F. Lz. BERGHUIS,

HANDBOEK

VOOR

WATER- EN BURGERLIJKE BOUWKUNDE.

RIJKSUNIVERSITEIT TE UTRECHT
2738 160 1

A H 502. 97

HANDBOEK

VOOR

WATER- EN BURGERLIJKE BOUWKUNDE,

DOOR

F. Lz. BERGHUIS,

DIRECTEUR DER AMBACHTSSCHOOL TE ARNHEM.

TWEEDE DRUK.

TE GRONINGEN BIJ J. B. WOLTERS, 1878.



Stoomdrukkerij van J. B. Wolters.

INLEIDING.

In een land als het onze zal ongetwijfeld de Waterbouwkunde steeds eene wetenschap blijven van veel belang, een vak, dat door velen zal worden beoefend. In weerwil daarvan moet men toch erkennen, dat hiervoor geen geschikt Handboek bestaat, vooral met het oog op den vooruitgang, die ook op dit gebied in de laatste jaren heeft plaats gehad. Wat de Burgerlijke bouwkunde betreft, het getal werken daarover handelende moge groot zijn, toch meende de schrijver dat er wel behoefte bestaat aan een werk, waarin de meest voorkomende constructiën met hare toepassing en bewerking, beknopt worden besproken. Dit heeft den schrijver, die door het uitvoeren van vele Bouwkundige werken en het onderwijs in dat vak gegeven, de groote behoefte steeds heeft gevoeld, er toe geleid, dit werk samen te stellen.

Hoewel meer en meer de overtuiging veld wint, dat van den Burgerlijk-Bouwkundige geene voldoende bekwaamheid als Waterbouwkundige, of wel 't omgekeerde kan worden gevorderd, had de schrijver rekening te houden met het feit, dat de eerste voortdurend werken, die tot de Waterbouwkunde, en de laatste zulke, die tot de Burgerlijke Bouwkunde behooren, moeten uitvoeren. In verband met de eischen, die hij meent aan een geschikt handboek te mogen stellen, heeft hij de hoofdzaken duidelijk toegelicht, terwijl hij vertrouwt, dat ook meer gevorderden in dit handboek zullen vinden, wat zij noodig hebben.

Het was eene zeer moeielijke zaak, uit de vele constructiën eene goede keuze te doen, zonder den prijs van dit werk, door de uitgebreidheid der teekeningen, te zeer te verhoogen. Van vele werken konden daarom slechts gedeelten worden opgenomen, waardoor echter met behulp der beschrijvingen wel eene goede voorstelling van 't geheel zal worden verkregen.

Niet minder moeielijk dan de keuze der teekeningen was het te beslissen, in hoeverre de theorie omtrent het draagvermogen van het materiaal moest worden behandeld. Eene volledige theorie zou hier niet op hare plaats zijn, en op zich zelf staande formules schenen minder wenschelijk. De schrijver acht het daarom eene aanwinst voor zijnen arbeid, dat de heer J. STROOTMAN, hoofdingenieur van den Waterstaat, hem toestemming heeft gegeven, gebruik te maken van berekeningen, opzettelijk voor de opzichters in zijn district uitgewerkt. Ongetwijfeld zullen velen, met hem, den heer STROOTMAN daarvoor dankbaar zijn.

Overigens moge eene goede keuze uit het vele, dat dit gebied oplevert, de bruikbaarheid van dit handboek verzekeren.

AARDEN WEGEN.

§ 1. De toestand der wegen, zooals het terrein die oplevert, is in vele tijden van het jaar onvoldoende voor eene goede passage. Zal men van eenen weg ten allen tijde gebruik kunnen maken, dan is het noodzakelijk, hierop eene kunstbaan aan te leggen.

In ons land bestaan de natuurlijke wegen naar de geaardheid van den grond uit zand, klei of veen, of uit eene vermenging dezer grondsoorten.

De zandwegen worden in den zomer tot vrij groote diepte droog; het mulle zand levert dan door zijne schuring en wrijving tegen de wielen eenen weg op, die moeielijk te berijden is. In regenachtig weêr beantwoorden deze wegen beter aan hun doel; dan zijn zij vaster. Worden de zandwegen goed onderhouden, dan zijn zij het geheele jaar bruikbaar.

De klei- en veenwegen zijn in aanhoudende droogte zeer geschikt, in den zomer zelfs prachtig; zijn deze wegen echter met water doorweekt, dan zijn ze letterlijk onbruikbaar.

Het werk, verbonden aan het leggen van eenen natuurlijken weg, is hetzelfde als dat, vereischt voor den aanleg van eene aardebaan voor kunstwegen, die in het volgende hoofdstuk worden behandeld.

Zal de weg goed begaanbaar blijven, dan zorge men, dat hij eene voldoende tonrondte — afwatering over de breedte — en eene zooveel mogelijk vlakke ligging over de lengte hebbe. Voorts moet het terrein naast den weg behoorlijk kunnen afwateren, en de weg voldoende boven de hoogste waterstanden verheven zijn.

KUNSTWEGEN.

§ 2. Aan het verharden van bestaande, en het aanleggen van nieuwe wegen, is gedurende de laatste jaren veel gewerkt. De meerdere ontwikkeling en de verbeterde financiëele toestand der landbewoners, maakten verbeterde communicatie-middelen noodzakelijk, en het verkrijgen der daarvoor benoodigde kapitalen gemakkelijk.

Deze verharding der wegen bestaat hoofdzakelijk uit: bestrating met veldkeien, met behakte keien en met gebakken steen; terwijl voorts veel grint-, gruis- en Mac-Adamwegen worden aangelegd.

RICHTING.

§ 3. Bij het aanleggen van eenen weg is de richting in hoofdzaak bepaald; men behoeft slechts die wijzigingen in de hoofdrichting te brengen, welke zooveel mogelijk het bijzonder en het algemeen belang bevredigen. Moet de nieuwe weg dienen tot het vervangen van eenen bestaanden aardenweg, dan is het in den regel verkieslijk, dezen zooveel mogelijk te volgen; omdat hij meestal door, of langs de meest bevolkte buurten loopt. Bovendien zal bij het volgen van den bestaanden weg de verbrokkeling van landerijen voorkomen worden. — Ook kunnen bestaande polderindeelingen en waterleidingen het volgen der oude richting zeer wenschelijk maken.

Het algemeen belang moet overigens op den voorgrond staan. Kan de weg tusschen de vastgestelde punten door afsnijdingen aanmerkelijk verkort worden, dan is het zeer wenschelijk daarvan partij te trekken.

Hierbij komt echter ook in aanmerking dat, zoo de oude weg aanmerkelijk moet worden verhoogd en verbreed, het aanleggen van geheel nieuwe gedeelten, ook met het oog op de kosten, somtijds de voorkeur verdient.

In elk geval zorge men, dat geene scherpe bochten bestaan blijven, omdat die bij het gebruik zeer hinderlijk zijn.

Wordt het afwijken van de bestaande richting wenschelijk geacht, dan is het gewoonlijk noodzakelijk stukken van particuliere eigendommen over te nemen. Zoo mogelijk moet men zien dit in der minne te schikken. In het tegenoverstelde geval kan de overneming niet zonder onteigening plaats hebben, en dit geeft veelal aanleiding tot vertraging der werkzaamheden en is buitendien vrij lastig. Immers daarvoor is noodig: dat de belanghebbenden in de gelegenheid worden gesteld hunne bezwaren tegen de onteigening te kunnen inbrengen; dat het uit te voeren werk bij de wet wordt erkend als een werk van algemeen nut; dat de betrokken eigenaren voor eene commissie worden opgeroepen, om hunne bezwaren tegen de onteigening der aangeduide perceelen in te brengen; dat door den Koning de te onteigenen perceelen worden aangewezen, en door de rechtbank drie deskundigen worden benoemd, die bij minnelijke schikking de overneming trachten te verkrijgen. Kunnen deze deskundigen het met de eigenaren niet eens worden, dan wijst de wet de inbezitneming aan.

AARDEBAAN.

HOOGTE EN BREEDTE.

§ 4. Bij het bepalen van de hoogte der aardebaan, heeft men op de volgende zaken te letten.

Daar het goed droog liggen van eenen weg een der eerste vereischten is, moet de hoogte bepaald worden naar de hoogste aangrenzende waterstanden. Zijn de kanten van

den weg 0.50 M. boven dien stand, dan is de hoogte voldoende, terwijl de tonrondte daarboven komt. Hierbij komt echter in aanmerking, of deze hoogste waterstand dikwijls terug komt en van langen duur is, en of eene hooge ligging van den weg, door plaatselijke omstandigheden, ook moeielijk is te verkrijgen. Bovendien kunnen aan eene hooge ligging bezwaren van localen aard verbonden zijn.

Komt de hooge waterstand slechts zelden en voor korten tijd voor, kost het veel geld den weg op eene voldoende hoogte te brengen, of is het ten opzichte der belendende perceelen niet wenschelijk hem de noodige hoogte te geven, dan houde men den hoogsten waterstand buiten rekening.

§ 5. De breedte, die men aan de wegen geeft, is nog al verschillend. Bij groote wegen bedraagt zij veelal 10 M. In de meeste gevallen wordt de breedte op 7 Meter bepaald, terwijl eene breedte van 6 M. voor eenen publieken weg wel als minimum mag worden gesteld.

HELLINGEN.

§ 6. De wegen kunnen zelden waterpas aangelegd worden. De verschillende hoogten zal men dan door hellende vlakken moeten vereenigen. Deze hellingen moet men zoo gering mogelijk doen zijn. Wáár men de noodige hellingen moet aanbrengen, om de verschillende hoogten het geleidelijkst te vereenigen, moet voor elken weg, in verband met plaatselijke toestanden, afzonderlijk worden beoordeeld.

Is het terrein zeer verschillend in hoogte, of loopt de weg door verschillende waterstanden, dan kan dit zelfs, in verband met de meerdere en mindere vereischte hellingen, voor het bepalen van *de richting* in aanmerking komen.

In heuvelachtige streken zal men soms genoodzaakt zijn tot het aanbrengen van steile hellingen. Bij korte opritten zal men hellingen van $^1/_{30}$ der lengte kunnen nemen. Zijn deze opritten echter vrij lang, dan moeten er iedere 4 á 500 M. waterpasse gedeelten worden aangelegd, opdat de trekdieren gelegenheid hebben uit te rusten. Men heeft bij lange hellende gedeelten hierin zelfs wel voorzien, door het aanbrengen van dwarsgoten in den weg, waardoor de voertuigen, met de wielen daarin staande, tegen achteruitloopen beveiligd zijn, terwijl de paarden dus gelegenheid hebben om uit te rusten. Gelukkig, dat het aanleggen van spoorwegen en de uitvoering van andere groote werken ons in de laatste jaren met het vertrekken van grond meer vertrouwd heeft gemaakt; de transportkosten zijn daardoor verminderd, en belangrijke grondverplaatsingen vorderen zooveel tijd niet meer als vroeger. Tot het aanbrengen van steile hellingen zal men daarom niet spoedig behoeven over te gaan.

§ 7. De doorsnede van een verticaal staand vlak, dat door het midden van den weg gaat, richtingsvlak, met het bovenvlak van den weg geeft de as, en de hoek, dien deze as-lijn met een horizontaal vlak maakt, de helling van den weg aan.

De verschillende hellingen worden echter niet door de grootte dezer hoeken aange-

geven; maar door het bepalen, hoeveel een gedeelte van den weg op een gegeven aantal lengte-eenheden klimt of daalt. — Zoo spreekt men van hellingen van $^1/_{100}$, wanneer de as van den weg op eene lengte van 100 M. één M. boven of beneden het beginput van meting ligt. Algemeen worden hellingen opgegeven door de bepalingen: 30 op 1, 100 op 1 enz., waarmede wordt bedoeld, dat de weg op eenen afstand van 30 of 100 M., één M. moet klimmen of dalen. Die klimmingen of dalingen rekent men op de teekeningen altijd van de linker- naar de rechterhand.

Gewoonlijk kan men de verschillende hoogten van het terrein zonder groot bezwaar vereenigd krijgen, door hellingen van 100 à 200 op 1; de opritten bij bruggen en opslagplaatsen kan men tot 30 op 1 brengen, terwijl die bij de landerijen nog iets steiler kunnen zijn.

Ten behoeve van het trekdier zorge men, dat de klimming van een zeer hellend gedeelte weg over het eerste deel het grootst zij.

Verder zij opgemerkt, dat men de hellende gedeelten van den weg onmerkbaar in elkaar moet laten overgaan, en dus de aansluiting der verschillende vlakken geleidelijk moet afronden.

PROFIEL EN GLOOIINGEN.

§ 8. Wanneer een weg, wat in den regel, althans voor groote gedeelten het geval is, overal dezelfde breedte, tonrondte en glooiingen heeft, dan is het dwarsprofiel overal gelijk. Het dwarsprofiel is de snijding van een vlak, dat loodrecht staat op het genoemde richtingsvlak, met de oppervlakte van den weg. Men kan dan zeggen, dat het profiel des wegs is ontstaan door de beweging van het dwarsprofiel, steeds loodrecht op het richtingsvlak staande, langs de as.

§ 9. Onder glooiingen van den weg verstaat men de hellende vlakken, die het vlak van den weg met de bodems der daar naast liggende slooten, greppels enz. of ook met hooger liggende aangrenzende vlakken vereenigen.

§ 10. Aan het dwarsprofiel van den weg wordt eene tonrondte gegeven van ongeveer $^1/_{30}$ der breedte, tot afloop van het water.

§ 11. De weg behoort aan weerszijden door slooten of greppels van de aangrenzende perceelen gescheiden te worden, om in eene goede afwatering te voorzien.

De glooiing der slooten moet bepaald worden naar den aard van den grond. Bij zeer samenhangenden grond is eene helling van 1 op 1 voldoende. Met eene glooiing van 2 op 1 kan men bij weinig samenhangenden grond veelal volstaan. Zijn de glooingen in het laatste geval van vrij aanzienlijke hoogte, dan wordt er ongeveer op het midden der hoogte, of even boven den gewonen waterstand, een waterpasse onderberm aangebracht van ongeveer 0.50 M. breedte.

SITUATIE.

§ 12. Bij den aanleg van eenen weg is in de eerste plaats noodig, het in teekening brengen van het terrein, waardoor hij zal worden aangelegd. Voor dit in teekening brengen zal het overbrengen der kadastrale kaarten voldoende zijn. De kadastrale kaarten eener gemeente zijn in het gemeentehuis aanwezig.

Bij dit overnemen zorge men:

1°. de verschillende bladen, die men noodzakelijk bij het overnemen verkrijgt, nauwkeurig te merken, opdat men ze later juist wete aaneen te voegen;

2°. niet alleen die perceelen over te nemen, welke men noodig heeft, maar ook de daaraan grenzende, daar soms kleine wijzigingen in de voorgestelde plannen het gebruik hiervan noodig maken; ook kan men zich hierdoor beter op het werk oriënteeren;

3°. nauwkeurig over te nemen de sectiën en nummers, waarmede de perceelen bij het kadaster zijn bekend. Het is noodzakelijk dat men dit wete voor de aanwijzing der perceelen, het opmaken van acten van aankoop, en contracten van overneming.

Op deze verschillende teekeningen kan men de hartlijn van den weg, volgens de vastgestelde richting, vooreerst in potlood teekenen; daarna de gegeven richting van den weg op de kaart vergelijken met die op het terrein en, zoo 't noodig geoordeeld wordt, de lijn op de kaart wijzigen en haar later duidelijkheidshalve in rooden inkt trekken.

Plaat I geeft een voorbeeld van een kadastraal uittreksel. Het volgende blad moet volgens de lijn AB aan dit blad sluiten, of wel, op dat tweede blad moet eene lijn worden getrokken, waarmede het op de lijn van het eerste blad kan worden gelegd, zoodat dan op het tweede blad het vervolg van het eerste blad voorkomt, en dus rechts van de lijn op het tweede blad de perceelen zijn, welke op het eerste blad gestippeld zijn voorgesteld. Om de aansluiting gemakkelijk zuiver te kunnen verrichten, en ook om op elk blad afzonderlijk een goed overzicht te hebben van de stukken, welke door deze afsluitingslijn worden doorgesneden, is het verkieslijk, de aangrenzende stukken van de scheidingslijnen op alle bladen over te nemen. Hier is dit door stippellijnen aangewezen. Hoe langer deze bladen kunnen genomen worden, hoe gemakkelijker, mits men daardoor niet te veel breedte noodig heeft; en dit wordt licht het gevolg, daar de meeste wegen de rechte richting niet volgen.

§ 13. Wanneer men met de ligging van kleine gedeelten terrein meer volkomen bekend moet wezen, zooals zeer dikwijls voorkomt, is een kadastraal uittreksel niet voldoende; maar moet de teekening op het terrein volgens het terrein worden genomen. Op welke wijze deze opneming het zuiverst kan gedaan worden, moet op de plaats zelve worden beoordeeld. Zeer licht vindt men geschikte punten tot aanwijzing van rechte lijnen, die tot grondslag dienen voor het in teekening brengen van het terrein.

Op plaat I is daarvan een voorbeeld gegeven.

Hier was noodig de situatie-teekening van de brug en hare naaste omgeving. Om deze opneming te volbrengen, zijn er bakens geplaatst op twee der hoeken en op de beide einden midden voor de brug.

Is de brug niet voldoende haaks, dan is het verkieslijk, de bakens zóó te plaatsen, dat de lijn, welke de beide hoekbakens vereenigt, zuiver te lood staat op die tusschen de beide andere bakens. De aangegeven handeling is daarom aan te bevelen, omdat men anders den hoek, welken deze beide lijnen met elkander maken, zuiver moet weten, en dit kan door de eerst opgegeven wijze vermeden worden. Daarbij is het gemakkelijker, deze lijnen op de teekening rechthoekig op elkander te plaatsen, dan onder eenen anderen hoek.

Verder zijn hier, over deze bakens richtende, rechte lijnen uitgezet, zooals op de teekening is voorgesteld.

Het terrein, dat men in kaart wil brengen, wordt vooraf op een stuk papier geschetst. Maakt men deze schets, nadat de genoemde rechte lijnen zijn uitgezet, en trekt men deze eerst ten naastenbij in dezelfde richting op het papier, zoo kunnen ze reeds dienst doen, om de teekening ongeveer in den vereischten vorm te krijgen; iets, wat later bij de opmeting en invulling van afstanden, een groot gemak geeft. Is deze schets gereed, dan bepaalt men van welke punten men de ligging zuiver moet kennen; trekt uit die punten loodlijnen op eene der uitgezette rechte lijnen; meet dan den afstand van het punt tot de rechte lijn en dien van het ontmoetingspunt van die loodlijn met de uitgezette lijn, tot een der bakens of een ander vast punt in die lijn, en teekent de gevonden afstanden op de schetsteekening aan. Heeft men aldus de noodige punten bepaald, dan kan men de situatie, volgens eene daarvoor aangenomen schaal, in teekening brengen.

Het is natuurlijk hier de bedoeling niet, die hulplijnen in werkelijkheid op het terrein aan te brengen; het is voldoende, de verschillende richtingen door eenige bakens — liefst dunne — aan te geven.

Het is niet altijd noodig om uit de punten, welke men in teekening wil brengen, loodlijnen op de uitgezette hoofdlijnen te trekken; elke andere rechte lijn kan dezelfde diensten doen, en somtijds zijn die zelfs verkieslijker. Het werken met rechte hoeken heeft echter veel voor, zooals hierboven omtrent het plaatsen van de bakens op de brug is uiteengezet, en uit het volgende nog nader zal blijken.

Laat ons bijv. eens onderzoeken hoe de ligging van het gebouw A is, met betrekking tot de brug.

Maken wij hiervoor gebruik van de hoofdrichting A B. Nemen wij nu aan, wat men bijna als regel kan stellen, dat het gebouw rechthoekig is, dan zou het voldoende zijn te weten, de ligging van de beide punten *a* en *a*, om daaruit den verderen omtrek van het gebouw te meten. Trekken wij uit de punten *a* en *a* loodlijnen op de lijn AB, meten wij daarna de lengte van deze loodlijnen, alsmede de afstanden van de voetpunten dezer loodlijnen tot de brug, dan hebben we de noodige gegevens, om de ligging van

het gebouw met betrekking tot de brug te bepalen, en volgens eene aangenomene schaal in teekening te brengen. Hiertoe zou men moeten beginnen met, alle maten naar de aangenomen schaal verkleinende, eerst de brug in teekening te brengen en daarna de lijn A. B. als uitgezette richting, rechthoekig over de brug te trekken. Zet men daarna op de gevonden afstanden van de brug af, de beide loodlijnen uit en geeft men daaraan de bevonden lengten, dan zal eene lijn, die de uiteinden dezer loodlijnen vereenigt, de zijde *a*, *a* van het gebouw voorstellen. Weet men nu ook de lengten van de andere zijden van het gebouw, dan is men met de ligging van het geheel bekend. Op deze wijze werkende, kan men, rechthoekig op de lijn A. B. zooveel opmetingen doen, als men noodig oordeelt, en het terrein daarnaar in teekening brengen.

Het is zeer verkieslijk, om, bij gebruik van verschillende hoofdlijnen, hiertusschen vereenigingslijnen aan te brengen, zooals bij *b*. is opgegeven, en daarvan de lengten te meten. Hoewel deze lijnen kunnen gemist worden, zal hieruit blijken of er met voldoende juistheid is gewerkt.

Voor het rechthoekig uitzetten kan men het geschiktst gebruik maken van eenen grooten winkelhaak, bijv. van 1,50 M. zijde. Wil men nu den afstand van zeker punt tot de hoofdlijn meten, zoo legt men den winkelhaak zóódanig, dat de eene zijde in de richting der hoofdlijn ligt en de andere naar het bedoelde punt wijst. Is dat punt niet te ver verwijderd, dan kan de meting zonder verdere uitzetting in de aangegeven richting plaats hebben.

Wanneer men gebruik maakt van richtingen, welke niet rechthoekig op elkander staan, is het noodzakelijk de grootte van die hoeken te kennen. Men kan daarvoor den winkelhaak als zwaaihaak inrichten. Fig. 1 geeft een voorbeeld van eene verbinding van drie latten, welke voor winkel- en zwaaihaak beide dienst kan doen en zeer gemakkelijk vervoerbaar is. De drie latten zijn — zie de teekening — door scharnieren verbonden. Legt men de beide korte gedeelten in de gewenschte richting, dan kan men met het langste stuk, waarop een verdeelschaal kan worden aangebracht, de grootte van den hoek meten.

Het uitzetten van rechte hoeken door middel van maatstokken, of wel door drie latten, waarvan de lengten zich verhouden als de getallen 3, 4 en 5, en welke dus, naar behooren uitgelegd, eenen rechten hoek vormen, is soms ook voldoende.

§ 14. Voor groote of zeer nauwkeurige opnemingen is het gebruik van hoek-meetinstrumenten natuurlijk zeer gemakkelijk en somtijds noodzakelijk. Zij stellen ons in staat volkomen zuiver te meten. Het eenvoudige meetkruis, een Equerre d'arpenteur, is zeer doelmatig en geschikt om den winkelhaak te vervangen.

Een Equerre d'arpenteur — zie fig. 8 — bestaat uit een koperen rechthoekig prisma, waarvan het grond- en bovenvlak een regelmatige achthoek is. In het midden der zijvlakken zijn te lood staande openingen gemaakt, voor de eene helft bestaande in zeer fijne insnijdingen, en voor de andere helft in openingen van meerdere breedte. In dit grooter gedeelte is, in het verlengde van de fijne insnijding, een paardenhaar gespannen. Is nu aan de eene zijde de opening met het ingespannen paardenhaar beneden, dan is dit in het te-

genovergestelde zijvlak boven. Bij het richten ziet men dan door eene der fijne insnijdingen langs het tegenoverstaande paardenhaar. Dit instrument is van onderen van eenen koker voorzien om het op eenen stok te kunnen plaatsen. 't Zal verder duidelijk zijn, langs welke lijnen men moet zien, om hoeken van 45, 90 en 135° uit te zetten.

§ 15. Het behoeft nauwelijks gezegd te worden, dat, zoo er meer dan eene hoofdlijn wordt aangenomen, de punten, volgens welke deze hoofdlijnen zijn gericht, — hier de baken op de brug — volkomen juist moeten opgenomen worden. Eene kleine misstelling hierin, zou, vooral zoo die punten, zooals hier het geval is, niet ver van elkander verwijderd zijn, eene onjuiste teekening opleveren. De reeds genoemde vereenigingslijnen *b.* geven nu gelegenheid om te onderzoeken, of de gevormde teekening voldoende zuiver is of niet.

Verder zal de uitvoering wel uit de teekening begrepen worden. Vaardigheid en juistheid in uitvoering moet hier de practijk leeren.

§ 16. Indien de hoogten van het terrein onderling aanmerkelijk verschillen, is het in den regel noodig die te kennen. Dit onderzoek geschiedt door waterpassing, waarover later zal worden gesproken. Soms is het noodig deze hoogten te kennen met betrekking tot een bepaald peil. Is dit peil niet op het terrein aangewezen, dan is men genoodzaakt het over te brengen. Heeft men geen rekening te houden met een aangewezen peil, zoo neemt men op het terrein een vast punt aan, hier bijv. het midden der brug, als uitgangspunt, en zoekt men, zoover noodig, de hoogten en laagten van het terrein boven en beneden dat punt.

§ 17. Men is bij situatie-teekeningen gewoon van verschillende kleuren gebruik te maken. Gebouwen worden rood, en het water blauw getint, terwijl aan de wegen veelal een geel of sepia tintje wordt gegeven. Wil men daarbij ook nog de verschillende landerijen enz. nader aangeven, zoo vindt men daarvoor eene geschikte handleiding in het werkje van J. H. JAPPÉ, *Modellen voor het topografisch teekenen.*

HET UITZETTEN VAN GEBOGEN LIJNEN EN GLOOIINGEN.

§ 18. Het uitzetten van richtingen geeft bij rechte gedeelten geen bezwaar; men kan dan tusschen de vastgestelde punten zooveel piketten in de rechte lijn uitzetten, als noodig is. Bij gebogen lijnen is het verkrijgen van een zuiver beloop nog al moeielijk en tijdroovend.

Voor groote gebogen lijnen, waarbij het op eene uiterste nauwkeurigheid aankomt, zooals dit bijv. bij spoorwegen het geval is, bepaalt men de punten van de gebogen lijn door berekening. Moeten bijv. de beide rechte richtingen in fig. 24 vereenigd worden, zoo zoekt men het snijpunt dezer richtingen in A. Na nu den hoek, dien de beide lijnen bij A. met elkander maken, zuiver gemeten te hebben, bepaalt men door berekening de lengten van de loodlijnen, op verschillende plaatsen op de lijnen A1, en A2, tusschen deze lijnen en den uit te zetten boog. Na deze afstanden aldaar uitgemeten hebben, heeft

men de punten voor den boog bepaald. Zie daarover het *Zakboekje ten gebruike bij het uitzetten van bogen op spoor- en andere wegen*, door H. KRÖHNKE; uitgave van C. L. BRINKMAN.

Hier zullen alleen met het oog op kleine bochten in gewone wegen, eenige opgaven volgen, welke in de practijk gemakkelijk uitvoerbaar zijn, en bij eenigszins nauwkeurige uitvoering voldoende resultaten opleveren.

§ 19. In zeer vele gevallen zal eene uitzetting op het oog voldoende zijn. Wil men op deze manier, dus bij wijze van benadering, eene gebogen lijn uitzetten, dan moet men de afstanden tusschen de uit te zetten piketten, even groot nemen. Na alzoo de bocht bij taxatie uitgezet te hebben, gaat men aan beide zijden op de rechte gedeelten van den weg staan, en laat de uitzetting zooveel mogelijk op het oog verbeteren. Daarna gaat men bij baak 1 — zie fig. 21 —, ziet op baak 3 en taxeert den afstand tusschen de rechte lijn 1—3 en baak 2; vervolgens gaat men naar baak 2, ziet van daar naar baak 4 en taxeert weer den afstand tusschen deze rechte lijn en baak 3, enz. — Is de uit te zetten bocht een gedeelte van eenen cirkelomtrek, dan zullen de pijlen alle gelijk van lengte moeten zijn. Bevindt men, dat dit bij de eerste uitzetting niet het geval is, dan moet zij daarnaar gewijzigd worden.

Moet er een S bocht gevormd worden, dan kan men op dezelfde wijze te werk gaan; wat uit de aangegeven stippellijnen duidelijk zal blijken.

§ 20. Is de uitgezette bocht geen cirkelboog, zooals fig. 23 voorstelt, dan zullen ook de pijlen niet gelijk in lengte moeten zijn; maar in geregelde orde langer of korter moeten worden, naarmate de bocht meer of minder kromming krijgt.

Na eenige oefening zal het volstrekt niet moeielijk zijn, betrekkelijk kleine bochten, zonder veel tijdverlies, op deze wijze vrij juist op het terrein aan te geven.

§ 21. Men kan — zie fig. 23 — den hoek, welken de beide richtingen met elkander maken, midden door deelen, en dan de deellijn verlengen tot de rechte lijn, welke de beide einden van de rechte gedeelten vereenigt. Het midden van deze deellijn zal dan een punt van de parabool zijn.

§ 22. Op meer wiskunstige, maar in vele gevallen ook meer omslachtige wijze, kan men op de volgende manier te werk gaan. Men zet op elk der beide rechte gedeelten, die men vereenigen moet, twee bakens of lange piketten in het hart van den weg; daarna plaatst men een dito baken in het verlengde van de beide rechte gedeelten der baan, zie fig. 22. Is de afstand niet te groot, en zijn de bakens op de rechte gedeelten op behoorlijken afstand van elkander verwijderd, dan kan de baakhouder bij A zich zelven richten, en de baken in het verlengde van de beide richtingen plaatsen. Bij groote afstanden is het noodzakelijk, en in elk geval nauwkeuriger, dat zich achter elk der twee uitgezette bakens een persoon plaatst, die langs de beide bakens ziende, den derden persoon, die met de baken ongev. bij A heeft plaats genomen, met de hand of een vlagje wijzende, zuiver in het verlengde van de beide richtingen brengen. Verdeelt men daarna de afstanden 1- A en 2- A ieder in een gelijk aantal gelijke deelen, waarin men ook pi-

ketten plaatst, dan zullen de snijdingen van de lijnen, welke ontstaan door de lijnen, getrokken van de deelpunten van A 2 (van 2 af beginnende) naar de deelpunten van A 1 (beginnende bij A) de punten eener parabool wezen, waarvan de rechte lijnen de raaklijnen zijn.

In plaats van dit trekken der lijnen, kan men de snijdingen bepalen, op dezelfde wijze, als dit boven voor het vinden van het punt A is opgegeven. Somtijds zullen de richtingen elkander schielijk snijden; in dat geval kan men de gedeelten tot de snijpunten met touwen uitleggen.

§ 23. Ook kan men handelen zooals fig. 24 aangeeft. Na het punt A als voren bepaald te hebben, verdeelt men de hoeken A, 1, 2 en A, 2, 1 ieder in een gelijk aantal gelijke deelen, brengt in de gevonden richtingen bakens in de lijnen 1, A en 2, A, en verder, op eene der boven beschreven wijzen, piketten in de punten 3, 4 en 5, welke dan punten van den cirkelboog zullen zijn.

§ 24. Moeten er aanzienlijke ophoogingen of breede glooiingen zijn, dan dient men naar vooraf geplaatste profielen te werken. Fig. 26 geeft zoodanig profiel voor ophooging en verbreeding aan.

Om deze profielen te plaatsen en in het algemeen om na te gaan of de hellingen der glooiingen volgens de bepalingen worden uitgevoerd, maakt men gebruik van een taludmeter. Een talud-meter — zie fig. 27 — is een van hout vervaardigde driehoek, waarop eene wijzer *b.* is aangebracht, die om een der einden om eene spil kan draaien, en op die wijze de helling van eene der rechthoekszijden van den driehoek aangeeft. Wanneer de wijzer zich vrij om de spil kan bewegen, zal hij altijd te lood hangen. Heeft men nu den driehoek met de langste zijde waterpas, zoo hangt het wijzertje evenwijdig aan de langste zijde. Het vrije einde heeft bij deze verplaatsing het vierde deel van eenen cirkel doorloopen, dat op den driehoek is aangegeven. Bij proefneming zoowel als bij berekening wordt nu bepaald, waar het punt van het wijzertje staat, als de langste der rechthoekszijden eene helling van 1, $1^1/_2$, 2 — enz. op 1 aangeeft. Zijn deze punten door cijfers of andere teekens aangegeven, dan is men met een talud-meter dadelijk gereed, glooiingen uit te zetten of te verifiëeren.

NUMMERPALEN EN LENGTEBEPALING.

§ 25. Langs de eene zijde van het terrein, dat door den weg zal worden ingenomen, worden piketten of paaltjes geplaatst, gewoonlijk van jufferhout, ten dienste van de omschrijving voor de uitvoering en tot aanwijzing der hoofdrichting. Bij rechte gedeelten plaast men deze paaltjes op iedere 100 M. en bij bochten op iedere 10 a 50 M lengte. Op deze paaltjes, die van een volgnummer voorzien zijn, worden later de hoogten van den nieuwen weg door insnijdingen aangegeven.

§ 26. Volgens de door deze paaltjes uitgezette richting wordt de lengte gemeten.

Daarbij gebruikt men eene meetketting veelal 20 M. lang. De schalmen van deze ketting, zie fig. 2, zijn door ringen verbonden, waarvan de afstand 50 cM. midden op midden is. Tot meer gemak bij de opmeting, zijn deze ringen beurtelings van ijzer- en koperdraad genomen; terwijl op iedere twee of vijf meter een ring van grootere afmeting voorkomt en de middelste eenen bijzonderen vorm heeft. De beide eindringen zijn zoo groot, dat men de hand er door kan steken, om de meting vast te houden. Bij deze ketting behoort een zeker getal pinnen. Hij, die bij de meting vooraan is, en dus de ketting trekt, brengt haar in de richting van de lijn, die gemeten moet worden, en geeft door het plaatsen van een pin in den grond de lengte van meting aan, terwijl hij, die aan het achtereinde der ketting is, zijn oog van den ring telkens om die pin legt en na iedere meeting, bij het verder gaan, die pin medeneemt.

Heeft derhalve de eerste 20 pinnen gehad, en zijn die alle in de hand van den tweede overgegaan, dan zijn er 20 ketting-lengten opgemeten, en kan men, na dit aangeteekend te hebben de pinnen weer overbrengen en verder voortgaan.

Uit het bovenstaande blijkt, dat de lengte der ketting moet gemeten worden, van middenpin tot middenpin, nadat de ketting gespannen is en de pinnen in de oogen zijn geplaatst.

Door de ringen, welke de schalmen koppelen, ontstaan er licht kronkelingen, zoodat men, telkens wanneer de meting aanvangt, de ketting goed moet uitleggen en nazien.

§ 27. Daar de zuivere uitzettingen van afsnijdingen en bochten, veelal eerst bij den aanleg der aardebaan kan geschieden, kan ook de juiste lengte niet vooraf gemeten worden. De vermeerdering of vermindering der lengte — die in elk geval weinig kan zijn — blijft bij aanbesteding, in den regel voor risico van den aannemer; de lengte blijft dan bepaald tusschen de vaste eindpunten.

WATERPASSEN.

§ 28. Het is noodzakelijk met het verschil der hoogten van het terrein, waardoor de weg loopt, bekend te zijn. Hierdoor kan men bepalen, welke gedeelten voor een geregelde klimming of daling, of met het oog op de waterstanden, moeten verhoogd of verlaagd worden, en hoeveel grond daarvoor moet worden verwerkt. Het bepalen van die verschillende hoogten noemt men waterpassen.

Komt het op eene uiterste nauwkeurigheid aan, zooals bij spoorwegen, of heeft men groote afstanden te waterpassen, waartusschen geene bekende hoogtepunten aanwezig zijn, dan zal men gebruik moeten maken van een samengesteld waterpas-instrument.

In vele gevallen zal een fleschjes-waterpas voldoende zijn.

Veeltijds zal men ook gebruik kunnen maken van het water, dat, òf langs den weg loopt, òf op verschillende plaatsen in de nabijheid daarvan aanwezig is.

§ 29. De lichtstralen, die uit den horizon naar ons oog gaan, kunnen als waterpasse

lijnen worden aangenomen. Hierop steunt het waterpassen op den horizon, waarvan men in de practijk zeer veelvuldig gebruik maakt. Heeft men bijv. het verschil in hoogte van twee, niet te ver van elkander verwijderde punten te bepalen, waarbij men aan beide zijden een vrij gezicht op den horizon heeft, dan plaatst men zich ongeveer in het midden daarvan. Men neemt dan een baken of lat, gemakshalve ongeveer ter hoogte van het oog, om daarover te zien. In elk der punten, waarvan het hoogteverschil moet bepaald worden, plaatst zich dan een persoon met een baken, waaraan een verschuifbaar bordje is aangebracht. Ziet men nu over zijn eigen baken, achtereenvolgens naar de verschillende andere, dan laat men, door te wenken met de hand of op eene andere wijze, de bordjes door de baakhouders zoo lang verschuiven, tot men over de beide bovenkanten ziende, juist den horizon treft. 't Verschil in hoogte, dat de bovenkanten dezer bordjes boven de ondereinden der bakens hebben, geeft dan het verschil in hoogte der beide punten aan. Dat de bakens hierbij ongev. te lood moeten staan, zal ieder begrijpen.

Het zuiver waterpassen op den horizon moet door veelvuldige oefening worden geleerd. Verstandig is het, soortgelijk werk een paar keer te herhalen, daar dit allicht een klein verschil in de uitkomsten zal opleveren; men neme van die uitkomsten dan het gemiddelde.

't Is duidelijk dat het waterpassen op den horizon slechts bij helder weer, en op opene en vlakke terreinen kan gebeuren, daar anders de horizon òf te nabij, òf in verschillende richtingen op ongelijke afstanden zal verwijderd zijn.

In den regel zal er geene gelegenheid zijn om naar beide zijden op den horizon te richten; men kan dan slechts naar ééne zijde de waterpassing op den horizon uitvoeren.

§ 30. Voor het uitzetten op den horizon worden veelal zoogenaamde krukjes of zichten gebezigd. Dit zijn latten, waaraan aan het eene einde een dwarslat of dwarsbalkje is aangebracht, welke blokjes om beter op eenen afstand gezien te kunnen worden, met sterk sprekende kleuren zijn geverfd. De lengten van deze krukjes, veelal 1.2 à 1.5M., moeten gelijk zijn. Heeft men nu eene waterpasse lijn uit te zetten, dan zet men een dezer krukjes op het bepaalde hoogtepunt; een ander gaat met een tweede zicht, in de richting, waar gewaterpast moet worden, vooruit, slaat op eenen geschikten afstand eene korte lat of piket in den grond en zet daarop zijn zicht. Daarna ziet men over zijn zicht en over dat van den ander, en laat door hem het piket op zoodanige hoogte plaatsen, dat men over de beide zichten juist in den horizon ziet. Vervolgens plaatst men zijn zicht op het ingeslagen piket, terwijl de andere persoon met het zijne verder gaat, om op een verder gelegen punt, door herhaling van dezelfde handeling, een nieuw hoogtepunt te bepalen.

Om de hoogte van het piket ten naasten bij te vinden, houdt de voorman zijn zicht eerst op of boven den grond, totdat hem die hoogte ongev. is aangegeven, waarnaar hij dadelijk het inslaan van het piket kan regelen. Dit is te meer nuttig, omdat men moet zorgen het piket niet te diep te slaan, daar het later hooger stellen eenen te lossen stand geeft.

§ 31. In den regel heeft men echter geene waterpasse lijnen uit te zetten, maar moet

men het verschil in hoogte van gegeven punten zoeken. In verband met het bovenbehandelde zal het geen bezwaar geven, zulks door middel van waterpassingen op den horizon uit te voeren.

§ 32. Fig. 3 en 4 geven twee verschillende voorbeelden van zichten; bij het eene zijn de onderste en bovenste helft van het bordje door ongelijke kleuren aangeduid, en bij het andere is dit in vieren verdeeld, waarbij de naast elkander liggende vakken ongelijk van kleur zijn.

Fig. 5 geeft eene teekening van een baken met verschuifbaar bordje. Op deze baken is eene verdeelschaal aangebracht; het bordje is van achteren door een ijzeren beugel om de lat verbonden, en kan desverkiezende met een' schroef worden vastgezet. In het bordje is eene vierkante opening gemaakt, waarvan de bovenzijde overeenkomt met de middellijn van het bordje. Deze opening dient, om de cijfers bij de verdeelde schaal te kunnen aflezen, wanneer op de middellijn gericht wordt.

§ 33. Het fleschjes-waterpas — zie fig. 6 — bestaat uit eene holle koperen of zinken buis, van ongev. 1 M. lengte en 3 cM. diameter, met rechthoekig opstaande einden. Op elk dezer einden is een langwerpig glas geplaatst, terwijl in het midden der lengte, juist in tegenovergestelde richting der glazen, een koker is verbonden, waardoor de toestel op een voetstuk wordt geplaatst. — Dit voetstuk — zie fig. 7 — bestaat uit een kort houten staafje, van boven van eene ronde spil voorzien, die in den koker past, en rust op drie pooten, die om scharnieren of bouten kunnen draaien en naar verkiezing kunnen worden uitgezet.

Wanneer men nu dit voetstuk zoodanig stelt, dat de pen ongev. te lood staat, en de buis, met den koker om die pen daarop plaatst, terwijl men in de buis zooveel water heeft gedaan, dat het aan beide zijden in de glazen staat, zoo zal men, over of langs deze waterhoogten ziende, eene waterpasse lijn krijgen. Draait men nu de buis om deze spil rond, dan zullen de waterhoogten in hetzelfde horizontale vlak blijven.

§ 34. Bij het waterpassen plaatst men zich een weinig achter het instrument, en ziet langs eene der zijden van de glazen ter hoogte van het in den regel gekleurde water. Veelal stelt men zich met het instrument tusschen twee personen, welke van bakens voorzien zijn, fig. 9.

Stellen nu de beide baakhouders hunne bakens te lood op, en laat men de bovenkanten of middellijnen der bordjes in de waterpas-lijn brengen, zoo geeft het verschil van hoogte op deze bakens het verschil in hoogte van deze punten aan.

Door op te meten hoeveel het water in de glazen, boven den grond, waar het instrument staat, gelegen is, is men dus bekend met de onderlinge hoogte-ligging van deze drie punten. Gaat nu telkens de achter-baakhouder op de plaats des eersten, de voorste naar een verder verwijderd punt en hij, die de waterpassing verricht, op nieuw met zijn instrument tusschen beiden in, terwijl de afstand der baakhouders steeds dezelfde blijft, of althans bekend is, dan zal de waterpassing vrij zuiver kunnen uitgevoerd worden.

Heeft men op deze wijze de waterpassing tusschen twee punten verricht, en telt de afgelezen hoogten van de voor- en achterbakens voor elk afzonderlijk bij elkander, dan zal het verschil van deze sommen het verschil in hoogte van de beide eindpunten aangeven.

§ 35. Is men met de meer samengestelde waterpas-instrumenten bekend, en in de gelegenheid hiervan gebruik te maken, dan verdient dit de voorkeur boven al de andere. Eene beschrijving dezer instrumenten zou hier misplaatst zijn; men vindt dit zeer duidelijk in het eerste gedeelte van *De Geodesie voor de kadetten van alle wapenen*, door G. A. VAN KERKWIJK.

§ 36. Het opnemen van de verschillende hoogten, bij de aangebrachte nummerpalen, is in den regel voldoende. Zijn er echter tusschen deze palen buitengewone hoogten of laagten aanwezig, zoo moet men op die plaats zelve beoordeelen; welke punten opgenomen moeten worden, om met voldoende juistheid de teekening van het lengte-profiel te kunnen opmaken en het grondwerk te kunnen bepalen.

LENGTE- EN DWARSPROFIELEN.

§ 37. Na afloop der waterpassing gaat men over tot het teekenen van de lengte- en dwarsprofielen, waarvan plaat 2 eenige voorbeelden geeft. De schaal voor de lengte van het lengte-profiel wordt gewoonlijk even groot genomen, als die van de situatie-teekening of kaart, terwijl de hoogten daarbij volgens eene grootere schaal — bijv. 1 à 2 cM. de M. — wordt bepaald.

Dit gebruik van verschillende schalen is noodig. Eene grootere schaal voor de lengte zou zeer lastig zijn, maar het verschil der hoogten zou, volgens de schaal der situatie-teekening, meerendeels onmerkbaar blijven. De dwars-profielen worden genomen, waar aanmerkelijke verhooging, verlaging, verbreeding of versmalling noodig is.

§ 38. Is het wenschelijk op sommige plaatsen den toestand van de grondlagen te kennen, zoo wordt dit door ingraving of boring onderzocht, en mede op de dwarsprofielen aangegeven. Op de verschillende profielen worden ook de waterstanden aangeteekend. Men is gewoon de lijn, die eenen waterstand moet aangeven, voor te stellen, door beurtelings een streepje en een stip in blauwe tint te plaatsen. Bij het dwarsprofiel A. is aangenomen, dat de nieuwe weg geheel in het land moet worden aangelegd, terwijl bij profiel B. de weg voor een gedeelte moet worden verplaatst. In het dwarsprofiel A. is eene aldaar aanwezige veenlaag aangegeven. Met veen mag hier geene ophooging plaats hebben, zoodat het noodig is, de ligging dezer laag te kennen, opdat men beoordeelen kan, hoe de benoodigde grond het gemakkelijkst te verkrijgen is.

Het dwarsprofiel B. geeft aan, dat de weg aldaar meer naar den rechterkant moet worden aangebracht. De beide oude sloten moeten gevuld, en twee nieuwe gegraven worden. Om een duidelijk overzicht te hebben van den grond, die opgeruimd, en van dien, welke op nieuw gegraven moet worden, of voor aanvulling en ophooging noodig is, is dit op

verschillende wijzen gearceerd. Somtijds wordt dit, ter wille der duidelijkheid, door verschillende kleuren, bijv. rood en blauw, voorgesteld.

BEPALINGEN VOOR DE UITVOERING.

§ 39. Zijn de hierboven beschreven werkzaamheden afgeloopen, dan kan men overgaan tot het opmaken van het bestek of van de bepalingen, volgens welke de uitvoering zal worden aanbesteed, of het werk zal worden gemaakt.

Voor het aangeven der hoogten wordt bepaald, hoeveel de buitenkanten — snijding van bermen en glooiingen — van den weg, op de verschillende punten, boven of beneden een aangenomen waterpasvlak — peil — moeten liggen.

De geplaatste nummerpalen zijn nu geschikt om de bedoelde plaatsen aan te duiden, zooals uit de volgende opgaven zal blijken.

1. Van paal 1 tot 4 den weg te égaliseeren, en van de belendende perceelen te scheiden, door het maken van greppels, volgens op te geven grootte.

2. Van paal 4—8 moet de weg verhoogd worden tot . . . M. boven peil, en met het volgende pand vereenigd, onder eene klimming van 100 op 1. Den grond te verkrijgen door het graven van regelmatige bermslooten.

3. Van paal 8—14, waar tot het verkrijgen van eene meer geleidelijke kromming eene afsnijding van perceel no. . . . moet plaats hebben. moet de weg waterpas worden aangelegd, ter hoogte van . . . M. boven peil. De daarvoor noodige grond moet verkregen worden door het opgraven der oude- en het graven van nieuwe bermslooten, wijd op peil . . . M., en verder door het afgraven van het afgesneden gedeelte van den ouden weg. Hiervoor zal geene verdere grondvertrekking gevorderd worden, dan over eene lengte van . . M.

N.B. In plaats van de breedte der sloot op het peil te bepalen, is het ook wel gebruikelijk, deze breedte op maaivelds-hoogte op te geven. Met maaivelds-hoogte wordt de hoogte van het terrein bedoeld.

4. Van piket 14 tot even voorbij piket 18 den weg door het verplaatsen van den overtolligen grond in eene klimmende en dalende lijn te brengen, zooals op het lengteprofiel wordt aangegeven. Over eene lengte van ongeveer 40 M. moet de weg worden verlegd, volgens nadere aanwijzing, (zie het daarbij behoorende dwarsprofiel). Met den door afgraving verkregen grond moet, voor zoover dit noodig is, de verhooging tusschen piket 18 en 19 worden aangebracht. De weg moet over dit geheele gedeelte, aan weerszijden, voorzien worden van regelmatige bermslooten, breed op het maaiveld . . . M. De overtollige grond kan volgens aanwijzing op de naastliggende perceelen worden gebracht.

§ 40. Het is natuurlijk, dat er bij bovenstaande bepalingen op alle locale omstandigheden moet gelet worden.

Voor eene ophooging langs den geheelen weg, verdient het de voorkeur, den grond,

zooveel mogelijk, door het graven van nieuwe of het verdiepen en verbreeden van bestaande slooten te verkrijgen. Worden echter de bermslooten daardoor buitengewoon groot, dan is het beter, den grond bij putten uit de belendende perceelen te graven.

De weg moet, zoo mogelijk, niet beneden de belendende perceelen liggen, vooral niet dán, wanneer hij niet door slooten van de aangrenzende landen kan gescheiden worden.

Loopt de weg door dorpen of bewoonde buurten, waar in den regel geene bermslooten kunnen zijn, dan heeft de scheiding plaats door heggen, stekwerk of greppels.

Hoewel eene hooge ligging, met betrekking tot de aangrenzende perceelen, zeer nuttig is, moet men in bebouwde kommen, ter wille van de bewoners, zich met mindere hoogte tevreden stellen. Het verkrijgen van eene goede afwatering door greppels, gooten, riooltjes enz. is, in dit geval, dikwijls zeer moeielijk.

§ 41. Bij het volgen van bestaande wegen, zal men veelal tot verbreeding en verhooging moeten overgaan. Eene verbreeding, waarbij de geheele bestaande bermsloot wordt ingenomen, levert geen bezwaar. Wordt echter de sloot ten deele door den weg ingenomen, waarbij de voet van de nieuwe glooiing op den bodem van de oude sloot komt, zoo is het noodzakelijk, dien voor uitschuiving te beveiligen. Veelal gebeurt dit, door de nieuwe glooiing tot zekere hoogte — altijd tot boven den gewonen waterstand — met op elkander gelegde zoden (stapelzoden) op te zetten.

§ 42. Wanneer bestaande slooten, grachten, of andere wateren in het lichaam van den weg vallen, moeten deze, vóór de vulling, droog en schoon gemaakt worden. Verder moeten de begroeide wallen worden omgestoken en trapsgewijze afgegraven; de opgebrachte grond zal zich dan beter met den vasten grond vermengen.

§ 43. Zoowel hier, als bij alle andere grondaanvulling, moet de aanvulling gebeuren bij geregelde lagen van ongev. 20 cM. dikte, en zooveel mogelijk worden aangestampt. — Bij den aanleg van wegen zal men deze bepaling echter niet streng kunnen toepassen; 't zou in vele opzichten de kosten niet waard zijn. Het aanvullen van kleine verzakkingen geeft hier geen groot bezwaar; men kan hierin reeds dadelijk grootendeels voorzien, door die plaatsen, waar veel ophooging noodzakelijk blijkt, eenige meerdere hoogte te geven, dan voor blijvend profiel noodig is.

§ 44. Met het opzetten van wallen moet men zich veelal, uit gebrek aan zoden, tot het uiterst noodzakelijke bepalen. Men diene er dus wel op te letten, dat overal, waar grond voor ophooging of verbreeding moet verkregen worden, of waar ophooging moet plaats hebben en zoden aanwezig zijn, deze worden afgestoken en opgestapeld tot later gebruik.

§ 45. Aangezien het zand het water beter doorlaat, en klei- en veengrond meer vastheid geven en geschikter zijn voor begroeiing, wordt de zandachtige grond in het midden — dus onder de kunstbaan — en de andere grond op de buitenzijden — dus op de bermen — gewerkt.

Bij sommige zandgronden, vooral in heidevelden, gaat het begroeien uiterst lang-

zaam. Dit lichte zand gaat schielijk tot verstuiving over. Daar de heidezoden hier zonder veel bezwaar te verkrijgen zijn, belegt men de bermen en glooiingen, of althans het bovenste gedeelte der glooiingen, met zoden. Somtijds wordt bepaald, dat de bermen met gras- en klaverzaad moeten bezaaid worden, om de begroeiing te bevorderen.

§ 46. 't Is zeer nuttig, eene nieuwe aardebaan eenigen tijd te laten berijden, vóór dat daarop de kunstbaan wordt aangebracht, om den grond vaster te doen worden Bestaat daarvoor geene gelegenheid, dan kan men omtrent den aanvoer der materialen bepalingen maken, om hierin zooveel mogelijk te voorzien.

§ 47. Bij het maken van wegen over terreinen, welke geene voldoende vastheid bezitten om de noodige aanvulling van grond en verdere belasting te dragen, is soms het aanbrengen van rijzen beddingen noodig, ten einde het draagvermogen te vergrooten. Men bedient zich daarbij van lagen riet of rijshout, waarop de grond gestort wordt.

Ook bij de overigens vaste wegen kan men op sommige plaatsen gedeelten aantreffen, waar de samenstelling van den grond niet toelaat, om daarop de kunstbaan, de noodige verhooging of eene betere grondsoort aan te brengen. Kan men ook door het opruimen van dezen ongeschikten grond geene goede grondlagen bekomen, om daarop met betere grondsoort op te hoogen, dan zal men soms ook hier tot rijswerk zijn toevlucht moeten nemen. Het rijswerk, waarop de verhooging dan wordt aangebracht, bestaat veelal uit een onder- en bovenroosterwerk van wiepen, waartusschen eene rijsvulling. De dikte van dit bed moet zich regelen naar de geaardheid van den grond, in verband met de belasting, welke daarop moet aangebracht worden; de tusschenvulling is veelal 0.4 à 1 M. Somtijds wordt het bovenroosterwerk niet aangebracht, en de rijsvulling met tuinen en palen in den grond bevestigd. Door dit rijsbed wordt de last meer gelijkmatig door de geheele oppervlakte gedragen, zoodat ongelijke verzakkingen en scheuren worden voorkomen. Het rijswerk, dat nagenoeg over de volle breedte van den weg wordt aangelegd, moet echter altijd binnen de grondvulling blijven.

Later zal over het rijswerk uitvoeriger gesproken worden.

KUNSTBANEN.

§ 48. Welke materialen voor de verharding der wegen of kunstbanen moeten gebruikt worden, behoort naar plaatselijke toestanden en behoeften, in verband met den meer of minder gemakkelijken aanvoer, bepaald te worden. Zooals reeds is opgegeven, wordt meestal natuurlijke- en gebakken steen in verschillende vormen aangewend. Het is vooral van groot belang voor eenen geschikten bodem te zorgen.

Voor een vervoer van zware lasten zijn de behakte keien te verkiezen. Dit materiaal geeft, goed verwerkt, eene duurzame bedekking. Voor rijtuigen is de oppervlakte

echter te oneffen, en voor lange wegen de aanleg zeer kostbaar zoodat men dien enkel in steden aantreft.

De klinkerbestratingen zijn voor het vervoer van zware lasten ongeschikt. Zij worden daarbij zeer schielijk putterig en sporig, en de groote omvang van het onderhoud, dat buitendien zeer kostbaar is, geeft in 't gebruik aanleiding tot groote bezwaren. Evenwel leveren zij, goed onderhouden, zeer schoone en bruikbare wegen, zoodat men de gedeelten der kunstbanen, welke door de dorpen loopen, dikwijls met dit materiaal bewerkt.

In de laatste jaren worden nagenoeg uitsluitend grintwegen aangelegd, ter onderlinge verbinding van verschillende plaatsen. De aanleg en het onderhoud zijn veel minder kostbaar dan bij de straatwegen het geval is; het onderhoud is bovendien veel gemakkelijker, en 't verkeer wordt daardoor minder belemmerd.

BREEDTE.

§ 49. Het verharde gedeelte of de eigenlijke kunstbaan is op de groote wegen 4 à 5 M. en bij de gewone wegen 2.50 á 3.50 M. breed. Voor een goed onderhoud is het wenschelijk de breedte zóó groot te nemen, dat de gebruikers de gelegenheid hebben van spoor te verwisselen, of des noods daartoe door het leggen van spoorleiders kunnen genoodzaakt worden. De beschikbare gelden, en eene wellicht verstandige zuinigheid, laten veelal niet toe meer dan het minimum van breedte te nemen. Met voldoend en doelmatig onderhoud is een kunstweg wel in goeden staat te houden, al bestaat er geene gelegenheid voor versporen, mits hij niet te veel voor vervoer van zware lasten worde gebruikt. Bovendien is het voor eene geregelde versporing noodig, dat er spoorleiders worden gelegd; dat wil zeggen, dat door het leggen van zware keien, rijsbossen of iets dergelijks, de voerlieden genoodzaakt worden den weg zoo te berijden, als voor een goed onderhoud wenschelijk is.

Tegenover het nut dier spoorleiders staan echter het gevaar en de lasten, die zij den berijders van den weg aanbrengen, zoodat men toch zelden tot deze dwangmiddelen zijn toevlucht neemt.

De groote breede aan de hoofdwegen gegeven, is, nu het diligence-vervoer meerendeels tot de geschiedenis behoort, ook niet meer noodzakelijk. De lasten der gewone rijtuigen kunnen door de bermen zeer goed gedragen worden, en het uitwijken levert dus geen bezwaar op.

BESTRATING MET BERG- EN BEHAKTE KEIEN.

§ 50. De veldkeien worden in ons land, vooral in Drente, zeer veel aangetroffen. De kleine soorten, bijv. van 8 tot 13 cM. breedte, bij 13 tot 16 cM. lengte, worden voor bestrating gebruikt. Deze steenen werden vroeger vooral voor bestrating in kleine steden,

voor kleine straten in groote steden en ook voor bestratingen door de dorpen gebezigd. Thans neemt men daarvoor meer de behakte keien.

Met goed gesorteerde, ongev. even groote bergkeien, kan eene vrij goede bestrating worden verkregen. Verschillen de steenen veel in grootte, dan ontstaan daardoor licht oneffenheden.

§ 51. Komen zand- of kleiwegen op de kunstwegen uit, of kruisen zij deze, dan moet het aansluitende gedeelte daarvan tot de kunstbaan worden bestraat. Dit is noodig, om de buitenkanten van den kunstweg te bewaren, en om te zorgen, dat het grootste gedeelte van de klei of den modder, die aan de wielen is blijven kleven, er afvalt, vóórdat deze op de kunstbaan komen. Deze bestratingen geschieden in den regel over eene lengte van 5 tot 10 M., en worden stoepen genoemd. Voor deze stoepen, alsmede voor die bij bruggen in de klei- en zandwegen, worden gewoonijk bergkeien genomen.

De bergkeien zijn voor deze stoepen bijzonder geschikt, omdat zij bij het overrijden vele kleine, elkander snel opvolgende stooten veroorzaken. Bij stoepen voor de bruggen in grintwegen zijn zij echter minder doelmatig: de rijtuigen, welke deze wegen passeeren, zullen vlak voor de brug veelal grootere snelheid hebben, dan die, welke over de aardewegen rijden, waardoor de stooten meer zullen hinderen. Bovendien is het stooten hier niet zoo noodzakelijk. Worden voor deze bruggen stoepen gelegd van klinkersteenen, en deze behoorlijk schoongehouden, dan zal de grint wel grootendeels van de wielen der wagens vallen, vóór deze op de brug komen.

§ 52. De behakte keien worden nagenoeg alle aangevoerd uit de Belgische steengroeven. Ook worden uit Duitschland basalt- en lavakeien verkregen. De basaltsteen, hoewel hij, wat hardheid en vorm betreft, zeer goede eigenschappen bezit, wordt bij veel passage zeer glad en daardoor moeielijk te berijden.

De behakte keien zijn in verschillende grootte verkrijgbaar; zij hebben een' vierkanten vorm, waardoor zij met platte vlakken tegen elkâar passen, en om de ronding in de bestrating te kunnen krijgen, loopen zij naar beneden eenigszins puntig toe, terwijl de kop iets is afgerond.

Hoewel de grootste soort — 18 à 20 cM. — het best aan zwaar vervoer weerstand biedt, worden de kleinere soorten, 12 à 14 en 14 à 16 cM., meer gebruikt. Deze kleinere steenen geven mooier en voor het gebruik gemakkelijker wegen en zijn, goed gestraat, ook wel voor zware lasten voldoende.

§ 53. Het bestraten met veld- en behakte keien geschiedt ongev. op dezelfde wijze. Bij beide bestratingen worden de steenen te lood geplaatst in of op eene zandbedding van 25 à 30 cM. dikte. Bij de behakte keien wijst het eenigszins puntig toeloopende ondervlak, waarvan de zijden 3 à 4 cM. kleiner zijn dan die van het bovenvlak, de wijze van plaatsing aan, terwijl bij de bergkeien de grootste afmeting ongev. te lood komt te staan.

Het is veelal gebruikelijk te bepalen, welke dikte de zandbedding moet hebben; of wel, op of in welke dikte der zandbedding de bestrating moet plaats hebben. Die bepa-

lingen geven bij de uitvoering dikwijls verschil van gevoelen. Is de hoogte van den bovenkant der bestrating daarbij ook aangegeven, dan is het onmogelijk te beslissen, op welke diepte de sleuf of kip moet worden uitgegraven. Beter is het, dat men aangeeft, welke diepte de onderkant der zandbedding beneden den bovenkant der bestrating moet hebben.

Voor de kantlagen van den weg worden bij de veldkeien de grootste uitgezocht, of daarvoor wordt afzonderlijk eene grootere soort aangevoerd. Bij behakte keien worden daartoe soms keien van bijzonderen vorm genomen. De kantsteenen hebben dan, evenals bij de veldkeien, grootere afmetingen, waardoor zij dieper in den grond dringen, en dus meer tegenstand aan de zijdelingsche uitwijking van de tusschenbestrating bieden; bovendien heeft men hierbij een verschil in afmeting of plaatsing, waardoor het verband gemakkelijker verkregen wordt. Men zie fig. 11 en 12, waar eene doorsnede en een gedeelte platte grond van eene bestrating met behakte keien wordt voorgesteld. Met het bestraten beginnende, worden eerst op de bepaalde breedte der tusschenbestrating, in de juiste richting en op de aangegevene hoogte, de kantlagen uitgezet. De kantsteenen moeten zoo min mogelijk kunnen uitwijken; komen zij tegen lossen grond te staan, dan moeten ze aan de buitenzijde met kiezel, puin of steenslag worden aangestampt.

Tusschen deze kantlagen wordt de bestrating, met eene tonrondte van ongeveer $^1/_{40}$ à $^1/_{50}$ der breedte, aangebracht. Met behakte keien geschiedt deze tusschenbestratiug in rechte rijen, haaks op de as van den weg, en in halfsteens verband, zie fig. 12.

Het bestraten met bergkeien geschiedde vroeger algemeen, en thans nog wel bij keistoepen of opslagplaatsen, tusschen zoogenaamde banden.

Na de kantlagen uitgezet te hebben, worden daarbij op afstanden van 40 à 50 cM., rechthoekig op de as, en volgens het profiel van den weg, enkele rijen steenen geplaatst, die dan de banden uitmaken. Daartusschen wordt de bestrating met tonrondte, bij wijze van gewelfjes, uitgevoerd. Deze ronding moet bij het stampen weder verdwijnen, zoodat alles volgens het beloop der banden wordt afgeleverd.

Voor de banden neemt men de zwaarste soort van de voor de bestrating bestemde steenen.

Deze bewerking geeft gelegenheid, het geheel vast aan te stampen; maar de banden doen de bestrating op den duur minder vlak blijven, en geven aanleiding tot eene doorgaande, geregelde golving in de oppervlakte der bestrating. In de gewone bestrating worden deze banden veelal niet meer aangebracht.

§ 54. Tot het uitzetten der kantlagen en de bepaalde tonrondte in de bestrating, maakt men gebruik van eenen straatmal, waarvan fig. 13 de grootste helft voorstelt. Met behulp van dezen mal, kan men de kantlagen op den bepaalden afstand van elkander, en door behulp van het schietlood, *a*, tevens op dezelfde hoogte, uitzetten. Naar deze uitgezette kantlagen wordt dus de geheele verdere bestrating geregeld. Zij moeten alzoo, volgens de lengte van den weg, waterpas, of klimmende of dalende worden geplaatst.

Hiervoor maakt men gebruik van de in § 30 en 32 besproken zichten, fig. 3 en 4. Zijn er nam. twee hoogtepunten bepaald, en moet men die richting vervolgen, of daartusschen andere punten vaststellen, zoo plaatst men op elk der bepaalde hoogtepunten een zicht; gaat met een derde zicht òf verder òf tusschen deze beide punten, zet het derde zicht op den uit te zetten hoogtesteen en dien steen op zoodanige hoogte, dat de bovenkanten van alle drie zichten in eene rechte lijn liggen. Op deze wijze zet men zooveel kantsteenen uit, als noodig is, om de tusschenliggende door het overspannen van eenen draad te kunnen plaatsen.

Vóór men met de tusschenbestrating begint, worden om de twee of drie M., volgens het beloop van bovengenoemden mal, over de breedte van den weg 3, 4 of 5 steenen uitgezet, waarnaar de bestrater zich, wat de hoogte aangaat, kan regelen. Hij moet daarbij zooveel hooger werken, of die uitgezette steenen zooveel hooger plaatsen, als voor het dalen door het stampen — 2 à 3 cM. — moet gerekend worden.

Nadat de steenen zijn gezet, wordt de bestrating met zand en water ingewasschen, en daarna, goed met water ingeslempt, met eenen houten of ijzeren stamper vast aangestampt. Dit vaststampen, dat met een handhei van 15 á 25 K.G. geschiedt, is voor de keibestrating eene belangrijke bewerking. Het moet laag voor laag en steen voor steen gebeuren, waarbij vooral de ondergrond veel water moet bevatten. Verder moet er gezorgd worden, dat men niet zoo na bij de bestraters komt, dat er vrees kan bestaan voor het uitwijken der pas gelegde rijen.

Na deze stamping, waarbij de bestrating zuiver onder den mal passende moet worden afgeleverd, wordt zij op nieuw met zand en water ingewasschen, en met een laagje droog zand gedekt.

BESTRATING MET KLINKERSTEENEN.

§ 55. De groote wegen in ons land zijn meerendeels bestraat met klinkersteenen. Ook in kleine steden en door de dorpen wordt daarvan veel gebruik gemaakt.

De gebakken steenen, welke voor deze bestrating gebruikt worden, zijn van de hardste soort. Door de groote hitte, waaraan zij in de ovens worden bloot gesteld, zijn ze veelal getrokken. Een weinig krom getrokken klinkers zijn voor bestrating zeer goed bruikbaar; zij vorderen bij de bewerking meerdere oplettendheid dan vlakke steenen; maar geven, goed gesloten verstraat, zeer goede wegen.

De bestrating met gebakken steen — zie fig. 14 en 15 — heeft veel overeenkomst met de keibestrating; de zandbedding is bij beide gelijk. In plaats van enkele kantsteenen, worden hier twee of drie lagen steen op den kant achter elkander gezet. De binnenlaag wordt ook hier, met den mal, op de bepaalde breedte aangebracht; terwijl de achterliggende lagen telkens 1 à $1^1/_2$ cM. dieper worden gezet. Deze kantlagen worden aan de buitenzijde goed aangestampt, en somtijds evenals bij de keibestrating is opgegeven, met puin aangestopt. — In losse gronden worden de buitenste, of ook wel al de

kantlaagsteenen op den kop geplaatst, zooals in de doorsnede — fig. 14 — voor de beide buitenste steenen is voorgesteld. Tusschen deze kantlagen wordt de bestrating uitgevoerd, ingewasschen enz., evenals bij de keibestrating is opgegeven. De klinkersteenen worden, in rechte lagen rechthoekig op de as van den weg, op den kant en in halfsteensverband gestraat. De tusschenbestrating sluit met ongev. $1^1/_2$ cM. meerdere hoogte — klik — tegen de kantlagen aan. Het stampen, zooals bij de keibestrating is vermeld, wordt hier veelal niet toegepast of met voorzichtigheid uitgevoerd.

Aan die zijde, waar de bestrater met de tusschenbestrating aanvangt, moet hij, tot het verkrijgen van het verband, om de andere laag eenen halven steen gebruiken, waarvan het vlakke kopeinde naar boven moet staan. Overigens mogen er aan den anderen kant, bij de aansluiting tegen de kantlagen, geene kleine stukjes worden gebezigd. 't Is beter, daarbij twee groote stukken — drieklesoren — dan een' heelen steen en een stukje te gebruiken.

De bestrating moet met lagen, haaks op de as van den weg, in halfsteens verband worden uitgevoerd. 't Is noodig hierop voortdurend te letten; zeer licht wijkt de bestrater hiervan af en wordt men genoodzaakt kijlstukken (varkens of geeren) aan te brengen om met het werk weer haaks op de kantlagen te komen. Kijlstukken moeten in rechte gedeelten in geen geval worden toegelaten. De getrokken klinkers zijn vrij ongelijk van vorm; dit geeft bij onoplettendheid gemakkelijk aanleiding, om van de rechthoekige richting of een goed verband af te wijken; maar daarentegen ook, bij oplettendheid de geschikte gelegenheid, om elk klein gebrek dadelijk te herstellen.

Bij flauwe bochten kunnen de meest getrokken steenen naar den buitenkant, en de vlakste naar den binnenkant verwerkt worden, om de bochten met gesloten lagen rond te komen. Is het daarbij nog noodzakelijk de buitenste steenen eenigszins losser te straten dan de binnenste, om met volle lagen rond te komen, zoo is dat nog verkieslijker, dan het aanbrengen van kijlstukken. Waar de bochten niet met volle lagen rondgestraat kunnen worden, behoort dit gedeelte met vlechtwerk te worden bewerkt, zie fig. 16.

Ook op plaatsen, waar de weg in sommige tijden van het jaar gevaar loopt van overstroomd te worden, daar, waar twee wegen elkander kruisen of waar de weg, om andere redenen niet altijd over de lengte wordt bereden, (op marktplaatsen, pleinen enz.), wordt over 't geheel vlecht- of keeperwerk aangebracht. Deze wijze van bewerking doet de bestrating beter tegen het berijden in verschillende richtingen bestand zijn en bij overstroomingen zal het zand niet zoo schielijk tusschen de steenen wegspoelen. Eene inwassching met zand en koolteer zou in geval van overstrooming van kleine gedeelten uitmuntende diensten bewijzen.

§ 56. Zoowel bij klei- als klinkerwegen moet de tusschenbestrating volkomen gesloten tusschen de uitgezette kantlagen worden aangebracht. De sluitsteenen mogen echter niet met geweld worden ingedreven; de kantlagen gaan dan uit het verband, en van de vastheid der bestrating gaat veel verloren.

Voor alle bestratingen is eene zuivere zandbedding noodzakelijk. Is zij vermengd met kleine steentjes, dan is dit vooral bij eene klinkerbestrating zeer nadeelig voor eene goede aansluiting der steenen. Zijn er vele vreemde bestanddeelen in aanwezig, dan laat het zand het water niet voldoende door, wat vooral bij invallenden dooi zeer nadeelig werkt. 't Is voor eene goede beoordeeling van het werk noodig, dat de bestrating worde nagezien, vóór dat daarop zand wordt gebracht. Behalve een zuiver profiel, een vrij zuiver verband en eene gesloten tusschenbestrating zonder kleiner stukken dan halve steenen, kan met billijkheid worden gevorderd, dat de bestrating zóó gesloten wordt uitgevoerd, dat men vóór er zand is ingewasschen, met den voet de steenen slechts weinig of niets kan bewegen.

Wanneer men niet dan met groote moeite water voor het inwasschen kan verkrijgen, is het invegen met droog zand ook voldoende. Bij groote gedeelten bestrating kan men deze bedekken met zand, dit laten drogen, er daarna eenige keeren met groote bossen struikhout overgaan, en dit herhalen tot alle tusschenruimten gevuld zijn.

§ 57. De steenen worden voor den aanvang der bestrating, in dubbele tasschen langs de baan geplaatst. Tevens kunnen zij dan zeer goed worden nagezien en gekeurd. Mocht bij de keuring blijken, dat er nog al eenige gevonden worden, die niet aan de vereischten voldoen, zoo moeten zij omgetast en gesorteerd worden, vóór men met de bestrating begint. Ook dan, wanneer de steenen kunnen goedgekeurd worden, zullen er in den regel bij zijn, welke, om te geringe hardheid of omdat zij te veel getrokken zijn, minder geschikt zijn. Deze steenen moeten onder het bestraten uitgeworpen en in de kantlagen gezet worden. Langs de kanten van de kunstbaan en gedeeltelijk op de kantlagen, wordt een band van zoden gelegd, om het wegrijden, wegstuiven of wegspoelen van den grond achter de kantlagen te voorkomen, en eene schielijke begroeiing van den weg te bevorderen.

§ 58. Voor zoover de wegen door steden of dorpen loopen, is er veelal geene gelegenheid, de afwatering door slooten of greppels te bewerken. De bestrating sluit daar veeltijds tegen de voetpaden of stoepen, waardoor de bermen vervallen. In de afwatering wordt dan voorzien door goten. Op vele plaatsen bestaan deze goten uit een gemetselden bodem met zijmuurtjes, en worden met planken gedekt, die op ijzeren roeden of staven rusten. Op andere plaatsen worden zij van boven opengelaten, zooals de fig. 17, 18 en 19 aangeven.

Hoewel de door planken gedekte goten een zindelijk aanzien hebben, zijn toch nagenoeg altijd de opene goten te verkiezen. Het schoonmaken van de overdekte gaat niet zoo gemakkelijk; het daarin aanwezige vuil wordt niet zoo dagelijks opgemerkt, en daardoor het schoonmaken licht vergeten of verzuimd, tot groot nadeel van de gezondheid. Bij verhoogde voetpaden — trottoirs — is de goot, voorgesteld door fig. 19, zeer aan te bevelen.

Bij veel afvoer van water en straatvuil over lange gedeelten, legt men duikers of riolen, maakt op bepaalde afstanden in de goten zinkputten, en daarin afvoergoten naar

den duiker, als hoofdleiding, waardoor het vuil wegvloeit. Dit kan zeer goed voldoen, wanneer er gezorgd kan worden, dat er òf aanhoudend, òf zooveel noodig, eene goede doorstrooming door den duiker bestaat, en er vooral geene voor de gezondheid nadeeliger bestanddeelen dan straatvuil door worden afgevoerd.

§ 59. Het rioleeren in de steden is in de laatste jaren veel besproken; zoowel wat het stelsel, als wat de constructie aangaat. De geschiktste vorm der riolen en het meest gewenschte materiaal is daartoe van verschillende zijden bezien, en aan verschillende voorwaarden getoetst. Eene volledige behandeling zou hier minder op hare plaats zijn, waarom daaromtrent alleen wordt verwezen naar het hoofdstuk over duikers.

GRINT- EN GRUISWEGEN.

§ 60. De meeste kunstwegen in ons land zijn grintwegen. In de wijze van samenstelling dezer wegen is meer verschil dan in die der kei- en klinkerwegen. Wat het materiaal betreft, wordt hierbij meer met plaatselijke omstandigheden rekening gehouden. Zij bestaan veelal in hoofdzaak uit gebakken steen, gedekt door een laagje riviergrint of geklopte keien, zie fig. 20. Waar natuurlijke steen aanwezig is, wordt veel gebruik gemaakt van den afval der steengroeven.

Wanneer de aardebaan is afgewerkt, wordt daarin eene sleuf — kip — gegraven, zoo diep, dat de kunstbaan die daarin moet worden aangelegd, met hare buitenzijden even hoog komt, als de daaraan sluitende bermen van den weg. Deze kip moet volgens eenen mal worden gegraven, en aan den bodem moet hetzelfde bolvormige profiel worden gegeven, als voor de kunstbaan is bepaald. In de kip wordt eene bevloering gelegd van een of twee platte lagen gebakken steenstukken; hiervoor neemt men oude of nieuwe steenen, waarvan gewoonlijk wordt bepaald, dat zij niet kleiner dan halve steenen zijn, en geene mindere hardheid hebben mogen dan de zoogenaamde beste roode. Deze bevloering geschiedt zooveel mogelijk in rechte rijen, haaks op de as van den weg, in halfsteens verband. Zij wordt met zand en water ingewasschen, of enkel met zand ingeveegd, en daarop komt eene puinbestorting van nieuwe of oude steenstukken, van geene mindere hardheid dan boerengrauwe steenen, ter dikte van ongev. 12 cM.

Nadat deze puinbestorting met een rolblok, zwaar 2 à 6000 KG. voldoende is gerold, en de weg buitendien goed is vastgereden, wordt hierover de deklaag gespreid van riviergrint, in een, twee of meer lagen.

§ 61. Op sommige plaatsen wordt de puin op de bevloering gestort, en daarna worden de zichtbare stukken fijngeslagen tot stukjes van ongev. 4 cM. zijde. Op andere plaatsen wordt al de puin vooraf in dito kleine stukjes geslagen, en daarna over de bevloering gebracht.

Bij de eerste bewerking wordt veelal in de bestekken bepaald, welke dikte de puinbestorting en bevloering te zamen moeten hebben, nadat de rolling is afgeloopen, en bij

de andere, hoeveel M³ geklopte puin op de 100 strekkende M. kunstbaan moet geleverd worden.

Beide bewerkingen voldoen zeer goed, fig. 20 geeft daarvan een voorbeeld; zie de linker- en rechterhelft der teekening.

§ 62. Om bij de eerste bewerking de dikte van de puinlaag op te nemen, kan men gebruik maken van een dun ijzeren staafje, zie fig. 10, van boven voorzien van een oog, om het daarmede vast te houden, en van onderen puntig uitloopende, teneinde het door de steenbestorting en eene der voegen van de bevloering naar beneden te werken. Even boven het einde dezer staaf is een klik of weerhaak aangebracht. Draait men nu dit ijzertje met den haak onder de bevloering, dan kan men, door de daarop aangebrachte verdeeling, de dikte van de puinlaag opnemen. Het is daarbij voldoende — althans zoo de dikte op de verschillende plaatsen niet te veel verschilt — dat het gemiddelde der uitkomsten de bepaalde dikte oplevert.

§ 63. Bij de tweede bewerking, waarbij al de puin vooraf wordt geklopt, wordt deze vóór de overstorting gemeten.

Men kan de puin daarvoor op de bevloering van de baan in hoopen — kitsen — volgens mallen van bepaalden inhoud, laten opzetten, of met bakken van bepaalde grootte meten.

§ 64. De hoeveelheden geklopte keien en grint, worden per strekkenden M. weg bepaald, en voor de opmeting, op daarvoor vlak gemaakte plaatsen op den berm, in hoopen gezet.

De grint wordt gehord of gewasschen geleverd, volgens bepaalde maten en monsters.

§ 65. De grintbedekking wordt op plaatsen, waar weinig vervoer is, soms weggelaten, hoewel dit vroeger meer gebeurde dan tegenwoordig. De op die wijze bestaande gruiswegen nemen veel water op; bij regentijden zijn zij daardoor zeer slijkerig, en in den winter sterk aan de inwerking van vorst en dooi onderhevig.

§ 66. Op sommige plaatsen gebruikt men in plaats van grint, schelpen. Zoo worden de wegen langs de zeeweringen veelal met schelpen onderhouden, die gewoonlijk aan het strand opgeschept worden, waardoor zij met veel zand gemengd zijn en des zomers zeer droge en malende wegen geven.

Eene bedekking met steenkoolsintel geeft eene zeer deugdzame en harde oppervlakte. Waar dit materiaal aanwezig is, verdient het uit dat oogpunt alle aanbeveling. De zwarte kleur veroorzaakt echter, dat zij bij duisternis gevaarlijk zijn.

§ 67. Hoewel de boven beschreven wijze van bewerking algemeen gebruikelijk is, vindt men in andere landen, en ook nog in ons land, alleen natuurlijke steen als materiaal gebruikt, waarbij, op het voorbeeld van een Engelsch Ingenieur, Mac-Adam, veelal geene bevloering wordt gebezigd. Men neemt daarbij de hardste steensoort en laat de bestorting geheel uit kleine stukken bestaan, welke bewerking zeer goed voldoet. De gruiswegen, die met geklopte keien afgedekt zijn, worden ten onrechte ook wel Mac-Adamwegen genoemd.

§ 68. Bij de bevloering in groote steden met behakte keien, is het bezwaarlijk aan alle vereischten te voldoen. In drukke straten is het herstellen en verbeteren een groot bezwaar; het bruikbaar materiaal moet dus zeer lang weerstand kunnen bieden. In de steden moet de bevloering dikwijls dienst doen voor een druk verkeer, zoowel voor voetgangers als voor gewone rijtuigen, zware karrevrachten, handwagens, enz. Bovendien moet zij ook aan meer verschillende voorwaarden voldoen, en zijn deze meer beperkt dan bij gewone wegen het geval is.

Met meer en minder bevredigenden afloop zijn er dan ook met verschillende materialen, — hout, ijzer, asphalt enz., — proefnemingen gedaan.

Eene betere bevloering dan met de gewone puntkeien, is in de drukke straten van groote steden zeer wenschelijk, zoowel om de mindere verzakkingen, als om het minder geraas en dreunen door rijtuigen veroorzaakt. 't Schijnt, dat eene bevloering met asphalt nog al gunstige resultaten oplevert.

§ 69. Voor zulk eene bevloering wordt een effen en vaste ondergrond vereischt; daarop wordt eene verharde laag van steen en beton aangebracht, ter dikte van 1 dM. Nadat deze onderlaag is versteend, wordt daarover de asphalt uitgegoten en met verwarmde stampers van gegoten ijzer aangedreven.

Is de asphalt in de werkplaatsen bereid, dan wordt zij in gesloten bussen onder den noodigen warmtegraad naar de plaats der bevloering gebracht, en daarover onmiddellijk uitgespreid, tot eene dikte van 6 à 7 cM. Deze laag wordt met verwarmde rollen zoolang gedrukt, totdat zij afkoelt. Door dit walsen vermindert de dikte der laag tot ongev. 5 cM., waarna de bevloering voldoende afgekoeld, onmiddellijk gebruikt kan worden.

Na langen proeftijd, gebruikt men te Parijs asphalt van de „Val de Travers", zijnde een kalkgesteente, dat met betume is verzadigd.

AANSLUITING VAN KUNSTBANEN, HANDWIJZERS, MIJLPALEN, AFHEININGEN EN SCHAMPPALEN, TOLLEN EN VOETPADEN.

§ 70. Bij de aansluiting van kunstbanen wordt de aansluitende kunstbaan naar weerszijden verbreed, zoodat de rijtuigen naar beide kanten kunnen uitrijden en zoodoende op de verharde baan blijven. Dit is ook het geval bij keistoepen op de zandwegen.

§ 71. Op alle plaatsen, waar twee of meer wegen samenkomen, dienen handwijzers te worden geplaatst. Dit zijn eiken palen, in een der bermen in den grond gezet, en van boven voorzien van bordjes of plankjes, welke de verschillende richtingen der wegen aanwijzen, en waarop de naam of namen der eerste of voornaamste plaatsen in de aangewezen richting worden vermeld, somtijds met opgaaf van den afstand.

§ 72. Op bepaalde aftanden — veelal 1000 M. — worden in de bermen van den weg mijlpalen geplaatst. Zij bestaan uit eikenhout of hardsteen, en zijn voorzien van een volgnommer. Stukken zuilenbasalt zijn hiervoor zeer geschikt. Deze palen geven eene

geschikte gelegenheid aan de hand, om de verschillende gedeelten van den weg aan te duiden, evenals dit van de nummerpalen, bij den aanleg van wegen, is opgegeven.

§ 73. Afheiningen — stekwerk enz. — worden geplaatst op de buitenkanten van den weg, op die plaatsen, waar wegens korte bochten, buitengewone hoogte met betrekking tot de aangrenzende perceelen of diepe waters, veel gevaar voor ongeluk bestaat. Met ditzelfde doel, veelal echter ook ter bewaring van andere werken, bijv. leuningwerken van bruggen en duikers, worden op enkele plaatsen schamppalen geplaatst. Deze palen laat men zooveel hellen, dat, wanneer een rijtuig er van onderen tegen aanrijdt, de bussen der wielen den paal van boven niet aanraken. Voor afheiningen wordt veelal stekwerk gebezigd, bestaande uit eiken palen, zw. 10 bij 15 cM., die op afstanden van 1.50 M. ter halve lengte in den grond komen. Op 20 cM. beneden den bovenkant der palen wordt een greenen schroot aangebracht, die gedeeltelijk in de palen kan worden verkeept, of daartusschen wordt gewerkt evenals bij het leuningwerk der vaste bruggen. De koppen der palen worden schuin afgewerkt en bovendien nog wel met een plankje gedekt, om het inwateren tegen te gaan.

§ 74. Hoewel de tolheffing op de wegen meer en meer wordt afgekeurd, op sommige plaatsen afgeschaft en op vele nieuwe wegen niet ingevoerd, zijn nog de meeste kunstwegen van tolboomen voorzien. Voor Rijkswegen is bepaald, den eersten tolboom te plaatsen op 2500 M. uit het midden der steden, en den daartusschen liggenden op ongev. 5000 M. afstand. — Deze verdeeling kan niet altijd gelijkmatig zijn, vooral omdat men dikwijls met de zijwegen rekenschap moet houden. Fig. 28 en 29 geven de constructie van een der algemeen gebruikt wordende tolboomen, in platten grond en opstand. Voor paal- en ankerhout dient men eiken-, en overigens greenenhout te nemen. De boom kan naar beide zijden geopend worden, in de richtingen, zooals door de stippellijnen in den platten grond is aangewezen. In geopenden stand rust het vooreinde des booms op een kloshout, dat aan den aanslagpaal is aangebracht, die wegens plaatsgebrek, hier niet op den platten grond kan worden aangegeven. Op dat vooreinde is een ijzeren klink bevestigd, welke in gesloten stand in een dubbelen-, en in geopende standen in een' enkelen ijzeren neus valt.

De boom draait aan oogbeugels en stoelhaken, zooals door de teekening voldoende is voorgesteld. Hij overspant de kunstbaan, terwijl de bermen met afzonderlijk stekwerk zijn afgesloten. Dit stekwerk wordt òf aan de eene zijde — zooals onze teekening aangeeft — òf aan beide zijden zoodanig geplaatst, dat de voetgangers gelegenheid hebben te passeeren, zonder dat de boom geopend wordt. Verder behoort bij den tolboom eene lantaarn aanwezig te zijn, benevens een bord, waarop het tarief van tolheffing geschreven is.

§ 75. Bij het onderhoud van den weg behoort ook het opruimen van sneeuw, wanneer die zóó hoog op den weg ligt, dat de passage daardoor te veel gehinderd wordt. Veelal wordt bepaald, dat dit opruimen moet plaats hebben, telkens als de sneeuw ter hoogte van 5 cM. den weg bedekt.

Op plaatsen, waar de weg tusschen gebouwen of beplanting is gelegen, zal de sneeuw zich tot aanzienlijke hoogte kunnen ophoopen; in dat geval is het noodzakelijk, om er door te graven. In opene velden, of bij geringe sneeuwhoogte geschiedt het opruimen der sneeuw veelal door eenen daarvoor ingerichten *sneeuwploeg*. Dit werktuig bestaat uit twee zware, met ijzer beslagen planken, die onder een' scherpen hoek samenkomen. Het achtereinde der planken wordt op bepaalde afstanden — voldoende om den geheelen weg te bestrijken — van elkaâr gehouden, door aangebrachte dwarsplanken. De sneeuwploeg is voorts zóó ingericht, dat er paarden voor gespannen kunnen worden om hem te trekken, terwijl de voerman gelegenheid heeft, door een op een achterplank geplaatst stoeltje, op den ploeg plaats te nemen.

§ 76. In steden, dorpen of wandelplaatsen worden dikwijls voetpaden langs den weg aangelegd. Deze voetpaden dienen eenige cM. hooger te zijn dan de weg, waardoor het noodig wordt, dat er tusschen den weg en het voetpad eene goot bestaat, tot afvoer van het water. Is er op dit voetpad een plaveisel noodig, dan worden hiervoor in den regel vlakke klinkersteenen gebruikt. Het leggen van deze verhoogde klinkersteenen voetpaden — trottoirs — komt overeen met de bestrating bij de klinkerwegen opgegeven, behalve dat de trottoirs geene tonrondte bekomen, maar eenigszins naar de goot afwaterend worden gelegd.

ONDERHOUD.

§ 77. Het onderhoud van al de wegen heeft ten doel, om deze in goeden bruikbaren staat te houden. Hiervoor worden voor bepaalde gedeelten vaste wegwerkers aangesteld, in den regel per uur afstands één. Bij kei- en klinkerbestratingen moet er in de eerste plaats voor gezorgd worden, dat er steeds zand bij den weg aanwezig zij. De klinkerwegen moeten zooveel mogelijk met een laagje zand overdekt zijn. Dit wordt in de bestekken gewoonlijk als een bepaald vereischte voorgeschreven. Wanneer de weg in het open veld ligt, en de bermen niet met houtgewas begroeid zijn, is het in vele tijden van het jaar onmogelijk, aan deze voorwaarde te voldoen, en zelfs bij de gunstigste omstandigheden vaak zeer bezwaarlijk. Daarom wordt men genoodzaakt bij de uitvoering hieromtrent veel door de vingers te zien. 't Zou misschien beter zijn, op te geven, hoeveel M^3 zand voor een bepaald gedeelte weg in een bepaalden tijd moet geleverd en voor dekking verwerkt worden; de tijden van dekking konden dan nader door de Directie worden bepaald.

§ 78. Het gedurig opbreken en herstraten van kleine verzakkingen, levert in den regel slechte resultaten op; beter is het dit niet meer te doen dan hoogst noodzakelijk is, maar te trachten, de gebreken door bijstampen onschadelijk te maken, en de slechte gedeelten in groote aaneensluitende panden te verbeteren. Bij klinkerbestrating kan dit met de bij de vernieuwing uitkomende heele, drieklesoren en halve steenen geschieden.

§ 79. Voor het onderhoud der grintwegen wordt het bepaalde materiaal jaarlijks

aangevoerd, en geregeld op bepaalde afstanden in kitsen van 1 à 1,5 M³ langs den weg geplaatst.

Dit materiaal moet bij regenachtig weer, of bij opdooi, wanneer de weg is ingeweekt, gespreid worden. Het laat zich dan het best berijden en samenpakken. De daarvoor aangewezen tijd is dus de herfst of de winter, vooral ook met het oog daarop, dat dan de meeste vrachtwagens met zware lasten den weg passeeren, en deze tevens dan het minst door lichte rijtuigen wordt bereden. Hoewel de knikken en sporen bij geschikt weêr dagelijks moeten gevuld worden, moet ook hier de hoofdspreiding in lange panden over de volle breedte van den weg geschieden, waarbij eene rolling met het rolblok steeds geschikten dienst kan doen.

§ 80. De vaste wegwerkers dienen een paar keeren per dag den weg te passeeren, om er al het vuil af te nemen, waar het noodig is het water af te tappen enz. Zij zorgen — zooveel noodig door anderen bijgestaan — dat bij de kei- en klinkerwegen het naar de kanten gewaaide en geregende zand steeds weer op den weg wordt gewerkt; — dat bij grint- en gruiswegen de afgespatte stukken weder op den weg in de sporen komen, of bij aanhoudende droogte in hoopen bij elkander op de bermen worden gebracht; — dat bij regenachtige tijden alle sporen met grint of steenslag worden gevuld; — dat de weg des zomers door vegen steeds van stof wordt gezuiverd, daar dit stof bij regentijden tot slijk en modder overgaat, en zich niet weer met het lichaam van den weg vereenigt; — dat de kunstbanen steeds de volle breedte behouden, en dat de graszoden zooveel en zoo vaak noodig worden afgestoken. De kiezel en grint bij de gruiswegen, en het zand bij de straatwegen, dat in of onder de zoden is, moet niet met deze op de bermen, maar daarvan gezuiverd op de kunstbanen worden geworpen.

In sommige kleistreken werpt men deze kantzoden met het daarin aanwezige materiaal op het midden van den weg, om daardoor het samenpakken der massa te bevorderen. De grintwegen worden nagenoeg uitsluitend gebruikt door rijtuigen met één paard bespannen, dat op het midden van den weg loopt. 't Wordt daardoor zeer bezwaarlijk om den weg de vereischte tonrondte te doen behouden. Voor den eersten tijd zal nu deze opgeworpen kleigrond en kiezel zich beter samenpakken en niet zoo licht weer wegspatten; maar het verkrijgen van eene cementachtige, waterdichte massa wordt daardoor belet; de verdieping zal zeer schielijk weer ontstaan, en op den duur toenemen. Wil de grint zich niet vastzetten, dan zal men beter doen, tusschenbeide geklopte keien of harde puin aan te wenden.

Verder zorgt de wegwerker, dat de afwatering van de kunstbaan steeds naar eisch kan geschieden en dus de daarvoor in de bermen aangebrachte afwaterings-goten open blijven; — dat de stoepen voor de zijwegen en bruggen steeds gereinigd zijn, en dat die voor de bruggen en de brugdekken zelve bij gladheid met zand worden bestrooid; — dat al die kleine dagelijksche werkzaamheden worden uitgevoerd, welke door plaatselijke toestanden noodzakelijk zijn, of door de Directie wenschelijk worden geoordeeld.

KANALEN.

§ 81. De lage ligging van ons land maakt eene goede afwatering noodzakelijk, en het aanbrengen van kanalen op de meeste plaatsen gemakkelijk. Wijl deze kanalen bovendien geschikte gelegenheid aanbieden voor goederenvervoer, is het natuurlijk, dat er in ons land zoovele gevonden worden.

Men kan de kanalen onderscheiden in die, welke voor afstrooming, voor scheepvaart en voor afstrooming en scheepvaart beide dienen.

§ 82. Bij het aanleggen van nieuwe kanalen doen er zich in den regel nog al vele bezwaren op; het verschil in hoogte der landerijen maakt ook verschil in waterhoogte noodzakelijk. De indeeling van polders moet dan zooveel mogelijk zoodanig geschieden, dat voor den waterstand in denzelfden polder, ongeveer dezelfde waterhoogte — peil — wordt gewenscht.

Heeft men alleen voor afstrooming te zorgen, en zijn al de landen, welke door dit kanaal moeten afwateren, ongev. op dezelfde hoogte gelegen, terwijl het pand, waarop moet worden uitgeloosd, voldoende gelegenheid geeft tot afstrooming, dan is de aanleg zeer eenvoudig. Verschilt de waterhoogte in het stroomkanaal met die van het pand, waarin het uitloost, òf altijd òf bij afwisseling, dan moet men dit stroomkanaal kunnen afsluiten. Dit is noodig om te voorkomen, dat bij hooge waterstanden in het uitloozingspand, dat water niet in den polder loope, of bij lage waterstanden in dat pand, niet meer water uit den polder kan afvloeien, als wenschelijk is.

Somtijds is de waterstand in het kanaal, dat door de landerijen loopt, en waardoor deze moeten afwateren, boven den waterstand van den polder verheven; in dat geval is dat kanaal door dijken ingesloten, en moet het water uit den polder door watermolens worden opgevoerd, om door het kanaal te kunnen afwateren. Loopt een kanaal door landerijen, waar de waterstanden niet geregeld op gelijke hoogte met die in het kanaal mogen staan, dan is het noodig, al de daarin uitkomende wateren af te sluiten. Is er geene verbinding noodig tusschen deze verschillende wateren, dan kan deze afsluiting eenvoudig door afdamming geschieden. Is er eene verbinding noodzakelijk, 't zij voor tijdelijke afstrooming of inlating van water, 't zij voor de scheepvaart, zoo kan deze afsluiting op de daarvoor geschiktste plaatsen geschieden door duikers of sluizen, waarover later zal worden gehandeld.

§ 83. In den regel moet een kanaal in verschillende panden verdeeld worden. Het loopt van hooger naar lager gelegen deelen, of het doorloopt landerijen, waarbij verschillende hoogtestanden van water aanwezig zijn, of het kruist andere kanalen, waarmede het niet mag samenloopen. In alle deze en soortgelijke gevallen is eene verdeeling in panden, of het afsluiten op bepaalde plaatsen, door dammen, duikers en sluizen, noodig.

Bij het bepalen van het getal sluizen, welke eene geregelde waterkeering moeten be-

werken, en waarbij dus een verschil in hoogte over meerdere punten wordt verdeeld, moet het verval — de waterhoogte, die de sluis moet keeren — zooveel mogelijk voor elke sluis gelijk worden genomen. De verdeeling, of het getal sluizen, zoodanig te nemen, dat er voor elke sluis weinig verval is, is voorzeker het beste, maar vordert daardoor een grooter getal sluizen. Moet in een lang kanaal eene aanzienlijke kolom water worden gekeerd, dan wordt de waterhoogte voor elke sluis gewoonlijk 1 à 2 M. genomen.

Het water moet in de verschillende panden, zooveel mogelijk de gewenschte hoogte behouden. 't Is voor de scheepvaart noodzakelijk, dat de stand niet veel lager wordt, terwijl een hoogere stand voor de landgebruikers nadeelig is. Deze bezwaren tracht men te voorkomen, door bij hooge waterstanden te laten stroomen, en bij lage standen tot een beperkt getal schuttingen over te gaan, tot men de gewenschte hoogte weer verkregen heeft.

§ 84. Hoewel het dienstig is, dat een kanaal door ingraving gevormd wordt, komt het veel voor, dat de gemiddelde of hoogste waterstanden boven het maaiveld der aangrenzende landen komen. In die gevallen is het maken van dijken, waartusschen het water blijft opgesloten, noodzakelijk. Alle aangrenzende slooten en wateren moeten dan worden afgesloten, tenzij het noodig is, opvaarten of tochten met dat kanaal vereenigd te houden, zooals vroeger is opgegeven. Is dit noodig, dan moeten ook deze opvaarten van dijken worden voorzien.

Deze dijken moeten, zoo 't kan, uit kleispecie worden samengesteld; is er echter geene gelegenheid om voor den geheelen dijk goede waterkeerende specie te verkrijgen, dan kan men den dijk aan den waterkant hiermede voldoende bekleeden, of daarvan een kist aanbrengen in het midden van den dijk, om zoodoende het doorslaan zooveel mogelijk te voorkomen.

§ 85. Moet het water, dat door het kanaal is gescheiden en buiten aanraking met het kanaalwater moet blijven, onderling gemeenschap behouden, zoo moet dit geschieden door riolen of grondduikers, die onder het kanaal worden aangelegd, zie Hoofdstuk Duikers, § 207—213. Snijdt het kanaal een pand, waarin de waterhoogte lager is dan in het aldaar aanwezig kanaalpand, dan kan het zijn, dat het met het kanaal in gemeenschap kan worden gebracht, door het water naar een lager liggend pand af te voeren, om het daarmede in verbinding te brengen.

§ 86. Wanneer de lengte van het kanaal, de hoeveelheid water, welke in een gegeven tijd moet afstroomen en de gemiddelde snelheid, waarmede dat mag geschieden, bepaald is, zoo bestaan er formules, waardoor men het benoodigde profiel van het kanaal bij benadering berekent. Deze formules geven echter verschillende uitkomsten. De grootte van het profiel hangt in de eerste plaats af van de grootte der oppervlakte, welke door het kanaal moet afwateren, en van de meerdere of mindere noodzakelijkheid van eene schielijke waterontlasting. 't Kleinst mogelijke profiel zal voorzeker de minste kosten van aanleg geven, maar ook het grootste verval en de sterkste strooming veroorzaken.

Bij scheepvaart-kanalen behoort men er voor te zorgen, dat de diepte, beneden den laagsten waterstand, zóó bepaald wordt, dat een der grootste schepen, die het kanaal bevaren

zullen, geladen kan passeeren. Verder moeten twee dezer vaartuigen elkander kunnen voorbij varen: waarvoor de breedte van den bodem minstens gelijk moet zijn aan tweemaal de breedte dezer schepen. —

§ 87. Het is in dorpen in den regel niet mogelijk, aan de gestelde voorwaarden van breedte te voldoen; soms moet men zich hier tot het minimum — één scheepsbreedte — bepalen. Hoewel het altijd wenschelijk is, is het dan noodzakelijk voor de lig-, los- en landplaatsen, afzonderlijke verbreedingen of havenkommen aan te brengen.

Wanneer het kanaal over lange gedeelten de vereischte breedte niet kan gegeven worden, moet er voor plaatselijke verbreedingen of wisselplaatsen gezorgd worden, waar de schepen elkander kunnen passeeren.

§ 88. Bij het bepalen der helling, die aan de wallen zal worden gegeven, komt, evenals dit bij die der wegen is opgegeven, de soort van grond in aanmerking. In de meeste gevallen zal men glooiingen van $1^1/_2$ à 2 op 1 kunnen nemen. Worden de kanalen veel gebruikt voor snelvarende schepen, stoombooten, barges, enz., dan hebben de wallen veel van den golfslag te verduren. Hebben de kanalen daarbij weinig breedte, dan wordt het water met kracht tegen de wallen opgedreven; de golfslag en schuring, die hierdoor ontstaat, zullen de wallen, ook al bestaan zij uit de beste specie, beschadigen en afkabbelen. Op sommige plaatsen zal men hiertegen door beschoeiingen — waarover later — moeten voorzien. Het aankweeken van rietgewas, langs den onderkant der glooiing, kan op daarvoor geschikte gronden zeer gunstige resultaten geven. Ook neemt men hier wel zijn' toevlucht tot het maken van een onderberm, evenals dit voor zeer hooge glooiingen bij de wegen is vermeld. Ter hoogte van het peil wordt nam. een waterpas gedeelte, ter breedte van 50 à 60 cM., aangebracht en daarop soms rietgewas aangekweekt. Het aanbrengen van tuinen, ter hoogte van den laagsten waterstand, waartegen de daarboven zijnde bezoding rust, is eene doelmatige bescherming.

§ 89. Bij het opmaken der noodige gegevens voor de uitvoering, is veel van hetgeen hieromtrent bij de wegen is opgegeven, ook hier van toepassing. Voor het opgeven van de afmetingen maakt men gebruik van een aangenomen peil. De breedte, die het kanaal zal verkrijgen, wordt bepaald op de hoogte van het peil, en de diepte van den bodem, beneden dat peil. Wanneer dus het maaiveld geen waterpasvlak is, zal de lijn, die de bovenbreedte van het kanaal aangeeft, eene gebogen lijn zijn. Het uitzetten of aangeven van deze lijn — ritsen — moet nauwkeurig geschieden, zal, bij gelijkhellende glooiingen, de bodem van het kanaal overal dezelfde breedte verkrijgen. Op de voornaamste plaatsen, moet de bovenbreedte op het maaiveld, volgens gehouden waterpassing, en dus bekende hoogte, naar berekening worden bepaald, terwijl de tusschenliggende kleine hoogten en laagten, door een bekwamen werkman volgens eene uitgelegde lijn kunnen worden ingestoken.

§ 90. Uit het boven opgegevene, omtrent de verschillende toestanden, waarin een kanaal kan verkeeren, blijkt, dat het graven en aanleggen van nieuwe kanalen op vele plaatsen geene eenvoudige zaak is. Niet alleen, dat men in het belang van het algemeen

somtijds aan zeer verschillende voorwaarden moet voldoen, die dikwijls geheel tegenstrijdig zijn, maar ook de ligging van het terrein en de geaardheid van den grond kunnen groote, soms onoverkomelijke bezwaren opleveren.

Zoo kan het moeielijk zijn, om al de panden steeds voldoende van water te voorzien. De kanalen kunnen naar ééne zijde afloopen, maar ook kan tusschen de uiteinden het hoogst gelegen punt aanwezig zijn, zoodat het naar beide zijden afdaalt, waarbij het hoogst, gelegen punt het verdeelpunt wordt genoemd.

§ 91. Bij plotselinge, sterke klimming of daling, kan het noodig zijn, dat het verschil in de hoogte der waterstanden, in twee elkander opvolgende panden, ook zeer groot is, zoodat de scheiding niet door ééne waterkeering kan verkregen worden. In dat geval maakt men sluizen met eene dubbele schutkamer, om daardoor de vaartuigen in twee keer van het hoogere naar het lagere pand of omgekeerd over te brengen. Bij het doorsnijden van terreinen, welke zeer verschillend in hoogte zijn, kan het zeer bezwaarlijk wezen, er voor te zorgen, dat de hoogst gelegene gedeelten steeds voldoenden toevoer van water verkrijgen. Ook zal dit het geval wezen bij kanalen, welke van af de rivieren, waarmede zij in gemeenschap staan, steeds klimmen, zonder dat zij uit eene hoogere liggende rivier of watering ontstaan, zooals dit bij veenkanalen veelal plaats heeft. In natte tijden geven de veenderijen dan in den regel voldoende water, om ook de bovenpanden te voorzien, maar bij droge zomers kan daarbij allicht gebrek aan toevoer bestaan. Bij sommige kanalen is het aanleggen van de noodige vergaderkommen of van aanvoerkanalen van andere beken, bronnen enz. noodzakelijk.

Ook moet soms van stoomwerktuigen gebruik worden gemaakt, om in de hooger liggende panden steeds voldoende water te doen blijven, of het door de schutting ontstane waterverlies weer naar het hooger liggende pand terug te voeren, zooals ook bij het Noord-Willemskanaal in toepassing is gebracht.

§ 92. Om te beoordeelen of er genoegzame voorraad water zal zijn, om aan den noodigen aanvoer te voldoen, zal men rekenschap moeten houden met de verschillende waterverliezen, welke echter niet dan bij benadering kunnen bepaald worden.

Het waterverlies bestaat hoofdzakelijk in: verdamping, het doorlaten en opnemen van kanaalbodem en boorden, het lekken der sluisdeuren en het schutten der schepen. Vooral het doorlaten en opzuigen van water is bij de verschillende gronden zeer ongelijk: zoo wordt gezegd, dat dit verlies eene verlaging kan geven van 1 à 2 c. M. tot het honderdvoud daarvan. Voor sommige kanalen is opgegeven, dat het verlies in 24 uur 6 tot 10 c. M. verschil in waterhoogte geeft, voor andere tot een bedrag van 0.8 M. Zoo zou de Zuid-Willemsvaart voor het bovenste gedeelte, door zóó erg poreuzen kiezelgrond loopen, dat bij eenen waterstand op de Maas van 2 M. boven dat van het kanaalpand, het door den grond dringende water voldoende zal zijn, dat kanaalpand te voeden.

Sommigen stellen, dat, zoo de oppervlakte van het kanaal op 1 à 1,3 M. beneden die der omliggende landen ligt, en de oevers uit kleispecie bestaan, de hoeveelheid water,

door de inzuiging van den grond verloren gaande, gelijk is aan de uitwaseming van eene oppervlakte ter lengte van het kanaal bij eene breedte van 40 M.

Anderen rekenen in gewone gevallen op 5 c M verlies per dag.

§ 93. Voor het lekken der sluisdeuren zullen evenmin vaste regels kunnen opgegeven worden. Men schat dit wel op 80, 100, 200 of 300 M^3 per 24 uur, of somtijds voor het minst op 300 M^3, terwijl dit ook viermaal zoo groot zou kunnen zijn.

§ 94. Bij een in vele panden verdeeld kanaal, waarop veel scheepvaart plaats heeft, kan het schutten eene aanzienlijke hoeveelheid waterverlies voor de bovenste panden ten gevolge hebben. Vandaar, dat in die gevallen veelal beperkende bepalingen worden gemaakt, zoo als ook reeds vroeger is gezegd. Zoowel bij het op- als bij het afvaren der schepen gaat er zooveel water verloren, of van een hooger naar een lager pand over, als het verschil in hoogte der waterpanden bedraagt, vermenigvuldigd met de oppervlakte der schutkamer, verminderd met de hoeveelheid water, die door de schepen verplaatst wordt.

Moet men dus zuinig zijn met het te verschutten water, dan dient er zooveel mogelijk voor gezorgd te worden, dat de op- en afvarende schepen beurtelings worden geschut. Immers, wanneer alleen op- of alleen afvarende schepen werden geschut, zou voor elke enkele schutting een dubbele schutkolk water verloren gaan. Door het aantal sluizen te vergrooten, zal men dit bezwaar verminderen, aangezien er dan minder verval voor elke sluis komt, en dus het kanaal door de schutting minder waterverlies zal hebben.

Eene sluis met gekoppelde schutkamers, waarbij een groot verschil in hoogte der kanaalpanden bestaat, zal dus met het oog op het waterverlies nadeelig werken. Is men om deze dubbele sluizen te verwijden genoodzaakt, de panden zeer kort te nemen, dan kan het gebeuren, dat de schuttingen merkbare en hinderende veranderingen op deze panden teweegbrengen, in die gevallen heeft men de kanaalbreedten daarvoor wel grooter genomen.

§ 95. Dat het in vele gevallen noodig is, om het water steeds op eene gewenschte hoogte te houden, is reeds vroeger behandeld. Verschillende middelen worden hiervoor aangewend. Bij vele kanalen is het voldoende te zorgen, dat, wanneer door veel regen of andere oorzaken de waterstand te veel verhoogt, het overtollige water over de deuren der sluizen, of door de opengezette schuiven der deuren, in een lager liggend pand te laten overloopen. Op andere plaatsen zou dit echter niet voldoende zijn, of de scheepvaart te veel benadeelen. Men zoekt dan gelegenheid, hierin voor elk pand afzonderlijk te kunnen voorzien, door eene doorgraving in de oevers, waarin door schotbalken, overlaten of schuiven, de ontlasting naar verkiezing kan geregeld worden. Hiervan zullen de constructien later besproken worden.

Tot waterbesparing zijn verder bijzondere constructien van sluizen in toepassing gebracht; ook hierop zal later bij den sluizenbouw worden terug gekomen.

§ 96. Hieronder volgen tabellen en opgaven van eenige kanalen, waarin de verschillende afmetingen, verdeeling in panden, waterverval, enz. zijn opgegeven.

KANALEN EN SLUIZEN.

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte der Schutkolk.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
Groot Noord-Hollandsch kanaal.						
Van de Willemsluizen te Buiksloot tot het Nieuwediep	79.997					
1. Van de Willemsluizen door Waterland tot de schutsluis te Purmerend	14.968	5.70	1.10 ÷			
a. Schutsluis Willem I te Buiksloot				5.40	14.75	65.08
				2.15	5.37	50.25
b. „ „ III „ „				6.38	18.20	109.20
c. Keer- of doorvaartssluis				5.28	15.70	„
d. Schutsluis te Purmerend.				5.73	15.70	65.26
				2.55	5.63	21.35
2. Van de Schutsluis te Purmerend tot de Zijper-Schutsluis	51.867	5.70	0.58 ÷			
a. Zijper-Schutsluis.				5.93	15.66	116.32
3. Van de Zijper-Schutsluis tot de Koopvaardersluis te Nieuwediep	11.600	5.70				
a. Koopvaarders Schutsluis.				6.00	17.00	69.60
b. Schutsluis van 1792 te Nieuwediep. . . .				2.13	6.53	22.00
4. Zijtak van de Koopvaarderssluis tot de zeedoksluis	1.562	6.00				
a. Keersluis in het dokkanaal				6.77	19.00	„
b. Zeedoksluis				7.22	20.00	„

De keersluis te Buiksloot wordt gesloten, wanneer het water in het Y gerezen is tot 1,25 M + A.P.

De Zijpersluis staat gewoonlijk open; omdat de waterstanden van het tweede en derde kanaalpand doorgaans gelijk zijn.

Het Groot Noord-Hollandsch kanaal, dat Amsterdam vereenigt met het Nieuwediep, is in de jaren 1819 tot 1825 aangelegd, op eene bodemsbreedte van ongeveer 9,5 M. en ter breedte op den waterspiegel bij zomerpeil van 37 à 38 M.

Dit kanaal is aan beide zijden van jaagpaden voorzien, breed 3,80 tot 5,65 M. Die groote breedte der jaagpaden was hier noodzakelijk; omdat het trekken van schepen in sommige gevallen met 20 tot 24 paarden moest geschieden.

Bij het aanleggen van dit kanaal was een groot getal bruggen noodig, welke ter doorlating der groote linieschepen eene doorvaartswijdte van circa 16 M. moesten hebben. Bij dit werk is het eerst gebruik gemaakt van de vlotbruggen, welke hier eene groote besparing van kosten in vergelijking van andere bruggen opleverden.

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte der Schutkamer.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
Zuid-Willemsvaart. Van 's Hertogenbosch tot de Maas bij Maastricht.						
1. Van de Dieze tot sluis no. 0 en de sluis no. 0 te Den Bosch	1.234	1.90	2.00 +	1.90 2.04	7.00	123.00
2. Van sluis no. 0 tot sluis no. 1 en sluis no. 1 in den Boschbroek.	0.572	2.10	2.54 +	2.00 2.90	7.00	50.00
3. Van sluis no. 1 tot no. 2 en sluis no. 2 te Middelrode.	6.673	2.10	4.44 +	2.00 3.10	7.00	50.00
4. Van sluis no. 2 tot no. 3 en sluis no. 3 te Schijndel	4.968	2.10	6.54 +	2.00 3.00	7.00	50.00
5. Van sluis no. 3 tot no. 4 en sluis no. 4 te Veghel	5.479	2.10	8.54 +	2.00 3.04	7.00	50.00
6. Van sluis no. 4 tot no. 5 en sluis no. 5 te Erp	5.266	2.10	10.58 +	2.00 3.19	7.00	50.00
7. Van sluis no. 5 tot no. 6 en sluis no. 6 te Beek en Donk	5.162	2.10	12.77 +	2.00 3.18	7.00	50.00
8. Van sluis no. 6 tot no. 7 en sluis no. 7 te Aarle-Rixtel	5.193	2.10	14.95 +	2.00 2.60	7.00	50.00
9. Van sluis no. 7 tot no. 8 en sluis no. 8 te Mierloo.	3.587	2.10	16.65 +	2.00 3.01	7.00	50.00
10. Van sluis no. 8 tot no. 9 en sluis no. 9 te Stipdonk	2.551	2.10	18.56 +	2.00 2.92	7.00	50.00
11. Van sluis no. 9 tot no. 10 en sluis no. 10 te Lierop	3.611	2.10	20.48 +	2.00 3.00	7.00	50.00
12. Van sluis no. 10 tot no. 11 en sluis no. 11 onder Someren	3.033	2.10	22.48 +	2.00 3.50	7.00	50.00
13. Van sluis no. 11 tot no. 12 en sluis no. 12 in de Somerensche heide	5.165	2.10	24.98 +	2.00 3.04	7.00	50.00
14. Van sluis no. 12 tot no. 13 en sluis no. 13 bij de grens	2.359	2.10	27.02 +	2.00 2.66	7.00	50.00
15. Van sluis no. 13 tot no. 14 en sluis no. 14 aan de heide in Nederweert	3.300	2.10	28.69 +	2.01 3.92	7.00	50.00
16. Van sluis no. 14 tot no. 15 en sluis no. 15 bij Nederweert	2.060	2.10	31.60 +	2.02 3.03	7.00	50.00
17. Van sluis no. 15 tot no. 16 en sluis no. 16 bij Weert	7.739	2.10	33.61 +	2.01 3.00	7.00	50.00
18. Van sluis no. 16 tot de grens van België . .	6.663	2.10	35.60 +			
19. Van de Belgische grens te Smeermaas tot sluis no. 19 en die sluis.	2.142	2.80 2.84	40.60 +	2.70 2.10	7.00	70.15
20. Van sluis no. 19 tot de Maas te Maastricht en de Hoofdsluis aan de Maas	1.501	2.10	41.95 +	2.15 2.12	7.00	48.00

Het voedingskanaal, behoorende tot de Zuid-Willemsvaart, vangt aan bij de rivier de Maas, op ongeveer 560 M. beneden de Hoofdsluis te Maastricht, en eindigt aan die vaart op 51 M. beneden het benedenfront van sluis no. 19. De hoogte der drempels van de gemetselde waterkeering bij de samenkomst van het voedingskanaal en de Maas, ligt op 39, 40 M. + A.P.

Het kanaal is aangelegd in de jaren 1822 — 1826, om de scheepvaart, die vóór dien tijd slechts met moeite langs de Maas plaats had, te verbeteren.

Volgens boven opgegevene hoogten van het kanaalpeil bestaat er tusschen de beide uiterste panden een verschil in waterstand van 38.60 M., wat verdeeld is over 19 sluizen. Het gewone verval van de sluizen is van 1.67 tot 2.52 M.

De bodemsbreedte van dit kanaal is 10 M, en de breedte op den waterspiegel 18 M., behalve de verbreedingen voor locale belangen.

Ook hier is langs beide zijden een jaag- of trekpad aangelegd, meerendeels ter breedte van 4 M.

Op de hoogte van het peil is een waterpasse berm aangebracht, ter breedte van 0.50 M., opdat deze, met waterplanten begroeid zijnde, de kanaalboorden voor afkabbeling kon beveiligen. Aan de glooiingen zijn, behalve op enkele plaatsen, waar zij van $1^1/_2$ op 1 bestonden, geene mindere helling dan 2 op 1 gegeven.

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte. der Schutkamer.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
Kanaal van Groningen tot den weg van Ter Apel naar Roswinkel	63.964					
1. Van Groningen tot het beneden Wildervankster verlaat	32.256	2.00	0.81 +			
a. Het Martenshoekster verlaat				2.17 1.92	7.00	45.00
b. Het beneden Veendammer verlaat				2.28	8.10	42.70
c. Het beneden Wildervankster verlaat . . .				2.20	7.00	45.00
2. Van het beneden- tot het boven-Wildervankster verlaat	4.582	2.00	2.01 +			
d. Het boven-Wildervankster verlaat				1.70 2.00	5.30	31.70
3. Van het boven-Wildervankster verlaat tot het eerste te Stadskanaal	4.487	1.68	$3.02^1/_2$+			
e. 1ste verlaat				$1.58^1/_2$ $1.71^1/_2$	5.10	23.00
4. Van het eerste tot het tweede verlaat te Stadskanaal	2.678	1.68	$3.72^1/_2$+			
f. Het 2de verlaat				1.68 $2.38^1/_2$	5.10	22.50

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte der Schutkamer.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
5. Van het tweede tot het derde verlaat te Stadskanaal	3.673	1.85	4.76 +			
g. Het 3de verlaat				2.39 | 2.60	5.00	23.00
6. Van het derde tot het vierde verlaat te Stadskanaal	3.277	1.80 à 1.72	6.04 +			
h. Het 4de verlaat				1.64 | 2.84½	6.00	22.00
7. Van het vierde tot het vijfde verlaat te Stadskanaal	3.078	1.75	7.52½ +			
i. Het 5de verlaat				1.75 | 2.83½	6.00	22.00
8. Van het vijfde tot het zesde verlaat te Stadskanaal	3.997	1.70	8.89 +			
k. Het 6de verlaat				2.24½ | 3.33	6.00	23.00
9. Van het zesde verlaat tot den weg van Ter Apel naar Roswinkel	5.936	1.79 à 2.00	10.29 +			

Het verlaat te Martenshoek en het beneden Veendammer verlaat staan in den regel open. Het Martenshoekster verlaat wordt alleen gesloten, wanneer het water in den zomer, boven dit verlaat, te veel zou dalen. Het beneden Veendammer verlaat heeft deuren ter hoogte van slechts 0,12 M. onder het kanaalpeil. Dit verlaat dient dan ook hoofdzakelijk ter instandhouding van het recht van tolheffing.

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte der Schutkamer.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
Drentsche Hoofdvaart	43.569					
1. Van Assen tot de Veenesluis	19.532	1.80 à 2.00	11.83 +			
a. Veenesluis				3.49 | 2.15	6.00	30.00
2. Van de Veenesluis tot de Haarsluis	2.046	1.80	10.24 +			
b. Haarsluis				2.25 | 1.80	5.34	24.65
3. Van de Haarsluis tot de Dieversluis	2.438	1.80	8.37 +			

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte der Schutkamer.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
c. Dieversluis.				1.92 1.80	5.28	24.12
4. Van de Dieversluis tot de Wittelstersluis . .	3.550	1.80	6.708 +			
d. Wittelstersluis				1.96 1.80	5.11	28.27
5. Van de Wittelstersluis tot de Uffeltersluis . .	4.448	1.80	5.991 +			
e. Uffeltersluis				2.61 1.80	5.27	29.04
6. Van de Uffeltersluis tot de Haveltersluis . .	3.396	1.80	3.939 +			
f. Haveltersluis				2.46 1.80	5.28	28.88
7. Van de Haveltersluis tot de Paradijssluis . .	6.353	1.80	2.076 +			
g. Paradijssluis . . . . . bovenslagbalk				2.40	5.10	28.77
midden id.				3.03	5.04	37.59
beneden id.				2.14		
8. Van de Paradijssluis tot Meppel	1.806	1.80	A.P.			
Kanaal van de hooge veenen tot Ooststellingwerf	44.100					
1. Van Boorne tot het verlaat te Gorredijk. . .	13.090	1.70	0.47 ÷			
a. Het verlaat te Gorredijk						
beneden waterkeering				1.13	5.00	103.60
midden „ „				1.13	5.14	65.00
boven „ „				1.87	4.80	
2. Van het verlaat te Gorredijk tot dat te Lippenhuizen	5.800	1.87	0.81 +			
b. Het verlaat te Lippenhuizen				2.80 2.06	5.00	46.50
3. Van het verlaat te Lippenhuizen tot dat te Hemrik.	1.840	2.06	2.12 +			
c. Het verlaat te Hemrik				2.81 2.19	5.00	46.30
4. Van het verlaat te Hemrik tot dat te Wijnjeterp	1.840	2.29	2.98 +			
d. Het verlaat te Wijnjeterp				3.25 2.91	5.00	45.80
5. Van het verlaat te Wijnjeterp tot dat bij Oosterwolde	11.460	2.91	4.17 +			
e. Het verlaat te Oosterwolde.				3.58 3.02	4.86 4.90	29.00
6. Van het verlaat bij Oosterwolde tot dat te Fochteloo	3.860	3.02	5.71 +			

	KANALEN.			SLUIZEN.		
	Lengte.	Diepte onder K. P.	K. P. betrekkelijk. A. P.	Diepte onder K. P.	Wijdte.	Lengte der Schutkamer.
	K.M.	M.	M.	M.	M.	M.
f. Het verlaat te Fochteloo				3.44 2.81	4.82 4.85	29.00
7. Van het verlaat te Fochteloo tot beneden dat te Appelscha	2.050	2.81	7.10 +			
g. Het beneden verlaat te Appelscha				3.92 3.37	4.82 4.85	29.30
8. Van het beneden- tot het bovenverlaat te Appelscha	1.460	3.37	9.07 +			
h. Het bovenverlaat te Appelscha				3.28 2.69	4.79 4.84	29.30
9. Van het bovenverlaat te Appelscha tot den dam op de grens van Drente	2.700	2.69	10.26 +			

OPNEMEN EN PEILEN VAN BESTAANDE KANALEN.

§ 95. Moet een kanaal worden verbeterd, dan is in de eerste plaats noodig, de toestanden van dit kanaal — lengte, breedte, diepte enz. — te kennen. Om dit te onderzoeken neemt men om de 50 of 100 M. een dwarsprofiel.

Het opnemen van deze dwarsprofielen kan geschikt op de volgende wijze geschieden. Men neemt een touw, ruim zoo lang als het breedste gedeelte van het kanaal, en voorziet dit, na het nat gemaakt te hebben, ieder 1, $1^1/_2$ of 2 M. van houten klossen of kurken. Dit touw wordt op de plaats, waar een dwarsprofiel zal genomen worden, door twee mannen ongev. haaks over het kanaal gespannen, en men peilt bij elke klos de diepte van den bodem beneden den waterstand. Hierbij moet de hoogte van het water nauwkeurig worden opgenomen en, zoo deze gedurende de verschillende peilingen verandert, de ware stand bij elke peiling worden aangeteekend. De diepten moeten bepaald worden beneden het peil; de gepeilde diepten moeten dus later vermeerderd of verminderd worden, met de hoogten van den waterstand beneden of boven het peil.

§ 96. In den regel wordt de breedte van het kanaal op nieuw bepaald, gelijk aan de bestaande breedte op peils-hoogte. 't Zal daarom, voor de profielteekeningen en de berekening voldoende zijn, de breedte ook met dit touw — peillijn — op te nemen. Voor het peilen bedient men zich van een peilstok, een in centimeters verdeelde ronde of vierkante lat, van onderen voorzien van een klos of plankje, van 1 dM^2. grootte. Bij weeke gronden moet men zorgen niet te diep te peilen, zeer licht drukt men daarbij in het slijk weg. Het rechtop uittrekken van den peilstok zal daarbij de slijk naar boven brengen en dan daarvoor het bewijs leveren. 't Is nuttig, ter juiste beoordeeling van de te verwerken

grondsoort, om elke peiling in tweeën uit te voeren; na den peilstok eerst voorzichtig op het slijk te zetten en die diepte beneden den waterstand op te nemen, drukke men hem met tamelijke kracht in het slijk, om te beoordeelen op welke diepte vaster grond wordt gevonden. Deze uitkomst kan zoowel bij het opmaken der plannen, het beoordeelen van het oude profiel en het maken der begrooting als bij de uitvoering steeds van dienst zijn.

§ 97. De opgenomen dwarsprofielen worden, voor zoover als dit voor een goed overzicht of juiste berekening noodig is, in teekening gebracht. Hierop wordt aangegeven: peilshoogte, bestaande bodemsdiepte en breedte volgens de genomen peilingen; bestaande hoogte en breedte der kanaalboorden, het nieuwe profiel en alles, wat kan strekken tot inlichting voor aanbesteders en aannemers. Op plaat II vindt men een paar voorbeelden van deze kanaalprofielen.

BREEDTE-BEPALING.

§ 98. Het bepalen der breedte, welke bij hergraving aan een kanaal moet gegeven worden, kan zeer verschillend geschieden. Zooals reeds gezegd is, is zij veelal gelijk aan de bestaande breedte van het water op peilshoogte. Die breedte is bij een oud kanaal zelden gelijk. Worden de hellingen der glooiingen gelijk bepaald, dan volgt daaruit eene ongelijke bodemsbreedte. Men kan ook, met behoud van bovenstaande breedte op het peil, de bodemsbreedte gelijk nemen; dan zullen bij gevolg de glooiingen ongelijk hellende worden. Ook worden wel alleen de doorgaande bodemsbreedte en de helling der glooiingen bepaald. Welke bepaling de verkieslijkste is, zal voor elk kanaal afzonderlijk moeten worden uitgemaakt. Meestal de eerste, ook al moeten daarin enkele plaatselijke wijzigingen gebracht worden. Bij de laatste bepaling graaft men allicht een kanaal in een kanaal; het vele slijk, dat daarbij op de breede plaatsen als berm blijft liggen, zal zeer schielijk naar het midden zakken en het profiel van het kanaal wijzigen.

AFBAKENEN EN UITZETTEN.

§ 99. Voor men tot het droogmaken van het kanaal overgaat, worden om de 100 M., in het midden van het kanaal jufferpalen geslagen. Die palen worden voorzien van een merk of insnijding en een grooten spijker, zoodanig aangebracht, dat, zoo de paal stevig is ingeslagen, het eerste merk juist ter hoogte van het peil is, terwijl de spijker dan ter diepte van de uitgraving moet komen. De afstand tusschen het merk en den spijker is dus gelijk aan de diepte, die de kanaalbodem beneden het peil moet verkrijgen.

§ 100. Om de breedte van het kanaal op peilshoogte te bepalen, slaat men op de hoogte van het peil, langs de beide boorden, een voldoend getal piketten in de glooiingen. Is het water boven peil, zoo wordt dit daarvoor eerst door afstrooming of uitmaling op peil gebracht.

AFDAMMING.

§ 101. Bestaan daartegen geene bezwaren, dan laat men de wijze van afdamming, bij aanbesteding, veelal aan den aannemer over; daarbij bepalende, dat dit ten genoegen der Directie moet geschieden. De aannemer kan dit dan op de voor hem voordeeligste wijze uitvoeren en de Directie behoudt het recht, om mede te beoordeelen of deze wijze van bewerking voldoende waarborg levert tegen doorbraak. Plaatselijke toestanden laten dit echter dikwijls niet onbepaald toe. De tijdelijke afsluiting van een geheel of gedeelte kanaal kan groote bezwaren opleveren, die vooraf dienen overwogen te worden. De verdeeling in panden en de tijd van droogmaking, moet zoo worden bepaald, dat er voor scheepvaart en afstrooming de minst mogelijke nadeelen uit voortvloeien.

§ 102. Het afdammen kan op verschillende wijzen geschieden; meest gebruikelijk zijn: aardendammen, strijkdammen, puntdammen en kistdammen.

§ 103. Is in de aangrenzende landen geschikte grond te verkrijgen, dan is, voor kleine kanalen, het aanbrengen van aarden dammen voldoende en goedkoop. Deze dammen behooren eene kruisbreedte te hebben, gelijk aan, of iets minder dan hunne hoogte, met glooiingen volgens het natuurlijk beloop van den grond.

§ 104. Wil men geen gronddam aanwenden en heeft het kanaal eene kleine breedte, bijv. 5 à 6 M., en geene meerdere diepte dan 1.50 M., dan kan men met een' strijkdam volstaan. Een strijkdam — fig. 37 en 38 — bestaat uit eene gesloten rij ingeheide planken, die van boven aan eenen dwarsbalk bevestigd worden. Bij kleine breedten kan die dwarsbalk uit één stuk bestaan, dat voor meerdere sterkte van schoren kan worden voorzien; zie fig. 39. Vreest men op deze wijze nog geene voldoende sterkte te kunnen verkrijgen, zoo kan men den dam uit twee of meer rechte deelen doen bestaan, die met een punt of veelhoekigen vorm, naar de zijde van het water gekeerd, worden geplaatst, volgens fig. 40. De balken en schoren worden ongev. 1 M. op of in de beide oevers gelegd en tusschen ingeslagen palen bevestigd. — Ook worden deze dammen nog wel met eene grondbestorting versterkt; of een volle gronddam tegen eenen strijkdam aangebracht, zooals de fig. 41 en 42 in platten grond en doorsnede aangeven.

§ 105. Wordt een strijkdam niet voldoende geacht, dan maakt men gebruik van kistdammen. Ook deze kunnen zeer verschillend van vorm en samenstelling zijn. De fig. 43 en 44 of 45 en 46 geven hiervan een paar voorbeelden in platten grond en doorsnede aan. De kistdammen bestaan uit twee strijkdammen, gewoonlijk met 1 à 2 M. tusschenruimte, welke tusschenruimte, nadat het slijk is uitgebaggerd, met goed waterkeerende specie gevuld moet worden.

't Zal wel overtollig zijn op te merken, dat de plattegronden der dammen, in de opgegeven figuren, over de helft der breedte zijn geteekend.

§ 106. Aan de dammen moet eene hoogte gegeven worden van 30 à 50 cM. boven den hoogsten waterstand, die gedurende de afdamming kan verwacht worden.

Men beweert, dat het noodig en voldoende is, aan de kistdammen eene breedte te geven van $^2/_3$ van hunne hoogte. 't Spreekt echter van zelf, dat de wijze van samenstelling — de constructie — hierbij een belangrijke factor zal uitmaken, en de breedte daarnaar dient geregeld gerekend te worden.

§ 107. Voor dwarsbalken neemt men zware vuren of greenen balken en voor de damposten platen van 7 à 10 c.M. — Somtijds worden deze posten met verschillende sponningen in elkander gewerkt, hiervoor neemt men messing en groef, visbekken, hol en dol, — zie fig. 128 a, c en b. Het inheien van deze planken zal niet altijd zuiver te lood kunnen geschieden; in de meeste gronden maken verschillende hindernissen dat onmogelijk. Bij eenige wringing zullen door de zware heislagen, van de door sponningen opgesloten posten, de veeren of groefkanten afspringen, en de goede aansluiting daardoor verhinderd worden. De practijk leert, dat men in den regel goed gesloten waterkeeringen verkrijgt, wanneer men de posten koud, dat is glad gestreken, naast elkander inheit, men wint daardoor in arbeidsloon en het hout heeft na het tijdelijk gebruiken minder verlies van waarde. Men heeft daarbij te zorgen: 1o dat de posten behoorlijk droog zijn; zuiver droog hout moet daarvoor niet genomen worden, daar het dan in het water te veel zal uitzetten, om eene rechte rij te behouden; 2o dat deze bij het inheien goed aan elkander sluiten en niet veel zijdelings uitwijken. Een weinig zijdelingsche uitwijking heeft hier minder bezwaar, omdat men toch tot het verkrijgen der noodige sterkte vrij dikke posten moet gebruiken. Het aanpunten van de damplanken moet zoodanig geschieden, dat daardoor de neiging bestaat, dat zij bij de heiing steeds tegen elkander willen aansluiten; maar ook dat zij zoo dicht mogelijk bij de punten nog gesloten blijven. Eene gebruikelijke wijze van aanpunting wordt door fig. 128 voorgesteld. Overigens behoort het bespreken hiervan meer bij den sluizenbouw te huis.

§ 108. Bij het maken van dammen is men veelal zoo zuinig mogelijk, omdat het aanbrengen van groote dammen kostbaar en het gebruik tijdelijk is. Het welslagen van het werk staat echter veeltijds met eene voldoende afdamming in het nauwste verband. Blijkt het gedurende het werk, dat de afdamming veel water doorlaat, of dreigt te bezwijken, en er alzoo verbetering noodzakelijk is, dan zijn de nadeelen en kosten, daardoor ontstaan, in den regel groot. Worden die verbeteringen niet tijdig genoeg aangebracht, zoodat er doorbraak ontstaat, dan is de schade veelal aanzienlijk en geeft het daardoor veroorzaakt oponthoud soms onberekenbaar nadeel.

DROOGMAKEN EN DROOGHOUDEN.

§ 109. Tot het droogmaken der afgedamde panden, worden zeer verschillende werktuigen aangewend. Welke wijze van droogmaking de beste is, moet voor elk kanaal afzonderlijk worden beoordeeld.

Grenst het kanaal aan polders, welke door molens het overtollige water afvoeren,

dan kan men veelal in overleg met de besturen van deze polders, van die molens gebruik maken, om langs den eenen of anderen weg een gedeelte van het water in andere wateren over te brengen. Ook kan het gebeuren, dat men, na de afdamming op geschikte wijze te hebben aangebracht, een gedeelte water, uit het pand, dat gegraven moet worden, in andere wateren of lager liggende panden kan laten afloopen.

§ 110. Zijn de panden groot, of heeft het werk nog al eenigen omvang, dan is het gebruik van een locomobiel — vervoerbaar stoomwerktuig — tot het in werking brengen van pompen, het beste en goedkoopste. Als pomp gebruikt men dan gewoonlijk een centrifugaal-pomp. De centrifugaalpomp werkt, doordat een rad met gebogen schoepen, met groote snelheid, om eene as in een trommel ronddraait. Door de snelheid, waarmeê dit rad wordt rondgedraaid, ontstaat er in den trommel eene aanzienlijke luchtverdunning. Hierdoor wordt het water door een paar buizen naar den trommel opgetrokken en verder door eene naar bovengaande buis opgeperst en uitgedreven.

De locomobiel brengt deze pomp in werking door middel van een riem zonder eind. Hij kan dus op den wal staan, en de pomp op eene geschikte plaats in het water of op den dam worden gesteld.

§ 111. Overigens zijn de gebruikelijke hulpmiddelen: de wind- en tonmolens. Voor het gebruik maken van eenen windmolen bestaat geschikte gelegenheid, wanneer het pand, in hoofdzaak, in eens kan, moet of mag drooggemaakt worden, en aan den molen eene geschikte plaats kan worden gegeven, zoodat men van alle winden kan gebruik maken. Het droogmaken kan dan zeer eenvoudig en goedkoop geschieden. Moet het kanaal in veel kleine panden worden verdeeld en drooggemaakt, dan is het gedurig verplaatsen van den windmolen lastig en kostbaar; bovendien zou eenige dagen windstilte dan groot nadeel kunnen doen. In dit geval zal de bewerking met den gewonen tonmolen beter zijn.

§ 112. Een tonmolen bestaat uit een spil van 5, 6 à 7 M. lengte, om deze spil zijn, volgens het beloop van eene op die spil getrokken schroeflijn, plankjes in sponningen gemaakt, van ongev. 20 cM. lengte, die zuiver aan elkander sluiten. Een cilindervormige houten koker, waarin de vrije einden dezer plankjes ook ongev. 2 cM. ingelaten zijn, omsluit het geheel. De spil loopt beneden en boven den cilinder uit, en rust daar in een raamwerk. Op deze rustpunten kan de koker worden rondgedraaid, door eene kruk, die om het eene einde der as wordt aangebracht. Zij worden algemeen gebruikt, zoodat bovenstaande beschrijving zonder opheldering door teekening, wel voldoende zal begrepen worden.

§ 113. Het droogmaken met den wind- en tonmolen is in hoofdzaak hetzelfde. Bij beide wordt het water langs een schroefvlak naar boven gevoerd. Bij den windmolen loopt de schroef in eenen van onderen half cirkelvormigen bak, waarin zij, zoo goed mogelijk passende rondloopt, en welke bak van boven open blijft. Bij deze constructie — vijzel genoemd — is de schroefslang dus niet, zooals voor den tonmolen is opgegeven, door eenen koker omsloten.

De constructie van den tonmolen is voor eenen windmolen niet geschikt; het water,

dat zich in deze schroef bevindt, kan, zoo de windmolen blijft staan, niet weder terugvloeien, of de molen moet in tegenovergestelde richting ronddraaien. — Voor het droogmalen van kanalen waarover hier wordt gehandeld, geeft dit echter minder bezwaar, zoodat ook hier bij eenen windmolen de tonmolen zeer goed in plaats van den vijzel dienst kan doen.

§ 114. De hierbedoelde windmolen kan zeer eenvoudig worden opgesteld. De as van den molen, met een daarom aanwezig kamrad, wordt door de wieken in rondgaande beweging gebracht; dit kamrad grijpt in een rondsel, waardoor eene te lood staande spil wordt rondgedraaid, die deze beweging aan den vijzel of tonmolen mededeelt.

De windmolen moet geplaatst worden tegenover den dam; waarbij een geul, naar en van den molen moet worden gegraven, tot toe- en afvoer van het water.

§ 115. Bij den gewonen tonmolen wordt de rondgaande beweging door menschen bewerkt, werkende aan de genoemde kruk.

De tonmolen moet een hoek van 30° à 40° met den horizon maken. Het ondereinde moet laag genoeg kunnen komen, om al het water uit te malen, terwijl het boveneinde over den dam moet reiken, of boven een uitloopbak moet geplaatst worden, opdat het water, zonder nadeel aan den dam, kan worden afgevoerd. Het raamwerk van den molen moet zoodanig worden opgehangen of ondersteund, dat de koker zich vrij om de as kan bewegen, en de molen met het ondereinde niet geheel onder water gedompeld is. Overeenkomstig den afvoer van het water, moet men daarom den tonmolen, met het ondereinde, gedurig laten zakken, of dit einde op eene drijvende batterij plaatsen. Aangezien er vaak aan de kruk geen voldoend getal werklieden tegelijk kan werken, om eene voldoende beweging te verkrijgen, worden hierom met beugels, twee rechte stangen aangebracht, waaraan andere personen kunnen werken.

§ 116. Moeten kleine hoeveelheden water verplaatst worden, dan kan men soms zeer doelmatig gebruik maken van den zoogen. Frieschen hoosbak. Hiermede kan het water echter bezwaarlijk meer dan 1 M. worden opgevoerd. Dit werktuig bestaat uit eenen houten bak, groot 1.5 bij 1 M., voorzien van zij- en achterschotten; het achterschot is ongev. 30 cM. hoog, terwijl de zijschotten, voor het achterste gedeelte ook dezelfde hoogte hebben, maar daar het voorste gedeelte van den bodem oploopt, van voren nagenoeg geene hoogte hebben. Achter aan dezen bak zijn 1 of 2 steelen en vóór een paar touwen bevestigd. Om met dezen bak te werken, hangt men hem, door touwen aan de zijwanden, aan een uit drie sparren bestaanden bok of eenen dwarsbalk op. Een of twee personen, werkende aan die steelen en een paar anderen aan de touwen, brengen den bak in slingerende beweging, waarbij hij telkens van het water, dat moet worden verplaatst, een bak vol opschept en over den dam voert.

GRAVEN EN BAGGEREN.

§ 117. Bij het graven van een kanaal wordt de grond meestal uitgekruid en zoo mogelijk aan weerszijden van het kanaal opgeworpen, met een schoonen berm van ongev. 2 M. — Dit is althans de eenvoudigste, gemakkelijkste en dus de goedkoopste bewerking.

In de meest gunstige gevallen zal die grondberging toch niet langs het geheele kanaal op alle plaatsen zoo gemakkelijk kunnen plaats vinden. Eene duidelijke bepaling omtrent de grondberging is dan een eerste vereischte. Dit is noodzakelijk voor het maken van de berekeningen der kosten, maar ook en vooral, omdat, zoo daarover bij de uitvoering zwarigheden ontstaan, dit tot groot oponthoud kan aanleiding geven; bovendien zijn de voorkomende bezwaren dán zeer moeielijk op te lossen.

§ 118. Het haken — dat is het uitwerpen van den grond in eens of met behulp van een of meer tusschenpersonen — wordt meesttijds verboden. Met het haken valt er veel grond op de glooiingen, wat later niet gemakkelijk kan worden verwijderd, waardoor het bezwaarlijk is, daarbij goed en glad werk te leveren.

§ 119. Het graafwerk geschiedt door ploegen arbeiders, in het algemeen met den naam van polderlieden bestempeld. Bij den arbeid verdeelen zij zich in spitters en kruiers, terwijl een hunner chef — putbaas — is. Spitter is hij, die den kruiwagen laadt, en een kruier, die in denzelfden tijd een vollen kruiwagen een hand ver moet vervoeren, en met den ledigen kruiwagen terugkomen. „Een hand kruien" noemt men eene lengte van 30 à 40 M. op een horizontaal vlak, terwijl bij klimmingen deze afstand vermindert. Het kruien geschiedt over eene rij planken, — stralen — terwijl op die plaatsen, waar de grond in de kruiwagens wordt geladen of daaruit moet worden gestort, en waar de verwisseling van kruiwagens van de eene in de andere hand moet plaats hebben, meerdere planken naast elkander worden gelegd. Dit vergroote gedeelte bij de laadplaats wordt *het stek*, dat bij de wisseling *de wisselplaats*, en dat, waar de specie uit de kruiwagens wordt gestort, *het stort* genoemd.

Voor zoover de stralen niet op den vlakken grond kunnen liggen, moeten de kruideelen op jukken worden aangebracht. Somtijds kan men daarin voorzien, door in de glooiingen van het kanaal de noodige indieping te maken om de planken daarin te leggen. Gebeurt dit in begroeide glooiingen, dan moeten deze insnijdingen met stapelzoden weer worden volgezet. In den regel wordt het ingraven in de glooiingen daarvoor niet toegestaan.

§ 120. Om de kleine hoeveelheden water, die gedurende het graven in den put komen, op eene gemakkelijke wijze te kunnen verwijderen, wordt deze, voor zoo ver hij op de diepte is, in verschillende afdeelingen verdeeld. Hiervoor laat men kleine ruggen van ongev. 20 à 30 cM. hoogte — specdammen — staan, om daarachter het water te scheppen, uit die gedeelten van den put, waarmede men aan het graven is. Deze specdammen worden bij het afwerken van den put ook uitgekruid.

§ 121. Het nazien — opnemen — van een graafwerk geschiedt veelal pand voor pand. Voor het nazien van een uitgegraven pand laat men daarin ongev. 1 dM. water staan, of zorgt dat dit daarin aanwezig is. Na de juiste hoogte van dit water, met betrekking tot het bepaalde peil te hebben onderzocht, kan men, langs het kanaal loopende, nauwkeurig genoeg zien, of de uitgraving tot de vereischte diepte is verricht. Ook kan men daarbij, wat veelal gebeurt, een man door het kanaal laten gaan, voorzien van eenen peilstok, dien hij, naar aanwijzing loopende, links en rechts in het water zet.

Is het pand na dit onderzoek goedgekeurd, dan kan men het water laten instroomen. Daardoor biedt zich de gelegenheid aan, om het aangrenzende pand voor een groot gedeelte leeg te laten stroomen, en zijn bovendien de glooiingen van het gegraven pand beter tegen inschuiven beveiligd.

§ 122. Het laten instroomen van het water moet met overleg geschieden. Het is gevaarlijk daartoe eene opening in den dam te maken; de kracht van het doorstroomende water zal den dam doen bezwijken, den kanaalbodem ontgronden en dien grond in het reeds uitgegraven pand doen stroomen. Beter is het eene sleuf om den dam te graven, waardoor het water langzaam kan overvloeien. Kan dit niet geschieden, dan moet een houten bak met uitloopgoot in den dam worden geplaatst, waardoor men zekerheid verkrijgt, dat de dam door het doorstroomend water niet kan worden vernield, en de nieuwe bodem voldoende tegen ontgronding is gewaarborgd.

§ 123. Uit het bovenstaande blijkt, dat de dammen in den regel moeten opgeruimd worden, nadat het water aan weerszijden van den dam weder is ingelaten. De grondvulling wordt zooveel mogelijk uitgekruid, en het houtwerk uitgetrokken en opgeruimd, terwijl de verdere grondopruiming door baggeren moet geschieden.

§ 124. Het baggeren is bij graafwerk wel op meerdere plaatsen noodzakelijk. Het kan gebeuren, dat het afdammen en droogmaken nagenoeg onoverkomelijke bezwaren opleveren voor scheepvaart of afstrooming. Ook ziet men zich door de weekheid van den grond soms genoodzaakt tot baggeren over te gaan. Bij sommige veen- en derrie-gronden is het bij het droog leggen van het kanaal onmogelijk de vereischte diepte te verkrijgen; de ondergrond drijft op, of de glooiingen schuiven in het kanaal, terwijl, zoo het water daarin gelaten wordt, dit voldoende weerstand biedt om den grond ook bij verdieping staande te houden. Zelfs kan men door beperkte gelegenheid tot grondberging zijnen toevlucht tot baggeren moeten nemen, waarbij de in de schuiten gebaggerde grond naar andere plaatsen vervoerd kan worden.

Geoefende baggerlieden weten een vrij zuiver profiel op te leveren, zonder meer grond op te trekken dan tot het verkrijgen van het bepaalde profiel noodzakelijk is. De wijze van bewerking en de daarvoor gebezigde werktuigen zullen als voldoende bekend mogen beschouwd worden.

§ 125. Het droogmaken van kanalen is zeer lastig en nadeelig; ieder, die bedenkt waarvoor een kanaal dienst moet doen, zal dit duidelijk zijn.

Men is daarom wel genoodzaakt zoo weinig mogelijk tot graving over te gaan, en hierin moeten de redenen gezocht worden, waarom vele kanalen, niet de helft van den tijd, op voldoende wijze aan hunne bestemming beantwoorden, en het profiel, voor afstrooming en scheepvaart beide, onvoldoende is. Buitendien heeft men op vele plaatsen zooveel aanslibbing, dat aldaar eene jaarlijksche verbetering noodzakelijk is. Ook is dikwijls de grondberging een groot bezwaar tegen het graven van kanalen. Zoowel om de daarvoor noodige ruimte te verkrijgen, als om de soort van grond, die het kanaal oplevert.

Dat men dus reikhalzend naar betere of verbeterde middelen uitziet, om het graven van kanalen te kunnen vermijden, en hiervoor het uitbaggeren op groote schaal in te voeren, is niet te verwonderen. De bewering van sommigen, dat men met het baggeren van een kanaal niet altijd het juiste profiel zal kunnen verkrijgen, is volstrekt geen overwegend bezwaar. Alleen is het nazien der afgewerkte panden zeer tijdroovend.

Het baggeren met den beugel kost te veel tijd en is te kostbaar, om daardoor de kanalen steeds op de vereischte diepte te houden. Bij groote baggerwerken kan met de bestaande welingerichte bagger-machines goed gewerkt worden; maar de toepassing daarvan op kleine wateren heeft nog geen gunstig resultaat opgeleverd. Bij ruime binnenwateren, in meeren of havenkommen, wordt met goed gevolg gebruik gemaakt van handbaggermolens.

§ 126. De wijze van baggeren met de bagger-machine of den hand-baggermolen komt ongev. op hetzelfde neer. Het in beweging brengen der raderwerken, wat bij de baggermachine door stoom geschiedt, wordt bij den hand-baggermolen — moddermolen — door menschen uitgevoerd.

Beide werktuigen hebben veel overeenkomst met den ketting-molen, waarmede water wordt opgemalen.

Aan eene ketting zonder eind, die onder en boven gespannen wordt gehouden, zijn ijzeren scheppers of emmers verbonden. Bij de baggermachine heeft deze ketting een hellenden, en bij den maddermolen veelal een te lood staanden stand. Bij beide werktuigen wordt deze ketting in draaiende beweging gebracht, en zijn de emmers zoodanig geplaatst, dat zij beurtelings grond scheppen en dien mede naar boven voeren. Het in beweging brengen der as, waaarom deze ketting loopt, geschiedt bij de baggermachine door een in het schip aanwezig stoomwerktuig, terwijl dit bij den hand-baggermolen door menschenhanden geschiedt, die aan krukken werken, waardoor een of meer stellen raderwerken in beweging worden gebracht. Op het oogenblik, dat de emmers, om de bovenas draaiende, weer naar beneden zullen gaan, werpen zij den grond uit in een klep of uitloopbak, waaruit hij in een nevens den molen liggend schip of praam valt. Door eene vooruitgebrachte ketting of touw wordt het schip of de molen, gedurende het werken vooruitgetrokken, waardoor de emmers steeds, zooveel noodig, nieuwen grond kunnen scheppen). De ketting en emmers kunnen zóó worden gesteld, dat zij op verschillende diepten den grond kunnen naar boven voeren.

§ 127. De pramen, waarmede de uitgebaggerde specie wordt weggevoerd, zijn van verschillende constructie. Moet de specie ergens op den wal worden geborgen, dan gebruikt men daarvoor een gewone praam. Somtijds echter kan zij op eene andere plaats weer in het water worden geworpen. In dit geval maakt men gebruik van pramen, — klepschouwen — die op het voor- en achtereinde drijven; het middengedeelte, waarin de specie wordt geworpen, is van onderen of ter zijde voorzien van kleppen. Komt men op de plaats, waar de specie moet gelost worden, dan kan men deze kleppen, welke in gesloten stand door kettingen worden dicht gehouden, loslaten, waardoor de grond naar buiten dringt en de praam dus zeer gemakkelijk ontladen wordt.

PEILSCHALEN.

§ 128. Zooals uit de beschrijving van de kanalen is gebleken, is het noodig op sommige plaatsen den stand van het water te kunnen nagaan. Het afstroomen of uitmalen der polders moet zich hiernaar regelen. Bovendien moet de hoogte van het water steeds met het oog op de scheepvaart bekend zijn.

Hierom worden op de daarvoor meest geschikte plaatsen, aan beschoeiingen, brughoofden of sluismuren, peilschalen aangebracht.

§129. Voor het plaatsen van deze schalen neemt men een eiken plank of hardsteenen plaat, ter breedte van 12 à 15 cM. en van voldoende lengte, om daarop zoowel de hoogste als de laagste waterstanden te kunnen aflezen.

De schaal is verdeeld in decimeters, halve decimeters en centimeters, welke verdeeling door driehoekige insnijdingen wordt aangewezen.

Om bij het aflezen niet door de vele lijnen te verwarren, deelt men de plank of plaat over de breedte in twee deelen, door een verticale lijn, en maakt de verdeeling van decimeters en halve decimeters aan de eene, en de verdeeling in centimeters aan de andere zijde dezer middellijn, waardoor aan eerstgenoemde zijde beter gelegenheid bestaat tot het plaatsen der noodige cijfers. Tot meerdere duidelijkheid kan men daarbij de deellijnen der halve decimeters mindere lengte geven, dan die der volle decimeters afstanden.

Heeft men houten schalen dan worden de planken zwart, en de insnijdingen wit geverfd.

De hardsteenen platen moeten in het metselwerk worden ingemetseld, waarvoor het stuk van achteren iets rijker (breeder dan van voren) moet worden gehakt, om in het metselwerk goed te kunnen worden vastgezet.

De houten schaal wordt aan krammen opgehangen. Nabij den onder- en bovenkant der plank is deze voorzien van eene opening, ten einde om de krammen te kunnen worden gehangen, waarbij de krammen zooveel door de planken moeten komen, dat daarin wiggen of knevels kunnen worden geslagen, om de planken vast te krijgen. De houten peilschaalplanken moeten gedurig worden verwisseld, om op nieuw geverfd te worden; bij de verwisselende schalen moeten de gaten van de krammen dus alle juist op dezelfde hoogte, betrekkelijk de verdeeling worden aangebracht.

Wanneer de schaal is opgehangen, moet het nulpunt juist ter hoogte van het peil zijn, terwijl de becijfering naar onderen en naar boven moet plaats vinden.

§ 130. Het kan zijn, dat deze schalen aan hellende gedeelten moeten geplaatst worden. Wil men daarbij eene zuivere verdeeling, dan moeten de afmetingen der schaal daarnaar geregeld worden, daar toch die afstanden overeenkomstig de meerdere helling moeten vergrooten. Bij de gewone beschouwingen zal dit niet in aanmerking behoeven te komen; maar moet eene schaalverdeeling in glooiwallen worden bepaald, dan zal dit een aanmerkelijk verschil kunnen opleveren.

Bij opgehangen peilschalen is het altijd zeer goed mogelijk, dat de juiste stand niet blijft bestaan; door het vernieuwen van planken, door aanvaringen enz., kan hierin gemakkelijk eene verandering komen. Om daarom een meer zeker hoogtepunt te hebben, moet men in de nabijheid der schaal een zoogenaamden kruisbout inslaan; zijnde een bout met vierkanten kop, waarop, door twee diagonalen, een kruis is geslagen. De hoogte van dat kruispunt betrekkelijk het peil wordt nauwkeurig opgenomen en aangeteekend, zoodat men de schaal daarmede ten allen tijde kan vergelijken.

§ 131. Is het alleen noodig om vaste peilmerken op verschillende plaatsen te hebben, dan geschiedt dit bij voorkeur door het inmetselen van een stuk hardsteen, waarop eene horizontale inkerving gemaakt is. Boven of beneden deze lijn wordt door inhakking van cijfers en letters de hoogte dezer spleet betrekkelijk het een of ander peil aangegeven; bijv. $\frac{1\text{ M.} \div \text{A.P.}}{10\text{ M.} + \text{K.P.}}$.

ROLPALEN.

§ 132. Bij de kanalen, die voor scheepvaart dienst doen, zijn op de jaagpaden bij de binnenbochten rolpalen noodig.

Een gewone rolpaal bestaat uit een in den grond geplaatsten eiken paal, beneden den bodem door dwarsstukken of kruisen versterkt; even boven den grond en van boven is deze paal voorzien van een klos, met een ijzeren of metalen pot. Tusschen deze klossen is eene ronde houten rol geplaatst, welke met ijzeren toppen in genoemde potten rustende, zich vrij om de verticale as kan bewegen.

§ 133. De jager of trekker moet aan de kanaalzijde den rolpaal passeeren en deze paal moet zóó zijn geplaatst, dat de treklijn, wanneer de trekker de bocht omgaat, over de rol glijdt.

De lijn, waaraan een schip getrokken wordt, moet bij het omgaan dezer bochten zoolang mogelijk in de richting van het gedeelte kanaal blijven, waarin het schip zich bevindt, om het vaartuig niet naar den wal te trekken.

Zonder dezen rolpaal zou de treklijn, gedurende den tijd, dat de trekker de bocht al, en het schip die niet is gepasseerd over den weg of het naast deze bocht gelegen terrein komen, wat reeds buiten de bovenopgegeven bezwaren te veel zou kunnen hinderen.

JAAGPADEN.

§ 134. Zijn er langs scheepvaartkanalen geene wegen aanwezig, dan dienen er afzonderlijke jaag- of trekpaden te worden aangelegd; hoewel het bovendien wenschelijk is de jaagpaden van de wegen gescheiden te houden. Bij sommige kanalen, welke in hoofdzaak voor afstrooming dienst doen, treft men deze paden niet aan; in dat geval is de scheepvaart daarop zeer moeielijk; het zeilen kan slechts bij daarvoor geschikte winden plaats vinden, terwijl de verschillende richtingen van het kanaal dit toch altijd slechts gedeeltelijk zullen toelaten. Kan van het zeilen niet geprofiteerd worden, dan moet men het vaartuig door boomen voortschuiven, of langs de boorden van het kanaal loopen om het te trekken. Dit laatste wordt dan veelal zeer bezwaarlijk door de slooten, welke de landerijen scheiden en in het kanaal uitwateren.

De vereischten, waaraan een jaagpad moet voldoen, liggen voor de hand. Zij moeten steeds langs de boorden van het kanaal loopen, en zooveel mogelijk aan dezelfde zijde daarvan blijven doorgaan. Hierbij kan ook in aanmerking komen de richting van de meest heerschende winden. Is men vrij in de keuze, zoo moet het jaagpad aan die zijde van het kanaal worden aangelegd, van waar men de sterkste en meeste winden moet verwachten. In tegenovergesteld geval zullen treklijnen en winden samenwerken om het schip op lager wal te brengen.

§ 135. Het is duidelijk, dat bijaldien het jaagpad van de eene naar de andere zijde van het kanaal moet worden overgebracht, dit door eene over het kanaal liggende brug moet geschieden, en dat over slooten, die in het kanaal uitloopen, eveneens bruggen moeten worden gelegd. Deze laatste kunnen zeer eenvoudig van constructie zijn; in den regel bestaan zij uit twee beschoeiingen tot bekleeding van het afgesneden jaagpad, waarop eiken houten liggertjes met een enkel dek worden gelegd, en waarvan de samenstelling uit het beschrijven der beschoeiingen en bruggen verder kan worden afgeleid.

BESCHOEIINGEN.

§ 136. Eene bekleeding van den wal — walbeschoeiing — is op vele plaatsen noodig. Hier, om de glooiingen der kanalen voor afkabbeling te beveiligen, daar, om voldoende lig-, los- en laadplaatsen te verkrijgen; elders, om goede aansluiting van wegen tegen de bruggen te bekomen, enz. Zij worden op zeer verschillende wijzen gemaakt. Plaatselijke omstandigheden, vooral ook wat de keuze van materiaal betreft, en bijzondere voorwaarden, waaraan zij moet voldoen, moeten hoofdzakelijk bepalen, welke constructie de beste is.

§ 137. Heeft men een gedeelte glooiwal voor afkabbeling te beveiligen, dan zal men somtijds volstaan kunnen met het aanbrengen van een teenplank en het opzetten met stapelzoden. Voor de teenplank worden op afstanden van ongev. 1 M. paaltjes geslagen,

welke met de koppen onder het water komen. Achter deze paaltjes wordt de plank aangebracht, die van onderen eenige cM. in den grond, en van boven gelijk met de paaltjes moet zijn. Is de breedte van één plank hiervoor niet voldoende, dan maakt men van twee of drie breedten plank, door klampen vereenigd, een schotwerk. De ruimte achter de plank wordt met grond aangevuld, en verder hierop de glooiing volgens de vereischte helling opgezet met stapelzoden. Het is niet noodig met deze opgestapelde zoden hooger te werken dan tot den hoogsten waterstand; het hoogere gedeelte zal mettertijd van zelf begroeid worden, of kan dadelijk met platte zoden — plakzoden — worden belegd.

§ 138. Bestaat er gelegenheid voor het verkrijgen van goedkoope, of oude, wrakke pannen, dan is eene opzetting hiermede soms zeer doelmatig. De pannen worden daarbij, na van hare nokken of neuzen ontdaan te zijn, in gesloten rijen geplaatst, met het benedeneinde naar voren gekeerd. Zij worden te lood of achteruitspringende, in twee of meer rijen op elkander gezet, totdat de vereischte hoogte is verkregen. Ook kan men deze pannenbeschoeiing in plaats van de genoemde teenplank aanbrengen.

§ 139. Somtijds kan een wal van los opgestapelde steenen zeer doelmatig zijn; vooral dan, wanneer deze beschoeiing moet worden aangebracht in een naar de landzijde inspringende bocht. In enkele gevallen zijn daarvoor in 't geheel geen fundeeringswerken noodig; in elk geval is het voldoende, daar toch deze muur op den grond moet steunen, om den Meter een paaltje te slaan, nagenoeg ter diepte van den grond; hierachter te bevestigen eene dubbele lat of schroot, en op deze en den achterliggenden grond den muur op te zetten. Deze muur moet in achterover hellenden stand, van ongev. $^1/_{10}$ der hoogte, worden opgezet, ter zwaarte van één steen, in halfsteensverband. De grondaanvulling achter dezen muur moet geregeld met het werk vooruitgaan, en stevig aangestampt worden, terwijl de muur moet gedekt worden met een steens- of halfsteens rollaag, in specie gemetseld. De hoogte van dezen muur moet zóóveel bedragen, dat de aansluitende grond, met voldoende helling, daarover kan afwateren. De steen kan zoowel oude als nieuwe zijn; hij moet echter niet van de zachtste soort wezen, omdat die schielijk zou verwateren en verbrokkelen. De openingen tusschen de steenen zullen bij de aanvulling grootendeels, en later geheel, met grond worden gevuld, waardoor de voorzijde schielijk begroeit, wat medewerkt om aan den walmuur een goed aanzien te geven, en hem vaster te doen zijn. Fig. 57 geeft eene steenglooiing van stapelsteenen aan van eenigszins andere constructie, aangebracht bij het kanaal tusschen Groningen en Delfzijl. De hier bedoelde beschoeiing bestaat uit eene rij naast elkander ingeslagen dennen palen of juffers, van 2 M. lengte en van 13 cM. dikte aan het boveneinde; hiertegen is aangebracht een bezaagd eiken gording; op de koppen der palen en de gording is de steenstapeling geplaatst, en daarop verder de glooiing opgezet met stapelzoden.

§ 140. Ook wordt veel gebruik gemaakt van eene opzetting met rijshout, rijspakwerk genoemd. Bij kleine glooiingen of bij aansluitingen van glooiingen en brugvleugels, kan hierbij met goed gevolg van kort rijshout — takkebossen — gebruik worden gemaakt.

§ 141. De gewone houten walbeschoeiingen, waarvan fig. 47 en 48 eene doorsnede en een gedeelte opstand voorstellen, worden als volgt bewerkt: op geregelde afstanden van ongev. 1 M. worden, onder eene helling van $^1/_{10}$ der hoogte, beslagen eiken palen ingeheid. De zwaarte dezer palen is veelal 13 bij 18 of 15 bij 20 cM., terwijl hieraan, voor het gedeelte, dat boven water komt, een wankant wordt toegelaten van 4 à 5 cM. op den platten kant gemeten. De lengte regelt zich naar de hoogte der beschoeiing, en de soort van grond, waarin zij staan; als algemeenen regel kan men aannemen, de palen even ver *in* den grond te plaatsen, als zij er *boven* komen.

§ 142. Na deze palen zooveel mogelijk op de juiste plaats en in de aangegeven helling en richting te hebben ingeheid, wordt hun stand, zoo noodig, door stempeling verbeterd; dat is: daar bij het inheien niet alle palen op de juiste plaatsen zullen komen, maar sommige wel iets uit de aangegeven richting geraken, deze door stutten en schoren, tusschen en achter de palen aangebracht, in den vereischten stand te brengen.

§ 143. Over het heien en de heistellingen zal later worden gesproken. Bij beschoeiingen zal men nagenoeg altijd eene stelling of batterij moeten maken, waarop de heistelling moet geplaatst worden. Men zorgt dan, dat voor op deze stelling eene plaat of rib wordt vastgespijkerd, waarvan de voorkant juist de richting van den achterkant der in te heien palen, op die hoogte, aangeeft. Merkt men nu op deze plaat de plaatsen der palen aan, zoo kan men daar, in de vereischte helling, de palen langs de plaat stellen en inheien.

Om gemakkelijk te kunnen zien, of de palen steeds in de vereischte helling blijven staan, kan men zich bedienen van een hellingmeter, zooals bij het aardewerk is opgegeven.

Neemt men de eene rechthoekszijde 1 en de andere 0,1 M., dan zal de hypothenusa van den driehoek onder $^1/_{10}$ hellen, als de langste rechthoekszijde te lood staat.

§ 144. Staan de palen in de vereischte richting, dan wordt de watergording a, — fig. 47 — met voorloeven — zie de doorsnede bij b, fig. 48 — achter de palen gewerkt, en op elke paal met eeen hakkelbout verbonden. Deze watergording, welke in waterpasse richting zoo laag moet worden aangebracht, dat zij beneden den laagsten waterstand blijft, wordt van vuren- of dennenhout genomen, zwaar 10 bij 12 of 10 bij 15 cM.

§ 145. Achter deze watergording wordt eene rij damplanken — voorheiing — ingeheid. Hiervoor neemt men 4 à 5 cM. vuren- of dennen delen. De lengte dezer delen hangt in de eerste plaats van den afstand tusschen de watergording en den aan de voorheiing sluitenden kanaalboom af; voorts zoowel van de vrees voor meerdere of mindere verdieping, die vóór de beschoeiing kan ontstaan, als van de soort van grond. Men bedenke hierbij, dat de voorheiing moet dienen, om te voorkomen, dat er grond achter de beschoeiing kan wegzakken, en er dus grond onder de beheiing door, in het kanaal kan geperst worden. In den regel neemt men 1.5 M. lengte in den grond, hoewel, voor het bepalen daarvan, bij het boven opgegevene ook nog in rekening komen de diepte van het kanaal en helling der glooiing.

§ 146. Bij de dammen is opgemerkt, dat een koud langs elkander heien der posten aanbeveling verdient; echter is hier, wegens de geringer dikte der planken en ook, omdat zij hier in den regel niet zwaar behoeven geheid te worden, het aanbrengen van messing en groef verkieslijker; vooral is eene verbinding met vischbekken — zie fig. 128 c — hier zeer doelmatig.

§ 147. Over de koppen der palen wordt met pen en gat en afwaterende borsten, een meskant eiken hoofdbalk aangebracht, zwaar 15 bij 20 à 20 bij 25 cM., zie fig. 47 c. Tot meerdere bevestiging wordt veelal om den anderen, tweeden of derden paal, de verbinding van hoofdbalk en palen door een rozebout versterkt, fig. 49 a. De verbinding van de verschillende deelen van den hoofdbalk behoort boven een der palen met een haaklasch te geschieden; de laschverbinding moet versterkt worden door een paar schroefbouten en een paar houten nagels. Over $^1/_2$ a $^1/_3$ gedeelte der breedte, wordt de hoofdbalk afwaterend bewerkt, — afgebiljoend.

§ 148. De bekleeding achter de palen, tusschen de watergording en den hoofdbalk, bestaat uit eiken planken of metselwerk.

Bij het gebruik van plankhout wordt dit vlak gestreken of schuin afgewerkt — zie fig. 47 c — op elkander geplaatst, en elke plank door 3 spijkers aan ieder paal verbonden. De aansluiting van deze planken tegen den hoofdbalk geschiedt somtijds vlak tegen het achtervlak, en ook wel in eene daarin aangebrachte sponning, zooals de teekeningen voorstellen. De naden worden met eiken tengels, van ongev. 2 bij 7 cM. gedekt, welke alleen aan de bovenste planken vastgespijkerd worden.

Bij het schuin afwerken der planken verliest men een weinig der plankbreedte; die bewerking verdient echter alle aanbeveling; bij minder voldoenden toestand der tengels is men hierdoor beter tegen het doordringen van den grond beveiligd.

§ 149. In sommige gevallen wordt de hoofdbalk weggelaten, en hiervoor aangebracht: een dek- en een voorplaat van eiken plankhout, zwaar 4 à 5 cM. Vooral is deze wijze van bewerking, zuinigheidshalve, wel aan te bevelen, wanneer de palen van minder deugdzaam materiaal — bijv. greenen dijkspalen — worden genomen. De breedte der dekplank moet voldoende zijn, om de koppen der palen en de vóórplank, die ter halve dikte in de palen wordt ingelaten, te bedekken. De dekplaat moet naar voren afwaterende worden gelegd, en met rozebouten, met langwerpige koppen, die in de richting van de breedte der plank worden geplaatst, worden vastgemaakt.

§ 150. Bestaat de achterbekleeding uit metselwerk — fig. 49 — dan wordt op de watergording en voorheiing een muur aangelegd, en ter hoogte van den hoofdbalk opgemetseld van klinkersteen in sterke tras. In den regel is hier een halfsteens muur voldoende, in enkele gevallen zal men een steensmuur moeten nemen. Deze muurtjes worden in halfsteens verband zoodanig aangebracht, dat zij van achteren tegen elke paal aansluiten en tusschen de palen gebogen vlakken vormen, van ongev. 6 cM. pijl — zie fig. 49 b. Bij steensmuren moet dus alles in koplagen worden gewerkt.

§ 151. Deze soort beschoeiingen worden ook wel uit twee gedeelten samengesteld, nam.: een onder- en een bovenbouw, zooals fig. 50 in doorsnede en een gedeelte opstand aangeeft.

Het onderste gedeelte, dat altijd onder water blijft, kan dan zeer lang dienst doen, zoodat bij reparatiën alleen het bovenste behoeft vernieuwd te worden.

Fig. 50 levert de voorstelling van eene beschoeiing met een houten onderbouw, terwijl de palen van den bovenbouw — kubbestijlen — van ijzer zijn genomen. Bij den onderbouw, die altijd onder water moet blijven, kan alles van vuren hout worden gemaakt. Hij bestaat uit ingeheide palen, waarover een hoofdbalk, en waarvoor schoorpalen zijn aangebracht.

§ 152. Voor palen en schoren neemt men dennen-heipalen, aan den kop ongev. 20 cM. middellijn; deze palen moeten behoorlijk vast in den grond worden geslagen; de lengte, die veelal 4, 5 à 6 M. is, moet zich dus regelen naar de geaardheid van den grond, waarin zij worden geheid. De hoofdbalk of kesp wordt met doorgaande opgewigde pennen en gaten op de palen bevestigd. De schoren, veelal om den anderen paal geplaatst, maken met de te lood staande palen eenen hoek van 30 à 40 graden; zij vallen met een platte borst — zie fig. 51 — tegen de palen, met een vischbek om de kesp, en worden met een doorgaanden schroefbout aan den paal verbonden.

Het is noodig de schoorpalen in te heien, en vóór de palen te brengen, eer de hoofdbalk gelegd wordt. Is de schoorpaal op zijde langs den paal ingeheid, en de paal zooveel noodig van een' vlakken kant voorzien, dan wordt ook de schoorpaal zooveel noodig afgevlakt, opdat hij, met de dommekracht eenige centimeters opwaarts gebracht, juist sluitende voor den paal komt. Na daaraan verbonden te zijn, wordt hij van een vischbek voorzien, voor het plaatsen der kesp.

De schoorpalen dienen om het benedenjuk tegen verzetten te beveiligen; het is derhalve duidelijk, dat er bij de inheiing voor gezorgd moet worden, dat zij in geen geval naar den paal moeten getrokken worden, wat in de practijk echter niet zelden plaats vindt.

§ 153. Op dit benedenjuk worden de palen, in dit geval kubbestijlen genoemd, op ongev. $^1/_{10}$ der lengte achterover hellende, met pen en gat gesteld.

Voor de kubbestijlen neemt men eiken- of gegoten ijzeren palen. In fig. 50 zijn deze van ijzer genomen, waarvan de doorsnede bij a is aangegeven. De ijzeren kubbestijlen kunnen met kleine verzwaringen of borsten tegen den onder- of bovenbalk rusten, en verder op de gewone wijze met pen en gat daarin worden opgesloten; of wel, van onderen en van boven van grootere verzwaringen of ringen — flenzen — voorzien zijn, waardoor de verdere verbinding met houtschroeven of moerbouten kan geschieden. Bij ijzeren stijlen kan ook zeer geschikt een ijzeren plaat voor hoofdbalk gebezigd worden.

§ 154. De verdere bewerking, wat betreft den hoofdbalk, de achterbekleeding en voorheiing, komt overeen met die, welke voor vroegere beschoeiingen is opgegeven. De bekleedingsmuur loopt bij ijzeren stijlen niet achter de palen door: door den vorm aan de

stijlen gegeven — zie bij a — is er geschikte gelegenheid, om tusschen elken stijl een afzonderlijk gebogen muurtje op te metselen. De ijzerdikte kan, om gegoten te worden, niet minder dan 1 cM. worden genomen; de zwaarte van deze stijltjes zal ongev. 45 kgr. per M. zijn.

§ 155. Slechts bij zeer lage enkelvoudige beschoeiingen, zullen deze uit zich zelve voldoende kracht bezitten, om aan de drukking van den achterliggenden grond voldoenden weerstand te bieden. In nagenoeg alle gevallen is eene verankering noodig.

Daar de verankering aan de beschoeiing de noodige sterkte moet geven, om tegen het vooroverdrukken door den achterliggenden grond beveiligd te zijn, moet deze niet te laag worden aangebracht. 't Is voor de duurzaamheid van het hout echter wenschelijk, dat dit steeds in vochtigen grond geplaatst wordt, zoodat het in sommige gevallen verkieslijk is, zich hiernaar te regelen. In elk geval moeten de koppen der palen, waaraan het anker aan de achterzijde is verbonden, voldoende beneden den bovenkant van den grond zitten, opdat daarover de bestrating met zandbedekking ongehinderd kan doorgaan.

§ 156. Voor ankerpalen — ook wel intangen of landvesten genaamd — neemt men gewoonlijk boschkant eikenhout. 't Is niet noodig hiervoor hout van groote afmeting te nemen; de kracht werkt hier alleen in de richting der lengte; eene zwaarte van 12 à 18 cM. is voldoende, om ook bij de noodige verkeeping niet te veel verzwakt te worden. De ankerpaal wordt met bedekte zwaluwstaart op zijde in den paal verbonden, en daaraan verder met een spie- of moerbout bevestigd. Achter over het anker wordt, met bedekten zwaluwstaart — zie fig. 47 e en d — eene korte dwarsbalk gelegd, en daaraan met een hakkelbout verbonden. Verder worden eenigszins ter steek twee palen ingeheid, lang ong. 1,50 à 2 M., waartusschen het anker ligt, en waarachter het dwarsbalkje sluit.

Hoewel de boven omschreven wijze van verankering, zooals in fig. 47 is gebezigd, van ouds de gebruikelijke is, worden daarin vele wijzigingen gebracht. Plaatselijke omstandigheden omtrent de geaardheid van den grond of aanwezig materiaal kunnen hiertoe vooral aanleiding geven.

§ 157. Zal eene verankering aan het doel beantwoorden, zoo moeten in de eerste plaats de palen, waarachter het anker zijn steun moet vinden, in stevigen grond geslagen worden; de lengte van het anker moet daarnaar veelal geregeld worden, aangezien bij het maken der beschoeiing meestal een gedeelte van den daarachter liggenden grond moet worden verwerkt. Om meerdere en vooral ook gelijkmatige kracht aan de verschillende ankerpalen te geven, wordt in sommige gevallen, bij twee en drie naast elkander liggende ankers, eene gording voor de ankerpalen gelegd, welke dus over de geheele lengte tegen den grond rust.

§ 158. Aangezien de verankering nagenoeg altijd boven den waterstand moet gebeuren, en het hout bij afwisseling van natte en droogte schielijk vergaat, 'tgeen vooral een bezwaar is voor de koppen der ankerpalen, bij de verbinding tegen den beschoeiingspaal, worden de de houten ankers meer en meer door ijzeren vervangen. Voor de ijzeren ankers

neemt men rond ijzer van ongev 3 cM. middellijn. Dit anker zit met het eene einde door den ankerpaal, of den daarvoor bestemden dwarsregel achter de ankerpalen — zie fig. 49 en 52. In den regel is dit anker van voren voorzien van eenen kop en van achteren van een schroef en moer, hoewel, om het gemakkelijker en beter te kunnen spannen, op beide einden ook wel een schroef en moer worden gebezigd. Om het indrukken van kop en moer in het hout te voorkomen, wordt hierachter een ijzeren plaatje — contraplaat — gelegd, groot ongev. 7 à 8 cM. zijde.

Zooals bij de houten ankers, worden ook de ijzeren van achteren door ingeheide palen bevestigd. Hiervoor kan men een flinken paal inheien; — fig. 49 —; ook kan men twee palen inslaan, en daarachter eene gording leggen, waardoor het anker wordt gebracht; — fig. 52 geeft dit in platten grond —; of wel, in de plaats van een boschkant eiken paal een breede plaat nemen — fig. 50 —, welke door zijne grootere oppervlakte meer steun tegen den grond vindt.

Om het ankerhout zoo laag mogelijk aan te brengen, laat men het anker naar achteren iets afloopen, en om den vasten stand van de ankerpalen te vermeerderen, slaat men deze iets achterover hellende in den grond.

§ 159. De tot dusver beschreven beschoeiingen worden bij gewone hoogten gebezigd, wanneer nam.: de hoogte van het water ongev. 1 à 1,5 M. boven den grond, en de hoogte der beschoeiing 1,5 à 2 boven den waterspiegel is, derhalve bij eene geheele beschoeiingshoogte van 3 à 4 M.

Wordt er meerdere hoogte vereischt, zoo zal er eene dubbele verankering noodig zijn, om te zorgen, dat de beschoeiing in het midden der hoogte niet door den grond wordt uitgebogen. — In dat geval kan men vóór de doorgaande beschoeiingspalen, schoorpalen, of meer naar beneden eene tweede verankering aanbrengen. 't Is hiervoor noodig de palen door eene gording te vereenigen, waardoor deze verankering, evenals de bovenste door den hoofdbalk, op alle palen wordt overgebracht; daarvoor kan men volgen eene constructie, volgens fig. 60. Waar de beneden-verankering zal worden aangebracht, wordt de gording met voorloeven en bouten en op klossen rustende, aan de palen verbonden; de ankerpalen worden met bedekte zwaluwstaarten in de gording ingelaten, en verder daaraan en aan den beschoeiingspaal met splits- of moerbouten bevestigd.

§ 160. Behalve de beschoeiing, welke uit een onder- en bovenbouw bestaat, en waarbij aan den onderbouw, die altijd onder water moet blijven, belangrijke verbindingen moeten geschieden, kunnen al de beschreven beschoeiingen in den regel zonder voorafgaande droogmaking worden gemaakt. Meestal kan men vooraf wel bepalen, wanneer het water het laagst zal zijn; dàn moet men dus het werk uitvoeren, terwijl het aanbrengen van de watergording, zonder veel bezwaar, wel eenige centimeters onder water kan geschieden.

Wil men eene meer stabiele walbekleeding, zoo bouwt men eenen walmuur. Eene voorafgaande afdamming en droogmaking zijn dan echter dikwijls noodzakelijk; de kosten van

aanleg, die buitendien bij gemetselde walmuren veel hooger zijn dan bij andere beschoeiingen, worden hierdoor somtijds aanmerkelijk verhoogd.

§ 161. Over de verschillende wijzen van afdammen is bij het graven van kanalen reeds gesproken. Alle daar omschreven dammen kunnen ook hier in toepassing worden gebracht; veelal is hier eene eenvoudige afdamming door strijkdammen voldoende. Somtijds kan door een' kleinen aarden dam aan het oogmerk worden voldaan.

Moet de walmuur eene aanmerkelijke lengte hebben, dan is het eenvoudiger en goedkooper, de afdamming bij gedeelten uit te voeren. Hierdoor heeft men minder hoeveelheid materiaal voor de afdamming noodig, en is het gemakkelijker het afgedamde droog te houden. Na het fundeeringswerk voor het drooggemaakte gedeelte uitgevoerd te hebben, wordt het metselwerk tot boven den waterstand opgetrokken, en daarna de afdamming weggenomen, om dit voor het aansluitende gedeelte te gebruiken.

§ 162. De sterkte, welke aan het fundeeringswerk moet gegeven worden, hangt af van den last, dien het moet dragen. In de eerste plaats dus van de afmetingen van den muur zelf; maar ook zijn daarop van invloed de lasten, die bij opslagplaatsen enz. moeten worden opgezet.

De gebruikelijke afmetingen van het fundeeringshout, welke voor goede verbindingen noodig zijn, geven echter voor de gewone gevallen voldoende sterkte; hierom worden al die fundeeringen ongev. van dezelfde soort materialen en op gelijke wijze samengesteld, zooals door de fig. 53 en 54 is voorgesteld. Voor de fundeeringspalen neemt men dennen heipalen.

De dikte van deze palen is gewoonlijk 18 à 20 cM. middellijn, op 1 M. beneden den kop gemeten. Ook wordt wel de lengte van den omtrek opgegeven, waarbij de bast op de plaats der meting wordt weggenomen. Hunne lengte moet echter voor elk werk afzonderlijk worden bepaald. Veelal wordt opgegeven hoeveel de palen, ondere zekere voorwaarden, bij het inheien mogen zakken. De wijze van werken, welke bij den sluizenbouw nader zal worden behandeld, noemt men het heien op stuit.

Het getal palen wordt zoo groot genomen, dat zij ongev. 0,90 à 1 M. midden op midden komen, en wel in rijen loodrecht op den voorkant der beschoeiing. Over deze palen worden, met opgewigde pennen — zie fig. 53 a —, hoofdbalken — kespen — aangebracht. Deze kespen hebben eene zwaarte van 15 en 20 of 20 en 25 cM., terwijl hunne lengte zoodanig moet zijn, dat zij met ooren van 20 à 25 cM. buiten de buitenste palen reiken. Zooals reeds van het fundeerings-hout is gezegd, hebben deze kespen, met het oog op het noodige draagvermogen, overvoldoende afmetingen; hierom laat men ze op hunne platte zijde rusten; zij dekken dan de palen, rusten over de geheele vlakten der borsten, terwijl het gat van de pen daarbij niet zooveel nadeel doet.

Hoeveel palen er in de rij achter elkander moeten komen, hangt natuurlijk van de breedte van den muur af. Veelal zijn twee voldoende, die dan onder den voor- en achterkant van het muurwerk worden geplaatst.

Rechthoekig over de kespen worden, met voorloeven en door hakkelbouten versterkt, een of meer ribben — schuifhouten — aangebracht, ter breedte van 10 à 15 cM. en zoo hoog, dat zij nog 1 of 2 lagen van het metselwerk boven den vloer komen. — Deze schuifhouten worden alleen aan den voorkant — fig. 53 — gelijk met den opgaanden muur, of van voren en van achteren, gelijk met de buitenkanten van het muurwerk, of alleen onder het midden van het metselwerk — fig. 63 —, aangebracht. Door deze schuifhouten wordt het metselwerk tegen verschuiving beveiligd, en worden de jukken onderling verbonden.

Op deze kespen wordt eene bevloering gespijkerd van 5 à 8 cM. plankhout. De tusschenruimten moeten vooraf, ter hoogte van den bovenkant der kespen, met goeden grond worden aangevuld. Wordt deze bevloering niet tusschen de schuifhouten ingesloten, dan maakt men die zóó breed, dat zij ongev. 10 cM. buiten het metselwerk komt.

§ 163. Somtijds worden deze fundeeringen zoo laag aangelegd, dat zij geheel in den grond komen; in den regel komen zij op meerderen of minderen afstand daarboven. Hoewel ook in het eerste geval eene geheele verwaarloozing der verankering veelal niet raadzaam zal zijn, is dit in het laatste geval noodzakelijk. De verankering kan men ook hier, evenals vroeger is beschreven, uitvoeren. Zeer geschikt kan men, om de tweede of derde kesp, deze zooveel noodig verlengen, en dit verlengde gedeelte mede op een, twee of meer ingeheide palen laten rusten, zie fig. 53, plattegrond en doorsnede. Dikwijls worden echter in dit geval schoorpalen aangebracht.

Dit is te meer verkieslijk, omdat daarvoor geene ontgraving noodig is.

§ 164. Even als bij de behandelde beschoeiingen, kan ook hier eene voorheiing niet gemist worden. Bij de in fig. 53 opgegeven constructie, moeten de voorheiingsplanken van boven tegen het schuifhout bevestigd worden; bij deze constructie moet, ter plaatse waar de kespen komen, hiervoor een gedeelte worden uitgezaagd. Dit geeft weinig bezwaar, omdat voor dat gedeelte juist een paal staat; bovendien kan men boven dat afgezaagde deel een groef in de kesp maken, en daarin de koppen der planken opsluiten. Loopt de vloer geheel over de voorheiing, dan wordt deze 1 à $1^1/_2$ cM. in den vloer ingelaten — ingekroosd.

Fig. 54 geeft eene meer kostbare, maar betere constructie aan. Over de voorste palen is hier een hoofdbalk aangebracht, waarop de hoofdbalken der jukken met voorloeven en hakkelbouten zijn verbonden.

§ 165. Op de fundeering wordt de gemetselde muur opgetrokken. In den regel gebruikt men hiervoor vlakken klinkersteen in sterke tras.

Zijn de muren dik, dan worden de een- of een en een halve steens voorlagen wel van klinker in sterke tras, en de achterliggende van grauwe steen in basterd tras genomen. Dit geeft besparing van kosten; 't is echter nog al bezwaarlijk, daarbij verzekerd te zijn, dat voor de bepaalde voorlagen altijd sterke tras wordt gebruikt, en ook gaat het moeielijk, met deze verschillende soorten van steen met vlakke lagen te werken, zoodat men tusschenbeide tot het werken met kasten zijn toevlucht zal moeten nemen. Het ver-

schil van materiaal geeft ook aanleiding tot verschillende inklinking en zakking. Geeft het werken met verschillend materiaal hier dus geene groote besparing, dan doet men veelal beter — althans wat de specie betreft — voor den geelen muur hetzelfde te nemen.

§ 166. Voor den vorm van den muur neemt men aan den voorkant veelal een loodrechten of nagenoeg loodrechten stand, terwijl de achterkant met versnijdingen wordt opgetrokken, zie fig. 53 en 63. Hierdoor wordt de onderbreedte of de aanleg grooter dan de bovenbreedte. Ook maakt men den voorkant van den muur wel achterover hellende.

Aangezien de lagen metselwerk waterpas worden gelegd, waarbij men, om het inwateren tegen te gaan, nog moet zorgen, dat de voorste steenen iets afwaterend liggen, zullen, bij achteroverhellenden stand, de lagen telkens een weinig achterwaarts moeten springen; hierdoor ontstaat er gelegenheid, dat het water en vuil op deze trapjes staan blijft, waardoor het inwateren en begroeien zeer wordt bevorderd. De ondervinding heeft dan ook geleerd, dat een muur met eene groote helling dikwijls moet worden hersteld.

Een achteroverhellende stand is voor de stabiliteit van den muur zeer voordeelig; men zou daarom het profiel onder water — waar de boven opgegeven bezwaren natuurlijk grootendeels vervallen — voor zoo ver dit niet voor andere zaken nadeelig is, eene grootere helling kunnen geven, en dit boven water zeer weinig doen hellen. Eene geringe helling is, bij hooge muren, ook aan te bevelen, omdat zij zich anders aan den beschouwer als vooroverhellende zullen voordoen.

§ 167. Even als de beschoeiingen moeten ook de walmuren aan de drukking van den achterliggenden grond, soms door lasten verzwaard, weerstand kunnen bieden. — Bij het bepalen der afmetingen moet dit dus in aanmerking worden genomen, zoowel als de meerdere of mindere samenhang van den achterliggenden grond. Volgens de regels, ter bepaling van de afmetingen van bekleedigsmuren, komt men, wanneer de aanvullingsgrond niet geschikt is, tot de volgende berekening:

Bij eenen loodrechten stand van voren, en de helling van achteren op $^1/_4$ bepalende,
de bovendikte van den muur gelijk 0,2154 maal de hoogte van den muur;
de onderdikte „ „ „ „ 0,4654 „ „ „ „ „ „
en de achterste helling op $^1/_{10}$ aannemende:
de bovendikte van den muur gelijk 0,3352 „ „ „ „ „ „
de onderdikte „ „ „ „ 0,4352 „ „ „ „ „ „
en is van achteren de stand ook loodrecht, dan verkrijgt men eene doorsnede van 0,4119 maal de hoogte.

De helling van voren op $^1/_{24}$ bepalende, zouden voor de boven opgegeven cijfers respectievelijk moeten geplaatst worden: 0,1744, 0,4661, 0,2942, 0,4359, en voor het laatste getal: 0,3709 h × 0,4126 h, of als gemiddeld profiel 0,3917 h^2.

§ 168. Bij vele muren in ons land is aangenomen: 0,42 h voor de onder- en 0,33 h voor de bovendikte; dit geeft echter, vooral bij eenigszins samenhangenden grond, zeer groote afmetingen; aan andere sluis- en bekleedingsmuren is, bij eene helling aan de

voorzijde van $^1/_{20}$ der hoogte, eene onderdikte gegeven van 0,36 h, bij eene bovendikte van 0,18 h. Ook deze muren hebben daarbij bewezen de noodige sterkte te bezitten. Overigens zal op het berekenen der afmetingen van de fundeeringsmaterialen en muren bij de steenen bruggen worden teruggekomen.

§ 169. De muren worden van boven gedekt door gemetselde rollagen of hardsteenen platen, veelal zwaar 1 steen; voor rollagen is de breedte gelijk aan de bovenbreedte van den muur, voor hardsteenen platen bepaalt zich dit, bij zware muren, veelal tot 30 à 60 cM. De verschillende stukken hardsteen sluiten daarbij door eene verbinding met hol en dol, of met vischbekken tegen elkander, evenals die bij de sluismuren zal worden vermeld. De bevestiging dezer hardsteenen platen op het metselwerk geschiedt met krukankers, welke van onderen met een dook in de hardsteenen worden vastgegoten, en met een omgezet einde in het metselwerk worden opgesloten, — zie fig. 53.

§ 170. Hoewel niet altijd, worden toch de steenen walmuren ook wel verankerd, vooral daar, waar de achtervulling van den grond dadelijk ter volle hoogte moet plaats hebben. Die ankers, welke altijd van ijzer moeten genomen worden, kunnen vóór den muur door een schieter of roset worden bevestigd, of ook wel met een schieter of omgezet einde in het muurwerk geplaatst worden.

§ 171. Somtijds worden achter de bekleedingsmuren, om de 2, 3 of meer Meters afstand, verzwaringen gemetseld, — contraforten — waardoor de vaste stand vermeerdert, maar de kosten van aanleg aanmerkelijk vergrooten. Over de contraforten zal bij den sluizenbouw nader worden gehandeld.

§ 172. In plaats van gebakken steen gebruikt men ook bazaltsteen. De basaltstukken, welke in vrij regelmatigen vorm en van verschillende lengten te verkrijgen zijn, worden daarbij in een bed van beton op elkander gestapeld, zooals fig. 55 en 61 aangeven. Het profiel van fig. 61 is aangewend te Neuzen, aan het kanaal van Neuzen naar Gent. Deze basaltmuur heeft eene hoogte van 3,95 M., en is in aanleg 1,65 M. en van boven 1,00 M. zwaar. De helling aan de voorzijde bedraagt $^1/_{20}$ der hoogte, terwijl de vloer $^1/_{20}$ der breedte naar achteren afloopt. De muur is gedekt met hardsteenen platen, breed 50, dik 25 cM. Is de muur daarvoor niet te zwaar, zoo kan de dikte overal uit één steen bestaan; in den regel is de bovendikte minder dan de aanleg; in dat geval moeten alsdan de steenen, ongev. regelmatig, in lengte afnemen. Heeft de muur meerdere dikte, dan worden er zooveel steenen achter elkander gelegd, als noodig is, om overal de bepaalde dikte te verkrijgen. Door hierbij steeds met steenen van ongelijke lengte te werken, moet men zorgen voor een goed verband, zoodat de voegen geregeld verspringen. Kleiner stukken dan 50 à 60 cM. lengte worden veeal niet toegestaan. De voegen worden aan de voorzijde, — 20 à 30 cM. diep, met sterke tras of portlandsch cement, waaraan door bijmenging van zwartsel de basaltkleur is gegeven, volgevoegd. Even als de gemetselde muren worden ook deze met hardsteen gedekt.

§ 173. Bij de dokwerken te Nieuwe Diep zijn de basaltstukken, zonder beton of

verbindings-materiaal er tusschen, en dus los op elkander, opgestapeld; achter dien muur is eene bekisting van zeewier aangebracht, die een waterdicht geheel oplevert. — Fig. 56 geeft het profiel van den basaltmuur, die bij de nieuwe havenwerken te Harlingen is gemetseld; terwijl fig. 58 eene basaltbeschoeiing voorstelt, aangewend bij de scheepskom te Hellevoetsluis.

§ 174. Somtijds is het verkieslijker in plaats van eene houten fundeering eene betonbestorting onder den muur aan te brengen. Heeft men bijv. met het oog op het draagvermogen, goede grondsoort en ligt deze ter plaatse, waar de walmuur moet worden aangelegd, ongev. gelijk met het laagste water, zoo zou men, zonder afdamming en droogmaking, eene betonbestorting kunnen aanbrengen, en daarop den muur opmetselen. Fig. 59 geeft een voorbeeld daarvoor aan. Het verbreeden van de oppervlakte der betonbestorting zal den last over eene groote oppervlakte verdeelen, en dus het draagvermogen vermeerderen, zoodat men dien aanleg moet regelen overeenkomstig de geaardheid van den grond, en de hoeveelheid metselwerk, die er op rusten moet. Bij de hier aangegeven bewerking is een regel damposten ingeheid, waarachter de sleuf voor de betonbestorting kan worden gegraven of gebaggerd; de damposten zijn door een regel vereenigd, die met krukankers in het beton is verankerd. Mocht de aansluitende glooiing zich verdiepen, zoo zal dit voor de constructie geen bezwaar opleveren, ook al gaat het bovenste gedeelte der voorheiing tot verrotting over.

In fig. 62 wordt een walmuur op betonfundeering voorgesteld, zooals die is gebouwd voor losplaatsen van het kanaal door Zuid-Beveland.

Fig. 64 stelt den aanleg voor van eene basaltkade te Apeldoorn gebouwd.

§ 175. Over de voor- en nadeelen van de basaltmuren tegenover de gemetselde muren, zijn de deskundigen het over 't geheel niet eens. Voor groote en kolossale werken, kaaimuren voor zeehavens enz. zal een basaltmuur te prefereeren zijn. Bij groote werken zullen de kosten beneden die der gemetselde muren blijven; het meerdere specifiek gewicht geeft het een meer vasten stand, hoewel de verbinding van beton en steen, tot het vormen van eene geheele massa, verre bij die van metselwerk van gebakken steen zal ten achteren staan. De ruwe, wreede oppervlakte en het forsche aanzien van het geheel, maakt bij kolossaal werk een gunstigen indruk, waardoor de schippers des te voorzichtiger zullen zijn, en zorgen door het uithangen van wrijfhouten, dat het schip niet met den muur in aanraking komt.

Daar de stabiliteit van den muur bij deze groote opgestapelde steenen niet zooveel van de volkomene compacte massa afhangt, als bij die van gemetselde steenen, zal eene verzetting door ongelijke verzakking ook minder bezwaar geven.

Hieruit volgt, dat deze muren beter geschikt zijn, om zonder fundeeringswerken te worden gebouwd, en ook om over eene gegeven lengte op ongelijke hoogten te worden aangelegd, wat belangrijke voordeelen kan geven. Hoewel men dus bij groote werken en in sommige gevallen ook bij andere, de voorkeur aan basaltmuren zal geven, zal toch in de gewone gevallen meer een muur van gebakken steen worden genomen.

Bij aanlegplaatsen, sluizen, bruggen enz., langs of in kanalen, welke door binnenschepen worden gebruikt, vervalt de aanbeveling van den goeden indruk der basaltmuren, om der kolossaalheidswille; integendeel zullen hier gemetselde muren veel aangenamer aanzien opleveren. Om de ruwheid van den basaltmuur zijn zij in dit geval minder te verkiezen, en bij het aanvoeren van kleine hoeveelheden op meer binnenlands gelegen kanalen, zullen de kosten die der gemetselde muren overtreffen.

DUIKERS.

§ 176. Door het aanleggen van wegen, dijken of wateren, wordt de gemeenschap van het water, dat met elkander in verbinding staat en moet blijven staan, niet zelden verbroken. Hierin zal dan door kunstwerken moeten voorzien worden. Dit geschiedt door het aanleggen van bruggen en duikers, waardoor in de wegen of dijken de noodige opening tot doorlating van het water wordt verkregen. Bij eene scheiding door een kanaal moet deze vereeniging, of door eene sluis, of door eenen grondduiker geschieden, zooals reeds bij de kanalen is vermeld. Geldt het eene verbetering van bestaande wegen, waar deze waterleidingen reeds aanwezig zijn, dan kan het getal en de grootte der benoodigde openingen, volgens de daarbij opgedane ervaring worden bepaald. Bij nieuwe doorsnijdingen of afsluitingen, is het bepalen van het noodige doorstroomings-vermogen niet altijd gemakkelijk; vooral niet, zoo de waterafvoer in verschillende tijden belangrijk verschilt. Zoo mogelijk, moet men dan door eene vergelijking van soortgelijke bekende toestanden, tot eene bepaling zien te komen. Ontbreken deze gegevens geheel, dan doet men wel, voorloopig de aangenomen openingen door noodbruggen te overspannen, om, na hieromtrent eenige ondervinding opgedaan te hebben, tot het definitief aanleggen der noodige kunstwerken over te gaan. Neemt men te kleine openingen, waardoor het water in sommige tijden niet genoeg kan afstroomen, dan kan dit zeer nadeelige gevolgen hebben. Zijn er geene grootere openingen noodig, dan van 2 M. breedte, zoo tracht men deze door duikers te bekomen; bij grootere openingen worden bruggen aangelegd.

Bij eenen duiker kan het profiel van den weg steeds doorgaan, en is hij eenmaal gelegd, zoo is men een geruimen tijd van de groote lasten, die bij het herstellen van in den wegliggende bruggedekken ontstaan, verschoond.

§ 177. Voor kleine aftappingen kan men gebruik maken van eene eenvoudige betimmering, door bijv. een driehoekige riool of goot samen te stellen, bestaande uit drie, meestal eiken planken, die aan elkander worden gespijkerd; of wel van een vierhoekigen vorm, waarbij de zijwanden elk uit een plank breedte bestaan, welke door een onderen bovendek, van korte dwarsplanken, zijn vereenigd. Voor deze kleine riolen wordt echter meer gebruik gemaakt van ijzeraardbuizen, eene soort van gebakken steenen buizen, welke in verschillende afmetingen verkrijgbaar zijn. Elke buis is aan de eene zijde voorzien van een kraag, waadoor zij in elkander kunnen gestoken worden. 't Is natuurlijk,

dat deze buisleiding, daar zij uit kleine stukken bestaat, op eene vaste grondlaag moet aangelegd worden, opdat geene ongelijke verzakking kan plaats hebben. Deze kleine gooten moeten flink afwaterende worden aangelegd, om verstopping te voorkomen, wat hierbij licht geschiedt.

§ 178. Voor een grooter doorstroomingsvermogen kan men de houten duikers inrichten, zoo als de fig. 66 en 67 aangeven. De houten duikers worden samengesteld van eiken plankhout, ter zwaarte van 5, 6 à 10 cM., de zijwanden uit twee of drie breedten, volgens de lengte aangebracht; en het onder- en bovendek uit korte gedeelten, rechthoekig op de lengte van den duiker. Deze planken worden in elkander gespijkerd, en om den meter versterkt door inwendig aangebrachte klampen of uitwendig raamwerk. Bij inwendige beklamping — fig. 66 b en c — worden twee opstaande stukken tegen de zijwanden gespijkerd, van onderen en van boven een weinig in de bevloering en het dek ingelaten; hiertusschen worden, op den vloer en tegen het bovendek, twee andere stukken juist passend aangebracht en vastgespijkerd. Door dit raamwerk van klampen worden de zijwanden tegen naar binnendrukking beveiligd.

Dit raamwerk, dat ook uit bovengenoemd plankhout bestaat, zal het doorstroomen van het water eenigszins belemmeren, wat echter weinig nadeel doet.

§ 179. In de plaats van deze inwendige klampen, kan men den koker omsluiten met een raamwerk van ribhout, zw. 10 bij 12 of 10 bij 15 cM., zooals in fig. 67 a en b is voorgesteld. De staande stijltjes zijn van pennen voorzien, en in de daarvoor in de onder- en bovenregels aangebrachte gaten opgesloten. In dit geval moeten de zijwanden tegen de opstaande regels van het raamwerk worden gespijkerd, om deze voor indrukking te beveiligen. 't Is daarom noodig voor die bespijkering flinke taaie spijkers te nemen, van voldoende lengte, opdat de einden omgeslagen kunnen worden.

§ 180. Bestaat er, of om de sterke strooming, welke door den duiker zal geschieden, of om de slechte geaardheid van den grond, waarop hij moet gelegd worden, eenige zorg, dat de grond onder den duiker zal wegspoelen, dan moet men eene voorheiing aanbrengen. In de meeste gevallen zal dat noodig zijn.

Deze af- of voorheiing, waarvan de planken ongev. 1 à 1.5 M. lang zijn, moet onder de beide einden van den duiker worden aangebracht en loopt langs de beide vleugels rond, of wordt aan weerszijden ongev. 0.5 à 1 M. buiten den duiker doorgetrokken. Hiervoor wordt onder de einden van den duiker een juk geplaatst, bestaande uit een paar ingeheide palen en eenen hoofdbalk, van bekende constructie. Achter dezen hoofdbalk of kesp worden de planken ingeheid en daaraan met spijkers bevestigd. Een en ander zal uit de figuren voldoende blijken. Ook al meent men de voorheiing niet noodig te hebben, zal het wel voor regelmatige steunpunten in den regel noodig zijn, op de einden, en bij vrij groote lengte ook op een of meer plaatsen onder den duiker dwarsleggers te leggen, waarop deze kan rusten.

§ 181. In gewone gevallen zal er geen bezwaar bestaan, om, bij gebrek van voor-

heiingen, het juk weg te laten; de regel ingeheide damposten kan van boven met een rib of plank worden versterkt en daarop, of daarin eenige centimeters gezonken, de duiker worden gelegd.

§ 181. Wanneer de koker met houten ramen wordt omsloten, dan kan men van de beide eindramen de staande stijlen zooveel langer nemen als noodig is, om deze ook voor heipalen dienst te laten doen; de onderregels kunnen dan, zooveel noodig verlengd, van achteren in de stijlen verkeept, tevens voor kespen worden gebruikt.

Veelal worden de duikers op de einden volgens het beloop dier glooiingen hellende bewerkt; zie fig. 66; geschiedt dit niet, dan is het noodig om vleugels — beschoeiingen — aan te brengen, waartegen de glooiingen kunnen sluiten, zie fig. 67 b en c.

§ 183. Men moet de duikers kunnen afsluiten, wanneer zij slechts dienen tot het afvoeren van water in ééne richting, en het te verwachten is, dat het water aan de andere zijde somtijds hooger zal zijn, en alzoo in tegenovergestelde richting door den duiker zou loopen. Ook is dit noodig, wanneer men de gelegenheid voor al of niet afstrooming overeenkomstig verschillende toestanden moet regelen. In het eerste geval zal het veelal wenschelijk zijn, dat de afsluiting, aan die zijde waar het water niet mag inloopen, door zich zelve regelende kleppen of deuren geschiedt. Hiervoor geven de fig. 67 en 77 twee constructies aan. In fig. 66 is het einde van eenen duiker voorgesteld, die volgens het beloop der glooiing is bewerkt. Het vooreinde is afgesloten door eene klep, die van boven om eene as draait en in gesloten toestand juist op de opening sluit. Is nu het water in den duiker hooger dan dat hetwelk voor de klep staat, zoo zal de klep zich openen en gelegenheid tot afstrooming geven, terwijl zij zich in het tegenovergestelde geval, of reeds bij gelijken waterstand zal sluiten en het inloopen beletten. Veelal verbindt men het vooreinde van de klep door eene ketting met den kesp, waardoor zij zich niet verder dan de kettinglengte kan openen en niet zoo gemakkelijk geheel open, en dus buiten werking kan gesteld worden. Bij duikers, welke aan de einden rechthoekig zijn bewerkt, en waarbij derhalve het aanbrengen van vleugels noodzakelijk is, wordt deze afsluiting door deurtjes verkregen. In fig. 67 b en c is een dezer deurtjes gesloten, terwijl de geopende stand in b door gestippelde lijnen is aangegeven. Deze deuren kunnen door duimhengels of andere scharnieren aan de stijlen worden afgehangen. Bij geopenden stand mogen zij niet tot in de lengterichting van den duiker kunnen opendraaien, maar steeds iets naar binnen blijven staan, daar zij zich anders, bij het van die zijde inloopen van het water, niet zouden sluiten. Hierom wordt achter dit deurtje, aan de beschoeiing, een juk of stijltje verbonden, wachter genoemd, waarvoor het deurtje, bij het uitstroomen niet verder kan opendraaien dan wenschelijk is.

§ 184. Somtijds is het noodzakelijk, dat men het al of niet doorstroomen van het water, van welke zijde dan ook, zelf moet regelen. In dit geval is eene schuif, zooals in fig. 68 a en b is aangegeven, geschikt. De schuif loopt in sponningen tusschen de beide voorste stijlen. Hierop is een ijzeren stijl bevestigd, die door den hoofdbalk van het

voorste juk loopt, en aldaar met een oog eindigt. Met dezen stijl kan men de schuif op- en neerlaten. In den stijl zijn gaten aangebracht, waardoor men een ijzeren pen kan steken, welke, op de hoofdbalken rustende, de schuif op de gewenschte hoogte houdt. Met een hangslot kan men hem in alle standen sluiten.

§ 185. De houten duikers liggen in den regel deels boven, deels onder water; daar het hout, vooral bij afwisseling van natte en droogte, zeer schielijk vergaat, zullen dus aan de houten duikers zeer veel herstellingen moeten plaats hebben. Het herstellen van in den weg liggende duikers zal eene opgraving in den weg noodzakelijk maken, welke niet alleen stremming der passage, of in elk geval lasten veroorzaakt, maar ook de deugdzaamheid van den weg zeer benadeelt.

Het maken van steenen duikers verdient dan nagenoeg altijd aanbeveling boven die van hout.

§ 186. Waar natuurlijke steen voorhanden is, wordt van dit materiaal dikwijls gebruik gemaakt; de bewerking is dan zeer eenvoudig. De bevloering bestaat uit platte stukken van twee lagen hoogte en is zoo groot, dat de geheele duiker daarop kan geplaatst worden. De zijmuurtjes, die hierop moeten gemetseld worden, bestaan uit regelmatige stukken van ongev. 30 cM. zwaar, ter hoogte van ongeveer 50 á 60 cM., terwijl de duiker gedekt wordt door platte stukken.

§ 187. In ons land worden de duikers nagenoeg alle van gebakken steen gemetseld.

Voor geringe doorstroomingen kunnen ook deze, evenals voor die van hardsteen is opgegeven, uitgevoerd worden. Op twee platte lagen steenen in zand, kunnen de zijmuurtjes van een steen opgemetseld worden, terwijl de dekking met tegels kan plaats hebben en voor bevloering, tusschen de zijmuurtjes een halfsteens rollaag — dus een steen op zijn kant in halfsteens verband — kan aangebracht worden. Overigens komt de hoofdbewerking der gemetselde duikers hierop neer, dat op twee zijmuren — rechtstandsmuren — een boog wordt geslagen, zoodat de afstand tusschen deze twee muren de breedte, en die tusschen den vloer, waarop soms de zijmuren staan, of die tusschen de zijmuren is aangebracht, tot den onderkant van den boog, de hoogte van de opening des duikers is. De lengte van deze duikers is veelal gelijk met de kruinbreedte van den weg, waaronder hij ligt — zie de doorsnede des duikers in fig. 75 en 78 — waarbij op de einden hoofdmuurtjes worden opgetrokken, tot de volle hoogte van den weg, om den grond te keeren. Ook laat men de duikers wel doorloopen, tot dat zij of geheel, of nagenoeg de glooiingen snijden — zie fig. 83 bij b. Hierdoor vervallen de somtijds vrij hooge frontmuren en vermindert de grootte der vleugels; echter zal men deze winst door de meerdere lengte van den duiker wel verliezen.

§ 188 Bij samenhangende en vaste gronden, waar geen groote afmetingen noodig zijn, kan eene eenvoudige bewerking, zooals de fig 69 en 70 in doorsnede aangeven, worden toegepast. Nadat de grond goed vlak en vast is aangestampt, wordt eene platte laag steen gelegd: volgens fig. 70 op dezelfde hoogte onder den geheelen duiker door,

en volgens fig. 69 onder de rechtstandsmuren en vloer op verschillende hoogten. Deze laag wordt met zand en water ingewasschen, en daarop de verdere duiker met vleugels opgemetseld. Het metselwerk is klinker in sterke-, of hardgrauwe steen in basterd-tras.

Deze eenvoudige wijze van aanleg zal echter slechts in enkele gevallen voldoende zijn. Hierbij bestaat veelal te veel gevaar voor ongelijke verzakking, of dat het water zich een weg zal weten te banen onder den duiker door, en hem daardoor dus langzamerhand zal ondermijnen. Nagenoeg altijd zal men moeten overgaan tot het leggen van eenen doorgaanden houten vloer — zie fig. 72 —, die veelal op een los roosterwerk of op kespen bevestigd is, zooals dit bij den duiker, voorgesteld in de fig. 73 tot 76, plaats vindt. Fig. 76 geeft den platten grond, en 75 de lengtedoorsnede; voor de eene helft is in den platten grond alleen het roosterwerk, en voor de andere helft en doorsnede is alleen het vloerhout en de schuifhouten, of ook het metselwerk van den duiker hierop gedeeltelijk of geheel uitgevoerd, voorgesteld; fig. 73 geeft de doorsnede over het midden en fig. 74 den opstand voor een der einden aan. In de meeste gevallen zal men daarbij ook eene voorheiing onder de einden van den duiker moeten aanbrengen, om te beletten, dat het water onder den duiker kan doorstroomen, zooals dat mede bij de laatstgenoemde duiker is toegepast; terwijl men zich zeer vaak genoodzaakt ziet het geheel op ingeheide palen te doen rusten — zie fig. 71 en 77 tot 82.

§ 189. 't Geen omtrent het fundeeringswerk bij de gemetselde walmuren is gezegd, is ook hier van toepassing. Hoewel eene vulling tusschen de kespen ook daar is bepaald, is het hier nog meer van uiterst belang, dit wel aangezet met goeden klei- of leemgrond te bewerken, om allen doorgang van het water onder den duiker door tegen te gaan.

§ 190. De zandstrooken, welke, zooals uit de figuren blijkt, op verschillende wijzen worden aangebracht, dienen ook hier voor koppel- en schuifhouten. Zij worden daarom met voorloeven over de kespen gewerkt, en daarop met een hakkelbout verbonden; hunne zwaarte moet zoo worden genomen, dat zij een steens dikte boven den vloer komen, om in het metselwerk te kunnen worden opgesloten.

§ 191. De zijmuren worden met versnijdingen opgetrokken, — zie teekeningen. Bij duikers in de gewone toestanden, en eene breedte van 60 à 75 cM., voor het onderste gedeelte $1^1/_2$ steen tot de halve hoogte, en verder tot het begin van 't gewelf 1 steen zwaarte, waarbij de hoogte der zijmuren ongev. gelijk aan de doorstroomings-breedte is. Overigens worden de zijmuren, al naar gelang de grootte van den duiker en den druk waaraan hij weerstand moet bieden, aangelegd ter dikte van 2, $2^1/_2$ of 3 steen, en opgetrokken met een of meer versnijdingen. Op de rechtstandsmuren, welke altijd met eene koplaag moeten eindigen, wordt de boog geslagen. Voor het overwerken van deze bogen worden formeelen geplaatst, zooals door fig. 69 is aangegeven. Zij moeten met zooveel kleiner straal dan de onderzijde van den gewelfboog beschreven zijn, dat daarop doorgaande latten kunnen gelegd worden, om den boog bij het overmetselen te ondersteunen.

Bij groote spanningen rekent men iets voor het zakken van den boog na het wegnemen

der formeelen; zal men dus de aangenomen lijn en hoogte behouden, dan moeten de formeelen daarvoor in den top iets hooger worden gesteld, voor halfcirkelvormige bogen bijv. ongeveer $^1/_{600}$ der spanning.

§ 192. De formeelen worden op onderlinge afstanden geplaatst, zoodat de latten het gewelf zonder doorzakken kunnen dragen, en rusten op een paar stijltjes. Deze stijltjes worden op wiggen geplaatst, waarvan het ondervlak horizontaal is; door het meer en minder aanslaan van deze wiggen kunnen de formeelen zuiver gelijk in hoogte worden gezet, en door het terugslaan hiervan later gemakkelijk iets zakken, of worden weggenomen.

De hier opgegeven formeelen bestaan uit in het verband verspringende, tegen elkander gespijkerde plankjes, waaraan van boven de noodige vorm is gegeven, en rusten op een paar gespijkerde latten — zie de voorstelling daarvan in fig. 69. Bij grootere bogen, waaraan ook wel, in plaats van den half-cirkelvorm, dien eener ellips, termijnboog, parabool enz. wordt gegeven, zal eene meer samengestelde betimmering noodig zijn, om voldoende sterkte te verkrijgen.

De latten, waarover het gewelf moet geslagen worden, worden op deze formeelen gespijkerd, of wel alleen die bij den wortel van het gewelf en boven, terwijl de andere gedurende het opmetselen van het gewelf los op de formeelen worden gelegd.

§ 193. Er moet bij gewelven voor gezorgd worden, dat deze van boven door eenen geheelen steen en niet door kijlstukken worden afgesloten, tenzij de kijlstukken weinig behoeven te geeren en daarvoor worden bijgeslepen; hiervoor is het noodig, dat op de beide einden vooraf de verdeeling der lagen wordt uitgezet, en deze uitzetting op de latten wordt aangeteekend.

Bij de gewone duikers wordt deze voorzorgsmaatregel soms verzuimd, alleen eenige der laatste lagen worden dan uitgezet, om te zien hoe men, met betrekking tot de meerdere of mindere dikte der voegen, moet handelen, om bij de sluiting goed uit te komen. Dat dit vermeerderen en verminderen van voegdikte in elk geval zeer weinig moet zijn, en de eerste wijze van behandeling, bij deze eenvoudige gewelven, ook altijd moest worden toegepast, zal ieder duidelijk zijn. Vermeerdering of vermindering van de voegdikte zal altijd nadeelig werken op de geheele zetting van den boog.

De sluitsteenen moeten goed klemmende worden ingedreven, zonder dat daarop wordt geslagen.

§ 194. In de frontmuren wordt de sluitsteen ook wel van hardsteen genomen, zooals in fig. 78 wordt voorgesteld.

§ 195. De zijvlakken der steenen moeten bij halfcirkelvormige gewelven alle naar de aslijn van den cilinder gericht zijn. Hiervoor wordt op elk einde van het gewelf een plank — porringplank — aangebracht, welke om het trekpunt van den cirkelboog vrij kan draaien, en waarvan de zijden in de richtingen van de stralen des cirkels loopen.

Naar de zijden dezer porringplanken worden de steenen op de beide einden gezet en daarnaar de tusschenmetseling geregeld. Ook wordt bij de kleine gewelven, in het

middelpunt van den boog op de eindformeelen wel een spijker geslagen, waaraan een touwtje verbonden wordt, om voor porringdraad dienst te doen.

§ 196. Het opmetselen der gewelven moet aan beide zijden gelijktijdig geschieden; dit is noodzakelijk, omdat anders de formeelen, niet gelijkmatig belast wordende, zich zouden kunnen verzetten. Om de voegen van buiten niet grooter te maken dan hoogst noodzakelijk is, moeten zij van binnen zoo dun mogelijk zijn; echter moet er voor gezorgd worden, dat de steenen ook daar niet koud — dat is zonder specie er tusschen — aan elkander sluiten.

§ 197. Bij gewone duikers, bijv. die tot eene wijdte van 0.75 M., en waarbij deze geen buitengewonen last behoeven te dragen, bestaan de gewelven veelal uit een halve steen zwaarte in halfsteensverband gemetseld. Wordt er meerdere dikte vereischt, dan slaat men veelal twee of meer halve steens of één steens rollen over elkander. Een 1- of $1^1/_2$ steens gewelf, geeft door het doorgaand verband eene betere vereeniging, maar de voegen worden daarbij, zelfs bij bogen met eenen langen straal beschreven, van boven ook zeer groot; zoodat er dan te veel van de metselspecie, als wiggen, moet gevraagd worden. 't Zou zeker voor de sterkte voordeelig zijn, wanneer men, bij het aanbrengen van verschillende rollen, op geregelde afstanden steenen aanbracht, ter volle zwaarte van het gewelf, om de verschillende rollen te verbinden. Door deze steenen van hardsteen te nemen, zou men daaraan de noodige wigvormige gedaante kunnen geven en ze zóó kunnen plaatsen, dat zij voor decoratie in het gewelf dienst deden.

Bij de één steens bogen worden de steenen alle patijts geplaatst, zoodat er van onderen in het gewelf alleen koppen in het gezicht komen. Om het verband te bekomen, en dus de voegen te laten verspringen, wordt er op de einden om de andere laag met drieklesoren gewerkt, waardoor de boog op de einden het aanzien verkrijgt, alsof hij uit streksche en koplagen bestaat. Ook dàn, wanneer het gewelf uit meer rollen bestaat, wordt het aan de einden als uit ééne dikte bestaande voorgesteld. Een gewelf uit twee halve steens rollen bestaande, sluit men dus aan de einden af door eenen 1 steens boog.

§ 198. Men moet, bij het aanbrengen van meer rollen, niet rol voor rol overwerken en afsluiten; de volgende rol zal zich daarbij niet zoo goed met het metselwerk der voorgaande verbinden. 't Zou aanleiding kunnen geven dat, met het wegnemen der formeelen, de rollen zich van elkander scheidden, en dus de sterkte verbroken werd. Daarom moeten zij, zooveel mogelijk, met elkander overgeslagen en afgesloten worden. Om verder nog voor mogelijke ongelijke zakking te zorgen, laat men, nadat de eerste, of eerste en tweede rol zijn afgesloten, de formeelen iets zakken en sluit daarna de overige rollen af.

§ 199. Over den tijd, wanneer de formeelen moeten weggenomen worden, wordt verschillend geoordeeld; sommigen willen ze zoo spoedig mogelijk, anderen zoo laat mogelijk wegnemen. Bij gebruik van gewone metselspecie zal echter, ook al neemt men ze zoo laat mogelijk weg, nog aan geene verharding der specie kunnen gedacht worden. Een dadelijke wegneming zal, wanneer het gewelf in korten tijd overgeslagen kan zijn, en dadelijk

niet belast wordt, misschien wel doelmatig wezen; het verbindingsmateriaal zou daarbij in alle poriën der steenen dringen en de sterkte van het metselwerk vermeerderen. Met het oog daarop zal echter het tijdsverloop tusschen het eerste en laatste metselwerk te groot zijn, eene verstijving heeft dan reeds plaats gehad, zoodat in den regel de formeelen na afloop van het werk kunnen weggenomen worden, aannemende dat zulks niet zoolang zal duren, of de specie zal nog eenige zetting kunnen toelaten.

§ 200. De rechtstandsmuren hebben bij het begin van het gewelf altijd meerdere dikte dan de boog zelf. Op de daardoor ontstane versnijdingen en den boog rusten de frontmuren. Zij worden, al naar hunne hoogte is, 1, $1^1/_2$ of meer steenen zwaar genomen met versnijdingen opgemetseld, en afgedekt met eene gemetselde rollaag of hardsteenen plaat. Rollaag en plaat steken veelal 1 à 2 cM. buiten het opgaande werk.

§ 201. Bij het aanbrengen van eene rollaag worden hier, even als dit overal bij dergelijke gevallen moet gebeuren, op de beide einden van den frontmuur stukken hardsteen geplaatst, waartusschen de rollaag is ingesloten. De hardsteenen dek- en hoekstukken, bij metselwerk aangebracht, worden daaraan met krukankers bevestigd.

§ 202. De duikers moeten in den regel van vleugels voorzien zijn, waartegen de glooiingen kunnen aansluiten. Die vleugels kunnen zeer eenvoudig van hout worden samengesteld, zooals fig. 67 b en c aangeeft. In den regel echter bestaan zij mede uit metselwerk, en moeten dan op de doorgaande fundeering van den duiker worden aangelegd, zie fig. 74 tot 82. De lengte der vleugels staat in nauw verband met- en hangt grootendeels af van de richting, welke daaraan wordt gegeven. Die richting moet naar plaatselijke toestanden worden bepaald; de meest gebruikelijke en veelal geschiktste richting is die, waarbij zij ongev. een hoek van 45° met de as van den weg maken. Zijn de vleugels zóó lang, dat zij tot den bodem der sloot doorloopen, dan wordt de geheele doorgesneden glooiing afgesloten; is dit niet het geval, dan moet de richting zoodanig zijn, dat het gedeelte der glooiing, dat buiten den vleugelmuur komt, onder dezelfde helling om het einde van den vleugelmuur kan doorloopen, zonder dat zij voor den duiker valt.

§ 203. Even als de rechtstands- en frontmuren, worden ook de vleugels veelal met versnijdingen opgetrokken; in gewone gevallen is ook de dikte gelijk aan die der rechtstands-muren. Komen de duikers echter zeer diep onder den weg te liggen, waardoor hooge vleugelmuren noodig zijn, dan zal ook de zwaarte daarnaar moeten geregeld worden De vleugelmuren, van onderen waterpas aangelegd, moeten van boven volgens het beloop der glooiing hellen; tenzij zij, wat in sommige gevallen plaats heeft, evenwijdig met de as van den weg loopen, zooals de fig. 78 tot 80, voorstellende eenen gemetselden duiker in den spoorweg van Leeuwarden naar Groningen, aangeven. Zij worden, naarmate zij meer en minder hellende zijn, met vlechtingen en rollagen afgedekt, welke bij de einden tegen een hardsteenen hoekstuk — zie fig. 74, 75 en 77 — sluiten. Worden de vleugelmuren evenwijdig aan de as van den weg genomen, dan moeten zij voldoende lengte hebben, zoodat de glooiing onder de aanwezige helling voor den vleugelmuur kan vallen, zonder

dat deze voor de opening van den duiker komt — zie fig. 83. Bij hooge frontmuren, zooals bij a is aangegeven, moeten deze dus langer zijn dan bij minder hooge, zooals bij b is voorgesteld.

§ 204. Ter voorkoming van inwatering worden de bogen met een afwaterend metselmerk — aanrasseering — gedekt. De rechtstands-muren worden tegen de lendenen van den boog verder opgetrokken, zooals door de verschillende figuren wordt voorgesteld, waardoor de boog meerder steun en sterkte verkrijgt, en de rechtstands-muren in stabiliteit winnen. Dit metselwerk wordt van boven schuin afgewerkt, waartoe de steenen worden afgekapt, en verder gedekt met een of twee platte lagen klinker in sterke tras, ingewasschen en beraapt met dito specielaag.

Hoewel bovenstaande bewerking de gebruikelijke is, heeft men bij groote werken tegen het inwateren wel eene loodbedekking aangewend, wat zeker veel kosten noodig maakt. Het gebruik van zink heeft slechte resultaten opgeleverd; 't oxydeert in den grond te spoedig; het bedekken van de aanraseering met asphalt of een mengsel van teer en kalksteen — teermastik — of leem voldoet zeer goed.

Nagenoeg altijd worden de duikers tusschen de rechtstands-muren, of ook wel tusschen deze en de vleugels, bevloerd met eene gemetselde halvesteens rollaag. In sommige gevallen, waarbij de vloer in elk geval altijd onder water moet blijven, en eene doorgaande houten bevloering is aangebracht, wordt de gemetselde vloer weggelaten, zie fig. 73 tot 76. Somtijds wordt de vloer als omgekeerd gewelf bewerkt, zooals is voorgesteld in de fig. 72 en 79.

§ 205. In de fig. 81 en 82 wordt de halve dwars- en lengte-doorsnede voorgesteld van eenen waterkeerenden duiker, die ter vervanging van eene brug in 1876 in den rijksweg van Apeldoorn naar Zutfen is gelegd.

Deze duiker heeft eene doorstroomingswijdte van 4,50 M. en is, met inbegrip der frontmuren, 11,90 M. lang. De rechtstands-muren zijn in aanleg 3 steen en van boven 2 steen zwaar, terwijl het gewelf 33 cM. dik, overgemetseld is in drie halve steens rollen, waarbij is bepaald, dat na de voltooiing der gewelven de aanraseering spoedig moet worden aangebracht en vervolgens de wiggen onder het formeel dadelijk moeten verwijderd worden. Voorts, dat de zetting daarna nergens een onregelmatigen vorm mag vertoonen en dit in den top in geen geval meer mag bedragen dan een honderdvijftigste gedeelte van de pijl des boogs.

De vloer in den duiker bestaat uit eene halvesteens rollaag, die over den houten vloer der fundeering is geslagen. De vleugelmuren staan rechthoekig op de lengteas van den duiker, terwijl er aan het eene einde, door het vooruitbrengen dezer vleugels, de daarin aangebrachte schotbalk-sponningen en aanslagen op den vloer — zie lengte-doorsnede — gelegenheid voor het afdammen van den duiker of tegenhouden van het water bestaat.

Op deze eenvoudige waterkeeringen of voorzorgsmaatregelen ter afdamming, wat ook bij bruggen wel moet plaats vinden, zal bij de waterkeeringen in het bijzonder worden teruggekomen.

Bij sterke doorstrooming is het noodig den bodem vóór den duiker voor ontgronding en wegspoeling te beveiligen. Hiervoor wordt een gedeelte bestort met puin of stukken steen, of bezet met keien, waardoor eene soort stortebed ontstaat, zooals men die bij sluizen aantreft.

§ 206. Even als bij de houten duikers is opgegeven, zullen ook bij de steenen soms afsluitingen moeten aanwezig zijn. Moet hij door eene schuif worden afgesloten, dan kan men hardsteenen stijltjes aan de buitenzijde, en gedeeltelijk in het metselwerk opgesloten, aanbrengen, van groeven voorzien, om daarin de schuif, van dubbel opgeklampte 5 cM. eiken planken, te laten bewegen, zooals dit bij de houten duikers is opgegeven. Het afsluiten door deurtjes kan even als bij de houten geschieden. Zij worden afgehangen aan duimhengen, waarvan de duimen, in daarvoor aangebrachte hardsteenen stukken — neuten — worden vastgegoten. Voor den aanslag van het deurtje dient men op den vloer eenen dorpel te maken van een hardsteenen- of eikenhouten plaat. Fig. 77. stelt het front van eenen duiker voor met een deurtje in gesloten stand.

§ 207. Wanneer het water, dat met elkander in gemeenschap moet blijven, door een kanaal gescheiden wordt, dan moet dit somtijds geschieden door het aanbrengen van grondduikers, zooals in § 85 reeds is opgemerkt. Hierdoor verstaat men die duikers, welke onder een kanaal door worden aangelegd. Ook deze duikers kunnen van hout, steen, of ander materiaal vervaardigd worden, en daarbij kan ongev. dezelfde constructie van vroeger worden toegepast.

Is bij de gewone duikers, met het oog op de duurzaamheid, het metselwerk boven het hout aantebevelen, hier is dit nog meer het geval, tenzij de duiker steeds geheel onder water kan blijven. Het herstellen en vernieuwen dezer duikers, zal immers eene afdamming en droogmaking van een gedeelte van het kanaal noodzakelijk maken.

Staat het water, dat door den duiker in gemeenschap moet blijven, aanmerkelijk lager dan het kanaal-water, dan kan aan den grondduiker veelal een vlakke bodem worden gegeven. In het tegenovergestelde geval, zal men alleen het gedeelte onder den bodem van het kanaal waterpas leggen, en de buitengedeelten naar boven doen hellen.

De lengte van deze duikers is veelal vrij aanzienlijk. Zij wordt in den regel bepaald door de breedte van het kanaal, en die van de dijken of wegen, waartusschen het kanaal is ingesloten. Eene eerste voorwaarde voor deze duikers is, dat ze waterdicht zijn, opdat het kanaalwater niet in gemeenschap met dat in den duiker kan komen. Hiervoor is in de eerste plaats eene vaste ligging noodzakelijk, omdat, al was de duiker ook volkomen waterdicht afgewerkt, dit bij verzakking of doorbuiging schielijk niet meer het geval zou zijn. Bedenkt men hierbij, dat het herstel van deze soort duikers, met het oog op de daarvoor noodige afdamming, hoogst kostbaar en bezwaarlijk is, dan zal het duidelijk zijn, dat hier nagenoeg altijd van heiwerk moet gebruik gemaakt worden.

Liggen de duikers op groote diepte beneden de waterspiegels, welke zij vereenigen, dan moet men, bij het bepalen der constructie bedenken, dat er eene vrij aanzienlijke

drukking van onderen tegen het bovenvlak van den duiker bestaat. Hierom, zoowel als om de kosten zoo min mogelijk te doen zijn, worden zij niet dieper gelegd dan hoogst noodzakelijk is, en ook bij het gebruik van gemetselde duikers zeer zelden gebogen gewelven op de rechtstandsmuren aangebracht.

Het doorstroomingsvermogen moet ook hier geregeld worden naar de hoeveelheid water, die daardoor in eenen bepaalden tijd moet kunnen stroomen. 't Is echter in elk geval zeer wenschelijk, dat de grootte zooveel bedraagt, dat men van binnen toegang heeft om ontstane gebreken te herstellen of den duiker schoon te maken.

§ 208. Bij het gebruik van houten duikers zullen de constructies, zooals de fig. 66 en 67 aangeven, niet geschikt zijn. Deze duikers staan aan eene groote drukking bloot, vooral dán, wanneer zij, om schoongemaakt te kunnen worden, droog gemaakt zijn; geene der beide voorgestelde constructien zou daartegen voldoenden weêrstand bieden. In dit geval doet men beter een inwendig raamwerk aan te brengen, zooals dit in fig. 67 uitwendig is aangegeven, dat dan van buiten met planken kan worden bekleed. Bij het toepassen van soortgelijke constructiën, zou men het raamwerk kunnen doen bestaan uit vier ribben, welke volgens de lengte van den duiker in de vier hoeken worden aangebracht, en waarin de stijlen met pen en gat zijn verbonden. Het geheel kan men geschikt versterken, door het aanbrengen van rechthoekig omgezette ijzeren banden, die, met door de bekleeding gaande bouten, in de stijlen bevestigd worden. In dit geval worden zoowel de onder- en bovenplanken, als die der zijwanden, volgens de lengte van den duiker gelegd. In plaats van dit raamwerk geheel te omkleeden, kan men de bekleeding tegen de stijlen bevestigen, en de lengte-ribben zooveel zwaarder nemen dan de stijlen, dat de bekleedingsplanken, daarmede van buiten overeenkomende, in sponningen bevestigd worden, waarvan deze ribben zijn voorzien.

De verbinding van de naar boven hellende gedeelten met het waterpas liggende middengedeelte, moet op hechte wijze worden uitgevoerd; de in de lengte liggende ribben kunnen hiervoor gelascht of in eenen onder en boven aangebrachten dwarsregel als koppelbalk, met pen en gat worden verbonden, en het geheel door ijzeren banden en beugels verder versterkt. Een en ander zal zich moeten regelen naar de meerdere en mindere helling, die de oploopende gedeelten moeten verkrijgen.

§ 209. Ook worden de zijwanden, zoowel als het onder- en bovendek dezer duikers, wel aan ingeheide palen verbonden, waarvoor de buitenste rijen palen tot boven den duiker doorloopen. Bij eene breedte van ongev. 3.50 M. worden 3 rijen palen ingeheid; de kespen worden op de gewone wijze met pen en gat over de middelste rij palen gewerkt en tegen de buitenste palen, die tot boven doorloopen, door inkeeping en bouten bevestigd. Worden deze kespen volgens de lengte van den duiker aangebracht, zoo kunnen hierop de bodemplanken worden gelegd en de koppeling der jukken daarbij worden versterkt door het aanbrengen van twee of meer dwarsbalken tusschen deze planken. In het tegenovergestelde geval brengt men over deze kespen kloosterhouten aan, waarop de vloer wordt gespijkerd.

Tot steun van het bovendek worden in het midden van den duiker de noodige stijlen geplaatst en over deze en de buitenheipalen, deksloven of hoofdbalken gelegd, waarop het bovendek wordt bevestigd, terwijl over dit bovendek veelal eenige koppelbalken worden aangebracht. De dennen palen worden zooveel noodig van platte zijden voorzien, om daartegen de planken der zijwanden vlak te doen sluiten. Verder wordt alles door ijzerwerk versterkt en door messing en groef, inkrozingen en kalafateren zoodanig bewerkt, dat het geheel waterdicht wordt opgeleverd.

§ 210. Somtijds is bij het aanwenden van houten duikers het houten raamwerk aan beide zijden met eiken plankhout bekleed, en daar tusschen een halve steens rollaag gemetseld. Op deze wijze zijn ook de grondduikers met goed gevolg bij de Zuid-Willemsvaart toegepast. Zij liggen over de geheele lengte waterpas, en zijn door een middenbeschutting in twee vakken verdeeld; de grootte van elke opening bedraagt ongev. 1 M². Deze duikers zijn bovendien, over de bovenste plankbekleeding, nog gedekt met metselwerk van eene platte laag en eene halve steens rollaag. Om aan de houten duikers eene voldoende waterdichtheid te geven, worden de naden tusschen de planken met werk volgedreven en gepikt zooals nader bij den sluizenbouw zal worden verklaard.

Ook wordt bij deze duikers wel gebruik gemaakt van steenen zijmuren met houten dek. De onderbouw en rechtstandsmuren worden dan ingericht, zooals bij de gemetselde duikers is opgegeven; in plaats van de gewelfvormige overdekking, wordt hiervoor eene houten bekleeding op houten of ijzeren liggers aangebracht.

§ 211. Voorts kan men bij het gebruik maken van metselwerk eenen sterken vorm verkrijgen, door een gemetselden bodem aan te brengen en den verderen bouw te doen bestaan uit een halfcirkelvormigen, ingemetselden en aangeraseerden boog, even als de fig. 71 en 72 zouden geven, wanneer de rechtstandsmuren, tusschen den bodem van den duiker en den wortel van het gewelf waren weggelaten.

§ 212. Voor grondduikers zoowel als voor de gewone, heeft men ook wel gebruik gemaakt van gegoten ijzeren buizen, van 1 M. middellijn, welke met aangegoten flenzen of kragen in elkander sluiten, en waarvan 1 of meer naast elkander kunnen gelegd worden. Vooral kan hierbij het voordeel, dat zij zeer schielijk kunnen worden gelegd, in aanmerking komen. Bij den aanleg van den spoorweg van Leeuwarden naar Groningen zijn ook deze duikers als buizen aangewend. Zij liggen op dwarsbalken, waarover twee lengteliggers van eenen overhoeks doorgezaagden balk zijn gelegd, en waartusschen de kokers rusten.

§ 213. Kunnen de gemetselde duikers over de geheele lengte waterpas worden gelegd, dan worden zij, even als bij de gewone duikers, met frontmuren afgesloten, waar tegen de kanaaldijken of wegen aan de buitenzijden sluiten. De bodem van den duiker wordt dan aan beide zijden één à twee meter verder doorgetrokken, en hierop een keermuur geplaatst. Die keermuur moet zóó hoog zijn, dat daardoor het instroomen van slijk wordt voorkomen, terwijl die hoogte tevens beneden de laagste waterstanden moet blijven, of althans niet meer bedragen dan voor overstrooming wenschelijk blijft.

Worden deze keermuren of overlaten door zijmuren met de front- en vleugelmuren vereenigd, dan zijn er voor de openingen der duikers afgemetselde ruimten aanwezig, waardoor deze tegen het instroomen van slijk is beveiligd. Ook kan men zorgen, dat de bovenkant der bevloering in deze afgeslotene ruimten eenige centimeters beneden den bovenkant der bevloering in den duiker ligt, om deze mede als zinkputten dienst te laten doen, en dus het invloeien van zand nog meer te voorkomen. Ook bij waterpas liggende houten duikers kan men dezelfde constructie in toepassing brengen.

Het is altijd noodig, en bij duikers met oploopende einden voorzeker nog wenschelijker dan bij die welke waterpas liggen, het instroomen van zand zooveel mogelijk te beletten. Liggen de beide einden onder eene helling, dan zal dit ten gevolge hebben dat nagenoeg al het vuil, dat zich bij het instroomen in het water bevindt, in het dieper liggende waterpasse middengedeelte zal bezinken, en hierdoor de opening vernauwen.

Om dit tegen te gaan, kan men op de eene of andere wijze vóór de openingen vergaarbakken aanbrengen, zooals boven is opgegeven, of ook de uitmonding van den duiker zóó hoog in den glooiwal doen uitkomen, dat er voor het instroomen van zand geen gevaar meer bestaat.

Om deze duikers te kunnen herstellen of schoonmaken, moet er ook dadelijk bij den aanleg voor gezorgd worden, dat er geschikte gelegenheid bestaat, om den duiker te kunnen afsluiten en dus ook gemakkelijk droog te kunnen maken.

VORM EN VERBINDING DER MATERIALEN.

§ 214. Zoo als meer is gezegd, zal in dit handboek niet tot vele theoretische beschouwingen worden overgaan. Voor velen zal de opgave van de afmetingen der uitgevoerde werken eene betere en veiliger gids zijn, dan het gebruik maken van formules, die door hen niet begrepen worden; voor anderen zou het hier niet nitvoerig en wiskunstig genoeg kunnen behandeld worden. — Bovendien vindt men in zeer vele werken over de Bouwkunde of in daarvoor afzonderlijk geschreven verhandelingen, theoretische beschouwingen en tabellen over het draagvermogen van materialen, in verschillende standen en doorsneden. Eene herhaling daarvan, zou dit handboek aanmerkelijk vergrooten, terwijl het misschien overbodig en zeker onvolledig zou worden aangemerkt.

Vooral voor hen, die van dit werk gebruik maken en weinig of niets aan die studie hebben gedaan, moge het volgende eenigszins tot gids zijn, en diene het tot aanbeveling, zich met de meer en meer noodzakelijke kennis der theorie, op de hoogte te stellen; althans in zóó ver, dat zij over den geschiktsten vorm en juiste soort der materialen voor bepaalde doeleinden kunnen oordeelen.

Eene korte behandeling, met het oog op het bovenstaande, zal zeker voor velen nog wel niet overbodig zijn; de theorie, welke in dezen, tot zekere hoogte, ook voor de uitvoering der meest gewone werken allernoodzakelijkst is, wordt door velen nog van te weinig belang beschouwd. Van daar, dat men zoo menigmaal ziet, dat bouten en andere verbindingen worden aangebracht op die plaatsen, waar verzwakkingen het minst wenschelijk zijn, terwijl voor dezelfde verbinding, de inkeeping of bouting even goed had kunnen plaats vinden, op plaatsen, waardoor de balk niet, of althans veel minder zoude verzwakken.

Een behoorlijk overzicht van de krachten, die de verschillende materialen hebben, is daarom volstrekt noodzakelijk.

§ 215. Het scheiden der stofdeelen kan ontstaan door afscheuren, verbrijzelen of breken. De

krachten, die het materiaal heeft om hiertegen weerstand te bieden, noemt men veelal: *absolute vastheid; terugwerkende vastheid* of *reactie* en *relatieve vastheid.*

§ 216. *Absolute vastheid* noemt men den weerstand, dien een lichaam in de richting der lengte biedt, totdat het afscheurt of de onderlinge samenhang der deelen verbroken wordt.

Het is gebleken: 1° dat bij eene staaf, die in de richting harer lengte getrokken wordt, de uitrekking evenredig is aan de uitrekkende krachten;

2° dat bij staven van gelijke stof, doorsnede en ongelijke lengten, die uitrekkingen evenredig zijn aan de lengte der staven;

3° dat bij ongelijke lengte der staven, de gewichten, die dezelfde uitrekkingen veroorzaken, evenredig zijn aan de dwarsdoorsneden der staven.

§ 217. Eene staaf mag door de aangebrachte belasting hare elasticiteitsgrens niet overschrijden; dat wil zeggen: zij moet, nadat de belasting is weggenomen, haren oorspronkelijken vorm weer aannemen. Iedere kracht, die op eene staaf werkt, brengt eene vormverandering aan waarvan de grootte evenredig is aan de krachten. — Deze evenredigheid blijft echter niet zoolang bewaard totdat de staaf breekt, maar wordt reeds veel vroeger onregelmatig. Het gaat b.v. bij gesmeed ijzer slechts door tot ongeveer de helft van het gewicht, waardoor het breekt; bij andere materialen wordt die evenredigheid nog schielijker verbroken. De grootste kracht, waarbij na het wegnemen der belasting de materialen den oorspronkelijken vorm weer aannemen, noemt men de grens der veerkracht.

Men mag dus van geene constructie verwachten, dat zij bij belasting, waarvoor zij berekend is, niet zal doorbuigen of verzetten; maar wel, dat na de ontlading blijkt, dat de afmetingen der materialen weer evenzoo zijn als te voren en de ontstane doorbuiging of verzetting, in zooverre het niet ontstaat door het noodzakelijke zetten der noodige verbindingen, weer verdwijnen.

§ 218. *Terugwerkende vastheid* van een lichaam noemt men den weerstand, dien eenig lichaam biedt, aan eene kracht, welke op het punt staat de deelen door indrukken in de lengte te doen verbrijzelen.

Is in dit geval de hoogte van het lichaam minder dan de breedte, of kan het lichaam niet ter zijden uitwijken, dan breekt het zonder buiging; het lichaam wordt dan door het in elkander schuiven der deelen verbrijzeld. Is dit niet het geval, zooals b.v. bij ijzeren staven, dan buigt het reeds lang, voordat er voldoende krachten tot verbrijzelen aanwezig zijn.

Deze samendrukking volgt binnen zekere grenzen dezelfde wetten, als bij de uitrekking is opgegeven.

De terugwerkende vastheid van een lichaam is dus evenredig aan zijn kleinste dwarsdoorsnede, loodrecht op de richting der drukking genomen. Zij is onafhankelijk van de lengte, zoolang deze minder dan 10 maal de kleinste afmeting der doorsnede bedraagt.

§ 219. De *reactie* komt met de weerstand biedende krachten overeen; om te bepalen, welke krachten in een steunpunt aanwezig moeten zijn, is het noodig te weten aan welke verschillende lasten dit steunpunt weerstand moet bieden. Die terugwerkende kracht noemt men den totalen weerstand of reactie.

§ 220. *Relative vastheid* is de weerstand, dien eenig lichaam biedt, aan de kracht, welke loodrecht op de lengteas werkende, dat lichaam door buigen tracht te breken.

Is eene veerkrachtige staaf, die over hare geheele lengte dezelfde dwarsdoorsnede heeft, op de beide einden ondersteund, en wordt zij tusschen deze steunpunten bezwaard, dan ontstaat er eene doorbuiging in het midden, die evenredig is aan de belasting, en mede aan de derde macht van den afstand tusschen de steunpunten.

Is deze belasting over de volle lengte gelijkmatig tusschen de steunpunten verdeeld, dan kan de staaf dubbel zooveel dragen, als wanneer de belasting alleen in het midden der lengte is aangebracht.

De evenredigheid tusschen belasting en doorbuiging blijft gelijk, of de staaf over de geheele lengte dan wel enkel in het midden belast wordt; de doorbuiging staat echter in het eerste geval tot die in het tweede als 4 : 5.

De kracht, die deze staaf door buigen tracht te breken, is omgekeerd evenredig aan de lengte, doch evenredig aan de breedte en aan het vierkant der hoogte, of bij ronde staven aan de derde macht der middellijn.

Hieruit volgt, dat ook bij houten balken de hoogte meer dan de breedte moet zijn. Als de voordeeligste doorsnede wordt veelal aangenomen, dat de hoogte tot de breedte moet staan als de getallen 7 : 5.

Tevens volgt daaruit, dat, wanneer men, om meer draagvermogen te verkrijgen, twee balken op elkander legt, deze door tanden of in beide balken ingekeepte dwarsstukken, zoodanig moeten vereenigd worden, dat alle gelegenheid voor verschuiving is weggenomen, opdat men de beide balken als uit één stuk bestaande kan beschouwen.

§ 221. Wanneer de staaf of kolom aan de beide einden niet alleen ondersteund wordt, maar aldaar ook volkomen bevestigd is, dan bedragen bij gelijkmatige belasting de doorbuiging en uitrekking veel minder, en kan zij met het dubbele van eene slechts ondersteunde staaf belast worden.

De tafels van den bij proefneming bepaalden weerstand der verschillende materialen en de daaruit afgeleide berekeningen vindt men in verschillende bekende werken opgegeven, waaronder zeker in de eerste plaats mag genoemd worden „Bernoulli's Vademecum".

§ 222. Uit het bovenstaande blijkt reeds, dat de wijze van het aanbrengen en ondersteunen van het materiaal, op het draagvermogen eenen grooten invloed heeft. Eene duidelijke voorstelling van de verschillende werking der staven, bij verschillende ondersteuning, is daarom noodzakelijk, ter beoordeeling van deugdelijke constructiën.

§ 223. Is een balk aan de beide einden ondersteund en in het midden belast, dan zal hij doorbuigen. Bij dit doorbuigen zullen de bovenste vezellagen ingedrukt, en de onderste uitgerekt worden. Die indrukking en uitrekking is voor de beide buitenste lagen het grootst en vermindert naar het midden, zoodat bij de middelste laag noch indrukking, noch uitrekking zal plaats hebben, hoewel daarbij wel verandering in den vorm plaats vindt. Dit noemt men de neutrale laag, en de middellijn hiervan de neutrale as.

Eene ophooping van materialen is dus bij de neutrale as niet noodig; de breuk van den ligger zal klaarblijkelijk aanvangen, waar hij den minsten weerstand kan bieden aan de aangebrachte indrukkende, of aan de uitrekkende kracht.

Bestaat er dus gelegenheid, om aan het materiaal, dat voor liggers wordt gebruikt, eenen vorm te geven naar verkiezing, zoo zal men geene groote hoeveelheid materiaal aanbrengen in of bij de neutrale laag, maar liever de massa's ver van het midden verwijderen.

Hierop berust de **I** vorm, welke aan ijzeren liggers wordt gegeven.

§ 224. Sommige materialen zijn beter tegen indrukking en andere tegen uitrekking bestand. Zoo zal bij gegoten ijzeren liggers, welke over de lengte belast zijn, de beste vorm zijn die, waarbij de doorsnede der onderflens — waar de uitrekking plaats heeft — tot die der bovenflens — waar de indrukking plaats heeft — zich verhouden als de getallen 6 en 1. Bij gesmeed ijzer is die verhouding nagenoeg gelijk.

Is men dus vrij in de keuze der vormen, zoo is dit een factor van groot belang. Bij hout is men wel genoodzaakt den prismatischen vorm te behouden; het wegzakken of uitzagen van sommige stukken bij de neutrale laag, zou de moeite niet beloonen en in elk geval den ligger verzwakken. Bij ijzerconstructiën is men echter nagenoeg geheel vrij, zoodat men daarmede thans ook zóó ver is gevorderd, dat men in elk geval het materiaal daar kan aanbrengen, waar het noodig is, bij eene inrichting die zoo weinig mogelijk materiaal vordert.

§ 225. Wij hebben gezien, dat een ligger, die met de beide einden op de steunpunten is bevestigd, tweemaal zooveel kan dragen, als die welke daarop alleen steunt. Hoewel men deze eindverbinding misschien wel nooit als geheel onbewegelijk in rekening zal kunnen brengen, is het toch nuttig, bij het maken van constructiën daarop te letten, daar toch eene goede bevestiging der einden het draagvermogen van den ligger blijkbaar zal vermeerderen.

§ 226. De sterkte der staaf is omgekeerd evenredig aan hare lengte; hieruit volgt, dat men de vrij dragende lengte zoo klein mogelijk moet maken. Bij vele balken wordt die lengte verkort door het aanbrengen van schoren en hangers.

Voor het bepalen van het materiaal en de verbindingen, moet ook hier rekenschap worden gehouden met de krachten, welke daarop haren invloed doen gelden. — Hout en gesmeed ijzer hebben bijv. de eigenschap grooteren weerstand te bieden tegen uitrekken dan tegen samendrukking, terwijl bij gegoten ijzer juist het tegenovergestelde plaats heeft.

§ 227. Gewoonlijk wordt het bij het aanbrengen van korbeels als eene uitgemaakte zaak beschouwd, dat zij met tanden, pennen en gaten in de stijlen en liggers moeten worden opgesloten. Zelfs dan, wanneer de korbeels enkel aan eenen drukkenden last hebben weerstand te bieden, worden de liggers daarbij, voor het opnemen der pen, veelal voor een groot deel doorgehakt en onnoodig zeer verzwakt.

Bij soortgelijke korbeels is het beter eene zeer korte pen voor het niet verschuiven aan te brengen, of wel, de pen op het ingestoken draagvlak van den balk en de daarvoor noodige inkeeping in het korbeel te maken; waardoor voor dat gedeelte de diepte der tand voor ongeveer de helft vermindert. — De verbinding kan door ijzeren banden of bouten worden versterkt.

Werken er echter ook trekkende krachten op de schoren, zooals dit het geval is, wanneer zij voor verschranken van eene vierkante betimmering moeten dienen, dan is eene vaste verbinding door pen en gat hoogst noodzakelijk.

§ 228. Wanneer een staande stijl eenen ligger ondersteunt, ontstaat veelal door het gat voor de pen eene te groote verzwakking. Men veronderstelt daarbij, dat dit geen nadeel zal veroorzaken, daar toch op die plaatsen, juist door den stijl, de ligger niet zal breken. — Bij groote belasting der tusschenliggende punten zou men zich bedrogen vinden. Immers, wanneer de balk tusschen de ondersteuningspunten belast wordt, zal hij doorbuigen. De onderste vezels zullen uitgerekt en de bovenste ingedrukt worden. Door de doorbuiging tusschen de steunpunten zal hij boven het ondersteuningspunt den stand van eene tegenovergestelde gebogen lijn aannemen, en zullen dus de bovenste vezels worden uitgerekt. Is nu aan den geheelen ligger een vorm gegeven voor materiaal, dat het best weerstand biedt aan uitrekking, zoo zal dit boven den stijl juist aanleiding geven tot bezwijken, ook al was er geen verzwakking aangebracht.

§ 229. Bij het bepalen der tanden en pennen moet er ook vooral op gelet worden, of men op het steunvlak van tand en pen kan vertrouwen. Wanneer het eene stuk onder vrij scherpen hoek op het andere moet worden aangebracht, dan geschiedt dit gewoonlijk met enkele en dubbele pennen, en op tanden. Werken hierbij drukkende krachten op de aangebrachte schoor, dan zullen zij voor een groot deel — al naarmate de hoek scherper of stomper is — op het vlak werken, waardoor het kopvlak van deze pennen en tanden rusten. Is deze inkeeping daarbij niet ver van het einde van den balk verwijderd, dan kan dit, vooral bij eenige trilling, licht aanleiding geven, dat de kopstukken volgens de richting der vezels afspringen.

Daar men op de verbinding der vezellagen onderling niet veel kan vertrouwen, moet er voor gezorgd worden, bij soortgelijke samenstellingen de lengte van den balk buiten de verbinding — het oor — niet te kort te nemen en tot vergrooting van het steunvlak mede eene pen aan te brengen.

Somtijds berust juist op deze verbinding, bij hang- en schoorwerk, de sterkte der geheele constructie. In dat geval moet het afscheuren belet worden door het aanbrengen van ijzeren banden of geheel ijzeren voetstukken, zooals later zal blijken.

Vooral bij de toepassing van hang- en schoorwerk dient men voor het bepalen der verbindingen nauwkeurig rekenschap te houden met de krachten, waaraan de verschillende stukken weerstand moeten bieden.

De leer der statica wijst ons daarvoor den weg aan. Heeft men de constructie geteekend, dan zal door ontbinding der krachten, welke door lijnen kunnen worden voorgesteld, een duidelijk begrip ontstaan waarvoor men bij elke constructie in 't bijzonder moet zorgen.

Men vertrouwe bij houtconstructiën hierbij vooral niet te veel op de verbindingen zelve, maar meer op de aan te brengen ijzeren schoenen, bouten, beugels of banden.

§ 230. Eene samengestelde constructie bestaat uit verschillende figuren: driehoeken, rechthoeken, veelhoeken enz. — Die samenstellingen moeten in hoofdzaak, of voor zooveel noodig, tot driehoeken worden teruggebracht, daar alleen dit figuur, wanneer de uiteinden der zijden gekoppeld zijn, niet van vorm kan veranderen. Hier natuurlijk buiten rekening latende, dat bij alle inwerking van kracht vormverandering zal plaats hebben. Is er door het vereenigen van vier stukken hout een vierhoek ontstaan, dan zal men dit figuur alleen door de hoekverbindingen tegen verschranken en verzetten of verschuiven kunnen beveiligen, welke men daarvoor zelden voldoende zal kunnen bewerken en versterken. Vandaar het zoo veelvuldig gebruik van korbeels, schoren en kruisen.

Bij deze werken kan men als regel aannemen, dat er niet veel houtverkeeping moet plaats hebben. Zeer samengestelde verbindingen, die misschien nooit zijn aan te raden, zijn hier geheel ongeschikt. Vooreerst worden de stukken hout, welke veelal van zware afmetingen zijn, in den regel ongeschaafd verwerkt; de stukken zijn dus niet recht gestreken, maar alleen gezaagd of behakt, en dit geeft aanleiding, dat de zuivere bewerking daarbij al schielijk te wenschen zal overlaten. Bovendien is dit materiaal geheel aan de

inwerking van het weer blootgesteld; het zal geregeld krimpen en zwellen, waardoor de vorm en sluiting telkens veranderen.

Vele inkeepingen geven aanleiding tot veelvuldig inwateren in het binnenste van het hout, en dus tot bederf en verrotting.

§ 231. Het vereenigen van twee stukken in de lengte geschiedt in hoofdzaak door de bekende rechte en schuine liplasschen en haaklasschen. Welke soort lasch men moet aanwenden, hangt in de eerste plaats af van het doel, waaraan hij moet beantwoorden, en dus van de krachten, waaraan hij weerstand moet bieden, maar ook vooral van de soort van hout, waaruit de stukken bestaan, die gelascht zullen worden.

Evenals men alle samengestelde houtverbindingen moet vermijden, moet men ook in het algemeen zorgen, dat bij geene verbinding het maken van scherpe hoeken noodig is.

Als algemeenen regel kan men aannemen, dat het gelaschte gedeelte ondersteund moet worden. De lasschen van kespen en hoofdbalken zullen dus altijd boven de palen moeten komen.

In enkele gevallen — bij den sluizenbouw — worden de lasschen wel zoodanig aangewend, dat het vlak van den lasch eenen verticalen stand heeft; maar overigens is hij altijd liggende. De pen van den paal loopt dan door de onderlip, en komt voor een gedeelte ook in de bovenlip. — Bij fundeeringswerken, waar de hoofdbalk met opgewigde pennen op de palen wordt verbonden, loopt de pen zoowel in den lasch door de beide stukken, als op andere plaatsen door een geheelen balk, fig. 125 en 53 a.

Bij laatstgenoemde balken, die in den regel van vuren en dennen hout worden genomen, moet men den gewonen scheeven lasch gebruiken, fig. 125, terwijl voor de eiken hoofdbalken de scheeve haaklasch het verkieslijkst is; zie fig. 126. De haak zal bij vuren hout te weinig sterkte bezitten, om hiervan te profiteeren, en de verbinding is daarbij door de doorgaande en opgewigde pen voldoende verzekerd. Bij de hoofdbalken van de beschoeiingen en jukken kan men niet zoo goed op de pennen vertrouwen; 't is bezwaarlijk het kleine gedeelte van de pen, dat in den bovenlasch valt, zoo goed sluitende te verkrijgen, dat alle verzet van de bovenlip daardoor voldoende gewaarborgd is.

Om de zijdelingsche afscheuring der lippen te voorkomen, worden deze haaklasschen niet zelden van vischbekken voorzien, zie fig. 126 bovenlip, een voorzorgsmaatregel, welke bij beschoeiingen wel aanbeveling verdient, daar de ongelijke drukking tegen de beschoeiing de lasschen niet zelden eenige centimeters van elkander schuift, of zelfs, wanneer een bout of nagel dit moet beletten, de dunne gedeelten bij dien bout doen inscheuren.

§ 232. Aan de lasschen wordt eene lengte gegeven van $2^1/_2$ à 3 maal de hoogte van het hout, terwijl de lippen op de einden eene dikte behouden van 3 à 4 cM. De rechte lasch komt niet anders voor dan bij roosterwerk, waar de ligger over zijne geheele lengte ondersteund is.

De bevestiging dezer lasschen geschiedt verder door houten nagels of bouten, of door beide. Bij gebruik van bouten neemt men een paar schroefbouten, meer naar het midden, en een paar hakkelbouten op elk einde, om de dunne einden op de dikke gedeelten te bevestigen. De pennen der palen, die niet door de balken worden gewerkt, verkrijgen eene lengte van $^2/_3$ der hoogte en eene breedte van $^1/_3$ der breedte van den hoofdbalk.

Komen de hoofdbalken boven water, zooals dit bij beschoeiingen plaats heeft, dan moeten de borsten, dat is de draagvlakken voor de hoofdbalken, schuins afgewerkt worden, om het inwateren van het kophout der palen tegen te gaan, fig. 127.

§ 233. Moeten twee stukken, die onder eenen hoek samenkomen, met elkander verbonden worden, dan kunnen er verschillende gevallen voorkomen. In nagenoeg alle gevallen moet bij die verbindingen er voor worden gezorgd, dat het eene stuk eenige centimeters met de volle zwaarte in het andere stuk wordt opgesloten, of daarop draagt.

Ook bij de verbinding van hoofdbalk en stijlen van beschoeiingen wordt somtijds deze regel gevolgd. De paal wordt dan een paar cM. met de volle zwaarte in den hoofdbalk ingelaten. Bij het aanbrengen van de genoemde afwaterende borsten wordt dit doel, nam. het versterken der penbevestiging, daardoor voldoende verkregen.

De verbindingen met voorloeven of inkeeping en voorloef, voorloef en heele of halve zwaluwstaart, voorloef en bedekte zwaluwstaart, voorloef met pen of zoogenaamde vallende borst en voorloef, zijn zeer gebruikelijk en doelmatig; zie respectievelijk de fig. 129 a, b, c, d en fig. 151, waarbij c als halve zwaluwstaart voorkomt, terwijl de verbindingen van a en b hier voor elkander kruisende balken voorge-

steld, ook worden gebruikt in die gevallen, waar de eene balk met het einde op den anderen moet rusten, evenals dit in onze figuur met c en d het geval is, in welk geval voor a en b de buitenste voorloeven natuurlijk vervallen. Bij al deze verbindingen draagt de eene balk met de voorloef, die veelal 4 à 5 cM. diep en breed is, met de volle zwaarte op — of in den anderen, en wordt door de overige verkeeping en bouten voor afschuiving beveiligd.

Ook bij elkander kruisende balken geschiedt het half en half over elkander verkeepen van twee stukken, fig. 129 e, alleen bij geheel ondersteund liggende taflementen.

IJZERCONSTRUCTIËN.

§ 234. Wij hebben reeds gezien, dat de geschiktste vormen in den regel door ijzerconstructien kunnen verkregen worden.

Sedert de laatste jaren wordt dan ook van dit materiaal, vooral bij het maken van bruggen, veel gebruik gemaakt. Het is daardoor mogelijk geworden aan elk voorkomend vereischte te voldoen; men kan door den vooruitgang, die in de laatste jaren op dit gebied heeft plaats gehad, niet alleen aan ieder deel de noodige sterkte geven, maar hiervoor tevens een minimum van materiaal bepalen, en dit laatste is vooral bij groote bruggen eene hoofdzaak, omdat hare eigen zwaarte ook dan reeds zeer aanzienlijk wordt, en juist die zwaarte de mogelijke overspanningslengte beperkt.

Eene korte omschrijving der ijzerconstructien, waarmede sommigen nog betrekkelijk weinig bekend zullen zijn, zal dus hier zeker voor velen niet overbodig wezen, en het beter begrijpen der later te beschrijven werken bevorderen.

§ 235. De ijzerconstructien bestaan uit gegoten of geslagen ijzer, of uit beide soorten te gelijk. De krachten, waaraan weerstand moet geboden worden, en de vorm, dien men om bijzondere redenen noodig kan hebben, zullen veelal over de keuze moeten beslissen. Veelal neemt men thans zooveel mogelijk getrokken en geslagen ijzer, daar vooral gegoten ijzer bij trilling minder te vertrouwen en voor groote afmetingen ongeschikt is.

De samenhang der deelen wordt bij gegoten ijzer door trilling niet alleen zeer verminderd, maar ook is het altijd gevaarlijk, omdat bij de gieting, vooral bij stukken van ongelijke afmetingen, spanningen in de stukken kunnen ontstaan, door ongelijke afkoeling of gebrekkige bewerking, welke niet altijd te ontdekken zijn.

Hoewel daardoor het gegoten ijzer thans minder voor trillende deelen wordt aangewend, blijft het echter in vele opzichten bij de ijzerconstructie een zeer geschikt en bij voorkeur te gebruiken materiaal.

§ 236. Met het oog op den gewonen bruggenbouw, dienen wel in de eerste plaats de getrokken ijzeren liggers te worden genoemd, welke — even als dit voor de gegoten liggers is opgegeven — den I — dubbelen T vorm hebben.

Zij zijn in den handel verkrijgbaar in verschillende lengten en afmetingen.

§ 237. Overigens worden gesmeed ijzeren constructies in hoofdzaak samengesteld van: plaatijzer, hoekijzer — L ijzer — en T ijzer — T ijzer — vooral het hoekijzer vervult bij de ijzerconstructie een voorname rol.

Het in den handel voorkomend hoekijzer heeft gelijke of ongelijk breede zijden — gelijk- of ongelijkzijdig hoekijzer; verder heeft men nog 2 soorten, die waarvan de zijden overal even dik zijn, en die waarvan de zijden bij de einden verdunnen — parallel- en trapsch hoekijzer. Bij den dubbelen T vorm — I — noemt men de onder- en bovenstukken de flensen, en het midden-vereenigingsstuk het staande stuk van den ligger.

Om bij de in den handel voorkomende maten te blijven, waarvoor zoowel bij de ijzer- als houtconstructien zooveel mogelijk wordt gezorgd, en zich beter van de kwaliteit van het ijzer te kunnen overtuigen, worden de platen in den regel niet zwaarder dan van ongev. 1 cM. genomen. Heeft men voor de sterkte meerdere dikte noodig, dan worden eenige dezer platen op elkander geklonken, waarna men ze als een geheel beschouwt.

§ 238. Het klinken van het ijzer is vooral een belangrijk deel der constructie.

Dit geschiedt door bouten, welke aan de eene zijde voorzien zijn van een kop. Met den steel door het gat der platen gestoken, die geklonken moeten worden, komt deze zooveel buiten de oppervlakte van het ijzer, dat ook aan die zijde een dito kop kan worden geslagen. — De gewone klinkbouten hebben bol-

ronde koppen. Zij worden in den regel wit gloeiend in de gaten gestoken, voor den kop tegengehouden en dan goed aangeklonken. Voor het tegenhouden en vormen van eenen bolvormigen kop van de aangeklonken zijde, heeft men hol uitgeboorde doppers. De tegenhouder rust op een vast fondament, of wordt door eenen hefboom geklemd. 't Is gemakkelijk na te gaan, dat van dit tegenhouden het welslagen der klinking grootendeels afhangt. Bij het snappen — het afronden van den kop door den dopper — kan het zeer goed gebeuren, dat een niet voldoend geklonken kop toch rondom aan de buitenoppervlakte sluit.

§ 239. Nadat de bout is geklonken, zal hij afkoelen en derhalve krimpen. Door het krimpen in de lengte worden de ijzeren platen des te meer op elkander gedrukt, waardoor het verschuiven nog meer wordt belet en de sterkte vermeerderd.

Dit krimpen heeft echter ook ten gevolge, dat de dikte des steels vermindert, en dus het gat niet volkomen meer gevuld blijft. 't Kan daarom in enkele gevallen wenschelijker zijn het klinken met koude nagels uit te voeren.

Wordt het afklinken bij platen steeds aan de eene zijde verricht, dan zal zij eenen gebogen vorm aannemen; hierom moet het afklinken bij afwisseling aan beide zijden worden uitgevoerd.

§ 240. De dikte van den bout bedraagt 2 à 3 maal die der plaat, waarbij de kop ongev. in diameter 1.8 en in hoogte 0.6 maal de dikte van den bout verkrijgt; terwijl de afstand der klinken ongev. 7 à 10 cM. midden op midden is.

§ 241. Wanneer plaatselijke toestanden het aanbrengen van klinkbouten niet toelaten, of bij het verbinden van gegoten en geslagen ijzer, worden schroefbouten aangewend.

§ 242. De platen en het hoekijzer zijn slechts in beperkte lengten te verkrijgen. Bij werken van eenigen omvang zal het vereenigen van verschillende deelen veel voorkomen.

Het vereenigen van twee platen in de lengte geschiedt bij de hierbedoelde werken door de platen in hetzelfde vlak tegen elkander te doen sluiten; de naad wordt dan aan weerszijden gedekt door eene laschplaat, en de beide einden der platen met deze laschplaten door klinkbouten vereenigd.

§ 243. Voor liggers, of in het algemeen voor over de lengte dragende deelen, hebben wij als den meest geschiktsten vorm opgegeven, dien van den dubbelen T vorm. Om dezen ook bij het plaatijzer te verkrijgen, worden langs de onder- en bovenzijde der plaat aan weerszijden hoekijzers geklonken.

Hierdoor verkrijgt men den vorm, zoo als die in fig. 130 is voorgesteld.

§ 244. Zooals bij het bespreken over het draagvermogen van liggers zal blijken, zal de ijzerdikte van ééne plaat voor het staande stuk steeds voldoende wezen; maar zal de ligger daarbij veelal niet voldoende tegen knikken en schranken beveiligd zijn. Om dit te voorkomen, moet zij worden versterkt. Voor die versterking worden stukken hoek- of T ijzer gebruikt, die rechthoekig tusschen de onder- en bovenflenzen aangebracht, aan de liggers worden geklonken. Ook wel worden twee gedeelten hoekijzer met de eene zijde tegen elkander geplaatst, aangewend, waardoor zij met den T vorm overeenstemmen. Die hoek- en T ijzers kunnen aan de eene zijde der plaat, en ook tegen elkander over aan beide zijden worden gebezigd, waartusschen ook nog streepen staande platen kunnen gevoegd worden.

Het hoek- en T ijzer, als verstijving bij liggers aangewend, kan op de staande plaat der liggers worden geklonken, maar moet dan ook onder en boven worden omgezet, om op de zijvlakken van het hoekijzer der flenzen te komen, zie fig. 131 rechterzijde. Dit ombuigen geeft lichtelijk aanleiding tot verzwakken, en daarom legt men veelal liever vullingsstukken tusschen de hoekijzers onder de verstijvingsstukken, waardoor het ombuigen niet noodig is, zie fig. 131 linkerzijde.

§ 245. Het verbinden van twee platen, welke onder eenen hoek tegen elkander sluiten, geschiedt mede met een of twee hoekijzers.

Bij twee hoekijzers wordt de plaat, die tegen de andere aansluit, tusschen de twee zijden van de hoekijzers, en de beide andere zijden aan de andere plaat geklonken; waarbij in den regel tevens eene staande streep plaat aan de andere zijde der doorloopende plaat wordt aangebracht, die dan ook door dezelfde klinkbouten wordt bevestigd, zie fig. 132. Men is ook dikwijls genoodzaakt, de hoekijzers van meer dan eene lengte te nemen. Evenals de platen, worden ook deze koud tegen elkander gelegd, en de samenkomst versterkt door een gedeelte hoekijzer over de verbinding aan te brengen, waarbij aan weerszijden van den sluitnaad 3 à 6 klinkbouten moeten aangebracht worden. Bij groote werken worden daarvoor bijzondere gedeelten hoekijzer geleverd, geschikt om in de andere hoekijzers te sluiten. In andere gevallen wordt de rug van het laschstuk naar den binnenvorm van het te lasschen ijzer afgevijld.

§ 246. Komen hoek- en T ijzers in hetzelfde vlak samen, dan kunnen zij in het verstek tegen elkander worden afgewerkt, en door een driehoekig plaatstuk als hoekstuk worden vereenigd.

§ 247. Dat er bij al de genoemde constructien zeer veel op de klinkbouten moet worden vertrouwd, valt duidelijk in het oog. Men moet dus zorgen er niet meer van te vorderen, dan noodzakelijk is. In de eerste plaats moet er daarom op gelet worden, dat de stukken plaatijzer, die gelascht worden, vlak tegen elkander sluiten. Daar deze aansluiting door de laschplaten en het hoek- of T ijzers bedekt wordt, is het gemakkelijk dit te ontduiken.

§ 248. Het draagvermogen van de liggers moet door de afmetingen der flenzen en door de hoogte van den ligger worden vermeerderd. Is er meerdere flenssterkte noodig dan door de aangeklonken hoekijzers wordt verkregen, dan worden op en onder dezelve een of meer streepen plaat gelegd, die door klinkbouten met het hoekijzer worden verbonden. De aansluiting der verschillende stukken geschiedt ook hier vlak tegen elkander, terwijl men er voor moet zorgen dat bij het aanbrengen van meerdere platen boven elkander de stuitnaden in verband verspringen, en boven deze stuitnaden een gedeelte plaat wordt geklonken, even als dit bij het lasschen der hoekijzers is vermeld. Bij flenzen, die later zullen uitrekken, is het noodzakelijk, boven elke samenkomst, dus ook boven die der benedenplaten, eene laschplaat aan te brengen, wat echter in het tegenovergestelde geval slechts voor de buitenste noodig zal zijn. Bij het aanbrengen van het hoekijzer langs de zijden der platen, waarover dekplaten moeten komen, is het, met het oog op de klinken, noodig, dat de boven- en ondervlakken van de hoekijzers juist met de kanten der plaat overeenkomen, opdat van de klinking alle deelen zuiver op elkander sluiten, en dus ook de verdikplaten zoowel op het staande stuk als op de vlakken van het hoekijzer rusten.

§ 249. De theorie, steunende op genomen proeven, kan ons voor elk deel der constructie de noodige afmetingen en verkieslijkste vormen aangeven. Het is echter ook voor een practisch oog dadelijk duidelijk, dat eene platte ijzeren staaf een zeer goede vorm is, om aan trekkende krachten weerstand te bieden; maar dat zij in het tegenovergestelde geval, wanneer er drukkende krachten op de staaf werken, zeer schielijk zal buigen. Voor constructiedeelen, die moeten dragen, wordt daarom van hoek- en T ijzer gebruik gemaakt. Zoo zal ook een hol gegoten ijzeren stijl veel meer draagvermogen bezitten, dan wanneer hij, met denzelfden inhoud volgens de doorsnede, van massief ijzer vervaardigd was.

Het draagvermogen van een en denzelfden stijl is verschillend, naarmate hij onder en boven is bevestigd, dan wel of dit slechts op één of op geen der einden plaats heeft. Ook zal de noodige vorm bij sommige verbindingen bijzondere wijzigingen vorderen, om met de minst mogelijke materialen de meest mogelijke sterkte te hebben.

In den regel worden de stijlen in den meest gunstigen toestand aangebracht, nam. onder en boven bevestigd; waarbij de doorbuiging in het midden plaats heeft. Is eene staaf op beide einden door scharnieren verbonden aan de overige constructiedeelen, dan wordt daarvoor veelal de kruisvorm gebezigd; in dat geval moeten de flenzen in het midden grootere afmetingen hebben dan bij de einden.

Overigens is het hier de plaats niet, om deze verschillende vormen, welke bij de theoretische beschouwingen worden opgehelderd, verder te behandelen.

Door het aan elkander klinken van het hoek- en T ijzer kan zeer geschikt de kruisvorm — + — worden verkregen. Die vormen zijn ook bijzonder geschikt om daaraan schoren, korbeels of andere stukken, welke met de stijlen eenen hoek maken, te verbinden. De schoor wordt daarvoor op het einde van een gaffel voorzien, waarvan de tanden aan weerszijden van een der randen van den stijl vallen, zoodat de verdere verbinding kan plaats hebben door een schroefbout.

§ 250. Bij groote ijzerconstructien heeft men acht te geven op het krimpen en het uitzetten, waaraan de verschillende deelen bij verandering van temperatuur zullen blootstaan. Vooral moet daarop gelet worden bij de verbinding van de liggers met de vaste draagpunten. Het muur- of houtwerk, waarop de liggers rusten, is ingericht om den noodigen weerstand te bieden aan den last, die daarop in loodrechte richting drukt. Zijn nu de liggers hierop verbonden, dan zal bij het verlengen of verkorten op deze deelen eene kracht werken, waarvoor zij niet bestemd zijn; eene kracht, die ook wel te sterk zal zijn om ze door andere krachten te neutraliseeren.

Hierom worden in die gevallen, wanneer er voor nadeelen der verzetting of inkrimping vrees bestaat, daarin door de constructie voorzien. Bij de brugliggers verkrijgt men dit, door de einden op de steunpunten op rollen te leggen, waarover zij zich vrij kunnen bewegen, zie bijv. de fig. 118 en 137.

§ 251. Boven omschrevene verbindingswijzen zullen wel voldoende zijn, om te doen begrijpen hoe bij ijzerconstructien de samenstellingen worden verkregen. — In hoofdzaak toch komt alles op de vermelde verbindingen neer. De bijzondere gevallen zijn daaruit voldoende af te leiden. De werken, die later worden beschreven, zullen een en ander ophelderen, en het besprokene verder met meer voorbeelden toelichten.

IJZEREN BOUTEN, BEUGELS EN BANDEN.

§ 252. Bij de waterbouwkunde wordt veel gebruik gemaakt van — en moet veel vertrouwd worden op ijzeren bouten, beugels en banden. Zooals uit de beschrijving der werken zal blijken, doet vooral de schroefbout, fig. 31, hierbij groote en veelvuldige diensten. De splits- of spiebout — fig. 30 — kan veelal voor hetzelfde doel gebruikt worden; 't zal echter blijken, dat de schroefbout in vele gevallen meer aanbeveling verdient. De splitbout werd vroeger veelvuldig gebezigd; maar thans wendt men nagenoeg altijd de schroefbout aan.

Deze bouten worden gewoonlijk van achtkant ijzer genomen. Vooral voor de schroefbout is dit boven rond ijzer te verkiezen, omdat de steel zich dan vaster in het gat laat slaan en beter voor omdraaien is gewaarborgd, waaruit volgt, dat het aandraaien der schroef beter is verzekerd. Wordt voor deze bouten rond ijzer genomen, dan moeten zij over een gedeelte bij den kop vierkant worden bewerkt, om het rondraaien te beletten, of over het laatste gedeelte iets verdikken, om vaster in het gat te kunnen geslagen worden.

De afmetingen der koppen en moeren regelen zich ongeveer naar de zwaarte van den bout. De dikte van den bout is veelal van 2 tot 3 cM.; de grootte van kop en moer 2 maal de dikte van den bout. De kop $^3/_4$ maal die dikte hoog, en de moer, bij driekanten draad, gelijk daaraan, en bij vierkanten draad $^3/_2$ maal zoo hoog als de dikte van den bout.

De vorm van kop en moer kan verschillend zijn. Moet de kop worden ingelaten, dan is een vierkante vorm de meest geschikte en eenvoudigste. — Komen kop en moer beide in het gezicht, dan geeft men ze veelal een zeskanten vorm, met eenigzins bolvormig bovenvlak, fig. 32 en 36.

§ 253. Bij zachte houtsoorten moeten onder kop en moer dunne ijzeren platen — contra-platen — worden gelegd, om het steunvak te vergrooten. De vierkante vorm is daarvoor de beste. De grootte dezer contra- of onderlegplaten is veelal ongev. 7 cM. bij eene dikte van 1 cM. Somtijds brengt men ook bij harde houtsoorten contraplaten aan; het kan zijn, dat men ook hier of zelfs bij ijzer van deze platen gebruik moet maken. Moet de bout de verbinding van twee, onder eenen hoek samenkomende stukken versterken, dan zullen, òf kop, òf moer, of geen van beide, vlak op de zijvlakken der stukken kunnen rusten. Is dit bij houtconstructie met den kop het geval, dan is het somtijds geen bezwaar om hem aan de eene zijde in te laten; in andere gevallen moeten er onderlegplaten worden aangebracht, die als wiggen zijn bewerkt, waarvan het eene vlak op het materiaal rust, en het andere vlak loodrecht op de as van den bout staat.

Zijn de schroefbouten in constructiedeelen aangebracht, die aan veel trilling blootstaan, zoo bestaat er vooral in den eersten tijd eenig gevaar dat de moer iets zal losdraaien. Hoewel de roest tusschen schroef en moer dit bezwaar schielijk zal vernietigen, kan dat ook worden voorkomen, door den draad der schroef juist achter de moer op een of meer plaatsen in te slaan. Is de bout de draaiende as der constructie, dan is voor het losdraaien der moer een bepaalde voorzorg noodig. Zooals uit de latere beschrijving zal blijken, kan dit worden voorkomen, door achter de moer eene contraplaat aan te brengen, die met vierkant gat om den bout sluit, en dus de rondgaande beweging medemaakt. De moer rust dan op deze contraplaat, die de wrijving tegen de plaat moet verduren.

§ 254. Bij het gebruik van splitsbouten is het altijd noodzakelijk, tusschen den balk en de splits een contraplaat aan te brengen; daar anders het smalle ijzer der splits in de houtvezels zal wegdrukken. Door het aanslaan der splits kan men de verbinding niet bijzonder sterk klemmen. De splits van een spiebout bestaat uit dun ijzer; wordt dubbel geslagen door het gat aangebracht, terwijl de ondereinden gekromd worden. Door roest aangetast, zal die split blijkbaar schielijk te veel verzwakken.

§ 255. Bij het gebruik van ijzeren ankers worden deze somtijds aan beide einden voorzien van schroef en moer. Heeft men eene beschoeiing met ijzeren ankers, en brengt men zoowel vóór den beschoeiingspaal als achter den ankerpaal moeren aan, dan kunnen de ankers voorloopig behoorlijk worden aangeschroefd, terwijl later, als de ankerpalen en gordingen met aarde zijn aangestampt, de beschoeiing door de moeren

voor de palen op nieuw gericht wordt. Het gedeelte bout, dat hierna door de moer komt, kan worden afgevijld en zoo aan de moer het voorkomen van eenen gewonen kop worden gegeven.

§ 256. De schroeven worden met driekanten of vierkanten draad bewerkt. De eenvoudigste en meest gebruikelijke is die, met driekanten draad. Het verschil van vorm heeft weinig invloed op het draagvermogen; de vierkante draad wordt meer voor zware bouten genomen, of voor die, waarvan de moer der schroef gedurig moet bewogen worden, zooals bij stelschroeven het geval kan zijn.

§ 257. Ook de roze- of roosbouten, fig. 33, doen bij de waterbouwkunde belangrijke diensten. Wanneer balken, die elkander in hetzelfde vlak onder eenen hoek ontmoeten, in elkander moeten worden opgesloten, dan kan dit slechts door pennen geschieden. Staat de balk, waarin eenige andere balken moeten verbonden worden, buiten zijne eigene zwaarte nog aan drukking bloot, zooals bijv. met de achterharren van draaibruggen het geval kan zijn, dan is het duidelijk, dat de penverbinding niet voldoende zou zijn, om te voorkomen, dat hij zal kantelen of uitwijken. In deze en soortgelijke gevallen is de rozebout bijzonder geschikt, om die verbinding te versterken, zie fig. 151.

Ook bij de beschoeiingen worden zij zeer veel gebruikt, tot betere verbinding van hoofdbalk en palen. Hiervoor worden zij om den tweeden of derden paal, juist naast een paal, door den hoofdbalk gewerkt, en op het zijvlak van den paal vastgekramd, zie fig. 49 a en 127.

Hoewel men ook bij andere bouten den kop eenen verschillenden vorm kan geven, 't zij langwerpig, 't zij als haak bewerkt, en dit in bijzondere gevallen noodzakelijk kan zijn om een goed steunvlak te bekomen, wordt bij rozebouten veelal aan den langwerpigen, krukvormigen kop de voorkeur gegeven.

Voor deze bouten is het vierkant — of eenigzins platvormig vierkant ijzer het geschiktst. De nokken, waarachter de krammen komen, worden door opstuiking verkregen, terwijl door het achtereinde iets dunner uitgesmeed een spijker komt. Ook de koppen der bouten moeten zooveel mogelijk door opstuiking van het ijzer ontstaan. Wordt dit door het omwellen van ringen verkregen, dan blijkt dikwijls bij het aanslaan der bouten, dat de welling onvoldoende is geweest, en de ring zich slechts gedeeltelijk met den bout heeft vereenigd.

§ 258. Waar geen doorgaande bouten gebezigd worden, wordt door hakkelbouten eene zeer deugdzame verbinding tot stand gebracht. De hakkelbout, fig. 34, is van den gewonen bout, fig. 35, alleen daardoor onderscheiden, dat het ondergedeelte van weerhaken is voorzien, die door inkapping in het ijzer verkregen zijn, en waardoor het uittrekken van een ingeslagen bout zeer moeielijk wordt. Voor hakkelbouten wordt vierkant ijzer gebruikt.

§ 259. De boven opgegeven bouten worden, behalve de in den handel voorkomende spijkers enz., nagenoeg uitsluitend gebruikt. Voor bijzondere toestanden zijn wel wijzigingen noodig, maar in hoofdzaak komen zij op de besprokene constructie neer. — Sommige gewijzigde vormen zullen bij het beschrijven van werken voorkomen, ook zal daarbij het gebruik van verschillende beugels en banden voldoende worden toegelicht, overigens zal het in den regel niet moeielijk zijn, voor elk bijzonder geval de noodige wijzigingen te bepalen.

VASTE BRUGGEN.

§ 260. Bij de duikers is reeds opgemerkt, dat de openingen in de wegen, welke voor waterleidingen noodig zijn, en waar het aanleggen van duikers, om de grootte der opening of andere redenen minder aanbeveling verdient, door bruggen overspannen worden.

De samenstelling dezer bruggen is zeer verschillend. Bij het overspannen van openingen in de wegen, welke alleen dienen voor waterleiding, is eene eenvoudige, vaste brug voldoende. In vele gevallen zijn de voorwaarden echter meer samengesteld, en moet er ook, of soms in hoofdzaak, met de scheepvaart rekening worden gehouden. In dit geval is in den regel eene beweegbare brug meer doelmatig.

§ 261. De vaste bruggen in de scheepvaartkanalen moeten in elk geval eene voldoende hoogte hebben, om de schepen, ook bij hooge waterstanden, door te laten. De waterstanden

zijn bij vele kanalen in ons land slechts weinig beneden de aangrenzende landerijen, en soms daarboven. De wegen, welke nu door deze terreinen zijn aangelegd, zullen in die gevallen ook weinig of niets boven die waterstanden verheven zijn, waaruit volgt, dat vóór de bruggen, welke in die wegen over die kanalen zijn gelegd, veelal lange en steile opritten noodzakelijk worden.

Het nadeelige van deze opritten in het algemeen is vroeger bij de wegen reeds opgegeven; hier zijn zij echter bovendien nog zeer gevaarlijk.

De grond voor deze ophooging moet vaak verkregen worden door het graven van groote slooten of gaten naast deze opritten; uit gebrek aan grond of ruimte moet dikwijls aan den weg, juist voor de brug, het minimum van breedte worden gegeven. Hierbij nog in aanmerking genomen, dat de paarden bij de verschillende drukte op het kanaal lichtelijk kunnen schrikken, zullen ongelukken met rijtuigen hier gemakkelijk kunnen plaats hebben, en de gevolgen hoogst noodlottig zijn.

Ook voor de scheepvaart zijn de vaste bruggen hinderlijk, daar de masten der schepen dan altijd moeten worden neergelaten en in vele gevallen ook de lading, naar de hoogte der bruggen, moet geregeld worden.

Dergelijke oude, vaste bruggen zijn in de laatste jaren zeer veel door beweegbare vervangen.

§ 262. De breedte, die aan bruggen in gewone wegen wordt gegeven, is ongev. 3.5 à 4.5 M. tusschen de buitenzijden der buitenste liggers of het leuningwerk. Bij beweegbare bruggen moet het bewegende gedeelte niet zwaarder gemaakt worden dan noodig is, en bepaalt men de breedte daarvan veelal tot het minimum; bij kleppen van klapbruggen hiervoor somtijds slechts 3 M. nemende.

Moeten elkander twee of meer rijtuigen op de bruggen kunnen passeeren, of moet er gelegenheid bestaan voor drukke passage van rijtuigen en voetgangers, dan is de opgegevene breedte natuurlijk onvoldoende. In die gevallen zal voor elke brug de breedte naar omstandigheden moeten bepaald worden.

§ 263. De eenvoudigste en meest voorkomende vaste bruggen zijn die, welke eene ruimte van 2 tot 7 Meter overspannen.

Zij worden ingehecht, zooals fig. 84, 85 en 86 in dwarsdoorsnede, in lengtedoorsnede en opstand en in platten grond aangeven.

§ 264. De constructie van walhoofden en vleugels, uit hout of metselwerk, of uit hout en metselwerk beide samengesteld, is gelijk aan die bij de beschoeiingen omschreven. De rechte gedeelten — zie fig. 86 — waarop de liggers rusten, worden landhoofden, en de zwaaiende gedeelten, waartegen de glooiingen sluiten, worden vleugels genoemd. De landhoofden en vleugels, ook wel te zamen landhoofden genoemd, hebben derhalve een tweeledig doel, nl. om den bovenbouw der overbrugging te dragen, en voor walbeschoeiing of bekleeding van den grond te dienen. Hoewel de constructie van deze beschoeiing geheel overeenkomt met de vroeger behandelde, komt het voor het middelste gedeelte — het dra-

gende juk — hoofdzakelijk op de weerstandbiedende kracht, reactie, aan. Ook is eene verankering hier veelal niet noodig, daar de jukken van boven door de liggers der brug voldoende worden gesteund. Bovendien hebben het landhoofd en de vleugels gewoonlijk niet dezelfde richting.

§ 265. Zoo het eenigszins mogelijk is, moet men de bruggen rechthoekig over het kanaal brengen; beter is het de richting van het kanaal of den weg hier naar in te richten, dan hiervan af te wijken. Evenwel is dit niet altijd mogelijk; dan worden toch de landhoofden evenwijdig aan de richting van het kanaal geplaatst, waaruit volgt, dat de overbrugging hierop niet rechthoekig maar scheef moet plaats hebben, zie fig. 65 plaat III.

§ 266. Om de lengte der brug zoo kort mogelijk te doen zijn, worden de landhoofden nagenoeg altijd in de glooiingen geplaatst, waardoor het doorgaande profiel van het kanaal onder de brug smaller wordt. 't Is niet altijd noodig, dat het kanaal voor den afvoer van het water de volle breedte behoudt, en ook al is dit het geval, dan geeft het eenigszins naar binnen plaatsen der landhoofden, aangezien dit toch in de glooiing plaats heeft, geene belangrijke vermindering der doorstroomingsbreedte.

Om nu de glooiingen van het kanaal met de landhoofden te vereenigen, worden de vleugels niet in de richting der landhoofden, maar onder eenen stompen hoek — zie fig. 86 — hiermede geplaatst.

§ 267. Het profiel van het kanaal waarover, en van den weg waarin de brug ligt, in verband met het meerder of minder ver in het kanaal geplaatste landhoofd, moeten in hoofdzaak de richting, lengte en hoogte van de vleugels bepalen. In fig. 87 worden verschillende richtingen met de aansluitende glooiingen voorgesteld. Bij a en A in plattegrond en opstand, heeft de vleugelbeschoeiing de langs den weg loopende kanaal-glooiing af te sluiten. De vleugel moet daarbij zoodanig genomen worden, dat hij òf de geheele glooiing afsluit, en dus tot onder op den bodem doorloopt, of, zoo als hier is aangegeven, het niet afgesloten gedeelte der glooiing, onder de helling daarvan, het einde der beschoeiing kan omsluiten, zonder dat de grond voor de brug-opening komt. Bij b en B zijn de plattegrond en opstand voorgesteld van een der vleugels eener brug die over een kanaal ligt, en waarnaast eene sloot in de glooiing van dat kanaal eindigt. Het einde van den vleugel is hier lager genomen, dan de buitenzijde van den aansluitenden weg, zoodat het eerste gedeelte achter de beschoeiing onder steilere helling moet worden opgezet; verder mag ook hier weer de aansluitende kanaal-glooiing niet voor de opening der brug vallen. Bij d loopt de vleugel op het maaiveld neer, en weerhoudt alzoo de glooiing van den weg, welke door ophooging is ontstaan. Bij c, waar naast de brug een kanaal van mindere diepte in het hoofdkanaal uitloopt, is aan de beschoeiing een andere vorm gegeven; het watergebint loopt ter breedte van den weg door, en vervolgens de beschoeiing volgens de riegting van den weg. De lengte van het watergebint wordt bepaald door de breedte van den weg; terwijl het overige gedeelte eene voldoende lengte moet hebben, zoodat de

glooiing, volgens de beschrijvende lijn van een kegelvlak, daartegen kan aansluiten, zonder op de glooiing van het kanaal te vallen.

In enkele gevallen worden de landhoofden gelijk met de bovenbreedte van het kanaal geplaatst; dan zijn de vleugels niet noodig, of kunnen in het verlengde van het landhoofd loopen. Eene beschoeiing van twee of drie planken diepte achter het landhoofd is daarbij voldoende, om te beletten, dat de grond daarachter niet kan wegspoelen of verzakken.

§ 268. De palen der landhoofden staan 0.9—à 1 M. midden op midden; de gebinten bestaan uit eene rij van 4,5 à 6 beslagen eiken palen, zw. 20 bij 25, tot 30 bij 35 cM. Zij worden meerendeels te lood ingeslagen; het achteroverhellende der beschoeiing is hier niet noodig, omdat de jukken door de liggers voldoende worden geschoord.

Voor verzetten en schranken bestaat hier ook geen gevaar, zoo als dit bij de later te vermelden watergebinten wel het geval is, omdat de vleugels daarvoor voldoenden tegenstand zullen bieden. Zullen echter aan de vleugelbeschoeiingen achteroverhellende standen worden gegeven, dan zal het ook beter zijn de palen der landhoofden, volgens de as van het kanaal, ter steek te heien, zie fig. 94, omdat daardoor de aansluiting der beschoeiingsplanken van de vleugels, aan die van het landhoofd wordt bevorderd.

§ 269. De meskant eiken hoofdbalken moeten eene zwaarte hebben van 25 à 35 cM., opdat zij door de noodige gaten en inkeepingen niet te veel verzwakt worden. Zij worden met pen en gat en afwaterende borsten, door twee houten treknagels opgesloten en daardoor op de palen bevestigd. Om het uitscheuren te voorkomen, moeten zij buiten de buitenste palen nog 25 à 35 cM. overstekken — ooren — behouden. De einden der hoofdbalken worden veelal van eenen diamantkop — zie fig. 84 — voorzien, of wel ojiefsgewijze afgewerkt.

§ 270. De hoofdbalken der vleugels worden op die der landhoofden, met inkeepingen en hakkelbouten verbonden. Bedraagt de helling der vleugels veel, dan geeft die verbinding niet altijd voldoende sterkte; in die gevallen is het nuttig, haar tusschen de verschillende hoofdbalken door eene ijzeren knie te versterken. Een en ander voorgesteld in fig. 89.

§ 271. De verschillende richting der vleugels maakt soms andere ankerconstructien wenschelijk dan voor de beschoeiing zijn opgegeven. De plattegrond-teekening in fig. 86 geeft eenige richtingen en bewerkingen van vleugelverankering aan.

Loopen de vleugels in eene richting, gelijk of nagenoeg gelijk met de as van den weg, dan kan men ze zeer sterk verankeren door eene koppeling met een doorgaand ijzeren of houten anker, zooals in stippellijnen is aangegeven. In andere gevallen kan ook eene sterke verankering worden verkregen, door de beide ankers aan eenen paal te bevestigen, welker stand door een in den grond aangebracht kruis is verzekerd, zooals mede door stippellijnen is voorgesteld. De overige aangegeven verankeringen komen ongev. overeen met de vroeger behandelde, behalve dat achter de eene gording eene voorheiing is geplaatst: daardoor vermeerdert de oppervlakte van den grond, die tegen verzetting weerstand biedt. Bovendien kan ook hier, en somtijds zeer doelmatig, van schoorpalen gebruik gemaakt worden.

§ 272. Ook wat de gemetselde walmuren betreft, wordt verwezen naar 't geen daar-

omtrent bij de walmuren is vermeld; de wijze van fundeering en opmetseling komt hiermede in hoofdzaak overeen. Hoewel men om de mindere kosten, op de meeste plaatsen aan eene eenvoudige walbeschoeiing boven eenen gemetselden walmuur de voorkeur geeft, zijn er vele reden om van gemetselde landhoofden gebruik te maken. De houten landhoofden moeten spoedig vernieuwd worden, en dit geeft aanleiding tot stremming van passage en hindernis bij de doorvaart; de bovenbouw der brug, die daarbij moet worden opgebroken, zal, al is hij ook nog vrij goed, bij dit opbreken meerendeels onbruikbaar worden. Bestaan de landhoofden uit metselwerk, dan zal het herstellen van den bovenbouw, in den regel, zonder veel hinder kunnen geschieden.

§ 273. Het vereenigen van het fundeeringswerk van landhoofden en vleugels, kan op verschillende wijzen plaats vinden, zooals uit de fig. 105 tot 109 reeds blijkt. De hierbij opgegeven constructiën zullen door de teekeningen wel voldoende zijn voorgesteld, om begrepen te worden.

De vleugelmuren worden, evenals bij de walmuren, door hardsteenen platen, of gemetselde rollagen en vlechtingen tusschen hardsteenen hoekstukken opgesloten, afgedekt. De hier opgegevene fundeeringen, voor rechtstands- en vleugelmuren, liggen of op ééne hoogte of zij zijn op elkander verbonden. Het kan echter ook gebeuren, dat het, op sommige plaatsen uitvoerbaar en daarom met het oog op de mindere kosten, wenschelijk is, de fundeering der vleugels hooger aan te brengen, dan die onder de rechtstandsmuren; ook kan er bij lange vleugelmuren eene trapsgewijze verhooging plaats hebben. Bij dit alles dient gezorgd te worden, dat de houtwerken altijd onder water blijven; dat het hooger liggende fundeeringswerk voldoende in het aansluitende metselwerk worde verankerd en dat alle voorzorgen genomen worden, om te zorgen, dat niet, door eene ongelijke zakking, ontstaan door de verschillende hoogte van het metselwerk, de muren scheuren.

§ 274. Hoewel hier alleen over rechte vleugels is gesproken, is het in sommige gevallen wenschelijk, deze, of om der sierlijkheidswille, of om eene betere vereeniging met de naastliggende werken te verkrijgen, of om andere redenen, uit gebogen lijnen te doen bestaan. Dit, zoowel voor houten als steenen beschoeiingen in toepassing te brengen, zal wel geen bezwaar hebben; met de eerste laag metselwerk volgt men daarbij de richting van de schuifhouten en legt daarop het bepaalde profiel van den muur aan.

§ 275. In de berekening van den heer Strootman zie inleiding [1]) wordt, ter berekening van de afmetingen van het fundeerings- en metselwerk der bruggehoofden het volgende opgegeven. [2])

§ 276. Stel dat de onderkant van de hoofdliggers 0.5 M. boven het hoogste bekende winterwater

---

[1]) Volgens eene bij de berekening gevoegde aanschrijving van den heer Hoofd-Ingenieur Strootman aan de opzichters van den waterstaat in zijn district, wordt gezegd, dat daarin de noodige formules voorkomen, om te berekenen, of eene **I** of **T** ligger, van elken vorm en samenstelling, de daarop rustende belasting veilig kan dragen, alsmede om de afmetingen van dennen en eiken liggers te bepalen.

[2]) Deze berekening is toegepast op de bruggen, waarvan het draagvermogen der liggers, en daarvoor ook het gezamenlijk gewicht der brug, bij de bruggeleggers in de §§ 312 en volgende is berekend. Voor goed begrijpen zal het daarom dienstig zijn eerst die berekeningen na te gaan.

wordt aangenomen, dan volgt uit de teekening, fig 118 en 137, dat de bovenkant van het bovendek, of de bovenkant van den landhoofdsmuur, boven dat winterwater komt . . . . . 1,20 M.

Stel verder dat het laagst bekende zomerwater is beneden het winterwater . . . . . 2,05 M.

en stel dat de dennenvloer gelegd wordt beneden het laagste of zomerwater (volgens storm van 's Gravensande § 220) op . . . . . 0,45 M.

dan wordt een landhoofdsmuur hoog . . . . . 3,70 M.

Gevolgelijk moet de gemiddelde dikte wezen:

$$3.7 \times 0.36 = 1.332 \text{ M.}$$

Vermits de landhoofdmuur van boven, met het oog op de kas voor de liggers en met het oog op den rijsteen, eene dikte van 1,10 M. dient te bekomen, zoo wordt, als men de dagzijde van den muur een valling geeft van $\frac{1}{20}$, de onderdikte 1,564 M., of om bij steenslengten te blijven, 1,54 M.

De fundeering van elk landhoofd heeft te dragen:

a. de landhoofdmuur; stel dat zijn inhoud berekend is op ongeveer 57 M³ metselwerk, is ad 1810 kilogr. p. M³ . . . . . 103170 K.G.

b. de helft van het gewigt der voltooide brug; Stel dat men, door gedetailleerde berekening, voor dit gewigt heeft gevonden: aan plaat-, I-, hoek- en smeedijzer 17000 K.G.
voor kussens en uitzettingsrollen onder het eene uiteinde der liggers . . 250 „
voor dekken en verder houtwerk . . . . . 5250 „
te zamen 22500 „

dan is de helft hiervan . . . . . 11250 „

c. en eindelijk de helft der toevallige belasting. Daarvoor, als in § 312, nemende 350 kilogr. per M²., bedraagt deze op de gansche brug 23 × 4,30 × 350 kilogr. (de helft ongeveer) 17900 „

te zamen 132320 K.G.

De palen aan den kop op minstens 2 decimeter middellijn rekenende, is hunne doorsnede groot 3,14 dM². En daar, bij gebruik van dennen kespen, elke dM² paalkop met niet meer dan 3500 kilogram mag belast worden, wil men gevrijwaard wezen tegen het indrukken van den paalkop in het ondervlak der kesp, zoo mag zulk een paal hoogstens dragen 3,14 × 3500 = 10990 kilogram.

Het boven berekende gewigt moet dus gedragen worden door minstens $\frac{132320}{10990}$ = ongeveer 13 palen.

In fig. 116 en 117 zijn er zekerheidshalve 15 palen aangegeven, en wel zeven palen onder den achterkant van den landhoofdmuur, en acht onder zijn voorkant, omdat daar de meeste druk wordt uitgeoefend.

§ 277. Deze 15 palen hebben te zamen te dragen het voren berekende gewigt van 132320 kilogr.; alzoo moet één paal kunnen dragen 8822 kilogram.

De formule voor den stuit van heipalen is:

$$e = \frac{6\,R\,(B + P)}{h\,B_2}$$

waarin: h. de valhoogte van het heiblok, stel 13 decimeter.

P. het gewigt van den paal, stel 200 kilogram.

B. het gewigt van het heiblok, stel 300 kilogram.

en R. den last dien de paal moet dragen, berekend op 8822 kilogram.

Men vindt dan:

$$e = \frac{13 \times 300_2}{6 \times 8822 \times 500} = 0{,}044 \text{ decimeter.}$$

voor de zakking in den laatsten slag, en alzoo voor den stuit in den laatsten togt van 30 slagen:

$$30 \times 0{,}044 = 1{,}32 \text{ decimeter of ongeveer 13 centimeter.}$$

§ 278. De grootste afstand van twee naast elkander staande, door eene kesp verbonden palen, is, in dit geval, 11,34 decim.

Veronderstellende dat de kespen boven elken paal zijn doorgesneden, dan rekent men niet te gunstig als men aanneemt, dat de 13 onder den landhoofdmuur liggende stukken kesp te zamen het boven berekende gewigt van 132320 kilogram dragen.

Eene kesp draagt dan $\frac{132320}{13} = 10179$ K.G. dat is per decimeter lengte $\frac{10179}{11{,}34} = 896$ K.G.

De formule voor een veerkrachtige, aan elk uiteinde ondersteunde staaf van regthoekige doorsnede, is

$$n\,\frac{a}{\lambda} = \frac{3a^2\,G}{bh^2},$$

waarin: $n\,\frac{a}{\lambda}$ voor dennenhout $= 13000$;

a de halve afstand van de steunpunten der staaf $= \frac{11.34}{2} = 5{,}67$ decim.

G de belasting der staaf per decim. lengte $= 896$ KG.,

en b de breedte der kesp.

Omdat wij ondersteld hebben, dat de palen 2 decimeter middellijn houden, nemen wij b iets meer, bv. $= 2{,}5$ decimeter, en vinden dan:

$$h = \sqrt{\frac{3a^2\,G}{n\,\frac{a}{\lambda}\,b}} = 1{,}631 \text{ decimeter.}$$

Een hoogte voor de kespen van 17 centimeter is dus voldoende.

§ 279. Stellen wij den vloer, door verticale vlakken, evenwijdig aan de brugas, aan reepen gesneden van één decimeter breedte, dan heeft zulk een reep klaarblijkelijk te dragen, omdat het landhoofd in den dag 70 decimeter lang is $\frac{132320}{70}$ = ongeveer 1885 kilogram. Vermits de afstand der steunpunten, dat is hier de afstand midden op midden der kespen, is $15{,}4 - 2 \times 2{,}5 = 10{,}4$ decimeter, zoo heeft zulk een reep vloer per decimeter te dragen:

$$\frac{1885}{10.4} = \text{ongeveer } 182 \text{ kilogram.}$$

De formule is wederom als voren:

$$n\,\frac{a}{\lambda} = \frac{3a^2\,G}{bh^2}$$

waarin: $n\,\frac{a}{\lambda}$ als voren $= 13000$;

$$a = \frac{10{,}4}{2} = 5{,}2 \text{ decimeter;}$$

$G = 182$ kilogram, en

b aangenomen $= 1$ decimeter.

Alzoo is $h = \sqrt{\frac{3\,a^2\,G}{n\,\frac{a}{\lambda}\,b}} = 0{,}674$ decim.

Een dikte van 7 centimeter is dus voor den vloer voldoende.

§ 280. Daar de vleugelmuren minder lang en minder dik zijn, hebben palen en kespen ook zooveel minder te dragen.

De stuit van de palen, de afmetingen der kespen en van den vloer, voor het landhoofd berekend, kunnen dus ook aangehouden worden voor de palen, kespen en vloer onder de vleugels.

§ 281. Alle metselwerken, welke met grond worden aangevuld, worden aan de achterzijde volgeraapt, terwijl de grondaanvulling in geregelde, wel aangezette en afwaterende lagen van ongev. 25 c.M. dikte, moet plaats hebben.

TUSSCHENJUKKEN, SCHOREN EN STOOTPALEN.

§ 282. Bij gewone bruggen kan zonder bezwaar een afstand tot 7 à 8 M. worden overspannen door een gewonen ligger.

Zijn de landhoofden meer dan 7 à 8 M. van elkander verwijderd, dan zijn er zeer zware liggers noodig om voldoende sterkte te verkrijgen, en wordt daarom veelal tot het

aanbrengen van meerdere draagpunten overgegaan. De eenvoudigste wijze is hiervoor, het aanbrengen van gebinten of jukken, tusschenjukken, of het plaatsen van gemetselde penanten in het kanaal. Is het voor het behoud der doorvaartswijdte of andere zaken noodig of wenschelijk, deze jukken of penanten in het kanaal te vermijden, dan kan men de de liggers ook versterken, door het aanbrengen van schoren, hangers of bogen.

§ 283. De tusschenjukken zijn gebinten van ingeheide palen met een' daarop steunenden hoofdbalk, even als dit voor de landhoofden is opgegeven. Hier worden de palen echter, om het schranken tegen te gaan, volgens de richting van het juk, ter steek geheid.

Bestaat het juk bv. uit 5 palen, dan moet de middelste paal te lood worden geplaatst, terwijl de overige eenen hellenden stand verkrijgen, en wel zóó, dat de buitenste van 5 tot hoogstens 10 cM. per M. van den loodrechten stand afwijken, zie de fig. 94 en 102.

De jukken worden, bij lange bruggen, zóó geplaatst, dat de geheele wijdte is verdeeld in vakken van 5 à 6 M. Overigens moet naar de scheepvaart bepaald worden, of ook sommige openingen meerdere breedte moeten hebben dan andere. Bij gewone kanaalbreedte zal één juk, in het midden in den regel voldoende zijn, dit kan echter in vele gevallen, vooral met het oog op de scheepvaart niet worden toegepast; hierom zal men gewoonlijk twee jukken aanbrengen. De noodige doorvaartswijdte geeft de breedte der middelste opening aan, waarbij dan tusschen de jukken en de walhoofden, kleinere openingen overblijven.

§ 284. Op de eenvoudigste wijze zijn de jukken samengesteld als fig. 94 voorstelt; ook worden zij wel versterkt door eene gording, zie de fig. 102 en 103. Somtijds bestaan de jukken uit twee gedeelten, een onder- en een bovenbouw.

Deze meer samengestelde jukken dienen geplaatst te worden, wanneer de afstand tusschen den bodem van het kanaal en de overbrugging te groot is, om palen van voldoende lengte te bekomen. Ook gebeurt het, dat men deze wijze van bewerking verkiest, omdat de onderbouw, wanneer die altijd onder water blijft, bijna onvergankelijk is, en daarom de vernieuwing der jukken, hier alleen voor het bovenste gedeelte behoeft te gescheiden. De palen van het bovenste juk worden soms van ijzer genomen, waardoor de duurzaamheid van 't geheel zeer wordt bevorderd.

§ 285. Fig. 95 en 96 geven een paar voorbeelden van deze dubbele houten jukken. Volgens fig. 95 is eene rij heipalen ingeslagen, waarover met pennen en gaten een dubbele hoofdbalk of kesp is aangebracht, die weder door korte, om deze kespen verkeepte, dwarsbalkjes, aan elkander verbonden zijn. De palen van het bovenjuk zijn tusschen de dwarsbalkjes opgesloten, en het juk — watergebint — is versterkt door gordingen en schoren. Fig. 96 stelt eene constructie voor van soortgelijk gebint. Hier bestaat de onderbouw uit twee jukken, welke door kespen zijn gekoppeld, waarop in het midden twee draagbalken zijn aangebragt; waartusschen de palen van het watergebint — welke hier dubbel zijn voorgesteld — met pennen worden opgesloten en waarop zij met borsten steunen. Bij deze bewerking kan het watergebint door schoren worden versterkt, welke in de kespen met pen en gat, en in

de stijlen met tanden worden ingelaten. Verder worden deze verschillende gordingen, schoren, kespen, verbindingen enz. met schroefbouten verbonden en versterkt.

§ 286. De koppen der palen van het watergebint worden met diamantkoppen of met ojieven afgewerkt, en somtijds voor het inwateren beveiligd, door het aanbrengen van dekstukken zooals de fig. 97 en 98 voorstellen. Somtijds worden de gebinten, die de doorvaartswijdte begrenzen aan die zijde met planken bekleed. Op de hoogte waar de schepen zullen aanvaren wordt dan over eene hoogte van 1 à 1,5 M. bekleedingsplanken tegen de palen gespijkerd. De sterkte van het juk zal hierdoor wel eenigszins winnen, maar door de aanvaring tegen de koppen der planken zijn deze zeer schielijk beschadigd, en bovendien worden de planken met de haken en boomen der schippers schielijk stuk gestooten en verbrokkeld.

§ 287. In 1874 is eene brug gebouwd over den Ouden IJssel te Doetinchem. De jukken zijn daarbij ongev. samengesteld zooals de fig. 91 a en b en fig. 93 in opstand voorstellen, terwijl de fig. 92 a en b daarvan de plattegronden geven; de eerste eene doorsnede boven de onderste gordingen, en de tweede het gezicht op de jukken.

Elk tusschenjuk bestaat uit een dubbel gebint, waarvoor 8 gecreosoteerde greenen palen zijn ingeheid, zw., op 1 M. van den kop 1,20 M. en aan de punt 0,80 M. in omtrek. De bovenste gedeelten zijn ter lengte van 4 M. afgevlakt en het hart is tot die diepte uitgeboord. Deze uitgeboorde openingen zijn met creosoot volgegoten.

Tusschen de middelste palen zijn rijen dampalen ingeheid, van dennenhout, zw. 25 cM.; de bovenkant dezer palen staan gelijk met laag water. Nadat deze dampalen zijn aangebracht, zijn de binnenjukpalen hiertegen ingeheid, en verder door doorgaande ijzeren schroefbouten verbonden.

De jukpalen zijn van boven gekoppeld door vier, en even boven laag water door twee gecreosoteerde dennen gordingen met doorgaande schroefbouten bevestigd.

Het juk is tegen schranken versterkt door het aanbrengen van twee ijzeren trekschoren aan beide zijden van het juk, waarvan een in fig. 91 a is voorgesteld. De trekschroeven zijn van onderen bevestigd aan ijzeren stroppen, en gaan van boven door gecreosoteerde eikenhouten koppelhouten, zooals mede in fig. 91 a is aangegeven.

Tusschen de buitenste palen van het juk zijn zes gegoten ijzeren kokervormige vullingsstukken aangebracht, van 2 cM. ijzerdikte.

Over de koppen der palen zijn ijzeren sloven gelegd, zw. 60 K.G. per M. met rozebouten aan de palen verbonden, waarop dito soort liggers rusten. Aan de buitenzijde der buitenste liggers, zijn boven de jukken, gegoten ijzeren kantstukken aangebracht, welke door eene doorgaande ijzeren staaf zijn vereenigd, zie fig. 92.

De ruimte tusschen sloven, liggers en dek is volgemetseld.

§ 288. Het aanleggen van gemetselde steunpunten in het kanaal, is, vooral in vergelijking met de eenvoudige tusschenjukken, kostbaar, en zou somtijds ook, met het oog op scheepvaart en doorstrooming, te veel van de kanaalbreedte vorderen. Hoewel men

overigens daarvoor ook dezelfde voordeelen kan opgeven, als bij de walhoofden, zal men zich daarom meer tot houten tusschenjukken moeten bepalen.

De gemetselde penanten moeten aangelegd worden op soortgelijke fundeeringswerken, als bij de steenen walhoofden is opgegeven. Fig. 94 geeft eene doorsnede van een middelpenant onder eene ijzeren draaibrug.

§ 289. Moeten de penanten in diepe wateren worden geplaatst, dan wordt het onderste gedeelte, waarop gemetseld moet worden, veelal verkregen door eene betonbestorting. De plaats, waar het penant moet opgemetseld worden, wordt dan door zware, met messing en groef opgesloten, posten of platen afgeheid; in stroomend water wordt deze inheiing, van buiten of van binnen met een linnen kleed bespannen. De losse en weeke grond wordt uitgebaggerd tot eenige decimeters in den vasten bodem. Dan worden op afstanden van 0,50 à 1 M. onder het penant dennen heipalen ingeleid, en onder water, door een daarvoor ingericht zaagtoestel, op 0,50 à 1 M. boven den bodem afgezaagd. De kist wordt verder tot zekere hoogte beneden laagwater met beton volgestort en daarop, na het water uitgemalen te hebben, het metselwerk opgetrokken, terwijl ook de omheiing later tot onder water wordt afgezaagd.

§ 290. Is de overspanning in eens te groot, en zijn er bezwaren voor het aanbrengen van steunpunten in het kanaal, dan kan men de liggers versterken door hang- en schoorwerk. Deze versterking kan, zoo als dit bij de versterkte balken, hangkapwerk en ijzeren tralieliggers blijkt, zeer verschillend geschieden.

Fig. 110, 111 en 112 geven daarvan een paar eenvoudige voorbeelden.

§ 291. Door fig. 110 is een ligger voorgesteld, welke van onderen van een ijzeren spantoestel is voorzien. Ieder greenenhouten ligger, die oorspronkelijk recht is, is door het ijzeren spantoestel in gebogen toestand gebracht, en rust met de einden op in het muurwerk opgesloten hardsteenen neuten.

Uit de bijgevoegde details zal de verdere bewerking voldoende blijken; a geeft de spanmoer aan, welke in het midden tusschen de beide spanijzers is aangebracht; b en B het staande stuk, dat van boven met een klauw om den ligger vat, en van onderen met eene haak is voorzien om het spanijzer te omvatten; A en C de wijze, waarop het spanijzer door eenen beugel tegen den kop van den ligger steunt, welke kop door een ijzeren muts tegen indrukken is beveiligd.

§ 292. Fig. 111 geeft twee voorbeelden voor het aanbrengen van steunschoren onder de liggers. 't Is daarbij van groot belang, dat, bij het aanbrengen van dubbele liggers, — zooals hier het geval is — het over elkander schuiven belet wordt, 't geen duidelijk blijkt, als men bedenkt, dat, zijn zij zoo aangebracht, dat alle verschuiving belet is, en zij als één balk kunnen beschouwd worden, hun draagvermogen evenredig is aan het vierkant van tweemaal de som der hoogten of dikten, en in het andere geval aan tweemaal de hoogte of dikte in 't vierkant. De verbinding der dubbele liggers, welke hier aan de rechterzijde met tanden en aan de linkerzijde met korte ingelaten stukken is ver-

kregen, benevens de andere samenstellingen, zullen uit de teekening voldoende blijken.

§ 293. Fig. 112 stelt eene constructie voor van een hangwerk, waarvan de schoren staan op de beide buitenste liggers; over deze liggers zijn met voorloeven dwarsbalken gelegd, waarop het dek rust. 't Is duidelijk, dat het hier vooral aankomt op eene vaste verbinding van den hangstijl en den ligger, dat er gezorgd wordt dat de schoor b, niet over den ligger kan uitglijden, — in ons voorbeeld is hij van onderen in een ijzeren schoen geplaatst — en dat de schoor en horizontale balk voldoende sterkte bezitten, om bij het belasten der brug niet door te buigen.

Bij het aanbrengen van hang- en schoorwerk moet er zeer veel op de verschillende verbindingen worden vertrouwd, en vooral op het versterken door ijzerwerk. Daar al deze verbindingen aan de inwerking van het weer zijn blootgesteld, daardoor schielijk verzwakken en dientengevolge niet meer te vertrouwen zijn, maakt men daarvan zoo weinig mogelijk gebruik, althans niet van samengestelde constructiën.

§ 294. Bij het aanbrengen van tusschen-steunpunten in het kanaal, is het wenschelijk, deze zooveel mogelijk voor het aanvaren der schepen te vrijwaren. Dit is noodig, omdat daardoor het juk zelve kan worden beschadigd, en ook vooral daarom wijl door deze stooten, de verbindingen van den bovenbouw veel verzwakken. Om hiervoor te zorgen, worden voor deze jukken, een of meer palen — stootpalen — in den grond geheid, welke ongev. 1 M. boven het water uitsteken, en op ongev. 1 M. van het juk verwijderd zijn.

De schepen, welke niet juist voor de doorvaart der brug komen, zullen tegen deze palen, in plaats van tegen het juk stooten, en door die palen, voor de opening der brug worden gebracht.

Bij eenvoudige bruggen en op kanalen, waar geene drukke scheepvaart is, is het plaatsen van één stootpaal voldoende; wordt het kanaal druk bevaren, en hebben de schepen bij het passeeren der brug soms een snelle vaart, dan zal één paal te weinig tegenstand bieden en deze schielijk worden afgevaren of ter zijde uitwijken. In dit geval plaatst men twee of meer palen, welke door gordingen verbonden worden; ook kan men aan den stootpaal in verschillende richtingen twee of meer schoorpalen aanbrengen bij wijze van duc d'alven.

Wanneer men in het water, zooals voor bevestiging van schepen veelal in groote havens plaats vindt, een zware te lood staande paal als koningpaal inslaat en deze rondom door ingeheide schoorpalen versterkt, dan wordt dit samenstel van palen een duc d'alve genoemd.

Bij groote bruggen vormen de stootpalen soms eene geheele constructie, vooral bij breede gemetselde penanten. — Men heit dan veelal eene dubbele rij stootpalen achter elkander, en wel zoodanig, dat de voorste paal midden voor het penant staat, terwijl de daarachter geplaatste palen meer en meer van elkander verwijderd worden, en zoo met elkander eenen hoek vormen, waarvan het hoekpunt het verst van de brug verwijderd is en de beide beenen naar de buitenzijde van het penant wijzen. Zijn deze palen door

gordingen aan elkander verbonden, dan wordt het geheel den naam van remmingwerk gegeven. Komen de schepen tusschen dit remmingwerk, dan worden ze geleidelijk naar de brugopeningen gevoerd.

§ 295. Bij stroomkanalen kan het zijn, dat deze stootpalen en remmingwerken ook dienst doen, om bij opdooi de jukken en penanten voor de nadeelen van ijsgang te bewaren.

Is hiervan eenige nadeelige werking te vreezen, dan is het beter aan den voorsten paal een schoorpaal in te heien en hierop, ter hoogte van het ijs, een blok te bevestigen, dat bij groote beschadiging door een ander kan vervangen worden, zoodat men geen' nieuwen paal behoeft te slaan.

BRUGLIGGERS.

§ 296. Het getal en de afmetingen der liggers moeten bepaald worden, naar den grootsten last, dien de brug zal moeten dragen.

Hiervoor moet men dus weten, hoe groot deze zal kunnen zijn. De dagelijks terugkeerende belasting, waaraan eene brug weerstand moet bieden, zal bij verschillende bruggen zeer ongelijk zijn.

Er wordt echter aangenomen, dat de grootste drukking, welke op eene brug wordt uitgeoefend, dán ontstaat, wanneer in de pas marcheerende soldaten, in gesloten gelederen, bepakt en gewapend de brug passeeren.

Daar dit draagvermogen voor alle bruggen noodzakelijk zal kunnen zijn, en men overigens zekerheid hebbe voor voldoende sterkte, neemt men dit als maatstaf voor berekening aan. Voor de zwaarte van deze marcheerende soldaten zou dan 334 K.G. per M² moeten worden aangenomen.

§ 297. Voor dat echter de liggers breken, zullen zij reeds meer doorbuigen, dan voor den goeden vorm van het geheel en voor de verbindingen der verschillende brugconstructiën, mag worden toegelaten. Hierom wordt bij het berekenen van de zwaarte der brugliggers veelal het $^1/_{480}$ gedeelte der vrijdragende lengte als maximum van doorbuiging bepaald. Door berekening kan, althans bij benadering, worden gevonden, welke afmetingen noodig zijn, om, bij gegeven vrijdragende lengte, een zeker gewicht, dat hier gelijkmatig over den balk is verdeeld, met voldoende zekerheid te dragen, of waardoor hij niet meer dan wenschelijk is, zal doorbuigen.

§ 298. Volgens daarvoor in verschillende werken opgegevene berekeningen komt men tot de bepaling, dat bij eenen liggerafstand van 0.9 M. midden op midden, eene belasting van 350 KG. per strekkende M. ligger, waarvan het maximum van doorbuiging op $^1/_{480}$ der vrij dragende lengte is aangenomen, terwijl de verhouding van breedte en hoogte der liggers is als de getallen 5 en 7, bij eikenhout een voldoend draagvermogen wordt verkregen, bij de volgende, in ronde cijfers uitgedrukte afmetingen:

Voor eene brug van 5 M. spanning b = 19 en h = 27 c.M.
„ „ „ „ 6 „ „ b = 22 „ h = 31 „
„ „ „ „ 7 „ „ b = 25 „ h = 35 „

§ 299. De liggers voor vaste bruggen worden altijd van eikenhout en van gelijke zwaarte genomen. Hierdoor verkrijgen de buitenste liggers wel overtollig draagvermogen, maar zij zijn ook meer blootgesteld aan den nadeeligen invloed van afwisselende vochtigheid en droogte, terwijl ook het leuningwerk daaraan moet bevestigd worden.

§ 300. Somtijds worden de liggers met een kleine zeeg bewerkt, hoofdzakelijk met het doel om het gezichtsbedrog, waardoor de waterpasliggende liggers, zich als buigende voordoen, weg te nemen. In enkele gevallen geschiedt dit ook, om aan de brug over de lengte een afwaterend profiel, of om aan den ligger meerdere sterkte te geven. Vooral was dit eerste het geval, bij de vroeger veel gebruikelijke *hooge* bruggen; bij bruggen met twee tusschenjukken werd hierbij aan de liggers over de middelste doorvaart eenige centimeters rondte gegeven; terwijl die over de buitenste openingen, als raaklijnen aan deze gebogene in rechte lijnen afliepen. Het beloop der brug sluit zich daarbij beter tusschen dat der steile opritten aan.

§ 301. Men heeft ook wel gebruik gemaakt van opgespalkte of gespleten balken; ook wel naar den uitvinder Lewesche balken genoemd. De balk wordt daarbij over het midden der breedte en behalve de beide einden, over de volle lengte doorgespleten of doorgezaagd; de einden worden door bouten of banden tegen geheel doorsplijten verzekerd, en de middelste gedeelten van elkander gebogen tot parabolischen vorm. Door het aanbrengen van tusschenstukken of staande stijltjes blijft deze vorm behouden. Om te zorgen dat deze tusschenstukken niet kunnen verschuiven of uitwijken, wordt eene schroefbout door de beide liggerdeelen en den stut aangebracht. Ook kan men deze stijlen, 't zij van gegoten ijzer, 't zij van hout, op de einden gaffelvormig maken en met de flenzen om de liggerdeelen laten vallen.

Wil men deze constructie van versterkte balken toepassen, dan zal het de voorkeur verdienen, hiervoor twee stukken te nemen. Wordt daarbij gezorgd, dat de liggers op de beide einden, welke bij de eerste bewerking niet worden doorgespleten, zóó op elkander worden verbonden, dat zij niet kunnen verschuiven, dan voldoet ook deze samenstelling aan dezelfde voorwaarden, terwijl de uitvoering veel gemakkelijker en eenvoudiger zal zijn. Hierbij heeft men ook gelegenheid, den ondersten balk recht te laten en daarop den bovensten in gebogen stand aan te brengen.

't Komt echter zeer zelden voor, dat deze of andere versterkte balken worden toegepast; wij weten, dat samengestelde houtconstructiën niet zijn aan te bevelen en veelal door ijzerconstructiën vervangen zijn.

§ 302. De liggers worden met voorloeven van 4 à 5 c.M. breedte en diepte in, en verder met een lip op den hoofdbalk gelegd, en daarop met hakkelbouten verbonden.

§ 303. Over de einden der liggers, en dus van achteren gelijk met den hoofdbalk,

wordt een eikenhouten rib — stootblak — gelegd, over de liggers halfhouts verkeept en mede met hakkelbouten op hoofdbalk en liggers bevestigd. Zie omtrent de verbinding van liggers en stootbalk fig. 90. De stootbalk is een balk van ongev. 15 c. M. breedte, terwijl de zwaarte er van door liggers en onderdek wordt bepaald, omdat de hoogte gelijk moet komen met den bovenkant van het onderdek. Verder wordt hij voorzien van eene sponning waarin de aansluitende plank van het onderdek wordt vastgespijkerd. De lengte van dezen balk is verschillend; in elk geval moet hij tot de buitenkanten der buitenste liggers reiken; veelal is hij opgesloten tusschen de vleugelhoofdbalken, of daarop met een lip steunende, zie fig. 89.

§ 304. Aan de bruggedekken wordt over de breedte eene tonrondte gegeven van ongev. 5 c. M. Om dit te verkrijgen, worden de buitenste liggers meer verkeept, en dus de voorloeven aldaar dieper genomen, dan voor de middelste, zooals uit fig. 84 blijkt.

Voor het beter aansluiten der dekplanten, en om de afwatering der liggers te bevorderen, worden deze van boven aan weerszijden over $^1/_3$ der breedte iets afwaterende afgewerkt, afgebiljoend.

§ 305. Bij het gebruik van tusschenjukken kan men veelal geene liggers bekomen, die in ééns over al de openingen doorloopen, of de kosten zouden daardoor meer vergrooten, dan de constructie daarbij zou winnen. In die gevallen worden de bruggeliggers op de hoofdbalken der tusschenjukken naast elkander gelegd, en rusten alzoo op de geheele breedte van den hoofdbalk, zooals de fig. 102, 104 en 113 aangeven. De buitenste liggers worden daarbij in elkanders verlengde gelegd, en liggen derhalve op het midden van den hoofdbalk, recht afgesneden, tegen elkander. Is het met het oog op de breedten der openingen uitvoerbaar, twee openingen met ééne liggerlengte te overspannen, dan kan men de liggers aanbrengen als in fig. 113 is opgegeven, daarbij zorgende, dat de afstanden der liggers overal zooveel mogelijk gelijk worden.

§ 306. Bij groote overspanningen bezigt men, om de anders benoodigde steunpunten te vermijden, plaatijzer. Maakt men bij gewone spanningen van ijzer gebruik, dan wordt daarvoor gegoten of getrokken ijzer genomen.

De fig. 102, 103, 104 en 114 stellen in platten grond en verschillende doorsneden, bruggen met laatstgenoemde soorten van liggers voor.

Bij het gebruik van gegoten ijzeren liggers, kan de onderflens onder den stootbalk doorloopen en de stootbalk, ligger en hoofdbalk met eene doorgaande schroefbout worden verbonden, zooals in fig. 114. linkerzijde, en bij d op grootere schaal is voorgesteld. In fig. 114 rechterzijde, waar ook de jukpalen van gegoten ijzer zijn, is een ijzeren hoofd- en stootbalk aangebragt, welke met schroefbouten, door de flenzen van hoofdbalk en liggers, moet bevestigd worden.

Ter versterking is verder bij beide inrichtingen een consôle aangebracht; de eene rust in een in den hoofdbalk aangebrachte voorloef, en de andere tegen het voorvlak van den paal. In fig. 102 en 103 is eene verbinding van een getrokken ijzeren ligger en stoot-

balk voorgesteld, door den ligger met eene pen door den stootbalk te laten loopen, en hierin achter den balk een wig te slaan.

§ 307. Wij hebben vroeger gezien, dat bij het gegoten ijzer aan de bovenflens weinig zwaarte behoeft gegeven te worden. De verhouding van de onder- en bovenflens was in dit geval als 6 tot 1. Zij moeten echter zoo breed worden genomen, dat zij voldoende gelegenheid geven tot het bevestigen der dekken. Met het oog hierop, is daaraan de vorm volgens 115 a gegeven.

§ 308. Hoewel het staande stuk, voor het draagvermogen van den ligger, weinig dikte noodig heeft, kan men deze bij gegoten ijzer niet minder dan 2 à 3 cM. nemen, omdat anders de gieting niet voldoende kan worden uitgevoerd.

Proefnemingen op ijzerfabrieken hebben aangegeven, dat om practische bezwaren, de zwaarte der middelrib niet minder moet bedragen dan 2 c.M. voor 4 M. balklengte, 2,5 voor 5 — 3 voor 6 en 3,5 voor 8 Meter lengte.

§ 309. Voor het maken van groote overspanningen is het in hoofdzaak de kwestie, om belangrijke hoogte aan de liggers te geven, zonder de staande plaat zwaarder te doen zijn, dan met het oog op het draagvermogen van den ligger noodig is.

Wij hebben vroeger gezien, dat het draagvermogen hoofdzakelijk afhankelijk is, van de hoogte der liggers en de sterkte der onder- en bovenflenzen.

Volle plaatijzeren liggers hebben wij reeds besproken; wij weten, dat deze bij gesmeed ijzer bestaan uit eene staande plaat van plaatijzer, en daaraan geklonken hoekijzer tot het vormen van flenzen, met of zonder verdikkingsplaten.

Worden bij eenigszins groote overspanningen ijzeren liggers aangewend, dan gebruikt men twee hoofdliggers aan de buitenzijden der brug; verbindt deze door de noodige dwarsliggers, waarop weder de liggers voor de dekken rusten. Voor de hoofdliggers zal hierbij meerdere hoogte worden gevorderd, dan voor de dwarsverbindingen. Deze dwarsverbindingen, welke mede van plaat- en hoekijzer worden vervaardigd, kunnen daarbij aan het lijf van de hoofdliggers worden vastgeklonken, en op de onderflenzen rusten, zooals in fig. 137 is aangewezen. Door de meerdere hoogte der hoofdliggers, bestaat hierbij eene geschikte gelegenheid, tot het aanbrengen van verhoogde voetpaden. De tweede ligger, waarop de voetpaden rusten, is hier samengesteld uit T- en L ijzer, terwijl de overige lengteliggers zijn genomen van getrokken ijzer.

Zullen de dwarsliggers van boven gelijk komen met de bovenkanten der hoofdliggers, dan is eene verbinding als in fig. 133 is voorgesteld, zeer geschikt. De staande plaat der dwarsverbinding is hier op het einde bevestigd aan een driehoekig stuk plaatijzer, dat over de volle breedte der hoofdliggers tusschen de hoekijzers geklonken is.

§ 310. Voor het maken van bruggen met groote spanwijdten is de voor de constructie benoodigde staande plaat een werkelijk bezwaar, daar de zwaarte van den ligger hierdoor aanmerkelijk vergroot wordt, zonder dat het draagvermogen naar evenredigheid vermeerdert.

Het is evenwel reeds vroeger gebleken, dat deze staande wanden moeten verzwaard en versterkt worden, om den ligger tegen schranken te beveiligen. Dat dit verzwaren bij hooge liggers aanzienlijk zal moeten zijn, valt duidelijk in 't oog.

In navolging van vroegere Amerikaansche houten bruggen werden daarvoor de zoogenaamde tralieliggers toegepast, waarbij de wanden bestaan uit elkander kruisende staven, zie fig. 142.

In hoofdzaak is dit eene plaat met groote openingen, en dus eene vermindering van den dooden last, die bij volle plaatijzeren liggers aanwezig zou zijn.

Later is een systeem van driehoekige vormen ontstaan, of wel het zoogenaamde diagonaalstelsel. Door dit stelsel kan men de krachten berekenen, die in elke staaf aanwezig moeten zijn: men kan daardoor een minimum van materiaal aanwenden, en dit juist dáár aanbrengen, waar het noodig is, waarbij men alleen bij groote hoogten voor verstijving extra materiaal behoeft aan te brengen.

Later zullen we nog in 't kort op de spoorwegbruggen terugkomen. Bij den gewonen bruggebouw komen de tralieliggers al zeer zelden voor; het bovenvermelde dient dan ook hoofdzakelijk ter inleiding van de hierna volgende berekening.

§ 311. Bij de hierna volgende toegelichte berekeningen van den heer Strootman, zie noot 1, blz. 90, behooren de teekeningen, voorkomende op plaat VII en een gedeelte van die voorkomende op plaat VIII. Van de teekening op plaat VII is fig. 116 de opstand over de halve lengte der brug, terwijl fig. 117 een gedeelte van den platten grond voorstelt. Van de teekeningen op plaat VIII zijn eveneens de fig. 134 en 135, halve opstand en platte grond, terwijl fig. 136 eene dwarsdoorsnede voorstelt.

BRUGGEN MET TRALIELIGGERS.

§ 312. Gesteld, dat men een brug heeft te maken, bestaande uit twee tralievormige hoofdliggers, en verder samengesteld als fig. 116, 117 en 118.

De wijdte tusschen de landhoofden zij 22 M. De beide hoofdliggers, die alzoo 23 M. lang dienen te worden, behooren met hunnen onderkant op 0,50 M. boven het hoogst bekende winterwater te liggen. Voorts wil men den bovenrand dier liggers zoo hoog maken, dat die rand A fig. 118, dienst kan doen als bovenregel der leuning, en dat hij dus op ongev. een M. boven het voetpad komt.

De onderranden van de beide hoofdliggers worden, ter plaatse van de samenkomst der diagonalen r en s, met de vertikale hangers v gekoppeld door dwarsverbindingen of dwarsliggers B C fig. 118. Op die dwarsverbindingen liggen de langsliggers D E enz. welke het dek dragen.

Om nu de afmetingen van de deelen van den hoofdligger te kunnen berekenen, moet men bekend zijn met het gewicht dat hij te dragen heeft, en waaronder natuurlijk dat van de dwarsverbindingen, van de dekken, enz. begrepen is.

Wij beginnen dus met het berekenen van de afmetingen van het onderdek en van het voetpad.

§ 313. Neemt men aan, dat het onderdek in haaks op de brugas gerichte strooken is gesneden, breed 1 decimeter en dat elk dezer strooken doorgesneden is boven de langsliggers D. E. enz. dan is elke zoodanige strook per decimeter lengte belast met 1 vierkante decimeter van de toevallige belasting die op de brug kan komen. De grootste toevallige belasting, waarop men bij bruggen in de gewone wegen heeft te rekenen is, volgens Storm Buizing, I deel, § 428, per M^2 350 kilogram, dat is dus per str. decimeter van de vorenbedoelde strook 3,5 kilogram. Daarbij komt nog het gewicht van de strook zelve en van de haakbouten, zoodat men 4 kilogram kan aannemen als de belasting per decimeter lengte.

De formule voor het berekenen van een aan de einden ondersteunde, gelijkmatig belaste, veerkrachtige staaf van rechthoekige doorsnede is:

$$n\frac{\alpha}{\lambda} = \frac{3a^2 G}{bh^2}$$

waarin: $n\frac{\alpha}{\lambda}$ een coëfficiënt, zijnde voor eikenhout = 16600. (Deze coëfficiënt, die tevens de volstrekte vastheid in kilogrammen per vierkante decimeter voorstelt, is voor greenen-, vuren- en dennenhout minstens 13000 en hoogstens 28000; voor gesmeed ijzer minstens 50000 en hoogstens 150000; voor gegoten ijzer 86000).

a. de halve afstand der steunpunten in decimeters, dus volgens de teekening, omdat de grootste onder de afstanden der liggers D E enz. is 7,2 decimeter, a $= \frac{7{,}2}{2} = 3{,}6$ decimeter;

G. de belasting per decimeter lengte = 4 kilogram; en b de breedte der staaf, aangenomen = 1 decim.

men vindt dus $h = \sqrt{\frac{3a^2 G}{n\frac{\alpha}{\lambda} b}} = 0{,}097$ decimeter.

Het onderdek zou dus met 1 centimeter dikte kunnen volstaan, doch wij nemen daarvoor drie centimeters aan.

§ 314. Om de dikte van het hout voor de voetpaden te berekenen, stellen wij wederom, dat zij gesneden zijn in haaks op de brugas gerichte strooken, die één decimeter breed zijn.

Elke zoodanige strook is dan wederom, evenals het dek, belast met 4 kilogram per str. decimeter.

Men heeft alzoo voor dit geval in de voorgemelde formule te substitueeren:

$$n\frac{\alpha}{\lambda} = 16600; \qquad a = \frac{5}{2} = 2{,}5 \text{ decimeter;}$$

G = 4 kilogram belasting per decimeter lengte, en b aangenomen = 1, zoodat men vindt:

$$h = \sqrt{\frac{3a^2 G}{n\frac{\alpha}{\lambda} b}} = 0{,}062 \text{ decimeter;}$$

Hoezeer dus het voetpad met eene dikte van ruim 6 millimeter zou kunnen volstaan, nemen wij het gemakshalve gelijk aan het onderdek, dus 3 centimeter.

§ 315. Om de afmetingen van de T liggers onder de voetpaden te berekenen merke men op dat, daar de steunpunten dezer T liggers boven de dwarsverbindingen vallen, de afstand dier steunpunten, volgens § 316 = 1,77 M. of 17,7 decimeters is.

Per decimeter lengte hebben de beide T ijzers onder een voetpad te dragen:

7,2 vk. decimeter voetpad, dik 0,3 decimeter = 2,16 kub. decimeter eikenhout ad 900 K.G. per M^3 =	1,95	K.G.
7,2 vierk. decimeter van de toevallige belasting in § 312 aangenomen op 350 K.G. per M^2 zijnde dus	25,20	„
en eindelijk hun eigen gewicht, stel	1,85	„
te zamen	29,00	K.G.

Dit geeft alzoo voor elken T ligger per decimeter lengte een last van 14,50 kilogram.

Voor een aan de uiteinden ondersteunde T vormige staaf, die loodrecht op de toptafel gelijkmatig is belast, vindt men die belasting per decimeter lengte door de formule:

$$G = \frac{2\,Mn\frac{\alpha}{\lambda}}{H_1 a^2}$$

waarin: $M = \frac{1}{3}\{b(H^3 - (H-h)^3) + b_1((H-h)^3 + H_1^3)\}$

Zijnde kortheidshalve gesteld: $H_1 = \frac{bh^2 + 2hh_1 b + b_1 h_1^2}{2(bh + b_1 h_1)}$ en $H = h + h_1 - H_1$.

Verder beteekenen, als voren:

$n\frac{\alpha}{\lambda}$ een coëfficiënt, die men voor getrokken ijzer = 65000 kan stellen. (Zie verhandeling van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, 1860—1861, bladz. 122.)

a. de halve afstand der steunpunten in decim., alzoo $\frac{17{,}7}{2} = 8{,}85$ decimeter.

neemt men T-ijzer als in fig. 119, wegende, 9,3 kilogr. per meter, dan is te substitueeren:

$b = 0{,}59$ decimeter
$h = 0{,}1$ „
$b_1 = 0{,}1$ „
en $h_1 = 0{,}55$ „

waardoor men vindt $G = 16{,}636$ kilogram, dus iets meer dan het T-ijzer werkelijk te dragen heeft.

§ 316. De tusschen- of langsliggers vooronderstellende doorgesneden te zijn boven elke dwarsverbinding, zoo wordt de afstand hunner steunpunten = 17,7 decimeter. De middelste drie langsliggers zijn zoodanig geplaatst, dat er één, E, komt onder de wielen der rijtuigen, dat is, dat E op 0,8 M. uit de as der brug ligt.

De middelste langsligger krijgt daardoor het meest te dragen, en men dient dus voor dezen ligger de afmetingen te berekenen.

Per decimeter lengte is deze ligger derhalve bezwaard met 8 vk. decimeter van de toevallige belasting, die boven is aangenomen op 3,5 kilogram per v.k. decimeter, dit geeft dus . . . . 28,00 KG.

Verder draagt die ligger eveneens 8 v.k. decimeter onderdek, dik 0,3 decimeter, is 2,4 kub. dec. eikenhout ad 0,9 kilogram . . . . . 2,16 „

en 8 v.k. decimeter bovendek, dik 0,5 decimeter, is 4 kub. decimeter greenenhout à 0,7 KG. 2,80 „

voor haakbouten en spijkers stel . . . . . 0,64 „

Eindelijk komt hierbij nog het eigen gewicht van den ligger per decimeter, dat wij aannemen op . . . . . 2,40 „

Dus totaal per strekk. decim. . . 36,00 KG.

De formule voor een veerkrachtige, gelijkmatig belaste, aan de einden ondersteunde staaf van den dubbelen I-vorm is:

$$G = n\frac{\alpha}{\lambda} \times \frac{bh^3 - b'h'^3}{3a^2\, h}$$

waarin: G de belasting in kilogramm. p. decim. lengte, en $n\frac{\alpha}{\lambda}$ een coëfficiënt, voor getrokken ijzer als voren = 65000.

Neemt men I-ijzer als in fig. 120, wegende ongeveer 24 kilogram per M., dan heeft men te subsitueeren:

$b = 0{,}8$ decimeter
$b' = 0{,}8 - 0{,}08 = 0{,}72$ decim.
$h = 1{,}6$ decimeter
en $h' = 1{,}4$ „

terwijl a de halve afstand der steunpunten = 8,85 decimeter. Men vindt dan: G = 224,95 KGr.

De afmetingen van deze liggers zouden dus, met het oog op het draagvermogen, veel minder kunnen genomen worden, doch men is aan de hoogte van het bovenberekende I-ijzer gebonden — omdat men, bij mindere hoogte, de haakbouten tot bevestiging van het onderdek niet wel zou kunnen aanbrengen, en onder de I-ijzers van die hoogte zijn er geene van mindere dikte afmetingen.

§ 317. Wanneer men veronderstelt dat de brugbaan door haaks op de brugas gerichte vlakten is doorgesneden midden tusschen elk paar dwarsverbindingen of dwarsliggers, fig. 117, dan heeft elke dwarsverbinding of dwarsligger. B C, fig. 118, die op 17,7 decimeter afstand midden op midden liggen, per decimeter lengte te dragen 17,7 v.k. decimeter van de toevallige belasting, die boven is aangenomen op 350 kilogram per M^2, of 3,5 KGr. per v.k. decim., dit geeft . . . . . 61,95 KG.

Verder heeft die dwarsligger te dragen: 5 tusschenliggers, ieder ter lengte van 17,7 decim., is 88,5 decimeter = 8,85 meter I-ijzer, volgens de vorige §, à 24 kilogr. p. meter is . . . . . 212,40 KG.

benevens aan elke zijde 2 × 1,77 meter, is voor beide zijden 7,08 M. T-liggers onder de voetpaden in § 315 bepaald op 9,3 KG. per meter, is . . . 65,84 „

Hoezeer het eenvoudigste zou wezen om het voetpad aan de eene zijde te doen rusten op een aan den tralieligger geklonken hoekijzer, is het beter om dit niet te doen, opdat de deelen van den trallieligger, bij het overtrekken van lasten,

Transportere . . 278,24 KG. 61,95 KG.

Transport . . 278,24 KG. 61,95 KG.

zich vrij zouden kunnen bewegen. Het is dus aan te bevelen om het voetpad door twee op de dwarsverbindingen staande samenstellen te ondersteunen.

Voor elken steunder is noodig een T-ijzer, lang 0,4 meter, zwaar 10,15 KG. per meter is . . . . . 4,06 KG.

Aan zijn voet 0,11 meter hoekijzer ad 9,3 KG. per meter . . . 1,03 „

Voor koppen van klinkbouten stel . . . . . 0,96 „

Is voor één steunder . . 6,05 KG.

En dus voor 4 . . 24,20 „

te zamen . . 302,44 KG.

Gevende per decim. lengte, omdat de dwarsliggers 44,36 decimeters lang zijn. . . . . 6,81 KG.

Aan dekken en voetpaden: 17,7 × 31 = 548,7 v.k. decim. onderdek, dik 0,3 decimeter is . . . . . 164,610 kub. dec.

2 × 17,7 × 7,27 = 257,358 v.k. decim. voetpad, dik 0,3 decim. is . 77,208 „ „

en 17,7 strekk. decim. rib onder het onderdek op de tusschenliggers, dik te zamen 1,25 decim., breed 0,8 is . . . . . 1,770 „ „

te zamen . . 243,588 kub. dec.

eikenhout ad 0,9 kilogram = ... 219,23 KG.

en 17,7 + 31 = 548,7 v.k. decim. bovendek, dik 0,4 decim., is 219,48 kub. decim. greenenhout, ad 0,7 kilogram = ... 153,64 „

Voor haakbouten stel . . . . . 45,72 „

is te zamen . . 418,59 KG.

te verdeelen over de lengte der dwarsliggers = 44,36 decimeter, geeft per decimeter . . . . 9,43 „

Eindelijk het eigen gewicht van den dwarsligger, stel per decimeter . . . . . 4,62 „

Komt voor de totale belasting van den dwarsligger per decimeter lengte . . . . . 82,81 KG.

Voor een uit hoek- en plaatijzer samengestelde **I**-vormige staaf is de gelijkmatige belasting in kilogrammen per decimeter lengte:

$$G = \frac{n\,\frac{\alpha}{\lambda}}{3a^2 h}\left\{ b\,(h^3 - h^3_1) + b_1\,(h^3_1 - h^3_{11}) + b_{11}\,(h^3_{11} - h^3_{111}) + b_{111}\,h^3_{111} \right\} \text{ kilogram.}$$

daarin is $n\,\frac{\alpha}{\lambda}$ een coëfficiënt, voor plaatijzer als voren = 65000, en a de halve afstand der steunpunten

$= \frac{44,36}{2} = 22,18$ decimeter.

Hieruit is dus de waarde van een der afmetingen moeijelijk op te lossen, al nam men voor al de andere afmetingen bekende cijfers. Het zou dan nog te bezien staan, of de gevondene afmeting niet te groot of te klein zou zijn, met het oog op den vorm der staaf. Men handelt dus beter en gemakkelijker door voor h en b zekere waarden aan te nemen, dan G te berekenen, en te zien of deze met de boven berekende waarde van G strookt. Stel, dat de dwarsverbinding de in fig. 121 geteekende doorsnede heeft, dan is hier, omdat er geene bovenplaat aanwezig is, $h = h_1$ en $b = b_1$, waardoor de formule, voor dit bijzonder geval, overgaat in:

$$G = \frac{n\,\frac{\alpha}{\lambda}}{3a^2 h_1}\left\{ b_1\,(h^3_1 - h^3_{11}) + b_{11}\,(h^3_{11} - h^3_{111}) + b_{111}\,h^3_{111} \text{ KG.} \right\}$$

In deze formule is nu te substitueeren voor h_1, de hoogte 3 decimeter, verminderd met de dikte der beide in de fig. aangeduide klinkbouten; ieder hunner op 0,2 decimeter rekenende, wordt de waarde van h_1 alzoo $3 - 2 \times 0,2 = 2,6$ decimeter. Eveneens wordt $h_{11} = 2,9 - 2 \times 0,2 = 2,5$ decimeter, terwijl $h_{111} = 2$ decimeter, $b_1 = 1.3953$, $b_{11} = 0,1953$ en $b_{111} = 0,0953$ deccimeter moet worden genomen.

Men vindt dan G = 84,063 kilogr. voor de belasting per decimeter lengte, dus meer dan de dwarsligger heeft te dragen.

§ 318. De formule voor de doorbuiging van zulk een ligger verkrijgt men door in de algemeene formule van § 333, even als in de vorige § is gedaan, $h = h_1$ en $b = b_1$ te stellen. Men bekomt dan voor de doorbuiging:

$$u = \frac{3a^4\ G}{n\left\{b_1\,(h_1^3 - h_{11}^3) + b_{11}\,(h_{11}^3 - h_{111}^3) + b_{111}^3\,h_{111}^3\right\}}\ \text{decimeter.}$$

Substitueert men hierin dezelfde waarden voor b_1, b_{11}, b_{111}, h_1, h_{11} en h_{111} als hierboven, met $G = 82.81$, volgens de berekening in § 317; en voor den coëfficiënt $n = 262\,500\,000$, (deze coëfficiënt is:

voor eikenhout 9 207 000;

„ greenen, vuren en dennenhout 9 000 000, en

„ gegoten ijzer 121 730 000), dan vindt men voor de doorbuiging van den dwarsligger: $u = 0{,}04$ decimeter, of 4 millimeter. Het is dus aan te bevelen om deze dwarsliggers met een zeeg van één a $1^1/_2$ centimeter te doen bewerken.

§ 319. Om nu de afmetingen van den trallieligger te berekenen, stelle men dat hij over de lengte verdeeld is in dertien vakken, zie fig. 116, opdat de diagonalen niet veel vlakker dan 45° zouden komen wat een onooglijk aanzien zou geven.

Zij dan het eigen gewicht per vak . . . . . $= p$,
de toevallige belasting per vak . . . . . $= k$,
en $p \times k = q$,
de lengte van elk vak . . . . . $= a$,
de hoogte van den balk tusschen de zwaartepunten der randen . . . . . $= h$,
de spanningen in den bovenrand achtereenvolgens, b_1, b_2, b_3 enz. dito in den onderrand 0_1, 0_2, 0_3 enz.
de spanning van den schoor met den top naar buiten s_1, s_2, s_3, enz. idem met den top naar binnen r_1, r_2, r_3, enz., de hoek van den schoor s met den stijl . $= \alpha$
het aantal vakken waarin de balk is verdeeld . . . . . $= m$.

Dan is in het algemeen:

$$b_n = -\frac{aq}{4h}\left\{2n\,(m - n + 1) - (m + 1)\right\};$$

$$0_n = -\,b\,n;$$

$$s_n = \frac{1}{4\cos\alpha}\left\{p\,(m - 2n + 1) + \frac{k\,(m-n)\,(m-n+1)}{m}\right\};$$

$$r_n = -\,s_n;$$

$v_0 = -\,s_1 \cos\alpha$; en, omdat de last hier onder aan den balk hangt $v_n = \frac{q}{2}$.

Aangezien hier $m = 13$ is, wordt dus:

$$b_1 = -0_1 = -\frac{6}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_1 = -r_1 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(12\,p + \frac{12 \times 13}{13}\,k\right)$$

$$b_2 = -0_2 = -\frac{17}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_2 = -r_2 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(10\,p + \frac{11 \times 12}{13}\,k\right)$$

$$b_3 = -0_3 = -\frac{26}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_3 = -r_3 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(8\,p + \frac{10 \times 11}{13}\,k\right)$$

$$b_4 = -0_4 = -\frac{33}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_4 = -r_4 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(6\,p + \frac{9 \times 10}{13}\,k\right)$$

$$b_5 = -0_5 = -\frac{38}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_5 = -r_5 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(4\,p + \frac{8 \times 9}{13}\,k\right)$$

$$b_6 = -0_6 = -\frac{41}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_6 = -r_6 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(2\,p + \frac{7 \times 8}{13}\,k\right)$$

$$b_7 = -0_7 = -\frac{42}{2} \times \frac{aq}{h};\ s_7 = -r_7 = \frac{1}{4\cos\alpha} \times \frac{6 \times 7}{13}k$$

En $v_0 = -3\,(p + k) = -3q$, benevens v_1 tot $v_b = 0.5q$.

Het teeken + duidt een *trek*spanning, en het teeken — een *druk*spanning aan.

Voor de diagonalen s, die enkel een trekspanning hebben te verduren, kan men dus zeer goed staafijzer nemen, maar voor de diagonaal r dient men hoek- T- of beter nog ⊔-ijzer te nemen.

Hetzelfde is te zeggen van den onderrand 0 en den bovenrand b; terwijl voor 0 insgelijks den T-vorm behoort genomen te worden, zou men voor b met een platte staaf kunnen volstaan. Doch de wijze van samenstelling der staaf, met gebruik van hoekijzer, maakt dat ook b den T-vorm moet bekomen.

In ons geval heeft men dus, wat b en 0 betreft, niet op het teeken + of — te letten.

§ 320. Vermits de brug 23 M. lang is, en er 13 vakken zijn, zoo is de lengte van elk vak $a = \frac{23}{13} = 1{,}77$ M.

De afstand van de zwaartepunten der randen kan men voorloopig gelijk rekenen aan de hoogte van den balk; stellende deze 1,72 M., dan is h = 1,72 M.

Verder kan men zonder groote fout stellen $b_1 = v_1$ tang α, dus tang $\alpha = \frac{b_1}{v_1}$ of omdat b_1 = de lengte van elk vak . . . . . = 1,77 M.
en v_1 = de hoogte der staaf . . . . . = 1,72 „
is tang $a = \frac{1{,}77}{1{,}72}$, alzoo $\alpha = 45° 49' 14'' 8$.

De belasting k per vak moet gerekend worden over de lengte van elk vak = 1,77 M., terwijl de breedte der brug tusschen de leuningen of tusschen de randen der tralieliggers, volgens fig. 117 en 118, is 4.30 M.

Daar de grootste belasting voor bruggen, volgens § 313, op 350 kilogr. per M² kan gerekend worden, zoo is de toevallige belasting van de brug per vak lang 1,77 M., = 1,77 × 4,30 × 3,50 = 2663,85 KG.

Daar deze door twee tralieliggers gedragen wordt, is de toevallige belasting op elk vak van den tralieligger:

$$k = \frac{2663{,}85}{2} = 1331{,}93 \text{ KGr. stel } 1340 \text{ KGr.}$$

§ 321. Beginnen wij nu met de afmetingen der deelen van het zevende of middelste vak te berekenen, dan heeft men daarvoor

$$b_7 = o_7 = -21\frac{aq}{h}.$$

Daarin is te substitueeren: . . . . . a = 1,77
h = 1,72
en q = p + k = p + 1340.

In plaats van de verschillende waarden voor p te vermelden, die wij beproefd hebben, nemen wij dadelijk voor het eigen gewicht van dit vak p = 838, dan is q = p + k = 838 + 1340 = 2178.

Men vindt dan $b_7 = o_7 = 47068$ ongeveer.

Omdat 6 kilogram per v.k. millimeter als veilige belasting voor getrokken ijzer wordt aangenomen, vindt men de doorsnede van b_7 en o_7, dat is die van den onder- en bovenrand van den ligger, als men het gevondene cijfer door 6 deelt, dat is ongeveer 7845 v.k. millimeter = ... 0,007845 M².

Nu eischt de samenstelling van den tralieligger in elken rand twee hoekijzers, stel ad 10,1 KG. per M., hebbende alzoo ieder een doorsnede van 0,00131351 M², en dus 2 zulke ijzers . . . . . 0,00262702 M².

De verbinding van den dwarsligger BC met den onderrand van den tralieligger bij B 118, eischt aldaar een vertikale plaat, breed 0,23 M.; stel de dikte dezer plaat = 0.00794 M. dan is de doorsnede . . . . . 0,00182620 „
te zamen 0,00445322 M².

Gaat af, voor de gaten der klinkbouten in den onderrand, als men hunne middell. op 0.02 M. aanneemt: de gaten in de vertikale plaat voor de drie bouten, welke de dwarsverbindingen aan die plaat verbinden, 3 × 0,00794 × 0,02 = ... 0,0004764 M².

Voor het gat van den bout, welke de beide hoekijzers met de verticale plaat verbindt 0,027 × 0,02 = ... 0,00054 „

en voor het gat in de hoekijzers van de twee bou-

Transporteere 0,0010164 M². 0,00445322 M². 0,007845 M².

Transport 0,0010164 M². 000445322 M². 0,007845 M².

ten, welke dat hoekijzer met den onderrand verbinden
$2 \times 0{,}0095 \times 0{,}02 =$ . . . . . 0,00038 „

te zamen 0,0013964 „

zoodat de werkelijke doorsnede van de verticale plaat en de beide hoekijzers is . . 0,00305682 „

Blijft alzoo voor den onderrand . . . . . 0,00478818 M².

De onderrand moet breeder zijn dan den bovenrand, opdat daarop, en niet alleen aan de klinkbouten, de dwarsverbindingen B C, fig. 118, kunnen rusten. Neemt men daarom de breedte van dien rand = 0,33 M., dan zou men, die breedte in 0,00478818 M². deelende, de dikte van den rand bekomen. Doch men dient van die breedte van 0,33 M. eerst af te trekken de middellijn van de 4 boutgaten, welke in dezen rand komen, namelijk: twee door de hoekijzers der verticale plaat, één door het hoekijzer der dwarsverbinding, en één aan den buitenkant van den rand, dat is te zamen $4 \times 0{,}02 = 0{,}08$ M. Deelende dus $0{,}33 - 0{,}08 = 0{,}25$ M. in 0,00478818 M²., dan vindt men voor de dikte van den benedenrand 0,01915 M.

Voor den bovenrand is eveneens de doorsnede . . . . . 0,007845 M².

Ook daarvoor is aan te houden de boven berekende doorsnede van de verticale plaat en van de hoekijzers, ad . . . . . 0,00445322 M².

Daarvan is hier aftetrekken: voor het gat van den bout, welke de beide hoekijzers met de verticale plaat verbindt 0,027 × 0,02, gevende 0,00054 M².

en voor het gat in de hoekijzers van de 2 bouten, welke dat hoekijzer met den bovenrand verbinden $2 \times 0{,}0095 \times 0{,}02 =$ 0,00038 „

te zamen 0,00092 M.

Zoodat de werkelijke doorsnede van de verticale plaat en hoekijzer is . . . . . 0,00353322 „

Blijft alzoo voor den rand . . . . . 0,00431178 M².

Om reden als voren deelen wij dit niet door 0,16 M. welke in fig. 118 voor de breedte van den bovenrand is aangenomen, maar door $0{,}16 - 2 \times 0{,}02 = 0{,}12$ M., omdat er twee bouten door dien rand komen. Men vindt dan voor de dikte van den bovenrand $\frac{0{,}00431178}{0{,}12} = 0{,}03593$ M.

Voor de diagonalen is $s_7 = -r_7 = \frac{1}{4 \cos \alpha} \times \frac{42}{13} k$.

Na substitutie van $k = 1340$ vindt men $s_7 = -r_7 = 1553$ ongeveer. Gedeeld, om redenen als boven, door 6, geeft voor de doorsnede der diagonalen, na aftrek der boutgaten, 259 v.k. m.M., of 0,000259 M². met dien verstande, dat r_7 eene drukspanning en s_7 eene trekspanning heeft te verduren. Het is dus noodig voor r_7 een ⌊ of T-ijzer te nemen, en eenvoudigheidshalve ook s van zoodanig ijzer te maken. Een inhoud van 0,000259 M². geeft ⌊ ijzer van 2,02 kilogram per strekkende meter.

Eindelijk is $v_6 = 0{,}5q = 1089$. Mede door 6 gedeeld, bekomt men voor de doorsnede der verticale hangers 182 v.k. m.M. = 0,000182 M². Neemt men er één aan elke zijde der vertikale bovenplaat, en neemt men ze beide 0,0064 M. dik, dan wordt de breedte van elk ongeveer 0,014 M. Daar een mindere breedte dan 0,07 M. het klinken niet toelaat, zoo diene ze elk van plat ijzer, breed 0,07 en dik 0,0064 M. te zijn.

Berekent men naar de gevondene afmetingen het gewicht van dit vak van den ligger, dan vindt men:

1. 1,77 M. verticale plaat, breed, zooals boven is gesteld, 0,23 M. is 0,4071 M² voor den bovenrand en evenveel voor den benedenrand, alzoo te zamen 0,8142 M² plaat, dik als boven is aangenomen = 0,00794 M.
ad 61,03 kilogram per M² . . . . . 49,69 KG.

2. 1,77 M. hoekijzer aan de beide zijden dezer plaat, is 3,54 M. hoekijzer in den boven en evenveel in den benedenrand, is 7,08 M. hoekijzer als boven, ad 10,1 kilogr. . . . . 71,51 „

3. 1,77 M. onderrand, breed 0,33 M., dik 0,01915 M., wegende dus . . . 80,51 KG.
en 1,77 M. onderrand, breed 0,16 M., dik 0,03593 M., wegende alzoo . . 79,09 „

te zamen 159,60 „

4. De verschillende plaatdikten, waaruit deze randen bestaan, kunnen niet aan elkander gelascht worden, maar worden koud tegen elkander gevoegd. Ter plaatse van die stuiknaad zou dus de rand geen doorsnede hebben, en alzoo te zwak zijn, daarom moet nog op één plaat-dikte worden gerekend, om aan dit gemis te gemoet te komen.

Transporteere 280,80 „

Transport 280,80 KG.

Die plaat moet natuurlijk geene mindere dikte hebben dan de dikste plaat, die in den rand voorkomt.

Neemt men dus zekerheidshalve die dikte op 7,94 millim., dan wordt deze plaat lang 1,77 M., breed 0,33 M. voor den benedenrand, en lang 1,77 M., breed 0,16 M. voor den bovenrand, alzoo $1{,}77 \times 0{,}49 = 0{,}8673$ M² plaat, dik 0,00794 M., ad 61,03 KG. p. M². . . 52,93 „

5. De helft van vier, alzoo 2 verticale hangers, elk lang tusschen de hoekijzers 1,58 M., is 3,16 M., breed 0,07 M., is 0,2212 M² plaat, dik 0,00635 M². ad 48,83 kilogr. per M². is 10,80 „

6. Twee diagonalen, elk lang 2,40 M., is 4,80 M. ⌊ ijzer, volgens de berekening ad 2,02 kilogr. p. M. . . . . 9,70 „

7. Voor koppen van klinknagels, stel . . . . . 31,00 „

8. Verder komt op elk vak van den hoofdligger het halve gewigt van een dwarsligger B C, zijnde geheel lang 4,436 M.

Een geheele dwarsligger vordert 1,33 M² plaat, dik 9,53 m.M. ad 61,03 kilogram per M² . . . . . 97,41 KG.

en 2 × 9,34 M. hoekijzer is 18,68 M. hoekijzer ad 4,4 kilogr. p. M. . . 82,19 „

voor de knoppen van klinknagels, stel . . . . . 24,64 „

voorts komt nog op elk vak van den tralieligger de helft van vijf tusschenliggers, van de liggers onder de voetpaden en van de vier steunsels onder die liggers, hierboven in § 317 berekend op . . . . . 302,44 „

te zamen 506,68 KG.

waarvan de helft is . . . . . 253,34 „

9. Eindelijk komt op elk vak aan dekken en voetpaden:

1,77 M. × 1,55 M. = 2,7435 M² onderdek, dik 0,03 M. = ... 0,082 M³.

1,77 „ × 0,727 „ = 1,2868 „ voetpad, „ 0,03 „ = ... 0,039 „

De helft van drie ribben onder het onderdek, elk lang 1,77 M., dik te zamen 0,111 M., breed 0,08 M. is 0,016 M³, waarvan de helft . . . . . 0,008 „

te zamen 0,129 M³.

eikenhout ad 900 kilogr. per M³ . . . . . 116,10 „

10. En $1{,}77 \times 1{,}55 = 2{,}7435$ M² bovendek, dik 0,04 M., is 0,110 M³ greenenhout ad 700 kilogr. . . . . 77,00 „

11. Voor haakbouten, stel . . . . . 6,44 „

Komt voor het gewicht van dit vak van den tralieligger . . . . . 838,11 KG.

Daaruit blijkt dat het voor p aangenomen gewigt goed was.

§ 322. Voor het 6de vak is $b_6 = 0_6 = -20{,}5\,\frac{aq}{h}$.

Het eigen gewigt van dit vak $p = 838$ nemende, heeft men, daar $k = 1340$ blijft, en dus thans $q = p + k = 2178$ wordt,

$$b_6 = -0_6 = -20{,}5 \times \frac{1{,}77}{1{,}72} \times 2178 = 45947 \text{ ongev.}$$

Door 6 gedeeld, geeft voor de doorsnede van den onder- en bovenrand 7658 v.k. m.M. of 0,007658 M².

Af als voren voor den onderrand . . . . . 0,00305682 „

blijft 0,00460118 M².

Gedeeld als voren door 0,25 M., geeft voor de dikte van den onderrand 0,0184 M.

Voor den bovenrand heeft men van . . . . . 0,007658 M².

af te trekken als voren . . . . . 0,0035322 „

blijft 0,00412478 M².

en te deelen door 0,12 M., zoodat de dikte van den bovenrand wordt 0,03437 M.

Voor de diagonalen van dit vak is:

$$s_6 = -r_6 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(2\,p + \frac{56}{13}\,k\right) = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(1676 + \frac{56 \times 1340}{13}\right), \text{ of } s_6 = -r_6 = 2672 \text{ ongeveer.}$$

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede der diagonalen, na aftrek der boutgaten, 446 v.k. m.M. = 0,000446 M², dat is ⌊ ijzer van 3,47 kilogr. p. M.

Voor de verticale hangers is:

$$v_5 = \frac{1}{2} q = \frac{1}{2} (p + k) = \frac{2178}{2} = 1089.$$

Door 6 gedeeld, geeft voor de doorsnede 182 v.k m.M., zoodat men ook hier, om redenen als in de vorige § vermeld, plat ijzer van 0,07 M. bij 0,0064 M. voor deze hangers moet aanhouden.

Berekent men nu het gewicht van dit vak, dan is het klaar, dat de posten 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10 en 11 van de gewichtsberekening van het voorgaande vak, in de vorige § gegeven, onveranderd blijven, alzoo . . . . . 658,01 KG.

Daarbij komt: voor den onderrand, lang 1,77 M., breed 0,33 M., dik 0,0184 M. . . 77,37 „

en voor 1,77 M. bovenrand, breed 0,16 M., dik 0,03437 M. . . . . 75,66 „

De helft van vier, alzoo 2 verticale hangers, elk lang tusschen de hoekijzers 1,58 M., is 3,16 M., breed 0,07 M., is 0,2212 M² plaat, dik 0,0064 M., ad 48,83 kilogr. per M². . . 10,80 „

2 diagonalen, elk lang 2,40 M., is 4,80 M. ⌊ ijzer, ad 3,47 KG. p. M. . . . . 16.66 „

Komt voor het gewicht van dit vak . . . . . 838,50 KG.

zoodat de berekende dikten voor den onder- en bovenrand kunnen worden aangehouden.

§ 323. Voor het 5de vak is:

$$b_5 = -0_5 = -19 \frac{aq}{h}.$$

Het eigen gewigt van dit vak aannemende op $p = 824$, zoo is, daar $k = 1340$ blijft, $q = p + k = 2164$.

Men vindt dan $b_5 = -0_5 = 42312$ ongeveer.

Door 6 gedeeld, geeft voor de doorsnede van den onder- en bovenrand 7052 v.k. M. = 0,007052 M².

Voor den onderrand is hiervan af te trekken . . . . . 0,00305682 „

blijft 0,00399518 M².

en dit is te deelen door 0,25 M., waardoor men voor de dikte vindt 0,01598 M.

Voor den bovenrand is de breedte:

$$\frac{0{,}007052 - 0{,}00353322}{0{,}12} = 0{,}02932 \text{ M.}$$

Voor de diagonalen is:

$$s_5 = -r_5 = \frac{1}{4 \cos \alpha} \left(4p + \frac{72}{13} k\right) = \frac{1}{4 \cos \alpha} \left(3296 + \frac{72 \times 1340}{13}\right), \text{ of } s_5 = -r_5 = 3845 \text{ ongeveer.}$$

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede der diagonalen, na aftrek der boutgaten, 641 v.k. m.M. ongev., of 0,00641 M², dat is ⌊ ijzer van 4,98 kilogr. p. M.

Voor de verticale hangers moet men, om redenen als boven, ook hier plat ijzer van 0,07 M. bij 0,0064 M. nemen.

Berekent men nu het gewigt van dit vak, dan vindt men als eerste post, volgens de vorige § 658,01 KG.

1,77 M. onderrand, breed 0,33 M., dik 0,01598 M. . . . . 67,18 „

1,77 M. bovenrand, breed 0,16 M., dik 0,02932 „ . . . . . 64,55 „

De helft van vier, alzoo 2 verticale hangers, als voren . . . . . 10,80 „

2 diagonalen, elk lang als voren 2,40 M, is 4,80 M. ⌊ ijzer, ad 4,98 kilogr. per. M. 23,90 „

Komt voor het gewicht van dit vak . . . . . 824,44 KG.

Zoodat de berekende randdikten kunnen aangehouden worden.

§ 324. Voor het 4de vak is:

$$b_4 = -0_4 = 16{,}5 \frac{aq}{h}.$$

Stel het eigen gewicht van dit vak $p = 797$, dan is, daar $k = 1340$ blijft, $q = p + k = 2137$.

Men vindt alzoo $b_4 = -0_4 = 36286$ ongeveer.

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede van den onder- en bovenrand 6048 v.k. m.M. = 0,006048 M².

Af als voren voor den onderrand . . . . . 0,00305682 „

blijft 0,00299118 M².

Gedeeld door 0,25 M. geeft voor de dikte 0,01197 M.

Voor den bovenrand is de dikte

$$\frac{0{,}006048 - 0{,}00353322}{0{,}12} = 0{,}02096 \text{ M.}$$

Voor de diagonalen is:

$$s_4 = -r_4 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(6\,p + \frac{90}{13}\,k\right) = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(4782 + \frac{90 \times 1340}{13}\right),$$ dus $s_4 = -r_4 = 5044$ ongeveer.

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede der diagonalen, na aftrek der boutgaten, 841 v.k. m.M. = 0,000841 M², dat is ⌊ ijzer van 6,54 kilogr. per M.

De verticale hangers vorderen eene doorsnede van $\frac{2137}{2 \times 6} = 179$ v.k. m.M. en daarvoor moet dus, om redenen als voren, plat ijzer van 0,07 bij 0,0064 M. worden genomen.

Berekent men het gewicht van dit vak, dan vindt men als eerste post, als voren . .	658,01 KG.
1,77 M. onderrand, breed 0,33 M., dik 0,01197 M.	50,29 „
1,77 „ bovenrand, „ 0,16 „ „ 0.02096 „	46,13 „
De helft van 4, alzoo 2 verticale hangers, als voren	10,80 „
2 diagonalen, elk lang 2,40 M., is 4,80 M. ⌊ ijzer ad 6,54 kilogram p. M.	31,39 „
Komt voor het gewicht van dit vak	796,62 KG.

Zoodat de berekende dikten aangehouden kunnen worden.

§ 325. Voor het derde vak is:

$$b_3 = -0_3 = -13\frac{aq}{h}.$$

Stel het eigen gewicht van dit vak $p = 757$, dan is, daar $k = 1340$ blijft, $q = p + k = 2097$.

Alzoo $b_3 = -0_3 = 28054$ ongeveer.

Door 6 gedeeld, vindt men voor de doorsnede van den onder- en bovenrand 4676 v.k. m.M., of 0,004676 M².

Op dezelfde wijze als voren redenerende, vindt men dus voor de dikte van den onderrand:

$$\frac{0{,}004676 - 0{,}00305682}{0{,}25} = 0{,}00648 \text{ M.}$$

en voor dien van den bovenrand:

$$\frac{0{,}004676 - 0{,}00353322}{0{,}12} = 0{,}00953 \text{ M.}$$

Voor de diagonalen is:

$$s_3 = -r_3 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(8p + \frac{110}{13}\,k\right) = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(6056 + \frac{110 \times 1340}{13}\right),$$ dat is: $s_3 = -r_3 = 6240$ ongeveer.

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede der diagonalen, na aftrek der boutgaten, 1040 v.k. m.M. of 0,00104 M²., dat is ⌊ ijzer van 8,09 kilogr. p. M.

De verticale hangers moeten, om redenen als boven, blijven van plat ijzer van 0,07 M. bij 0,0064 M.

De gewichtsberekening geeft weder als eerste post als voren	658,01 KG.
1,77 M. onderrand, breed 0,33 M., dik 0,00648 M.	27,23 „
1,77 „ bovenrand, „ 0,16 „ „ 0,00953 „	20,96 „
Verticale hangers als voren	10,80 „
2 diagonalen, elk lang 2,40 M. is 4,80 ⌊ ijzer ad 8,09 KG. p. M.	38,83 „
Komt voor het gewigt	755,83 KG.

Zoodat de berekende afmetingen aangehouden kunnen worden.

§ 326. Voor het tweede vak is:

$$b_2 = -0_2 = -8{,}5\frac{aq}{h}.$$

Stel het eigen gewicht $p = 715$, dan is, daar $k = 1340$ blijft, $q = p + k = 2055$.

Men vindt dus: $b_2 = -0_2 = 17976$ ongeveer.

Door 6 gedeeld, geeft voor de doorsnede van den onder- en bovenrand 2296 v.k. m.M. of 0,002996 M².

Vermits deze doorsnede grooter is dan die van de in § 321 berekende hoekijzers en verticale plaat, zoo zou de rand hier geen dikte behoeven te hebben, en alleen behoeven te bestaan uit de hoekijzers met de ingesloten verticale plaat.

Voor de diagonalen is:

$$s_2 = -r_2 = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(10\,p + \frac{132}{13}\,k\right) = \frac{1}{4\cos\alpha}\left(7150 + \frac{132 \times 1340}{13}\right),$$ of $s_2 = -r_2 = 7446.$ ongeveer.

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede der diagonalen, na aftrek der boutgaten, 1241 v.k. m.M. = 0,001241 M². , dat is ⌊ ijzer van 9,65 kilogram p. M.

Voor de verticale hangers, die slechts eene doorsnede van $\frac{1028}{6} = 172$ v.k. m.M. vorderen, om redenen als voren, plat ijzer van 0,07 bij 0,0064 M. te nemen.

Berekent men het gewicht van dit vak, dan heeft men vooreerst in rekening te brengen post 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10 en 11 uit § 321, zijnde te zamen . . . . . 658,01 KG.

Het gewicht van den boven- en onderrand vervalt hier.

2 verticale hangers als voren.		10,80 „
Voor de diagonalen 4,80 M. ⌊ ijzer ad 9,65 kilogram p. M.		46,32 „
te zamen		715,13 KG.

Zoodat de berekende afmetingen aangehouden kunnen worden.

§ 327. Eindelijk is voor het eerste vak:

$$b_1 = -0_1 = -3\frac{aq}{h}.$$

Stel het eigen gewicht p = 784, dan is, daar k = 1340 is, q = p + k = 2124.

Men vindt daardoor $b_1 = -0_1 = 6558$, en gedeeld door 6, voor de doorsnede van den onder- en bovenrand 0,001093 M². Daar dit meer is dan de doorsnede der hoekijzers en van de verticale plaat te zamen, zoo zou ook dit vak geen rand behoeven.

Voor de diagonalen is:

$$s_1 = -r_1 = \frac{12}{4\cos\alpha}(p+k) = \frac{3}{\cos\alpha}(784+1340), \text{ of } s_1 = r_1 = 9144.$$

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede, na aftrek der boutgaten, 1524 v.k. m.M. = 0,001524 M². , dat is ⌊ ijzer van 11,85 kilogr. p. M.

Voor de vertikale hangers is, $v_0 = -3q = 3 \times 2124 = 6372$.

Gedeeld door 6, geeft voor de doorsnede van den hanger v_0 1062 v.k. m.M. = 0,001062 M².

Daar hij, blijkens het teeken —, eene drukspanning heeft te verduren, zou men hem niet van plat ijzer, maar van ⌊ of T ijzer dienen te nemen. Omdat echter een deugdelijke samenstelling van de einden van den tralieligger medebrengt, om de hoekijzers aan den boven- en onderrand met de verticale plaat aldaar tot aan den rand te doen doorgaan, zooals de teekening fig. 116 aangeeft, zoo bekomt de hanger v_0 aldaar een T vormige doorsnede, veel grooter dan de berekening vordert.

Berekent men nu het gewigt van dit vak, dan is het klaar, dat hier de posten 8, 9, 10 en 11 van § 321 vooreerst in rekening zijn te brengen, dat is . . . . . 452,88 KG.

Rondt men den bovenrand aan het boveneinde af met een straal van 0,45 M. en laat men langs die afronding de hoekijzers doorgaan tot aan den onderrand, dan wordt de totale lengte van onder-, zij- en bovenrand 3,41 M.; geeft dus twee hoekijzers voor den boven- en zijrand, elk 3,41 M. is . . . . . 6,82 M.

en twee hoekijzers voor den onderrand, elk à 1,70 M. is. . . . . 3,40 „

te zamen 10,22 M.

hoekijzer, als in § 321, ad 10,1 kilogr. p. M.. . . . . 103,22 „

Benevens een randplaat langs dit hoekijzer, breed voor den boven- en zijrand 0,16 M., lang 3,42 M. is . . . . . 0,5472 M².

en voor den onderrand, lang 1,77 M., breed 0,33 M. . . . . 0,5841 „

te zamen 1,1313 M².

plaat, waarvoor nu, omdat hier de randen slechts één plaat dik worden, de onder 4 in § 321 gestelde dikte van 7,94 m.M. is te nemen, alzoo ad 61,03 kilogr. p. M². . . . . 69,04 „

Een verticale bovenplaat, lang 761 M., breed 0,23 M. en een dito onderplaat is . . . . . 0,8106 M².

Een zijplaat, breed 0,14 M., tusschen deze twee platen, dus lang 1,377 M. is 0,1928 „

te zamen 1,0034 M².

af: hetgeen er afvalt tengevolge van de kwartcirkelvormige afronding van den bovenhoek . . . . . 0,0419 „

blijft voor de oppervlakte dezer platen . . . . . 0,9615 „

Transporteere 625,14 KG.

	Transport	625,14 KG.
plaat, dik 7,94 m.M. ad 61,03 kilogr. p. M^2.	58,68	„
voor koppen van klinknagels	37,89	„
de helft van de verticale hangers v_1, zie gewichtsberekening onder 5 in § 321	5,40	„
Eindelijk twee diagonalen, elk lang 2,40 M. is 4,80 M. ⌊ ijzer, ad 11,85 KG. p. M.	56,88	„
Komt voor het gewicht van dit vak	783,99 KG.	

Zoodat de berekende afmetingen kunnen aangehouden worden.

§ 328. Zet men de voren berekende dikten van de randen op de ware grootte uit, zooals in fig. 122 en 123 gedaan is, en bepaalt men vervolgens de verschillende lagen van het plaatijzer in de randen naar de dikte waarop het in de handel verkrijgbaar is, dan blijkt, dat de onder- en bovenrand — behalve uit de in § 321 onder 4 bedoelde en in zwart getrokken plaat van 7,94 m.M. over de gansche lengte van den rand — moet bestaan uit de platen, welke in gestippelde lijnen zijn geteekend.

De bovenste plaat van den bovenrand reikt dus van v_5 tot v_5 en zou derhalve eene lengte behoeven van $3 \times 1{,}77$ M. $= 5{,}31$ M.; daar het echter is aan te bevelen om de platen weêrszijds nog ongeveer 0,15 M. langer te maken, is de lengte dezer plaat op 5,60 M. bepaald. Dezelfde vermeerdering is op de lengte van al de overige platen toegepast.

De berekening van het gansche gewicht van den ligger kan nu naar deze gegevens, in verband met de hiervoren bepaalde afmetingen van hangers en diagonalen, geen bezwaar opleveren.

§ 329. Nu de dikte-afmetingen der randen berekend zijn, moet men hun zwaartepunt bepalen, wijl de hoogte-afmeting van den ligger zoodanig moet worden geregeld, dat de afstanden der zwaartepunten van de randen, zooals in de berekening is aangenomen, 1,72 M. bedrage.

Strikt genomen zou die bepaling moeten plaats hebben voor elk vak. Men kan echter volstaan met zulks te doen voor de eindpunten en het midden van den ligger, onder en boven.

Men kan het zwaartepunt van den rand op twee wijzen bepalen, practisch en theoretisch.

Practisch, door den omvang van elken rand op de natuurlijke grootte in carton, of beter nog in bladtin, uit te snijden, en op den scherpen kant van een mes zoo lang heen en weer te bewegen, dat er evenwicht bestaat. Het zwaartepunt, dat dan blijkbaar boven het ondersteuningspunt ligt, bevindt zich hier tevens in de lijn, welke de dikte der verticale plaat midden doordeelt. Daardoor is het zwaartepunt dus vast te stellen.

Theoretisch kan men het zwaartepunt op de volgende wijze bepalen. Wij kiezen daartoe den bovenrand aan het uiteinde des tralieliggers.

Men verdeelt de in fig. 124 in zwart getrokken buitenomtrek van dien rand, overal waar de omtrek van richting verandert, door de stippellijnen in eenige strooken, en bepaalt van elke strook het zwaartepunt Z_1 Z_2 Z_3 Z_4 Z_5 Z_6 en Z_7.

Men heeft dan de volgende berekening te doen:

AANDUIDING DER STROOK.	INHOUD VAN ELKE STROOK IN V.K. MILLIMETER.	Afstand zwaartepunt van iedere strook tot de lijn AB, in m.M.	MOMENTEN TEN OPZICHTE VAN DE LIJN AB.
Z_1	$160 \times 7{,}94$ . . . . . $= 1270{,}4$	3,97	5043,488
Z_2	$= 594{,}225$	11,75	6993,89375
Z_3	$\frac{134{,}5 + 43}{2} \times 4{,}5$ . . . . . $= 399{,}375$	17,25	6889,21875
Z_4	$= 191{,}8125$	22,5	4315,78125
Z_5	$\frac{31{,}75 + 22{,}75}{2} \times 45{,}75$ . . . . . $= 1246{,}6875$	47,0	58594,3125
Z_6	$= 122{,}6875$	74,0	9078,875
Z_7	$7{,}94 \times 160$ . . . . . $= 1270{,}4$	157,34	199884,736
	Som $= 5096{,}5875$	„	290800,30525.

De som der momenten deelende door de som der inhouden, geeft voor den afstand ZC van het zwaartepunt Z der geheele figuur — hetwelk in dit geval natuurlijk in de lijn ligt, welke de verticale plaat in twee gelijke deelen verdeelt — tot aan AB:

$$\frac{290800{,}30525}{5096{,}5875} = 57{,}06 \text{ millimeter.}$$

Op gelijke wijze vindt men voor dien afstand:

voor den	onderrand	aan het einde des liggers	45,94	m.M.
„ „	bovenrand	in het midden „ „	53,39	„
„ „	onderrand	„ „ „ „ „	37,24	„

Daar het, voor de vervaardiging van den tralieligger, te verkiezen is om zijne afmetingen op den buitenkant der hoekijzers op te geven, zoo vindt men, omdat de dikte van de randen bekend is, met den aangenomen afstand der zwaartepunten = 1,72 M., dat de hoogte des liggers, gemeten op de buitenkanten der hoekijzers, moet zijn:

aan het einde $1{,}72 + (0{,}05706 - 0{,}00794) + (0{,}04594 - 0{,}00794) = 1{,}80712$, stel 1,807 M., en in het midden $1{,}72 + (0{,}05339 - 0{,}04446) + (0{,}03724 - 0{,}02858) = 1{,}73759$, stel, 1,738 M.

Om gezichtsbedrog voor te komen, is het aan te raden om het hoekijzer van den onderrand eene bovenwaartsche gekeerde zeeg van b. v. 0,08 M. pijl te geven.

2. VOLLE PLAATIJZEREN LIGGER.

§ 330. Gesteld, men wil dezelfde brug doen rusten op twee onder de voetpaden aangebrachte volle plaatijzeren liggers van den **I** vorm, in voege als in fig. 134, 135, 136 en 137 is voorgesteld, wier onderkant mede 0,50 M. boven den hoogsten winter-waterstand is verheven.

Hier is men minder gebonden aan de plaats, en dus aan het getal der dwarsverbindingen of dwarsliggers. Nemen wij dit getal op acht — daaronder de twee begrepen, welke aan de uiteinden der hoofdliggers komen, zie fig. 135 — dan wordt hun afstand midden op midden, omdat zij, volgens § 332, 1,6 decimeter breedte hebben, $\frac{230 - 1{,}6}{7} = 32{,}63$ decimeter.

De tusschen- of langsliggers behouden wel denzelfden onderlingen afstand, als in § 315 is opgegeven, doch de afstand hunner steunpunten wordt grooter, nam.: gelijk aan den afstand der dwarsliggers, of 32,63 decim. Desniettemin geeft de berekening, dat voor dezen afstand G = 66,19 kilogr. wordt, alzoo nog veel meer dan de in § 315 berekende 36 kilogr., welke zij per str. decimeter te dragen hebben.

§ 331. Om de afmetingen van het **T** ijzer onder het voetpad te bepalen, merke men op, dat, aangezien de helft van den afstand tusschen dit **T** ijzer en den bovenrand der liggers, volgens fig. 137, wordt ongeveer 2 decimeter, die **T** ligger per strekk. decimeter is belast met:

2,6 v.k. decimeter van het voetpad, dik 0,3 d.M. = 0,78 kub. decimeter eikenhout ad 900 kilogram per M^3	0,70 KG.
2,6 v.k. decim. van de toevallige belasting, in § 313 aangenomen op 350 kilogr. per M^2	9,10 „
en eindelijk zijn eigen gewigt, stel	2,14 „
te zamen	11,94 KG.

voor de belasting per strekk. decimeter.

Neemt men hier **T** ijzer van de afmetingen als in fig. 138 zijn voorgesteld, wegende 21,4 kilogr. per M., dan heeft men in de formule van § 315 te substitueeren:

$b = 1{,}5$ decimeter.
$h = 0{,}12$ „
$h_1 = 0{,}78$ „
en $b_1 = 0{,}12$ „ benevens a = de halve afstand der steunpunten $= \frac{32{,}63}{2} = 16{,}315$ decimeter, en $n\frac{\alpha}{\lambda} = 65000$, waardoor men vindt voor de gelijkmatige belasting per strekkende decimeter G = 12,355 kilogram, dus iets meer dan de ligger werkelijk te dragen heeft.

§ 332. Om de belasting te vinden, waarmede elke dwarsverbinding is bezwaard, neme men wederom

aan, dat de brugbaan, door loodrecht op de brugas gerichte vlakken, midden tusschen elk paar dwarsverbindingen is doorgesneden.

Omdat de afstand der dwarsverbindingen midden op midden is 3,263 M. (§ 330), heeft elk dus te dragen 5 tusschenliggers, ieder lang 3,263 M. is 16.315 M. I ijzer ad 24 kilogr. per M. . . 391,56 KG.

voorts $2 \times 3{,}263 = 6{,}526$ M. T liggers onder de voetpaden, volgens § 331 ad 21,4 kilogr. p. M. . . . . 139,66 „

en twee steunders onder deze liggers, in § 317 berekend 6,05 kilogr. per stuk alzoo . 12,10 „

Aan dek en voetpaden:

$32{,}63 \times 31 = 1011{,}53$ v.k. decim. onderdek, dik 0,3 decim. is . . . . 303,459 d.M³

32,63 strekk. decim. rib onder het onderdek, breed 0,8 decim., dik te zamen 1,25 decim., is . . . . . 32,630 „

En $2 \times 6{,}5 \times 32{,}63 = 424{,}19$ v.k. decim. voetpad, dik 0,3 decimeter . . 127,257 „

te zamen 463,346 d.M³

eikenhout, ad 0,9 kilogr. . . . . 417,01 „

voor haakbouten, stel . . . . . 15,00 „

Benevens $32{,}63 \times 31 = 1011{,}53$ v.k. decim. bovendek, dik 0,4 decim. is 404,612 kub. decim. greenen ad 0,7 KG. . . . . 283,23 „

te zamen 1258,56 KG.

gedeeld door de lengte der dwarsverbinding, zijnde 39,746 decimeter, geeft per strekk. decimeter . . . . . 31,67 KG.

Daarbij komt nu nog per strekk. decimeter 32,63 v.k. decimeter van de toevallige belasting, in § 313 aangenomen op 3,5 kilogr. per v.k. decim. . . . . 114,21 „

En eindelijk het eigen gewicht van de dwarsverbinding, stel per decimeter . . . . . 6,37 „

alzoo totaal 152,25 KG.

Stelt men de dwarsverbindingen samen als in fig. 139 is geteekend, dan heeft men in de in § 317 gegevene algemeene formule te substitueeren:

voor b de in de figuur gestelde waarde, min de dikte van 2 klinkbouten; deze nemende op 0,2 decim., is dus $b = 1{,}6 - 2 \times 0{,}2 = 1{,}2$ decimeter.

Evenzoo is voor b_1 te stellen $1{,}3953 - 2 \times 0{,}2 = 0{,}9953$ decimeter, terwijl b_{11} en b_{111} hare in de figuur aangegevene waarden behouden.

Voor h is te stellen $3 - 2 \times 0{,}2 = 2{,}6$ decim.; voor h_1 $2{,}8094 - 2 \times 0{,}2 = 2{,}4094$ decimeter, en voor h_{11} $2{,}7094 - 2 \times 0{,}2 = 2{,}3094$ decimeter, terwijl h_{111} de in de figuur bijgeschrevene waarde behoudt.

Eindelijk is nog a, de halve afstand der steunpunten $= \frac{39{,}746}{2} = 19{,}873$ decimeter, en $n \frac{\alpha}{\lambda} = 65000$.

Door substitutie van een en ander vindt men dan $G = 164{,}21$ kilogr. voor de belasting per decimeter lengte, derhalve nog iets meer dan de dwarsligger heeft te dragen.

§ 333. De formule voor de doorbuiging van zulk een ligger is:

$$u = \frac{3a^3 G}{n\{b(h^3 - h_1^3) + b_1(h_1^3 - h_{11}^3) + b_{11}(h_{11}^3 - h_{111}^3) + b_{111} h_{111}^3\}} \text{ decimeter.}$$

Substitueert men hierin voor b en h dezelfde waarden als boven, met $G = 152{,}25$ kilogr., zooals in de vorige § de werkelijke belasting berekend is, en de coëfficiënt $n = 262500000$, dan vindt men voor de doorbuiging van den dwarsligger: $u = 0{,}035$ decimeter.

Het is dus aan te bevelen om deze dwarsliggers in werkelijkheid met een zeeg van een à $1^1/_2$ centim. te doen vervaardigen.

§ 334. Om den last te berekenen, dien elke hoofdligger heeft te dragen, merken wij eerst op, dat de beide liggers te zamen het volgende dragen:

De acht dwarsverbindingen, min de twee welke boven de landhoofdmuren komen; alzoo 6 dwarsverbindingen, elk bestaande uit een omgaanden rand, groot 1,34 M² en een staande plaat, groot, na aftrek van de vier met 0,1 M. straal afgeronde hoeken, 1,09 M²; te zamen 2,43 M² plaat, dik, volgens de

in de vorige § aangenomene afmetingen, 9,53 millim. is, ad 73,24 kilogr. per M²	177,97 KG.	
en 2 × 8,34 = 16,68 M. hoekijzer ad 4,4 KG. per M.	73,40 „	
voor koppen van bouten stel	61,99 „	
is voor één dwarsverbinding	313,36 KG.	
en dus voor zes		1880,16 KG.
5 tusschenliggers, elk lang 23 M. is 115 M. I ijzer ad 24 kilogr. per M.		2760,00 „
benevens aan elke zijde 23 M. T ligger onder de voetpaden, is 46 M. ad 21,4 kilogr. per M.		984,40 „
en 12 steunders onder deze liggers, in § 317 berekend op 6,05 kilogr. per stuk, alzoo		72,60 „
Voor de leuning op één ligger:		
22,5 M. bovenregel, zijnde hoekijzer ad 3,7 kilogr. per M.	83,25 KG.	
voor 30 stijlen 48 M. T ijzer ad 6,5 kilogr. per M.	312,00 „	
voor 14 kruizen 48 M. plat ijzer ad 2,775 kilogr. per M.	133,20 „	
14 rozetten ad 1,56 kilogr.	21,84 „	
klinknagelkoppen, stel	40,00 „	
te zamen	590,29 KG.	
en dus voor de twee liggers		1180,58 „
Aan dekken en voetpaden:		
23 strekk. M. rib op de tusschenliggers, dik te zamen 0,125 M., breed 0,08 M. is	0,230 M³.	
23 × 3,10 = 71,3 M² onderdek, dik 0,03 M.	2,139 „	
en 2 × 23 × 0,65 = 29,9 M² voetpad, dik 0,03 M.	0,897 „	
te zamen	3,266 M³.	
eikenhout ad 900 kilogr. per M³		2939,40 „
aan haakbouten, stel		100,00 „
23 × 3,10 = 71,3 M² bovendek, dik 0,04 M. is 2,852 M³ greenenhout ad 700 kilogram per M³		1996,40 „
te zamen		11913,54 KG.
Waarvan de helft, of 5957 kilogram, komt op elken hoofdligger, lang tusschen de steunpunten 220 decimeter. Geeft alzoo per decimeter lengte eene belasting van		27,08 KG.
de toevallige belasting op de gansche brug is per decimeter lengte 43 × 3,5 = 150,5 kilogram, waarvan de helft op elken ligger alzoo		75,25 „
eindelijk komt hierbij nog het eigen gewicht van den hoofdligger per strekkende decimeter, stel		82,00 „
totaal		184,33 KG.

voor de belasting per decimeter lengte voor elken hoofdligger.

§ 335. Geeft men aan den hoofdligger de doorsnede, die in fig. 131 is voorgesteld, dan heeft men in de algemeene formule van § 317:

$$G = \frac{n\frac{\alpha}{\lambda}}{3a^2 h}\left\{b(h^3 - h_1^3) + b_1(h_1^3 - h_{11}^3) + b_{11}(h_{11}^3 - h_{111}^3) + b_{111}\,h_{111}^3\right\} \text{ kilogram,}$$

te substitueeren, behalve a = de halve afstand der steunpunten $= \frac{220}{2} = 110$ decim. en $n\frac{\alpha}{\lambda} = 65000$, voor h, h_1 en h_{11} de in de figuren bijgeschreven afmetingen, verminderd met de dikte van de twee klinkbouten door de hoekijzers.

Stelt men deze = 0,2 decimeter ieder, dan wordt $h = 7{,}87$; $h_1 = 5{,}33$ en $h_{11} = 5{,}076$ decimeter, terwijl h_{111} blijft = 4,21 decimeter.

Evenzoo is b te verminderen met de dikte van 4 klinkbouten, en is dus voor b te stellen 2,2 decimeter, terwijl van b_1 slechts de dikte van twee bouten is af te trekken, alzoo $b_1 = 1{,}374$; b_{11} en b_{111} behouden hunne waarden.

Men vindt dan voor de gelijkmatige belasting per strekk. decimeter $G = 185{,}45$ kilogr. en alzoo meer dan de ligger volgens bovenstaande berekening, moet dragen.

Ofschoon de rand van de berekende staaf uit 16 lagen plaat, elk dik 7,94 millimeter, bestaat, dient men echter elken rand in de werkelijkheid uit 17 lagen zulke plaat samen te stellen, om dezelfde reden als in § 321, onder 4, zijn vermeld.

§ 336. In de formule voor de doorbuiging, in § 333 gegeven, dezelfde waarden substitueerende, die in de vorige § zijn bepaald voor b en h, met de in § 334 voor G berekende waarde = 184,33 KG. en n = 262500000, vindt men voor de doorbuiging van den hoofdligger u = 0,377 decimeter.

Het is dus raadzaam om den hoofdligger bij de samenstelling met een zeeg van ongeveer één decimeter te doen bewerken.

VERGELIJKING MET EENE ANDERE WIJZE VAN BEREKENING.

§ 337. Voor de **I** vormige plaatijzeren liggers van de bruggen in de Staatsspoorwegen is in 1863 de volgende formule voorgeschreven:

$$S = \frac{q l^2 H}{4800 H_1^2} - \frac{1}{6} d H_1$$

waarin, zie fig. 141:

S de doorsnede in v.k. centim. van den onder- en bovenrand, die beide gelijk zijn;

q het gewicht in kilogram van den ligger en de toevallige belasting, per strekkende centimeter van den ligger;

l de lengte in centimeters, midden op midden, van de steunpunten;

H de uitersche of buitenwerksche hoogte van den ligger in centimeters;

H_1 de afstand der zwaartepunten van de randen in centimeters;

d de dikte der middenrib in centimeters;

waarbij wordt opgemerkt: dat de verzwakking der randen door de twee rijen boutgaten niet in rekening is gebracht, omdat die wordt opgewogen door de hoekijzers, welke buiten rekening zijn gelaten.

Men moet dus hier voor q een zeker getal aannemen, en dan zien of de vergelijking waar wordt.

§ 338. Om dergelijke tasting te ontgaan, stellen wij ons voor, de dikte x van den rand te berekenen, als voor zijne breedte B eene zekere waarde wordt aangenomen, klaarblijkelijk is dan, zie fig. 141

$$H - H_1 = x \text{ of } H_1 = H - x$$

terwijl $S = Bx$ is.

Om het gewicht van den ligger en de toevallige belasting, per centim. door q voorgesteld, in x uit te drukken, merke men op, dat de inhoud van den ligger is:

$$\frac{2Bx + (H - 2x)d}{100} \text{ v.k. decimeter.}$$

Het soortelijk gewicht van plaatijzer = P stellende, is alzoo het gewicht van den ligger per centimeter lengte

$$0{,}001\ P \{2Bx + (H - 2x)d\} \text{ kilogram.}$$

Stel nu de toevallige belasting per centimeter lengte van den ligger = T kilogram, dan is dus:

$$q = T + 0{,}001\ P \{2Bx + (H - 2x)d\}.$$

Deze waarde, met $H_1 = H - x$ en $S = Bx$ in de bovengegevene vergelijking substitueerende komt er, na herleiding:

$$x^3 - Ax^2 + Bx - C = 0,$$

$$\text{waarin } A = \frac{3H(4B - d)}{6B - d};$$

$$B = \frac{H}{800(6B - d)} \left\{2400\,H(2B - d) - 0{,}002\,Pl^2(B - d)\right\}$$

$$\text{en } C = \frac{H}{800(6B - d)} \left\{l^2(T + 0{,}001\,HPd) - 800\,dH^2\right\}$$

In deze vergelijking beteekent alzoo:

H de uiterste hoogte van den ligger of de hoogte buitenwerks
d de dikte van den middenrib
l de afstand midden op midden van de steunpunten
B de breedte van den rand of de flens

} in centimeters.

P het soortelijk gewicht van plaatijzer = 7,726 à 7,68933 en

T de toevallige belasting in kilogram per strekkende centimeter van den ligger.

§ 339. Berekenen wij, naar de formule van de vorige §, de dikte van den rand voor den in § 335 bepaalden en in fig. 140 voorgestelden ligger, dan heeft men te substitueeren:

$H = 82{,}7$ centimeter.
$d = 2{,}54$ „
$l = 2250$ „
P = gemiddeld 7,7077
T = 10,233 kilogr per centimeter, want elke ligger heeft, volgens § 334, per decimeter lengte te dragen aan dwarsverbindingen, dekken en toevallige belasting, $27{,}08 + 75{,}25 = 102{,}33$ kilogram.

De waarde van B, in de figuur = 30 centimeter, heeft men te verminderen met de wijdte van 2 boutgaten. Want wel is in § 337 gezegd, dat de verzwakking der randen door de boutgaten geacht wordt gelijk te staan met de versterking der hoekijzers, doch dit ziet natuurlijk niet op buiten die hoekijzers komende gaten. Neemt men voor elk gat een middellijn van 2 centimeter, dan moet men dus $B = 30 - 2 \times 2 = 26$ centimeter stellen.

Men vindt met deze waarden: $A = 164{,}03$;
$B = 5379{,}59$,
en $C = 31056{,}69$.

Zoodat men de vergelijking op te lossen heeft:

$$x^3 - 164{,}03x^2 + 5379{,}59x = 31056{,}69,$$

waaruit $x = 7{,}34$ centimeter ongeveer.

§ 340. Om te zien hoe deze waarde strookt met die, welke in § 335 is gevonden, moeten wij eerst het gewicht der staaf berekenen, omdat die in § 335 onder de G begrepen is.

De doorsnede van de bovenbedoelde staaf is:

$$2Bx + (H - 2x)\,d,$$

dat is, in decimeters,

$$2 \times 3 \times 0{,}734 + 6{,}802 \times 0{,}254 = 6{,}1317 \text{ v.k. decimeter.}$$

Per decimeter lengte weegt deze staaf dus $6{,}1317 \times 7{,}7077 =$ . . . . . 47,26 KG.

Elke ligger heeft per decimeter, zooals in § 334 is berekend, behalve zijn eigen gewicht, te dragen . . . . . 102,33 „

geeft G = 149,59 KG.

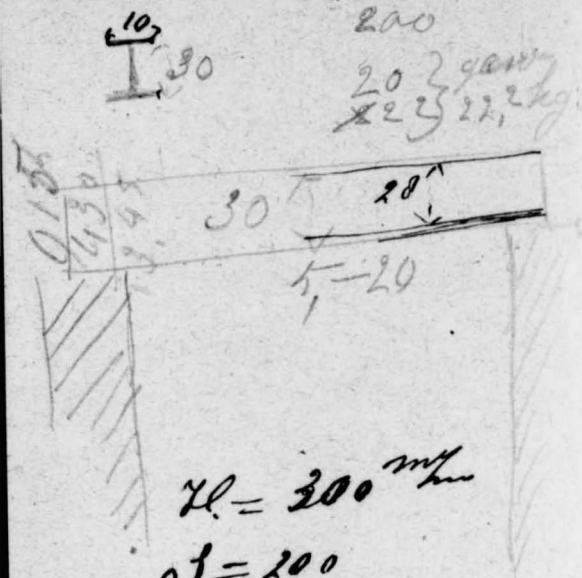
In de formule, welke in § 316 voor eene massive **I** vormige staaf is gegeven

$$n\frac{\alpha}{\lambda} = \frac{3a^2\,Gh}{bh^3 - b'h'^3}$$

substitueerende:
a de halve afstand der steunpunten, als in § 335 = 110 decimeter;
G boven gevonden = 149,59 kilogram;
h de buitenwerksche hoogte der staaf = 8,27 decim.;
$h' = 8{,}27 - 2x = 6{,}802$ decim.;
b als in § 339 = 2,6 decim., en
$b' = b - 0{,}254 = 2{,}6 - 0{,}254 = 2{,}346$ decim.,

dan vindt men: $n\frac{\alpha}{\lambda} = 61325$ nagenoeg.

Had men de hoekijzers in aanmerking genomen, evenzeer als de vermindering welke de boutgaten te weeg brengen, dan moest men in de in § 317 gegevene formule substitueeren:
voor h de hoogte 8,27 decim., verminderd met twee boutgaten, alzoo $8{,}27 - 2 \times 0{,}2 = 7{,}87$ decimeter;
voor h_1 op gelijke wijze $6{,}802 - 2 \times 0{,}2 = 6{,}402$ decimeter;
voor h_{11} — zijnde, als men dezelfde hoekijzers aanhoudt die in fig. 131 zijn geteekend, 6,548 decimeter — $6{,}548 - 2 \times 0{,}2 = 6{,}148$ decimeter,
terwijl h_{111} dan wordt = 5,282 decimeter.



$H = 300$ m/m

$S = 200$

$l = 520$ cm

$q = 22.2$ kg

$d = 1.3$ cm

$H =$

Voor b heeft men te stellen $3 - 4 \times 0{,}2 = 2{,}2$ decim.;
voor b_1, die dan 1,774 decim. wordt, $1{,}774 - 2 \times 0{,}2 = 1{,}374$ decimeter;
terwijl b_{11} dan wordt $= 0{,}508$, en $b_{111} = 0{,}254$ decimeter blijft.

Men vindt dan $n \frac{\alpha}{\lambda} = 69266$ ongeveer.

Hieruit blijkt dus:

a. dat, wanneer men de hoekijzers evenmin in aanmerking neemt als de verzwakking door de boutgaten te weeg gebracht, en men dus de formule door § 316 voor een **I** vormige staaf bezigt, deze dezelfde uitkomst geeft als de formule bij de staatsspoorwegen in gebruik, mits men in die van § 317 voor $n \frac{\alpha}{\lambda}$ neme 61325, in stede van 65000, zooals wij gedaan hebben in navolging van hetgeen op blz. 122 van de verhandeling van Schneiter en van Diesen (Verhandelingen van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, 1860—1861) aangegeven is.

b. dat, wanneer men de hoekijzers evenzeer in aanmerking neemt als de verzwakking, welke de boutgaten te weeg brengen, en men dus de in § 317 gegevene formule voor een **I** vormige staaf gebruikt, deze dezelfde uitkomst geeft als de formule der staatsspoorwegen, mits men in die van § 317 voor $n \frac{\alpha}{\lambda}$ neme 69 266 in stede van, zooals wij deden, 65 000.

Met andere woorden: de voor de bruggen in de staatsspoorwegen voorgeschrevene formule, (ofschoon een andere gedaante hebbende) geeft afmetingen, eenigszins grooter dan die, welke men door het gebruik van de in § 316 gegevene formule bekomt.

BRUGDEKKEN.

§ 341. De dekken van bruggen bestaan nagenoeg altijd uit dubbel plankhout, voor het onderdek eiken- en voor het bovendek greenenhout, ter zwaarte van 4, 5 à 6 c.M., evenwijdig aan de landhoofden aangebracht. De onderdeksplanken reiken aan weerszijden ongeveer 10 c.M. over de buitenste liggers, worden met tusschenruimten van 1 à 2 c.M. gelegd, en op elken ligger met 3 spijkers bevestigd, terwijl de beide buitenste planken in de sponningen der stootbalken vallen.

Over dit overdek wordt, nadat het van boven effen gedisteld en geteerd is, het bovendek gelegd.

Aan het bovendek wordt minder breedte gegeven, dan aan het onderdek, — zie fig. 86 — waardoor het herstellen van dit dek gemakkelijker kan geschieden, terwijl het verdere gedeelte onderdek door de voetgangers kan gebruikt worden.

Aan de beide laatste planken van het bovendek wordt meerdere lengte gegeven, en deze meerdere deksbreedte ojiefsgewijze met het overige vereenigd, waardoor het oprijden gemakkelijker wordt. Verder worden de scherpe kanten der planken afgenomen en dus de beide zijden van het bovendek van een velkant voorzien.

De planken van het onderdek worden met kleine tusschenruimten gelegd, opdat het water beter kan afloopen. Deze openingen geven echter aanleiding tot inwatering voor de buitenste liggers; — de overige zitten onder het gesloten bovendek; — waarom de openingen in het onderdek boven de buitenliggers met afzonderlijke stukjes worden gevuld.

§ 342. Hoewel het openleggen van het onderdek algemeen gebruikelijk is, geven sommigen de voorkeur aan een geheel zuiver sluitend dek, waarbij niet alleen de planken

recht gestreken, sterk tegen elkander worden gedreven, maar bovendien de naden worden gebreeuwd en gepikt — gekalfaterd. — Voor het dek zelve zal de eerste bewerking aan te bevelen zijn, en het inwateren zal dan alleen bij de buitenste liggers plaats kunnen hebben, welke, wat de vereischte draagkracht aangaat, in eenen gunstigen toestand verkeeren. Bovendien, het gesloten houden van deze planken, zal in dit geval, bij de verschillende weersgesteldheid wel zeer bezwaarlijk zijn, en zoo het geheel niet zuiver waterdicht is, voorzeker niet voordeelig werken. Ook het aanbrengen der kleine vullingstukken zal weinig nut doen, omdat eene volkomene sluiting daardoor niet voortdurend kan verkregen worden. Somtijds wordt, vooral bij liggers van greenenhout, de bovenzijde der buitenliggers, onder deze vullingstukken, met goed geteerd mospapier, strookjes lood of iets dergelijks belegd.

§ 343. Voor het bovendek wordt ook wel gebruik gemaakt van strooken eikenhout, ter breedte van 10 à 12 c.M. die van boven van een' velkant zijn voorzien. Bij bruggen in de gewone wegen wordt ook wel soortgelijke bewerking toegepast; de geheele bedekking bestaat dan uit ribben, in den regel van greenenhout, ter zwaarte van 7 à 8 c.M., zie fig. 101 a en b.

§ 344. Zeer dikwijls komt ook eene bedekking met blokjes voor, van eindelings greenenhout. Deze blokjes, ter gelijke grootte van 10 à 12 c.M., en ter dikte van ongeveer 6 c.M. en rondom van een velkant voorzien, worden in een mengsel van koolteer voor $^1/_3$ deel met betume vermengd gekookt, in verband in eene laag asphalt op het onderdek gelegd, en elk stukje met een brosse spijker daarop bevestigd. De asphalt wordt voor elke rij blokjes op het dek gespreid, waarbij door het plaatsen van een met vet besmeerde lat wordt gezorgd, dat zij niet verder over het dek kan uitvloeien; de blokjes worden zoo gesloten mogelijk in de asphalt gelegd, daarin met een lat gelijkelijk en vast neergedrukt. en hierna met genoemden spijker bevestigd. Op plaatsen, waar een vloer van dennen planken twee- à driemaal per jaar moet vernieuwd worden, is gebleken, dat deze blokjes-bevloering drie jaar voldoende was.

§ 345. Het bovendek wordt bij gewone bewerking van greenen, soms ook van andere zachte houtsoorten genomen; dit meer zachte materiaal dan het eikenhout is noodig, opdat, vooral bij nat weer, het dek niet te glad zal zijn. 't Geeft echter aanleiding tot veel herstel en vernieuwing en dit is, op plaatsen waar drukke passage is, zeer lastig. In enkele gevallen wordt daarom de bestrating over de brug doorgetrokken.

Hierbij moet op het dek eene voldoende zandlaag aanwezig zijn, en wordt het hout tegen de nadeelige werking beveiligd, door eene bedekking met lood of zink. De bestrating wordt dan tusschen hardsteenen kantstukken uitgevoerd, die met bouten aan de buitenste liggers verbonden zijn.

Dat deze bewerking een zware belasting aan de brug geeft, dat de aanleg kostbaar zal zijn, dat bij ontstane gebreken aan den onderbouw, de herstelling kostbare en groote reparatiën geeft, is duidelijk.

Bij een brug over den Amstel te Amsterdam, waarvan in de bijdrage der Maatschappij tot bevordering der Bouwkunde van Augustus 1875, een omschrijving met gedetailleerde teekeningen voorkomt, zijn gegoten ijzeren liggers gebruikt, en tusschen deze liggers, die door dwarsstangen gekoppeld zijn, zijn halfsteens gewelven gemetseld, gedekt met beklampingen, van platte lagen steen; op die gewelven is eene betonlaag aangebracht, en deze gedekt door eene laag basterd tras. De voetpaden bestaan uit hardsteenen platen, en het middengedeelte is bestraat met keien in zand. De gegoten ijzeren liggers kunnen dan iets boven de onderflensen, van verzwaringen voorzien zijn, waartegen de gewelven rusten.

Soortgelijke bewerking is ook in de gewone wegen wel meer toegepast, en verdient voorzeker, wanneer daarvoor de gelegenheid bestaat, aanbeveling.

§ 346. De bruggen, die voor druk verkeer van rijtuigen en voetgangers dienst moeten doen, worden aan de beide buitenzijden veelal voorzien van verhoogde voetpaden, troittoirs. Hiervoor kunnen op den buitensten en den daaropvolgenden brugliggers, eikenhouten ribben, 10 à 15 c.M. zwaar, worden aangebracht, waarop de dekplanken der trottoirs rusten. Ook kunnen deze dekplanken vallen in daarvoor in de ribben aangebrachte sponningen, waardoor de bovenkant van dat dek met den bovenkant der ribben overeenkomt. De buitenzijde der buitenste rib kan zeer geschikt tot eene lijst worden geschaafd, die, over den ligger reikende, de brug versiert. Het onderdek der brug wordt bij deze bewerking onder den onderkant der binnenste trottoirliggers doorgetrokken tot den buitenkant der brugliggers, zoodat de trottoirligger op dat dek rust. Het bovendek der brug is dan tusschen deze verhoogde voetpaden opgesloten. Naarmate de constructie der brug daartoe aanleiding geeft, moeten de trottoirs op verschillende wijzen gelegd worden. Heeft de brug geene voldoende afwatering over de lengte, dan is het hierbij noodig, om naast de trottoirs gootjes aan te brengen, van ijzer of ander materiaal, waarlangs het water kan afvloeien.

§ 347. Bij bruggen, welke vrij steile hellingen over de lengte hebben, is het noodig te zorgen, dat de paarden niet uitglijden, maar voldoende kracht kunnen aanwenden om lasten bij de helling op te trekken. Hiervoor worden in of op het dek houten of ijzeren stootklampen aangebracht.

De eiken stootklampen moeten op ongeveer 35 c.M. afstand tusschen het bovendek worden gelegd. Zij hebben eene breedte van ongeveer 8 c.M. en moeten 3 à 4 c.M. boven het bovendek komen. De meerdere hoogte dan het bovendek wordt van de buitenste gedeelten afgedisteld, zoodanig, dat het middelste gedeelte 25 à 30 c.M. minder lengte behoudt dan de spoorbreedte der voertuigen. Deze middelste gedeelten, welke als ribben boven het dek blijven, worden rondom van een velkant voorzien.

LEUNINGWERK.

§ 348. Alle bruggen worden van leuningen voorzien; dit is noodzakelijk ter voorkoming van ongelukken. Op de gewone houten bruggen zijn zij meestal van greenenhout

vervaardigd, en bestaan uit eenige stijltjes, waarover een bovenregel wordt aangebracht.

De openingen tusschen dezen bovenregel, de stijltjes en het dek worden door een of meer tusschenregels of kruisen in kleinere vakken verdeeld. De lengte dezer stijltjes, waaraan eene zwaarte van 10 bij 12 à 13 bij 18 c.M. wordt gegeven, wordt bepaald door de hoogte, die aan het leuningwerk boven het dek — 0,90 à 1,20 M. — zal gegeven worden. — De stijltjes worden op onderling gelijke afstanden van 1,2 à 2 M. geplaatst; zij rusten met een borst op het onderdek en met een lip tegen de buitenzijde van den ligger, waardoor zij met hakkelbouten aan den ligger bevestigd worden; — zie de fig. 84, 85 en 86 met daarbij behoorende details. Tot versterking wordt onder om den stijl een ijzeren beugel — gesp — aangebracht; — fig. 100 —, welke bij *b* afzonderlijk is voorgesteld. De beugel is met een' zwanehals bewerkt, waardoor het gedeelte, dat de stijl omvat, hooger ligt en dus in een ander vlak dan dat van de uiteinden of veeren. De ijzerzwaarte der beugels is ongeveer 1 bij $2^1/_2$ à 3 c.M., zoodanig omgezet, dat zoowel de platte zijden van het ijzer tegen de vlakken van den stijl, als tegen het dek komen.

Elke veer wordt met drie spijkers op het dek bevestigd. Door den opgezetten vorm dezer gespen geeft men meer steun aan den stijl, en is er bovendien geene gelegenheid voor het water, om achter het ijzer te blijven staan, wat nadeelig voor het hout zou zijn.

Moeten deze stijltjes op het metselwerk worden geplaatst, dan is het noodig, daarin hardsteenen neuten aan te brengen, waarin de in de stijltjes aangebrachte hakkeldookbouten kunnen vastgegoten worden. Het gehakkelde einde der bout wordt van onderen in den stijl geslagen, terwijl het wigvormige ondereinde in een, in het hardsteen uitgehakte dookgat, wordt vastgegoten.

De stijlen kunnen ook gesteund worden door het aanbrengen van schoren, fig. 102. Ook hiervan moet bij metselwerk het ondereinde in de hardsteen worden vastgegoten. — Deze steunijzers worden somtijds ook wel aan de buitenzijde van het leuningwerk geplaatst, althans als de brug, 't zij op het dek, 't zij op de hoofdbalken der jukken of uitstekende dwarsliggers, daarvoor gelegenheid aanbiedt. Ook worden op de vier hoeken wel zware steunijzers aangebracht, waardoor de hoeken van het leuingwerk tevens voor aanrijden beveiligd worden.

De bovenregel komt met pen en gat over de stijlen en wordt voor afwatering van boven afgebiljoend, of door een afzonderlijk overstekend dekstuk gedekt, fig. 88c. — De zwaarte van den bovenregel is veelal gelijk aan die der stijlen.

De verdeeling van het leuningwerk in kleinere openingen geschiedt door tusschenregels en kruiswerk, zooals de fig. 88 en 88*d* aangeven, of op verschillende andere wijzen. — De tusschenregels kunnen, of door de stijlen loopen, daarin eenige centimeters worden ingelaten, of aan de binnenzijde geheel of gedeeltelijk in de stijlen worden verkeept, waarvan de fig. 88 en 100 verschillende voorstellingen geven. Somtijds geeft men aan

dezen tusschenregel bijna dezelfde zwaarte als aan den bovenregel, in den regel is het echter een schroot van ongeveer 3 bij 12 c.M.

§ 350. Om de veiligheid te bevorderen, en om de breedte der brug meer geleidelijk met die van den weg te vereenigen, worden aan de leuningen, bij het einde van de brug, naar weerszijden uitwijkende gedeelten aangebracht. Kunnen zij de richtingen van de vleugels der landhoofden volgen, dan worden de stijltjes evenals op de liggers, op en achter tegen den hoofdbalk bevestigd. Is eene andere richting verkieslijker, dan slaat men eikenpalen in den grond, om daaraan het leuningwerk te verbinden en te schoren.

Dient het kanaal, waarover de brug loopt, niet tot scheepvaart en het leuningwerk dus alleen voor eene veilige passage, zoo zal hieraan veelal dezelfde helling als die van den hoofdbalk der vleugels worden gegeven, fig. 85 linkerzijde. Bij scheepvaart is het echter noodig, daardoor tevens de gelegenheid te geven om de treklijnen, waaraan de schepen worden getrokken, geleidelijk op het leuningwerk te doen overgaan. In dit geval zal de leuning op den hoofdbalk van den vleugel moeten neêrloopen, en een zoogen. sleepleuning moeten vormen, fig. 85 rechterzijde. Daar door het schuren dezer lijnen, zeer schielijk insnijdingen in de bovenregels ontstaan, is het noodzakelijk, om op die plaatsen waar de lijnen overglijden, ijzeren laven aan brengen, welke daarop met spijkers of houtschroeven met ingelaten koppen moeten bevestigd zijn. Door het aanhoudend roesten van dat ijzer en het afloopen van het water, zal het roestwater over het leuningwerk loopen. Om dit te voorkomen, kan onder de strook ijzer eene strook zink worden gelegd, dat meerdere breedte dan het ijzer heeft en van opstaande randjes is voorzien. Het roestwater zal nu langs deze gootjes afloopen.

De verbindingen van de boven- en tusschenregels met die der vleugels moeten met ijzeren koppelijzers of platen worden versterkt.

§ 351. Veeltijds wordt het leuningwerk ook van ijzer vervaardigd. Fig. 114 stelt eene brug voor, met gegoten ijzeren stijlen en dekstuk, en eene ronde staaf van gesmeed ijzer voor middelregel; bij fig. 115b wordt de plattegrond en bij a de opstand met de verbinding aan den gegoten ijzeren brugligger voorgesteld. Fig. 103 geeft een eenvoudig leuningwerk van gesmeed ijzer. De ijzerdikte daarvan is veelal: voor de stijltjes 5 bij 2,5 c.M. voor het dekstuk, 5,5 a 6 bij 1,5 c.M., en tusschenregels van 2,5 c.M., diameter of kruisen van ongev. 1 bij 3 c.M.. De stijlen worden, althans bij houten brugliggers, van onderen voorzien van dubbele uitgesmeede voetingen of veeren, waarvan de eene in het verlengde van den stijl langs de buitenzijde van den ligger komt, en de andere rechthoekig hierop staat en boven op den ligger of het onderdek rust. Beide veeren worden met drie of vier spijkers bevestigd. Verder wordt de stijl gesteund door een steunijzer. De bovenregel wordt op den stijl geklonken door middel van daarop aangebrachte pennetjes, en het overige tusschenwerk wordt half en half met de stijlen enz. verkeept.

§ 352. Het leuningwerk kan, zooals ook reeds uit de figuren zal blijken, zeer ver-

schillend zijn; thans maakt men daarbij ook wel gebruik van hoekijzer, waarvan mede een paar voorbeelden zullen voorkomen. De hier omschrevene zijn de meest eenvoudige en gebruikelijke bij de gewone bruggen.

Wil men aan de brug een meer sierlijk aanzien geven, dan maakt men het leuningwerk meer samengesteld en kostbaar; men kan zich daarbij bedienen van verschillende schoone vormen, waarvan bij later voorkomende teekeningen voorbeelden worden gegeven.

BEWEEGBARE BRUGGEN.

§ 353. De beweegbare bruggen zijn zeer verschilend in vorm en constructie. De meest gebruikelijke zijn de draaibruggen, de wip- of basculebruggen en de klapbruggen.

't Is somtijds moeielijk te beslissen, welke van deze soorten dient gekozen te worden; plaatselijke toestanden in de eerste plaats, maar ook de beschikbare gelden en bijzondere voorliefde zullen de keuze bepalen. Meerendeels wordt thans gebruik gemaakt van draai- en basculebruggen. Vooral het meerdere gebruik van ijzer heeft hiertoe aanleiding gegeven. Hierdoor is men beter in staat gesteld, om aan de verschillende voorwaarden, waarop bij deze beweegbare bruggen moet gelet worden, te voldoen. Met de te overspannen ruimte behoeft men daardoor niet zoo beperkt te zijn. Bij de beweegbare bruggen is veel samenstellen en verbinden noodig, bij houtwerk wordt het geheel hierdoor veel verzwakt, en bestaat er daardoor gereede aanleiding tot inwateren en bederf, zoodat door enkele daardoor verzwakte gedeelten, somtijds de geheele brug niet meer te vertrouwen is.

De vroeger zeer veel gebruikte klapbruggen worden weinig meer toegepast. Tegen deze bruggen, met hare hooge hamei-gebinten en balansen, zijn vele bezwaren aan te voeren, zooals later zal blijken.

§ 354. Als vereischte voor eene beweegbare brug kan men in 't algemeen stellen, dat zij gemakkelijk te behandelen moet zijn, en in korten tijd kan worden geopend en gesloten. Bovendien moet zoowel in geopenden stand voor de scheepvaart als in gesloten stand voor de passage, de betimmering zoo weinig mogelijk hinderlijk zijn.

Deze bruggen kunnen enkele en dubbele zijn. De enkele overspannen de opening door één gedeelte, terwijl dit bij de dubbele in twee gedeelten geschiedt, welke beide, het steunpunt op de oevers hebben en in het midden der opening tegen elkander sluiten.

DRAAIBRUGGEN.

§ 355. Draaibruggen noemt men die bruggen, welke zich bij het openen in een horizontaal vlak blijven bewegen en daarbij om een spil als middelpunt ronddraaien.

§ 356. Bij de vaste bruggen is opgegeven, dat het aanbrengen van hooge bruggen, waarbij steile opritten noodzakelijk zijn, niet moet geschieden, en dat om dit te voorkomen, zoowel als ter wille van de scheepvaart, thans meer beweegbare bruggen worden

gemaakt. Hieruit volgt, dat bij het maken van beweegbare bruggen, het dek niet veel boven de as van den weg mag liggen.

Het vlak, waarop de spil en verdere steunpunten moeten geplaatst worden, zal ongev. 1 à 1,5 M. beneden het dek van de brug moeten liggen, terwijl dat vlak zoo hoog moet zijn, dat het steeds boven water blijft. Verder moet er gelegenheid bestaan, dat de brug ook bij geopenden stand een goede plaats heeft, waar zij voor beschadiging door scheepvaart beveiligd en deze zoomin als andere zaken ten nadeel is; en juist dit is, bij de veelal groote lengte der brug, in sommige gevallen moeielijk te verkrijgen.

§ 357. In den regel gaat de spil door het zwaartepunt der brug, en staat dus in de lijn, welke de brug over de lengte in twee gelijke deelen verdeelt, terwijl het voor- en achtereinde der brug ongev. in evenwicht moeten zijn.

Bij geopenden stand der brug moet de doorvaart geheel vrij wezen, waaruit volgt, dat de spil, minstens ter halve breedte van de brug, binnen het landhoofd of de begrenzing van deze doorvaart moet komen. Buiten de spil worden dikwijls nog eenige raderen geplaatst, waarop het beweegbaar gedeelte, bij het af- en overdraaien mede steun vindt, zooals bij latere beschrijving zal blijken. Voor zoodanige brug is derhalve in de eerste plaats noodig, eene geschikte gelegenheid, om de spil en deze verdere steunpunten te kunnen plaatsen.

Moet de brug eene ruimte overspannen, die voor de scheepvaart geheel moet openblijven, en zijn dus de walhoofden niet verder van elkander verwijderd, dan voor de doorvaart noodig is, dan komen die steunpunten, en dus het geheele achterste gedeelte van de brug, boven den vasten grond.

§ 358. Moet de draaibrug over een kanaal gelegd worden, waar de breedte, ter wille van de doorvaart wel kan verminderd worden, maar waar men het profiel om de doorstrooming of andere redenen wenscht te behouden, dan moeten voor spil en raderen de steunpunten boven het water worden gezocht. In dit geval, doet zoowel het achter- als het vóóreinde der brug voor overspanning dienst. Hierbij moet gezorgd worden, dat de doorvaart ongev. in het midden van het kanaal komt, en zal dus het vooreinde der brug niet op het walhoofd kunnen komen; zoodat daarvoor een in het kanaal springend vast gedeelte brug — aanbrug — moet gemaakt worden. Fig. 143 geeft voor soortgelijke draaibrug, in lengte-doorsnede, een zeer goede bewerking aan.

§ 359. In het kanaal zijn drie jukken ingeheid, rechthoekig op de as van de brug; het middelste juk ter plaatse, waar de spil moet komen, en de beide buitenste op gelijke afstanden van de middelste en onderlinge afstand midden op midden, gelijk aan die der buitenste liggers van het beweegbaar gedeelte, wat later zal blijken noodig te zijn.

De bewerking van deze jukken komt geheel overeen met de vroeger behandelde gebinten; even als ook daar, is het hout voor de palen beslagen- en voor de hoofdbalken meskant eiken. De palen worden volgens de lengte van het kanaal ter steek geplaatst, en komen de gebinten geheel op zich zelf te staan, zonder verbinding met den vasten

wal, dan geeft men aan de buitenste jukpalen ook wel eene helling over de beide zijden. De zwaarte der palen is 28 à 30 c.M. aan den kop, bij ongeveer 15 c.M. aan de punt, en die der hoofdbalken ongev. 30 bij 35 c.M. Om grootere draagvlakken voor de steunpunten te hebben, worden de hoofdbalken op hun plat gelegd. Rechthoekig over deze jukken zijn vier liggers — koppelbalken — aangebracht van meskant eikenhout, zw. 20 bij 25 c.M., welke met voorloeven over de hoofdbalken verkeept en met hakkelbouten daarop bevestigd zijn. Op den middelsten hoofdbalk is in het midden tusschen de beide koppelbalken een verdikstuk — kussenblok — aangebracht, opdat het ondereinde der spil beter kan bevestigd worden.

§ 360. De spil is nagenoeg altijd van gesmeed, somtijds van gegoten ijzer, en gemidd. 10 à 12 c.M. zwaar. Hij is in het midden van een borst voorzien, waarmede hij op eene op den balk aangebrachte ijzeren plaat rust; verder van het midden af naar onderen en boven eenigszins topvormig bewerkt, het bovenste gedeelte zuiver rond afgedraaid, en het onderste vierkant.

Even als van boven onder de borst, wordt ook van onderen tegen den balk een ijzeren contraplaat gelegd, en de spil van onderen, met eene zware schroef en moer, vastgezet.

§ 361. Behalve de spil zijn op deze watergebinten — zie mede de halve plattegrond van het vaste gedeelte in fig. 144 — nog vier raderen gesteld, waarop de brug, vooral gedurende de beweging, steunt.

Om het gemakkelijk bewegen te bevorderen, mag zij niet geheel op deze raderen rusten, maar moet het ronddraaien meer bepaald op de spil geschieden. Om nu te zorgen, dat deze raderen los staan, en toch bij de minste afwijking van den horizontalen stand der brug deze steunen, waardoor bij de beweging geregeld een of meer dienst zullen doen, is het noodzakelijk dat zij hooger en lager kunnen gesteld worden. Hoe dit gemakkelijk kan verkregen worden, zal uit de later te beschrijven detail-teekeningen blijken.

Deze steunpunten moeten staan in een cirkel, welke beschreven wordt met den straal, die eene lengte heeft gelijk aan den afstand van het midden der spil tot het midden van een der beide buitenste liggers van het beweegbaar gedeelte. Hierdoor is de plaats der beide buitenste koppelbalken ongev. bepaald.

§ 362. Voor den verderen onderbouw der brug zijn er steunpunten noodig, waarop het draaibaar gedeelte, bij gesloten stand, met het voor- en achtereinde kan rusten. Aan het vooreinde, dat boven het kanaal blijft, is daarvoor opnieuw een gebint noodig, dat tevens dienst doet als juk voor de aanbrug.

Ook dat gebint kan op dezelfde wijze en van gelijk materiaal, als dat der watergebinten worden vervaardigd. Op dien hoofdbalk evenwel moeten de liggers van de aanbrug en het vooreinde van de draaibrug rusten.

Het vooreinde van de draaibrug is — zoo zij naar beide zijden zal kunnen afgedraaid worden — bewerkt volgens het beloop van den cirkel, beschreven uit het middelpunt der spil. Bij eenen rechten hoofdbalk moet deze dus veelal vrij aanzienlijke breedte

hebben, zullen het vooreinde van de brug en de middelste liggers der aanbrug, daarop voldoende kunnen rusten.

Hierom worden voor deze hoofdbalken veelal gebogen stukken genomen, volgens voornoemden cirkel bewerkt, zoodat de palen hiernaar moeten worden ingeheid. Overeenkomstig de constructie, welke aan het vooreinde van het draaibaar gedeelte wordt gegeven, zal ook deze hoofdbalk op verschillende wijzen moeten worden ingericht. Fig. 147 en 148 geven daarvoor een paar voorbeelden aan.

Volgens fig. 147 is de voorhar van het draaibaar gedeelte onder aan den ligger gebracht, en daaraan met schroefbouten verbonden. In dit geval moet in den hoofdbalk eene sponning worden aangebracht, opdat de liggers, met die der aanbrug, van boven in één vlak komen, zooals ook in de fig. 143 en 144 is aangenomen. Volgens fig. 148 is de voorhar met pen en gat aan de vooreinden der liggers verbonden, waardoor de genoemde sponning in de hoofdbalk niet noodig is. Ook kan men dezen voorkoppelbalk zoodanig onder de liggers aanbrengen, dat hij in gesloten stand der brug, buiten den hoofdbalk van het juk der aanbrug blijft, en dus de vooreinden der liggers op den hoofdbalk rusten.

Bij de constructie volgens fig. 148 moet er voor gezorgd worden, dat in elk geval niet alleen de voorhar, maar ook een gedeelte der liggers, met de volle zwaarte van de vooreinden, op den hoofdbalk komen.

§ 363. De samenstelling der aanbrug behoeft niet meer in bijzonderheden behandeld te worden, daar deze bewerking geheel overeenkomt met die der vaste bruggen. Alleen zij hierbij nog opgemerkt, dat de beweegbare bruggen veelal zoo licht mogelijk worden gemaakt, en dus ook de breedte op het minimum wordt bepaald, en hierom de aanbrug naar den wal wat verbreed wordt, waardoor betere gelegenheid tot op- en afrijden wordt gegeven.

§ 364. Voor het achtereinde der brug is een eenvondig juk of houten walhoofd, als steunpunt niet voldoende. Wanneer de brug zal worden afgedraaid, moet zij eerst achter en voor van de steunpunten los zijn; in dezen toestand is zij echter niet geschikt voor passage en moet daarom voor het gebruik worden vastgezet. Dit geschiedt door de brug van achteren met een opzettoestel — exentriek — eenigszins op te zetten, waardoor zij van voren op het steunpunt wordt gedrukt en van achteren op dat opzettoestel blijft rusten.

Somtijds wordt het exentriek weggelaten, en de achterhar, of voor- en aehterhar beide, van kleine wieltjes voorzien, welke bij het overdraaien op wiggen vastloopen, waarna de brug door sluitwerk verder kan worden vastgezet.

Ook vindt men wel geheel geen voorzorgsmaatregelen genomen om de brug van onderen vast te zetten; hierdoor zal zij bij gebruik steeds op de middensteunpunten bewegen, en vóór en achter, al naar de last zich op de brug bevindt, tot de vaste steunpunten dalen. Dat dit op den duur zeer nadeelig zal werken, en tevens lastig is voor hem, die de brug gebruikt, zal ieder inzien.

§ 365. Tot draagvlak en aansluiting van het achtereinde wordt een gedeelte cirkelmuur gebezigd, zooals in de doorsnedeteekening van fig. 143 en de halve plattegrondteekening van fig. 144 wordt voorgesteld.

§ 366. Het opzettoestel — dat nader zal worden behandeld — bestaat uit eene as, welke onder het achtereinde der brug, rechthoekig op de liggers is aangebracht, en waaraan zich eenige schijven bevinden, die, bij het ronddraaien der as, de brug doen op- en vastzetten, of deze van hare voor- en achtersteunpunten losmaken.

Die schijven moeten dus op het muurwerk kunnen staan, en liggen in eene rechte lijn, zoodat ook het metselwerk van voren — althans voor zooverre het voor die steunpunten dienst zal doen — recht moet zijn. Langs de binnenzijde van het gedeelte keermuur moet het achtereinde der brug zich bewegen; dit moet dus een gedeelte van een cirkel zijn, beschreven uit het draaipunt der brug, terwijl ook de buitenlijn van het muurwerk veelal volgens een' cirkel met hetzelfde middelpunt wordt bewerkt. — Is de brug overgedraaid, maar nog niet op het exentriektoestel rustende, terwijl daarbij door toevallige omstandigheden, abuizen enz., het vervoer daarover plaats heeft, dan zal, wanneer de last op het achtergedeelte der brug komt, dit kunnen doorzakken tot op het vlak der exentriekblokken. 't Is duidelijk, dat zulks nadeelig werkt, en daarom is onder het achterste gedeelte der brug — den broekbalk — eene hardsteenen plaat aangebracht, welke in het muurwerk is verbonden, op zoodanige hoogte, dat de brug ongehinderd kan afdraaien; maar overgezet zijnde, ook zonder het vastzetten van het exentriektoestel, slechts weinig kan zakken.

§ 367. Het achterste gedeelte muurwerk wordt met hardsteen gedekt, en, in het bovendek eenige strooken ijzer ingelaten, welke van doken voorzien, met lood worden vastgegoten.

In enkele gevallen heeft men ook voor dezen cirkelmuur een gewoon houten juk gebruikt; het exentriek rustte dan op eenen balk, en deze balk, op tegen de palen aangebrachte klossen; wat ook bij de brug volgens fig. 171 heeft plaats gehad.

§ 368. De wijze van fundeering van de cirkelmuren hangt natuurlijk af van plaatselijke toestanden.

Is de grond, waarop gebouwd moet worden, niet te vertrouwen, dan moet het draagvermogen worden verbeterd door zandslemping, houten roster- of paalwerk. Komt de cirkelmuur ongev. in de glooiing van het kanaal, zooals dit in onze teekening is aangenomen, dan staat de behandeling der fundeering gelijk, met die voor de walmuren en bruggehoofden opgegeven. De grootte van het fundeeringswerk wordt bepaald, door den noodigen aanleg van het metselwerk.

Het metselwerk moet in de eerste plaats dienen tot steunvlak voor het opzettoestel, en tevens langs het achtergedeelte der brug rondloopen, om als keermuur voor het aansluitend gedeelte weg dienst te doen.

§ 369. Hoewel er gezegd is, dat bij deze bruggen de opritten moeten vermeden

worden, zal er toch in vele gevallen wel een kleine verhooging moeten plaats hebben, of althans, de weg bij de aansluiting boven het daarnaast gelegen terrein liggen. Om nu dit hoogere gedeelte voor de geheele breedte achter den cirkelmuur te behouden, worden hieraan vleugelmuren, a, aangebracht, onder de benaming van keermuren. — Voor de lengte van deze muurtjes is 2 à 3 M. veelal voldoende, zij worden afloopende aangebracht, zoodat zij zich op de einden in de bermen of naastliggende terreinen verliezen.

§ 370. Verder behooren bij den onderbouw nog de loopbruggen. De hier behandelde brug wordt bij het achtereinde in beweging gebracht; men moet dus met dit achtereinde kunnen rondloopen om haar geheel te kunnen afdraaien. Blijft de brug nu in geopenden stand niet boven den vasten wal, dan moet hiervoor, ook boven het water, gelegenheid worden gemaakt. Hiervoor dienen de loopbruggen, in fig. 144 en 146, waarbij de helft in platten grond en dwarsdoorsnede, voor eene zijde is aangegeven.

Zonder verdere beschrijving zal het voldoende blijken, dat deze loopbruggen moeten aangelegd worden, volgens de lijn, welke bij de beweging, door het achtereinde der brug wordt beschreven. Zij bestaan uit ingeheide jukken, waarover liggertjes zijn gelegd en waarop een dek is aangebracht. Voor de palen kan men beslagen eikenhont nemen, van boven zw. 18 bij 18 en aan de punt 10 à 12 c.M. en voor de hoofdbalken en liggers, meskant eiken, de eerste zwaar 15 à 18 bij 20 en de laatsten 10 bij 12 c.M..

Het achtereinde der brug blijft zich veelal boven een gedeelte der loopbruggen bewegen; waaruit volgt, dat de loopbruggen niet met de bovenzijde van den achtercirkelmuur in één vlak kunnen liggen; maar lager moeten worden aangebracht. Bij het einde van den cirkelmuur wordt dan een trapje geplaatst om van de eene op de anderehoogte te kunnen overgaan.

Om de brug in geopenden stand voor verder over- of terugdraaien te beveiligen, zonder haar altijd te moeten vasthouden, kan op de loopbruggen een klemtoestel of eene haak geplaatst worden, waarop zij vastloopt, of waardoor zij kan worden vastgezet.

Op het dek der loopbruggen worden somtijds schrapklampen aangebracht, bestaande uit latten, gespijkerd op onderling gelijke afstanden van ongev. 30 à 40 c.M.; omdat men somtijds bij sterken wind, veel kracht moet uitoefenen, en de vlakke dekken bij regentijden daarvoor te glad kunnen wezen.

§ 371. Heeft de brug alleen de doorvaartswijdte te overspannen, zooals dit in bebouwde kommen of bij sluizen veelal plaats heeft, dan is de onderbouw meer eenvoudig. Het vooreinde der brug rust dan op de walbeschoeiing of walmuur, terwijl de spil en verdere steunpunten en de achtercirkelmuur op den vasten wal worden aangebracht. De spil en schijven, waarover de brug zich beweegt, worden daarbij in stukken hardsteen vastgegoten, welke in het metselwerk zijn opgesloten, terwijl de loopbruggen dan natuurlijk niet noodig zijn.

§ 372. Het is altijd zeer wenschelijk, dat de brug naar beide zijden kan geopend worden, daar men anders, zoo de schepen van de zijde komen, waarnaar het vooreinde

moet afdraaien, tegen deze schepen in moet draaien, en dus steeds vroegtijdig moet geopend zijn. Dit is echter niet altijd mogelijk; plaatselijke toestanden zullen dit niet zelden beletten. In die gevallen is het niet noodig, het voorste gedeelte der draaibrug eenen ronden vorm te geven; het is dan beter dit gedeelte volgens eene rechte lijn te bewerken, en wel zóó, dat die lijn met de as van de brug, aan de zijde, waarheen de brug moet worden afgedraaid, eenen stompen hoek maakt, waardoor de brug van voren een vasten aanslag bekomt. Aan de achterzijde is daarbij natuurlijk ook slechts ééne loopbrug of loopplaats noodig.

§ 373. Veeltijds zal het ook gebeuren, dat alleen de cirkelmuur op den vasten wal kan geplaatst worden, terwijl het steunpunt boven het water moet zijn. Bedient men zich daarbij van de besproken watergebinten, dan kunnen de koppelbalken aan de wal beschoeiing worden verbonden; en zoo deze beschoeiing gelijk komt met den binnenkant der afgedraaide brug, dan zijn ook hierbij de loopbruggen niet noodig. Overigens is het niet mogelijk voor alle bijzondere gevallen voorbeelden van bewerking op te geven, en zal het, voor hem, die de vereischten goed begrepen heeft, ook niet moeielijk zijn, die voldoende te bepalen.

§ 374. Het draaibaar gedeelte, dat zich op dezen onderbouw moet bewegen, bestaat uit een raamwerk van liggers, van onderen door dwarsbalken verbonden en voorzien van een gewoon dek. Fig. 145 geeft het raamwerk, van boven gezien, van het draaibaar gedeelte, in de fig. 143 en 144 voorgesteld.

Het voor- en achtereinde van deze brug, moet, aan beide zijden van de spil, in evenwicht zijn. De lengte van het vooreinde is bepaald, door de doorvaartswijdte — veelal 5 tot 7 M. — plus de halve breedte der brug. Het achtereinde moet daarmede evenwicht maken, en kan wel korter worden genomen, mits men zorgt, dit verlies in gewicht op andere wijzen weder te herstellen.

§ 375. Voor de liggers, welke in 't algemeen eene groote lengte moeten hebben, zoo licht mogelijk moeten zijn en dus veel veerkracht moeten bezitten, wordt in den regel greenen hout genomen, zw. 20 à 22 bij 28 à 30 c.M.

Om de zwaarte van het voorste gedeelte der brug zooveel mogelijk te verminderen, worden die liggers over het voorste gedeelte, boven de doorvaartswijdte, verminderd tot eene zwaarte op het vooreinde van 15 bij 22 c.M. Dit verminderen geschiedt voor de buitenste liggers van onderen en aan de binnenzijde, en voor de middelste aan alle drie zijden.

§ 376. De liggers zijn aan de vooreinden vereenigd door een meskant eiken koppelbalk, voorhar, zw. 15 bij 20 c.M. volgens de noodige kromming gezaagd. Over de verbinding hiervan met de liggers is reeds bij het gebint der aanbrug, § 362, gehandeld.

§ 377. Het achtereinde der liggers wordt verbonden door een eiken, of gegoten ijzeren, balk, broekbalk genaamd. In onze teekening is een houten broekbalk voorgesteld, zw. 30 bij 40 c.M., welke zware afmetingen ook noodig zijn, tot het verkrijgen van

evenwicht. De verbinding van dezen houten broekbalk met de liggers, geschiedt met pen en gat en rozebouten, zooals in fig. 151 wordt aangegeven. 't Zal niet behoeven opgemerkt te worden, dat het zeer moeielijk is, gaaf meskant eikenhout van de hier benoodigde afmetingen — vooral ook met het oog op de noodige kromming — te verkrijgen. Ook bij het gebruik van houten draaibruggen doet men beter, hiervoor van gegoten ijzer gebruik te maken, waarvoor mede een voorbeeld zal worden opgegeven.

§ 378. Verder is voor de constructie nog noodig, dat onder de liggers worden aangebracht twee draaibalken, *a* twee koppelbalken *b* vier korbeels *c* en een hangbalk *d*, zie de fig. 143 en 145.

De draaibalken zijn zóó geplaatst, dat de spil zich hiertusschen vrij kan bewegen en tevens de muts, waarmede het draaibaar gedeelte op de spil rust, daardoor voldoende bevestiging bekomen kan.

De afstand van de koppelhouten midden op midden is gelijk aan dien van de buitenste liggers.

Tusschen de draaibalken en koppelbalken zijn korbeels aangebracht welke van onderen met de draai- en koppelbalken in één vlak liggen, en waardoor onder deze korbeels, draai- en koppelbalken een gesmeed ijzeren ring kan worden aangebracht, welke als spoor kan dienen voor de raderen, die op de watergebinten zijn geplaatst, en die dus zoowel over het midden der buitenste liggers als over dat der koppelbalken loopt. Deze ring, breed 8 à 9 zw. 1 à 1.3 c.M., moeten worden ingelaten en met spijkers of houtschroeven met verzonken koppen bevestigd worden.

De zwaarte der draaibalken in 30 à 32 bij 35 c.M., zij worden op hun plat gelegd, om daardoor grootere oppervlakte te verkrijgen ter bevestiging der muts; die der koppelbalken 20 bij 30, en die der korbeels 28 bij 35 c.M. De lengten regelen zich naar de breedte der brug. Even als vroeger is opgemerkt, moeten ook hier, alle balken overstekken of ooren van 20 à 30 c.M. hebben. De korbeels zijn met korte pennen op tanden in de draai- en koppelbalken gewerkt, en onder de buitenste liggers der brug, dus voor zoo zij van buiten in het gezicht komen, veelal volgens het beloop van den cirkel, uit het draaipunt beschreven, afgewerkt. Om den juisten stand van den draaibalk te verzekeren is de tusschenruimte, onder elken ligger, met eiken klossen aangevuld, welke in iederen draaibalk een paar c.M. zijn ingelaten. De brug moet over de breedte eene tonrondte bekomen tot afloop van het water; die, evenals bij de vaste bruggen, verkregen wordt, door het ongelijk verkeepen van de liggers in de verschillende dwarsbalken, wat ook hier met voorloeven in de balken en inkeepingen in de liggers moet plaats vinden.

De verbinding van de liggers met draaibalken, koppelbalken en korbeels, geschiedt met schroefbouten terwijl ook door de draaibalken en vullingstukken dito bouten worden aangebracht.

De koppen van deze balken, worden veelal van ijzeren banden voorzien of daarvoor een gegoten ijzeren dekstuk met aangegoten rand aangebracht, waarop een leeuwenkop of andere decoratie figureert.

§ 379. Om het draaipunt zoo hoog mogelijk aan te brengen, waardoor het boven het zwaartepunt komt, en dus de brug gemakkelijker den horizontalen stand aanneemt, zijn ter plaatse waar de muts boven de spil moet komen, aan weerszijden daarvan, twee dwarsribben over de draaibalken gelegd, waarop de muts komt te liggen. Onder de draaibalken is eene gegoten ijzeren plaat aangebracht, zw. 4 c.M., ter grootte der muts en van eene opening voorzien, tot doorlating der spil. Door zes schroefbouten van 3 c.M. ijzer dikte, gaande door den buitenrand der muts, door de draaibalken en de onderplaat, is de muts voldoende bevestigd.

§ 380. Bij het afdraaien heeft de brug de rustpunten alleen in het midden; zonder verdere versterking zou daarbij het voor- en achtereinde, al was het ook, dat zij in den eersten tijd voldoenden tegenstand boden, schielijk te veel doorbuigen, om bij het overdraaien weer op de vaste gedeelten te komen. Hierom wordt op de brug een spantoestel aangebracht. Op de einden der draaibalken en de buiten liggers, worden houten of ijzeren kolommen of stijlen opgezet en boven aan of door de stijlen, spanijzers naar de voor- en achtergedeelten der brug gespannen, waardoor de brug ook bij het afdraaien belet wordt, door te zakken.

Tot bevestiging van de vooreinden dezer spandraden, dient de voorkoppelbalk. Deze balk wordt door schroefbouten aan de liggers verbonden, en door houten of ijzeren consôles tegen 't kantelen beveiligd.

De einden van hang- en broekbalk, worden van ijzeren beugels voorzien, waarin oogen zijn gesmeed tot het opnemen van den haak der spandraden, die van 2,6 c.M. rondijzer kunnen genomen worden. Om de voorste- of achterste gedeelten der brug te kunnen opdraaien of te laten zakken, al naar de ligging der brug dit noodig maakt, bestaat elke spandraad uit twee gedeelten die vereenigd zijn door eene stelschroef. Elk einde der spandraad moet voorzien zijn van een tegen elkander inloopende schroefdraad, en de stelschroef met dito moeren; bij het ronddraaien der stelschroeven, zullen dus beide schroefdraden af- of oploopen, al naar de omdraaiing geschiedt. In het eerste geval is dus de spandraad in lengte vermeerderd, en in het andere geval verminderd.

Ook kan men aan een der einden eene schroef en moer aanbrengen, terwijl het andere einde van den draad met een opgestuikten kop achter het eindvlak van de stelschroef sluit. De verbinding der spandraden met de stijlen of kolommen kan geschieden door eenen om den stijl aangebrachten beugel, maar ook in één gedeelte voor den stijl gaan. Bij deze laatste bewerking ziet men wel toegepast, dat het gedeelte, dat door den stijl gaat, uit een eind ketting bestaat, welke niet tegen verschuiving beveiligd is; hierbij zal het veranderen van den stand van voor- en achtergedeelte afzonderlijk, niet gelukken. Wil men deze bewerking volgen, dan moet daarbij door het aanbrengen van een bout worden gezorgd, dat het gedeelte ketting zich niet kan verplaatsen.

Is het noodig, dat de brug met kunstlicht moet verlicht worden, dan bieden deze kolommen geschikt gelegenheid aan, om daarop lantaarns te plaatsen.

Voor het afdraaien der brug is een ijzeren of houten hefboom achter aan de brug aangebracht, waarvan bij het ronddraaien kan gewerkt worden.

§ 381. Het leuningwerk en dek kan overeenkomstig die der vaste bruggen worden vervaardigd. In den regel worden op deze bruggen, welke niet zwaar van constructie zijn, geen houten, maar het meer dunne ijzeren leuningwerk geplaatst, daar dit dan meer met het geheel in overeenstemming is. Om het kortere achtereinde meer te belasten dan het langere vooreinde, wordt het materiaal voor de dekken daarbij wel ongelijk genomen, bijv. het onderdek op het vooreinde greenen — en op het achtereinde eiken —, of het bovendek vóór dennen — en achter greenenhout.

§ 382. Bij het bepalen der voor- en achter lengte en het daaraan gebruikt wordende materiaal, moet met het noodige evenwicht rekenschap worden gehouden. Dit evenwicht is echter niet standvastig. Is het bruggedek doortrokken met water dan zal dit het grootere vóórgedeelte meer verzwaren dan het achtergedeelte. Om deze en meer andere redenen is het noodig, dat men de zwaarte van het voor- of achtergedeelte kan verminderen of vermeerderen. Hieraan kan voldaan worden, door het achterstegedeelte voor het evenwicht te licht te nemen en bij den broekbalk eene betimmering aan te brengen, voor het plaatsen van losse stukken materiaal — ballast — bijv. blokken gegoten ijzer. Door het meer en minder aanbrengen van deze stukken, heeft men dan ten allen tijden gelegenheid, om het noodige evenwicht bekomen. Voor het plaatsen van dit tegengewicht, maakt men eene ballastkist. Bij houten bruggen wordt die verkregen, door tusschen de liggers en aansluitende tegen den broekbalk, planken aan te brengen, waardoor vakken ontstaan, tot het inleggen der ballaststukken. Bij ijzeren broekbalken, welke alleen bestaan uit een onder-, boven- en achterstuk, worden deze vakken door den broekbalk zelven gevormd.

§ 383. Door het plaatsen van de reeds in § 294 besprokene enkele of gekoppelde stootpalen, wordt het geheel tegen aanvaring beveiligd. Zij moeten dus aan weêrszijden van het juk der aanbrug en buiten de buitenhoeken der loopbruggen komen, terwijl daardoor tevens moet gezorgd worden, dat de brug ook in geopenden stand beveiligd is.

Somtijds wordt er een paal met een klos aangebracht, waartegen of waarop de brug, in afgedraaiden stand, met het vooreinde, steun of aanslag kan vinden; deze bewerking zal echter in den regel meer na- dan voordeel opleveren, door het daarbij telkens terugkeerende wringen en stooten.

Bij het doorvaren der brug zullen de schippers vaak genoodzaakt zijn hunne haken te gebruiken om het schip voor aanvaren te beveiligen. Hiervoor moet gelegenheid worden gegeven, zonder dat zij genoodzaakt zijn, steeds met de punt der haak in het hout te prikken, iets waartoe zij, ook bij aanwezigheid van andere steun- of haalpunten, zoo gaarne willen overgaan. Hiervoor worden, overal waar dit geschikt kan geschieden, op de gordingen, dekstukken, stootpalen enz. ijzeren proppen — haalpennen — geplaatst, welke ongev. 10 c.M. boven het vlak, waarop zij geplaatst zijn uitsteken en van een verzwaarden bolronden kop voorzien zijn. Zij worden van onderen als hakkel-

bout bewerkt en in het hout geslagen, of als dook en in den hardsteen vastgegoten.

§ 384. Verder zullen de genoemde en meer andere constructien door de volgende détailteekeningen voldoende worden opgehelderd.

Fig. 156 en 157 geven teekeningen van twee verschillende doorsneden over het midden der spil. In fig. 157 is de samenstelling aangegeven, zooals die ook is aangenomen in de behandelde draaibrug van fig. 143. De doorsnede is hier genomen, rechthoekig op de lengte as van de brug, dus tusschen de beide draaibalken. Fig 156 is de doorsnede over het midden der spil, volgende de as van de brug, waarbij echter een eenigszins andere constructie is toegepast. Volgens fig. 157 is onder de draaibalken eene ronde contraplaat aangebracht, met eene opening in het midden tot doorlating der spil. In fig. 156 is in de plaats van deze contraplaat een geheel gegoten ijzeren koker voorgesteld, waarin de spil over het geheele bovengedeelte is opgesloten. 't Is duidelijk, dat zoowel de opening van den ring als die van den koker, iets grooter moet zijn dan de dikte der spil. Het boveneinde der spil is hier afgedraaid op gemiddeld 11 —, en het ondereinde vierkant gesmeed op gemidd. 10 c.M. dikte, terwijl de borst 20 c.M. diameter heeft; de opening in de contraplaat is daarbij 15 c.M. Bij fig. 157 gaan al de acht aangebrachte schroefbouten door de muts, balken en contraplaat, terwijl dit bij de constructie in fig. 156 niet noodig is; hier zouden bijv. vier lange en vier korte schroefbouten kunnen gebezigd worden, waarbij de korte alleen door de muts en de bovenflens van den koker gaan.

Beide constructien zijn misschien even voldoende, en daarom die van fig. 157, om de meerdere eenvoudigheid, te verkiezen, vooral ook, daar het vuil en verloopen vet der spil, bij fig. 156 eerder nadeelig op de bevoeging zal werken.

§ 385. Om de gemakkelijke beweging te bevorderen en het verloopen van het punt, waarop de brug zich beweegt, tegen te gaan, wordt op de spil een metalen [1]) kop — keuspot — aangebracht, welke met eene zeskante inkassing, zuiver sluitende, in de spil wordt ingelaten, en van boven van eene cirkelvormige uitholling is voorzien. Onder in de muts wordt op dito wijze een stalen brik geplaatst met bollen kop, beschreven uit hetzelfde middelpunt, maar met kleiner straal, dan het hol in den keuspot. Het aanrakingsvlak van brik en keuspot is hierdoor zeer klein, en de olie, welk door eene opening in de muts, kan worden aangevoerd, heeft gelegenheid om in den keuspot staan te blijven, en de gemakkelijke beweging zoodoende te bevorderen.

De bovenkant der muts is gelijk met den bovenkant van het onderdek; boven de toevoeropening voor olie, is een ijzeren dektoestel in het bovendek aangebracht, waarvan de deksel kan worden weggenomen, om door de opening der muts, waarin een trechtertje is geplaatst, olie naar den keuspot te voeren.

§ 386. Van de overige vier steunpunten, waarvan ook reeds in § 361 is gesproken en waarvan hier op elke der genoemde doorsneden een voorkomt, ziet men in de fig. 158 en 159 in opstand en plattegrond, een op grooter schaal voorgesteld. Elk dezer steun-

[1]) Met metaal bedoelt men in de bouwkunde een mengsel van rood koper en tin.

punten bestaat uit een stoeltje van gegoten ijzer, bestaande uit eene onderplaat, in het vierkant gelijk aan de breedte van den hoofdbalk, waarboven hij moet geplaatst worden. Op deze plaat staan twee zijwanden, welke van buiten door steunstukken zijn versterkt, en waartusschen het wiel moet draaien. Door het wiel is eene gesmeed ijzeren as, van 5 c.M. zijde aangebracht, welke met verstaalde spiën in de wielen of schijven is bevestigd, en op de einden op 4 c.M. dikte zijn afgedraaid. De openingen in de wanden, waarin de as van het wiel moet rondloopen, zijn iets grooter dan de diameter van de as; in deze meerdere ruimte worden metalen bussen gelegd, welke met kragen om de wanden vallen. De bovenstukken van de opstaande wanden zijn afzonderlijk gegoten, om ze na het aanbrengen der as en bussen op de zijwanden te leggen, en daarop met boutjes te verbinden. Elk stoeltje wordt op vier ijzeren stelschroeven geplaatst, van 3 c.M. dikte en van platte draden voorzien, waarbij onder en boven de onderplaat een moer wordt aangebracht, waardoor de stoelen hooger en lager kunnen gesteld worden. Deze stelschroeven kunnen van onderen als hakkelbouten worden bewerkt, in de hoofdbalken worden geslagen en daarop met een aangesmede borst rusten. Om ze door het inslaan niet te beschadigen is het echter beter, het ondereinde door den hoofdbalk te brengen, en van onderen met schroef en moer op te sluiten: waarbij op den balk een ijzeren plaat kan worden gelegd, waarop de borsten rusten.

§ 387. De fig. 160 en 161 geven in plattegrond en opstand eene verstelling van een gedeelte gegoten ijzeren broekbalk met exentriektoestel.

Hij bestaat uit eene onder-, boven- en achterplaat en is van binnen voorzien van tusschen stukken of wanden, waartusschen de liggers zijn opgesloten. Door rozebouten met ingelaten koppen, is hij aan de liggers bevestigd, en daardoor tegen afwijking van de liggers beveiligd. Het bovenvlak is voorzien van eenige kleine gaten, om daardoor de dekplank met kleine schroef- of moerboutjes te bevestigen. De ooren, buiten de buitenste liggers, zijn van massief ijzer, en hierin is eene opening gelaten, — zie bij a — waarin het einde van den spandraad kan worden opgesloten.

De exentriekas, zw. 4 à 4,5 c.M., is op de plaatsen, waar de schrijven zijn aangebracht op gestuikt tot eene dikte van ongev. 5 c.M.; de hierom gebrachte schijven worden met stalen spiën, die in schijf en as worden ingelaten, tegen rondgaan verzekerd. Op de beide einden sluit de as met een' opgestuikten kop voor de stoelen. Zij is aan het eene einde voorzien van een vierkant gedeelte, waarom de hefboom, waardoor de beweging moet worden aangebracht, en welke daarvoor op het eene einde met een vierkant gat is bewerkt, wordt geschoven. Het einde der as is voorzien van eene schroef, waarom een moer wordt aangebracht, welke den hefboom die aan de andere zijde tegen een borst sluit, op zijne plaats doet blijven. De as is met gegoten ijzeren stoeltjes aan de liggers bevestigd, zooals uit de figuren, met inbegrip van die bij b, voldoende zal begrepen worden.

Door de tonrondte der brug, liggen de liggers op ongelijke hoogte, voor de meerdere hoogte der middelste liggers, moet dus aan de bovenstukken der stoeltjes ook meerdere

dikte worden gegeven, opdat de openingen voor de as, in eene rechte lijn komen te liggen.

De hefboom wordt, omdat dit het gemakkelijkst is, zóó geplaatst, dat, zoo de brug in gesloten stand op het exentriektoestel rust, de hefboom den stand heeft, dien fig. 143 aangeeft, op dat men hem, bij het losmaken van de exentriekschijven, slechts achter over heeft te halen, om de as te doen ronddraaien, waarbij de schijven zich van hunne steunpunten zullen verwijderen. Is het evenwicht der brug goed geregeld, dan zal, na het losdraaien de exentriekschrijven, de brug alleen op de middelste steunpunten rusten, en daarop zeer gemakkelijk kunnen bewogen worden. De exentrieken rusten op gegoten ijzeren platen, welke op of in, stukken hardsteen, zijn vastgegoten, die in het muurwerk zijn gemetseld.

§ 388. Het model der spankolommen in fig. 143 is geschikt voor gegoten ijzer. De détailteekeningen hiervan vindt men in de fig. 167 en 168. De verbindingen van de kolom met de einden der draaibalken en buitenste liggers, worden in fig. 168 aangegeven. Tot bedekking der einden van de draaibalken is hier eene gegoten ijzeren plaat voorgesteld, waarop verschillende décoratien kunnen worden aangebracht. Zonder verdere toelichtingen zullen deze constructien wel begrepen worden.

§ 389. Bij eene draaibrug over het kanaal van Apeldoorn naar Dieren is ook het achtersteunpunt van hout vervaardigd. Fig. 171 geeft daarvan de plattegrond teekening, terwijl de fig. 170 en 169 hiervan een dwarsdoorsnede en gedeelte opstand voorstellen. De spil rust hier op vier ter steek ingeheide palen, waartusschen een kopstuk is aangebracht, waarin de spil is verbonden, ongeveer opdezelfde wijze als vroeger is opgegeven. De flenzen van den spilkoker loopen langs de binnenzijden der draaibalken, en vallen met eenen rand daaronder; de ruimte tusschen deze flenzen is met eikenhouten klossen gevuld, en daarna zijn door de draaibalken en flenzen eenige schroefbouten aangebracht. Rondom de duc d'alfs gewijze bewerkte spildragers zijn, in cirkelvormige richting, te lood staande palen ingeheid, waarover een hoofdbalk is aangebracht waarop, op ijzeren sporen, twee, onder de brug aangebrachte wieltjes steun vinden. De staanders of bokken, welke voor het spanwerk zijn aangebracht, zijn hier van gesmeed ijzer genomen, zw. ongev. 5 bij 3 c.M.

Het achtergedeelte der brug rust met een exentriektoestel op eenen houten ligger, welke op klossen aan de voorzijde tegen de beschroeiingspalen is aangebracht.

De lengte der brug is 16.75 M. De greenen liggers, over het geheel, zw. 28 bij 14 c.M., bestaan in de lengte uit twee gedeelten; zij zijn in het midden versterkt door meskant eiken onderliggers, lang 6 M. zw. 30 bij 14 c.M.; tusschen de onder en boven liggers zijn klossen ingelaten, om het over elkander glijden te beletten.

De brug loopt niet rechthoekig over het kanaal, de achter en voorhar zijn daardoor recht gelaten, en verkrijgen dus beide eenen aanslag, zoodat zij slechts naar ééne zijde kan worden afgedraaid.

§ 390. De beweging van sommige bruggen geschiedt zoo als fig. 163 aangeeft. Hierbij

is, in de plaats van de besprokene twee- slechts één zware draaibalk aangebracht, welke van eene opening is voorzien, tot doorlating van de spil. Onder aan dezen draaibalk is eene gegoten ijzeren plaat vastgeschroefd, in het midden voorzien van eene opening voor de spil; en opstaande randen, om in den balk te worden ingelaten, waaraan van onderen een ringvormige rand is gegoten. De spil is van onderen vastgezet; en daaromheen eene ijzeren of metalen plaat aangebracht, met eene uitholling, waarin de aan de bovenplaat gegoten rand past. De spil dient hier om de brug op hare plaats te houden, terwijl het spoor, dat om de spil loopt tot draagvlak dient.

§ 391. In plaats van de beschreven vier steunpunten om de spil, heeft men vroeger vele draaibruggen gebouwd, met een grooter aantal rollen. Daartoe is onder de brug een zoogen. draai- of rolring geplaatst, zooals die in fig. 165 voor $^1/_4$ gedeelte, in plattengrond wordt voorgesteld. Bij de vroeger beschrevene stoelen, hadden de rollen vaste plaatsen; hier is dit echter niet het geval; maar zullen zij zich gedurende de beweging verplaatsen.

Aan de rollen wordt een kegelvormige gedaante, en liefst niet meer dan 25 c.M. hoogte en dito lengte gegeven. Zoowel als aan het draaibaar gedeelte onder de draaiburrie, is hier ook onder de rollen een draairing noodig; welke ringen hier eene breedte van 15 à 18 c.M. hebben, en even als de rollen, naar het beloop van een kegelvlak bewerkt zijn. De draairingen, waartusschen deze rollen loopen, bestaan uit gegoten- of gesmeed ijzer. Het geheel wordt op de plaats gehouden, door dat de ring in het midden een cirkelvormige opening heeft, waarmede zij, met voldoende speelruimte voor eene vrije beweging, om de spil is gelegd. De rollen zijn tusschen twee staande platen ingesloten, waarin de assen zich bewegen. De ring kan uit verschillende deelen bestaan, welke op de plaats zelve met schroefbouten kunnen vereenigd worden.

De spilbeweging is daarbij veelal als in fig. 162. De spil is met het ondereinde bevestigd, door het vastgieten in een stuk ingemetseld hardsteen. Bij deze constructie zal de beweging wel altijd boven den vasten wal of een gemetseld penant dienen te geschieden, zoodat eene verbinding der spil op houten steunpunten hierbij niet voorkomt.

In de draaibalk is een metalen pot ingelaten, terwijl boven den pot twee wiggen door den draaibalk zijn aangebracht, waardoor men — zie fig. 162 — in staat is, de brug meer en minder op de spil of de rollen te laten rusten.

De genoemde rolring kan ook, in plaats van met de opgegevene breede rollen, van gewone raderen worden voorzien, waarvan fig. 166 een voorbeeld aangeeft.

§ 392. Fig. 164 geeft een voorbeeld van een meer samengestelde soortgelijke constructie voor de beweging van draaibruggen. Deze bewerking is aangebracht bij een draaibrug te Purmerend, waarvan men teekening en beschrijving vindt in de „Bouwkundige Bijdragen" van 1851.

De gegoten ijzeren onder- en bovenplaten zijn hierdoor dito armen met middelstukken verbonden, waarvan het onderste dient tot bevestiging der spil, en het bovenste tot spil-

koker. De acht armen en het middenstuk van de onderste rolplaat zijn gedeeltelijk in het metselwerk opgesloten, terwijl deze van de bovenste rolplaat aan de liggers bevestigd zijn, en dus voor draaiburrie of de vroeger besprokene draai-koppelbalken en korbeels, dienst doen. Boven den metalen pot is eene stelschroef aangebracht, loopende in een metalen moer, waardoor de brug meer en minder kan worden opgezet.

Rondom de rolring is, voor het onderste gedeelte, een plaatijzeren rand opgezet en, voor het bovenste gedeelte, een zeildoeken ring van de brug neer gehangen, om het gaande werk tegen vuil te beveiligen.

§ 393. Bij de tot dusver beschreven draaibruggen, stond de spil in het midden onder de brug, en moest daarom, zooals is opgegeven, op eenen afstand, minstens gelijk aan de halve breedte der brug, achter den voorkant der doorvaartsgrens staan. Bij sommige gebouwde bruggen is dit echter niet geschied; maar is het draaipunt, of liever de spil, op zijde der brug aangebracht, waardoor zij nagenoeg gelijk met den voorkant der beschoeiing kan worden geplaatst. Fig. 149 geeft daarvan in lengtedoorsnede een voorbeeld aan, terwijl in fig. 150 de plattegrond van het achterste gedeelte van den onderbouw wordt voorgesteld.

Behalve de spil, dienen hier nog twee wielen tot steunpunten; het eene staat tegenover de spil, onder het andere einde van den draaibalk; terwijl het tweede onder den broekbalk is geplaatst, welke beide wielen bij de beweging over ijzeren sporen loopen. Het zwaartepunt van de brug moet hierbij zóódanig worden bepaald, dat de last over alle drie steunpunten gelijkelijk is verdeeld. De brug kan bij deze bewerking natuurlijk slechts naar een zijde afdraaien. Bij sommige, vooral groote draaibruggen, welke op de vroeger behandelde rolringen loopen, en dus nog al veel wrijving te overwinnen hebben, wordt het ronddraaien door een stel raderen verkregen, waarmede een rondsel in beweging wordt gebracht, welke in een in het landhoofd vastgezet heugelijzer grijpt. Hiervoor is eene bewerking bij deze brug aangegeven. Fig. 151 geeft eene doorsnede van den houten broekbalk met de verbinding van de liggers, en eene constructie voor het aanbrengen van bovenbedoeld rondsel en heugelijzer. Het getand ijzer, zie de fig. 149, 150 en 151 is in het verhoogde achtergedeelte van het muurwerk bevestigd. Hiervoor kunnen op bepaalde afstanden stukken hardsteen worden ingemetseld, waarin het kan worden vastgegoten en verder in het metselwerk worden verankerd.

Het rondsel onder de brug, dat met tanden of spijlen in de tanden van het heugelijzer moet grijpen, kan in een ijzeren stoel, die onder aan den broekbalk is verbonden, worden geplaatst. De as van het rondsel loopt naar boven, en kan daar eindigen in een kastje, dat op het achtereind der brug staat en waarin een stel raderwerk aanwezig is, dat bij het ronddraaien van eene kruk buiten dat kastje, aan de as een rondgaande beweging geeft, wat bij de bascule bruggen door teekeningen zal worden opgehelderd. Hierdoor kan men achter op de brug staande, het rondsel langs den heugel laten loopen, en de brug op een geregelde en gemakkelijke wijze af- en overdraaien.

De verdere teekeningen en hierbij opgegevene details, zullen een en ander voldoende ophelderen.

§ 394. Dat eene gemakkelijke beweging voor de beweegbare bruggen wordt verkregen, door de wrijvings-punten tot het minimum te brengen is duidelijk. — Bij het aanbrengen van vele steunpunten, waarop de brug rust, zooals bij rolringen enz., is die wrijving nog al aanmerkelijk. In de laatste jaren heeft men daarom, bij het bewegen, de brug hoofdzakelijk alleen op de spil laten rusten. Het hooger aanbrengen van het draaipunt, waardoor dit boven het zwaarte punt kwam, was daarbij zeker eene groote verbetering. Hierdoor kon ook eene grootere lengte der spil in den spilkoker worden opgesloten, of op eenen afstand beneden het draaipunt eene plaat om de spil worden aangebracht, waardoor hetzelfde doel werd verkregen, zie bijv. de fig. 156 en 157. De buiten den spil geplaatste steunpunten voor de beweging deden nu alleen bij schommelingen der brug dienst.

§ 395. In Juli 1876 is aanbesteed het maken van den bovenbouw van een metalen draaibrug over het kanaal bij Katwijk in den Noordwijkerweg, met vijf openingen, waarvan drie met vaste liggers, en twee met eene draaibrug moesten overspannen worden. Fig.172 geeft de doorsnede over de lengte dezer draaibrug met twee gedeelten der vaste bruggen zonder het leuningswerk.

In het midden onder de draaibrug is een vast penant geplaatst, waarin eene spil van gesmeed staal, van 15 c.M. middellijn. Deze spil is voorzien van eenen bolvormigen, geharden kop, en opgesloten in eenen spilkoker, die in het metselwerk is geplaatst en op een stuk hardsteen rust. De draaibrug en de vaste bruggen bestaan uit twee hoofdliggers, welke voor het draaiende gedeelte eenen afstand van 2,85 M. en voor de vaste gedeelten van 3,40 M. midden op midden hebben. Zij zijn van boven verbonden door getrokken ijzeren dwarsliggers voorzien van 4 c.M. zeeg, waarop het dek wordt bevestigd, en van onderen door dwarshoekijzers en kruisen. Elke hoofdligger heeft, voor de draaibrug, in het midden 1 M., en op de beide einden 0,40 M. hoogte, en die voor de vaste gedeelten, welke eene lengte van 14 en 14.5 M. hebben, 63 c.M. — De liggers bestaan uit eene staande plaat zw. 1 c.M., onder en boven voorzien van hoekijzers van 9 c.M. zijde, zw. 1 c.M., en verder van eene dekplaat, breed 25 en zw. 1,2 c.M. — Zie voor het midden van het draaibaar gedeelte fig. 173, en voor de vaste liggers fig. 174. Aan de einden en in het midden zijn de liggers der draaibrug door versterkte verticale platen verbonden, terwijl tusschen deze middelste verbindingsplaten twee geklonken ijzeren liggers zijn aangebracht, waaronder eene hol uitgeronde ijzeren dekplaat of muts, waarmede de brug op den spil rust, zie fig. 173. De hoofdliggers der vaste gedeelten zijn op de einden door twee, en in het midden op vijf plaatsen door één verticaal staand hoekijzer versterkt. Zij liggen met het eene einde op eenen stoel, waarover zij zich bij uitzetten en inkrimpen bewegen kunnen. Het beweegbaar gedeelte wordt in het midden bewogen met rondsels en tandraderen, werkende op eenen heugel of tandreep, die op het penant is bevestigd. Aan het eene einde van dit gedeelte zijn twee raderen aangebracht, welke bij het af-

draaien der brug over een ijzeren spoor loopen, dat op de loopbrug aanwezig is; de constructie van deze loopbrug is die welke in fig. 175 is opgegeven, waarvan de liggers volgens den cirkel zijn gekromd. — Boven de jukken aan de uiteinden der brug en boven de steunrollen op den draaipijler zijn draagkussens aan de brug verbonden, die met moerbouten en wiggen voorzien zijn, en iets hooger en lager kunnen gesteld worden.

§ 396. In de laatste jaren zijn er bij den prov. Waterstaat in Groningen veel ijzeren draaibruggen gebouwd. De fig. 176 en 177 geven den opstand en plattegrond — van de brug, zooals die is aangebracht bij de sluis te Wetsinge, met weglating van eenige tusschenstukken. Soortgelijke bruggen zijn ook aangewend bij het groote scheepvaartkanaal van Groningen naar Delfzijl.

Het raamwerk der brug bestaat uit twee gekoppelde draagliggers, of een' draagarm, bij deze brug van gesmeed-, soms ook wel van gegoten ijzer genomen. Op dezen draagarm rusten de getrokken ijzeren liggers en spankolommen, de spilkoker wordt daaraan verbonden, en het geheel verder versterkt met plaat- en hoekijzer, zooals uit de teekeningen en verdere beschrijving zal blijken.

§ 397. De draagarm, die voor een gedeelte in de fig. 181 en 182, in horizontale- en verticale doorsnede, op vergroote schaal zijn voorgesteld, bestaan uit twee zijwanden met onder- en bovenflensen, en verbindingsstukken van plaatijzer. De flensen hebben dubbele, en de zijwanden enkele ijzerdikte, zw. 0,79 c.M., aan elkander geklonken met hoekijzer van 9 c.M. zijde, wegende 13 KG. p. M. Over dezen draagarm zijn de liggers gelegd, van getrokken ijzer; bestaande uit twee lengten, welke boven den draagarm zijn gekoppeld door aangeklonken lasschen platen.

De liggers hebben buitenwerks eene hoogte hoogte van 25 c.M., de breedte der flensen is 11,5 — en de ijzerdikte 1,1 c.M. De laschplaten sluiten tusschen de flensen, en hebben eene lengte van 2,50 M. bij eene dikte van 1,6 c.M. Heeft de brug — zooals in onze teekening — vijf liggers, dan loopen het voorste- en achterste gedeelte van den middelsten ligger, tegen den spilkoker aan; de laschplaten voor deze deelen, loopen dan aan weerzijden om de muts der spilbeweging, en hebben daartoe meerdere lengte.

De liggers zijn van voren verbonden door een voorhar of voorkoppelplaten, bestaande uit eene voor- en eene onderplaat van plaatijzer, zw. 0,79 c.M. zooals door fig. 183 in doorsnede, bij de einden en in het midden, wordt aangegeven.

Tusschen de liggers zijn verbindingsplaten aangebracht; voor de hier behandelde brug op één plaats in het gedeelte achter-, en op twee plaatsen in het gedeelte vóór het draaipunt. Deze tusschen de liggers aangebrachte staande platen, dik 0,79 c.M., zijn onder en boven aan hoekijzer verbonden. In de fig. 176 en 177 is deze liggerverbinding in het achterste gedeelte der brug voorgesteld.

De liggers zijn op den draagarm bevestigd met ijzeren kniestukken, welke — zie fig. 181 — met schroefbouten aan liggers en draagarm zijn verbonden. Van de onderzijde uit het midden van den draagarm, loopen naar beide zijden, twee I vormige getrokken

ijzeren korbeels of kruisschoren, welke, zooals de figuren aangeven, aan den draagarm en bij de eerste verbindingsplaten aan de liggers geklonken zijn. Verder loopen, van dito ijzer, kruisstangen tusschen de beide buitenste liggers, voor het achterste gedeelte tot aan den broekbalk, — zie fig. 177 —, en voor het voorste gedeelte tot aan de tweede rij verbindingsplaten, ter plaatse, waar de voorspandraden aan de liggers zijn bevestigd.

De spilpot, muts en spil zijn van gegoten ijzer; de afmetingen en samenstellingen zullen verder uit de teekeningen voldoende blijken. In fig. 181 is de eene helft in doorsnede, en overigens een gedeelte in aanzicht voorgesteld, terwijl fig. 184 de doorsnede en aanzicht geeft volgens de lengte der brug.

Door het opzetten der brug met het exentriektoestel, wordt zij tevens gesloten. In fig. 177 is dit in plattegrond-teekening, en in de fig. 178, 179 en 180 in opstand en doorsnede op vergroote schaal voorgesteld. Om het eenigszins tapsgewijze toeloopende vierkante einde van de staande as — zie laatstgenoemde détails — wordt eene kruk of draaiijzer gezet, om deze as in rondgaande beweging te brengen. Om de as zijn twee kamraden; het bovenste — konisch bewerkt — grijpt in de tanden van een kwadrant dat om de exentriek-as is bevestigd; het tweede rondsel grijpt in de tanden van een schuifgrendel, die, langs een tusschen de flensen van den ligger aangebracht vullingsstuk loopende, in het hardsteen van den cirkelmuur grijpt. Bij het ronddraaien der spil, zal dus de exentriek-as mede draaien, en de exentrieken van hunne steunpunten doen verwijderen, terwijl tevens de schuifgrendel wordt teruggetrokken; een en ander zal door de teekeningen voldoende kunnen begrepen worden.

Fig. 185 geeft de doorsnede van een' der eindstoelen voor de exentriek-as, terwijl fig. 186 hiervan den plattegrond, met dien van het einde van den broekbalk voorstelt. De verbinding van leuningstijl en legger geeft fig. 187 aan.

§ 398. De fig. 194 en 195 geven de lengte doorsnede en plattegrond van het draaibaar gedeelte van dito soort ijzeren draaibrug met gegoten draagarm. Deze brug draait op een in het kanaal opgetrokken gemetseld penant, terwijl de draaiende beweging in het midden geschiedt. Voor de beweging is een stel raderwerk aangebracht, zooals in de fig. 181 en 182 door gestippelde lijnen is aangegeven. De assen der raderen draaien in- en op stoelen, welke aan de liggers en draagarm zijn bevestigd. Boven de bovenste as is eene klep in het dek aangebracht, zoodat men door deze te openen eene kruk op die as kan plaatsen om deze daarmede in rondgaande beweging te brengen. Die beweging wordt door de getande raderen op het benedenste rad of rondsel overgebracht, en dit grijpt in eene cirkelvormige, getande staaf, welke met doken, in hardsteenstukken, op het penant is bevestigd.

Bij deze brug zijn ook de bovenbouw van het tusschenjuk, de palen en hoofdbalk van de walbeschoeiing van ijzer genomen.

Van het tusschenjuk geeft fig. 196 eene teekening in opstand. De onderbouw bestaat

uit dennen palen en dito hoofdbalk; de bovenbouw uit gegoten ijzeren stijlen en hoofdbalken met gesmeed ijzeren schrankschoren. De fig. 197 en 198 stellen den hoofdbalk met een gedeelte van de liggers der aanbrug voor, en geven bovendien van de kolommen of stijlen den plattegrond en opstand; terwijl fig. 199 eene doorsnede voorstelt, waarbij het voorste gedeelte der draaibrug mede is aangeduid. Fig. 200 stelt de doorsnede voor van den hoofdbalk op de aanbrug. Hij bestaat uit eene onder- en achterplaat, met opstaande zijstukken nevens de liggers.

§ 399. Andere, soortgelijke bruggen, zijn vervaardigd met eenen draagarm van gesmeed- of gegoten ijzer, uit één draagligger bestaande.

Fig. 201 geeft den plattegrond van het midden gedeelte van een ijzeren draaibrug, die te Apeldoorn zal worden gebouwd, en waarbij een enkelvoudig gegoten ijzeren draagligger zal worden toegepast. De doorsnede in fig. 202 geeft dezen draag- of koningsbalk in opstand, en fig. 203 de lengte doorsnede over het midden der spil. De zwaarte van dezen koningsbalk is in het bestek bepaald op 775 kilogram. De spilkoker maakt hier met den koningsbalk één stuk uit, terwijl de balk door kruisschoren en korbeels van dubbel ∟ ijzer verder tegen de liggers wordt gesteund. De liggers zijn hier niet in elkanders verlengde geplaatst, maar over een gedeelte, aan weerszijden van den koningsbalk, naast elkander gelegd. De ruimten tusschen de staande stukken der liggers, voor die gedeelten, is met eiken ribben gevuld, en de liggers door schroefbouten verbonden.

Bij gesmeed ijzer kan de staande plaat om den spil rondloopen of wel het om den spil loopende gedeelte der staande plaat aan de verdere rechte gedeelten worden geklonken en deze draaibalk verder versterkt worden, door aangeklonken staande en liggende ∟ en ⊤ ijzer, en evenals de voorgaande, met ⊥ vormige korbeels en kruisschoren worden versterkt. Fig. 193 geeft een gedeelte der halve doorsnede van een brug met gesmeed ijzer, gebouwd over de Drentsche Hoofdvaart te Smilde. Voor deze draaibalk is het gewicht bepaald op 535 K.G.

§ 400. In September 1876 is aanbesteed, het bouwen van eene schutsluis te Zwartsluis, waarover eene dubbele ijzeren draaibrug moet komen. Zoowel hier als bij de dubbele klap- en bascule-bruggen, is het bij de gewone constructiën noodig, dat ook bij dubbele draaibruggen, deze in eene klimmende lijn liggen, en dus de voorharren onder eenen hoek tegen elkander sluiten.

Bij de hierbedoelde dubbele draaibruggen, waarvan fig. 188 de lengte-doorsnede en fig. 189 den plattegrond voorstelt van ééne derzelve met de aansluitende voorhar van de andere brug, is dit voorkomen.

Bij de berekening van het draagvermogen en de zwaarte dezer bruggen, is er voor gezorgd, dat zij in opgezetten toestand, rustende met het achtereinde op de exentriekschijven en verder op de kussenblokken, die vóór op het muurwerk staan, aan de belasting weerstand kunnen bieden, zonder verdere vereeniging of sluitwerk. Het midden der bruggen is gelegen tusschen de beide aangegevene voor-dwarsverbindingen. De aan-

sluiting is over de eene helf der breedte volgens eene rechtelijn, en over de andere helft volgens eenen cirkelboog, uit het middelpunt van de spil beschreven, zooals uit de plattegrond-teekening voldoende zal blijken.

Elke brug heeft twee hoofdliggers met dwarsverbindingen en consôles van plaat- en aangeklonken hoekijzer. De staande plaat en boven- en onderflensplaten zijn dik 0,95 c.M. terwijl de flensen eene breedte hebben van 20 c.M. — Het hoekijzer, waarmede flensen en plaat zijn verbonden, is zw. 1 c.M. met 8 c.M. zijden. —

De beide hoofdliggers zijn verbonden door tien dwarsverbindingen en eenen kokerbalk, die tevens de beide andere in de lengte liggende liggers dragen, terwijl tusschen den kokerbalk de spilkoker is bevestigd. —

De dwarsdrager, die boven de genoemde kussenblokken is aangebracht, heeft eene hoogte van 35 c.M.; de staande plaat is dik 0,95 c.M. en van onderen en van boven versterkt met hoekijzer als boven. De dwarsdragers, welke mede als vóórkoppelbalk dienst doen, hebben eene hoogte van 35-, en 32 c.M. —

De dikte is gelijk aan die van den voorgaanden, terwijl het aangeklonken hoekijzer bij 5 c.M. zijde 0,5 c.M. dikte heeft. De overige drie dwarsliggers zijn 25 c.M. hoog, en bestaan uit eene plaat van 0,63 c.M. dikte, en hoekijzer als het voorgaande. De hoogte van den kokervormigen balk, is in het midden 0,60 — en op de beide einden 0,54 M.; de ijzerdikte der platen is 0,95 c.M. terwijl deze onder en boven versterkt zijn met paralel hoekijzer, van 8 c.M. zijde en 1 c.M. dikte. Deze beide staande liggers zijn door 8 strooken verbonden, hoog 20, dik 0,95 c.M.

De verbinding van de genoemde dwarsliggers of dragers, en de nog te beschrijven consôles aan de hoofdliggers, geschiedt met hoekijzer, dik 1 c.M. en 8 c.M. zijden, en loopt steeds van de onder- tot de bovenflensen der liggers door.

Het gedeelte dek buiten de hoofdliggers, gedragen door 10 consôles, welke, zooals de plattegrond aangeeft, in het verlengde der dwarsliggers zijn aangebracht, en in de fig. 190 en 191 — zijnde de doorsneden over AB. en CD. in profiel zijn voorgesteld. Deze consôles, welke eene lengte hebben van 50 c.M. en eene hoogte van 20- en 14 c.M., bestaan uit eene staande plaat van 0,63 c.M. dikte, en hoekijzer van 5 c.M. zijde.

Op de dwarsliggers zijn twee tusschenliggers, en aan de consôles twee buiten liggers aangebracht van getrokken ijzer. De middelste zijn hoog 16-, en de buitenste hoog 14 c.M., de eerste hebben 8 c.M., de laatste 4,5 c.M. breede flensen.

Tusschen de beide vóór-dwarsliggers of voorharren zijn mede vijf consôles aangebracht, van plaat- en hoekijzer, zooals voor de andere is opgegeven, met staande platen langs de vooreinden, van 0,95 dikte bij 14 c.M. hoogte en een hoekijzer voor het gebogen gedeelte van 5 c.M. zijde.

Zooals reeds is vermeld, rusten deze bruggen in gesloten toestand op de exentrieken, en op de kussenblokken. De sluiting en vereeniging der beide bruggen geschiedt door twee schuifbouten aan de vooreinden. Een dezer bouten met kokers is in de plattegrond-

teekening in doorsnede aangegeven. Deze bouten, moeten vóór het openen der bruggen, uit de kokers van de bruggen, waartoe zij niet behooren, worden teruggetrokken. Zij zijn door eenen stang met daartusschen aangebrachte hefboomen aan de exentriekassen verbonden. Deze verbinding is zóódanig dat zij door de rondgaande beweging der as bij het losdraaien der exentriekschrijven, teruggetrokken worden en derhalve bij het tegenovergestelde geval, bij het vastzetten der exentrieken, vooruitgeschoven worden. —

Aan het achtereinde der hoofdliggers zijn platen met klauwijzers aangebracht, waarvan de klauw — zie doorsnede — achter de brug uitstekende, zich in een gleuf in het metselwerk beweegt, welke gleuf ontstaat door een ingemetselde gegoten ijzeren balk. Ingesloten en opgezetten toestand der brug, sluit deze klauw tegen de onderzijde van den bovenrand van den balk, terwijl hij zich bij het draaien der brug, daarin vrij kan bewegen.

Volgens de bepaling van het bestek, moet de brug, wanneer het opzet toestel is losgedraaid, minstens 2 c.M. vrij zijn van de stoelen, die op het muurwerk staan, terwijl bij het opzetten, de brug reeds op de kussenblokken moet komen, wanneer de klauwen nog minstens 3 mM. van de plaat verwijderd zijn. Daarbij moeten in geheel opgezetten toestand de klauwen tegen de platen geklemd, en door de sluitbouten de beide deelen der brug vereenigd zijn.

De stoelen op het metselwerk, welke aan die zijden staan, waarheen de bruggen worden afgedraaid, zijn 1 c.M. lager dan de beide tegenovergestelde, om meer zekerheid te hebben, dat de brug met den anderen stoel daartegen niet zal stooten. De aan de liggers aangebrachte draagplaten, waarmede de brug op de stoelen rust, zijn daarom boven de lagere stoelen 1 c.M. dikker genomen.

De stoelen zijn van gegoten- en de draagplaten van gesmeed ijzer, en beide bolvormig bewerkt. Van de spilbeweging wordt in fig. 192 de doorsnede op grootere schaal voorgesteld.

BASCULE-BRUGGEN.

§ 401. De bascule-bruggen bewegen zich niet, zooals de draaibruggen, om een' verticaal staanden spil in een horizontaal vlak, maar om eene horizontaal liggende as. De brug ligt met haar tegenwicht in hetzelfde vlak, aan weerszijden van de as, zoodat bij het openen, het gedeelte, dat de doorvaart overspant, naar boven en het achterste gedeelte naar beneden gaat.

De houten bascule- of wipbruggen worden weinig meer gebruikt; de fig. 204 en 206 geven daarvoor twee constructien, in gedeeltelijk geopenden opstand; en van iedere brug eene gedeelte van den plattegrond aan. —

Het openen dezer bruggen geschiedt door raderwerken. De brug moet met het voor- en achtergedeelte nagenoeg in evenwicht zijn, zoodat slechts weinig meer dan de wrijving der raderen en die van de as behoeft overwonnen te worden.

De bewegende deelen bestaan, evenals bij de draaibruggen, uit een raam van vier of vijf liggers, aan het achtereinde verbonden door eenen broekbalk, en aan het vooreinde door eenen voorkoppelbalk.

Bij de hier gegevene voorbeelden rusten zij, in gesloten stand, vóór en achter, op het juk eener aanbrug; de liggers van de beweegbare gedeelten vallen tusschen die der vaste gedeelten, zoodat de achtereinden der liggers van de beweegbare brug onder het dek van het vaste gedeelte blijft.

Het is voor eene goede beweging van belang, dat de as, waarom de brug draait, zoo mogelijk door het zwaartepunt gaat, opdat de brug in elken stand in evenwicht zij. Hierin is voor houten bascule-bruggen nog al eenige moeielijkheid gelegen, omdat de as daarbij niet anders dan onder of boven de liggers kan worden aangebracht. Is zij onder de liggers gelegen dan kan zij niet door het zwaartepunt gaan, en daarboven geplaatst, zal zij bezwaarlijk onder den bovenkant van het dek kunnen blijven.

Wel kan men het draaipunt zoo hoog aanbrengen als wenschelijk is, door de as onder de liggers te plaatsen, en de einden met zwanehalsen op te zetten. Hierbij kan de as echter niet meer steunpunten verkrijgen dan op de einden, en zal dus de geheele zwaarte op die einden der assen en in de daarvoor geplaatste stoelen neêrkomen.

§ 402. Bij de brug in fig. 204 is de as beneden de liggers aangebracht, en recht gelaten; in dit geval kan men haar van onderen aan elken ligger bevestigen, en zoowel op de einden als op een of meer plaatsen onder de brug, in stoelen laten bewegen. De gedeelten der as, die in de stoelen vallen, moeten daarvoor worden afgedraaid.

Eene constructie voor de stoelen, volgens fig. 205, zou in dit geval wel doelmatig zijn.

Aan een' der buitenste liggers is hier aangebracht een ijzeren kwadrant, voorzien van tanden, waarin een rondsel grijpt, dat met een grooter tandrad om dezelfde as is geplaatst. Het grooter tandrad grijpt weer in een rondsel, dat door eene kruk in rondgaande beweging kan worden gebracht, en waardoor dus de brug kan worden geopend en gesloten. Zal deze brug geopend worden, dan is het noodig, dat een gedeelte van het dek wordt opgeruimd om de noodige opening te verkrijgen voor de liggers van het beweegbare gedeelte. Hiervoor is in het dek der vaste brug een draaibaar gedeelte aangebracht, dat vóór het opdraaien moet worden opgeslagen, zooals dit in de teekening is voorgesteld. In fig. 206 zijn de bewegingspunten boven de liggers geplaatst. De as kan daarbij over de liggers worden gelegd, en daaraan met beugels worden verbonden. Hierbij moet er echter voor kunnen gezorgd worden, dat de beweging der as niet door de vaste liggers worden benadeeld, en dat de as niet boven den bovenkant van het onderdek komt. In dit geval zou zij voor de gedeelten buiten het bovendek, waar de voetgangers moeten passeeren, boven het dek komen. —

Bij kleine bruggen zou men kunnen volstaan met afzonderlijke tappen aan de buitenste liggers aan te brengen, zooals fig. 207 aangeeft.

De potten, waarin de assen draaien, zijn van gegoten ijzer, waarin, voor de gemak-

kelijke beweging, metalen bussen behooren geplaatst te worden. De hier gebezigde pot of stoel is in plattegrond en opstand over de lange zijde afzonderlijk voorgesteld. —

Voor de beweging in fig. 206 is tegen den buitensten ligger van het draaibaar gedeelte een ijzeren kwadrant aangebracht, dat met een schoor naar voren en een ter zijde daarvan is versterkt. Achter het kwadrant is een rondsel op het dek van het vaste gedeelte geplaatst, dat in de tanden van het kwadrant grijpt. De as van dit rondsel rust in een stoeltje, terwijl om dezelfde as een groot rad is aangebracht, waarmede de as en dus ook het rondsel wordt rondgedraaid. In den ligger van het vaste gedeelte, die naast den buitensten ligger van het vaste gedeelte ligt, is de noodige opening gemaakt, tot doorlating van het kwadrant.

Het dek van het vaste gedeelte is buiten het leuningwerk, voor zoover noodig, verbreed, om gelegenheid te hebben op het rad te kunnen werken, en de zijdelingsche schoring van het kwadrant te bevestigen. Die zijdelingsche schoor moet, bij de beweging der brug met het kwadrant mededraaien, en daar deze op den vasten ligger moet worden bevestigd is het noodig, dat hij zich aldaar om eene as kan bewegen. Dit kan verkregen worden door eene bewerking, zooals fig. 207 bij *b* aangeeft.

Het stoeltje, waarin de as van het rondsel en draairad moet loopen, zou kunnen worden ingericht, zooals fig. 208, in doorsnede en opstand duidelijk maakt.

Somtijds is de as van beweging van onderen in de liggers ingelaten. Hierbij kan de as doorloopen, en wordt zij dichter bij het zwaartepunt gebracht, dan wanneer zij onder de liggers doorloopt. – De inkeeping in de ondervezels der liggers zal weinig nadeel doen, wanneer althans de as zuiver sluitende in de liggers wordt gewerkt. Ook kan men het verlies aan sterkte, door het aanbrengen van ijzeren platen over de inkeeping ruimschoots weer vergoeden. Fig. 209 geeft eene voorstelling van dusdanige spilverbinding, en van de bewegingswerken bij eene der vroegere spoorwegbruggen aangewend.

Aan weerszijden der liggers bevinden zich beugels, die met brugstukken of platen over de liggers zijn verbonden, terwijl aan de buitenzijden der buitenste liggers steunijzers zijn aangebracht, die met klauwen om de as vallen.

De brug wordt in beweging gebracht door een windwerk, dat op het vaste gedeelte staat. Dit windwerk bestaat uit een stel op elkander werkende getande raderen; zie fig. 209 bij *b* en *c* waar de raderen volgens de steekcirkels zijn beschreven. Het raderwerk is besloten in eene plaatijzeren kast in welker wanden openingen zijn aangebracht, tot het opnemen der verschillende assen. Om de gemakkelijke beweging te bevorderen, en het verslijten der assen of openingen tegen te gaan, dienen ook deze uiteinden in metalen bussen te loopen. Die metalen bussen kunnen aangewend worden, zooals in fig. 209, *a*. wordt voorgesteld. De assen kunnen daarbij van buiten gelijk komen met de buitenkanten der platen, en met een kapje van gegoten ijzer worden gedekt; ook kunnen de einden door de platen loopen en in eenen schroef eindigen, om met een moer te worden opgesloten, zooals in genoemd figuur plaats heeft. In het laatste geval is het noodig, dat de moer op

eene contraplaat rust, die met de as ronddraait, zooals vroeger bij de schroeven is opgegeven. —

Het half cirkelvormig heugelijzer is met den ligger verbonden, zooals de teekening, met inbegrip van de doorsnede duidelijk aantoont.

Het zou ook hier, evenals bij fig. 204 is opgegeven, noodig zijn, om een draaiend gedeelte of klep in het dek aan te brengen; dit is echter weggelaten en in de plaats daarvan zijn de dekken van het vaste- en draaibare gedeelte met tanden in elkander gewerkt, zie fig. 210.

De bruggen, door de fig. 204 en 206 voorgesteld, rusten beide op een watergebint, waaruit volgt, dat het achterste gedeelte boven water is. Is nu het water in den regel of somtijds, zoo hoog, dat het achtereinde bij het openen van de brug in water komt, dan zal dit daarbij zooveel aan gewicht verliezen, als het gewicht bedraagt van het water, dat daardoor moet verplaatst worden. Zal men dus hierbij de brug ook geheel kunnen openen, dan moet men met het windwerk daarvoor voldoende kracht kunnen ontwikkelen. Door een grooter tegenwicht, en dus het tijdelijk verzwaren van het achtergedeelte, kan hierin niet worden voorzien; omdat dit toch altijd, gedurende een gedeelte der beweging, boven water zal zijn, en daarbij dan het achtergedeelte te zwaar zoude belast wezen. Weet men, dat de hooge waterstanden gedurig terugkeeren, dan kan daarin wel worden voorzien, door het raderwerk zoodanig in te richten, dat men, door het plaatsen der kruk op deze of die as, meer of minder raderen in beweging brengt, of raderen, waarbij de verhouding van grootte verandert, en alzoo meerder of minder kracht kan worden aangewend. Reeds kan men hieraan eenigszins voldoen, door het gebruiken van krukken met armen van verschillende lengte.

Zoo 't mogelijk is, maakt men liever waterdichte kelders, waarin het achterste gedeelte kan bewogen worden. —

Zooals reeds is gezegd, worden houten basculebruggen weinig meer aangewend, maar nagenoeg altoos ijzerconstructiën gebruikt, waarbij de genoemde bezwaren omtrent het aanbrengen der as, kunnen vermeden worden.

§ 403. Fig. 211 en 212 geven den plattegrond en de doorsnede van de helft van eene dubbele, ijzeren basculebrug, in 1874 gebouwd over het bovenhoofd der zeesluis te Stavoren.

Bij eene verandering en vernieuwing van dit bovenhoofd werd besloten, om de aldaar aanwezige dubbele ophaal- of klapbrug, te vervangen door eene dubbele, ijzeren basculebrug.

De rechtstandsmuren zijn daartoe door afbreken en opmetselen van de noodige kelders voorzien. — Zie teekeningen. —

§ 404. Over elken kelder liggen vier gegoten ijzeren liggers; door de aan deze liggers gegeven vorm — zie de fig. 214 — verkreeg men gelegenheid, de as meer in het zwaartepunt van de brug aan te brengen, en zonder kleppen in het dek, eene goede beweging te verkrijgen, zooals vooral uit fig. 215 voldoende zal blijken.

Het voorste gedeelte der vaste liggers rust, op de in het muurwerk gemetselde blok-

ken hardsteen, lang 1 M. zw. 30 bij 30 cM. Het muurwerk heeft eene dikte van 0.9 M.; de hardsteenen blokken komen daardoor 10 c.M. buiten het muurwerk, om de liggers tot onder het draagpunt te ondersteunen; zij rusten met die overstekken op uitgemetselde consôles. De liggers zijn op het hardsteen bevestigd door schroefdookbouten, welke door de op die plaatsen verbreede onderflenzen der liggers gaande, met de dook in het haardsteen zijn vastgegoten, terwijl op het boveneinde een moer wordt geschroefd, die op de flens rust. — Tevens zijn de liggers van onderen van een nok voorzien die in het hardsteen is ingelaten.

Het verdere gedeelte loopt met eenen bocht naar boven, om het vaste dek te kunnen dragen; de onderflens is waterpas, terwijl het bovenvlak volgens aangegeven helling naar achteren afloopt.

Het achtereinde ligt mede op hardsteenen neuten, en is daaraan, evenals bij de vooreinden, met schroefdookbouten verbonden, terwijl eene aangegoten consôle tegen het voorvlak sluit.

De onderflenzen zijn van achteren langer dan de bovenflenzen en de staande stukken. Over dit gedeelte is de houten stootbalk gelegd, die met doorgaande schroefbouten aan de onderflenzen is verbonden. De hoogte der liggers voor de voorste waterpas liggende gedeelten 17 c.M., voor den gebogen hals en voor het achterste gedeelte bij de hals 20 c.M. De breedte der flenzen is — behalve de verbreede gedeelten waarop de stoelen rusten — 12 c.M., terwijl het ijzer overal 3 c.M. dikte heeft. De gedeelten der bovenflenzen, waarop het dek rust, zijn van gaten voorzien, waardoor iedere onderdekplank met twee kleine schroefboutjes op elke liggerflens kan verbonden worden.

Aan het vooreinde dezer liggers is eene gegoten ijzeren voorkoppelplaat aangebracht, zw. 3 c.M., welke tevens dient tot aanslag voor de beweegbare liggers zie fig. 214.

Het bovenvlak van deze plaat ligt op de staande stukken en de eindflenzen der liggers, en sluit tegen de bovenflenzen; boven de liggers is de bovenplaat 10 c.M. breed, en tusschen deze — zie de plattegrondsteekening fig. 211, verbreed tot 16 c.M. Het staande stuk, dat zoowel als de einden der liggers $^1/_{10}$ achterover helt, is met schroefbouten aan de eindflenzen der liggers verbonden. De andere vlakken sluiten op- en tegen de hardsteenstukken en het metselwerk, terwijl de einden in de op de zijmuren aangebrachte hardsteenstukken zijn opgesloten.

§ 405. Het midden der as ligt boven den achterkant van den voorkeldermuur. Om de brug dus voldoende te kunnen openen is het, zoo als uit de teekeningen blijkt, noodig, onder de beweegbare liggers, ruimten in de achterzijde van den muur te laten.

De as, in fig. 216 voor de helft der lengte voorgesteld, is van gesmeed ijzer, zw. 10 bij 10 c.M., en op die plaatsen, waar zij in de stoelen moet draaien, zuiver rond afgedraaid.

Op elk der vaste liggers en in de hardsteenstukken op de zijmuren der kelders zijn gegoten ijzeren stoelen geplaatst, waarin de as beweegt. De opene stoelen op de vaste

liggers zijn in fig. 214 voorgesteld, terwijl fig. 217 een' der eindstoelen aangeeft. De stoelen op de vaste liggers zijn met schroefbouten op de aldaar verbreede bovenflenzen der liggers bevestigd, en met twee verzwaringen of klikken daarin ingelaten. Fig. 218 geeft de doorsnede van een' der stoelen en den ligger, over het midden der as. De stoelen onder de einden der as, op de genoemde hardsteenstukken geplaatst, zijn daarin zooveel noodig ingelaten, en met schroefdookbouten bevestigd. Fig. 219 stelt de doorsnede voor van een' dezer stoelen, met de daarbij behoorende as en afzonderlijk aangebracht gegoten ijzeren kap of dekstuk. Ook hier zijn, zooals de teekeningen doen zien, in al de stoelen metalen bussen aanwezig.

§ 406. De liggers van het beweegbaar gedeelte bestaan uit plaat- en aangeklonken hoekijzer, met gegoten ijzeren broekbalk en tegenwicht-stukken.

De doorgaande middelplaten zijn zw. 1 c.M., aan het vooreinde hoog 20 c.M., en verbreeden volgens eene rechte lijn over eene lengte van 3,5 M., tot 25 c.M. Verder behouden zij die breedte, behoudens de beide verbreedingen, op de teekeningen aangegeven; de eene, waarmede zij voor den voorkoppelbalk der vaste liggers vallen, en de andere tot versterking bij de as.

De middelste liggers loopen niet tot den broekbalk door; hierdoor bestaat er gelegenheid door het aanbrengen van een luik in het dek, in den kelder te komen. De staande platen der liggers zijn voor het achterste gedeelte, tot ongeveer 1 M. voor de as, aan weerszijden verzwaard en versterkt met aangeklonken platen van geslagen ijzer; voor den middelsten ligger zw. 2-, en voor de overige 3 c.M. —

Verder is het voorstegedeelte, zooals de teekeningen dit aangeven, versterkt met aangeklonken hoekijzer, van 7 kilogr. p. M.

Dit hoekijzer loopt ook langs de vooreinden der liggers rond, en hieraan is een geslagen ijzeren voorkoppelplaat geklonken, breed 20- dik 2 c.M. Aan deze voorkoppelplaat is met schroefbouten bevestigd een meskant eiken voorhar, zw. 10 bij 20 c.M., waarmede de bruggen tegen elkander sluiten. In de liggers zijn openingen gemaakt voor de as, die omsloten wordt door het hoekijzer. Boven de as is eene sluipplaat ingelaten, lang 0.80-, zw. 18- bij 3 cM., en aan het hoekijzer met sterke klinkbouten verbonden. Zooals de verschillende figuren aangeven, zijn de achtereinden der liggers opgesloten in eenen broekbalk, die van gegoten ijzer is vervaardigd. Deze balk bestaat uit eene achter- en onderplaat, benevens kokers voor het opnemen der liggers. Door de kokerwanden en de einden der liggers zijn schroefbouten aangebracht, en in de achterplaten zijn de noodige uitsparingen of openingen gelaten, opdat deze in gesloten stand der brug om de vaste liggers vallen. Tot vermeerdering van de zwaarte aan het achtereinde, en tot het vormen van eene grootere ballastkist dan de broekbalk alleen aanbiedt, is vóór de onderplaat van den broekbalk eene gegoten ijzeren plaat aangebracht, die met beugels aan de liggers hangt. Verder zijn twee der liggers van elke brug — zie fig. 211 — aan beide zijden nog belast met gegoten ijzeren verzwaringstukken. Zij rusten met het achtereinde op de genoemde hang-

plaat, en zijn overigens met schroefbouten aan de liggers verbonden. Het verdere benoodigde tegenwicht, dat zich in de ballastkist bevindt, bestaat uit gegoten ijzeren stukken van 1 decimeter in doorsnede.

§ 407. Aan de beide zijden van de doorvaart is aan denzelfden kant der brug een gegoten ijzeren lantaarnpaal geplaatst. In het onderstuk van deze lantaarnpalen — zie de details in de fig. 220 en 221 — is het noodige raderwerk aanwezig, tot het openen en sluiten der bruggen.

Door het omdraaien der kruk, die buiten den paal om de bovenste as sluit, wordt deze as met het geheele stel raderwerk, en dus ook het rondsel *a*, in rondgaande beweging gebracht. Het rondsel *a*, grijpt in een getand kwadrant, dat aan den buitensten beweegbaren ligger is verbonden; de brug moet dus de beweging van het kwadrant volgen en zal zich, al naar welken kant men ronddraait, openen of sluiten. De as, waarom het rondsel *a* beweegt, loopt met het eene einde in een stoeltje, dat op eersten vasten ligger staat; zij beweegt zich beneden het vaste dek. Om hierbij eene behoorlijke plaats voor het stoeltje te verkrijgen, is aan den vasten ligger aldaar de vorm gegeven, zooals fig. 222 aangeeft, waarbij tevens het bedoelde stoeltje is voorgesteld.

Het kwadrant is van gegoten ijzer, en met schroefbouten — zie fig. 223, aan de buitenzijde tegen de liggers bevestigd. De onder- en bovendekken hebben beide de volle breedte der bruggen; het onderdek is eiken-, het bovendek greenenhout. Het bevestigen van de onderdekken is met kleine schroefboutjes geschied, welke door de bovenflenzen der liggers gaan.

§ 408. De dekken der vaste gedeelten sluiten met eene kleine speelruimte tegen de kwadranten, en loopen overigens eenige c.M. boven de hardsteenen dekstukken der kelderzijmuren. De ruimte tusschen de dekken en de hardsteenen dekstukken is door een eiken rib aangevuld, welke rib of regel ook langs het kwadrant is doorgetrokken, terwijl de opening tusschen dezen regel en het kwadrant is doorgetrokken; terwijl de opening tusschen deze regel en het kwadrant is gevuld, door een aan het kwadrant geklonken hoekijzer, zie fig. 223.

Het gesmeed ijzeren leuningwerk sluit, op de beide bruggen, aan de eene zijde tegen het kwadrant, en loopt aan de andere zijde, tegenover de kwadranten, cirkelvormig op het dek af. De stijltjes, zw. 2 bij 5 c.M., zijn aan de liggers verbonden, zooals in fig. 224 is voergesteld; het verdere regel- en tusschenwerk — zie teekening — is half en half verkeept of geklonken, en zw. 1 bij 3 c.M.

§ 409. In 1872 is te Harlingen, over de Zuiderhaven, eene dubbele basculebrug gebouwd, ter vervanging van eene dubbele klapbrug. De fig. 225 en 226 geven den halven opstand en plattegrond dezer brug; terwijl twee gedeelten, waarvan geene opheldering omtrent de constructie noodig is zijn weggelaten, en in den opstand het kwadrant en verder raderwerk niet is aangebracht. De bewegende deelen, de jukken of bruggehoofden aan de doorvaart, en de vaste liggers op de bruggehoofden, zijn van ijzer, en de overige vaste gedeelten van hout vervaardigd. De hoofdbalken der landhoofden zijn ruim 50 M. van elkander verwijderd; de middenopening of doorvaart is, ter hoogte van volzee, 12 M.

De achtereinden van de beweegbare deelen bewegen zich tusschen twee bruggehoofden, waarvan de afstand der bovensloven buitenwerks 4,04 M. is, en welke hoofden of gebinten aan de beide buitenzijden door houten kruisen verbonden en tegen schranken versterkt zijn. Tusschen het bruggehoofd aan de landszijde en het walhoofd, een afstand van ongev. 15 M., is nog een tusschenjuk geplaatst.

De vaste gedeelten hebben eene helling naar de landhoofden van 1 op 40, en de beweegbare gedeelten van 1 op 20. De brug is voorzien van trottoirs — die op de vaste gedeelten eene breedte hebben van 1,2-, en op de beweegbare gedeelten van 0,95 M. — De breedte tusschen de trottoirs is voor de vaste gedeelten 4-, en voor de bewegende 3 M.

De jukken bestaan alle uit eenen onder- en bovenbouw. Voor den onderbouw der landhoofden, tusschenjukken en bruggehoofden zijn 76 beslagen eikenpalen ingeheid, lang 10 M. en zw. op 1 M. van den kop 30 bij 30- en aan de punt 15 bij 15 c.M. De bovenste gedeelten dezer palen zijn door het bespijkeren met wormnagels tegen zeeworm beveiligd. De hoofdbalken of watersloven, welke met pen en gat over deze palen zijn aangebracht, bestaan, behalve voor de gebinten aan de doorvaart, uit gecreosoteerd meskant eikenhout, zw. 30 bij 30 c.M. Voor watersloven zijn over de palen voor de gebinten aan de doorvaart twee getrokken ijzeren balken gebruikt, — zie fig. 236 —, hoog 20 c.M. met flenzen van 12 c.M. breedte, wegende 42 kilogr. per M.; zij zijn op elken paal bevestigd met twee 3 c.M. hakkelbouten, lang 80 c.M. —

De palen onder deze jukken voor de wal- en bruggehoofden staan, even als deze hoofden, in eenen hellenden stand, terwijl aan de einden schorende palen zijn geplaatst, zooals de verschillende teekeningen dit voldoende zullen ophelderen. De drie eindpalen zijn door ijzeren banden gekoppeld, terwijl ook om de koppen der palen, waarop de ijzeren sloven rusten, ijzeren banden zijn aangebracht. De jukken voor de bruggehoofden zijn aan elke zijde der doorvaart door vijf mesk. eiken koppelhouten met elkander verbonden. Deze koppelhouten rusten met het eene einde op de houten-, en met het andere einde op de genoemde ijzeren watersloven; zij hebben eene zwaarte van 20 bij 25 c.M. De verbinding met de ijzeren sloven is geschiedt met ijzeren banden, zooals de fig. 236 aangeven.

Op de onderjukken rusten de bovenjukken. Zij bestaan, behalve voor de beide bruggehoofden aan de doorvaart, uit meskant eiken stijlen en dito hoofdbalk, door korbeels versterkt. Fig. 227 geeft den opstand van een der tusschenjukken over de halve breedte aan. De buitenstijlen, zw. 30 bij 35 c.M., loopen tot den bovenkant der liggers door; de hoofdbalk, zw. 30 bij 30 c.M., rust met pen en gat op de binnenstijlen, is mede 30 bij 30 c.M. zwaar en met pen en gat in de buitenstijlen opgesloten.

§ 410. De meskant eiken buitenliggers zijn 15 bij 32-, en de overige 23 bij 32 c.M. Voor de binnenliggers zijn op de hoofdbalken der jukken sleutelstukken aangebracht, waarop de liggers met tanden en bouten zijn bevestigd; de buitenliggers met de sleutelstukken zijn in de palen ingelaten, zie de fig. 225, en 227. Fig. 228 stelt eene gedeeltelijke doorsnede voor bij een der tusschenjukken, vóór het sleutelstuk aan de landszijde;

fig. 229 geeft het zijgezicht van het bovenste gedeelte van den stijl a'leen; terwijl fig. 230 den ligger en stijl van boven gezien voorstelt. Het geheel is met verschillende ijzeren bouten, banden enz. versterkt.

§ 411. Elk bovenjuk van de gebinten aan de doorvaart, bestaat uit vier gegoten ijzeren stijlen, voorzien van kragen en draagstukken, om op en aan de genoemde ijzeren ondersloof en dito bovenhoofdbalk met schroefbouten te worden bevestigd.

Deze stijlen zijn buitenwerks zw. 26 bij 30 c.M., en hebben eene ijzerdikte van 3 c.M. Fig. 231 stelt de helft van een dezer gebinten in opstand voor. De fig. 232 en 233 geven de doorsnede van een der middelste stijlen; in fig. 232 met het gezicht op de onder-, en in fig. 233 op de bovenkragen. Aan de buitenzijden van de ijzeren hoekstijlen zijn kokervormige bewerkte meskant eiken stijlen geplaatst, waarin de buitenste ligger van het vaste gedeete tusschen de bruggehoofden, met de voorste einden bevestigd zijn.

§ 412. Behalve de beide buitenste, zijn de vaste liggers op de bruggehoofden van gegoten ijzer. Zij hebben aan het voor- en achtereinde eene gebogen vorm; aan het voореinde, om de noodige ruimte voor de beweging te verkrijgen, zooals dat bij de brug van Stavoren nader is besproken, aan het achtereinde —, zie fig. 235 —, om, zonder over het geheel eene overtollige hoogte te hebben, op den hoofdbalk te kunnen rusten. De verhoogde voetpaden maakten het noodzakelijk, dat de beide op één na buitenste liggers op het vooreinde, een' grooter gebogen hals verkregen, om ook hier, voor de meerdere hoogte van het dek boven de liggers, bij de beweging, voldoende ruimte te verkrijgen. Aan deze liggers is de vorm gegeven, zooals in fig. 239 door stippellijnen is voorgesteld. De binnenlijn van dezen gebogen hals is voor de vier binnenliggers getrokken, met eenen straal van 25-, en voor de beide bovengenoemde met eenen straal van 36 c.M., terwijl aan de vooreinden der buitenste liggers, waarboven de einden der as in stoelen zijn opgesloten, de vorm der geschreven lijnen van fig. 239 is gegeven.

De liggers hebben eene ijzerdikte van 3 c.M. bij eene flensbreedte van 15 c.M.; zij zijn aan de vooreinden hoog 30-, en aan de achtereinden 22 c.M. en aldaar verhoogende tot 55 c.M.

§ 413. De constructie van de beweegbare liggers, stoelen en spillen, is ongev. gelijk aan die bij de vorige brug omschreven. De middelplaten der liggers zijn aan de vooreinden hoog 25, en achter 30 c.M.; de ijzerdikte is 1,5 c.M.

De achtereinden tot 90 c.M. voorbij de as, zijn aan beide zijden verzwaard met platen van 3 c.M. dikte, en het hoekijzer weegt ruim 12 K.gr. p. M. De sluitplaten boven de assen zijn 80 c.M. lang, en 3 bij $21\frac{1}{2}$ c.M. zw. De dikte der spil is 12 bij 12 c.M.

Iedere brug wordt geopend en gesloten door het in beweging brengen van een stel raderwerk dat tusschen de beide middelste gegoten ijzeren liggers onder de brug is aangebracht. Dit raderwerk brengt eene as in beweging, die over de vaste liggers loopt, en voorzien is van twee rondsels, die in de kwadranten grijpen, welke aan beide zijden aan de achtereinden van de beweegbare gedeelten zijn verbonden. De grootte der kwadranten

en die van de rondsels, die in de kwadranten grijpen, bepalen dus de plaats van de as en het raderwerk; de kwadranten zijn hier getrokken met eenen straal van ongev. 1.6 M. uit het midden van de brugas, en de rondsels met 18 c.M. uit het midden van de as voor het gaande werk.

In de liggers zijn van boven de noodige uithollingen gemaakt, waarin metalen potten zijn aangebracht. Hierin kan de as zich vrij bewegen, zonder door het dek gehinderd te worden. Fig. 239, 240 en 241, stellen het raderwerk tusschen de vaste liggers voor. Fig. 240 geeft een gedeelte van den plattegrond der beide middelste liggers, het raderwerk, en een gedeelte van de as voor het gaande werk; bij een der liggers is de bovenflens weggelaten. Fig. 239 geeft het voorste gedeelte van een der liggers met het raderwerk in opstand, en fig. 241 de doorsnede. De beide gegoten ijzeren liggers, zijn, voor het aanbrengen van de noodige stoeltjes voor de assen der raderen, verbreed. Deze stoeltjes staan op de flenzen en aangebrachte randen, terwijl tegenover de stoeltjes, in de staande platen openingen zijn gelaten. De staande as, waaraan het konisch rondsel is bevestigd, staat in eene bus, welke aan den staande plaat van den ligger is verbonden. Die staande as eindigt van boven met eene vierkante opening, waarin eene kruk — zie fig. 242 — kan worden gesteld. Door het omdraaien dezer kruk, komen alle raderen — in onze figuren alle door de steekcirkels aangegeven — in rondgaande beweging, en dus ook de as en de daarom aangebrachte rondsels, welke in de kwadranten grijpen. De kwadranten moeten dus deze beweging mede volgen, waardoor de brug, kan worden geopend en gesloten. —

Het bovenste gedeelte van deze kruk is door een scharnier in twee gedeelten verdeeld. Om de brug te openen, zal er bij het begin meer kracht moeten aangewend worden, dan wanneer het raderwerk en de brug eenmaal in beweging zijn; hierom wordt de bovenarm eerst in hare volle lengte gebruikt; de bruggedraaier loopt dan met deze kruk eenige slagen rond, en slaat daarna de tweede helft op de eerste, zooals dit in onze teekening door stippellijnen is voorgesteld, om daarna de ronddraaiing staande met de verkorte kruk te bewerken. Het is deze wijze van krukbeweging, waarnaar bij het bespreken van het openen der draaibruggen door raderwerk, is verwezen. —

§ 414. Ook heeft men groote bruggen gebouwd, waarvan eene van de doorvaartsopeningen door eene dubbele basculebrug is gesloten. Fig. 243 geeft een paar stukken van de doorsnede over een dezer kelders, welke tusschen gemetselde pijlers zijn aangebracht, waarin de achtereinden der bascule brug zich bewegen, terwijl fig. 244 daarvan den plattegrond voorstelt. Omdat hier de spilverbinding en wijze van beweging hoofdzaak zijn, is in de teekening het middelstuk weggelaten.

De liggers voor de bewegende deelen verkregen — behalve die, welke voor het windwerk-toestel komen en tegen de aangebrachte raveelingsplaten sluiten — eene lengte van 6,95 M.; zij zijn over 3,30 M. gemidd. breed 18- en over 3,65 M. breed 25 cM., dik over het eerste gedeelte 2- en over het laatste 4 c.M., met verbreedingen om den spil, zooals de teekening aangeeft.

Boven de as zijn draagplaten, lang 55- breed 16- en dik 3 c.M., met verzwaringen boven de as van 2 c.M.

De verbindingen van liggers, as en draagplaten zijn — zie teekeningen — door beugels en contraplaten versterkt.

Voor de beweging der vallen zijn windwerken tusschen de middelste vaste liggers, zooals de teekeningen dit voorstellen.

Een horizontaal geplaatste cilinder kan door tusschenkomst van de beide raderen met de kruk in rondgaande beweging worden gebracht; twee kettingen zijn met het eene einde aan den spil of cilinder, en met het andere einde aan de achterhar der liggers verbonden, die bij de beweging tusschen de opstaande randen van den cilinder op- en afwinden, en de brug daardoor doen openen en sluiten.

§ 415. Eene op andere plaatsen toegepaste verbinding van as en liggers, voorgesteld in fig. 247 zal uit de teekening voldoende kunnen begrepen worden.

OPHAALBRUGGEN.

§ 416. De ophaalbruggen, ook wel klapbruggen genaamd, zie de fig. 250, 251 en 252 — bestaan uit een draaibaar gedeelte — val — dat de doorvaarts-opening overspant, en zich, evenals bij de basculebruggen, om een horizontale as beweegt. Het tegenwicht ligt echter niet met den val in hetzelfde vlak, maar wordt verkregen, door eene hooger liggende balans, die op een gebint wordt gelegd, en daarop om eenen spil bewegen kan. Het gebint — hamei-gebint genaamd — staat bij het achtereinde van den val, waar ook de bewegingsas van den val is, terwijl het vooreinde er van met kettingen aan de balans is bevestigd. Wil men de brug openen, dan wordt het achtereinde van de balans naar beneden getrokken, door eene daaraan opgehangen ketting, of ook wel door een daaraan aangebrachten takel. Bij het sluiten duwt men het achtereinde der balans in de hoogte; verder moet de val, doordat deze de balans van voren zwaarder doet zijn dan van achteren, door eigen zwaarte overvallen.

De ophaalbruggen zijn vroeger in ons land zeer veel toegepast, en daardoor nog veel aanwezig. Tegen deze bruggen zijn vele bezwaren. De hooge gebinten met de daarop liggende balansen, vatten veel wind; men moet bij de beweging geheel vertrouwen op de balanspriemen, welke, vooral gedurende het begin en einde der beweging, in het midden aan een groote kracht weerstand moeten bieden. Het is moeielijk zich altijd van den voldoenden toestand dezer ribben te overtuigen, en om de kostbaarheid gaat men niet schielijk tot vernieuwing over; zoodat de daardoor ontstane ongelukken niet zeldzaam zijn. —

De verbinding van den val met het gebint is, zooals later zal blijken, ook vrij gebrekkig; de val moet zich bij de beweging vrij kunnen bewegen aan de as of tappen, die aan de achterhar bevestigd zijn. In gesloten stand kan de achterhar wel op klossen steunen; maar bij eenige verzetting, zal hij ook dan, grootendeels op de tappen rusten.

Bij veel wind kan het openen en sluiten dikwijls bezwaarlijk geschieden; dit is ook wel bij de basculebruggen het geval; maar daar de ophaalbruggen niet door raderwerken worden bewogen, en het neerhalen en opduwen van het achtereinde der balans uit de hand moet geschieden, is men hierbij veel meer afhankelijk van weer en wind.

In opgehaalden stand zal de doorvaart niet geheel kunnen geopend worden; maar de val in eenen vooroverhangenden stand staan blijven, zie fig. 253 rechterzijde.

Voor eene spoedige beweging is de ophaalbrug ook ongeschikt. Het logge gevaarte kan niet vlug worden bewogen, van daar, dat het neergaan van den val veeltijds wordt bevorderd, doordat de wachtenden er tegen oploopen, reeds lang vóór de val gesloten is.

§ 417. Hoewel er dus tegen deze bruggen vele bezwaren zijn in te brengen, behoort er hier toch eene behoorlijke beschrijving van te worden gegeven. Eensdeels omdat er nog zoo veel bestaan; maar ook omdat zij in sommige gevallen nog aanbeveling verdienen.

Meermalen komt het toch voor, dat het aanbrengen van eene draaibrug nagenoeg onoverkomelijke bezwaren oplevert; dat voor het aanbrengen van eene basculebrug een kelder noodzakelijk zou zijn, en dat deze niet kan verkregen worden, of dat de finantien niet gedoogen, tot het maken van eene kostbare brug over te gaan. In zulke gevallen zal eene ophaalbrug gekozen worden; hierbij kan dan ook met goed gevolg van ijzerconstructien worden gebruik gemaakt, waardoor sommige der bovenopgegevene bezwaren vervallen.

§ 418. Zoowel als de basculebruggen kunnen ook de ophaalbruggen enkel, en dubbel worden genomen. Bij de dubbele — zie fig. 253 — moeten de beide kleppen onder eenen stompen hoek tegen elkander sluiten, waarvoor eene helling van $^1/_{15}$ der halve opening in elk geval voldoende zal zijn.

De kleppen moeten niet steiler liggen dan noodig, daar anders de passage — vooral bij nat weer — lastig en gevaarlijk wordt. 't Zal bij deze bruggen noodig zijn om schrapklampen aan te brengen, zooals dit vroeger bij de oploopende vaste bruggen is opgegeven. Somtijds is de doorvaarts-opening te groot, om deze, zonder buitengewone afmetingen van materialen, door één val te overspannen. In dat geval maakt men van eene dubbele klapbrug gebruik. — Veel al stelt men als maximum van overspanning voor één val, eene breedte van 7 Meter, hoewel er ook wel van 8 Meter spanning zijn toegepast.

Dat men het aanbrengen van dubbele ophaalbruggen, met het oog op de voor deze soort van bruggen opgegevene bezwaren, zooveel mogelijk moet zoeken te vermijden, is duidelijk. Ook de enkele ophaalbruggen met lange vallengte moet men niet dan in de uiterste noodzakelijkheid aanwenden; de opgegevene bezwaren worden daarbij grooter.

§ 419. Is de doorvaartswijdte voor één val wat groot, — bijv. 7 à 8 M. — dan maakt men er wel een kleine gedeelte brug, als basculebrug bewerkt, bij. Fig. 237 geeft — behalve de weggelaten gedeelten — den plattegrond van eene ophaalbrug waarbij de opening wordt overspannen door eenen val en eene bascule.

De val rust hier met het vooreinde op de voorhar der bascule, zie mede fig. 238, die in de eerste plaats haar steun verkrijgt, door den achterhar, die onder tegen de vaste liggers der aanbrug sluit. — Verder wordt het vooreinde somtijds nog gesteund door ijzeren consôles, die aan het watergebint draaibaar bevestigd zijn. Moet de doorvaart over de geheele breedte worden geopend, dan kunnen deze consôles tegen het watergebint worden gedraaid. Het gedeelte basculebrug beweegt zich om eene ijzeren as, waarmede de bascule door tusschenkomst van stoelen en ruiters aan den hoofdbalk van het watergebint is bevestigd; ongeveer zooals dit voor de basculebrug in fig. 205 is toegelicht. De beweging geschiedt, zooals dit door fig. 238 in opstand-teekening wordt voorgesteld, door een halfcirkelvormig getand ijzer, dat in de tanden van een aan een opstaanden stijl bevestigd rondsel grijpt, dat door eene kruk kan worden rondbewogen. De aan dezen stijl aangebrachte kettingen doen dienst als veiligheidsketting der bascule in gesloten stand. 't Is waar, het geheel zal bij deze samengestelde constructie niet in sterkte winnen, maar niet alleen, dat bij groote overspanningen de materialen grooter afmetingen vorderen, maar het geheele toestel wordt daarbij meer gevaarlijk en onhandelbaar, zoodat deze constructie, die in Friesland met goed gevolg veel wordt toegepast, in vele gevallen wel aanbeveling verdient.

§ 420. De ophaalbrug en balans moeten bij de beweging in elken stand evenwicht maken; hierom moet er voor gezorgd worden, dat aan elke zijde, de vier punten: draaipunt van den val, draaipunt der balans, en de verbindingspunten van de ketting met balans en val, zóó geplaatst zijn, dat zij in de hoekpunten van een parallelogram liggen. Is dit het geval en liggen de zwaartepunten van balans en val in de zijden van dat parallelogram, dan zal er bij de beweging der brug in elken stand evenwicht zijn. Hoewel men aan bovenstaande voorwaarden, vooral bij houten klapbruggen, niet geheel zal kunnen voldoen, moet men toch zorgen, dat zulks zooveel mogelijk geschiede.

§ 421. Omtrent den onderbouw dezer bruggen, welke òf tusschen aanbruggen op watergebinten, òf op den vasten wal rusten, zal geene nadere beschrijving noodig zijn; daar deze overeenkomst met sommige der vroeger beschreven bruggen. —

Tot opheldering der volgende beschijving dienen de fig. 250, 251 en 252; fig. 252 geeft den plattegrond over de halve breedte, met weglating van het dek; en de fig. 250 en 251 twee opstand teekeningen. De val bestaat in hoofdzaak uit liggers, voor- en achter vereenigingsbalken en dek. — Om de behandeling gemakkelijk te maken is lichtheid daarvan een vereischte. De afmetingen der liggers zijn hier dus zoo gering mogelijk. Hoewel ook wel van lichtere houtsoorten gebruikt wordt gemaakt, zijn zij in den regel van eikenhout, en, naar de breedte van den val 4, 5 à 6 in getal. Zij worden aan het achtereinde in eenen broekbalk of achterhar opgesloten, en van voren gekoppeld door een voorhar of kettingbalk. —

Aan de liggers wordt gewoonlijk een kleine zeeg (ronding) van 4 à 5 c.M., over de lengte gegeven waarbij dan gezorgd wordt, dat het hout naar deze kromming is gegroeid.

Aan de achtereinden der liggers geeft men grootere afmetingen dan aan de vooreinden; hierdoor wordt het zwaartepunt van den val meer naar achteren gebracht, waardoor de gemakkelijke beweging wordt bevorderd.

Bij eene doorvaartswijdte tot 7 M. zal men kunnen gebruiken eiken liggers, aan de achtereinden zwaar 20 bij 25 c.M. en verminderende naar voren — op dezelfde wijze als dit bij de draaibruggen is opgegeven — tot 12 bij 18 c.M.

§ 422. De achterhar moet zwaarder zijn dan de achtereinden der liggers. Bij het gebruik van twee dekken, moet de bovenkant overeenkomen met den bovenkant der bovendeksplank, welke, evenals dit bij de stootbalken der vaste bruggen is opgegeven, in eene sponning van den achterhar valt. Bovendien moet de onderkant 3 à 5 c.M. beneden dien der liggers komen, op dat deze voor een gedeelte ter volle zwaarte in den broekbalk kunnen ingelaten worden. Bij het gebruik van een enkel dek, dat om de mindere zwaarte van den val te bevorderen bij deze bruggen niet zelden wordt toegepast, moet de achterhar van boven gelijk met den bovenkant der liggers worden genomen. De liggers worden met pen en gat in de achterhar gewerkt, en door rozebouten daaraan verder bevestigd, even als dit voor de houten broekbalk bij de draaibruggen is opgegeven, zie fig. 151.

§ 423. De meskant eiken voorkoppel- of kettingbalk komt 30 à 60 c.M. achter de einden der liggers, wordt van onderen tegen de liggers vastgebout of daaraan met schroefbouten verbonden.

Om de liggers in deze dunne gedeelten niet te verzwakken, moeten alle inkeepingen vermeden worden. De kettingbalk dient in hoofdzaak om den val daaraan te kunnen ophalen. Het zou verkieslijker zijn, alleen de verbinding der buitenste liggers en kettingbalk met doorgaande schroefbouten te bewerken, en de middelste liggers en balk met ijzeren beugels te omklemmen. Wil men daarbij, dat de middelste liggers beter tegen verschuiven beveiligd zijn, en hierbij niet alleen op de verbinding van dek en liggers en de klemming der beugels vertrouwen, zoo kunnen aan weerszijden der liggers, op den kettingbalk klossen of ijzeren kniestukken worden aangebracht.

De liggers der vaste brug worden zoodanig verdeeld, dat zij tusschen die van den val komen; daardoor bestaat er gelegenheid dat de laatste, op de volle breedte van den hoofdbalk van het juk rusten, zooals dit ook uit onze teekening blijkt.

§ 424. Het dek wordt hier niet zooals bij de vaste bruggen is besproken met tusschenruimten tusschen de planken, maar met zuiver recht gestreken planken gesloten aangebracht, om den val meer tegen schranken te beveiligen.

Het aanbrengen van een enkel dek, vindt vooral veel toepassing, en verdient daarbij alle aanbeveling, wanneer de brug veel wordt gebruikt door voetgangers en weinig door vrachtwagens, daar de oppervlakte van het dek daarbij geschikter gelegenheid voor de passage aanbiedt.

§ 425. De val draait, met de aan de achterhar aanwezige ijzeren tappen, en aan de stijlen van het balansgebint aangebrachte ijzeren handen, waarvan eene nadere beschrijving bij het ijzerwerk zal volgen. Uit fig. 251 blijkt, dat zonder andere voorzorg, de geheele belasting van achteren op deze tappen en handen zouden neerkomen; hierom worden tegen den hoofdbalk of tegen den hoofdbalk en de palen van het watergebint eiken klossen aangebracht en daarop met hakkelbouten bevestigd, waarop de val bij gesloten stand mede kan rusten. Soortgelijke klossen bezigt men ook veelal aan weerszijden van de achterhar; om deze, wanneer de val opgehaald is, tegen aanvaren te beveiligen; zie fig. 237. — Rust de achterhar van den val over de geheele lengte op den hoofdbalk of een draagstuk, dan blijft het zand, dat bij het ophalen van den val naar beneden valt, daarop liggen en dit zou schielijk eene goede sluiting verhinderen. Bij het aanbrengen van klossen zal het daarop vallende zand minder hinderen. Het balans- of hameigebint, waarop de balans moet rusten, staat, wanneer er, zooals in ons figuur, ook achter den val eene aanbrug is, op den hoofdbald van het watergebint, en wordt verder met houten of ijzeren schoren gesteund.

Rusten de stijlen op den walmuur, dan worden zij met ijzeren dooken op stukken hardsteen geplaatst. Deze bouten zijn met het eene einde, als hakkelbout bewerkt, van onderen in den stijl geslagen, terwijl de andere gedeelten, buiten den stijl, tot doken zijn opgestuikt en in het hardsteen worden vastgegoten.

Veelal worden twee doken onder olken stijl geplaatst. De stijlen worden eenige centimeters achter den voorkant van den muur gesteld; zie fig. 254. Het gedeelte muurwerk onder den val wordt hellende bewerkt,

opdat het zand en vuil daarop niet liggen blijft. In de plaats der bovengenoemde houten draagklossen zijn hier hardsteenen draagstukken in het muurwerk opgesloten, waarop de val in gesloten stand rust.

§ 426. De breedte van het gebint, dus de ruimte tusschen de stijlen, moet zich regelen naar de breedte der brug en is veelal niet minder dan 3 meter. De hoogte onder den hoofdbalk moet zóóveel bedragen, dat de hoogst geladen vrachtwagens kunnen passeeren, dus ongeveer 5 meter. Verder moet hierbij bedacht worden, dat het achtereinde van de balans naar beneden kan staan, zoodat de hoogte van den bovenkant des hoofdbalks, boven het dek der brug, altijd meer moet zijn dan de lengte van het achtereinde der balans. In den regel zal dit dan ook wel plaats hebben, wanneer aan de eerstgestelde voorwaarde is voldaan. Eene bijzonder groote lengte van den val zou het echter noodzakelijk kunnen maken, het achtereinde, ter verkrijging van evenwicht, zoolang te doen zijn, dat eene verhooging van het gebint daarvan het gevolg zou zijn.

Het is voor eene goede behandeling der brug zeer wenschelijk, dat het achtereinde van de balans, bij den opgehaalden stand der brug, niet onmiddellijk bij het dek komt, maar ongeveer 1 meter daarboven blijft.

§ 427. Het gebruik wordt gemaakt van greenenhout: de stijlen en hoofdbalk, zwaar 30 bij 35 à 40 cM. De eerste worden met pen en gat in den hoofdbalk en ook in den hoofdbalk van het watergebint opgesloten.

Door het aanbrengen van korbeels — zie fig. 250, linkerzijde — wordt het gebint tegen schranken beveiligd. Aan het gebint wordt veelal een meer bevallig aanzien gegeven, door het bovenste gedeelte te omtimmeren, bij wijze van poort of boog. Hiervoor zijn de korbeels zóóveel dunner genomen dan de stijlen, dat de buitenzijden der plankbekleeding met de buitenzijden der stijlen overeenkomen. De onderzijde van den boog is hier volgens den cirkel afgewerkt; door vullingsstukken onder aan de korbeels bestaat de gelegenheid, om tusschen de zijdebekleeding het gebogen ondervlak op dezelfde wijze af te dekken. De hoofdbalk is iets zwaarder genomen dan de stijlen, zoodat de bekleedingsplanken in daarvoor in den hoofdbalk aangebrachte spanningen komen en de hoofdbalk aan de beide zijden een paar centimeters daarbuiten komt. Verder wordt de hoofdbalk gedekt door een overstekend dekstuk met lijstwerk. Wil men aan dit gebint meerdere omtimmering aanbrengen en het daardoor een rijker aanzien geven, zoo kan fig. 255 tot voorbeeld strekken.

De samenstelling en betimmering van deze gebinten zal door het voorgaande wel voldoende zijn toegelicht. Bij eene betimmering als laatstgenoemde kan men zeer geschikt gebruik maken van dubbele stijlen en, zoo noodig, ook dito hoofdbalken. Deze dubbele stijlen worden op de noodige afstanden geplaatst en door eenige tusschenstukken of mandjes verbonden, zoodat op en om deze stijlen en mandjes de betimmering kan plaats hebben. De vaste stand van het gebint wordt verkregen door houten of ijzeren schoren.

In fig. 251 is elke stijl versterkt door twee ijzeren schoren. Hiervoor wordt rond ijzer gebezigd, zwaar 5 à 7 cM. in middellijn. De verbinding van deze schoren met de stijlen kan geschieden door het einde van de staaf om te zetten, door den stijl te steken en dit einde, dat van eenen schroefdraad moet voorzien zijn, door een moer, waaronder eene contraplaat is aangebracht, op te sluiten; zie de verbinding van den bovensten schoor. Ook wordt deze verbinding bewerkt, zooals in ons figuur door den benedensten schoor is voorgesteld. Het einde van de staaf is hier plat uitgesmeed en vlak tegen den stijl gelegd; aan de andere zijde van den stijl is eene contraplaat aanwezig, terwijl de verbinding is verkregen door twee à drie schroefbouten, gaande door veer, stijl en contraplaat.

De ondereinden der schoren kunnen met omgezette veeren op de vaste liggers worden bevestigd, of, zooals nog al veel plaats moet hebben, op den vasten wal, op blokken hardsteen, met doken worden vastgegoten.

Hoewel thans meer algemeen gebruik wordt gemaakt van ijzeren schoren, werden vroeger veelal houten aangewend. Deze schoren — zie fig. 255 — hebben eene zwaarte van ongeveer 20 cM. in 't vierkant. Zij worden op ongeveer 0.5 M. beneden den hoofdbalk, met zwaluwstaartvormige verbindingen, eenige centimeters in de stijlen ingelaten en daaraan met splits- of schroefbouten bevestigd. — Kan het ondereinde aan een der vaste liggers worden verbonden, zoo geschiedt ook deze verbinding op dezelfde wijze als die met den stijl. — Komt het achtereinde echter boven den wal, dan verbindt men hem aan een daarvoor ingeslagen paal, waarvan de stand, even als dit bij de ankerpalen plaats heeft, door dwarsstukken en kruisen in den grond voldoende is verzekerd.

De schoren worden onder eenen hoek van ongeveer 45° geplaatst. Het is wenschelijk om ze rechthoekig op het gebint te stellen; maar daar men, zooals reeds is opgemerkt, aan deze bruggen veelal een

minimum van breedte geeft, worden zij, om meer ruimte bij het oprijden te verkrijgen, eenigszins naar buiten wijkende gesteld, zooals fig. 252 in platte grond en fig. 253 in opstand geeft.

§ 428. De balans bestaat uit twee liggers — priemen — van greenen hout. De achtereinden — zie fig. 250 — zijn verbonden door eenen eiken broekbalk. Verder wordt op 1 à 2 M. meer naar voren, veelal een tweede balk — middelbalk — aangebracht. Tusschen dezen broek- en middenbalk wordt door een kruis of door korbeels het geheel versterkt en de stand der liggers meer verzekerd. Is het voor het evenwicht buitendien nog noodig dat de balans van achteren meer wordt verzwaard, dan wordt van onderen tegen of tusschen deze balken en kruisen, geheel of gedeeltelijk, eene plankenbekleeding aangebracht, waardoor eene ballastkist ontstaat, om het achtereinde naar goedvinden te verzwaren. Veelal ook brengt men deze bekleeding zoowel onder als boven aan; hierdoor is de ballast tusschen de bekleeding ingesloten. 't Is dan natuurlijk noodig, in de bovenbekleeding luikjes aan te brengen, om bij den ballast te kunnen komen en dit te kunnen vermeerderen en verminderen.

De afmetingen der priemen kunnen volgens de regelen der Statica bepaald worden. De krachten werken hierbij aan de uiteinden van eenen balk, die in het midden ondersteund wordt. Het achtereinde der priem wordt tot aan het draaipunt, of even voorbij dat punt, gelijk van zwaarte genomen, terwijl de afmetingen naar het vooreinde regelmatig afnemen. Die verdunning heeft plaats van onderen en aan de beide zijden, zoodat het bovenvlak recht blijft. Ook deze priemen worden van boven afwaterend bewerkt — afgebiljoend —, aan beide zijden over $^2/_3$ der breedte.

Voor priemen kan men in dit geval balken nemen van ongeveer 30 bij 35 cM. zwaarte, uit het midden naar voren verdunnende tot 20 bij 28 cM.

Niet alleen dat bij het openen der brug de liggers zullen doorbuigen, maar ook dan wanneer de brug gesloten is, worden deze alleen in het midden ondersteund en blijven de einden met de lasten bezwaard, waarvan doorbuiging een natuurlijk gevolg moet zijn. — Om dit te voorkomen en dus ook het draagvermogen van den ligger te vermeerderen, worden op de priemen spantoestellen geplaatst. Deze spanwerken, welke alle aanbeveling verdienen, bestaan uit een ijzeren standaard, die boven het draaipunt op elken ligger is geplaatst. Hij kan worden ingericht, even als de standaard, onder den versterkten balk in fig. 333. Ook wel kan hiervoor gegoten ijzer worden genomen van verschillen vorm. Over dit middenstuk of standaard, hoog 0.5 à 0,6 M., wordt een ijzeren staaf, zwaar 2 à 3 cM., of een ijzeren ketting gebracht, welke aan de beide einden der priemen door oogbouten of beugels is verbonden. Ook kan het van boven van haken of oogen worden voorzien en de voor- en achterstaaf of ketting ieder afzonderlijk worden aangebracht, terwijl verder deze staaf of ketting van stelschroeven kan worden voorzien, om de priemen meer of minder te spannen.

§ 429. Voor broek-, middenbalk en korbeels wordt weder eikenhout gebezigd.

De broekbalk kan, zooals dit in ons figuur is voorgesteld, even als de middenbalk, tusschen de liggers worden gesteld en daarmede met pen en gat, versterkt door een rozebout, worden verbonden. Ook kan deze om de achtereinden der liggers worden bevestigd, even als dit bij den val plaats heeft.

De zwaarte van deze balken regelt zich mede naar de noodige zwaarte, welke het achtereinde der balans voor het evenwicht moet verkrijgen. Veelal is dit 30 à 40 cM. voor den broekbalk, 25 à 30 cM. voor den middenbalk en de breedte der korbeels 20 à 25 cM., terwijl de hoogte naar die der andere balken moet geregeld worden. Het plankhout voor de ballastkist moet ook van eikenhout genomen worden en eene zwaarte hebben van 4 à 5 cM.

Bij het bepalen van de zwaarte, tot het verkrijgen van evenwicht, moet er voor gezorgd worden, dat het achtereinde der balans door het materieel niet te zwaar worde. Het verzwaren kan tot zekere grens gemakkelijk door ballast verkregen worden. Bij te groote zwaarte van het achtereinde zou men genoodzaakt zijn het vooreinde van den val te verzwaren, waarvan het nadeel zeker niet behoeft te worden opgegeven. Is het verschil in zwaarte tusschen het achter- en vooreinde niet voldoende, dan zal de brug door het sluitwerk naar beneden moeten gehouden worden en zal dus, wanneer er passage over de brug plaats heeft, de val in trillende beweging zijn, wat ook zeer nadeelig is voor het sluitwerk.

§ 430. Het voor de beweging der verschillende deelen benoodigde ijzerwerk bestaat uit de volgende deelen:

1. Beugels om de einden van den voorkoppel- of kettingbalk.

Voor de zwaarte dezer beugels kan men 15 bij 4 c.M., nemen; elke beugel moet van boven voorzien

zijn van een oog, tot het opnemen der hangketting, en wordt met houvasten tegen afschuiven beveiligd. — Deze houvasten worden aan het vooreinde van een omgezet gedeelte, handje, voorzien, waarmede zij tegen den beugel sluiten, zooals dit ook in fig. 256 is opgegeven.

2. Twee tappen aan de einden van den broekbalk van den val zie fig. 250.

Niet alleen moet men gedurende de beweging op deze tappen vertrouwen kunnen, maar ook in gesloten stand der brug zullen zij, bij het geringste verzet der draagklossen, een groot gedeelte van den last moeten dragen. Een goede bewerking en ijzersoort zijn dus hier van groot belang.

Deze tappen worden veelal bewerkt en aangebracht, zooals fig. 256 aangeeft. Aan de tap zelve wordt eene zwaarte van 5 tot 8 c.M. middellijn gegeven. Zij dient zóó hoog geplaatst te worden, dat de middellijn overeenkomt met den bovenkant van het dek; om dit te verkrijgen is het ijzer naast de tap opgestuikt, en verder naar achteren uitgesmeed, om op den broekbalk bevestigd te worden.

3. Twee beugels om de einden van den broekbalk. Om de einden van den broekbalk en het opgestuikte gedeelte naast de tap is een beugel aangebracht — zie teekening — van 2 bij 5 c M. ijzer, die met meergenoemde houvastijzers of veeren tegen afschuiven is beveiligd.

Somtijds wordt ook wel een doorgaande ijzeren staaf op den broekbalk bevestigd, of daarin ingelaten aan welker einden de beide tappen zijn gesmeed.

4. Twee hangbeugels, ook wel handen genoemd, tegen de voorzijde der hamei-gebintstijlen, waarin de tappen draaien, zie fig. 256 b. Het omgezette einde of de hand dezer beugels dient mede zeer soliede te worden bewerkt, daar deze den geheelen last der tappen moeten overnemen. De beugels zijn van 1 tot 1,5 M. lang, aan het beneden einde zw. 4 à 5 bij 8 c.M. en van boven 2 bij 8 c.M. Zij worden tegen het midden der stijlen met schroefbouten van 2,5 à 3 c.M. zwaarte bevestigd, terwijl zij van onderen, ter diepte van de aangesmede tand in den stijl worden ingelaten. Aan de tegenovergestelde zijde der stijlen wordt, onder de moeren der schroefbouten, eene doorgaande contraplaat aangebracht.

Nadat de tappen in de omgezette gedeelten der hangbeugels zijn gelegd, moet de ruimte boven deze tappen met dekstukken worden afgesloten, om voor mogelijke uitlichting te zorgen, zie teekening.

5. Vier stoelen of ruiters boven aan het hamei-gebint, voor de beweging van de balans.

Ieder dezer stoelen, zie fig. 257 — bestaat uit eene beugel, die om den hoofdbalk valt, en van boven, ongev. boven het achtervlak van den hoofdbalk, voorzien is van een oog, waarin de as van de balans zich kan bewegen.

Aan beide zijden der priemen is zulk een beugel noodig, zoodat de eene, die tegen den stijl valt, van lange veeren ter lengte van ongev. 1 M., voorzien wordt, terwijl de andere, die alleen aan den hoofdbalk kan bevestigd worden, geene langere veeren kan hebben dan de hoogte van den hoofdbalk. Deze stoelen, waarvan fig. 257 eene afzonderlijke teekening geeft, worden mede met doorgaande schroefbouten aan den hoofdbalk en de stijlen bevestigd. Zij hebben eene zwaarte van ongev. 4 bij 6 à 7 c.M., waarbij de dikte der veeren van onderen wel tot 2 c.M. kan worden verminderd.

6. Vier veerijzers of draaibeugels tegen de balanspriemen, voorzien van oogen, waarmede de balans om de as moet bewogen worden.

Aan weerszijden van elke priem — zie fig. 250 en 251 — moet boven het draaipunt een dezer veerijzers worden aangebracht, waarvan fig. 258 een op grootere schaal voorstelt. Aan de veeren geeft men eene lengte van 0,8 à 1,3 M.; de ijzerzwaarte is veelal 2 à 4 bij 6 à 8 c.M. terwijl het middengedeelte, waarin het oog voor de draaibout komt, wat zwaarder wordt gesmeed. Ook deze beugels worden met doorgaande schroefbouten aan de priemen verbonden. Somtijds worden de beugels voor de draaias onder de priemen aangebracht. Verbindt men ook hierbij de beugels met doorgaande schroef- of spiebouten aan de priemen, dan zullen deze bouten zoowel de gedrukte als uitgerekte vezels doorsnijden, en de priem juist daar, waar hij aan de meeste kracht moet weerstaan, verzwakken.

Bij de eerste genoemde constructie moet men dan ook zorgen, dat de beugels zoo lang zijn, dat de bouten beneden het midden der priem, en dus in de gedrukte vezels komen, waardoor de sterkte der priem niet zal verminderen.

Wil men de veeren onder tegen de priemen aanbrengen, dan moeten zij met hakkelbouten, en verder om de priemen sluitende beugels worden bevestigd. Hiertegen is echter nog een ander bezwaar. Wij hebben gezien, dat voor de gemakkelijke beweging in alle standen, het draaipunt door het zwaartepunt der balans zou moeten gaan, en dus door de priemen; hierdoor zouden deze echter te veel verzwakken. 't Is daarom echter noodig, te zorgen, dat de draaias, in elk geval zoo na mogelijk tegen het ondervlak der priemen

wordt gebracht. Dit wordt nog te meer noodig bij het aanbrengen van een spanwerk op de priemen, waardoor natuurlijk het zwaartepunt verhoogd wordt.

Meer aanbeveling verdient een enkele beugel in achteroverhellenden stand om de priemen aangebracht, zie de fig. 251 à en 259. Deze beugel wordt dan door een hakkelbout in de zijvlakken, en van boven door eenen anderen beugel op het bovenvlak der priem bevestigd.

7. Een of twee draaiassen in de genoemde stoelen- en beugels. Somtijds wordt daarvoor eene doorgaande as gebezigd, die met een' kop voor den eenen, en met een moer, op mede draaiende contraplaat of met eene splits, voor den anderen beugel aan de buitenzijden der priemen moet komen. Ook wel wordt er voor elke priembeweging eene afzonderlijke draaias genomen. Bij overigens goede constructie, zal het eene zoowel voldoende zijn als het andere.

Voor de ijzerzwaarte dezer assen wordt veelal 5 c.M. genomen.

8. Beugels om de einden der priemen.

Om de vooreinden der priemen worden beugels gewerkt, die van onderen van sterke oogen voorzien zijn, om daardoor de hangkettingen met de balans te verbinden. De bewerking en bevestiging dezer beugels is hetzelfde als bij den kettingbalk is opgegeven.

Zit de broekbalk tusschen de priemen, dan kunnen ook de achtereinden daarvan van dito beugels worden voorzien. Ook aan het ondervlak moet dan gelegenheid bestaan, tot het inhaken van eene haalketting, waarmede het achtergedeelte naar beneden kan worden getrokken. Dit oog behoeft echter niet zoo zwaar te zijn, of uit hetzelfde stuk gesmeed te worden, maar kan ingericht worden overeenkomstig fig.

Is de broekbalk achter aan de priemen verbonden, zoo kan voor bovenstaand doel een oogbout aan den broekbalk worden bevestigd.

9. Hang- en haalkettingen.

De hangkettingen, welke de vooreinden der priemen met den kettingbalk verbinden, en waaraan dus bij de beweging het vooreinde van den val hangt, moeten van best ijzer worden vervaardigd. — Veelal neemt men daarvoor zoogenaamde papent kettingen, met lange of korte schalmen, en van geene mindere ijzerdikte dan 1 c.M. De haalketting aan het achtereinde der balans behoeft natuurlijk niet deze zwaarte te hebben. Eene betrekkelijk fijne ketting zal hier voldoende zijn. —

Het ondereinde moet zoo hoog hangen, dat het met de hand kan gevat worden, en daartoe voorzien zijn van een' ring.

10. Sluitwerk. —

Hoewel bij alle beweegbare bruggen eene sluiting noodig is, om te kunnen zorgen, dat zij niet dan met toestemming van bepaalde personen kunnen geopend worden, is dit voor de ophaalbruggen een noodzakelijk vereischte. Deze bruggen zijn in gesloten stand nagenoeg in evenwicht; eene geringe kracht, aan het achtereinde der balans, doet ze niet alleen dadelijk opengaan, maar ook bij verandering van evenwichtstoestanden, ontstaande door veranderde weersgesteldheid, zouden zij zonder opzettelijk aangebrachte kracht zich openen, wat tot groote ongelukkan aanleiding zou geven.

De sluiting geschiedt door grendels en schuiven. In de fig. 261 en 262 worden hiervoor een paar constructiën aangegeven.

Die in fig. 261 bestaat uit twee veeren, waarvan de eene op het vaste dek is bevestigd, terwijl de andere om een scharnier kan bewogen worden. In gesloten stand valt het bewegelijk gedeelte, met eene opening, om een op den val aanwezige kram; voor dagsluiting kan over deze veer en door de kram een houten wig worden gestoken, terwijl voor nachtsluiting een hangslot wordt gebezigd.

In fig. 262 is een schotel voorgesteld, die op het vaste gedeelte om eenen spil kan draaien; in gesloten stand grijpt het gebogen uiteinde van dezen schotel in een kram. De sluiting kan verder worden verzekerd door pen of hangslot. Voor deze sluitingen kunnen zeer verschillende constructiën toegepast worden; 't zij hier voldoende daarvoor een algemeen denkbeeld aan te geven.

11. Een klinktoestel.

Om bij geopenden stand het neervallen der brug te voorkomen, moet zij kunnen vastgezet worden. Daarvoor kan aan de balans een klink of haak worden aangebracht en aan den stijl van het gebint een' neus of kram, waardoor de balans aan het gebint wordt vastgezet, zie fig. 265.

De gedeelten van het ijzerwerk, waar de bewegingen plaats hebben, moeten zuiver afgedraaid en tevens verstaald worden.

Het leuningwerk op den val moet bij de beweging niet hinderlijk zijn en wordt gewoonlijk aangebracht zoo als de teekeningen voorstellen. Voor deze leuningen neemt men greenen regel- of schroothout, zwaar bijv. voor den bovensten regel 9 en 12 en voor den ondersten 4 en 10 cM. Zij worden aan het gebint met oogbouten en van voren met kleine kettingen afgehangen.

Bij elke ophaalbrug behoort een takel met dubbele blokken aanwezig te zijn, om haar daarmede, ook bij verandering van het evenwicht of bij slecht weer, in elk geval te kunnen openen.

§ 431. Bij de dubbele ophaalbruggen moeten de liggers, even als dit bij de dubbele bascule-bruggen is opgegeven, van voorharren voorzien zijn, waarmede de vallen tegen elkander sluiten. De liggers worden daarbij met pen en gat in de harren gewerkt. Ook worden hierbij zorg- of veiligheidskettingen aangebracht, die van de stijlen tot den kettingbalk loopen, zie fig. 253

§ 432. De vallen der ophaalbruggen kunnen ook door schoorwerk worden ondersteund; dit is wel toegepast bij dubbele ophaalbruggen, en dan voor dien val, welke het eerst werd neergelaten, zie fig. 253 linkerzijde.

Bij het aanwenden dezer schoren moeten deze van onderen in den muur of op hardsteenen consôles rusten, en van boven tegen eenen dwarsligger of klossen onder de liggers van den val steunen. De schoren moeten zich aan den muur kunnen bewegen en de stang, welke aan de liggers en schoren is verbonden, moet op beide uiteinden kunnen draaien; verder moet alles zoodanig zijn ingericht, dat de schoren, bij geopenden stand der brug, tegen het muurwerk en de brug sluiten, om de doorvaart zoo min mogelijk te hinderen. Is alles op de vereischte lengte en op de juiste plaats, dan zullen deze schoren nuttig werken, evenwel zal dit in de praktijk zeer bezwaarlijk te verkrijgen zijn. Eene geringe verzetting der bewegende deelen, uitzetting der vallen in de lengte, zal ze of onbruikbaar of ondienstig doen zijn.

De sluiting dezer dubbele ophaalbruggen geschiedt door het koppelen van de vooreinden der vallen. De fig. 263 en 264 geven daarvoor twee constructiën aan. In fig. 263 is op den eenen val, op de beide buitenzijden, een ijzeren staaf bevestigd, die voor de eene helft over de voorhar uitsteekt en daarmede op den anderen val komt te rusten. Op den tweeden val zijn twee krammen geplaatst en in de staven zijn de noodige openingen aanwezig, waarmede ze om de krammen vallen. De verdere bevestiging kan, even als bij de enkele ophaalbruggen, kon geschieden door wiggen of hangsloten.

In fig. 264 zijn op de beide vallen ijzeren staven verbonden, welke beide met overstekende gedeelten op de andere vallen komen, en waarbij in gesloten stand de sluiting verder door wig of hangslot kan worden verzekerd.

Hoewel laatstgenoemde constructie bij de dubbele bascule-bruggen de meest gebruikelijke is en daar aanbeveling verdient, wijl het ook het voorbij elkander schuiven der voorharren geheel belet en het vooreinde van den eenen val op dat van den anderen doet rusten, is het bij ophaalbruggen nog al bezwaarlijk, de vallen zóó gelijkelijk neer te laten als deze constructie eischt.

§ 433. Eene groote verbetering is vooral ook voor de ophaalbruggen, het meer gebruik maken van ijzerconstructiën. Het gevaar, aan deze bruggen verbonden, kan daardoor zeer verminderd worden.

Hoe de ijzerconstructiën hierbij zijn toegepast, blijkt uit de volgende opgaven:

Fig. 266*a* geeft den halven opstand van een gegoten ijzeren hameigebint, terwijl fig. 267 het ondereinde van de stijlen in doorsnede en opstand volgens grootere schaal voorstelt.

Voorts wordt in fig. 266 *b* en *c* de stijl van binnen en van buiten gezien voorgesteld.

De stijl rust met de flenzen op den hoofdbalk van het watergebint en wordt daarop verder door schroefbouten bevestigd. Ook kunnen deze bouten, van onderen tot veeren uitgesmeed, aan de palen van het gebint worden vastgehecht. Hoewel hier het staande stuk van den stijl, dat volgens de richting van den hoofdbalk loopt, van onderen slechts weinig verbreed is, wordt deze verbreeding ook wel grooter genomen, waardoor de vorm meer overeenkomt met dien der houten stijlen, waarbij de verbreeding is verkregen door een afzonderlijke klos of verdikstuk. — Door dit staande stuk van onderen meer te verbreeden, vergroot de oppervlakte van de flenzen en de ruimte voor het aanbrengen der bouten. De hier aangebrachte zijdelingsche schoor kan dan vervallen.

Ook aan de binnenzijde brengt men veelal kleine steunschoren tegen de stijlen aan. Staan de stijlen op metselwerk, dan worden de bouten daarin opgesloten door eene ingemetselde ijzeren onderplaat, waardoor zij gaan en waartegen zij met de koppen aan de onderzijde sluiten.

Van boven eindigen deze stijlen gaffelvormig, zoo als dit in fig. 268 vergroot is geteekend. Tusschen deze opstaande zijwanden kunnen zich de priemen bewegen.

Ook deze gebinten moeten door achteruitstaande schoren worden versterkt. In onze teekening zijn daarvoor twee aangenomen, waarvan de benedenste bestaat uit gegoten Tijzer. Wordt er één aangewend dan is het noodig daarvoor de bovenste te nemen, die aan de draaias is verbonden; omdat de daardoor tevens verkregene versterking van de opstaande wanden, waartusschen de priemen zich bewegen, noodzakelijk is.

§ 434. De verbinding der stijlen geschiedt van boven door eenen gegoten ijzeren hoofdbalk, tusschen de stijlen aangebracht, die eenen dubbelen Tvorm — I — heeft. In het staande stuk zijn eenige openingen gelaten, die geschikt door hol gegoten ornamenten kunnen gevuld worden. De hoofdbalk is met schroefbouten aan de stijlen verbonden, terwijl het geheel nog wordt versterkt door de gegoten ijzeren korbeels, welke langs de buitenzijden van flenzen voorzien zijn, waardoor zij met schroefbouten aan die der stijlen en hoofdbalk zijn bevestigd. Ook deze hoekstukken kunnen met uitsparingen worden gegoten en door ornamenten worden versierd.

§ 435. De fig. 269 en 271 geven de opstanden van priemen en fig. 270 den plattegrond van eene ijzeren hamei-balans.

Fig. 269 geeft daarvan een voorbeeld, waarbij de balans van plaatijzer is genomen, onder en boven door aangeklonken hoekijzer en eene dekplaat versterkt. De beide priemen zijn door gegoten en geslagen ijzeren dwarsverbindingen en kruisstangen tegen verzetten beveiligd. Fig 272 geeft eene doorsnede van dezen gesmeed ijzeren priem, terwijl de fig. 273*a* en *b* de doorsnede over het midden der draaias en den opstand van het middelstuk geven

Ook geeft fig. 356 eene constructie welke voor dit doel meer is aangewend.

Bij het aanwenden van ijzer levert het geen bezwaar op de as door de priem te laten gaan; hierdoor kan zij door het zwaartepunt worden aangebracht.

De as beweegt zich in eene metalen bus, welke in eene daarvoor aanwezige opening in den ligger of priem wordt geplaatst. Die bus rust in onze figuur van onderen tegen staande platen en komt ook tegen de verzwaringsplaten des liggers. Buitendien rust zij nog op een paar stelschroeven, die door de onderflenzen van de priem zijn aangebracht. Boven de spilbus is het gat in den ligger zóó groot genomen, dat daarin ijzeren wiggen kunnen geslagen worden, om de bus sterk te doen klemmen.

§ 436. Fig. 271 stelt de achterste helft en een klein gedeelte van het vooreinde voor van eenen gegoten ijzeren priem, welke constructie, 't zij daaraan geheel overeenkomstig, 't zij met kleine wijzigingen, meer is toegepast.

Fig. 274 geeft de doorsnede voor het middelstuk.

De priem bestaat, zooals de teekeningen aangeven, in hoofdzaak uit een kruis met verhoogstukken. Zij bestaat in de lengte uit twee gedeelten, welke in het midden met schroefbouten aan elkander verbonden zijn, en een' afzonderlijk gegoten ijzeren broekbalk. Over de verhoogstukken en om den broekbalk en de vooreinden der priemen zijn gesmeed ijzeren spanijzers aangebracht. Deze spanijzers zijn door opgeschroefde dekstukken op de verhoogstukken bevestigd, en aan het vooreinde voorzien van oogen tot het opnemen der hangkettingen. De noodige spanning wordt voor deze spanijzers verkregen, door acht stelschroeven, waarvan tusschen elke priem en broekbalk vier zijn geplaatst.

Tot het aanbrengen van de bus der draaias, is eene opening in elke priem gelaten, waarin de bus in de breedte zuiver past, maar waarbij de gelegenheid bestaat, om hem hooger en lager te kunnen stellen.

Na het geheel afwerken en aanbrengen, is bij proefneming bepaald, waar deze bus moest staan, om het evenwicht van balans en val in alle standen te verkrijgen; hiertoe is gebruik gemaakt van de in de teekening voorkomende stelschroeven boven de bus, waardoor het mogelijk was, haar gedurende het onderzoek te verplaatsen.

Nadat de plaats der as zuiver was bepaald, zijn de overblijvende openingen met lood volgegoten.

§ 437. De ijzerdikte van de stijlen is 2,5 c.M.; het staande stuk in den dag van het gebint breed 25 c.M., het andere van onderen breed 13- en van boven 10 c.M., terwijl de onderflens 4 c.M. dik is. De binnenzijwanden der opstaande stukken, waartusschen de priemen bewegen, zijn mede 2,5 c.M. zwaar, terwijl dit voor de buitenste wanden 3 c.M. bedraagt. De ter zijde aangebrachte gegoten ijzeren schoren hebben den T vorm, van onderen van een voet voorzien en van boven met dubbele veeren, waarmede zij om de staande stukken der stijlen sluiten; de ijzer dikte is 2 c.M., en de flenzen zijn 7,5 c.M. breed.

De bovenste schoren zijn van geslagen ijzer, van 6 c.M. middellijn.

De hoofdbalk heeft buitenwerks eene hoogte van 25 c.M.; de onder- en bovenflenzen zijn 18 c.M. breed, en de doorgaande ijzerdikte is 2,5 c.M.

De ijzerdikte der priemen is 2,5 en 3 c.M., de hoogte der kruisen is nabij de middelstukken 20 c M; het achterste gedeelte behoudt deze hoogte, terwijl zij naar voren tot 7 c.M. vermindert. De hoogte van het middelstuk is, van midden tot midden spandraad, 0,94 M., terwijl de breedte der flenzen tusschen de opstaande zijstukken der stijlen 17 c.M. bedraagt. De priemen zijn voor het achtergedeelte 4,72- en voor het voorgedeelte 5,19 M. lang.

De gesmeed ijzeren as heeft eene zwaarte van 5 c.M., loopt boven den hoofdbalk door, en is aan de buitenzijden door splitsen, buiten de knoopen der schoren, vastgezet.

Het staande stuk van den broekbalk, waartegen de stelschroeven steunen, is 22 c.M. hoog, en 2 c.M. dik, en het rondloopende onder- en achterstuk is 3 c.M. zwaar. De balk heeft eene breedte van 30 c.M., en is, behalve op de beide einden, van boven opengelaten.

De val is voor deze brug van eikenhout genomen, de broekbalk zw. 18 bij 18 c.M., de voorhar 13 bij 14 c.M., en de liggers achter 19- voor 14- en in het midden 23 c.M. hoog, bij eene doorgaande breedte van 13 c.M.

Op andere plaatsen zijn echter ook de liggers van getrokken ijzer genomen.

ROLBRUGGEN.

§ 438. Evenals bij de klapbruggen stuit men ook bij de rolbruggen op verschillende bezwaren. Zij zijn echter van anderen aard. Is bij de klapbruggen het gevaarlijke van de hooge betimmering eene der voornaamste grieven, bij de rolbruggen bestaat dit meer in het lastige der behandeling. Zij zijn veelal toegepast, om kleine openingen te overspannen, waarbij eene vlugge en spoedige behandeling geene hoofdvoorwaarde was.

De rolbrug beweegt zich evenals eene draaibrug in een horizontaal vlak, zij draait daarbij evenwel niet om een bepaald punt, maar wordt, op rollen loopende, achteruitgetrokken. Bij het achteruittrekken komt het voorste gedeelte der brug buiten het steunpunt; hieruit volgt, dat het zwaarte punt der brug boven het landhoofd moet gelegen zijn, waardoor deze bruggen eene aanmerkelijke lengte moeten verkrijgen. Zij loopen over rollen, of wel tusschen rollen of raderen, en moeten zich bij het achteruittrekken boven het achterliggend terrein bewegen. Hieruit volgt, dat het dek dezer bruggen, in elk geval ter hoogte van de betimmering van liggers en dekken plus de noodige vrijdraaiende ruimte tusschen brug en terrein, boven dit terrein moet liggen. Om nu daarbij de gelegenheid te verkrijgen, dat de rijtuigen de brug kunnen op- en afrijden, is hier een hellend gedeelte achter de brug noodig, wat de klep of koebrug wordt genoemd. Bij de indijking van den Haarlemmermeerpolder is onder anderen van bovengenoemde inrichting gebruik gemaakt, tot overbrugging der ringvaart.

Men heeft aldaar twee soorten aangebracht, de eene loopt over rollen die zich tusschen het vaste en het achtereinde van het beweegbaar gedeelte bevinden; bij de andere soort hangt de brug tusschen raderen die in assen loopen waarop het gedeelte van de beweegbare brug, dat boven het vastegedeelte blijft, rust. Fig 275 geeft de doorsnede dezer bruggen over de breedte, en wel, de linkerhelft die der eerste en de rechter helft die der laatstgenoemde soort.

§ 439. De onderbouw dezer bruggen, of de daarvoor noodige aanbruggen, bestaat uit jukken, waarvan de palen, van boven 35 bij 35 c.M. zwaar zijn, met hoofdbalken van dito afmetingen. De liggers der vaste gedeelten, waarop de sporen voor de wielen zijn bevestigd, zijn voor de eerstgenoemde soort van bruggen zw. 20 bij 37, en de overige zw. 20 bij 30 c.M. Het eikenonderdek is 7 c.M. dik, zoodat de bovenkant van de liggers, waarop de sporen rusten, even hoog ligt als de bovenkant van het onderdek.

§ 440. Het beweegbaar gedeelte der eerstgenoemde soort van bruggen bestaat uit zes greenen liggers, zw. achter 20 bij 30-, en vóór 20 bij 20 c.M.

De beide buitenste liggers loopen tot het einde der klep door, terwijl de vier andere, bij het begin der klep, in eenen broekbalk, zw. 30 bij 50 c.M., zijn opgesloten; aan welke broekbalk de klep of koebrug mede bevestigd is. De vooreinden der liggers eindigen in eenen voorkoppelbalk, van 20- bij 20 c.M. dikte. Over de liggers zijn vier eiken koppelhouten aangebracht, zw 20- bij 35 c.M., die zoodanig over de liggers verkeept zijn, dat de bovenkant gelijk komt met den bovenkant van het eiken onderdek.

Door eiken spankolommen, zw. 20 bij 30 c.M., met gegoten ijzeren steunstukken en gesmeed ijzeren

spandraden van 4 c.M. middellijn, is de brug tegen doorbuiging over de lengte beveiligd; evenals dit bij de draaibruggen is opgegeven. Verder zijn nog onder het achterste gedeelte en den boven de rolburrie drie versterkingsijzers onder de op een na buitenste liggers geplaatst, van 4 c.M. zijde, welke met uitgesmede veeren op de buitenste en middelste liggers bevestigd zijn, zie teekening. Hierdoor wordt de onderlinge afstand der liggers nog meer verzekerd en verkrijgen de liggers, die niet op de burrie rusten, eenige steunpunten.

§ 441. De klep- of koebrug heeft eiken liggers, bij den broekbalk zw. 15- bij 20 c.M., en aan het vooreinde zw. 10- bij 20 c.M. Zij zijn aan het achtereinde in den broekbalk der rolbrug, en aan het vooreinde in eenen eiken vóórbalk, zw. 15- bij 70 c.M., bevestigd. — Deze laatste is, voor zoover dit voor het oprijden der rijtuigen noodig is, schuin afgewerkt. —

§ 442. De brug beweegt zich op 24 gegoten ijzeren rollen, hoog 19- breed 9 c.M., met randen van 2- bij 3 c.M. breedte. Deze rollen zijn in vier rijen achter elkander geplaatst, en wel zoodanig, dat ingesloten stand der brug het geheele achtereinde daardoor gelijkmatig wordt gedragen. De voorste rollen staan dan op het vooreinde der aanbrug. Elke rij is opgesloten tusschen twee ijzeren staven, zw. 8- bij 2. c.M. In de nabijheid van elke rol, is een gegoten ijzeren vullingsstuk tusschen deze staven, en tusschen deze verschillende rijen zijn verbindingsstukken aangebracht, waardoor de geheele burrie is vereenigd, en de onderlinge afstanden zijn verzekerd.

De rollen loopen over sporen van getrokken ijzer, breed 8, dik 3 c.M., welke op- en onder de liggers van het vaste- en beweegbare gedeelte zijn vastgebout. Die op de buitenste liggers van het vaste gedeelte, welke ook naast den koebrug doorloopen, hebben eene lengte van 19,30-, en die op de middelste van 13,30 M., terwijl die lengte onder het beweegbare gedeelte respectievelijk: 14,30- en 13,30 M. bedraagt. Waarbij zij tot zoover onder de liggers boven de doorvaart doorgaan, als deze liggers zich bij het aftrekken der brug over de burrie zullen moeten bewegen.

Onder het achtereinde der buitenste liggers van de rolbrug, zijn mede twee wielen aangebracht, welke met veerbeugels aan de liggers verbonden zijn.

De beweging geschiedt door eene ketting, die aan de vaste brug is verbonden, en loopt om twee katrollen van 26 c.M. middellijn, waarvan de eene aan het vaste-, en de andere aan het beweegbare gedeelte is bevestigd.

Op het landhoofd, aan de voorzijde der brug, zijn wieltjes aangebracht, en onder het voorste gedeelte der rolbrug ijzeren scheenen, opdat de brug bij het overschuiven gemakkelijk is aan te sluiten.

§ 443. De lengte der rolbrug is, met inbegrip van die der koebrug 19,50 M. en de doorvaartswijdte 8 M.

De verdere nog noodige ophelderingen blijken duidelijk uit de teekeningen.

§ 444. Bij de andere reeds genoemde constructie, loopt de brug niet op eene zoogenaamde slede met rollen; maar hangt zij tusschen de raderen.

De brug wordt daarbij gedragen door ijzeren assen, welke onder de liggers doorgaan en met zwanehalzen — opgezette einden buiten de brug — in de raderen rusten. Het voornaamste stel raderen, staat nevens de spankolommen, en in gesloten toestand der brug, derhalve vóór op het vaste gedeelte, terwijl nabij den broekbalk eene tweede as met raderen is aangebracht.

De assen zijn van gesmeed ijzer: de voorste 10- en de andere 7 c.M. zw. Bovendien is de voorste as van onderen verzwaard met een verdikstuk, in het midden ook zwaar 10 c.M. en op de einden te niet uitloopende.

§ 445. De wielen zijn van gegoten ijzer, en met gesmede ijzeren banden en flenzen voorzien; zij loopen over ijzeren sporen. De voorste wielen zijn hoog 1,10- en de achterste 0,70 M., terwijl ook achter aan de koebrug, die draaibaar aan de achterhar der brug is afgehangen, nog twee kleine wielen zijn. De beweging geschiedt door het ronddraaien van een rondsel, dat aan de beweegbare brug is verbonden, en op een heugelijzer werkt, dat op den middelsten vasten ligger is bevestigd. Het rondsel wordt rondgedraaid door eene kruk zoo als die ook bij de draai- en basculebruggen is opgegeven, die op de te lood staande as van het rondsel kan worden geplaatst. Het is bevestigd door eene betimmering, die tusschen de middelste liggers van de rolbrug is aangebracht. —

§ 446. Bij de eerstgenoemde slede-beweging, het stelsel van losse rollen onder de brug, kunnen deze raderen slechts een' kleinen diameter hebben, daar anders het verschil in hoogte, tusschen den bovenkant

van het dek der rolbrug en die der vaste brug te groot wordt; waardoor het lastige, dat de noodzakelijke klep- of koebrug geeft, zal vermeerderen. De wrijving, die bij deze kleine rollen gedurende de beweging moet worden overwonnen, zal dus nog al aanmerkelijk zijn.

Bij het aanbrengen van raderen naast de brug, zal men daaraan grootere afmetingen kunnen geven; hierbij heeft men evenwel het nadeel, dat de raderen zich met de brug achteruit verplaatsen, en dus het geheele vooreinde gedurende de beweging niet ondersteund wordt.

Men heeft destijds aan het stelsel van kleine wielen de voorkeur gegeven, daar men ook voor te veel wrijving der wielen op de hoofdassen vreesde; daarbij oordeelde men, dat de werking van het rondsel op het heugelijzer eene zijdelingsche drukking zou bewerken, die nadeelig was voor eene geregelde beweging.

Later is echter door deskundigen verklaard, dat het volstrekt niet bleek aan welke inrichtingen de voorkeur moest worden gegeven. Bij andere bruggen, die ook op soortgelijke wijze op kleine raderen bewegen, is ook gebruik gemaakt van een rondsel, dat op eene getande staaf werkt, zooals boven is opgegeven; zonder dat daarbij eene nadeelige werking wegens zijdelingsche drukking werd waargenomen.

§ 447. Om het lastige der koebrug te vermijden heeft men andere constructien toegepast.

Zoo vindt men opgaven van bruggen, waarbij het dek der rolbrug in hetzelfde vlak ligt, als dat van het achterliggende gedeelte der vaste brug. Wil men zoodanige brug openen, dan moet voor eerst de bovenbouw van het achterliggende gedeelte ter zijde worden uitgerold, waardoor de gelegenheid ontstaat, om de rolbrug achteruit te trekken.

Op meer eenvoudige wijze is dit verkregen, en ook in ons land in toepassing gebracht, door de brug niet in de richting van de as des wegs, maar zijdelings achteruit te doen gaan. Dit is vooral zeer goed uit te voeren, wanneer de as van den weg niet rechthoekig op die van het kanaal staat.

In fig. 276 is hiervan eene voorstelling door schetsteekening aangegeven. De brug kan zich daarbij op drie raderen bewegen, welke over sporen loopen, zie bij *a*. De beweging kan ook hier geschikt geschieden door het in beweging brengen van een rondsel, loopende op eene getande ijzeren staaf. Het rondsel moet daarbij natuurlijk weer aan de brug en de staaf of heugel op het landhoofd bevestigd zijn. —

Aan het vooreinde kan men deze bruggen op excentrieken doen rusten, en deze vóór de beweging losdraaien, om bij het af- en overdraaien geene klemming van het voorste gedeelte op het steunpunt te hebben, en de brug, nadat zij weder is overgebracht, steeds voldoende te kunnen op- en vastzetten.

§ 448. Ook heeft men deze laatste soort van bruggen over de lengte in tweën gedeeld, waarbij de beide helften, op boven vermelde wijze, door hetzelfde raderwerk van elkander werden afgeschoven, om de doorvaart te openen.

Iedere helft kan daarbij ook afzonderlijk worden bewogen, zoodat de passage kan bestaan blijven, ook gedurende reperatie en herstelling.

§ 449. Door fig. 277 wordt eene constructie van een rolbrug voorgesteld, omgeven zooals die bij de vestingwerken meer zijn gebruikt en voor overspannen van kleine openingen in aanmerking kunnen komen. De koebrug wordt hier opgelicht door middel van hefboomen, die van een tegenwicht zijn voorzien. Om de spanning te verminderen en de geheele lengte der brug korter te maken loopen de voorste wielen, op houten of ijzeren draaiers boven de doorvaart door. Deze kunnen zoo zijn ingericht, dat zij, bijaldien de geheele doorvaart moet gebruikt worden, tegen het juk kunnen gedraaid worden. Verder is deze brug, zooals de teekening aangeeft, om het doorbuigen te voorkomen van een spanwerk voozien.

§ 450. Voor eenige jaren is eene dubbele ijzeren rolbrug gelegd over eene schutsluis te Nieuwesluis. Deze constructie heeft veel overeenkomst met die van de brug over de ringvaart van den Haarlemmerpolder, welke tusschen de raderen hangt. Deze soort bruggen zijn ook wel, ter onderscheiding van de gewone rolbrug, wiel- of wagenbruggen genoemd.

De hoofdafmetingen van de genoemde brug te Nieuwesluis zijn:

Lengte van het vooreinde uit het hart der draaiingsas	7.65 M.
Idem van het achtereinde, zonder de koebrug	8.75 „
Lengte der koebrug	2.80 „
Breedte der brug tusschen de buitenkanten van de flenzen der buitenliggers	4.00 „

De helling van den bovenkant der brug bedraagt 1 op 30.

Elke brug, waarvan de figuur 289 en 290 de lengtedoorsnede en halve plattegrond van een der deelen boven den vasten wal voorstellen, bestaan uit vier hoofdliggers met tusschenverbindingen van

plaat-, ⌊- en ⊤ ijzer en wordt gedragen door eene hoofdas van gegoten staal, waaraan twee groote drijfwielen zijn bevestigd. Het achtereinde wordt ondersteund door twee wielen van kleinere afmetingen. De koebrug, die in onze figuren is afgebroken, is aan de liggers opgehangen, en rust eveneens op twee gegoten ijzeren rollen.

De beweging geschiedt door middel van windwerk, werkende op het midden der hoofdas.

Fig. 291 geeft eene doorsnede over de as van beweging

De staande plaat der beide buitenste hoofdliggers is in het midden hoog 70.6 — en die der beide middelste 50.6 c.M., bij eene dikte van 9.52 mM. De hoogte dezer platen is bij de vooreinden 21.4 — en aan de achtereinden 22.6. cM.; zij zijn onder en boven voorzien van hoekijzer van 8 cM. zijden en 1.1 cM. dikte. Verder zijn de liggers versterkt door twee bovenplaten, breed 24, dik 1.1 cM. en ééne doorgaande dito onderplaat. Voorts zijn deze onderflenzen uit het midden over ongev. de halve lengte van het voor- en achtergedeelte met eene dito tweede onderplaat versterkt, terwijl alleen bij de buitenste liggers de onderflenzen van het middengedeelte, boven de as, uit drie plaatdikten bestaan.

Overigens zijn de binnenliggers met laschplaten, en de buitenliggers met laschplaten ⌊- en ⊤ ijzer samengesteld, versterkt en verstijfd.

De twee dwarsliggers, aan weerszijden van de bewegingsas, bestaan uit dito samenstel van plaat- en hoekijzer als de middengedeelten der buitenliggers, waarbij tusschen de middenliggers en onderflenzen der dwarsliggers, door met hoekijzer versterkte staande stukken, platen en dekstukken, als draagstukken zijn aangebracht. De boven- en onderflensplaten sluiten van boven tusschen de flenzen der liggers, en van onderen tusschen die der buitenliggers. Boven over al de liggers en van onderen over de buitenliggers zijn daarom nog afzonderlijke stukken plaat gebezigd, ter vereeniging van hoofdliggers en dwarsliggers, terwijl de staande plaat der dwarsliggers, met verticaal staand hoekijzer aan de hoofdliggers verbonden.

De dwarsliggers zijn aan elkander verbonden door kruisen van ⊤ ijzer, met flenzen van 12 en 6 cM., dik 9.52 mM., waarbij ook voor verstijving is gebezigd ⊤ ijzer van 15 en 9 cM. zijde, dik 1.1 cM.

Tot dragers voor de windwerken zijn twee verbindingen tusschen de dwarsliggers aangebracht, waarvan de staande platen eene breedte van 34 cM. bij eene dikte van 7.94 mM. hebben. Deze platen zijn onder en boven, en op de einden tot verbinding aan de dwarsliggers, van hoekijzer voorzien van 7 cM. zijde, dik 1.1. cM. Bovendien zijn zij versterkt met eene onder- en bovenplaat, breed 16 cM., zw. 7.94 mM. Zie over de behandelde verbindingen de doorsnede, fig. 291, terwijl fig. 292 een gedeelte der platte grond geeft van een der dwarsliggers met de daarmede kruisende en daaraan verbonden hoofdliggers en tusschenverbindingen.

De hoofdliggers zijn overigens onderling verbonden door: 1 voorhar, hoog 24.7. zw. 0.952 cM., met horizontaal en verticaal hoekijzer van 6 cM. zijde, zw. 7 mM.; 1 achterhar, de staande plaat hoog 26, zw. 1.1 cM. met hoekijzer als boven van 8 cM zijde, dik 1.1 cM.; 5 tusschenverbindingen, waarvan twee vóór, en drie achter de as van beweging zijn; van voren afgerekend, de staande platen respectievelijk : 24.5, 38.4, 40, 29.5 en 25.5 cM. hoog, alle dik 7.94 mM. De 1ste 2de 3de 4de zijn voorzien van horizontaal en verticaal hoekijzer van 6 cM zijde, zw. 7 mM.; terwijl dit bij de 5de verbinding van 8 cM. zijde en 1.1 cM. dikte is. Bovendien is deze laatste verbinding nog versterkt door eene onder- en bovenplaat, breed 18 cM. zw. 7.94 mM., met verbindingsstukken over de liggers, evenals dit ook bij de draaagliggers is opgegeven.

Voor de in de plattegrond-teekening aangegeven versterkingskruisen is plaatijzer gebezigd, breed 10, zw. 0.952 cM. Overigens zijn bij al de genoemde verbindingen de benoodigde vullingsplaten genomen van 1.2 cM. plaatijzer.

Elke koebrug is samengesteld uit vier liggers, waarvan de staande plaat 21 cM. hoog en 9.52 mM. dik is. Deze platen zijn van boven voorzien van hoekijzer, van 6 cM. zijde en 7 mM. dikte; over dit hoekijzer is eene bovenplaat gelegd, breed 20 cM., en van gelijke zwaarte als de staande plaat, met dito plaat om het vooreinde der dekken ter ontwikkelde breedte van 50 cM.

Het as- en raderwerk, met de noodige kussenblokken enz. zal uit de teekeningen voldoende kunnen begrepen worden. De hoofdas van het windwerk, en de assen van de wielen aan het achtereinde der brug zijn van gegoten staal.

De laatste zijn in de achtereinden van de liggers, die daarvoor met gegoten ijzeren zijstukken zijn verdikt, opgesloten, zie fig. 293, voorstellende eene doorsnede over een dezer assen terwijl fig. 294 daarvan den plattegrond geeft.

De bruggen worden aan de achtereinden door haken vastgezet, en aan de vooreinden door sluitwerk verbonden. De rails, waarover de wielen loopen, zijn op liggers van I ijzer vastgeschroefd, terwijl de einden der rails onder de hoofdwielen door oploopende gegoten ijzeren stukken zijn afgesloten.

WEEGBRUGGEN.

§ 451. De klinkerbestratingen leveren zeer aangename en gemakkelijke wegen; evenwel zijn zij voor vervoer van zware lasten niet geschikt.

Vooral is dit laatste het geval bij opdooi, wanneer de vorst uit den grond trekt, die tusschen en onder de steenen aanwezig is. De steenen verliezen dan hunnen gelijkmatigen steun; dien de bevroren grond of het droge zand hun verstrekt, en staan daardoor meer op zich zelf. Zij zullen dan op den gedeeltelijk nog bevroren grond door het draaien en kantelen worden stuk gereden; is de vorst uit het bovenste gedeelte van den grond verdwenen, maar niet ter voldoende diepte om het water door te laten, dan zullen de steenen zeer gemakkelijk in het natte zand worden weggedrukt, waardoor putten en sporen in den weg ontstaan.

Ook de andere wegen zullen in deze tijden den nadeeligen invloed van zwaar gebruik ondervinden, zoodat ook daarbij veelal voorzorgsmaatregelen noodzakelijk zullen zijn. Evenwel kan men bij grint- en gruiswegen de zwakke punten, van nieuw materiaal voorzien.

Bovendien, tracht men bij de grintwegen zooveel mogelijk, een doorgaand waterdicht geheel te bekomen; om door goed onderhoud, en het verwerken van deugdzaam materiaal eene cementachtige massa te verkrijgen. Hierdoor zal de nadeelige invloed van vorst en opdooi verdwijnen, en alleen nog op het bovenste gedeelte van invloed kunnen zijn.

Het is noodzakelijk, ook bij de grintwegen er voor te zorgen, dat het nooit zoover komt, dat er diepe sporen worden gereden, waardoor de bovenoppervlakte, de kern van het geheel, verbroken wordt, en dus het water gelegenheid heeft, om onder den weg te komen. Waar deze toestand bestaat, zal, vooral bij opdooi, een grintweg dadelijk zijn doorgereden. Het geheel opbreken en vernieuwen van die gedeelten is dan over de volle breedte noodzakelijk.

Van de spoorleiders, waarvan in § 49 is gesproken, kan bij deze weersgesteldheid een nuttig gebruik worden gemaakt.

Het gebruik van klinkerwegen wordt dan in den regel aan beperkte bepalingen onderworpen. Zoo is voor de Rijksstraatwegen voorgeschreven, dat in het algemeen geen zwaardere lasten dan die van 1235 kgr. mogen vervoerd worden; de diligences maken hierop eene uitzondering; maar moeten dan voorzien zijn van wielen met breeder vellingen. Valt de dooi in, dan worden de voorwaarden zeer beperkt, en slechts lasten van 500 kgr. toegestaan.

De ambtenaren, in dit geval veelal de tolgaarders en opzichters van den weg, hebben dan te zorgen, dat aan die bepaling, wordt voldaan. Een verplichting, die wel met nauwgezetheid dient nagekomen te worden.

Zullen die ambtenaren hieraan kunnen voldoen, dan is het noodzakelijk, dat zij kunnen nagaan, hoe zwaar de vrachtwagens beladen zijn. Bij verschil van gevoelen tusschen ambtenaar en voerman zal dit zonder weegwerktuig moeielijk te beslissen zijn. Het afpakken en bij gedeelten wegen van den last is soms onmogelijk, en vereischt te veel tijd; vooral, daar juist dan, wanneer het water bevroren is, op vele plaatsen alle vervoer per as moet geschieden.

Hiervoor dienen dan de weegbruggen. —

Op eene weegbrug moet de belaste wagen in zijn geheel kunnen geplaatst en gewogen worden, zonder zelfs de paarden er voor weg te nemen.

Het is dus een vereischte, dat de brug geheel, of nagenoeg geheel op gelijke hoogte van den weg ligt, op dat het op- en afrijden gemakkelijk kan geschieden; dat het wegen met kleine gewichten kan plaats vinden, en dat de brug bij het op- en afrijden, slechts weinig kan dalen en rijzen. —

§ 452. Men heeft getracht verplaatsbare weegbruggen te verkrijgen, om deze dáár te stellen, waar zij tijdelijk het noodigst waren. De hiervoor voorgestelde hydrostatische weegbrug, is wel gebruikt voor vaste punten, maar niet als verplaatsbaar gebezigd. —

De constructie van deze brug komt hoofdzakelijk op het volgende neer. In een' gemetselden kelder, zie een gedeelte van den plattengrond in fig. 278, is eene brug geplaatst, bestaande uit een raamwerk van

houten liggers en verbindingsbalken, voorzien van een dek, dat geheel zich vrij tusschen de keldermuren kan op- en neer bewegen. In de einden der koppelbalken zijn moeren, *a*, waarin ijzeren schroeven zijn gesteld, die in potten rusten en waardoor de geheele brug kan worden gedragen. In de vier hoeken van den kelder zijn onder de brug ijzeren potten of ketels geplaatst, die met eenen vlakken bodem op daarvoor aangebrachte stukken hardsteen rusten. Fig. 279 geeft de doorsnede over *c d* op grooter schaal, en stelt alzoo de doorsnede voor van een dezer ketels en de verbinding daarvan met de brug. De ligger, A, rust met ijzeren beugels op de klos B, die aan de onderplaat *b* bevestigd is. Op de eene zijde van de onderplaat *b*, staat eene ijzeren doos *c*, die zuiverwaterdicht op de plaat bevestigd, of daaraan is vastgegoten. In deze doos is een glas met kwik en door het bovenvlak der doos eene glazen buis, terwijl de ruimte in de doos door de openingen *d* en *d*, met de ruimte onder de plaat *b* in betrekking staat. De glazen buis loopt tot nagenoeg op den bodem van het glas door, is in het bovenvlak der doos met stukjes kurk vastgezet om het breken te voorkomen, en overigens aldaar zuiver lucht- en waterdicht omsloten. De ruimte onder de plaat *b* is met water gevuld, dat door eene opening in het bovenvlak van den ketel kan worden ingelaten, terwijl onder in den zijwand eene opening aanwezig is, om het water te laten uitstroomen. Beide openingen kunnen met schroeven of veeren worden afgesloten. Verder is in het deksel der doos eene opening, waarop een koperen buisje is geplaatst, dat met eene schroef luchtdicht kan worden afgesloten, en waardoor de gelegenheid bestaat, om vóór de weging, de samengeperste lucht te laten ontsnappen.

Wil men nu tot het wegen van een voertuig overgaan, zoo worden de stelschroeven, *a*, eerst aangezet; is de wagen op de brug gereden, dan worden deze schroeven weder losgedraaid en rust de belaste brug met de vier platen, *b*, op het daaronder staande water. Dit overigens geheel afgesloten water kan niet anders dan door de openingen *a* en *a* ontsnappen, en daar er tusschen het glas, waarin het kwik is, en de wanden der doos ruimte aanwezig is, om het water door te laten, zal het water op het kwik drukken, en dit, in verhouding van de zwaarte der belasting, in de glazen buis doen rijzen. Door dit meerder en minder rijzen van het kwik, kan alzoo de zwaarte der belasting worden bepaald.

§ 453. De zoogenaamde vaste hydrostatische weegbruggen zijn op de volgende wijze samengesteld. In eenen daarvoor gemetselden kelder is, evenals bij de vorige constructie, eene brug aangebracht, bestaande uit een roosterwerk van liggers en dek, dat zich mede tusschen de muren vrij kan bewegen. Deze brug rust op een stelsel van hefboomen. De fig. 280 en 281 geven den plattegrond en de doorsnede van dezen kelder, van de balansen enz. in enkele lijnen aan. Vier hefboomen, *a*, die diagonaalsgewijze zijn geplaatst, hebben hunne steunpunten enkel in het midden, *b*. Over de vooreinden dezer balken loopen kettingen, *c*, die in een oog of beugel vatten, waarin de lange hefboom *d*, bij *e* bewegelijk, is opgehangen. De hefboom, *d*, rust met het achtereinde bij *f* van boven tegen een vast punt in den muur. Aan het andere einde is deze hefboom bij *g*, door ijzeren stangen aan eenen ronden ijzeren bak *h*, verbonden, die in eene waterdicht gemetselde kuip hangt, welke tot zekere hoogte met water is gevuld.

De brug rust met de vier punten *i* op de achtereinden der hefboomen, *a*. Wil men met deze brug tot weging overgaan, dan kan zij, ter voorkoming van beweging bij het oprijden, vastgezet worden door eene stelschroef, *j*.

Is het rijtuig op de brug geplaatst, en zijn de stelschroeven losgemaakt, dan zal de drukking door de steunpunten, *i*, op de achtereinden der hefboomen, *a*, overgaan, en daar deze hefboomen alleen in het midden ondersteund zijn, zullen de vóóreinden worden opgeligt. Hierdoor zal dus de hefboom *d* bij *e* mede naar boven worden getrokken, en daar hij van achteren bij *f* tegen een vaste steunpunt sluit, zal het andere einde van dezen hefboom mede omhoog gaan, welke beweging de bak *h*, die met ijzeren stangen bij *g* aan den hefboom verbonden is, moet volgen. Door de klep, die onder in den bodem van dezen bak aanwezig is, staat het water in den bak, zoolang de brug onbelast is, in gemeenschap met dat in den kelder. Eene ijzeren plaat, *k*, waarom de bak zich vrij kan bewegen en die door streepen lucht- en waterdicht leer met den bovenrand van den bak is vereenigd, is door eene betimmering van balken onbewegelijk op hare plaats bevestigd. In deze plaat is eene opening, waarop eene ijzeren buis staat, die in eene glazen buis eindigt, en boven den vloer der woning van den brugwachter uitkomt.

Bij de opgaande beweging van den bak zal zich de klep sluiten; het water in den bak kan dan niet anders dan in de buis stijgen, wat in de genoemde glazen buis, waarop eene verdeelschaal is aangebracht, kan worden waargenomen.

Is de brug in rust, dan zal het water in den bak of in de buis even hoog staan als dat in den kel-

der. Het nulpunt der schaal, of beginpunt der weging, is dus gelijk met de hoogte van het water. Daar de hoogte van het water niet altijd gelijk kan zijn, wordt de onderste verdeeling tot den vloer der woning op eene plank gesteld, die rust op een in het water drijvend voetstuk en daarnaar wordt de verdere verdeeling geregeld.

§ 454. Bovenstaande zal voldoende zijn om een denkbeeld te geven van die beide weegtoestellen. De steunpunten, waarop de brug gedurende de beweging rust, bestaan uit scherpe punten en messen, die zich op harde voorwerpen bewegen, om de wrijving zoo gering mogelijk te doen zijn.

Bij de verplaatsbare hydrostatische weegbruggen zal het water bij vorst bevriezen, en het toestel onbruikbaar worden. Het gebruik der weegbruggen zal dan ook minder noodzakelijk zijn; men zou gedurende dien tijd het water kunnen laten uitloopen, en de brug bij het invallen van den dooi, voor de weging in gereedheid brengen.

Ook bij de vaste hydrostatische weegbruggen kan dit bevriezen somtijds plaats hebben.

Overigens is het bewezen, dat ook de verbinding van den waterbak met de vaste plaat door het leer, dat bij de weging steeds in beweging is, voor beschadiging vatbaar is, die moeielijk te ontdekken en te herstellen is.

§ 455. De weegbruggen worden thans meer samengesteld met ijzeren hefboomen en Untertoestel, op de wijze zooals dit door de fig. 282 en 283 in plattegrond en lengte doorsnede wordt aangegeven.

In den regel wordt naast den weg, tegenover een tolboom en tolhuis, een kelder gebouwd.

Die kelder moet waterdicht zijn, en de wijze van fundeering en aanleg moet zich dus naar de plaatselijke gesteldheid van den grond regelen. In de vier hoeken en in het midden van het hoofdgedeelte van den kelder, waarboven de brug moet komen, zijn gemetselde penanten geplaatst, die met stukken hardsteen gedekt zijn. De brug bestaat uit lengte-, dwarsliggers en dek, zooals uit de teekeningen kan worden nagegaan, welk raamwerk zich weder vrij tusschen of boven de muren kan bewegen. In de vier hoeken zijn tusschen de beide buitenste dwarsliggers vier stelschroeven, *a*, geplaatst, die op ijzeren tappen, *b*, rusten. Deze stelschroeven zijn met moeren en bouten aan het raamwerk der brug verbonden, zie detail fig. 284, en dienen om deze van hare steunpunten, *c*, te kunnen lichten, om nadeelige schokken bij het oprijden te voorkomen. Door het achtereinde van de gebogen ijzers of vorken, *d*, waarvan fig. 287 een zijaanzicht, op vergroote schaal met weglating van het middengedeelte geeft, zijn twee staven *e* en *f* aangebracht. Tegen de liggers van de brug zijn draaigzers, *g*, bevestigd, waarmede de brug in genoemde punten *c* op de einden der staven *f* rust. De einden der staven *e* rusten in gegoten ijzeren draagstoelen, die daarvoor op het hardsteen zijn geplaatst. Aan het vooreinde der vorken zijn ijzeren spillen of bouten, *h*, waarmede deze op een anderen spil, *i*, rusten, die in den hefboom is bevestigd. De hefboom, *k*, rust met een tweeden spil, *l*, in eenen op het middenpenant geplaatsten draagstoel, van gegoten ijzer terwijl aan het vooreinde een gegoten ijzeren tegenwicht is aangebracht, dat door eene schroef en moer is verbonden, en daardoor verder van- en naar het steunpunt kan worden gebracht, om het verbroken evenwicht te herstellen. Aan het andere einde van den hefboom is een gewicht, *m*, dat aan een beugel hangt, die door een katrol gemakkelijk langs den hefboom verplaatsbaar is, en door schroeven kan worden vastgesteld, zie de figuur 286.

Door de fig. 285 wordt een der draagstoeltjes voorgesteld, zooals die op de penanten worden geplaatst, terwijl fig. 288 een gedeelte den dwarsdoorsnede geeft over het midden der brug.

De hoofdverdeeling is bij sommige bruggen genomen als volgt:

De houten brug wordt gedragen in de punten, *f*, door de draagijzers *g*. De vorken steunen door de staven *e* in stoelen; terwijl de afstand der staven *e* en *f* midden op midden 0.16 M is. De vorken rusten aan het vooreinde, door de boutən *h* op de bout *i*; de afstand van de bouten *e en h* is midden op midden 1,50 M. De hefboomsarm rust met de bout *l* in eenen stoel; de afstand van de bouten *i* en *l* is midden op midden 0.306 M.

Wordt de brug niet tot wegen gebruikt, dan wordt het achterste gedeelte van den langen hefboom ondersteund, welk steunpunt bij het gebruiken wordt weggenomen of losgedraaid, terwijl een in het muurwerk aangebracht stipje de plaats aangeeft, waar het achtereinde der balans moet staan om met den last in evenwicht te zijn.

De houten brug kan men doen bestaan uit eiken dwarsliggers, zwaar, behalve de beide buitenste, welke ter halve dikte kunnen genomen worden, 15 bij 20 cM. en deze laten rusten op de beide lengte

liggers, zw. 18 bij 20 cM. en dit roosterwerk dekken met een eiken onder- en een greenen bovendek van 4 cM. plankhout. Voor de stelschroeven kan ijzer worden genomen van 5 cM. dikte. Zij gaan tusschen de beide laatste dwarsliggers door de langsliggers; de moerplaten onder de langsliggers zijn 4 a 5 cM. dik en de schroeven eindigen even onder het dek. Het boveneinde dezer schroeven is vierkant, en loopt eenigszins tapsgewijze uit; op dit einde kan een sleutel worden geplaatst om de stelschroeven los of vast te draaien, evenals dit bij de bascule- en draaibruggen is opgegeven. De draagijzers zijn 8 bij 8 cM. zwaar, en met schroefbouten en rondgaande beugels aan de liggers verbonden. De door het achtereinde der vorken aangebrachte staven zijn 5 bij 5 cM. zwaar, en aan de einden voor de beweging met zuivere scherpe ruggen bewerkt. De ijzeren bouten aan de vooreinden der vorken en die door den langen hefboom zijn 5 cM. in diameter. De hefboom is niet overal even dik en breed, zools uit de teekeningen bijkt.

De kelder kan, ook voor het achterste gedeelte op dezelfde diepte doorgaan, de hefboom loopt dan recht naar achteren door en de kelder wordt daarbij gelijk met de hoogte van het bruggedek afgedekt. De verdeeling op het achtereinde van den langen hefboom is als volgt te bepalen:

Wanneer men aanneemt, dat op de brug nadat zij vooraf in evenwicht is gebracht, eene belasting is van 2000 kgr. zoo rust dit op de vier steunpunten c, zoodat op iedere vork of rooster de helft der belasting wordt overgebracht. Die belasting van 1000 kgr. verdeelt zich over de steunpunten van de staaf e en de bout h. De afstanden van het midden der staaf e en f zijn 16, en die van het midden der staaf e en den bout h 150 cM., zoodat elk der bouten h met eene kracht van $106^2/_3$ op de bout i drukt, en dus in dat punt eene kracht van $2 \times 106^2/_3 = 213^1/_3$ KG., op den langen hefboom werkt, stellende dat het steunpunt van dezen hefboom in l, op 30 cM. van het lastpunt verwijderd is, zoo zal een gewicht van 40 kgr., op 1.60 M. van dat steunpunt verwijderd, aan den hefboom moeten gehangen worden, om met de belasting der brug evenwicht maken. Op deze wijze voortgaande kan men de geheele verdeeling van het achtereinde der balans bepalen.

VERSCHILLENDE MINDER VOORKOMENDE OF GEBRUIKELIJKE BRUGCONSTRUCTIEN.

Onder de verschillende bruggen, die in dit hoofdstuk in 't 't kort zullen besproken worden, is het de bedoeling meer, omtrent de toepassing een overzicht te geven dan wel, om hare samenstelling te verklaren.

§ 456. **STEENEN BRUGGEN.** De belangrijkheid der practische uitvoering zoowel als die der theoretische beschouwingen omtrent de steenen bruggen zouden ruimschoots stof opleveren voor een afzonderlijk hoofdstuk. Evenwel behooren deze bruggen thans niet meer onder de dagelijks voorkomende bouwwerken.

Bij de duikers is voor den boog steeds van den halven cirkelvorm gebruik gemaakt. Deze vorm is de eenvoudigste; de binnen- en buitenwelfflijn veranderen gelijkmatig van richting, zoodat bij het gebruik van gelijksoortigen steen, de grootte der voegen; aan de buiten- en binnenzijde der welf steeds dezelfde blijft; bovendien oefent zij de minste zijdelingsche drukking op de steunpunten uit.

Bij den bouw van bruggen kan men hieraan niet altijd voldoen; omdat door den grooten afstand der zijmuren, de boog te veel hoogte zou verkrijgen; of in omgekeerd geval, wanneer men de hoogte van den boog naar de vereischten van den weg regelt, het begin van de rechtstandsmuren — de wortel van het gewelf — te laag zou komen voor scheepvaart of voor het profiel van doorstrooming. Hierom verkrijgen de meeste bogen dezer bruggen een meer platten of gedrukten vorm. Die gedrukte bogen bestaan in het algemeen uit eene kromme lijn, welke uit verschillende elkander rakende cirkelbogen bestaat, zoodanig getrokken, dat de ellips, op de daarvoor aangebrachte lange en korte as beschreven, binnen dezen boog blijft. De bovenste cirkelboog moet hierbij niet te vlak worden, vooral omdat dan de gewelfssteenen bij de einden van den boog zeer wigvormig moeten zijn.

Deze bogen zijn dus beschreven uit minstens drie trekpunten, terwijl hiervoor zelden meer dan elf zijn genomen. Het trekpunt voor het middelste gedeelte zal blijkbaar in het verlengde van de korte as van den halven ellips, en dit voor de eindbogen in de lange as gelegen zijn. Is de boog niet meer dan op $^1/_3$ gedrukt, dan zullen zij, uit drie punten getrokken, eene goede lijn geven. Bij vlakkere bogen zullen meer trekpunten noodig zijn. Veelal verkrijgt men eenen goeden vorm, door den boog uit vijf punten te beschrijven, waarbij de beide uiterste stralen willekeurig aangenomen zijn, terwijl men voor den anderen de daartusschen midden evenredige lijn neemt.

Bij groote bruggen is het construeeren der formeelen een belangrijke zaak en zijn er zeer verschillende samenstellingen van drie- en veelhoeken toegepast. Het is duidelijk dat het vormen van goede formeelen in dit geval van zeer groot belang is en tot ingewikkelde beschouwingen aanleiding kan geven. Bij groote gewelven dient ook de dikte van den boog niet overal gelijk te zijn maar kan in den top met mindere afmeting volstaan dan bij den aanvang. Vooral zal dit meer het geval zijn bij half cirkelvormige en gedrukte bogen, dan bij vlakke segmentbogen. Bij de gewone steenen bruggen, zelfs tot 6 M. doorvaartswijdte, zal men de formeelen voldoende strekte kunnen geven door eene bewerking als die der kapschenkels volgens Philebert de l'orme. Zij bestaan dan uit twee of drie lagen plankstukken, die tegen elkander zijn gespijkerd en waarbij de samenkomsten in het verband verspringen, alleen aan de buitenzijde volgens het beloop van den boog of de binnenwelflijn, of liever die der binnenzijde van de latten of schrooten die op de formeelen zullen rusten, afgewerkt en de planken aan de binnenzijde recht gelaten. De boogschenkels worden op onderlinge afstanden van 50 à 70 c.M. geplaatst. Rusten de gewelven op rechtstandsmuren, dan zullen deze formeelen niet op hunne einden kunnen geplaatst worden maar op stijlen moeten worden gesteld. Die stijlen staan op op den bodem gelegde ribben of platen en worden op dubbele stijlen geplaatst, die slechts aan de eene zijde zijn afgevlakt en met die gedeelten op elkander rustende, onder en boven horizontaal liggende vlakken behouden. Zie verder mede hoofdstuk duikers § 391—204.

Het is van groot belang dat deze formeelen niet alle volkomen zuiver kunnen gesteld worden, maar ook vooral dat zij gemakkelijk en zonder schokken kunnen worden weggenomen.

In plaats der genoemde wiggen heeft men bij groote gewelven wel gebruik gemaakt van stelschroeven, ook wel van exentrieken, die uit verschillende middelpunten beschreven waren; hierbij kan men de zakking uiterst langzaam doen plaats hebben, zoodat het gewelf, ter voorkoming van scheuren, slechts zeer langzaam kan nazakken, terwijl het exentriek zoo kan gevormd zijn, dat die daling steeds versnellende plaats heeft. Ook zijn voor dat doel de stijlen wel op zakken met zand geplaatst, waarbij men ze liet zakken door het zand uit de zakken te laten loopen. —

§ 457. **VLOTBRUGGEN.** Op sommige plaatsen zijn in ons land vlotbruggen toegepast. Deze bruggen, die bestaan uit een houten vlak van balken, dat op het water drijft, en door twee afzonderlijke kleppen met de beide walhoofden verbonden is, zijn het eerst aangewend bij het Groot Noordhollandsch kanaal. De geheele brug bestaat uit twee drijvende vlotten, welke in het midden tegen elkander sluiten, en de beide kleppen, ter vereeniging met de aanbruggen of landhoofden.

Elk vlot is samengesteld uit aan elkander sluitende dennen balken, zwaar 50 bij 60 c.M. in de richting der brug aangebracht. Rechthoekig over deze dennen balken zijn, op afstanden van ongev. 90 c.M. midden op midden, de brugliggers bevestigd, zijnde greenen balken, zwaar 26 bij 35 c.M., terwijl tusschen deze liggers dennen vullingstukken zijn aangebracht, in het midden onder de brug hoog 10- en naar de zijden afloopende tot 5 c.M. Het onder- en bovendek is hier evenals bij gewone bruggen, behalve dat hier de onderdeksplanken in de richting van de as van de brug liggen. De kleppen zijn aan de jukken der aanbrug draaibaar afgehangen, en rusten van voren met twee ijzeren wieltjes op de vlotten.

Fig. 246 geeft de lengtedoorsnede van een gedeelte vlotbrug, bij de samenkomst van vlot en klep. Aan het vooreinde der kleppen zijn nog kleine kleppen aangebracht, om het gemakkelijk op- en afrijden te bevorderen, welke mede op ijzeren rolletjes staan. Op de vlotten zijn ijzeren sporen gelegd, waarover de rollen der kleppen kunnen bewegen. Om de brug te openen moeten de vlotten achteruit worden getrokken; de dennen balken zijn om den anderen ongev. gelijk in lengte met de dekken, de overige loopen verder naar achteren, en dus onder de kleppen door. Bij het achteruithalen komen de lange balken tusschen de palen der jukken van de aanbruggen waaraan de kleppen zijn afgehangen.
De vlotten kunnen dus zooveel worden teruggetrokken, dat zij met de dekken tegen de jukken der aanbruggen komen.

Door de lengte der vlotten en kleppen naar behooren te regelen, kunnen derhalve de vlotten aan weerszijden onder de kleppen worden terug getrokken. Bij het achteruittrekken worden de vlotten recht gehouden, door rollen, die op soortgelijke wijze als de rolpalen langs de kanalen, aan de naast de kleppen geplaatste looppaden verbonden zijn. Om de drukking der kleppen op de vlotten te verminderen, hangen zij aan ijzeren kettingen, die aan daarnevenstaande palen, door windassen of raderen, bevestigd zijn.

Het openen en sluiten dezer bruggen geschiedt met een touw, loopende over een windas. Het touw is aan het leuningswerk van het vlot verbonden, loopt buiten de klep langs naar het vaste gedeelte en

om het windas, dat op de vaste brug staat. Het andere einde loopt van het windas naar het vooreinde des liggers van de klep, aldaar om een katrol naar het achtereinde van den buitensten langen vlotbalk. Door het naar deze of gene zijde ronddraaien van het windas, kan dus het vlot achter of vooruit worden bewogen.

Het ophangen der kleppen aan genoemde kettingen bleek nog al bezwaarlijk te zijn; later heeft men de kleppen zien te lichten door het aanbrengen van hefboomen.

Bij minder breede doorvaartsopeningen zijn de vlotbruggen ook met één drijvend vlot gemaakt, terwijl ook door plaatselijke toestanden andere wijzigingen zijn toegepast.

Aan het binnenfront der zeedoksluis van de Dokwerken te Willemsoord is een drijf- of vlotbrug geplaatst die met jukken op het vlot rust.

Fig. 247 stelt een gedeelte van den opstand voor met de daaraan verbondene beweegbare klep, terwijl fig. 248 een doorsnede over het buitenjuk geeft. Fig- 249 geeft de detail der klepbeweging.

Het is duidelijk, dat deze bruggen slechts in enkele gevallen aanbeveling verdienen. Immers de noodzakelijke kleppen, zullen, vooral bij verschil in waterhoogte, de passage zeer belemmeren. Voorts zullen zij ook voor de kleinste vaartuigen, die anders onder de brug kunnen doorvaren, moeten geopend worden. Bij drukke scheepvaart zal het openen dus niet alleen zeer veel werk vereischen, maar ook lastige stremming voor de passage veroorzaken.

§ 458. VIJZELBRUGGEN. Onder de benaming van vijzelbruggen verstaat men die bruggen, waarvan het dek en de liggers — dus de bovenbouw — door schroeven of vijzel kan worden opgezet. In de steden kan somtijds deze brug geschikten dienst doen, wanneer nam.: eene verhooging van de brug bezwaarlijk is, en de hoogte van de brug boven het water slechts bij enkele gelegenheden iets meer behoeft te zijn.

Ook voor deze bruggen zijn verschillende constructien in toepassing gebracht. Bij sommige worden de vier vijzels, die onder de hoeken der brug staan, — welke constructie ongev. overeenkomt met die bij de weegbruggen besproken — met één windwerk in beweging gesteld; bij andere is de beweging geholpen door tegenwichten

§ 459. VASTE BRUGGEN MET EENE KLEINE BEWEEGBARE KLEP. Op enkele plaatsen, waar de brug eene doorvaart moet verleenen aan schepen, die, behalve met de staande masten, altijd onder de brug door kunnen varen, is alleen het midden der brug van eene kleine klep voorzien, om deze doorvaart te openen. Deze constructie is alleen voor kleine doorvaartswijdten toe te passen, daar elk gedeelte brug, geheel op zich zelf staande, de noodige sterkte moet verkrijgen door hang- en schoorwerk. Bovendien hebben de schepen in elk geval slechts hoogstens 1 M. ruimte voor het doorlaten van mast en touwwerk, en zullen dus niet anders dan met veel voorzichtigheid kunnen passeeren.

§ 460. PONTEN. Het overvaren van rivieren geschiedt veel door ponten. Dit zijn platboomde schepen van eenen langwerpigen eenigszins naar het midden verbreedenden, vierkanten vorm, waarmede rijtuigen en voetgangers over de rivier varen. Om het in- en uitlaten mogelijk of gemakkelijk te maken, zijn zij aan de beide einden voorzien van aan het schip draaiende kleppen, die door hefboomen kunnen opgelicht worden, om ze op de oevers te leggen.

De beweging dezer ponten geschiedt zeer verschillend; bij groote wateren zelfs door zeilen. Somtijds loopen zij langs een ketting of touw, dat van den eenen naar den anderen oever gespannen is, en zoo lang moet zijn, dat het, wanneer er niet wordt overgevaren, op den bodem der rivier ligt, of althans zoo laag hangt, dat de schepen ongehinderd kunnen passeeren. Zijn de wateren smal, dan kan het noodig zijn om telkens, wanneer men wil overvaren, het touw te spannen.

De pont wordt aan dezen kabel overgetrokken; deze loopt daarbij over op de beide einden der pont aanwezige rollen, langs een der buitenboorden, en de arbeiders trekken aan den kabel door hem met de hand of een daarom geslagen touwtje, op het vooreinde der pont te grijpen, en er mede naar het achtereinde te loopen.

Op de rivieren, waar van den stroom geregeld partij kan worden getrokken, wordt de pont door een kabel of ketting in het bed van de rivier verankerd. De kabel wordt op het midden van de lengte der pont daaraan verbonden, terwijl verder aan dezen kabel — giertouw — op eenigen afstand van de pont een ander touw — schoot — is bevestigd, waarmede het vooreinde der pont wordt aangetrokken, zoodat zij snijdende in den stroom ligt. De kabel, die ongev.: $1^1/_2$ maal zoo lang is, als de overvaart breedte heeft, is met het andere einde stroomopwaarts in het midden der rivier verankerd. De pont zal nu door den stroom worden

voortbewogen, en eenen cirkelboog beschrijven, die den kabel tot straal heeft. De kabel wordt gedragen door eenige kleine scheepjes, die de beweging van het giertouw mede maken, en het schip is voorzien van zwaarden, om daarmede de uitwerking van den stroom, evenals dit bij gewone schepen het geval is, te vermeerderen.

Hebben de rivieren eene groote breedte, dan zal de verankering van den kabel met één anker niet voldoende zijn, daar hierop dan de krachten, in elken richting van den kabel werkende, dit anker lichtelijk zullen losrukken. In dit geval brengt men drie ankers aan, waarop de krachten, volgens de verschillende richtingen der kabels overgaan.

§ 461. GIERBRUGGEN. Gierbruggen zijn zoodanige, die de gelegenheid geven tot het overvaren eener rivier door middel van eene brug op een paar schepen, welke geheel op soortgelijke wijze als bij de ponten, door het bevestigen van kabels en de werking van den stroom op de schepen, van den eenen oever naar den anderen beweegt en waarbij de schepen door een roer voldoende op stroom worden gehouden.

§ 462. SCHIPBRUGGEN. Bij de schipbruggen is de geheele breedte der rivier overbrugd. Hiervoor zijn op afstanden van ongev. 5 M. eene rij lange, smalle, platboomde schepen gelegd, die in de richting van den stroom liggen en met kettingen tegen afdrijven zijn verankerd, veelal zoowel stroom af- als opwaarts uitgelegd. Op of in deze schepen zijn stijlen geplaatst, waarop dwarsbalken zijn aangebracht, om de liggers en dekken te dragen. De stijlen en dwarsbalken zijn geschoord en versterkt door korbeels en kruisen, terwijl de brug veelal door vijzels of schroeven op verschillende hoogten boven de schepen kan worden gesteld.

Somtijds ook rust de brug onmiddelijk op de schepen, zoodat zij in alle gevallen met het water moet rijzen en dalen, waarbij de op- en afritten moeten verkregen worden door draaibare aanbruggen, op de manier, zooals dit voor de koebruggen bij de rolbruggen is besproken. Over het algemeen zijn deze bruggen zóó ingericht, dat er gelegenheid bestaat, om een of meer vakken gemakkelijk te kunnen laten uitdrijven en terugwinden tot doorlating van schepen enz. Elk vak bestaat daarvoor uit twee schepen met het daarop rustende gedeelte der brug. De daarvoor vereischte ruimte, ongev. 50 c.M., die deze vakken van de andere, moet scheiden, wordt overdekt door kleine draaibare kleppen. Bij ijsgang moeten deze bruggen worden opgeruimd, waarvoor men elk vak afzonderlijk laat afdrijven in eene daarvoor aanwezige havenkom of tegen ijsgang beveiligde plaats. Gedurende dien tijd moet de overvaart door roeibooten en ponten geschieden.

§ 463. IJZEREN LIGGERS BIJ GROOTE BRUGCONSTRUCTIE. In het hoofdstuk over de bruggliggers is gezegd, dat later meer in 't bijzonder op groote- en belangrijke liggerconstructien van ijzeren bruggen met groote spanning zou worden teruggekomen.

Hoewel men niet kan zeggen, dat deze bruggen, met het oog op de spoorwegbruggen, thans minder voorkomen, maar juist in de laatste jaren meer bepaald zijn uitgevoerd, bestaan er toch voldoende redenen om ze in dit werk onder deze rubriek te behandelen.

Het doel is dan ook alleen, om aan hem, die daarmede minder bekend is, de theoretische beschouwingen, waarop het ontwerpen van de thans uitgevoerde spoorwegliggers berust, eenigszins te verklaren.

Hiervoor heb ik het genoegen gebruik te mogen maken van eene lezing van den heer L. J. de Savorin Lohman, Ingenieur bij de Staatsspoorwegen. Dat het zeer populair schrijven over theoretische beschouwingen uiterst moeielijk is, is bekend en toch, dit was in dit opzicht noodig om het voorgestelde plan uitgevoerd te krijgen. Zoo velen toch — vakmannen — weten slechts dat de liggers enz. van groote spoorwegbruggen volgens berekeningen worden samengesteld en geconstrueerd, maar weten zich van de mogelijkheid daarvan slechts weinig of geen rekenschap te geven. Het doel is in dezen, voor hen hierover eenig licht te verspreiden, niet om hierdoor voor het ontwerpen van deze constructien geschikt te worden, maar meer, om deze constructien met meer vrucht en nut te beschouwen en om door de kennis der grondbeginselen, bij het ontwerpen van kleinere spanningen of soortgelijke constructien, 't zij in hout of in ijzer, beter toegerust te zijn tot het bepalen van de geschikste en meest voordeeligste vormen.

Beter, dan door de mededeeling van genoemde lezing of voordracht van den heer Lohman, die in dat geval zoo uitmuntend geslaagd is, zal daaraan zeker moeielijk kunnen worden voldaan. Ik vertrouw dan ook dat de lezers, die geen lid zijn van de Maatschappij ter bevordering van Bouwkunde, in welker bijdragen deze lezing mede is opgenomen, dit gedeelte niet gaarne uit het werk zouden misten.

Deze populaire verklaring is zoowel voor Burgerlijke- als waterbouwkundige van belang. In een voorbericht bij de genoemde beschouwing zegt den heer Nierstraz, kapitein der genie en voormalig ingenieur

der staatsspoorwegen. „Bij de groote verscheidenheid van werken, die tegenwoordig den Ingenieur of architect worden opgedragen, is het met geen mogelijk van hen te vergen, dat zij van *elk* onderdeel van het bouwvak een speciale studie hebben gemaakt. Meer en meer treedt dan ook de waarheid op den voorgrond, dat, wil men werkelijk uitstekende bouwwerken met de minst mogelijk kosten tot stand brengen, elk bouwkundige zich moet blijven bewegen in de hem eigene richting. Men late den Ingenieur bruggen bouwen, kanalen aanleggen en rivieren verbeteren, en men vertrouwe de oprichting van gebouwen en monumenten aan den architect-kunstenaar toe, op dat elk in zijne richting datgene volbrenge, waarin zijn grootste kracht is gelegen.

Niettemin raken beider eigenaardigheden elkander in twee hoofdbeginselen van elk bouwwerk, de leer der constructie en die van den vorm. Evenals de eerste den architect moet leiden in de technische samenstelling van de onderdeelen van een gebouw zoo moet de tweede den ingenieur behulpzaam zijn in het geven van zoodanig karakter aan zijn kunstwerk, als overeenkomt met het doel, waarvoor het is aangelegd.

De ontwikkeling, die de uitvoering der groote spoorwegbruggen van den laatsten tijd gegeven heeft aan de ijzerconstructie, mag niet vreemd blijven aan den beoefenaar der bouwkunst, die, al behoeft hij zich niet te verdiepen in de vrij samengestelde berekeningen, welke daaraan ten grondslag liggen, echter bekend moet zijn met de hoofdbeginselen, waarop de samenstelling dier bouwwerken berust."

INLEIDING.

De bruggen kan men in twee hoofdsoorten verdeelen, de bewegelijke en de vaste.

Tot de eerste soort behooren de alom bekende ophaalbruggen, de daaraan verwante wipbruggen, de meer zeldzame rol- en vijzelbruggen, de veelsoortige draaibruggen, waarbij nog te voegen zou zijn de afdeeling drijvende bruggen, zooals schip-, vlot- en gierbruggen, ponten, enz.

Deze blijven bij de volgende beschouwingen buiten aanmerking.

Ook de vaste bruggen zijn zeer verschillend van aard. Ik zal mij daarom bepalen bij vaste gesmeed ijzeren balkbruggen. Wat onder het woord balkbrug moet verstaan worden, zal uit het volgende nader blijken.

Tot de laatstgenoemde afdeeling behooren de bruggen in den Staatsspoorweg te Zutphen, Venloo, Kuilenburg, Geldermalsen, Bommel, Crevecoeur, Moerdijk, Dordrecht, enz,, waarvan de bovenbouwen alle spanwerkstelsels zijn. Vooral deze heb ik thans bepaald op het oog, en daarvan alleen den bovenbouw.

De vaste bruggen van hout; steen of gegoten ijzer, en die voor gewooon vervoer bestemd, laat ik buiten beschouwing, behalve tot toelichting van hetgeen omtrent de spoorwegbruggen van gesmeed ijzer zal gezegd worden.

Omtrent bruggen, die geen balkbruggen zijn, namelijk kettingbruggen en gewelf- of eigenlijke boogbruggen, wil ik echter een en ander opmerken, juist wegens het groote verschil en ten deele om de overeenkomst, die tusschen deze en balkbruggen bestaan.

Waarin dat groote verschil bestaat, is reeds daardoor duidelijk, dat een balk bloot op zijne steunpunten rust in verticale richting, terwijl een ketting of een gewelf tevens zijdelingsche krachten op de steunpunten teweegbrengt, waardoor deze zouden omvergeworpen worden, indien ze er niet tegen bestand waren.

HEFBOOMEN EN HUNNE SAMENVOEGING TOT BRUGLIGGERS.

Om vooraf reeds eenig denkbeeld te geven van de samenstelling der bovengenoemde spoorwegbruggen, vestig ik eerst de aandacht op eenige algemeene bekende waarheden, die in de statica bewezen worden, en begin ik met een gewonen hefboom ACB met ongelijke armen AC en BC te beschouwen, fig. 295.

De krachten, die aan de uiteinden der hefboomsarmen werken, moeten omgekeerd evenredig zijn aan de lengten der armen, zal er evenwicht mogelijk zijn; is dus bij dezen hefboom de eene arm CB tweemaal zoolang als de andere AC, dan moet het gewicht Q aan den eersten de helft van het gewicht P aan den korten arm zijn.

Daar men door gewichten kracht voortbrengt en elke kracht door gewicht (dat zelf eene kracht is)

in evenwicht is te houden, kan men ook elke kracht in kilogrammen uitdrukken; eene kracht laat zich dus in cijfers voorstellen, zoodra men tot eenheid een gewicht aanneemt, bijv. een kilogram.

In het algemeen tracht eene kracht beweging voort te brengen in lichamen, welke in rust zijn. Die beweging wordt echter niet voortgebracht, wanneer er andere krachten zijn, welke die beweging beletten, dus het evenwicht bewaren. De laatstbedoelde krachten zijn gewoonlijk die, welke men weerstanden noemt, en deze komen eerst in werking, wanneer ze worden opgewekt door de eerstgenoemde krachten, zooals gewichten.

Zulk een weerstand is er ook noodig om den hefboom ACB, fig. 295, in evenwicht te houden, namelijk de weerstand van het voetstuk CD, waarop de hefboom rust.

Die weerstand moet juist even groot zijn als de som der gewichten P en Q, die aan den hefboom hangen, vermeerderd met het gewicht van den hefboom zelf, dat echter eenvoudigheidshalve buiten rekening wordt gelaten.

Hing ik nu nog meer gewichten aan den hefboom, dan zou de weerstand van het voetstuk ook grooter moeten worden of het zou breken; die weerstand regelt zich dus zelf, zoolang de inwendige krachten van het voetstuk daartoe in staat zijn.

Nu neem ik den hefboom van zijn voetstuk af, keer hem het onderste boven, en leg hem met elk zijner uiteinden A en B op een steunpunt fig. 296 maar hang nu de beide gewichten P en Q aan het vroegere steunpunt C. De werkingen door de gewichten en de weerstanden op den hefboom zijn nu volkomen dezelfde als in het geval van fig. 295, want het gewicht in het midden is even groot als toen de weerstand in dat punt, en werkt in dezelfde richting op den hefboom, aangezien deze is omgekeerd.

De steunpunten moeten nu met hun beiden ook hetzelfde gewicht dragen, maar elk er van krijgt zooveel als in omgekeerde reden is van zijn afstand tot aan het punt waaraan de gewichten hangen, dus het verst verwijderde $^1/_3$, het andere het dubbele, dat is $^2/_3$ van het aanhangende gewicht.

Ware dat niet zoo, dan kon de hefboom evenmin als in het geval van fig. 295 in evenwicht blijven.

Toen moesten echter de gewichten zoo geregeld worden, dat die verhouding plaats vond, en nu geschiedt zulks, doordien de weerstanden zich zelf regelen.

Zoodra dus in een geval als dat van fig. 296 de plaats, waar het gewicht werkt, en de grootte er van bekend zijn, weet men ook hoeveel elk steunpunt er van draagt, en dus den weerstand, dien dit biedt.

Hang ik nu tevens nog gewichten aan andere punten van den hefboom, die nu echter geen gewone hefboom, maar een ligger of balk geworden is in den meest algemeenen zin van dat woord, dan blijft dezelfde regel gelden voor zoovele punten als er belast zijn; de verschillende weerstanden, voor elk gewicht noodig in ieder steunpunt, geven den totalen weerstand of reactie, die door de geheele belasting wordt opgewekt.

Het woord reactie geeft, evenals het woord wederstand te kennen, dat het steunpunt met dezelfde kracht op den hefboom terugwerkt als deze op het steunpunt.

Ten opzichte van den ligger staan die reacties blijkbaar geheel gelijk met gewone krachten, die er uitwendig op werken.

De ligger nu moet bestand zijn tegen de werking van die uitwendige krachten en van de eveneens uitwendig drukkende belasting, die er op rust; daartegen is hij bestand door zijn weerstand, d. i. door de inwendige krachten, welke door de belasting in den ligger worden opgewekt.

De grootte en de verdeeling van die inwendige krachten laten zich nu ook bepalen, althans ten naasten bij. Om die te berekenen, moet men echter natuurlijk eerst alle uitwendige krachten, die op den balk werken, kennen.

Heb ik nu een zoogenaamden gebroken hefboom ACB, fig. 297, in plaats van een rechten, dan moeten ook bij dezen de krachten, aan de hefboomsarmen werkende, in omgekeerde reden tot de lengte der armen staan, mits de krachten loodrecht op de hefboomsarmen gericht zijn; dan toch tracht ieder der beide krachten den hefboom te doen draaien geheel als of het een rechte hefboom ware, zoodat de uitwerking op den geheelen hefboom dezelfde is bij den gebroken als bij den rechten hefboom.

De kracht, die op den verticalen hefboomsarm AC werkt, wordt teweeggebracht door de spanning van het touw AD, dat den hefboom ACB met een anderen dergelijken hefboom DFE vereenigt; aan den tweeden hefboom DFE hangt eene zelfde gewicht Q; de spanning of kracht in het touw AD wordt dus onmiddelijk uit de verhouding der hefboomsarmen gevonden, die hier twee is, zoodat die spanning het dubbele is van een der beide gewichten Q.

Waren de verticale armen AC en DF langer, dan zou dus ook de spanning in het touw AD kleiner zijn in omgekeerde reden. Waren daarentegen de armen BC en EF langer, dan zou de spanning in het touw AD in dezelfde reden grooter zijn.

Aan de onderzijde willen de beide hefboomen naar elkaar toekomen, hetgeen zou geschieden, indien er daar geen stuk hout GH tusschen was gelegd, dat zulks belette; dat hout wordt dus blijkbaar gedrukt met even groote kracht als waarmede het touw AD gespannen wordt; dat dit waar is, volgt uit de theorie der koppels, en behoeft hier niet nader aangetoond te worden, hetgeen tot de groote uitvoerigheid zou leiden.

Zijn de armen van een zelfden hefboom ACB of DFE in de ellebogen C of F alleen door een scharnier verbonden, dan zouden ze onder den invloed van de krachten, die er op werken, ten opzichte van elkander draaien, hetgeen dan echter belet kan worden door van A naar B of van D naar E een touw aan te brengen, dat de uiteinden der beide armen vereenigt, zooals in fig. 298 is voorgesteld.

De uitwerking der krachten op het geheel kan daardoor niet veranderen, maar de weerstand tegen draaien, anders in de hoekpunten CenF van de hefboomen vereischt, wordt daardoor overbodig.

De spanning van de touwen AB en DE laat zich berekenen volgens bekende regels voor ontbinding van krachten. Ik stip dat even aan, omdat de schuine staven of trekstangen, die men in brugliggers ziet, met die touwen overeenkomen; doch de ruimte ontbreekt om over de krachten, die er in werken verder uit te weiden.

In plaats van het samenstel, in fig. 298 voorgesteld, gevormd van hout en touwen, zooals boven omschreven is, neem ik thans een samenstel van denzelfden grondvorm, doch waarvan de verhoudingen eenigszins anders zijn, en waarin het hout door ijzeren staafjes is vervangen, die ondersteld worden in de hoekpunten C en F ook slechts door scharnieren met elkander te zijn verbonden.

Het aldus gevormde samenstel keer ik, evenals met den rechten hefboom, fig. 295 en 296 is geschied, het onderste boven en leg het met zijne uiteinden B en E op een paar steunpunten, fig. 299. Hang ik nu daar aan in de punten C en F, of, wat op hetzelfde neerkomt, in AD de gewichten QQ, dan hebben weder de reacties der steunpunten met de gewichten van plaats verwisseld, doch overigens is het geval gelijk aan het voorgaande; de krachten in de touwen BA, D en DE en in den ijzeren bovenregel BE zijn nu evenals boven bekend.

De krachten in AD en BE zouden kleiner zijn, indien de verticale hefboomsarmen AC en DF langer waren, d. i. als de ligger meer hoogte had, of indien de hefboomsarmen BC en EF kleiner waren, d. i. als de ligger minder overspanning had. Alleen ligt nu het getrokken touw AD onder, en het gedrukte deel BE van het samenstel, d. i. de ijzeren staaf, aan de bovenzijde. De reacties der steunpunten B en E zijn weder bekend en in dit geval, waar alles symetrisch is, moeten ze aan elkander gelijk zijn, en elk steunpunt moet dus de helft van de belasting dragen.

Nu hang ik het samenstel ABED aan een ander dergelijk GHKJ op, als in fig. 300; dan is het duidelijk dat thans de staven BG en EJ de steunpunten van het eerste samenstel ABED zijn geworden, en dus ook denzelfden weerstand als de steunpunten B en E uit fig. 299 moeten uitoefenen; dus in dit geval moeten de staven BG en EJ ieder de helft van de geheele belasting dragen, welke kracht ze dan aan hunne ondereinden G en J weer op het tweede samenstel GHKJ even groot overbrengen.

Dit samenstel verkeert dus weer in denzelfden toestand als het eerste, want of de belasting door gewichten onmiddelijk, dan wel door den druk van staven als BG en EJ ontstaat, doet natuurlijk niets ter zake. Herhaal ik datzelfde nu nog eens, dan ontstaat een ligger, als in fig. 301 is voorgesteld.

Dit is in hoofdzaak het samenstel van een gewonen brugligger, zoodanig ongeveer als die van de bruggen in den staatsspoorweg, in de Inleiding genoemd.

Alleen is bij deze van de bovenregels MO, HK en BE, evenals van de onderranden LN, GJ en AD, welke bij die bruggen van ijzer in plaats van touw zijn, een geheel maakt en verder is er een brug van gemaakt op de wijze als in fig. 302 is voorgesteld, door twee liggers PRTS en P′R′ T′S′ naast elkander te plaatsen en daaraan van onderen dwarsdragers PP′, LL′, GG′, te hangen, die de spoorbaan moeten dragen.

De belasting door Q en Q in A en D brengt dus krachten in den ligger voort, die zich in op- en neergaande richting langs AB, BG, GH, enz. en langs DE, EJ, JK, enz. naar de steunpunten R en T voortplanten, en tevens zijdelingsche krachten in de randen RT en PS.

Of de ligger volgens fig. 302 in de punten R en T aan zijne bovenzijde boven de steunpunten opgehangen wordt, of, zooals in het geval van fig. 303, met zijne onderzijde in de punten U en V op de steunpunten rust, doet blijkbaar tot de wijze van verdeeling der inwendige krachten in den ligger niets ter zake; evenmin of de gewichten Q, Q volgens fig. 303 boven in de punten C en F of volgens fig. 302 onder in punten A en D aan den ligger gehangen worden.

Wel geeft dit laatste eene wijziging in de kracht, die op de staven CA en DF werkt, doch niet in de voortplanting der belasting door de overige staven van den ligger naar de steunpunten.

De staven BG, EJ, HL, KN, MP, en OS fig. 302, worden, zooals uit de ontleding van het stelsel volgens de figuren 299, 300 en 301 blijkt, allen gedrukt; de schuine touwen AB, DE, GH, JK, LM, NO, PR en ST, die in de uitvoering van bruggen allen door ijzeren staven vervangen worden, worden daarentegen allen getrokken. Ware de richting der schuine staven echter omgekeerd, zoodat ze van C naar G, van F naar J, van B naar L, enz. liepen, zooals in sommige bruggen het geval is, dan zouden deze staven gedrukt en de verticale staven BG, EJ, HL, enz. getrokken worden. Tot die uitkomst kan men terstond geraken, door het samenstel, in fig. 298 voorgesteld, het onderste boven te keeren, zoodat het in de punten A en D ondersteund wordt en de belasting in B en E blijft werken. De touwen AB en DE moeten dan evenals AD door staven vervangen worden, omdat ze gedrukt worden. Door verder met dit samenstel evenzoo te handelen als boven, namelijk door het weder het onderste boven te keeren, in B en E te ondersteunen, en in de punten C en F, die dan aan de benedenzijde van het samenstel geplaatst zijn, te belasten, blijft de verdeeling der krachten in het samenstel dezelfde. Vervolgens kan men het op dezelfde wijze als in fig. 300, 301 en 302 aan samenstellen van denzelfden grondvorm ophangen en men verkrijgt een ligger, waarvan de schuine staven gedrukt, de verticale getrokken zijn.

Somtijds zijn er in de liggers in het geheel geen verticale staven aanwezig, waarvan fig. 308 een voorbeeld geeft. In dat geval worden de staven, waarvan het ondereinde naar het midden van den ligger gekeerd is, getrokken, en die, waarvan het boveneinde naar het midden wijst, gedrukt, hetgeen op gelijke wijze als boven kan worden aangetoond, door kortheidshalve verder onbesproken moet blijven.

Nu wordt een brug niet alleen in haar midden, zooals in fig. 301 belast, maar over de geheele lengte. Het is evenwel duidelijk dat eene belasting der andere dwarsdragers op volkomen dezelfde wijze naar de steunpunten wordt overgebracht; men denke zich slechts telkens den ligger ontleed in een aantal stelsels, zooals dat van fig. 299, figuur 312 kan dienen om dat nader aan te toonen.

Doch nu ik min of meer een denkbeeld heb gegeven van het stelsel, waarnaar de groote bruggen in den Staatsspoorweg gebouwd zijn, ga ik voor een juister overzicht eerst balkbruggen meer in het algemeen beschouwen, voor dat ik over de bijzonderheden van het stelsel spreek, dat ik tot hiertoe behandelde.

BALKBRUGGEN IN HET ALGEMEEN.

In de oudheid vindt men weinige bouwwerken van groote overspanningen; men maakte veel gebruik van dicht bij elkander staande kolommen, waarover houten balken. Eerst later kwamen de gewelven in toepassing, waardoor de te overspannen openingen reeds aanmerkelijk vergroot konden worden. Eindelijk kwam men tot spanwerken van hout, in den geest als de gewone houten kappen van onze huizen, waarin op onregelmatige wijze schoren, stutten en dwarsbalken zijn aangebracht.

Langzamerhand deed zich echter niet alleen voor bruggen, maar ook voor kappen en dergelijken, de behoefte aan steeds grootere overspanningen gevoelen, en zoo ontwikkelde zich van zelf mettertijd de kunst, om met weinig materiaal en weinig steunpunten constructiën van voldoende sterkte samen te stellen.

Daar kappen van gebouwen geen andere veranderlijke belasting te dragen hebben dan die van sneeuw- en winddruk, zijn ze in gunstiger omstandigheden dan bruggen, die ongelijkmatig verdeelde en bewegende lasten moeten dragen.

Wegens die ongelijkmatigheid moet men sommige deelen der brug sterker maken; wanneer b. v. een brug over de halve lengte belast is, zijn er deelen, die alsdan meer weerstand moeten bieden, dan wanneer de geheele brug belast is, hoewel het gewicht dan verdubbeld is.

Wat de bewegelijkheid der lasten en de daaruit volgende schokken betreft, daarvan is het zeer

moeielijk den invloed zuiver genoeg te bepalen. De ervaring heeft daaromtrent echter geleerd, dat die invloed althans bij groote bruggen gering is, zoodat die bij de bepaling van de afmetingen gewoonlijk niet afzonderlijk in rekening komt.

Om de afmetingen van eene brug te kunnen bepalen, moet men eerst den weerstand van de materialen kennen, waaruit de brug zal bestaan.

Daarvoor zijn tegenwoordig reeds vele proeven genomen, doch meer proeven blijven steeds wenschelijk. Ik zal nu alleen van den weerstand van gesmeed ijzer spreken. Daarvan is gebleken, dat een staaf van een vierkanten centimeter doorsnede eerst breekt bij 3000 à 3500 KG. en soms nog meer, wanneer die in de richting van hare lengte getrokken wordt, zooals de staaf AB, fig. 304 door het gewicht P. Een staaf van twee vierkante centimeter doorsnede kan dus het dubbele dragen, en in het algemeen is de weerstand evenredig aan de doorsnede.

Het is geenszins onverschillig hoe de kracht op eene staaf werkt; werkt die b.v. dwars op eene staaf, die alleen aan hare uiteinden ondersteund is, zooals de kracht P, fig. 305, op de staaf AB, dan gaat het zooeven gezegde toch volstrekt niet meer op.

Zoo maakt het ook onderscheid, indien de kracht de staaf tracht samen te drukken, in plaats van door er aan te trekken te verlengen; sommige materialen, zooals b.v. gegoten ijzer, kunnen in den eenen zin veel meer dragen dan in den anderen; bij gesmeed ijzer is dat echter vrij wel gelijk, alleen onder voorwaarde evenwel, dat de staaf niet zeer lang zij, want dan buigt of liever knikt ze door ten gevolge van een druk, waartegen ze bij een geringere lengte nog bestand is.

Hoe lang ze mag wezen, om een bepaalden druk nog te kunnen dragen en hoeveel ze nog kan dragen, wanneer men de staaf langer maakt, laat zich berekenen, en de proeven daaromtrent genomen bevestigen de juistheid der berekening in hoofdzaak.

De weerstand tegen knikken neemt zeer snel af bij het toenemen der lengte van de staaf. Men kan daaraan echter weer veel te gemoet komen door den vorm der dwarsdoorsnede van de staaf. Zoo knikt een holle staaf, b.v. een pen van een vogel, minder spoedig door dan wanneer de deelen allen tegen elkander sloten en dientengevolge een staaf van kleiner middellijn vormden.

In ijzerconstructiën zijn dergelijke ringvormige doorsneden echter minder geschikt, en daarvoor neemt men liever kruisvormige, fig. 306a, of in het algemeen rechthoekige doorsneden, zooals de vormen fig. 306 b, c, d en e.

Er is nog iets, dat de proeven voor den weerstand van materialen leeren, hetwelk in de toepassing van belang is. Elke kracht, hoe gering ook, brengt eene vormverandering te weeg in het materiaal, waarop de kracht werkt, en de grootte van die vervorming is evenredig aan de kracht, zoodat, wanneer een gewicht van 500 KG. aan een gesmeed ijzeren staaf van 2 meter lengte en van een vierkanten centimeter doorsnede hangt, op de wijze als in fig. 304, de staaf $^1/_2$ millimeter uitrekt; hangt men er 1000 KG. aan, dan is de verlenging der staaf 1 millimeter, dat is het dubbele. Dit gaat echter niet door totdat de staven breken; reeds bij veel kleinere krachten nemen de vervormingen onregelmatig toe en worden meestal betrekkelijk grooter, indien de kracht te veel nadert tot die, waarbij het materiaal bezwijkt.

Zoo gaat de evenredigheid tusschen de kracht en de vervorming bij gesmeed ijzer slechts door voor krachten beneden de 1500 KG. per vierkanten centimeter, dat is ongeveer de helft van het gewicht, waarbij de staaf breekt. Bij andere materialen gaat het slechts door voor $^1/_3$ of minder van het brekingsgewicht.

Zoolang nu de vervormingen evenredig aan de krachten blijven, hernemen de lichamen hun oorspronkelijken vorm, zoodra de kracht ophoudt te werken. De grootste kracht, waarvoor dat nog plaats heeft, noemt men de grens der veerkracht.

Het spreekt van zelf dat het van belang is, daarop bij het gebruik der materialen te letten, en dat het niet voldoende is, dat de weerstand tegen breken groot genoeg is; de vormverandering mag evenmin blijvend zijn.

Een tijdelijk, weer verdwijnende vormverandering ten gevolge der krachten is evenwel onmogelijk tegen te gaan, omdat de kleinste kracht die teweeg brengt, zooals o.a. prof. Kaiser te Leiden in eene brochure voor eenige jaren mededeelde, dat hij de beweging door den druk van zijn pink op het metselwerk, waarop de groote meridiaankijker aldaar gebouwd is, in dat instrument duidelijk waarnam. Meer dergelijke voorbeelden, doch minder sterk, zou ik ook uit eigen ervaring kunnen aanhalen.

De doorbuiging van bruggen ten gevolge der belasting moet daarom volstrekt niet als eene onvol-

maaktheid worden beschouwd, want ze is onvermijdelijk, en de grootte er van laat zich vooraf berekenen doch na de ontlasting der brug behoort ze weer te verdwijnen. Bij nieuw gebouwde bruggen, die voor het eerst belast worden, geschiedt dat doorgaans echter niet geheel wegens de zettingen in de onderlinge verbindingen der deelen.

Is men nu door de uitkomsten van proeven, hetzij opzettelijk genomen, hetzij door de ondervinding bij reeds vroeger bestaande kunstwerken aan de hand gedaan, genoeg op de hoogte omtrent den weerstand en de veerkracht der materialen, dan kan men door wiskunstige beschouwingen vinden, welke afmetingen een balk moet hebben, die loodrecht op zijne lengte belast en slechts in enkele punten ondersteund is.

Zulk een balk is in fig. 307 voorgesteld en zal thans door ons iets nader in oogenschouw genomen worden.

In de zeventiende eeuw werden daaromtrent reeds meer of minder nauwkeurige berekeningen en proeven ingesteld; in onze eeuw bereikten die echter eerst den noodigen graad van volkomenheid, zoodat de uitkomsten er van voor de toepassing geschikt waren. Vooral tijdens en vóór den bouw der bekende Brittannia-brug (1840—1850) geschiedden er proeven op groote schaal.

Een eerste hoofdwaarheid, waartoe men geraakte, is dat hoe hooger een balk is, hoe meer weerstand hij biedt tegen krachten, die er loodrecht opwerken.

De boven gehouden beschouwing over de gebroken hefboomen, volgens fig. 297, toonde dat reeds duidelijk aan; de kracht die aan den verticalen hefboomsarm AC of DF moet werken, wordt kleiner, wanneer die arm langer wordt, en wel in omgekeerde evenredigheid. Dus is de sterkte van de samenstellen volgens fig. 297 en 298 en van die volgens fig. 299 — 302 evenredig aan de hoogte, zoolang de doorsneden der touwen AD, GJ, enz. en der staven BE, HK, enz. dezelfde blijven.

Bij een massieven balk GJ KH fig. 307 neemt echter de doorsnede MLNO ook zelfs nog evenredig aan de hoogte (GJ of HK) toe, en daarom is de weerstand van zulk een balk evenredig aan het vierkant van zijne hoogte, zoodat een balk van 0,30 meter hoogte 9maal zoo sterk is als een balk, die bij gelijke breedte, MO, fig. 307, slechts 0.10 meter hoog is.

Een balk kan men beschouwen als eene verzameling van vezels, die in één richting evenwijdig aan GH en JK, fig. 307, loopen en volgens de lengte aan elkander verbonden zijn. De vezels in een massieven balk werken dan op dezelfde wijze als de boven- en benedenregels van ijzer en touw in de samenstellen van fig. 299—302.

De balk is als het ware eene vereeniging van een groot aantal aan elkander sluitende gebroken hefboomen, zooals ACB en DFE, fig. 307, waarvan de verticale armen AC en DF niet allen van dezelfde lengte zijn. De vezels in den balk zijn zoovele touwen en staven op verschillende hoogten gelegen. Daar de vezels echter volgens de lengte met elkander verbonden zijn, wordt de werking iets ingewikkelder.

Vooral op de doorbuiging is de verbinding der vezels aan elkander van grooten invloed. De doorbuiging neemt in het algemeen zeer sterk af bij alle liggers, wanneer de hoogte toeneemt.

De indeeling in vezels gaat niet alleen voor houten balken door; ook voor andere stoffen, zooals ijzer bijv., kan men dezelfde voorstelling blijven aannemen.

Omdat nu de hefboomen, waarvan de verticale armen het kortste zijn, den minsten weerstand bieden, zoo is de stof in een massieven balk niet op de gunstigste wijze verdeeld.

Daarom geeft men aan balken van ijzer, gegoten zoowel als gesmeed, den **I** vorm fig. 308 tot doorsnede, waarin de meeste vezels aan de buitenkanten liggen. Bij hout kan men dien vorm alleen verkrijgen door de middelvezels weg te nemen en dus den balk te verzwakken in plaats van te versterken; bij ijzer gaat dat beter, omdat men ijzeren liggers giet, trekt of uit verschillende deelen samenklinkt.

Ook bij ijzer is men echter verplicht vezels in het midden over te laten; anders zou men twee balken verkrijgen, die ieder op zich zelf weerstand boden en dus slechts met twee massieve balken van veel geringer hoogte gelijk zouden staan.

In zulk een **I** vormigen ligger fig. 308 noemt men de horizontale bladen AB en CD gewoonlijk randen, het verticale gedeelte EF wand; bij kleine liggers worden de randen ook wel flenzen, en de wand, die dan altijd massief is, steel genoemd.

Hoe sterk nu de randen moeten zijn in elk bijzonder geval, laat zich gemakkelijk afleiden uit de wetten van den hefboom, die ik boven besproken heb. Zoo moeten de randen des te grooter doorsnede hebben, hoe verder de steunpunten van elkander verwijderd zijn — d.i. hoe grooter de overspanning van den ligger is —, omdat de hefboomsarmen BC en EF fig. 307 of RC en TF fig. 302 — d.i. de afstanden

van de belasting tot aan de steunpunten —, grooter worden met de overspanning en dus de krachten aan de verticale hefboomsarmen AC en DF in dezelfde reden toenemen.

Daar de weerstand van gegoten ijzer tegen druk grooter is dan tegen trekkracht, zoo zijn bij gegoten **I** liggers de doorsneden der flenzen doorgaans ongelijk; bij gesmeed ijzer daarentegen moeten ze gelijk zijn.

Minder gemakkelijk is het, de verdeeling der krachten in den wand te bepalen, en het is eerst sinds een tiental jaren, dat men daaromtrent helderder begrippen heeft gekregen.

De vraag, hoe dik de wand van een **I** ligger moet zijn, hier ook maar ten naastenbij op te lossen, zou niet de gewenschte vrucht kunnen opleveren, van daaromtrent een helder inzicht te geven. Ik zal dus alleen melding maken van een der uitkomsten, waartoe men geraakt door de gestelde vraag te beantwoorden; namelijk dat de doorsnede van den wand van een **I** ligger noch grooter noch kleiner behoeft te worden, wanneer de hoogte van den ligger verandert. Die doorsnede hangt dus geenszins af van de hoogte van den ligger, maar alleen van de grootte van den last, dien de ligger te dragen heeft.

Daar nu de dikte van den wand met de hoogte vermenigvuldigd de dwarsdoorsnede geeft, zoo is de vereischte dikte van den wand omgekeerd evenredig aan de hoogte van den ligger, daar het product van beide afmetingen dan steeds constant blijft.

Zoo is het dan altijd voordeelig, de **I** liggers zoo hoog mogelijk te maken; voor den wand maakt het geen onderscheid, maar de randen kunnen er lichter door worden.

Doch zijn er dan in geen enkel opzicht nadeelen aan een groote hoogte verbonden?

Ja, steeds zullen zich bij een te groote hoogte bezwaren voordoen, voor elke brug is het bijzonder, waardoor men vanzelf in de hoogte beperkt wordt.

Gewoonlijk wisselt voor groote bruggen de hoogte van ijzeren liggers tusschen $^1/_{17}$ en $^1/_6$ der overspanning; bij de latere bruggen kan men echter $^1/_{12}$ wel als de kleinste verhouding aanmerken.

De bezwaren tegen groote hoogte zijn van tweeërlei aard, ten 1^{en} die welke het gevolg zijn van omstandigheden buiten de brug, en ten 2de die welke in de samenstelling van de brug zelf gezocht moeten worden, onafhankelijk van de omgeving der brug.

Ik zal die bezwaren thans nagaan.

Het natuurlijkste is, dat men de belastingen boven op de liggers laat rusten, zooals bij de kleine bruggen in wegen voor gewoon vervoer veelal het geval is; het dek, waarover de lasten bewegen, ligt onmiddelijk op balken, die de eigenlijke brug vormen.

Wanneer men echter b.v. wegens de scheepvaart, den onderkant der brug niet zoo laag kan maken als noodig is om balken van voldoende hoogte te plaatsen, moet men de liggers boven het dek doen uitsteken; doch dan kunnen ze alleen ter zijde van het dek worden geplaatst, om het verkeer niet te hinderen. Daarom zijn dan onder het dek nog weder afzonderlijke dwarsdragers noodig, die met hun uiteinden hangen aan de liggers ter weerszijden van het dek, welke nu hoofdliggers heeten; want een gewone rijbrug moet minstens 3 meter breed zijn, en over die breedte kan een planken dek niet zonder steun blijven. Daar de dwarsdragers met het dek dan niet meer op de hoofdliggers kunnen rusten, moeten ze er aan de onderzijde aan bevestigd worden.

Bij spoorwegbruggen legt men de rails bij voorkeur juist of nagenoeg boven de liggers, echter niet onmiddellijk er op, maar op streksche of op dwarshouten, die voor het veeren dienen bij het overtrekken van treinen. Komt echter zoodoende de onderkant der liggers te laag, dan moet men weder het stelsel van hoofdliggers met dwarsdragers toepassen. Het is daarbij echter niet onverschillig, hoe hoog de hoofdliggers boven de rails uitsteken, omdat men voor de vrije ruimte tusschen de beide hoofdliggers gebonden is aan het bepaalde profiel, dat op alle spoorwegen van het Europeesch vasteland is aangenomen, opdat voor de spoorwagens overal op de banen de noodige ruimte aanwezig zij.

Zoodra echter de liggers, zoowel van bruggen voor gewoon vervoer als voor spoorwegen, zoover van elkander geplaatst worden, dat men door de passage niet meer aan de hoogte er van gebonden is, is het doorgaans voordeelig ze zeer hoog te maken.

Waardoor wordt men dan in de tweede plaats nog in de hoogte beperkt?

De bezwaren, die dan nog tegen groote hoogte bestaan, waren vroeger grooter dan tegenwoordig; door betere constructiën en bruggestelsels weet men die bezwaren allengs te overwinnen. Zeer dikwijls ziet men echter, dat men desniettegenstaande een geringere hoogte aanneemt dan wenschelijk is, waarschijnlijk door vroegere voorbeelden te veel te volgen.

Bij de Brittannia- en de Conwaybrug, die beide den kokervorm tot doorsnede hebben, is die verhouding slechts $^1/_{16}$ à $^1/_{15}$.

Wat den kokervorm betreft, zoo moet ik opmerken, dat die bijna gelijk staat met den **I** vorm; door 2 **I** liggers naast elkander te plaatsen en de flenzen iets te verschuiven, zie fig. 309, ontstaat toch een koker.

De ontwerpers der genoemde Engelsche bruggen hadden slechts gegoten ijzeren **I** liggers tot voorbeeld. Nu kan men hierbij den wand niet al te dun gieten, omdat er dan barsten tijdens de afkoeling van het ijzer ontstaan; en is men aan een bepaalde dikte voor den wand gehouden, dan brengt natuurlijk een grootere hoogte van den ligger dientengevolge eene verzwaring aan, waartegen de mindere afmetingen der randen op het laatst niet meer zouden opwegen.

Er is dan eene hoogte, die de voordeeligste is. Bovendien bleek een gelijksoortig bezwaar te bestaan voor de plaatijzeren kokerbruggen. Toen men namelijk op een model van $^1/_6$ à $^1/_5$ der ware grootte van de brug zelve proeven nam, bleek het, dat de wand doorknikte of plooide, zooals men dat noemt.

Daarbij had dus iets dergelijks plaats als bij staven, die gedrukt worden en te lang zijn. De dwarsdoorsnede van den wand was ruim voldoende, doch de vorm er van deugde niet.

Men wist daarin toen niet anders te voorzien dan door verticale verstijvingen, uit ⌊ en T ijzers bestaande, langs den wand aan te brengen. Had men nu een grootere hoogte voor de kokers aangenomen, dan had men niet alleen langere maar ook zwaardere ⌊ ijzers moeten nemen.

Berekent men de dikte, voor de wanden bij bruggen van 20 tot 100 meter vereischt, dan vindt men gewoonlijk slechts 3, hoogstens 6 millimeter. Alleen wegens het roest, dat een plaat van die dikte in korten tijd te veel zou beschadigen, is het reeds raadzaam de wanden dikker te nemen; maar vooral het plooien noodzaakt daartoe en tot het aanbrengen van verstijvingen.

Bij latere bruggen was men er dus op uit, om een beteren vorm voor de wanden te vinden; daartoe maakte men ze van staven, die elkander kruisten als in fig. 310; dat was eene navolging van reeds vroeger bestaande houten bruggen in Amerika, volgens het stelsel van den uitvinder Town.

Van de krachten, die in zulk een traliewand werkten, kan men zich echter niet nauwkeurig rekenschap geven; een dergelijke wand moet als een plaatwand met gaten beschouwd worden. Zoo werden echter verscheidene bruggen gebouwd, o.a. die te Keulen.

Bij dat stelsel doet zich echter hetzelfde bezwaar van plooien voor, zoodat men even goed als bij volle plaatwanden genoodzaakt is, verstijvingen aan te brengen. Het eenige dat men uitwint, is de overbodige hoeveelheid materiaal in den wand zelf, omdat men door de mazen groot genoeg te maken, kan uitsparen, wat men verliest door aan een bepaalde dikte van platen gebonden te zijn.

De verstijvingen blijven echter nog een bezwaar tegen een groote hoogte, zoodat de brug te Keulen dan ook slechts $^1/_{12}$ der overspanning tot hoogte heeft.

Doch spoedig ontstonden er verschillende andere stelsels van wanden, die naar de uitvinders Warren, Howe enz. genoemd worden; in beginsel komen ze echter allen met elkander overeen; ze bestaan allen uit eene aaneenvoeging van driehoeken.

In die stelsels, de zoogenaamde diagonaalstelsels, waarvan fig. 302 en 308 voorbeelden zijn, laat zich de kracht in elke staaf of diagonaal berekenen, en kan men dus het materiaal aanbrengen juist daar, waar het noodig is, en bovendien eene inrichting kiezen, waarbij zoo weinig mogelijk ijzer gevorderd wordt.

Berekent men nu de hoeveelheid ijzer, die in zulk een wand noodig is, zoo blijkt het, dat ook die hoeveelheid evenals bij plaatwanden onafhankelijk van de hoogte van den wand is. Alleen bij de uitvoering is het dikwijls moeielijk bij zeer groote hoogten geschikte constructiën te vinden, zoodat men dientengevolge altijd nog eenige, maar veel minder verzwaring van den wand noodig heeft, wanneer deze buitengewoon hoog wordt.

Men maakt echter steeds vorderingen in het vinden van goede constructiën, waarbij geen overbodig materiaal wordt gebruikt; daarmede kan dus ook gepaard gaan eene verhooging der bruggen.

Als een nadeel van groote hoogten komt verder de groote oppervlakte in aanmerking, waarop de wind kan werken.

Dat die werking niet gering is, blijkt daaruit, dat die voor de groote brug te Kuilenburg, indien de wanden van volle platen waren, in geval van een sterken storm, gelijk zou staan met het gewicht van $^3/_5$ à $^3/_4$ van een trein alleen van zware locomotieven; of wel ruim dat van een gewonen trein.

Om de bruggen tegen de werking van den wind bestand te maken, brengt men er aan de beneden-

of aan de bovenzijde, of boven en beneden windkruisen aan, die dus in horizontale vlakken liggen, waardoor men een samenstel krijgt, dat als het ware een brug vormt, die op hare zijde is neergelegd. Het materiaal, benoodigd voor de windkruisen, is betrekkelijk gering, zoodat men daardoor nooit in de hoogte der brug beperkt wordt.

Bovendien moet men echter ook zorgen dat de brug niet in haar geheel door den wind omgekanteld wordt. Een groote breedte is daarvoor en voor dę stevigheid der brug in het algemeen zeer bevorderlijk.

Bruggen voor dubbel spoor kan men daarom grootere hoogte geven dan die voor enkel.

De werking van den wind zal evenwel slechts zelden de hoogte der brug beperken, daar men door geschikte constructiën voldoenden weerstand kan bieden.

Doch ook bij de beste stelsels en constructiën zijn er steeds verzwaringen noodig, die met de hoogte der brug toenemen. Daartoe behooren voornamelijk de koppelingen in verticale vlakken van de beide hoofdliggers onderling. Hoe zwaar die koppelingen moeten zijn en wat de beste inrichting er voor is, is eene zaak, die nog verre van uitgemaakt is; proeven op modellen zouden daarover misschien meer licht kunnen verspreiden.

Bij bruggen, zooals die van 40 meter en kleiner, waarvan de liggers niet reeds vanzelf hoog genoeg zijn om ze van boven te kunnen koppelen, is het evenwel ook voor een stevige constructie voordeelig, den ligger zooveel hooger te maken, dat de ruimte, voor de spoorwagens noodig, van boven eene koppeling toelaat; anders is men verplicht de stevigheid, die door verticale koppelingen verkregen wordt, alleen door den vloer der brug, dus door de dwarsdragers voort te brengen, hetgeen veel moeielijker te bereiken is.

Een laatste bezwaar tegen groote hoogte zou men kunnen zoeken in de moeielijkheid der opstelling van de brug, omdat het ijzer zooveel hooger moet worden opgevoerd.

De kosten van het opvoeren zijn echter gering en daar ze evenredig aan de hoogte zijn, maar de noodige hoeveelheid ijzer daarentegen afneemt wanneer de hoogte toeneemt, zoo zal het hooger opvoeren van die hoeveelheid nooit verhooging van kosten medebrengen. Ook de hulpstellingen, voor het plaatsen der bruggen benoodigd, moeten wel hooger zijn, maar kunnen, daar ze minder ijzer te dragen hebben, ook lichter worden, en bovendien kosten ze toch altijd minder dan de brug zelf. Alleen zou het bij de voorafgaande inelkanderstelling van groote bruggen in de fabriek kunnen gebeuren, dat de gebouwen niet groot genoeg waren.

Maar zooals de ervaring leert, regelen zich de fabrieken naar de behoefte. Zoo is er voor de Kuilenburgsche brug een afzonderlijk gebouw van steen met een ijzeren kap te Duisburg opgericht.

Neemt men nu alle bezwaren tegen groote hoogte te zamen, dan blijkt het toch, dat men doorgaans te kleine hoogte aan de bruggen geeft; langzamerhand wordt dit echter vermeerderd. Zoo is voor de brug te Mainz en voor die over de Linge bij Geldermalsen de verhouding der grootste hoogte in het midden tot de overspanning $^1/_7$ à $^1/_6$, voor die van 150 meter te Kuilenburg $^1/_8$ à $^1/_7$, voor die van 100 meter bij Crevecoeur $^1/_8$, voor de bruggen over de groote openingen te Bommel slechts $^1/_{10}$ à $^1/_9$. Ook deze zouden volgens het eerste plan hooger zijn gemaakt, doch daar ze de aanzienlijke wijdte van 120 meter overspannen en voor enkel spoor zijn, zouden ze dan voor den vasten stand te hoog in vergelijking van de breedte geworden zijn.

Door verbetering der constructiën zal men over een vijftigtal jaren bij groote bruggen, mits voor dubbel spoor, waarschijnlijk wel $^1/_5$ en $^1/_4$ van de overspanning tot hoogte kunnen aannemen.

Om nader eene vergelijking te kunnen maken tusschen plaatwanden en diagonaalstelsels, moet ik vooraf over de laatsten nog een en ander aanmerken.

Zoolang men volle wanden in de hoofdliggers heeft, is het onverschillig in welke punten men de dwarsdragers er op laat rusten. In een traliewand, bestaande uit staven, die samen een netwerk met open mazen vormen, zou het aanhangen van een gewicht aan een staaf tusschen de ontmoetingspunten met andere staven de belaste staaf op een ongunstige wijze aangrijpen, daar ze geen steun vindt dan in de punten waarin ze de andere staven ontmoet, dus op een afstand van de plaats waar het gewicht werkt.

De ontmoetingspunten van de staven noemt men knooppunten.

In die knooppunten behooren dus ook de dwarsdragers en de verdere belastingen te worden aangebracht. Geschiedt dat, dan kunnen er op geen van de staven en randdeelen der brug andere krachten werken dan juist in de lengterichting van de staven en randen; tegen deze werking bieden zij blijkbaar den meesten weerstand, zoodat op die wijze van het materiaal het meeste voordeel getrokken wordt.

Toen men de eerste traliewanden maakte, waarvan men nog de juiste werking niet doorgrondde, bracht men de dwarsdragers ook tusschen de knooppunten aan, zooals bijv. te Keulen. De mazen van die wanden waren echter doorgaans niet grooter dan ongeveer 0.70 meter, en hoogstens 1,5 à 2 meter, zoodat het weinig kwaad kon; toen men de mazen vergrootte, moest het echter terstond in het oog springen, dat de lasten bij voorkeur in de knooppunten behoorden te werken, en dat moet wederkeerig aanleiding gegeven hebben tot een dieper inzicht in de juiste werking van elk deel van den ligger. Daarover bestaan thans hoogst volledige en tevens betrekkelijk eenvoudige begrippen.

Men is nu echter in den afstand der dwarsdragers bepaald door de knooppunten of omgekeerd.

Om te kunnen beoordeelen in hoeverre dat een bezwaar is, zal ik een woord zeggen over de inrichting van de vloeren der bruggen, d.i. van de dwarsdragers uit de spoorbaan, enz.

Men kan, zooals de Duitschers dikwijls doen, de rails onmiddelijk of ook op streksche houten balken op de dwarsdragers doen rusten. Een rail moet echter op ongeveer elken meter lengte ondersteund worden. De afstand der dwarsdragers kan dus niet veel grooter zijn, wanneer de streksche balken ontbreken.

Brengt men deze echter tot versterking onder de rails aan, dan kan men de dwarsdragers op 2 meter, misschien hoogstens 2,50 meter brengen. In verband daarmede vindt men dan ook bij veel Duitsche bruggen en vooral bij die van vroegere dagteekening kleine mazen in de hoofdliggers.

Men heeft dan echter veel dwarsdragers noodig, waaraan een betrekkelijk groot gewicht aan ijzer gaat.

Het is daarom voordeelig dien afstand te vergrooten, doch men heeft dan tot ondersteuning der rails tusschen de dwarsdragers afzonderlijke streksche liggertjes van ijzer noodig.

Wordt nu de afstand der dwarsdragers te groot, dan zouden de streksche liggertjes weer te zwaar worden; de voordeeligste afstand is doorgaans 3 à 5 meter; een halve meter meer of minder doet niet veel af tot het gezamenlijke gewicht van den vloer.

Nu is het echter moeielijk de knooppunten van de hoofdliggers altijd juist op dien afstand van 3 à 5 meter te brengen.

Voor het gewicht van de diagonaalwanden is het toch geenszins onverschillig in welke richting de diagonalen staan; de voordeeligste hoek, dien ze met de randen maken, ligt gewoonlijk tusschen ongeveer 30° en 60°.

Bij een brug van bijv. 10 meter hoogte zou alsdan de afstand der knooppunten altijd meer dan 5 meter worden.

Om daarin te voorzien, brengt men volgens fig. 311 als het ware twee hoofdliggers A en B naast en tegen elkander aan, waarvan de knooppunten a_1 a_1 a en b_1 b_1 b echter niet tegenover elkander vallen, maar den halven afstand verspringen; zoo verkrijgt men een zoogenaamd samengesteld systeem, dat in plaats van tweevoudig ook drie- of meervoudig nog kan zijn. Door die inrichting kan men dus den afstand der knooppunten naar verkiezing regelen. Natuurlijk worden de verschillende stelsels in de uitvoering tot slechts één ligger vereenigd. De voordeelen, die een diagonaalstelsel boven een plaatwand aanbiedt, zijn talrijk.

Behalve de reeds genoemden, die allen hieruit voortvloeien, dat men de brug hooger kan maken, noem ik nog slechts het doorlaten van het licht, waardoor men alle deelen kan zien en de roestplekken spoedig vindt, het doorlaten van den wind, waardoor de brug daarvan minder te lijden heeft, en niet het minste de voordeelen in de constructie. Men kan namelijk de dikte van een plaatwand niet of slechts enkele malen over de lengte der liggers doen veranderen; voor elken diagonaal kan men echter, onafhankelijk van de overigen, de doorsnede nemen evenredig aan de kracht, die er op kan werken. Men kan verder den vorm dier doorsnede kiezen naar de vereischten der constructie en niet te vatbaar voor roest. Men kan gemakkelijk een deel van den wand vernieuwen door slechts de diagonalen elk op zich zelf te vervangen. Het geheele stelsel komt beter overeen met den aard der belasting, die ook met sprongen van dwarsdrager op dwarsdrager werkt.

De krachten laten zich eindelijk zuiver berekenen, hetgeen in plaatwanden veel moeielijker is en tot nu toe nog slechts ten naastenbij heeft kunnen geschieden.

Bij het berekenen van diagonalen neemt men echter aan, dat ze met hunne uiteinden slechts met scharnieren aan de randen verbonden zijn op dezelfde wijze, als bij de hefboomsarmen, volgens fig. 298, is besproken, en dat dus eene draaiing van de verschillende staven om het verbindingspunt niet belet wordt door den weerstand van die verbinding zelf. Sommigen hebben daarom voorgesteld, die verbinding

werkelijk uit scharnieren te doen bestaan, en zoo zijn zelfs bruggen gebouwd, o. a. de Crumlui-Viaduct in 1853. Doch die inrichting heeft weinig navolging gevonden.

Of het echter al dan niet scharnieren zijn, doet tot de grootte der kracht in de diagonalen doorgaans weinig ter zake; de vermeerdering der spanning, ontstaande doordien de verbindingen niet uit scharnieren bestaan, zal zelden of nooit meer dan 5% bedragen. Maar al deed het er iets toe, dan is het toch geen voldoende reden, om daaraan de stijfheid der verbindingen op te offeren, evenmin als men in een gewelf van steenen het cement zal weglaten, omdat het volgens de theorie ook zonder cement moet kunnen bestaan, en het cement maakt, dat men de krachten, die er in werken, niet meer zuiver bepalen kan.

Tot nu toe heb ik alleen van de randen en van de wanden in hun geheel gesproken, de krachten die er op werken, zijn echter over de geheele lengte der brug volstrekt niet dezelfde.

De beste voorstelling van de verdeeling dier krachten verkrijgt men door nogmaals fig. 301 te beschouwen. De enkele rand AD of BE respectievelijk GJ of HK, LN of MO van elk der drie samenstellen ABED, GHKJ en LMON heeft steeds dezelfde kracht te weerstaan, want evenmin als bij de gebroken hefboomen van fig. 298 doet de afstand AD — respectievelijk GJ, LN — der verticale standaards CA en FD — respectievelijk BG en EJ, HL en KN — er iets toe af. Maar in het midden van fig. 301 bevinden zich over de lengten AD en BE drie randen, aan de uiteinden van L tot G, van J tot N en van M tot H, van K tot O maar één rand. Daaruit zou terstond blijken, dat in een brugligger de rand in het midden het sterkste moet zijn, ware het niet dat een brugligger over zijn geheele lengte in elk knooppunt belast wordt, terwijl in fig. 301 slechts de beide knooppunten A en D in het midden van den ligger belast zijn.

De verandering, die ontstaat door ook de knooppunten L, G, J en N te belasten, is aanschouwelijk gemaakt in fig. 312; daarin zijn met gelijksoortige lijnen geteekend de gewichten en de staven, die noodig zijn om elk stel gewichten QQ te dragen.

De staven PL en NS zouden strikt genomen kunnen wegblijven en behooren niet tot de stelsels, die volgens berekening noodig zijn, evenwel kunnen ze in de uitvoering moeielijk gemist worden, zal de ligger een stevig geheel vormen.

Een blik op fig. 312 toont aan, dat ook bij belasting van alle knooppunten de rand in het midden het sterkste moet zijn, afnemende naar de steunpunten, want de randen van elk der samenstellen gaan steeds door over het midden der lengte, maar eindigen op verschillende afstanden van de steunpunten.

Uit de figuur, waarin elk cijfer het vereischt aantal staven van een zelfde dikte aangeeft, blijkt ook, dat de verticale standaards PM, LH, GB, enz. en de schuins geplaatste trekstangen LM, GH, AB, enz. in het midden der brug de minste doorsnede behoeven, doch naar de steunpunten toe verzwaard moeten worden; de eindverticalen PM en SO boven de steunpunten krijgen dan ook het gewicht, d.i. den verticalen druk, der geheele belasting, dus elke eindverticaal de helft daarvan te dragen.

In de figuur is bovendien duidelijk aangetoond, hoe deze ligger zich in zes verschillende stelsels, elk gelijk aan dat van fig. 299, laat ontleden, waarom ik daarbij niet langer zal stilstaan.

Omdat de belasting niet altijd symetriek ten opzichte van het midden van den ligger verdeeld is, moet er in brugliggers niet alleen in het middelvak ACFD fig. 312, nog een trekstang of een schoor worden aangebracht, maar ook de afmetingen der overige deelen van den wand en hare onderlinge verhoudingen veranderen dientengevolge min of meer.

Voor de randen maakt dat echter geen verschil; die moeten berekend worden voor het geval, dat alle knooppunten zoo zwaar mogelijk belast zijn.

Uit fig. 312 blijkt nog, dat de randen in het midden tweemaal zoo sterk moeten zijn als in de uiterste vakken bij de steunpunten; meestal wordt die verhouding in de toepassing op werkelijke bruggen nog veel sterker, doordien het aantal knooppunten grooter is, en dan wordt het moeielijk een vorm voor de randen te vinden, die geschikt is voor zoo sterke afwisseling van dwarsdoorsnede. Daarom alleen is men dan genoodzaakt de randen bij de steunpunten zwaarder te maken. Doch indien men nu de randen aldaar niet waterpas maakt, maar ombuigt als in fig. 313 den bovenrand of in fig. 314 den benedenrand, of wel alle beide randen, dan helpen ze mede alsof ze een deel van den wand waren, en daardoor kunnen de diagonalen en verticalen dus lichter worden. Hetgeen men dus de randen bij de steunpunten te zwaar moet maken wegens de constructie, kan men op die wijze ten deele weer uitsparen.

Daar de diagonalen en verticalen bij de steunpunten juist het zwaarste moeten zijn, vermijdt men op die

wijze tevens te groote afmetingen, die anders soms voor de staven van den wand vereischt zouden worden.

Door de ombuiging der randen komt men als vanzelf tot den boogvorm; dergelijke liggers blijven echter de eigenschap van balken behouden, van verticaal op de steunpunten te drukken, en vormen dus nog geen boog- of gewelf- en kettingbruggen.

Dat worden ze eerst, wanneer één der randen ontbreekt. Ontbreekt de onderrand, en is de bovenrand gebogen, zooals in fig. 315, dan is het een boogbrug. De vloer der brug ligt dan doorgaans boven op de liggers, soms ter halver hoogte, zooals bij de schoone spoorwegbrug te Coblentz over den Rijn.

Is daarentegen de benedenrand gebogen en ontbreekt de bovenrand, zoo heeft men een kettingbrug, zie fig. 316. De wederstand, dien de ontbrekende randen zouden opleveren, moet nu in den zijdelingschen wederstand der steunpunten worden gevonden.

Verder moet de ketting op eene of andere wijze, bijv. door een stevigen vloer, verstijfd worden, want elke verplaatsing der belasting zou anders zeer zichtbare vormveranderingen in den ketting aanbrengen. Wanneer de verdeeling der belasting over de brug voortdurend dezelfde bleef, zouden die verstijvingen echter gemist kunnen worden; de ketting zou eens voor-al den evenwichtsvorm aannemen, waarin hij voor die bepaalde belasting in rust blijft. Bij een eigenlijke boog- of gewelfbrug, die volkomen in aard met een kettingbrug overeenkomt en ook denzelfden vorm of kromming moet hebben, daar ze eigenlijk een omgekeerde ketting is, zou dezelfde bewegelijkheid, maar in nog sterker mate plaats hebben, indien men daarin niet voorzag door den boog zelf te verstijven. Aan die verstijvingen moet men meestal zooveel materiaal gebruiken, dat daardoor de uitsparing van één der randen en van den wand der balkbruggen geen voordeel meer oplevert.

Bogen of gewelfbruggen worden daarom doorgaans alleen gemaakt, dáár, waar weinig hoogte voor de liggers in het midden der brug beschikbaar is; kettingbruggen worden echter zuinigheidshalve gemaakt en zijn dan ook altijd aan vormveranderingen onderhevig, zoodat ze voor spoorwegbruggen nog alleen in Amerika, het land der stoute ondernemingen, gemaakt zijn.

Bovendien zijn voor bogen en kettingbruggen stevige steunpunten noodig, zooals men ze niet overal vindt of maken kan; en moet men ze maken, dan kosten ze veel meer dan pijlers voor balkbruggen.

De doorsnede, die een ketting, dus ook een boog moet hebben, is over de geheele lengte bijna dezelfde. Datzelfde blijft waar, wanneer men van een balkbrug één of beide randen ombuigt, den bovenrand als een gewelf, den onderrand als een ketting. Bij die buiging der randen werken ze tevens zoo zeer mede voor den wand, dat deze geheel gemist kan worden, zoolang de ligger over zijn geheele lengte gelijkmatig belast is; de kromming der randen moet dan gelijk zijn aan den evenwichtsvorm, dien een touw of ketting in dat geval aanneemt. In zulk eene balkbrug met gebogen randen worden dus alleen diagonalen vereischt, om de vormveranderingen tegen te gaan, die ontstaan wanneer de belasting verplaatst wordt en dus ongelijkmatig over de brug wordt verdeeld. Men ziet derhalve dat de buiging der randen van grooten invloed is op de doorsneden, die de verschillende deelen van den ligger moeten hebben.

Bij kleine bruggen zijn de doorsnede en de lengte der randen gering, zoodat het niet de moeite en het arbeidsloon waard is, die te doen veranderen; kleine bruggen maakt men daarom eenvoudigheidshalve doorgaans met rechte randen en onveranderde doorsnede. Bij grootere bruggen bijv. van 30 tot 50 meter is het moeielijk de doorsnede der randen belangrijk te doen veranderen, omdat die daartoe niet groot genoeg is. Het is dan bepaald voordeelig, één of beide randen om te buigen, omdat men daardoor bijna geen diagonalen noodig heeft. Voor niet zeer groote bruggen, zooals van laatstgenoemde afmeting, zijn boogliggers vooral ook om deze reden te verkiezen, dat ze in het midden hooger kunnen zijn dan liggers met rechte randen. Wegens hun geringe hoogte bij de steunpunten blijft toch de gemiddelde hoogte van boogliggers dan nog klein genoeg om hun vasten stand te verzekeren.

Bovendien spaart men door den boogvorm de koppelingen in de nabijheid der steunpunten uit. De brug in den staatsspoorweg bij Geldermalsen heeft liggers, waarvan de onderranden recht, doch de bovenranden geheel gebogen zijn, zoodat deze boven de steunpunten op de pijlers met de onderranden verbonden zijn.

Wanneer de spoorbaan tusschen de liggers in is geplaatst, worden er in zeer groote bruggen evenwel over een aanzienlijke lengte volstrekt sterke koppelingen vereischt, en is dus een geringe hoogte aan de uiteinden der brug niet wenschelijk. Ook geven zeer groote bruggen door hare belangrijke afmetingen voldoende gelegenheid, om de doorsneden der randen te veranderen. Maakt men die daarom met rechte

randen, dan blijft evenwel dicht bij de steunpunten nog het bezwaar bestaan, dat de doorsneden te klein voor de constructie worden. De geschiktste vorm der liggers voor zulke openingen is dan die van fig 317 welke voor de groote openingen der bruggen bij Kuilenburg, Bommel en Crevecoeur en voor de brug te Moerdijk is aangenomen. De hoogte van de liggers boven de steunpunten is veel minder dan die in het midden, maar nog groot genoeg om aldaar koppelingen te kunnen aanbrengen; de vereischte doorsnede van den rand bij de steunpunten is grooter dan ze behoefde te zijn, wanneer de hoogte aldaar gelijk was aan die in het midden der brug, en behoeft daardoor voor de constructie niet meer vergroot te worden; ze helpt evenwel reeds mede als deel van den wand en is tevens veel geringer dan de doorsnede in het midden. De eindverticalen, die voor den vasten stand der brug doorgaans nog sterker worden gemaakt dan ze volgens de berekening reeds zijn moeten, worden bij zulk eene brug veel korter dan bij een rechtstandige, waardoor veel ijzer wordt uitgespaard.

Men is vrijer in den afstand der knooppunten dan bij de rechtrandige liggers; deze vatten meer wind bij gelijke hoogte, en nog menig ander voordeel zou te noemen zijn, zooals bijv. de schoonere vorm; ook sommige nadeelen, waaronder in de eerste plaats de ongelijkheid der gelijksoortige verbindingen, doch de voordeelen overtreffen de nadeelen verre.

Vergelijkt men nu de Conwaij-brug met de bruggen van 120 meter te Bommel, die in overspanning nagenoeg gelijk zijn, dan vindt men, voor zoover ik uit de mij bekende cijfers kan nagaan, dat de Conwaijbrug $1^1/_2$ à 2 maal zoo zwaar is als die te Bommel, en daarbij weinig meer dan de halve sterkte heeft, zoodat het materiaal bij laatstgenoemde brug bijna 3 maal zoo voordeelig is aangewend als te Conwaij. Daaruit blijkt, hoeveel men sinds den bouw der laatstgenoemde brug reeds is vooruitgegaan.

SLOTOPMERKINGEN.

Nu aldus de stelsels besproken te hebben, waarnaar de groote bruggen en den staatsspoorweg gebouwd zijn, wil ik daaraan nog eenige opmerkingen toevoegen.

In de eerste plaats zal ik nog een enkel woord zeggen over de bruggen, waarvan de liggers over de steunpunten doorloopen, zoodat ze meer dan één opening overspannen, zooals de Brittania-brug, de bruggen te Keulen, te Straatsburg, te Hattem en anderen.

Van die bruggen geldt niet, wat ik in het begin zeide omtrent de reacties der steunpunten, dat die wiskunstig bepaald zijn, zoodra men de belastingen kent; en toch moet men die reacties kennen, vóór men eenige berekeningen van afmetingen kan maken. Om die reacties te bepalen bedient men zich dan van eerstens hoogst onvolledige theoriën, berustende in de tweede plaats op niet veel meer dan hypothetische onderstellingen omtrent uiterst kleine vormveranderingen in de liggers; een kleine wijziging in die onderstellingen brengt terstond groote veranderingen in de uitkomsten.

De besparing, die men vroeger door doorloopende liggers meende te verkrijgen, is hoogst twijfelachtig en gering; alleen buigen ze iets minder door, hetgeen echter nauwelijks als een voordeel mag genoemd worden.

Soms bouwt men doorloopende bruggen niet op stellingen, maar op den oever, en vervolgens schuift men de brug op rollen over de pijlers. Daardoor is men onafhankelijk van de bezwaren door ijsgang en scheepvaart, doch door het overrollen wordt licht de brug beschadigd. —

Tegenwoordig schijnt men dan ook algemeen aan liggers over één opening de voorkeur te geven, en bij onze staatsspoorwegen worden ze dan ook algemeen aangenomen.

Verder wil ik nog een en ander zeggen over de grootste openingen die men kan overspannen. Naarmate eene brug grooter wordt, neemt haar gewicht per strekkenden meter toe. Haar eigen gewicht moet ze echter evenzeer dragen als hare belasting.

Om dat eigen gewicht te dragen moet ze dus grootere afmetingen hebben, en die grootere afmetingen maken weer, dat haar gewicht toeneemt. Wanneer nu door het aanbrengen van een zekere hoeveelheid materiaal op de juiste plaatsen, de draagkracht der brug niet in sterker mate toeneemt dan haar gewicht, zoo is het natuurlijk onmogelijk haar sterk genoeg te maken.

Het is daarmede als bijv. met een langen ijzerdraad, die aan zijn uiteinde is opgehangen; bij 4000 meter lengte kan hij behalve zich zelf nog een ander gewicht dragen; bij 5000 meter lengte breekt hij reeds door zijn eigen gewicht alleen. Of men nu bij deze lengte de doorsnede verdubbelt of verdriedubbelt

doet niets ter zake; omdat het gewicht in dezelfde evenredigheid als de draagkracht toeneemt; bij 5000 meter lengte zal de draad altijd breken.

Dezelfde reden maakt dat men bij bruggen aan een zekere grootste overspanning gebonden is, zoodat de geldquaestie alleen de zaak niet beslist. Vijfhonderd meter is zeker meer dan de grootste opening, die men ooit met ijzer zal overspannen, zelfs al worden de bruggen onverbeterlijk. Alleen indien men een beter materiaal vindt, kan men verder gaan, voor staal bijv. tot het dubbele. Had men te Kuilenburg staal in plaats van het ruim tweemaal goedkooper ijzer voor de hoofdliggers van 150 meter genomen zoo zouden die bijna driemaal zoo licht en nog goedkooper zijn geweest dan thans; en toch is staal nog geen tweemaal zoo sterk metaal als ijzer en even zwaar.

Daarnit blijkt welk een belangrijke rol het eigen gewicht bij zulke groote bruggen speelt.

Bij de brug van 150 meter te Kuilenburg, zooals die thans is uitgevoerd, is het eigen gewicht ongeveer $2^1/_3$ maal dat der belasting, waarvoor ze is berekend, terwijl bij de opening van 80 meter dierzelfde brug het eigen gewicht gelijk aan dat der belasting is.

Het staal is echter in het gebruik voor bruggen nog zoo weinig bekend, dat men die te Kuilenburg niet van dat materiaal heeft willen maken.

Door de hoogte der liggers slechts te vermeerderen, kan men de overspanning er van dus niet onbepaald vergrooten.

Ten slotte zij nog opgemerkt, dat hoe zuiver men ook in vele gevallen de krachten in alle deelen van een brug kan bepalen, men steeds een zekere veiligheid aanneemt, d.i. men maakt alle doorsneden een bepaald aantal malen te groot; hoeveel maal hangt vooral af van het materiaal; bij gesmeed ijzer bijv. 5, bij gietijzer 6, bij hout 10, bij metselwerk 20 maal, al naarmate men meer of minder op de gelijkslachtigheid van de stof kan vertrouwen.

De reden, dat die veiligheid zoo groot is, is eerstens, dat het niet voldoende is, het gevaar van breken te voorkomen, maar dat ook een blijvende vormverandering moet worden vermeden. Neemt men daarom de grens der veerkracht als maatstaf aan, dan is de veiligheid doorgaans maar de helft of een derde of minder nog van bovengenoemde getallen.

Bij tijdelijke bouwwerken, zooals noodbruggen, neemt men de veiligheid nog veel kleiner.

Vele andere omstandigheden bepalen verder den veiligheids-coëfficiënt, zooals de meerdere of mindere zuiverheid der berekeningen, die men kan of die men wil uitvoeren. Bij kleine bruggen dient men de veiligheid grooter te nemen dan bij groote, omdat eerstens de schokken der belasting op kleine bruggen van meer invloed zijn, en ten tweede omdat de grootste lasten, die er op kunnen komen, er meestal zeer dikwijls over gaan, bijv. telkens wanneer een locomotief met tender een brug geheel of bijna geheel bedekt; op de bruggen boven de 50 meter, waarvoor men evenzeer de zwaarste belastingen, die er op kunnen komen, tot grondslag der berekening moet nemen, komen die zwaarste belastingen echter zelden of nooit.

Omtrent vele zaken, die nog tot de eigenaardigheden der beschouwde bruggestelsels behooren, zal ik het stilzwijgen bewaren, omdat die niet onafscheidelijk van die stelsels zijn, maar meer de uitvoering er van betreffen. Als zoodanig zouden bijv. in aanmerking komen de dubbele wand, waaruit elke hoofdligger der genoemde bruggen in den Staatsspoorweg bestaat, de wijze van opstellen en ineenklinken der bruggen, de rollen en de stoelen, waarop de liggers van groote bruggen rusten, ten einde door temperatuursverandering te kunnen uitzetten en inkrimpen en ten einde steeds gelijkmatig op de steunpunten te drukken.

Door ook daarover uit te weiden, zou ik mijn doel voorbijstreven, van een min of meer juist denkbeeld te geven over de krachten, die in de verschillende deelen van een brug door de belasting worden opgewekt, doordien deze naar de steunpunten der brug wordt overgebracht."

SLUIZEN.

§ 464. Sluizen noemt men in het algemeen die bouwwerken, welke in kanalen of andere wateren zijn geplaatst, om daardoor het water naar verkiezing te kunnen keeren of te laten afstroomen en om de schepen van een hooger naar een lager gelegen kanaalpand te kunnen overbrengen.

Zij zijn verschillend in vorm en benaming.

In hoofdzaak bestaan zij uit eene bekleeding der wallen door metselwerk of houten beschoeiingen, waartusschen deuren of schuiven zijn aangebracht om de doorvaart te kunnen afsluiten of openen.

ALGEMEENE BESCHOUWINGEN.

Reeds in het hoofdstuk over het aanleggen van kanalen is er over sluizen gesproken. Wij hebben toen gezien, § 383, dat deze voor het bevaarbaar maken van kanalen, voor afstrooming enz. dikwijls noodzakelijk zijn.

Geeft de lage ligging van ons land aanleiding tot het aanleggen van vele kanalen, en dit weer tot het bouwen van vele schutsluizen, nog meer maakt juist die ligging goede uitwateringssluizen noodzakelijk.

Gedurende den meesten tijd toch, ligt ons land voor het grootste gedeelte beneden den stand van het zeewater, zoodat het door dijken tegen overstrooming beveiligd moet worden. Die omdijking brengt het echter weer in eenen toestand, waarbij het zonder voldoende afstrooming of waterontlasting, schielijk in een meer zou herschapen zijn.

Die noodige afstrooming kan echter bij de lage standen van het zeewater en de ebben veelal langs natuurlijke wijze gescheiden. Voor dit afstroomen zijn openingen in de zeedijken noodig, en hierin moeten sluizen worden gebouwd, om de afstrooming naar verkiezing te kunnen regelen, en die openingen bij hooger buiten- dan binnenwater te kunnen afsluiten. Zoowel het aanleggen van dijken als het bouwen van deze uitwateringssluizen, is dus voor ons land een noodzakelijk vereischte.

Benevens de gewone schut- en uitwateringssluizen, zijn er nog, die voor verschillende doeleinden geschikt moeten zijn, en daarom verschillende constructien der onderdeelen noodig maken, zooals uit de volgende beschrijvingen zal blijken.

Met het oog op de belangrijkheid zal men zeker aan de uitwateringssluizen eene eerste plaats moeten toekennen; de gewone schutsluizen behooren echter meer onder de dagelijks voorkomende werken. Wij zullen daarom de behandeling der verschillende sluizen hiermede aanvangen, te meer, daar zij de eenvoudigste sluiswerken zijn, en daardoor het geschiktst, om de gewone constructien te beschrijven.

SCHUTSLUIZEN.

§ 465. De schutsluizen, die alleen als zoodanig dienst behoeven te doen, worden aangelegd om verschillende kanalen met elkander in gemeenschap te stellen, of een kanaal in verschillende panden met ongelijke waterstanden te verdeelen, zóódanig, dat de scheepvaart op die verschillende kanalen of kanaalpanden geregeld kan doorgaan.

Het eenvoudigste geval, waarin eene schutsluis dienst doet, is, dat het water in het kanaal steeds van de ééne zijde moet geschut worden, en het verschil in waterhoogte der aangrenzende kanaalpanden gering is.

In dat geval is voor het beoogde doel noodig: eene schutkamer, *a*, zie fig. 318, die door twee paar deuren *b* en *c* kan afgesloten worden. Het water staat dan aan de zijde *d* steeds het hoogst, waarom beide paar deuren met de punten naar die zijde zijn gericht. Moeten dan van de zijde *d* schepen in het andere kanaalpand worden overgebracht, dan worden de deuren bij *b* gesloten en die bij *c* geopend. Nadat nu de schepen in de schutkamer of kolk *a* zijn gevaren, worden ook de deuren *c* gesloten, en het water, dat nu in de kolk gelijk in hoogte staat met het kanaalpand *d*, wordt door afstrooming in het pand *e*, hiermede in gemeenschap gesteld. Is nu het water in de kolk en het pand *e* gelijk gestroomd, dan kunnen de deuren *b* worden geopend, en de schepen in het pand *e* overgaan.

In het tegenovergestelde geval handelende, zal men eveneens de schepen van het lagere pand *e* naar het hoogere pand *d* kunnen overbrengen.

Het inlaten van het water uit het pand *d* in de kolk *a* bij eenen gesloten stand der deuren *c*, of het uitstroomen van het water uit de kolk *a* in het pand *e*, bij gesloten stand der deuren *b*, kan op verschillende wijzen geschieden. In den regel worden daarvoor openingen in de deuren gemaakt, die door schuiven kunnen worden afgesloten. Somtijds wordt het verplaatsen van het water ook verkregen door openingen — riolen — in het metselwerk uit te sparen, die door schuiven naar verkiezing kunnen geopend of gesloten worden. Een en ander zal later blijken.

Is het water in de kolk gelijk met dat in het pand *e*, en moeten er uit het pand *d* schepen naar *e* worden overgebracht, dan is het noodig de deuren *b* te sluiten, en het water uit het pand *d* in de kolk te laten loopen vóór dat de deuren *c* kunnen geopend worden, en met de schutting kan worden aangevangen. Evenzoo zal, wanneer het water in de kolk gelijk is met dat in het pand *d*, en er schepen van *e* naar *d* moeten worden overgebracht, het water in de kolk eerst gelijk moet gebracht worden met dat in het pand *e*. Moet er

dus bij eene drukke scheepvaart voor gezorgd worden, dat er niet meer water van het pand *d* naar *e* wordt verplaatst dan hoogst noodzakelijk is, dan moet het schutten, zooveel mogelijk, om den ander van het eene naar het andere pand geschieden, daar twee schuttingen achter elkander van de eene naar de andere zijde volbracht, telkens een kolk water doet overgaan, zonder dat daardoor schepen worden overgebracht. Over deze en soortgelijke waterbesparing is mede reeds in de §§ 94 en 95 gesproken.

§ 466. In sommige gevallen is het noodig de schutkamers zoo klein mogelijk te maken. Verschillende omstandigheden kunnen hiertoe aanleiding geven; hetzij dat de landerijen langs het benedenpand zeer schielijk nadeel van een verhoogden waterstand hebben, of het water op kostbare wijze weer moet worden afgevoerd, hetzij door het schutten zout- of brakwater wordt aangevoerd, waarmede men, met het oog op den landbouw, zoo spaarzaam mogelijk moet zijn. Is de scheepvaart daarbij gering, dan kan men de grootte der schutkamers zoodanig bepalen, dat de grootste schepen, die het kanaal bevaren, daarin kunnen geschut worden.

Om in de verschillende behoeften te voorzien, en toch zoo weinig mogelijk water te verplaatsen, wordt in deze gevallen somtijds gebruik gemaakt van twee schutkamers, naast elkander aangebracht, zie fig. 388 en 389.

Bij deze inrichting is het mogelijk, door verschillende grootte aan de schutkamers te geven, bij doorvaart van groote en kleine schepen, als ook bij veel en weinig scheepvaart, met een minimum van waterverplaatsing, de noodige schuttingen te kunnen regelen.

Ook kan men door het aanbrengen van drie paar deuren de schutkamer in de lengte in twee deelen verdeelen, en de ruimte tusschen de beide buitenste, of die tusschen eene der buitenste en de middelste deuren, als schutkolk gebruiken.

Om het verlies van water uit de bovenste panden bij het schutten nog geringer te doen zijn, heeft men ook wel waterkolken naast de schutkamers gebouwd. Wanneer daarbij het water in de schutkolk gelijk staat met het water in het bovenpand, en gelijk moet gebracht worden met dat in het benedenpand, wordt een riool in den zijmuur der schutkamers geopend, en loopt het water in eene daarnaast aanwezige waterkolk af tot ongeveer de hoogte van het water in het benedenpand. Bij het terugschutten worden de benedendeuren gesloten, en het uitgeloopen water uit de kolk weer in de schutkamer gelaten, bij welke bewerking het bij de schuttingen verplaatste water van het boven- in het benedenpand slechts gering behoeft te zijn.

In het opgegeven eenvoudigste geval, kan het sluisgebouw veelal van betrekkelijk kleine afmetingen zijn, en wordt het geheel wel als één gebouw bewerkt, waarbij alles op één doorgaand fundament of onderbouw rust, hoewel hiertegen, met het oog op de oppersende kracht, die het water onder de sluis kan uitwerken, wel bezwaren zijn, zooals later zal blijken.

In de meeste gevallen zal men echter aan de schutkamer niet die uiterst geringe afmetingen geven. Zelden is het van groot belang de hoeveelheid van het te verschutten

water zoo weinig mogelijk te doen zijn, veelal maken andere belangen, drukke scheepvaart enz., eene grootere schutkamer wenschelijk of noodzakelijk.

§ 467. In den regel bestaan de gewone schutsluizen, uit twee waterkeerende gebouwen, die door eene schutkamer of kolk zijn verbonden. Slechts de gedeelten, waarin de deuren draaien, worden daarbij als waterkeerende sluishoofden bewerkt, terwijl de zijden der schutkamer, tusschen deze sluishoofden gelegen, met kaaimuren, beschoeiingen of rijspakwerk worden opgezet. Het sluishoofd, dat aan de zijde van het hoogste waterpand ligt, wordt het bovenhoofd, en het tegenovergestelde het benedenhoofd genoemd.

De fig. 319, 326, 327 en 323 geven eenige voorbeelden van schutsluizen, op deze wijze ingericht. Fig. 319 geeft de plattegrondteekening van eene schutsluis te Goes gebouwd; fig. 326 die van eene sluis in het jaar 1864 gebouwd te Gaarkeuken in het Hoendiep, waarbij over een der hoofden een houten draaibrug is aangebracht; fig. 327 eene der sluizen gebouwd in de Zuidwillemsvaart; fig. 323 die van eene sluis thans gebouwd wordende te Zwartsluis en fig. 349 van eene der sluizen op de einden van het kanaal door Walcheren.

De sluis volgens fig. 323 wordt door de fig. 337—342, gedeeltelijk op grooter schaal voorgesteld, de fig 337 en 338 geven de plattegronden voor de beide sluishoofden, met weglating van de schutkolk. Bij beide hoofden is voor de helft het gezicht van boven op de sluis en voor de andere helft die op de kespen enz. gegeven, in welke laatste deelen de palen steeds door stippellijnen zijn aangegeven. Over deze sluis, zie fig. 337, is de dubbele brug geplaatst, voorgesteld door de fig. 188—192 en beschreven in § 400. Fig. 339 geeft de doorsnede over de halve breedte der sluis en over het midden der brug, waaruit het verhoogde fundeeringswerk en uitsparing van het metselwerk onder de brug, blijkt. Fig. 342 geeft de lengtedoorsnede van fig. 338.

Uit de bij fig. 318 besprokene werking der sluizen blijkt, dat de schepen het bovenhoofd niet kunnen passeeren, tenzij daarin het water even hoog staat als dat in het bovenpand, terwijl dit bij het benedenhoofd niet kan plaats hebben, tenzij het water aldaar gelijk is met dat in het benedenpand.

De hoogte van den vloer in het bovenhoofd kan dus geregeld worden, overeenkomstig de waterhoogte in het bovenpand; terwijl dit voor het benedenhoofd in verband met dien stand in het benedenpand kan bepaald worden. Hieruit volgt, dat het verschil in hoogte der vloeren naar de verschillende waterstanden kan worden geregeld. Dit is niet alleen verkieslijk met het oog op de kosten, maar ook, omdat de bodem in het bovenpand veelal evenveel hooger ligt dan die van het benedenpand, als de meerdere waterhoogte bedraagt.

Werd dus het bovenhoofd even diep als het benedenhoofd aangelegd, dan zou de bevloering daarvan beneden den bodem van het aansluitende kanaalpand liggen. Bijzondere voorzorgsmaatregelen zouden hierbij noodig zijn om het instroomen van grond te voorkomen.

De bodem van de schutkamer moet daarbij de diepte hebben van het benedenhoofd,

opdat deze ook bij laag water nog voldoende diepte behoudt voor de doorvaart der schepen. Die bodem wordt met eene rechte of gebogen oploopende lijn met den vloer van het bovenhoofd vereenigd, zooals later zal blijken.

Het kan dus zijn, dat bij den laagsten stand van het water in de kolk, boven het bovenhoofd geene voldoende diepte meer bestaat; in dat geval moeten zij dus binnen het oploopend gedeelte — stort, valmuur of storthelling — kunnen liggen. Bij veel verval van water kan men zelfs de hoogte van het bovenhoofd niet naar de waterhoogte van het bovenpand regelen; aangezien daarbij de vloer van dat hoofd binnen de deuren droog zoude loopen, en dit, vooral bij houten bevloering, niet mag geschieden.

§ 468. Somtijds zal eene sluis het water van beide zijden moeten kunnen schutten. Dit heeft in den regel plaats bij de later te bespreken uitwateringssluizen, en ook, wanneer de sluis dient tot het afscheiden en vereenigen van twee kanalen. In die gevallen zullen de twee paar opgegevene deuren niet voldoende zijn, maar moeten daarbij ook nog twee paar deuren worden aangebracht, die met de punten naar de tegenoverstaande zijden gericht zijn. De genoemde fig. 319 en 323 geven daarvan reeds voorbeelden aan. 't Kan zijn, dat het in een dezer toestanden niet noodig is, de sluis als schutsluis te gebruiken; omdat het water aan de eene zijde der sluis te laag staat voor de scheepvaart, en er derhalve alleen behoeft gezorgd te worden voor verdere afstrooming, omdat het water, dat gekeerd moet worden, eene hoogte heeft, waarbij het schutten om bijzondere redenen is verboden, of wel om andere oorzaken. In dat geval kan het aanbrengen van slechts één paar deuren tot het bereiken van het doel voldoende zijn.

Is de sluis aan eene rivier of wel aan zee gelegen dan moeten ook de bijzonder hooge waterstanden daarvan gekeerd kunnen worden. Bij deze buitengewone hooge waterstanden, zal de schutsluis veelal niet voor het schutten van schepen kunnen of mogen gebruikt worden. In dit geval worden ook voor het keeren van deze hooge waterstanden, afzonderlijk hooge deuren aangebracht, en dan met de benaming van *vloeddeuren* bestempeld.

Kan het verschil van buiten- en binnenwater daarbij zooveel bedragen, dat de drukking op deze vloeddeuren sterker zou zijn dan men, met het oog op de veiligheid, tegen verzetten of verbreken van het sluisgebouw, mag toestaan, zoo brengt men ook nog binnen vloed- of *stormdeuren* aan. Het verschil in waterhoogte van het buiten- en binnenwater kan dan over deze twee paar deuren verdeeld worden. Het is duidelijk, zooals bij later beschrijving nader zal blijken, dat de hoogte van het muurwerk van het buitenhoofd, in die gevallen, naar dit hoogste water moet bepaald worden, en dus veelal meerdere hoogte, dan die van het binnenhoofd zal moeten verkrijgen.

Bij de schutsluizen moet de doorvaartswijdte bepaald worden naar de breedte der schepen, die moeten geschut worden; de lengte en breedte van de schutkolk moet naar plaatselijke toestanden, naar de grootte der schepen en naar de meer of minder drukke scheepvaart geregeld worden.

In enkele gevallen dient deze kolk mede voor lig-, los- en laadplaats, en zal daarbij

eene vrij aanzienlijke grootte kunnen vorderen. Over de doorvaartswijdte en lengte die aan verschillende schutsluizen is gegeven, zie men mede de tabellen in § 96 opgegeven.

UITWATERINGSSLUIZEN.

§ 469. De uitwateringssluizen, die voor ons land onmisbaar zijn, kunnen, wanneer zij alleen aan dat doel moeten beantwoorden eenvoudig worden ingericht. Vooral is dit het geval, indien zij ten allen tijde, wanneer het buitenwater lager staat dan het binnenwater, mogen afstroomen, en in tegenovergesteld geval het buitenwater moeten keeren. In dat geval zou een sluisgebouw, voorzien van één paar deuren, die met de punt naar buiten gekeerd zijn, voldoende kunnen genoemd worden. Wordt daarbij gezorgd, dat de deuren niet geheel kunnen opengaan, maar door de daarachter geplaatste wachters, bij het uitstroomen van het water, in zoodanigen stand worden gehouden, dat zij, bij hooger buiten- dan binnenwater, door het water worden opgesloten, evenals dit ook bij de duikers in § 183 is beredeneerd, zoo kan deze sluis enkel door de kracht van het water aan het doel beantwoorden. Slechts zelden echter zijn de voorwaarden zoo eenvoudig. Nagenoeg altijd bestaat er bezwaar, om de uitwatering bij alle gelegenheden te doen plaats hebben. Zoowel om landbouw als scheepvaart, is het in den regel noodzakelijk dit naar verkiezing te kunnen regelen. In die gevallen is dus tevens eene waterkeering in tegenovergestelde richting noodig.

§ 470. Hoewel ook bij de uitwateringssluizen, evenals bij die voor schutting ingericht, meerendeels deuren worden gebezigd, kan ook in dit geval gebruik gemaakt worden van schuiven, *valschutten*. Door deze schuiven wordt de sluis in ééne breedte rechthoekig afgesloten, zij staan te lood, bewegen met de beide zijden in sponningen, en worden door windwerken opgehaald en neergelaten, zooals later zal blijken.

Veelal moeten deze sluizen tevens voor doorlating van schepen dienst doen. Zoo mogelijk richt men ze dan in als algemeene schutsluizen. Is dit niet het geval, dan zal het doorlaten van schepen alleen kunnen geschieden op het oogenblik, dat het buiten- en binnenwater op gelijke of nagenoeg gelijke hoogte staat. Gedurende het doorstroomen zou de passage stroomopwaarts onmogelijk en van de andere zijde te gevaarlijk zijn.

Dat dit zeer belemmerend werkt voor de scheepvaart, valt duidelijk in 't oog.

Ook dan, wanneer deze sluizen aan de eenvoudigste voorwaarden moeten voldoen, zal het aanbrengen, van meer dan één paar deuren wenschelijk zijn. In den regel vindt men ook in die gevallen een tweede paar deuren aangebracht, om daarvan bij voorkomende gebreken van andere deuren gebruik te kunnen maken, of bij hoogen stand van het buitenwater de drukking over de beide paar deuren te kunnen verdeelen, zooals reeds meer is opgegeven.

§ 471. Hoewel deze uitwateringssluizen, evenals de gewone schutsluizen, kunnen bestaan uit zijwanden met daartusschen geplaatste deuren, zoodat de schepen ook met staande masten kunnen passeeren, worden zij, als uitwateringssluis toegepast, in den

regel als koker- of duikersluis aangewend; de dijk, waarin zij zijn geplaatst, kan dan over deze duikers doorgaan.

Fig. 325 geeft den plattegrond van eene opene uitwateringssluis, ongeveer zooals die is gebouwd in den Zeedijk bij Farmsum, waarvan *a* het hooge muurwerk, en a^1 de hooge vloeddeuren voorstellen. Het middenstuk *b*, waartusschen b^1 zich bevinden, heeft 2.55 M. mindere hoogte dan het hooge muurwerk, terwijl de bovenkant van het overige gedeelte, waartusschen de ebdeuren aanwezig zijn, 1.45 M. mindere hoogte dan het midden gedeelte heeft. Het hooger- en lager gelegen muurwerk wordt door op den dijk aangebrachte trappen vereenigd, terwijl men langs eene loopbrug, die op de middenstukken is gelegd, van de eene naar de andere zijde kan overgaan.

§ 472. Bij groote uitwateringssluizen worden de openingen in verschillende vakken of kokers verdeeld, 't zij deze als opene- of als duikersluizen worden bewerkt. Zijn zij daarbij niet tevens voor de scheepvaart ingericht of is daarvoor niet meer breedte noodig, dan geeft men aan elken koker veelal niet meer dan 4 a 6 M. wijdte. Het is eenvoudiger en gemakkelijker in de constructie, voor het verlies van doorstrooming, dat door deze vele tusschenpenanten ontstaat, het getal kokers te vermeerderen, dan grooter doorstroomingsvermogen aan de kokers zelve te geven. Aan sommige groote stroomsluizen, met verscheidene kokers naast elkander aangebracht, is die breedte beneden 4 M. genomen. Moeten deze waterkeeringen tevens voor het schutten van schepen dienst doen, dan kan men een of meer dezer openingen meerdere breedte geven en dezen koker als schutsluis inrichten.

Fig 388 geeft den plattegrond van eene uitwaterings- en schutsluis, zooals die te Muiden is gebouwd, en geheel gedetailleerd voorkomt in een werk, over verschillende waterbouwkundige werken, in 1736 en 1737 uitgegeven bij Petrus Schenk te Amsterdam. Ook te Amsterdam vindt men soortgelijk sluisgebouw.

§ 473. Evenals ook bij de gewone duikers is opgegeven, kunnen de duikersluizen zoodanig worden ingericht, dat de duiker in zijne volle lengte door den dijk gaat, zooals de fig. 324 in plattegrond en lengtedoorsnede voorstellen; maar ook kan aan den duiker slechts eene lengte worden gegeven, zoodat de kruin van den dijk tusschen de frontmuren kan doorloopen, en de glooiingen des dijks tegen de vleugels van den duiker steunen, waarvan de fig. 320, 321 en 322 een voorbeeld aangeven.

Vooral in Zeeland zijn vele der duikersluizen volgens eerstgenoemde wijze gebouwd. Het herstellen van voorkomende gebreken, vooral wat de deuren aangaat, is hierbij echter veel lastiger dan bij laatstgenoemde constructie, daar de deuren in dat geval midden onder den duiker moeten geplaatst worden.

Die duikers worden, voor het onderste gedeelte der openingen door deuren afgesloten, die, althans wat de buitendeuren betreft, zoowel boven als onder tegen aanslagbalken sluiten. Op die bovenslagbalken rusten de muren — schildmuren — welke de opening tusschen het gewelf afsluiten; zoodat, wanneer de deuren gesloten zijn, de geheele duiker-

opening is afgesloten. Zullen deze duikersluizen steeds met het volle profiel gelegenheid voor afstrooming geven, dan mag het begin, of de wortel van het gewelf, niet beneden den hoogst bekenden stand van het binnenwater worden aangelegd; dit is reeds bij de gewone duikers opgemerkt, maar is hier van meer belang, omdat het hooger liggend gedeelte der opening door den schildmuur is afgesloten.

§ 474. De fig. 333, 334 en 335 geven de teekeningen van eene uitwateringssluis, die in 1867 te Aduarderzijl is gebouwd, ter verbetering der uitwatering van het waterschap Westerkwartier in het Reidiep. Die sluis bestaat uit twee kokers, elk wijd 3.50 M. De kruin van den dijk loopt onafgebroken over de sluis door, terwijl de buiten- en binnen doceering tegen den vleugelmuur sluiten.

Fig. 335 stelt voor den halven plattegrond, fig. 334 de lengtedoorsnede en fig. 333, voor de rechter helft, het binnenfront en voor de linkerhelft de dwarsdoorsnede. Zooals uit de teekening zal bijken, zijn in deze sluis buiten- en binnendeuren aangebracht. De buitendeuren slaan van boven tegen bovenslagbalken, en de ruimte van het gewelf boven dezen slagbalk is door schildmuren afgesloten, zoodat de waterkeering tot den kruin van den dijk doorgaat, de buitendeuren draaien tegen in de muren aangebrachte wachters, en zullen zich derhalve zelve kunnen regelen. De binnendeuren worden door windwerkers geopend. Voor de beide deuren aan de zijde van den middentong, staat een wind- of lierwerk op de punt der tong, waardoor de deuren, door tusschen de deuren en de lier verbonden kettingen kunnen worden open gewonden. De beide buitenste deuren worden op soortgelijke wijze geopend door lieren, die in de in de vleugelmuren aangebrachte uitsparingen zijn geplaatst. Tot toegang naar deze deuren is in den frontmuur en van daar tot naar de kruin des dijks eene opening gemaakt, gedeeltelijk in het metselwerk der aanrasseering en hierboven een wachthuisje geplaatst. In het wachthuisje komende gaat men met eene ladder naar de tong en van daar langs brugjes naar de in de vleugelmuren aangebrachte uitsparingen.

§ 475. Bij het bepalen van de plaats, waar deze uitwateringssluizen moeten gebouwd worden, heeft men in de eerste plaats erop te letten, waar de geschiktste gelegenheid tot toevoer en afvoer van het water bestaat, hetzij de afwatering moet geschieden in gewone kanalen, rivieren of in zee. Het afwateren op de hoofdrivieren heeft vooral groote bezwaren. Voor de landerijen toch is in het voorjaar eene afstrooming het meest noodzakelijk, terwijl juist dan de rivieren eenen hoogen waterstand hebben, waardoor het afstroomen geheel onmogelijk wordt. Vooral is dit het geval, voor de bovenrivieren, de gedeelten waarop eb en vloed geen invloed meer heeft. Op deze gedeelten der rivieren kan dan ook veelal geene voloende afwatering plaats hebben. Voor het bouwen van sluizen zoekt men daarbij de meest benedenwaarts gelegen punten uit, terwijl men voor de sluizen, die in zee moeten uitwateren, zooveel mogelijk die plaatsen neemt waar de eb het laagste zal zijn.

Overigens moet men in die gevallen, waar de uitwatering door eenvoudige afstrooming niet voldoende kan verkregen worden, daarin door de meer en meer aangebrachte

stoomwerktuigen voorzien, waarvan de beschrijving hier, om meergenoemde redenen, niet behandeld kan worden.

Tot het bepalen van het doorstroomingsvermogen, dat men aan de uitwateringssluizen moet geven, zal eene vergelijking met andere sluizen wenschelijk zijn. Het hangt natuurlijk nauw samen met de grootte der oppervlakte, die door de sluis moet uitwateren en de geschikte ligging der sluis, zoowel met het oog op den toe- als op den afvoer van het water.

Men vindt dit voor onderscheidene polders zeer verschillend toegepast, zelfs van 1 tot 9 M. per 1000 H.A. hoewel velen hiervoor 2 en 4 M. doorstrooming hebben.

Vooral een goede toevoer is hierbij van groot belang, opdat van de tijden, waarbij het afstroomen mogelijk is, een goed gebruik kan gemaakt worden, en de sluis kan werken, zonder dat daarin een belangrijk verhang — helling aan de oppervlakte van het water — ontstaat. Vooral ook is het van belang, dat de bodem der sluis, minstens de diepte heeft van het aangrenzende kanaal, opdat de volle toevoer ongehinderd van den onder- tot den bovenkant der wateroppervlakte kan doorstroomen.

KEERSLUIZEN.

§ 476. In sommige gedeelten van ons land zijn, óf de oude waterkeeringen, die door nieuwe indijkingen als eerste waterkeeringen zijn vervallen, nog voor de veiligheid aanwezig, of wel, meer binnenwerks zijn tweede waterkeeringen aangelegd, om bij doorbraak tegen verdere overstroomingen dienst te doen. Ook voor deze dijken, die veelal voor wegen zijn ingericht, is het noodig, dat de voor kanalen of andere wateren noodige openingen kunnen worden afgesloten.

Aangezien dit afsluiten nooit anders behoeft plaats te hebben dan bij doorbraak, en het water daarbij altijd van denzelfden kant zal moeten komen, is in dit geval één paar deuren bepaald voldoende.

Soortgelijke sluizen kunnen ook noodig zijn, om eene hoeveelheid voor spuiing naar binnengelaten water tegen te houden.

Onder de opgegevene benaming van keersluizen worden hier deze waterkeeringen bedoeld, die in den regel zeer eenvoudig voor constructie kunnen zijn.

Heeft het kanaal, waarin deze waterkeering noodig is, eene aanzienlijke breedte, die om de afstrooming moet behouden blijven, dan zal ook hier eene verdeeling in kokers door middelpenanten, waar tusschen de deuren zijn geplaatst, noodzakelijk zijn. Fig. 343 en 344 geven in plattegrond en opstand eene zoodanige keersluis met drie openingen. Het kanaal loopt hier door den dijk, die voor noodkeering moet bestaan blijven; door het sluiten van de deuren in de keersluis bestaat er gelegenheid die waterkeering onafgebroken te doen doorgaan. De vereeniging van die gedeelten van den doorgesneden dijk, waarop een weg is aangelegd, is verkregen door eene draaibrug. De rechteropening is daarvoor onder de brug door een gewelf overspannen, waarop, benevens op het penant, de spil en het verdere raderwerk der brug rusten, terwijl ter behandeling van de brug over de opening tusschen het walhoofd en den tong, over dien zelfden koker, een houten dek is aangebracht. In dit geval kan de draaibrug slechts naar ééne zijde worden afgedraaid. Zal dit naar beide zijden kunnen geschieden, zoo moet ook aan de andere zijde eene loopbrug worden geplaatst.

§ 477. Is er alleen eene enkelvoudige doorvaartsopening noodig, zooals bij vaste bruggen met ééne spanning, dan kan op eenvoudige wijze aan het doel worden beantwoord, door aan de eene zijde de beide rechtstandsmuren zooveel noodig te verlengen, en hier tusschen de deuren met daarbij behoorende slagbalk en onderheiing aan te brengen.

Ook bij bruggen met houten landhoofden kan deze constructie worden toegepast. Zoowel hier, als bij alle andere waterkeeringen is het noodig, de waterkeering zoowel onder den slagbalk, als ter weerszijden der deuren in den dijk verder voorttezetten, zooals bij het behandelen van de onderdeelen van den sluizenbouw nader zal blijken.

Ook worden bij deze soort van werken de deuren wel niet toegepast, maar alleen door het aanbrengen van sponningen in de zijwanden en bevloering, de gelegenheid verschaft, om door los op elkander gelegde balken of platen, die met de einden in de sponningen der zijwanden sluiten, een strijk- of kistdam te kunnen aanbrengen. De daarvoor pasklaar gemaakte balken dienen dan, nabij de einden, van ijzeren oogen voorzien te zijn, om ze daardoor met touwen en haken te kunnen laten zakken; in de onderzijde van elken

balk moet dan een gat worden gehakt, waardoor de balken om die oogen kunnen vallen, en dus met de vlakke zijden op elkander kunnen sluiten. Deze schotbalken moeten dan altijd bij de brug aanwezig zijn, waardoor veelal een loods noodig is, om ze daarin te bewaren.

De gelegenheid tot het aanbrengen dezer schotbalken is bijv. ook aanwezig bij den steenen duiker voorgesteld in de fig. 81 en 82 § 205.

Soortgelijke eenvoudige waterkeeringen kunnen ook noodig zijn bij uitstroomingskanalen van waterschappen, waar geen bijzonder hooge waterstanden behoeven gekeerd te worden, en een duiker minder doelmatig zou zijn. In dat geval zou men van de constructie in fig. 330, 331 en 332 — plattegrond en opstand over de helft der breedte — voorgesteld, gebruik kunnen maken.

§ 478. Snijdt een weg eenen binnendijk, die voor noodwaterkeering moet bestaan blijven, en is het om lange en steile opritten te vermijden wenschelijk, gedeeltelijk door den dijk te gaan, dan is soortgelijke waterkeering als boven, met weglating van het fundeeringswerk voor en achter den slagbalk, ook geschikt, om in dit dijkgat aantebrengen. Slagbalk en puntstukken moeten daarbij zoo diep worden gelegd, dat zij door eene afzonderlijke klep of overtimmering worden overdekt, om bij het berijden van den weg niet beschadigd te worden.

SPUISLUIZEN.

§ 479. Onder spuisluizen verstaat men die, welke de geschiktheid hebben, om het water aan de eene zijde te kunnen keeren, en die daarbij de gelegenheid aanbieden om, bij aanzienlijk lageren stand aan de andere zijde der sluis, dat water met groote kracht te kunnen laten afstroomen.

Dit kan noodig of wenschelijk zijn voor het diep houden van sommige gedeelten van het kanaal, en ook voor het verfrisschen van stilstaand water.

Veelal worden de sluizen niet onmiddelijk aan den mond van het kanaal gelegd, dat in eene rivier of in de zee uitkomt. De schepen, welke het kanaal moeten opvaren, kunnen bij deze inrichting gemakkelijk voor de sluis komen, zoodat een afstand van 25 a 30 M. daarvoor wenschelijk is. Plaatselijke toestanden kunnen het echter verkieslijker maken die afstanden grooter te doen nemen.

Bij deze voor- of buitenhavens, ook wel buitenryten genoemd, heeft men door het stuiten van den stroom, dikwijls aanslibbing. Het steeds uitbaggeren is lastig en kostbaar. Kan nu de gewone uitstrooming deze aanslibbing niet voldoende tegengaan, dan tracht men deze strooming bij tusschenpoozen te versterken, en hiervoor moet de sluis tevens zoo worden ingericht, dat zij als spuisluis dienst kan doen.

§ 480. Om door deze spuiing aan het doel te beantwoorden, is het veelal niet voldoende, alleen de sluis daarvoor de geschiktheid te geven, daar men niet altijd het daarvoor noodige verschil in waterhoogte aan de beide zijden der sluis, en eene voldoende hoeveelheid opgehouden water bekomen kan zonder daarvoor eene bijzondere inrichting of gelegenheid aantebrengen.

Het verschil van het binnenwater met den laagsten stand van het buitenwater, zal voor eene goede werking veelal niet voldoende zijn, en hiervan toch hangt de kracht van spuiing af, in verband met de grootte der opening, die men aan de doorstrooming kan geven.

Ligt de sluis aan zee, dan bestaat er veelal de gelegenheid, om gedurende den vloed het zeewater naar binnen te laten loopen, deze vloedhoogte moet dan achter de spuisluis kunnen gekeerd worden om het daarna tot spuiing te laten doorstroomen, wanneer de eb voor de sluis het laagste is gevallen. Hiervoor is echter weer noodig, dat het naar binnengelaten zeewater in een kom of het eerste gedeelte van het kanaal kan bewaard blijven, zonder verder te kunnen afstroomen.

Zoo is de buitensluis op het Katwijksche kanaal aangelegd met buiten een kanaal of voorhaven van ongeveer 150 M. lengte en 90 M. breedte, die ter weerszijden door steenen hoofden is begrensd; 1500 M. verder binnenwerks is een tweede sluis aangebracht, die bij het inlaten van voor spuiing bestemd zeewater, dat water tegenhoudt. Voor het inlaten van het water is eene schuif aangebracht, die in de hoogte in twee deelen is verdeeld, en waarvan alleen het bovenste wordt opgetrokken, als voorzorg, dat er minder slib naar binnen zal stroomen. Heeft het buitenwater den laagsten stand, dan worden de daarvoor ingerichte deuren — waarover later — geopend, en vangt derhalve de spuiing aan.

Doet het gedeelte van het kanaal, dat voor de spuiing gebruikt wordt, ook voor scheepvaart dienst, dan zal die daardoor gehinderd worden, vooral wanneer bij het ledig loopen van het binnenpand, wat daarbij somtijds plaats heeft, de schepen aan den grond komen.

Op andere plaatsen heeft men voor het bewaren van het water waarmede gespuid moet worden, afzonderlijke kommen aangebracht, die ter zijde van het kanaal liggen. 't Is dan echter nog al moeielijk, om het water in rechte richting voor de haven te brengen, wat natuurlijk voor eene goede werking noodig zal zijn.

INUNDATIESLUIZEN.

§ 481. De Inundatiesluizen zijn van meer ondergeschikt belang. Zij dienen om de gelegenheid te geven landerijen onder water te kunnen zetten, 't zij voor het vruchtbaar maken der gronden, 't zij voor het ontlasten van rivieren, of wel voor militaire verdediging.

Moet deze bevloeiing of overstrooming geschieden door het inlaten van water uit een aangrenzend kanaal of rivier, waarvan de waterstand daartoe altijd de gelegenheid geeft, dan is er slechts eene eenvoudige waterkeering noodig, waardoor dit inlaten naar verkiezing kan plaats hebben. Voor die waterkeering kan gebruik gemaakt worden van een paar puntdeuren, evenals bij de keersluizen is opgegeven. In dit geval verschillen ze echter in zoo ver van die der keersluizen, dat hier niet altijd water moet worden tegengehouden, maar dat er ook gelegenheid moet bestaan voor het doorlaten van water naar verkiezing. De reeds aangehaalde en later te behandelen openingen in de sluisdeuren en muren, zullen daarvoor veelal te weinig gelegenheid voor doorstrooming geven.

Van tol- en waaierdeuren — zie hoofdstuk sluisdeuren — kan somtijds geschikt gebruik worden gemaakt. Veelal worden hierbij de reeds aangehaalde valschotten gebezigd, zie daaromtrent verder § 477.

§ 482. Is voor de bevloeiing alleen noodig, het water ergens op te keeren, wat bij het steeds van een zijde afstroomend water zal plaats hebben, zoo kan dit plaats hebben door het aanbrengen van schotbalken. Hiervoor is dus alleen in de rivier of het kanaal, waar de opkeering moet geschieden, een sluisgebouw noodig, waarvan de zijmuren en tongen voorzien zijn van de noodige sponningen om daarin de schotbalken te plaatsen. Deze schotbalken kunnen dan uit een of twee achter elkander geplaatste rijen bestaan, en dus bij wijze van strijk- of kistdam worden toegepast, terwijl men de hoogte, door het meer of minder op elkander plaatsen van balken, naar verkiezing kan regelen.

HET BOUWEN VAN SLUIZEN. [1])

SLUISPUTTEN.

§ 483. Het aanleggen van sluizen, kan met het oog op de daarvoor noodige ontgraving of sluisput, in hoofdzaak in twee deelen worden gesplitst. De sluis kan moeten worden gebouwd op eene plaats, waar later een kanaal zal worden aangesloten, en waarbij derhalve de put, waarin de sluis kan worden aangelegd, geheel moet gegraven worden, en ook kan de bouwing moeten plaats hebben in een bestaand kanaal of in eene rivier, waarbij eene afdamming en droogmaking van dat gedeelte kanaal noodig zal zijn, en de uitgraving, verder van minder belang is.

Hoewel het bouwen van sluizen meerendeels in bestaande kanalen zal moeten plaats hebben, 't zij dat zij op nieuwe plaatsen noodig zijn, 't zij dat zij dienen ter vervanging van andere, zal het bouwen buiten de kanalen ook dikwijls moeten geschieden, vooral daar dit in vele opzichten wenschelijk is. Moet eene sluis gebouwd worden in een bestaand kanaal, zoo geeft de daarvoor noodige afdamming veelal groote, soms onoverkomelijke bezwaren voor afstrooming of scheepvaart. Bestaat daarvoor de gelegenheid, dan bouwt men daarom de sluis bij voorkeur buiten het bed van het kanaal, om dit daarna ter aansluiting te verleggen. Plaatselijke toestanden zullen hierbij de keuze moeten bepalen.

§ 484. Moet de sluis in het land worden gebouwd, zoo behoort het graven van den sluisput tot de eerste werkzaamheden. Omtrent dit graafwerk is van toepassing hetgeen in § 117 en volgende daaromtrent in 't kort is opgegeven.

De put moet in den bodem zoo groot zijn, dat daarin alle werken kunnen worden aangelegd en

---

[1]) Door eene welwillende toezending van eene duidelijke en bevattelijke berekening enz. van de onderdeelen van een sluisgebouw, mij door den heer Hoofdingenieur Strootman ter hand gesteld, zal ik de afzonderlijke besprekingen dezer onderdeelen kunnen bekorten, om die berekeningen na de algemeene behandeling te laten volgen; vertrouwende dat dit de lezers, evenals die der vroeger behandelde brug-berekeningen, hoogst welkom zal zijn.

uitgezet, zoodat eene ruimte van ongev. 1 M. buiten het fundeeringswerk noodig moet worden geoordeeld. Verder moeten de glooiingen der ingraving ook hier naar de geaardheid van den grond worden bepaald, en veelal $1^1/_2$ a 2 op 1 worden genomen. Moet aan den put eene aanzienlijke diepte worden gegeven, dan is het noodig om de 2 a 3 M. diepte eene platte berm rondom den put te laten bestaan. Door deze bermen is men meer beveiligd tegen groote instortingen, terwijl daardoor verder beter de gelegenheid bestaat voor een algemeen overzicht van het werk. Voor den toegang tot den put worden trappen in den grond uitgestoken, of van hout vervaardigd en tegen de glooiingen gelegd. Hoewel veelal veel van den uitgegraven grond voor aanvulling van het gebouw moet worden gebezigd, is het toch noodig, dat de grond vooral niet nabij de kanten van den put wordt gestort. Die bovenbelasting zal het gevaar van instorting vergrooten, en in vele opzichten gedurende het werk hinderlijk zijn.

§ 485. Bijaldien de sluis in het kanaal wordt gebouwd, moet er eene afdamming plaats hebben; omtrent de verschillende constructiën dezer dammen, wordt verwezen naar het hoofdstuk over de afdamming van kanalen, zie § 101 en volgende. Bestaan daartegen geen bijzondere bezwaren, dan moeten de dammen niet te dicht bij het werk worden genomen; staan de dammen nabij het werk, dan geeft het meer bezwaar voorkomende gebreken te herstellen, bovendien is men dan ook meer vrij in het plaatsen en inrichten van de watermalingswerktuigen enz.

Moet de afdamming over eene groote breedte plaats hebben, wat veelal plaats vindt wanneer de sluis in eenen zeedijk of in eene andere belangrijke waterkeering moet gelegd worden, dan zal veelal eene omdijking meer verkieslijk zijn.

DROOGMAKEN, DROOGHOUDEN, HEIEN EN GRONDSOORT.

§ 486. Over droogmaken en drooghouden van gedeelten kanaal is reeds in § 109 en volgende gesproken; ook zijn daar eenige eenvoudige werktuigen beschreven. Verder zal hier zoomin over het watermalen als het heien uitvoerig worden gehandeld. Eene volledige beschrijving dezer werkzaamheden zou een groot hoofdstuk moeten innemen. Daar het doel van dit werk is, om de meest voorkomende werken der Waterbouwkunde op eenvoudige en zoo mogelijk duidelijke wijze te beschrijven, met weglating van het minder voorkomende of belangrijke voor de constructiën en dat, wat ook in vele andere werken meer algemeen wordt aangetroffen, meent de schrijver, vooral met het oog op het laatste, over droogmaken en heien te kunnen verwijzen naar andere werken, en dus daarmede dit werk niet te moeten vergrooten.

Het watermalen is, bij aanbesteding, in den regel mede voor rekening en risico van den aannemer: Is de toestand van den grond niet bekend, en een vergelijk met andere in de nabijheid uitgevoerde werken niet mogelijk, dan kan dit den verstandig voorzichtigen aannemer noodzaken, om voor watermaling een hoog cijfer te moeten aannemen of van de mededinging der aanneming af te zien.

Zoowel het eene als het andere is veelal niet in het belang van aanbesteders. In die gevallen, waarvan de uitkomst der gestelde risico zeer twijfelachtig is, doet men beter door bijbepalingen te trachten, die risico voor den aannemer tot het minimum te brengen.

§ 487. De wijze van fundeering van een sluisgebouw staat natuurlijk in het nauwste verband of hangt nagenoeg geheel af van de soort van grond, waarin en waarop moet gebouwd worden. Nagenoeg altijd is hiervoor in ons land eene beheiing noodig. Slechts in enkele gevallen bij zand- en kiezelgronden zou dit groote bezwaren opleveren, omdat het droogmaken of drooghouden nagenoeg onmogelijk zou zijn, of omdat de grond niet toelaat, dat er palen worden ingeslagen. In die gevallen maakt men gebruik van eene doorgaande betonbestorting.

Veelal is de grondsoort op de plaats der bouwing genoegzaam bekend, om de noodige plannen op te maken; in andere gevallen is een naauwkeurig onderzoek vooraf noodzakelijk. Dit onderzoek van den grond, wat door ingraving en boring kan plaats hebben, zal om dezelfde redenen, als bij het heien is opgegeven, hier met stilzwijgen worden voorbijgegaan.

FUNDEERINGSWERK.

a. Uitzetten.

§ 488. Is de sluisput ter vereischte grootte en diepte uitgegraven, dan dient daarin de zuivere uitzetting plaats te hebben, waarnaar de uitvoering moet geregeld worden. Veelal is het daarvoor het

eenvoudigste en gemakkelijkst, om in de eerste plaats de as der sluis te bepalen. Men kan dan op de beide einden van den put in elk geval buiten de plaats, waar gebouwd moet worden, juist in de hartlijn eenen paal inslaan, en daarnaar de verdere uitzetting regelen. Door het spannen van eene lijn of het uitzetten van meerdere tusschenpiketten, kan die richting door den geheelen put bepaald worden. Hierna neem men eene tweede lijn, bijv. die van de buitenzijde of het midden van de voorste of achterste kesp, rechthoekig op de aslijn,

Om nu de plaatsen voor de verschillende paalrijen en palen steeds op gemakkelijke en zekere wijze te bepalen, brengt men vooraf op verschillende latten de verdeeling aan. Zoo kan men op een of meer aansluitende latten de kespenverdeeling met roode verf aangeven, en bij het bepalen van eene der rijen palen die lat of latten van het beginpunt van meting langs de aslijn uitleggen, en alzoo het midden dezer paalrij uitzetten, waardoor dan de hartlijn der paalrij, rechthoekig op de lengteas, door middel van een groote winkelhaak of hoek-meetinstrument kan worden uitgezet. Heeft men nu mede op eene andere lat of latten, de verdeeling der palen van deze rij, op soortgelijke wijze als voor de lengteas aangegeven, dan kan men door het uitleggen van die lat de plaatsen van al de palen op gemakkelijke en zekere wijze bepalen.

Bij het aanbrengen van de later te bespreken kespen, kloosterhouten enz. doet men verstandig, eveneens van verdeelde latten gebruik te maken.

b. Heipalen.

§ 489. Voor de onder de fundeering komende palen, die door middel van heiing in den grond worden gedreven, en heipalen worden genoemd, maakt men gebruik van dunne denneboomen. Zooals wij weten is het hout, dat altijd onder water staat, nagenoeg onvergankelijk; 't komt er dus niet op aan hier van hard hout gebruik te maken. Het dennenhout groeit zeer recht en scheutig op, en levert daardoor gladde en goedkoope palen. Bij het behandelen der details zullen we zien, dat in sommign gevallen ook gebruik wordt gemaakt van eiken heipalen.

§ 490. De heipalen hebben onder eene sluis niet alle denzelfden dienst te doen. Op plaatsen, waar zij onder het zware muurwerk zijn geplaatst, moeten zij dit muurwerk dragen, en staan dus aan eene vrij aanzienlijke drukking bloot. Op andere plaatsen, b.v. onder de doorvaartswijdte, is de belasting; die er op rust, zeer gering. Hier is het meer de later te bespreken, oppersende kracht, waaraan zij weerstand moeten bieden. In verband met deze verschillende functiën, dient ook het getal palen op de verschilllende plaatsen niet gelijk te zijn, maar zullen veelal onder het muurwerk meer dan onder de doorvaartswijdte geplaatst worden. De verschillende teekeningen der sluizen zullen dit doen zien.

Men moet bij het heien wel in het oog houden, dat een paal, die nog met behoorlijke zakking kan worden ingeheid, na eenige uren stil te staan, zeer moeielijk opnieuw aan het zakken kan worden gebracht. Het is om die redenen, dat men een paal, waarmede men bezig is in te heien, niet voor een groot gedeelte ingeheid moet laten staan om het overige gedeelte na verloop van eenige uren te vervolgen. De grond onder de sluis wordt door het inslaan van al de fundeeringspalen belangrijk samengedrukt. Er is daarom wel beredeneerd, dat het vermeerderen van het getal heipalen slechts tot zekere hoogte nut kan doen, omdat de grond daarbij zoodanig kon worden samengedrukt, dat het tusschen de palen bleef hangen en dus met de palen zou op en neer gaan. De palen bieden eenen grooten weerstand tegen het verder indringen door de schuring of wrijving tegen den grond. Heeft men door proefneming bepaald, welke lengte aan de palen moet gegeven worden, om voldoend draagvermogen te hebben en met de punten in goede grondlagen te komen, dan is het vooral noodig met de heiing in het midden te beginnen. Begint men met de heiing van de buitenkanten af, dan zal de grond in het midden zoodanig zijn samengedrongen, dat de stuit reeds door de wrijving in den samengepakten grond veel eerder is verkregen, dan de bepaalde en gewenschte paallengte is ingeslagen.

§ 491. Bij het inheien moet dus blijken, welke lengte van palen noodig is, om de gewenschte stuit te bekomen. Is men niet in de gelegenheid dit vooraf met de noodige juistheid te bepalen, dan wordt daarvoor in de bestekken eene lengte bij raming opgegeven, en daarbij bepaald, dat door voorafgaande proefheiing op verschillende plaatsen in den put moet worden onderzocht, welke lengte tot het verkrijgen der bepaalde uitkomsten noodig zal zijn, en dienovereenkomstig de ware lengte der palen worden aangenomen. De meerdere of mindere lengte dan die, welke bij het bestek is bepaald, wordt dan volgens

opgegeven tarief of eenheidsprijzen bijbetaald of gekort. De zwaarte dezer palen wordt veelal op 25 a 26 cM. middellijn bepaald, en het aantal zoodanig genomen, dat zij op onderlinge afstanden van 0.7 a 0.9 M. komen te staan, en dus ongev. $^1/_6$ a $^1/_{12}$ der geheele oppervlakte innemen. In den regel wordt in de bestekken bepaald, hoe groot de omtrek der heipalen moet zijn, op 1 M. beneden den kop, en aan de punt, en wel: van boven veelal 75 a 85 cM. en aan de punt 40 a 45 cM. De lengte der palen is in vele gevallen ongev. 7 M., hoewel dit, om reeds opgegevene redenen, zeer ongelijk zal kunnen zijn.

Voor eene goede contrôle en het opmaken van eenen staat van aanwijzing omtrent de ingeheide lengten en bekomen vastheid van al de palen, wordt vooraf een zoogenaamd heiplan of heigrond opgemaakt. Hiermede wordt bedoeld eene plattegrondteekening der heipalen, op eene schaal van 2 a 3 cM. p. M. Deze palen worden op die teekening alle genummerd, en bij het inheien van den paal wordt de zakking bij elken tocht, of althans bij eenige der laatste tochten, nauwkeurig opgenomen en aangeteekend, om deze aanteekeningen met het No. van den paal in eenen staat te kunnen invullen. Hierdoor is en blijft men ten allen tijde in de gelegenheid te kunnen nagaan, wat de werkelijke stuit van elken paal afzonderlijk is geweest, of deze stuit op eens is verkregen, dan wel of men dit minimum van toegestane zakking langzamerhand heeft bekomen, en welke lengte van den paal noodig is geweest, om dat gewenschte doel te bereiken enz.

§ 492. Zooals uit de de verschillende teekeningen kan worden opgemerkt, worden de palen veelal zoo geplaatst, dat er ééne rij onder den voorkant, en eene onder den achterkant van het opgaand muurwerk komt, terwijl de verder noodige palen hiertusschen verdeeld worden.

§ 493. Om gemakkelijker in den grond te kunnen dringen, worden de palen van onderen van een punt voorzien, waaraan veelal een plat vierkant wordt gelaten van 5 a 6 cM. zijde. Van boven worden de palen eenigszins afgerond, of liever de buitenkant er afgenomen, en bovendien veelal van een ijzeren band voorzien, terwijl bij harde en steenachtige gronden de punt met een ijzeren schoen wordt bekleed.

Fig 363 geeft in dat geval den kop en de punt van eenen heipaal aan.

§ 494. Men moet zooveel mogelijk trachten de palen, waar dit om bijzondere reden niet anders is bepaald, te lood en daarbij op de juiste plaats in te slaan. Dit zal echter niet altijd kunnen geschieden of gevorderd worden. Loopt de paal echter te veel uit de richting, zoodat er aan weerszijden van de pen geen behoorlijk draagborst naast de pen kan worden aangebracht, dan dient hij uitgetrokken en herheid of althans door eenen anderen vervangen te worden. Is de paal reeds voor een groot gedeelte ingeheid, dan zal men het daarnevens inslaan van eenen anderen, in den regel boven het trekken en inheien van denzelfden paal verkiezen.

De palen moeten in rechte rijen haaks op de lengteas van de sluis worden geplaatst, omdat dit de richting der daarop rustende balken moet zijn. In de richting der lengteas kunnen zij òf tegen elkander over òf juist met elkander verspringende worden gesteld, al naar dit het geschiktste uitkomt. Dit verspringen der palen zoodat die der eene rij ongev. tegenover het midden van de tusschenruimte der andere paalrij komen, verdient in ieder geval aanbeveling voor die rijen, waartusschen de damplanken moeten worden ingeheid. Staan deze palen juist tegen elkander over, dan kan dit het inheien der damplanken, dat toch veelal zeer moeielijk gaat, zeer tegenhouden of onmogelijk maken. Kan dit niet best vermeden worden, dan is het noodig de beide rijen iets naar buiten hellende in te slaan; om daardoor de ruimte tusschen deze palen naar onderen te vergrooten. Om veilig te zijn, dat de damregels in eene rechte geslotene rij ongehinderd kunnen ingeslagen worden, is dit schuinstellen voor de daarnaast staande palen ook zeer aanbevelenswaardig, al is het ook dat zij niet tegenover elkander maar in het verband verspringende worden ingeheid.

c. Kespen.

§ 495. De ingeheide palen moeten dienen om het geheele sluisgebouw te dragen. Hiervoor is een, bevloering noodig, en om tot het aanbrengen dezer bevloering de noodige gelegenheid te verkrijgen worden er over de palen balken — kespen of ook wel slikhouten genoemd — aangebracht. De kespen volgen derhalve de richtingen der palen, en komen alzoo rechthoekig op de lengteas van de slais. Zij worden met doorgaande pennen en gaten over de palen gewerkt, welke pennen, om later op te geven redenen, nagenoeg altijd alle wigvormig worden bewerkt, zooals dit in fig. 125 is voorgesteld. De lengte dezer kespen — zie de verschillende sluisteekeningen — moet zoodanig zijn, dat er gelegenheid bestaat,

daarover den vloer aan te brengen, zoodat het muurwerk daarop kan worden aangelegd. Deze kespen behooren met ooren van 20 a 25 cM. over de laatste palen uit te steken, waardoor de plaatsen van de buitenste palen bepaald worden.

De zwaarte, die aan de kespen worden gegeven, is ongev. 20 bij 25 a 25 bij 30 cM. Zij worden op op hun plat aangebracht; hierdoor hebben zij betere draagvlakken op de borsten der palen, en bestaat er ook betere gelegenheid voor de verbinding van pen en gat, terwijl de gebruikelijke afmetingen, die voor eene goede verbinding enz. benoodigd zijn, in gewone gevallen voldoende draagvermogen zullen hebben.

Voor houtsoort neemt men vuren- of meerendeels dennenhout; slechts in enkele gevallen wordt er van eikenhout gebruik gemaakt, en dan alleen onder de slagbalken en puntstukken, om deze beter op den vloer te kunnen bevestigen.

Slechts de onder- en bovenvlakken moeten recht en vlak gezaagd zijn, terwijl dit voor de beide andere vlakken niet noodig zal wezen, dan alleen voor die kespen, waartegen de damplanken komen.

§ 496. De kespen moeten waterpas — en in den regel alle op ééne hoogte over de palen worden gewerkt. Tot het maken van de pennen op de palen, en dus in de eerste plaats het inzagen van de borsten, wordt het water ter juiste hoogte in den den put gelaten, en hiernaar al de palen gemerkt, en ingezaagd. De dikte, die aan de pennen wordt gegeven, en dus ook de breedte van de gaten in de kespen, is ongev. 8 cM. of wel in het algemeen $^1/_3$ van de breedte der kesp. 't Zal voorzeker zeer zelden gelukken, dat alle palen op de juiste plaats komen te staan, en dus elke paal onder het midden der kesp kan komen.

Nadat de niet geheel ingeheide palen alle ongev. ter vereischte hoogte zijn afgezaagd, spant men, voor het afschrijven der pennen, eenen draad over elke rij, zoodanig dat deze zoo na mogelijk over het midden van al de palen gaat. 't Geeft veelal weinig bezwaar, hierbij des noods eenige centimeters van de haaksche richting af te wijken. De gespannen draad geeft dan zooveel mogelijk het midden van de pen voor elken paal aan. Moeten er, om den stand van den paal, bij enkele kleine wijzigingen plaats hebben, dan is het veelal verkieslijk zoowel de pen op den paal als het gat in de kesp iets op zijde te nemen. Bij het afschrijven der pen wordt dan op de lat, waarmede men de penverdeeling op de kespen wil overbrengen, aangeteekend hoeveel centimeters het hout der pen rechts of links van den draad is gelegen, om het daarvoor bestemde gat even veel centimeters rechts of links van het midden der kesp door te hakken. Daar de dikte van de koppen der palen bijna nooit gelijk zal zijn, zullen ook vele der pennen in breedte verschillen. Hierom moet ook de lengte van elke pen op genoemde verdeellat zuiver worden aangegeven.

§ 497. Zoowel als bij alle houtverbindingen, moeten ook hier de pennen en gaten goed sluiten. Het is echter niet wenschelijk, dat de opsluiting hier met groote kracht moet plaats vinden, 't is daarbij veelal moeielijk te zorgen, dat de kespen goed vlak op de borsten rusten, en dat is in dit geval een vereischte; bovendien moeten de ingeslagen wiggen de bevestiging bewerken. Daar men dit geweldig aanslaan, dat veelal met de handhei geschiedt, niet behoort toe te staan, en de pennen toch moeten sluiten, is dus eene zuivere bewerking van pen en gat noodig.

§ 498. De kespen dienen zooveel mogelijk uit eene lengte te worden genomen; waar dit niet mogelijk of te bezwaarlijk is, moeten zij met eene gewone lasch onder het muurwerk en juist boven eenen paal worden verbonden. De koppeling der deelen geschiedt dan vooreerst door de doorgaande pen, en wordt overigens versterkt door houten treknagels, schroef- of andere bouten. Zooals reeds door fig. 125 is aangewezen, worden de kespen veelal op al de palen met opgewigde pennen verbonden, en de gaten en de kespen daarvoor van boven 4 a 5 cM. grooter dan van onderen, of de breedte der pen, ingehakt. Deze verbinding wordt hier vereischt, voor de oppersende kracht die het water van onderen tegen den sluisvloer kan uitoefenen.

d. Oppersende kracht.

§ 499. Voor eene sluis moet het water kunnen gekeerd worden.

Die afsluiting moet niet alleen boven den grond plaats hebben, maar er moet tevens voor gezorgd worden, dat het water aan de verschillende zijden der waterkeering niet onder den bodem van het kanaal, en dus onder het sluisgebouw door, met elkander in gemeenschap kan komen. De waterkeering, die in het kanaal wordt aangebracht, moet dus ook voor zoover dit noodig is in den grond doorgaan.

Hoewel men, zooals uit de verschillende beschrijvingen zal blijken, zoowel onder als boven den grond, en bij de geheele bevloering, in alles er naar tracht om waterdicht werk te verkrijgen, zal men

zich moeielijk kunnen voorstellen, dat dit doel overal wordt bereikt. Neemt men nu aan, dat het water aan de eene zijde der sluis hooger staat dan aan de andere, dat dit hoogere water eenen doortocht vindt onder den sluisvloer, om tegen den vloer aan de andere zijde der waterkeering te drukken, dan zal dit water deze bevloering trachten op te persen, en wel met eene kracht, die zich naar het verschil van hoogte, die aan weerszijden der waterkeering aanwezig is, regelt. Dit verschil zal blijkbaar het grootst kunnen zijn, als de sluis aan de eene zijde droog is. Is in dat geval het water aan de andere zijde zoo hoog, als dit door de sluis kan gekeerd worden, zoo zal het maximum van persing plaats hebben, en ook hiertegen moet voldoende zekerheid bestaan. De oppersende kracht is, nadat de sluis gebouwd is, onder het muurwerk niet te vreezen, immers, het daarop geplaatste metselwerk weegt per eenheid meer dan het daaronder persende water. Hierom willen sommigen de zwaluwstaartvormige verbinding van de pennen der palen met de kespen aldaar niet zien aangebracht, en is het wel als verkieslijker beschouwd, de palen vlak af te zagen, en de kespen daarop met een nagel te bevestigen. Wij hebben echter gezien, dat de kespen met het oog op hun draagvermogen altijd voldoende afmetingen verkrijgen, en dus de bevestiging met pen en gat hier geen bezwaar zal opleveren.

Bovendien kan de oppersende kracht hier wel plaats vinden gedurende het bouwen der sluis.

De oppersing is dus hoofdzakelijk te vreezen onder het gedeelte der bevloering, tusschen de opgaande sluismuren gelegen. Die kracht zou in het opgegeven geval gelijk kunnen zijn — wanneer nl. het water vrij onder het geheele gedeelte van den droogliggenden vloer kon toevloeien — aan een prisma water, dat dat gedeelte vloer tot oppervlakte, en de voor de sluis gekeerde waterkolom tot hoogte heeft. Bij de volgende constructiedeelen zal men zien op welke wijzen men zich tegen deze mogelijke oppersende kracht beveiligt.

Bij de gewone bewerking en gebruikelijke afmetingen is de stand der palen en vastheid der pen, de sterkte der kespen en bevloering tusschen de verbindingspunten, voldoende waarborg, terwijl het oppersen der bevloering, door te zwakke verbinding op de kespen door de nader op te geven zwalpen wordt tegengegaan.

Wordt de drukking, die onder den sluisvloer kan plaats vinden, overeenkomstig het hoogste verschil van waterstand aangenomen, en verdeelt men deze kracht over het aantal palen onder de sluis, zoo verkrijgt men de kracht, waaraan elke paal hierbij weerstand moet bieden. Bij de gewone plaatsing der palen zullen zij hiertegen voldoende sterkte hebben, wanneer men bedenkt, dat volgens proefneming kan worden aangenomen, dat zij tegen uittrekken eenen weerstand bieden gelijk aan $^1/_3$ à $^1/_4$ van hun draagvermogen. Verder dat de pen van den paal tegen uiteenrukken eene volstrekte vastheid bezit van 1400 KG per dM^2. Is de dikte van den vloer voldoende om den muur te dragen, dan zal ook deze voldoende sterkte tusschen de steun- en bevestigingspunten hebben, om de oppersende kracht te kunnen weerstaan. Immers, het water zal niet hooger staan dan het muurwerk, en het muurwerk bedraagt ongev. het dubbele van het soortgelijk gewicht van het water.

e. Damplanken, schermen en betonkisten.

§ 500. Om eene tot diep in den grond doorgaande waterkeering te verkrijgen, worden rijen planken, baard- of damplanken, in den grond geheid.

Op de verschillende plattegrond-teekeningen is de inrichting dezer afheiingen met damplanken aangegeven. In fig. 327 zijn deze rijen door de gestippelde lijnen voorgesteld. De damplanken worden in hoofdzaak aangebracht onder de waterkeering en aan de beide einden der sluizen, om veilig te zijn, dat er geene ontgronding kan plaats hebben. Somtijds wordt de sluis ook rondom met damplanken afgeheid.

§ 501. De voornaamste damrij zal wel die zijn, welke onder de waterkeering is geplaatst, en derhalve meer in het bijzonder dienst moet doen, om het doordringen van het water onder den sluisvloer te beletten.

Veelal plaatst men de damplanken tusschen twee kespen, die dan door schroefbouten verbonden zijn, hoewel voor de gedeelten, die buiten het sluisgebouw doorloopen, ook wel alleen een der kespen verlengd wordt, waartegen de ingeheide posten dan worden vastgespijkerd, welke bewerking ook wel aan de einden van het sluisgebouw wordt toegepast, hoewel eene beheiing tusschen twee kespen verre te verkiezen is. Om te beletten, dat het water niet buiten het sluisgebouw eenen doortocht in den aansluitenden grond zal vinden, worden de damrijen voor een gedeelte buiten het gebouw doorgetrokken. Ook hiervoor is weer de rij, die onder de waterkeering is geplaatst, de voornaamste, zooals ook uit de verschillende teekeningen blijkt. Het buiten het muurwerk vallend gedeelte dezer beheiing, geeft men mede meerdere hoogte — zie

o. a. de dooorsnede in fig. 333 — en wel gelijk aan die der hooge of gewone waterstanden, die de sluis heeft te keeren. Die gedeelten — schermen genaamd — kunnen geschikt in de hoogte uit twee gedeelten worden genomen. Om ook deze planken in ééne lengte in te heien, daarvoor zijn de benoodigde lengten veelal te groot, of wordt de bewerking te lastig. Gewoonlijk worden de onderste gedeelten even als de overige damposten ingeheid, waarbij dan gezorgd moet worden, dat de koppen der planken ongev. 1 dM. boven de kespen blijven behouden. Tegen deze koppen en op de kespen wordt dan het bovenste gedeelte, of het eigenlijke scherm bevestigd en geplaatst. Dit scherm bestaat uit een schotwerk van in elkander geploegde, te lood staande planken, onder en boven door dwarsklampen vereenigd en in eene sponning in het muurwerk opgesloten, en door verankering daarin bevestigd. Zie omtrent het aanbrengen der damregels der verschillende teekeningen. In fig. 327 is de plaats en lengte der aangebrachte regels door stippellijnen aangegeven.

§ 502. De damplanken moeten alle met gave en zuiver afgestokene koppen van ongev. 2 à 3 cM. boven de kespen staan blijven, om in den vloer te worden ingelaten, ingekroosd.

Het is duidelijk, dat eene zuivere waterdichte afheiing van groot belang is voor het sluisgebouw, zooals dan ook de ondervinding heeft geleerd. Het inheien dezer posten, dat veelal eene moeilijke en kostbare zaak is, moet dus met de meest mogelijke nauwkeurigheid gebeuren. Zij worden met messing en groef in elkander gewerkt, evenals ook reeds in § 107 is besproken, en door de fig. 128 op verschillende wijzen is aangegeven. Moet er op deze planken zwaar worden geheid, dan is het duidelijk, dat het veel moeite zal kosten er voor te zorgen, dat alle zuiver te lood en gesloten in of aan den voorgaanden plank, worden ingeslagen. Hierbij zullen de veeren en groeven veel te lijden hebben, en deze niet zelden afspringen of beschadigd worden. Op alle deze zaken dient bij het inheien te worden gelet, en een plank, welke van richting blijkt te veranderen, moet bij tijds worden getrokken en op nieuw worden gesteld. Om alle deze bezwaren kan de zwaarte dezer planken niet wel op minder dan 8 à 10 cM worden bepaald, en zal eene eenvoudige verbinding met rechthoekige messingen en groef de voorkeur verdienen boven andere. Eene vereeniging met hol en dol wordt meer aangewend bij zware afmetingen, en in steenachtige gronden, terwijl de visbekken bij dunne planken geschikt zijn. Bestaat er veel bezwaar tegen het inheien, en alzoo veel vrees, dat de sluiting niet naar behooren kan verkregen worden, zoo kan het verkieslijker zijn eene sleuf te graven of te baggeren, en de planken, nadat ze gesloten zijn geplaatst, aan te aarden. In dit geval bestaat er echter vrees voor latere verzakking van den grond.

§ 503. Meerendeels worden thans betonkisten aangewend. In plaats der besprokene enkele rijen damplanken, worden daarbij dubbele rijen ingeheid, en hiertusschen de grond, tot bepaalde diepte, ontgraven of weggebaggerd, waarna de daardoor ontstane kist met beton wordt volgestort, zie de fig. 334 en 342.

Hoewel deze bewerking vrij aanzienlijke, meerdere kosten vordert, verkrijgt men daardoor meerdere of volkomen zekerheid, eene zuiver waterdichte afsluiting te vormen, wat voor het geheele gebouw van groot belang zal zijn, en daarom ook alle aanbeveling verdient.

De lengte der damplanken moet voldoende zijn, om de sluis tegen het onderdoorgaan van het water te beveiligen. Zoo mogelijk, ziet men daarom de ondereinden der planken in eene diep doorgaande kleilaag te doen eindigen, omdat deze grondsoort het water het minste doorlaat. In den regel rekent men echter gerust te kunnen zijn, wanneer deze afstuiting tot 3 à 5 M. beneden den vloer doorgaat, aangezien daarbij de verschillende grondlagen voldoende dichtheid zullen bezitten. In de meeste gevallen wordt voor de hoogte niet meer dan 2.50 M. bepaald. Het voor deze afheiing gebruikte hout is dennen of vuren, hoewel voor de schermen, daar deze voor het bovenste gedeelte niet altijd in voldoend vochtigen grond zullen komen, veeltijds greenen wordt genomen.

504. Met het inheien van deze posten begint men in het midden van den regel, en slaat aldaar een damplank in, die aan beide zijden voorzien is van een messing of veer; de daarop volgende planken zijn dan allen voorzien van groef en veer, zoodat er telkens een veer vooraan blijft, waarbij men minder hinder heeft van den grond, dan dit het geval zou zijn, zoo er een groef vooraan was. Men neme planken van nagenoeg gelijke onder- en bovenbreedte, daar men in tegenovergesteld geval meer gevaar heeft van onderen niet gesloten te blijven, en dit in elk geval minder naauwkeurig kan waarnemen. Mocht men ontdekken, dat de sluiting van onderen niet volkomen blijft bestaan, en dus dat de ingeheide posten van onderen iets naar voren afwijken, dan kan er een plank op $^1/_3$, $^1/_2$ of $^2/_3$ ingeheid staan blijven, die, voor zoover dit kan worden toegegeven iets kijlende is bewerkt, om daarnaast een in te slaan, die weer den zuiveren

stand heeft. Nadat er alzoo weer eenige planken zijn ingeslagen, kan dan ook deze worden neergedreven, en zoo de sluiting op nieuw voldoende worden verkregen.

§ 505. Om de planken nauwsluitende aan elkander in te slaan, en zoo na mogelijk tot onderen gesloten te houden; worden zij gewoonlijk van drie zijden aangepunt, zie fig. 128, 364 en 373, gesloten ingeheid blijft er dan slechts eene kleine opening over, terwijl de schuine bijsnuiting over de breedte aanleiding zal geven, dat de plank gedurende het inheien van onderen, naar de reeds ingeslagene plank wordt gedrongen. Van boven kan hij worden aangedrukt door het inslaan van een kram en kijlstuk, zooals dit in fig. 365 bij *a* wordt voorgesteld. In den regel geschiedt dit aansluiten door een persoon, die de heiing regelt, met eenen hefboom, die met het eene einde in een touw bevestigd, zie bij *b*, met het andere einde in de richting van het aangegeven pijltje geduwd wordende, de planken aan elkander klemt. Deze wijze van behandeling is vooral daarom verkieslijk, omdat het aanduwen dan naar meerdere of mindere behoefte kan geschieden, en vooral dan met kracht kan plaats hebben, wanneer het blok valt, en dit dus het meeste effect doet.

Verder is het wenschelijk de damplanken niet een voor een ter volle diepte in te slaan; liever laat men ze eerst ongev. 1 M te hoog staan, om daarna een of meermalen op nieuw langs den geheelen regel gaande de inheiing ter volle diepte te bewerken. Even als dit bij de heipalen is opgegeven, zullen ook de planken bij zwaar heien van onderen met een ijzeren schoen en van boven van een ijzeren band kunnen moeten voorzien worden, zie fig. 364. Het aanbrengen van een ijzeren band om den kop der planken zal al zeer licht noodzakelijk zijn.

§ 506. De betonbestorting tusschen de ingeheide planken kan zonder voorafgaande droogmaking geschieden. Het beton bestaat uit een mengsel van kalk en tras, steenstukken enz., dat de eigenschap bezit onder water te verharden, waarvan de meest geschiktste samenstelling in verschillende werken voorkomen.

Nadat de specie bereid is, wordt dit vereenigd met de bepaalde hoeveelheid steenstukjes, grint of andere bestanddeelen. Kan de betonbestorting in drogen bodem geschieden, dan is de eenvoudigste en gemakkelijkste bewerking, om naast de kist, waarin gestort moet worden, eenen langwerpigen houten bak te zetten, hierin de steenstukken en andere vullingsstukken uit te spreiden, de benoodigde hoeveelheid specie daarbij te voegen, dit alles geheel gelijkmatig door elkander te werken, en de alzoo toegemaakte beton door omkantelen van den bak in de kist te storten. Het gestorte beton kan dan effen worden gemaakt en zacht met stampers worden aangedrukt. Zeer zelden zal echter die storting zoo eenvoudig kunnen plaats hebben. In andere gevallen of bij groote werken zou deze bewerking onvoldoende of te langwijlig zijn. Hierbij worden de steenstukken in langwerpige kitsen uitgelegd, daarover de bepaalde hoeveelheid specie gekruid, en dit alles goed omgewerkt en doorgezet zijnde, wordt het met kruiwagens op de plaats der storting gebracht. De kalk moet zich als verbindingsmateriaal tusschen deze steenstukjes zetten waardoor eene harde en waterdichte massa ontstaat. Zal echter dat doel kunnen bereikt worden, dan dienen alle steenstukjes rondom van die verbindings-specie voorzien te zijn. Hierom mag de beton niet in het water worden gestort, omdat daarbij de steentjes gedeeltelijk zouden droogspoelen en dus koud op elkander zouden komen, waardoor de noodzakelijke vereeniging niet zoude bereikt worden.

§ 507. Verschillende werktuigen zijn er uitgevonden en toegepast, om het beton op den bodem van den put onder water zoodanig te storten, dat dit gevaar voor afspoelen niet meer bestaat. Bij groote betonbestortingen volgt men algemeen de volgende bewerking. Over den put, waarin het beton moet gestort worden, worden liggers of loopers *a*, zie fig. 368, gelegd. Die liggers rusten met de einden op rollen, waardoor zij gemakkelijk boven den put verplaatsbaar zijn. Op deze liggers rust, mede op rollen, een houten koker *b*, die tot op 40, 50 à 60 cM. boven den grond reikt. De beton, die langs het brugje, dat over de liggers *a* is aangebracht, wordt aangevoerd, wordt van boven in dezen trechter of koker gestort, en moet alzoo weer van onderen uit den trechter uitglijden. Wordt nu hierbij gezorgd, dat de koker steeds tot boven water volgetort is, en het verplaatsen er van zoodanig geregeld, dat het uitglijden alleen onder deze voorwaarde kan plaats vinden, dan zal het beton, zonder dat het door water gestort wordt, op zijn plaats kunnen komen.

Bij kleine bestortingen maakt men gebruik van bakken en kisten van verschillende samenstellingen, die alle ten doel hebben om het beton daarin door het water naar den grond te kunnen laten zakken en, om het op de plaats van bestemming gekomen zijnde, door het openen van een klep, schuif of iets dergelijks, uit den bak te storten.

f. Kloosterhouten, schuifhouten en schoorpalen.

§ 508. Rechthoekig op de kespen, derhalve evenwijdig aan de as der sluis, worden de verschillende jukken verbonden door de balken, kloosterhouten of zandstrooken genaamd. Zooals dit bij de verschillende gevene sluisteekeningen kan worden nagegaan, wordt het getal zeer ongelijk genomen. Veelal één onder het midden der doorvaart en één ongev. met de voor- en achterzijde van het opgaand muurwerk gelijk, hoewel zij bij sommige sluizen ook veel meer in getal zijn. De kloosterhouten moeten dienen om de jukken tegen verzetten te beveiligen, wat vooral bij de eindjukken zou kunnen plaats hebben. In sommige gevallen kan er, door de persing der dammen, gevaar bestaan, dat de laatste jukken naar binnen worden geperst, vóór dat de kloosterhouten zijn aangebracht. In die gevallen, dient men deze na het aanbrengen der kesp, onmiddellijk tegen de naastliggende te stempelen. Hoewel er voor de laatste jukken dus wel eene koppeling met de overige wenschelijk en misschien noodig is, zal men zeker geene vrees behoeven te hebben, dat de middelste jukken zullen verzetten, ook al waren er geene kloosterhouten aangebracht; de verbinding, die door het aanbrengen der bevloering ontstaat, zou hierom wel voldoende zijn. Voor het aanbrengen van een groot getal dezer kloosterhouten bestaan dus geen voldoende redenen. Wil men den stand der eindjukken van de sluis beter verzekeren, zoo zouden meerdere korte kloosterhouten kunnen aangebracht worden, die alleen over de laatste 3 à 4 jukken reiken of ook, wat meer wordt toegepast, tegen de laatste jukken schoorpalen worden ingeheid, zooals dit in fig. 366 is voorgesteld, even als dit vroeger bij de beschoeiingen is besproken. Somtijds kan het zijn, dat er vrees bestaat, dat de vloer door de kespen op de palen niet voldoende tegen de oppersende kracht is beveiligd, en dat daarom ook de kloosterhouten voor dit doel worden aangewend. In dat geval kunnen ook hieronder heipalen worden geplaatst, en met opgewigde pennnen in de kloosterhouten worden verbonden.

§ 509. De kloosterhouten worden met voorloeven van 4 à 5 cM. diepte en breedte over de kespen gewerkt, zooals dit door de doorsnede in fig. 366 wordt duidelijk gemaakt, terwijl de breedte ook wel op 3 cM. wordt bepaald. Nagenoeg altijd geschiedt dit enkel met voorloeven, zie bij *a*, somtijds met inkeeping en voorloef, zie bij *b*. De verbinding geschiedt op elke kesp met een hakkelbout en houten treknagels. De hakkelbout, zw. 1.5 à 1.8 cM. en treknagels 3 cM. beide zoo lang, dat zij tot $^2/_3$ der dikte in de kesp dringen. Zie omtrent de treknagels § 514—517. Voor de kloosterhouten worden ook bezaagd vuren of dennen balken genomen, die, zoo mogelijk, in ééne lengte over al de jukken kunnen reiken, en aan weerszijden 25 à 30 cM. voor de laatste jukken uitsteken. De zwaarte is veelal ongev. 15 à 20 cM., en wordt zoodanig bepaald, dat de bovenkant ter hoogte van een platte laag steen boven den vloer komt, om gemakkelijk in het muurwerk te kunnen worden opgesloten. Kan de lengte niet uit één stuk worden genomen, dan moeten de verschillende stukken worden gelascht. De lasschen worden hier niet op hun plat aangebracht, maar op den kant gesteld; zij bieden dan door de bouten meer tegenstand tegen de oppersende kracht. Daar deze stukken aan eene trekkende kracht weerstand moeten bieden, doet men beter van den haaklasch gebruik te maken, terwijl het niet noodig zal zijn, dat de lasschen juist boven een kesp of paal vallen. De lasschen kunnen hier het geschiktst worden versterkt en bevestigd door schroefbouten.

§ 510. De damplanken moeten, evenals dit voor den vloer is opgegeven, ook van onderen en op zijde in de kloosterhouten worden ingelaten. Loopen zij onder den slagbalk tot door den vloer, zooals dat in fig. D plaats heeft, dan kunnen de kloosterhouten niet over al de jukken doorloopen. In dit geval worden zij op de slagbalk-kespen niet met voorloeven, maar met voorloef en bedekten zwaluwstaart aangebracht en verder met hakkelbout en treknagel bevestigd.

§ 511. De kloosterhouten worden somtijds niet evenwijdig aan de as gelegd, maar volgen de richting van gedeelten vleugel- of ander muurwerk. In dat geval dienen zij meer of mede als schuifhouten. Het muurwerk van sluizen zal echter wel zelden of nooit voor verschuiven behoeven beveiligd te worden. Aan de binnenzijde worden zij daartegen beveiligd, door de tusschen deze muren aangebrachte zwalpen en tusschenmetseling, terwijl zij aan de achterzijde worden aangeaard.

g. Aanvulling tusschen de kespen enz.

§ 512. De sluisput moet zóó diep ontgraven worden, dat daarin de fundeeringswerken kunnen worden aangelegd. Die ontgraving moet dus altijd tot ongev. 1 dM. beneden den onderkant der kespen plaats vinden. Zij moet voor het aanbrengen der vloerdeelen zorgvuldig worden aangevuld met goed waterkeerende

grondsoort, waartoe dus droge en fijn gemaakte klei de voorkeur verdient. De put moet daarvoor eerst worden geruimd van alle steenen, houtstukken, spanen of dergelijke voorwerpen, en zoo diep zijn, dat de kleiaanvulling minstens geregeld 1 dM. beneden de kespen kan doorgaan. De aanvulling moet geschieden in dunne, vastgestampte lagen, haaks op de as van de sluis, overal zuiver vol en aangezet worden onderstopt, om daardoor het water, dat onder de sluis mocht komen, zooveel mogelijk alle doorstrooming te beletten. In de bestekken wordt gewoonlijk bepaald, dat deze aanvulling moet plaats hebben tot eene hoogte even boven den bovenkant der kespen, waardoor de geheele aanvulling door het aanbrengen der bevloering op nieuw in elkander wordt geperst.

h. De bevloering over de kespen.

§ 513. De bevloering over de kespen bestaat uit dennen of vuren posten, zw. 8, 10 à 12 cM. Zij worden zuiver sluitend, zonder smalle strooken tusschen de kloosterhouten gelegd, zooals dit in fig. 366 bij gedeelten wordt voorgesteld, en overigens tot zoodanige oppervlakte, dat zij overal eenige centimeters buiten den aanleg van het muurwerk komen, en aan de einden der sluis 10 cM. overstek over de laatste kespen verkrijgen. De planken worden van de noodige sponningen voorzien, waarmede zij welsluitend om de koppen der damplanken vallen. Om de zuivere sluiting te bevorderen, en het doortrekken van het water nog meer te beletten, worden de koppen der damplanken, na gelijk te zijn afgezaagd en afgestoken, voor de opsluiting in de vloerplanken, dik geteerd en met mos of mospapier belegd. Elke plank wordt aan de beide zijden zuiver recht gestreken, terwijl men ze ongev. ter breedte van de bovenste helft der dikte, iets arm strijkt, opdat zij tegen elkander sluitende, van boven opene breeuwnaden van ongev. 4 à 5 mM. bezitten. Om het getal dezer breeuwnaden niet te vermeerderen, neemt men veelal planken van breede afmetingen, bijv. 28 tot 35 cM. De planken worden alzoo bewerkt, sterk tegen elkander aangedreven, en op elke kesp bevestigt men twee taaie spijkers en eiken treknagels. Het tegen elkander drijven der planken geschiedt daarbij op de gewone wijze met drijfkrammen en klossen, zooals dit ook in fig. 366 bij *c* is voorgesteld. Kunnen de planken niet uit ééne lengte worden genomen dan moeten de samenkomsten over eenige kespen in het verband verspringen, en de planken op het midden der kesp met haaksche sluitnaden vlak tegen elkander worden gewerkt. Nadat, zoo noodig, de ongelijke dikten vlak en effen zijn bijgedisteld, worden alle naden, zoowel als de in de planken voorkomende scheurtjes, zuiver waterdicht afgebreeuwd, en met heete pik overgegoten, gekalfaterd. Sommigen meenen de dichtheid nog te bevorderen, door in elken naad tusschen de vloerplanken boven de damregels of ook wel op meerdere plaatsen boven de kespen houten nagels — damnagels in te slaan.

Bij het gebruik van betonkisten moet de bevloering niet worden aangebracht, voordat het beton begint te versteenen, en alsdan vooraf holligheden met stijve sterke specie tot den onderkant der vloerdeelen worden aangevuld.

i. Bouten en nagels.

§ 514. Zoowel hier, als bij de overige verbindingen der bevloering, worden de bouten en spijkers vóór het inslaan onder de koppen met draden vlas omwonden en in teer gedoopt. De hakkelbouten, tot verbinding der verschillende stukken, worden van 15 tot 23 mM. vierkant ijzer genomen. In vele gevallen neemt men ze, zelfs tot verbinding van den slagbalk, waarbij eene lengte van 0.70 à 1.00 M. kan vereischt worden, niet zwaarder dan van 2 cM ijzer.

§ 515. De treknagels worden van droog eiken- of greenenhout gemaakt. Het droogzijn is hierbij een eerste vereischte, opdat zij door het vocht uitzetten. In de bestekken wordt dan ook veelal bepaald, dat zij des gevorderd kunstmatig moeten gedroogd worden.

De nagels worden van vierkant gekloofd en dus rechtdradig hout vervaardigd. Zooals fig. 369 aangeeft, worden zij aan alle zijden eenigszins uitgestoken; de gaten worden naar de dunste afmeting ingeboord, en daarna de nagels, na ze met het ondereinde in teer te hebben gedoopt, met geweld ingeslagen.

Ook is voorgesteld en toegepast, om de nagels bij het inslaan van onderen van een wigje te voorzien, bij de opgeploegde treknagels. Bij het inslaan zal het wigje den bodem van het gat rakende, den kop doen splijten en uitzetten. Men maakt echter bezwaar dat de samengeperste lucht de zuivere aansluiting zal benadeelen, ofschoon dit dan ook zonder wigje zal plaats hebbben. Wordt de nagel op voorschreven

wijze van droog hout vervaardigd, ingedreven, dan zal ook na de uitzetting de klemming zonder het wigje wel zoo sterk mogelijk mogen genoemd worden.

§ 516. De ijzeren bouten kunnen bij sommige verbindingen eene groote lengte moeten hebben, het kan dan moeielijk zijn, om ze in te drijven zonder ze krom te slaan. Hierbij heeft men in die gevallen wel gebruik gemaakt van een soort houten koker, waarin een hamer is aangebracht, bij wijze van handhei, waarvan de spaken als leiders door de in de zijden der koker uitgespaarde openingen kunnen op en neer gaan. Nadat de bout is geplaatst wordt de koker daarom geplaatst en door daaraan verbonden schoren juist in de richting van den bout gesteld. Wordt nu gezegde hamer aan de leiders in den koker opgelicht en laat men hem daarna weer vallen, dan zal de daardoor ontstane slag op den bout, juist in de richting van den bout worden aangebracht.

§ 517. De versterking door het indrijven van houten nagels verdient alle aanbeveling. Men moet zich daarbij echter zeker overtuigen van eene goede bewerking, daar anders allicht afgebrokene nagels niet door andere worden vervangen, of alleen de bovengedeelten kunnen worden ingeslagen. In de bestekken worden daarvoor dan ook altijd afzonderlijke bepalingen gemaakt; veelal mag geen nagel worden geslagen, dan nadat de daarbij betrokken opzichter de diepte van het gat geeft gepeild, en bij de bewerking tegenwoordig is, terwijl voor elke overtreding in dit opzicht afzonderlijke boete bepaald wordt.

k. Zwalpen.

§ 518. Zooals bij het bespreken over de oppersende kracht is gezegd, moet de verbinding van den vloer op de kespen, in den dag der sluis tegen genoemde kracht worden versterkt. Hiervoor worden — zie de verschillende teekeningen — boven de kespen over den vloer, balken aangebracht, zwalpen genoemd, die ten sterkste op de kespen zijn bevestigd, en met de einden onder het opgaande muurwerk komen.

Om de afmetingen dezer zwalpen te bepalen, zijn zeer verschillende berekeningen en bepalingen voorgesteld. Zoo heeft men bij het in berekening brengen alleen willen aannemen, dat zij op de einden onder het muurwerk hunnen steun vonden en de zwalp en kesp als volkomen op elkander verbonden beschouwende de gevondene dikte voor zwalp en daaronderliggende kesp in rekening brengen. Ook is aangenomen, dat zwalp en kesp, als volkomen op elkander bevestigd, voor één balk kunnen worden beschouwd, en de heipalen om den anderen als vast steunpunt moesten in rekening gebracht. Bij deze berekeningen werd alsdan verondersteld, dat de bevloering los op de kespen lag, en dus de geheele persing op de zwalpen werkte. Na hiervoor bepalingen te hebben aangenomen, zou men dan overeenkomstig de mogelijke drukking, die onder den vloer kan komen, de afmetingen volgens de formules over de sterkte van het materiaal kunnen berekenen.

§ 519. Hoewel somtijds ook van vurenhout, is het algemeen regel, deze zwalpen van eikenhout te nemen, gevende hieraan gewoonlijk eene breedte van 20 tot 30 bij eene hoogte van 25 à 35 cM., voor doorvaartswijdten van 6 tot 10 M. Het is duidelijk, dat het meerdere of mindere verschil in waterhoogte, of de hoogte van de hoogste waterstanden die gekeerd moeten worden, hierbij vooral in aanmerking komt. Veelal wordt ter verkrijging van eene gelijkmatige vloerhoogte of dikte, de hoogte der zwalpen voor de geheele sluis gelijk genomen, hoewel, zoo het ontwerp daartoe aanleiding geeft, die zwaarte, met het oog op de oppersende kracht, zooals uit de vroegere redeneeringen blijkt, aan beide zijden der deuren veelal niet dezelfde behoeft te zijn.

Aan de zwalpen wordt zoodanige lengte gegeven, dat zij aan beide zijden ongev. 50 à 60 cM. onder het opgaande muurwerk reiken. Zij worden vlak en sluitend op den dennenvloer gelegd, en daarvoor voorloopig op hunne plaats gelegd, en met den passer naar het beloop van den vloer afgeschreven en daarnaar afgewerkt. Ter plaatse waar de zwalpen moeten gelegd worden, worden de kloosterhouten tot gelijk met den bovenkant der bevloering weggekapt, zie fig. 366 bij *d*. Om de dichtheid te bevorderen, wordt de vloer onder de zwalp geteerd, en met een dun laagje mos belegd.

§ 520. Voor de verbinding van zwalp en kesp zijn zeer verschillende constructiën voorgesteld en toegepast. Meerendeels wordt gebruik gemaakt van hakkelbouten en treknagels. De hakkelbouten ongev. 2 en de treknagels 3 à 4 cM. worden zoo lang genomen, dat zij ongev. tot $^2/_3$ der dikte van de kesp, daarin komen. Zij worden daarbij om den ander ongev. op afstanden van 50 cM. ingeslagen en moeten ter voorkoming. van het scheuren der kesp, om den ander iets rechts en links van het midden der balken worden gesteld.

In plaats van de hakkelbouten gebruikt men thans ook wel met goed gevolg houtschroeven van gegalvaniseerd ijzer, ter zwaarte van 3 à 5 cM.

De overige verbindingen — zie de lengte-doorsnede over het midden der zwalp en kesp fig. 367 — bestaan in: 1. Het aanbrengen van een ijzeren beugel om de zwalp, die door een schroefbout aan de kesp is verbonden, zooals bij *a* wordt voorgesteld; de opstaande zijstukken van den beugel zijn rond uitgesmeed, en van schroeven voorzien, nadat de zwalp is gelegd, wordt de bovenste plaat aangebracht en met moeren bevestigd. 2. Het aanbrengen van slot- of sleutelstukken van eikenhout, zooals dit bij *b* en *c* wordt aangegeven en uit de teekening voldoende zal kunnen begrepen worden. 3. Het gebruik van doorgaande schroefbouten; uit vrees voor het maken van doorgaande naden, en omdat het maken van samengestelde verbindingen hier veelal slecht is uit te voeren, maakt men nagenoeg uitsluitend gebruik van de hakkelbouten, houten nagels en houtschroeven.

§ 521. Bij verschillende sluisgebouwen zijn de volgende afmetingen aan de zwalpen gegeven:

Voor die van fig. 325 met eene doorvaartswijdte van 8 M. lang 10 M. hoog 28 breed 25cM. van bezaagd dennenhout, bevestigd met 8 houtschroeven van gegalvaniseerd ijzer, lang 50, zw. in diameter 3 cM., benevens 10 eiken treknagels mede lang 50 cM.

Voor die van fig. 326 met eene doorvaartswijdte van 6 M. lang 7 en 8 M., de eerste zw. 20 bij 30, en 15 bij 25 cM. en de tweede zw. 15 bij 25 cM. van vierkant eikenhout, bevestigd met hakkelbouten en treknagels, de eerste zw. 1.9 cM.

Voor die van fig. 328 met eene doorvaartswijdte van 10.50 M. lang 11.50 en 12.70 M. hoog 35 breed 30 cM. houtsoort en bevestiging als bij fig. 325 is opgegeven, waarbij de houtschroeven eene dikte hebben van 3.5 M.

Voor die van fig. 323 met eene doorvaartswijdte van 8 M. lang 8.76 tot 10 M. hoog 23 en breed 25 cM. van meskant eikenhout, bevestigd met 9 à 10 hakkelbouten, lang 53 zw. 2 cM. en eiken treknagels van 3 cM., zoodat op onderlingen afstand van 50 cM. om den ander een hakkelbout en treknagel komt.

l. Slagbalk, puntstukken en komplaten. Tusschenmetseling en bovenvloer.

§ 522. De deuren verkrijgen bij houten betimmering van onderen op den vloer en bij de genoemde duikersluizen ook van boven haren aanslag tegen eene driehoekige betimmering, over de halve breedte voorgesteld door fig. 370 alsmede ook in fig. 366. Hiervan wordt — zie fig. 370 — *a* de slagbalk en *b* de puntstukken en *c* het kopstuk genoemd, terwijl de stukken *d* dienen, om de potten te bevestigen, waarin de deuren draaien, en komplaten genoemd worden.

Het is duidelijk. dat het bij deze betimmering op eene sterke bewerking aankomt, dat de puntstukken, door het daartegen aanslaan van de deuren, veel zullen te verduren hebben, en het geheel, in gesloten stand der deuren aan eene groote drukking kan blootstaan, vooral wanneer bij eenen hoogen waterstand voor de deuren, deze van onderen niet volkomen tegen elkander sluiten.

Voor slagbalk, puntstukken en komplaten wordt dan ook altijd eikenhout genomen.

§ 523. De puntstukken moeten onder eenen stompen hoek tegen elkander sluiten. Het is vrij ingewikkeld om met wiskunstige zekerheid te bepalen, welke hoek, en dus ook welke sprong, voor de puntstukken de voordeeligste is, bij verandering van den hoek zal men in het eene winnen en het andere verliezen, zoodat er dus één hoek moet zijn, die de voordeeligste is. Die berekeningen, gepaard aan de ondervinding hebben doen zien, dat men den sprong der puntstukken tusschen $^1/_5$ en $^1/_7$ van de doorvaartswijdte der sluis dient te bepalen.

De deuren moeten in gesloten stand over de volle lengte tegen de puntstukken sluiten. Dit verkrijgt men door de aansluiting van puntstukken en slagbalk op de volgende wijze te bepalen:

Zij in fig. 372 A B de voorzijde van den slagbalk, hoek *Q* gelijk aan den hoek dien de puntstukken en slagbalk met elkander moeten maken of wel de verhouding tusschen de lijnen *gB* en *Bk* gelijk aan dien der halve doorvaartswijdte tot den bepaalden sprong, en C D de voorzijde van den muur boven den slagbak. Nu trekke men de lijn E F zooveel binnen de lijn C D als het midden van de deur in geopenden stand zal komen, en uit het punt *g*, eene lijn *g h* rechthoekig op lijn *g k*, ter lengte van de halve dikte der deur. Voorts uit het punt *h* de lijn *h i*, evenwijdig aan A B. Wanneer men nu uit het snijpunt van de lijnen E F en *h i* eene lijn trekt evenwijdig aan *g h*, dan zal het snijpunt van deze lijn met A B het punt aangeven, waar de voorkant van het puntstuk tegen den slagbalk moet komen. Eene lijn uit dit punt

evenwijdig aan gK getrokken zal dus de voorkant van het puntstuk bepalen. Verder uit genoemd snijpunt als middelpunt eenen cirkel trekkende, waarvan de straal gelijk is aan de halve dikte der deur, zoo zal het blijken, dat er slechts eene geringe uitholling van den slagbalk noodig is, om de deur over de geheele lengte tegen het puntstuk te laten aanslaan.

§ 524. Wij hebben reeds gezien dat de voornaamste, tot in den grond doorgaande waterkeering, juist ter plaatse van de deuren moet plaats hebben. Eene doorgaande waterdichte opsluiting van slagbalk, dennenvloer en onderheiing is dus noodzakelijk. De slagbalk wordt daarvoor een paar centimeters, zuiver vlak sluitende, in den dennezolder ingelaten. Gaan de damplanken niet tot in den slagbalk door, zooals fig. 366 de doorsnede van fig. 370 in 371 en anderen aangeven, maar worden zij alleen 2 à 3 cM in den vloer ingekroosd, dan wordt, zooals die figuren mede aangeven, boven de damplanken, tusschen slagbalk en vloer een eiken rib van 8 à 10 cM^2. aangebracht. Deze rib, kroosrib genoemd, wordt in een bed van mos en teer gelegd, en daardoor de doorgaande naad tusschen slagbalk en vloer nogmaals verbroken.

§ 525. Voor den slagbalk wordt een stuk hout van zware afmetingen vereischt. Immers de bovenkant moet overeenkomen met den bovenkant van de daarin te verbinden puntstukken, waartegen de deuren haren aanslag moeten verkrijgen. Deze aanslag dient ongev. 1 dM. te zijn, terwijl zij ongev. even zooveel of iets minder boven den vloer moeten vrijdraaien. Daarbij komt dan nog de dikte van den bovenvloer, veelal 5 cM. van de zwalpen en de inkroozing in den ondervloer. Voor een voldoenden steun en bevestiging van de puntstukken in het kopstuk zal ook eene breedte van 40 à 50 cM. noodzakelijk zijn. Verder moet de slagbalk eene voldoende lengte hebben, om ongev. 50 à 60 cM. onder het muurwerk te schieten; in elk geval behoort die lengte voldoende te zijn, dat daar op de slagstijlstukken, waartegen de achterhar der deur zijn aanslag moet verkrijgen, ter volle diepte kan geplaatst worden.

Bij eene doorvaartswijdte van 6 M. zal reeds eene lengte van ongev. 7.50 bij eene zwaarte van 0.50 à 0.54 M. vereicht worden, welke stukken, vooral voor eikenhout, zeer bezwaarlijk gaaf te verkrijgen zijn. Hoewel men het niet vindt aangewend, zou het, bij eene oordeelkundige toepassing, zeker geen bezwaar opleveren, deze stukken voor de hoogte uit twee dikten te nemen.

§ 526. De slagbalk dient vooreerst tot verbinding van de waterkeering onder en boven de bevloering, en verder tot aanslag, en waterdichte afsluiting van deuren en bevloering. Mocht men aannemen, dat de deuren in gesloten stand steeds zuiver tegen de puntstukken en ook tegen elkander sloten, dan zouden voor deze puntstukken geene stukken hout van zware afmetingen gevorderd worden. De deuren op zich zelve zouden dan tegen den druk van het water voldoenden weerstand kunnen bieden. Dit zal echter zelden plaats vinden, en niet mogen worden aangenomen; allicht zijn de deuren van onderen iets van elkander vrij, en in dat geval wordt de volle drukking op de puntstukken overgebracht.

§ 527. Voor het aanbrengen van puntstukken volgt men twee constructiën: welke beide voldoende kunnen zijn. In de eerste plaats kan men ze op den dennenvloer leggen, zoodat de hoogte afmeting dan behalve de inzinking van den slagbalk in den vloer, gelijk aan die van den slagbalk moet zijn. In de tweede plaats kan men deze puntstukken op den bovenvloer leggen, d. i. de vloer die, zooals wij later zullen zien, over de tusschenmetseling en zwalpen wordt gelegd. Hierbij kan de hoogteafmeting eene aanzienlijke vermindering ondergaan.

Het kopstuk, dat evenzoo op den onder- of bovenvloer kan worden gelegd, blijft echter veelal in beide gevallen op den ondervloer rustende.

§ 528. Worden de puntstukken en het kopstuk op de onderbevloering aangebracht, dan wordt deze daarvoor vlak bijgedisteld en de zandstrooken, voor zoover noodig, tot gelijk met den bovenkant der bevloering weggenomen.

Zoo er voor het aanbrengen der puntstukken ook zwalpen moeten worden doorgesneden, worden deze ter diepte van ongev. 5 cM. ter volle zwaarte en verder veelal met een lip onder de puntstukken gewerkt — zie fig. 385.

§ 529. De bevestiging van de verschillende stukken onderling, geschiedt dan veelal met dubbele pennen, zie fig. 378, linkerzijde; die van de puntstukken daarbij op dubbele stoottanden, terwijl het kopstuk eenige centimeters ter volle zwaarte wordt ingelaten. Ook de fig. 376, 377 en 376*a* stellen in dit geval de verbinding voor, die voor slagbalk, puntstukken en komplaten gebruikelijk is. Fig 377 geeft den slagbalk van binnen gezien met de daarin gewerkte gaten en tanden, terwijl 376 *a* de doorsnede geeft over het draaipunt der deuren. De pennen en borsten worden geteerd, de laatste met grauw- of mospapier

belegd, en de verbindingen door nagels opgesloten. De puntstukken worden van voren niet vlak tegen elkander gewerkt, zoodat zij niet met een doorloopenden naad tegen elkander vallen, maar worden met lippen, halfhouts over elkander verkeept, waardoor elk puntstuk, over de eene helft der dikte van voren ongev. 5 cM. voorbij het midden reikt, zooals uit de verschillende teekeningen, zie fig. 378 en andere kan worden nagegaan. De puntstukken worden van voren onmiddelijk onder den aanslag der deuren van eene groef — *zuigsponning* — voorzien, waardoor het water, bij het aanslaan der deuren, beter gelegenheid heeft om tusschen slagdrempel en deur te ontsnappen en de zuivere sluiting wordt bevorderd. Verder zijn slagbak, puntstukken en kopstuk voorzien van de noodige sponningen, om daarin de einden der bovenvloerplanken op te sluiten.

§ 530. De komplaten worden voor ongev. 10 à 15 cM. ter volle zwaarte, en verder veelal met eene rechte of zwaluwstaartvormige lip onder den slagbalk gelegd. Hierdoor wordt het, bij bovengenoemde constructie noodzakelijk, dat een gedeelte van de pennen en tanden der puntstukken moet afgehakt worden. Zie fig. 376, 377 en fig. 378, waar bij *d* het puntstuk van binnen gezien is voorgesteld, en waarbij de onderste pen en tand voor de komplaat geheel is ingekort. Hoewel hiertegen geen bezwaar bestaat, is het eenvoudig en ook al daarom verkieslijker, de verbinding door eene enkele pen op dubbele stoottanden te bewerken, zie fig. 378 bij *e*, waarbij een gedeelte van den ondersten tand nog geschikt eenige centimeters onder de komplaat kon gewerkt worden. Verder wordt nog wel aanbevolen, den ondersten tand eenige centimeters dieper te maken dan den bovensten, opdat dit mede meerdere sterkte tegen de oppersende kracht zal geven.

De slagbalk komt in de genoemde inzinking, en de puntstukken en komplaten komen op den vloer te liggen. Deze wordt hiervoor overal gelijk en vlak gedisteld, opdat alle stukken vlak sluitende kunnen gelegd worden. Bovendien wordt de waterdichtheid bevorderd, door het teeren van de bevloering, en het daarin aanbrengen van een dun laagje mos, waarop de verschillende stukken komen te liggen.

§ 531. In de komplaatstukken moeten de potten bevestigd worden, waarin de deuren draaien. Zij dienen dus daarvoor voldoende gelegenheid te geven, en onwrikbaar vast te worden bevestigd.

De potten moeten onmiddellijk bij den slagbalk in de komplaten worden vastgezet, zoodat het wel noodzakelijk is, de platen voor een gedeelte ter volle zwaarte in den slagbalk te laten vallen. Verder worden zij, òf rechthoekig op den slagbalk, òf onder eenen hoek gelegd, zooals de verschillende teekeningen dat voorstellen, en over een of twee zwalpen verkeept, zie fig. 370, 374, 379 en andere.

De komplaten worden altijd op den ondervloer aangebracht, en komen van boven gelijk met — of iets boven den bovenvloer; ook heeft men de bovenbevloering wel over de komplaten laten loopen, en boven de platen afzonderlijke klossen bevestigd, waarin de potten werden gesteld. Soortgelijke constructie, zie bijv. fig. 385, is toegepast bij de sluizen van het Groot Noordhollandsch kanaal.

§ 532. Worden de puntstukken op den bovenvloer gelegd, dan zal eene hoogte van 20 à 25 cM veelal voldoende zijn. In dat geval brengt men tusschen de beide bevloeringen afzonderlijke vullingsstukken aan, die, in de richting der puntstukken gelegd, met eenen lip onder den slagbalk en zwalp zijn opgesloten. Zie daaromtrent fig. 374 en 375, waar deze bewerking, met weglating van het puntstuk, tusschenmetseling en bovenvloer, in plattegrond en doorsnede is voorgesteld. Verder fig. 378 rechterzijde, waarbij bij *a* het punstuk van binnen, — en bij *b* een gedeelte daarvan van voren gezien is geteekend, terwijl fig. 380 den halven slagbalk voorstelt met de daarin benoodigde inkeepingen, gaten en sponningen voor het opnemen van de puntstukken, de komplaten, het kopstuk, de vullingsstukken en de bevloeringen.

Liggen de puntstukken op den ondervloer, dan worden onder dezen meerdere kespen aangebracht, puntstuk-kespen genaamd, om meer geschikte plaatsen te verkrijgen tot het inslaan der bouten en nagels, zie fig. 370 en 371.

Somtijds wordt voor deze tusschenkespen en ook wel voor de kespen en daaronder staande palen, van eiken hout gebruik gemaakt, omdat dit hardere hout beter gelegenheid geeft voor de vaste verbinding van bouten en nagels.

De doorvaartswijdte der sluis bepaalt de lengte dezer kespen, daar het voldoende is, dat zij 30 à 40 cM. onder het opgaand muurwerk komen.

Het kopstuk wordt eenige centimeters ter volle zwaarte in den slagbalk ingelaten, en verder daarin met enkele of dubbele pennen opgesloten. De verbinding van het kopstuk met de puntstukken geschiedt met enkele of dubbele tanden. Deze pennen worden veelal zwaluwstaartvormig bewerkt, en van voren naar

de richting van de puntstukken afgewerkt, zooals dit in de verschillende teekeningen is voorgesteld, zie mede de fig. 381 en 382. Liggen de puntstukken op den bovenvloer, dan wordt de pen ook wel weggelaten en de over elkander gewerkte puntstukken op het daarvoor afgewerkte kopstuk gelegd, en vastgebout, zie de fig. 382*b* en 383.

§ 533. Wanneer er twee stellen deuren moeten worden aangebracht, om het water van beide zijden te kunnen keeren, kan men veelal met één slagbalk volstaan, waarin op de gewone wijze, de punt-kopstukken enz. worden verbonden. Zie fig. 384. Heeft men tusschen de deuren eenen grooteren afstand noodig, hetzij om plaatselijke toestanden, hetzij omdat men bij de eerste bewerking geen voldoende sterkte aan den tusschen de deuren aanwezigen dam meent te kunnen geven, zoo kan men twee slagkalken op den noodigen afstand van elkander leggen. Het kan daarbij noodig worden, de ruimte tusschen deze slagbalken nog met een of meer zwalpen te versterken, zie bijv. fig. 385 en 386.

§ 534. De bevestiging van slagbalk, puntstukken, kopstuk en komplaten geschiedt door bouten en nagels, zie § 514—517, die door deze stukken in de kespen worden gedreven. Het aantal wordt in den regel zoo groot genomen dat, om den anderen aangebracht op elke 50 cM. afstand een bout en een nagel komt.

§ 535. De ruimte tusschen de zwalpen en tusschen deze en den slagbalk, de punt- en komplaatstukken wordt, tot gelijk met den bovenkant der zwalpen volgemetseld met klinkersteen in sterke tras. Die bemetseling bestaat somtijds geheel uit platte lagen in de richting der zwalpen, maar in den regel uit een of meer platte lagen en een halvesteens of éénsteens rollaag, zooals dit ook in de fig. 366 bij gedeelten is aangegeven. Nadat dit metselwerk met verdunde specie is ingewasschen, en met een laagje trasmortel is overdekt, wordt daarover, op de zwalpen sluitende de bovenvloer gelegd. Voor de bovenbevloering neemt men eikenhout, omdat het dennen of vuren geen voldoenden weerstand tegen de schuring van water enz. zoude bieden. Veelal wordt hiervoor eene dikte van ongev. 5 cM. genomen, overeenkomende met de dikte van eene laag steen. Die dikte is hier voldoende en daardoor verkrijgt men geschikte gelegenheid, de vloerplanken ter breedte van ongev. 10 cM. in het opgaande muurwerk te doen opsluiten. Wil men deze bevloering meerdere zwaarte geven dan die van een laag metselwerk, zoo kan men de plank, die in het muurwerk zal worden opgesloten, eene zwaarte geven, gelijk aan de hoogte van twee laag metselwerk, en de verdere vloerplanken hiertegen doen aansluiten. Ook deze vloerplanken worden, evenals dit voor den ondervloer is opgegeven, van een breeuwnaad voorzien, en na op elken zwalp door 3 à 4 spijkers bevestigd te zijn, wordt ook deze bevloering, als voren, gekalfaterd en alzoo het geheel zuiver waterdicht bewerkt.

Ook de ruimte tusschen slagbalk, en punt- en kopstukken wordt eveneens volgemetseld, en het daarover aangebrachte eiken dek in de sponningen der verschillende stukken bevestigd, en het geheel zuiver waterdicht afgebreeuwd, zie ook hieromtrent fig. 366.

m. Steenen sluisbodems

§ 536. De sluisvloeren worden, ook wel geheel, of althans boven den dennenvloer uit metselwerk vervaardigd. Voor het eerste geval vindt men bij ons geene geschikte grondsoorten, en ook het tweede wordt zeer weinig toegepast. De sluisvloer dient daarbij als omgekeerd gewelf behandeld te worden, en dit kan op de plaatsen, waar de deuren moeten draaien, zeer slecht plaats hebben, tenzij men den vloer aldaar zooveel noodig verdiept. Beschouwt men de omgekeerde gewelven, als werkende gelijk aan de gewone gewelven bij bruggen enz. dan wordt de noodige zwaarte van den vloer, die de theoretische beschouwingen aangeven, zeer groot, en toch zal het gewelf in dit geval in minder gunstigen toestand zijn toegepast. Het gewelf wordt hier niet, evenals bij de gewone gewelven, door zijne eigene zwaarte in elkander gedrukt, totdat er evenwicht bij de verschillende krachten ontstaat. In dit geval zal er meer op den samenhang der specie moeten vertrouwd worden.

De in de jaren 1862—1864 gebouwde sluizen aan de einden van het kanaal door Zuidbeveland, voorgesteld door de fig. 346, 347 en 348 van welk sluisgebouw fig. 349 den plattegrond geeft, zijn van gewelfvormig gemetselde sluisvloeren voorzien. De verschillende afmetingen aldaar gegeven, zijn uit de ingeschreven maten na te gaan. De straal voor het omgekeerd gewelf van den vloer is hier op 56.93 en die van den slagdrempel op 27.26½ M. bepaald. De dikte van den vloer als omgekeerd gewelf 0.67 en die van het gewelf der slagdrempels tusschen de hardsteenen aanslagen 1.01 M.

§ 537. Meer algemeen wordt ook bij gemetselde sluisvloeren van het aanbrengen der houten zwalpen gebruik gemaakt. In hoofdzaak is dus hier het verschil met de beschrevene houtconstructiën, dat de houten

bovenvloer vervalt. Vooral bij de thans meer gebruikelijke toepassing van hardsteenen slagbalken wordt deze bewerking vrij algemeen toegepast, ofschoon ook bij hardsteenen slagbalken nog wel houten bovenbevloering wordt aangewend. Zooals de fig. 333 en 334, 339 en 342 doen zien, wordt over het metselwerk tusschen de zwalpen en de zwalpen zelve een halve steens of éénsteens rollaag geslagen of meerder metselwerk aangebracht; de hardsteenen aanslagstukken liggen daarbij op de zwalpen of het metselwerk. Bij het aanbrengen van dubbele stellen deuren, waardoor het water van beide kanten kan gekeerd worden, wordt zoowel hier als bij de houten slagbalken de tusschenmetseling tot den bovenkant der slagbalken of aan slagstukken uitgevoerd.

§ 538. Het is met het oog op het moeielijke of kosthare om zeker te zijn, aan den vloer overal voldoende sterkte tegen mogelijke oppersing te geven, dat wel is voorgesteld, en zeker in sommige gevallen toepassing verdient, om de sluisbevloering niet verder dan noodzakelijk is, waterdicht te bewerken, en voor oppersing te beveiligen. Men zou daarbij alleen eene doorgaande waterkeering kunnen aanbrengen, onder en tusschen de deuren, die de eigenlijke waterkeering moeten uitmaken, en verder den grond door steenzitting tegen ontgronding beveiligen. De noodige zijmuren van de sluis zouden dan op afzonderlijke fundeeringen kunnen worden geplaatst. Het water dat zich in dit geval nog eenen weg mocht banen onder de bevloering door, zoude, zonder nadeelige werking, door de steenzetting worden doorgelaten.

§ 539. Tot afsluiting van de steenen rollagen aan de beide einden der sluizen worden platen van hardsteen gelegd, jokdorpels genoemd, die met den bovenkant gelijk met het metselwerk aan den vloer liggen, en door ankers in het metselwerk of aan de zwalpen verbonden, verankerd zijn.

n. Koffers.

§ 540. Bij sommige sluizen heeft men de fundeering aan de einden der sluizen 1 à 2 M. dieper dan het overige gedeelte aangebracht en hierop ter hoogte van den vloer eenen gemetselden muur geplaatst ter breedte van 1 à 1.5 M. en deze muren den naam van koffers gegeven. Fig. 362 geeft in doorsnede een dezer koffers aan, waarbij tevens is aangegeven, op welke wijze zij met de verdere sluisfundeering kunnen verankerd zijn. Die koffers zijn vooral daar toegepast, waar vrees bestond dat het houtwerk der fundeering door den zeeworm zou worden aangetast, ofschoon zij ook wel op andere plaatsen zijn aangewend, omdat zij betere beveiliging tegen het onderloops worden der sluis geven dan enkele rijen ingeheide planken. Dat deze wijze van bewerking, vooral omdat de fundeering daarvoor zooveel dieper moet worden aangelegd, in sommige gevallen zeer moeielijk is toe te passen en in elk geval vrij kostbaar is, is duidelijk. Bij het meer en meer in gebruik komen van de in § 503 besprokene betonkisten, worden deze in plaats van de gemetselde koffers aangewend.

§ 541 Vroeger gaf men aan de sluisvloeren veeltijds meerdere lengte dan aan het daarop gebouwde sluisgebouw. De bevloering liep daarbij nog ongev. 1 M. buiten het muurwerk door. Ook bij de sluizen volgens de fig. 346—349 is dit stelsel met het aanbrengen der betonkisten eenigszins gevolgd, zooals door fig. 346 in doorsnede wordt aangegeven.

Worden de voorheiingsplanken bij gebruik van betonkisten door zeeworm aangetast, dan zal dit minder bezwaar opleveren; omdat tegen den tijd dat deze planken te veel zijn benadeeld om voldoenden dienst te doen, de beton voldoende zal versteend zijn.

o. Steenen Slagbalken.

§ 542. Bij gemetselde bevloering brengt men in den regel ook hardsteenen slagdorpels aan. Hiervoor wordt nagenoeg uitsluitend gebruik gemaakt van excauzijnsche steen, hoewel op enkele plaatsen daarvoor ook zandsteen is gebezigd. Bij het gebruik dezer hardsteenen dorpels wordt er geen slagbalk gebruikt, maar de verschillende stukken tnsschen het metselwerk opgesloten, vormen dadelijk den aanslag voor de deuren, en liggen dus in de richting der vroeger besprokene puntstukken. Bij het leggen er van moet gezorgd worden, voor een zuiveren en rechten aanslagskant voor de deuren; wat het gemakkelijkst is te bekomen door het geheel uit zoo weinig mogelijk verschillende deelen samen te stellen. Eene eenvoudige en gemakkelijke constructie, zoowel voor de bewerking als het leggen der stukken, is die in fig. 335 voorgesteld. De beide eindstukken komen voor een groot gedeelte onder het opgaande muurwerk, zoodat ook hierop de later op te geven slagstijlstukken geplaatst worden; die stukken zijn dus onbewegelijk ingemetseld. Verder bestaat de geheele aanslag uit een middenstuk en twee tusschenstukken. De aanslag der deuren wordt verkregen door het inhakken

van eene sponning, zie de doorsnede in fig. 334 en het gearceerde vlak in 361, terwijl de naden der stukken alle te lood op den aanslagskant moeten staan. De potten voor het draaien der deuren worden in de eindstukken bevestigd, zoodat deze tevens voor komplaten dienst doen. Overigens worden de verschillende deelen zoo nauwsluitend mogelijk zonder verdere verbinding tegen elkander gelegd, en nadat zij door de gemetselde bevloering zijn ingesloten, worden de voegen met portlandsche cement volgegoten.

§ 543. Zeer veel ook worden deze aanslagdrempels uit verschillende stukken samengesteld in den vorm als b.v. wordt aangegeven door de fig. 337, 338 en 342; fig. 345; fig. 353 en 354; fig. 360.

Omtrent de afmetingen die aan deze stukken wordt gegeven vindt men later eenige opgaven.

p. Betonfundeering.

§ 544. Bij sommige grondsoorten zal het nagenoeg of geheel onmogelijk zijn om den sluisvloer op de gewone wijze van bewerking te maken, omdat de sluisput niet kan worden drooggemaakt. Men heeft zand, dat met het toevloeiende welwater wordt medegevoerd, zoodat de uitgegraven gedeelten daardoor telkens weder worden aangevuld. Eene aanhoudende watermaling en uitgraving zal daarbij nieuwen aanvoer doen ontstaan, en instorting van de belendende perceelen ten gevolge hebben. Zelfs heeft men bevonden, dat daarbij de gebouwen tot op nagenoeg 100 M. afstand der sluis, begonnen te scheuren en verzakken. In sommige gevallen kan men de nadeelige werking van dit loopzand voldoende tegenwerken, door eene omheining van den geheelen put. Bij kiezelgronden kan de grond voldoende vastheid bezitten, om het gebouw zonder onderheiing te dragen, evenwel kan hier de poreusheid van den grond en de toevloed van het water daardoor zóó groot zijn, dat het onmogelijk is, zelfs bij waterbemaling door stoom, den put droog te maken. In deze gevallen moet men dus wel eene andere wijze van bewerking volgen. Hiervoor wordt dan de meer besproken betonbestorting aangewend.

Door de fig. 353 tot 359, voorstellende een op beton gefundeerde sluis, in het Apeldoornsche kanaal in 1871 uitgevoerd, zal de volgende beschrijving voldoende worden toegelicht. Het zal duidelijk zijn dat zoowel in de lengte doorsnede fig. 353 als in plattegrond 354, alleen de beide sluishoofden en kleine gedeelten der kolk zijn voorgesteld, en de schutkolk overigens is weggelaten, welke lengte tusschen 32 M. is.

De sluisput wordt door baggeren op de diepte gebracht; door den tegendruk van het water, voorkomt men dan de inkabbeling der glooiingen, en opwellen van zand. Hierna worden langs de beide einden van het sluisgebouw regels damposten of palen ingeheid, of, door het baggeren van eene sleuf geplaatst, die met den bovenkant boven den hoogsten waterstand moeten komen. Het daarvoor aanwenden van eene gebaggerde sleuf, is hier veelal verkieslijker, omdat deze grond voor heien slecht geschikt is, en de ontstane sleuf bij de latere betonstorting met beton gevuld wordende, met een bij wijze van koffer dienst zal doen. Mede wordt de sluisput aan de zijden, langs den achterkant van het muurwerk, met damplanken afgeheid. Hierdoor voorkomt men dat de beton bij het storten verder uitloopt dan noodig is, zoodat de planken slechts weinig in den grond behoeven te komen. Somtijds wordt ook de uitbaggering, na het aanbrengen der afdamming uitgevoerd. Plaatselijke toestanden moeten hierin de keuze doen bepalen. Is de put ter voldoende diepte uitgebaggerd, dan wordt de betonlaag gestort. Men begint daarmede van de eene zijde, zoodat het vuil en slik door de bestorting steeds vooruit wordt gedreven. Dit slik moet gedurig worden opgeruimd, omdat het niet met de beton mag vermengd worden, aangezien dit dan niet verhardt.

Zooals ook reeds vroeger is opgemerkt, moet het storten der beton zoo mogelijk onafgebroken doorgaan. Wordt dit niet nacht en dag voortgezet, dan moet men elken morgen het aansluitingsvlak voldoende schoon maken, om het vereenigen van de nieuwe — met de reeds gestorte beton te bevorderen. Is de bestorting voor den vloer afgeloopen, dan wordt op bepaalden afstand van en evenwijdig aan de beide zijdelingsche afheiingen eene tweede rij damplanken aangebracht, die eenige centimeters in de beton worden geslagen, en van boven door klampen of koppelhouten aan de andere rijen worden bevestigd. De ruimte tusschen deze rijen damplanken wordt met beton gevuld, zoodat de sluis in de lengte tusschen twee betonkisten wordt ingesloten. Is de betonmassa verhard, dan kunnen de damposten naast deze kisten worden weggenomen, en is de put, waarin gebouwd moet worden, afgesloten door de betondammen en de dampalen, die voor de beide einden der sluis zijn ingeheid. Deze put kan nu worden drooggemalen, terwijl daarbij overeenkomstig het dalen van het water in den put, de eindafheiing voor zooveel noodig, door betengelen of kalfateren volkomen waterdicht kan worden gemaakt.

§ 545. Nadat de put is drooggemalen, zal de dikte der betonbestorting voldoende moeten zijn, om

aan de oppersende kracht weerstand te kunnen bieden. De daarvoor noodige dikte zal door berekening kunnen bepaald worden, wanneer de weerstand der beton bekend is, dat bij sommige proefnemingen is gebleken ongev. 1.90 kgr. na 3 maanden, en 290 kg. na $6^1/_2$ maand tijd per dM². te zijn. Neemt men aan, dat het water onder de betonbevloering kan doorgaan, dan zou de geheele vloer met de daarop aanwezige zijkisten op het water drijven, en alleen door de zwaarte en de wrijving der zijkoffers tegen den aanvullingsgrond, op den bodem blijven rusten. Sommigen willen echter, dat de beton zich zoodanig met den onderliggenden grond vereenigt, dat het water niet onder de beton kan komen om hiertegen als oppersende kracht te werken. In tegenovergesteld geval zou het noodig zijn — de genoemde wrijving en zwaarte der kisten niet gerekend — dat de betonlaag de dikte had van de halve hoogte van het water, dat voor den dam staat of, waartoe de wellen, die in den put uitkomen, zich in natuurlijken toestand zouden verheffen, aangezien het specifiek gewicht van de beton ongev. tweemaal zooveel bedraagt als dat van water. Evenwel zijn verschillende betonbestortingen met goed gevolg aangewend, ter dikte van 40 tot 90 cM. waarbij genoemde waterhoogte 2 tot 2.7 M. was. Om vooral in den eersten tijd, als de beton nog weinig versteening heeft ondergaan en de vloer droog moet zijn den tegendruk te bevorderen, wordt de bevloering, vóór het uitmalen van het water, belast. Voor den sluisvloer van fig. 353 en 354, was die belasting bepaald op 2000 kgr. p. M². Hiervoor maakt men gebruik van den steen, die voor den verderen opbouw der sluis moet gebruikt worden en laat dien zoo gelijkmatig mogelijk op den gestorten bodem neer.

§ 546. Nadat de vloer is drooggemalen, moet hij over de geheele oppervlakte worden geëffend en alle scheurtjes en holligheden met zorg worden dichtgegoten en aangevuld, daar ook bij eene nauwkeurige bewerking in de betonlaag nog scheurtjes en barsten zullen overblijven, die het water doorlaten. Op deze betonvloering wordt het metselwerk der bevloering en dat van de opgaande muren uitgevoerd, terwijl de belasting naar de vorderingen van het werk wordt opgeruimd, en voor zooveel noodig, op de bevloering enz. weder wordt aangebracht. Zijn de sluismuren tot boven water opgemetseld, dan is het drooghouden niet meer noodig, en kan het water in den put worden gelaten, hoewel dan, voor het inhangen der deuren, het droogmaken later op nieuw zal noodig zijn.

Na geheele afwerking moeten ook de regels dampalen voor de einden der sluis worden opgeruimd. De palen worden daarvoor, ter hoogte van den bovenkant der bevloering, onder water afgezaagd.

§ 547. Bij weeke gronden kan het noodig zijn de betonlaag te ondersteunen door het inheien van palen. Ook in dit geval worden deze tot zoodanige diepte onder het water afgezaagd, dat zij met de koppen ongev. 25 cM. in de betonbestorting komen, even als dit voor pijlerhoofden in § 289 is opgegeven.

q. Opgaand muurwerk.

§ 548. Ter bepaling van de zwaarte, die men aan de sluismuren zal moeten geven, is ook van toepassing, wat omtrent de bekleedingsmuren, in § 167 en 168 en bij die der steenen brughoofden is gezegd. Ook hier moeten zij voldoende sterkte hebben, om de drukking van den achterliggenden grond tegen te gaan; ook dan, wanneer de sluis is drooggemaakt, en dus geen tegendruk van water bestaat. Uit de hierna volgende opgaven van de zwaarte van het muurwerk bij het bouwen van de aldaar genoemde sluizen toegepast, zal blijken, hoe die door verschillende deskundigen zijn genomen.

In den regel worden de muren aan de voor- of binnenzijde te lood opgtrokken, en aan de achterzijde met versnijdingen bewerkt, en van contraforten voorzien. In enkele gevallen wordt het muurwerk aan de binnenzijde wel iets achteroverhellend bewerkt, en soms daaraan, beneden water, een gebogen profiel gegeven, zooals dat door fig. 389 en 390 wordt voorgesteld. Bij zeer groote sluizen vooral zou die vorm goede diensten doen. Door den ronden vorm, dien de schepen van onderen hebben, zou dit zonder nadeel kunnen toegepast worden, de stabiliteit van den muur zal daarbij zeer winnen, en de lengte der zwalpen veel minder kunnen zijn. Alleen ter plaatse, waar de deuren draaien, zal dit niet kunnen plaats hebben.

§ 549. Wij hebben bij de gewone bekleedingsmuren reeds gezien, dat het aanbrengen van contraforten achter het muurwerk daaraan meer stevigheid geeft; hier zijn ze echter ook voor andere doeleinden noodig. In de eerste plaats is het niet noodig, dat het het muurwerk overal dezelfde zwaarte krijgt. Vooral daar, waar de deuren moeten draaien, is meerdere dikte noodig, dan voor enkelvoudige bekleedingsmuren. Hier zal de druk van het water tegen de deuren gedeeltelijk op dat muurwerk worden overgebracht, en moeten ook de slagstijlstukken daarin bevestigd en de deuren daarin worden afgehangen. Verder zijn de contraforten nuttig om den doorgang van het water langs den achterkant van het muurwerk tegen te

werken, en wordt ook daardoor eene geschikte gelegenheid aangeboden, tot het plaatsen van de schermen.

De schermen, waarover in § 501 is gesproken, bestaan in den regel uit een vierkant schotwerk, hoewel deze somtijds ook door metselwerk gevormd worden. Dat vierkant schotwerk wordt, in eene sponning in het muurwerk opgesloten; op die plaatsen, waar dat schotwerk komt, wordt het muurwerk van achteren niet met versnijdingen bewerkt, maar daarvoor ter breedte van twee à twee en een halve steen, te lood opgetrokken, zie de verschillende teekeningen. Geeft het fundeeringswerk om andere redenen daarvoor de noodige gelegenheid dan wordt in plaats van dit houten schotwerk ook wel een $1^1/_2$ à 2 steens muur oppemetseld. Bij betonbewerking kunnen ook deze schermen door betonkisten worden gevormd, even als dit voor de kisten om den put is opgegeven.

§ 550. Wij hebben reeds vroeger gezien, dat de hoogte van het muurwerk van hetzelfde sluisgebouw niet overal dezelfde zal moeten zijn. Tusschen het eene en andere sluishoofd of sluisfront kan dit verschil door verschillend waterhoogte vrij groot moeten wezen, zooals uit de opgaven van het muurwerk van eenige sluizen zal blijken. Is men overigens vrij in het bepalen dezer hoogten dan wordt dit algemeen zoo aangenomen, dat de bovenkant van het muurwerk ongev. 50 cM. boven de hoogste waterstanden komt, hoewel die hoogte door plaatselijke toestanden, die der hoogte van het aangrenzende terrein enz. veelal meer zal bedragen. De lengte, die aan het geheele muurwerk eener sluis moet gegeven worden, en waarnaar zich die van het fundeeringswerk moet regelen, hangt van verschillende toestanden af. Bij uitwateringssluizen, die in de dijken worden aangelegd, hebben wij gezien, dat dit in hoofdzaak bepaald wordt door het profiel van den dijk. In de eerste plaats moeten de noodige deuren daarin kunnen worden afgehangen en daarbinnen kunnen draaien. Zij moeten in geopenden stand voor aanvaring en beschadiging beveiligd zijn, en daarvoor in kassen draaien, die in het muurwerk worden uitgespaard. Hiervoor is het noodig, dat voor deze kassen nog een gedeelte muurwerk van ongev. 50 cM. is geplaatst, zie de verschillende plattegrondteekeningen op plaat 23 en andere.

Nagenoeg altijd vordert men buiten de laatste deuren en deurkassingen meerdere lengte, want om de sluizen, ter herstelling van voorkomende gebreken, gemakkelijk te kunnen droogmaken, worden sponningen in het muurwerk aangebracht, waarin schotbalken kunnen worden neergelaten. Veelal worden deze sponningen zoo bepaald, dat door het aanbrengen van dubbele rijen schotbalken en tusschenvulling van grond, voldoende kistdammen kunnen gemaakt worden. In dat geval zal dan meerdere lengte voor het opgaande muurwerk buiten de deuren noodig zijn, daar deze, ook nadat het gebouw is droogemaakt, binnen de dammen vrij moeten kunnen bewegen. Ook kan de noodige ruimte voor het plaatsen van de windwerktoestellen, tot het openen en sluiten der deuren in aanmerking moeten komen.

§ 551. De inkassingen voor de deuren dienen ongev. 10 cM. dieper te zijn, dan de achterkant van de deuren in geopenden stand. Zijn deze kassen niet of slechts zeer weinig dieper dan strikt genomen voor het openen der deuren noodig is, dan kan het water achter de deuren niet schielijk genoeg daarachter wegvloeien, wat bij het openen der deuren zeer lastig zal zijn. Om dezelfde redenen moeten deze inkassingen meerdere lengte hebben, dan de deuren. Achter die kassen moet het muurwerk aan de achterzijde evenveel worden verzwaard, als de diepte dezer kas bedraagt, zoodat ook dáár de aangenomen vereischte afmeting wordt behouden.

§ 552. Omtrent de vleugelmuren kan ook hier gelden wat daarover bij den bruggebouw is gezegd, ofschoon zij hier veelal als frontmuren rechthoekig op de rechtstandsmuren worden geplaatst.

§ 553. Behalve de hierna te vermelden hardsteenstukken, die voor bijzondere doeleinden noodig zijn, bestaan de muren bij ons uit metselwerk van gebakken steen.

Nadat de sluisbevloering is afgewerkt, wordt de vorm van den bepaalden aanleg van al het muurwerk zuiver op den vloer afgeschreven. Hierna worden op de gebruikelijke wijze de profielen geplaatst, zoodanig, dat men voor al de platte vlakken het metselwerk volgens aan deze profielen gespannen draden kan optrekken. De verdeeling van de lagen op deze profielen moet vooraf met de noodige oplettendheid geschieden. Immers in het opgaande metselwerk moeten verschillende stukken hardsteen worden geplaatst, en de hoogte daarvan moet zoo zijn bepaald, dat de samenkomst der verschillende stukken met die der lagen metselwerk overeenkomt. Naar deze verschillende hoogten moeten dus de lagen vooraf zuiver worden uitgezet.

Aangezien de bevloering of tusschenmetseling der zwalpen gedurende het opmetselen van de rechtstandsmuren zou benadeeld worden, wordt deze later tusschengemetseld. Voor zooveel deze vloerbemetseling

uit platte lagen bestaat, wordt het opgaande werk met vertandigen naar buiten aangelegd, om daarmede later de vloerlagen in het andere werk te verbinden.

§ 554. Het metselwerk moet aan de voor- of dagzijde van duurzaam materiaal worden vervaardigd, waarbij eene volkomene verharding ook onder water kan plaats hebben, en dat geen in- of verwatering toelaat. Dit is evenwel niet voor het geheel doorgaand muurwerk noodzakelijk, en, omdat de kosten hierdoor veel zouden vermeerderen, wordt voor hetzelfde muurwerk verschillend materiaal aangewend. Aan de dagzijde wordt ter diepte van 1 en $1^1/_2$ of $1^1/_4$ en 2 steens met vlakke klinker in sterke tras gewerkt, en de verdere zwaarte in hard- en boerengrauwe in basterd tras uitgevoerd. Het is in den regel nog al moeielijk hierbij een goed doorgaand verband te bewaren, daar de grauwe steen veelal iets meerder dikte heeft dan de klinkersteen. Hierop moet dan reeds dadelijk bij het bepalen van de dikte der voegen in de voorlagen worden gerekend. Somtijds is het behouden van een doorgaand verband, om boven opgegeven redenen voor de geheele hoogte niet mogelijk, en is het verkieslijker eenige keeren tot herstellen van de ongelijke hoogte van het voor- en achterwerk zijn toevlucht tot inkassingen te nemen, waarbij de verbinding ontstaat door het in elkander grijpen van blokken en tanden van eenige lagen dikte. Als regel neemt men ook hier aan, dat de verschillende lagen metselwerk iets naar voren moeten afdragen, ofschoon dat hier, voor zoover het metselwerk altijd onder water staat, van geen belang zal zijn.

§ 555. Voor het verband der steenen wordt ook hier het kruisverband toegepast, echter zal in sommige gevallen voor de vele kleine penanten, die hier kunnen vereischt worden, het staand verband voor die stukken meer aanbeveling verdienen, omdat men daardoor somtijds minder steenen te verkappen heeft, en de achterliggende lagen in zwaar muurwerk alle toch als koplagen worden bewerkt.

§ 556. Zooals reeds in § 465 is gezegd, en in de fig 346, 347, en 348 en in 388 is aangegeven, worden somtijds in de opgaande zijmuren riolen uitgespaard, die met schuiven opgesloten kunnen worden, om daardoor het water in den kolk met het kanaalwater in verbinding te kunnen stellen. Ook het metselwerk van de dagzijden dezer riolen moet dan natuurlijk van klinkersteen in sterke tras worden genomen en het opgaand muurwerk daarvoor met de breedte van het riool worden vermeerderd.

De diepte, waarop deze riolen moeten worden aangelegd, en de grootte, die daaraan moet worden gegeven, hangt natuurlijk af van de hoogte van den waterstand en van de hoeveelheid water, die in een gegeven tijd daardoor moet stroomen. Veelal is de breedte 60 tot 80 cM. en de hoogte 1.6 à 2 M. De bewerking komt overigens, wat den boog en bodem aangaat, met de gewone steenen duikers overeen.

Bijaldien deze riolen aan de zijde van het hooge water in het muurwerk komen, en achter de hooge deuren, onder het lage muurwerk in de sluis moeten uitkomen, kan het zijn, dat in het lage muurwerk slechts weinig metselwerk boven het riool komt. Is dan de schuif, waarmede het riool wordt afgesloten in dit lage muurwerk aanwezig, dan komt de volle persing van het hooge water tegen het weinig metselwerk dat, buiten de schuif, in het lage gedeelte muurwerk boven het riool is. Hiermede moet dus bij het ontwerpen rekening worden gehouden, 't zij door de schuif in het hooge muurwerk te plaatsen, 't zij door het hooge muurwerk tot de schuif te laten doorloopen.

§ 557. Opgave van hoogte en zwaarte van sluismuren.

1. Fig. 325. De hooge rechtstandsmuren en buiten frontmuren hebben eene hoogte boven den vloer van 9.21 M., eene zwaarte in aanleg van 3. 72 en eene bovenzwaarte van 2.74 M. Het middengedeelte heeft eene hoogte van 6.66 M., eene zwaarte in aanleg van 2.63 en eene boven zwaarte van 2 19 M. Het verdere gedeelte lage muurwerk is hoog 4.71 in aanleg, zwaar 2.09 en van boven 1.64 M. Verder zijn daarbij de aanleg voor de contraforten, voor het hooge muurwerk, uit de dagzijde der sluis gemeten 4.60 en van boven 3.62 M., die van het midden gedeelte als boven 3.51 en 3.07 M. terwijl de lengte der contraforten 2.80 M. en de hoogte gelijk is aan die van het muurwerk, waarachter zij geplaatst zijn.

2. Fig. 326. Het muurwerk voor het bovenhoofd bestaat uit: 2 gedeelten rechtstandsmuren, elk lang 6 M. zwaar in aanleg 2.04 en van boven 1.68 bij eene hoogte van 4.10 M.; 2 gedeelten rechtstandsmuren elk lang 2 72 M. zwaar in aanleg 2.76 en van boven 2.40 bij eene hoogte van 4.10 M. Dat van het benedenhoofd uit 2 gedeelten rechtstandmuren elk lang 6 M. zwaar in aanleg 2.04 en van boven 1.68 bij eene hoogte van 4.10 M.; 2 gedeelten contraforten elk lang gemiddeld 2 M. het eene hoog 4.10 en het andere 3.80 M. dik gemiddeld 54 cM.; 1 gedeelte rechtstandsmuur onder de draaibrug lang 5.15 M. zwaar 2.40 en hoog 3.65 M.; 1 gedeelte rechtstandsmuur lang 3.65 M. zwaar gemiddeld 1.50 en hoog 5.80 M. onder het vooreinde der brug; 1 gedeelte frontmuur lang 2.50 M. zwaar gemiddeld 1.50 en hoog 4.80 M. De

ruimten voor de deurkassen zijn in dit metselwerk ter diepte van 48 cM. uitgespaard. Voor verbreeding van dit metselwerk onder de draaibrug, is op een daarvoor aangebracht fundeeringswerk nog aangebracht een blok metselwerk lang 2.70 breed 1.25 en hoog 1.30 M.

3. Fig. 328. De afmetingen van het metselwerk zijn hier als volgt. Buitenfrontmuren in aanleg 3.72 en van boven 2.85 M. bij eene hoogte van 10.85 M. Rechtstands- van het hooge gedeelte in aanleg 5.15 en van boven 3.39 M. bij eene hoogte van 10.85, met contraforten lang elk 2.30 M. zwaar, gemeten uit de dagzijde der sluis, in aanleg 6.79 en van boven 5.15 M. met riolen, wijd 1.20 M. Het hellende gedeelte verder in aanleg 5.15 en van boven 3 39 M. Het overige muurwerk, behalve het benedenfront, heeft eene hoogte van 7.60 M. en is in aanleg zwaar 3.07 en van boven 2.30 M. met contraforten lang 2.30 M. zwaar, gemeten uit de dagzijde der sluis, in aanleg 4.71 en van boven 3.83 M. Het metselwerk van het benedenfront is onder en boven 7 M. zwaar, het eene hoog 7.95 en het andere 6.65. M. Onder deze fronten zijn spaarwulfen aangebracht, wijd 2.50, hoog 4.00 M.

4. Fig 323. Dikte der buitenvleugelmuren en rechtstandsmuren in de kassen der vloeddeuren in aanleg 2.45 en van boven 1.55 M. bij eene hoogte van 6.90 M. Zie verder de dikten en hoogten, waarboven de draaibrug bewegen, in fig. 339. Binnensluishoofd. Dikte der vleugelmuren en die der rechtstandsmuren in de deurkassen in aanleg 1.87 en van boven 1.21 M. bij eene hoogte van 5.30 M. De lengte der achtergeplaatste contraforten zijn 1.50 M. bij eene breedte van 2 M. De voorkanten der muren zijn daarbij in de deurkassen te lood opgetrokken en verder die in den dag der sluis over eene helling van $^1/_{50}$ en die der frontmuren van $^1/_{20}$ der hoogte.

5. Fig. 349. De buitenfrontmuren in aanleg, zw. 5.96 en van boven 1.01 M. bij eene hoogte van 12.625 M. Het gedeelte hooge rechtstandsmuur van het buitensluishoofd, gemeten uit het midden der deurkassen, in aanleg zw. 5.96 ter hoogte van 7.12$^1/_2$ M. zw. 4.72 M. en van daar verminderende voor eene hoogte van 50 cM. tot eene dikte van 3.26 M. en verder over eene hoogte van 5 M. verminderende tot eene bovendikte van 1.91 M. (zie fig. 348 linkerzijde). De verdere rechtstandsmuren, mede in de deurkassen gemeten, zijn in aanleg zw. 5.17 en van boven 1.91 M. terwijl de verschillende versnijdingen door fig. 348 rechterzijde worden aangegeven. De contraforten van het buitensluishoofd, elk lang 4.05 en die van het binnenhoofd 4.06 M; de eerste in aanleg, gemeten uit den dag der sluis zw. 9 en van boven 5.96 M. en de tweede 8.55 en 5.96 M. Verder nog de noodige verzwaringen voor het muurwerk der duwpers-kassen en voor het hellend gedeelte. De binnenfrontmuren zijn zw. in aanleg 5.17 en van boven 1.01 M. bij eene hoogte van 10.625 M. Vleugelmuren aan de zijde der schutkolk, zw. in aanleg 5.17 en van boven 1.01 M.

GEHOUWEN STEEN.

§ 558. Behalve de reeds genoemde aanslagstukken en jokdorpels bij de gemetselde sluisvloeren, wordt bij den sluizenbouw nog van hardsteen gebruik gemaakt voor de slagstijlstukken, tot aanslag voor de achterharren der deuren; voor het opzetten van hoeken, vooral als deze een afgeronden vorm moeten hebben; voor schotbalksponningen; voor het aanbrengen van haalijzers in het muurwerk; voor dekzerken en traptreden en verder daar, waar dit voor het vastzetten van voorwerpen of het afsluiten van gemetselde rollagen noodig of nuttig is. Nagenoeg en uitsluitend wordt hierbij van excauzijnsche steen gebruik gemaakt, somtijds ook van zandsteen. Voor al deze stukken is deugdzaam en hard materiaal noodig. Het heeft hier zeer veel te verduren, en voor sommige dezer stukken is eene blijvende gladde en zuivere oppervlakte als aansluitingsvlak voor deuren of rioolschuiven noodzakelijk, terwijl het verwateren en verbrokkelen der scherpe kanten bij alle stukken aan bouwwerk een slecht en verouderd aanzien geven.

a. Slagstijlstukken.

§ 559. De uit hardsteen bestaande slagstijlen bestaan in de hoogte uit verschillende stukken. Bij het aanwenden van lange stukken heeft men minder voegen, dan wanneer de stijl uit vele kleinere stukken is opgezet. Evenwel bestaan tegen deze groote stukken ook weer bezwaren. Het zuiver plaatsen er van is vrij moeielijk, maar vooral is het bezwaarlijk lange zware stukken steen te verkrijgen, zonder nadeelige aderen. In elk geval zal men ze bezwaarlijk in langere lengten dan die van drie meter geleverd kunnen krijgen. Veelal wordt het bepaald op 0.50 à 1.50 M. overeenkomstig den aard van het werk en de geschiktste verdeeling. — Voor deze stukken worden in den regel vrij zware afmetingen gevorderd. Zij moeten onwrikbaar

vast in het metselwerk kunnen worden opgesloten, en een voldoenden aanslag voor de deuren opleveren. Zooals uit de verschillende teekeningen en ook uit de slagbalk-teekeningen blijkt, wordt door deze stukken eene der zijden van de inkassingen voor de deuren gevormd. Zij moeten dus altijd over die zijde eene dikte hebben, gelijk aan de diepte dezer inkassingen, vermeerderd met de noodige diepte, die voor het vaststellen in het muurwerk gevorderd wordt. Ook over de andere zijde kan dit veelal niet minder dan 60 à 70 cM. zijn. Die stukken, zie bijv. fig. 370 en 376, moeten, om goed in den muur bevestigd te worden, van achteren breeder dan van voren — rijker — behakt worden, terwijl in eene der zijden de noodige uitholling moet gemaakt worden, voor het bewegen en aanslaan der deuren. Verder dient de platte voorkant eene breedte te behouden van minstens 30 cM. zoodat deze stukken veelal eene dikte hebben van 0.7 à 1 M. Uit de hierna volgende opgaven kan blijken, welke afmetingen daaraan bij verschillende sluiswerken zijn gegeven.

§ 560. De vorm, dien de uitholling voor de beweging der deuren verkrijgt, is nog al verschillend. Die uitholling kan genomen worden, zooals dit in de laatsgenoemde figuren of 401 wordt voorgesteld. In gesloten stand sluit de deur hierbij tegen de platte zijde; overigens is de uitholling zoodanig aangebracht, dat de achterhar der deur, zoowel in gesloten als geopenden stand, als ook gedurende de beweging, den slagstijl nergens aanraakt. Tot het verkrijgen van een zuivere aansluiting is het niet wenschelijk, de breedte van dezen vlakken kant zoo groot mogelijk te maken, eene breedte van ongev. 6 cM. is daarvoor voldoende, en meer geschikt. Somtijds sluit de afronding van de achterhar de deur in de uitholling der hardsteenstukken, waardoor deze ook ingesloten stand tegen het hardsteen rust; dit geeft echter schielijk aanleidng tot eene onzuivere sluiting en zal de gemakkelijke beweging der deur tegenwerken. Ook wel wordt het trekpunt voor het beschrijven der uitholling ongev. 1 cM. achter dat van de afronding der achterhar genomen, uitgezet volgens de lijn, die evenwijdig met den voorkant van den aanslag der deur is getrokken. Zoowel in dit als in vele andere gevallen zullen de deuren van achteren niet tegen het hardsteen rusten; worden zij daarbij in gesloten stand door het water gedrukt, dan zullen zij van boven achter uitschuiven, en zich dus van elkander verwijderen. Hierom moet daarin in die gevallen voorzien worden, door eene gepaste plaatsing der halsbeugels, waarin de deuren worden afgehangen, zooals bij de bewegingswerken nader zal worden opgegeven. Ook wel worden daarom de bovenste stukken zoodanig uitgewerkt, dat zij tot steun van de deur kunnen dienen, zie bijv. fig. 399. Uit een en ander blijkt, dat zeer verschillende bewerkingen aan het doel kunnen beantwoorden, waarbij het moeielijk zal zijn uit te maken, welke de verkieslijkste is. Vooral zal daarbij in aanmerking komen, of men genoodzaakt is, de kleinst mogelijke afmetingen toe te passen. In elk geval zal het wenschelijk zijn, dat de deur gedurende de beweging geheel vrij draait, en er daarbij goede gelgenheid bestaat, dat het water kan wijken.

§ 561. De verschillende stukken, waaruit de stijl bestaat, moeten zuiver te lood op elkander worden gesteld. Dit zuiver plaatsen en stellen is, vooral bij zware stukken, eene moeitevolle zaak, en vordert eene uiterste nauwkeurigheid. De aanslagkanten moeten vlak staan, en nadat de stukken allen zijn geplaatst, naar de rij worden afgeschuurd.

Zooals reeds bij de laagverdeeling op de profielen is opgemerkt, moeten deze samenkomsten der stukken overeenkomen met een der voegen van het metselwerk.

§ 562. Bij houten slagbalken moet het onderste stuk met de voorzijde juist in de inkeeping van den slagbalk passen, zoodat in dat stuk eene sleuf moet worden gehakt waarin de op den slagbalk staan gebleven rug, juist past; zie de detail-teekeningen der slagbaken, de fig. 366, 376 en 378. De verschillende stukken, en dus bij gebruik van hardsteenen aanslagstukken ook het onderste stuk met het komplaatstuk worden door dooken aan elkander verbonden, veelal tusschen elke twee stukken twee in getal, zw. ongev. 4 à 5 cM. zijde, en in elk stuk 6 à 7 cM. ingezonken. Deze dooken worden voor het plaatsen in het bovenste stuk vastgegoten, terwijl in het onderste stuk de noodige gaten worden gehakt, voor het opnemen der andere deelen. Verder worden daarin de noodige toevoersleuven naar de dookgaten gehakt, om na het op elkander plaatsen der stukken, hierdoor het lood of de zwavel te gieten, wat ook de onderste deelen der dooken in het onderste stuk moet bevestigen. De stukken worden gesteld in een bed van sterke tras, of de tusschenruimten daarmede volgegoten, nadat de openingen met dunne stukjes steen zijn aangevuld, terwijl zij aan de dagzijde, ongev. ter diepte van 3 cM. met portland-cement worden ingevoegd.

§ 563. Nadat elk stuk zoo goed mogelijk op het voorgaande is geplaatst, moet het zuiver worden gesteld. Hierbij moet er voor gezorgd worden, dat alle opgaande buitenvlakken der verschillende stukken met elkander overeenkomen; in elk geval kan daarbij bij den aanslag niets worden toegegeven.

Hoewel de steenen ook voor de eindvlakken worden afgevlakt zou het tegenover het nut te kostbaar zijn, ook deze vlakken zuiver en haaks op de te staande vlakken te doen bewerken, en zullen zij daarom in elk geval te ruw zijn om, zonder verdere hulpmiddelen, gesteld te worden. Voor dit stellen gebruikt men wiggen. Veeltijds neemt men die kijlen van hout; moet er niet te veel op gekijld worden, dan zal dit ook geen bezwaar opleveren; de stukken zullen buitendien aanrakingspunten genoeg verkrijgen, waarmede zij op elkander rusten en al zijn ook later de houten wiggen door de kalk verteerd, zoo is de vaste stand door de verdere bevestiging en inmetseling voldoende gewaarborgd. Beter is het echter, en in sommige gevallen zeer wenschelijk, in de plaats van deze wiggen gebruik te maken van lood. Vooreerst blijft het lood bestaan, en bijaldien de tras, die tusschen de stukken is aangebracht, door krimpen gelegenheid geeft, dat de stukken kunnen zakken, dan zal het lood dit beter toelaten. Buiten de onderlinge verbinding der verschillende stukken door genoemde dooken, worden zij ieder afzonderlijk in het metselwerk verbonden; 1°. door het reeds opgegeven rijker behakken naar achteren; zij worden daardoor wigvormig in het metselwerk opgesloten; 2° door te lood staande sleuf, die in de zijvlakken der stukken wordt uitgehouwen — zie fig. 370 en 576 en andere — en waarin het metselwerk met tanden van een halve steen breedte wordt ingewerkt; 3° door verankering; elk stuk wordt afzonderlijk door een of twee ankers in het metselwerk verankerd. Die ankers zijn van het eene einde ongev. 22 à 25 cM. omgezet, ten einde in het metselwerk te grijpen, en aan het vooreinde voorzien van een omgezette zwavelstaartvormig uitgesmede nok, waaarmede het anker als dook in het bovenvlak van het stuk hardsteen wordt vastgegoten. Zij hebben veelal eene lengte van ongev. 1 M. bij eene dikte van 2.5 à 3 cM. Om het plaatsen van het volgende stuk niet te hinderen, wordt daarbij de volle ijzerdikte van het anker mede in het bovenvlak ingelaten. Zooals de fig. 334 en 342 aangeven, laat men de stukken veelal om het ander rechts en links, ter breedte van een halven steen verspringen. Hierdoor vallen ze met kassen, ter volle hoogte bij wijze van vertandingen in het metselwerk, en verkrijgt het geheel, vooral zoo de stukken niet breed zijn, een beter voorkomen. Bovendien zal bij smalle stukken de aanslagstijl meer sterkte verkrijgen, wanneer men den anderen steen een grooter en kleiner aanslagskant geeft, dan wanneer allen daarvan de gemiddelde dikte hebben.

b. Hardsteenstukken voor het opzetten der hoeken.

§ 564. Vooral de hoeken van een sluisgebouw hebben bij scheepvaart veel te verduren. Zijn deze hoeken scherp, dan zullen zij spoedig beschadigd worden, en de hoek door veelvuldig aanvaren der schepen, brokkelig worden. Het maken van scherpe hoeken verdient hier bovendien geene aanbeveling, daar de schepen bij de onvermijdelijke aanvaringen daardoor licht nadeel bekomen. Men doet daarom beter de scherpe buitenhoeken, tusschen rechtstands — en vleugel of frontmuren, af te ronden. Zal die afronding met gebakken steen worden bewerkt, dan zal het behakken van de metselsteenen noodzakelijk worden. Door dit behakken verliest men echter de gladde en meest harde buitenvlakken der steenen, het metselwerk zal in deugdzaamheid veliezen, en zelfs bij eene nauwkeurige bewerking, een slecht aanzien opleveren. Hierom zet men dan deze afgeronde hoeken met stukken hardsteen op, zie de verschillende sluisteekeningen. Het is niet noodig deze stukken zoo hoog mogelijk te nemen, daar het minimum van voegen hier juist niet van groot belang is, en kleinere stukken geschikter te bekomen en gemakkelijker te stellen zijn. Zij moeten evenwel ook hier in hoogte met de verdeeling der steenlagen overeenkomen, en hebben eene zwaarte van 0.40 à 0.60 bij 0.60 à 1 M. Zij worden om den ander met de langste en kortste zijde in hetzelfde muurvlak geplaatst, zoodat daardoor ook hier dezelfde vertanding in het metselwerk ontstaat, als bij de slagstijlstukken veelal wordt aangetroffen. Voor een goed verband van het metslwerk moeten deze lengten en breedten, uit de snijding der beide muurvlakken gemeten, met de afmetingen der steenen overeenkomen. Ook deze steenen kunnen wigvormig en door sponningen in het muurwerk worden opgesloten, ofschoon de verbinding hierbij veelal alleen plaats heeft door verankering of verankering en dooken als voren.

Vooral ook bij het aanbrengen van middelpenanten en tongen is eene opzetting met hardsteenstukken aan de ronde hoeken of afgeronde koppen noodzakelijk. Ook hier komt de bewerking geheel op het voor gaande neer.

§ 565. Zuinigheidshalve geschiedt het opzetten met hardsteen niet altijd van den bodem af, maar bepaalt zich wel alleen tot dat gedeelte, wat bij de laagste waterstanden boven water komt. Het overige gedeelte wordt dan rechthoekig opgezet, of daaraan, door het bekappen van steenen een afgeronden of een veelhoekigen vorm gegeven. Bestaan daartegen geene bijzondere bezwaren, dan is het rechthoekig

opzetten hierbij te verkiezen; waarbij echter, ter bedekking van de hoeken van het metselwerk, die niet door de opgaande hardsteenstukken worden bedekt, afzonderlijk hardsteenen platen dienen gelegd te worden.

c. Schotbalk-sponningen.

§ 566. Zooals bij het bespreken van het metselwerk is medegedeeld, maakt men in het muurwerk veelal sponningen, om daardoor in de gelegenheid te zijn de sluis gemakkelijk te kunnen afdammen en droogmaken, of om de daarin geplaatste bekisting voor noodwaterkeering te kunnen gebruiken. Zoowel als alle scherpe kanten in het metselwerk, bij een sluisgebouw zeer vatbaar zijn, op den duur benadeeld te worden en af te brokkelen, zal dit ook hier het geval zijn. De afsluiting der daarin geplaatste schotbalken zal dan niet meer zoo volkomen zijn, en het neerlaten zal daardoor gehinderd kunnen worden. Hierom zijn ook hier de hardsteenen hoekstukken of stukken hardsteen, waarin de noodige sponningen zijn gemaakt, wel op hunne plaats. Eene waterdichte afsluiting zal bij ééne rij schotbalken echter ook dan niet kunnen verkregen worden, en bij het aanbrengen van dubbele rijen met tusschenvulling zal die afbrokking geen overwegend bezwaar geven, zoodat deze sponningen dan ook veelal door uitsparingen in het metselwerk verkregen worden. Bovendien zijn de beide zijden der sponningen slechts weinig van elkander verwijderd, het gevaar van beschadiging door aanvaring is hier dus ook niet zoo groot als bij vrijstaande hoeken. Voor de goede instandhouding dezer hoeken, plaatst men wel in de sponningen te lood staande balken, die de openingen juist vullen en dus met het voorvlak gelijk met de muurvlakken komen. Hierbij heeft men ook nog het voordeel, dat de schippers, bij het doorvaren zullen trachten, om in deze palen hunne haken te prikken, en alzoo het muurwerk daardoor minder zullen beschadigen.

Bij het gebruik van hardsteenen dekstukken op het muurwerk moet ook hierin deze sponning gewerkt worden, om de balken van boven in de sleuven te kunnen laten zakken. Wordt het muurwerk afgedekt met gemetselde rollagen, dan is het noodig, ter plaatse van deze sponningen daarin hardsteenstukken te leggen, waartegen de rollagen kunnen aansluiten, zooals dit ook is aangegeven op de buitenvleugelmuren van fig. 334, 335.

d. Haalsteenen.

§ 567. Bij scheepvaart zullen de schippers gelegenheid moeten hebben, om de haken en boomen, die zij voor het besturen van het vaartuig moeten gebruiken, te kunnen vastzetten, om het schip te kunnen afduwen of aanhalen. — Wordt hiertoe geene gelegenheid gegeven, dan zijn zij genoodzaakt hiervoor steeds in het muurwerk te prikken. Niet alleen wordt het muur- en voegwerk daardoor beschadigd, maar ook geven deze harde gladde vlakken daarvoor geene voldoende gelegenheid. Buiten de haalpennen, waarover later zal worden gesproken, worden bij hooge muurwerken op geschikte plaatsen, stukken hardsteen in de muren gemetseld, waarin ijzeren roeden kunnen aangebracht worden, om voor bovengenoemd doel dienst te doen. Deze stukken dienen 25 à 40 cM². groot te zijn, bij evenveel dikte, om wigvormig in het muurwerk te kunnen opgesloten en bovendien daarin verankerd te kunnen worden. In het voorvlak wordt een cirkelvormige uitholling gewerkt, om daarin een te lood staande of twee elkander kruisende naar buiten gebogen ronde ijzeren staven te plaatsen. Zie de beide gedeelten opstand-teekening van de sluis te Apeldoorn, fig. 353. Bij het gebruik van te lood staande staven, dienen zij binnen het muurvlak te blijven, bij het toepassen van elkander rechthoekig kruisende staven is het geen bezwaar deze eenigszins bolvormig naar buiten te laten ombuigen. Bij sluizen, waar een groot verval bestaat, en de ligging der schepen bij op- of neerschutten aanmerkelijk in hoogte verschilt, kan het zijn, dat het aanbrengen van ééne rij dezer haalijzers niet voldoende is. In dat geval worden twee rijen boven elkander aangebracht, zoodat zij, zoowel bij hoogen als lagen waterstand, ongev. op 1 M. boven dien stand geplaatst zijn.

e. Sponningstijlen en dorpels voor schuiven.

§ 568. Zooals bij de sluismuren is opgegeven, worden veeltijds riolen aangewend, om daardoor de gelegenheid te hebben het water aan de verschillende zijden der deuren met elkander in gemeenschap te brengen. Deze riolen moeten dan door schuiven geopend en gesloten kunnen worden. Die schuiven dienen in hardsteenen sponningen te loopen, daar eene sluiting in gemetselde sponningen niet voldoende waterdicht kan gemaakt worden. Ook de onderdorpel, waarop de schuif in gesloten stand rust, dient van hardsteen genomen te worden; hierin wordt tevens eene sponning aangebracht, waarvan het ondereinde der schuif

valt. Van boven is daarbij aan beide zijden der schuif eene hardsteenen plaat aanwezig, waartusschen voldoende speelruimte is, om de schuif door te laten. Boven de schuif moet de opening in het muurwerk tot boven doorloopen, opdat zij voor het herstellen of schoonmaken kan worden uitgenomen. De opening in het metselwerk kan van boven door eene hardsteenen plaat worden gedekt, waarin alleen eene opening is, tot het doorlaten van den beugel, waarmede de schuif wordt op en neer bewogen, zooals bij de bewegingswerktuigen nader zal worden verklaard. De gewone beweging der schuif moet gemakkelijk tot die hoogte kunnen gescheiden, dat het riool over de volle hoogte geopend is. De zijstijlen met de daarin aanwezige sponningen loopen daartoe veelal tot die hoogte door. Aan al de voor deze schuiven benoodigde hardsteenstukken wordt in den regel eene zwaarte van 25 à 35 M. gegeven. Ook worden in de riolen veelal hardsteenen dorpels in de frontmuren aangebracht, terwijl ook hier, evenals bij de duikers in het front van den boog een hardsteenen sluitstuk wordt geplaatst.

f. Dekzerken.

§ 569. Al het muurwerk, dat van boven zichtbaar blijft, moet worden afgedekt met rollagen of hardsteenen platen.

Het geheel afdekken met hardsteen is het sierlijkst, hoewel men zich bij breede muren, om de daaraan verbonden kosten, veelal bepaalt tot het leggen van hardsteenen platen langs de dagzijden van het muurwerk, ter breedte van 0.25 à 0.50 cM. terwijl het verdere muurwerk met een éénsteens rollaag bedekt wordt.

Men kan de breede muren ook op ongev. 20 cM. onder den grond, al naar de dekplaten dikte hebben, voor een gedeelte schuin afwerken en dit gedeelte, zooals bij de aanrasseering der duikers is vermeld met platte lagen tegen inwateren beveiligen. Hierdoor verkrijgt het bovenvlak van het muurwerk minder breedte, en kan dit daarbij ter volle breedte door eene hardsteenen dekplaat gedekt worden. Zeer groote dekzerken zijn niet alleen kostbaar, maar daarbij bestaat ook veel gevaar, dat zij door ongelijke ondersteuning barsten. Men geeft ze daarom veelal geene meerdere breedte dan 1 M. bij eene lengte van 2 M., hoewel de vorm van het muurwerk somtijds bijzonder groote afmetingen in lengte of breedte kan wenschelijk maken. Wordt de geheele muur door deze platen bedekt, dan zal eene dikte van 15 à 20 cM. voldoende zijn. Wordt hij slechts aan de voorzijde met hardsteen, en verder met een gemetselde rollaag afgedekt, dan dient de dikte der platen met de metselsteenen overeen te komen, en wordt daaraan veelal de dikte gelijk aan de lengte van één steen genomen. De verschillende stukken worden door krukankers in het muurwerk verbonden, die met een nok van onderen in het dekstuk worden vastgegoten, en met het andere, omgezette einde in het metselwerk grijpen. Verder worden zij onderling van hol en bol, fig. 387 bij *b* of vischbekken bij *c* en *d* voorzien, en ook daardoor tegen afzonderlijke verschuiving beveiligd. Dikwijls ook worden zij met dubbele zwaluwstaartvormige ijzers of steenkrammen vereenigd, zie fig. 387 bij *e* en *f*. Ook deze steenen worden op het metselwerk, in een bed van sterke tras aangebracht.

g. Treptreden.

§ 570. Wij hebben gezien, dat bij vele sluizen het muurwerk in hoogte verschilt. Voor eene geschikte vereeniging dezer hoogten is men dan genoodzaakt tot het aanbrengen van trappen. Hoewel deze trappen ook zeer goed uit metselwerk kunnen worden samengesteld, is het meer aan te bevelen, hiervoor hardsteenen treden te nemen, daar deze bij gemetselden steen vrij schielijk afloopen, en het geheel door de hardsteenen platen in schoonheid wint.

De lengte dezer treden moet overeenkomen met de breedte van de trappen, terwijl de blokken 1 à 2 cM. op elkander dienen te komen, de hoogte en breedte wordt bepaald door de geschiktste aan- en optreden, die in verband met de plaatselijke toestanden moeten bepaald worden.

h. Bijzondere stukken en hoekstukken bij rollagen.

§ 571. Moeten er lieren of andere windwerken op het muurwerk bevestigd worden, dan brengt men daarvoor veelal ook een of meer stukken hardsteen aan, waarop die voorwerpen kunnen worden vastgegoten. De grootte dezer stukken hangt geheel van de grootte en den aard van het voorwerp af, dat daarop moet bevestigd worden. Deze stukken worden van boven gelijk met het muurwerk of de deksteenen gelegd, daar tusschen opgesloten, en in het metselwerk verankerd. Ook dienen alle gemetselde rollagen, evenals dit bij de gemetselde vleugelmuren reeds vroeger is opgegeven, door hardsteenen hoekstukken te sluiten.

i. Afmetingen hardsteenstukken.

§ 572. Voor de sluis, in plattegrond voorgesteld door fig. 326 zijn hardsteenen slagstijlen en hoekstukken gebezigd, de slagstijlen elk lang 3.45 M. zw. 75 bij 80 cM., de hoekstukken hoog 30 en 40 cM. zw. 36 bij 60 cM., de haalsteenen dik 24 zw. 30 bij 40 cM. alle stukken van achteren 5 cM. rijk behakt. De dekzerken zijn hier 20 cM. dik genomen en breed 1 M. en 0.52 M. Onder het vooreinde der draaibrug is een draagsteen lang 5.60 m. dik 20 breed 60 cM. en voor het het vooreinde een sluitsteen lang 4.90 M. breed 50 en dik 20 cM., bestaande uit drie stukken. Tot bevestiging der koningspil is een hardsteen ingemetseld breed 70 en hoog 80 cM. waarin de spil ter diepte van 60 cM. is ingelaten. Onder de draagstoelen zijn blokken geplaatst breed 52 en hoog 40 cM.

Voor een ander dito soort binnensluis, zijn de slagstijlen hoog 3.64 M. zw. 60 bij 60 cM. met hoekblokken en dekzerken van ongev. dezelfde zwaarte, de lengte dezer laatste is van 1.50 tot ruim 2 M.

Bij een andere sluis, waarvan fig. 345 een gedeelte slagbalk enz. voorstelt, is de volgende afmeting aan het hardsteen werk, bestaande uit Petit Graniet, gegeven.

Bovenhoofd. Komplaatstukken, lang 1 breed 1 en dik 0.55 M. Slagbalkstukken, 2 lang van 1.99 en 2 lang 1.973 M. breed 1.10 dik 0.55 M., 1 lang 1.834 breed 0.9 dik 0.55 M. Slagstijlstukken, lang 1.515 en 1.57 M. zw. 0.9 à 1.043 M. dik 0.86 tot 0.97 M.

De dekzerken hebben hier eene lengte van 1.25 tot 1.80 M. en eene breedte van ongev. I M. dik 20 cM. De Jokdorpels hebben eene lengte van bijna 2 M. en eene dikte van 60 bij 22 cM.

Bij soortgelijk werk. Komplaten lang 1.60 zw. 0.50 bij 1.00 M. Slagdorpelstukken van 0.95 tot 1.75 M. lengte 0.50 en breed van 0.72 tot 1.50 M. Slagstijlstukken, hoog ruim 1 M. breed 1.2 à 1.4 M. dik 0.84 M. De dekzerken lang 1 tot 2.5 M. breed 0.5 tot 1 M. zw. 20 cM.

Voor de sluis, voorgesteld in plattegrond door fig. 328 is Elzerzandsteen gebruikt, de slagbalken en komplaten hoog 60 cM. lang 1.50 tot 1.80 en breed 1.30 tot 1.45 M. De hoekblokken hebben eene lengte van 1.00 zw. 67 bij 75 en van 0.6 M. zw. 33 bij 30 cM. De slagstijlstukken zijn hoog 1.30 en 1.75 M. lang 1.60 en 1.92 M. breed 1 M. Tusschen de slagstijlen zijn bekleedingstukken geplaatst mede dik 1 M. De haalsteenen zijn lang 65 zw. 50 bij 50 cM.

Voor de sluis volgens fig. 353 en 354 bestaan de slagbalken uit verschillende gewelfvormig behakte stukken, voor den bovenslagbalk dik 55 en den benedenslagbalk dik48 cM. en zijn de slagstijlstukken zw. 70 bij 80 cM.

SLUISDEUREN.

a. Gewone puntdeuren.

§ 573. 1. Raamwerk. De houten sluisdeuren, zie de teekeningen der verschillende sluisdeuren, bestaan uit een raamwerk van stijlen en regels, dat aan de eene zijde door planken is bekleed, en wel: 1. uit twee te lood staande stijlen, een achter- en een voorhar; 2. uit een onder- en een bovenregel; 3. uit een of meer tusschenregels; 4. uit eene plaat, die over de regels verkeept is en van den voorbovenhoek naar den achter-benedenhoek loopt, en schrankschoor genoemd word; 5. uit eene plankbekleeding, aan de zijde van het hoogste water.

Het is duidelijk, dat de grootte der deuren naar de lengte der puntstukken en de hoogte van het water, dat daarvoor gekeerd moet worden, moet worden geregeld. Bij het bepalen der hoogte rekent men veelal, dat de bovenkant van den bovenregel 20 à 30 cM. boven den hoogsten waterstand komt, hoewel men ook wel voor het overstorten bij de hoogste waterstanden, stormplanken op de bovenregels aanbrengt. Verder, dat de onderregel der deur eenen aanslag van 10 à 12 cM. tegen de puntstukken bekomt.

§ 574. De achterharren der deuren worden afgerond volgens eenen straal, gelijk aan de halve dikte der deur, en de voorharren zoodanig afgeplat, dat zij van voren over eene breedte van ongev. een derde of de helft hunner dikte tegen elkander sluiten.

De lengte der achter- en voorharren moet zoo worden genomen, dat zij onder en boven voorbij de onder- en bovenregels doorloopen om de verbinding van deze regels met de harren zooveel mogelijk te versterken. Bij den benedenregel, zal dit zich slechts tot enkele centimeters kunnen bepalen, omdat ook deze ooren der harren eenige centimeters boven den sluisvloer vrij moeten draaien. Bij den bovenregel neemt men dit

zelden minder dan 20 à 25 cM. De onder- en bovenregels worden met pennen en tanden in de harren verbonden, zooals dit in fig. 391 bij *a* en *b* wordt voorgesteld. De tand aan de zijde, waartegen het water den hoogsten stand krijgt, en waar dus de plankbekleeding aanwezig is, wordt ter diepte van 5 à 6 cM. of wel in het algemeen ter diepte van de sponning voor de bekleeding, aangebracht, en die aan de andere zijde ter diepte van 3 cM. Hierdoor wordt de pen tegen de drukking van het water meer versterkt. Verder worden deze pennen, zooals de teekeningen aangeven, en dit bij soortgelijke verbindingen algemeen gebruikelijk is, van bastaard of spatpennen voorzien.

§ 575. Aan de onder- en bovenregels, voor en achterharren worden aan de binnenzijde van het raamwerk rondloopende sponningen gemaakt, om het bekleedingshout daarin te bevestigen. Het buitenvlak van dit kleedhout moet gelijk komen met dat van het raamwerk, zoodat de diepte der sponning overeen moet komen met de dikte dezer planken, veelal 5 à 6 cM. Ook de breedte dezer sponningen wordt veelal gelijk aan deze diepte genomen.

Het plankhout der bekleeding moet vlak op de tusschenregels sluiten, om daarop gespijkerd te kunnen worden, zoodat deze regels de zwaarte van het kleedhout minder dik moeten zijn, dan de harren en onder- en bovenregels. De verbinding van deze regels met de harren, zie fig. 391 bij *c* geschiedt mede met pen en gat, terwijl de regels daarbij ter volle zwaarte eenige centimeters worden ingelaten. Om ook deze pennen meerdere sterkte tegen de drukking van het water te geven, wordt die inzinking aan de zijde van de beplanking of die van het hoogste water, veelal ter diepte der sponning, en die aan de andere zijde ter halve diepte uitgevoerd. Voor het opsluiten der pennen worden deze zoowel als de borsten geteerd, de laatste met grauw papier belegd en elke pen door twee houten nagels opgesloten.

§ 576. Zooals bij de bewegingswerken der deuren zal worden opgegeven, steunt de deur van achteren op de achterhar, en hangt verder van boven in eenen beugel, die mede om de achterhar wordt aangebracht. Zonder verdere versterking zou hij dus groot gevaar hebben, om van voren door te zakken en te schranken. Om hiervoor te zorgen, worden zij van schrankschooren voorzien, in de richting van de diagonaal der deur. Vrij algemeen rusten zij met tanden in de achterhar en bovenregel, en worden overigens in de hoeken van den onderegel en achterhar en die van den bovenregel en voorhar opgesloten, zonder verdere penverbinding, zooals dit in fig. 392 en 393 bij *a* en *b* is voorgesteld. Ook worden zij wel als korbeels met tanden in de achterhar en bovenregel gewerkt, zie bijv. fig. 450 voorstellende eene der buiten vloeddeuren voor de schutsluizen, in het kanaal door Walcheren. In het eerste geval zullen deze schooren op den onderregel en tegen de voorhar drukken, zie fig. 392. Beide bewerkingen kunnen echter voldoende zijn; de verbindingen der regels en harren met de aangebrachte versterking door ijzeren beugels zijn voldoende waarborgen tegen het uitzetten door den schrankschoor. Hebben de deuren meerdere breedte dan hoogte, dan brengt men ze onder eenen hoek van 45° aan.

§ 577. Die schrankschoor bestaat uit eene plaat en wordt met inkeeping en op tanden over de regels gewerkt, zie fig. 392 en 393, bij *c* en *d* en ter zoodanige diepte ingelaten, dat de eene zijde van den schoor gelijk met het raamhout, en dus ook met de buitenoppervlakte der bekleeding komt. De verdere bevestiging geschiedt op elken regel met een paar hakkelbouten van achtkant ijzer, zw. ongev. 16 mM.

§ 378. 2. Bekleeding. De ruimten tnsschen den schrankschoor, harren, onder en bovenregels worden verder met plankkout gevuld, dat over de middenregels doorloopt, en daarop zoowel als in de genoemde sponningen der harren en regels wordt vastgespijkerd. In de sponning geschiedt die bevestiging veelal met 4 taaie 10 à 12 cM. spijkers en op de tusschenregels met twee dito spijkers en twee eiken treknagels, ter dikte en lengte van ongev. 2 en 15 cM. Verder worden alle naden en scheuren gebreeuwt en gepikt, en alzoo het geheel zuiver waterdicht bewerkt.

§ 578. 3. IJzeren beugels en winkelhaken. De verbinding van regels en harren wordt verder nog versterkt door het aanbrengen van ijzeren beugels en winkelhaken, zooals dit op de verschillende teekeningen is aangegeven. Dit ijzerwerk heeft in 't algemeen eene zwaarte van ongev. 1 à 1.3 bij 7 à 8 cM., reiken tot over ongev. $^1/_3$ van de breedte der deur. Bij de onder- en bovenregels worden in den regel rondgaande beugels aangewend, omdat eene deugdzame verbinding hier van groot belang is. Op de tusschenregels brengt men veelal winkelhaken aan, omdat bij het aanbrengen der rondgaande beugels moeielijk eene goede sluiting van de voorharren en van de achterharren tegen de aanslagen kan verkregen worden. Bovendien zal de minste schuring van de ijzeren beugels tegen hardsteenen aanslagen, deze dadelijk beschadigen. Somtijds maakt men ook bij alle regels rondgaande beugels. Zoowel beugels als winkelhaken worden alle

gelijkhouts ingelaten. Bij de beugels moet er vooral voor worden gezorgd, dat deze voor de aanslagen niet naar buiten steken, zoowel om de beschadiging der aanslagen te voorkomen, als om de goede sluiting van de deuren tegen elkander niet te benadeelen. Beter is het, deze iets binnen de oppervlakte te houden. Eene zuivere waterdichtn sluiting zal door de deuren wel nooit kunnen verkregen worden, en het weinige water dat hierdoor bij de beugels kan doorloopen zal wel geen bezwaar zijn.

Somtijds worden ook alleen bij den bovenregel rondgaande beugels en overigens winkelhaken gebruikt. Voor de middenregels worden zij als dubbele winkelhaken bewerkt, zoodat zij somtijds over drie regels doorloopen. Worden bij de onderregels winkelhaken gebezigd, dan kunnen deze slechts als enkele winkelhaken worden toegepast. De winkelhaken moeten op de achterhar zoover naar voren worden geplaatst, dat zij vóór den aanslag komen, hoewel men anders liever van deze haken gebruik zou maken, kan de breedte van de achterhar hiervoor somtijds niet voldoende zijn, en brengt men dan ook wel bij de achterhar alle beugels en bij de voorhar voor de middenregels winkelhaken aan. Bij deuren met vele tusschenregels wordt, al naar het met eene gelijkmatige verdeeling het beste uitkomt, soms om den anderen of derden regel geene versterking door banden of winkelhaken aangevoerd.

De veeren der beugels en de juist tegenover elkander ingelaten winkelhaken worden door doorgaande bouten aan de deur bevestigd; vroeger gebruikte men hiervoor veelal klinkbouten, maar thans nagenoeg uitsluitend schroefbouten van 1.9 à 2.3 cM. dikte, waarvan de koppen aan de zijde der bekleeding worden gesteld. Bij het gebruik van winkelhaken zal er eene rij boven elkander komende bouten in de harren komen; bij het gebruik van vele bouten kan men dit ten nadeele der haken opgeven, en dus uit dat oogpunt de beugels aanbevelen, daar hierbij geen bout in de har noodzakelijk wordt. Het zal echter niet noodig zijn een groot getal bouten aan te wenden; brengt men een nabij de omgezette plaatsen, dan zullen de tusschenbouten alleen behoeven te dienen om den band gesloten aan te houden, en zullen een paar bouten veelal voldoende zijn; waardoor de verzwakking der zware harren niet veel zal beteekenen. Overigens brengt men veelal 3 bouten op de veeren aan of wel, de laatste bout op 6 à 10 cM. van het einde, en verder op afstanden van ongev. 30 cM.

§ 579. 4. Rinketten oe schuiven. Zooals wij bij de bespreking der verschillende sluizen hebben gezien, is het in den regel noodig, dat er schuiven in aanwezig zijn, om de gelegenheid te hebben, het water desverkiezende al of nict te kunnen laten doorstroomen. Hiervoor moeten tusschen een of meer regels in de bekleeding openingen worden gelaten. Gewoonlijk geeft men daaraan eene grootte van 0.5 à 1 M². hoewel men in vele gevallen door de constructie der deur den afstand der regels, de ligging van den schrankschoor enz. daarin vrij bepaald is. Veelal brengt men ze tusschen de beide onderste regels aan nabij de voorhar of ongev. $^1/_3$ van de breedte der deur van den voorhar verwijderd, zie fig. 353. Tot het bevestigen van de afgesneden bekleedingsplanken, worden tusschen de regels stijltjes geplaatst, die met voorloef en lip in de regels worden ingelaten, en verder daarop met hakkelbouten worden bevestigd, zie mede fig. 411. De schuif, die voor de opening wordt geplaatst, bestaat uit dubbel opgeklampt plankhout van ongev. 4 à 5 cM. waarvan de binnenbekleeding uit te lood staande planken bestaat, terwijl de planken der buitenbekleeding evenwijdig aan de regels loopen. Voor dat de planken op elkander worden gespijkerd, worden de binnenvlakken geteerd, en met een dun laagje mos belegd, om de waterdichtheid der schuif te bevorderen. De bovenste planken hebben 5 à 6 cM. minder lengte dan de breedte van de binnenbekleeding. Met deze meerdere breedte der onderste planken loopt de schuif in leiders, die op het kleedhout der deur zijn vastgebout. Deze leiders zijn daarvoor van sponningen voorzien, en loopen tot zoodanige hoogte door dat door het ophalen der schuif de geheele opening kan geopend worden, en deze daarbij tusschen de leiders blijft. De einden dezer leiders moeten van boven altijd op een der regels kunnen vastgebout worden, waartoe men, zoo dit noodig is, de leiders zooveel noodig langer moet nemen. De schuif moet in gesloten toestand op een onderdorpel rusten. Deze dient zeer sterk op den regel te worden bevestigd, daar hij bij het neervallen der schuif aan zware schokken kan bloot staan. Die onderregel moet zóó laag mogelijk worden geplaatst dat de schuif ongev. 5 cM. aanslag tegen den regel bekomt, terwijl de schuifstijlen daarop met pen en gat worden gesteld. De rinketopeningen worden ook wel onmiddellijk naast den voorhar aangebracht; in dat geval is sleehts één stijltje tusschen de regels noodig, waarop het afgesneden deurhout kan worden bevestigd. De eene leider wordt dan in dat geval op de voorhar vastgebout.

§ 580. 5. Rinket-beweging. Vrij algemeen wordt de rinket-beweging als volgt verkregen. *a.* Op het

rinket wordt een zwaluwstaartvormig uitgesmeed ijzer bevestigd, dat boven het rinket van een oog is voorzien; *b.* door middel van dit oog wordt aan dit ijzer een platte ijzeren, staaf — heugelijzer — verbonden voor een gedeelte getand; *c* dit heugelijzer staat te lood, en loopt door een ijzeren kastje, dat door middel van ijzeren schooren op de deur is bevestigd; in dit kastje is een toestel van getande raderen, waarvoor het eene in de tanden van het heugelijzer grijpt; door een aan eene der assen aangebrachte kruk, kan het raderwerk in rondgaande beweging worden gebracht, en daardoor de schuif worden op of neer bewogen. Zooals dit bij de fig. 342 en 353 is aangegeven en bij de afzonderlijke behandeling der bewegingswerktuigen nader zal worden verklaard.

Tot toegang naar dit windwerktoestel zijn loopplanken op de deur noodig die op de koppen der harren en op den bovenregel bevestigde klossen rusten en waarbij leuningen moeten geplaatst zijn, zooals mede nader zal blijken.

§ 581. 6. Openen en sluiten der deuren. Het openen en sluiten der deuren kan bij de eenvoudige sluiswerken voldoende door haken en boomen, zooals die bij de schippers in gebruik zijn, geschieden, of wel, men kan aan het boveneinde der voorhar eene ketting bevestigen, en deze met het andere einde aan een op het muurwerk staand windwerktoestel, of lier verbinden, om hiermede de deur open te winden. Ook hieromtrent zie men verder de nadere beschrijving der bewegingswerktuigen.

§ 582. 7. Draaipunten en halsbeugels. Voor het draaien der deuren werd vroeger nagenoeg uitsluitend gebruik gemaakt van het aanbrengen van eene bekleede prop aan de achterhar, waarmede de deur in een in het komplaatstuk aangebrachte kom of keuspot werd gesteld. Thans brengt men weer algemeen de prop op den vloer aan, en bevestigt den pot aan de achterhar.

§ 583. In het eerste geval loopt de achterhar eenige centimeters ter volle zwaarte beneden den onderregel door, zie fig. 396, terwijl daaraan verder een prop wordt gewerkt ter dikte van de breedte der har en ter lengte van ongev. 10 à 20 cM. Deze prop wordt bekleedt met eene muts van brons of gegoten ijzer van 2 à 3 cM. metaaldikte. Hetzij zooals fig. 394 of zooals fig. 396 voorsteld. — Eerstgenoemd metaal werd daarbij zoowel als voor de keuspotten uitsluitend aangewend. Thans maakt men daarvoor echter meer gebruik van gegoten ijzer. Bij zeesluizen past men hiervoor ook nog wel het brons toe, uit vrees dat het ijzer door het zeewater schielijk zal oxydeeren. De prop draait in een keuspot, zie fig. 395—396*a* van hetzelfde metaal en dezelfde metaaldikte, die in het komplaatstuk is gesteld. Deze keuspot heeft binnenwerks eenige millimeters meerdere grootte en ongeveer 2 cM. meerdere hoogte dan de buitenwerksche afmeting van de muts, zoodat deze laatste zich daarin vrij kan bewegen. Zoowel het ondervlak der muts als de bodem van den pot zijn bolvormig bewerkt, en hebben in het midden een paar cM. meerdere dikte dan bij de kanten, waardoor het aanrakingsvlak kleiner en dus de wrijving verminderd wordt. Zoowel de muts als de keuspot moeten onverwrikbaar vast worden aangebracht en gesteld. De muts wordt daarom aan de opstaande binnenwanden voorzien van twee of drie verdikstukken of ruggen, ook wel kluchten genoemd; deze worden in de houten prop ingelaten waardoor zij bij elke beweging der deur op de plaats moet blijven. Bij den keuspot wordt dit verkregen door de buitenvorm veelhoekig, veelal achthoekig, te maken, waardoor tevens elke rondgaande beweging wordt belet. De muts wordt overigens veelal niet bevestigd, terwijl de keuspot in houten komplaten met houten wiggen wordt aangekijld, en in hardsteen met lood wordt vastgegoten.

Vroeger schijnt het gebruikelijk te zijn geweest om de muts van binnen een veelhoekigen vorm te geven en daardoor tegen ronddraaien te beveiligen, terwijl dit bij den keuspot door een uitloopende scherpe punt werd verkregen.

§ 584. Veelal maakt men thans gebruik van de tweede soort der genoemde beweging. In dit geval, zie de doorsneden fig. 397, 398 en 403, wordt de prop — taats — op den vloer gesteld. Die prop maakt met het stuk, waardoor hij bevestigd wordt, één stuk metaal uit en heeft veelal eene lengte en dikte van ongev. 7 cM. Om eene goede gelegenheid te hebben het voetstuk vast te zetten, wordt hieraan een langwerpige vorm gegeven, terwijl het stuk van achteren volgens den cirkel wordt afgerond, waardoor ook de uitholling van den slagstijl de plaatsing niet zal hinderen. Ook dit voetstuk wordt op voorschreven wijze in de komplaten vastgezet. Bij de taats van fig. 403 in fig. 406 in plattegrond en opstand voorgesteld is aan het voetstuk een vierkanten vorm gegeven. De pot, in dat geval meer schoen genaamd, wordt daarbij aan de achterhar en onderregel bevestigd, zie mede de verschillende fig. 397, 398 en 403. Fig. 402 geeft het zijaanzicht en fig. 405 den plattegrond van den schoen van fig. 403. Bij de eerste manier wordt de muts

veelal zonder verdere verbindingen nauwsluitend om den prop bewerkt; een verdere bevestiging is daarbij ook niet noodzakelijk, daar de deur, steeds op den prop rustende, het afglijden zal beletten. Men ziet echter niet zelden, dat bij het uitlichten der deur de muts in den keuspot blijft zitten. 't Kan daarbij vrijwat moeite kosten ze alsdan er uit te krijgen, zoodat eene bevestiging met een paar houtschroeven met ingelaten koppen aanbeveling verdient. Voor den pot aan de achterhar en regel is eene bevestiging door bouten noodzakelijk. Dit kan verkregen worden zooals dat bij de verschillende figuren is voorgesteld.

§ 585. De deuren worden verder aan in het muurwerk verankerde hals- of hangbeugels afgehangen. Zie de fig. 399, 401, 407 en 408 waarbij fig. 400 van die uit fig. 399 en fig. 401 *a* en van die uit fig. 401 den opstand aangeven. De meest gebruikte constructiën zijn die van de fig. 401 en 407. Hoe hooger deze beugels worden aangebracht, hoe voordeeliger zij met het oog op de uit te oefenen kracht zijn geplaatst. Bestaan er geene bijzondere redenen voor, dan brengt men ze altijd boven den bovenregel om den kop van de achterhar. Evenwel is men in sommige gevallen genoodzaakt, om ze beneden den bovenregel aan te brengen. Het kan zijn, dat de hoogte van het muurwerk geene gelegenheid geeft, om boven den bovenregel eene voldoende verankering te verkrijgen, of dat, bijv. met deuren, die ook van boven aanslag verkrijgen, daartegen andere bezwaren zijn.

§ 586. Waar de hangbeugel moet worden aangebracht, wordt de achterhar afgerond tot eene dikte gelijk aan de dikte van de har. Om te voorkomen dat hij gedurende de beweging der deur de afgeronde plaats der har niet door inkerving benadeelt, wordt onder dezen beugel een gegoten ijzeren halsring aangebracht, die, al naar de beugel de deur omvat, om den geheelen of halven afgeronden hals moet loopen, zie genoemde figuren benevens fig. 409 komen deze halsringen boven den bovenregel, dan kunnen zij van boven om den prop worden opgeschoven, en, evenals bij de muts is opgegeven, van kluchten worden voorzien, om tegen mededraaien beveiligd te zijn. Moeten zij beneden den regel worden geplaatst, dan kunnen zij niet van een klucht voorzien zijn, en moeten overigens door houtschroeven worden vastgezet. In het laatste geval kan men blijkbaar geene grootere ringen aanbrengen, dan ter grootte van den halven omtrek der afgeronde har. Moet in dit geval een geheele ring de afronding omsluiten, dan moet deze uit twee helften bestaan.

§ 587. De halsbeugels zijn zware heele of halve ringen van gesmeed ijzer, veelal zwaar ongev. bij cM. De binnencirkel van dezen ring moet met gelijken straal beschreven zijn als de buitencirkel van de afgeronde har, en de ingelaten halsring, terwijl de beugel op de beide einden eindigen moet met naar buitenloopende dubbele oogen, elk ter breedte van $^1/_3$ van de hoogte van den beugel. De einden der ankers waarmede deze beugels in het metselwerk moeten bevestigd worden, komen tusschen deze oogen, terwijl door deze oogen en het einde van het anker een boutje wordt geplaatst, om beugel en ankers te verbinden. Zie omtrent een en ander mede laatsgenoemde figuren. De beugel dient dus zoo te worden geplaatst, dat de boutjes kunnen worden aangebracht en weggenomen, om voor het uitnemen der deuren de halsbeugels te kunnen wegnemen. Somtijds zal het voor eene goede plaatsing noodig zijn, hiervoor ter plaatse van oogen en bout eene verdieping en de hardsteenen aanslagskant te hakken, zie fig. 410.

Op de lengte en zwaarte der ankers komen wij later terug. Hebben zij alleen voor verankering van de beugels dienst te doen, dan loopen zij recht achteruit in het metselwerk, en wel in zoodanige richting, dat de eene ongev. in het verlengde van den muur komt als die geopend, en de andere als die gesloten is, hierbij zorgende dat zij niet nabij den dag van het metselwerk komen.

De hardsteenstukken worden in hoogte zóó verdeeld, dat die verdeeling met den bovenkant der ankers overeenkomt; de ankers worden dan in het onderliggende stuk hardsteen ingelaten, en daarin vastgegoten, terwijl zij verder van achteren door in het muurwerk ingemetselde schieters, waarachter somtijds nog blokken hardsteen worden gelegd, worden vastgezet.

b. Meer samengestelde of in bijzondere gevallen gebruikelijke constructiën.

§ 588. 1. Samenstelling der deuren. Hoewel de gewone sluisdeuren volgens boven beschrevene wijze worden samengesteld, zijn er in sommige gevallen afwijkingen noodzakelijk, of worden deze wenschelijk geoordeeld. Zoo bijv. brengt men voor groote deuren, waarbij zwaar hout wordt verwerkt, de voorschreven verbinding van regels en harren wel met dubbele pennen aan.

Door het overelkander verkeepen van schrankschoor en middenregels worden deze laatste verzwakt. Men heeft daarom de schrankschoor ook wel in afzonderlijke stukken tusschen de regels geplaatst; de

stukken komen dan in elkanders verlengde, en rusten met tanden in de regels. Bij deze bewerking kan hieraan de zwaarte van de tusschenregels worden gegeven. Verder zijn er, om het uitzetten van de deuren tegen te gaan, verschillende constructiën aangewend. Voor het doorzetten der deuren bestaat vooral groot gevaar, bij die deuren, welke bij enkele gelegenheden bijzonder hooge vloeden of waterstanden moeten keeren en overigens niet gebruikt worden. In dit geval zijn zij over een groot gedeelte boven den gewonen waterstand, en hangen met meer gewicht in den halsbeugel dan wanneer zij grootendeels in het water zijn gedompeld. Bovendien zijn zij nagenoeg altijd in geopenden stand, terwijl de deuren die veel dienst moeten doen nagenoeg altijd met de voorvlakken tegen elkander steunen, waardoor de halsbeugels veelal geheel worden ontlast.

§ 589. Bij groote deuren, waar dus veel gevaar voor schranken bestaat, heeft men wel onder het vooreinde rollen aangebracht die, gedurende de beweging over sporen loopende, de deuren ondersteunen. Dit schijnt in de practijk echter niet te voldoen, vooral doordat de kleine kegelvormige rollen niet geregeld blijven loopen, en eene ongeregelde beweging aan de deur geven.

De deuren moeten zoodanig worden bewerkt, dat zij in gesloten stand, zonder dat daarop de druk van water wordt aangebracht, van onderen tegen elkander sluiten, maar dat zij van boven iets los blijven, welke opening van onderen naar boven regelmatig moet toenemen. De druk van het water zal de deuren daarbij tegen elkander doen sluiten, en deze dus iets naar binnen doen schranken. Bij het openen der deuren wordt een kracht aangewend, die de deur juist in tegenovergestelde richting zal doen overschranken. Deze gedurige verwisseling van schranking zal niet voordeelig op de sterkte der deur werken, en die schranking zou bij het openen der deuren, door de wrijving der rollen vermeerderen.

De deur in geopenden stand te steunen, of vast te zetten, zou in boven opgegeven gevallen aanbeveling verdienen. Hiervoor heeft men dan ook wel rollen onder de deuren aangebracht, die of alleen op een gedeelte spoor steun erlangen, als de deur in geopenden stand was, of ook wel in geopenden en gesloten stand beide, terwijl de rollen overigens gedurende de beweging vrij van den sluisbodem bleven. Ook heeft men wel van stelschroeven gebruik gemaakt, om de rollen naar verkiezing al of niet te doen werken. Somtijds heeft men langs de voorhar een ijzeren stang aangebracht, die hooger en lager kon gesteld worden; in geopenden stand der deur werd die stang op eene op den vloer aangebrachte ijzeren plaat neergeschroefd zoodat de deur daarop rustte. Deze ondersteuning, die 'tzij onder de deur, 'tzij op het muurwerk geplaatst en onder een aan de deur aangebracht draagjuk sluitende toestel, op verschillende wijzen kan verkregen worden, zal in boven besproken gevallen wel aanbeveling verdienen.

§ 590. Men kan de deur ook nog versterken door het aanbrengen van ijzeren kniestukken of consôles aan de binnenzijde tegen den bovenregel en achterhar bevestigd, en daarin met tanden en borsten ingelaten. Bij groote deuren wordt ook gebruik gemaakt van ijzeren hangschoren, die in tegenovergestelde richting der schrankschoor, tot hetzelfde doel worden toegepast, ofschoon slechts daar, waar geen voldoende schrankschoor-constructie kan aangewend worden, aangezien deze hangschoren de schranking minder verhinderen. Deze hangschoren moeten van boven aan de achterhar worden bevestigd; hiervoor wordt onmiddelijk boven den bovenregel of op eenigen afstand daarvan verwijderd, een beugel om de har gebracht, die gelijkhouts is ingelaten en aan de binnenzijde van oogen is voorzien. Door deze oogen wordt een bout gebracht, waarin mede twee ijzeren hang- of trekschoren zijn verbonden, waarvan aan elke zijde der deur een wordt gesteld, en die, ongeveer naar den voor-benedenhoek van de deur loopende, aldaar door een doorgaanden schroefbout, die door de voorhar of benedenregel gaat, aan de deur en met elkander verbonden zijn. De constructie der deur, 'tzij door de noodige openingen voor groote of meer dan een rinketten zal in vele gevallen dit doorgaan van den hangschoor, van den eenen naar den anderen hoek der deur niet toelaten. Alsdan zullen de benedeneinden of op hooger gelegen plaats aan den voorhar, of aan een der middenregels kunnen moeten bevestigd worden, al naar dat de samenstelling der deur daarvoor de beste gelegenheid aanbiedt. Zie bijv. tot toelichting het bovengedeelte der deur, fig. 426, waar deze hangschoor is toegepast, alsmede de deur in fig. 414.

§ 591. Bij de beschrijving der gewone puntdeuren is opgegeven, dat de harren minstens 20 à 30 cM. boven den bovenregel dienen te komen. In sommige gevallen zal dit echter veel meer moeten bedragen. Wanneer, bijv. in hetzelfde sluishoofd het water van beide zijden moet kunnen gekeerd worden, en de hoogste standen van dit water aanmerkelijk verschillen, dan kan de hoogte der deuren evenzoo zeer verschillend zijn. Het kan hierbij echter noodig zijn dat het muurwerk, ook tegenover de laagste deur, naar

den hoogsten waterstand moet geregeld worden. In dat geval geeft men de voorharren van de lage deuren veelal eene lengte, dat deze met de hoogte van het muurwerk overeenkomen, om zoodoende de deuren op de gebruikelijke wijze te kunnen openen en sluiten. Is het daarbij wenschelijk in gesloten stand op de deuren te kunnen komen, ter behandeling der rinketbewegingstoestellen enz., dan wordt daarbij ook de achterhar tot de hoogte van het muurwerk genomen, en tusschen achterhar en bovenregel een trap geplaatst, om daardoor de loopplank op de deur te kunnen bereiken.

Bij het aanbrengen van trekschoren zijn die traptreden wel tusschen deze schoren gesteld.

Het kan bij het doorloopen der voorhar, bij deze lage deuren wenschelijk zijn, dat de inkassing in het murwerk niet tot boven doorloopt, maar boven de deur eindigt. Alsdan moet, ter plaatse waar de voorhar in geopenden stand der deur komt, eene sponning in het muurwerk blijven, ter voldoende breedte en ter diepte van de inkassing voor de deur. Het gedeelte muurwerk boven de deur moet dan op een streksch gewelf rusten, dat nog ondersteund kan worden door een gegoten ijzeren hoekstuk, dat met ankers in het muurwerk is verbonden, zie fig. 412.

Het streksche gewelf behoort daarbij aan de einden der inkassing tegen in het muurwerk opgesloten stukken hardsteen te rusten. Soortgelijke nissen of inkassingen kunnen ook achter de deuren in het muurwerk noodig zijn, om voldoende ruimte te verkrijgen voor de rinketten in geopenden stand der deuren. Deze nissen hebben echter niet die breedte noodig, en kunnen met gebogen rollaag worden overdekt.

§ 592. 2. Schuiven of Rinketten. De vroeger beschrevene schuifopening, zie fig. 411, is niet altijd van voldoende grootte. Men kan dan de hoogte vermeerderen door de schuifopening ter hoogte van den afstand van twee regels aan te brengen. Hierbij moet de tusschenliggende regel worden afgebroken en de beide gedeelten in de stijlen der rinket worden opgenomen. Het is duidelijk, dat hierdoor de sterkte der deur veel vermindert; bovendien zijn deze groote schuiven moeielijk te bewegen, en vorderen daardoor meer samengestelde windwerktoestellen. Men maakt daarom in dat geval veelal liever meerdere schuifopeningen naast elkander, daar toch veeltijds die grootere opening niet altijd noodig is.

§ 593. Bij sommige deuren verkrijgt men door eene kleine verplaatsing van het rinket eene groote doorstroomingsopening op de volgende wijze. Voor het gedeelte der deur, waartegen de schuif zal geplaatst worden, is de breedte der regels gelijk aan die der tusschenruimten. De rinketopeningen zijn tusschen elken regel juist boven elkander aangebracht; voor elke opening is eene schuif, terwijl die schuiven door ijzeren roeden of staven zijn vereenigd. Wordt nu zoodanige schuiftoestel ter breedte van de regels of openingen opgetrokken, dan zijn al de schuiven achter de regels gekomen, en al de openingen voor het doorlaten van water geopend. Zie fig. 413. Twee dergelijke schuiftoestellen heeft men wel naast elkander op dezelfde deur aangebracht, zooals hier is aangegeven. Worden deze door kettingen over katrollen loopende, met elkander vereenigd, dan kunnen zij gemakkelijk zoodanig worden ingericht, dat bij het openen en sluiten, het eene toestel naar beneden gaat, als het andere naar boven komt. Op deze wijze dienen zij elkander vooor tegenwicht, en zal er weinig kracht noodig zijn, de rinketten te openen en te sluiten.

Soortgelijke schuifconstructie zal men het geschiktst van ijzer kunnen aanwenden. Ook wordt dit materiaal bij de gewone schuiven wel toegepast, vooral voor leiders, zooals dit in fig. 404 is aangegeven. Ook kan men daarbij de schuiven van ééne houtdikte nemen, en de zijden in schuifijzers doen opsluiten, waarvan de flenzen in de leiders loopen.

Bij houten schuiven zou men de gemakkelijke beweging ook nog kunnen bevorderen, door het aanbrengen van een paar rollen in de opstaande zijden.

c. Toldeuren.

§ 594. Bij de spuisluizen, zie § 479, is het noodig, het water te kunnen keeren, en bij een groot waterverschil aan beide zijden der deuren, het hooge water met kracht te kunnen laten doorstroomen. Door het aanbrengen van rinketten kan bezwaarlijk voldoende aan dit oogmerk worden voldaan. Hierbij maakt men gebruik van de zoogenaamde toldeuren. Eene toldeur bestaat uit een raamwerk van balken en plankbekleeding, waar in het midden een te lood staande stijl of as — tolas — is aangebracht, die onder en boven in potten en bussen rust, zoodat de deur zich daarom, evenals de puntdeuren in de achterhar, kan bewegen.

Is het alleen noodig, dat de afsluiting voor spuiing dienst doet, zoodat er geene scheepvaart behoeft plaats te hebben, of dat de waterkeering alleen dienst behoeft te doen om andere deuren bij hooge water-

standen te ontlasten, dan kan, zoo de breedte dit toelaat, de geheele afsluiting door ééne toldeur plaats vinden. De sluis te Muiden, fig. 388, geeft daarvan een voorbeeld. De tolas, waarom de deur draait, staat van onderen met een prop in eene metalen bus, op dezelfde wijze als dit bij de achterharren der deuren is opgegeven, en van boven met een dito prop in eene bus, die in een bovenslagbalk aanwezig is. De beweging wordt verkregen door de windassen, die op het muurwerk zijn geplaatst, zie teekening. Zoowel in gesloten als in geopenden stand steunt de deur op den grond tegen slagbalken.

§ 595. Veelal echter moet de sluis ook voor scheepvaart dienst doen, of is de wijdte te breed voor ééne deur. In dat geval worden ook hier de puntdeuren aangewend, en hier in de toldeuren aangebracht. Fig. 414 stelt eene deur voor, zooals meer zijn toegepast.

De toldeur draait hier op voorschrevene wijze tusschen den onder- en middenregel, en verkrijgt tegen de voor- en achterhar, alsmede tegen genoemde regels haren aanslag, zooals dit uit de teekeningen kan worden nagegaan. Zie mede den plattegrond van den onderregel eener toldeur met een gedeelte opstand der deur in fig. 417.

De tolas is niet in het midden der toldeur geplaatst, maar de lengte van de gedeelten deur aan weerszijden dezer as staan veelal tot elkander als de getallen 5 en 6. Wanneer er in dit geval door de toldeur water wordt opgekeerd, en de deur daarbij wordt losgemaakt, zal zij zich zelf openen, aangezien de drukking op de eene helft meer dan die op de andere zal bedragen. Vooral de proppen der tolas hebben blijkbaar veel tegenstand te bieden, daar daarop een groot gedeelte van den druk van het water wordt uitgeoefend. Bij eene sluiswijdte van 12 M. had men aan de tappen eene dikte van 20 cM. gegeven, reeds hiervoor was eene groote breedte der regels noodig, daar zij daarvoor in het midden eene breedte van 70 cM. hadden. Eenige jaren na het aanbrengen brak echter reeds een der tappen af, zoodat men toen door de tolas eene ijzeren staaf van 11 cM. zijde heeft ingelaten, en daaraan de tappen gewerkt. Dat aanbrengen van ijzeren staven door de tolas, is meer toegepast.

§ 596. De toldeur wordt gesloten gehouden door een zoogenaamden praam, waaraan veelal een praamarm is bevestigd, zie fig. 414. Een houten praam — zie daarvan het onderste gedeelte in fig. 415, terwijl fig. 416 deze in ijzer voorstelt — bestaat uit eenen platten stijl van ongev. 20 bij 30 cM., zoodat de afmetingen voldoende verschillen om den praam, gesloten zijnde, ongev. 8 cM. tegen de toldeur te doen sluiten en opengezet, de toldeur vrij doen draaien. De praam kan onder en boven in potten en bussen ronddraaien — zie fig. 415 *a* en *b* — en is daarvoor, even als de achterharren der deuren, van achteren halfcirkelvormig bewerkt. De praamarm heeft een gebogen vorm, zooals de teekeningen dit voorstellen, is nabij het ondereinde van den praam daarmede verbonden, terwijl praam en praamarm verder ongev. bij den bovenkant der toldeur zijn verbonden door een horizontalen regel. Tegen dezen praamarm die van boven door haken of ander sluitwerk wordt vastgezet, rust de deur in gesloten stand, en door het loslaten van den arm zal de toldeur zich door de drukking van het water aan tegenovergestelde zijde onmiddelijk openen.

§ 597. Fig. 418 stelt eene sluisdeur met toldeur en rinket voor, zooals die is toegepast in de schutsluis te Zeeburg nabij Amsterdam; gebouwd in de jaren 1872 en 1873. Deze sluis moet dienen voor waterverversching en den waterafvoer der stad, wat door de afdammig van het Y noodig was geworden, terwijl deze sluis tevens voor scheepvaart is ingericht. Deze sluis heeft eene lengte van 74.5 M; waarvan het buitensluishoofd 26.4 M. het binnensluishoofd 26.5 en de schutkolk 21.6 M. De doorvaartswijdte tusschen de hoofden is 12 M. terwijl de breedte der schutkolk in den bodem 14 en tusschen de kaaimuren bij de hoofden 24 en in het midden 25 M. is.

De sluis heeft drie stel vloed- en twee stel ebdeuren; waarvan het eene stel vloeddenren alleen dient om bij buitengewone hooge waterstanden den waterdruk te verdeelen. Bij hooger buiten- dan binnenwater wordt met een der stellen buiten- en het stel binnenvloeddeuren geschut, terwijl dit bij lager buiten dan binnenwater met de ebdeuren plaats heeft. De binnen-vloeddeuren zijn van eene tolklep met veriticale as voorzien. Door deze toldeuren gedurende de nachturen open te stellen, wordt de stadsboezem gemiddeld 13 cM. opgezet, terwijl dit water des morgens door de Ysluizen weder wordt geloosd, welke bewerking eene vrij bevredigende waterverversching oplevert. De praam loopt hier tot den bovenkant der deur door, waarvan de constructie voor openen en sluiten voldoende door de teekening, in verband met de détails in fig. 419, 420, 421 en 422 zal blijken.

§ 598. De tolas is ook wel in het midden der toldeur geplaatst, terwijl daarbij de ongelijke drukking, tot het openen noodig, door het aanbrengen van rinketten verkregen wordt. Door het openzetten van eene

schuif in eene der helften, zal de oppervlakte waartegen het water drukt, aan die zijde verkleinen, het evenwicht verbroken worden en de toldeur opengaan. Op deze wijze kan men door het ophalen van schuiven tot boven water, de toldeuren naar verkiezing openen en sluiten. Somtijds zijn zelfs twee openingen, die door een gemetselden muur — tong — gescheiden waren, op deze wijze door aan elkander gekoppelde toldeuren afgesloten, zooals dit door de schetsteekening in fig. 424 wordt voorgesteld.

d. Waaierdeuren.

§ 599. Onder de benaming van waaierdeuren verstaat men eene soort deuren, die de eigenschap bezitten bij alle waterstanden geopend te kunnen worden. Zooals uit deze korte beschrijving zal blijken, is voor deze deuren ook eene bijzondere inrichting van het geheele sluisgebouw noodig, waardoor hieraan tevens met de bijzondere benaming van waaiersluizen wordt gegeven.

Behalve de gewone puntdeur — zie fig. 423 — is hier in dezelfde achterhar eene tweede deur aangebracht, en wel zoodanig, dat deze deuren eenen hoek met elkander maken, ongev. gelijk aan het complement van dien des aanslagdrempels. De eene deur valt hier als gewone puntdeur tegen de slagbalk-puntstukken, de andere beweegt zich in de kassen, en wordt meer bepaald waaier genoemd. Deze laatste heeft ongev. $^1/_5$ meerdere lengte dan de andere en verkrijgt zijn aanslag tegen het komplaatstuk, dat daarvoor, voor het gedeelte boven den vloer, met eenen aanslag is bewerkt. De beide deuren dienen in hoogte met elkander overeen te komen, maar de waaier moet zooveel noodig beneden de puntdeur doorloopen opdat zij tegen de komplaat aanslag kan verkrijgen, terwijl de puntdeur daarover vrij moet kunnen draaien.

Wannneer nu de deuren, zooals onze teekening voorstelt, gesloten zijn, en het water buiten de puntdeuren het hoogst is, dan moet de ruimte in de kassen achter de waaiers door een riool, in gemeenschap staan met het water, dat voor de deuren staat. Hierbij is derhalve het water aan beide zijden van den waaier even hoog en werken de puntdeuren op de gewone wijze. Wil men nu de puntdeuren openen, dan moeten zij tegen het hooge water in opengedraaid worden; hiervoor sluit men het riool, dat de kassen met het hoogste water in verbinding brengt, door schuiven af, en opent de tegenovergestelde riolen, die het water in verbinding brengen met het laagste water, en dus met dat, wat binnen de sluisdeuren staat. Het water vóór de waaiers zal nu hooger staan dan dat in de kassen en aangezien het water over grooter oppervlakte op deze waaiers drukt, dan op de puntdeuren, zullen de waaiers in de kassen worden gedrukt en de puntdeuren medevoeren, tot dat zij in den stand zijn gekomen, zooals de stippellijnen aanduiden en de doorvaartswijdte der sluis derhalve is geopend.

§ 600. Het is gemakkelijk na te gaan, dat men deze deuren evenzoo ook bij alle waterstanden kan sluiten, en dus ook bij de inudatiesluizen het inlaten van water naar verkiezing kan staken. Moeten de deuren bij fellen stroom weder gesloten worden, dan wordt de sterke werking gedurende de beweging somtijds verminderd, door de deuren ook van voren met plankhout te verbinden, waardoor de stroom niet tusschen de deuren en dus op de puntdeur kan werken. Dit bezwaar van met kracht dicht te slaan, kan men ook met een doelmatig openen en sluiten der riolen tegen gaan.

Bij deze deuren kan ook het water aan beide zijden der puntdeuren gekeerd worden. Wanneer nl. het water aan de binnenzijde het hoogst staat moet ook het water in de kassen met dit hoogste water in gemeenschap staan; de druk tegen den waaier zal dan grooter zijn, dan die tegen de puntdeur, en dus deze laatste tegen den drempel doen drukken.

Gedurende de beweging moeten de deuren zoowel van den vloer als van den cirkelmuur vrijdraaien, en kunnen de geheele ruimte der kassen dus niet afsluiten. Dit geeft echter bij voldoende grootte der riolen geen bezwaar de beweging in alle gevallen te doen plaats hebben.

§ 601. Het is duidelijk dat voor deze soort waterkeeringen, zoowel voor het sluisgebouw, als voor de deuren eene meer samengestelde constructie wordt vereischt. De deuren moeten ten sterkste aan elkander gekoppeld zijn, opdat er in geen geval verzetting of schranking te vreezen is. De samenstelling der puntdeuren is dezelfde als die voor gewone sluisdeuren beschreven, voor de achterhar zal een zware balk van 40 à 50 cM. worden gevorderd. Voor het aanbrengen der koppelbalken is het noodig, dat de regels van beide deuren op dezelfde hoogte zitten, terwijl aan de vierkante koppelbalken een rechte of gebogen vorm wordt gegeven, die met voorloeven en zwaluwstaarten aan de regels worden verbonden, en deze verbinding met ijzeren beugels en banden wordt versterkt. Fig. 425 geeft hiervan, voor zoover dit hier noodig wordt geoordeeld, voldoende inlichting.

Moeten de deuren bij alle waterstanden kunnen geopend en gesloten worden, dan heeft men de plankbekleeding veeltijds aan beide zijden van het raamwerk der deuren aangebracht. Het blijkt echter, dat daarbij veel vuil en slijk tusschen die bekleedingen komt, zoodat men later, ook dan, wanneer de drukking van beide zijden, moet plaats vinden, de bekleeding aan de eene zijde heeft uitgevoerd, en daarbij de bespijkering der planken, versterkt door het aanbrengen van ijzeren platen.

De behoefte om de deuren bij alle waterstanden te doen openen, heeft ook andere bewerkingen doen uitvinden. Reeds in 1773 werd binnen de stad Gouda de donkersluis gebouwd, en ook hierin deuren aangebracht, die bij dezelfde toestanden als de waaierdeuren kunnen geopend worden. Hiervoor zijn nl. aangebracht twee paar puntdeuren die met de voorharren tegen elkander staan; terwijl de deuren ongev. een hoek van 40° met de sluismuren maken, en in dien stand een kruis vormen. De beide driehoeken, die tusschen deze deuren en de sluismuren gevormd worden, staan met het water binnen de deuren door riolen in verbinding, terwijl dit voor het buitenwater plaats heeft door rinketten in de deuren. Wanneer nu de vloed voor deze deuren moet worden gekeerd, staan de driehoekige ruimten met het buitenwater in verbinding. Heeft de vloed eene hoogte, dat men de deuren voor spuiing wil openen, zoo wordt het water in deze driehoekige ruimten door de riolen in verbinding gesteld met het binnenwater. Bij het afloopen van het water zullen dus de buitendeuren door het hoogere buitenwater worden geopend, en is de verbinding van de deuren aan dezelfde zijde der sluis zoodanig, dat zij langs elkander glijden en tegen het muurwerk vallen. Het openen en sluiten dezer deuren gaat echter niet geheel zonder hulp zooals dit bij de waaierdeuren plaats vindt.

e. IJzeren deuren.

§ 602. Het vervaardigen van ijzeren deuren is ook op verschillende wijzen toegepast. Het gegoten ijzer, dat daarvoor vroeger meer werd aangevoerd, loopt gevaar, om hij groote schokken, waaraan de deuren meermalen worden blootgesteld, te barsten. De zwaarte der deuren wordt bij dit materiaal ook zeer groot, terwijl het hout, voor zoover dit in het water hangt, grootendeels zijn gewicht verliest. Van de later meer in gebruik gekomen geslagen ijzeren deuren, kan eene doelmatige constructie worden verkregen. Niet te min zal echter de vatbaarheid voor oxydatie een groot bezwaar blijven voor algemeene toepassing, bij de gewone sluizen zullen de houten deuren de voorkeur verdienen. Ook de gegoten ijzeren deuren bestaan even als de houten, uit een achter- en voorhar die door dwarsregels vereenigd zijn. De hol gegoten achterhar heeft eene ijzerdikte van 4 à 6 cM.; de regels hebben eenen ⊤ vorm, en zijn aan de beide einden van opstaande randen voorzien, om aan de voor- en achterhar te worden vastgeschoefd, de zwaarte is, voor sluizen van 10 à 12 M. wijdte, 3 à 4 cM. bij eene horizontale flensbreedte van 20 à 25 in eene verticale flensbreedte van 35 à 40 cM. Om voor deze bevestiging de bouten te kunnen aanbrengen, zijn in de zijwanden der achterhar, tusschen de regels, langwerpige openingen uitgespaard. Aan den voorhar is zoodanige vorm gegeven dat daarin een houten rib kan worden bevestigd, voor den aanslag der deuren. De bekleeding geschiedt met houten planken van 6 à 8 cM. die, om den gebogen vorm der deur, te lood zijn geplaatst en met schroefbouten op de regels zijn verbonden.

Ook zijn sluisdeuren toegepast van dubbel 10 cM. plankhout, waartusschen een raamwerk met diagonaalversterking van ijzerwerk zwaar 3 en 6 cM. Men heeft ook deuren geheel van gegoten ijzer aangewend, en wel uit een of meer stukken gegoten. Ook wel van gegoten ijzeren regels met eene bekleeding van plaatijzer van 3 cM. zwaar.

Het gegoten ijzer is, en wordt ook thans nog wel gebruikt voor slagstijlen. Dit heeft wel plaats gehad door eene gegoten ijzeren plaat, volgens den noodigen vorm gegoten, zooals dat bij de slagstijlstukken is opgegeven, tegen het muurwerk te plaatsen, en daar dan met ankers te bevestigen, of ook wel, door het aanbrengen van een hol gegoten slagstijl in den gewonen vorm.

§ 603. Thans gebruikt men voor de sluisdeuren meer uitsluitend plaatijzer.

Tot het geven van een enkel voorbeeld volgt hier eene korte beschrijving van de inrichting en samenstelling der sluisdeuren, aangebracht in de Zeedoksluis bij de verbetering en vernieuwing van de dokwerken te Nieuwediep. Eene omschrijving en gedetailleerde teekening van deze verschillende belangrijke werken vindt men in de „Geschiedenis van de dokwerken op het Maritime Etablissement Willemsoord aan het Nieuwediep" waaruit ook deze omschrijving en opgaven zijn genomen. Bij deze werken zijn de eerste ijzeren deuren in ons land toegepast, waarvan de samenstelling in 1859 is aangevangen, terwijl zij in 1860 zijn ingehangen en wel in de aldaar gebouwde keersluis. Het daropvolgende jaar zijn de ijzeren deuren in

de zeedoksluis aangebracht; Door fig. 428 en 429 wordt een dezer vloeddeuren aan beide zijden gezien voorgesteld, terwijl fig. 430 de doorsnede over het midden der deur geeft.

§ 604. De deuren bestaan uit een doorgaanden buiten- en binnenwand; aan de buitenzijde zijn de platen verticaal en aan de binnenzijde horizontaal gesteld. De dikte dezer platen is op de teekeningen aangegeven. Het bovenste gedeelte, zie de doorsnede fig. 430, vormt een afzonderlijk waterdicht geheel, luchtkamer genoemd, ten einde de deur de noodige drijfkracht te geven. Tusschen de buiten- en binnenwanden liggen de regelplaten, wier afstand door de breedte der ijzeren platen wordt bepaald. Zij hebben ieder twee openingen, mangaten, ten einde de deur inwendig te kunnen nazien. De onder de luchtkamer gelegen vakken, die steeds met water gevuld zijn, kunnen, zoowel als de luchtkamer zelve, afzonderlijk worden ledig gepompt, ten einde het lichten der deuren gemakkelijk te maken.

De horizontale naden van de ijzeren platen der beide wanden en de platen der achterhar zijn met overlappen bewerkt. De ijzeren platen, waaruit de regelplaten bestaan, liggen koud tegen elkander, in hetzelfde vlak. De naden zijn door strookijzers versterkt. De achterhar is halfrond, evenals bij houten deuren. Daartoe zijn de platen rondgewalsd.

Bijzondere zorg werd gedragen, dat het halfrondeinde der regelplaten volkomen tegen den binnenomtrek der achterhar paste, en dat de naad van twee platen dezer har midden voor een regelplaat viel. De verbinding had plaats door rondgaande hoekijzers. Aan de vooreinde der deuren en langs de aanslagen zijn strooken gecreosoteerd dennenhout aangebracht, die tusschen hoekijzers zijn opgesloten, zooals uit fig. 429 blijkt. Aan de eerstgenoemde deuren der keersluis, was de aanslag tegen de hardsteenen slagstijlen en drempel met lood van 6 mM. gevoerd; dit lood is later vervangen door zwaar leder. Onder de bovenplaat der deur is de hals geplaatst. Zie fig. 432. Zij is, voor het uitnemen der deur niet in de bovenplaat bevestigd, maar in de ondergelegene eerste drie regelplaten voor het gedeelte, dat zij door de beide laatste regelplaten gaan, is zij vierkant bewerkt en onder de derde plaat met een spie opgesloten. Om het ondereinde van den hals de vereischte stevigheid te geven, is aldaar eene halve regelplaat gelegd.

Tot vermindering van de wrijving zijn in den halsbeugels, waarvan de ankers in den sluismuur zijn ingemetseld, 6 pokhouten zwaluwstaartvormige scheenen ingedreven, waartegen de hals draait, zie fig. 433.

De deuren zijn voorzien van de noodige ringen voor het aanslaan van takels, dienende om de deuren in te hangen of te lichten. Al het ijzerwerk is door klinkbouten verbonden, die langs de aanslagen en van de achterhar zijn met gezonken koppen bewerkt. Verder geeft fig. 433 de bovenplaat der deur met den hals en den halsband; *a* is de buitenwand, *b* de binnenwand, *c* de bovenplaat, *d* de hals en *e* de halve regelplaat, die moet dienen om den hals den vereischten steun te geven. 434 stelt de onderplaat der deur voor met de achterhar en het staande schot, terwijl de taats waarop de deur moet draaien, met stippellijnen is aangegeven. Hier is *a* de onderplaat en *b* het staade schot. 435 levert de lengtedoorsnede der deur over het achterste benedengedeelte, waarin *a* de taats, *b* de kom of schoen en *c* het staande schot is. Fig. 432 stelt evenzoo de lengtedoorsnede van het bovengedeelte voor; hier is *a* de loopplank, *b* de hals, *c* de halve regelplaat, *d* de eerste regelplaat, terwijl de hals verder nog met een vierkant gedeelte, zw. 5 cM. door twee regelplaten loopt, en onder de laatste met een spil is opgesloten. Om hem gemakkelijker te kunnen uitnemen is hij niet in de bovenste regelplaat bevestigd. De hals bestaat uit een gesmeed ijzeren spil, dik 9 cM., versterkt door een gegoten ijzeren omhulsel van 20 cM. middellijn. Verder geeft fig. 431 den halven plattegrond van de schuif en fig. 436 de verbinding van houten voorhar en deur. — De schuiven bestaan uit dubbel op elkander geklampte delen van groenhout en loopen in gegoten ijzeren leiders, zie de doorsnede van een dezer schuiven over de halve breedte in fig. 431. — Aan de deuren zijn aangebracht, vergelijk de figuren. *a*. Waterkraan en sleutel voor de luchtkranen. Hierdoor kan het water worden ingelaten, ten einde, bij het verhoogen van het water, dat de deur omringt, het al te groote drijf- en lichtingsvermogen te temperen. *b* Een pomp, om de luchtkranen te ledigen. *c* Eene peilbuis, ter opneming van de hoeveelheid water in de luchtkamer. *d* Lucht en peilbuis voor de vakken onder de luchtkamers. *e* Pomp voor het ontledigen der vakken onder de luchtkamers. *f*. Waterkraan met sleutel voor de vakken onder de luchtkamers.

Aan plaatijzer, hoekijzer en klinkbouten 40626 — Getrokken en gesmeed ijzer 1804 — Gegoten ijzer 342 — Brons, zonder de taats 451 — Lood 200 — Hout 656 — te zamen 44079 Kgr.

§ 605. De deuren, die te Alblasserdam waren gemaakt, werden drijvende op hare luchtkasten, de Lek en den Rijn opgesleept tot Westervoort, zakten den IJsel af en werden, over de Zuiderzee, tot Amsterdam, en van daar door het Noordhollandsch kanaal tot aan het Nieuwe Diep gesleept.

§ 606. De eerst aangebrachte deuren in de keersluis zijn in 1864, nadat zij dus ongev. 4 jaar gehangen hadden, uitgenomen, ten einde ze te onderzoeken en te verven, en tevens om de looden aanslagen door vetleder te vervangen. Het was gebleken, dat het lood te hard of niet indrukbaar genoeg was, om als tusschenstof tusschen het ijzer en hardsteen te dienen. Hierover vindt men in genoemd werk ongev. het volgende opgegeven: Bij dat onderzoek bleek, dat zich het meeste aangroeisel, bestaande uit kleine dorens, schelpen enz. bevonden op 1.15 tot 1.9 M. onder volzee, ter dikte van 2 tot 2.5 cM. Verder benedenwaarts verminderde die dikte, zijnde ter hoogte der opene vakken — de binnenwanden dezer deuren waren voor de onderste 3 vakken open bewerkt — of 5.20 onder volzee, slechts 5 mM. op de regelplaten in deze opene vakken lag eene vrij dikke laag modder.

De aanslagen waren schoon gebleven. De verf was nagenoeg geheel van de deuren verdreven, behalve in de opene vakken, waar zij nagenoeg ongedeerd werd bevonden. Daarentegen bevonden zich daar meer vettige, roestige uitslag dan op de andere uitwendige deelen der deuren. Tusschen de klinknagels was die uitslag het ergste. De koppen der nagels hadden veel door de roest geleden, doch de gegoten ijzeren kommen in de deuren waren slechts weinig door roest aangetast. De verf op het inwendige der deuren zat zeer los en kon gemakkelijk bij lappen afgenomen worden. In plaats van met verf, werden de deuren na verwijdering van de oude verf, inwendig geheel en uitwendig, voor zoover zij onder water reiken, driemaal met warm gemaakte koolteer geteerd. Alleen het boven water blijvende gedeelte werd geverfd.

§ 607. Ook zijn er geslagen ijzeren deuren aangebracht in de schutsluizen aan de monden van het kanaal door Walcheren, te Vlissingen en te Veere.

Deze deuren zijn over de breedte boogvormig, en wel zoodanig, dat de binnenzijde beschreven is met eenen straal van 18.81 en de buitenzijde van de 14.50 M. De deuren zijn ontwikkeld lang 12.10 M. De buitenvloed- en nooddeuren ieder hoog 11.50 M. De binnenvloed- en reservedeuren 10.50, de buitenebdeuren 10.50 M. en de binnenebdeuren 9.50 M. De gemiddelde dikte der deuren is: aan den voorkant 0.60, in het midden 0.90 en aan de achterhar 0.60 M.

De deuren zijn in de hoogte verdeeld in 13 à 15 vakken, door regelplaten gevormd, waartegen de de buiten- en binnenwanden in den voorschreven boogvorm bevestigd zijn. Zij zijn aan den buitenwand over het bovenste gedeelte open gewerkt, en door eenen traliewand versterkt. Voor de ebdeuren heeft dit ook plaats aan den binnenwand voor zoo ver zij geen water behoeven te keeren.

De achterhar is gevormd door de omgaande platen van den binnenwand, de voorhar door eene verticale plaat, die met hoekijzer aan de buiten- en binnenwand verbonden wordt.

Voor de aanslagen is ook hier gebruik gemaakt van gecreosoteerd dennenhout. Ieder buitenvloeddeur is verdeeld in 15 vakken, ieder binnenvloeddeur en ieder buitenebdeur in 14 vakken en ieder binnenebdeur in 13 vakken.

De buitenvloeddeuren zijn, van beneden tot aan het 6de vak, van boven gerekend, overal waterdicht bewerkt, zoodat zij over die geheele hoogte voor luchtkamer kunnen dienen. De binnenvloeddeuren evenzoo van het beneden tot het 4de vak. De buitenebdeuren idem tot het 7de vak. De binnenebdeuren idem tot het 3de vak.

Verder is in het bestek voor de bewerking opgegeven:

De aannemer moet zorgen, dat het in deuren staande water gelegenheid heeft om gemakkelijk naar de zuigbuis te vloeien. De regelplaten moeten bestaan uit drie zuiver naar de mal bewerkte stukken.

Twee daarvan moeten liggen ter plaatse van het mangat, tegen elkander, en met twee laschplaten, waartusschen de regelplaat ligt, onderling verbonden worden.

De verbindingen van de regelplaten met den buiten- en binnenwand, alsmede met de voor- en achterhar, moet gemaakt worden met hoekijzer, waarvan de naden in het verband verspringen.

Het aantal stukken wordt onder de bewerking opgegeven. De verticale naden van de platen moeten aan de binnenzijde door strookijzers gedekt en behoorlijk dicht gewerkt worden.

In den binnenwand worden de platen horizontaal gesteld, en met overlappen over elkander gewerkt.

De stukken, waarnit de buitenwand zal bestaan, moeten op de naden verbonden worden met strookijzers.

De platen voor de achterhar moeten volgens de mal naar de teekening zuiver omgezet worden.

Met groote zorg moet alles worden verricht, wat noodig is om de juiste en vlakke aanslagen te verkrijgen.

De pompbuis moet zoodanig zijn ingericht, dat ten allen tijde de kleppen en zuiger nagezien kunnen worden.

Het opgegeven ijzerwerk aan de buitenvloeddeuren is in hoofdzaak als volgt:

Vier regelplaten, tegenover het open vakwerk zw. 6.35 mM. Eene regelplaat, bij begin van de gesloten wanden zw. 17.46 mM. Verder negen regelplaten zw. 9.52 en een bodemplaat zw. 31.75 mM. De dikte van de platen van den buitenwand is van onderen afgerekend: 19.06, 15.87, 12.70, 11.11 mM. De beide onderste rijen platen loopen over drie en de beide bovenste over twee vakken. De dikte van die van den binnenwand zijn: mede van onderen af gerekend: 17.46, 17.46, 15.87, 15.87, 14.29, 14.29, 12.70, 11.11, 11.11, 9.52, 9.52, 7.94, 6.35, 635 mM.

Voor deze wanden loopen de platen in hoogte alle over één vak. De laschplaten hebben eene breedte van 16 cM. die voor den buitenwand dik 14.69 en voor den binnenwand 11.46 mM. Verder zijn nog aangebracht een inwendig verticaal schot, tot het vormen der achterhar, een dito midden en twee tusschenschotten dik 9.5 mM. benevens eene verticale plaat tot voorhar, dik 22 mM. De kruisen voor de opene vakken zijn van ijzer zw. 16 bij 0.8 cM., verder nog verschillende vullingsplaten, lasch- en versterkingsplaten van verschillende grootte en dikte. Het plaatijzer voor elke vloeddeur ter zwaarte van 49190 Kgr.

Het getrokken hoekijzer tot verbinding van de regelplaten aan den wand, dus aan de voorhar, dat tot verbinding van het middenschot en de tusschenschotten, van den mangatkoker, dat tot verbinding van het achterschot, dat boven den hals in den loopgang heeft eene breedte der zijden van 7.62 cM. Tusschen de 2de, 3de en 4de regelplaat zijn kruisen aangebracht van ⊤ ijzer, ter breedte van 11 × 6 cM., terwijl tot verstijving van den loopplank dit ijzer is aaangewend, van 12.2 × 6.4 cM. breedte. Verder is ter bevestiging van de houten onderaanslag en voorhar, ter versterking van den loopplank enz. ⌊, ⊤ en **I** ijzer aangewend van verschillende afmetingen.

§ 608. Het getrokken ijzer heeft een gezamenlijk gewicht van 19720 Kgr. Vervolgens is aan elke deur voor verschillende stukken van gesmeed ijzer, ringen met veeren, verdikkingen onder de halsborst, pompbeweging, gegalvaniseerd ijzeren schroefbouten tot bevestiging der aanslagen op de ijzerconstructie, moerblokken, diverse schroefbouten en moeren, ketting voor den vlotter, stang voor de kingstonklep, beugel voor de verticale mangatdeksels met schroeven en moeren, opsluiting onder aan den hals, diverse bouten, sleutels enz., trap in den loopgang met leuning, klinkboutkoppen, te zamen 4639 Kgr.

Aan metaal voor de kom, met bijbehoorende schroefbouten met moeren, voor tapbouten, voering in de pompbuis, zuiger en klep der pomp, kingstonklep met beweging en roostervlotter, scheenen in den halsbeugel, te zamen 631 Kgr. Aan gegoten ijzer voor de pompbuis, kruisverstijvingen ondereinde, verstijvingen boven den steunrol, luchtkraan, aanslagen of verzwaringen, wiel en stoeltje voor den vlotter, mangatdeksel, vulling om den kop van den hals te zamen 1140 Kgr. Aan staal voor hoekstalen voor de bevestiging van den achteraanslag, voor hals en spieën te zamen 855 Kgr.

Aan lood tot afscheiding van de kom enz. 60 Kgr.

Aan gecreosoteerd dennenhout voor loopgang, achteraanslag, vooraanslag en onderaanslag 2493 M^3.

Verder eene luchtpijp tevens peilbuis (buizen), zuigpijp met flens aan getrokken ijzer 220 Kgr.

§ 609. De fig. 448 geven de inrichting van achter- en voorharren met de daaraan verbonden houten aanslagen.

In geopenden stand worden deze deuren onderstut door een steuntoestel, dat door de fig. 437, 438 en 439 wordt voorgesteld. Fig. 437 stelt den plattengrond, fig. 438 de langs- en fig. 439 de dwarsdoorsnede voor, van een stel raderwerk, dat in het muurwerk is geplaatst, en waardoor, zooals voldoende kan worden nagegaan, een krukstang wordt rondbewogen, die in opgezetten stand, zooals fig. 438 aangeeft, de bovendwarsregel der deur ondersteunt en gedeeltelijk rond gedraaid wordende, de beweging der deur niet meer zal hinderen.

f. Gebogen deuren.

§ 610. De gebogen deuren worden in ons land niet veel toegepast. Door den gebogen vorm winnen echter de deuren aanzienlijk in sterkte; men wil, dat een stuk hout, waaraan slechts een geringe bocht is gegeven, en waarvan de uiteinden ondersteund worden, niet meer dan $^1/_{25}$ van de doorbuiging zal ondergaan, van die, welke een rechte balk bij dezelfde afmeting en belasting ondervindt.

De beste vorm voor de deuren zou die zijn van eenen cirkelboog, de breedte der opening van de sluis zou dan de koorde, en de sprong der deuren, de lengte der pijl moeten zijn. In dat geval zou, volgens de berekening, voor de regels nauwelijks $^1/_4$ der afmetingen van die der rechte regels noodig zijn.

Bij het vervaardigen van ijzeren deuren wordt de boogvorm veelal toegepast voor de buitenzijde. Bij de laatst beschreven ijzeren deuren is ook de binnenzijde boogvormig genomen, waarbij derhalve ook aan den slagdrempel dezelfde vorm moet worden gegeven.

§ 611. Ook in het benedenhoofd van de sluis te Apeldoorn, zie fig. 354, zijn de deuren van eenigszins gebogen vorm genomen. — Aan deze deuren is eene zeeg gegeven van 15 cM. Hierbij is bepaald, dat het hout van de regels en schrankschoor volgens de bepaalde kromming moet gewassen zijn, en het is juist dit wat noodig is, en wat het verkrijgen van materiaal voor gebogen deuren zeer bezwaarlijk maakt. Bij vrij sterk gebogen deuren is men genoodzaakt de beplanking in verticale richting aan te brengen; bij de gewone diagonaalsche wijze zou men ze moeielijk vlak kunnen aanbrengen.

§ 612. Meermalen zijn voor groote sluizen de regels in de breedte uit twee stukken genomen, en bij wijze van versterkte balken bewerkt. — De binnenvlakken blijven daarbij recht, aan de buitenzijde is, op tanden en borsten, een verdikstuk tegen den regel bevestigd, waardoor deze in het midden vooral in breedte vermeerdert, terwijl de verdikstukken naar de einden in breedte verminderen, zoodat de regels aan de buitenzijde eenen gebogen vorm verkrijgen. Fig. 427 geeft de helft van een der regels van eene deur voor de keer- en schutsluis te Vlissingen. Zooals bij de opgave van materialen zal blijken, bestaat deze deur gedeeltelijk uit meskant eikenhout, en gedeeltelijk uit dennen en gecreosoteerd vurenhout. De deur, die eene lengte van 11.25 M. heeft, heeft op het midden der lengte een middenstijl; in ieder dezer vakken een schrankschoor en bovendien zijn ijzeren trekstangen aangebracht, die aan weerszijden der deur van het bovengedeelte der achterhar tot het benedengedeelte der voorhar doorloopen, zooals dit reeds in de teekening, fig. 426, voor het bovengedeelte, is aangegeven. De in deze teekening voorgestelde regel bestaat uit een rechten dennenbalk zw. 40 bij 40 cM. en een kunstmatig gebogen balk, zw. 32 bij 40 cM.

g. Spoordeuren en deuren, die om eene horizontale as draaien.

§ 613. Men heeft ook voorgesteld om de deuren rechthoekig op de as der sluis in kassen terug te trekken, en hiervoor constructiën aangegeven. De daarvoor ontworpene deuren zouden $^1/_4$ der wijdte van de sluis breed moeten zijn, en uit een dubbel raamwerk bestaan, onderling der dwarsliggers verbonden. Zij zouden met metalen rollen over sporen op den vloer loopen, en van onderen in gesloten stand den slagbalk omvatten.

§ 614. Somtijds heeft men de deuren wel om horizontale assen laten draaien, zoodat zij op den bodem der sluizen nedervielen, zeer zeker zullen ook hiertegen groote bezwaren zijn en deze constructie bij die van de gewone puntdeuren moeten achterstaan.

§ 615. In de hieronder volgende opgaven worden eenige afmetingen en bewerkingen van aangehrachte deuren opgegeven.

Aanwijziging der sluis.	Wijdte der sluis	Hoogte der deur boven den slagbalk.	LENGTE.		ZWAARTE.					Aantal tusschenregels.	
			Achterhar.	Voorhar.	Achterhar.	Voorhar.	Boven- en onder regel.	Tusschenregels.	Schrankschoor.		
a	800	737	850	855	$^{38}/_{35}$	$^{38}/_{45}$	$^{38}/_{35}$	$^{32}/_{30}$	$^{18}/_{30}$	6	Vloeddeuren.
	800	487	595	600	$^{36}/_{40}$	$^{36}/_{30}$	$^{38}/_{30}$	$^{32}/_{30}$	$^{18}/_{30}$	3	Stormdeuren.
	800	227	445	255	$^{30}/_{40}$	$^{30}/_{30}$	$^{38}/_{30}$	$^{29}/_{25}$	$^{15}/_{28}$	1	Ebdeuren.
b	1050	880	1050	1020	$^{50}/_{41}$	$^{45}/_{41}$	$^{50}/_{41}$	$^{40}/_{35}$	$^{40}/_{20}$	7	Hooge vloeddeuren.
	1050	63	1030	680	„	„	$^{45}/_{41}$	$^{35}/_{35}$	„	5	Ebdeuren.
	1050	56	700	680	„	„	„	„	„	4	Benedendeuren.
c	900		500	500	$^{40}/_{45}$	$^{40}/_{40}$	$^{40}/_{35}$	$^{40}/_{35}$	$^{18}/_{30}$	1	Bovenhoofd.
								$^{34}/_{35}$		2	
	900		713	713	$^{40}/_{45}$	$^{40}/_{40}$	$^{40}/_{35}$	$^{40}/_{35}$	$^{18}/_{30}$	1	Benedenhoofd.
								$^{34}/_{35}$		4	
d	600	220	300	260	$^{25}/_{35}$	$^{25}/_{30}$	$^{25}/_{28}$	$^{20}/_{25}$	$^{15}/_{30}$	1	Bovenhoofd.
	600	331	410	370	$^{27}/_{35}$	$^{27}/_{32}$	$^{27}/_{28}$	$^{22}/_{25}$	$^{15}/_{30}$	2	Benedenhoofd.

Aanwijzi ging der sluis.	Wijdte der sluis.	Hoogte der deur boven den slagbalk	LENGTE.		ZWAARTE.					Aantal tusschen-regels.	
			Achter-har.	Voorhar.	Achter-har.	Voorhar	Boven- en onder-regel	Tusschen-regels.	Schrank-schoor.		
e	600	340	370	370	25/35	25/30	25/25	20/25	15/30	2	Boven- en benedenhoofd.
f	800	270	350	350	30/40	30/35	30/30	25/25	30/20	14	Bovendeuren.
	800		360	360	30/40	30/35	,,		30/20		Keerdeuren.
	800	410	450	450	30/40	30/35	,,		30/20		Benedendeuren.
g			590	590	33/45	30/40	30/40 33/40	23/35 26/35	40/15	3	Bovenvoorhar, bij de achter-har.
h	600	610	640	630	33/35	33/30	33/25	28/20	10/25	4	Regels en schrank.
	600	220	250	240	28/35	28/30	28/25	23/25	10/25	1	Schoor, kromgewassen, de deur een zeeg van 15 cM. verkrijgende.
i	800	585 405	635	635	35/45	35/40	35/30	30/30	20/35	5	Vloeddeuren. { Buiten- en
	800	440 405	490	485	30/40	30/35	30/30	25/25	20/25	3	Ebdeuren. { binnenhoofd.
k	491½	9.20	915	920	40/50	40/45	40/26 40/40	35/26	35/30	8 2	Buitenvloeddeur.
	491½	8.20	815	820	40/50	40/45	40/26 40/40	35/23 35/23	35/20	7 2	Binnenvloeddeur.
	491½	8.20	815	820	40/50	40/45	40/26 40/40	35/26 35/23	35/30	7 2	Buitenebdeur.
	491½	6.20	615	620	40/50	40/45	40/26 40/40	35/26 35/23	35/30	5 2	Binnenebdeuren.
					Alles meskant eikenhout.						
l	600		3.30 5.10	3.35 5.15	28/37 28/40	28/30	28/30	30/23	18/30	6	Bovedeuren. Benedendeuren.
	800		4.05 5.50	4.10 5.55	30/40	30/30	30/30	30/25	20/30	6	Bovendeuren. Benedendeuren.

Bij de onder *a* opgegevene deuren, zie fig. 325, zijn de vloeddeuren versterkt ieder met 14 beugels lang 3 M. en 2 winkelhaken lang 3.60 M.; de beugels voor de storm- en de ebdeuren zijn lang 2.70, de winkelhaken der stormdeuren 1.70 en die der ebdeuren 1.60 M.; alles zwaar 1.3 bij 7.7 cM. Iedere deur heeft 2 hangschoren van 1.6 bij 8 cM. ijzer. De schroefbouten in de beugels zijn zw. 19 mM., van rondijzer. De rinketstijlen zijn 20 bij 20 en de stootdorpels 15 bij 15 cM. zwaar genomen en de hakkel- en schroefbouten in de schrankschoor en stootdorpels van 19 mM. achtkant ijzer de rinketleiders zijn van gegoten ijzer, bevestigd met houtschroeven van 12 mM. De harbanden zijn van gesmeed ijzer zw. 1.3 bij 5 cM. De halsbeugels hebben eene lengte van 1.00 en van 1.20 M., de eerste zw. 3 bij 12 en de andere 2.5 bij 10 cM. De ankers met schieters hebben eene lengte van 3.00 en 2.50 M. de eersten dik 4 en de tweeden 3.5 cM. in 't vierkant; de boutjes in de scharnieren lang 12 zwaar 3.5 cM en lang 10 zw. 3 cM. De metalen schoenen en taatsen bestaan uit 15 deelen fijn Engelsch tin en 85 deelen best rood koper. De halve halsringen zijn van gegoten ijzer en met houtschroeven van 10 cM. lengte en 1 cM. dikte met verzonken koppen vastgezet. De traptreden tot toegang op de deuren zijn zw. 1 bij 10 cM. en in de hangschoren vastgeklonken. De leuningstijlen op de vloed- en ebdeuren lang 1 M. zijn zw. 1.5. bij 4.5 cM. met dito bovenregel voorzien en tusschenregels van rondijzer van 2.6 cM. De hardekkers zijn van gegoten ijzer genomen.

Bij de onder *b* opgegevene deuren, fig. 328, zijn de halsbeugels zw. 4 bij 10 cM., de ankerslang 2.60 M. zw. 4 cM. met dito schieters lang 1 M. De banden hebben eene lengte van 2.90 M zw. 2 bij 7 cM.; in elken band 3 bouten zwaar 2.5 cM. diameter. De trapschoren op de benedendeuren lang 1.50 M.

en die op de bovenebdeuren lang 550 M. zijn 2.5 bij 4 cM. zwaar, de treden lang 42 cM. zijn zw. 3 bij 3 cM. De taatsen en schoenen zijn metaal, de eerste lang 35 dik 10 en breed 35 cM., de tweede lang 100 dik 5 en breed 20 cM.

Bij de onder *c* opgegevene deuren zijn de halsbeugels zw. 12 bij 3 cM. genomen; de ankers met schieters lang 3.60 M. zw. 4 bij 4 cM.; de halve halsringen mede van gesmeed ijzer zw. 12 bij 2.5 cM.; de harbeugels lang 3 M. zw. 7 bij 1.5 cM elk met drie schroefbouten van 3 cM. rondijzer bevestigd. De schoenen en taatsen van gegoten ijzer; zie de fig. 403, voor elke taats is opgegeven 25 en voor elke schoen 135 Kgr.

Bij de onder *d* opgegevene deuren in eene gewone binnenschutsluis toegepast, zijn beugels bepaald, ontwikkeld lang 2.70 M. zw. 1.2 bij 7 cM. ieder met drie schroefbouten bevestigd zw. 2.3 cM. middellijn. Op de koppen der voorharren zijn gegoten ijzeren platen aangebracht van 10 mM. ijzer, die rondom van een rand van 7 cM. breed voorzien zijn en waarin in het midden eene opening is uitgespaard voorzien van een schroefdraad om daarin een haalpen te kunnen plaatsen. Op elke schuif zijn twee veeren van 60 cM. lengte zw. 1 bij 6 cM. De halsbeugels hebben eene lengte van 90 cM. en zijn 5 bij 12 cM. zw.; de ankers der halsbeugels hebben een lengte van 1.70 cM. zw. 5 cM. kant, met schieters lang 1 M. zw. 4 bij 6 cM. De keuspotten dezer deuren hebben eene buitenwerksche hoogte van 17 cM. en binnenwerks aan den rand 14 cM. van buiten zijn zij zeshoekig en van binnen uitgedraaid ter wijdte van 21 cM. middellijn, de kleinste dikte van den staanden wand is $2^1/_2$ cM. en de dikte van den bodem in het midden $4^1/_2$ cM. De hierbij behoorende harmutsen zijn buitenwerks in middellijn groot 20.8 cM., hoog aan den rand 17 cM. en in het midden $18^1/_2$ cM., de dikte van den wand is $2^1/_2$ cM. en die van den bodem in het midden 4 cM., terwijl deze harmuts aan de buitenzijde voorzien is van drie kluchten die over de geheele hoogte doorgaan ter dikte en breedte van 2 cM. Verder hebben de harringen eene buitenwerksche grootte van 25 cM. middellijn bij eene hoogte van 12 cM. terwijl ieder ring voorzien is van twee kluchten en met 4 platte ingezonken houtschroeven aan de harren is verbonden. Keuspotten, harmutsen en harringen zijn van metaal.

Bij de onder *e* opgegevene deuren, fig. 326, mede in een binnenschutsluis toegepast, zijn om de achter en voorharren beugels aangebracht lang ontwikkeld 2.50 M. zw. 1.3 bij 8 cM., elke beugel met 3 schroefbouten van 1.9 cM. verbonden; de halsbeugels zijn zw. 2.5 bij 10 cM.; de 8 ankers der halsbeugels hebben met de schieters te zamen eene lengte van 18 M., en zijn van 3 cM. vierkant ijzer vervaardigd. De proppen en schoenen zijn van gegoten ijzer genomen; in de proppen is van boven een stalen brik ingelaten en de schoenen zijn van metalen keuspotten voorzien, beide met zeskante inkassingen ingelaten.

Bij de onder *f* opgegevene deuren, zijn de achter- en voorhar beugels ter ontwikkelde lengte van 2.60 M. en ter zwaarte van 1.3 bij 8 cM. genomen en elk met 3 schroefbouten van 1.9 mM. bevestigd. De ankers hebben eene lengte van 1.80 M. zw. 2.6 M. in 't vierkant, terwijl de schieters ter lengte van 30 cM. eene zwaarte hebben van 3.8 cM.

Bij de onder *g* opgegevene deuren zijn aangebracht drie beugels om de achterhar ieder ontwikkeld lang 3.50 M., 2 winkelhaken en 2 krukken of kruisen, ieder ontwikkeld lang 2.20 M. alles zwaar 1.2 bij 7.8 cM. terwijl voor de verbinding zijn gebezigd 30 klinkbouten zw. $2^1/_2$ cM. Tot proppen op de voorharren zijn gesmeed ijzeren dekstukken genomen, hoog 10 zw. 4 cM., voorzien van veeren, lang 60 zw. 1.2 bij 7.8 cM. die door 2 cM. klinkbouten aan de harren zijn verbonden. — De harren zijn afgedekt met rood koper van geen mindere dikte dan 2 mM.

Bij de onder *h* opgegevene deuren, zie de fig. 353 en 354, is voor de vier halsbeugels met bouten, ankers en schieters gebezigd 4.5 M. zw. 5 bij 5 cM.; verder voor de deuren 40 dubbele winkelhaken en 8 enkele, elk lang 1.20 M. zw. 7 bij 1.3 cM., 8 rondgaande beugels, lang 2.20. M. zw. als voren, 2 slagkanten tegen de bovendeuren, lang 2.25 en twee dito tegen de benedendeuren, lang 6.15 M. mede zw. 7 bij 1.3 cM., 280 schroefbouten voor de winkelhaken en slagkanten van 2.3 cM. rondijzer.

Bij de onder *i* opgegevene deuren, zie fig. 323 en 337—242 is aan de ankers voor de halsbeugels eene dikte van 5 bij 5 cM. gegeven bij eene lengte van 2.5 en 3 M. met schieters van 1 M. lengte, zw. 4 bij 6 cM. terwijl de halsbeugels van 3 bij 15 cM. ijzer zijn genomen. De beugels om de achterharren hebben eene lengte van 3.20 en die om de voorharren van 3.10 M., beide soort zwaar 1.6 bij 7 cM., bevestigd met schroefbouten van 2 cM. rondijzer.

Bij de onder *k* opgegevene deuren is buiten het opgegevene in de voorgaande staat nog voor iedere buitenvloeddeur door fig. 450 voorgesteld gebezigd:

Vooraan eikenhout beplanking plankhout van 5 cM. dikte; waarvan de breedte is bepaald op minstens 25 en hoogtens 30 cM.; een boeiplaat staande op het midden van den bovenregel hoog 44 dik 15 cM. en lang 4.15 M.

Over deze boeiplank, en steunende verder op vier ⊤ ijzeren stoeltjes, is een loopplank aangebracht, zw. 6 breed 44 cM., uit drie breedten. Twee rinketstijlen elk lang 1.90 M. zw. 15 bij 25 cM.; twee schuifleiders lang 2.85 zw. 15 bij 15 cM.; een onderaanslagdorpel van de schuif lang 1.62 zw. 15 bij 20 cM.; drie aanslagen op de regels der deur achter de schuif lang 1.40 M. zw. 8 bij 8 cM.; twee stijlen lang 1.70 M. zw. 10 bij 10 cM.: en vier dorpels lang 1.45 M. zw. 10 bij 15 cM. voor het raamwerk van de schuif, waarvan de beplanking 5 cM. dik is. Verder is een dekstuk op het leuniningswerk aangebracht zw. 5 bij 7 cM.

De deuren zijn bekoperd en voor aanslagen tegen de achterhar en onderregel streepen gecreosoteerd dennenhout aangebracht zw. 4 bij 13 cM. De halsring en schoen is van metaal genomen. De bekopering heeft eene oppervlakte van 72 M². en is 6 mM. dik. Van gesmeed koper is genomen: een beugel om voor- en achterhar zw. 1.5 bij 9 cM.; vier dubbele winkelhaken zw. 2.6 bij 12 cM.; twee koppelplaten op de schuif zw. 1.5 bij 6 cM. De beugels zijn bevestigd met klinkbouten zw. 2.5 en de winkelhaken met dito zw. 3 cM. diameter. Verder zijn nog van koper genomen klink- en schroefbouten voor aanslagen en koppelplaten der schuif enz.

Van gesmeed ijzer zijn aangebracht: een beugel om de voor- en een om de achterhar zw. 1.5 bij 9 cM. Twee dubbele winkelhaken zw. 2.6 bij 12 cM.; twee dubbele winkelhaken ⊤ vorm zw. 2.6 bij 12 cM.; een heugelstang zw. 4 bij 7 cM. en drie stoeltjes tot geleiding van den heugelstang. Vijf dubbele stijltjes voor leuningswerk van 3 cM. rondijzer met dito middenschieters zw. 1.5 cM. en klinkbouten van 2.5 en 3 cM. dikte en ⊤ ijzeren bovenschieters dik 7 breed 4.1 × 4.4 cM.

Bij de onder *l* opgegevene deuren, welke in binnensluizen zijn toegepast, zijn buiten het opgegevene deurhout nog voor rinketstijlen gebezigd, voor eerstgenoemde zw. 15 bij 15 cM. lang 80 en 90 cM. en voor laatstgenoemde zw. 20 bij 20 lang 90 en 100 cM.; de stootdorpels der deuren voor 6 M. doorvaart zw. 15 bij 15 en die voor 8 M. doorvaart zw. 20 bij 15 cM. de eerste lang 1.30 de andere 1.50 M. De deurbekleeding is zw. 5 en het rinkethout zw. 4 cM. De loopplanken op de deuren zijn zw. 7 bij 28 en 7 bij 30 cM. rustende op stijltjes zw. 20 bij 15 cM. terwijl de deuren door keerborden van 20 bij 5 cM. op den bovenregel aangebracht, verhoogd zijn.

Voor de vier deuren der eerst opgegeven sluis zijn gebezigd 40 harbeugels lang 2.20 M. zw. 1 bij 7 cM. en voor die der tweede 40 dito beugels lang 2.7 M. zw. 1.3 bij 7.8 cM. Voor ieder der vier deuren 120 schroefbouten voor eerstgnoemde sluis lang 28 zw. 1.6 cM en voor de tweede lang 30 zw. 1.9 cM. Om de einden der harren zijn ijzeren banden aangebracht van 1 bij 5 cM. In de schrankschoren hakkelbouten van 1.6 cM ijzer, voor elke 2 stel deuren 20 stuk, voor de eene lang 20 en de andere lang 22 cM. De stootdorpels zijn voor elke sluis bevestigd met 8 hakkelbouten lang 25 zw. 1.6 cM. en 8 schroefbouten zw. 1.9 cM. en voor de eene sluis lang 35 en voor de andere lang 40 cM. De hakkelbouten in de loopplanken zijn zw. 1.3 cM. terwijl de schuifgrendels aan de keerborden zijn bepaald op 1 Kgr. De schoenen aan de achterharren en de taatsen in de komplaten zijn van gegoten ijzer, de taatsen met varstande koppen en in de schoenen zijn brikken aangebracht van metaal. De taatsen zitten ieder met vier houtschroeven aan de houten komplaatstukken bevestigd van 1.9 cM. ijzer lang 15 cM. terwijl elke schoen met een schroefbout bevestigd is. De halve halsringen van gegoten ijzer zijn voor de eerste sluis zw. 10 bij 1.5 en voor de andere zw. 12 bij 1.5 cM en met houtschroefjes met verzonken koppen bevestigd. De halsbeugels, voorzien van dubbele oogen zijn zw. 8 en 10 bij 2.5 cM. De rinketleiders zijn van gegoten ijzer dik 1.5 breed 16 cM., welke met houtschroeven zw. 1.3 lang 15 cM. zijn vastgezet.

De rinketveeren met de noodige oogen zijn lang 80 zw. 1.3 bij 6 cM. waardoor schroefboutjes van 8 cM. lengte en 1 cM. dikte. Door de oogen dezer veeren en die van het heugelijzer zijn spelboutjes geplaatst lang 10 zw. 2.5 cM.

De heugelijzers hebben eene zwaarte van 2.5 bij 6 cM. Zij zijn over 1.8 M. van tanden voorzien en lang 3.50 en 5.00 voor de eene en 3.80 en 5.20 voor de andere sluis.

Voor stijlen voor de windwerken is gebruikt ijzer zw. 3 bij 3 cM. elk lang 0.90 en 1.60 M., voor schoren der windwerken zw. 2.6 bij 2.6 cM. elk lang 80 cM. en voor leuningstijlen mede ijzer van 2.6 cM. zijde ter lengte van 1.30 cM.

Verder zijn aan de bovendeuren der laatstgen. sluis nog hangschoren aangebracht zw. 1.5 bij 8 cM.

h. Werktuigen tot het openen en sluiten der deuren en het behandelen der rinketten.

§ 616. 1. Deurbeweging. Slechts in enkele gevallen zullen de deuren door den druk van het water worden geopend en gesloten, en zich dus als 't ware zelf regelen. — Alleen heeft dit plaats bij de vroeger besproken uitwateringssluizen, waarbij de deuren op wachters zijn gesteld, zie § 474. In alle andere gevallen zal men ze naar omstandigheden moeten openen en sluiten. Dit moet dan plaats hebben, als het water ter weerszijden van de deuren even hoog staat. Zooals reeds in § 581 is opgemerkt kan dit op eenvoudige wijze geschieden door een lossen stok, aan het eene einde van een' haak voorzien, evenals deze bij de schippers in gebruik zijn. Bij de gewone schutsluizen wordt het dan ook niet zelden aan deze eenvoudige bewerking overgelaten. Op den kop van den voorhar wordt daarbij een haalpen geplaatst, om hier achter of hier tegen den haak te kunnen plaatsen; en de deuren bij gelijk water open te trekken, of dicht te duwen. Maakt niet de grooötte der sluis de behandeling van de deuren op deze wijze te moeielijk, dan verdient deze eenvoudige bewerking de voorkeur. In § 589 is reeds opgemerkt, dat de deuren door den druk van het water en het opentrekken steeds in tegenovergestelde richting zullen schranken, en dat deze veranderde standen niet dan nadeelig op de verbindingen kon werken. Bijaldien men nu, door het aanbrengen van werktuigen de gelegenheid geeft, om eene sterke kracht op de deur te kunnen uitoefenen, zal men veelal, reeds vóór dat het water aan weerszijden even hoog staat, daardoor trachten de deuren te openen, waardoor daarin eene zeer sterke spanning zal ontstaan.

§ 617. Een geschikt en zeer veel in toepassing gebracht werktuig is overigens de kaapstander, door middel van een boom en touw als duwpers werkende. Deze constructie wordt in de fig. 442 en 443 aangegeven. Op het boveneinde der voorhar is eene ijzeren pen geplaatst, die door eene opening, midden in het dekstuk der har kan geplaatst worden, of wel aan een band of beugel kan bevestigd zijn, die om den kop der har is gelegd. Verder wordt een boom of duwpers, *a*, aangewend, die aan het vooreinde voorzien is, van een ijzeren oog, waarmede hij om de genoemde ijzeren pen wordt gelegd. Deze boom heeft voldoende lengte, om met het andere einde in den kaapstander te blijven liggen, die op den wal staat, ook nadat de deuren gesloten zijn. Om het achtereinde van dezen boom is een ijzeren band gelegd, waaraan een oog is gesmeed. Vervolgens is aan het vooreinde van dezen boom een touw of ketting verbonden, dat met een paar slagen om de spil van den kaapstander is geslagen, en met het andere einde aan het oog, achteraan den boom is bevestigd. Door nu de spil van den kaapstander rond te draaien, zal het daarom gelegde touw aan de eene zijde worden opgewonden, en zich evenveel aan de andere zijde afwinden. Het touw zal zich dus gedurende deze bewerking verplaatsen, en den boom mede voeren, zoodat de deur zich, al naar men de spil ronddraait, zal openen of sluiten. De boom heeft op het midden der lengte eene dikte van 10 à 12 cM. en wordt naar de beide einden verdunnende afgewerkt. De kaapstander kan met verticaal staande spil, zie fig. 442, en ook met horizontaal aangebrachte spil, zie fig. 443, worden genomen, in welk laatste geval het meer als windas dienst doet. Beide constructiën zijn veelvuldig toegepast. Met den kaapstander met verticaalstaande spil kan meer kracht worden ontwikkeld, en daarom wordt deze soms boven den anderen aanbevolen. Aan de hefboomen kan hier grootere lengte worden gegeven, terwijl op elken arm door verschillende personen kan worden gewerkt. Het is juist de mogelijkheid tot het aanwenden van deze groote kracht, waardoor men de deuren reeds eerder zal kunnen openen, dan het oogenblik, waarop het water even hoog staat, die het aanbrengen van deze duwpersen niet verkieslijk maakt.

De kaapstander bestaat uit twee zijstukken, waarvan ieder is samengesteld, zie bijv. mede de fig. 444, uit eenen onderligger, een opstaand zijstuk en twee schoren. Bij den kaapstander met staande spil gaat deze van boven door den aangebrachten hoofdbalk en rust hij van onderen met eene pen in een' pot in eenen onderligger. Deze hoofdbalk en onderligger verbinden mede de beide zijstukken van den kaapstander. De spil is boven den hoofdbalk, die in de breedte ook uit twee stukken kan bestaan, van een vierkanten kop voorzien, waarin twee vierkante, elkander rechthoekig kruisende gaten zijn aangebracht. Door deze gaten worden de twee boomen gestoken, lang 1.50 à 2 M., waarmede de kaapstander wordt rondbewogen. Om den boom, bij zijne voor- en achteruitgaande beweging te leiden, worden nog een paar rollen aangebracht, zooals mede uit de figuren blijkt. Staat de kop van de voorhar, ongev. ter zelfder hoogte als de onderste geleidingsrol, of in het algemeen, ligt de boom ongev. waterpas of blijft het achtereinde bij de beweging nabij den grond, dan kan het noodig zijn, dat dit bij geopenden stand der deur mede ondersteuning noodig heeft. In dat geval kan men, verder achterwaarts dan de kaapstander een stoeltje op den

grond plaatsen, voorzien van een rolletje, waarop de boom op nieuw kan rusten. — Om te zorgen dat deze boom, ook al is hij voor het stoeltje komende iets doorgezakt, ongehinderd daarop zal loopen, wordt dan aan het achtereinde een ijzeren veertje of staafje aangebracht.

§ 618. Bij de tweede soort der genoemde kaapstanders of windassen, fig. 443, ligt de spil in horizontale richting, zij gaat hier door de daarvoor aangebrachte openingen der opstaande zijstukken. Neemt men de grootte van de opening naast den kop der spil gelijk aan de middellijn van die spil en werkt men het andere einde daarvan met een dunnen gedeelte door het andere zijstuk, terwijl het gedeelte dat buiten dat zijstuk valt door een wig wordt opgesloten, dan dient de spil hiermede tot hoofd- of koppelbalk. Beter is is het echter, om de nadeelige wrijving der wig te voorkomen, de verbinding door deze spil niet te bewerken; maar in plaats daarvan beneden de spil eene houten of ijzeren staaf aan te brengen, waardoor de zijwanden de noodige koppeling verkrijgen. Laat de breedte van het opstaande stuk niet toe, om de opening daarin zoo groot te maken, dat deze de geheele spil kan doorlaten, of wil men ook bij den kop der spil deze in den stijl verdunnen opdat zij aan beide zijden met een borst tegen de opstaande stukken loopt, dan zal men het gedeelte van het voorste opstaande stuk boven het midden der spil, als afzonderlijken kop moeten behandelen en opzetten. De verbindingen van de verschillende stukken geschiedt op de gewone wijze met pennen en tanden, en zal met het oog op het reeds behandelde wel geene verdere beschrijving vorderen.

§ 619. De kaapstanders worden ter geschikte plaats op het muurwerk gesteld, en daarop door dookbouten in hardsteenstukken bevestigd, of door verankering op het muurwerk vastgezet. Komen zij buiten het muurwerk te staan, dan moeten voor de bevestiging palen in den grond worden geslagen.

De voordeeligste richting voor de boomen, waardoor de deuren open en dicht geduwd worden, is die van de koorde van den cirkel, die door het vooreinde der deur wordt beschreven. Deze boomen of duwpersen worden ook wel zonder het gebruik der besproken touwen aangewend, en in plaats daarvan van een heugelijzer voorzien, zie fig. 445. Langs de eene zijde van den boom is daarbij een heugelijzer geplaatst, en in de plaats van den kaapstander kan dan worden aangebracht eene spil, zie bij *a*, die op dezelfde wijze als de verticaal staande spil van den kaapstander rondgedraaid wordt, en welke van onderen voorzien is van een rondsel, die in de getande staaf grijpt. De staande as beweegt zich daarbij om eene ijzeren spil, die in het muurwerk is bevestigd, en voor een groot gedeelte in den kaapstander naar boven loopt. Men zou in dit geval de as van onderen door eene spil in een pot kunnen laten bewegen, en ze van boven onder den kop in een ijzeren ring laten draaien, die door drie ijzeren schoren op het muurwerk wordt gesteld. Ook kan men in dit geval, van een stel raderwerk gebruik maken, en dit door een houten of ijzeren kastje omsluiten, zooals bij *b* is voorgesteld, en uit de verdere beschrijving der rinketbeweging nader kan worden nagegaan. Bij deze bewerkingen moet er voor gezorgd worden, dat het heugelijzer niet naar achteren kan gaan, en dus buiten het bereik van de daarop werkende rondsel kan komen. Hiervoor moet hij van achteren gesteund worden. Bij den kaapstander kan dit geschieden door tegenover deze een stoeltje op het muurwerk te bevestigen, die voorzien is van een spilletje, zoodat de duwpers of boom steeds tusschen deze spil en het rondsel is opgesloten. Soortgelijke spilbeweging kon ook in het kastje met raderwerken op verschillende wijzen worden aangebracht, wat eveneens nader zal blijken. De heugelijzers kunnen, zooals dat in onze teekening is aangegeven, in een houten boom van ongev. 12 à 14 bij 16 à 18 cM. worden bevestigd, als dan is eene staaf van 3 bij 7 à 8 cM. voldoende. Neemt men zwaardere ijzeren beugels, bijv. van gegoten ijzer van 5 en 10 cM., zoo zullen zij zonder houten boom voldoenden weerstand bieden tegen doorbuiging.

§ 620. Voor het openen en sluiten der deuren worden nog verschillende andere constructiën toegepast. Bovengenoemde zijn bij de gewone schutsluizen wel geschikt, maar verdienen niet altijd aanbeveling. Bij genoemde sluizen zijn de deuren veelal niet veel hooger dan de gewone waterstanden, en dus geregeld nagenoeg geheel in het water gedompeld. Dit is echter niet altijd het geval. Bij vele sluizen aan zee of ook wel op andere plaatsen kunnen de deuren somtijds grootendeels tot een aanmerkelijke hoogte boven het water reiken. Wanneer zij toch geschikt moeten zijn, om enkele hooge waterstanden te kunnen keeren, kan het zijn dat zij meerendeels bij veel lagere waterstanden moeten dienst doen. Wordt de kracht voor het openen en sluiten ook daarbij op de koppen der voorharren aangewend, zoo zal dit aanleiding geven om de deuren aanmerkelijk te doen schranken en verzetten. Van daar ook, dat men in vele schutsluizen,

waar in sommige gevallen waterstanden moeten gekeerd worden, die ver boven de gewone waterhoogte komen, voor dat keeren afzonderlijke hooge deuren aanbrengt, die in gewone gevallen, èn om het lastiger gebruik èn om de nadeelige werking, niet worden gebruikt.

§ 621. Hierom wordt wel eene getande ijzeren staaf in gebogen vorm aangebracht, zooals dit door fig. 446 wordt voorgesteld. De getande staaf grijpt dan eveneens in een rondsel, dat op het muurwerk is verbonden, en in verbinding staat met ander raderwerk. Deze cirkelvormig getande staaf van gegoten ijzer wordt door stoeltjes ongev. op het midden der breedte aan de deur verbonden. Het is in dit geval niet noodig, dat deze staaf boven het muurwerk komt. Zij kan ook aan een lager liggenden regel worden verbonden, terwijl daarbij, ter hoogte van de staaf in het muurwerk de noodige inkassing moet worden gespaard, zie de fig. 346 en 347, om bij het openen der deuren het heugelijzer te kunnen opnemen. Voor de beweging moet door middel van stoeltjes en potten eene te lood staande ijzeren spil worden gesteld, van onderen en van boven van een rondsel voorzien. In het bovenste rondsel, dat daarvoor konisch kan bewerkt zijn, grijpt een ander konisch bewerkt rondsel, dat om eene horizontale spil is bevestigd, en welke spil aan het einde van eene kruk is voorzien. Door het rond draaien der kruk zal dus de spil en daarmede ook het onderste rondsel rond bewegen. Dit rondsel kan daarbij grijpen in een kamrad van grootere afmetingen, dat met een kleiner rondsel om dezelfde spil is bevestigd, terwijl dit laatste rondsel in het heugelijzer grijpende, de deur doet openen en sluiten. Deze cirkelvormige getande staven zijn ook wel op den sluisvloer bevestigd. Het rondsel, dat in de tanden van deze staaf grijpt, is daarbij beneden aan de voorhar verbonden. De as loopt tot boven de deur door, en wordt aldaar in rondgaande beweging gebracht. Voor op de deur staande, wordt dus deze as rond gedraaid en de deur geopend of gesloten. Ook bij het aanwenden van rechte getande staven kan het aangrijpingspunt aan de deur verder naar achteren worden gesteld. De nadeelige invloed van het schranken zal hierdoor verminderen. Voor bewegingstoestellen der ijzeren deuren in de sluizen te Vlissingen en te Veere is een stel raderwerken geplaatst tot het ronddraaien van een trommel, waarop de ketting loopt, zooals door de fig. 449 in langs doorsnede en plattegrond is aangegeven.

§ 622. Om den nadeeligen invloed van het openen en sluiten der deuren zooveel mogelijk weg te nemen, heeft men ook wel verder naar beneden, bijv. ter hoogte van laag water, kettingen aan de voorhar verbonden, die in waterpasse richting in het muurwerk loopen, en verder door in het muurwerk aangebrachte buizen in schuine richting naar boven gaan, en daar aan een windwerktoestel zijn verbonden. Waar deze kettingen in het muurwerk komen, en zij dus eenen hoek moeten maken, moeten zij daarbij over een trommel of katrol loopen. In plaats van dit naar boven loopen der ketting kan men deze ook in het muurwerk, tegenover het aanhechtingspunt aan de deur, om een trommel opwinden, welke trommel weder door een op het geplaatst werktuig kan worden rondbewogen, zooals boven is beschreven.

Wil men de deuren ook volgens de beide laatst beschreven bewerkingen kunnen sluiten, dan is het duidelijk, dat de kettingen voldoende lengte zullen moeten hebben om, bij geopenden stand der deuren op den sluisvloer neer te vallen.

§ 623. 2. Rinket- en schuifbeweging. In § 580 is eene voorloopige beschrijving van de rinketbeweging gegeven, zooals die thans meerendeels geschiedt. De fig. 440 en 441 stellen twee dezer rinketbewegingen voor, terwijl daarbij in fig. 440 tevens is aangegeven op welke het rinket of de schuif, die aan de veeren, *a*, is bevestigd, door tusschenkomst van het heugelijzer, *b*, met het raderwerk verbonden wordt.

De kracht, die met dit windwerk moet worden uitgeoefend, hangt blijkbaar af van de grootte der schuif en het verschil in hoogte der waterstanden aan weerszijden van de sluisdeuren, derhalve van de kracht, waarmede de schuif wordt gedrukt, aangezien bij het gebruik van hout, de zwaarte daarvan zoolang de schuif onder water blijft, grootendeels verloren gaat.

§ 624. Wanneer er geene groote kracht noodig is, kan men volstaan met eene constructie, volgens fig. 440, waar een stel op elkander werkende getande raderen in een gegoten ijzeren kastje zijn opgesloten, die door eene kruk in beweging kunnen worden gebracht. Het raderwerk is hier door de steekcirkels voorgesteld. Aan de kruk wordt eene lengte gegeven van 28 à 30 cM. Het rondsel dat door de krukbeweging wordt rondgedraaid, heeft eene grootte van 6 à 8 cM.; het getande rad, waarop dit rondsel werkt, van 15 à 20 cM. en het rondsel dat, om dezelfde as van dit rad is bevestigd, en in de tanden van het heugelijzer grijpt, heeft eene grootte van 8 à 9 cM. Het heugelijzer loopt langs de deur naar beneden door, tot nabij den bovenkant van het rinket en wordt daar, zie bij *c*, door een bout vereenigd met de beide rinketveeren, die tusschen het dubbele kleedhout van het rinket zijn opgesloten. De staaf of

hengel moet over voldoende lengte van tanden voorzien zijn, om het rinket zoover te kunnen ophalen als noodig is, om de afgesloten opening geheel te openen. Het heugelijzer kan niet achteruit wijken, door een trommel, die om de as der kruk is bevestigd. Om tegen te gaan dat het rinket, opgetrokken, niet door zijn eigen zwaarte weer naar beneden kan vallen, zijn aan het windwerkkastje een pal en palrad verbonden. Dit palrad is aan de voorzijde van buiten tegen het kastje om eene der spillen van het raderwerk aangebracht. In fig. 440 zit dit rad om de spil, waaraan de zwengel is verbonden, terwijl dit in fig. 441 om de benedenspil is geplaatst. Verder is, zie fig. 440, aan het buitenschot om een bout draaiende, een pal bevestigd, die in de tanden van het rad kan worden gesteld, waardoor het radwerk belet wordt, terug te loopen, zoodat het rinket opgewonden zijnde, niet weer kan dalen, voor dat de pal wordt opgelicht. Wenscht men meerdere kracht te kunnen aanwenden, dan door genoemd stel raderwerk kan worden verkregen, dan moet het raderwerk worden vermeerderd, of de verhouding der grootten worden gewijzigd, fig. 448 geeft daarvoor een voorbeeld. Het hier voorgestelde windwerk is toegepast op de sluisdeuren bij de Wetsingersluis. De samenstelling zal uit de teekening voldoende blijken.

De bevestiging dezer rinketbewegingstoestellen kan verschillend plaats hebben. Genoemde teekeningen geven daarvan twee voorbeelden aan, terwijl fig. 419 eene andere constructie voorstelt.

Verschillende toestanden en plaatsingen kunnen hierin wijzigingen wenschelijk maken, zoo ook, of langs de loopplank, die op de deuren wordt aangebracht, om bij de windwerken te komen, slechts aan ééne zijde of wel aan beide zijden leuningen zullen geplaatst worden. Een en ander kan uit verschillende figuren mede worden nagegaan, en deze zullen voldoende inlichtingen geven om bij voorkomende gevallen voldoende constructiën te bepalen. Somtijds ook kan het kastje mede aan het leuningswerk worden bevestigd, vooral wanneer daarvoor voor den bovenregel gebruik van hoekijzer wordt gemaakt.

§ 625. De reeds genoemde pal moet dienen om te zorgen, dat het rinket, opgehaald zijnde, niet weer door eigen zwaarte naar beneden valt. Wil men echter het rinket sluiten, en wordt de pal van het rad afgelegd, dan zal de schuif door haar eigen zwaarte vallen, en met kracht op den onderdorpel der rinketschuiven neerkomen. Hiertegen wordt met recht bezwaar gemaakt. Men dient dus bij deze constructie, het rinket zoowel met het raderwerk te laten zakken, als op te halen. Ter voorkoming van dit kwaad heeft men wel eene schroef toegepast, die door een moer loopt. Ook bij de beschreven ijzeren deuren van de zeedoksluis te Nieuwediep, is soortgelijke constructie aangewend. Het bovenste gedeelte ijzer is van schroefdraad voorzien, rust van onderen in een pot en loopt door een beugel. Het boveneinde reikt boven de deur en is voorzien van een horizontaal liggend rad, waarmede de schroef kan worden rondgedraaid. Een en ander wordt ook op genoemde teekening, fig. 428, aangegeven.

§ 626. Bij de schutsluizen aan de monden van het kanaal door Walcheren, te Vlissingen en te Veere, is het raderwerk, voor het ophalen der schuiven, als liggend windwerk onmiddelijk op de bovenhar der deur geplaatst, en wordt met een daarop geplaatste zwengel of kruk in beweging gebracht. Zooals dit uit de fig. 426, 447 en 450 blijkt.

§ 627. Bij enkele sluizen vindt men voor het ophalen der schuiven een zeer eenvoudige constructie toegepast. In plaats van het besproken heugelijzer is daarbij aan de schuif een ketting verbonden, deze ketting loopt om een schijf, die zoodanig tegen den bovenregel van de deur is bevestigd, dat de ketting daarover gespannen, te lood naar beneden loopt. Het ander einde der ketting loopt ongev. in de rechte richting der gesloten deur, naar den wal en is daar verbonden aan een windas of lier. Aan de windas is dan een gedeelte ketting verbonden, waaraan aan het einde een ring is bevestigd. Is nu het rinket opghaald, dan wordt deze ring om een der einden van de boomen gelegd, om het terugdraaien te voorkomen. Is de deur geopend, dan moet het rinket worden neergelaten, voor dat tot de sluiting wordt overgegaan. De ketting tusschen de windas en de kasrol ligt dan niet in de strekking dezer laatste, het naar beneden laten gaan zal dan bezwaarlijk geregeld kunnen geschieden, zoodat het nadeelige omtrent het sterk neervallen der rinketten hier nog moeielijker dan bij de vroegere constructie kan voorkomen worden. Het losmaken van den boom is dan hierbij veelal ook de eenige bewerking.

§ 628. De windwerken voor het openen der riolen zijn veelal ong. van dezelfde constructie als die welke voor de deuren zijn opgegeven. In de meeste gevallen moet hierbij meer kracht worden ontwikkeld, waarnaar dus het raderwerk moet worden ingericht. Somtijds is de inrichting zoodanig, dat aan beide zijden van de raderkast een zwengel kan worden geplaatst, en dus door twee personen kan gedraaid worden.

Bij de sluis in het kanaal door Walcheren is de schuifbeweging verkregen, door een ketting zonder

einde, loopende onder en boven over een rondsel, waarvan het onderste met tanden voorzien in de schalmen der ketting grijpt. Het rinket is aan deze riem verbonden, zoodat hij bij de rondgaande beweging wordt medegevoerd. Het bovenste rondsel, waarom de ketting is gespannen, is om eene as bevestigd, die door een stel raderwerk in rondgaande beweging wordt gebracht. Zie fig. 459, waar die bewegingstoestellen, bij *a* in plattegrond, bij *b* in aanzicht en bij *c* in doorsnede, met weglating van tusschenstukken voldoende zullen zijn voorgesteld, om de werking te doen begrijpen.

VALSCHUTTEN.

§ 629. Zooals ook reeds in het hoofdstuk over de uitwateringssluizen § 470 is opgemerkt, wordt de doorvaartswijdte somtijds afgesloten met te lood staande schotten, die bij het openen, evenals de rinketten, worden opgetrokken. De breedte der openingen, die daarmede gesloten worden, bedraagt niet meer dan eene breedte van 4 M.

Een valschot bestaat veelal uit een eenvoudig opgeklampt schotwerk van horizontaalloopende deelen, zw. 5 à 6 cM., met drie of meer dito dwarsklampen tot een geheel vereenigd. Men kan ze ook door een raamwerk omtimmeren, wat vooral geschikt is, wanneer het schot aan beide zijden water moet kunnen keeren. Het raamwerk bestaat dan uit een onder- en bovenregel, die door twee opstaande zijregels verbonden zijn; de te lood staande planken kunnen dan, evenals dit bij de sluisdeuren plaats heeft, in sponningen bevestigd worden, terwijl tusschen de beplankingen een kniestuk kan worden gesteld, om het geheel voor schranking te bewaren.

Deze valschutten moeten voor het openen der sluis worden opgetrokken, zoodat men ze liefst zoo licht mogelijk zal maken, en zich dan ook in den regel bepaalt bij een enkel opgeklampt schotwerk.

Langs de beide zijden moet dit schotwerk in de zijwanden der sluis worden opgesloten en zich dus in sponningen bewegen. Zijn zij tusschen muren geplaatst, dan moeten hierin, evenals voor de schotbalken, sponningen worden gemetseld. Bijaldien zij tusschen houten vleugels of beschoeiingen zijn gesteld kunnen er twee palen naast elkander worden gezet, waartusschen het schot zich vrij kan bewegen, of wel een zware paal van de noodige sponningen worden voorzien.

In den regel moeten deze schotwerken, in opgetrokken stand boven het muurwerk of de beschoeiing komen, om aan het water voldoenden doortocht te verleenen. De sponningen moeten tot den bovenkant van het schot doorgaan, en dus in dat geval ook boven het muurwerk verlengd worden. Hiervoor wordt boven het schotwerk een gebint geplaatst; in de stijlen van dit gebint loopen dan de sponningen door, terwijl verder daarin eene as of spil is aangebracht; ongev. zooals dit bij de windas der deuren is omschreven. Zie daaromtrent mede fig. 443. Bij gemetselde muren worden de stijlen van dit gebint met ijzeren dooken op stukken hardsteen vastgegoten; bij houten beschoeiingen kunnen de sponningstijlen ook boven de beschoeiing ter vereischte hoogte doorloopen. In beide gevallen wordt het gebint door schoren versterkt en gesteund.

Evenals bij de rinketten is opgegeven, wordt ook dit schotwerk van ijzeren veeren voorzien om daaraan de touwen of kettingen te bevestigen, waarmede het moet worden opgetrokken. Deze schotten worden aan twee touwen afgehangen, waarvoor twee veeren op gelijke afstanden van de beide zijden worden geplaatst. De aan deze veeren bevestigde touwen loopen te lood naar boven, en zijn daar aan de as of spil bevestigd. Door het ronddraaien der spil zal men dus het schot kunnen ophalen of laten zakken. Voor het ronddraaien daarvan kunnen aan eene of ook aan beide zijden evenals bij de kaapstanders, staken of boomen worden aangebracht, of wel een der einden of de beide einden van een rad of kruk worden voorzien. Ook kan men de spilbeweging door een stel raderwerk bewerken en de beweging gemakkelijker maken door het aanbrengen van tegenwichten aan het schotwerk. De grootte en zwaarte dezer schotten brengt mede, dat hier vooral een zwaar paalwerk moet worden aangebracht. Op het juk wordt verder een afwaterend dekstuk of twee afwaterende planken geplaatst, ter voldoende breedte, om de daaronder zijnde spil en het daarom gerolde touwwerk te dekken.

Zoowel als deze schotten in de sponningen van het muurwerk steun moeten verkrijgen, moeten zij ook op den vloer in sponningen vallen, of tegen aanslagen rusten, waarvoor een houten of hardsteenen aanslagdrempel moet gelegd worden. Daar een sponning al schielijk vol vuil of grond zal komen, zal een aanslag, als bij de sluisdeuren, hier mede het verkieslijkste zijn.

Moet bij uitwateringssluizen, sommige tijden het binnenwater worden tegengehouden, dan is de afsluiting door deze valschutten gemakkelijk en goedkoop aan te brengen.

BESCHERMING DER DEUREN BIJ HOOGE WATERSTANDEN EN GOLFSLAG.

§ 630. De buitengewoon hooge waterstanden zullen in den regel gepaard gaan met veel golfslag en beweging in het water. Het kan hierbij zeer goed plaats hebben, dat de deuren, die dit water moeten keeren, hierbij van boven in beweging komen, of min of meer worden opengehaald. Staan zij daarbij bij het dichtslaan van boven iets voorbij elkander, dan staat de deur niets meer in hare kracht en zou gemakkelijk voor den grooten druk kunnen bezwijken. Om dit te voorkomen heeft men verschillende middelen aangewend. In de eerste plaats kan men hiertegen waken, door de deuren in die gevallen te koppelen, door het verbinden van de koppen der voorharren. Hebben de deuren tegen een onder- en bovenslagbalk aanslag, dan kunnen zij van boven ieder afzonderlijk door een haak worden vastgezet. Men heeft daarvoor ook wel noodvlotten toegepast, bestaande uit kruislings over elkander gelegde balken, waarover op ribben eene bevloering is gelegd. Dit vlot heeft den vorm van eenen vijfhoek, waarvan twee zijden langs de muren en twee zijden langs de gesloten deuren passen. Wordt dit achter de deuren gebracht en met behulp van de sponningen in de muren vastgestempeld, dan kan het als bovenslagbalk dienst doen, waaraan tevens de deuren kunnen worden vastgemaakt.

§ 631. Ook de schotbalken, waarover reeds in § 477 bij de keersluizen, met het oog op eene gemakkelijke afdamming is gesproken, kunnen geschikt dienst doen tot het breken van den golfslag, als ook tegen bescherming der deuren bij ijsgang. Vooral in die gevallen, waarin de sluis niet voor scheepvaart dienst behoeft te doen, of dit althans bij doorgaande hooge waterstanden in langen tijd niet kan plaats hebben, zijn de schotbalken geschikt toe te passen. Om de uitwatering daarbij niet te verhinderen, moeten de balken niet tot beneden doorgaan maar moeten ter geschikte hoogte op klossen of stutten rusten, om alzoo van onderen het noodige doorstroomingsprofiel te behouden. De schotbalken, die veelal eene zwaarte van 30 à 40 cM. hebben, worden van vuren- of dennenhout genomen, en zijn ter bevordering der dichtheid somtijds van messing en groef voorzien, waarmede zij in elkander sluiten. Om bij het aanbrengen het lastige opdrijven tegen te gaan, worden er ook wel enkele eikenbalken tusschen gevoegd. Om ze gemakkelijker naar beneden te kunnen krijgen, kan ook gebruik worden gemaakt van holle ijzeren balken, die in de onder- en bovenvlakken van gaten zijn voorzien, om het water in te laten; althans men kan deze geschikt in plaats van genoemde eikenbalken aanwenden. Nadat alle balken op elkander zijn gelegd, worden zij van boven door een grendel vastgezet en alzoo tegen opdrijven beveiligd.

Worden er zware schotbalken gebezigd, of moeten zij veeltijds worden uit- en ingezet, dan brengt men naast of boven de inkassingen wel windwerken aan, om ze daarmede te laten zakken en weder op te halen.

§ 632. Ook heeft men wel bij het beschermen der deuren tegen golfslag, van rijswerk gebruik gemaakt; 'tzij door het aanbrengen van een roosterwerk van zware wiepen, waaraan de vorm was gegeven, dat daarin de deuren in gesloten stand pasten, 'tzij door zware wiepen voor de deuren te werpen, en daarmede te trachten stil water te bekomen.

SCHUTKOLKEN.

§ 633. In het hoofdstuk over de schutsluizen is reeds over schutkolken gesproken, en op eenige inrichtingen gewezen. In de tabellen voorkomende in § 96 zijn mede eenige grootten opgegeven, zooals die op verschillende kanalen zijn toegepast. Wij hebben gezien, dat de schutsluizen meerendeels bestaan uit een afzonderlijk boven- en benedenhoofd, waartusschen een schutkolk aanwezig is. Bij groote schutkolken kan men de wallen geheel onbeschoeid laten, of daarop eene steenglooiing aanleggen, zoo althans de kolk niet tevens voor los- en laadplaats dienst moet doen; of wel daarvoor slechts de eene zijde beschoeien. Nagenoeg altijd echter wordt eene walbeschoeiing toegepast, of is die noodzakelijk, zooals ons reeds vroeger is gebleken. Hier en daar is bij het bespreken reeds op den vorm en de constructie der schutkolken en schutkolkwanden gewezen, zoodat dit hier niet afzonderlijk noodig zal zijn. Wat de walbekleeding aangaat, wordt hier mede verwezen naar de beschoeiingen. Bij de beschoeiing met houten of ijzeren palen en gemetselde achterkleeding, wordt daaraan in den regel een gebogen vorm gegeven, zooals de fig. 323 en 326 voorstellen. De helling in het midden der kolk wordt veelal op ongev. $^1/_{10}$ der hoogte

bepaald; terwijl de beschoeiingspalen, aan de hoofden aansluitende, te lood worden gesteld. Voor den vroeger bsschreven halvesteensmuur neemt men een van eensteens dikte en werkt alles in koplagen. Voor massieve muren neemt men veelal metselwerk van gebakken steen, omdat de ruwe oppervlakte van basaltmuren hier minder wenschelijk is, aangezien de schepen veelal onmiddellijk tegen het muurwerk moeten liggen, gedurende het rijzen en dalen van het water. Ter voorkoming van de nadeelige werking hiervan, zoowel voor de schepen als voor het muurwerk, brengt men somtijds, ongev. ter hoogte van de aanrakingsvlakken der schepen, een of meer houten bekleedingsplanken tegen het muurwerk aan. Hierbij moet echter worden gezorgd, dat geen schip met eenig deel onder deze planken kan vastraken, daar dit bij het opschutten tot ongelukken aanleiding zou kunnen geven.

§ 634. Even als bij sluisdeuren is opgegeven, moeten ook hier bij hoog muurwerk haalijzers in het metselwerk worden bevestigd. Is het muurwerk niet te hoog, en kunnen de schippers bij de doorvaart geschikt gebruik maken van op het muurwerk geplaatste haalpennen, dan dienen deze aangebracht te worden. Is het met hardsteenen platen afgedekt, zoo kunnen zij daarin worden vastgegoten; is dit niet het geval, dan moeten ter bevestiging dezer pennen hardsteenen blokken worden ingemetseld. In elk geval moet er aan de beide oevers ruimschoots gelegenheid bestaan, om de schepen vast te leggen, te meeren. Veelal moeten daarvoor achter het muurwerk meerpalen in den grond worden geslagen, bestaande in beslagen eikenhouten palen, ter lengte dat zij ongev. 2 à 3 M. in den grond kunnen geslagen worden en 60 à 80 cM. daarboven blijven. Bezit de grond geene voldoende vastheid, dan is eene versterking daar achter of kruishouten in den grond daarbij noodzakelijk. Deze palen die eene dikte van 30 à 40 cM. behooren te hebben, worden op den kop bolvormig bewerkt, en in de regel van een gegoten ijzeren dekstuk voorzien. Verder wordt de kop, over eene lengte van 25 à 30 cM. achtkant bewerkt; en van daar tot den grond rond afgewerkt. Wordt aan deze palen veel en sterk gemeerd, en daarvoor veel van kettingen gebruik gemaakt, zoo wordt de oppervlakte bij den grond wel van ijzeren scheenen voorzien. Deze meerpalen moeten zich veelal over een gedeelte buiten de sluis uitstrekken. Dit is noodig, om daardoor de gelegenheid te geven de vaartuigen voor de sluis te kunnen stoppen, om bij het doorvaren gedurende de doorstrooming de schepen te kunnen regelen enz. Verder kan het ook noodig zijn, trappen aan te brengen, om de schippers gelegenheid te geven aan wal te kunnen komen. Die trappen hebben echter het nadeel, dat zij van boven meer of minder binnen den voorkant van het muurwerk vallen, en daardoor den geregelden loop langs den schutkolk verbreken, wat in vele opzichten lastig en nadeelig werkt. Moeten er trapopgangen worden aangelegd dan doet men beter hiervoor nissen ter breedte van 60 à 70 en ter diepte van 10 á 20 cM. in het muurwerk uit te sparen, en daarin ronde ijzeren stijlen aan te brengen, bij wijze van laddertreden, waartegen de schippers kunnen op- en afklimmen.

§ 635. In de laatste jaren is, vooral in de prov. Groningen, veel gebruik gemaakt van ijzeren palen, zoowel voor schutkolkwanden als voor andere doeleinden. Bij sommige sluizen bestaan zoowel de zijwanden der sluishoofden als die der schutkolken uit gegoten ijzeren palen, en tusschenmetseling met gegoten ijzeren slagstijlen.

Fig. 451 geeft een halven plattegrond van een schutkolk met ijzeren kabbestijlen, zooals die voor eenige jaren is gebouwd. Aan de zijde van *a* is het gezicht boven op de beschoeiing, en bij *b* dat op de watersloof gegeven. Voor deze schutkolk zijn gebruikt: 70 dennen heipalen lang 14 M. en 36 dito schoorpalen lang 16 M., alle zw. op 1 M. van den kop 0.85 en aan de punt 0.40 M. in omtrek. Voor watersloof over deze palen een ligger van bezaagd dennenhout zw. 20 bij 25 cM.; elke lasch door 4 schroefbouten van 1.6 cM. achtkant ijzer, lang 25 cM. versterkt en elke schoorpaal met 2 hakkelbouten lang 40 zw. 2 cM. verbonden. De damplanken, van bezaagd dennenhout, hebben eene lengte van 7 M. bij eene dikte van 10 cM. Het draagvlak voor tusschenmetseling is vergroot, door het aanbrengen van eene gording van 10 bij 15 cM. De beschoeiingsstijlen zijn van gegoten ijzer; zij worden door de fig. 453, 464 en 455 nader voorgesteld, en wel, fig. 453 geeft een der 4 middelste stijlen in voor- en zijgezicht, met de helling waaronder deze stijl moet worden geplaatst. Fig. 454 geeft het zijgezicht op een der stijlen, die op $^1/_4$ der lengte uit de sluishoofden zal moeten geplaatst worden, terwijl fig. 455 den plattegrond en drie zijopstanden geeft, van een der stijlen die aan de sluishoofden moeten sluiten. Voor beide eerstgenoemden, waarvan de doorsnede op $^1/_4$ der ware grootte met de bovenflens door fig. 456 wordt voorgesteld, was het gewicht bepaald op 225 KG. en voor de hoekstijlen op 270 KG. De stijlen zijn, zie de verschillende voorstellingen, met aangegoten pennen en doorgaande schroefbouten aan de watersloof verbonden, en rusten daarop met

de onderflensen. De stand der stijlen is verzekerd door eene verankering, zooals in plattegrond aan de zijde *b* is aangegeven. De ankers, 40 in getal, hebben eene lengte van 6.50 M., en zijn 3 cM. dik; zij vatten met klauwen om het staande stuk der stijlen, en zijn daaraan met schroefbouten verbonden, zooals dit door de doorsnede in fig. 457 wordt aangegeven. Aan de achterzijde zijn zij door boschkant eiken ankerpalen gewerkt en daarachter met schroef en moer, op de contraplaat bevestigd. De dekslooven zijn mede van gegoten ijzer genomen; fig. 458 stelt daarvan de doorsnede voor met het bovengedeelte van een der palen, de breedte is 32, en de ijzerdikte 2 cM. boven iederen stijl voorzien van twee kragen en lipvormige verbinding. Aan de voorzijde is een rand breed 3, dik 1.6 cM. en de plaat van boven van ingegoten fermetten voorzien. Zie bovengenoemde doorsnede en fig. 452, waar twee gedeelten, met de verbindingslippen voorzien, in plattegrond zijn voorgesteld. Bij de sluis, voorgesteld door fig. 323 en 337—342, is voor schutkolkbekleeding een basaltmuur aangebracht. De schutkolk heeft een lengte van 60 M., de afstanden der voorkanten dekzerken is bij de sluishoofden 15 M. en in het midden der schutkolk 20 M. De dikte van den basaltmuur is in aanleg 1 M. en van boven dik 0.6. M. De hoogte van den muur is met inbegrip der dekzerk 2.50 M. De helling dezer muren aan de voorzijde is, bij de sluishoofden $^1/_{20}$ en in het midden $^1/_5$ der hoogte fig. 341, geeft de doorsnede van den muur in het midden der schutkolk; fig. 340 geeft het profiel van den buitenvleugelmuur aan de sluis, terwijl ook de helling dezer muren aan de voorzijde naar de einden als boven vermeerdert.

Volgens bestek-dienst 1876, is het rijspakwerk langs de schutkolk van sluis No. 9 der Zuidwillemsvaart door een basaltmuur vervangen. De lengte van ieder dezer muren is ontwikkeld lang 50.40 M., de hoogte, van den bovenkant vloer tot onderkant dekzerk 3 M., de zwaarte dezer muren is in aanleg 1.25 en van boven 1 M. genomen; de muren zijn aan de achterzijde te lood opgetrokken, en hebben aan de voorzijde eene helling van $^1/_{10}$ der hoogte; zij zijn gedekt met hardsteen breed 0.5 zw. 0.2 M.

STORTEBEDDEN.

§ 636. Door de afheiingen en betonkisten aan de einden der sluizen is het sluisgebouw tegen ontgronding beveiligd. Evenwel zal de kanaalbodem, aan het sluisgebouw grenzende, door het doorstroomende water worden medegevoerd en weggespoeld. Hierom moet de bodem daartegen beveiligd worden, over zoodanige lengte, dat de kracht van den stroom daarin geen nadeeligen invloed meer kan uitoefenen. Tot dat einde worden de zoogenaamde stortebedden aangelegd. In den regel bestaan die uit een spreisel van bladriet; ter dikte van 10 cM. rechthoekig op de as der sluis aangebracht. De grond onder dit bladriet dient voor ongev. 30 cM. uit kleispecie te bestaan. Bestaat de grond niet uit klei, dan dient de put zoo diep ontgraven te worden, dat de kleilaag onder het bladriet kan worden aangebracht, omdat de zandgronden te gemakkelijk met het water wegspoelen. Over dit spreisel wordt in de richting van de as der sluis een laag rijshout gelegd dik 20 á 25 cM.; verder om de 50 à 60 cM. rechthoekig op de as der sluis, tuinen aangebracht, waarmede de rijsvulling wordt aangezet, en waarna het de bepaalde dikte moet behouden. Die tuinen — hiervoor zoowel als over het overige rijswerk, zie men het hoofdstuk rijswerken — moeten eene hoogte van 18 à 20 cM. boven de rijsvulling behouden, terwijl de ruimten tusschen deze tuinen ter hoogte van de koppen der palen, met harde brik worden gevuld. Over deze puinbestorting wordt verder de geheele oppervlakte bezet met balsteenen ter zwaarte van 20 à 30 cM. en deze wel aan- en ondergestopt met harde brik, evenals dit bij steenglooiingen plaats heeft.

De geheele dikte van het stortebed zal alzoo 70 à 80 cM. bedragen; de bovenkant komt bij de aansluiting aan het sluisgebouw ongeveer gelijk met den bovenkant van den vloer, zij worden over de lengte veelal iets helllende en over de breedte hol gelegd om den stroom zoo min mogelijk op de oevers te laten werken.

Bij het aanbrengen van afgeheide vleugelbeschoeiingen loopen de stortebedden tegen de beschoeiing aan, zooals ook bij de sluis op plaat 24 plaats heeft; fig. 336 geeft een gedeelte dwarsdoorsnede van de walbekleeding der buitenwijdte, voor zoo lang die als sluisvleugel op den plattegrond is aangegeven. Deze beschoeiing bestaat uit een ingeheide rij heipalen, waarover een hoofdbalk en waarvoor schoorpalen zijn geplaatst; achter dezen hoofdbalk is eene voorheiing aangebracht, waartegen de oploopende zijvlakken van het stortebed aansluiten. Op deze beschoeiing is de verdere grondkeering verkregen, door het opzetten van rijspakwerk. Wordt voor walbeschoeiingen rijspakwerk toegepast, wat op den grond wordt aangevangen

dan wordt het stortebed, ter breedte van ongev. 1 M. onder dit pakwerk gewerkt. Somtijds wordt bij het einde der stortebedden eene rij palen ingeheid, voorzien van hoofdbalk of kesp waartegen eene rij damplanken wordt geplaatst. Hierdoor wordt het wegspoelen van den grond onder het stortebed verhinderd, maar wordt er aanleiding gegeven, dat onmiddelijk voor deze beschoeiing ontgronding kan ontstaan. In vele gevallen is het zeker beter om voor het einde van het stortebed een zwaren tuin te slaan. Mogt daarbij nog wegspoelen van grond plaats vinden, dan zal het stortebed mede zakken en den grond blijven bedekken.

§ 637. Nagenoeg altijd worden ook de schutkolken met soortgelijke stortebedden bedekt. Zooals reeds in het vorige hoofdstuk is medegedeeld, ligt dit stortebed van boven gelijk in hoogte of even beneden den bovenkant van den vloer van het benedenhoofd. Heeft het bovenhoofd eene hoogere ligging, dan wordt het stortebed onmiddelijk aan het bovenhoofd ojiefsgewijze oploopend met dezen hoogere vloer vereenigd. Somtijds worden in deze storthelling twee of drie rijen palen geslagen, die met de koppen door het rijswerk reiken, en daardoor zeer geschikt medewerken om alle verglijding te vooorkomen.

Voor bovenstaande bewerking is eene droge ligging noodig; somtijds kan dit niet verkregen worden of zijn hieraan groote kosten of bezwaren verbonden, alsdan kan men een stortebed aanbrengen bij wijze van zinkstukken vervaardigd. Ook kan men op deze wijze werkende bij bestaande sluizen de stortebedden verbeteren, of waar die ontbreken aanbrengen.

§ 638. Hoewel boven omschreven wijze van bewerking meerendeels gebruikelijk is, worden de stortebedden somtijds ook van zwaardere afmetingen genomen. Op genoemde laag rijshout, die met tuinen van ongeveer 16 cM. hoogte wordt vastgezet, komt, nadat de ruimte tusschen de tuinen met zuivere klei is aangevuld, alsdan eene tweede laag rijshout, evenals de vorige bevestigd en gedekt. Het stortebed wordt ook wel samengesteld uit een onder- en bovenroosterwerk van wiepen, met tusschenvulling van rijshout. Deze wiepen van 25 à 30 cM. omtrek, worden daarbij op ongev. 1 M. afstand midden op midden gelegd, de onderste wiepen van het benedenroosterwerk haaks op de as der sluis, terwijl het onder- en bovenroosterwerk om den anderen kruis met een geteerd touwtje wordt aangekneld.

Het onderste roosterwerk wordt daarbij gevuld met eene laag bladriet dat in de richting van de as der sluis wordt gelegd, waarover twee gekruisde lagen rijshout, de bovenste laag komt in de richting van de as der sluis, terwijl hierin de onderste wiepen van het bovenroosterwerk moeten worden bewerkt. Deze rijsvulling wordt met meergenoemde tuinen vast aangezet, en daarover de brikvulling en steenzetting als voren uitgevoerd.

§ 639. De lengte der stortebedden buiten de sluizen moet hoofdzakelijk worden geregeld, overeenkomstig de sterkte der strooming, die door de sluis zal plaats hebben. Het is duidelijk, dat het uitstroomen van grond hoofdzakelijk zal plaats hebben aan die zijde van het gebouw, waar de uitstrooming plaats heeft. Bij eene sluis, die altijd naar de eene zijde uitstroomt, zou aan de andere zijde misschien geene grondbedekking noodig zijn, hoewel men toch ook hier in den regel een gedeelte bekleedt. De lengte bepaalt zich veelal tusschen de 6 en 20 M.

BEVEILIGING TEGEN ZEEWORM.

§ 640. Op vele plaatsen van ons land is het noodzakelijk, het houtwerk, dat door den zeeworm kan worden aangetast, hiertegen kunstmatig te beveiligen. Reeds voeger is opgemerkt dat men met het oog hierop koffers aanlegde en van betonkisten gebruik maakte. Daar over het algemeen meer steenen sluisvloeren dan vroeger worden gebruikt, zal men bij zeesluizen wel geene houten bevloering meer zien toegepast, maar in elk geval eene gemetselde bevloering met hardsteenen aanslagstukken aanwenden. Bij het gebruik van hout zou men de geheele oppervlakte der bevloering, komplaten en slagdrempel, moeten beveiligen. Eene bespijkering met wormnagels is daarvoor verkieslijk en gebruikelijk. Die bespijkering is echter voor de aanslagen bezwaarlijk toe te passen en voor 't overige zeer kostbaar.

Onder het bespijkeren met wormnagels verstaat men het onmiddelijk naast elkander inslaan van daarvoor afzonderlijk vervaardigde spijkers met groote ronde koppen van circa 3 cM. diameter. De openingen, welke tusschen deze koppen blijven bestaan, zullen daarbij schielijk met een roestkorst overdekt zijn en daardoor de paal voldoende beveiligd wezen. Om dit roesten te bevorderen, kan men de bespijkerde oppervlakte, althans wanneer die niet dadelijk onder water wordt gezet, tusschen beide nat maken. Ook heeft

men wel deze onvermijdelijke openingen tusschen de koppen der wormnagels gedicht, door het tusschen spijkeren van andere nagels, met kleine ronde koppen. Bij het gebruik van deze nagels voor de slagbalkbekleeding, heeft men de aanslagkanten wel ter breedte van ongev. 10 cM. bekleed met koper van 10 à 12 mM. dikte en verder met dunnere bladen, waarbij alles met koperen spijkers bevestigd is. Het koper moet echter niet met de spijkers en roest in aanraking komen, waarom men deze gescheiden hield met strooken lood. Het blijkt echter meermalen, dat deze platen losgaan, scheuren en verloren gaan, zoodat hierop op den duur niet te vertrouwen valt. Later heeft men dan ook den aanslag meer bespijkerd, door daarvoor van eene kleinere soort spijkers met platte koppen gebruik te maken.

§ 641. Voor het beveiligen der deuren is verschillend materiaal toegepast. Ook hierbij heeft men eene bespijkering aangewend, somtijds echter van kleinere soort wormnagels, terwijl de aanslagen alsdan met nog kleinere spijkers, zoogen. glasnagels werden bekleed. Bij steenen slagdrempels kan men ook den aanslag der deur met deze spijkers bespijkeren; heeft men echter houten aanslagen die met koper zijn bekleed dan dient ook de daartegen vallende gedeelten deur, met koper beslagen te worden.

§ 642. Ook is bij deuren het leder tot bescherming tegen zeeworm, gebezigd, waarmede eene dichte sluiting kan verkregen worden. Eene geheele lederbedekking wordt dan meer aangewend bij kleine deuren; bij groote deuren worden de aanslagen met leer bekleed en het overige met wormnagels bespijkerd.

§ 643. In de groote zeesluizen worden de deuren veelal bekoperd. Zoowel deze bekopering als alle andere bedekking geschiedt tot de hoogte van vloed of tot halfweg eb en vloed, omdat de hoogere liggende deelen geen gevaar loopen door den worm aangetast te worden. Om de grootte der te bekoperen oppervlakte te verminderen en het rechthoekig omzetten der bladen te voorkomen, wordt soms voor het gedeelte, waarop het koper moet gelegd worden, de deur ook aan de binnenzijde met planken beschoten. Het koper mag niet met ijzer in aanraking komen; hierom worden onder het koper geene ijzeren bouten en beugels aangewend, maar ook deze van koper genomen.

§ 644. De in 1870 en 71 vervaardigde houten deuren voor de schutsluizen aan de monden van het kanaal door Walcheren, zijn gedeeltelijk van koper voorzien en de andere met wormnagels bespijkerd. Hiervoor vindt men opgegeven: dat de oppervlakte, die bekoperd moet worden, vooraf moet worden belegd met eene dubbele laag geteerd mospapier, waarvan de vellen elk met 10 spijkers op het deurbeschot moeten vastgehecht worden, terwijl de zijden minstens 25 mM. over elkander moeten komen. Verder, dat de bladen koper aan alle zijden 2 cM. over elkander moeten vallen, en om alle hoeken en kanten van harren, regels, schrankschoren, stijlen, aanslagdorpels en schuifleiden zuiver gebogen moeten omgezet zijn, zoodat al het hout volkomen bedekt is. De bladen zijn bepaald op niet kleiner dan 30 dM^2. bij eene dikte van 6 mM. en moeten minstens met 180 koperen spijkers op de M^2. bevestigd worden.

§ 645. In de prov. Friesland is het voor de zeesluizen meer gebruikelijk, de deuren voor zoover noodig, met zink te bedekken. Hiervoor wordt onder het zink vooraf in kokend teer gedoopt grof grauw papier aangebracht, zoodanig dat de vergaringen minstens 3 cM. over elkander komen. Dit papier wordt met papiernagels bevestigd. Hierover wordt het zink zuiver vlak aangebracht, om alle kanten en hoeken zuiver en gesloten omgezet, waarbij wederom de bladen 3 cM. over elkander moeten vallen; terwijl de bespijkering langs de buitenkanten der bladen om de 3 cM. en over de verdere oppervlakte, met vakken van 8 cM. met zinkspijkers plaats heeft.

Bovendien is het in Friesland algemeen gebruikelijk, om reservedeuren aanwezig te hebben, of liever om zomer- en winterdeuren te gebruiken. De oude of soms niet bezinkte deuren worden des zomers, en de anderen gedurende het winterhalfjaar gebruikt. Hierbij blijft men steeds meer veilig, en is men in de gelegenheid de deuren telkens na te zien en kleine gebreken dadelijk te herstellen. De voordeelen daaraan verbonden zullen genoeg tegen de kosten van het omhangen der deuren opwegen. Men wil dat koolteer ook een zeer goed middel is tegen den zeeworm. In Harlingen meent men met gunstig gevolg het bestrijken der deuren met een mengsel van koolteer en rottekruit toe te passen.

Vooral bij het systeem van gedurig omhangen der deuren, waarbij men deze gedurig kan nazien en op nieuw voor het onderste gedeelte met koolteer kan bestrijken, zou, met het oog op de kosten, deze eenvoudige behandeling misschien de voorkeur verdienen, terwijl men daarbij steeds zeker is, dat de deuren in voldoenden toestand zijn.

§ 646. Ook het creosoteeren wordt als voorbehoedmiddel veelal zeer aangeprezen. Echter zal dit in het harde eikenhout wel moeielijk zoo diep indringen dat hierop langdurig te vertrouwen is. Bij genoemde

bekoperde deuren in de sluizen van het kanaal door Walcheren zijn de achter- en onderaanslagen van gecreosoteerd dennenhout genomen, zw. 4 breed 13 cM.

BEREKENINGEN DER AFMETINGEN VAN DE VOORNAAMSTE SAMENSTELLENDE DEELEN EENER STEENEN SCHUTSLUIS VAN 6 M. WIJDTE MET EEN VERVAL VAN 2.05 M. EN EENE SLAGDREMPELDIEPTE VAN 2 M. ONDER PEIL, ZIE DE FIG. OP PL. 36 [1]).

Bovensluishoofd.

§ 647. De lengte der deuren is, volgens de formule uit noot 25, bl. 50, Verhand. K. I. v. I., 1863—1864:

$X^1\ W^1 = d + a + \left(\frac{2v + w}{2n} + \frac{2h}{4 + n^2}\right) \sqrt{(4 + n^2)}$ decimeter, waarin: d = de halve dikte der deur in plattegrond; a = de aanslag van de deur tegen den slagstijl; v = het overstek van de dekzerken over de sluismuren; w = de wijdte van de sluis op de dekzerken; n = de sluiswijdte gedeeld door den sprong van den drempel en h = de breedte van den aanslag der voorharren.

Stellen wij den sprong = $^1/_6$ der sluiswijdte, dus n = 6; a = 1; h = 1 decimeter; en voorloopig d = 1.5 decimeter; voorts w = 6 M. = 60 decimeter, en als wij dan nog $v = 0$ nemen, dan vinden wij voor de lengte der deur: $X^1 W^1 = 2.5 + 10.1 \sqrt{10} = 34.44$ decimeter, stel 34.5 decimeter. Om te weten of de boven voorloopig voor de dikte der deur aangenomen afmeting 2 d = 3 dec. voldoende is, dient men de afmetingen van de regels der deur te berekenen. Daarbij veronderstellen wij dat de bovenkant des bovenregels gelijk met het peil van het bovenpand ligt, en dat de onderregel een 0.1 M. breeden aanslag tegen den drempel bekomt. Vermits de bovenkant des drempels 2 M onder dat peil is aangenomen, heeft de deur alzoo eene hoogte van 2.10 M. — Met het oog op de in de deur te maken schuif is hier tusschen den onder- en bovenregel minstens één tusschenregel noodig. De tweede regel, tevens onderregel, ligt gelijk met het benedenpeil, zoodat dus alleen de afmeting van dezen regel berekend moet worden.

De breedte van den tweeden regel eener eikenhouten sluisdeur, wier regels op onderling even groote afstanden liggen en wier breedte (of hunne verticale afmeting) gelijk is aan $^5/_7$ hunner hoogte (of hunne horizontale afmeting) wordt, volgens formule (LXXXI), bladz. 54 der meergenoemde Verhandelingen uitgedrukt door: $h = 0.073 \sqrt[3]{l^2 v^2}$ decimeter, waarin: l = de halve lengte der deur en v = de afstand der regels midden op midden.

Voor de lengte der deur, of $2l$; is boven gevonden 34.5 dec.; alzoo $l = 17.25$ dec.

De buitenwerksche hoogte der deur, gelijk boven is gezegd, 2.1 = 21 dec. zijnde, zoo wordt, indien men één regel tusschen den boven- en onderdorpel aanneemt, de afstand der regels midden op midden ongev. $^{21}/_2$ = 10.5 decim. = v. — De sibstitutie dezer waarden geeft h = 3.34 dec. voor de breedte, en alzoo voor de hoogte van den regel b = $^5/_7$ h = 1.67 dec.

De onderregel en dus ook de bovenwaarts gelegene regels, kunnen derhalve met een blijvende afmeting van 0.17 bij 0.24 M. volstaan. De hoogte van 0.17 M. dient dus vermeerderd te worden met die van de inkeepingen, welke de regels voor de tanden der schrankschoren ondergaan; weshalve het zaak is om de breedte op 0.21 M. aan te nemen. Voor de hoogte van den middenregel kan evenwel 0.24 M. worden aangehouden.

Het spreekt van zelf, dat de breedte van den boven- en onderregel zooveel meer moet wezen dan de dikte van het beschot bedraagt en dat men minstens op 0.06 M. dient te nemen. — Dit geeft dan voor de hoogte van onder- en bovenregel, dat is voor de dikte der deur, 0.24 + 0.06 = 0.30 M., zoodat deze hierboven voor de dikte 2 d der deur gestelde afmeting juist blijkt te zijn. — Ware dit niet het geval geweest, dan zou men, in de boven voor $X^1 W^1$ gegevene formule, d zooveel meer of minder hebben moeten stellen, en dan de berekening van de lengte der deur, en van de dikte der regels, op nieuw hebben moeten doen. [2])

---

[1]) De volgende berekeningen (zie noot op bladz 250) zijn mij welwillend ter hand gesteld door den heer J. Strootman. — De beperktheid der ruimte laat mij echter niet toe de geheele berekening der sluis op te nemen, voor het hun gestelde doel zal die van het bovenhoofd voldoende zijn.

[2]) De berekening van de dikte van het deurhout is bij de berekening van het benedenhoofd opgenomen als volgt:

Indien voor de dikte der sluisdeuren ook hier 3 dec. kan worden aangehouden, wordt de lengte der deuren even groot als die van het bovenhoofd, omdat de waarde der overige letters voor de lengte der sluisdeur voor beide sluishoofden in de algemeene formule dezelfde is. Om dit te beoordeelen is op te merken dat, aangezien het verval der sluis op 2.05 M. is gesteld, de hoogte

§ 648. De sluisvloer, wiens diepte beneden den drempel altijd met een vol getal lagen metselwerk moet overeenkomen, gelijk 4 lagen of 22 cM. beneden den drempel nemende, komt deze op 2.22 M. onder peil. Voorloopig aannemende dat de bovenkant des dennenvloers eenige lagen metselwerk, stel acht lagen, dieper komt dan den sluisvloer, zoo zou die bovenkant dan 2.22 + 0.44 = 2.66 M. onder peil liggen. — De bovenkant der dekzerken 0.4 M. boven peil stellende, wordt voor het bovensluishoofd de totale muurshoogte 2.66 + 0.4 = 3.06 M., behalve ter plaatse van het koffer.

Bestaat de aanvulling van den muur uit gemengden grond, dan kan zijne gemiddelde dikte 0.36 maal de hoogte zijn, die echter 0.39 maal de hoogte moet worden zoo de aanvullingsgrond uit zuiver zand bestaat. Daar te dunne muren kunnen noodzaken tot het kostbare afdammen en droogmaken der sluis met het herstellen der muren — hetwelk tevens de sluis zoolang buiten gebruik stelt — is het aan te bevelen, voor de muurdikte niet het minste, maar het grootste dezer twee cijfers aan te houden. — Dit geeft dus 0.39 × 3.06 = 1.19 M., stel 1.21 M. of $5^1/_2$ steen, voor de gemiddelde dikte van den muur. Meent men dezen een valling zoowel aan de dagzijde als aan de achterzijde, of wel alleen aan de dagzijde, te moeten geven, dan is de gevondene dikte alzoo die welke de muur op de helft zijner hoogte moet hebben. Daar echter dergelijke hellingen de sterkte niet bevorderen maar wel de uitvoering bemoeielijken, en de breedte der fundeering vermeerderen, zoo stellen wij dat dagzijde en achterkant te lood komen, in welk geval de muur natuurlijk over de geheele hoogte de dikte van 1.21 M. moet hebben.

§ 648. Onder elk front, benevens aan de bovenzijde van het koffer of den valmuur, een kesp aannemende — breed 0.30 M., om redenen als voren — met de daarnevens gevorderde rij damplanken, gaan wij nu over om tusschen deze en de onder de waterkeering veronderstelde kesp, het aantal kespen, mede breed 0.30 M., te bepalen. — Daartoe dient formule (XXXII), bladz. 31 van voornoemde verhandeling: $d = 97.86\ v\ \sqrt{\frac{1}{H}}$ decim., waarin: d = de afstand midden op midden van de kespen; v = de dikte van den dennenvloer, en H = de geheele hoogte van den sluimuur.

Met het oog op het breeuwen van den dennenvloer en den daartoe aan elke vloerplaat gevorderden breeuwnaad is geene mindere dikte dan 0.1 M. voor dien vloer aan te nemen, die wij hier echter tot 0.11 M. brengen, omdat die vloer in het koffer of den valmuur wordt ingemetseld, en zijne dikte dus moet overeenkomen met een vol aantal lagen metselwerk. Alzoo v = 1.1 decim.

Voor de totale muurshooogte is boven gevonden 3.06 M., derhalve is H = 30.6 decim. — Door substitutie van deze waarden vindt men d = 19.46 dec. voor den maximum afstand van de kespen midden op midden. Deze afmeting op de teekening overbrengende, blijkt dat men tusschen den bovenvleugelmuur —

---

der deuren hier ook 2.05 M. meer is dan die van het bovenhoofd, en derhalve bedraagt 2.10 + 2.05 = 4.15 M. Stelt men zich nu tusschen den bovenregel en den onderregel nog drie tusschenregels voor, dan blijkt dat de tweede tusschenregel ter hoogte van het peil van het benedenpand ligt, zoodat — vermits alle lager liggende regels met dezelfde afmetingen kunnen volstaan welke deze tweede tusschenregel heeft — slechts de afmetingen van dezen is te berekenen. De breedte van den tweeden regel van een eikenhouten sluisdeur, wier regels op onderling even groote afstanden liggen, en wier breedte gelijk is aan $^5/_7$ hunner hoogte, wordt door dezelfde algemeene formule uitgedrukt als voor het bovenhoofd is gebruikt: nl.: $h = 0.073\ \sqrt[3]{l^1 v^2}$ decim., waarin $l = \frac{34.5}{2} = 17.25$ decim. De hoogte der deur, gelijk boven gezegd is, 41.5 dec. bedragende, wordt, bij het aannemen van drie regels tusschen den boven- en onderregel; de afstand der regels midden op midden ongev. $\frac{41.5}{4} = 10.375$ decim. De substitutie dezer waarde geeft: h = 2.32 decim. voor de blijvende dikte of breedte der regels, en dus voor hunne blijvende hoogte $b = {}^5/_7\ h = 1.66$ dec. Om gelijke redenen als voor het bovenhoofd zijn aangevoerd, dient de dikte of hoogte vermeerderd te worden met de inkeepingen, zoodat het zaak is, die dikte of hoogte op 0.21 M. aan te nemen. Daar het derde vak — dat is het vak, begrepen tusschen den tweeden en derden tusschenregel — van het beschot of de beplanking geheel onder het benedenpeil ligt, zoo behoeft men hiervan alleen de dikte te berekenen, vermits de lager gelegene vakken van het beschot met een gelijke dikte kunnen volstaan. De dikte van het eerste vak — dat is het vak, begrepen tusschen den bovenregel en den eersten tusschenregel — van het eiken beschot eener sluisdeur is, volgens formule (LXXIX), bladz. 54 der meergenoemde verhandeling: $w = 0.00422\ \sqrt{v^3}$ decim., waarin v de afstand midden op midden der regels. — Die van het tweede vak wordt, volgens formule (LXVIII), bladz. 49 van hetzelfde werk, gevonden door bovenstaande dikte met 1.71, en die van het derde vak door die met 2.21 te vermenigvuldigen. Daar v nagenoeg $= \frac{41.5}{4} = 10.375$ decim. is, vindt men voor de hier gezochte dikte van het derde vak van het beschot; $w = 2.21 \times 0.0042\ \sqrt{(10.375)^3} = 0.312$ dM. Ofschoon men dus, voor de geheele deur, met eene dikte van 0.032 M. voor het beschot zou kunnen volstaan, zou een beplanking van die geringe dikte niet behoorlijk zijn te breeuwen en waterdicht te maken; hiervoor kan men bij eikenhout niet wel minder dan 6 cM. nemen.

Uit het vorenstaande blijkt dus, dat ook voor de deuren van dit sluishoofd eene dikte van 0.30 M. kan aangehouden worden.

voor welke, door zijne dikte = 1.21 M, d van zelve op 9.1 dec. is bepaald — en de kesp onder de slagstijlen nog twee tusschenkespen moet leggen. Dientengevolge wordt hier d = 15.8 dec.

Beneden den drempel zou wellicht één tusschenkesp achterwege hebben kunnen blijven, doch om een behoorlijk voor het dragen van de sluisdeur voldoend contrafort te kunnen bekomen, is het aan te raden, hier één tusschenkesp te leggen. Daardoor wordt hier d = 9.8 dec., terwijl voor den valmuur of het koffer d = 7 dec. is.

Door den achterkant van den muur op de kespen, liggende wederzijds van de onder de slagstijlen geplaatste damplankrij, 0.5 M. te doen uitspringen, wordt hier een voldoend contrafort achter den slagstijl gevormd, en door de kesp van die damplankrij met de benedenwaarts volgende kesp 1.50 M te verlengen, verkrijgt men de gelegenheid om achter dat contrafort een gemetseld scherm te maken — afgedekt met een egelsrug, welks kruin tot het peil van het bovenpand reikt — dat boven een houten is te verkiezen.

§ 649. Overgaande tot de palen onder de muren heeft men bij een blijvende middellijn van minstens 0.23 M. en bij het gebruik van dennen kespen onder de muren, de formule (XXII), bladz. 26 van meergenoemde verhandeling te gebruiken, nl.: $i = \frac{7734.8}{H\,d}$ dec. waarin: i = de afstand der onder de muren staande palen, gemeten in een richting, loodrecht op de sluisas; H = als voren, de totale hoogte van den sluismuur = 30.6 decim. en d = als voren, de afstand midden op midden der kespen. Blijkens het bovengevondene, heeft d op de teekening de volgende waarden: voor den bovenfrontmuur 9.1 —; tusschen den bovenfrontmuur en het contrafort 15.8 — en daar beneden tot het koffer 9.8 decim. — Substitueert men deze waarden in de formule, dan vindt men achtereenvolgens: i = 27.8 —; 16.0 — en 25.8 dec. voor den maximum-afstand der palen onder de muren.

Na eerst, zoo onder de dagzijde als onder de achterzijde van den muur, een paal te hebben bepaald, blijkt dat, indien onder den bovenfrontmuur nog één tusschenpaal wordt gebracht, de afstand der palen in de richting van de wijdte der sluis overal beneden de voor ieder deel gevondene maxima van 27.8 —; 16 — en 25.8 dec. blijft. Hoewel men dus, ook voor het dikste gedeelte van het contrafort volstaan kan met één paal onder den dagzijde en één onder de achterzijde, is het echter, met het oog op het meerdere gewicht van den slagstijl en de daaraan hangende sluisdeur, geraden, hier nog één paal bij te voegen.

Door een dergelijke berekening zal men vinden dat onder het gemetselde scherm kon volstaan worden met twee palen onder het achtereinde.

Voor de zijdeelen van het koffer — dat zijn die deelen, welke als sluismuren opgaan — is, wanneer men aaneemt dat den dennenvloer van het koffer even diep wordt gelegd als die van het na te melden beneden sluishoofd, de hoogte H = 51.1 dec., terwijl de afstand midden op midden d der kespen hier is = 7 dec. Men vindt daardoor i = 21.6 dec. voor den grootsten afstand midden op midden van de palen onder dit deel van den sluismuur, weshalve, blijkens de teekening, één paal onder de dagzijde en één onder de achterzijde van den sluismuur ook hier ruim voldoende is. — Voor het tusschen de sluismuren, of in den dag gelegen deel van het koffer is H = 27.1 dec. en d, als voren, = 7 dec. Men vindt hiermede i = 40.8 dec., zoodat één paal in de as voldoende is om het boven liggende metselwerk van het koffer te dragen.

§ 650. Voor de pennen aan de palen in den dag der sluis eene blijvende lengte van minstens 0.23 M. aannemende, bij eene dikte van minstens 0.08 M. vindt men het in den dag der sluis gevorderde aantal palen van 0.30 M. middellijn door de formule (XXVII), blz. 27 der meergenoemde verhandelingen: $a = \frac{SVd\,(K + 3)}{11960} - 1$ stuks, waarin: S = het soortelijk gewicht van het water dat de sluis omringt, en dat men hier zonder groote onnauwkeurigheid wel = 1 kan stellen, behalve voor aan zee gelegene sluizen. Men zie omtrent de dan aan S te geven waarde, het blijvend gedeelte H van het Jaarboekje Kon. Inst. van Ing.; V = de diepte van den onderkant van den dennenvloer beneden het peil van het bovenpand (bij aan zee gelegen sluizen beneden den dagelijkschen vloed of gewoon hoog water); d = als voren, afstand middden op midden der kespen, en K = de wijdte der sluis.

Om de diepte V van den onderkant des dennenenvloers onder het peil van het bovenpand te weten, heeft men bij de voren berekende totale muurshoogte H = 30.6 dec., te voegen de dikte v van den dennenvloer, hierboven op 1.1 dec. aangenomen, en daarentegen af te trekken de hoogte, welke de bovenkant des sluismuurs heeft boven dat peil, en die, in den aanvang dezes, op 4 dec. is gesteld. Alzoo wordt $V = H + v - 4 = 30.6 + 1.1 - 4 = 27.7$ dec.

De teekening geeft voorts: voor bovenfrontmuur: d = 9.1 en K = 60 dec.; voor de deurkas d = 15.8 en K = 71 dec.; voor het contrefort d = 15.8 en 9.8 en K = 71 en 60 dec.; tusschen slagstijl en koffer d = 9.8 en K = 60 dec. Door subsitutie dezer waarden bekomt men achtereenvolgens: tusschen de bovenfrontmuren a = 0.31; tusschen de deurkassen a = 1.71; tusschen de slagstijlen a = 0.43 — of, hiervoor de naast hoogere geheele getallen nemende, achtereenvolgens één, twee en één palen in den dag der sluis.

Gevolgellijk wordt de afstand f dezer palen, midden op midden in de richting van de wijdte der sluis:

$$\left.\begin{array}{lll} \text{tusschen de binnenfrontmuren} & \frac{60+3}{2} = 31.5 & \text{dec.} \\ \text{„ „ deurkassen} & \frac{71+3}{3} = 24.67 & \text{„} \\ \text{„ „ slagstijlen} & \frac{60+3}{2} = 31.5 & \text{„} \end{array}\right\} = f$$

Het voren berekende aantal palen in den dag is dat, hetwelk noodig is om de oppersing te helpen weerstaan, die onder den dennenvloer eener droogstaande en rondom aangevulde sluis plaats heeft. Daar het gewicht van het metselwerk van het koffer gelijk staat met de oppersing die uitgeoefend wordt door een waterkolom, 1.81 maal hooger dan die van het metselwerk van het koffer, zoo spreekt het van zelve dat hier de onder het koffer in den dag der sluis staande palen niet noodig zijn tegen de oppersing, maar alleen om het metselwerk van dat koffer te dragen. Boven nu is reeds berekend, dat daartoe één paal in den dag voldoende is.

§ 651. De dikte van dennen zwalpen, breed 0.30 M., is volgens formule (VII), blz. 19 der voorgenoemde Verhandelingen: $Z = -(h+v) + \frac{1}{2600}\sqrt{130\ KdSV\ (K-af)}$ dec. waarin: h = de hoogte der dennenkespen onder de sluismuren; v = als boven, de dikte van den dennenvloer; K = de wijdte in den dag; d = als boven, afstand der kespen midden op midden; S = als voren, soortelijk gewicht van het water = 1 (voor zeesluizen, zie boven), V = als voren, diepte van den onderkant des dennenvloers onder het peil van het bovenpand (voor zeesluizen, zie boven), a = als voren, aantal palen in den dag, en f = als voren, afstand dezer palen, midden op midden, in de richting van de wijdte der sluis.

Daar al de zwalpen even dik dienen te zijn, heeft men blijkbaar slechts hunne afmetingen voor dat deel der sluisfundeering te bepalen, waar die dikte het grootst wordt. — Dit is het geval waar de uitdrukking Kd (K — af) het grootst wordt, en men tevens voor h en v de kleinste der voor het te vinden waarden aftrekt. — De grootste waarde van Kd (K — af) bekomt men voor f = 24.67 dec., en de daarmede overeenkomende waarden van K = 71, d = 15.8 dec. en a = 2, wier substitutie, met V = 27.7 dec. geeft Z = — (h + v) + 3.6 dec. Er moet dus nog de kleinste waarde voor h en v worden gezocht.

§ 652. Voor een breedte = 3 decim. is de hoogte der dennenkespen onder de muren, volgens formule (XXIX), bl. 27 der meergenoemde Verhandeling: $h = 0.0059\ i\sqrt{H\,d}$ dec., waarin als voren: i = de afstand midden op midden, in de richting van de wijdte der sluis, van de onder de muren staande palen; H = hoogte van den sluismuur, en d = afstand midden op midden van de kespen.

Volgens de teekening is: voor den bovenfrontmuur d = 9.1, i = 22.5 dec.; voor de kasmuren d = 15.8; i = 9.1 dec.; voor het contrefort d = 15.8 en 9.8; i = 14.1 en 9.8 dec.; tusschen slagstijl en koffer d = 9.8, i = 9.1 dec. — Hieruit blijkt dat de kleinste waarde voor h gevonden wordt voor i = 9.1 en d = 9.8, die, met de boven berekende waarde van H = 30.6 dec., geeft h = 0.93 dec. De dikte van den dennenvloer is, volgens formule (XXXI), bl. 31 der meergenoemde Verhandeling: $v = 0.0102\ d\sqrt{H}$ dec., waarin d en H de zoo even opgegevene beteekenis hebben. De waarde van v wordt het kleinst voor d = 9.1, die, met H = 30.6 dec., geeft v = 0.51 dec.

Men vindt alzoo voor de grootste dikte der zwalpen: Z = 3.6 — (h + v) = 3.6 — (0.93 + 0.51) = 2.16 dec. Daar de dikte of hoogte der zwalpen met een vol getal lagen metselwerk moet overeenkomen, zoo dienen de dennen zwalpen dus 0.22 M. hoog of dik genomen te worden.

§ 653. Ofschoon hierboven, om de grootste dikte voor den zwalp te bekomen, de kleinste dikte van vloer en kesp werd berekend, spreekt het van zelve dat de zekerheid en stabiliteit der sluis eischt om zoowel aan den vloer als aan de kespen, de grootste dikte te geven welke volgens de berekening wordt gevorderd. Uit een vergelijking van de formule voor de dikte der kesp $h = 0.0059\ i\sqrt{Hd}$ dec. met de boven medegedeelde waarden van i en d blijkt, dat h het grootst wordt voor i = 22.5 en de daarbij be-

hoorende waarde van d = 9.1, die met H = 30.6 dec. geven: h = 2.22 dec., zoodat men, regelmatigheidshalve, een zelfde afmeting aan al de kespen gevende, deze een dikte 0.23 M. bij de veronderstelde breedte van 0.30 M., behoort toe te kennen. Van die regelmatigheid kan men zonder bezwaar bij de uitvoering afwijken wat betreft de kespen onder het koffer, en hun alzoo de dikte geven, welke volgens de berekening gevorderd wordt. Voor die kespen is, voor zoo veel de als sluismuur opgaande zijdeelen van het koffer aangaat, i = 9.1; H = 51.1 en d = 7 dec., en voor het middeldeel i = 31.5; H = 27.1 en d = 7 dec. Met het oog op de formule voor de dikte der kesp h = 0.0059 i $\sqrt{}$ Hd decim. blijkt dat de grootste dikte hier wordt verkregen voor i = 31.5; H = 27.1 en d = 7 dec., nl. h = 2.56 dec. weshalve de kespen onder het koffer, bij eene breedte van 0.30 M., een dikte of hoogte van 0.26 M. behooren te hebben.

§ 654. Op gelijke wijze blijkt dat de dikte van de dennenvloer het grootst wordt voor d = 15.8 dec., gevende, met H = 30.6 dec.: v = 0.89 dec. Hoewel men dus strikt genomen, onder het geheele bovensluishoofd met een dennenvloer van 0.09 M. dikte kan volstaan, eischt, gelijk reeds boven is gezegd, de gevorderde breeuwnaad en het breeuwen dat die dikte nooit minder dan 0.1 M. zij.

§ 655. De stuit waarop de onder de muren staande palen moeten geheid worden is, volgens formule (XXI), bl. 25 der meergenoemde Verhandelingen, in den laatsten tocht van 30 slangen: $e^1 = \frac{5\ hB^2}{1.81\ Hdi\ (B + P)}$ dec., waarin: h de valhoogte van het blok, stel 13 dec.; B het gewicht van het blok, stel 400 Kgr.; P het gewicht van den heipaal, stel 200 Kgr.; H als voren, de totale muurshoogte = 30.6 dec.; d als voren, den afstand midden op midden der kespen, en i de afstand midden op midden, in de richting van de wijdte der sluis, van de onder de muren staande palen. — Gelijk reeds is medegedeeld geeft de teekening: voor den bovenfrontmuur d = 9.1 —; i = 22.5 dec.; voor de kasmuren d = 15.8 —; i = 9.1 dec.; voor het contrefort d = 15.8 en 9.8 —; i = 14.1 en 9.8 dec.; tusschen slagstijl en koffer d = 9.8 —; i = 9.1 decimeter. Door substitutie dezer cijfers vindt men den stuit in den laatsten tocht, en derhalve voor den stuit in de laatste drie tochten: voor de palen onder den bovenfrontmuur 46 —, voor die onder de kasmuren 65 —, voor die onder het contrefort 42 en 98 —, voor die onder het tusschen slagstijl en koffer begrepen deel van den sluismuur 105 dec. — Hierbij dient ook gevoegd te worden de stuit voor de palen onder het koffer. Daartoe is, zooals hierboven, te stellen: voor de als sluismuur opgaande zijdeelen: i = 9.1; H 51.1 en d = 7 dec.; en voor het middendeel: i = 31.5; H = 27.1 en d = 7 dec., waardoor men vindt voor den stuit in de laatste drie tochten: voor de palen onder de als sluismuur opgaande zijdeelen van het koffer 88 — en voor die onder het middeldeel van het koffer 48 centimeter.

De stuit waarop de in den dag der sluis staande palen geheid moeten worden is, volgens formule (XIX), blz. 25 der meergenoemde Verhandeling, in den laatsten tocht: $c = \frac{5\ hB^2}{6\ SVdf\ (B + P)}$ dec., waarin als voren: h = de valhoogte van het heiblok, stel 13 dec.; B = het gewicht van het blok, stel 400 Kgr; P = het gewicht van den paal, stel 200 Kgr.; S = het soortelijk gewicht van het water dat de sluis omringt, en dat men, zonder grove onnauwkeurigheid, wel = 1 kan stellen. (Voor aan zee gelegene sluizen, zie boven). V = de diepte van den onderkant van den dennenvloer onder het peil van het bovenpand (voor aan zee gelegene sluizen, zie boven) d = de afstand midden op midden der kespen en f = de afstand midden op midden in de richting van de wijdte der sluis, van de in den dag staande palen. — Blijkens de teekening is: tusschen de binnenfrontmuren d = 9.1 —; f = 31.5 dec.; in de deurkassen d = 15.8 —; f = 24.67 dec.; tusschen en beneden de slagstijlen d = 9.8 —; f = 31.5 decim. — De substitutie dezer waarden geeft voor den stuit in de laatste drie tochten: van de palen in den dag der sluis tusschen de bovenfrontmuren 11 centim., van de palen in den dag der sluis in de deurkassen 8 cM. en van die in den dag tusschen en beneden de slagstijlen 10 cM.

§ 656. De middellijn van de houtschroefbouten, waarmede de zwalpen aan de onderliggende kespen kunnen verbonden worden, vindt men dor de formule (XII), blz. 20 der meergenoemde Verhandelingen: $u = 0.00391\ \sqrt{\frac{KdSV}{e}}$ dec., waarin K = als voren, de wijdte der sluis, d = de afstand der kespen midden op midden, S = het soortelijk gewicht van het water dat de sluis omringt; V = de diepte van den onderkant van den dennenvloer beneden het peil van het bovenpand en e = het aantal der houtschroeven.

Aannemende dat elke zwalp op elke kesp door middel van zes houtschroeven wordt verbonden, alzoo

e = 6, heeft men natuurlijk slechts de dikte te berekenen voor het geval waarin die het grootst wordt, dat is, omdat S en V overal gelijke waarde hebben, voor de grootste waarde van het product Kd. Men bekomt die, blijkens de boven medegedeelde waarden van K en d, voor K = 71 en de daarbij behoorende waarde van d = 15.8 dec., door substitutie waarvan men, met V = 27.7 dec., vindt u = 0.28 dec. — Omdat dit de middellijn voorstelt van den bout op het dunste gedeelte — dit is tusschen de schroefdraden — zoo moet het ijzer der schroefbouten eene dikte bekomen van 0.033 M.

§ 657. Eindelijk wordt de doorsnede der gesmeed ijzeren hangsels voor de sluisdeuren gevonden door de formule (LXXXVIII), blz. 66 der meergenoemde Verhandelingen: $x = 0.00004 \frac{El}{B}$ vierk. dec., waarin: E = het gewicht der sluisdeur; l = als voren, de halve lengte der deur en B = de hoogte der deur.

Vermits één deur van het bovenslnishoofd vordert 1.870 M³. bezaagd eikenhout en 650 Kgr. ijzerwerk, zoo kan haar gewicht, met spijkers, breeuwwerk, enz. gesteld worden op ongev. 2400 Kgr. = E. — De lengte der deur is, volgens den aanvang dezes, 34.5 dec.; alzoo $l = \frac{34.5}{2} = 17.25$ dec., terwijl de hoogte der deur 21 dec. is. De substitutie dezer getallen geeft x = 0.0789 vierk dec. voor de doorsnede van het scharnier van den halsband, weshalve de ijzerdikte van dit scharnier moet zijn $\sqrt{}$ 0.0789 = 0.28 dec. en die voor de bouten $2 \sqrt{\frac{0.0789}{\pi}} = 0.32$ dec. De halsband zelve moet dus 3 × 0.28 = 0.84 dec. hoogte bij 0.28 dec. dikte hebben.

Het spreekt van zelf dat elk anker van den halsband kan volstaan met de voor het scharnier gevonden dikte, nl. 0.28 dec. = 28 millim. vierkant.

RIJSWERKEN.

§ 657. Bij het bespreken van den aanleg van wegen, het maken van beschoeiingen en stortebedden is reeds met enkele woorden over rijswerken gesproken, en naar dit hoofdstuk verwezen.

Onder het bij de waterbouwkundige werken gebruikt wordende rijshout verstaat men dunne taaie takken, die, zonder eenige besnoeiing, dus voorzien van de zijtakken en kopeinden in bossen worden gebonden. Om de verschillende soorten en afmetingen aan te duiden wordt het onderscheiden in; Hollandsch, Brabantsch, Schouwsch en Geldersch rijshout. Over soort en deugd van dit verschillend hout zullen wij hier, evenmin als bij het andere materiaal, verder handelen.

In de Algemeeene voorschriften voor de uitvoering en het onderhoud van werken onder het beheer van het Departement van Binnenlandsche zaken, worden voor elke soort hieromtrent nadere bepalingen opgegeven, zoowel wat de deugd en eigenschappen van het hout aangaat, als de afmetingen van de bossen enz.

Over het algemeen wordt het rijshout geleverd van de grienden of rijswaarden langs de rivieren (Gorinchem, Hardinxveld, Bergsche veld); het Brabantsche komt uit de hakhoutbosschen van Noord-Brabant; het Schouwsche van het eiland Schouwen, terwijl het Geldersche in Gelderland wordt gehakt. Buiten de rijsbossen als hoofdmateriaal heeft men de zoogenaamde *palen* en *latten*. Onder palen verstaat men in dezen zware stokken, van dezelfde houtsoort genomen. Deze palen moeten recht en glad zijn, om goed te kunnen worden ingeslagen, terwijl zij, wat de dikte aangaat, ongev. soort bij soort moeten verwerkt worden. De latten, ook wel gaarden genoemd, zijn taaie buigzame takken, die mede zwaar en scheutig zijn opgewassen. Zij moeten gebruikt worden bij het maken van de reeds vroeger genoemde tuinen en dus zeer buigzaam zijn. In sommige gevallen worden deze latten uit het rijshout, dat voor het werk wordt geleverd, genomen, althans wanneer de noodige latten, met betrekking tot de massa rijshout, dat gebruikt moet worden, niet groot is. In andere gevallen worden ook deze gaarden of latten in afzonderlijke bossen geleverd en aangevoerd.

Verder wordt voor het binden van rijswerk band gebezigd, ook uit twijgen bestaande en onderscheiden in wiep-, knijp- en kruisband. Bij het samenstellen van rijswerken worden, zooals reeds vroeger is gebleken, veelal wiepen gebruikt. Een wiep verkrijgt men door de bossen rijshout los te snijden, en de takken zoodanig uit te leggen en in elkander te laten loopen, dat zij saam gebonden eene dikte van ongev. 12 cM. verkrijgen. Het saambinden dezer takken geschiedt daarbij op elken meter met 6 wiepbanden en twee kruisbanden, welke laatste iets zwaarder dan de eerste zijn.

Door het steeds zoodanig uitleggen van dit rijshout, dat de einden door elkander loopen, is het duidelijk, dat deze wiepen eene lengte naar verkiezing kan worden gegeven. Om deze wiepen samen te stellen, steekt men eene rij stokken in den grond, die van boven alle bij wijze van een vork eindigen. In deze vorken wordt het rijshout uitgelegd of uitgesponnen, en daarna van de genoemde banden voorzien. Het geheel moet buigzaam en sterk zijn; nadat de bossen rijshout zijn losgesneden, worden zij daarom vooreerst van de daarin aanwezige korte of kromme stukken ontdaan.

Bij de rijswerken wordt ook veel gebruik gemaakt van zoogenaamde tuinen. Tot het klemmen en bevestigen van op den grond uitgespreid rijshout of andere doeleinden, worden in rechte of gebogene rijen de reeds genoemde palen ingeslagen. Die palen moeten voldoende lengte hebben, dat zij vast in den grond kunnen komen, en zooveel boven het rijsbed blijven, dat de tuinlatten daarom kunnen gevlochten worden. De afstanden dezer palen dienen eenigszins geregeld te worden naar de taaiheid der latten en is ongev. 30 à 40 cM. De palen worden boven het rijshout ter hoogte van 16 à 18 cM. omvlochten met de genoemde latten. Die omvlechting geschiedt over en weer, zoodat de latten beurtelings voor en achter den paal komen en dus de paal sterk tusschen de latten ingeknepen wordt. Deze tuinen worden sterk op het rijswerk neergedreven, terwijl daarbij de koppen der palen 4 à 5 cM. boven den tuin dienen te blijven. Het omspannen van deze latten geschiedt somtijds lat voor lat, maar ook wel telkens met twee of drie latten te gelijk. De onderlinge afstand dezer tuinen wordt in vele gevallen ongev. 40 à 50 cM. genomen. — Om meer verzekerd te zijn tegen het optrekken en afwerken der latten, wordt tusschen beide een paal geslagen, die van boven met een aangegroeide weerhaak is voorzien, of waarin een sleutelgat is aangebracht, waardoor een spie of sleutel kan worden geplaatst, die op de tuinlatten klemt. Die palen, meer bepaald ankerpalen genoemd, worden dan in geregeld verband om den 4den of 5den paal genomen.

§ 658. Rijsbedden. In § 47 is reeds vermeld, dat men bij het maken van wegen over slappe terreinen niet zelden het draagvermogen van den ondergrond moet vermeerderen door het aanleggen van rijswerken. Die rijsbeddingen zijn niet alleen daar, maar ook bij andere werken somtijds noodzakelijk. In genoemde § is reeds opgemerkt, dat die beddingen binnen den omtrek van den grond moeten blijven, waaronder zij worden aangelegd. Dit is voor langer behoud van het rijshout in het algemeen noodig en vooral bij waterkeeringen noodzakelijk, om door den omringenden grond den dijk waterdicht te krijgen. Bij wegen wordt die bedekking veelal op eene dikte van 40 à 60 cM. genomen, maar bij dijken zal men dit aan de buitenzijde op ongev. 2 M. moeten brengen, omdat men anders te weinig zekerheid heeft tegen afslag en afkabbeling. De dikte, die vroeger is opgegeven, op 0.4 à 1 M., zal naar de einden met mindere zwaarte kunnen volstaan dan in het midden, aangezien in het midden de meeste persing of belasting zal plaats hebben. De onderste wiepen van het onder-roosterwerk, worden in de breedte van het bed aangebracht, en om het bed over de breedte de meeste sterkte te geven, veelal op minder afstanden uit elkander gelegd dan de kruiselings daar over gelegde bovenwiepen; den afstand der eerste b.v.: op 60 à 70 cM. en dien der laatste op 1 à 1.20 M. nemende. Op elke kruising dezer wiepen worden zij aan elkander verbonden; de kruisen in den omtrek en over 's hands van binnen met een geteerd touw van verslagen scheepswand, en de overige met twee taaie kruisbanden. Bij de met touwen gebonden kruisen worden staken gestoken, en daarom het einde van het touw opgeslingerd, om door het andere einde de kruisen van het boven-roosterwerk te verbinden, en dus ook het boven- en onder-roosterwerk te vereenigen. Rechthoekig over de onderste laag wiepen wordt eene laag rijshout gelegd, waarvan de bossen dus volgens het beloop van den dijk of weg komen, zoodat de bovenwiepen daarin worden opgenomen. Die bossen worden zoodanig aangebracht, dat de boveneinden telkens door de ondereinden van de volgende bossen gedekt worden, uitschotlaag.

Bij de daarover aangebrachte optreklaag, waarbij zij rechthoekig over de andere worden gelegd, komen de boven- of bleeseinden boven. Hierover komt het boven-roosterwerk, waarbij tusschen de onderste of langsloopende wiepen, en dus onder de daarover kruisende wiepen, op nieuw rijsvulling als voren wordt aangebracht. De kruisingen der wiepen van het boven-roosterwerk moeten juist boven die van het onderste roosterwerk komen, om de genoemde verbinding door de touwtjes — sjorringtouwen — te kunnen bewerken. De genoemde staken wijzen daarvoor den weg aan. Nadat de beide roosterwerken door deze touwtjes zijn verbonden, en het tusschenliggende rijshout daarbij vast is aangeknepen, worden de staken uitgetrokken.

Bij deze bewerking zal men eene dikte van ongev. 50 cM. verkrijgen. Voor meerdere dikte neme men meerdere lagen, waarbij men de middelste lagen wel in schuine richting met betrekking tot de andere lagen heeft aangebracht, en veelal aan de dwarslagen, ter bevordering der sterkte over de breedte de meeste dikte geeft.

§ 659. Rijspakbermen of Pakwerk. Zooals reeds bij de beschoeiingen is opgegeven, in § 140, worden de glooingen van kanalen, vooral in waterachtige en drassige gronden, op sommige plaatsen met rijspakwerk opgezet. Ook voor aansluitingen van glooiingen aan sluiswerken wordt hiervan meermalen gebruik gemaakt, zooals onder anderen ook bij de sluis, voorgesteld op pl. 24 heeft plaats gehad.

Die rijspakwerken kunnen in dit geval veelal in het droge worden aangebracht. Ook worden de rijzen bermen wel aangewend om reeds uitgescheurde glooiingen op nieuw eene goede richting te geven en voor verdere wegspoeling te beveiligen, wat veelal bij de rivieren zal moeten plaats hebben. In dat geval zal de bewerking in het water moeten geschieden. Zij geschiedt in dit geval met uitschot- en optreklagen zooals dat bij de kribwerken zal worden opgegeven.

De eerstgenoemde rijspakwerken worden op de volgende wijze samengesteld. Nadat de noodige ontgraving is verricht, en dus de plaats, waar het pakwerk moet worden aangelegd, waterpas is afgewerkt, wordt daarop de onderste laag rijshout aangelegd. De bossen worden met de boleinden naar voren, en dus in de richting der aanleglijn gelegd, en zooveel mogelijk haaks op de voorlijn achteruit gelegd. Zij worden dicht gesloten, op en tegen elkander gelegd tot de bepaalde dikte, veelal ongev. 25 cM. Deze rijslaag wordt bevestigd door tuinen waarbij echter geen ankerstaken worden toegepast. De eerste of voorste tuin komt op 20 cM. achter den voorkant der rijslaag tegen den kopband der bossen, terwijl achter dezen tuin somtijds nog een wiep wordt aangebracht. Verder worden achter dezen tuin op afstanden van 0.50, 1 M. enz. meerdere tuinen gesteld, al naar de lengte van het rijshout of de breedte van den pakberm. Veelal wordt voor dit werk geen lang rijshout toegepast, daar dit de kosten verhoogt en meerdere ontgraving vordert, zonder dat het duurzamer of meer voldoend werk oplevert.

De ruimte tusschen de tuinen wordt daarna gelijk aangevuld met puin of brik, of met grondspecie, waarvoor dan vooral goed samenhangende grond, klei of leem, moet genomen worden. Achter langs den derden, of in het algemeen den laatsten tuin, worden ook wel bossen bladriet verwerkt, waarop dan de verdere achtervulling met geschikten grond kan plaats hebben. Over deze afgewerkte laag wordt evenzoo eene tweede gelegd, waarbij de boleinden zooveel worden teruggetrokken, dat de pakberm aan de voorzijde de bepaalde helling bekomt, terwijl daarbij de voorste tuin achter dien van de onderste laag moet komen. Deze laag wordt eveneens als de onderste behandeld, en ook met puin en grond bedekt. Op dergelijke wijze voortwerkende, wordt de geheele hoogte van het pakwerk verkregen, en geeft men aan de voorzijde veelal eene helling van $^1/_4$ à $^1/_6$ der hoogte. De bovenlaag wordt op afstanden van 50 cM. met tuinen bezet, die mede met puin of brik of met kleizoden worden ingevuld.

Bijaldien het pakwerk meerdere hoogte moet verkrijgen dan de lengte van het gebruikt wordende hout, worden, bij dezelfde bewerking om de andere laag, uitschotlagen achteruit gebracht. Ook deze lagen bestaan uit eene gesloten laag rijsbossen, waarvan de boleinden naar achteren komen, terwijl deze achteruit stekende laag mede met een' tuin wordt vastgezet.

Bij de rijspakwerken langs uitgespoelde gedeelten, die meer dan 4 M. diepte hebben, wordt het pakwerk niet tegen den achterliggenden grond aangesloten, maar evenals aan de voorzijde met eene helling opgetrokken van $^1/_2$ op 1, waarna de tusschenruimte met grond wordt aangevuld, die tegen afspoeling bij hooge waterstanden, met rijsbeslag belegd wordt. Bij dit rijspakwerk wordt veelal een bleeslaag onder het werk aangebracht, die een gedeelte buiten den voet van het perkwerk komt, om het wegspoelen van den grond te beletten.

§ 660. Sroobeklamping. Wanneer de bezoding van zeedijken bij gedeelten in slechten staat is, of de dijk, hetzij omdat hij nieuw en onbegroeid is of om andere redenen, niet voldoende tegen golfslag is beveiligd, zoo wordt daarover somtijds een stroomat aangebracht. Hiervoor neemt men liefst het lange en taaie roggestroo, daarop volgt het tarwe- en verder het haver- en gerstestroo. Onder het woord stroo verstaat men dat, wat de dorschvloer oplevert, terwijl men het uitgeschoten en gekamde stroo, dat dus van het korte stroo is ontdaan, meer bepaald glui noemt. Wil men de dijkglooiing door stroobeklamping versterken, dan wordt dit laat in het najaar met versch stroo uitgevoerd, opdat de mat bij het stormsaisoen de meeste sterkte bezit.

Men spreidt eene laag stroo dicht en gelijk uit, van boven aanvangende en de bossen, die gebonden worden aangevoerd, lossnijdende. Bij de eerste of bovenste stroolaag worden de ondereinden van het stroo naar boven en bij de daaronder volgende lagen naar beneden gelegd. Over deze spreilaag worden beugels aangebracht. Die beugels worden van glui genomen, en loopen in de richting van den dijk, op onderlinge

afstanden van 10 à 15 cM., zij worden goed ineengedraaid, en behouden dan eene dikte van 5 tot 7 cM., of plat, waarbij de dikte ongev. $^1/_2$ cM. bedraagt. De beugels, over het spreisel gelegd, worden op afstanden van 10 à 12 cM. met kramspaden ter diepte van 12 tot 18 cM. in den grond gestoken, en op afstanden van 10 à 20 cM. aangebracht.

De stroomat wordt zoowel voor betere dekking van den grond onder rijsbeslag toegepast, als voor afzonderlijke bedekking en, dan in het laatste geval nog als zomer- en wintermat. De meerdere en sterkere banden en de dikte der laag wordt hier naar geregeld. Zoo ook zal de diepte der pooten, waarmede de bekramming in den grond wordt bevestigd in nieuwen lossen grond meer moeten bedragen dan in vaste glooiingen.

§ 661. Rijsbeslag. Bij rijsbeslag worden de glooiingen onder het vereischte profiel vlak en geregeld aangestampt. Hierover wordt de genoemde stroobeklamping gelegd, en daarover, volgens de lengte van den dijk een spreisel van fijn droog riet, waarop de laag rijshout wordt aangebracht, ter dikte van 13 à 16 cM., dat als optreklaag, met de bleesen in de oppervlakte, haaks op het riet komt. Van boven en van onderen worden onder de einden van het rijs dunne dwarslagen gelegd van losgesneden bossen. Verder worden als voren tuinen geplaatst in de lengte van den dijk. De onderlinge afstand dezer tuinen moet geregeld worden naar de meerdere en mindere sterkte, die men moet verkrijgen. Veelal is de afstand ongev. 30 à 40 cM. hoewel zij op zwaar bedreigde punten somtijds op kleinere afstanden worden geplaatst. Nadat dit rijswerk eenige dagen heeft gelegen en door het water is bespoeld, moeten de tuinen worden nagezien, en daarna op nieuw worden aangedreven. Bij deze werken worden de tuinen somtijds niet alleen door de meergenoemde ankerstaken tegen oprijzen beveiligd, maar bovendien van spanningen voorzien. Die spanningen bestaan uit sparren of jufferhout die door perkoenpalen iets uit het lood over en weer ingeslagen en van wiggen of sleutels voorzien, over de tuinen geklemd worden gehouden.

In plaats van de genoemde tuinen worden ook wel om de 30 à 60 cM. alleen staakrijen aangebracht waartusschen eene steenbezetting of belasting wordt geplaatst van Doornikschen, Vilvoordschen of andere ballaststeen. De afstand der staken is daarbij ongev. 15 cM., terwijl de afstand der verschillende rijen, in verband met de afmetingen van den ballaststeen wordt bepaald. Door deze steenbezetting verkrijgt men een grooteren weerstand tegen den golfslag, dan dit door de tuinen kan worden verkregen, en is ook het rijshout beter tegen de lucht beveiligd. De ondervinding heeft geleerd, dat het rijsbeslag met tuinen bezet, niet meer dan 3 jaar voldoende is, terwijl men dit met steenen bezet op minstens tweemaal zoo lang mag rekenen. Ook geeft deze steenbezetting meerdere beveiliging tegen den zeeworm. Bestaat hiervoor vrees, dan worden de staken zoo diep ingeslagen, dat de koppen eenige centimeters onder de oppervlakte der steenbedekking komen.

§ 662. Zinkstukken. De zinkstukken hebben zeer veel overeenkomst met de rijzen bedden en bestaan, evenals deze uit een onder en boven roosterwerk met tusschenvulling. Reeds bij de stortebedden is daarvoor met een enkel woord gesproken. Zij worden gebrnikt om ze onder water te laten zinken.

Den vorm en de afmetingen van deze stukken moeten bepaald worden naar de verschillende diepten waarop het stuk gezonken moet worden.

Hierom moeten zoowel hier als voor andere rijswerken, die men onder water moet laten zinken, vooraf nauwkeurige peilingen worden verricht, op de plaatsen, waar die stukken moeten liggen. — Die stukken veelal tot voetingen of grondslag van de daarop te stellen dammen, glooiingen enz., waarvan de bovenlijn is bepaald. Door de glooiingen, die aan deze werken moeten gegeven worden, volgt daaruit, dat de breedte in aanleg, op de diepste plaatsen meer moet zijn, dan op de mindere diepten en die breedte dus naar de peiling op de plaats waar het stuk moet gezonken worden — de raai — moet bepaald worden.

In de nabijheid van die plaats wordt een vlak gedeelte glooiing der oevers gezocht of gemaakt, of daarvoor jukken in het water aangebracht, waarop het zinkstuk kan worden bewerkt. De ligging van dat vlak moet zoodanig zijn, dat het zinkstuk bij hoog water kan afdrijven of afgewerkt worden, voor de samenstelling van het zinkstuk is in de eerste plaats een onder-roosterwerk van wiepen noodig. De wiepen hebben eene zwaarte van 30 cM. in omtrek, worden op eenen afstand van ongev. 90 cM. gelegd, en moeten een gedeelte buiten het stuk uitkomen. De zinkstukken moeten in de lengte zooveel mogelijk sterkte bezitten, daar zij bij het afdrijven en zinken uitrekken; de wiepen, die in de lengte van het stuk liggen, moeten daarom in geen geval op grooteren afstand, dan boven is opgegeven, worden aangebracht. Ook moet om dezelfde redenen gezorgd worden, dat de einden der latten van de tuinen flink achter de staken

vallen, opdat zij niet kunnen afglijden. Verder behooren de onderste wiepen, althans op plaatsen waar veel stroom is, zooveel mogelijk rechthoekig op de richting van den stroom liggen, opdat het water niet onder het stuk zal doorgaan. De wiepen worden op de beide buitenste kruisingen en verder om den ander, door een geteerd touw aan elkander gebonden, terwijl de overige kruisen door kruisbanden worden bevestigd. De sjorringstouwtjes worden, evenals bij de rijzen bedden is opgegeven, aan staken naar boven gebracht, om later tot de verbinding van het onder- en bovenrooster te dienen. De rijsvulling moet zoodanig bewerkt worden, dat zij, na door de sjorringtouwtjes ineen geperst te zijn, uit aaneengesloten lagen en eene gelijkmatige dikte bestaan. De grootte der zinkstukken kan vrij aanzienlijk zijn, die grootte wordt echter beperkt, doordat zij te onhandelbaar kunnen worden om met voldoende juistheid te worden gezonken of om op de daarvoor benoodigde plaats te worden gebracht. De grootste stukken hebben dan ook eene breedte van ongev. 16 bij eene lengte van 1.75 M., de dikte is van 0.4 tot 1 M. Zwaardere stukken zouden te stijf worden, om goed gesloten op den grond neer te vallen, om zich voldoende naar de ongelijke diepten van den bodem, waarop zij rusten, te geven. Bestaan de stukken uit 3 lagen, dan verkrijgen zij eene dikte van ruim 40 cM. De onderste laag wordt dan als uitschotlaag, in de lengte van het zinkstuk gelegd, terwijl de beide volgende, de daaronderliggende laag telkens rechthoekig kruisende, als optreklagen worden bewerkt. Zooals reeds gezegd is, moeten deze stukken worden gezonken. Hiervoor moeten zij met ballast worden bezwaard, omdat zij anders op het water drijven. Om dit ballast op het zinkstuk te houden, ook wanneer deze een schuinen stand aanneemt, wordt de bovenoppervlakte door het aanbrengen van tuinen in verschillende vakken verdeelt. Rondom de stukken worden de beide buitenste wiepen rondloopende tuinen gesteld, die met ankerstaken worden vastgezet, en het *gangboord* vormen. Verder worden de elkander kruisende tuinen om den anderen wiep ingeslagen, de overloopende wiepen van ankerstaken voorzien, de staken der wiepen moeten wel in, maar niet door het onderste roosterwerk komen, omdat daarbij zoo het stuk aan den grond komt, de staken zouden oprijzen, en dus de tuinen zouden worden opgezet. Het stuk moet, afgewerkt zijnde, worden afgedreven en naar de plaats van zinking worden gebracht, en aldaar worden vastgehouden. Hiervoor moeten kabels en trossen aan het stuk verbonden worden. Om hiertoe voldoende gelegenheid te verkrijgen, worden zoogenaamde *proppen* in het stuk geslagen. Die proppen bestaan uit eenige palen of staken, 10 tot 14 stuks, die in schuinen stand over en weer dicht tegen elkander worden ingeslagen, waarvoor op die plaatsen in het onderste roosterwerk een paar bos latten worden bevestigd, terwijl de betuining daarvoor zooveel noodig vervalt. Die proppen komen op ongev. de derde kruising der wiepen uit de hoeken van het stuk, en verder ongev. om de 15 M. afstand van elkander. De verbinding van het onder- en bovenroosterwerk kan daarbij op die plaatsen worden verdubbeld, om meerdere sterkte te verkrijgen.

Het stuk wordt boven de plaats van bestemming gebracht, dat door sparren of stokken, die boven water reiken, voldoende is uitgezet, en hieraan eenige zinklijnen bevestigd, waarmede het wordt vastgezet. Moet het stuk geheel op vrij water worden gezonken, dan geschiedt deze bevestiging aan vaartuigen, die om het zinkstuk liggen en voorzien zijn van den ballast waarmede het stuk moet worden bezwaard. Hierna begint men het stuk in het midden het eerst en verder over de geheele oppervlakte door den ballast te verzwaren, zoodat het zal doorbuigen en in de genoemde zinklijnen gaat hangen. Nadat hiermede zooveel noodig is voortgegaan en de opgeworpen ballast voldoende is om het zinkstuk naar beneden te brengen, en het water voldoende stil is, wordt op een daarvoor gegeven teeken van alle zijden meer ballast op het stuk geworpen en tevens de zinklijnen gevierd en het stuk zoo gelijkmatig mogelijk op den grond neergelaten.

De vaartuigen zijn zoodanig verankerd en gemeerd, dat zij bij deze bewerking op hunne plaats blijven liggen, terwijl zij zich na het loslaten der vier- of zinklijnen regelmatig boven het stuk verdeelen, en door het nawerpen van ballast, dat gelijkmatig en geheel met ballast bedekken. De belasting geschiedt met schorgrond, puin en steen, 't zij Vilvoordsche, Doorniksche of andere. De hoeveelheid moet voldoende zijn om het stuk aan den grond te brengen; echter zal hierbij ook de werking van den stroom en golfslag voldoende moeten overwonnen worden, en zal somtijds ook, met het oog op den zeeworm, eene geheele bedekking noodig kunnen zijn. De buitenomtrekken der stukken worden veelal met steenbezetting bezwaard, terwijl men dan in het midden wel vletgrond en puin aanbrengt, waarbij ook de eerste bestorting met steen geschiedt.

§ 663. Bleeslagen. De bleeslagen hebben weder veel overeenkomst met de zinkstukken. Zij worden gebruikt aan de bovenrivieren, waar de stroom steeds naar dezelfde zijde loopt, om de oevers tegen uit-

scheuren te beveiligen of uitgescheurde oevers te herstellen. Ook worden deze stukken aangewend om het rijspakwerk daarop te plaatsen, waarbij het tot buiten dat pakwerk, den grond bekleed en voor uitstroomen beveiligt. Het zinken laten van zinkstukken, die op eene andere plaats klaar gemaakt, hier werden aangevoerd, zooals dat bij de zinkstukken is opgegeven, zou wegens den altijd naar ééne zijde doorgaanden stroom niet gelukken. Deze stukken worden daarom dadelijk op de plaats van zinking gemaakt, en onmiddelijk aan den oever bevestigd. Ook hier is in de eerste plaats eene nauwkeurige peiling noodig, om de grootte van het stuk met zekerheid te kunnen bepalen. De raaien der peilingen moeten rechthoekig op den oever plaats hebben en dienen niet meer dan 15 à 20 M. van elkander verwijderd te zijn. Om de gedane peilingen, met betrekking tot den oever te kunnen bepalen, en daar naar te kunnen werken, moet op den oever eene rechte lijn worden bepaald en door vaste punten worden aangegeven, om daar naar den peilstaat of de teekening te kunnen bewerken, en de juiste plaatsen ten allen tijde te kunnen weer vinden.

Het rijswerk wordt begonnen aan de bovenzijde, dus van die zijde van waar de stroom komt, in driehoekigen vorm, waarvan de hypothenusa aan den oever sluit, met uitschotlaag. Daarvoor worden de rijsbossen met de koppen of boleinden op een daarvoor afgeplat gedeelte van den oever eenige meters lengte uitgelegd, met de blezen stroomopwaarts gekeerd; hierover legt met eene tweede en derde dito laag, telkens ongev. 30 à 40 cM. vooruit schuivende. Deze alzoo uitgelegde lagen moeten, voor men verder kan werken, worden vastgemaakt, daar het anders door den stroom uit elkander zoude glijden en afdrijven. Hiervoor legt men over dit hout een spreisel van losgesneden rijshout, dat in schuine richting op den uitschot wordt uitgelegd, met de bollen stroomwaarts op, waardoor ook het werkvolk op het stuk kan werken, en daarover op een onderlingen afstand van circa 1 M. wiepen gelegd, en met staken bevestigd. Deze wiepen hebben eene lengte van 7 à 9 M., liggen voor een gedeelte op den oever en worden aldaar met twee à drie palen vastgemaakt. Op dezen uitschot en de vooruitstekende wiepen worden meer uitschotten aangebracht van dezelfde constructie, de hierover aangebrachte wiepen liggen telkens 1.5 à 2 M. op het vorige stuk en worden daarop door palen verbonden, terwijl zij tevens door banden aan de vorige wiepen worden bevestigd. Langs den buitenkant van het stuk brengt men uit den wal beginnende een tuin aan en aan de binnenzijde daarvan een wiep, ook wel twee wiepen naast elkander met een derde er boven op, die aan de onderste wordt vastgeslagen; hierop wordt verder een tuin geslagen. Over deze verschillende uitschotten wordt eene deklaag van losgesneden bossen aangebracht, ter dikte van 30 á 45 cM. Hiermede wordt aan de buitenzijde aangevangen, en de bossen met de blezen stroomwaarts ingelegd, tot dat men terugwerkende ongev. 1 à 1.2 M. op den oever komt, die daarvoor van eenen platten berm is voorzien. Is het hout, alzoo dicht en glad uitgepreid, dan worden schuins over deze bossen en op afstanden van ongev. 60 cM. wiepen gelegd, welke wiepen om den meter met een' paal worden vastgeslagen. Verder worden over het stuk tuinen aangebracht, tot het vormen van dwarshokken voor den ballast. Somtijds worden ook langs de buitenzijde in plaats van den opgegeven grooten tuin en wiepen op een' afstand van b.v. 1 M. een tweede zware tuin gesteld en tusschen deze tuinen dwarstuinen aangebracht, om betere geschiktheid te verkrijgen voor het aanbrengen van den ballast.

Is dit stuk gereed, dan wordt het door opwerken van ballast aan den grond gebracht; hiervoor wordt veelal de meest grove grint gebruikt, die in den omtrek kan verkregen worden. Met deze belasting wordt aan de bovenzijde van het stuk bij den oever begonnen, en gelijkelijk over het geheele stuk doorgegaan, waarbij de buitenzijde — het gangboord — met puin wordt bezwaard. Men moet daarbij zorgen, dat het stuk goed vlak aan den grond komt, en dat de ballast langzaam worde aangebracht om geene verzetting in het stuk te krijgen. Nadat het aan den grond is gebracht, moet de belasting zoo schielijk mogelijk worden voortgezet tot zoolang, dat het geheele stuk daarmede bedekt is.

Bij groote stukken kan met zinken worden aangevangen, vóór dat het stuk is afgewerkt. Men begint daarmede dan bij den oever, steeds zorgende, dat het stuk vlak op de glooiing valt, en dat het zinken niet zoo ver plaats heeft, dat het onafgewerkte einde niet meer vlak op het water blijft drijven.

§ 664. Kribben. De kribben of hoofden worden als vooruitspringende deelen van den oever in zee of rivieren aangelegd, om den oever te bewaren en den stroom af te leiden. De samenstelling dezer hoofden ook voorzoover zij uit rijswerk bestaan, is verschillend, al naar de plaats, waar zij worden aangebracht. Voor de kribben, die in zee worden gemaakt, gebruikt men de vroeger opgegeven zinkstukken. Van deze zinkstukken worden daarbij zooveel op elkander gezonken, tot dat men op de laag-waterlijn is gekomen. De laagten die daarbij aanwezig zijn worden gelijk en waterpas gemaakt. Elk opvolgend zinkstuk

wordt zooveel smaller dan het voorgaande gemaakt, als bepaald is, om overeenkomstig de verschillende diepten bij gelijke bovenbreedte, de vereischte glooiingen te bekomen. Boven de laagste waterlijn wordt de krib verder met kruislagen opgewerkt, waarbij de bossen met de boleinden buitenwaarts moeten liggen, en welke lagen eene dikte van ongev· 40 cM. verkrijgen.

Nabij de buitenkanten zet men op deze laag een rondgaanden tuin, en hiertusschen wordt de oppervlakte met wiepen belegd, die om de 70 à 80 cM. worden aangebracht, en om den meter met een paal worden vastgezet. Nadat de ruimten tusschen tuinen en wiepen met grond of brik voor de buitenzijden zijn aangevuld, wordt hierover op nieuw eene dito laag gelegd, waarvan de boleinden der bossen de genoemde tuinen van de onderliggende laag bedekken. De tuin over deze laag komt dan ongev. 15 cM. binnen dien der onderste laag. Alzoo tot de bepaalde hoogte door werkende, wordt de bovenoppervlakte, op afstanden van 50 cM. geheel met tuinen bezet, en met steen afgedekt; terwijl langs de buitenzijde en het front van de krib mede wel steenen langs den voet worden gestort. Op de boven rivieren zou bovenstaande bewerking niet wel uitvoerbaar zijn, om dezelfde redenen als bij de bleeswerken is opgegeven, de steeds doorloopende stroom zou eene voldoende zinking niet toelaten. Evenals bij de bleeslagen, worden de stukken rijswerk in dit geval onmiddelijk boven de plaats, waar zij moeten gezonken worden, vervaardigd en aan den oever verbonden, reeds gedurende de bewerking gezonken. Deze kribben worden veelal aangelegd met eene binnendosseering van $^1/_2$ op 1 en eene buitendosseering van 1 op 1, zij worden ter hoogte van eenige centimeters boven den gewonen zomerwaterstand opgetrokken; het bovenvlak onder eene afdragende lijn, van den oever uit, van $^1/_{200}$ der lengte of daaromtrent. De breedte van den aanleg moet naar de verschillende diepten worden geregeld, terwijl de bovenbreedte veelal ongev. 4 cM. is. Zij worden bewerkt, zooals bij de bleeswerken is opgegeven, met uitschot en optreklagen gedekt door kruislagen; van den oever uit moet hier telkens boven water worden gewerkt, en het werk boven water gehouden, ook wel baardwerken genoemd. Bijaldien de krib rechthoekig op den oever moet uitkomen, begint men dadelijk op den oever met uitschotlagen of schietlagen vooruit te werken, waarvan de blezen iets schuin stoomwaarts in worden gelegd. Nadat hiervoor de eerste laag langs, en voor een gedeelte op den afgegraven oever is gelegd, wordt hierop, op ongev. $1^1/_2$ M. afstand veelal een dwarsbos gelegd, met de blezen op elkander. Hierna legt men de tweede scheut ongev. 60 cM. verder vooruit. Bij het aanbrengen van genoemde dwarsboslaag, blijven daardoor de blezen der bossen meer uit het water, en kan dus daarop de stroom minder werken, terwijl daardoor tevens meer verband in het geheel wordt gebracht. Evenwel willen velen dit niet zien toegepast. De nu verkregene dikte moet voldoende zijn, om op het uitgebrachte werk te kunnen loopen. Zoo gaat men met dit werk vooruit tot zoover men dit om den stroom behouden kan, ongev. 2 à 2.50 M. Hierna wordt dit werk, op soortgelijke wijze als bij de bleeslagen is opgegeven, met wiepen verbonden. Vervolgens wordt nog een, twee of meer malen met dit werk vooruitgegaan, totdat de stroom van het water het niet meer toelaat; de rechthoekig daarover aangebrachte bossen als optreklaag worden mede met de blezen schuin naar buiten gelegd, waardoor dan alle genoemde afzonderlijke stukken of baarden door de optreklaag gedekt zijn. Hierover wordt weer, als vroeger is opgegeven, los rijshout gespreid en daarover wiepen aangebracht, die langs de buitenkanten veelal wordt verdubbeld, en verder de dek- en optreklagen als de bleeslagen aangebracht, en op nieuw vooruit gewerkt. Gedurende de bewerking begint men het werk van den oever af met grint te bezwaren, en aan den grond te brengen, tot zoo ver als de goede bewerking van het voorste gedeelte dit toelaat, opdat dit voorste gedeelte, door de werking van den stroom niet te veel uit de richting komt. Waar het aan den grond liggende stuk met het water gelijk is, begint men op nieuw met baarden vooruit te werken, als boven is opgegeven, en alzoo telkens van achteren af verhoogende, totdat het werk iets boven het water komt. Om de noodige vastheid aan het werk te geven wordt alsdan de grint opgehoopt, zoodat geregeld ongev. 2 M^3. per strekkende M. over het werk ligt, waarop als op een punt van groot belang bijzonder moet gelet worden. Deze belasting moet, naar gelang van de diepte van het water, waar het werk gelegd moet worden, van 4 tot 8 dagen blijven liggen en telkens aangevuld worden, waarna de grint tot op de tuinen en wiepen wordt afgewerkt, en in de glooiingen verspreid, om het werk door kruislagen tot de bepaalde hoogte op te werken. Hierbij moet nauwkeurig gelet worden op de noodige breedte voor de verschillende plaatsen en diepten, om van boven volgens de bepaling uit te komen, en dus ook op de dikte der stukken. Hoe dunner de baarden worden bewerkt, hoe sterker werk er verkregen wordt. Bij droog rijshout zal eene dikte van ongev. 1.3 M. voldoende zijn.

Om aan het kopeinde van de krib de zoogenaamde punt te maken, moet men de diepte nauwkeurig peilen, om zoover noodig, door uitschot en optreklagen vooruit te werken, dat na de zinking de helling, veelal 2 of 1 op 1, te verkrijgen is. Het is duidelijk, dat door den omtrekkenden stroom, deze punten veel te verduren hebben; hierom moet de laatste optreklaag door wiepen en zware langs- en dwarstuinen bevestigd worden, voor het behouden van ballast. De verzakkingen, die gedurende de bewerking bij de op den grond gebrachte gedeelten plaats heeft, wordt steeds met eene deklaag aangevuld, om de oppervlakte gelijk en boven water te houden. Verder wordt de krib door deklagen van ongev. 30 cM. dikte ter vereischte hoogte gebracht, met tuinen en wiepen bezet en ter hoogte der wiepen met grint bedekt, terwijl de laatste laag, op afstanden van 60 cM. geheel met tuinen wordt vastgezet, waarbij, ter voorkoming van het wegspoelen van den grond een wiep langs de binnenzijde van den buitensten tuin wordt aangebracht.

§ 665. Beslagwerk. De oevers of dijken, die door het grasgewas niet voldoende zijn bekleed, of daar, waar de pas opgeworpen dijken geene voldoende vastheid bezitten, worden zij op de bovenrivieren boven water wel met beslagwerk voorzien. Zij worden daarbij belegd met losgesneden bossen rijshout. Aan de bovenzijde van den dijk wordt hiermede aangevangen, de bossen met de blezen naar boven gelegd en telkens zooveel afgetrokken, dat het beslag, na onder de tuinen beknepen te zijn, eene dikte van 15 á 20 cM. behoudt. Het geheel wordt betuind, zooals dat bij het vroegere rijsbeslag is opgegeven. Ter voorkoming van beschadiging bij ijsgang enz. wordt dit beslagwerk ook wel zoodanig bewerkt, dat de tuinen onder het rijshout komen. Om den dijk tegen golfslag te beveiligen, vangt men met het beleggen van boven aan, het rijs met de blezen naar beneden leggende. De laag wordt op $^1/_3$ der lengte vastgezet met een lagen tuin en verder de oppervlakte met een laagje grint gelijk gemaakt. Hierover wordt de tweede laag aangebracht, waarmede de genoemde tuin wordt bedekt en eveneens bevestigd, zoo voortgaande tot de diepte, waarop het beslagwerk zal worden aangebracht, terwijl de onderste laag met de boleinden naar beneden wordt gelegd en met eenige tuinen wordt vastgezet. Bij eene bedekking van overlaten, wordt met het leggen van het rijshout van onderen begonnen. Hierbij kan men ook de boleinden naar onderen leggen, deze bewerking wordt ook wel bij de vooreinden der kribben aangewend, en eene bewerking met stoppellagen aangewend.

INPOLDERING.

§ 666. Een groot gedeelte van ons land bestaat uit ingepolderde landerijen, die kunstmatig worden droog gehouden. Vele meeren zijn in vruchtbare landstreken herschapen, en op andere plaatsen waterplassen voor aangrenzende gronden onschadelijk gemaakt. Over het algemeen wordt aan deze afzonderlijk droog gemaakte gedeelten den naam van polders gegeven, terwijl men ze in hoofdzaak in twee soorten onderscheidt. Onder de benaming van polder wordt meer verstaan, die afzonderlijk omdijkte en drooggemaakte gedeelten laag land, die beneden het boezemwater der aangrenzende landerijen liggen, en derhalve zonder afzonderlijk kunstmatige droogmaking onder water zouden loopen. De inpolderingen van meeren en andere waterplassen, waarvan de bodem op meerdere diepte beneden het maaiveld van de omliggende landen ligt, worden meer bepaald met den naam van droogmakerijen bestempeld.

Afzonderlijke polders vindt men in ons vaderland zeer veel, waarvan somtijds verschillende tot één waterschap worden vereenigd. Het beheer over deze gezamentlijke polders is dan opgedragen aan een bestuur, terwijl elke polder een eigen beheer heeft, tot het regelen der afzonderlijke belangen. De uitmaling dezer polders geschiedt daarbij op gemeenschappelijke kanalen of wateren, die weer door gemeenschappelijke aangelegde en onderhouden sluizen moeten uitwateren. Kan het uitwateren uit deze kanalen niet langs den natuurlijken weg plaats hebben, dat is: kan het hierin opgemalen water niet op lager liggende wateren of bij geschikte tijden in zee uitwateren, dan moet het water ook uit deze kanalen in hooger liggende panden worden opgemalen, zoodat in dit geval een zoogenaamd *bovengemaal* moet worden aangelegd.

Het belang der aangrenzende landerijen, zoowel als dat van den afzonderlijken polder, vorderen daarbij in den regel afzonderlijke bepalingen tot het bekomen van gewenschte waterhoogten in deze uitloozingskanalen. Veelal mag eene zekere waterhoogte in dit kanaal niet worden overschreden. Is dus het water in het uitloozingskanaal tot die hoogte, het peil, geklommen, dan mag de uitmaling der polders niet meer plaats

vinden. In dit geval noemt men deze uitwateringen, waterbergplaatsen of boezems, *besloten boezems*, terwijl men ze in het tegenovergesteld geval, waarbij de uitmaling der polders bij alle waterhoogten mag plaats hebben, *vrije boezems* noemt. Tegenover het *maalpeil* heeft men in den regel ook een *zomerpeil*, dat is een laagsten stand bepaald, beneden welk peil men het boezemwater niet wenschelijk acht. Men tracht dus door de inrichting der sluizen of het inlaten van water in het algemeen, er voor te kunnen zorgen, dat het water niet beneden dat peil komt, of daar beneden kan afloopen. Het is duidelijk, dat groote en uitgestrekte boezems als waterbergplaats wenschelijk zijn.

Kan de boezem in langen tijd niet voldoende uitwateren dan zal de waterstand daarbij niet zoo schielijk verhoogd worden, en in het tegenovergestelde geval bij lange droogten zal er geschikte gelegenheid bestaan, om de polders van meer water te voorzien. Hierom worden somtijds afzonderlijke waterbergplaatsen, *bergboezems*, aangelegd, door een gedeelte van den polder zoodanig in te richten en te omdijken, dat men deze al of niet met den boezem in gemeenschap kan brengen, om het water uit den boezem daarin af te tappen. Bij lage waterstanden kunnen dan deze bergboezems worden geledigd, om er bij hooge standen partij van te trekken. Verder heeft of behoudt men sommige gevallen lage gedeelten naast de uitwateringskanalen, die des zomers boven den waterstand blijven, en daardoor voor grasgewas bruikbaar zijn, maar in den herfst en winter onder water loopen, en daardoor den boezem vergrooten.

De werkzaamheden, die tot het droogmaken behooren, kan men in hoofdzaak onderscheiden in:

1. Het afsluiten van het gedeelte, dat zal worden droog gemaakt door omdijking.
2. Het uitmalen van het water.
3. Het verder geschikt maken voor bebouwing.

§ 667. Zal een plas worden droog gemaakt, dan is het een eerste vereischte, dat het water van die oppervlakte van het omliggende water gescheiden wordt; hiervoor zal nagenoeg altijd eene omdijking noodig zijn. Die dijk of ringdijk moet zoo kort mogelijk worden genomen en daarom kan daarbij niet altijd de richting van den plas worden gevolgd. Plaatselijke toestanden, in verband met de geschikte ligging en hoogte van den grond om eene goede verdeeling van gelijke waterstanden te verkrijgen, moeten hierin mede de keuze bepalen. In den regel wordt de noodige grond verkregen door het graven van eene ringvaart. Die ringvaart is dan later dienstig voor scheepvaart om den polder, voor verbinding van de kanalen in en om den polder, en voor het uitloozen van het uit den polder opgemalen water. Naar de hoeveelheid grond, voor den ringdijk noodig, of naar andere genoemde vereischten waaraan de ringvaart zal moeten voldoen, moet dus de grootte, het profiel, worden bepaald. Aan vele ringdijken is bij de droogmakerijen eene binnenglooiing gegeven van 5 op 1 met eene buitenglooiing (ringvaartszijde) van 2 op 1, bij eene hoogte van 1 M. boven peil.

De hoogte dezer ringdijken moet worden geregeld naar de hoogste waterstanden, die moeten gekeerd worden, en waarboven de dijk 50 à 60 cM. dient verheven te blijven. Het kan ook zijn, dat men hierbij rekenschap heeft te houden met doorbraken van andere dijken, waarbij het omliggende terrein geheel of gedeeltelijk onder water kan komen. Men dient daarbij te bedenken, dat, hoewel alle overstroomingen door doorbraak veelal nadeelige gevolgen hebben, dit bij droogmakingen bijzonder nadeelig zal zijn. Nadat de doorbraak is hersteld, zal er geene gelegenheid komen om het water geheel of gedeeltelijk weer te laten afloopen, maar moet alles op nieuw worden uitgemalen en droog gemaakt; waarvoor in den regel op nieuw afzonderlijke watermalingswerktuigen zullen moeten geplaatst worden.

Daar de dijken dus aan zeer verschillende voorwaarden zullen moeten voldoen, en ook uit zeer verschillende specie bestaan, is het natuurlijk dat hun profiel nog al zal moeten verschillen. Veelal moeten zij op slappe en veengronden worden samengesteld. Het is duidelijk, dat daarbij licht verzakkingen of afscheuringen zullen ontstaan. Het vermeerderen van het draagvermogen van den grond door middel van rijzen bedden, zal bij den aanleg van dijken zooveel mogelijk moeten vermeden worden, aangezien het hier vooral op waterdichtheid aankomt. De veenspecie heeft echter het voordeel zeer licht te zijn, en kan daarbij vrij dichte dijken opleveren. Overigens maakt men zooveel mogelijk gebruik van klei; 'tzij dat men hiermede de geheele dijken kan opwerpen — wat echter bij droogmakerijen zelden zal kunnen plaats hebben — 'tzij dat men aan de buitenzijde eene kleibedekking of wel in het lichaam van den dijk eene kleikist kan aanbrengen, zooals ook reeds vroeger bij de kanaaldijken is besproken.

Bij den aanleg van deze dijken is bij slappe kleispeciën, waar rijsbeddingen noodzakelijk waren ter voorkoming van afschuivingen, met bijzonder goed succes gebruik gemaakt van dwarswiepen tot afvoer van

het water. Men legde nl. rijzen wiepen in den dijk, die, tot over het midden onder den dijk doorloopende aan de binnenzijde buiten den voet des dijks kwamen. Langs deze wiepen liep het water uit den dijk, zoodat daardoor de uitdroging belangrijk werd bevorderd. Vooral bleek dit, wanneer een der wiepen aan de buitenzijde door grond was afgesloten; werd dit vooreinde weder open gegraven, dan stroomde op eens het water in massa uit den dijk. Vooral langs die wiepen, welke in verbinding waren met onder den dijk aangebrachte rijspakwerken, liep zeer veel water uit.

Die op lichte grond opgeworpene en uit dito grond bestaande dijken, zullen zeer licht verzakken en verschuiven. Voor zoo verre de verzakking een gevolg is van uitdroging en samenpakking van den opgeworpen grond, kan men de aanleghoogte zooveel noodig vermeerderen; maar indien de ondergrond geen voldoenden weerstand biedt, om den opgeworpen dijk te dragen, kan het zeer moeielijk worden, voldoende maatregelen te nemen. Niet zelden geeft het op nieuw ophoogen van verzakte gedeelten weinig resultaat, daar de verzakte grond in een naast liggend terrein weer naar boven komende, het draagvermogen van den ondergrond weinig of niet vermeerdert. Hoewel de flauwe hellingen of dosseeringen der dijkglooiingen, deze beter tegen het water bestand doen zijn, dienen zij nooit steiler dan 2 op 1 genomen te worden. Veelal verkrijgen zij een vlakker beloop, om den voet of aanleg van den dijk te verbreeden, en daardoor de zwaarte van opgeworpen grond over eene grooter oppervlakte te verdeelen. Bovendien is men veelal genoodzaakt, om langs den voet van den dijk flinke bermen te laten staan.

Moet de dijk op sommige plaatsen door plassen of meeren worden gelegd, waar b.v. niet meer dan 1 à 1.5 M. water staat, en een vaste ondergrond aanwezig is, dan zal dit met goeden grond door inplemping kunnen geschieden. Bij zachtere grondsoort of bij meerdere diepte, zal men vooraf langs den voet des dijks steunbermen moeten opwerpen van grond- of rijswerk, om daartusschen de bestorting uit te voeren zooals bij den aanleg der havenhoofden nader zal omschreven worden.

Het is duidelijk, dat met het droogmaken en dus met het uitmalen van het water niet kan worden begonnen, voor de geheele ruimte, die ingepolderd zal worden, door den ringdijk is afgesloten. Dit afsluiten kan niet geschieden, vóór de nieuwe richting die aan scheepvaart of afwatering moet gegeven worden, door de ringvaart of andere bijkomende werken in orde is gebracht en de watermalingswerktuigen gereed zijn. De doorloopende bestaande kanalen zullen derhalve tot dien tijd moeten openblijven, en bij instorting moeten worden afgesloten, zooals voor de dijken door de plassen en meeren is opgegeven, waarbij het kan voorkomen, dat de toepassing van eene der constructiën voor het maken van dammen opgegeven wenschelijk kan zijn.

§ 668. Het droogleggen en de verdere bemaling der polders, wat vroeger veelal door windmolens plaats vond, wordt thans al meer en meer door stoomwerktuigen uitgevoerd. Om meer opgegeven redenen zal hier over deze stoomwerktuigen zelve, de samenstelling en werking daarvan, niet worden gesproken. Alleen zullen over het droogmaken en droogleggen in het algemeen eenige opmerkingen worden gemaakt.

De grootte der polders, de hoogte, waartoe het water moet worden opgemalen, de geschikte plaatsen voor afvoer van water en plaatsing der bemalingswerktuigen, de noodzakelijkheid of het meer en minder belang, om het ten allen tijde te kunnen afvoeren en meer andere zaken, zullen bij het beoordeelen der verkieslijkste werktuigen de keuze moeten bepalen.

Veelal staat de ringvaart met het overige buitenwater in verbinding, zoodat de hoogte van het maalpeil, waarover reeds is gesproken, naar de belangen der omliggende landen moet geregeld worden. In enkele gevallen, bestaat er gelegenheid een afzonderlijk afvoerkanaal of boezem te hebben, waarbij men minder beperkt in de bemaling kan zijn.

De opmaling kan in eens geschieden en ook in twee of meer gelijke of ongelijke hoogteverdeelingen worden opgevoerd. Dit hangt zoowel van plaatselijke toestanden, als van de watermalingswerktuigen af. Wordt het water trapsgewijze opgemalen, dat is, wordt het op de noodige hoogte gebracht, om in het uitloozingskanaal te kunnen afstroomen, door eenige opvolgende molens, dan moet elk gedeelte van het afvoerkanaal of den boezem van den eenen naar den anderen molen, afzonderlijk door boezemkaden worden omdijkt en afgesloten, en wordt dit geheel een *gang* genoemd.

Bij vele polders bestaat de gelegenheid, dat de verschillende molens op een en denzelfden boezem kunnen malen. Dit heeft veel voor; de nadeelen door ongelijke goede werking der molens of die door het herstellen van een der molens zijn daarbij niet zoo groot.

De meest geschikte plaatsing der werktuigen zal wel op die plaatsen zijn, waar het in den polder

het laagste is, en dus de beste plaats van aanvoer bestaat. Evenwel kunnen bij meerdere molens deze niet altijd alleen op een punt worden opgesteld. Zij dienen dan zooveel mogelijk langs den geheelen omtrek des polders verdeeld te worden, daar anders het water ook van de tegenovergestelde punten zou moeten toestroomen. Ook zou bij ééne bemalingsplaats een tegenwind den wateraanvoer zeer kunnen benadeelen. Bij eene verdeeling van meerdere bemalingsplaatsen kan al het water langs korteren weg naar de molens komen, zoodat er ook over het geheel minder nadeel door verhang ontstaat.

§ 669. Nadat de geheele polder is droog gemalen, waarbij bij gewonen waterstand het maaiveld ongev. 50 cM. boven peil dient te blijven, moet de drooggemaakte oppervlakte worden verkaveld, dat is: door gruppels en slooten op afwatering worden gelegd.

Met het graven van de noodige slooten en tochten voor den afvoer naar de watermalingswerktuigen, moet gedurende de uitmaling zoo schielijk mogelijk worden aangevangen, omdat wanneer de grond hier en daar boven water komt, de toevoer naar de bemalingswerktuigen zeer moeilijk zal gaan. Het aanbrengen van slooten, tochten enz. wordt naar een vooraf opgemaakt plan uitgevoerd, zoo regelmatig mogelijk in rechte lijnen over het geheele terrein verdeeld, om eene goede afwatering en meest voordeelige bebouwing te bevorderen.

In deze waterige gronden zullen de slooten niet altijd door gewone ingraving kunnen gevormd worden. Veeltijds zal daarbij veel hinder van inschieten of inkalven plaats hebben. De uitkomende grond, die door graving of baggering wordt verkregen, wordt daarom niet langs de kanten der sloten opgeworpen, maar over de akkers uitgespreid. Somtijds worden daarom ook de toevoerkanalen, zoowel wat lengte en diepte aangaat, bij gedeelten voltooid. Tot het verkrijgen van een vasten walkant, brengt men wel rieten of rijzen wiepen aan, waarachter de uitkomende grond wordt gestort; waarbij door het aanbrengen van riet- of rijslagen nog meerdere versterking worden aangebracht.

Men heeft hoofdwaterleidingen of *molentochten*, waardoor het water naar de molens moet afstroomen; *tochtslooten*, waardoor het water uit de gewone slooten naar de hoofdwaterleidingen moet wegvloeien; *kavelslooten*, die tusschen de genoemde tochtslooten loopen en de verschillende afdeelingen of kavels scheiden; *scheidings-* of *heinslooten*, die de kavels over de breedte in afzonderlijke streepen verdeelen, en dus evenwijdig met de genoemde kavelslooten loopen. Verder worden rechthoekig tusschen deze scheidingsslooten, dwarsgruppels aangebracht, waardoor elke streep in onderscheidene stukken, akkers, wordt verdeeld, en de afwatering wordt bevorderd. Overigens worden de slooten langs den voet van den ringdijk loopende, evenals die langs wegen, bermslooten genoemd.

Het aantal en de grootte dezer verschillende tochten en slooten moet eenigszins geregeld worden, naar den toestand, waarin den polder zal verkeeren. Door de gezamentlijke oppervlakte dezer slooten zoo weinig mogelijk te doen zijn, wint men land, maar verkrijgt men ook weinig bergplaats voor water in den polder. Hierbij komt dus ook in aanmerking, de verhouding van het vermogen der bemalingswerktuigen tot de grootte van den polder, en de soort van het werktuig, dat zal worden toegepast. Hoe meer water men in korten tijd uit den polder zal kunnen malen, hoe minder gevaar men voor overlast van water bij natte tijden zal te vreezen hebben, en dus ook hoe minder bergplaats men behoeft te reserveeren.

Bij gebruik van stoomwerktuigen en het uitmalen op een vrijen boezem, zal men meer verzekerd zijn, tegen hooge waterstanden, dan wanneer van windmolens wordt gebruik gemaakt. Bij vele polders zijn er zóóveel slooten, dat hunne gezamentlijke oppervlakte ongev. $^1/_{10}$ van die van de geheele oppervlakte des polders is. Hebbende de molentochten ter hoogte van het peil eene wijdte van 8 à 12 M. bij eene diepte van 1 à 1.5 M.; de tochten ongev. 6 M., de kavels- en scheidingsslooten 5 à 3 M. terwijl de greppels eene breedte van ongev. 1 M. wordt gegeven.

Ook moet bij de indeeling worden bedacht, dat de wegen en uitvaarten zoodanig worden aangelegd, dat ieder eigenaar zijn landerijen kan gebruiken, zonder dat hij over die van anderen behoeft te gaan.

ZEEWERINGEN, HAVEN ENZ.

§ 670. Met het oog op het doel van dit werk, eene beschrijving van de meest voorkomende waterbouwkundige werken, kan voor die onder dit hoofdstuk genoemde, geen uitgebreide studie worden gegeven.

Eene beknopte beschrijving tot inleiding dezer studiën en het geven van een globaal overzicht aan hen, die hiermede nog geen kennis hebben gemaakt, zal echter wel niet mogen ontbreken, even als dat bij minder voorkomende bruggen heeft plaats gehad.

Zooals bekend is zijn wij genoodzaakt ons land door omdijking tegen overstrooming van het zeewater te beveiligen. Voor een groot deel is daarin voorzien, door de duinen, die door de zee zijn opgeworpen, terwijl de noodige beschutting overigens door aangelegde aarden dijken en andere kunstwerken wordt verkregen.

Duinen.

De natuurlijke beschutting heeft plaats door zandhoogten, duinen, die zich nagenoeg langs de geheele westkust van Noord- en Zuid-Holland en de Zeeuwsche eilanden bevinden, en zich overigens zoowel noord- als zuidwaarts verder uitstrekken. Zij zijn ontstaan door de vereenigde werking van stroom en winden op het zand, dat door het zeewater werd meegevoerd, en worden daardoor ook onderhouden. Hierdoor zijn zij zeer onregelmatig in hoogte en breedte. Zij bestaan uit zeer weinig samenhangend zand, dat door den wind zeer gemakkelijk wordt weggevoerd. Om dit op- en wegwaaien zooveel mogelijk te voorkomen en het aangewaaide zand te behouden, worden deze duinen met bosjes stroo of helmplanten bezet. Deze helm — duingras — wordt op de meest begroeide plaatsen der duinen gestoken, en op onbegroeide plaatsen, op onderlinge afstanden van ongev. 50 cM. bij bosjes in den grond geplant. Bij gebrek aan duingras gebruikt men stroo.

Het voor de duinen aanwezige strand is veelal zoo hoog, dat gewoon hoog water de duinen niet bereikt, en het derhalve bij buitengewoon hooge standen slechts tegen de duinen aanslaat. Is dit niet het geval dan zal het licht duinzand aan den voet des dijks afkabbelingen doen ontstaan, dat door nastorten van het hooger liggend zand zal worden aangevuld, waarbij geene beplanting zal baten. Op zulke plaatsen tracht men het strand te verhoogen door het aanbrengen van schermen van riet of ander materiaal, waar tusschen zich het zand licht vastzet en voor nieuwe verstuivingen wordt beveiligd. Is deze voorzorg niet voldoende, dan moeten meer afdoende middelen worden aangewend, door bekleeden der glooiingen of het afleiden van den stroom, zooals uit de volgende beschrijvingen zal bijken.

Voorland.

§ 671. Zoo mogelijk, dan zorgt men bij den aanleg van dijken, dat buiten deze nog een gedeelte strand blijft bestaan, dat niet dan bij de hooge waterstanden onder water loopt, aan welk gedeelte men den naam van *voorland* geeft.

Voor de noodige breedte van dit voorland worden zeer ongelijke bepalingen opgegeven. Voorzeker zal dit in verband staan met den stroom, heerschende winden of andere plaatselijke toestanden. Volgens verschillende opgaven zou daarvoor als voldoende moeten beschouwd worden, bij zeedijken met eene gunstige ligging 150 à 200 M. en bij die in eenen ongunstigen toestand verkeerende 300 à 350 M. gemeten uit de laag waterlijn; terwijl dit bij rivieren, al naar de breedte meer of minder ongunstig zal zal zijn, van 40 tot 150 M. zou moeten bedragen.

Ligging en grondverkrijging.

§ 672. Verder moet, wat de plaats van den dijk aangaat, er voor worden gezorgd, dat de voor den dijk noodige grond, buitendijks kan verkregen worden, zonder te dicht bij den dijk te komen.

In den regel worden de dijken langs beide zijden door bermslooten van de overige perceelen gescheiden, waarbij de afstanden tusschen deze scheidingsslooten en den voet des dijks *bermen* worden genoemd. Langs den oever blijft een rand van ongev. 15 M., terwijl verder op gegeven afstanden, spekkammen blijven bestaan, van ongev. 6 M. breedte, waardoor de aanslibbing der uitgegraven putten wordt bevorderd, en de gelegenheid blijft behouden om den grond te verkrijgen, die voor ophooging en herstelling noodig mocht zijn.

Richting.

§ 673. Wat de richting der dijken aangaat, is het in de eerste plaats wenschelijk, den dijk zoo kort mogelijk te maken. Kan dit daarbij in aanmerking komen, dan moet ook rekening worden gehouden met den stroom, waarbij het wenschelijk is, dat de dijk in dezelfde richting ligt, of zoodanig, dat de stroom zich van den dijk verwijdert, terwijl men die richting moet verwijden, die den dijk aan de meest heerschende winden zal blootstellen. Vooral ook de gesteldheid van het terrein kan van grooten invloed zijn; zooveel mogelijk moeten de dijken op vasten en hoogen grondslag worden aangelegd. Verder is het duidelijk, dat men scherpe bochten moet zien te vermijden, en acht men verkieslijker uit- dan inspringende hoeken aan te brengen.

Profiel.

§ 674. De dijksprofielen zullen moeten bepaald worden naar de hoogte die aan den dijk moet gegeven worden, in verband met den meer of minder ongunstigen toestand, waarin die dijk zal verkeeren ten opzichte van windstreek en golfslag. De hoogte zal moeten bepaald worden, naar de hoogst bekende stormvloeden. Die waarnemingen, welke tot ongev. 3 M. boven den gewonen vloed aangeven, zijn gerekend bij stilstaand water, zoodat daarbij nog rekening moet worden gehouden met den golfslag. Deze is overal niet dezelfde, en zal bij dijken, waarbij de stormwind van de landzijde komt, nagenoeg niet bestaan. In tegenovergesteld geval zal dit volgens waarnemingen tot 2.50 M. kunnen bedragen.

Bij dijken zonder voorland en bij die met steile hellingen zal den golfslag hooger loopen dan in tegenovergestelde gevallen. Is hierdoor bij een en dezelfden dijk verschil in hoogte wenschelijk, dan wordt die zeer geleidelijk bijgewerkt. De hoogte van de dijken, die gewoonlijk boven een aangenomen gewonen hoog- of laag-waterstand wordt bepaald, loopt van 3 tot 5 M. boven volzee. De bovenkruinsbreedte, verschilt nog al veel, somtijds is zij minder dan een M., soms zelfs 7 à 8 cM., in welke laatste gevallen zij mede dienstbaar is tot rijweg. Met het oog op de sterkte van den dijk en het gevaarlijke der passage worden deze wegen echter veelal niet gewenscht, hoewel bijzondere redenen daartoe aanleiding kunnen geven. Voor het aanbrengen van materialen en om een noodweg te hebben bij overstroomingen, kan het echter zeer wenschelijk zijn, dat de breedte voldoende is, om daarvan des noods als rijweg gebruik te kunnen maken.

Voor de helling der binnenglooiing is het voldoende daaraan zulk een beloop te geven, dat hierbij geen gevaar voor afschuiving bestaat, wat zich dus naar den samenhang van den grond moet regelen. Zijn de hellingen echter steiler dan 2 op 1, dan worden zij minder geschikt voor begroeiing. Overigens wordt daarvoor opgegeven: bij dijken in ongunstigen toestand verkeerende, dus zonder voorland en aan open zee op den wind liggende, bij eene kruinsbreedte van 4 M. eene buitendosseering van 10 maal de hoogte, bij die, welke meer binnenwaarts of aan riviermonden liggen, en zwaren golfslag te verduren hebben, al naar de windstreek meer of of minder gunstig zal werken, eene kruinsbreedte van 3.50 à 3 M. met eene breedte der buitenglooiing van 6 of 5 maal de hoogte van den dijk; terwijl bij dijken verder binnenwaarts liggende, eene kruinsbreedte van 2 à 2.5 M. en eene buitenglooiing ter breedte van 4 maal de hoogte, of nog minder, voldoende zou zijn.

Samenstelling.

§ 675. Voor de samenstelling der dijken is reeds een en ander bij de droogmakerijen, § 667, gezegd, wat ook hier gedeeltelijk van toepassing is, hoewel men daarbij echter veelal van minder geschikten grond gebruik moet maken.

Bij zeedijken zal men in den regel meer van klei gebruik kunnen maken, aangezien zij veelal langs de kusten te vinden is. Zooals reeds vroeger is opgegeven, wordt zij gewoonlijk aan den buitenkant des dijks gegraven, hoewel dit ook, om bijzondere redenen, wel van den binnenkant wordt genomen. Evenals ook bij de droogmakerijen is vermeld, wordt ook hier bij gebrek aan geschikten grond voor den geheelen dijk, de buitenzijde met eene kleilaag bedekt. Bij eene kleibedekking ter dikte van 1 M. terwijl de dijk overigens uit slecht waterkeerende grond bestaat, zijn voldoende waterkeeringen verkregen. Het is duidelijk, dat in dat geval de kleilaag uiterst zorgvuldig moet worden aangebracht en onderhouden, opdat het water geene gelegenheid verkrijgt met den daarachter liggenden, minder samenhangenden grond in aanraking te komen.

Evenals dit ook voor het aanleggen van wegen en kanalen is opgegeven moet ook hier de aanleg van den dijk op het terrein worden uitgezet, en de buitenzijden der glooiingen door een kielspit worden aangeduid en moet alzoo, bij ongelijke hoogte van het terrein, de breedte van den aanleg naar elke hoogte en in verband met de hellingen der glooiingen worden bepaald.

Nadat de grondslag, binnen de uitgeritste lijnen voldoende is omgezet en gezuiverd, en voor zoover noodig de zoden zijn afgenomen, moet de ophooging in dunne naar buiten afwaterende lagen, en zooveel mogelijk over de geheele lengte, plaats hebben. Bij deze aanhooging moet op de inklinking worden gerekend. Die inklinking moet men bij den aanvang bij benadering bepalen, omdat daardoor niet alleen de hoogte zal verminderen, maar ook de glooiingen en dus het geheele profiel een ander beloop verkrijgen. Die vermindering van profiel of zetting des dijks ontstaat niet altijd alleen door het meer en meer samenpakken

van den grond, door de uitdroging en zijne eigene zwaarte, maar ook kan de hoogte verminderen, door dat de massa opgeworpen aarde den ondergrond meer samenperst. Algemeene regelen kunnen voor deze profielen-vermindering bezwaarlijk worden opgegeven; in hoofdzaak zal dit afhangen van de soort van grond, waarop en vooral ook waarmede wordt opgehoogd. Vooral ook de wijze van ophooging, hetzij met paard en kar, hetzij met den kruiwagen, maakt hier een groot verschil; immers wanneer dit met de kar geschiedt zal de grond zich reeds gedurende de bewerking aanzienlijk meer samenpakken, dan wanneer dit meer los op elkander wordt geworpen. Men wil, dat bij goede specie, de zakking in het eerste geval op $^1/_{20}$, en in het tweede op $^1/_{10}$ moet bepaald worden. Bestaan hier tegen dus geene bijzondere bezwaren, dan verdient het aanbeveling de ophooging met paard en kar te doen, waarbij aan verschillende lagen eene dikte van ongev. 40 cM. kan worden gegeven. Overigens ligt het voor de hand, dat eene nauwkeurige bewerking het goed fijn maken enz. veel kan bijdragen om het verzakken te verminderen, terwijl eene schielijke ophooging de inklinking zal moeten vermeerderen.

Bij slappe terreinen laat men de graszoden wel onder den dijk zitten, om door het wegnemen het draagvermogen niet te verminderen. Eene waterdichte verbinding van den dijk en den ondergrond tracht men in dat geval te bekomen, door den vasten grond onder de buitenzijde der buitenglooiing tot 2 à 3 M. breedte om te spitten; terwijl men vooral dan uiterst langzaam de ophooging moet uitvoeren. Tot het aanleggen van rijzen bedden gaat men ook hier, even als bij de inpolderingen, niet dan in de uiterste noodzakelijkheid over, uit vrees dat men daarbij geene waterdichte keering bekome. Is dit niet te vermijden, dan heeft men bij eene dijkshoogte van 4 M. eene dikte der bedding van 1 M. als voldoende bevonden. De dijk wordt, zoo het verkrijgen der daarvoor noodige zoden immer mogelijk is, over de geheele oppervlakte met zoden belegd. De daarvoor gebruikte zoden hebben eene grootte van 30 à 40 cM. zijde bij eene dikte van 6 à 10 cM. De daarvoor verwerkte zoden zijn reeds vooraf eenigen tijd afgestoken en opgestapeld geweest en worden daardoor beter geschikt. Onmiddelijk na het afsteken moet men ze niet gebruiken, zij zullen in het nieuwe werk opdrogen, geven daardoor groote naden en loopen gevaar uit te drogen. Zij worden in rechte gesloten rijen volgens de lengte van den dijk gelegd: elke rij wordt, voor het aanbrengen der daaropvolgende, zoo noodig, recht afgestoken, de geheele oppervlakte flink aangeplakt en daarna over de naden fijne kruimelaarde gestrooid. Is hiervoor geene gelegenheid, doordat er geen voldoend aantal zoden kan verkregen worden, of doordat de aanwezige te slecht zijn, dan gaat men ze wel fijn scherven, en in dien toestand over de glooiingen strooien, om de begroeiing te bevorderen. Somtijds gaat men ook op minder gevaarlijke plaatsen zijn toevlucht nemen tot het bezaaien met klaver- en graszaad, wat evenwel blijkbaar geene schielijke beveiliging zal opleveren.

Verder behooren tot de gewone beveiligingswerken der buitenglooiingen de reeds in § § 660 en 661. genoemde stroobeklampingen en rijsbeslag.

Vermeerderen en verminderen van het voorland.

§ 676. Op sommige plaatsen van ons land zal door de natuurlijke werking van het zeewater het voorland vermeerderen, en dus *aanslibbing* of aanwas plaats hebben; op andere plaatsen moet men het bestaande tegen afslag beveiligen. Bij dijken, waar dit voorland geheel is verloren gegaan of althans niet bestaat, zal veelal eene kostbare beveiliging door knnstwerken noodig zijn, zoodat het behouden van het voorland van groot belang is.

Op plaatsen waar natuurlijke aanwas bestaat, ziet men dien te vermeerderen door het aanbrengen van kleine schermen of slikvangers van rijshout gevlochten, of door opgeworpen grond gevormd. De grond-dammen hebben flauwe glooiingen en worden door stroobeklamping of andere bedekking bedekt, om tegen het overloopen van water bestand te zijn. Loopt de aangeslibde grond bij laag water voldoende droog, dan legt men het op akkers door het aanbrengen van gruppels. Die gruppels loopen rechthoekig op den oever, en hebben bij het einde eenige centimeters minder diepte dan nader bij den dijk, hierdoor zullen zij bij het afloopen van het water het troebele water beter tegen houden en dus aanleiding geven tot het tegenhouden van het slijk. Het slijk uit de gruppels wordt over de tusschenliggende akkers geslecht, terwijl bij aanhoudende verhooging de akkers, waaraan ongev. 5 M. breedte wordt gegeven, twee aan twee bij elkander worden gevoegd, terwijl daarbij op het einde een dwarssloot wordt gegraven, voor de afwatering, en daar buiten dezelfde bewerking wordt herhaald, aan deze gruppels niet meer lengte gevende, dan 200 à 300 M.

De aarden slikvangers bekomen eene hoogte van 30, 40 à 50 cM., loopen iets naar buiten af, en

worden op afstanden van ongev. 25 cM. aangelegd. Nabij de buiteneinden worden zij vereenigd door eene enkele rijslaag, die met de bleeseinden naar boven zijn gericht, en met tuinen zijn bevestigd; het terugloopen van het slib wordt hierdoor belet.

BESCHERMING VAN DIJKEN, DIE AAN ZWAREN GOLFSLAG ZIJN BLOOTGESTELD.

§ 677. Zooals in de § 671 is opgemerkt, zal men bij den aanleg van dijken steeds trachten voldoende voorland te houden, waarbij eene goede grasbedekking de dijken voldoende beveiligt.

Op vele plaatsen is echter dit voorland niet aanwezig, en voor een groot deel verloren gegaan. In dat geval is het noodzakelijk, den dijk eene sterkere bekleeding te geven, om den golfslag te kunnen weerstaan, of wel door het aanbrengen van andere verdedigingswerken vóór den dijk, den golfslag te breken. De voornaamste werken, die hiervoor worden toegepast, zijn de steenglooiingen en paalwerken, waarbij dan veelal tevens hoofden, ook wel haarden genoemd, worden aangebracht om de meerdere verdieping voor deze werken tegen te gaan of zoo mogelijk de aanslibbing te bevorderen.

Door eene steenglooiing wordt de buitenglooiing van den dijk voor zoover deze aan den golfslag weerstand moet bieden, met steen belegd, terwijl door het paalwerk voor den voet des dijks eene baricade wordt gemaakt, waartegen de kracht van den golfslag, die anders op den dijk zou werken, verbroken wordt.

Steenglooiingen.

§ 678. De steenglooiingen zijn voorzeker op zwaar bedreigde plaatsen de beste beveiligingswerken, die men aan de dijken aanbrengt, maar vorderen ook aanzienlijke uitgaven. Evenwel worden zij zeer veel toegepast. De steenen worden, evenals dit ook bij de stortebedden is aangegeven, op en in puin gesteld. Somtijds wordt de oppervlakte der glooiing zonder verdere bekleeding met eene laag briksteen belegd, en daarop de puinbestorting aangebracht ongev. ter dikte van 20 cM., terwijl ook wel onder deze uitgelegde laag eerst eene stroobeklamping wordt geplaatst. De dikte der steen is hierbij in gewone gevallen 30 à 40 cM., terwijl op zwaar bedreigde punten zwaardere steenen wordt aangewend. Tot meerderen steun voor de benedenste laag steenen wordt voor de glooiing een zware tuin of rij palen geplaatst. De helling, die aan deze glooiingen worden gegeven, wordt in verband met de hoogte der steenen en de meerdere sterkte die vereischt wordt, van 4 tot 8 op 1 genomen.

Langs de Friesche kusten, waar de dijk wordt beschermd door kistwerk, zooals later zal opgegeven worden, hoofdzakelijk uit paalwerk bestaande, worden deze bij noodige vernieuwing meer en meer door steenglooiingen vervangen. De daarbij gevolgde bewerking is deze: nadat de oude paal- en kistwerken enz. voor den voet des dijks zijn opgeruimd, wordt ter plaatse, waar de steenglooiing onder eene helling van 4 à 5 op 1 en de daarboven komende aarden glooiing onder ongev. 8 op 1 komt te liggen, eene rij teensteenen uitgezet. Hiervoor worden, als onderste rij der glooiing, zware kantige steenen gebezigd, welke ongev. 15 à 25 cM. in den grond worden ingelaten, en met de bovenzijden waterpas worden gesteld, of bij te veel ongelijke hoogte van den zeebodem, zoodanig aangebracht dat de glooiing onder de opgegevene helling een plat vlak oplevert. De hoogte van den zeebodem of het strand aan de zeewering aansluitende, is aldaar ongev. 1.80 M. beneden volzee. In sommige gevallen wordt ter hoogte van volzee eene aaneengesloten rij greenen dijkspalen, *teenpalen*, ingeheid, ter lengte van 3 à 4 M. waarvan de koppen gelijk in hoogte met de steenbezetting op volzee komen. Het benedengedeelte dezer glooing, waar de opruiming der kisten en de stortsteenen heeft plaats gehad, wordt dan tusschen deze teenpalen en de teensteenen tot het verkrijgen van het bepaalde profiel, aangevuld met rijshout. Het achter de teenpaal of bijaldien deze niet worden aangebracht, het achter genoemde rijsvulling liggende gedeelte dijk, wordt met de noodige helling aangesloten. In de meeste gevallen is daarbij eene grondaanvulling tusschen de rijsvulling en den achterliggenden steileren dijk noodig; somtijds eene afgraving voor het bovengedeelte en aanvulling van het benedengedeelte. Die aanvulling heeft in fijngescherfde lagen van ongev. 25 cM. plaats, en wordt met het stampblok vast gezet. Voor zoovere de steenbezetting moet plaats hebben, ongev. tot 3 à 3.3 M. boven volzee, wordt het profiel van het grondwerk òf geheel òf tot boven volzee, hol bewerkt, met eene zeeg 1 à 2 decimeters. Bij het gebruik van genoemde teenpalen wordt voor het aanvullen van grond, achter deze palen eene laag rijshout aangebracht.

Over dit rijshout en den onder het profiel gebrachten dijk welke mede met een dicht gesloten laag rijshout, waarvan de bossen half over elkander vallen, wordt bedekt, wordt de puin gestort, waarop de steenzetting plaats heeft. De dikte der puinstorting is over de genoemde rijsaanvulling 20 à 30 of somtijds 40 cM. De steenbezetting wordt uitgevoerd met steenen ter lengte van 3 tot 10 decimeter. De kleinste soort wordt bij den teensteen, of den voet der glooiing geplaatst, terwijl de lengte tot de hoogte van volzee steeds vermeerdert, en aldaar het maximum bekomt, of wel de steenen van af den teensteen tot de hoogte van volzee steeds vergrootende van 3 tot 8 decimeters, van af deze hoogte tot ongev. 2 M. boven volzee wordt met deze zware steenen, of wel met steenen van 8 à 10 dec. doorgewerkt, terwijl van af deze laatste hoogte tot die voor de glooiing is bepaald, die lengte weer evenmatig vermindert tot ongev. 5 decimeters.

Het is duidelijk, dat bij het aanleggen van het profiel in grond en rijswerk, met de verschillende lengten der steenen rekenschap moet worden gehouden, om van boven een goed beloop te bekomen. Verder ook, dat bij de meerdere en mindere opberming en ophooging, de daardoor te verwachten meerdere en mindere verzakkingen moeten bedacht worden, waarvoor aldaar 15 à 20 cM. wordt gerekend.

Tot scheiding en aansluiting van de steenglooiing en achterliggenden grond, wordt aldaar een, aan ingeslagen palen bevestigde plank geplaatst. Hoewel van verschillende steensoorten gebruik wordt gemaakt, wordt veelal de voorkeur aan de Noordsche- of Drentsche steen gegeven, die alle te lood, in goed verband, en aan elkander sluitende, worden gesteld, zonder dat zij op elkander steunen. Ieder steen moet van onderen afzonderlijk met puin worden aangestopt, terwijl dit ook van boven door aanstamping moet geschieden. Het zetten moet zooveel mogelijk in verband plaats hebben, en de steenen zoodanig in elkander sluiten, dat geene afzonderlijke stopstukken noodig zijn. Nadat de glooiing bij gedeelten is afgewerkt, wordt het geheel overdekt met kiezel van fijnen steen of kalkspecie.

Het is duidelijk, dat de hier opgegevene verhooging met rijshout, die wegens het opruimen der bestaande kistwerken en de verandering, die het profiel van den bestaanden dijk moet ondergaan, bij nieuwe zeedijken, of bij die, welke voor het aanbrengen van eene steenglooiing geschikter ligging opleveren, niet noodig is. De hoofdbewerking der glooing kan echter ook dan dezelfde blijven.

Somtijds wordt ook van andere steensoorten gebruik gemaakt. Zoo heeft men ook aan de Friesche kust met basalt gewerkt, hetzij de regelmatige stukken in staanden stand naast elkander zijn geplaatst, hetzij dat daarvoor zeer zware stukken in liggenden stand zijn aangewend- Vooral overeenkomstig de eerste bewerking met zuilen basalt kan eene zeer geschikte steenglooiing worden gemaakt, hoewel sommige der steenen allicht tot een schilverenden toestand en verbrokkeling overgaan. Ook de Vildvoorsche en Doorniksche steen is voor steenbezetting gebruikt, vooral in Zeeland, waarbij dan wel de geheele glooiing, door het inheien van elkander kruisende rijen perkoen-palen, die met tusschenruimten van eene paaldikte worden ingeslagen, en ter hoogte van 0.8 M. boven die steenglooiingen reiken.

Paal- en kistwerken.

§ 679. Op verschillende plaatsen in ons land heeft men door het aanbrengen van paal- en kistwerk den golfslag zien te breken, vóór dat deze den achterliggenden zeedijk kon bereiken. Bij deze beschutting biedt eene begroeide glooiing voldoenden weerstand tegen het water. De hoogte, die aan deze paalwerken moet worden gegeven, dient gelijk te zijn met de hoogste standen van het water. De verschillende toestanden waarin de zeedijken verkeeren, zoowel, wat de diepte van dien dijk, als de ligging betrekkelijk de meerdere krachtige werking der zee betreft, maken natuurlijk ook verschillende bewerkingen wenschelijk of noodzakelijk. Zoo is op sommige plaatsen met goed gevolg van eene enkele verankerde paalrij gebruik gemaakt. De oever is daarbij beschermd, door eene aaneengesloten rij groenen dijkspalen, die ongev. $^1/_{10}$ achteroverhellende zijn ingeheid, in de nabijheid der koppen aan de achterzijde door eene gording zijn vereenigd, en op afstanden van 2 à 3 M. door een naar achteren staande en aan in den grond geheide palen bevestigde anker of schoor wordt gesteund. De palen zijn ongev. 4 à 5 M. lang en voor de helft der lengte ingeheid, terwijl achter de palen eene bestorting met puin of wrak heeft gehad. Op andere plaatsen is soortgelijke bewerking uitgevoerd, waarbij echter bij meerdere hoogte, of eene mindere geschikte ligging van den grond, onmiddelijk achter de paalrij, op 0.5 à 1.5 M. afstand, achter de genoemde paalrij eene tweede rij te lood is ingeheid, waarvan de hoogte ongev. 1 M. minder is, terwijl de ruimte tusschen deze rijen is vol gestort met grond, puin en wrak, die van boven met eene laag balsteenen is afgedekt. Somtijds is daarbij voor de hoofdpaalrij eene kleine steenglooiing of eene steenbestorting aangebracht, om de verdieping door den

golfslag aldaar te beletten; terwijl ook wel tot breking van den stroom enz. rechthoekig op deze beschermingswerken, door gesloten rijen ingeheide palen of andere bewerkingen bij deze werken hoofden zijn uitgebracht.

De belangrijkste paalwerken zijn die langs de Friesche kusten. Aldaar staan langs den voet van den zeedijk paal- of kistwerken, waartoe drie en meer gesloten rijen ingeheide greenen dijkspalen zijn gebezigd. Bedenkt men, dat deze bewerking uren lang in eens doorgaat, dan zal men zich niet verwonderen dat voor het stoute idee van den Spaanschen Kolonel Caspar Robles een gedenksteen op den dijk is geplaatst, staande even ten zuiden van Harlingen, en bekend onder de benaming „de steenen man."

Fig. 460 geeft de doorsnede van een kistwerk, door het waterschap „de vijfdeelen zeedijken Binnendijks", aangebracht, waardoor een gedeelte van het buiten den zeedijk liggende strand binnen die waterkeering werd gebracht. Het buitenland was aldaar ongev. 8 decimeters beneden volzee. De middelste rij hooge palen, *heelpalen* genaamd, hebben eene hoogte van 3 M. boven volzee, en zijn lang 62 decim. Buiten en binnen deze heelpalen is verder mede eene aaneengesloten rij palen ingeheid, tot het vormen der aangegeven kisten, hiervoor zijn palen gebezigd, om den ander lang 53 en 47 decim., met de koppen op 1.6 M. boven volzee. Aan de buitenzijde is tegen de kist eene steenglooiing of steenen voeting geplaatst, zooals de teekening dat aangeeft, met balsteenen van 0.4 tot 0.7 M. lengte. Aan de binnenzijde is het strand, volgens eene oploopende lijn tegen de kist aangehoogd. De hiervoor noodige grond is buiten het werk uit het strand gegraven. De naden tusschen de heelpalen zijn aan den binnenkant tegenover de binnenkist met vuren schrooten breed 12 cM. bekleed. De vulling der kisten is geschied met takkebossen en wrak, het eerst in ons figuur door arseering aangegeven en afgedekt met balsteenen. Voor koppeling der palen zijn de in het figuur aangegevene gordingen aangebracht, bestaande uit greenen of boschkant eiken platen. De gordingen worden in zoodanige schuine richting over de palen gebout, dat zij op de einden over eenige palen voorbij elkander loopende, voor het geheel in eene rechte lijn liggen. De bevestiging dezer gordingen geschiedt op elke paal met eene rong, die voldoende door de palen reikt om te kunnen worden omgeslagen.

De palen zijn alle met de dunne einden in den grond geslagen, en op 5 decimeter lengte aangescherpt met een platte punt waarbij $1^1/_2$ cM. plat moest bestaan blijven. Zij zijn van boven over 2 M. lengte zooveel bijgevlakt, als noodig is, om gesloten geplaatst te kunnen worden.

Op andere plaatsen waar de paalwerken meer bepaald tot bescherming van den dijk, aan diens voet zijn geplaatst, en eene meerdere diepte aanwezig en hoogte noodig is, bestaat de rij heelpalen ook wel uit eene dubbele onmiddelijk achter elkander ingeslagene rij, waarbij dan aan de achterste rij wat mindere hoogte dan aan de voorste wordt gegeven, terwijl ook veeltijds de buitenkist niet aanwezig is. De op geregelde afstanden aanwezige hoofden, haarden genoemd, bestaan mede uit een kistwerk, gevormd door eene dubbele rij paalwerk, waar tusschen eene vulling, als vroeger opgegeven, terwijl rondom eene steenen voeting is geplaatst.

De vulling der hoofden geschiedt, in plaats van met rijshout (takkebossen) onder het puin ook wel met stroo of zeewier. Bij deze werken wordt gewoonlijk eene dichte sluiting der palen gevorderd, zoodat nergens grootere openingen dan van 2 cM. worden gevonden; hiervoor worden zooveel noodig en dit toegestaan kan worden, enkele palen omgescherpt en met het zwaarste einde naar beneden geplaatst.

Zooals reeds is gezegd, heeft men in de laatste jaren bij de Friesche zeewering een begin gemaakt met steenglooiingen. Het paalwerk vordert eene aanhoudende vernieuwing, men wil, dat er gemiddeld om de 25 of 35 jaar op nieuwe palen moet worden gerekend. Het recht opstaand paalwerk doet het water op eens stuiten, en hoog opstuiven. De belangrijke beweging die daardoor bij sterken wind en golfslag steeds in het water voor de palen zal ontstaan, geeft aanleiding tot verdieping vóór het paalwerk. De sedert 1731 ontdekte zeeworm doet steeds vreezen, dat het paalhout daardoor zal worden aangetast.

Zoowel tegen het verdiepen door golfslag, als het beschadigen door zeeworm wordt genoemde steenen voeting buiten het paalwerk aangebracht. Voor bescherming tegen den zeeworm zal de glooiing ter hoogte van volzee, of iets daar beneden de palen moeten bedekken.

BESCHADIGING EN DOORBRAAK DER DIJKEN.

§ 680. Men moet de minste beschadiging, die vooral op bedreigde punten, aan den dijk mocht plaats vinden, onmiddelijk trachten te herstellen. Bij afkabbeling of afslag der zoden, waarbij eenig gevaar

voor het uitslaan van grond bestaat, dient dit door een stroomat of rijsbeslag onmiddelijk bekleed te worden. Die beschadiging zal toch in den regel plaats hebben in het stormsaisoen, eene aanvulling van den uitgeslagen grond en de nieuwe bezooding zou zeker zeer weinig kans hebben nuttig te zijn. In beter jaargetijde kan men tot het opwerken van den dijk overgaan. De keuze tusschen stroobeklamping en rijsbeslag hangt in de eerste plaats af van den aard der beschadiging, en van de kracht, waaraan weerstand moet worden geboden. Het rijsbeslag zal meer sterkte bieden dan de stroomat, en kan ook vooral door eene flinke bezetting met tuinen op steilere glooiing worden aangebracht.

Bij grootere beschadiging, bijv. het gedeeltelijk wegslaan van de buitenglooiing, waarbij eene invulling met grond noodzakelijk zou worden, zullen andere maatregelen noodzakelijk zijn, daar eene invulling en bedekking in dit geval, tegen een volgenden vloed of storm weinig waarborg zoude geven. In die gevallen zal men, vooral met het oog op de gemakkelijkst te verkrijgen materialen en hulpmiddelen moeten handelen. Men kan daarbij op voldoenden afstand van het behouden gedeelte van den dijk rijspakwerk opzetten, of ook aldaar een beschoeiing aanbrengen van gesloten paalrijen, zoodanig met planken achterkleed, en achter deze berm of beschoeiing de grondaanvulling aanbrengen, of bij gebrek daarvan stroo of mest gebruiken, terwijl over deze vulling een rijsbeslag kan worden gelegd. Langs den voet der beschoeiing zal men veelal den grond voor uitspoelen moeten beveiligen en het onderloops worden moeten tegengaan, door stroomat of rijsbeslagwerk. Ook kan men de beschoeiing iets in den bodem laten doorgaan, door eene korte voorheiing of het inlaten der benedenste beschoeiingsplanken. Zeer doelmatig kan men bij het vullen van gaten, waar de losse grond telkens door het water zal wegslagen of wegspoelen van zakken met grond gebruik maken, vooral wanneer de grond die gebruikt moet worden uit zand of andere slechte waterkeerende zelfstandigheid bestaat. Ook kunnen zeilen zeer dienstig zijn, voor het bedekken van beschadigde plaatsen, of ook bij nieuwe invulling, om het wegslagen tegen te gaan. Bij vele zeedijken zijn dan ook zeilen aanwezig, die op verschillende plaatsen in gereedheid worden gehouden. Wordt de dijk ergens door den golfslag beschadigd, en door het water doorweekt, dan bedekt men deze plaats met zeilen, die aan de onderzijde van gewichten of keien worden voorzien, om ze ook beneden water langs de glooiing te kunnen neerlaten en op de plaats te behouden.

De beschadiging der dijken, en vooral het gevaar van doorbraak zal plaats hebben gedurende den stormtijd en hooge vloeden, het water zal daarbij ook gedurende de eb veelal niet zoo laag wegvallen, dat er veel gelegenheid voor verbeteren bestaat. Het oogenblik is daarbij echter van groot belang; is de dijk belangrijk beschadigd, dan kan er in den regel geen volgende vloed worden afgewacht zonder groot gevaar voor doorbraak. Men moet daarom spoedig besluiten, en het materiaal aanwenden, dat te verkrijgen is. Kan men lang balkhout bekomen, zoo kunnen deze, dwars over de beschadigde deelen gebracht, en aan ingeslagen palen bevestigd, somtijds zeer geschikt worden gebezigd, om daardoor het aanvullingsmateriaal te bevestigen. Eene volkomene en voldoende herstelling en verbetering zal niet kunnen plaats hebben, dan na afloop van den stormtijd, en veelal niet voor er een geschikter saisoen is aangebroken.

Niet alleen de golfslag, maar vooral ook de aanhoudende schuring van den stroom kan de dijken zeer verzwakken. Vooral zal de stroom bij weinig samenhangenden grond het strand kunnen verdiepen, en den dijk ondermijnen, zoodat zij aldaar plotseling afschuiven of instorten, waardoor de zoogenaamde vallen ontstaan. Het herstellen van deze verzakkingen of vallen kan tot belangrijke herstellingswerken aanleiding geven. Door het aanbrengen van hoofden zal men trachten den stroom af te leiden, welke hoofden daarbij tot de volle diepte moeten doorgaan; terwijl eene verdere uitschuring van den oever wel door eene bedekking met zinkstukken of baard- of bleeswerk wordt tegengegaan al naar de belangrijkheid der verzakking, of het gevaarlijke dat voor verdere doorbraak bestaat. De zinkstukken worden daarvoor soms ter breedte van ongev. 12 à 16 M. genomen, en op eenigen afstand bijv. op de helft van de lengte der stukken, die tot ongev. 150 M. kan genomen worden van elkander gezonken, om daarna te onderzoeken, of de daartusschen liggende onbedekte gedeelten hierdoor mede beveiligd zijn. In tegenovergesteld geval zullen ook in de tusschenruimten zinkstukken moeten gezonken worden. De hoofden die hierbij in verband met de zinkstukken worden aangelegd, geeft men op het vooreinde weinig meerdere hoogte dan die van laag water, en loopen in gelijke helling met het strand landwaarts tot gewone vloedhoogte, op. Zij worden rechthoekig op den stroom gelegd, terwijl ook eene rechthoekige verbinding met den dijk wordt gewenscht. Loopt dus de stroom niet evenwijdig met den dijk, dan verkrijgen zij in de nabijheid van den dijk eene kromming.

Wanneer de verzakking alleen in de buitenglooiing plaats heeft, kan men somtijds door baardwerken

en zinkstukken voldoenden steun voor den voet bekomen, om de aanvulling daar op nieuw te doen plaats hebben. Strekt zich deze instorting echter tot de kruin van den dijk uit, dan zal men niet zelden genoodzaakt zijn den dijk voor dat gedeelte meer binnenwaarts aan te brengen. Eene nauwkeurige peiling moet den juisten stand der verzakking en de diepte voor den dijk aangeven, terwijl men onmiddelijk door baardwerken of zinkstukken de bestaande glooiing tot de noodige diepte dient te bekleeden tegen verdere afkabbeling en ook hierbij voor de bovenliggende grondbedekking voorloopig van zeilen gebruik kan worden gemaakt. Voor den voet van den nieuwen dijk kan daarbij, in verband met het aangebrachte rijswerk een rijzen bed worden aangelegd, ter hoogte van laag water, waarop de nieuwe dijk met den teen rust. Deze valt zooveel noodig achteruit, terwijl het gedeelte rijzen bed vóór den dijk met steenen wordt bezet.

De gebreken die bij stormweer aan steenglooiingen ontstaan, bepalen zich in den regel tot het uitslaan van enkele steenen of vakken, wat onmiddelijk dient hersteld te worden. Is de beschadiging daarvoor van te veel omvang, en wordt behalve het verzetten der steenen ook de puin en grond voor een gedeelte weg genomen, dan zal er veelal geene voldoende gelegenheid zijn, om dit gebrek onmiddelijk te herstellen. In dat geval kan het noodig zijn den grond van het wegslagen gedeelte door een rijsbeslag voor verderen uitslag te beveiligen.

Zooals ook reeds bij de sluizen in § 476 is gezegd, zijn er somtijds verder binnenwaarts doorgaande waterkeerende dijken aanwezig, die in stand worden gehouden of wel aangelegd, om bij voorkomende doorbraken het water te keeren, zoodat zich de overstrooming over geen grooter gedeelte kan uitstrekken. Die veiligsheidsdijken, vooral ook in Friesland aanwezig, onder de benaming van slachte- en slaperdijken, ook wel inlaagdijken genoemd, worden somtijds ook bij minder sterke gedeelten, of die welke op zeer ongunstige plaatsen gelegen zijn, achter korte gedeelten dijk, afzonderlijk aangelegd. Bij mogelijke doorbraken is men daarbij beveiligd tegen groote overstroomingen. Als zoodanig verdienen zij zeker alle aanbeveling, terwijl voor het profiel niet dat van den zeedijk noodig is, of de daarvoor noodige bescherming van de buitenglooiing niet zal vereischt worden, aangezien, ook al is de hoofddijk doorgebroken, hiertegen veelal niet die zware golfslag zal plaats hebben.

ZEEHAVENS.

§ 681. Zeehavens zijn in zee uitkomende waterkommen, waarin de schepen tegen wind en golfslag beschut, veilig kunnen liggen, terwijl daardoor mede de gelegenheid wordt verkregen, dat de schepen kunnen lossen en laden. De natuurlijke ligging van den grond die de zee begrenst, kan hiervoor de geschikte plaats aanwijzen, veelal echter is het noodig, deze havens in verbinding met de binnenwateren aan te leggen, om een geschikt transport der goederen te verkrijgen. Zij kunnen als een kanaal landwaarts in worden gegraven, of wel door in zee uitgebrachte hoofden of dammen gevormd worden.

Het aanleggen dezer havens kan eene nauwgezette studie vorderen, en vereischt in den regel kostbare werken. De ligging dient zoo te zijn, dat de schepen beschut zijn tegen de voornaamste heerschende winden. Het water dient, ook bij storm weer, in de haven vrij kalm te blijven. In vele gevallen is het zeer wenschelijk, dat er eene gemakkelijke verbinding tusschen de haven en de binnenwateren bestaat. De diepte moet zoo mogelijk voldoende zijn, dat ook bij laag water de schepen daarin vlot, vrij van den grond, kunnen blijven; het vastraken is voor den bouw der schepen nadeelig, en belet ook, dat zij bij laag water kunnen uit- of ingaan. Is deze diepte niet te verkrijgen, dan tracht men aan de buitenhaven een binnenhaven of afzonderlijke kom te verbinden, die door eene sluis van elkander gescheiden worden. De schepen, die dan niet zonder nadeelige gevolgen aan den grond kunnen raken, worden in deze afzonderlijke haven gelaten, waar het water steeds voldoende hoog is, om ze vlot te doen blijven. In het eenvoudigste geval zijn hierbij alleen een paar vloed- en een paar ebdeuren noodig; ook in dit geval zullen echter de schepen alleen bij gelijk water kunnen doorvaren, althans voor die gevallen, dat het vrije afstroomen den waterstand in de afzonderlijke kom of binnenhaven te laag zou doen worden. In vele gevallen zal dit echter alleen waar zijn, bij de laagste ebben of laagste standen van het binnenwater, terwijl slechts de hoogste vloeden het keeren daarvan noodig maken, en dus deze waterkeering slechts tijdelijk dienst behoeft te doen.

Men dient de havens te kunnen in- en uitzeilen, zonder door de daarin aanwezige schepen gehinderd te worden. Verschillende bepalingen zijn voor deze grootte gegeven en aangenomen. Dit staat in het nauwste

verband met de meer of minder drukke scheepvaart, die aldaar te verwachten is, en ook vooral met de meer of minder kalme zee of stroom, die voor de haven zal gevonden worden. Sommigen willen als vereischte gesteld zien, eene breedte van 60 tot 90 M. en nemen aan, dat daarbij drie schepen in volle zeil elkander kunnen passeeren. Anderen willen, dat een schip in de haven moet kunnen zwenken, ook al ligt aan beide zijden een ander vaartuig, en stellen daarnaar als vereischte eene breedte van 120 à 160 M.

Tot het bewaren van het strand bij de zeedijken is als hoofdmiddel aangegeven, het aanbrengen van hoofden, om het aanslibben te bevorderen; hieruit volgt, dat bij havenkommen, die door in zee uitgebrachte hoofden of dammen gevormd zijn, het op de diepte houden der havens veelal geene gemakkelijke zaak is, en deze hoofden hier geheel tegenstrijdig werkende, het verzanden der haven zullen bevorderen.

Het op de diepte blijven der havens kan worden bevorderd door een sterke strooming, hetzij dat deze door de natuurlijke afstrooming of door spuiing, zie § § 479 en 480 wordt verkregen. Ook kan, door eene opening tusschen een der vooruit gebrachte dammen en den vasten wal bij eb en vloed het water door de haven stroomen, waarbij dan minder gevaar voor verzanding bestaat.

Omtrent de richting, die aan de havendammen moet worden gegeven, is zeer ongelijk geoordeeld. Door den een is een recht- en evenwijdig beloop aangegeven; anderen willen de haven naar voren verwijd zien en wel zóó, dat de haven aan den mond $^1/_{12}$ meer wijdte heeft dan van achteren. Ook heeft men geoordeeld, dat havens met rechte evenwijdige dammen, waar de branding bij N.W. wind ongehinderd de haven binnen loopt, nadeelig zou werken op het ondiep worden; meer zou men de voorkeur geven om de havendammen op het vooreinde nader bij elkander te brengen, hierdoor zou de stroom in den mond der haven versterken, en de diepte aldaar beter bestaan blijven. Daarbij zouden de golven in de breedere havenkom met mindere kracht blijven doorwerken. Ook is aan die zijde, van waar de aanslibbing zal plaats hebben, eene naar binnen gebogene richting voorgesteld. Meerendeels wil men eene vernauwing aan het vooreinde, waardoor het diephouden in den mond en de kalmte in de haven zullen worden bevorderd.

De lengte der havendammen moet elk geval zooveel bedragen, dat de schepen in voldoend diep water komen. Bij flauwe oevers of vlak afloopende stranden kan die lengte dus vrij groot moeten worden. Men wil dat de beide hoofden even lang moeten gemaakt worden, wanneer zij evenwijdig loopen met de richting van eb en vloed, en zoo dit niet het geval is, aan het eene hoofd eene meerdere lengte geven dan aan het andere, waardoor men de breedte van den mond als maximum moet stellen. De stroom zal hierbij tegen het langere hoofd stuiten en het water voor den mond kalmer doen zijn; terwijl tevens het binnenvaren daardoor gemakkelijker zal worden.

Bij ongunstig weer is het binnenkomen voor de schepen veelal eene gevaarlijke zaak, en geeft lichtelijk aanleiding tot aanvaringen ten nadeele van het vaartuig en de havenwerken; vooral wordt dit gevaar vergroot, zoo in de nabijheid van den wal over 't geheel weinig water staat, en er dus geene gelegenheid is, dat men de schepen, zoo zij niet goed voor den mond der haven komen, voorbij kan laten loopen, of voor anker laten komen. Hierom is wel voorgesteld om het water voor den mond kalmer te doen houden door het aanbrengen van een dam, dwars voor den mond der haven als zeebreker, waardoor wind en golven zullen worden gebroken. Hiertegen zijn echter groote bezwaren in te brengen, zelfs wat de daardoor verkregen meerdere veiligheid bij het inzeilen der haven betreft, is men het daarover niet eens. Bovendien moeten deze werken op groote diepte worden aangelegd; men rekent nl. dat de afstand tusschen den mond der haven en deze dammen op 500 à 900 M. moet bepaald worden; het aanleggen van deze dammen zal dus zeer kostbaar zijn, daar ook hunne lengte voldoende moet wezen. om bij eenig verschil in windrichting voldoende dekking te geven. Voor lengte wordt opgegeven, die van tweemaal den aftand tot den mond, en vermeerderd met de breedte hiervan. Door de verzanding die door de hoofden veelal wordt bevorderd, is niet zelden na verloop van jaren eene verlenging der hoofden wenschelijk, om in meerdere diepte te komen. Vooral ook met het oog hierop kunnen deze dammen, aan wier opruiming wel niet valt te denken, groote bezwaren opleveren.

Behalve de boven opgegevene vereischten, waaraan de havendammen moeten voldoen, zullen zij ook moeten dienen om de schepen het binnenloopen veiliger te maken, door den mond der haven duidelijk aan te wijzen, terwijl zij ook moeten gebruikt worden voor het uittrekken der schepen. Hierom moet de hoogte voldoende zijn om steeds ongev. 1 M. boven het water te blijven. Somtijds worden zij aan de koppen hooger gewerkt dan voor het overige gedeelte of daarvoor het geheel een naar voren oploopend profiel gegeven, om bij stormweer, des te beter gelegenheid te geven, de in gevaar verkeerende schepen bijstand

te bieden. Bovendien is eene meerdere breedte hier somtijds ook gewenscht, om aan den kop grootere sterkte te kunnen geven, terwijl aldaar ook in den regel een opstand tot het aanbrengen van eenen vuurtoren, of althans een havenlicht, moet gesteld worden. Het profiel van den dam hangt vooral af van het materiaal, waarvan men hem wil samenstellen. Is het noodig dat op den dam veel volk moet kunnen werkzaam zijn, doordat de schippers hem tot aanleg- en somtijds ook tot loopplaats zullen gebruiken; of is het om de ligging der haven te verwachten, dat bij het in- en uitgaan der schepen, deze veelal moeten geholpen worden door de aan den wal zijnde sjouwerlieden, dan moet de bovenoppervlakte daarvoor ook voldoende gelegenheid aanbieden. Somtijds geeft men slechts een der dammen hiervoor de geschiktheid, terwijl aan den anderen dam mindere hoogte en breedte wordt gegeven, althans wanneer van die zijde geen groot voor storm bestaat. Dit geeft natuurlijk eene besparing van kosten; maar daardoor zal men ook bij het defect worden van den hooger dam gedurende eenen storm, niet naar den mond der haven kunnen komen, terwijl de haven bij eenen storm uit de tegengestelde windstreek niet behoorlijk gedekt is.

Naar bovengegeven toestanden wordt de bovenbreedte der dammen bepaald van 2 tot 8 M. Zij worden bij ons nagenoeg altijd van hout gemaakt of van aarde opgeworpen dat evenals de zeedijken van eene steenbezetting wordt voorzien.

§ 682. De houten hoofden kunnen bestaan uit eene dubbele rij palen, die op eenen afstand, gelijk aan de bepaalde breedte van den dam van elkander, worden ingeslagen en door binnen- en buitengordingen kruisen en schooren worden verbonden, terwijl zij van boven door liggers aan elkander gekoppeld zijn, waarop het planken dek wordt bevestigd. Zij kunnen daarbij, al naar dat de vulling enz. dit vereischt, geheel of gedeeltelijk, al of niet met planken bekleed worden. Deze palen gewoonlijk van boschkant eikenhout genomen zwaar ongev. 28 à 30 cM. kunnen geheel gesloten of wel op afstanden van elkander worden geplaatst. De binnenruimte wordt ter hoogte van de hoogste vloeden of althans tot die van gewoon hoog water gevuld met rijswerk, brik of andere materialen, dat met eene steenbezetting wordt afgedekt. De opengewerkte hoofden dienen veelal ook tot genoemde hoogte gevuld te zijn, wat met rijsvulling en steen bezetting kan plaats hebben.

Somtijds is het ook wenschelijk, aan de buitenzijde eene geslotene en aan de binnenzijde eene opene beschoeiing te hebben, terwijl in het hoofd eene steenglooiing wordt aangelegd, die met den voet gelijk of iets binnen de binnenste paalrij valt. Hierdoor verkrijgt het water in de haven meer ruimte, en zal de golving verminderen. Deze bewerking verdient veeltijds wel aanbeveling, wanneer het strand buiten het hoofd voldoende hoogte heeft de glooiing tot steun te verstrekken, of voor zoover een uitstekend hoofd tegen den wal blijft doorloopen.

Somtijds ook bestaat de binnenzijde uit een houten beschoeiing of gemetselden muur, uit aan elkander geslagen palen, of wel uit op afstanden ingeslagen palen met planken beschoeid, terwijl hiertegen aan de buitenzijde eene met eene steenglooiing bedekte aarden dam is aangebracht.

Bij dammen van mindere grootte, beschutting- of leidammen, kan het voldoende zijn deze uit rijshout te doen bestaan, dat met steenen wordt bezet, of enkel uit gestorte steenen en puin eveneens afgedekt. Door het storten van zware stukken steen zijn verschillende groote dammen opgewerkt, terwijl ook meer malen door steenbestorting de grondslag is verkregen tot het plaatsen van gemetselde hoofden. Het kan zijn, dat de ligging der haven het binnenkomen voor de schepen bij slecht weer zeer moeielijk en gevaarlijk maakt. Maakt men in die gevallen zeer sterke massieve dammen, dan zal dit bij aanvaring veel schade kunnen veroorzaken; bovendien zal het moeielijk zijn de dammen, althans bij houtconstructie, voldoende sterkte te geven, om daarbij tegen schade beveiligd te zijn. In die gevallen geeft men dan wel de voorkeur aan eene eenvoudige bewerking, waarbij de schepen minder nadeel zullen krijgen, en de herstelling minder kostbaar zal zijn.

§ 683. Bij het aanbrengen van gronddammen, kunnen hiervoor onder water rijswerken, zinkstukken worden neergelaten, waartusschen de grondbestorting kan plaats hebben. Door soortgelijke bewerking zijn de nieuwe havendammen van de nog in bewerking zijnde nieuwe haven te Harlingen ontstaan. Fig. 465 geeft het dwarsprofiel voor een gedeelte van een dezer dammen, aangelegd op eene diepte van 480 M. beneden volzee, waarbij de zinkstukken der buitenglooiing, wegens plaatsgebrek zijn afgebroken; evenwel kan ook daarvan de ligging, door de ingeschreven maten en aangegeven helling, zie binnenzijde, gevonden worden. Hieraan is eene kruinsbreedte van 2.50 M., bij eene hoogte van 3.50 M. + volzee gegeven, waarboven nog eene tonrondte van 10 cM. De glooiingen aan de buitenzijde hebben eene helling van $3^1/_2$

op 1 en die aan de binnenzijde van 2 op 1; eerstgenoemde met eene tonrondte van 50 en de andere van 25 cM. Deze dam rust op eene opzinking van zinkstukken van 1.60 M. beneden volzee, tot op den bodem. Die opzinking bestaat uit eene bedekking van den bodem over de volle, volgens de bestaande diepte vereischte breedte, aan de buiten- of zeezijde vermeerderd met 4 M. voor steenbezetting. Hierop is langsgewijze eene buiten- en binnenbezinking geplaatst, op de hoogte van 1.60 M. beneden volzee, voor de buitenbezinking breed 9.50 en voor de binnenbezinking 7 M., waarbij de helling aan de buitenglooiing van $3^1/_2$ op 1 en die aan de binnenhelling van 1 op 1 is genomen.

§ 684. Omtrent de bewerking der zinkstukken is onder anderen bepaald, dat de lengte der stukken door de Directie zal worden vastgesteld, en de oppervlakte van ieder stuk minstens 600 M². groot moest zijn.

De dikte der rijsvulling is bepaald op niet minder dan 0.4 en niet meer dan 0.6 M.; in bijzondere gevallen kan daarin door de Directie verandering worden gebracht. De onvermijdelijke ruimten, die tusschen de zinkstukken moeten bestaan blijven, moesten met zwaren steen worden volgestort. De stukken, die op meer dan 2.50 M. diepte kwamen, moesten rondom, op afstanden van 8 à 10 M. in zinklijnen worden gehangen en gezonken. Alle stukken moesten verzwaard worden met minstens 400 Kgr. per M³. rijsvulling. Voor de zinkstukken der bovenste rij en die voor de einden, was de vulling voor de helft uit bladriet bepaald. Geen stuk der grondbezetting mocht meer van de aangewezen raaien afwijken dan 1.5 M.; bij meerdere afwijking moest naast het stuk een nieuw stuk worden gezonken, breed minstens 5 M.

De volle ballast voor ieder stuk moest binnen 24 uur na de zinking zijn aangebracht, terwijl de steen voor bezinking en bestorting niet ligter dan 25 en gemiddeld niet zwaarder dan 175 Kgr. mocht zijn.

§ 685. De ruimte tusschen de opzinkingen is met grond gevuld, tot de noodige hoogte, om door de bepaalde steenglooiing het vereischte profiel te bekomen. Die grond is uit zee opgebaggerd, waar hij ter verdieping van den bodem moest worden weggenomen. Voor de bovenste laag, ter dikte van 1 M. is eene kleibedekking aangebracht en vast aangestampt. Hierop is, met tusschenvulling van eene laag bladriet of zeewier en onder het juiste profiel, een puinlaag gestort, ter dikte van 0.5 M. Op deze puinlaag is de basaltglooiing wel sluitend en in verband gesteld, uit stukken van ééne lengte, elk stuk afzonderlijk aangestampt. Deze stukken hebben op den kruin en binnenglooiing eene lengte van 0.5 M., terwijl zij op de buitenglooiing naar den teen regelmatig vermeerdert tot eene lengte van 0.8 M. De dikte der stukken is over het kruis gemeten minstens 20 à 30 cM. Bij den voet der glooiingen rusten zij op gesorteerde stortsteenen, van stukken minstens zwaar 0.5 M. Voor de glooiingen en bermen der opzinkingen moest verder geleverd en verwerkt worden de noodige steen; hiervoor was voor eene lengte van 324 M. bepaald 8170 500 Kgr. steen.

In de buitenoppervlakte der steenglooiing van het ander noorder-hoofd, zijn de steenen van de helft en in het verband, met de koppen 6 à 7 cM. boven het bepaalde profiel gezet.

§ 486. De kop van den Dam is rond afgewerkt, zie de havenwerken te Harlingen in fig. 463, waarop straks wordt teruggekomen, en waar de ligging der nieuwe dammen door stippellijnen is aangegeven. Tot insluiting der opzinkingen en tot steun der glooiingen is de kop begrensd door eene dubbele paalbeschoeiing van onregelmatigen veelhoekigen vorm, welke aan de buiten- en binnenzijde voorzien is van aan in tangen gekoppelde gordingen.

Hiervoor zijn verwerkt:

13 eiken hoekpalen, ieder lang 8 M., op den kop 28 cM. en over eene lengte van 4.20 M. vierkant gezaagd, terwijl die zwaarte aan de punt minstens 20 bij 20 cM. moet zijn.

517 stuks 71 decimeters greenen dijkpalen, die zijn ingeheid tot de diepte van 1.20 M. beneden volzee, onder eene helling van 25 cM. per M. Al deze palen zijn met inbgrip van de koppen over eene lengte van 4.20 M. met wormnagels en tusschenspijkering voorzien, de wormnagels ter grootte van 25 stuks op de Kgr.

122.64 M. gecreosoteerde dennen buiten- en binnengordingen zw. 15 bij 25 cM. onderling aan de hoekpalen en om den vierden dijkspaal te verbinden door 61 in te laten schroefbouten, met keerplaat, elk lang 80 cM. tusschen kop- en keerplaat, zw. in middellijn 3.3. cM., en aan de overige door een takbout, lang 22 zw. in middellijn 2 cM.

13 ruw beslagen eiken palen voor intangen, ieder lang 8 M., zw. op 1 M. van den kop 25 en aan de punt 15 cM., door 48.75 M. boschk. bezaagd eiken gording, zw. 13 bij 18 cM. gekoppeld. De palen met niet meer dan 6 en de gordingen van 4 cM. wan bewerkt.

Ieder ankerpaal met achtergording is met den daarmede overeenkomenden hoekpaal en gordingen door

een achtkant moeranker gekoppeld, waarvan de kop of kruk in de buitengording is ingelaten. Deze koppelijzers hebben eene lengte van 4.15 M. en eene dikte van 4 cM. in middellijn. De genoemde opzinkingen zijn tot ongev. 12 M. achter de paalbeschoeiing aangebracht en eindigen aldaar ongev. te lood. De ruimte achter de palen is met balsteen en puin zoodanig gevuld, dat daarbij tusschen de palen en de nader te vermelden opzinking met riet, eene bestorting ter kruinsbreedte van minstens 2 M., op de hoogte van 1.60 M. beneden volzee, worde gevormd. De rietbezinking sluit aan en op de rijzen zinkstukken, en is op eenen afstand van ongev. 2 M. uit de beschrevene paalbeschoeiing opgezonken, mede tot 1.60 M. beneden volzee. Die rietbezinking heeft op de kruin gemeten eene lengte van 54 M.

§ 687. Achter genoemde paalbeschoeiing zijn geplaatst, zoowel hier als bij den tegenoverstaanden dam, drie duc d'alven met loopplanken of brug, waarover zijn verwerkt:

Drie koningspalen van beslagen eikenhout, over de bovenste 2.50 M. lengte met niet meer dan 6 cM. wan, plat gemeten, ieder lang, 15 M. zw. op 1.50 M. van den kop 52 bij 52 cM. en aan den top 30 bij 30 cM.; twaalf dito schoorpalen, ieder lang 12 M. zw. op 1 M. van den kop 35 bij 35 cM. en aan den top 20 bij 20 cM.; twaalf dito vierkant bezaagde eiken klossen, onder den gegoten muts ieder lang 25 cM. zw. 12 bij 12 cM.; acht en veertig gegoten ijzeren klossen met gekruisribte bovenvlakken op de schoorpalen, ieder lang 20 zw. 10 bij 10 cM.; twaalf vierkant bezaagd eiken koppelhouten, lang te zamen 16.20 M. zw. 20 bij 20 cM. De palen zijn over eene lengte van 1.60 M. bespijkerd met wormnagels. Verder zes jukpalen, elk lang 5 M. en zes dito, elk lang 6 M. van beslagen eikenhout, zw. 20 bij 20 cM. en 4 cM. wan. Voorts van vierkant bezaagd hout: 3 slooven, ieder lang 1.80 M. en drie dito, te zamen lang 4.70 M. zw. 20 bij 20 cM.; 18 klossen, ieder lang 25 cM. zw. 15 bij 20 cM.; 2 liggers, ieder lang 9.50 M., 2 ieder lang 8.85 M. en 2 ieder lang 8.05, zw. 13 bij 25 cM.; 24 stuks dwarsliggers, samen lang 19.20 M. zw. 15 bij 15 cM.; 6 kantribben, samen lang 46.60 M. zw. 10 bij 18 cM.; 140 M. ribben, zw. 8 bij 7 cM.

De koningspaal is te lood ingeheid, tot eene hoogte van 2.50 M. boven peil; de schoorpalen zijn onder eene helling van de helft der hoogte, met de koppen op 1.65 M. beneden dien van den koningspaal aangebracht, hierin met tanden gewerkt, en met moerbouten daarmede en onderling gekoppeld.

De klossen onder de ijzeren muts zijn mede ingekeept en met hakkelbouten bevestigd.

De koppelhouten liggen met voorloeven van 5 cM. over de schoorpalen, op de hoogte van 1.30 M. beneden peil, alles met de noodige bouten enz. bevestigd. De bazaltglooiing is ter breedte van de brug, van de hoogte der liggers tot den kruin van den dam te lood opgezet.

§ 688. Op den dam zijn op onderlingen afstand van ongev. 15 à 20 M. meerpalen geplaatst, elk bestaande uit een boschkant eiken paal, lang 4 M., zw. op het midden gemeten, 32 bij 32 cM. en vier dito kruisen, elk uit drie gedeelten, te zamen lang 24 M. zw. 18 bij 20 cM., met de noodige takhouten verbonden. De koppen der palen zijn van ijzeren mutsen voorzien, zw. 50 Kgr.

DUC D'ALVEN EN MEERPALEN.

§ 689. Van het plaatsen van duc d'alven en meerpalen moet bij havenwerken een ruim gebruik gemaakt worden. Door het plaatsen van eerstgenoemde in de haven, moet zoowel als door de laatstgenoemde op de dammen en aanlegkaden, voldoende gelegenheid bestaan tot het vastleggen, *meeren*, der schepen. Ook moet door de meerpalen aan de binnenkomende schippers voldoende gelegenheid worden gegeven, dat zij door het daaraan bevestigen van uitgebrachte touwen, het schip kunnen stoppen. Niet zelden wordt hierbij aanzienlijke kracht uitgeoefend, wat bij het plaatsen en bevestigen der palen wel mag in aanmerking genomen worden.

STEIGERS, WRIJF- EN STUTPALEN.

§ 690. Tot vermeerdering van geschikte lig-, los-, en laadplaatsen voor schepen worden in de havens dikwijls afzonderlijk hoofdsteigers geplaatst. Zij bestaan eenvoudig uit een hol gewerkt hoofd, rechthoekig op den kaaimuur of havendam geplaatst, zoodat aan beide zijden van den steiger een of meer vaartuigen kunnen gelegd worden. Zij hebben in den regel eene lengte, die voldoende is, voor een der grootste schepen, terwijl eenige der ingeheide palen, waardoor het dek van den steiger wordt gedragen, ongev. 1 M. boven dat dek blijven doorloopen, om als meerpalen dienst te doen.

Ook volgens de lengte van den dam worden soortgelijke steigers gebruikt, om de communicatie gemakkelijker te maken. Ook deze steigering kan vrij eenvoudig zijn, en bestaat uit eene op afstanden ingeheide rij palen, langs den dijk, die door gordingen zijn vereenigd, waarop de hoofdbalkjes voor het dek rusten, welke met de andere einden in den dam mede op ingeheide palen hun steun verkrijgen.

§ 691. Langs de kaaimuren of beschoeiingen worden *wrijfpalen* ingeslagen, of wel deze palen, door hoofd- of tusschenbalken vereenigd, als doorgaand rasterwerk opgesteld, om zoowel schepen als beschoeiingen voor beschadiging te bevrijden.

§ 692. De op- en neergaande beweging der schepen door eb en vloed, en de schommeling door de deining, die er dikwijls in het water aanwezig is, maken het wenschelijk, dat de schepen van den walmuur vrij blijven. Hiervoor dienen de *stutten* of *uithouders*. Deze bestaan uit een balk, die op den wal is bevestigd, en waarbij aan het andere einde, dat over den walmuur reikt, de gelegenheid is gegeven, om aan het schip verbonden te worden, zoodat de schepen vrij van den wal moeten blijven. De bevestiging aan wal moet aan een' stoel van ingeheide palen enz. zoodanig plaats hebben, dat de balk zich in dat stoeltje voldoende kan bewegen, om aan den stut gelegenheid te geven, de veranderde ligging van het schip door verandering in den waterstand, te kunnen volgen.

KUST- HAVENLICHTEN, BAKEN, BOEIEN, REEDEN ENZ.

§ 693. De op de kust geplaatste lichttorens dienen om bij nacht aan de zeelieden de kust aan te wijzen, hen voor ondiepten of gevaarlijke punten te waarschuwen, den mond of ingang van havens of andere wateren te doen vinden enz. Door het aanbrengen van lenzen en spiegels is het licht zoodanig versterkt, dat het op verren afstand kan gezien worden. Tot het aanwijzen der havenmonden worden zij vóór op den kop van den Dam geplaatst, of bijaldien dit hier of bij andere monden niet mogelijk is, plaatst men twee lichten achter elkander, zoodat de schippers in zee, door de daardoor aangegeven richting de opening kunnen bepalen. Zij worden ook toegepast om aan de zeelieden te seinen, hoeveel water op dat oogenblik in de haven staat, zoodat zij kunnen nagaan, of het binnenloopen kan geschieden; wat des daags door het ophijschen van vlaggen plaats heeft. Door verschillende middelen kan er voor worden gezorgd, dat elk licht afzonderlijk kenbaar wordt gemaakt, opdat de schippers zich niet vergissen, of een toevallig licht voor het bekende seinlicht aanzien. Hiervoor zijn soms verschillende lichten naast elkander geplaatst, of is het licht gekleurd, terwijl het ook door eene voortdurende draaiing, bij tusschenpoozen kan bedekt worden.

Het havenlicht, dat den mond moet aanwijzen, bestaat veelal uit eenvoudige lantaarn, die op een paal is geplaatst. De kustlichten die door de noodige samenstelling der lantaarns enz. en de hoogte, waarop men het licht wil geplaatst zien, vorderen somtijds voor deze vuurtorens een belangrijk gebouw, dat niet zelden geheel van ijzer wordt opgericht.

§ 694. Tot het aanduiden van klippen en platen, die bij hoog water onder loopen, worden op plaatsen, waar deze bestaan kunnen blijven, palen in den grond gezet, van boven door van teenen gevlochten korven als koppen kenbaar gemaakt. Ook kunnen deze de richting van een bestaande geul, waardoor de scheepvaart moet plaats hebben, aangeven; hetzij door onderlingen stand, hetzij door het bekende verband tusschen deze en andere vaste punten aan den wal, vuurtorens, torens enz. Voor hetzelfde doel worden ook drijvende lichamen door verankering vastgelegd, boeien genoemd. Hieraan kunnen verschillende vormen worden gegeven, veelal dien van een kegel. Voor meerdere duidelijkheid worden zij geverfd; terwijl ook door verschillende kleuren het doel, waarvoor zij liggen, kan bevorderd worden.

DROGE DOKKEN.

§ 695. Bij sommige der meest belangrijke zeehavens bestaat de gelegenheid, om de schepen te kunnen nazien en herstellen, zonder dat zij op een helling behoeven gehaald te worden. Hiervoor heeft men afzonderlijke kommen, die, nadat de schepen daarin zijn gevaren van het aangrenzende dok of kanaalwater kunnen afgesloten en droog gemaakt worden, terwijl zij vervolgens, als het schip weder moet worden uitgebracht, op nieuw van water worden voorzien, dat met de aangrenzende wateren in verbinding wordt gesteld.

De grootte, die aan deze kommen wordt gegeven, regelt zich naar die der schepen; somtijds wordt

de grootte voor het opnemen van twee schepen te gelijk geschikt gemaakt, veelal neemt men die echter voldoende voor één groot schip of voor twee kleine schepen. Het dokken van twee schepen te gelijk is ook vooral daarom bezwaarlijk, omdat zij zelden te gelijk zullen hersteld zijn.

Voor het inlaten der schepen wordt het dok droog gemaakt en het schip opgemeten, zoodat de vorm van den kiel volkomen bekend is. Naar dien vorm wordt in het dok een stelling geplaatst van houten blokken, waarop de kiel van het schip zuiver past. Daarna wordt het water weder ingelaten en het schip juist op de batterij gesteld en inmiddels van alle zijden door stutten en stempels tegen kantelen beveiligd.

Deze gebouwen kunnen worden afgesloten door puntdeuren, even als dit bij de sluizen plaats heeft. Veelal worden zij echter gesloten door een deur over de volle breedte, waaraan de vorm van een schip wordt gegeven, en schipdeur wordt genoemd. Zij liggen volgens hare lengte tusschen de rechtstandsmuren, en sluiten met een kiel tegen een aanslag of wel, indien zij het water van beide zijden moeten keeren of het schip tevens tot overbrugging moet dienen, zijn zij voorzien van twee kielen, waarmede zij in op den vloer aangebrachte sponningen vallen. Deze schepen hebben achter en voor rechtopstaande hellende zijden en zijn van onderen iets gebogen, zoodat aan het metselwerk en den vloer aldaar eene sterke en gewelfvormige gedaante kan worden gegeven. De schepen zijn van zoodanige inrichting, dat zij vol water kunnen gelaten en geledigd kunnen worden; in het eerste geval rusten en sluiten zij op den bodem en in de sponningen, en kunnen alzoo voor waterkeering dienst doen. Door het uitpompen van het water zullen zij opdrijven en zich over alle zijden van het muurwerk verwijderen, waarbij zij op het water drijvende uit den ingang van het dok kunnen verwijderd worden, om de schepen in of uit te laten.

Bij gewone schutsluizen zou het openen en sluiten dezer afsluitingen te veel tijd kosten. In enkele gevallen zijn schipdeuren aangebracht, waarbij dagelijks de behoefte bestond, tot het doorlaten van kleine vaartuigen, en waarbij daarvoor de gelegenheid was gegeven, door het aanbrengen van sluisdeurtjes in het schip. Men kan ook de inrichting zoodanig maken, dat de schipdeur op verschillende plaatsen in sponningen kan gezonken worden, zoodat de afgesloten kom, naar gelang van de grootte van het ingevaren schip, grooter of kleiner kan genomen worden. Verschillende andere inrichtingen zijn nog toegepast. bijv.: door meerdere dokken aan elkander te koppelen waarbij het achterste minder diepte dan die der voorste hebben, zoodat daarin kleinere schepen kunnen gebracht worden, of wel schepen, die slechts ten deele of geheel niet geladen zijn. Sommige dokken liggen met den bodem boven de oppervlakte der zee; door aaneengekoppelde sluizen worden daarbij de schepen ter vereischte hoogte opgeschut.

Voor het droog leggen der dokken is het van belang, dat er een groot verschil bestaat tusschen de dagelijksche eb en vloed, aangezien, zoo het schip, dat in het dok moet worden nagezien; bij hoog water ingebracht wordt, het water door openingen in de afsluitingen of riolen in het muurwerk, tot laag water kan uitstroomen. Het verdere water moet daarna worden uitgemalen wat veelal door stoomwerktuigen plaats heeft.

§ 696. Bij de werken van het maritime etablissement Villemsoord, bij de haven „het Nieuwe Diep", zijn twee droge dokken aanwezig. Het bouwen van het nieuwe droge dok, *d*, fig. 461, wat met zeer vele bezwaren gepaard ging, is een zeer belangrijk en veel omvattend werk geweest, wat niet alleen veel onderzoek en studie vooraf, maar vooral ook gedurende de bewerking heeft gevorderd. Zooals uit de meergenoemde geschiedenis dezer werken blijkt, had men hierbij groote bezwaren te overwinnen.

Vooreerst was het moeielijk te beslissen tot welke wijze van fundeering men zou overgaan. Men besloot hiermede te wachten, tot dat de put was gegraven, of liever, vóór die beslissing, tot het graven van den put over te gaan om gedurende dien tijd daarover nadere bepalingen te maken.

De grootte van den put op den bodem werd bepaald op eene lengte van 131.7 en eene gemiddelde breedte van 25.66 M., terwijl de diepte aan het landeinde op 10.17 en aan de dokzijde op 11.26 M. beneden volzee moest komen. De oppervlakte van ingraving moest daarvoor 2 H. A. groot zijn.

Het bleek, dat de geaardheid van den grond die uitgraving wegens inzakking, oprijzen enz. niet toeliet, zoodat men na verschillende pogingen aangewend te hebben, tot baggeren moest overgaan, en het aanbrengen der fundeering bij gedeelten heeft moeten uitvoeren.

Inmiddels was de dokcommissie werkzaam aan de beslissing, welke fundeeringswijze moest gevolgd worden. Eene paalfundeering werd bij nadere overweging afgekeurd, omdat men vreesde, dat door de vele palen, die moesten worden ingeslagen — 3000 — de grond te veel in beweging zoude komen, en op die groote diepte wellen zouden ontstaan, die het werk onuitvoerbaar zouden maken. Ook vreesde men, dat de palen, in dien bewegelijken zandgrond of loopzand zouden oprijzen, wanneer andere werden ingedreven.

Bovendien had men de overtuiging verkregen, dat men hier meer voor oprijzen of opperzen, dan voor verzakken had te vreezen. Bij latere uitvoering van nevenwerken, bleek dat de bezwaren tegen paalfundeering ingebracht, alleszins gegrond waren geweest.

Ook het aanbrengen van een betonfundeering heeft men niet durven ondernemen. Eene commissie toch, die in het belang van dit werk eene buitenlandsche reis had gedaan om soortgelijke werken op te nemen, had ondervonden, dat de ondervinding hen er aldaar toe had gebracht, om aan de betonlaag onder soortelijk werk eene dikte te geven, gelijk aan de halve hoogte van de kolom water, die daaronder als oppersende kracht kan werken. In dat geval moest daaraan eene dikte worden gegeven van 5.55 M. De diepte van den bodem van den put zou hiervoor 17 M. beneden de oppervlakte van den grond moeten komen.

Een en ander leidde tot het besluit het gebouw op een houten roosterwerk te plaatsen.

Hoewel men door het aanbrengen van omkuipingen, enz. alle voorzorgsmaatregelen nam, was men toch genoodzaakt, om de fundeering bij gedeelten aan te brengen, terwijl het oprijzen van het liggend roosterwerk gedurende de bewerking, door ballast moest worden tegen gegaan, en reeds opgerezen gedeelten daardoor weer naar beneden moesten worden gebracht.

Het roosterwerk bestaat uit een rij kespen, die door een paar zandstrooken en de bevloeringsdeelen zijn gekoppeld. Over deze bevloering zijn eene rij zwalpen gelegd, nagenoeg ter volle lengte van het onder liggend taflement, hierover weer op onderlinge afstanden van ongev. 1 M. eene rij zandstrooken, waarop kortere zwalpen, en daarover op nieuw zandstrooken zijn aangebracht, een en ander door tusschenmetseling aangevuld. Op dit liggend roosterwerk is verder het geheele gebouw opgemetseld, hebbende het metselwerk van den vloer, in het midden, boven den dennenvloer eene dikte van ongev. 2.3 M., terwijl het aan de buitenzijden met eenige verwijdingen te lood is opgetrokken, en eene hoogte heeft van ongev. 11.5 M. Van binnen heeft het gebouw een trapsgewijze ingericht hol profiel, ongev. als een halve ellips, zoodat het metselwerk, uit den benedenhoek tot de voorlijn dezer trappen of banketten eene dikte heeft van ongev. 7,5 M. De strijd tegen de elementen der natuur bleef echter gedurende het geheele werk niet uit, zoodat gedurende de opmetseling reeds scheurtjes in het muurwerk werden waargenomen, en nadat het dok ongev. afgewerkt en vol water zijnde, op nieuw werd drooggemalen, kwamen er groote verzettingen, en brak de vloer door de verbazende oppersende kracht voor een groot gedeelte door. Hierdoor werd eene vernieuwing noodig en is het omgekeerd gewelf der bevloering verzwaard, waarna de onderdikte van het metselwerk, boven de dennenbevloering, met 83 cM. werd vermeerderd, waarna het geheel bij proefneming voldoende werd bevonden.

Den 23 Maart 1857 is met het graven van den fundeeringsput aangevangen, terwijl het geheele werk in het laatst van December 1865 gereed was; terwijl de gezamentlijke kosten *f* 1 823 884 hebben bedragen.

HAVEN- EN DOKWERKEN HET NIEUWE DIEP EN WILLEMSOORD.

§ 697. Fig. 461 en 461*a* geven de situatie-teekening van de belangrijke haven en de daarmede in verband aangelegde maritieme établissement Willemsoord te Nieuwe Diep, bij den Helder.

De haven „het Nieuwe diep", zie fig. 461*a* is gevormd door eenen steenen dam, ongev. evenwijdig aan den oosterwal aangelegd. De natuurlijke diepte, die door den stroom van het water langs den oever aldaar was ontstaan, in verband met de vermindering van de diepte in den mond van de Maas, gaf aanleiding dat er in 1780, door de staten van Holland eene commissie werd benoemd, om te onderzoeken of aldaar ook eene geschikte zeehaven kon worden aangelegd. Hierdoor werd besloten tot het aanleggen van genoemden leidam, om daardoor het stroomvermogen van het water op die plaats te vermeerderen en het verdiepen te bevorderen. In verband met dezen leidam is een vangdam *b* aangelegd, die bij latere verbetering eene lengte van 3375 M. heeft verkregen, om het binnenkomende vloedwater tegen te houden, en alzoo te noodzaken bij eb op nieuw door de haven te moeten afstroomen. Het verdiepen der haven is daarbij bevorderd door het loskrabben van den grond enz. terwijl mede door andere hiermede in verband aangebrachte dammen, tot het keeren van den vloed en bescherming van de oevers, een gunstige afloop is verkregen. Door de zeedoksluis *a*, zie fig. 461, staat deze haven in verband met het natte dok *b*, waarin de schepen worden gebracht, die hersteld of op nieuw moeten worden uitgerust, of buiten dienst zijn gesteld. In verbinding met dit natte dok of bassin staan de beide droge dokken *c* en *d*. Het droge dok *d* is gebouwd, tengevolge van den slechten toestand, waarin het dok *c* zich bevond. Omtrent den bouw van dit droge

dok, het verbeteren en vernieuwen van het natte dok de zeedoksluis enz. vindt men zeer belangrijke mededeeling in de meergenoemde „Geschiedenis van de dokwerken op het maritime établissement Willemsoord, aan het Nieuwe diep, 1865."

Door de keersluis *e* en het dokkanaal *f* is genoemde bassin in verbinding met de maritime binnenhaven *g*, en de koopvaardersbinnenhaven *h*, zie mede fig. 461*a*. Verder geeft *i* de ligging van het kanaal naar den Helder en *k*, dat van het Groot NoordHollandsch kanaal aan; *l* is de marine-schutsluis, terwijl bij *m* en *n* de oude en nieuwe koopvaardersschutsluis aanwezig is.

De rondgaande stippellijnen in fig. 461 geven de afrastering aan van het établissement, waar binnen zich de verschillende magazijnen, werkplaatsen, machines, kazernen enz. wat bij deze werken of een maritiem établissement noodig is, bevinden, terwijl door op de teekening aangebrachte punten, de geplaatste meerpalen en duc d'alven worden voorgesteld.

HAVENWERKEN TE HARLINGEN.

§ 698. Fig 463 geeft, zonder de aangebrachte stippellijnen, de ligging van de haven te Harlingen, zooals, voor de in de laatste jaren aangebrachte, en nog in bewerking zijnde verandering, bestond. Het geheele noorder- en vooreinde van het zuiderhoofd, bestond uit langs beide zijden, onmiddelijk naast elkander ingeslagen boschkant eiken palen, die voor een gedeelte over 2 à 3 M. met wormnagels tegen zeeworm beveiligd waren. Deze rijen palen waren door buiten- en binnengordingen aan elkander gekoppeld, terwijl de tusschenruimte tot ongev. 50 cM. beneden het bovendek met puin en balsteen was gevuld. Op de binnengordingen en de koppen der palen werden de liggers bevestigd, die de rijen koppelden, en waarop de greenen bovendeksplanken werden bevestigd; een en ander ten sterkste door ijzeren bouten en ankers versterkt. Langs de buitenzijde van het zuiderhoofd en over het voorste gedeelte ook langs die van het noorderhoofd — zie den mond der haven in fig. 564 — was eene steenbestorting aangebracht van zwaren drentschen of noordschen steen, terwijl die steenbstorting op eenigen afstand van het noorderhoofd en verderen kaaimuur, tot den aansluitenden zeedijk doorloopt, om den golfslag te breken — zie fig. 463. — De tong of het scheidingshoofd tusschen de buitenhaven *a* en de Willemshaven *b*, waarvan het vooreinde bij *a'* op grootere schaal is geteekend, bestaat langs de zijde der buitenhaven, en om den afgeronden kop, eveneens uit eene gesloten paalrij, als die der andere hoofden. Langs de zijde der Willemshaven is deze beschoeiing, evenals de beide andere zijden van de kom, samengesteld uit een beschoeiingswerk, zooals dit ongev. door fig. 60 is aangegeven. De palen van den kop der tong reiken ongev. 1 M. boven de bevloering van het hoofd, en vormen daardoor eene borstwering. Waar de afronding van den kop eindigt, is eene grondbeschoeiing aangebracht, terwijl de ruimte tusschen deze beschoeiing en de palen van den kop met balsteen is gevuld.

Soortgelijke grondbeschoeiing is mede geplaatst onder de scheidingslijn *c*. Het daardoor aan de zijde van de buitenhaven afgesloten vak, tusschen deze beschoeiing en de buitenrij palen, is als de genoemde hoofden met puin en balsteen gevuld. Ook hier bestaat het dek, even als bij de hoofden, uit greenen planken, die op eiken liggers bevestigd zijn. Soortgelijke looppaden worden veelal plankier genoemd. Tus schen de beschoeiing langs de zijde van de Willemshaven en de beide genoemde grondbeschoeiingen is het hoofd met grond aangevuld, en evenals het overige gedeelte om dit dok met kei- en klinkerbesrating gedekt.

De Willemshaven werd hoofdzakelijk of nagenoeg uitsluitend gebruikt voor ligplaats der Engelsche stoombooten, die eene geregelde vaart op Harlingen hadden; de overigens binnenkomende zeeschepen, meerendeels met hout bevracht, voeren door de buitenhaven, door de sluis *d* — zuidersas — naar de zuiderhaven *e e* om aldaar te lossen. De kleinere schepen, die van de binnenwateren moeten gebruik maken, varen door de Noorder sassluis *f* of naar de noorderhaven *g*, om vervolgens door de groote sluis *h* op de binnenwateren te worden overgebracht.

Beide genoemde sassluizen hebben ieder een paar vloed- en ebdeuren, en worden slechts bij enkele hooge of lage waterstanden gesloten.

Het binnenkomen liet voor de schepen veel te wenschen over. Bij eenigszins onstuimig weer was het aanvaren tegen de hoofden, en vooral tegen den kop der tong iets, wat dagelijks voorkwam. Hierdoor waren somtijds groote herstellingen noodig, terwijl ook de schepen daarbij aanzienlijk beschadigd werden Vooral voor de groote stoombooten, was het veelal onmogelijk den kop der tong vrij te varen, en niet

zelden liepen zij er zoodanig van voren in, dat het grootste gedeelte der palen moest getrokken en vernieuwd worden. Door dit een en ander, in verband met de meerdere transitohandel, dien men aldaar door de aansluiting van de spoorweglijn verwachtte, is besloten tot het verbeteren en vergrooten dezer havenwerken, welk werk voor het grootste gedeelte is uitgevoerd. Bij deze verbetering is het Noorderhavenhoofd verlengd, en een nieuw zuiderhoofd aangelegd, zooals dit in deze figuur door stippellijnen is aangegeven. Het voorste gedeelte van het oude zuiderhoofd is opgeruimd — zie figuur 464 — terwijl ook het oude houten noorderhoofd, bij latere aanbesteding vervalt, en door soortgelijke steenen dijk, als de hier geprojecteerden, wordt vervangen.

Het voorste gedeelte van het oude zuiderhoofd bestond uit houtwerk, aan de buitenzijde door steenstorting beveiligd — zie fig. 464. Die steenbestorting liep ongev. tot *i*, fig. 463 door, en rustte aan de achterzijde tegen een kistwerk, zie fig. 464, waarachter een gedeelte steenglooiing van basaltsteen, die weder tegen de balsteen-bestrating aansloot. Het verdere gedeelte dijk bestond uit een gemetselden muur, waarvoor een kist van dijkspalen en puinbestorting aanwezig was, als bij de Friesche zeewering is opgegeven, terwijl vóór deze muur- en kistwerken meer en minder zware steenglooiingen waren gesteld, en twee, uit gestorte steenen bestaande stroomleiders, aanwezig waren.

Bij de nieuwe werken bestaat deze kaaimuur; zoowel als de afronding van het ingekorte zuiderhoofd uit basaltsteen volgens de richting, zooals die door de gestippelde lijn is aangegeven, terwijl het profiel hiervan reeds vroeger in fig. 56 is aangewezen. Men spreekt van het bouwen van eene sluis in den zeedijk, tegenover de haven, waardoor deze met het binnenwater kan verbonden worden; vooral ook daar men vreest, dat het in de nieuwe haven geloste hout, aan vlotten gelegd, veeltijds niet zonder bezwaar, langs den mond der haven, naar binnen zal kunnen gebracht worden.

§ 699. Fig. 462 geeft de ligging van de haven te Moerdijk. Op den westelijken havendam staat het station van den spoorweg Moerdijk—Antwerpen. Het voorste gedeelte van dezen dam bestaat uit een houten beschoeiingswerk, waarbij de palen op ongev. een paaldikte afstand van elkander zijn geplaatst, en ongev. 1.50 M. boven volzee reiken, terwijl dit hoofd tot circa 1 M. beneden volzee is gevuld met rijshout, dat met zware balsteenen is afgedekt. Het verdere gedeelte bestaande uit een aarden dam, aan de havenzijde beschoeid en aan de buitenzijde van steenglooiing voorzien, had voor de aansluiting van den spoorweg, toen de haven hoofzakelijk diende voor de stoombootvaart op Willemsdorp, 1 M. minder hoogte dan de kop, en is bij die verandering voor het plaatsen van meergenoemd station, verbreed en verhoogd. De haven heeft eene breedte van 70 M., terwijl de oostelijke dam voor gewone scheepvaart dienst doet.

§ 700. Evenals bij de haven „het Nieuwe diep" heeft men op meer andere plaatsen getracht de verdieping, of het op de diepte houden der havens te bekomen, door het doorstroomen van vloed en eb. Somtijds bestond daarvoor de gelegenheid door den havengevel te doen eindigen aan een gedeelte laag liggenden binnengrond, dat bij den vloed onder water loopt, en waarbij dat water bij eb, niet anders dan door de haven kon terug stroomen.

§ 701. Verder heeft men verschillende havens, die meer binnenlands zijn aangelegd en waarbij slechts korte hoofden zijn uitgebouwd, om den mond of ingang te vormen, waarbij sommigen door een vrij lang kanaal met de zee of rivier verbonden zijn, of zelve eene aanzienlijke lengte, bijv. van 1 uren gaans, bezitten

DRIJVENDE DOKKEN.

§ 702. In plaats van genoemde droge dokken wordt ook van drijvende dokken gebruik gemaakt, om de schepen, zonder dat ze op de helling behoeven gebracht te worden, na te zien en te verbeteren.

Voor deze drijvende dokken is van verschillende constructiën gebruik gemaakt. Zoo heeft men tusschen twee evenwijdige hoofden vlotten opgehangen door kettingen. Die vlotten worden onder het schip gebracht, dat gelicht zal worden, en daarna met het schip opgelicht, door schroeven of hydraulysche persen. Ook heeft men daarvoor houten bakken toegepast, een liggende bak is daarbij verbonden en in gemeenschap gebracht met twee opstaande zijbakken; eenige dezer toestellen naast elkander gelegd, en door koppelhouten verbonden, worden onder het schip gebracht, door er zooveel water in te laten loopen, als noodig is, om ze op de vereischte diepte te laten zakken. Op het bovenvlak der liggende bakken zijn lengte- en dwarshouten, stapelblokken, geplaatst, waarop het schip met den kiel moet rusten. Zijn er, al naar de lengte van het schip dit noodig maakt, een voldoend aantal dezer gekoppelde baktoestellen onder het schip gebracht

en is het ingelaten water tot zoover uitgepompt, dat de kiel van het schip op de stapelblokken rust, dan worden de wiggen onder den kiel aangeklemd, en wordt met het uitpompen voortgegaan tot dat de toestel met het schip ter voldoende hoogte is gerezen. Dit uitpompen moet zeer gelijkmatig geschieden voor welke waarneming op de verschillende bakken peilschalen zijn geplaatst, die boven water reiken. De bakken zijn in afzonderlijke vakken verdeeld terwijl men door aangebrachte buizen het hervullen en ledigen der toestellen òf gelijkmatig, òf bij afzonderlijke deelen kan regelen, en alzoo voor eene gelijke indompeling, kan zorgen.

In navolging van bovenstaande bewerking zijn de drijvende dokken toegepast, bestaande uit een geheel. Deze drijvende gebouwen of vlotten bestaan uit eenen bodem van kruiselings over elkander gelegde balken, tot eene hoogte van ruim 1 M., waarop greenen bevloering en stapelblokken van ongev. dito hoogte. De drie der opstaande zijden bestaan uit een dubbelen wand, de buitenste te lood opgaande, en de binnenste in hellenden stand. De daardoor gevormde ruimte is door scheidingsschotten in afzonderlijke kamers verdeeld, die naar verkiezing met elkander in gemeenschap kunnen gesteld worden. De derde zijde wordt met eene klep gesloten, die voor het inlaten van het schip kan worden neergelaten en daarna weer wordt opgehaald. Hierna worden genoemde kamers, die voor het naar beneden brengen van het gebouw, zooveel noodig met water zijn gevuld, weder ledig gepompt, waardoor het gebouw met het daarin opgenomen schip tot voldoende hoogte boven het water wordt gebracht, terwijl het schip, gedurende het rijzen van het geheel, door stempeling voor kantelen wordt beveiligd. Later zijn soortgelijke drijvende dokken meer van ijzer samengesteld.

REEDEN.

§ 703. Eene reede noemt men een gedeelte zee in de nabijheid van den vasten wal, waar de schepen eene geschikte ligplaats vinden, om bij slecht weer tegen gevaar beveiligd te zijn, en dus ook bij ongunstige windrichting voor anker kunnen liggen, om bij betere gelegenheid zee te kiezen.

In den regel vindt men deze in de nabijheid van de zeehavens. De bruikbaarheid en het nut, zoowel van de eene als de andere, wordt daardoor vermeerderd. Is wind, weer of waterstand voor het binnenkomen niet gunstig, dan kan men de schepen op de reede voor anker leggen, om betere gelegenheid af te wachten. Is in tegenovergesteld geval een schip in de haven zeilklaar, maar wind en weer niet geschikt, om in zee te gaan, dan kan men ook van de reede gebruik maken, om bij de eerste gelegenheid dadelijk te vertrekken. Uit een en ander blijkt, dat als de vereischten kunnen worden opgegeven: 1°. de verbinding tusschen haven en daarbij behoorende reede moet zooveel mogelijk ten allen tijde kunnen plaats hebben, zoowel met schepen als met sloepen, opdat in elk geval eene geregelde communicatie tusschen de op de reede liggende schepen en den vasten wal kan plaats hebben; 2°. de ligging moet zoodanig zijn, dat de schepen tegen storm en golfslag behoorlijk beveiligd zijn; 3°. de diepte moet ten allen tijde, en dus ook bij de laagste waterstanden voldoende zijn; terwijl die ook om eene geschikte verankering te verkrijgen, niet te veel mag bedragen; bovendien moet de geaardheid van den grond voor verankering geschikt zijn. Dikwijls geeft de natuur eene geschikte plaats voor eene reede aan; in sommige gevallen moet die kunstmatig, door het aanbrengen van hoofden of leidammen gevormd of beter geschikt gemaakt worden.

INHOUD DER WATERBOUWKUNDE.

	Bladz.
INLEIDING.	1
AARDEN WEGEN	3
KUNSTWEGEN	4
AARDEBAAN, hoogte en breedte .	4
Hellingen	5
Profiel en glooiingen . . .	6
Situatie, opneming terrein .	7
Uitzetten van gebogen lijnen en glooiingen	10
Nummerpalen en lengtebepaling.	12
Waterpassen	13
Lengte- en dwarsprofielen. .	16
Bepalingen voor de uitvoering	17
KUNSTBANEN.	19
Breedte	20
Bestrating met berg- en behakte keien	20
Bestrating met klinkersteenen	23
Grint- en gruiswegen . . .	26
Aansluiting van kunstbanen, handwijzers, mijlpalen, afheiningen en schampalen, tollen en voetpaden . . .	28
Onderhoud	30
KANALEN	32
Afmetingen van eenige bestaande kanalen en sluizen .	37
Opnemen en peilen van kanalen	42
Afbaken en uitzetten . . .	43
Afdammen	44
Droogmaken en drooghouden	45

	Bladz.
Graven en baggeren. . . .	48
Peilschalen	51
Rolpalen.	52
Jaagpaden	53
BESCHOEIINGEN.	53
DUIKERS	65
VORM EN VERBINDING DER MATERIALEN.	77
IJzerconstructiën	82
VASTE BRUGGEN	86
Tusschenjukken, schoren en stootpalen	92
Brugliggers.	97
Bruggen met tralieliggers. .	101
Volle plaatijzeren liggers . .	113
BRUGDEKKEN	118
LEUNINGWERK	120
BEWEEGBARE BRUGGEN	123
Draaibruggen	123
Bascule-bruggen	143
Ophaalbruggen	153
Rolbruggen.	162
Weegbruggen	166
VERSCHILLENDE MINDER VOORKOMENDE OF GEBRUIKELIJKE BRUGCONSTRUCTIËN	169
Steenen bruggen	169
Vlotbruggen	170
Vijzelbruggen	171
Vaste bruggen met een kleine beweegbare klep	171
Ponten	171

	Bladz.
Gierbruggen	172
IJzeren liggers bij groote brugconstructien	172
SLUIZEN	187
Algemeene beschouwingen .	187
Schutsluizen	188
Uitwateringssluizen	192
Keersluizen.	195
Spuisluizen	196
Inundatiesluizen	197
HET BOUWEN VAN SLUIZEN . .	197
Droogmaken, drooghouden, heien en grondsoort . . .	198
Fundeeringwerk	198
a. Uitzetten	198
b. Heipalen	199
c. Kespen.	200
d. Oppersende kracht. . .	201
e. Damplanken, schermen en betonkisten	202
f. Kloosterhouten, schuifhouten en schoorpalen .	205
g. Aanvulling tusschen de kespen enz.	205
h. De bevloering over de kespen	206
i. Bouten en nagels . . .	206
k. Zwalpen	207
l. Slagbalk, puntstukken en komplaten, tusschenmetseling en bovenvloer . .	208
m. Steenen sluisbodems . .	211

Bladz.

n. Koffers 212
o. Steenen slagbalken . . 212
p. Betonfundeering . . . 213
q. Opgaand muurwerk . . 214
GEHOUWEN STEEN. 217
a. Slagstijlstukken 217
b. Hardsteenstukken voor het opzetten van hoeken . . 219
c. Schotbalk-sponningen . . 220
d. Haalsteenen. 220
e. Sponningstijlen en dorpels voor schuiven 220
f. Dekzerken 221
g. Traptreden 221
h. Bijzondere stukken en hoekstukken bij rollagen. . . 221
i. Afmetingen van hardsteenstukken 222
SLUISDEUREN 222
a. Gewone pontdeuren . . . 222
1. Raamwerk 222
2. Bekleeding 223
3. IJzeren beugels en winkelhaken 223
4. Rinketten of schuiven . 224
5. Rinketbeweging. . . 224
6. Openen en sluiten der deuren 225
7. Draaipunten en halsbeugels. 225
b. Meer samengestelde of in bijzondere gevallen gebruikelijke constructiën . . . 226
1. Samenstelling der deuren 226

Bladz.

2. Schuiven en Rinketten 228
c. Toldeuren 228
d. Waaierdeuren 230
e. IJzeren deuren 231
f. Gebogen deuren 234
g. Spoordeuren en deuren die om eene horizontale as draaien 235
Eenige opgaven en afmetingen van bestaande deuren 235
h. Werktuigen tot het openen en sluiten der deuren en het behandelen der rinketten . 239
1. Deurbeweging . . . 239
2. Rinket- en schuifbeweging. 241
VALSCHUTTEN 243
BESCHERMING DER DEUREN BIJ HOOGE WATERSTANDEN EN GOLFSLAG. 244
SCHUTKOLKEN 244
STORTEBEDDEN 246
BEVEILIGING TEGEN ZEEWORM. . 247
BEREKENINGEN DER AFMETINGEN VAN DE VOORNAAMSTE DEELEN EENER STEENEN SCHUTSLUIS . 249
RIJSWERKEN. 254
Rijsbedden 255
Rijspakbermen of pakwerk . 256
Stroobeklamping 256
Rijsbeslag 257
Bleeslagen 258
Kribben 259
Beslagwerk. 260

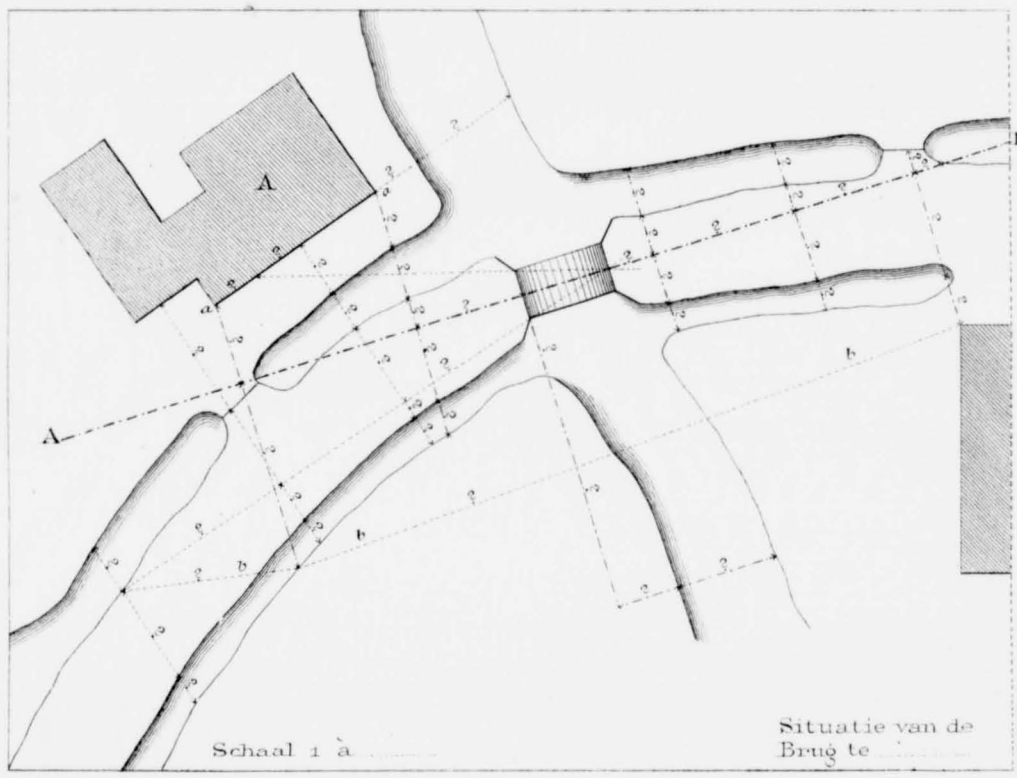
Bladz.

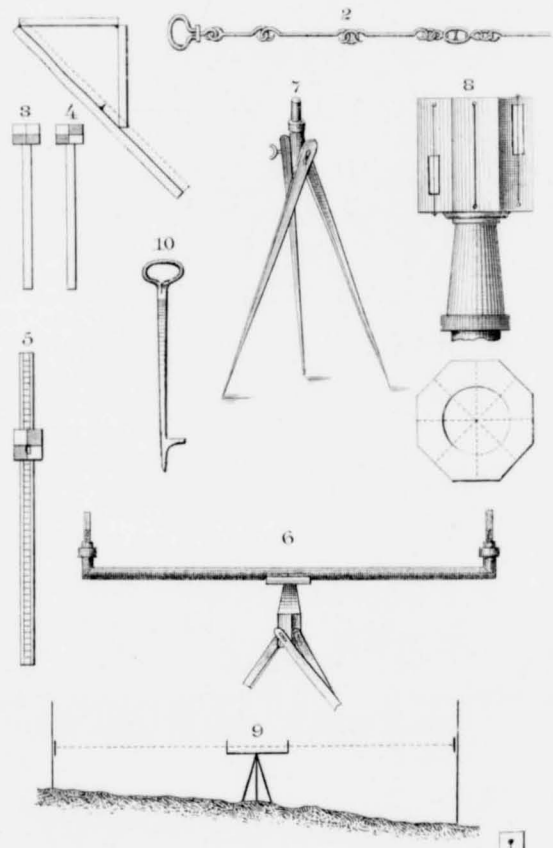
INPOLDERINGEN. 261
ZEEWERINGEN, HAVENS ENZ. . . 264
Duinen 264
Voorland 264
Ligging en grondverkrijging. 265
Richting 265
Profiel 265
Samenstelling 266
Vermeerderen en verminderen van het voorland 267
BESCHERMING VAN DIJKEN, DIE AAN ZWAREN GOLFSLAG ZIJN BLOOTGESTELD 268
Steenglooiing 268
Paal- en kistwerk 269
BESCHADIGING EN DOORBRAAK DER DIJKEN. 270
ZEEHAVENS 272
NIEUWE HAVENDAMMEN TE HARLINGEN. 274
Zinkstukken 275
Grondvulling en steenbezetting 275
Bewerking van den kop . . 275
Duc d'alven. 276
Meerpalen 276
DUC D'ALVEN EN MEERPALEN. . 277
STEIGERS, WRIJF- EN STUTPALEN 277
KUST-, HAVENLICHTEN, BAKEN EN BOEIJEN 277
DROOGE DOKKEN 278
HAVEN- EN DOKWERKEN VAN HET NIEUWEDIEP EN WILLEMSOORD. 280
HAVENWERKEN TE HARLINGEN . 280
DRIJVENDE DOKKEN 282
REEDEN 282

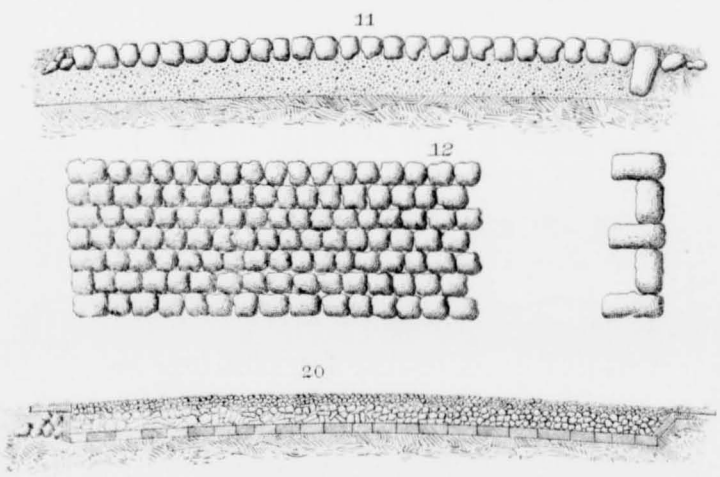
EINDE DER WATERBOUWKUNDE.

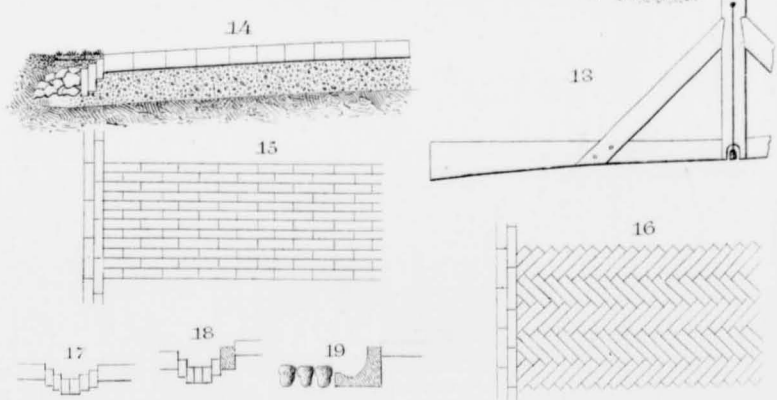
SITUATIE van den weg van A naar B.





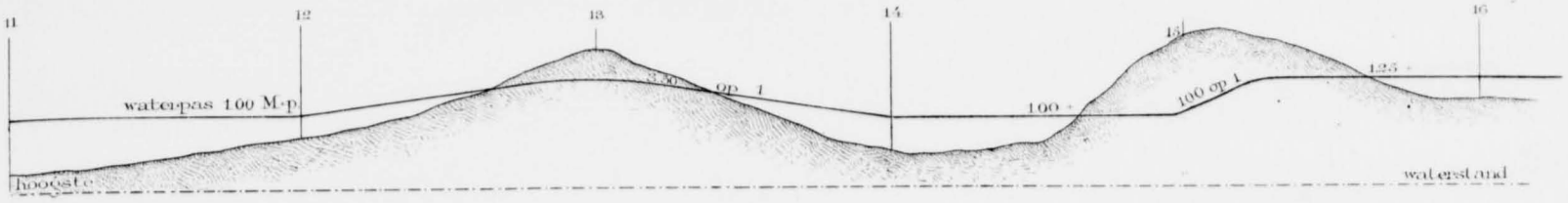






Groningen J.B. Wolters.

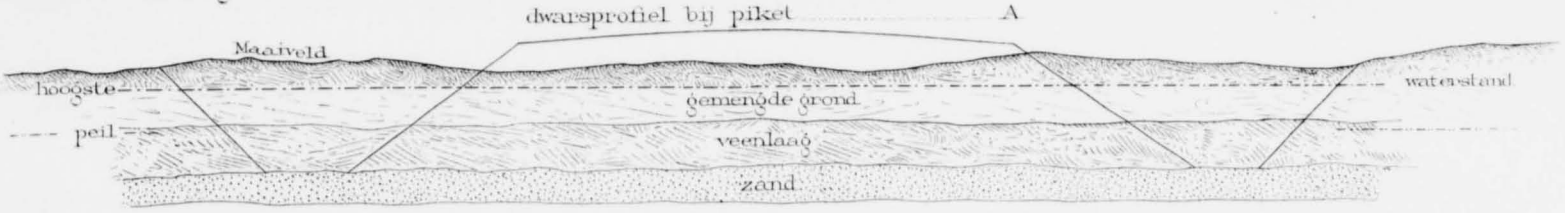
LENGTE PROFIEL van den weg van



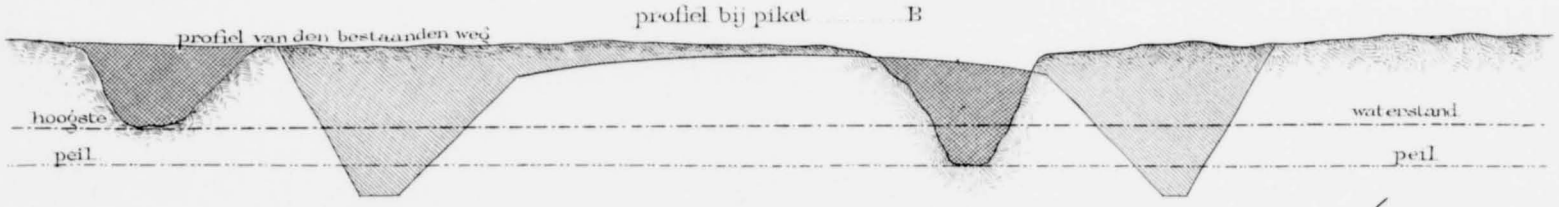
peil — peil

Schaal voor de lengte 1 à 2500 — Schaal voor de hoogten 1 à 50

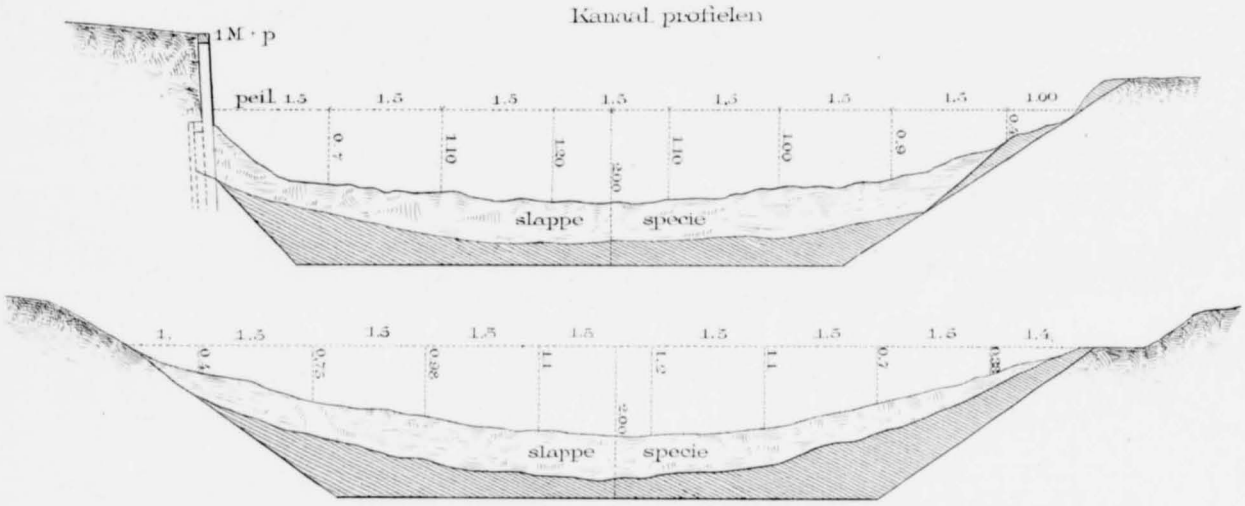
dwarsprofiel bij piket A

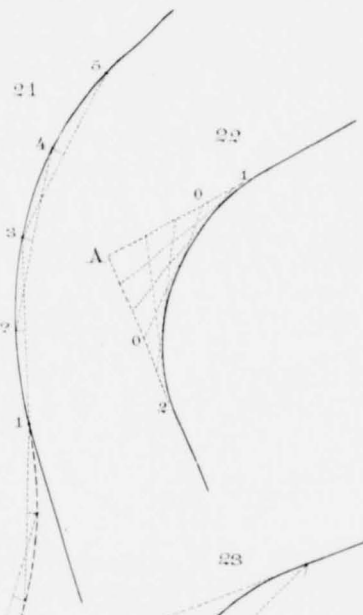


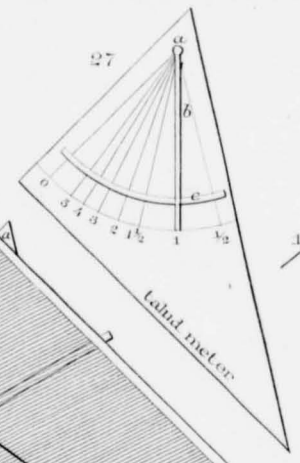
profiel bij piket B

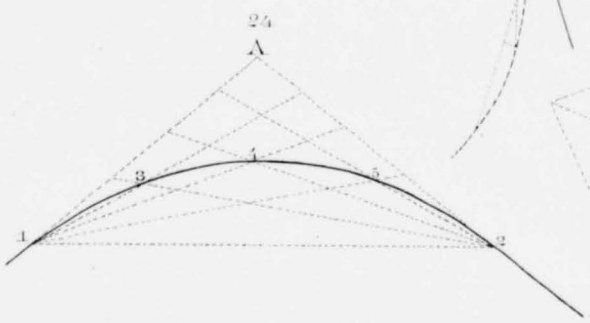


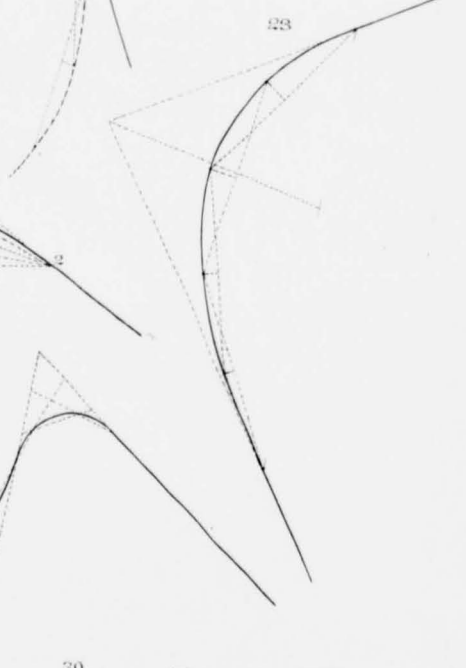
Kanaal profielen

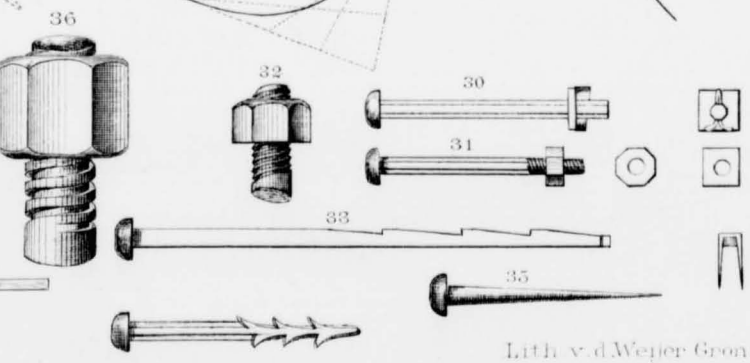


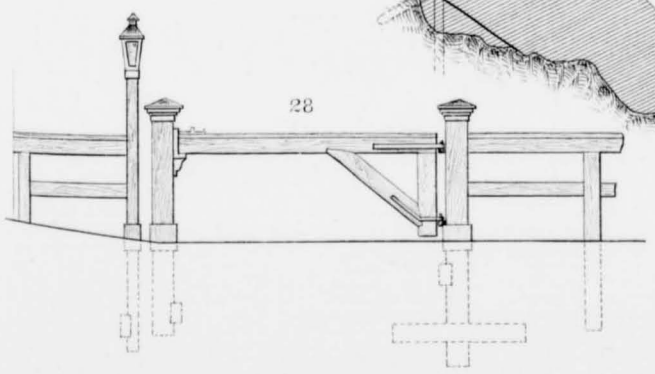


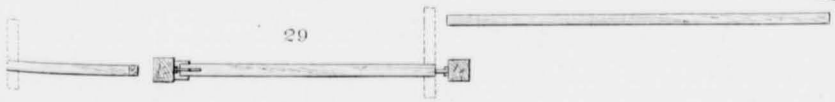




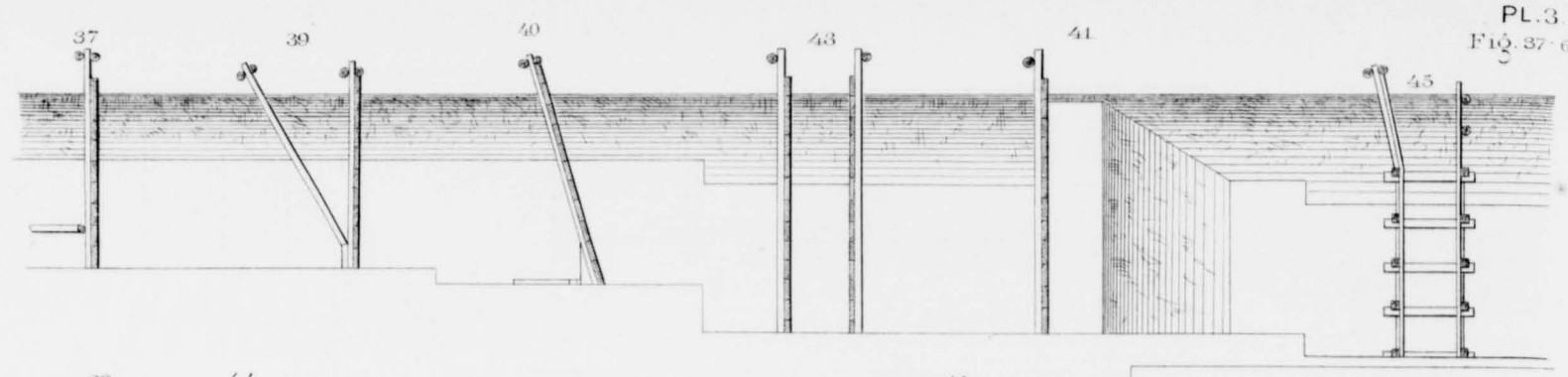


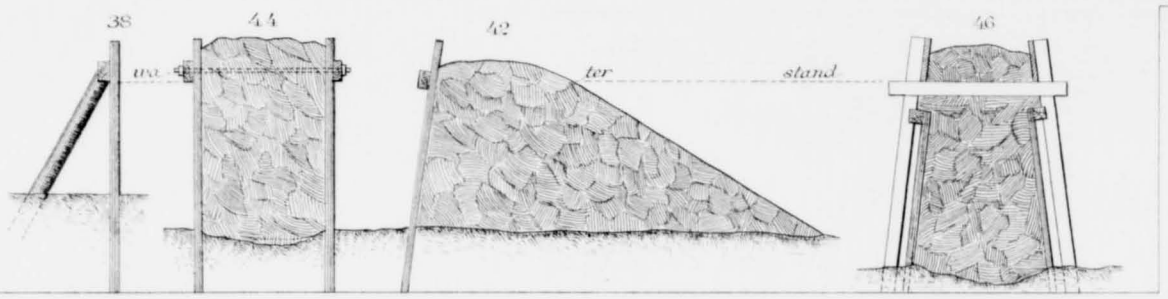


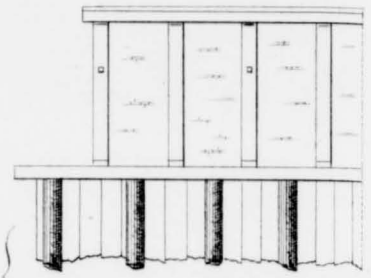


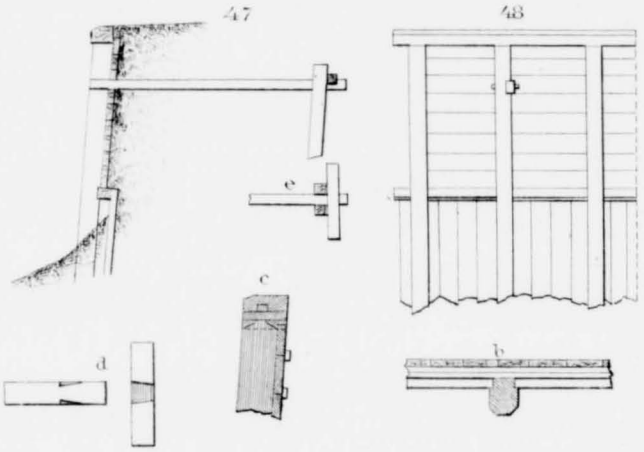


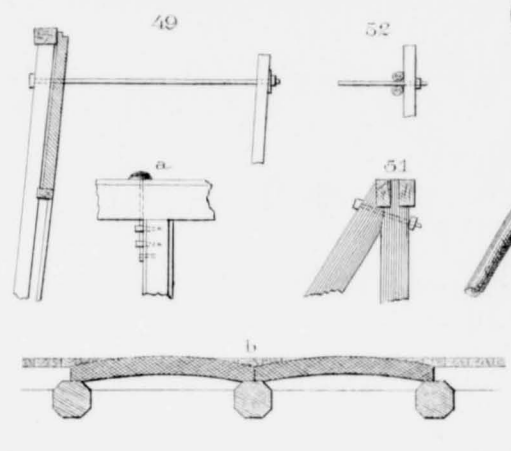
Lith. v. d. Weijer Gron.

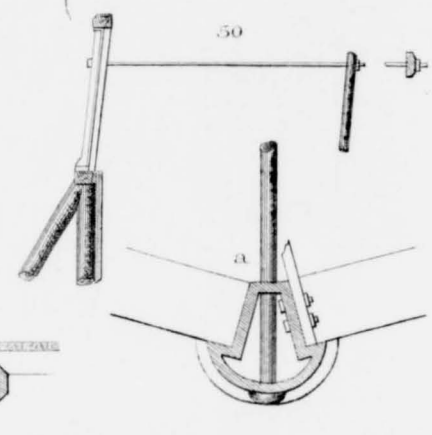


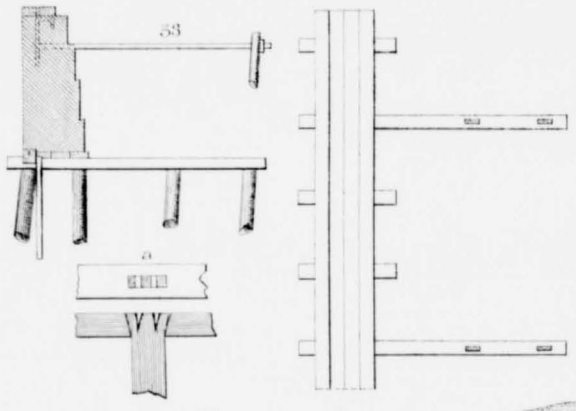


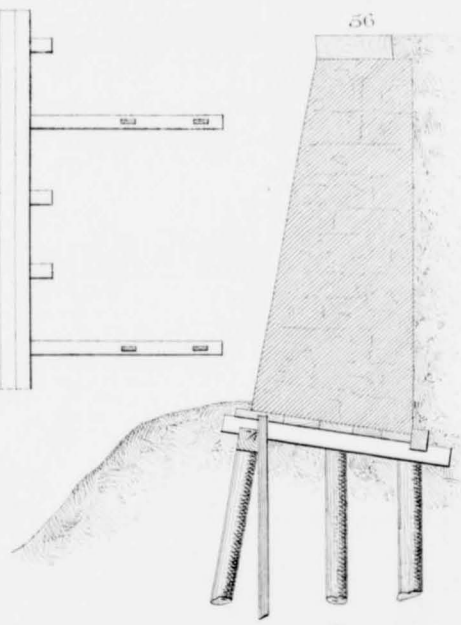


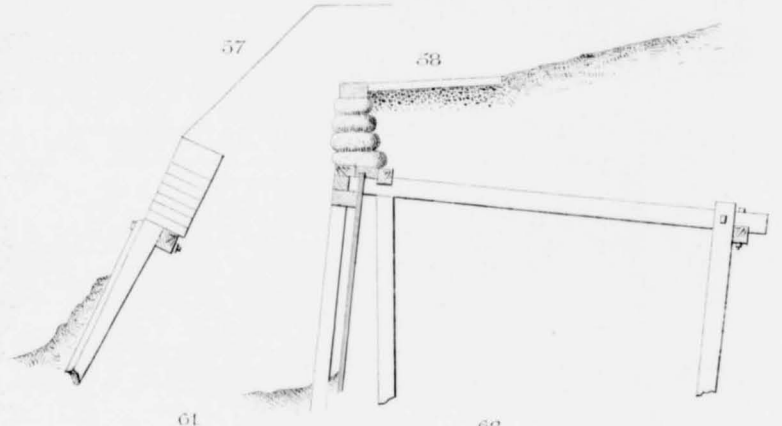


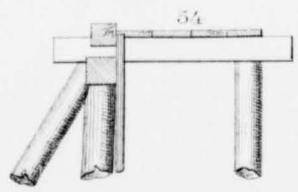


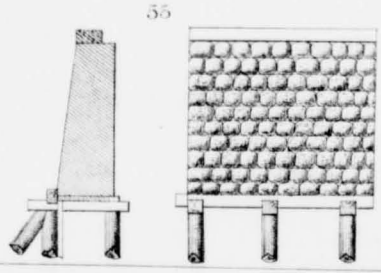


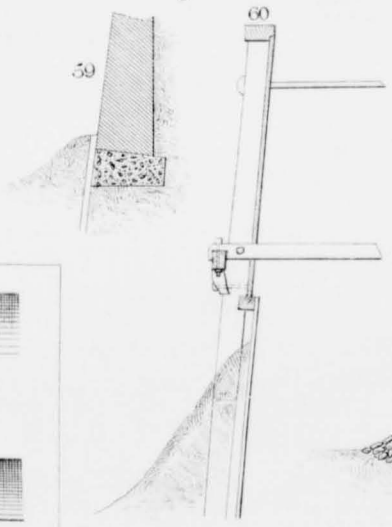


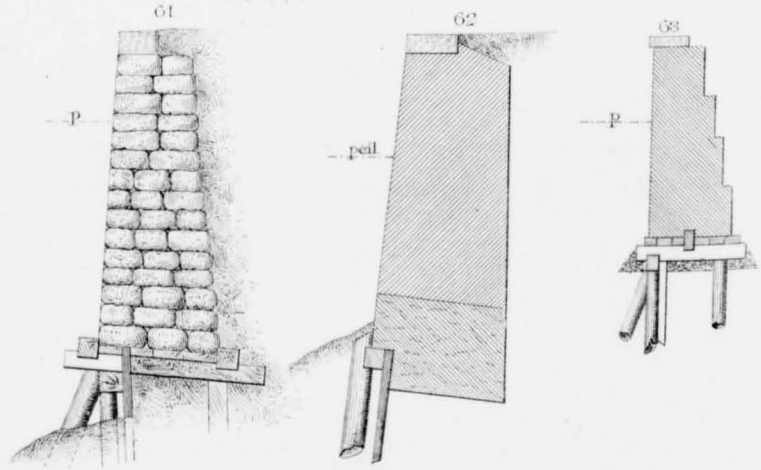


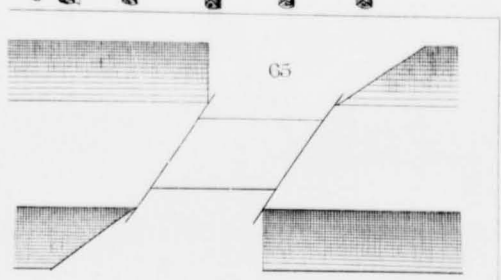


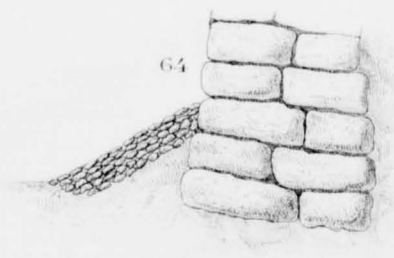








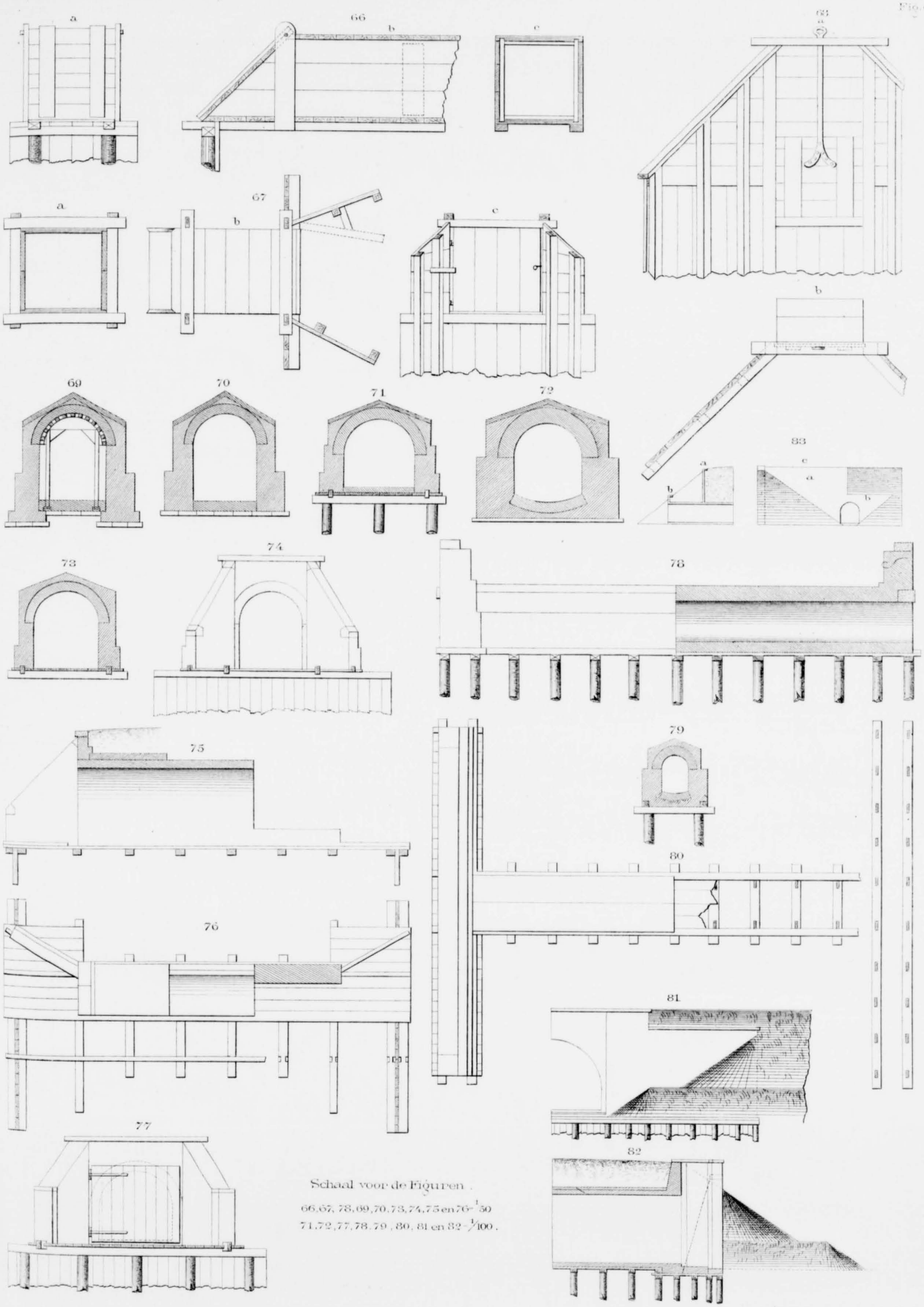




Schaal voor de Figuren.

37, 39 – 41, 43 en 45	1/200
38, 42, 44, 46–50, 52, 53, 55, 56, 59, 63	1/100
57	1/40
47 c en d, 48 b, 49 a en b, 51, 53 a, 54 en 64	1/50
50 a	1/10

Groningen J. B. Wolters.

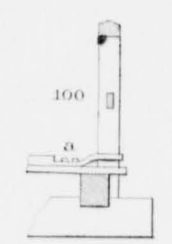


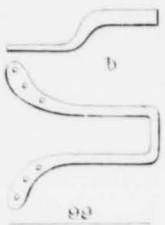
Schaal voor de Figuren.

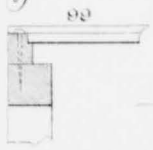
66, 67, 78, 69, 70, 73, 74, 75 en 76 = 1/50

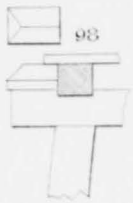
71, 72, 77, 78, 79, 80, 81 en 82 = 1/100.

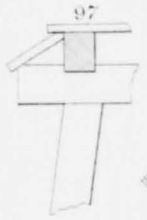
Lith. v. d. Weijer Gron.

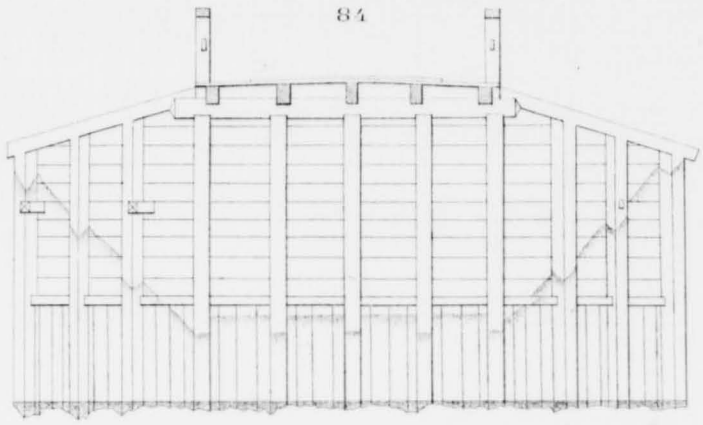


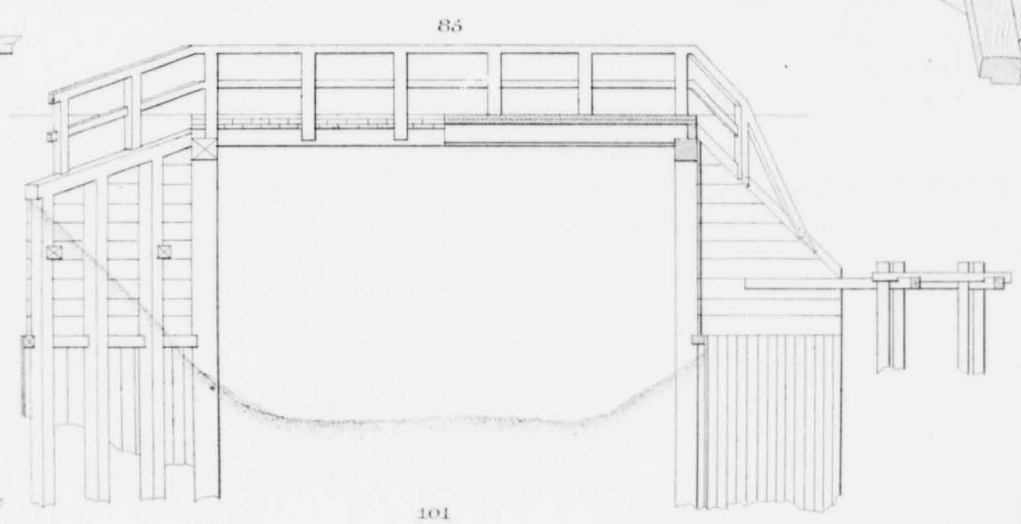


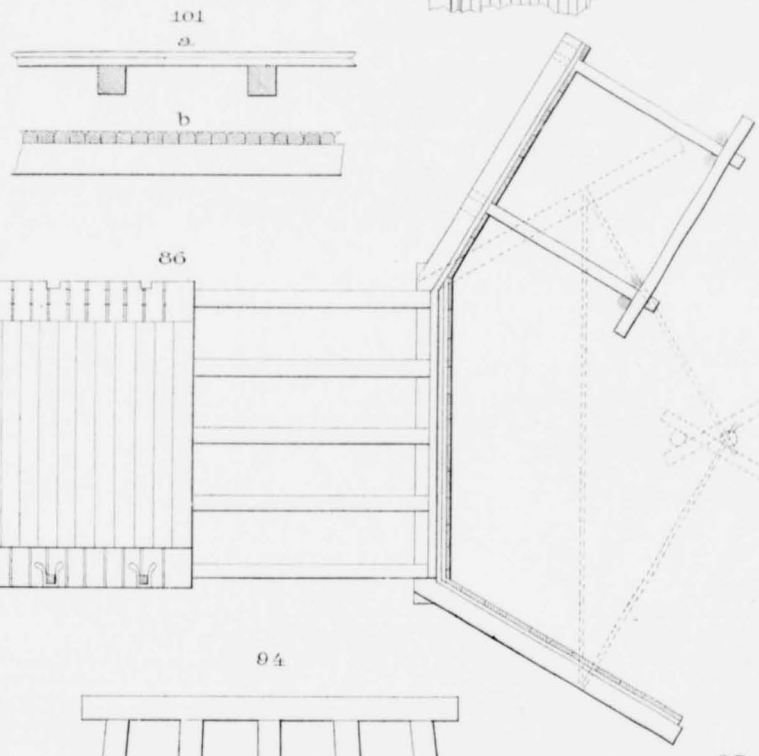


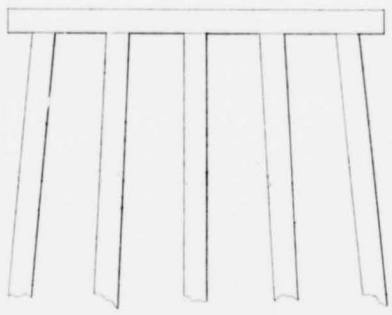


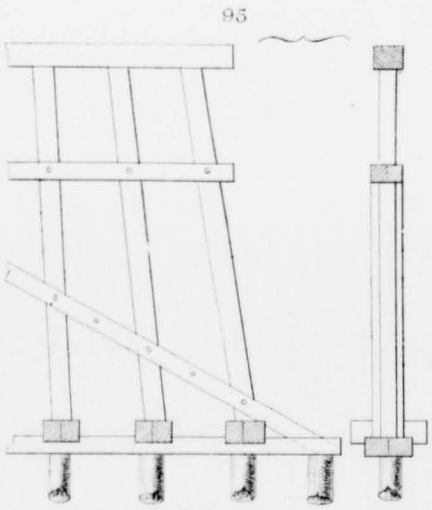


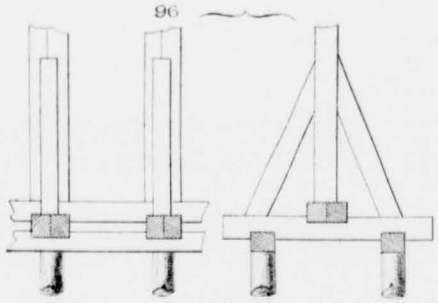




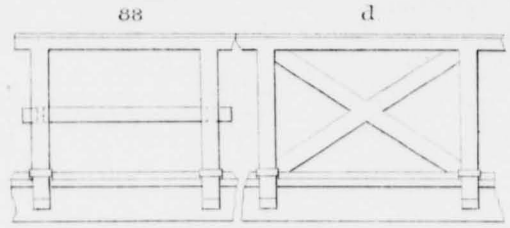


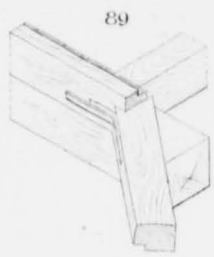


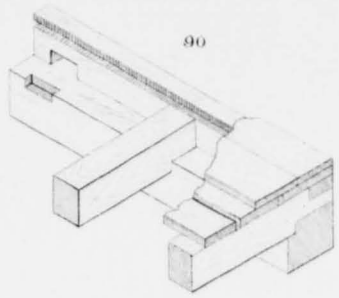


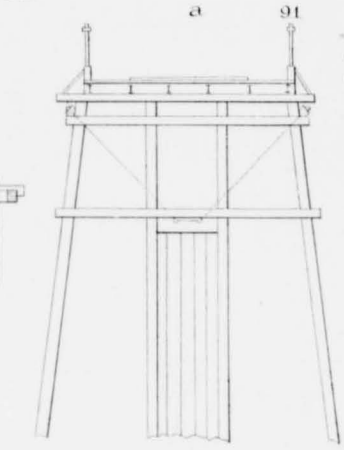


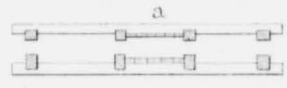


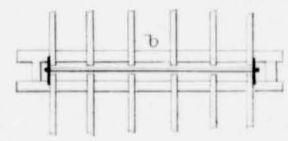


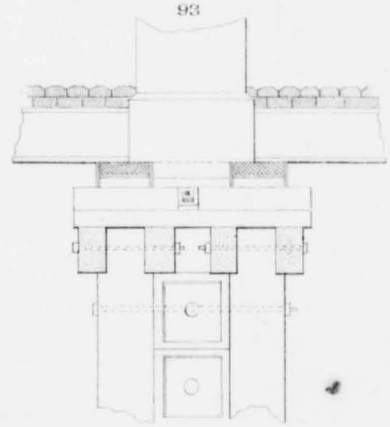


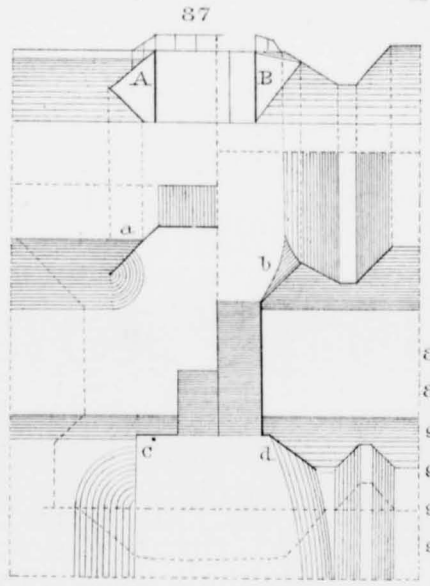










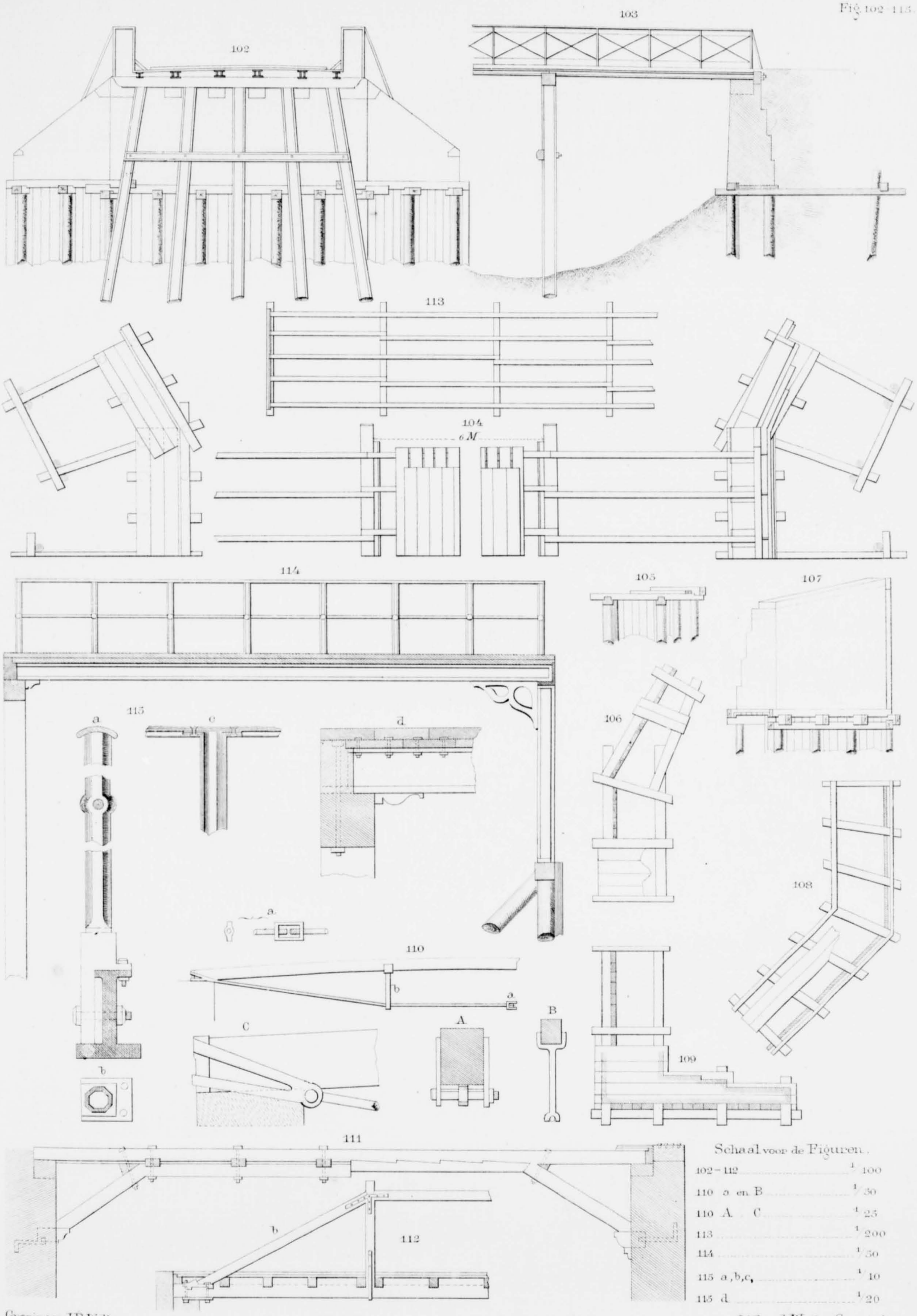


Schaal voor de Figuren.

84-86	1/100
88	1/50
91-92	1/200
93	1/50
94-95	1/100
97-101	1/50

Groningen J.B. Wolters

Lith v.d. Weijer Groningen.

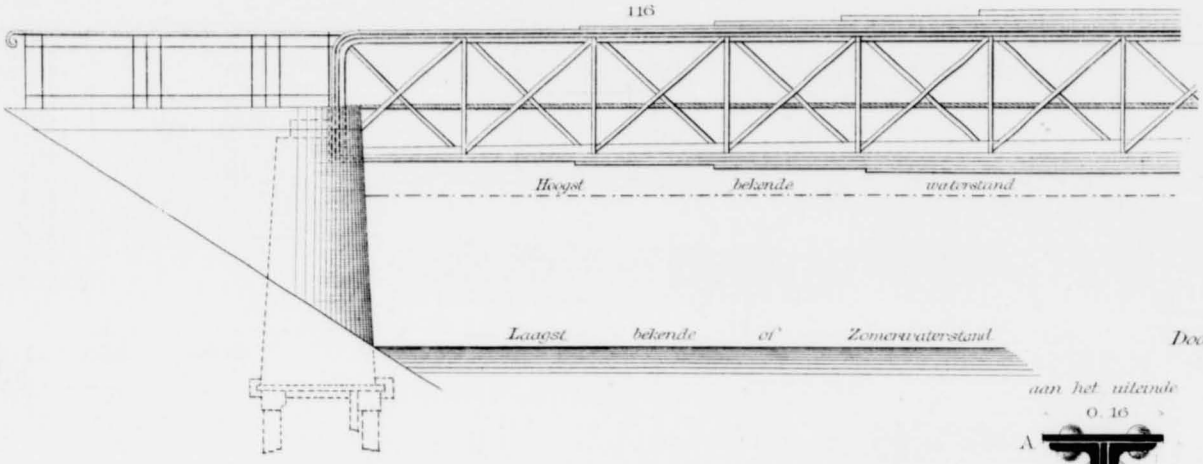


Schaal voor de Figuren.

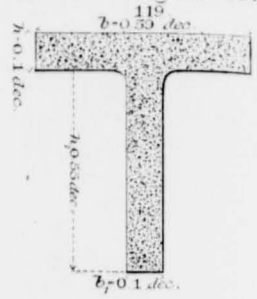
102 – 112	1/100
110 a en B	1/50
110 A C	1/25
113	1/200
114	1/50
115 a, b, c,	1/10
115 d	1/20

Groningen J.B. Wolters.
Lith. v. d. Weijer Groningen.

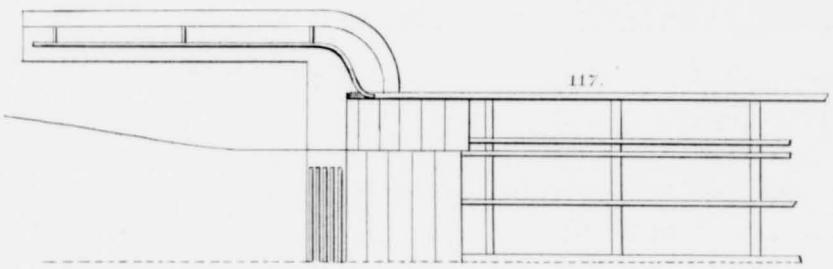
116



119



117.



120

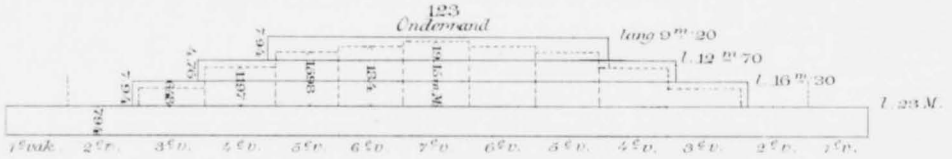


122
Bovenrand

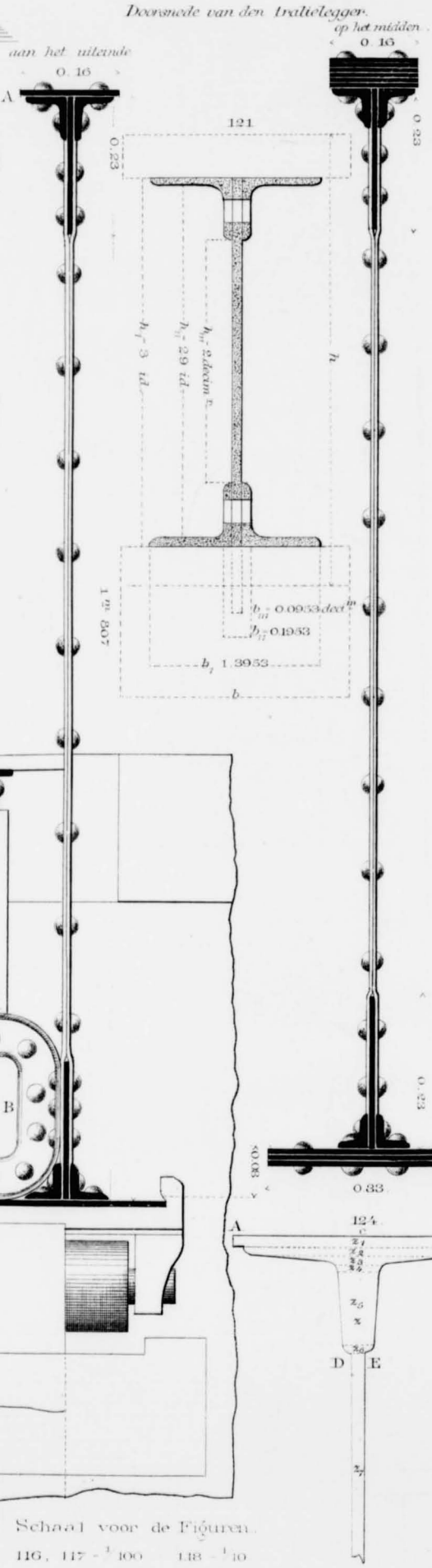


23 M.

123
Onderrand



Doorsnede van den trattelegger.

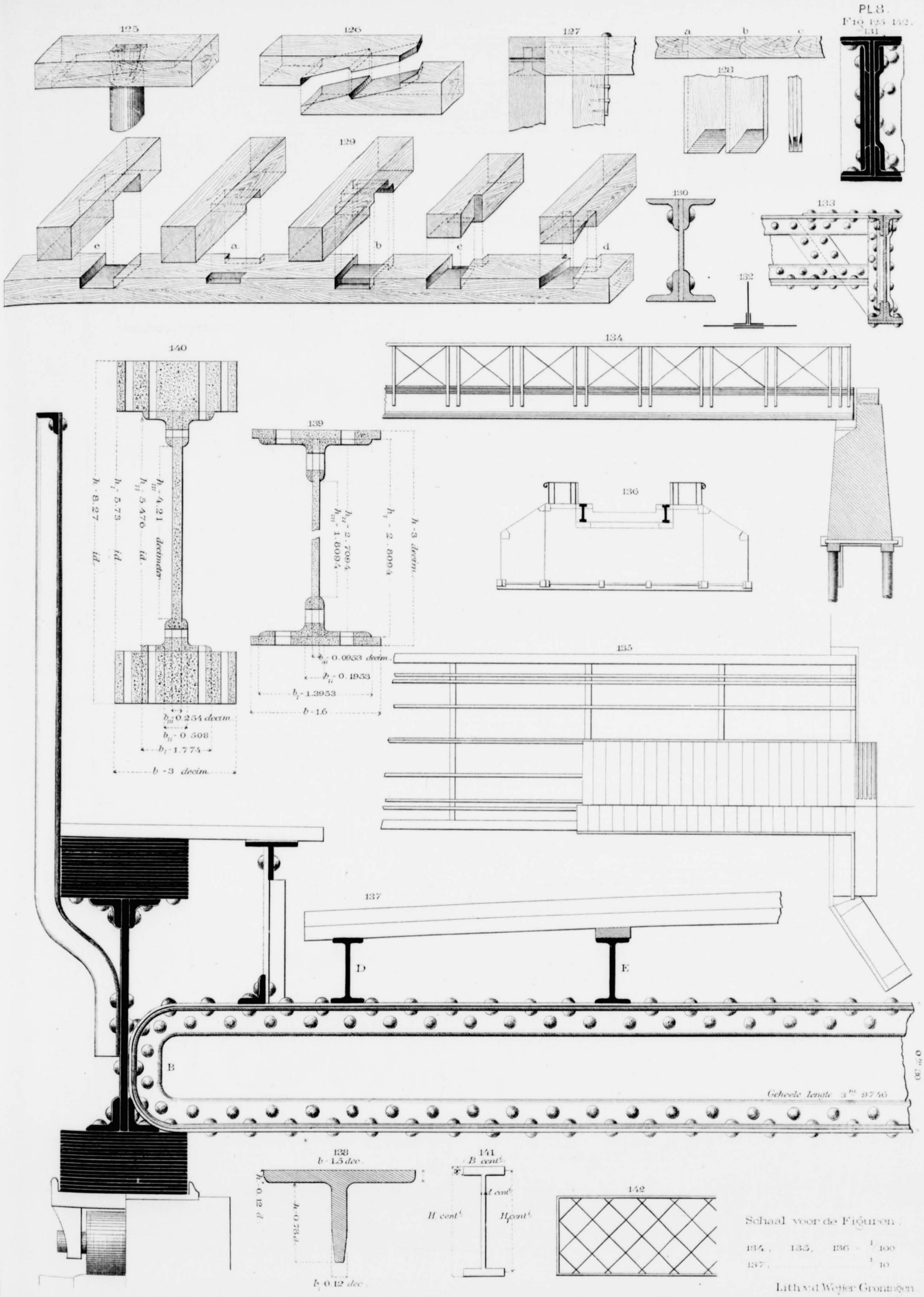


124

Schaal voor de Figuren.
116, 117 - 1/100 118 - 1/10

Afstand der beide trattleggers midden op midden 4.46 M.

Groningen J.B.Wolters.



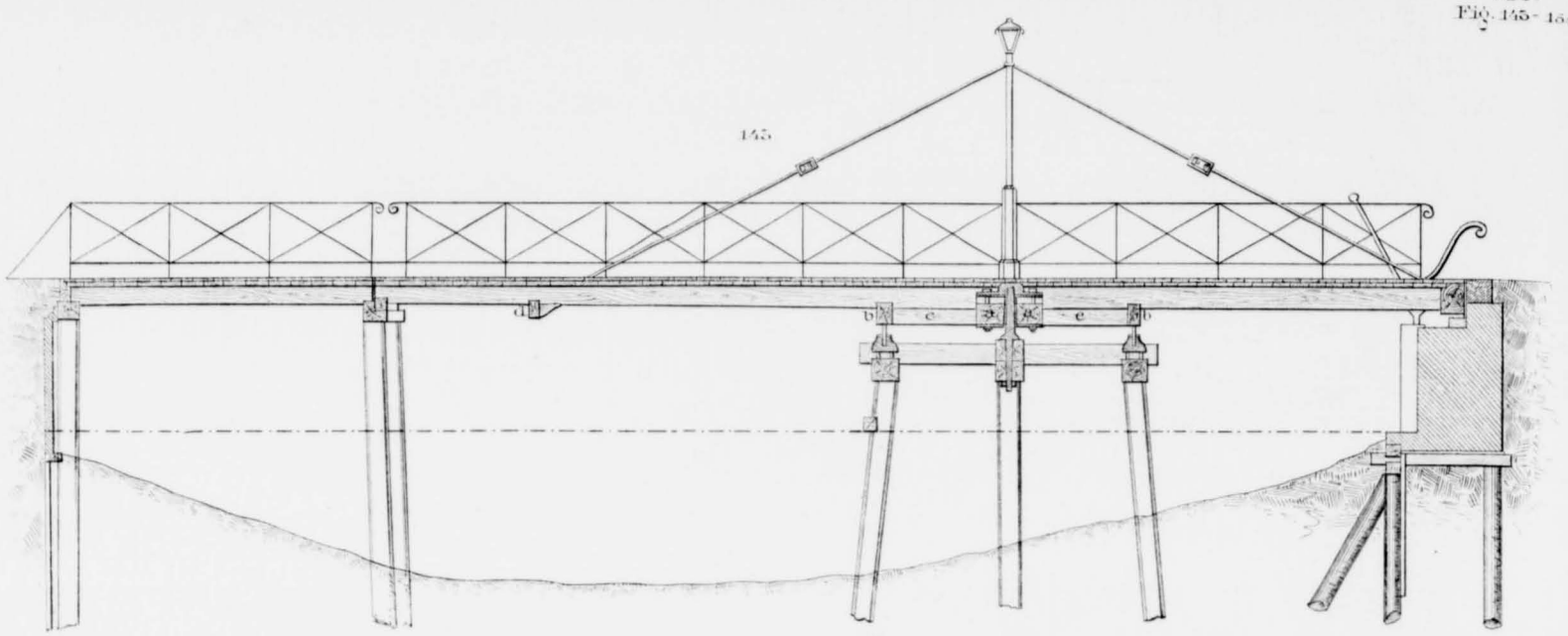
Schaal voor de Figuren.

134, 135, 136 = 1/100

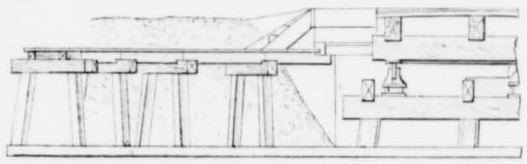
137, 1/10

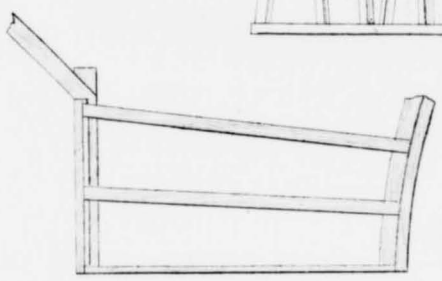
Lith. v.d. Weijer Groningen.

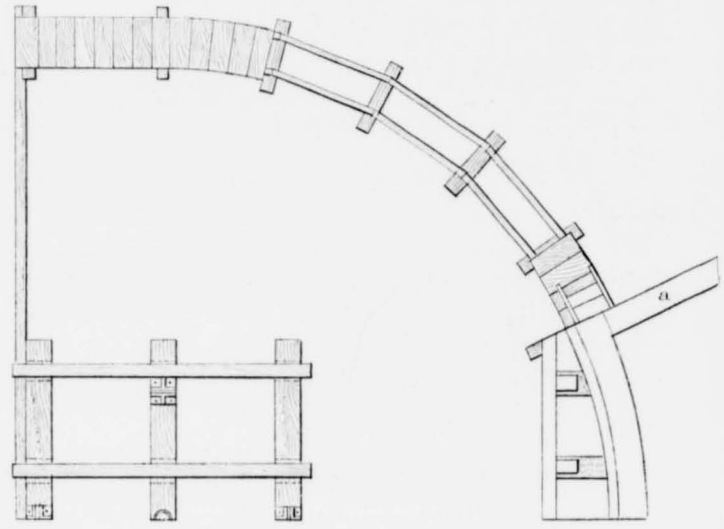
145



146

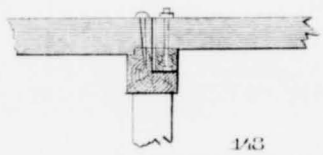




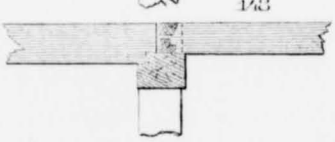


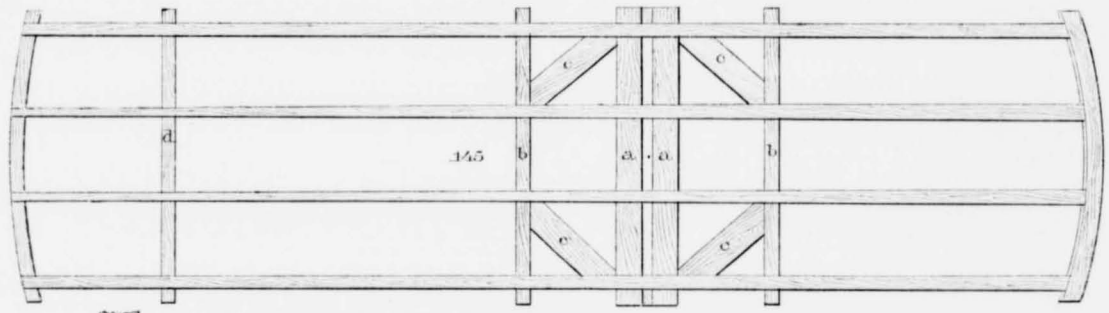
144

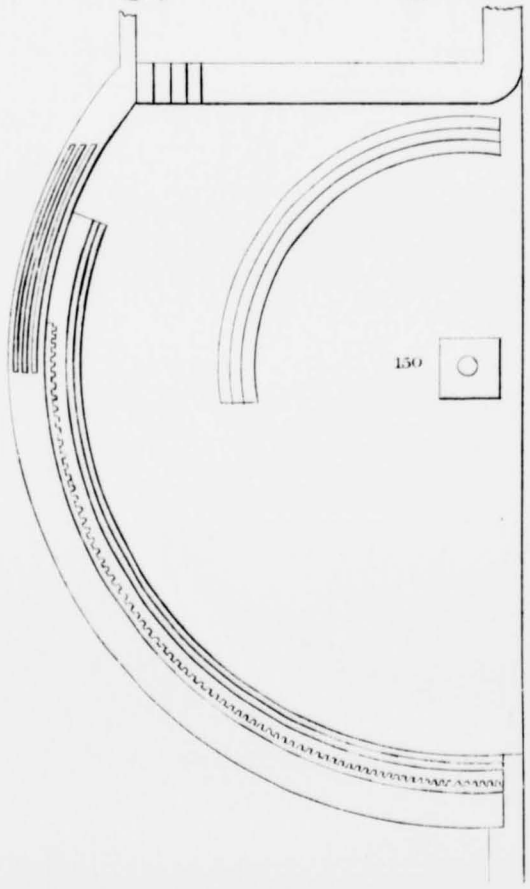
147



148

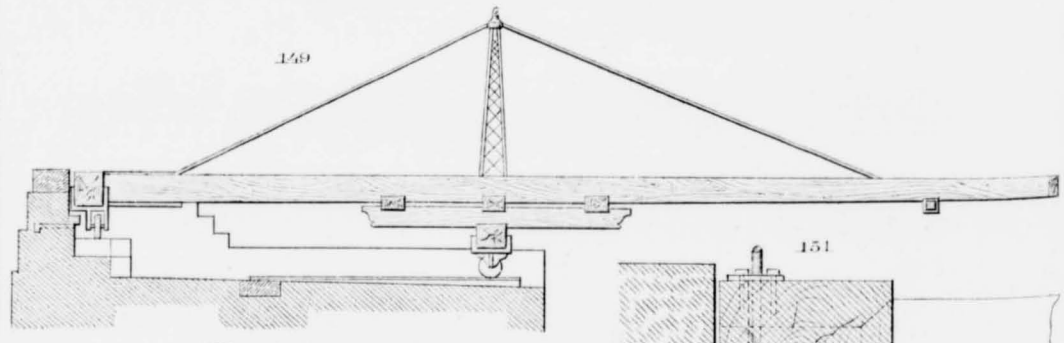




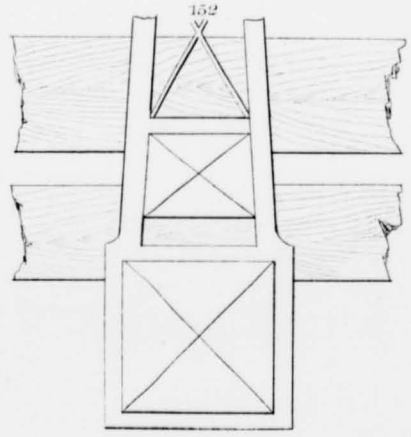


150

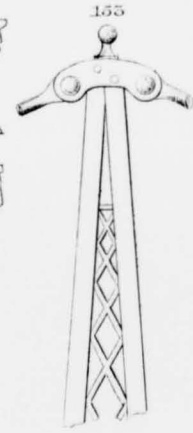
149



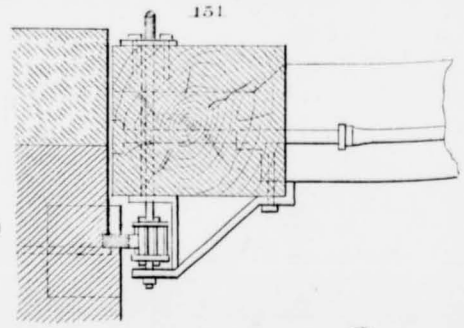
152

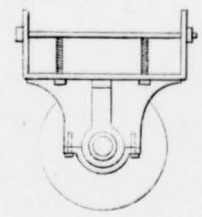


153

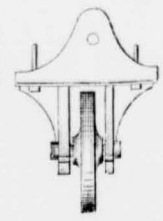


151

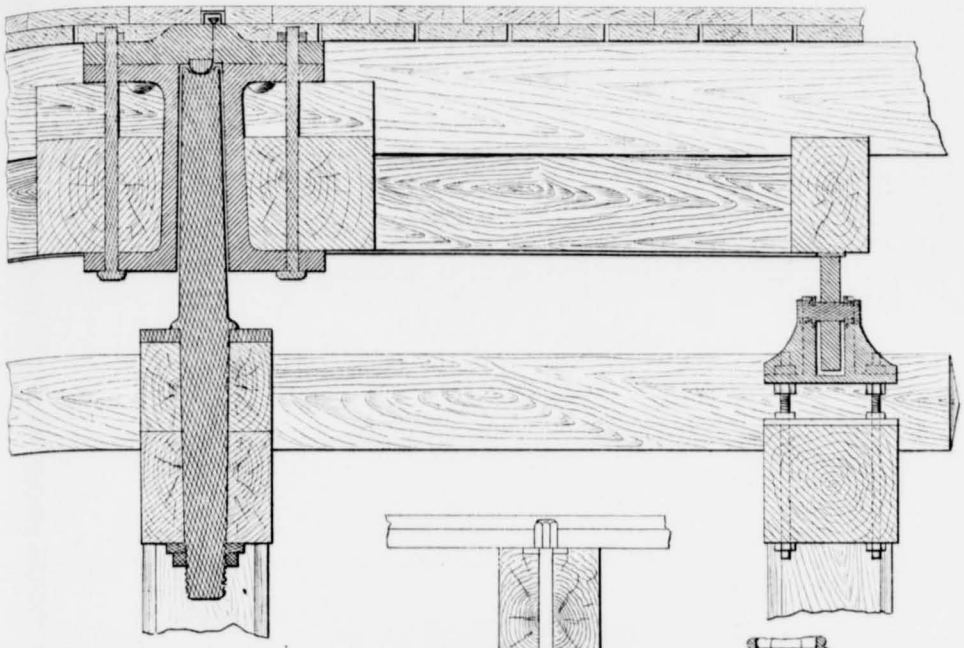




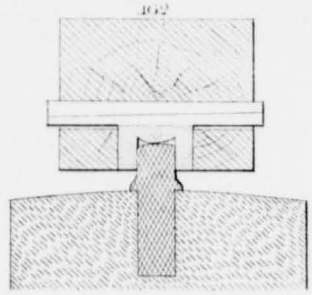
154



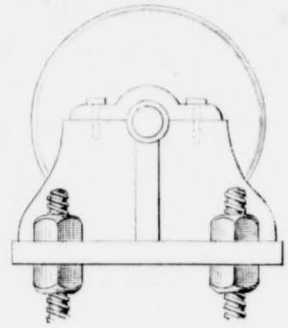
156



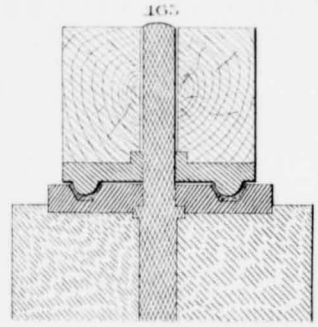
162



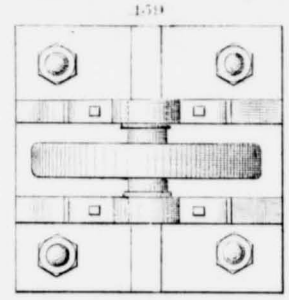
163



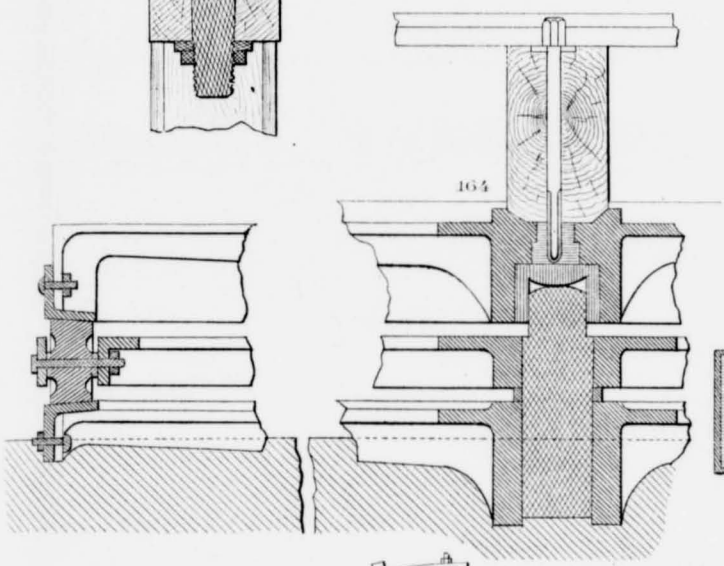
165



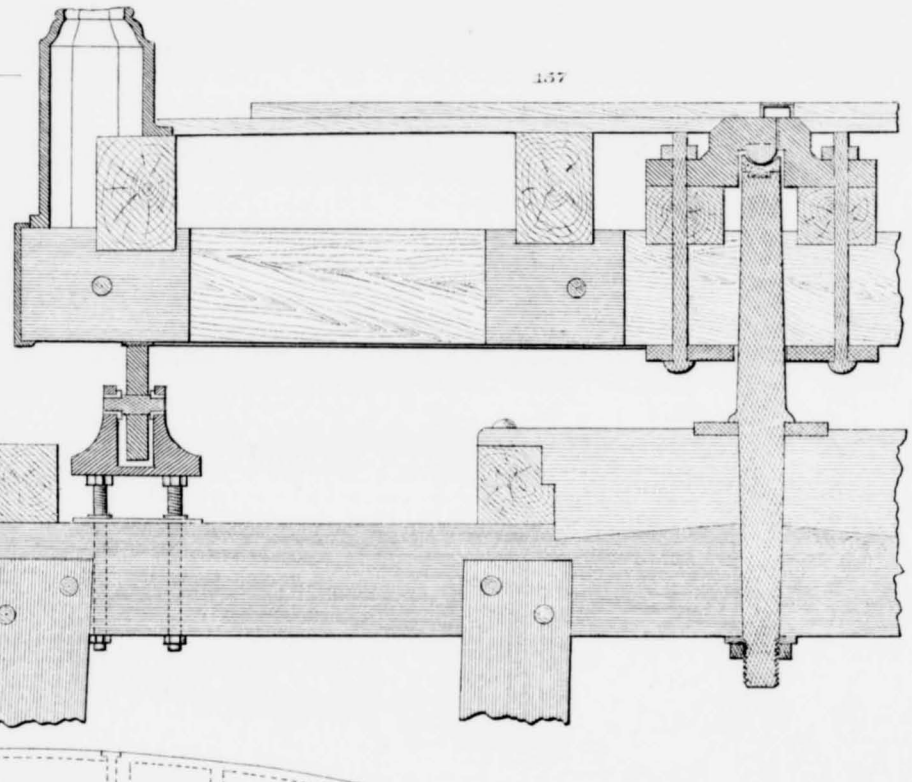
159



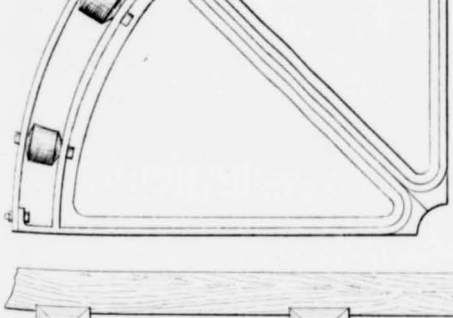
164



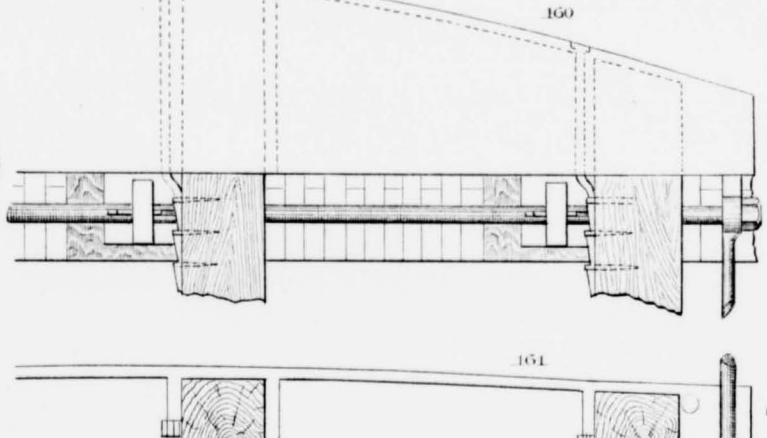
157



165



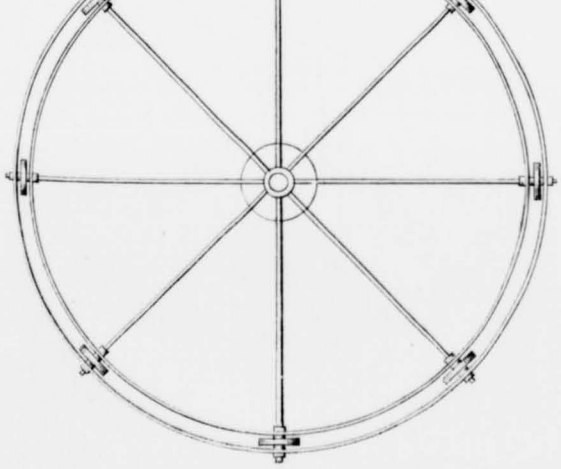
160



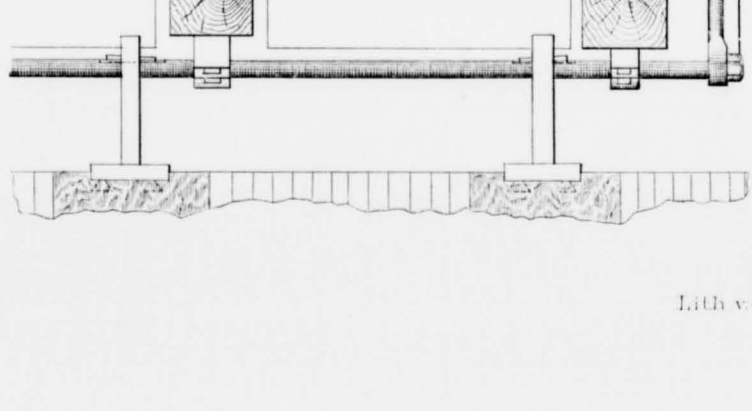
a



166



161



b



Lith v.d.Weijer-Groningen.

145

146

144

147

148

145

149

150

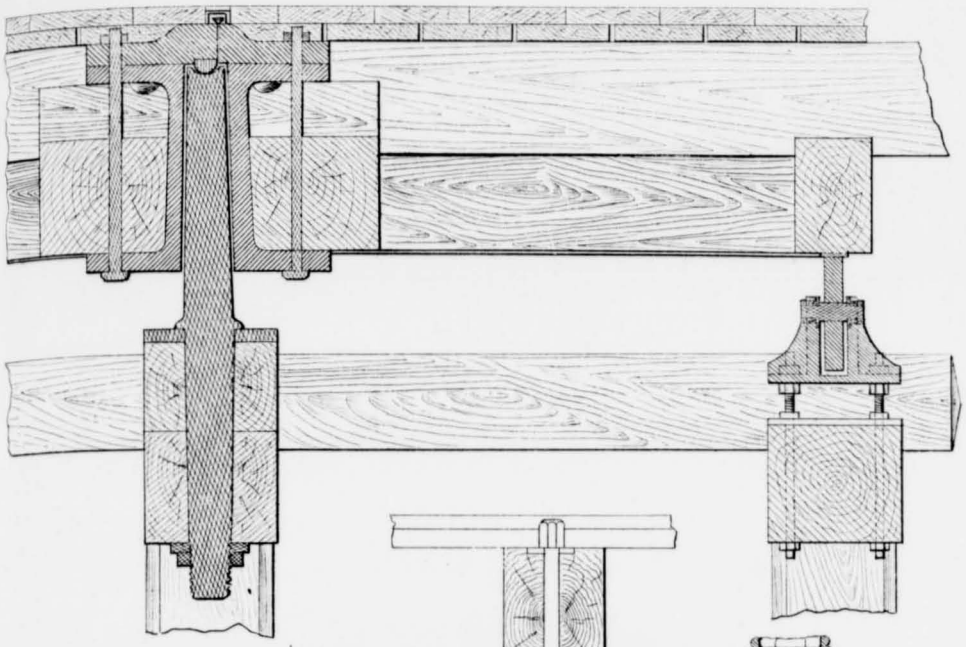
151

152

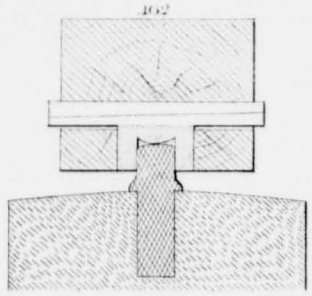
153

154

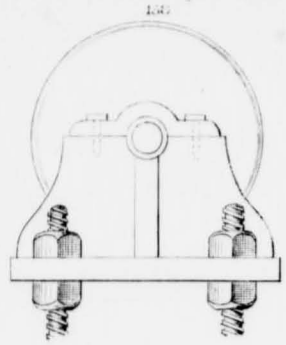
156



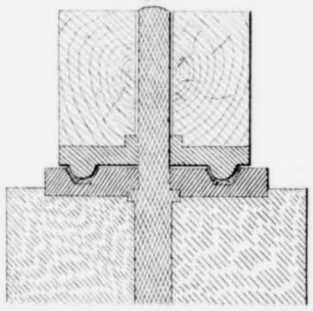
162



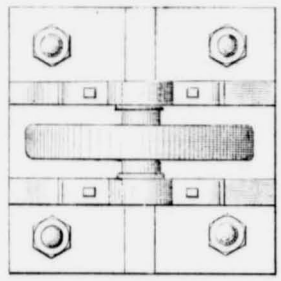
163



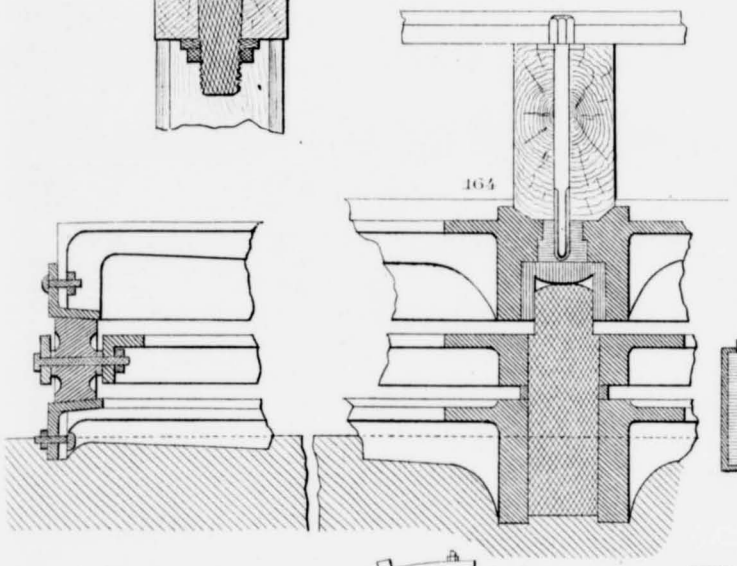
165



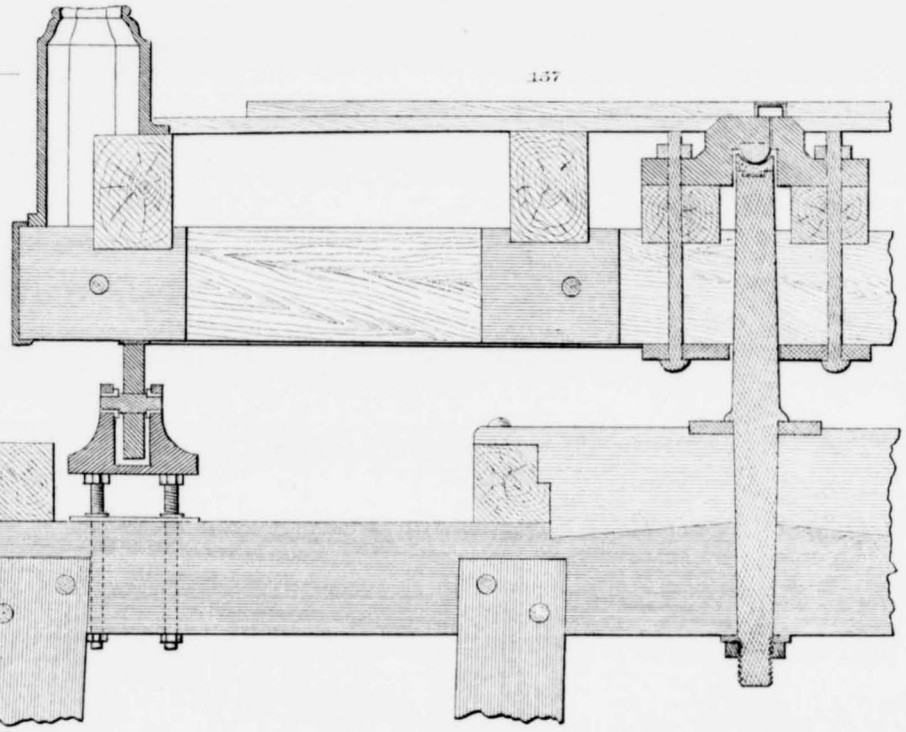
159



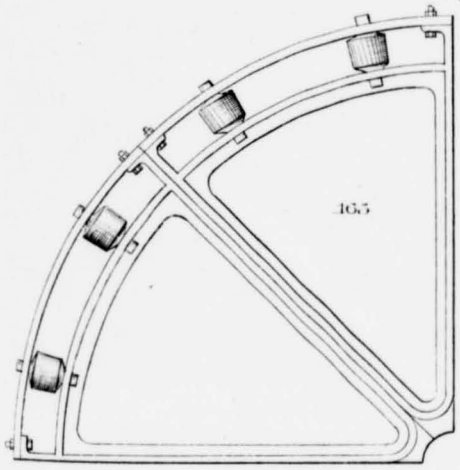
164



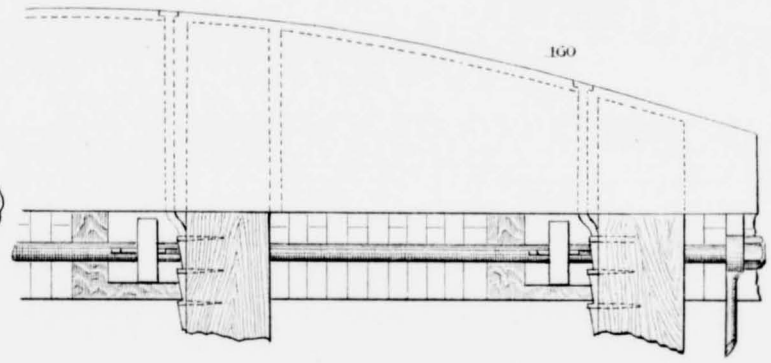
157



165

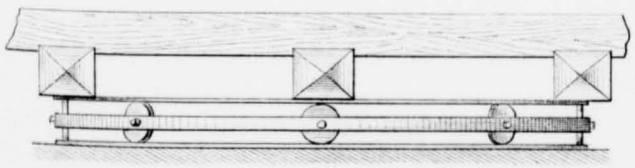


160

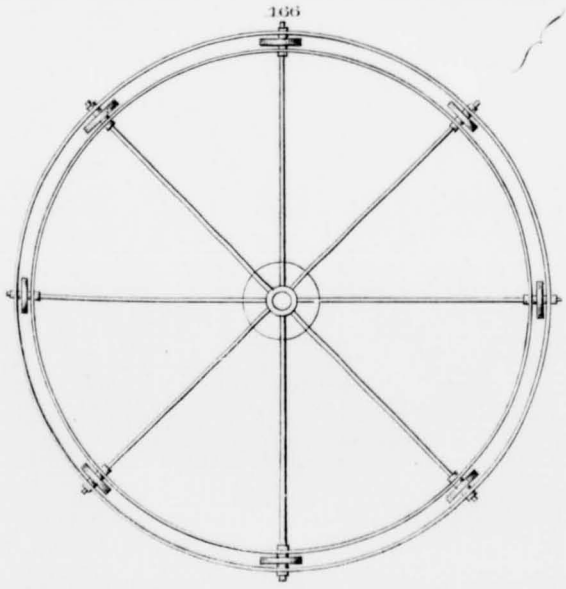


a

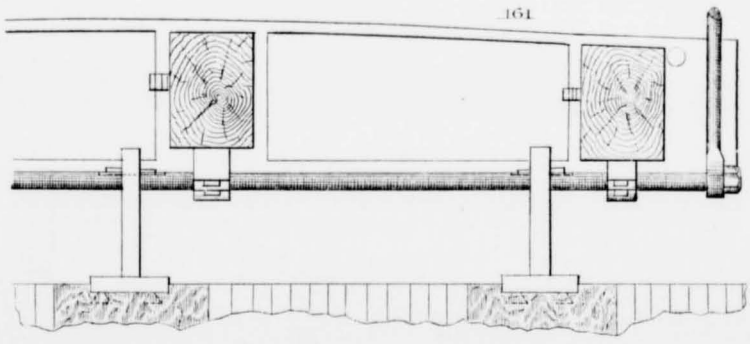




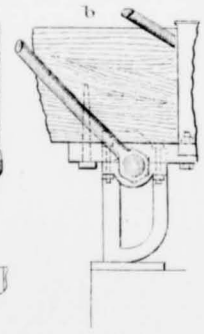
166



161

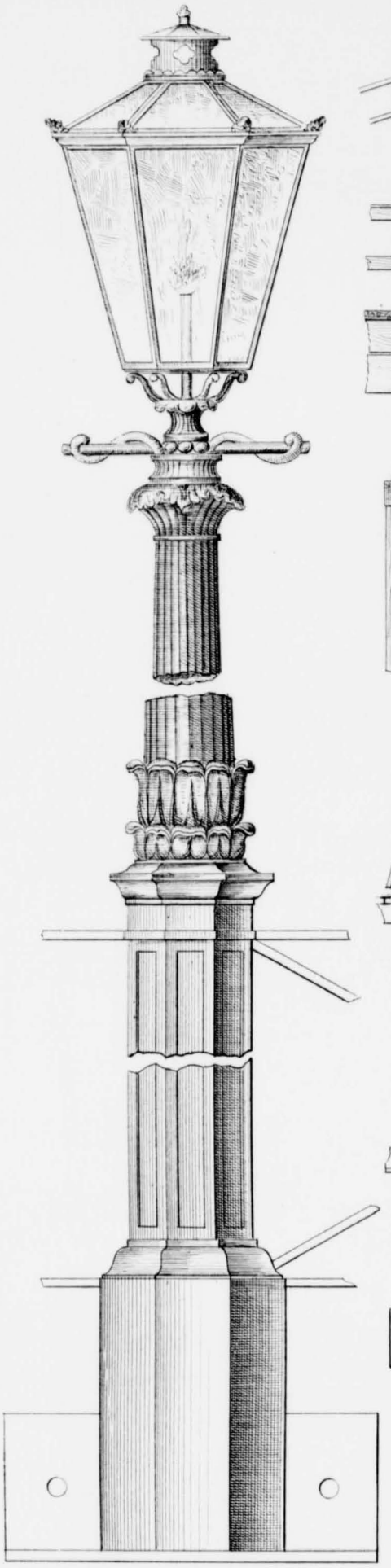


b

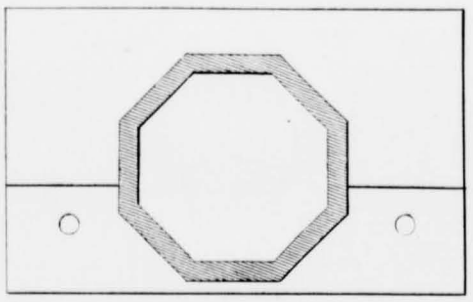


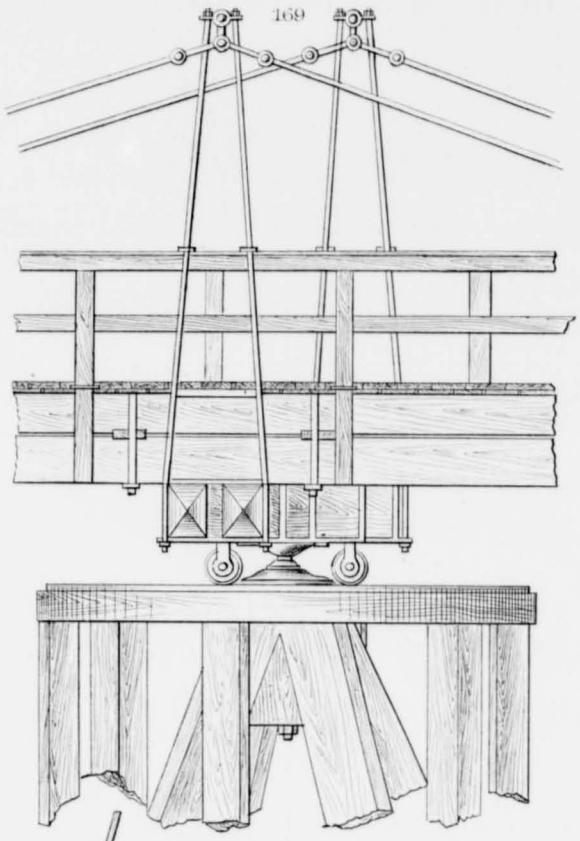
Lith v.d Weijer-Groningen.

Fig. 167 - 175.

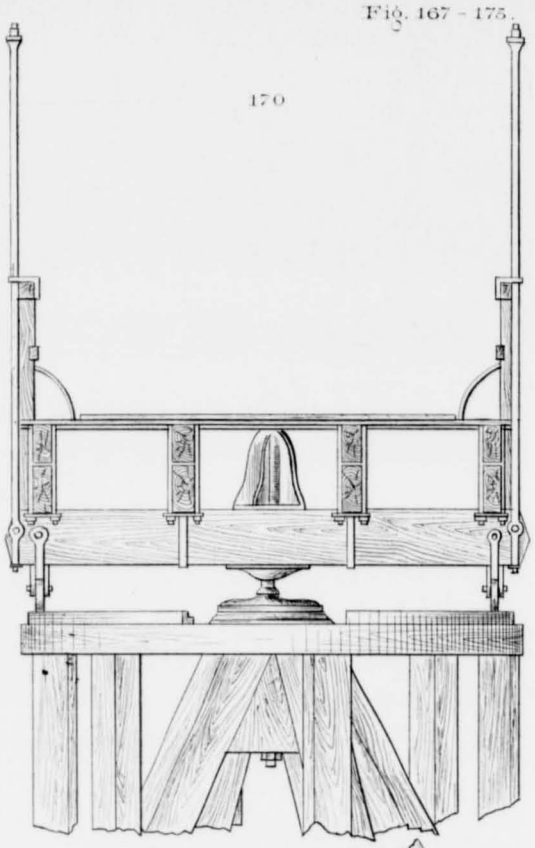


167

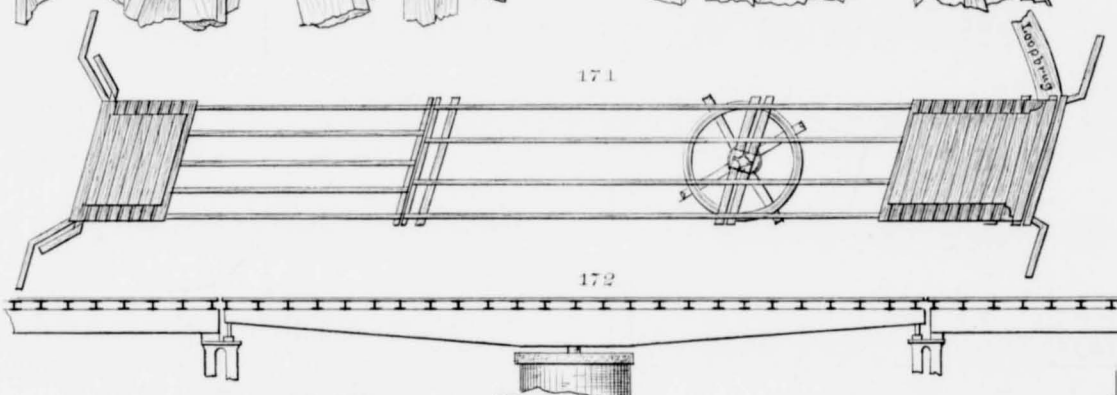




169

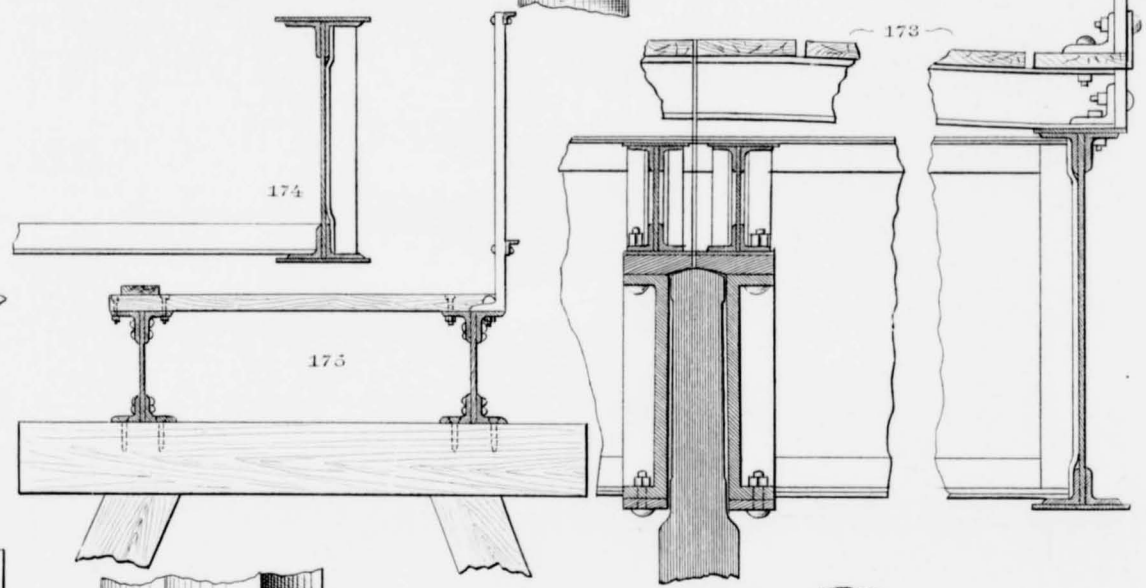


170



171

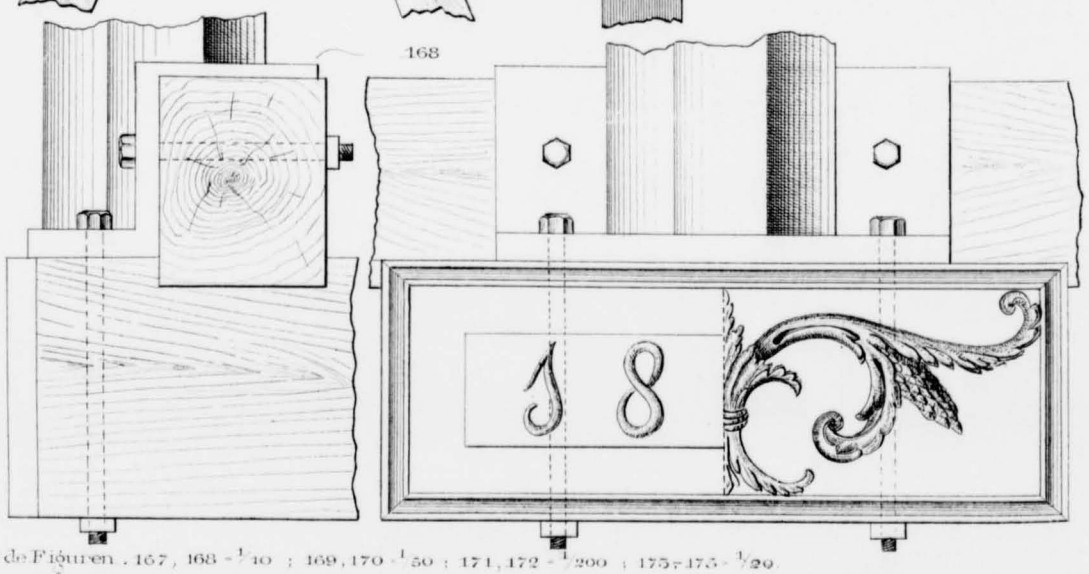
172



173

174

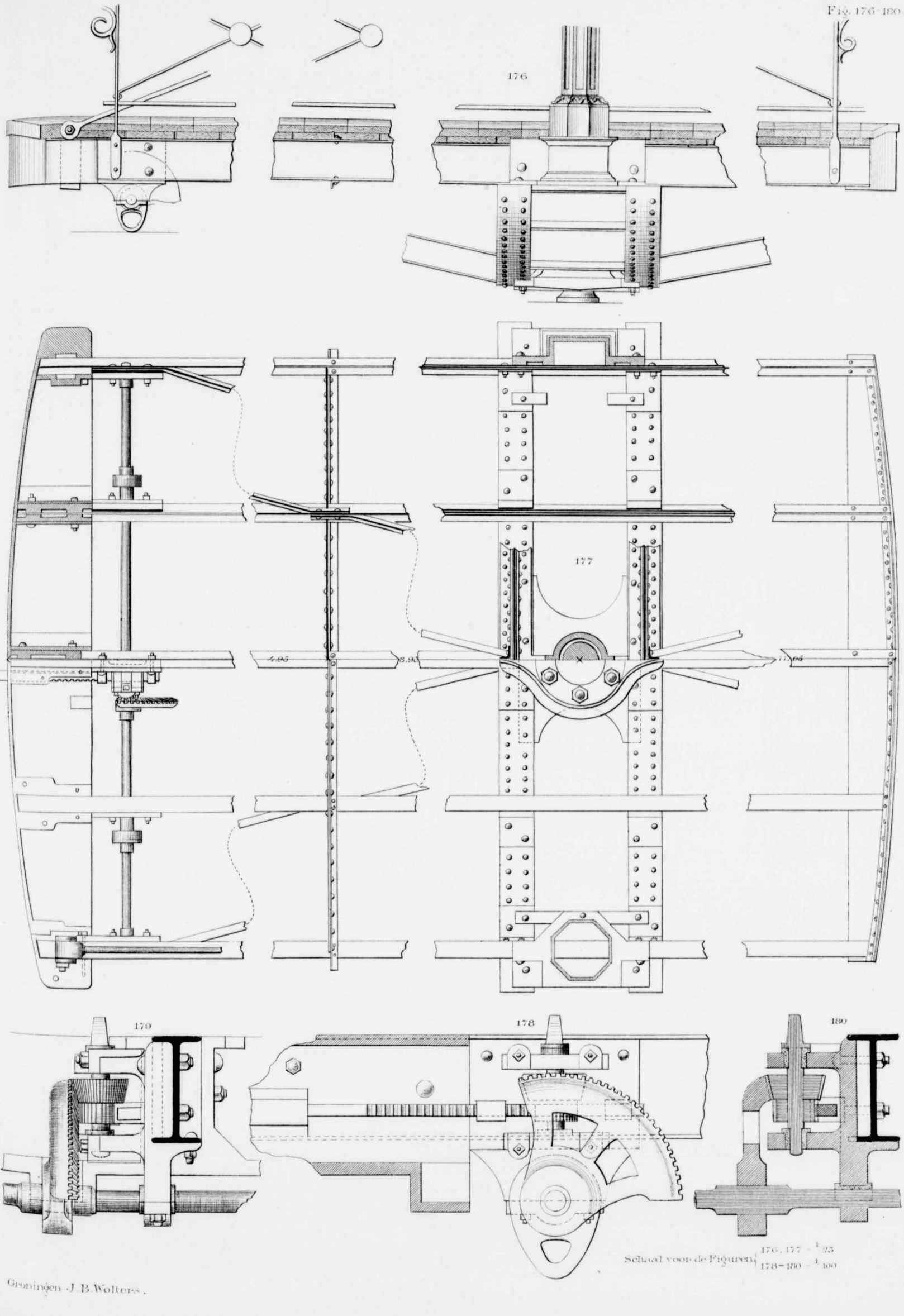
175



168

Schaal voor de Figuren . 167, 168 - 1/10 ; 169, 170 - 1/50 ; 171, 172 - 1/200 ; 173-175 - 1/20.

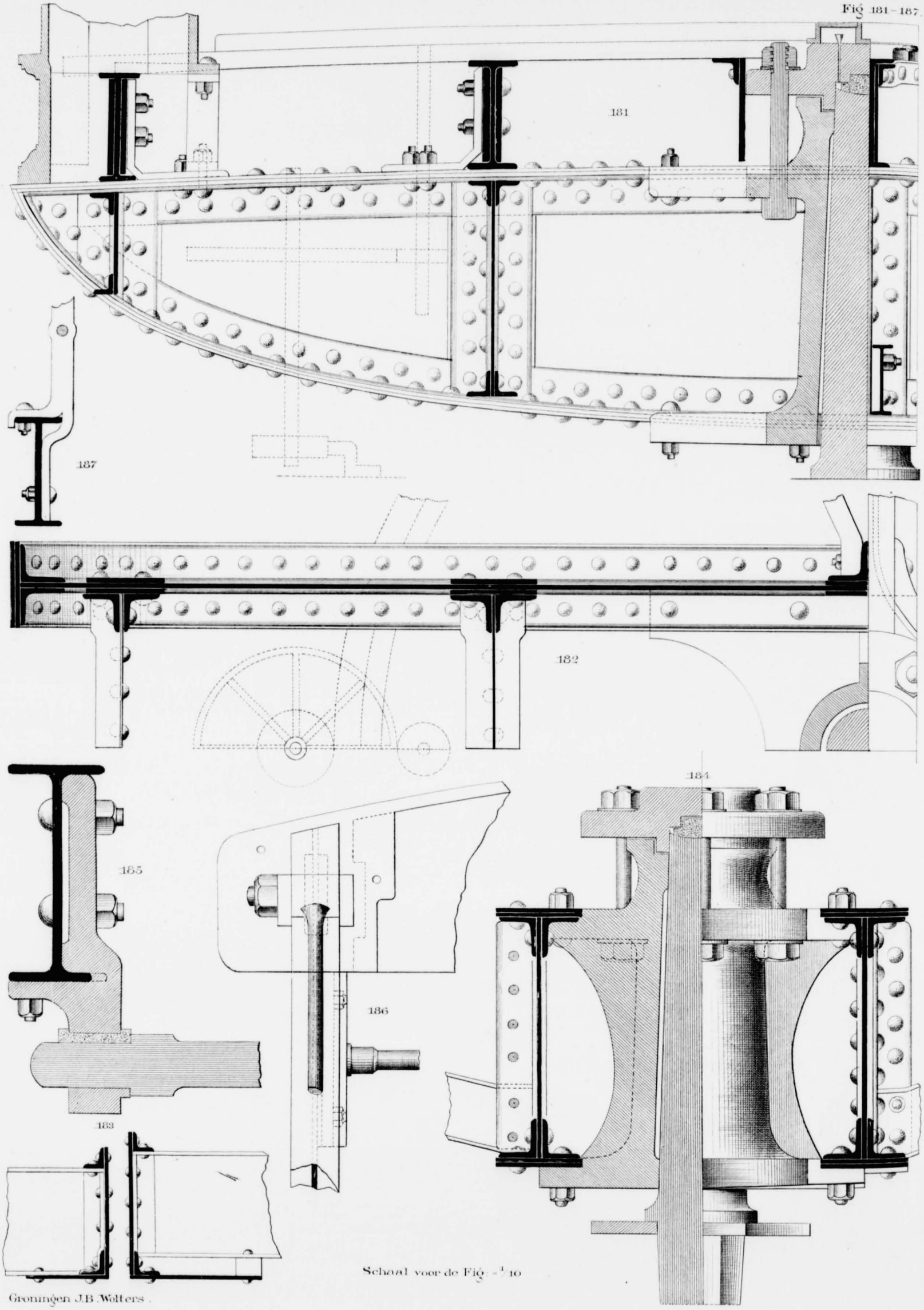
Lith v.d Weijer-Groningen



Schaal voor de Figuren $\begin{cases} 176, 177 = \frac{1}{25} \\ 178-180 = \frac{1}{100} \end{cases}$

Groningen - J. B. Wolters.

PL. 13.
Fig 181–187.

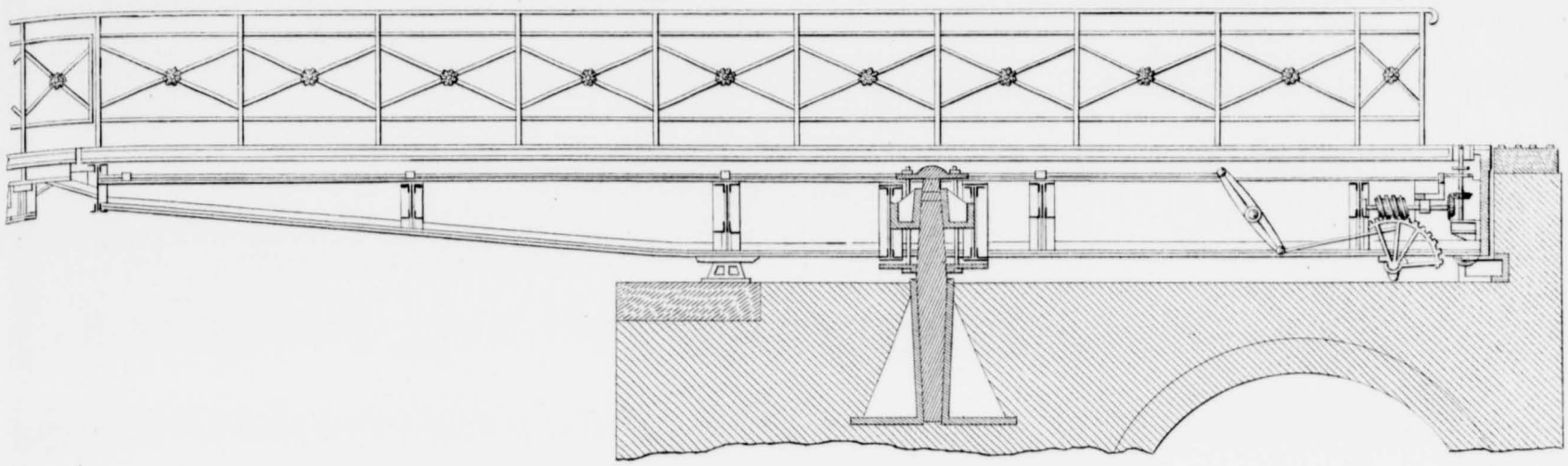


Schaal voor de Fig: $\frac{1}{10}$

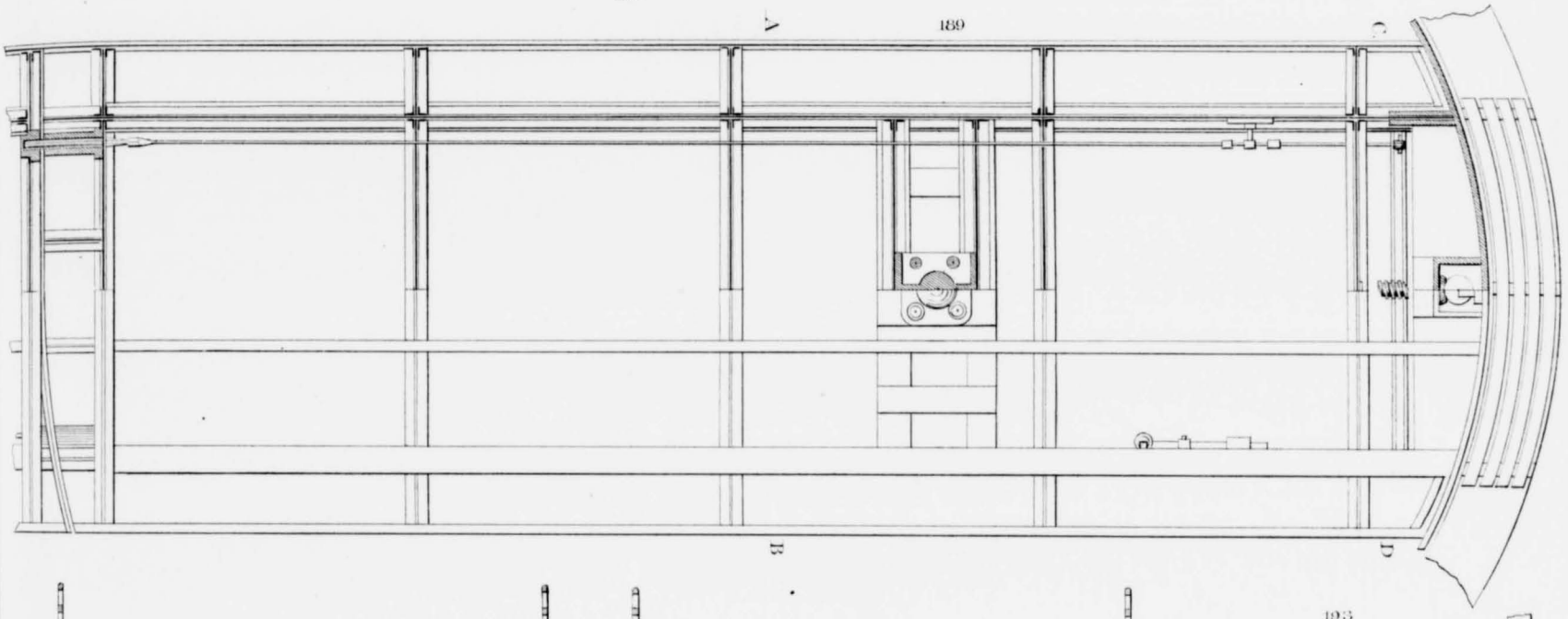
Groningen J.B. Wolters.

Fig. 188-193.

188

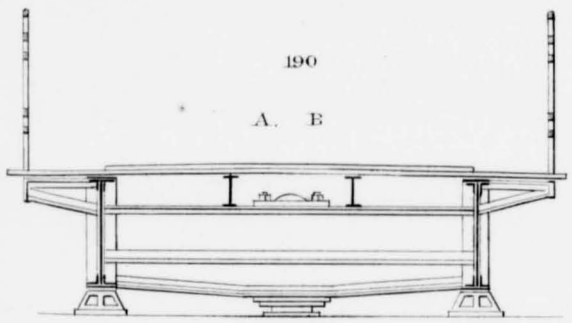


189



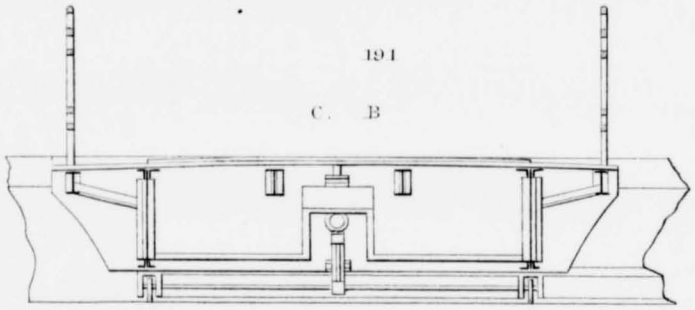
190

A. B

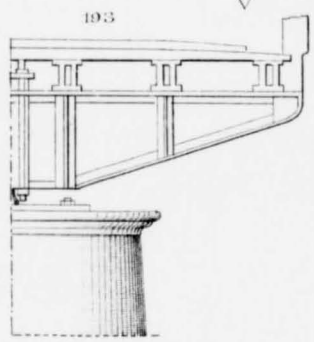


191

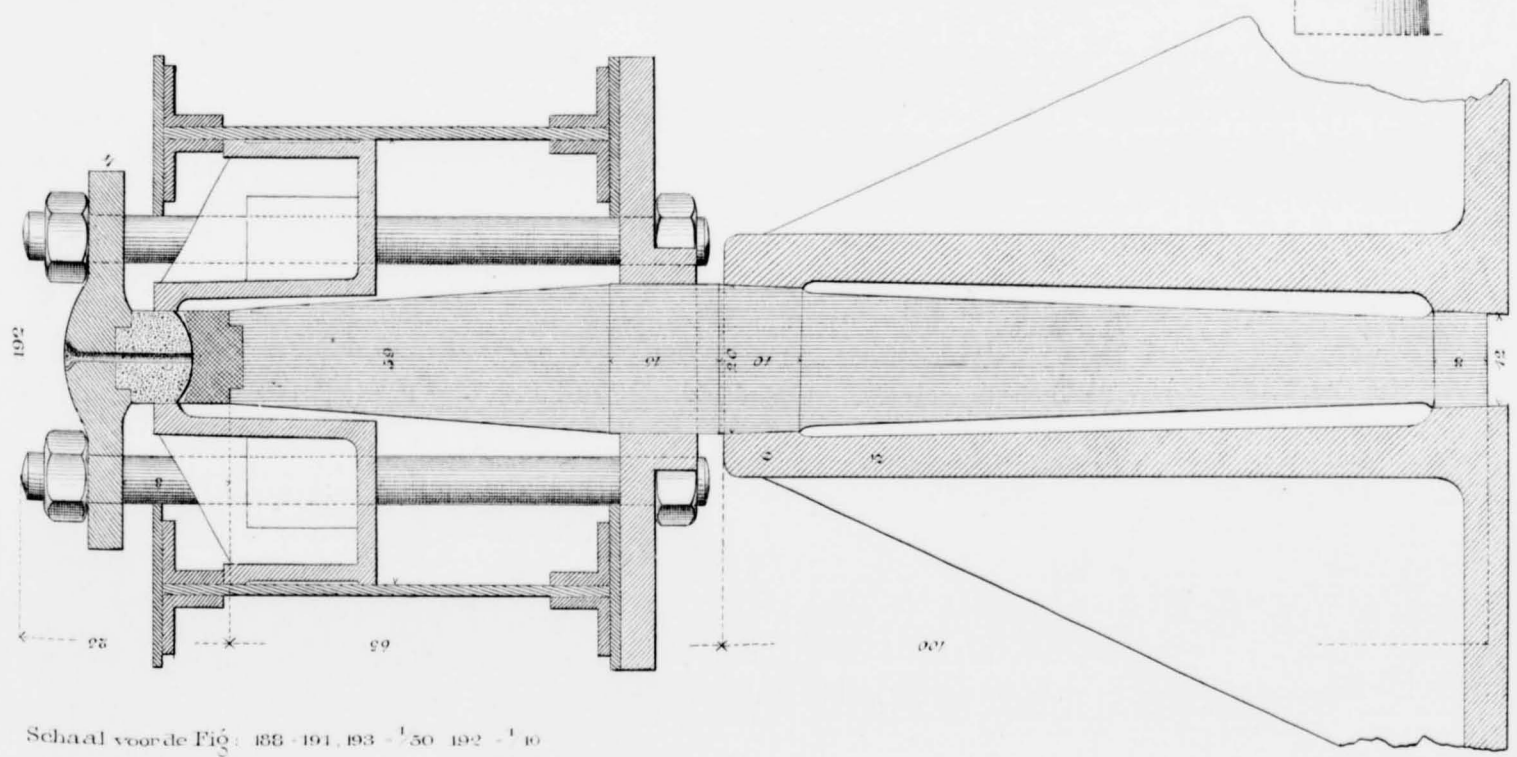
C. B



193



192



Schaal voor de Figs. 188-191, 193 - 1/50, 192 - 1/10.

Lith. v. d. Weijer Groningen

Fig. 194 - 210.

194

200

203

196

195

202

199

197

201

198

Schaal voor de Fig. 194, 195 - 1/200
. 196. 204-207, 210 - 1/100
. 197 - 200, 205, 209 - 1/20
. 201 - 203, 208 - 1/50.

204

206

205

a

b

c

208

209

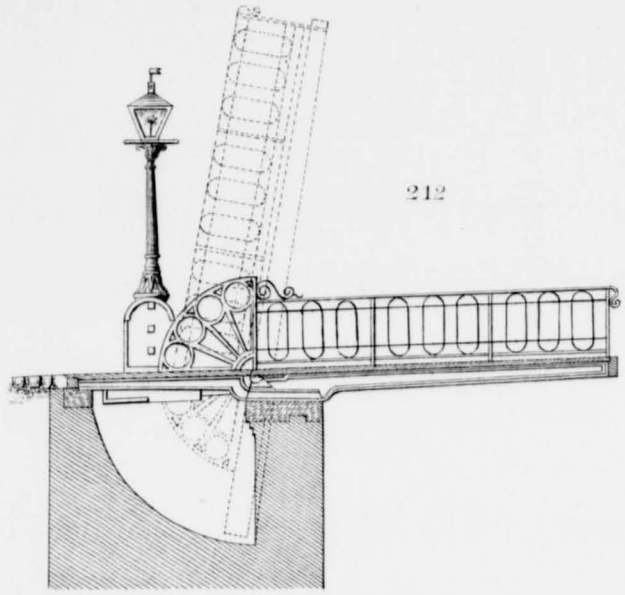
207

d

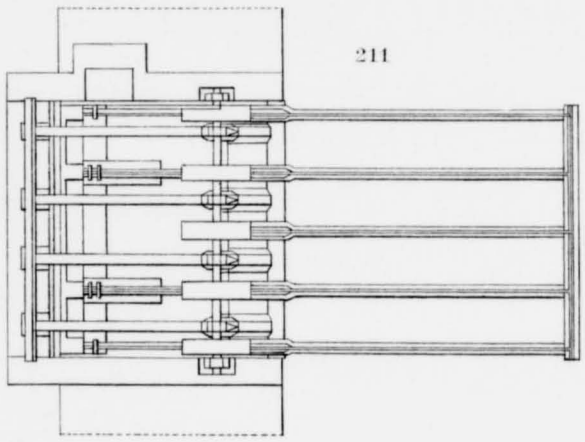
210

Groningen J.B. Wolters.

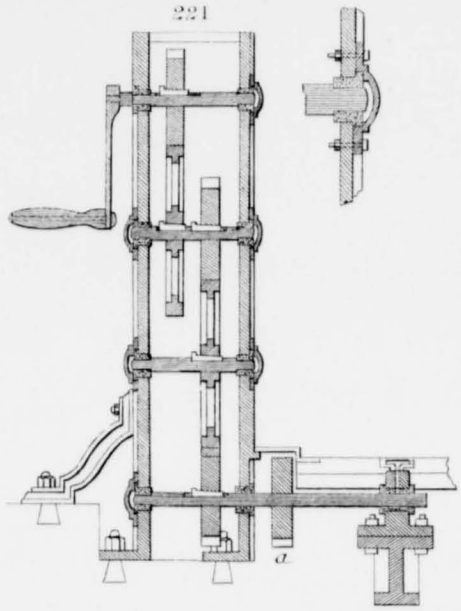
212



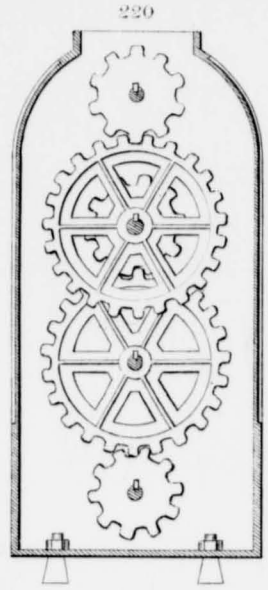
211



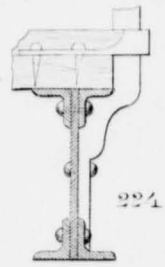
221



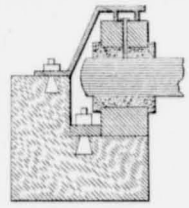
220



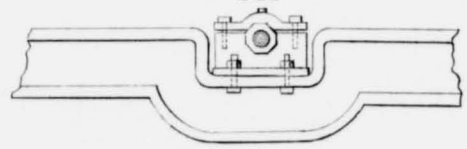
224



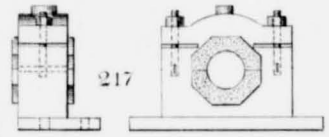
219



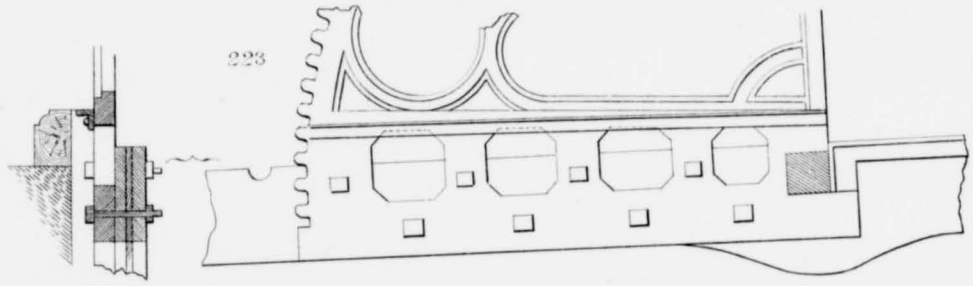
222



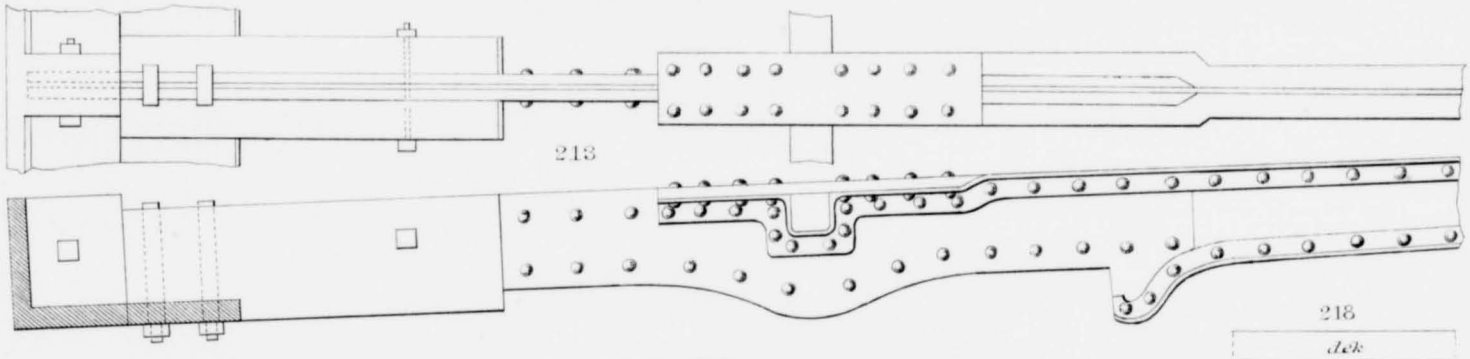
217



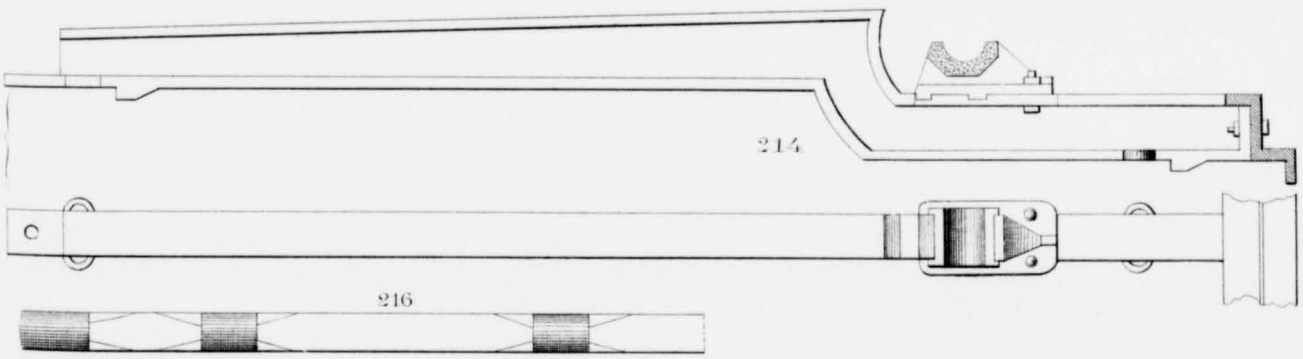
223



213

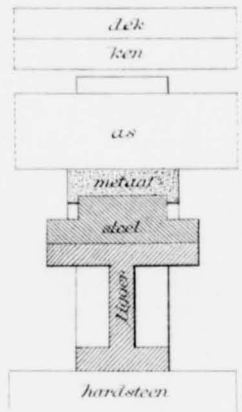


214

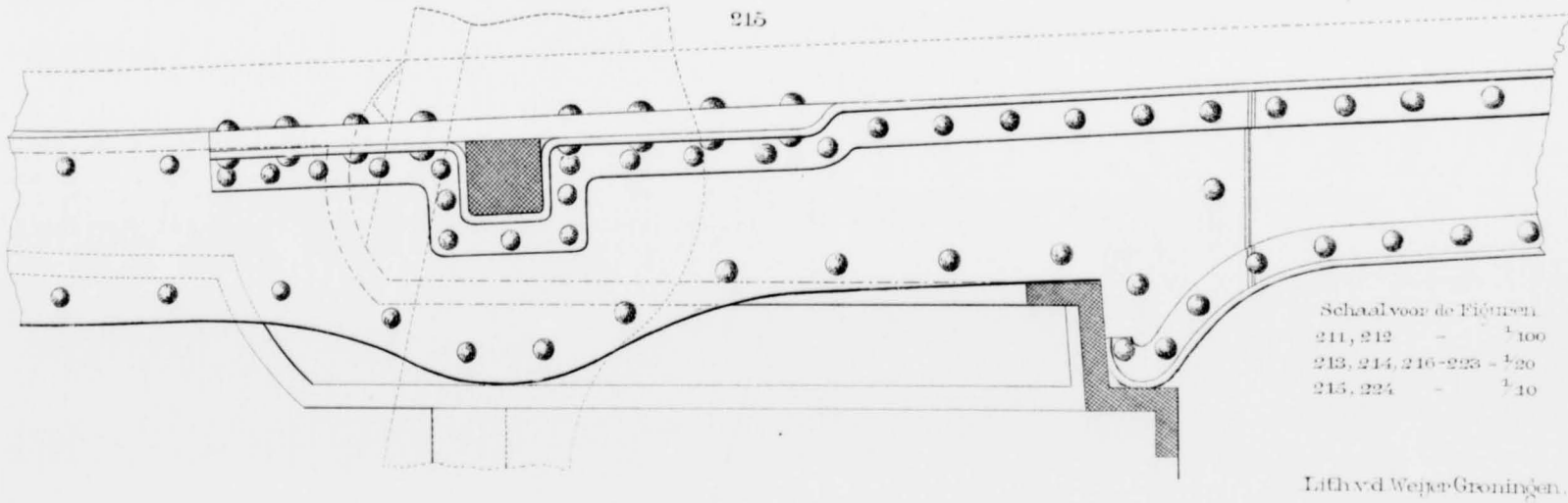


216

218

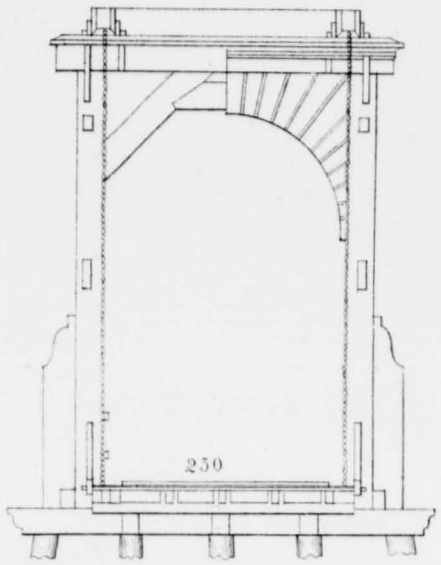


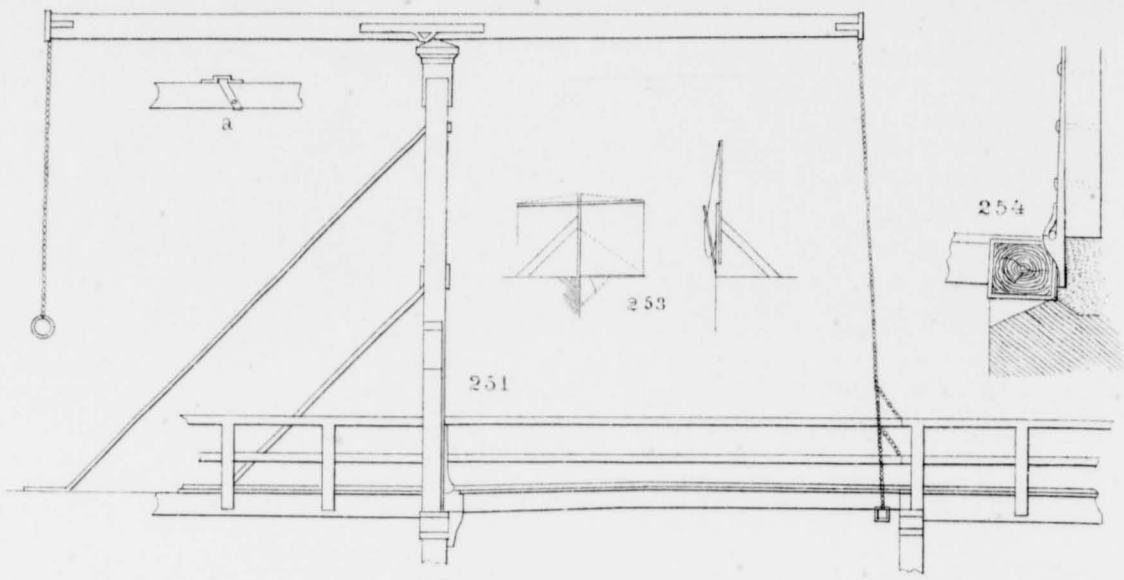
215

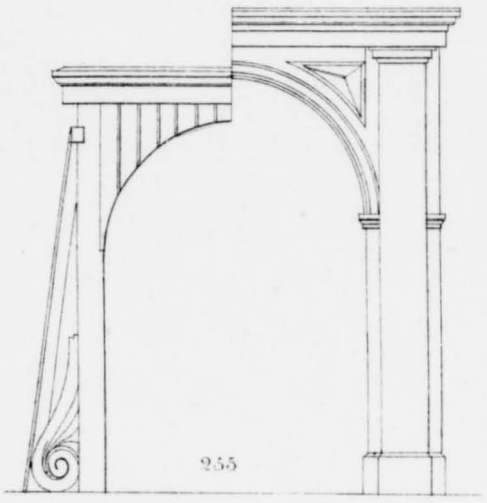


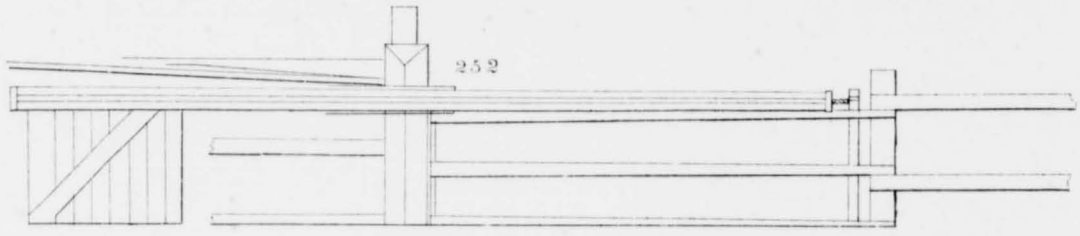
Schaal voor de Figuren
211, 212 – $\frac{1}{100}$
213, 214, 216-223 – $\frac{1}{20}$
215, 224 – $\frac{1}{10}$

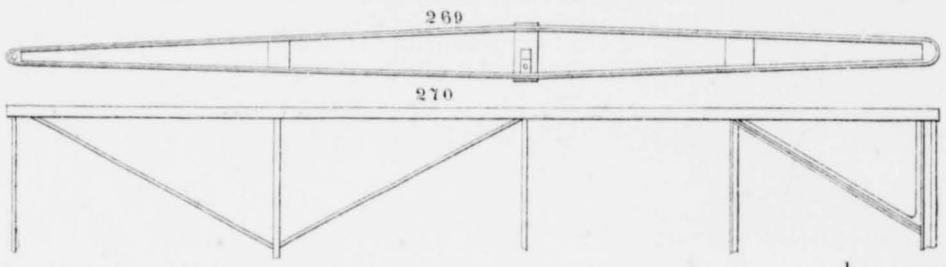
Lith v.d Weijer Groningen.

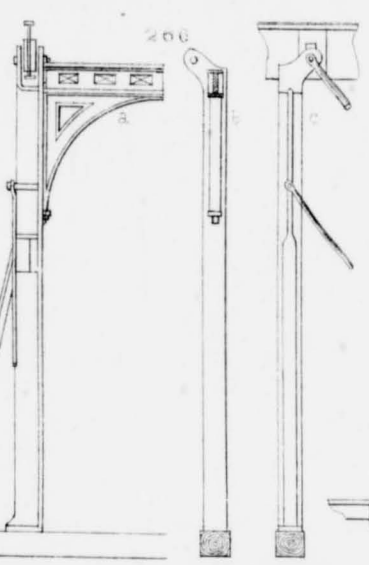

250

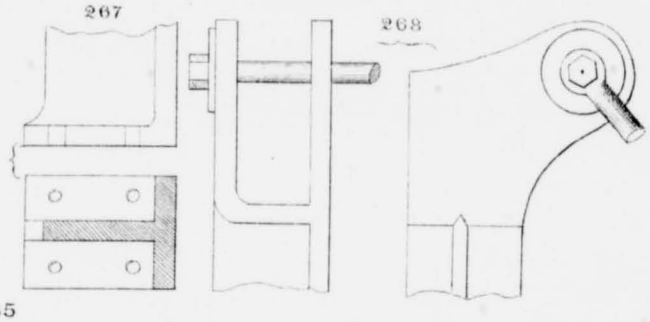

a
253
251
254

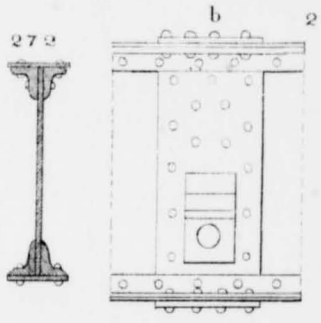

255

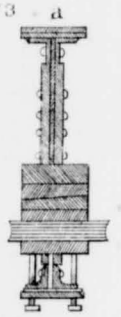

252

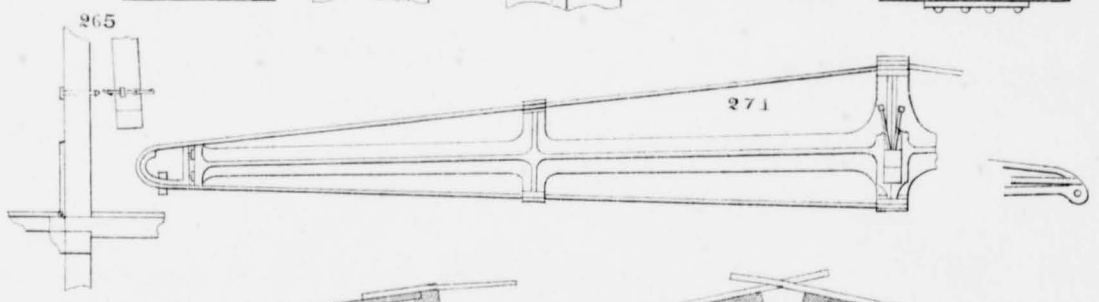

269
270

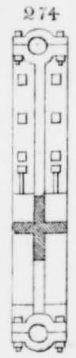

266
a
b
c

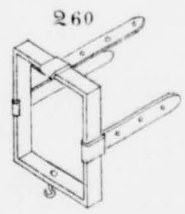

267
268

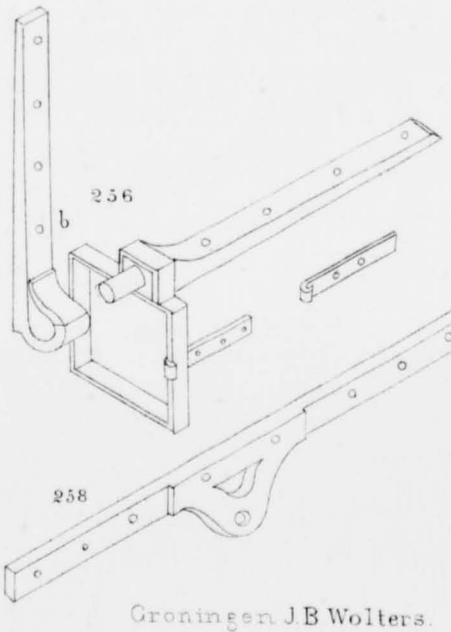

272
b

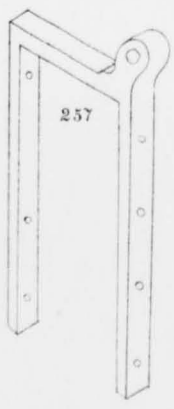

273
a


265
271

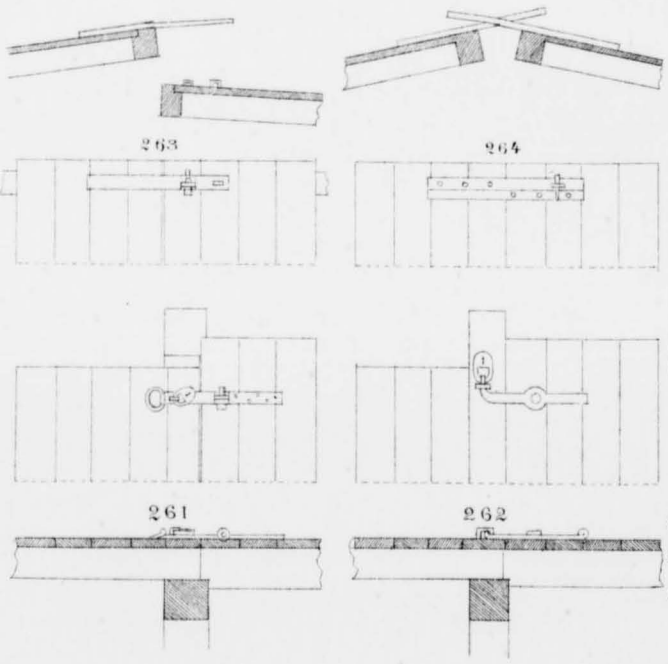

274

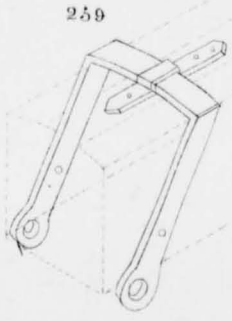

260


256
b


257

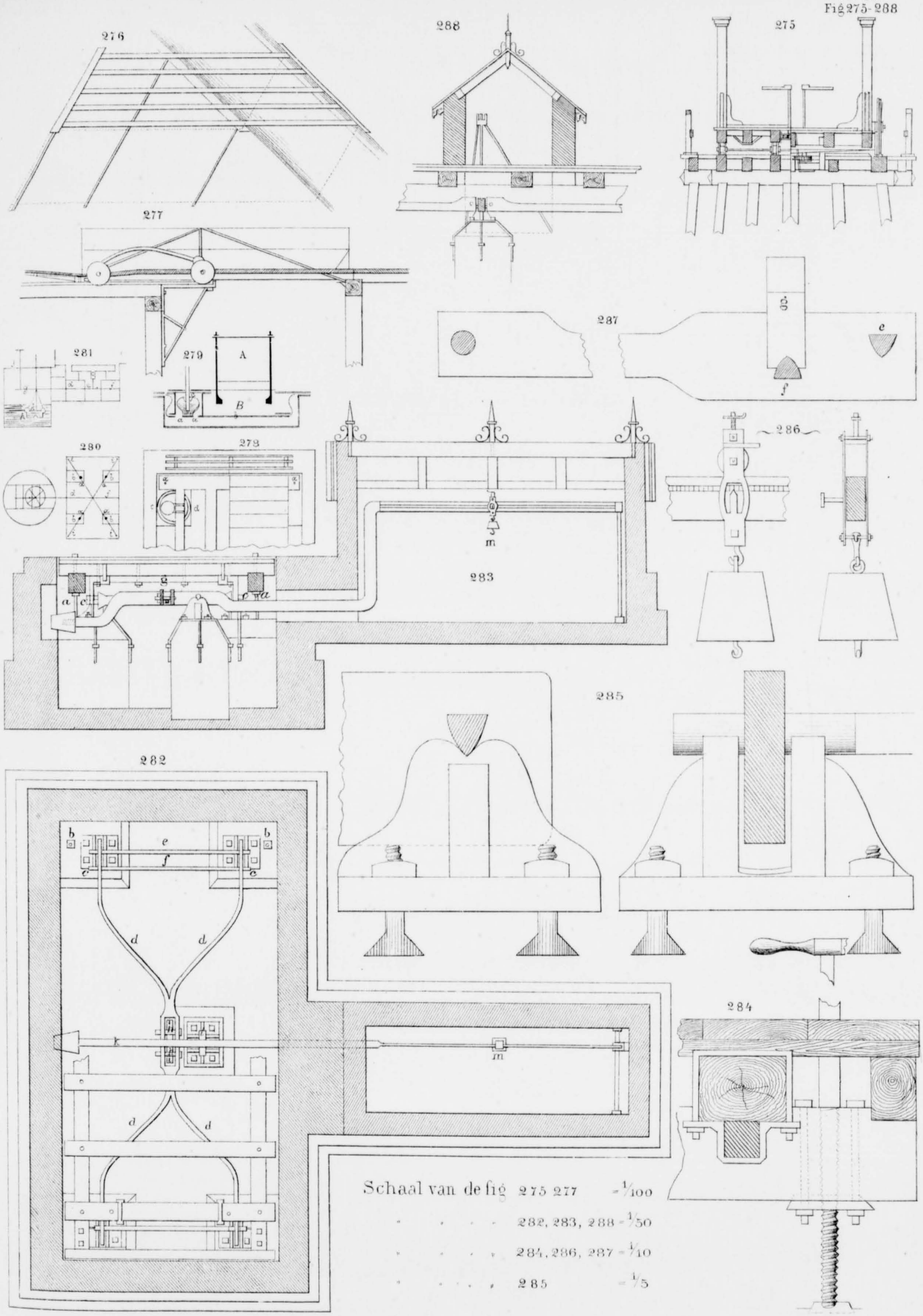
258


263
264
261
262


259

Schaal voor de fig
250-252, 255, 266 = 1/100
254, 261-264, 271 = 1/50
256-260, 267, 268, 272, 273 = 1/20

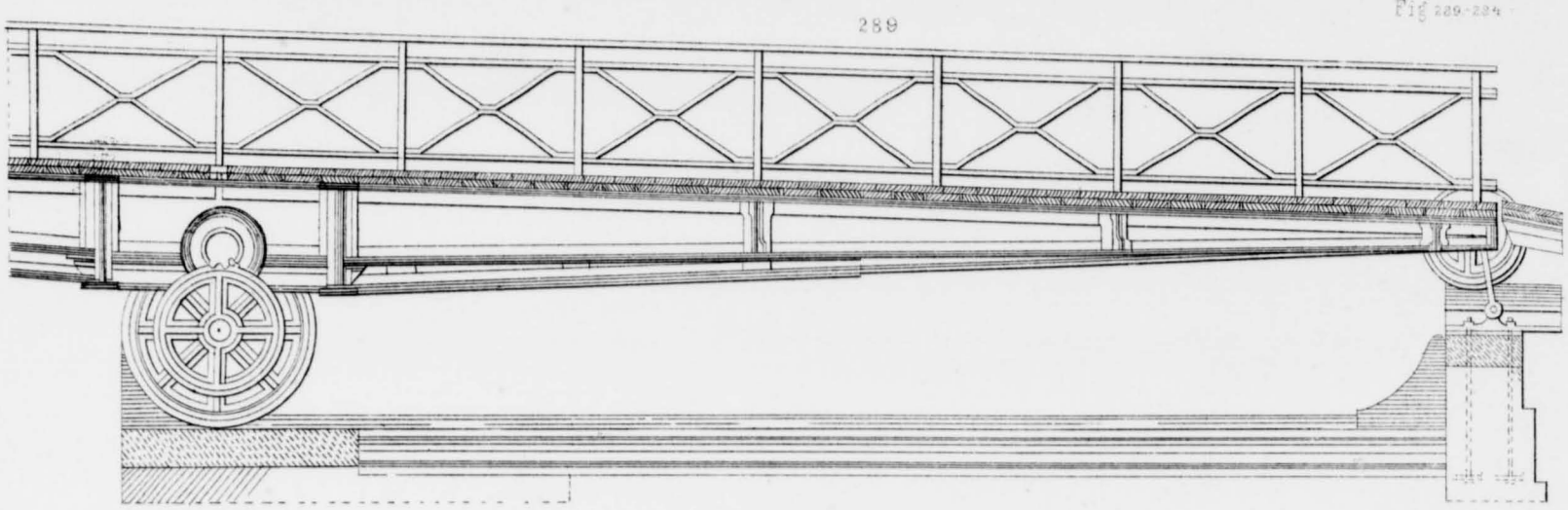
Groningen. J.B Wolters.



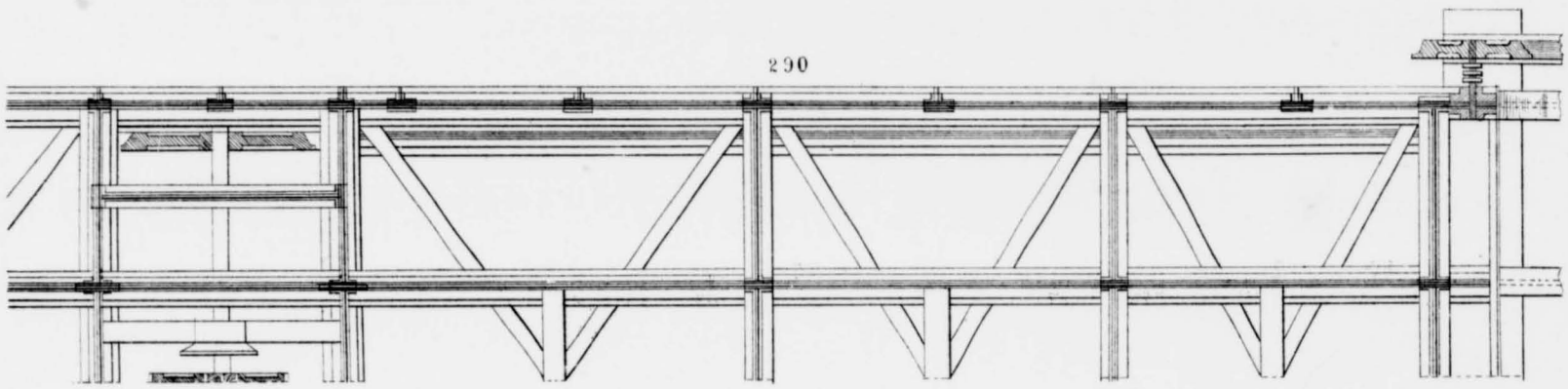
Schaal van de fig 275 277 = 1/100
" " " " 282, 283, 288 = 1/50
" " " " 284, 286, 287 = 1/10
" " " " 285 = 1/5

Lith v. J.J. Coers Arnhem

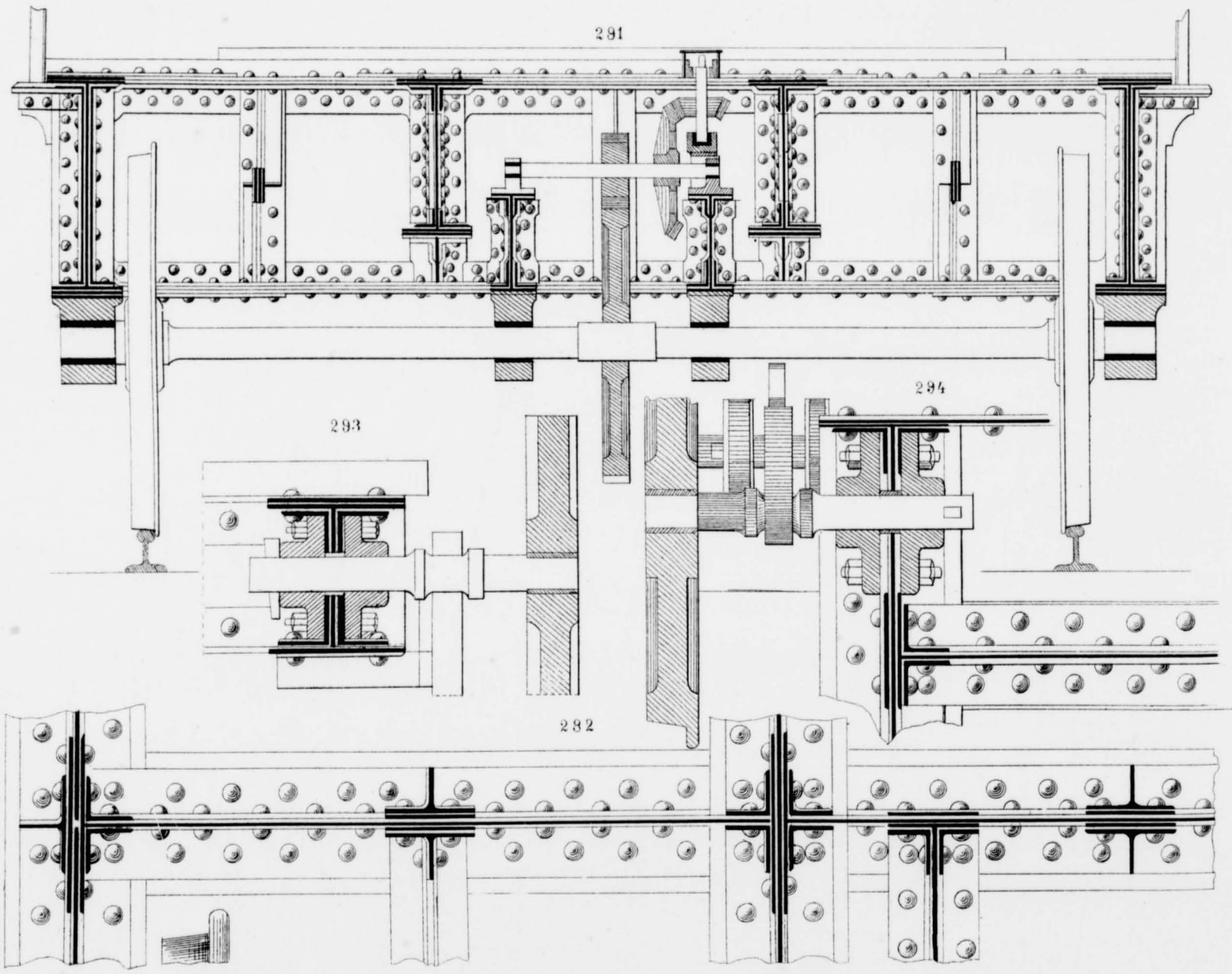
289



290



291



294

293

282

Gronmgen J.B. Wolters.

295

296

297

299

OPSTAND 302

KIND GEWICHT.

300

298

PLATTE GROND

301

304

303

305

306

OPSTAND

DOORSNEDE AB

307

OPSTAND

308

DWARSDOORSNEDE

309

310

STELSEL A 311

STELSEL B

ZAMENGESTELDE HOOFDLIGGER

312

316

317

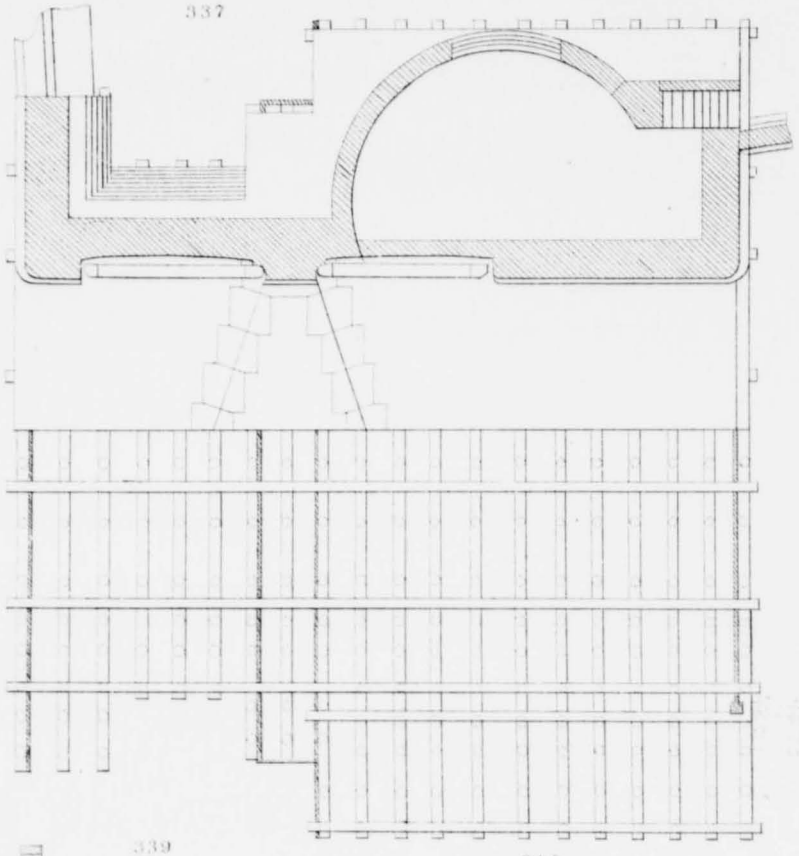
313

315

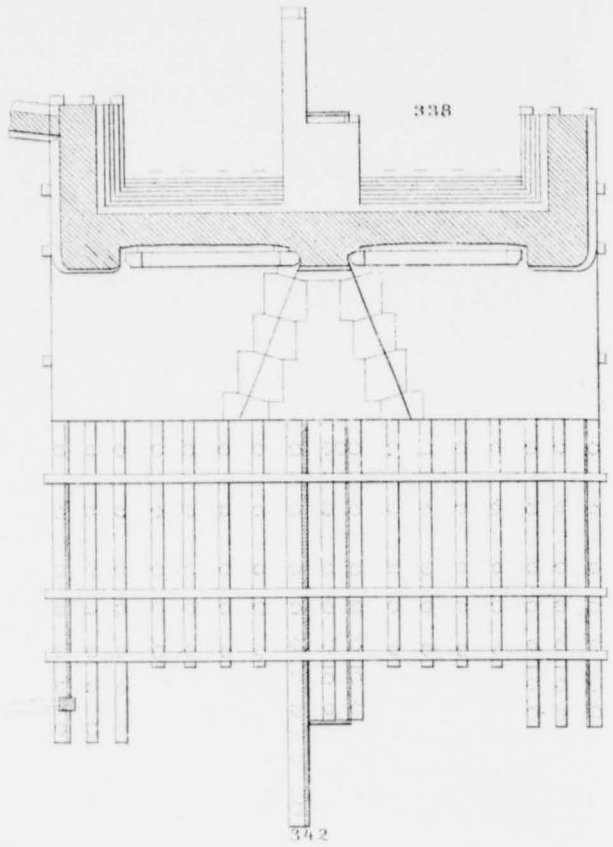
314

Lith. v. J.J. Coers Arnhem.

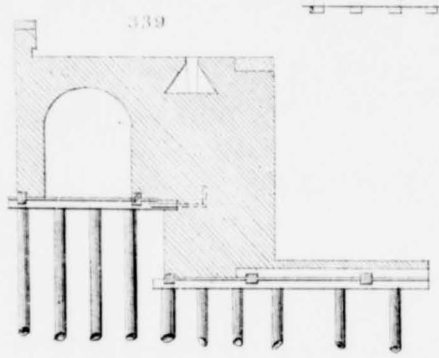
337



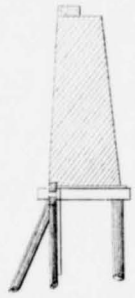
338



339



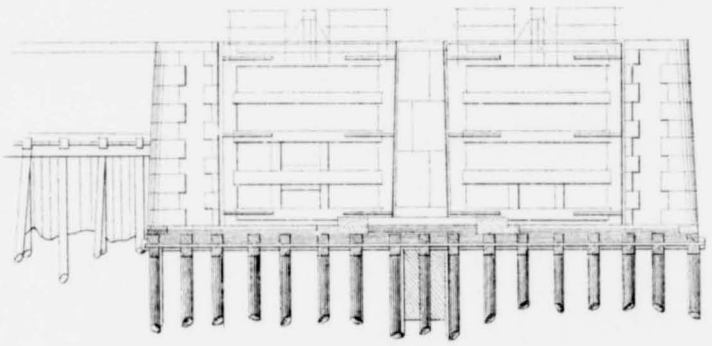
340



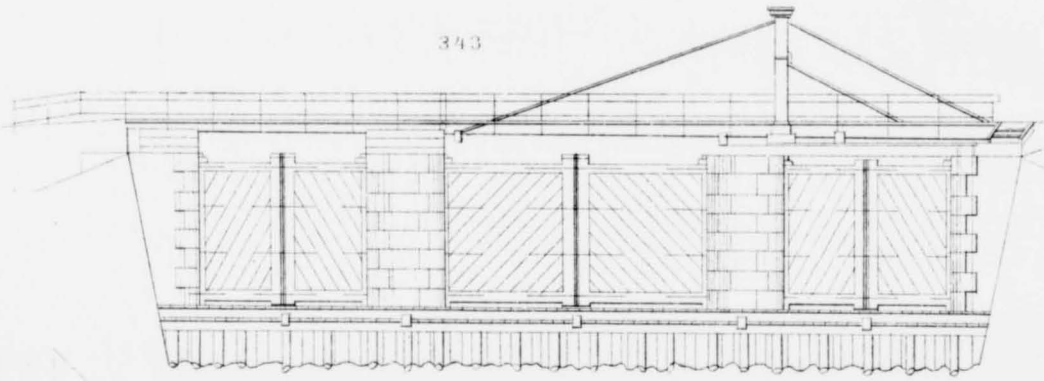
341



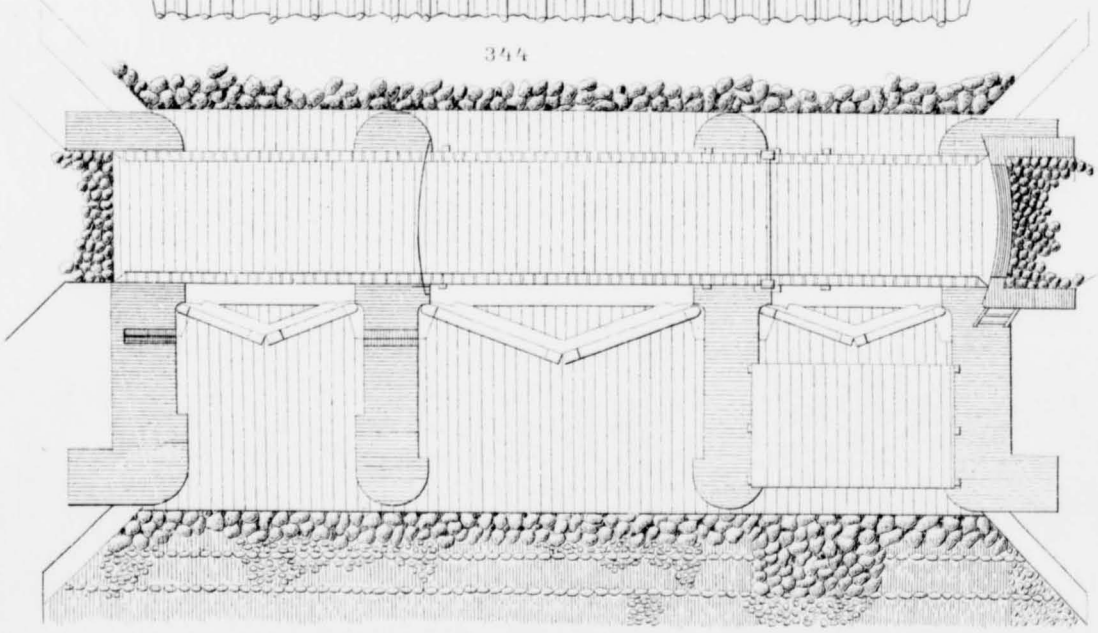
342



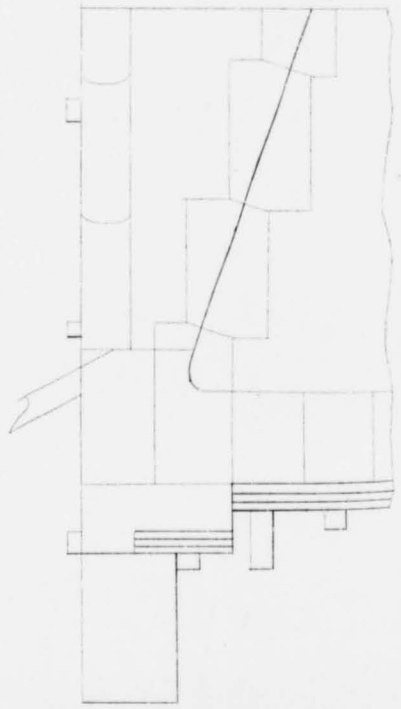
343



344

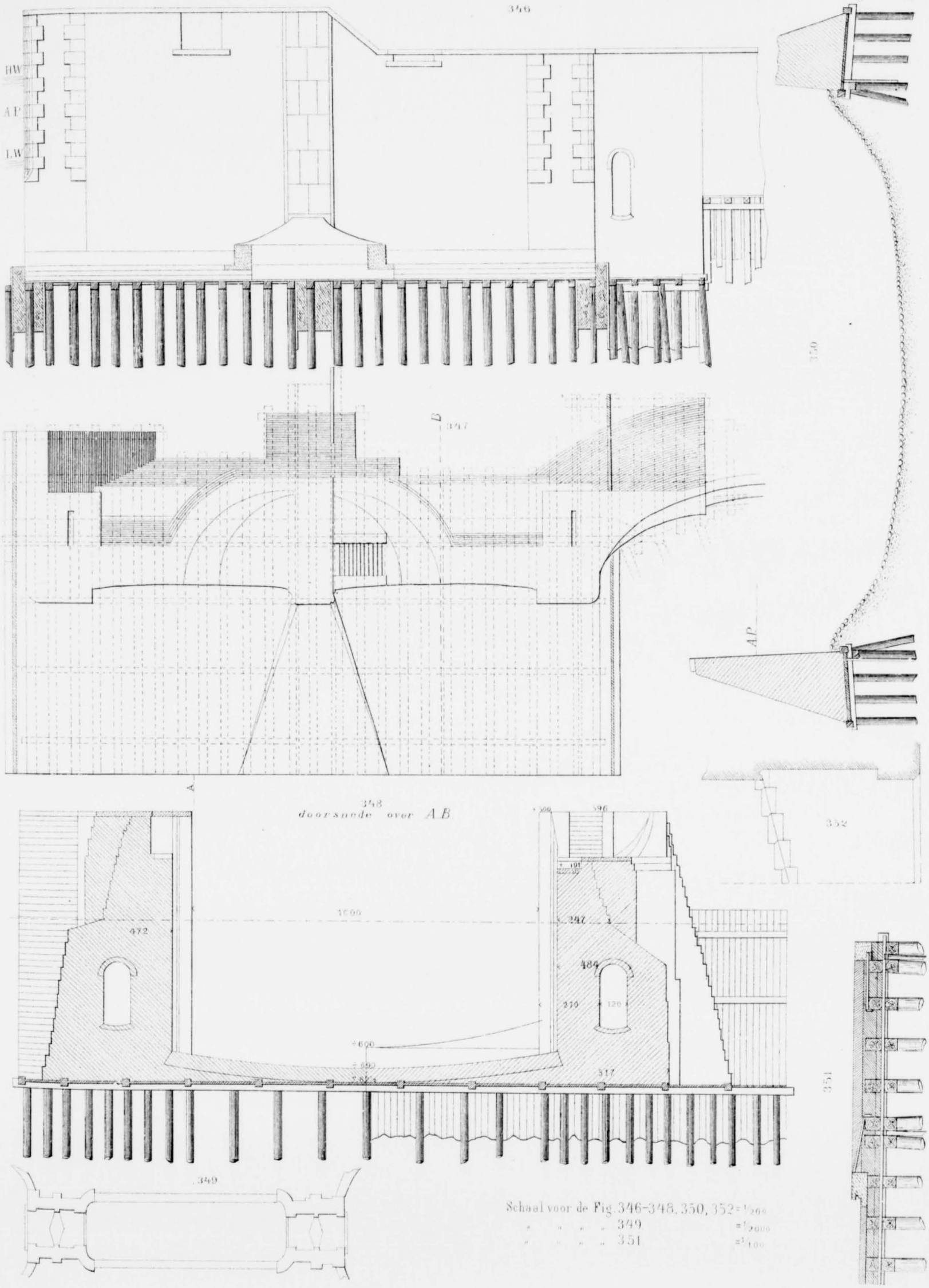


345



Schaal voor de Fig 337-344 = 1/200
" " " " 345 = 1/100

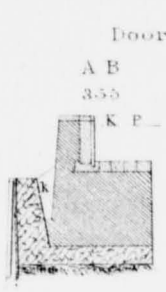
Gronningen J.B. Wolters

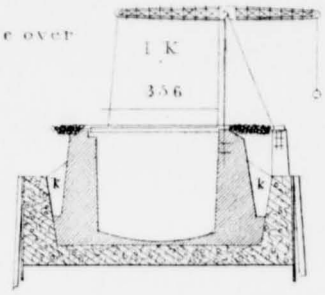


Schaal voor de Fig. 346-348, 350, 352 = 1/200
" " " " 349 = 1/2000
" " " " 351 = 1/100

Lith. J.J. Coers Arnh.

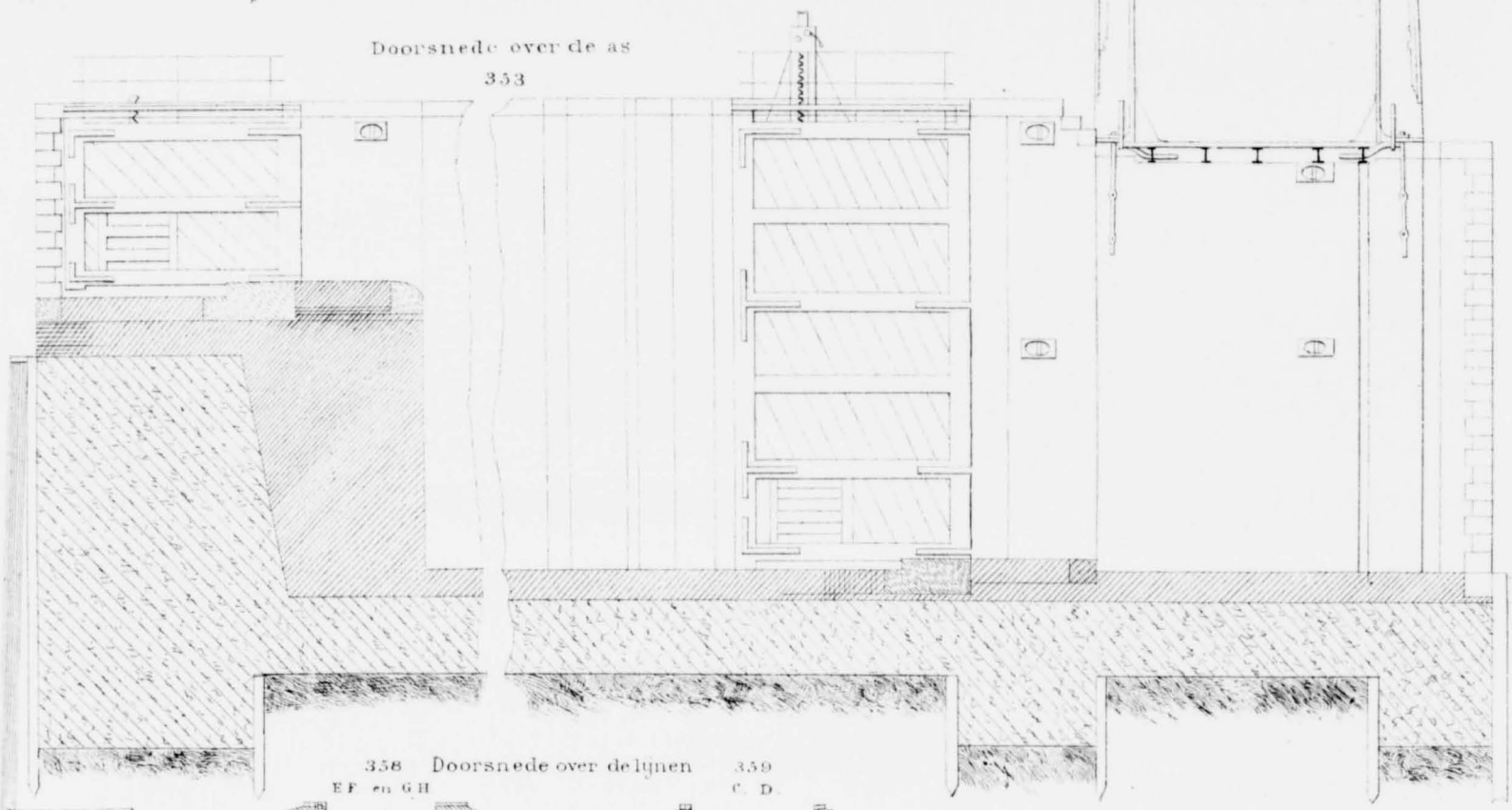
Doorsnede over
A B
355



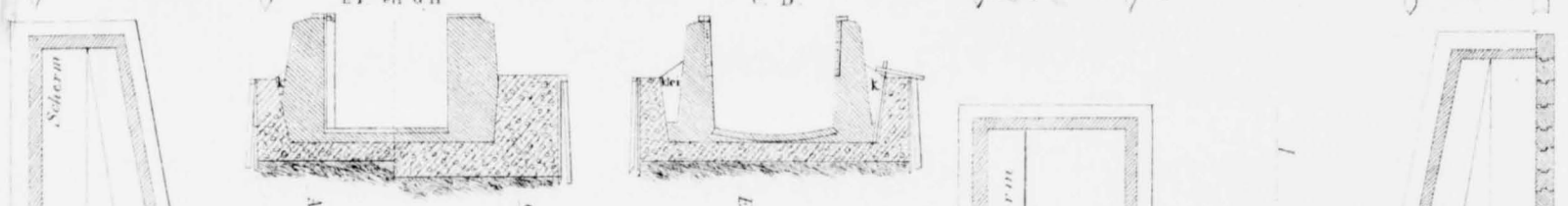




Doorsnede over de as
353



358 Doorsnede over de lijnen E F en G H

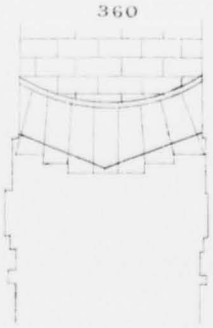


359 C D

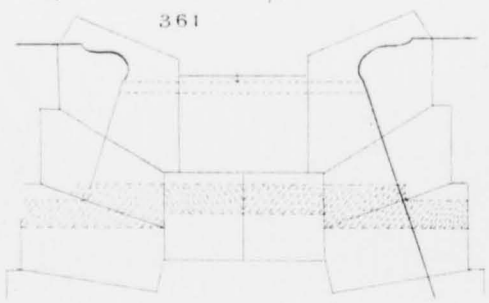
354



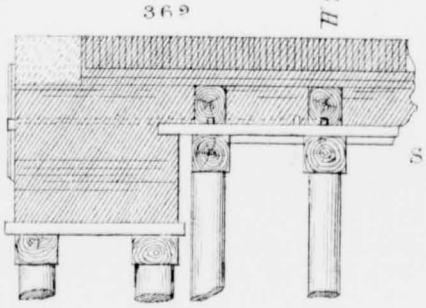
360



361

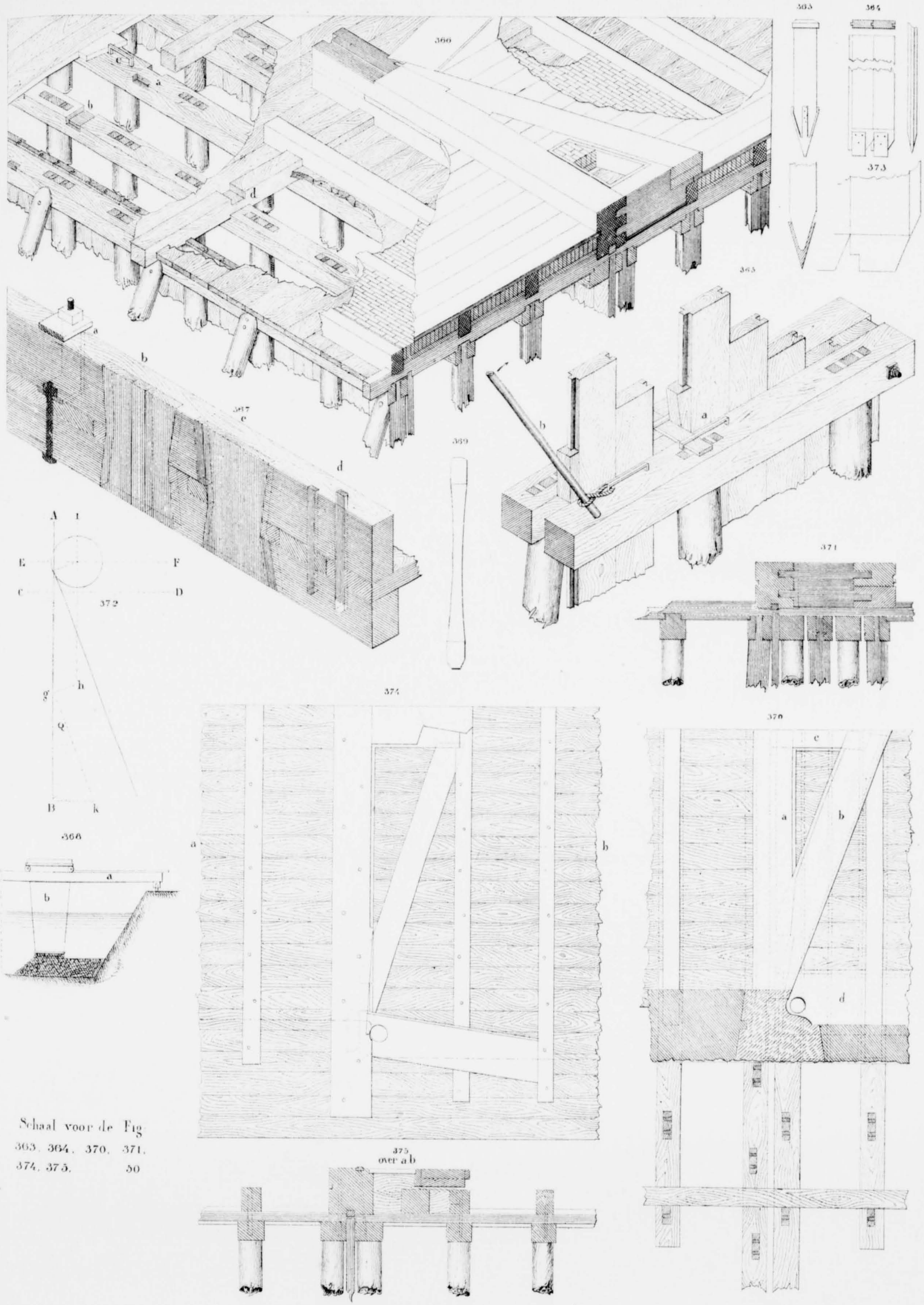


362



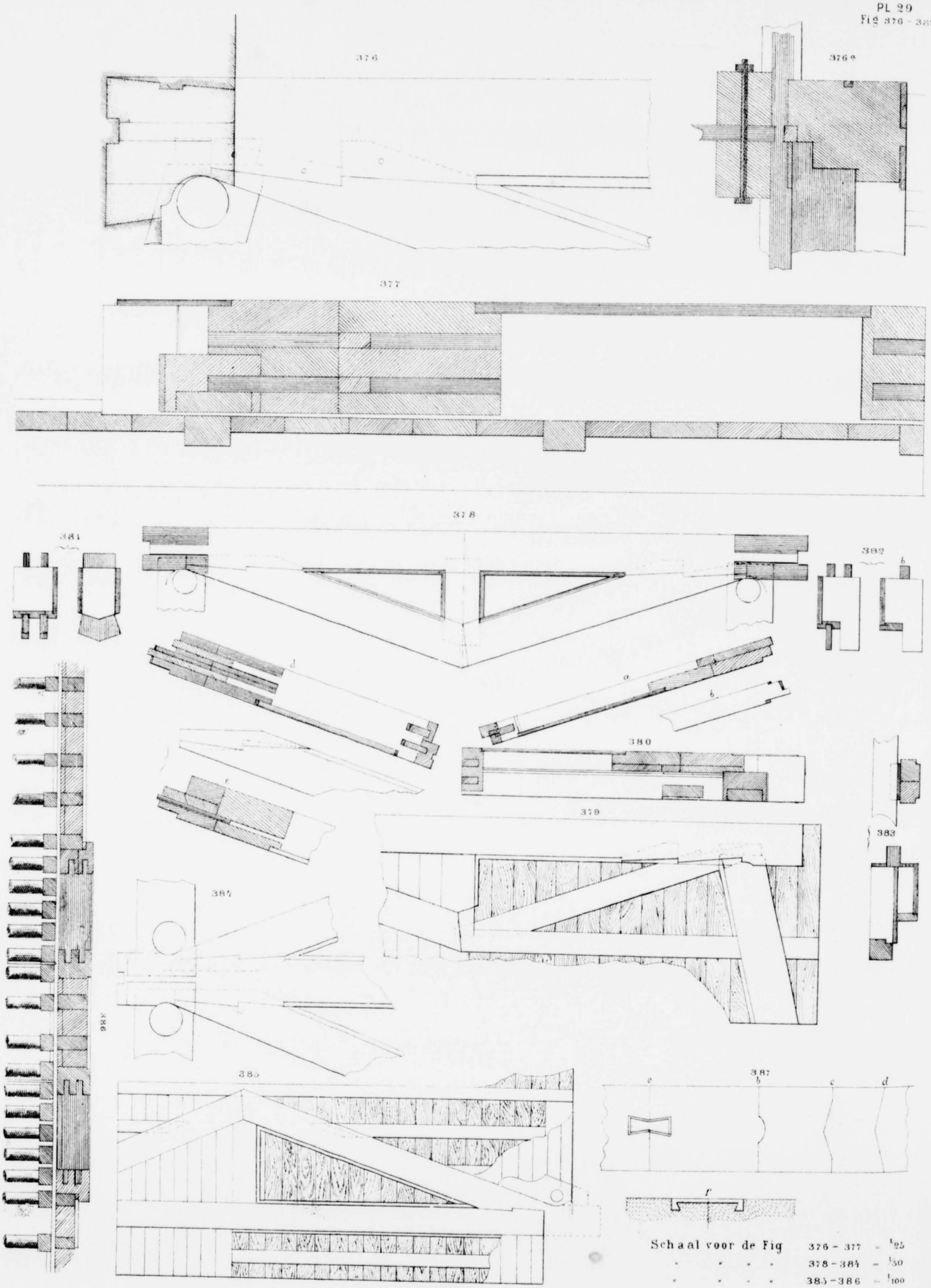
Schaal voor de fig 353, 354, 361, 362 = 1:100
355-359 = 1:400
360 = 1:200

Groningen J B Wolters



Schaal voor de Fig.
363. 364. 370. 371.
374. 375. 50

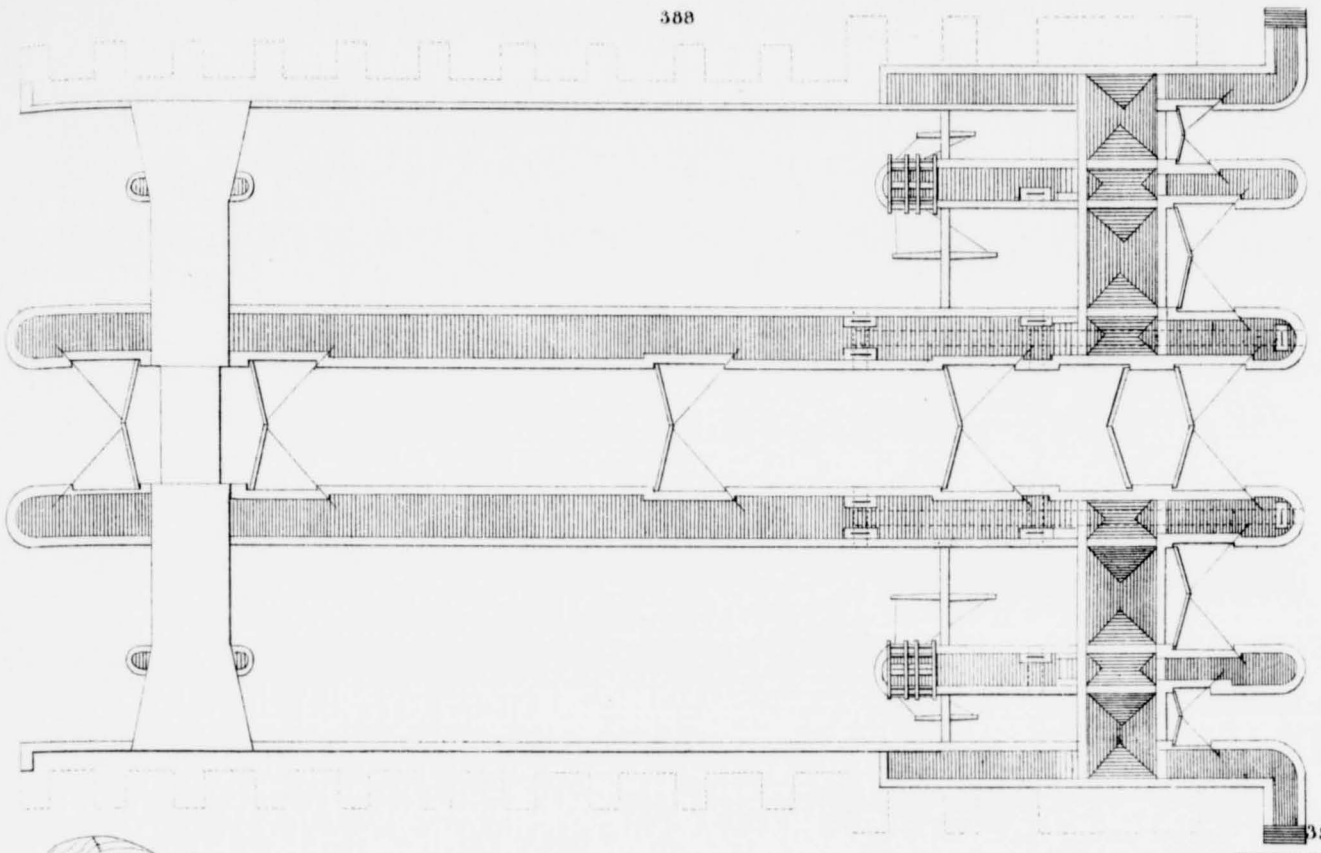
Lith. J.J Coers, Arnhem



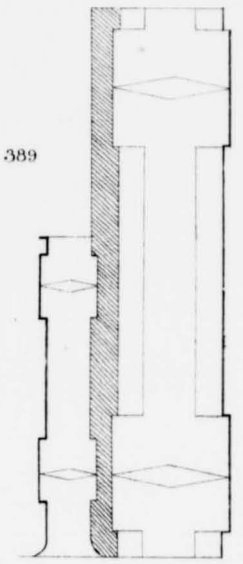
Schaal voor de Fig 376 - 377 = 1/25
" " " " 378 - 384 = 1/50
" " " " 385 - 386 = 1/100

Lith. v. J. J. Coers, Arnhem.

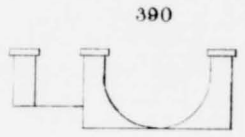
388



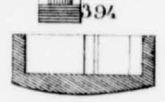
389



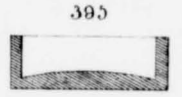
390



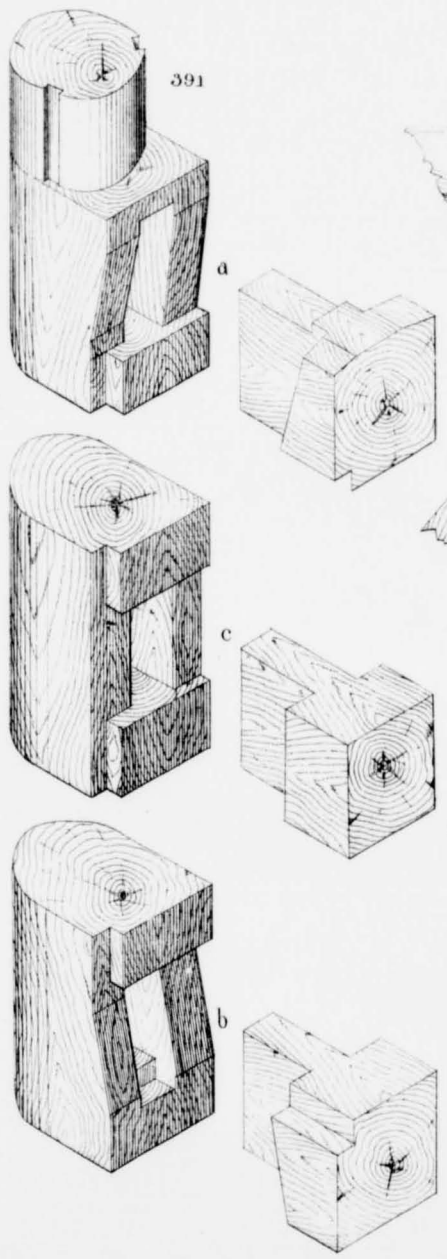
394



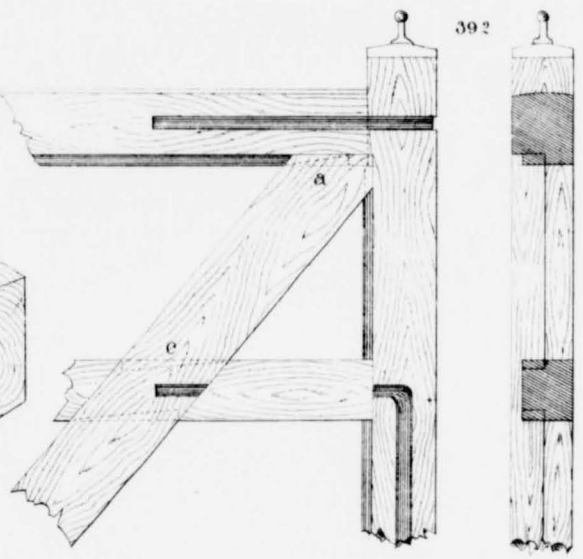
395



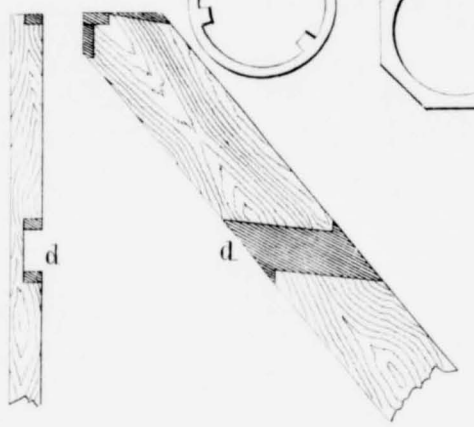
391



392



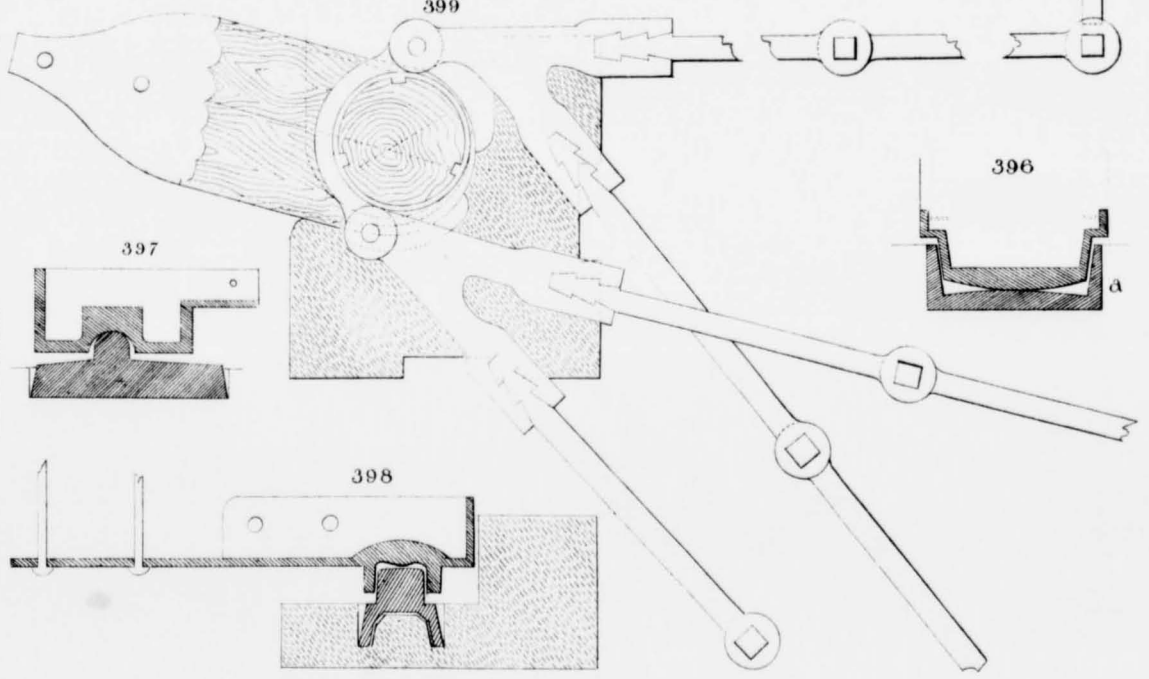
393
b



400



399



396

397

398

Schaal voor de Fig:
388 = 1/170 ; 389, 390 = 1/1000
392-396 = 1/25 , 397-400 = 1/18

401

402

403

405

406

407

408

409

410

411

412

413

414

415

416

417

Lith. J.J.Coers. Arnhem

418

419

420

421

422

424

423

426

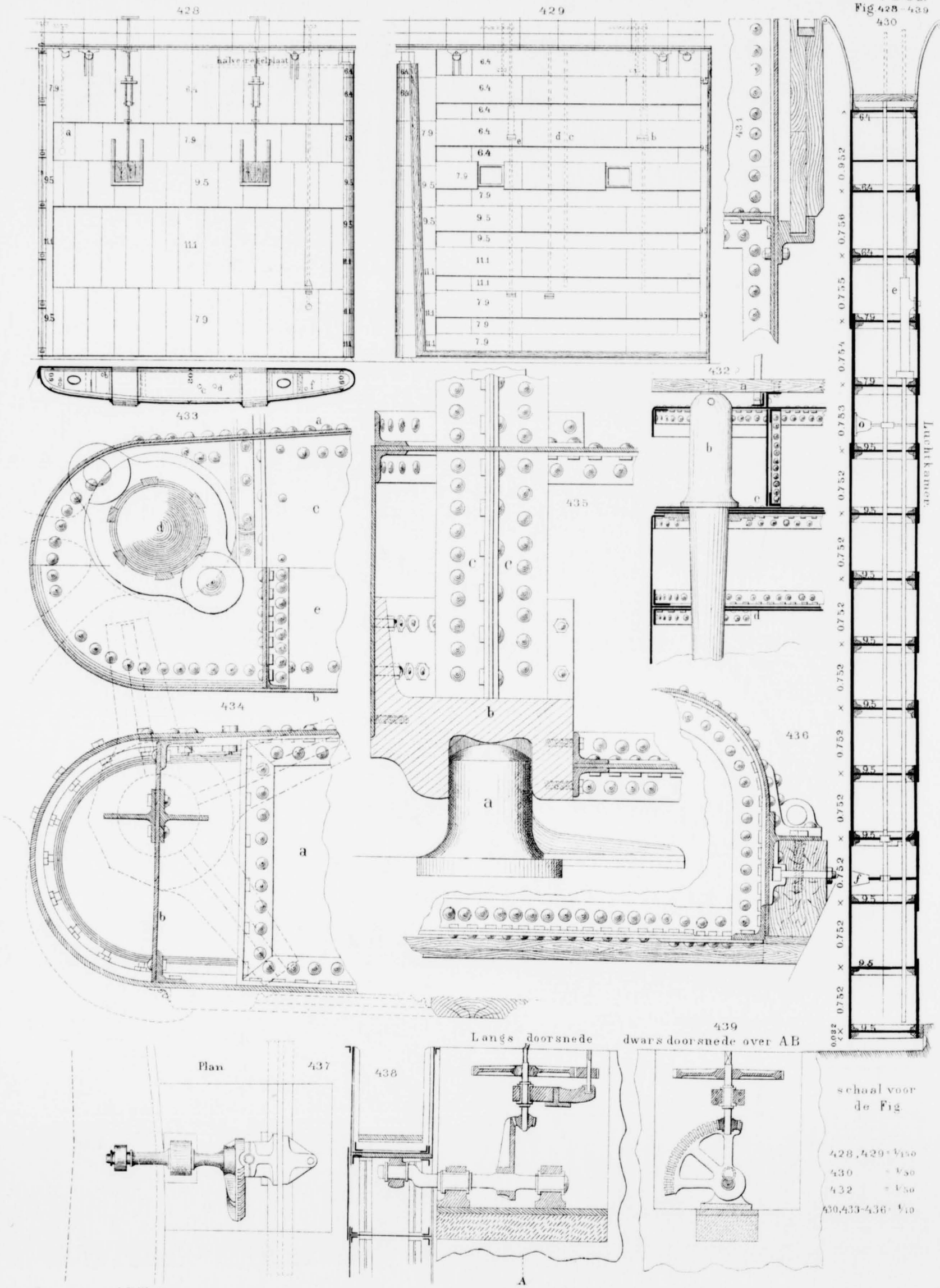
425

427

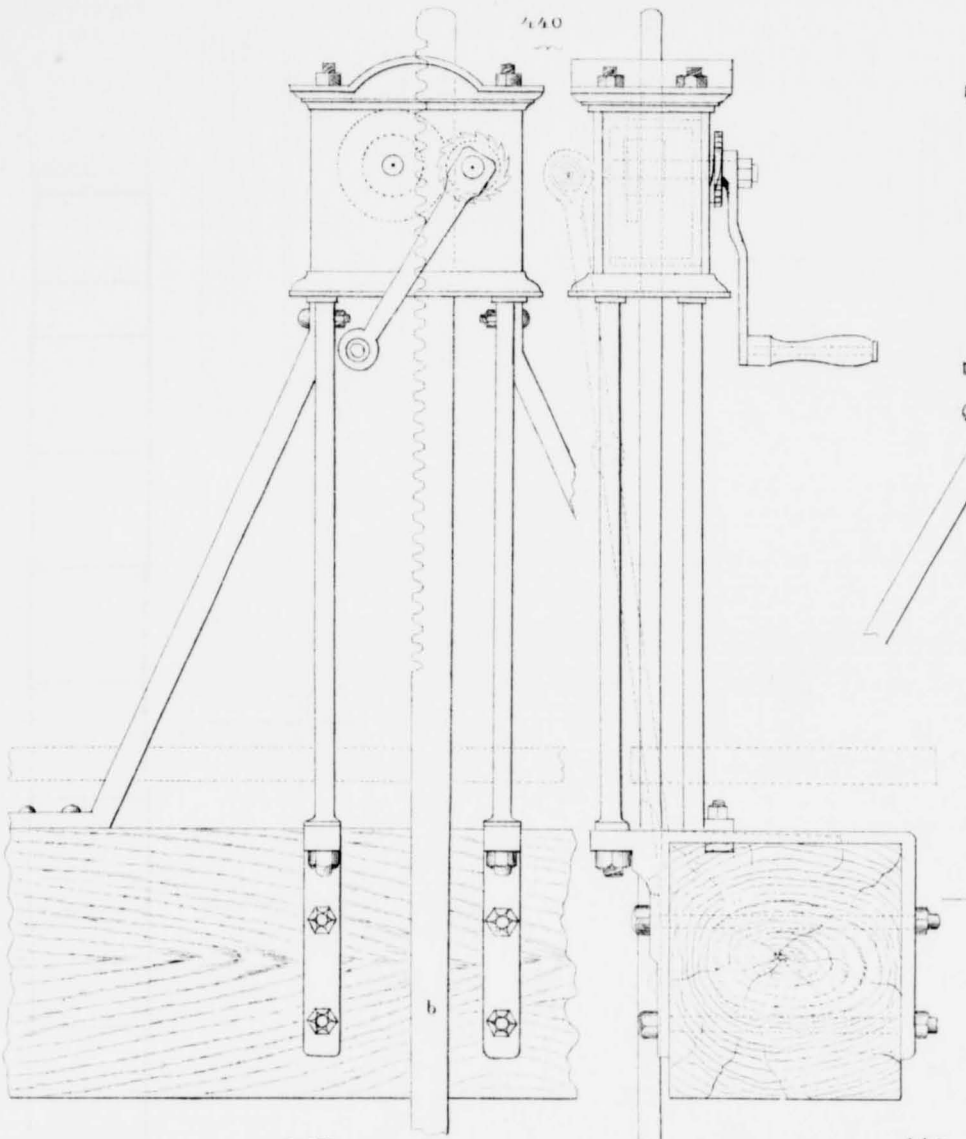
Schaal voor de fig

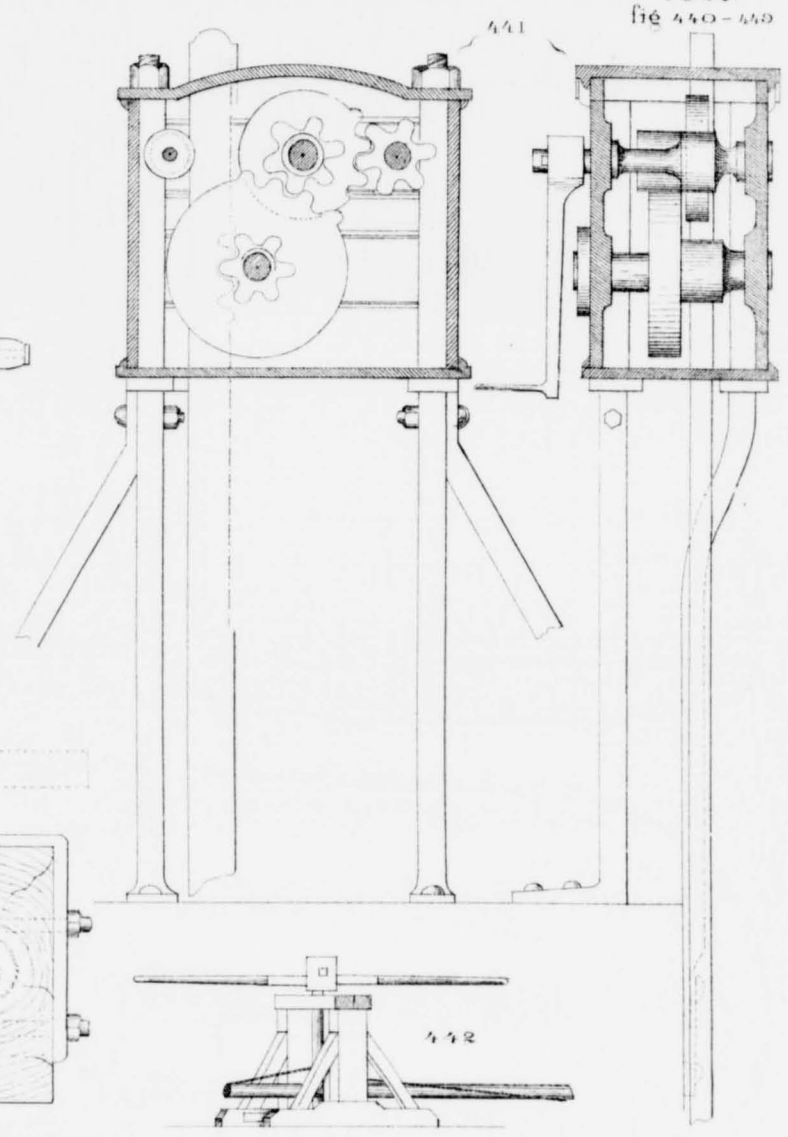
418, 425	=	1/50
423	=	1/200
426, 427	=	1/40
419–422	=	1/18

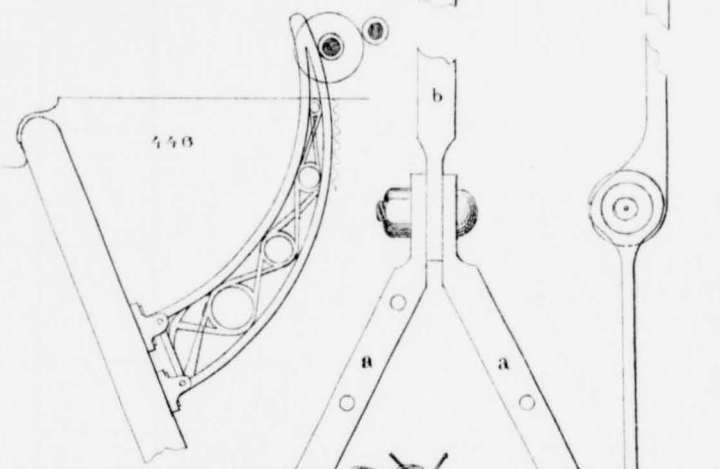
Fig. 428–439

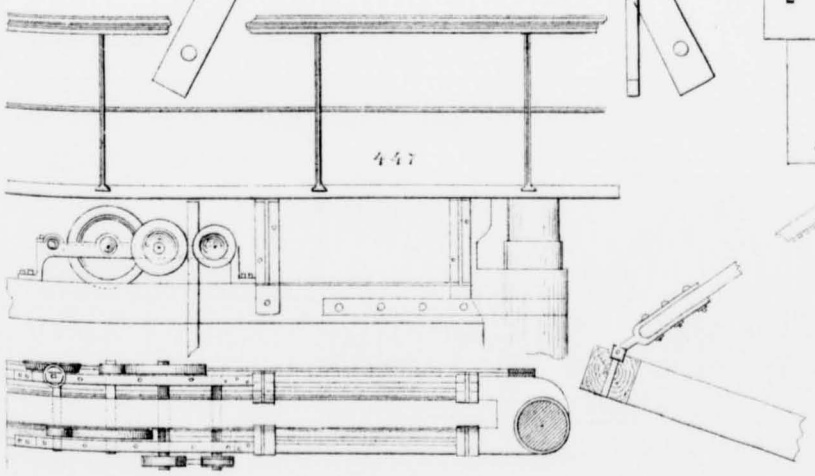


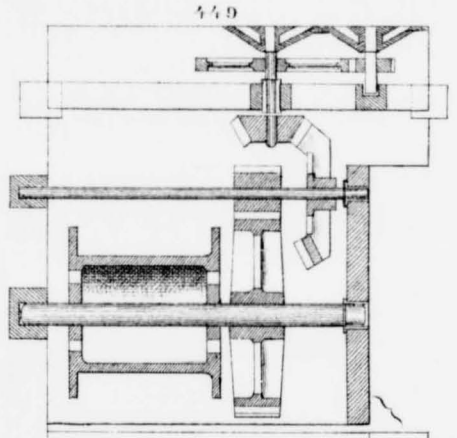
Groningen J. B. Wolters

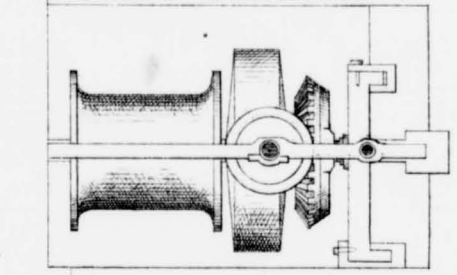


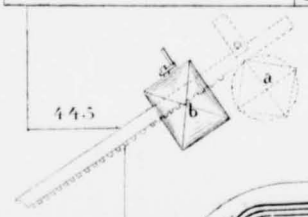


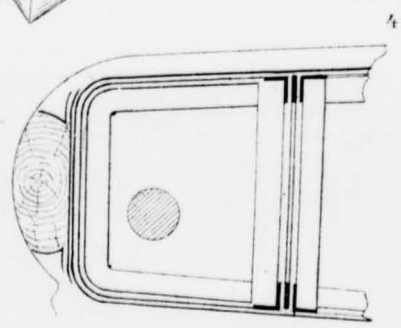


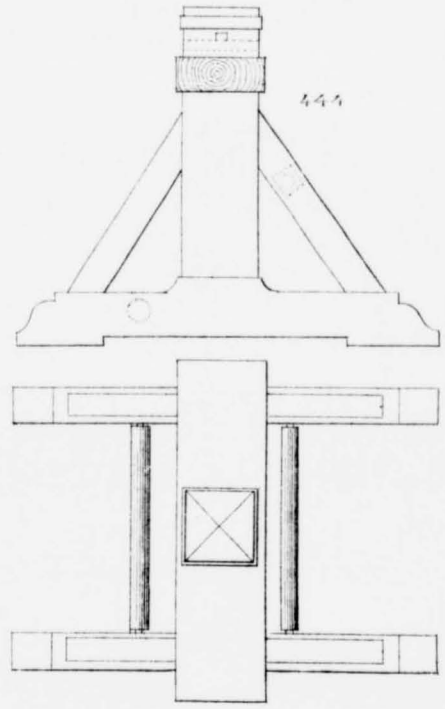




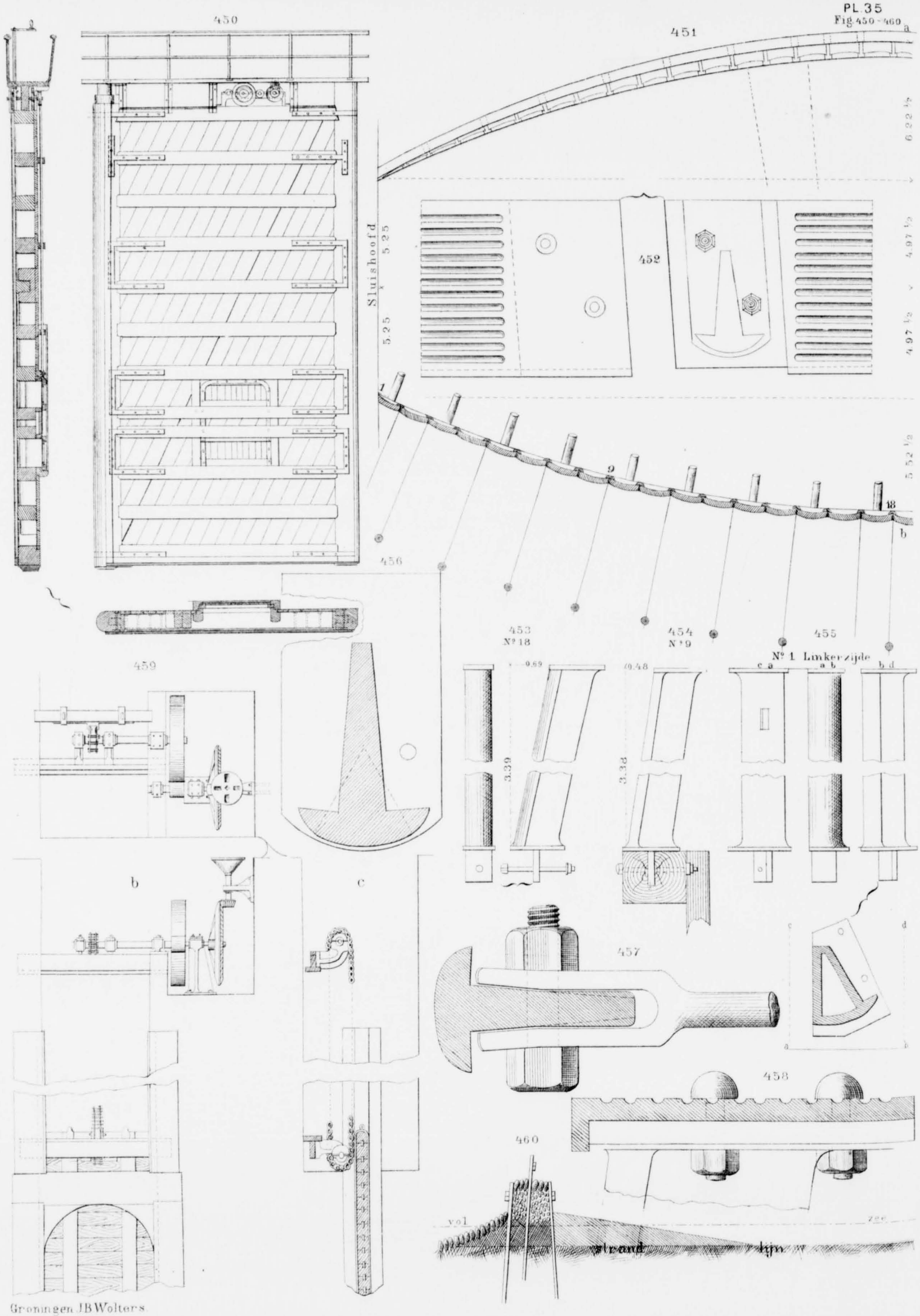






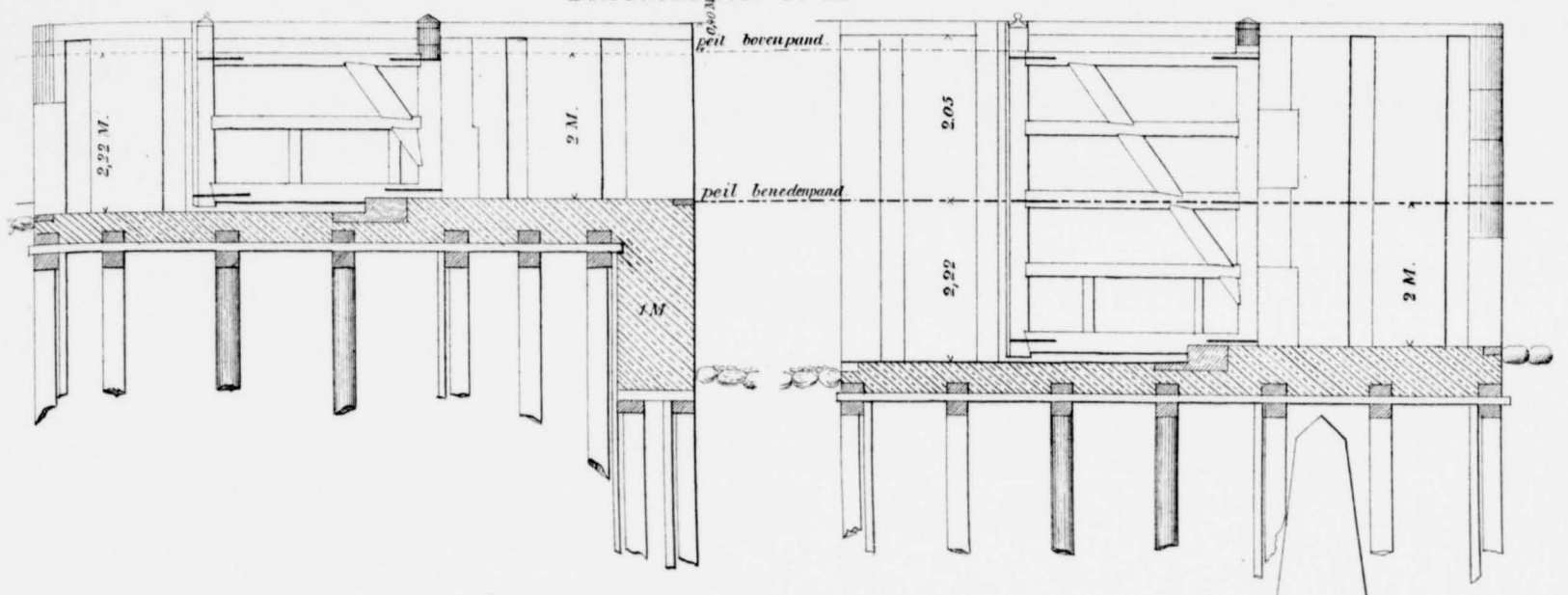


Lith JJ Coers Arnhem

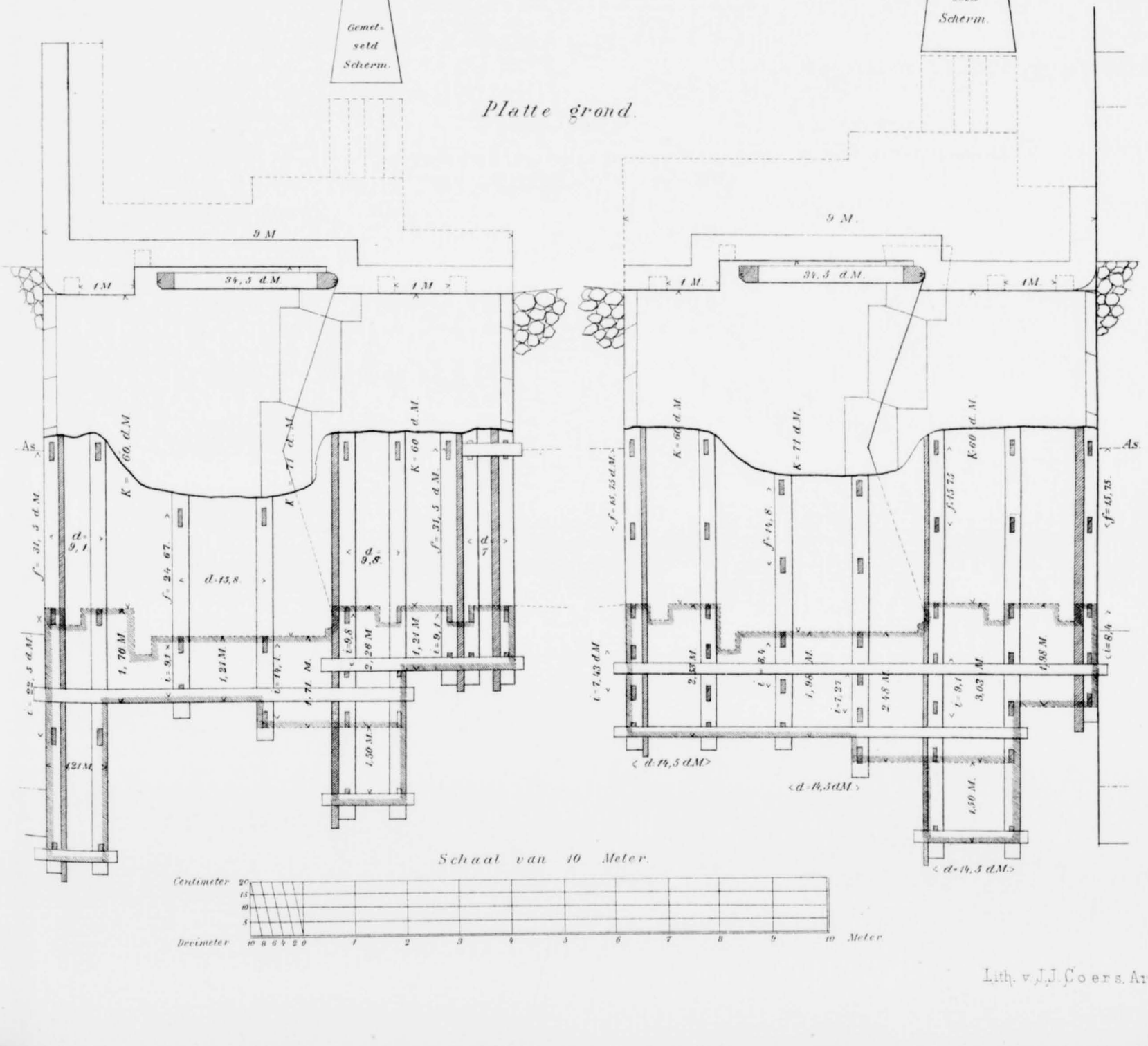


Groningen J.B. Wolters.

Doorsnede over de as.



Platte grond.



Schaal van 10 Meter.

Lith. v. J. J. Coers, Arnh.

461

Havenbattery

Steenglooiing zeedijk

ebb

a

b

c

d

e

f

g

h

i

461a

b

h

k

ebb

Vloed

ebb

Maerdijk

463

a

b

c

d

e

f

g

h

k

HARLINGEN

464

Vaarwater

Stoomvaartdiep

Buitendijkse dam

Stoomvaartdiep

465

+3.60

+3.50

3½ op 1

2 op 1

Vol zee

of Peil

9.50

11.90

7.00

11.80

Lith v JJ Coers Arnhem

CONSTRUCTIËN

UIT DE

BURGERLIJKE BOUWKUNDE.

GRONDSOORTEN.

§ 1. Wanneer men tot bouwen wil overgaan, zal wel in de eerste plaats noodig zijn, bekend te wezen met den grond, waarop moet gebouwd worden. Die grondsoort is vooral in ons land zeer verschillend, en op de meeste plaatsen ongeschikt, om daarop zonder het draagvermogen kunstmatig te verbeteren, te kunnen bouwen.

Het is moeielijk te bepalen, op welke grondsoorten, en in welke toestanden daarvan, het bouwen zonder voorafgaande verbetering van het draagvermogen kan plaats hebben. Bij alle daaromtrent gegevene beschrijvingen komt men tot de conclusie, dat ook hier vooral de ondervinding de beste leermeesteres is. Bovendien zal de grond alleen in dezen de keuze niet moeten bepalen, vele andere toestanden moeten daarbij in aanmerking worden genomen, waaronder vooral ook behoort, welk soort materiaal op de plaats van bouwing het geschiktst kan verkregen worden. Vooral ook daarom zullen de plaatselijke gebruiken de beste gegevens zijn; nagenoeg altijd toch is de wijze van fundeering op dezelfde plaatsen bij dezelfde grondsoorten gelijk, en heeft jaren lange ondervinding bewezen, dat die wijze, met het oog op de verschillende toestanden, de beste en geschiktste is.

§ 2. Met aanbeveling dus, om vooral met het bovenstaande rekenschap te houden, kan men aannemen, dat in het algemeen kan worden aangenomen, dat zandgrond een zeer goede bouwgrond is. Diep doorgaande zandlagen zijn nagenoeg niet samendrukbaar, en zullen de loodrechte drukking niet zijwaarts overbrengen. Ook kan men leem of klei onder de goede bouwgronden rekenen, 't zij deze al of niet met zand zijn vermengd, vooral als deze gronden niet te veel water bevatten. Zijn deze laatste gronden sterk met zand vermengd, en loopen daardoor vele wateraderen, dan zijn zij minder te vertrouwen, terwijl ook tuinaarde en veengrond minder geschikt zijn.

De aangevulde en veel waterhoudende moerasachtige gronden zullen tot de slechte bouwgronden behooren; bij belasting zullen zij zijdelings uitwijken; zelfs voor het bouwen van lichte en kleine gebouwen zal in dit geval veelal eene vermeerdering van het draagvermogen noodzakelijk zijn.

ONDERZOEK VAN DEN GROND.

§ 3. Hoewel men dus veelal verstandig doet, om niet dan na rijp beraad er toe over te gaan om andere fundeeringswijzen te gebruiken, dan die door den tijd voor die plaatsen als de beste zijn aangenomen, en vooral hier de practijk moet beslissen, zal het in sommige gevallen noodig zijn zonder die gegevens eene keuze te doen. Het kan zijn, dat op de plaats en van de grondsoort, waar gebouwd moet worden, nog geene voldoende ondervinding is opgedaan, of ook, dat aldaar van den grond nooit zooveel draagvermogen is gevorderd als nu noodig blijkt.

Een onderzoek naar de soort van grond moet dan in de eerste plaats geschieden. Ook dan, wanneer men door plaatselijke ondervinding voldoende is voorgelicht, om te bepalen, van welk soort fundeeringswerk men moet gebruik maken, zal men op het bouwterrein moeten onderzoeken, of aldaar, door vroeger gedempte putten, gaten enz. ook bijzondere redenen zijn, tot buitengewone voorzorgsmaatregelen,

§ 4. Dit onderzoek kan plaats vinden door het visiteer- of puntijzer, ook wel proefstang genaamd; door uitgraving, door boring, en door het inheien van palen.

1. Het visiteerijzer bestaat uit eene ijzeren staaf van ongev. 3 cM. middellijn, ter lengte van 2 à 3 M. Het is van boven voorzien van een oog, waardoor een dwarsstok is gestoken, om het daarmede in den grond te drukken en er uit te halen. Aan het benedeneinde is een eenigszins verdikte kop, die tot een punt uitloopt. Door middel van dit ijzer kan men een overigens bekenden bouwgrond vrij goed onderzoeken, en de soort en dikte der verschillende lagen bepalen. Vooral dan, wanneer men op bekenden bouwgrond werkt, kan dit ijzer gemakkelijk nuttig dienst doen, door daarmede bijv. in de voor de muren uitgegravene sleuven, te onderzoeken, of de ondergrond overal evenmatig dicht en gelijksoortig is.

2. Het graven van putten is voor het onderzoek naar den grond zeker een der veiligste middelen. Moet dit echter op vele plaatsen en tot groote diepte geschieden, dan zal het al schielijk niet uitvoerbaar zijn; èn om de noodzakelijke grootte die men van boven aan die gaten zal moeten geven, om tot groote diepte te kunnen doorgaan, èn om de groote kosten en vele werkzaamheden, die daaraan verbonden zijn, zooals gemakkelijk is na te gaan.

3. Moet er een eenigszins nauwkeurig grondonderzoek over eene zekere oppervlakte plaats hebben, dan geschiedt dit in den regel door grondboring. Veelal wordt hierbij eerst een gat gegraven, om door de bovenste gras- en vezellagen te komen, terwijl men daarin met de boring aanvangt. De eenvoudigste boren worden voorgesteld door de fig 1 en 2. Zij worden met een stang, waarop een kruk aanwezig is, rondgedraaid en vol grond zijnde opgehaald. Bij diepe boringen moet de stang gedurig door opzetstukken verlengd worden. Is de grond los en kruimelig, zoodat bij het ophalen telkens grond naar beneden valt, dan zal men veelal niet zeker zijn, op welke diepte de opgeboorde grond wordt gevonden, terwijl bij natte en slappe terreinen de hier gegevene boren, den grond niet zullen mede voeren. Verschillende constructiën en bewerkingen worden in die gevallen toegepast. Zoo maakt men onder anderen ook wel gebruik van een boor, voorgesteld door fig. 3. Deze boor bestaat uit een hollen cilinder waarin aan de zijde eene langwerpige opening is gemaakt en die van onderen van een punt en schroefdraad voorzien is om gemakkelijker in den grond te dringen. Om dezen cilinder is een bus of schijf, bij fig. *a* geplaatst, die onder en boven den cilinder met ringen daarom is opgesloten en aan de buitenzijde van een rug of ribje is voorzien. Brengt men deze boor naar beneden, dan kan men ze gedurende deze beweging zoodanig ronddraaien, dat genoemde schijf voor de opening van den cilinder blijft, en er dus geen grond in den cilinder kan dringen. Nadat de boor alzoo op de diepte van het uitgeboorde gat is gebracht, wordt hij in tegenovergestelde richting rondgedraaid, de schuif zal zich nu voor de opening van den cilinder verwijderen, en de cilinder zich met grond vullen, waarna men, de kruk weer anders omdraaiende, de gevulde boor naar boven haalt. Ook heeft men om het invallen van den grond in het geboorde gat te voorkomen, wel houten of ijzeren kokers in het gat gedreven, die, door het opzetten van nieuwe stukken, bij elke boring verder naar beneden moet worden gedrukt en waar binnen de boring plaats had.

Overigens zijn nog verschillende andere constructiën van boren toegepast, zoowel om in harde of in slappe gronden dienst te doen. Het is duidelijk, dat het onderzoek door boring tot eene vrij aanzienlijke diepte met groote nauwkeurigheid moet gebeuren, zal men met voldoende zekerheid op de uitkomsten kunnen vertrouwen. Tevens dat het alsdan een vrij lastig werk wordt, vooral als men bedenkt, dat de verschillende verlengstukken van den stang, telkens uit elkander zullen moeten genomen worden en de boor, door een bok of ander hijschwerk te lood zal moeten opgetrokken worden. De grond op de verschillende diepten gevonden, wordt dan veelal in een in vakken verdeelde houten bak bewaard, en van de dikte en diepte der verschillende lagen in een register aanteekening gehouden, om later over een en ander een voldoend oordeel te kunnen vellen.

4. Het onderzoek door het inheien van palen is evenzoo als dat bij de sluizenbouw omtrent het inslaan van proefpalen is opgegeven, zie § 489—491 W.B.

ONTGRAVEN EN DROOGHOUDEN DER FUNDEERINGSPUTTEN.

§ 5. Bij elke bouwing is voor het plaatsen der fundamenten van het gebouw ontgraving noodig. Zelden heeft deze ontgraving echter een grooten omvang, zooals bij het bespreken der fundamenten zal blijken. De sleuven dienen met de noodige helling te worden gegraven, om tegen instortingen beveiligd te zijn. Zij behooren in ieder geval van onderen zooveel breedte te hebben, dat de metselaar bij het aanleggen der onderste lagen voldoende ruimte heeft, om zijn werk uit te voeren, zonder op de uitgelegde lagen te komen. Overigens wordt hieromtrent zoo noodig, verwezen naar § 117 en volgende der W.B.

§ 6. In den regel zal ook het drooghouden dezer sleuven geen of weinig bezwaar opleveren. Waar dit noodig is, bedient men zich ook hier van dezelfde werktuigen als in de § 109—116 W.B. is opgegeven, en wel voornamelijk van de gewone pompen of tonmolens. De hier toegepaste pompen zijn veeltijds uit planken samengesteld en hebben eene grootte van 15 à 20 cM. zijde.

Ook wat betreft de afdamming, die daar bij noodig kan zijn, wordt verwezen naar het vroeger behandelde in W.B. § 101 en volgende.

FUNDEERINGEN.

§ 7. Wij hebben reeds gezien, dat bij nagenoeg alle bouwgronden in ons land het draagvermogen moet verbeterd worden, om daarop met vertrouwen het gebouw te kunnen plaatsen. Het is duidelijk dat, waar men bij het bouwen ook zoo zuinig mogelijk wil zijn, dit niet bij het aanbrengen der fundamanten moet in acht genomen worden. Zooals ook reeds bij de bespreking der verschillende bouwgronden is gebleken, is het moeielijk of onmogelijk voor al de plaatselijke toestanden de beste bewerkingen op te geven. Zoo ergens, dan moet hier de ondervinding, of liever in vele gevallen het gezond verstand en oordeel beslissen; vooral wanneer het draagvermogen van den grond onder hetzelfde gebouw ongelijk zal zijn. Bij de meeste fundeeringen zal na de belasting eenige zetting plaats vinden; die zakking zal volstrekt niet nadeelig werken, wanneer zij onder alle muren dezelfde is; was het nu mogelijk het verschil in draagvermogen van den grond met wiskundige zekerheid in getallen uit te drukken, dan zou men daarnaar ook de fundamenten verschillend kunnen inrichten en op de zwakste punten meerdere dikte of grooter draagvlak geven. De zakking zou dan weer gelijkmatig, en dus zonder nadeel voor het geheel zijn. Dit is echter niet mogelijk, en daardoor wordt de zaak zoo moeielijk, terwijl ongelijke zakking scheuring in het opgaand muurwerk zal geven. Bij sommige grondsoorten kan men zonder verdere kunstbewerking opbouwen, *op staal fundeeren.* Het kan daarbij zijn, dat het droogleggen van den grond eene niet onbelangrijke verbetering kan aanbrengen. Kan er op staal gefundeerd worden dan is het alleen noodig den aanleg der fondamenten ter voldoende diepte in den grond te doen plaats hebben zoodat er geen vrees meer bestaat voor de inwerking van het weêr, 't zij door natheid of vorst. Eene diepte van 60 à 75 cM. wordt daarvoor veelal als voldoende beschouwd.

§ 8. Overigens wordt gebruik gemaakt van 1° zandslemping; 2° betonstorting; 3° pijlerfundeering; 4° roosterwerk en paalfundeering.

1. ZANDSLEMPING of ZANDPLEMPING. Bijaldien de voldoende vaste bovengrond niet zeer diep ligt, of ook wanneer de grond niet volkomen mag worden beschouwd, maar door eene vergrooting van het draagvlak voldoende kan worden, dan wordt op vele plaatsen met goed gevolg van eene zandbestorting gebruik gemaakt. In het eerste geval geeft dit eene besparing van kosten, omdat de aanleg van het metselwerk daardoor hooger komt, en in het tweede geval gelegenheid om eene breedere oppervlakte te nemen, dan voor het metselwerk noodig is, of hierdoor geschikt kan worden verkregen.

Voor die zandstorting worden de fundamentssleuven tot den goeden bouwgrond uitgegraven of ter diepte, dat daarop eene bestorting kan plaats hebben, ter hoogte van 0.7 à 1.5 M. De breedte moet naar de geaardheid van den grond en de belasting, die er op moet plaats hebben, geregeld worden en bedraagt veelal 1 à 1.5 M.

Somtijds wordt het zand in lagen van 20 à 25 cM. aangebracht, en elke laag sterk aangestampt, of ook wel deze lagen onder water gezet. Meer algemeen en zeker ook meer afdoende is het, om na het graven der sleuven daarin water aan te brengen, en het zand gelijkmatig in dit water uit te strooien, ter vereischte hoogte. Dit alsdan geslempte zaad moet een paar dagen bezakken en biedt daarna eene vaste oppervlakte aan, tot het aanbrengen der fundamenten. Somtijds wordt zelfs onder het geheele gebouw zoodanige zandslemping aangebracht.

In sommige gevallen is ook bij wijze van paalfundeering van zandslemping gebruik gemaakt. Hierbij werden met goed gevolg in zeer slappen grond palen ingeslagen, en gedurende het inslaan tusschen beide rond gedraaid. Nadat zij ter bepaalde diepte waren ingeslagen, werden zij getrokken en de openingen met zand gevuld; op dezen zandpijlers rustte het metselwerk.

2. BETONSTORTING. Bij natte terreinen zal de genoemde zandslemping veelal niet kunnen toegepast worden. In dat geval wordt van eene paalfundeering of betonstorting gebruik gemaakt. In vele gevallen begint men ook bij de Burgerlijke bouwkunde laatstgenoemd materiaal voor fundeeringswerk te

gebruiken, Ook hierbij moet de breedte naar de meerdere en mindere belasting en den toestand van den grond worden geregeld. De behandeling en uitvoering komt overeen met die in § 509 W.B. bij den sluizenbouw vermeld.

3. PIJLERFUNDEERING. Wanneer de vaste bouwgrond op groote diepte, beneden het maaiveld ligt, en er bezwaren bestaan tegen het aanbrengen van paalfundeering, omdat het houtwerk niet voldoende in natten grond zal komen, of omdat om de belendende perceelen het heien van palen niet kan plaats hebben, dan worden somtijds pijler fundeeringen toegepast.

In enkele veenstreken van ons land graaft men daarvoor de fundamentssleuven tot de vaste zaadlaag uit en brengt daarop, op kleine afstanden pijlers aan van los op elkander gestapelde steenen. Deze pijlers of stiepen worden van boven vereenigd door eenige lagen telkens een klezoor op zijde uit te leggen, of over te werken, tot dat de vereeniging op de hoogte van den onderkant der fundamenten is verkregen en daarvoor dus een doorloopend draagvlak is bekomen.

Het kan om verschillende redenen echter bezwaarlijk zijn, de daarvoor noodige ontgraving aan te brengen, en ook uit een oogpunt van zuinigheid verkieslijker zijn slechts enkele vaste steunpunten uit den vasten grond op te trekken, en deze van boven door gemetselde bogen te vereenigen. Deze opgegemetselde pijlers moeten dan zooveel mogelijk onder de meest belaste punten worden geplaatst, terwijl de bovenkant der vereenigingsbogen eenige lagen beneden den onderkant der fundamenten moeten blijven, om deze door tusschen- en overmetseling tot een sterk geheel te vereenigen. Op plaatselijke toestanden zal bij het bepalen van de constructie dezer pijlers vooral moeten gelet worden. In regel volgt men hierbij dezelfde bewerking als die bij het maken van welputten. Nadat men zoo diep mogelijk ontgraven heeft, wordt met het metselwerk van den pijler, in dit geval ook wel gezonken pijler genaamd, aangevangen. Hiervoor wordt, evenals bij het maken van een welput vooreerst een raam op den bodem van het gegraven gat gelegd. Dat raam bestaat uit dubbel op elkander geklampte eiken planken, zw. 4 à 6 cM. in het verband verspringende, en van buiten volgens den cirkel afgerond, zooals dat voor de formeelen is opgegeven. Onder aan dien houten ring wordt daarbij wel een scherpe ijzeren ring bevestigd, om beter door harde voorwerpen te dringen. De ring moet voldoende breedte hebben, om het rondgaande metselwerk daarop aan te leggen.

Voor het metselwerk neemt men veelal wigvormige of zoogenaamde putsteenen, en, nadat het rondgaande muurwerk tot 2 à 3 M is opgemetseld, wordt met het laten zakken aangevangen. Hiervoor wordt de grond van binnen in — en onder den ring weggenomen, en naar boven gebracht, wel zorgende, dat de grond onder den ring zoo gelijk mogelijk worde verwijderd. Geeft het metselwerk voor de zakking geen voldoende drukking op den ring, dan wordt dit van boven belast. Bij dit zakken moet vooral gezorgd worden, dat de pijler te lood blijft staan; bij elke kleine afwijking moet men met het wegnemen van den grond onder den ring daarmede rekenschap houden. Nadat dit gedeelte, voor zooveel als het water of bijzondere toestanden dit toelaten, is gezonken, wordt de belasting er afgenomen, en de put andermaal opgemetseld. Met deze bewerking wordt tot zoolang voortgegaan, dat het onderste gedeelte op de vaste grondlaag rust. Voor zoolang het water niet hinderlijk is, kan de grond worden uitgegraven, en zoo noodig met houweelen worden losgeslagen en verder in manden of bakken, door tusschenkomst van een boven den pijler geplaatsten bok of katrolwerk worden opgehaald. Verkrijgt men echter last van het toevloeien van water, dan zal eene andere bewerking noodig zijn. In dat geval kan men den zoogen. *zak-* of *beugelboor* toepassen. Die boor, zie fig. 6, bestaat uit een ijzeren ring, verbonden aan eene ijzeren staaf, die van onderen met een punt eindigt en van boven aan een houten steel is bevestigd. Aan den beugel of ring is een linnen zak bevestigd, en aan den steel een dwarstok, waarmede hij boven den pijlerput kan worden rondgedraaid. Door deze boor op den bodem van de put te plaatsen, sterk te drukken en rond te draaien, zal de scherp gemaakte zijde van den ring den grond lossnijden, en de losgesneden grond in de zak vallen. Verder is aan dit werktuig een touw verbonden, dat om een katrol loopt en waarmede de boor kan worden uitgelicht en neergelaten. Moet het metselwerk tot het naar beneden brengen belast worden, dan wordt het bovenste gedeelte wel met een planken kuip bekleed, die door touwen of kettingen met daartusschen gebrachte wiggen geklemd wordt, om dit tegen beschadiging te beveiligen.

De binnenruimte van deze gezonken pijlers wordt daarna gevuld, somtijds voor het geheele ondergedeelte tot boven den waterstand met beton, somtijds ook brengt men onder in de put een houten

schot tot bodem aan. Dat schot wordt door eene belasting met zware steenen aan den grond gebracht, en de daartusschen vallende holligheden en de verdere hoogte met kleine steenstukken gevuld. Boven den waterstand wordt de pijler met metselwerk gevuld en van boven met groote stukken afgedekt, waarop de bogen rusten, zooals reeds is opgegeven.

Met boven omschrevene pijlerfundeering heeft men zelfs tot diepten van ongev. 20 M. met goed gevolg gefundeerd. Men wil, dat er kan worden gerekend, dat wanneer de pijlers op tamelijk goeden ondergrond kunnen rusten, het voldoende is, deze voor gebouwen van drie verdiepingen 1 M. in diameter zwaar te nemen en op afstanden van 3 à 4 M. te plaatsen. Meerendeels geeft men ze eene binnenwerksche grootte van 1 M. Bij de pijlers die tusschen twee bogen staan, wordt de zijdelingsche drukking dezer bogen in evenwicht gehouden; dit is echter niet het geval voor die pijlers, welke onder de hoeken van het gebouw komen. Hiertegen zijn daar dus bijzondere voorzorgen noodig. Hiervoor worden tegen deze hoekpijlers somtijds in hellenden stand andere gegoten pijlers geplaatst, bij wijze van de vroeger besprokene schoorpalen, of in de richting der beide samenkomende muren nog twee te lood staande pijlers buiten den hoekpijler, die met steunbogen daarmede verbonden zijn.

Overigens wordt voor pijlerfundeering nog verwezen naar de § 288—289 W. B.

4. ROOSTERWERK EN PAALFUNDEERING. Evenals de zand- en betonbestortingen somtijds ten doel hebben, om de oppervlakte, waarop het gebouw zal rusten, te vergrooten en daardoor het draagvermogen van den grond te vermeerderen, zoo wordt dit doel ook veeltijds door een liggend roosterwerk verkregen. Dit roosterwerk dat, met weglating van de heipalen, zeer veel overeenkomst heeft met de vroeger beschrevene fundeeringen onder gemetselde bekleedingsmuren, wordt altijd van hout genomen. Hieruit volgt, dat men het om der duurzaamheidswille niet dan beneden den laagsten waterstand mag aanbrengen. Evenals bij genoemde beschoeiingen is opgegeven, bestaat het uit kespen, kloosterhouten en plank-bevloering. In den regel worden de kespen op afstanden van 0.75—à 1.2 M. rechthoekig op het muurwerk gelegd, en door schuif- en kloosterhouten, als vroeger met voorloeven en kakkelhouten verbonden, tegen verschuiving beveiligd. De zandstrooken legt men ook hier veelal met den voor- en rechterkant van het muurwerk gelijk en op onderlinge afstanden van 0.6 à 1 M. Over deze zandstrooken wordt somtijds de bevloering gelegd, bestaande uit korte gedeelten planken die weer evenwijdig aan de kespen loopen, of deze beplanking geschiedt op de kespen tusschen de zandstrooken. Ook moeten de vloerplanken goed onderstopt worden met klei, leem of brik op dat het geheele roosterwerk ondersteund worde.

Ook worden de kespen wel in de richting van den muur gelegd, vooral zoo men tegen het uitwijken van den grond damplanken wil aanbrengen, welke behandeling echter minder aanbeveling verdient. Overigens wordt hier, zoowel als wat de paalfundeering betreft, verwezen naar de fundeering onder de steenen walbeschoeiingen, § 161—164 W.B. en volgende. Alleen zij hierbij opgemerkt, dat in enkele gevallen, waar het moeielijk is tot heien over te gaan, schroefpalen zijn toegepast. Aan deze palen, die in dit geval zeer geschikt van gegoten ijzer kunnen genomen worden en waarbij de holle vorm het indrijven gemakkelijker maakt, zijn van onderen schroeven bevestigd, zie fig. 7. Zij hebben, naar den grond, waarin zij geplaatst moeten worden, een diameter van 0.7 à 1 M. Nadat de lengte der noodige palen door onderzoek bij grondboring is bepaald, worden zij ter vereischte diepte ingedraaid, door dat de arbeiders aan een aan de paal verbonden dwarsstaak, al drukkende ronddraaien, eene bewerking die zeker vrij gebrekkig mag genoemd worden, en gemakkelijk voor verbetering vatbaar is.

METSELWERK.

§ 9. De muren worden bij ons nagenoeg uitsluitend opgemetseld met gebakken steen. In sommige gevallen wordt daarbij van hardsteenen hoekstukken enz. gebruik gemaakt, en in enkele gevallen laatstgenoemd materiaal alleen als hoofdmateriaal aangewend.

Bij het metselwerk in gebakken steen heeft men verschillende benamingen. Zoo worden de lagen, die volgens de lengte der steenen zichtbaar zijn, *streksche-*, en die volgens de breedte *patijsche-* af *koplagen* genoemd. Verder moeten er voor het verkrijgen van een goed verband nog verschillende stukken worden gebruikt. *Halve steenen* noemt die, welke over de lengte in het midden zijn doorgebroken, *drieklezoren* die,

waarvan slechts een vierde der lengte is afgehakt, terwijl dat een vierde deel *klezoor* wordt genoemd. Kapt men eenen steen over de lengte door, dan wordt aan die stukken den naam van *klits-klezoor* gegeven. De voegen, die door het aanbrengen van de specie tusschen de steenen ontstaan, worden onderscheiden in *streksche-* of *loopende* en *stoot-* of *te lood staande* voegen. De steenen, die in het metselwerk over de lengte zichtbaar blijven, worden *strekken*, en die laag *streksche laag* genoemd, en die over de breedte zichtbaar zijn, *koppen* of de daardoor gevormde lagen *koplagen* genoemd.

De steenen moeten bij het op elkander leggen tot het vormen van muren zoodanig gerangschikt zijn, dat daarbij de meest mogelijke sterkte wordt verkregen. Deze rangschikking der steenen wordt het *verband* genoemd. Uit het verschillend verband zal blijken, dat in het algemeen de steenen zoo geplaatst moeten worden, dat de stootvoegen van de eene laag door de steenen van de volgende laag gedekt moeten worden; dat door de rangschikking der steenen de samenhang der metselspecie over de grootst mogelijke oppervlakte moet verbroken worden, vóór de muur kan scheuren; dat het verband zooveel mogelijk door heele steenen kan verkregen worden, terwijl eene eenvoudige rangschikking wenschelijk is en bevorderlijk zal zijn aan eene goede uitvoering; dat de stootvoegen steeds over de geheele dikte der laag doorgaan, en er in het binnengedeelte alleen met koplagen wordt gewerkt; dat bij twee elkander kruisende muren, en dus ook bij twee die onder een hoek samenkomen, dezelfde laag, die in den eenen muur als koplaag voorkomt, in den anderen als strek zal moeten bewerkt worden; dat bij de kruising dezer muren verder, van de op dezelfde hoogte liggende lagen, van den eenen muur de stootvoeg in de samenkomst der muren moet vallen, terwijl dit voor de stootvoeg van die laag in den anderen muur niet plaats heeft.

Het metselwerk wordt wordt uitgevoerd in: *halvesteens-*, *kruis-*, *staand-* en *vlaamsch* verband.

§ 10. *Het halfsteensverband* is alleen toepasselijk voor muren, ter dikte van een halve steen. Fig. 8, waar twee halve steens muren elkander kruisen, zal dit verband wel voldoende toelichten. Men kan de muren met tanden opmetselen of afbreken, zooals dat in genoemde figuren is voorgesteld. Het afbreken of opmetselen volgens de aangegeven onderste lagen links noemt men met *staanden-*, en dat der bovenste lagen met *vallenden tand* of *vertanding*. Bij rechthoekig omgaande muren vatten de staande tanden in elkander. Bijaldien twee dezer muren elkander kruisen, zal men voor goed verband om de andere laag twee drieklezoren dienen te gebruiken. Bij het opzetten van te lood staande einden, zal men om de andere laag een halve steen moeten gebruiken om de staande vertanding te vullen.

§ 11. Het kruisverband wordt bij alle muren zwaarder dan een halve steen zooveel mogelijk toegepast; het voldoet het best aan de voor goed verband gestelde voorwaarden, zooals uit de staande vertandingen in vergelijking met de volgende verbanden kan wordan nagegaan heeft hier meer verspringingvan de stootvoegen plaats, en grijpen de steenen daardoor beter in elkander.

Het algemeen verband wordt verkregen door om de andere laag met streksche- en koplagen te werken; en wel zoodanig, dat de stootvoegen der eene streksche laag, zie fig 10, niet loodrecht boven die der andere komen, maar telkens een halve steen verspringen, zoodat zij om de andere laag, en die der koplagen alle te lood boven elkander komen. Door iedere strek met den in het midden daar onder en bovenliggenden kop ontstaat een kruis, terwijl midden onder en boven die koppen een stootvoeg aanwezig is van de onder en boven dat kruis gelegen streksche lagen. Het te lood opzetten van einden of het vereeenigen van rechthoekig bij elkander komende muren, kan volgens genoemd figuur geschieden. Aan de zijde van *a* is een klitsklezoor tusschen de beide eerste koppen aangebracht, en om de tweede streksche laag een kopsteen tusschen de beide eerste strekken gelegd; aan de zijde bij *b* is in elke streksche laag een drieklezoor aan den hoek gelegd, en verder om de andere laag, naast deze drieklezoor een kap. Deze tweede wijze van bewerking is het verkieslijkst, en wordt algemeen gebruikt; hierbij heeft men voor de één steens, anderhalf-steens, twee-steens enz. respectievelijk ook twee-, drie- en vier drieklezoren noodig, zooals gemakkelijk kan worden nagegaan. Door het op elkander plaatsen van vier lagen, uitgelegd zooals die in fig. 12 *a*, *b*, *c*, *d* is aangegeven, zie fig. 13, verkrijgt men een muur in kruisverband met een te lood opgaand einde. De vallende en staande tanden zijn hier bij de einden der muren aangegeven, terwijl eerstgenoemde tevens door eene zwaardere lijn in eene der muurvlakken van fig. 10 is voorgesteld. Kruisen twee één-steens muren elkander dan zal men in de beide muren om de andere streksche laag een kopsteen naast de streksche moeten leggen, zie mede genoemde figuur.

§ 12. Het *staand verband*, fig. 9, wordt verkregen door de steenen van de om het ander liggende streksche en patijtsche lagen zoodanig aan te brengen, dat midden onder en boven elken strek een kop

komt, en verder de stootvoegen der streksche- en die der koplagen respectievelijk te lood boven elkander komen.

§ 13. *Het Vlaamsche verband* ontstaat, zie fig. 11, door bij elke laag om den anderen steen een strek en kop te plaatsen, waarbij de stootvoegen der opvolgende lagen telkens een klezoor verspringen.

Beide laatste verbanden worden weinig meer toegepast; het staand verband kan somtijds aanbeveling verdienen bij muren, waarin vele smalle penanten moeten komen; in vele gevallen wordt het voor die penanten gebezigd, ook al wordt het muurwerk overigens in kruisverband uitgevoerd, omdat men hierbij, zooals ook uit een vergelijk der staande tanden van die beide verbanden kan blijken, minder met stukken steen behoeft te werken.

Het Vlaamsch verband wordt zelden toegepast, dit verband kan dan ook, behalve dat het in elk geval, door eene vergelijking volgens de opgegevene voorwaarden van een goed verband, bij de andere ten achter staat, slechts voor muren van één steen dikte toegepast worden; immers bij $1^1/_2$ steens muren zal men de kopsteenen door drieklezoren moeten verkrijgen. Bij de vroegere bewerking van het metselwerk, waarbij men de muren van binnen meer met brokstukken bij wijze van beton opmetselde, had dit verband meer reden van bestaan. Het metselwerk diende meer tot bekleeding die voor de streksche steenen slechts een halve steen zwaar was, zoodat de koppen telkens over de halve lengte van den steen in het gegoten metselwerk werden opgenomen, zie fig. 11.

Met het oog op de gegevene voorwaarden, waaraan goed verband moet voldoen, en de gegevene voorbeelden bij het kruisverband, zal het wel geen bezwaar geven ook hier een goede bewerking voor elkander kruisende muren te bepalen, of eene geschikte verbinding van de verschillende verbanden te verkrijgen.

Moet men oud metselwerk in Vlaamsch- of staand verband met kruisverband aansluiten, dan moet dit zoo mogelijk altijd met vallende tand geschieden, om bij het zetten van het nieuwe werk, beter tegen afscheuren beveiligd te worden. Gaat men de verbanden na, dan zal men zien, dat men bij het eerste gemakkelijk in kruisverbanden kan overgaan, door om de derde laag twee koppen naast elkander te brengen, welke bovenliggende kop telkens een halve kop-breedte achter die der onderliggende kop zal vallen. Bij staand verband zal dit verkregen worden, wanneer er om de tweede streksche laag deze met een kopsteen wordt afgesloten, waarbij even als boven die opvolgende ter breedte van een kop achter elkander zullen vallen, zie fig. 9 rechterzijde. Bij de door deze bewerkingen verkregene vallende vertandingen, van een klezoor grootte, kan met kruisverband verder gewerkt worden.

Het staand verband wordt ook wel blokverband en het Vlaamsch verband soms gothisch- of Poolsch verband genoemd.

§ 15. Bij het vereenigen van oud en nieuw metselwerk, en ook bij metselwerk waarbij steenen van verschillende hardheid en dus van verschillende dikte worden gebruikt, kan het zeer moeielijk of onmogelijk zijn, alle lagen waterpas met elkander te laten doorloopen. Het nieuwe metselwerk, of dat, wat met harderesteen wordt uitgevoerd, heeft dan veelal dunner lagen dan het andere. In dat geval onderzoekt men, welk getal lagen van het eene met dat van het andere overeenkomt, en laat dan het verschillend metselwerk met tanden, die de dikte dezer lagen tot hoogte hebben, in elkander grijpen. Over dit met blokken werken is ook reeds in § 561 W.B. gesproken, terwijl men hierbij steeds moet bedenken, dat meerdere voegen meerdere inklinking veroorzaken, en men vooral hiermede rekening moet houden bij aansluiting met oud metselwerk, daar het nieuwe volgens opgedane ondervinding door de zetting ongev. het 200ste der hoogte zal verminderen.

Bij zwaar metselwerk is, om waterdichtheid of sterkte te bevorderen wel met zoogenaamde stroomlagen gewerkt. Hierbij worden om de vierde, vijfde of zesde laag twee lagen aangebracht die elkander rechthoekig kruisen, en waarvan de steenen volgens hare lengte onder eenen hoek van 45° of 60° met het voorvlak van het muurwerk worden gelegd; alleen de in den dag komende steenen werden dan volgens gewone wijze aangebracht, zoodat even als bij het reeds genoemde en vroeger gebruikelijke goten-metselwerk, de kopsteenen met tanden in het andere werk vallen. Deze wijze van metselen wordt echter in de muren niet meer toegepast, de aansluiting der schuinsche lagen met het in den dag komend metselwerk kan niet anders dan door driehoekige stukken plaats hebben. Zooals reeds is gezegd, worden bij zware muren de achterlagen alle in koplagen bewerkt, en daarbij veelal *pandoerwerk* genoemd.

Een ander gebruik van stroomlagen is veelal gebruikelijk en verdient alle aanbeveling. Het wordt nam. toegepast voor beklamping van regenbakken, kelders enz. om met de omgemetselde muren, of den rok, een zuiver, waterdicht geheel uit te maken.

MUURWERK.

§ 16. *Fundamenten.* Op de vroeger beschreven fundeeringswerken, of zoo er op staal wordt gefundeerd op den bodem der uitgegraven sleuven, worden de fundamenten aangelegd. Voor de aanleg-breedte der fundamenten is het moeielijk bepalingen te maken; plaatselijke toestanden moeten hierin beslissen. Sommigen geven op, dat die op goeden bouwgrond $^1/_4$ à $^1/_5$ meer moeten bedragen dan voor de hoogte van het fundament is bepaald. Voor muren, die niet anders dan hun eigen gewicht te dragen hebben, zou de verbreeding minstens $^1/_{20}$ van de hoogte van den muur moeten zijn, en wanneer daarop zijdelings drukking zal plaats hebben, zou dan die verbreeding aan den tegenovergestelden kant der drukking $^1/_{10}$ van die hoogte moeten bedragen. De fundamenten worden met versnijdingen van een halven steen (aan beide zijden ter breedte van een klezoor) opgetrokken, waarhij aan ieder blok eene hoogte van ongev. 3 à 4 lagen wordt gegeven, terwijl de bovenkanten dezer fundamenten minstens 2 à 3 lagen onder den beganen grond blijven. De bovenbreedte dient daarbij een halve steen breeder te zijn dan het muurwerk, dat daarop moet geplaatst worden. Bedenkt men de bezwaren, die bij het aanbrengen van ongelijke fundeeringen onder een en hetzelfde gebouw zijn gemaakt, en de inklinking, waaraan het metselwerk onderhevig is, dan is het duidelijk, dat men zoo mogelijk alle fundamenten op dezelfde diepte moet aanleggen. Hierbij komt ook het voordeel, dat alle muren met gelijke versnijdingen kunnen rondgaan, en dat het geschiktst voor een goed doorloopend verband kan gezorgd worden. Dit zal echter niet altijd kunnen plaats vinden; somtijds moeten gedeelten van het muurwerk voor het aanbrengen van kelders eene aanmerkelijke meerdere diepte in aanleg hebben dan andere. Ook kan het bij sterk oploopende terreinen voorkomen, dat zuinigheidshalve de fundamenten volgens de lengte in eenige deelen worden verdeeld, die elk op zich zelf waterpas aangelegd, naar de helling van het terrein op verschillende diepten worden aangevangen. Dat men bij deze bewerkingen zooveel mogelijk moet trachten de nadeelige gevolgen te voorkomen, is duidelijk. Met het te gebruiken materiaal kan men daarop letten, terwijl het altijd wenschelijk is, om het metselwerk in die gevallen, wanneer het tot gelijke hoogte is opgetrokken, tijd geeft voor zetten, vóór men daarop verder doorwerkt.

Worden de fundamenten op staal of zandslemping geplaatst, dan wordt de onderste of de beide onderste lagen in zand gelegd, en daarmede volgewasschen. Verder geschiedt de opmetseling veelal door metselwerk in gewoon kalkmortel, beneden het trasraam gebruikt men meestal slappe bastaardtras. Op sommige plaatsen is het gebruikelijk voor dit metselwerk, dat altijd onder den grond blijft, van zachten steen gebruik te maken. Bedenkt men, dat hierop het geheele gebouw moet rusten en dat juist ter plaatse, waar dit metselwerk gelegen is, bijzonder veel aanleiding bestaat voor verwateren, dan zal het duidelijk zijn, dat deze wijze van werken afgekeurd moet worden. Op vele andere plaatsen is men gewoon daarvoor mondsteen te nemen, een harde en goedkoope steen, die dus om beide redenen verkieslijk is. Natuurlijk is hier goede oude steen ook zeer bruikbaar.

§ 17. *Trasraam.* Om het optrekken der vochten uit den grond tegen te gaan wordt een zoogen. trasraam op de fundamenten geplaatst. Dit metselwerk bestaat uit klinker in sterke tras waarvan eenige lagen beneden en eenige lagen boven den grond komen. De dikte van het trasraam is gelijk, of één klezoor meer dan die van het opgaand muurwerk, al naar dat dit muurwerk niet of al van een gemetselde plint zal worden voorzien. Somtijds wordt hierbij ook wel gebruik gemaakt, van het meer waterkeerend portlandcement, of men belegt den bovenkant der fundamenten met een laag glas, lei, lood, verglaasde tegels, asphalt enz., om daardoor een geheel waterdichte afscheiding te bekomen. Op droge plaatsen wordt het aanbrengen van deze trasraam wel als bijzaak beschouwd, en niet met de noodige zorg uitgevoerd, ja bij de binnenmuren geheel achterwege gelaten; echter zullen de nadeelige gevolgen hiervan in den regel niet uitblijven.

§ 18. *Spouwmuren* en *gangen.* Zoowel bij fundamenten als bij opgaande muren worden soms, eenige centimeters van elkander, twee muren opgetrokken, spouwmuren genaamd. Die spouwmuren zijn bijzonder geschikt om, wat vooral bij bewoonde kelders veel waarde heeft, te voorkomen, dat het grondwater door den buitenmuur wordt geperst. Het water, dat door den spouwmuur dringt, zal aan de binnenzijde langs dezen muur naar beneden loopen, en kan aldaar door een welingericht riooltje worden afgevoerd. Vooral zal het bij bewoonde kelders zeer dienstig zijn, zoo men om den buitenmuur beneden den bovenkant van den grond een' gang aanbrengt, van 0.6 à 0.75 M. De buitenmuur van dezen gang zal dan voornoemden

dienst kunnen doen, terwijl daardoor meteen geschikte gelegenheid wordt verkregen voor het aanbrengen van lichtscheppingen. Worden, tegen vochte en tocht, bij opgaande muren spouwmuren aangebracht, zoo bestaat de binnenmuur veelal slechts uit een halve-steen zwaarte. De verbinding dezer muren moet geschieden door tusschen beide, bijv. vier keer op de M² een' kopsteen in beide muren te laten grijpen, terwijl door het aanbrengen van geschikte roosters een goede luchtstroom tusschen deze muren moet aangebracht worden, om de door den buitenmuur getrokken vochtdeelen mede te voeren.

Ook kan men gebruik maken van de bekende holle metselsteenen, welke ook wel worden aangewend, tot het optrekken van binnenmuren, die niet op de vaste fundamenten kunnen rusten. Door gebruik te maken van deze holle steenen of holle muren is het woonvertrek beter geschut tegen de verandering van klimaat.

§ 19. *Beraping en aanaarding der fundamenten.* De fundamenten worden, voor zooverre zij in den grond komen, beraapt en aangeaard. Die aanaarding geschiedt aan beide zijden van het muurwerk in geregelde welaangestampte en van het muurwerk afwaterende lagen.

OPGAAND MUURWERK.

Het opgaand muurwerk kan in hoofdzaak worden onderscheiden in buiten- en binnenmuren. De dikte die aan de buitenmuren wordt gegeven, is veelal voor gebouwen van eene verdieping hoog, gelijk aan de lengte van een steen, 22 à 24 cM.; voor de onderste verdieping bij twee verdiepingen $1^1/_2$ à 2 steen, voor drie verdiepingen $2^1/_2$ steen enz., terwijl daarbij elke verdieping hooger een halve steen in dikte minder wordt genomen. De binnenmuren worden zelden zwaarder dan 1 steen genomen en veelal, althans wanneer er geen balken op rusten, slechts $^1/_2$ steen.

De dikte, die men met het oog op de sterkte van het muurwerk dient toe te passen, moet beoordeeld worden overeenkomstig de inrichting van het gebouw. Het is duidelijk, dat, wanneer er veel binnen- of scheidingsmuren aanwezig zijn, zoodat er geene groote oppervlakken muurwerk op zich zelf staan, dit belangrijk zal bijdragen tot de sterkte van het geheel. Zoo ook zal de meerdere of mindere hoogte, die aan de verdiepingen wordt gegeven, hierop van invloed kunnen zijn. Bijaldien muren over een groot gedeelte zonder steunpunten moeten blijven, worden zij versterkt door het aanbrengen van pilasters. Hiervoor wordt het opgaand werk om de 3, 4 à 5 M., ter breedte van twee à drie steenen een halve-steen zwaarder genomen. De daardoor buiten het vlak van den muur komende pilasters worden dan aan de bovenzijde van den muur veelal door even dikke streksche- of andere bogen vereenigd, en daarna over die bogen de muur mede met die dikte afgesloten. Op deze wijze kan men soms ter uitsparing van metselwerk de hoofdconstructie uit deze pilasters en overmetseling doen bestaan en daarbij de openingen tusschen de pilasters met dunner muurwerk behandelen. Het is duidelijk, dat voor soortgelijke bewerkingen de noodige verbreedingen ook in de fundamenten moeten aangebracht worden.

Op de zwaarte van muren zal ook van invloed kunnen zijn, of het gebouw aan vele trillingen en dreuningen moet blootstaan, en vooral ook het aantal deur- en lichtopeningen, die daarin moeten geplaatst worden, en wel in het bijzonder wanneer op de muren met vele kleine penanten de zolderbalken hunnen steun moeten verkrijgen.

Bij kleiner dan boven opgegevene steensoorten is eene dikte van één steen voor muren van woningen af te raden. Hebben zij bijv. eene lengte van 20 cM. dan zal men, met inachtneming van den boven opgegeven regel, niet minder dan $1^1/_2$ steen dikte moeten nemen, wil men behoorlijk gewaarborgd zijn, dat de muren niet zullen doorslaan.

§ 21. *Uitvoering van het metselwerk.* Zal bij eene goede fundeering en eene behoorlijke dikte der muren, het muurwerk den bewoner van het gebouw eene behoorlijke beschutting tegen de invloeden van het weer opleveren, dan moet vooral voor eene goede bewerking van het metselwerk zorg worden gedragen. Zelfs bij het gebruik van deugdzaam en geschikt materiaal, ziet men dit vooral hier veeltijds, om het uitwinnen van een weinig arbeidsloon, als ongeschikt verwerken. Het is duidelijk, dat ook hier moet worden gezorgd, om op die plaatsen, waar het muurwerk het meest aan de inwerking van het weer is blootgesteld, de beste steenen moeten aangewend worden, en dat het verbindingsmateriaal op de verschillende plaatsen, waar het aan verschillende invloeden weerstand moet bieden, met het oog hierop moet worden bepaald.

In 't algemeen kan men aannemen: dat de harde steen, bijv. beste vlakke klinkers, moeten gebruikt worden op plaatsen, waar zij aan water en vochtigheid zijn blootgesteld, zooals reeds voor de trasramen is opgegeven. De beste en mooie hardgrauwe voorgevels, die met gesneden voegen moeten opgewerkt worden, waarbij zij veelal nauwkeurig worden gesorteerd en uitgezocht tot het verkrijgen van gelijkkleurige buitenvlakken. Voor gebouwen, waar het minder op netheid aankomt, neemt men in den regel eene mindere of miskleurige soort grauwe steen, terwijl voor binnenmuren zachtere soort steen wordt genomen. Daar, waar de steenen veel hitte moeten verduren, bij ovens enz. en dus aan geene vochtigheid blootstaan, kan van de minst doorbakken steenen gebruik gemaakt worden.

Nadat de fundamentssleuven volgens uitzetting zijn gegraven, of de fundeering daarnaar is aangelegd, worden de fundamenten volgens eene nieuwe uitzetting aangelegd en opgetrokken. Wil men tot het opmetselen der opgaande muren overgaan, dan dient men de hartlijn der verschillende muren op nieuw zuiver en nauwkeurig uit te zetten, of althans de vorige uitzetting te verificeren, aangezien het aanbrengen der fundamenten niet altijd met de uiterste nauwkeurigheid plaats heeft, en er op het bovenvlak dezer fundamenten nog meerdere breedte bestaat, dan voor de opgaande muren noodig is, zoodat er, zoo noodig, nog iets kan worden verbeterd. Is men van de uitzetting zeker, dan worden de bekende profielen, die den metselaar tot richtsnoer, en voor de verdeeling der lagen dienen, op alle hoeken, bij alle in- en uitspringende gedeelten en vooral, waar dit dienstig kan zijn, geplaatst, zuiver te lood of in de vereischte helling gesteld, en door latten en schroten als schoren, in dezen stand verzekerd. Nadat op deze profielen de laagverdeeling in hoogte zuiver is uitgezet, opdat men later voor het plaatsen der kozijnen enz. op volle lagen uitkomt, wordt naar deze verdeeling de snoer gespannen, en het metselwerk hiernaar uitgevoerd.

Bij kleine of minder belangrijke metselwerken wordt het stellen der profielen wel achterwege gelaten. De metselaar zet dan op de beide einden van het muurvlak eenige lagen met rij en schietlood op, die hij met vallenden tand bewerkt; volgens die opgezette hoeken wordt dan de draad voor elke laag gespannen, en de tusschenmetseling uitgevoerd. Deze bewerking geeft echter zeer schielijk aanleiding om uit het waterpas te geraken, zoodat dit telkens moet worden onderzocht, en bij het vinden van verschil door het opzetten met ongelijk dikke voegen moet hersteld worden. Bovendien geeft deze bewerking ook gereede aanleiding om op de einden van de rechte richting der voegen af te te wijken, en dus te *golven*, *druipen* of *springen*; in het eerste geval loopen zij niet recht door, in het tweede hangen zij naar de hoeken af, en in het derde loopen zij uit de hoeken naar boven. Verder zegt men van eenen muur, die voorover hangt dat hij *vliegt*, en in tegenovergesteld geval dat hij *sleept*.

Overigens moet voor eene goede uitvoering in hoofdzaak gezorgd worden: 1e dat het verband goed wordt behouden. Bij schoon metselwerk, waar men de stootvoegen van de verschillende lagen, volgens het verband zuiver te lood boven elkander wil zien, de verdeeling der stootvoegen voor elke laag op een dun houten rei of veer te plaatsen, die verdeelrei, telkens op de juiste plaats — waarbij de profielen als uitgangspunten dienst kunnen kunnen doen — op den voorkant der laag, waarop gewerkt moet worden, te leggen, en naar die verdeeling de steenen aan te brengen. Bij deze bewerking behoudt men even dikke horizontaal loopende voegen, en verkrijgt men de stootvoegen zuiver te lood boven elkander. Veeltijds echter gebruikt men hierbij wel de verdeellat, maar schrijft de plaats der stootvoegen met een stukje lei op de onderliggende laag af, om daarna alleen naar den draad te werken.

2e. De steenen moeten bij het verwerken steeds vol en zat met water doortrokken zijn, terwijl het bovendien van tijd tot tijd met water begieten van het metselwerk, waar dit plaats kan vinden, de vastheid vaa het werk zal vermeerderen, vooral wanneer men cement-mortel gebruikt. Bij portland-cement moet men dit vooral niet verzuimen, en ook nog eenige dagen na het aanbrengen volhouden.

3e. Dat het metselwerk over de breedte nimmer hol maar iets bol wordt uitgevoerd; de steenen in de buitenvlakken van het muurwerk iets naar voren afhellen, om daardoor het inwateren tegen te gaan.

4e. Dat bij het metselen van dunne muren de steen, voor hij in de uitgespreide laag specie wordt gelegd, eerst met specie wordt bestreken, opdat de poriën goed gevuld worden, en er verder, na den steen gelegd te hebben, niet op geklopt wordt, daar dit den samenhang benadeelt. Het op de juiste plaats en hoogte aanbrengen moet dus veel mogelijk door wrijving geschieden.

5e. Dat, vooral wanneer er in tras-mortel en portland-cement wordt gewerkt, de steen na zijne legging niet meer van plaats verandert.

6e. Dat de opmetseling voor het geheele gebouw overal zooveel mogelijk gelijkmatig geschiedt.

7e. Dat het metselwerk gedurende de schofttijden steeds met planken wordt afgedekt, na het vooreerst met schoon water te hebben ingewasschen; die afdekking is ook noodig bij zware regenbuien om het uitspoelen der specie, waardoor ook de buitenzijde van het muurwerk wordt beloopen, te voorkomen.

§ 22. *Voeg- en Pleisterwerk.* In den regel wordt het metselwerk, dat met de buitenlucht in aanmerking komt, gevoegd, en de binnenvlakken beraapt en bepleisterd. Wel worden ook de buitenmuren somtijds bepleisterd, en dan veelal met portland-cement, maar indien men daartoe door den ouderdom der muren of den slechten steen, die voor het metselwerk is gebruikt, niet genoodzaakt wordt, is hiertegen veel in te brengen. Eene gepaste bepleistering van plinten, pilasters, cordonbanden enz., kan bij gebrek aan de toepassing van hardsteen, in verband met het metselwerk een zeer goed geheel opleveren.

Het opvoegen der muren geschiedt onmiddellijk na het opmetselen, of wel later. De vochten, die in den muur aanwezig zijn, moeten kunnen opdrogen. Door berapen aan de eene, en invoegen aan de andere zijde zal men eene schielijke opdroging tegen gaan, en ook zullen de vochten daarbij het voegwerk en de bepleistering doen bladeren en losgaan. Het later opvoegen heeft echter ook zijn bezwaar en nadeel, zoodat dan ook veelal voor het beste wordt gehouden, om het metselwerk, op denzelfden dag dat het gemetseld is met de uitpuilende specie te voegen. De voegen worden met de voegspijker volgezet, gladgestreken en somtijds met de dagge langs de rei doorgehaald, waardoor eene insnijding in de voeg ontstaat, die misschien niet voordeelig zal werken. Bij gewoon werk worden de ruwe kanten der voegen, de baarden, met den voegspijker weggenomen; bij besneden voegen, waarbij deze muur meer met opstaande rugjes worden volgezet, worden zij zuiver en strak naar de rei afgesneden, zoodat zij overal even breed zijn. Bij metselwerk, waar gesneden voegen moeten worden aangebracht, wordt dit veelal van voren ter diepte ongev. 1 cM. opengemetseld, men verkrijgt dan betere gelegenheid, dat de afzonderlijke voegspecie zich aan de steenen bevestigt. Voor het opvoegen van oude muren, worden de voegen eerst tot die diepte uitgekrabd, terwijl het voegwerk van boven af wordt uitgevoerd en het muurwerk gedurende de bewerking goed nat wordt gehouden.

Zooals reeds is aangehaald, worden de muren aan de binnenzijde en die gedeelten, welke aangeaard worden, beraapt en bepleisterd. Bij fundamenten geschiedt dit onmiddellijk na de opmetseling; hiervoor wordt dan van dezelfde specie gebruik gemaakt, als waarmede het metselwerk is uitgvoerd; de muren worden door middel van de troffel van een laagje mortel voorzien en met een natte kwast overgestreken. Ook voor de gedeelten opgaand muurwerk, waar het minder op eene gladde en effene oppervlakte aankomt, geschiedt dit alleen, door met de truweel eene laag tegen den muur te brengen, en in het ruwe gelijk te strijken. Wordt er in eenvoudige gebouwen wat meerdere zorg omtrent de bewerking vereischt, dan wordt er, na eene gedeeltelijke versteening der eerste laag eene tweede laag aangebracht, die dan onder de rei wordt bewerkt, dat is, met een rei gelijk en vlak wordt gestreken, over welke vlakgestreken oppervlakte later het witten plaats heeft. Eene gladde bepleistering bestaat gewoonlijk uit drie lagen, waarvan de laatste glad gewreven wordt. Hierbij wordt vooral voor de laatste deklaag van zeer fijn zand in de specie gebruik gemaakt, terwijl de afwerking met gips plaats heeft. De voegen moeten daar, waar bepleistering moet plaats hebben, òf open worden gemetseld, òf voor het opbrengen der pleistering tot ongev. 1 cM. diepte worden uitgekrabd, opdat de pleisterlaag daardoor betere gelegenheid heeft zich vast te zetten. Bij eene bepleistering met portland-cement is hiertegen echter wel bezwaar. Dit materiaal moet zeer schielijk worden verwerkt, en het zal bezwaarlijk zijn, dat de specie daarbij voldoende in de opene voegen wordt gedreven. Hierom wil men wel, dat in dit geval het tegenovergestelde plaats heeft, en de muren met *uitpuilende* voegen worden aangebracht.

Wil men tot eene bepleistering overgaan, dan moeten die gedeelten muur vooraf goed schoon en met water vochtig worden gemaakt. Bij cement-mortels dient dit vochtighouden nog eenige dagen na de bepleistering aan te houden. Na het schoonmaken en bevochtigen der vakken wordt de bepleistering in dunne lagen aangebracht, terwijl met de nieuwe overpleistering niet moet worden aangevangen, vóórdat de voorgaande laag behoorlijk is opgedroogd, zoodat er zich kleine scheurtjes in vertoonen. De laatste laag wordt glad gewreven en met een strijkbord onder de rei opgewerkt; voor zuiver werk heeft men het strijkbord van onderen met vilt bekleed, of van staal vervaardigd. Voor het zuiver opwerken dezer vlakken worden vooreerst te lood staande streepen, richters of regels, van ongev. 1 dM. breedte uit de hand gepleisterd, en met behulp van rei en schietlood zuiver opgeleverd. Volgens deze richters, die het beloop van het pleisterwerk zuiver aangeven, worden de tusschenvlakken aangebracht en met het strijkbord zuiver en

glad onder de rei afgewerkt. Met dit opwrijven mag niet worden aangevangen, voordat daarvoor eene voldoende opdroging heeft plaats gehad, het moet bij de bewerking voortdurend met de kwast worden nat gehouden, en vooral niet te veel gewreven, *doodgewreven*, worden.

Bij het trekken van profielen van lijsten, gebogen vlakken, enz. wordt hierbij van verschillende contramallen en richtlijnen gebruik gemaakt; evenwel behoort reeds laatstgenoemde bepleistering meer tot het stucadoorvak, en kan hier niet uitvoeriger behandeld worden.

§ 23. *Hardsteen.* Het uitvoeren van metselwerk in hardsteen wordt in ons land slechts weinig toegepast. Wij zullen dan ook alleen spreken over het gebruik van hardsteen, in verband met metselwerk van gebakken steenen. Het aanwenden van natuurlijken steen, kan in verband met het metselwerk in gebakken steen zeer goede resultaten opleveren, en een schoon geheel vormen, zoo men bij het aanwenden daarvan zich voldoende rekenschap geeft van de eigenschappen van deze verschillende bouwmaterialen. Het is duidelijk, dat men het hardsteen daar moet plaatsen, waar men meer sterkte noodig heeft, dan op andere plaatsen, dus voor het opzetten van hoeken, uit- en inspringengde deelen, pilasters enz. Vooral op plaatsen, waar verschillende muren elkander onder stompe- en scherpe hoeken ontmoeten, bestaat alle reden voor het aanwenden van dit materiaal. Immers, moet dit in gewoon metselwerk worden uitgevoerd, dan moeten de steenen daarvoor worden bijgeslepen of bijgekapt; de buitenste harde gladde oppervlakte gaat daarbij verloren en men zal zoowel om het uiterlijk aanzien als om de deugd van het metselwerk tot bepleistering moeten overgaan.

Wij hebben reeds vroeger gezien, dat het gewoon metselwerk bij het opdrogen inklinken zal; die inklinking zal bij de grooter hardsteenstukken niet zooveel plaats hebben, als bij het uit dunne lagen bestaand metselwerk van gebakken steen. Daarom ook, en vooral ook om den meerderen weerstand dien de opgestapelde hardsteenstukken bieden, zijn zij geschikt aan te brengen op plaatsen, waar het meeste draagvermogen moet aanwezig zijn. Ook is het met het oog op die verschillende inklinking noodig bij de vereeniging van hardsteen- met ander metselwerk te zorgen, dat er geene afscheuring kan plaats hebben. Veelal bestaan de hardsteenen werken bij ons uit dunne platen, die het metselwerk op sommige plaatsen tot bekleeding dienen, en dus meer als versiering is te beschouwen, of wel moet dienen om het metselwerk op die plaatsen, waar het licht aan beschadiging is blootgesteld, te beschermen. Ook in deze gevallen moet met het bovenstaande rekenschap worden gehouden.

In de gewone gevallen wordt het aangewend en verdient het aanbeveling:

1° voor *hoeksteenen*; 't zij bij muren, die elkander niet onder eenen rechten hoek ontmoeten, 't zij voor het afsluiten van rollagen en vlechtingen, zooals ook reeds vroeger is opgegeven.

2° tot *deksteenen* op vrijstaande muurtjes, of wel tot deksteenen op de daarbij aangebrachte pilasters, waartusschen dan de gemetselde rollagen zijn opgesloten;

3° tot *plinten* en andere platen. Zooals reeds bij het metselwerk is opgegeven, wordt er bij gebouwen een trasraam aangebracht. Niet zelden wordt er aan dit trasraam wat meerdere dikte gegeven, dan aan het opgaand muurwerk. In dat geval wordt dit trasraam in den regel boven den grond bepleisterd met portland-cement, waaraan dan de kleur van hardsteen wordt gegeven. Die rondgaande bepleistering, de plint, die tot bescherming van het onderste muurwerk nuttig is, en aan het geheel een meer stabiel aanzicht geeft, wordt ook veeltijds van hardsteen genomen. Ook worden op sommige hoogten, bijv. tot scheiding van verschillende verdiepingen, banden, — cordonbanden, — aangebracht, bestaande in uitmetselingen, die dan veelal worden bepleisterd, of in andere gevallen van hardsteenen platen worden genomen. Soortgelijke platen worden ook wel tot vereeniging der verschillende vensterbanken aangebracht, zoodat ook hierdoor, hoewel op minder verdedigbare wijze, eene soort cordonband wordt gevormd. Bij meer kostbare gebouwen wordt ook het geheele ondergedeelte van een gebouw, bijv. tot den onderkant der glaskozijnen van de eerste verdieping met hardsteenen platen bekleed. Voor deze plintenbekleeding enz. worden dunne platen aangewend en zoodanig in verband geplaatst, dat het allen schijn heeft, alsof het ondergedeelte uit metselwerk in hardsteen bestaat. De bevestiging dezer plinten en platen geschiedt door verankering. Zij worden na het opmetselen en de gedeeltelijke zetting van het metselwerk aangebracht; de ankers kunnen daarbij op het achtereinde geschikt met schroef en moer in daaarvoor uitgespaarde openingen worden vastgezet, terwijl zij aan het vooreinde als dook bewerkt, in het hardsteen zijn vastgegoten. Ook kan de in het hardsteen bevestigde dook in een oog eindigen, en het anker door een aangesmeed oog daarin grijpen. Verder kunnen ook hier, even als dit in de W.B. is opgegeven, verschillende andere ver-

ankeringen worden toegepast of nuttig of noodig zijn; de dooken, zwaluwstaartvormige verbindingsijzers of krammen kunnen op verschillende wijzen worden gebruikt. Het vastgieten van de verbindingsijzers in het hardsteen geschiedt veelal met lood, althans zoo er gelegenheid bestaat dit na het gieten aan te zetten. Kan dit niet geschieden, dan is het inkrimpen van het lood bij de afkoeling een werkelijk bezwaar. Voor die bevestiging wordt dan ook wel gebruik gemaakt van asphalt of portland-cement. Men wil, dat de vroeger reeds genoemde zwavel vooral bij kleine stukken aanleiding kan geven, dat deze zullen springen, terwijl het tevens het oxydeeren van het ijzer zal bevorderen.

Bij zeer dunne platen, en vooral bij marmer, geschiedt de bevestiging somtijds alleen door een verbindingsmateriaal, bijv. portland-cement of gips, terwijl de ankers en dooken hierbij van koper worden genomen.

4e Voor *onderdorpels* en *neuten* van deur- en lichtkozijnen, zooals bij het behandelen dezer kozijnen nader zal blijken.

5e Voor *duim-* en *sluitsteenen*, zijnde de eerste stukken hardsteen, die in het metselwerk worden opgesloten, om daarin de ijzeren duimen te bevestigen tot het afhangen van groote deuren. De duimen zijn veelel voorzien van ankers, waarmede niet alleen de duim, maar tevens ook het stuk hardsteen is verankerd. De sluitsteenen dienen om de schoot der sloten of grendels te bevestigen.

6e Verder voor *traptreden*, *bordessen*, *stoepen*, *palen*, *kolommen* enz. zooals bekend is, wat reeds is besproken of bij de verschillende werken nog zal worden aangehaald.

De gladde oppervlakte van hardsteen hecht zich niet licht aan de metselspecie; hierop kan niet veel worden vertrouwd. Wij hebben reeds vroeger gezien, dat bij het op elkander plaatsen van verschillende stukken, hiertusschen in den regel een laagje tras wordt uitgespreid, hoofdzakelijk ten doel hebbende om de ruwe oppervlakken der steenen meer gelijkmatig op elkander te laten dragen. Wat de verbindingen aangaat, moet men meer op de meergenoemde dooken en verankering en de tandsgewijze verbinding met het andere metselwerk of onderling vertrouwen.

Overigens moet er bij het stellen der stukken vooral op gelet worden, dat groote stukken in het algemeen in het midden niet onmiddelijk ondersteund worden, maar slechts de omtrek draagt, omdat zij anders allicht barsten, waarvoor dan vooral bij vriezend weer gevaar bestaat. Zoo moeten de dorpels van deur- en lichtkozijnen voorloopig slechts ondersteuning verkrijgen, onder de kozijnstijlen, die daarop worden geplaatst. Overigens laat men veelal de laatste platte laag onder den dorpel weg, om die aan te brengen, nadat het geheele gebouw is opgetrokken; en zijne zetting grootendeels heeft bekomen.

GEWELVEN EN BOGEN.

§ 24. Wij hebben reeds bij de behandeling der duikers gezien, wat men onder gewelven verstaat, en welke benamingen daarbij voorkomen. Ook omtrent de uitvoering der gewelven is een en ander opgegeven. Wij zullen hier in 't kort nagaan, welke gewelven in de burgerlijke bouwkunde hoofdzakelijk worden aangewend, en het doel en de uitvoering, zooveel noodig wordt geoordeeld, verder toelichten.

Het doel en de werking van gewelven en bogen is hetzelfde; door gewelven worden oppervlakten, door bogen openingen overspannen.

a. Bogen. Vooreerst dienen boven alle deur- en lichtkozijnen bogen te worden geslagen. Zoo de ruimte daarvoor aanwezig is, worden daarvoor halfcirkelvormige of in andere gevallen segment of andere vlakke bogen toegepast, die hunne steunpunten op het muurwerk verkrijgen, en alzoo zorgen, dat de bovendorpels door de bovenbelasting niet te veel bezwaard worden, zoodat zij zouden doorbuigen. Ook voor deze bogen is het noodig formeelen te stellen; zij bestaan hier veelal uit een schotwerk van planken, dat volgens de binnenwelflijn is afgerond; bij muren, zwaarder dan een halve steen, plaatst men twee dezer formeelen, nabij elke buitenzijde van den muur een, die door dwarsklampen verbonden zijn. Na de geheele opmetseling van het muurwerk worden de formeelen weggenomen, en de daardoor ontstane opening afzonderlijk volgemetseld. Kan dit vullingswerk over de volle breedte van den muur niet voldoende op het kozijn rusten, den moet daarvoor een afzonderlijk draaghout, *latei*, worden gelegd, zooals nader bij de deurbetimmering zal blijken.

b. Strekscbe gewelven. Bij de gewone constructie der buitenmuren kan deze bewerking niet altijd worden ge-

De vroeger genoemde visch- of snoekenbek, tegen het van elkander afschuiven der lippen aangebracht, vindt in de B. B. weinige toepassing, en zal hier, waar meer in zacht hout wordt gewerkt, en de stukken minder zware afmetingen hebben, ook geen aanbeveling verdienen. Men kan ook de stukken vlak, koud, tegen elkander laten loopen en door het aanbrengen van een afzonderlijk slot of sluitstuk, zie fig. 26, vereenigen.

In sommige gevallen, vooral als de stukken geheel ondersteund worden, worden deze bij voorkeur met haaksche of schuine borsten koud tegen elkander gelegd, en verder door ijzeren krammen, of door met schroefbouten bevestigde platen verbonden. Vooral wordt deze eenvoudige bewerking aangewend, wanneer juist boven het gelaschte gedeelte een staande stijl moet worden geplaatst, die met de pen in beide stukken kan wordan opgesloten, terwijl daarbij verder geschikt aan beide zijden van den staanden stijl een kniestuk of hoekijzer aan beide stukken kan bevestigd worden.

Het verlengen van te lood staande stijlen komt zelden voor. Waar dit moet plaats hebben, zooals bij herstellingen kan voorkomen, maakt men veelal gebruik van de eenvoudige schuine lasch. Bij deze constructie zou men als hoofdvoorwaarden kunnen stellen: dat de assen van de verschillende stukken in elkanders verlengde komen; dat de vlakken, waarmede de stukken op elkander rusten, loodrecht op de as staan. Veelal wordt daarvoor eene opzetting met vlak afgezaagde stukken genomen; die in ijzeren banden of potten of andere kastvormige vertimmering zijn opgesloten, terwijl daarbij veelal een rechte ijzeren stang, aan beide zijden meestal als hakkelbout bewerkt, en in het midden in de beide stukken gedreven, als verbindingsbout dienst doet. De hakkelbout kan daarbij eerst in het onderste stuk worden gedreven, en daarop met een in het midden der lengte aangebrachte borst rusten, terwijl daarna het bovenstuk op de bout wordt geplaatst en naar beneden wordt geslagen.

2e *Stukken, die elkander in hetzelfde vlak ontmoeten of kruisen.*

Het verbinden van stukken, die in hetzelfde vlak liggende elkander onder eenen hoek, die veelal recht is, ontmoeten, en aan elkander verbonden moeten worden, komt zeer veel voor. Behalve dat bij liggend roosterwerk en geheel ondersteunde platen, zooals bij muurplaten het geval is, de verbinding plaats heeft door de einden der stukken half en half over elkander te verkeepen of te lippen, en waarbij soms de halve zwaluwstaartvormige bewerking, fig. 27, 28 of 29, aanbeveling verdient, geschiedt deze verbinding nagenoeg altijd door pen en gat. Het zal niet noodig zijn al de verschillende vormen, die daaraan gegeven worden, hier afzonderlijk te behandelen, aangezien deze bij de beschrijving der werken voldoende voorkomen. Wij zullen dan ook alleen die verbindingen nemen, welke daarbij minder uitkomen of die de gelegenheid geven, eenige algemeene eigenschappen of technische benamingen te verklaren.

Fig. 30 stelt verschillende pen- en gatverbindingen voor, voor hoofdbalken en stijlen. Als algemeenen regel kan men aannemen: 1e dat de pen $^1/_3$ van de dikte van het hout tot dikte, en bijaldien zij niet *door* het stuk wordt gewerkt $^2/_3$ van de breedte van het stuk, waarin het gat komt, tot lengte moet hebben; 2e dat een doorgaande pen in den regel de meeste aanbeveling verdient; de bewerking is gemakkelijker goed sluitende te verrichten, en kan beter gecontroleerd worden. Bij niet doorgaande pennen zal men altijd het gat iets te diep moeten uithakken, en de daardoor ontstane ruimte achter de pen kan nadeelig werken ook voor den duur van het materiaal. Wil men het eindelingsche hout der pen niet in den dag hebben, dan is het beter, zooals ook bij deuren plaats heeft, de pennen $1^1/_2$ of 2 cM. korter te nemen, en in het overblijvende gedeelte gat, een rechtdradig vullings- of stopstuk aan te brengen.

Fig 30 *e* stelt eene verbinding met pen en gat voor, voorzien van *spat-* of *bastaardpen*. Deze hoekverbinding komt veel voor. De pen is over het onderste gedeelte versmald en heeft van boven slechts over een klein gedeelte de volle breedte behouden. Het grootste gedeelte is hierdoor rondom in het gat opgesloten, terwijl de spatpen, het achterste gedeelte van den staanden stijl, het trekken belet. De diepte en breedte die aan deze spatpen moet worden gegeven, kan van verschillende bijzaken afhankelijk zijn, zoowel als van de houtsoort, waarin de verbinding wordt uitgevoerd. De pen kan ook aan de andere zijde in breedte moeten verminderd, *gemenageerd*, worden, bijv. tot het verkrijgen van de gedeeltelijke overhoeksche, *in 't verstek*, aangebrachte aansluiting der beide stukken, of om andere redenen, zooals bij de verdere constructiën voldoende zal uitkomen.

Verder wordt door fig. 30 *a* eene eenvoudige verbinding voorgesteld van hoofdbalk en stijl met doorgaande pen; bij *b* heeft dezelfde plaats met een pen, die slechts tot $^2/_3$ gedeelte der dikte in den balk reikt, bij *c* is de verbinding met dubbele pen en gat aangegeven, waarbij mede de pennen door den

geheelen balk reiken; ook volgens *d* is de verbinding met dubbele pen en gat bewerkt, echter is de doorgaande pen niet rondom ingesloten, maar in het zijvlak ingelaten, terwijl de andere pen slechts over een klein gedeelte in den hoofdbalk valt.

Wanneer bij stukken van gelijke hoogte, de eene balk met het uiteinde in het zijvlak van een andere moet bevestigd worden, zonder dat bij die verbinding ondersteuning plaats heeft, zooals dit bij de balklagen met de raveelingen veel voorkomt, dan kan een der verbindingen van de fig. 31 worden toegepast. Raveelingen noemt men de korte stukken die tusschen twee hoofdbalken aangebracht worden, tot het vormen van schoorsteen-, trapgaten enz. in den zolder, of voor het opvangen van een der hoofdbalken die niet tot den muur kan doorloopen, noodig zijn. Eene verbinding volgens fig. 31a noemt men eene bewerking met een schuinsche lip, en die bij c met vallende borst en voorloef.

Het kruisen van balken, die in hetzelfde vlak liggen, zal niet wel anders dan op ondersteunde plaatsen dienen te geschieden. De bewerking heeft dan plaats door de stukken half en half op elkander te verkeepen.

Op niet onderstaande plaatsen, laat men dan eenen balk liever aan beide zijden tegen den anderen aanloopen, en daarna afhangen in ijzeren potten, stoelen of beugels die aan den hoofdbalk bevestigd zijn. Hierbij heeft veelal de doorloopende balk als draagbalk, moerbalk genaamd, meerdere zwaarte dan de andere.

2° *Het ontmoeten of kruisen van balken niet in hetzelfde vlak liggende.*

Hieromtrent wordt verwezen naar § 233 fig. 129 der W. B. De daar opgegevene verbindingen in bovenstaande gevallen zijn ook bij de B. B. gebruikelijk.

4° *Stukken, die op elkander moeten verbonden worden, om zoo mogelijk een geheel uit te maken.*

Wij hebben bij het bespreken der *vorm en verbinding der materialen*, § 220 W. B., en de hoofdvoorwaarden, waarop daarbij moet gelet worden, reeds gezien, dat men in het algemeen moet zorgen, dat, zoo men door twee op elkander gelegde balken het maximum van draagkracht, wil verkrijgen, alle verschuiving moet belet worden. Wij hebben toen gezien, dat men somtijds klossen tusschen deze balken aanbrengt, die in beide zijn ingelaten of wel de beide balken met tanden in elkander doen grijpen. Vele andere constructiën worden tot het verkrijgen van ditzelfde doel voorgesteld en toegepast. De gelegenheid, die de ijzeren liggers aanbieden om in bijzondere gevallen te voorzien, doen echter deze houtconstructiën meer en meer onnoodig zijn. Fig. 32—39 geven eenige voorbeelden dezer vereenigingen en versterkingen aan.

5° *Gewapende balken..*

De fig. 32 en 33 geven twee voorbeelden van zoogenaamde gewapende balken. Hierbij zijn op zijde van de eigenlijke balk, platen aangebracht. Volgens fig. 32 bestaan deze versterkingsstukken elk uit ééne lengte, en loopen van het eene naar het andere steunpunt door. De tusschen deze platen aangebrachte balkstukken, die door de aangebrachte schroefbouten en klossen met de buitenplaten verbonden en tegen verschuiving beveiligd zijn, bestaan ten eersten uit twee op den muur liggende korte steunstukken. Verder zijn tusschen de zijplaten en met de einden tegen de steunstukken rustende, twee balkstukken geplaatst, die beide naar het midden oploopende aldaar tegen elkander sluiten.

Fig. 33 geeft eene voorstelling van gewapende balken, waarbij de zijplaten uit twee gedeelten bestaan, die in een hellenden stand zijn geplaatst en in het midden tegen elkander sluiten. De balk is uit één stuk genomen en loopt recht door. Ook hier heeft de bevestiging der stukken door doorgaande schroefbouten plaats, terwijl zij verder, zooals de figuren *a* en *b* dit aangeven, ter halve dikte der platen, met tanden in elkander zijn verkeept; die aangegevene richting der tanden is hier noodig, omdat de doorbuiging bij den balk, niet bij de schoorstukken is te verwachten. De zijplaten loopen niet tot den muur door, om bij doorbuiging van het geheel den zijdelingschen druk, dien zij dan zouden veroorzaken, te voorkomen.

De middenbalk neemt men ongev. 20 à 25 bij 30 cM. de zijplaten ter zelfde breedte als de hoofdbalk bij eene dikte van 8 à 12 cM. terwijl hieraan eene helling wordt gegeven, waarbij zij in het midden ongev. $^1/_3$ à $^1/_4$ boven den hoofdbalk reiken, en aan de einden evenveel beneden den bovenkant van dien balk komen.

Tusschen de tegen elkander sluitende einden van de verschillende stukken dienen daarbij platen lood of ijzer te worden gelegd, om het indrukken der vezels van het hout te voorkomen.

6° *Gespleten balken.*

In de W. B. § 223 is over de geschiktste vorm van balken gesproken, om bij het minst mogelijke materiaal, de meeste sterkte te bezitten. Hierbij bleek, dat bij eene doorbuiging, door aangebrachte belasting

met die van den makelaar overkruis, waarin alle noodige afmetingen kunnen gemeten worden; zooals ook fig. 50 aangeeft. Wil men echter eene opstandteekening van dit spantwerk, evenals die van het gewone spant in fig. 47, die mede voor de uitvoering voldoende kan zijn, dan kan men op dezelfde wijze te werk gaan, maar moet zich dan het vlak juist vóór het gebint denken, waardoor de aansluitingsplaatsen der gordingen enz. aan den stijl of hoekkeeper en de afvlakking, aan weerszijden van meergenoemden middellijn, volgens de richting der schildvlakken — de verkanteling — mede zichtbaar worden. Op deze wijze is het neergeslagen hoekkeeperspant in de plattegrondteekening voorgesteld.

Na deze toelichting zullen wij den uitslag in fig. 50 verder afwerken. Daarvoor zijn wij vooreerst noodig de punten in de grondlijn, waarin boven of onder, de te bepalen punten gelegen zijn. De platte grondteekening wijst ons die in verband met den opstand onmiddellijk aan. Beschouwen wij den opstand, dan is het duidelijk, dat wij de projectiën moeten weten van: 1e het punt *g* waar de onderlijn van den hoekkkeeper de in den opstand getrokkene grondlijn snijdt; 2e de punten, waar de lijnen die het korbeel en den bintbalk begrenzen, de lijn van het ondervlak van het kapspant ontmoeten, alsmede de ontmoetingspunten van de korbeellijnen met die van het ondervlak van den bintbalk, zijnde respectievelijk: *h* en *i*, *k* en *l*; 3e het punt, waar het ondervlak van den hoekkeeper de rib of scherpen kant van den makelaar ontmoet en dus het punt A. Verder zijn wij in onzen uitslag noodig, de doorsnede te bepalen van het stuk *b* fig. 48, of het zwaard, waarin de bintbalk moet bevestigd worden, om daardoor de lengte des laatsten te weten te komen. Na dus bovengenoemde punten op de grondlijn te hebben neergelaten, zou men deze ontmoetingspunten op de lijn 1, 2 fig. 50 kunnen overbrengen, door alle afstanden te vergrooten in verhouding van de lengte der lijnen A, B en 1, 2. Zooals reeds is opgemerkt, is die verhouding echter gemakkelijker te verkrijgen, door de neergelaten lijnen tot de middellijn van den hoekkeeper in den plattegrond door te trekken, en bijaldien deze plattegrondteekening ontbreekt, die lijn onder de vereischte helling aan te brengen, zooals hier door de lijn B, A′ is aangegeven. De op deze lijn overgehaalde punten zullen de plaatsen aangeven, waarboven de verschillende hoogtepunten moeten bepaald worden, en deze verdeeling kan dus onmiddelijk op de lijn, 1, 2 van fig. 50 worden overgebracht. Door nu verder op deze punten loodlijnen op te richten, en deze de hoogte te geven van de overeenkomstige lijnen in fig. 47 zullen de noodige punten gevonden zijn, om de teekening te voltooien. Hierbij moet dan in dit geval nog worden in acht genomen: 1e dat het spantbeen beneden de grondlijn moet doorgaan tot het vormen van den tand, waarmede hij in — of tegen de muurplaat valt; 2e dat zoowel korbeel als bindbalk in het spantbeen, als korbeel en bintbalk onderling met pen en gat op tanden moeten verbonden worden; 3e dat bij de vroegere bespreking telkens is gesproken over de hoogten, waar het spant tegen de hoeklijn van den makelaar valt; evenwel moet ook deze zoover worden ingelaten, dat hij ter volle breedte tegen het hout kan steunen, zooals in ons figuur is aangegeven.

Wordt de hoekkeeper op verkleinde schaal in eene teekening voorgesteld, dan gescheidt dit veelal onmiddellijk in den plattegrond, zooals dit ook in fig. 48 heeft plaats gehad. Daarbij wordt het in den regel niet in doorsnede, maar in standgezicht voorgesteld, waarbij het spant in zijn geheel wordt gegeven, zooals reeds is opgemerkt; denkt men zich dan het vlak van projectie, juist vóór het gebint. De lijn, die evenwijdig aan de grondlijn wordt getrokken, en de hoogte van muurplaat of balk voorstelt, waarboven de verschillende hoogten moeten worden uitgezet, kan men blijkbaar willekeurig aannemen. Overigens is de bewerking gelijk aan het voorgaande. Wil men in dat geval op den hoekkeeper ook de plaatsen bepalen, waar de inkeepingen voor de gordingen moeten plaats hebben, zooals dit in ons figuur is gedaan, dan moet men de daarvoor overgehaalde lijnen voorbij de grondlijn trekken, tot eene lijn, die de middellijn van het gebint aangeeft, en deze daarna door lijnen, evenwijdig aan de grondlijn der opstandteekening terug brengen. Hierdoor verkrijgt men de horizontale projectie van de ontmoetingspunten van de gordingen en den keeper, waarboven de hoogten uit de opstandteekening als voren moeten bepaald worden.

§ 33. Bij dit gebint is aangenomen, dat de bovenkant van het hoekkeeperspantbeen, gelijk zal loopen met dien der andere spantbeenen. De gording rust dus zoowel op het eene als op het andere. Hoewel de hoekkeeper bij deze plaatsing het best aan de bestemming, als drager van het dak beantwoordt, wordt hij toch veelal zoodanig geplaatst, dat de gordingen er tegenaan loopen, waarbij de koppeling der verschillende einden door hoekijzers wordt versterkt. In dat geval kan men den bovenkant van den hoekkeeper met dien der gordingen laten strooken, zoodat na de afbiljoening, elke helft overeenkomt met het daarbij behoorende dakvlak. Hierbij kunnen de planken van het dakbeschot daarop rusten en bevestigd worden.

Somtijds zelfs laat men ze nog hooger doorloopen, zoodat zij tevens dienen voor ruiters ter bevestiging van de dakbedekking; alsdan wordt voor draagvlak en vastspijkeren der dakbeschot-planken, tegen den hoekkeeper een afzonderlijke strook of lat vastgespijkerd. In ons figuur is voorgesteld, om bij elke samenkomst der vlakken twee planken gelijkhouts in de gordingen in te laten, waarop de planken van het dak kunnen vergaren. De ruiters kunnen op deze planken worden gesteld, en vallen dus tusschen de daartegen loopende dakbeschots-planken.

§ 34. Fig. 52 stelt mede een eenvoudig kapgebint voor, voor het overspannen van kleine ruimten. De balk is hiervoor gesteld ter dikte van 15/25 (15 bij 25) c.M. de spantbeenen en de nokstijl ter dikte van $^{10}/_{15}$ c.M. Somtijds wordt ook de hanebalk terzelfder dikte genomen, en hanebalk, kapspanten en nokstijl, met pennen in gaten en op tanden in elkander gewerkt.

Hier is echter voorgesteld den hanebalk, in dit geval ook wel nokbalk genoemd, van dubbel 5 c.M. plankhout te nemen, die aan weerszijden van het spantbeen aangebracht, daaraan met schoefbouten op contraplaten rustende, bevestigd is. De nokstijl loopt dan tusschen deze platen door, en wordt daaraan mede met schroefbouten verbonden; het geheel zal hierdoor in sterkte en stevigheid winnen.

Aan de linkerzijde is het dak van ééne gording voorzien, en zijn spantrichels of spanten gebezigd, waarop de belatting voor het afhangen der pannen kan geschieden; aan de rechterzijde zijn twee gordingen van $^{10}/_{12}$ c.M. en hierover een dakbeschot aangebracht. Overigens zal ook door het bijgevoegde afzonderlijk geteekende spantbeen *a* en *b*, waar het op zijde en van onderen gezien wordt voorgesteld, en den makelaar of nokstijl *c*, benevens de beide nokbalken *d* de geheele bewerking wel kunnen begrepen worden. Fig. 53 geeft van deze kap een gedeelte lengte doorsnede.

§ 35. Bij het construeeren van kapwerken heeft men te zorgen, dat er zoo weinig mogelijk zijdelingsche drukking op de muren van het gebouw kan plaats hebben. De spantbeenen zijn in het laatste figuur met pen en gat in den zolderbalk gesteld, en rusten overigens op de borsten en tegen den muurplaat. Kan er geene verschuiving van de voeten van deze beenen over den zolderbalk plaats hebben, dan zal er blijkbaar ook voor geene nadeelige werking op het muurwerk gevaar zijn. Evenwel is het altijd aan te raden de muurplaat met bedekten zwaluwstaart over de einden der balken te werken, daar men anders alleen op de aangebrachte bouten moet vertrouwen.

§ 36. SLEESTUKKEN. Nagenoeg altijd staan de kapspanten en kapgebinten volgens de breedte van het gebouw en de richting van de balken. Daarbij wordt balk- en kapverdeeling zoodanig ingericht, dat de gebinten of spantwerken juist boven een balk komen om zoodoende door de constructie beter te kunnen voorkomen, dat de spruiten geene zijdelingsche drukking op de muren overbrengen. In sommige gevallen kan dit echter nagenoeg onmogelijk zijn; alsdan legt men afzonderlijke stukken op — of tusschen de balken, waarop de beenen worden gesteld. Die stukken kunnen tusschen de balken worden gewerkt; zooals dat in fig. 64, bij den opstand van het halve kapgebint is aangegeven, maar ook geheel op de balken worden gelegd, of daarin door voorloeven eenige centimeters worden ingelaten. Zelfs worden zij somtijds op de zolderplanken bevestigd. Legt men ze op — of eenige centimeters tusschen de zolderbalken, dan worden zij op zijde van de noodige groeven of sponningen voorzien, om daarin de vloerplanken op — en aan te sluiten.

Alle deze draagstukken worden gewoonlijk sleestukken genoemd. Kan de verdeeling van zolderbalken en kapgebinten niet met elkander in overeenstemming worden gebacht, dan kan het noodig zijn, een doorgaand stuk over de balken te leggen, waarop de gebintstijlen rusten. In dat geval noemt men ze ook wel balkplaten.

§ 37. JAAGBANDEN ENZ. Zooals reeds is medegedeeld, worden onder tegen de spantbeenen schranken windschoren aangebracht, ook wel jaagbanden genoemd, om het geheel over de lengte van het gebouw tegen schranking te beveiligen. In fig. 55 is daarvan een voorbeeld aangegeven, de hier aangebrachte schrooten sluiten tusschen nok en gording en gording en muurplaat. Men kan ook de schrooten elkander kruisende aanbrengen; zelfs brengt men somtijds daarvoor jachtschrooten onder eenen hoek over de kapgebinten, die daarin gelijkhouts worden ingelaten, terwijl de planken van het dakbeschot dan in tegenovergestelde richting over de spantbeenen, en deze jachtbanden worden gelegd en vastgespijkerd.

Wanneer de dakgebinten van een nokstijl of makelaar zijn voorzien, dan brengt men in den regel, tusschen deze stijlen en den nok, korbeels aan, zie fig 53. Ook de lengtedoorsnede in fig. 49, stelt soortgelijke korbeels voor; hier dienen zij meteen als geschikte steun voor de makelaars, als tegendruk voor

de aan de andere zijde aanloopende spantbeenen van het halve eindspant. Bij doorgaanden nokstijl, kan men ook over den hanebalk en daarop iets verkeept, aan beide zijden van den makelaar, eene doorgaande gording aanbrengen, en deze tusschen de gebinten door een schroefbout tegen elkander doorbuigen.

GEWONE KAPPEN MET BORSTWERINGEN.

§ 38. In vele gevallen zal het opgaand muurwerk nog voor 0,4 á 1 M. boven den zolder doorloopen, welk gedeelte *borstweringen* genoemd wordt. Alsdan zullen de bovenstaande kapconstructiën niet onmiddelijk op den zolderbalk of de daarop bevestigde muurplaat kunnen gesteld worden, en zou er dus zonder verdere betimmering, door het zetten der kap, eene nadeelige werking op het muurwerk plaats hebben.

a. Bij het aanbrengen van goedkoope jufferhouten kapwerken wordt hierin somtijds op een eenvoudige wijze voorzien, door de muurplaat met een omgezet ijzeren anker aan den zolderbalk te verankeren, zooals in fig. 40 rechterzijde is voorgesteld.

b. In nagenoeg alle gevallen wordt daarbij echter een korte stijl geplaatst, die met korte pennen en op tanden rustende op den zolderbalk of een aangebracht sleestuk en onder tegen het kapbeen bevestigd is, zie fig. 54 rechterzijde, en op sommige plaatsen den naam van statioen draagt.

Voor eene spanning van 7 M. zou men voor deze kappen de volgende houtzwaarten kunnen nemen: voor muurplaten, spantbeenen en den benedensten hanebalk $^{10}/_{15}$ c.M. voor bovensten hanebalken en stijltjes $^{10}/_{12}$ c.M. Tot steun voor borstwering en muurplaat wordt met halvezwaluwstaartvormige inkeeping ter diepte van ongev. 3 c.M., aan het stijltje een rib *b* verbonden, *blokkeel* genoemd, dat in het muurwerk wordt gemetseld, en waarop de muurplaat met bedekten zwawulstaart en bout wordt bevestigd. Bij het aanbrengen van gootbetimmering loopt dit blokkeel veelal zoover als daarvoor noodig is, buiten het muurwerk door, zooals bij de behandeling dezer timmerwerken zal blijken. Bij fig. 57 *a* wordt dit blokkeel van twee zijden gezien afzonderlijk voorgesteld. In enkele gevallen brengt men in plaats van houten blokkeels eene ijzeren verankering voor de muurplaat aan, die mede aan genoemden stijl wordt vastgespijkerd. Bijaldien de benedenste hanebalk of bintbalk en het stijltje tegen elkander loopen, zooals dat in fig. 54 rechterzijde plaats heeft, kunnen de verbindingen versterkt worden door ijzeren beugels, aan weerszijden aangebracht en met schroefbouten verbonden; althans zoo men om de ruimte op den zolder te behouden geen gebruik wil maken van korbeels.

De bovenbeschrevene dakspanten moeten echter, bij de gegeven spanning niet op grooten afstand van elkander worden geplaatst; die afstand dient niet boven 1.50 M. te komen. Over deze spanten kunnen aan weerszijden drie gordingen, en over de toppen een nok worden aangebracht, zw. $^{7}/_{10}$ c.M., waarop de bebording rust; terwijl men bij het aanbrengen van tusschen-richels, zooals dat in de rechte helft der doorsnede en in fig. 55 is aangegeven, één zwaardere gording kan aanbrengen.

c. Is deze kapconstructie rechterzijde ingericht, om op verdere afstanden van elkander geplaatst, als kapgebinten dienst te doen, dan wordt het bintwerk van zwaardere afmeting genomen en van een *korbeel* voorzien, zooals dit door gestippelde lijnen in aangegeven; en draagt in dit geval wel de benaming van *Oud-Hollandsche kap*. In dat geval ziet men twee gordingen aangebracht, waarop het dakbeschot rust, de eene even beneden den hanebalk en de andere tusschen den benedensten hanebalk, nu meer *bintbalk* genoemd, en het ontmoetingsvlak van stijl en spantbeen.

d. Fig. 58 stelt soortgelijke kapspanten voor, die wegens afmetingen en constructie meer geschikt zijn, om als dragers van het dak op afstanden van ongev. 2.50 M. te worden gesteld. De spantbeenen rusten hier op de blokkeels. Dit terugtrekken der spantbeenen kan noodzakelijk zijn, om zooals aan de linkerzijde blijkt, de spantribben op de muurplaat te doen rusten of ook, zie rechterzijde, bijaldien de goot — waarover later — boven het muurwerk zal blijven. Bij grootere spanwijdten, wanneer men nam.: nog een ondersteuningspunt van het bovenste gedeelte van de spantbeenen noodig oordeelt, en daarbij de lengte van den bint — of kapbalk, ook in het midden eene ondersteuning of bevestiging noodig maakt, kan men aan den nokstijl nog twee schoren aanbrengen, ter ondersteuning van de tweede gording, zooals fig. 59 aangeeft.

Uit fig. 58 blijkt dat de blokkeel-verbinding met den stijl, niet volgens vroeger opgegevene constructie is uitgevoerd; dit kan hier niet worden toegepast, omdat het blokkeel, waarop het spantbeen moet staan, tegenover — en niet gedeeltelijk naast den bintstijl kan worden aangebracht. In ons figuur linkerzijde is eene halfzwaluwstaartvormige pen midden in den bintstijl bevestigd. Om die verbinding te kunnen bewer-

ken, is het gat in den stijl van boven vergroot, en nadat de pen in het gat is gestoken, het gat aangevuld door een afzonderlijk stuk boven de pen, waardoor een voor dit doel sterke bevestiging kan worden verkregen. Omdat men daardoor echter den bint — of kapstijl nog al verzwakt, wordt het blokkeel ook wel alleen met eenen tand en korte pen in den bintstijl ingelaten, en daaraan verder verbonden door een ijzeren beugel; zie rechterzijde. De overige toegepaste verbindingen zullen door de teekening voldoende zijn toegelicht.

HOLLANDSCHE KAP.

§ 39. Bij de tot dus ver beschrevene kappen is het spantbeen steeds gebruikt om, somtijds door tusschenkomst van gordingen, het dak te dragen en daaraan de noodige sterkte gegeven door het aanbrengen van stijlen, schoren en dwarsbalken. Zooals reeds is opgemerkt, zal men deze spantwerken veelal niet op grooten afstand van elkander kunnen plaatsen, of wel van de daartusschen aangebrachte spanten zullen de beenen of sparren mede van zware afmetingen moeten genomen worden, en door hanebalken enz. versterkt moeten zijn. Bij groote spanningen en vooral wanneer het dak eene steile helling moet bekomen en dus eene aanzienlijke hoogte verkrijgt, gebruikt men voor de op afstanden geplaatste dakgebinten wel eene betimmering, als de fig. 56 of 57 voorstellen, bekend onder den naam van *Hollandsche kap*.

Om de belangrijke toepassingen van deze betimmering en de geschiktheid voor het verklaren van verschillende verbindingen en technische benamingen, alsmede om door uitslagen op groote schaal zich die verbindingen voldoende eigen te maken, en zich in het in teekening brengen van deze, zoowel als andere kappen, te kunnen oefenen, is hierbij tevens door de fig. 63, 64 en 65 een dwarsdoorsnede, plattegrond en voor dat gedeelte mede een lengtedoorsnede gegeven.

Het Hollandsche kapgebint, zie fig. 56 bestaat uit twee *stijlen*, *a*, waarover een *bintbalk*, *b*, en waartusschen *korbeels*, *c*, zijn aangebracht, om het geheel tegen schranken en verzetten te versterken.

Van dit gebint moeten de voeten der stijlen zoo kort mogelijk bij den muur worden geplaatst. In den regel wordt de *borstwering*, *d*, een halve steen minder dik genomen dan het tot den zolderbalk opgaande muurwerk, *e*, waardoor de balk dan onmiddelijk naast het ondersteuningspunt kan belast worden. De hoogte van den bintbalk boven den zolder dient hier, zoowel als bij de andere gebinten voldoende te zijn, om daaronder ongehinderd te kunnen passeeren. De lengte van den bintbalk moet bepaald worden door de breedte, die het dak op die hoogte heeft, zoodat de richting der daksparren op den hellingshoek van het dakvlak moet bepaald worden, voor dat de juiste stand van het gebint en de lengte van den bintbalk kunnen worden vastgesteld.

Hoewel men bij het in teekening brengen der voorwerpen, in den regel eerst den plattegrond moet construeeren, om daarna de opstanden en doorsneden te teekenen of zooals men dit veelal noemt, daaruit op te halen, blijkt reeds uit bovenstaande, dat dit bij kopconstructiën niet het geval is. Bij het in teekening brengen van eene kapbetimmering zal men eerst den opstand van een der kapgebinten of de doorsnede van het kapwerk noodig hebben, voor de plattegrond daarvan kan geleverd worden.

Op bovengenoemd gebint worden de *spruiten*, *f*, geplaatst, die van boven volgens dit figuur elkander kunnen kruisen en alzoo een zoogenaamde *vork* vormen, waartusschen de *nok*, *g*, wordt verbonden, of, zooals fig. 57 aangeeft tegen elkander kunnen sluiten, waarbij de nok kan worden ingelaten. Om de sterkte van de spruiten tegen doorbuigen te vermeerderen, wordt hiertusschen een *hanebalk*, *h*, geplaatst. Op het buitenste gedeelte of het oor van het kapgebint, en den hanebalk, worden gordingen gelegd, en daarop door voorloeven, van 1 à 2 c.M. diepte, en bouten verbonden, ook wel wordt de bovengording, tegenover den hanebalk, als in fig. 57 aangebracht. De scherpe hoeken der gordingen op den bintbalk worden over eenige centimeters afgevlakt, om beter draagvlak aan de daarop rustende sparren of *spantribben*, *i*, te geven. Wanneer de spruiten van boven een vork vormen, tot het opnemen van den nokrib zooals dit veel wordt toegepast, dan zal, zie fig. 56, hunne richting evenwijdig loopen met die der spanten tenzij men, wat ook wel plaats vindt, de bovengording minder zwaarte geeft dan die op het gebint, de eerste bijv.: $^{10}/_{12}$.— en de tweede $^{10}/_{15}$ c.M. De bovengording is in fig. 57 tegenover den hanebalk geplaatst; in dit geval dient de gording op een klos te rusten, daar anders het aanbrengen moeielijk kan zijn, terwijl bij deze constructie de spruit niet evenwijdig aan de spanrichels loopt. Veelal loopen bij deze kappen de hanebalken over de spruiten, en worden daarop, eenige centimeters diep, met halve zwaluwstaarten verbonden. In dat geval steken de hanebalken met ooren buiten de spruiten, en worden daarop de gordingen gelegd en bevestigd, als boven is opgegeven.

eerst moeten aannemen of bepalen, om daarnaar de gebogen dragers, *schenkels* genoemd, te construeeren. Men moet daarbij een en ander zoo zien in te richten, dat de buitenlijn van den schenkel de gelegenheid aanbiedt, om daarop de gordingen te laten rusten, die de spanten of het dakbeschot moeten ondersteunen, terwijl de vrijdragende afstanden tusschen de ondersteuningspunten dezer spanten en bekleeding, zooveel mogelijk gelijk dient te zijn. Het kan daarom nagenoeg onmogelijk zijn de gordingen op de schenkels te plaatsen; somtijds worden daartoe klossen óf wel korte stijltjes op de bogen gesteld, en hierop de gordingen met pen en gat bevestigd.

Elke buiten- en binnenlijn van den schenkel bestaat gewoonlijk uit een gedeelte cirkel, waarvan derhalve het trekpunt ligt in de lijn, die loodrecht op de koorde van een der bogen is getrokken.

Bestaan de buiten- en binnenlijnen der schenkels uit gedeelten van een cirkel uit hetzelfde middelpunt beschreven, dan kunnen, na den uitslag op den zolder te hebben afgeteekend, de verschillende stukken alle naar ééne mal vervaardigd worden. De binnen- en buitenlijn van den schenkel kan in dit geval gemakkelijk worden getrokken, met een lat, die door een spijker in het trekpunt bevestigd is.

Eenen boogvorm, als de schenkels in fig. 86, verkrijgt men, door uit het snijpunt van de beide buitenbogen *a*, als middelpunt, eenen boog te beschrijven, gaande door de beide ontmoetingspunten *b*, van deze bogen met den balk, en met dezelfde passeropening als straal, uit de punten *b. b.*, de punten *c. c* te bepalen, als middelpunten van de buitenomtrekken der tegenoverstaande schenkels.

Elke Philebert-boog of schenkel wordt samengesteld uit korte stukken plank, die met in het verband verspringende naden op elkander worden gespijkerd, waarbij de samenkomsten der stukken, de *stootnaden*, alle op het trekpunt der bogen moeten gericht zijn. Zij worden uit één plank breedte gevormd, zoodat de lengte, die aan elk stuk kan worden gegeven en veelal 1,25 à 2 M. bedraagt, afhankelijk is van den bepaalden meer of minder gebogen vorm en breedte van den schenkel en de breedte der planken, die daarvoor gebezigd worden. Hiermede moet dus bij het bepalen rekening worden gehouden. In de dikte bestaat de schenkel uit twee of drie planken. Bij kleine spanningen, bijv. uit twee plankdikten en bij grootere spanningen uit drie, waarbij in het laatste geval de middelste veelal zwaarder dan de beide andere wordt genomen. De verschillende stukken worden op elkander vastgespijkerd, waarbij men in de eerste plaats moet zorgen, dat de stootnaden zuiver sluiten en aan de spijkers voldoende lengte is gegeven, om daarvan de punten te kunnen omslaan. Vooral bij de samenkomsten der deelen dient eene hechte verbinding te bestaan; voor 't overige kan men, langs de beide buitenzijden eene rij aanbrengende, ongeveer om den decimeter en overhoeks aangebracht eenen spijker inslaan. Bij groote spanningen of bogen worden bij elke vergaring wel een paar schroefbouten gebezigd, die op aan weerszijden aanwezige contraplaten sluiten, zie fig. 89. Sluiten de schenkels van boven tegen een makelaar of nokstijl, dan worden zij daarin met een tand gewerkt, evenals dat ook van onderen op den balk plaats heeft. Is de schenkel uit drie plankdikten gevormd, dan laat men de middelste plank als pen eenige centimeters langer doorloopen. Overigens zullen de teekeningen voldoende ophelderingen geven, omtrent het aanbrengen van hanebalken, gordingen, blokkeels enz. Het zal bij deze constructiën in den regel noodig zijn de gordingen tegen klossen te laten rusten, zooals fig. 86 dit aangeeft.

Voor de afmetingen, die men voor hoofddragers toegepast aan de schenkels dient te geven, wordt door sommigen bepaald:

Voor overspanningen ter breedte van	7.50 M.	2	planken zw. 3.4 c.M.
„ „ „ „ „	11 à 13 M.	2	„ „ 4 à 4.5 c.M.
„ „ „ „ „	14 à 15 —	3	„ „ 4 c.M.
„ „ „ „ „	16 à 17 —	3	„ de midd. zw. 5- de buitensten 4 c.M.
„ „ „ „ „	19 —		ter gezamentlijke dikte van 15. c.M.

Bij anderen worden voor deze bogen zwaardere afmetingen opgegeven, de ondervinding zou nam. geleerd hebben, dat voor eene spanning van 6 M. de bogen eene dikte van 8 c.M. bij eene breedte van 25 c.M. zouden vorderen. Ook wordt opgeven voor eene breedte van 8 M. bij helling van 40°, de afstand der gebinten op 3 M., eene dikte van 10- en breedte van 23 c.M., terwijl dit voor 10 M. reeds 15- en 26 c.M. zou moeten zijn.

Bij gewone gebouwen, of eene spanning tot 8 M. maakt men veelal gebruik van 3 plank dikten, waarvan de middelste eene dikte van 3.5- en de beide buitenste van 22 c.M. bekomen, bij kleinere afmeting neemt men twee plank dikten, sommigen echter geven ook hier de voorkeur aan drie dikten.

Hoewel nagenoeg altijd, zooals ook in al onze figuren wordt aangegeven, de buitenzijde der schenkels naar het beloop der cirkels wordt afgewerkt, zal daardoor blijkbaar de sterkte van het geheel verminderen, wanneer de boog dus niet in het gezicht komt of het minder op sierlijkheid aankomt, is het beter de stukken planken niet naar den cirkel uit te hollen, of af te ronden. Somtijds worden deze bogen, half cirkelvormig bewerkt, tevens gebruikt, om daaraan van onderen door het aanspijkeren van smalle strookjes plank, een plafond te vormen, in dat geval zijn de bogen niet in 't gezicht, en kunnen de plankstukken van boven even goed recht blijven.

§ 41. De fig. 86, 87 en 88 zijn stukken van een Philebert kap, die bij elkander behooren, fig. 86 geeft den halven opstand, terwijl fig. 87 een gedeelte lengte doorsnede en fig. 88 den hoekkeeper-uitslag en een gedeelte plattegrond van de spanrichels of sparren die tegen den hoekkeeper loopen, *schildsparren*, voorstelt. Het uitslaan van den gebogen hoekkeeper berust ook hier op dezelfde redeneering als bij die der diagonaalsgewijze gestelde formeelen bij de gewelven is gegeven, en komt overeen met dat van de vroeger beschreven hoekkeeper-uitslag. De lijn, die de horizontale projectie, of eene der zijden van dezen boog in plattegrond voorstelt, van de opstandteekening, wordt in eenige deelen verdeeld; die deelpunten worden, evenals dat vroeger is geleerd, op de horizontale projectie van den hoekkeeper overgebracht, zoodat de afstanden der punten zich ook hier verhouden, als de verschillende lengten der beide lijnen. Worden nu uit deze punten loodlijnen op de beide grondlijnen opgericht, en wel die in de opstandteekening tot den bovenkant der schenkels, terwijl aan de overeenkomstige lijnen in den uitslag dezelfde lengte wordt gegeven, dan zal de lijn over de uiteinden van deze laatste loodlijnen getrokken, de bovenlijn van den schenkel onder den hoekkeeper voorstellen, terwijl ook hier de hoekkeeper als vroeger wordt bepaald. Voor het bepalen van de binnenlijn des schenkels kan men de breedte der schenkels binnen de buitenlijn bepalen, en daarna ook de binnenlijn beschrijven. Wordt ook deze binnenlijn door de hoogte der overeenkomstige loodlijnen aangegeven, dan hebben wij vroeger gezien, dat sommige constructie-deelen eene meerdere breedte verkrijgen. Die verbreeding zal bij te loodstaande stukken het meest zijn; hoe meer het stuk de horizontale richting nadert, hoe minder de verbreeding zal bedragen. Daar bij deze schenkels de loodrechte richting van onderen naar boven geregeld afneemt, volgt hieruit, dat, bijaldien ook de binnenlijn naar de hoogte der loodlijnen wordt bepaald, de breedte van onderen naar boven geregeld afneemt, zooals in onzen uitslag door de aangegeven stippellijn wordt voorgesteld.

Om te bepalen, waar de schildsparren tegen den hoekkeeper vallen, hebben wij bij onzen uitslag blijkbaar het eerst te construeeren, waar de bovenkant van het vlak dezer sparren den hoekkeeper ontmoet. Die lijn wordt als voren gevonden, door boven de grondlijn, op de overeenkomstige lijnen uit den opstand, de hoogten van de punten, waar de bovenkant der spar de muurplaat ontmoet, en die, waar de sparren van boven tegen elkander vallen, op te zetten, en deze punten door eene lijn te vereenigen, waardoor wij de lijn a'' b'' zullen bekomen. Trekken wij nu uit de punten, waar de sparren in den plattegrond tegen den hoekkeeper loopen lijnen, loodrecht op den hoekkeeper- of grondlijn, dan zullen deze tegen den hoekkeeper de lijnen aangeven, waartusschen de opstaande zijvlakken der sparren vallen. De gedeelten van de straks bepaalde bovenlijn, die tusschen deze loodlijnen vallen, zal de lijn van het bovenvlak — en een daaraan evenwijdig getrokken lijn, op eenen afstand beneden de eerste, gelijk aan de dikte van den spant volgens het schuins afgesneden vlak, die van het ondervlak aangeven. Om de dikte van dit afgeschuinde vlak en de ware lengte van deze schildsparren te bepalen, is daarvan eene verticale projectie of opstand-teekening noodig. In fig. 88 is van het langste van de aldaar in den plattegrond aanwezige spar, die opstand-teekening gegeven, of op grond van het vroeger geleerde, op het horizontale vlak, en dus in den plattegrond, neergeslagen.

Hierdoor is de hoek bepaald, dien deze spar, en dus ook al de daarnaast staande sparren, met het horizontale vlak, of met de daarop opgerichte loodlijnen maakt, zoodat ook aan de bovenzijde, zoowel als bij den voet, de afplatting en breedte der afplatting is bepaald. Deze projectie is voldoende, om de noodige gegevens van al de overige schildsparren te bekomen. Immers de afvlakking der einden en de hoek, dien zij met het horizontale vlak maken, blijft bij allen hetzelfde; alleen de lengte is verschillend, en deze moet blijkbaar gevonden worden door het ophalen der aangegeven evenwijdige lijnen, waarbij men kan aannemen, dat elke spar afzonderlijk op het horizontale vlak neergeslagen, naar eerstgenoemden uitslag is verschoven.

Hoewel nu de juiste lengte en afsnuiting aan de einden bekend is, is dit nog niet voldoende om deze sparren voor de bewerking af te schrijven, aangezien zij niet rechthoekig tegen den hoekkeeper vallen. Dit

afschrijven kan op de volgende wijze plaats hebben. De hoeken waarnaar de sparren zoowel onder, om op de muurplaat te passen, als boven, om vlak tegen den hoekkeeper te vallen, moeten worden afgesneden zijn in ons neergeslagen spant volkomen aangegeven. Moet de spar hetzij onder of boven met een tand of pen worden bewerkt, die buiten de volle sparlengte moet reiken, zoo moet hierop bij de afkorting blijkbaar gerekend worden. Overigens wordt hij naar de langste zijde afgekort. Om nu echter aan het boveneinde bij *a'* het schuine vlak te bepalen, neemt men een schrijfhaak, zie fig. 102, legt op de horizontale projectie of plattegrond de eene zijde langs de langste zijde van de spar op het bovenvlak, zooals dit hier in de horizontale projectie is aangegeven. De lengte *a b* van de aansluiting van spar en keeper tot den hoek van den haak, wordt op den haak afgeteekend, en daarna de haak met het andere blad langs het vroeger opgegeven schuine afgezaagde vlak van den spar gelegd, zooals in fig. 103 in scheeve projectie wordt voorgesteld, terwijl men den haak zoodanig aanhoudt, dat de buitenzijde juist langs het afgezaagde vlak loopt en het aangebrachte merk op het andere blad juist in de ribbe van den spar, tusschen zij- en bovenvlak gelegen, valt. Het punt *b* in den plattegrond is dan blijkbaar de horizontale projectie van het punt *b'* in de scheeve projectie, wanneer de ribbe in zijn schuinen stand boven de horizontale projectie was geplaatst. Richt men nu op genoemde ribbe, uit het daarin aangemerkt punt *b* een loodlijn op het bovenvlak der ribbe, waartoe alweer de haak wordt gebruikt en evenzoo uit het punt *b* in den plattegrond en maakt men daarbij *b c* op den spar gelijk in lengte aan *b c* in den plattegrond, dan zal eene lijn uit *a* door het punt *c* op de ribbe getrokken de lijn aangeven, volgens welke het bovenvlak tegen den hoekkeeper zal sluiten. Volgens deze bovenlijn en de reeds vroeger aangegevene richting *a x* kan dus de ribbe volgens het vlak *a x ij z* worden afgezaagd. Het is duidelijk, dat het afwerken van den spar volgens den schuinen stand bij *a'*, dat in fig. 103 door *a x s z* wordt aangegeven niet bepaald noodig is, evengoed kan men de te lood staande lijn *a x* door het overbrengen van den hoek uit de opstand-teekening bij *a'* aanbrengen en uit deze lijn de opgegevene bewerking verrichten, waarna de afwerking dadelijk volgens *a x ij z* kan plaats hebben.

Fig. 90 stelt een kapgebint voor, waarvan de geheele boog uit een gedeelte cirkelboog bestaat. Soortgelijke constructie is in de practijk toegepast voor eene spanning van nagenoeg 10 M. De cirkelboog is getrokken met eenen straal van 4.40 M., waarvan het trekpunt ongev.: 1 M. beneden den bovenkant van de balklaag is gelegen. De gebinten staan 3.23 M. van elkander, terwijl de boog uit twee plankdikten, ieder van 5 c.M. bestaat, waarbij zij eene breedte van 25 c.M. hebben.

Bij sommige constructiën kan het doelmatig zijn de schenkels niet tegen een makelaar te plaatsen, maar over elkander te laten vallen, zooals dit in de fig. 91 en 92 plaats vindt. Ook kan men de Philebert schenkels in den top tegen elkander laten loopen, en daarbij, in plaats van tegen den nokstijl te plaatsen, deze daarin op zijde door inkeeping en verder met schroefbouten bevestigen, zie fig. 96. Uit deze figuur blijkt tevens, dat ook bij deze constructie de vroeger besprokene schoren en korbeels, tegen schranking kunnen geplaatst worden.

MANSARDES KAPPEN, OF KAPPEN VOLGENS MANSARD.

§ 42. Bij de Mansardes of *gebroken* daken verkrijgen de dakvlakken eene gebrokene oppervlakte, zooals fig. 116 *a b c d e* aangeeft. Evenals de vorige beschrevene kapconstructien zijn ook deze aangewend door eenen Franschen architect Mansard. Men wil wel, dat deze constructien haar ontstaan te danken hebben, aan eene wetsbepaling, waarbij men bij den bouw de kroonlijst, of het onderste deel van het dak niet boven zekere hoogte mocht aanbrengen, en men door deze constructie trachtte de ruimte onder het dak zoo goed mogelijk voor bewoning in te richten. Als zoodanig, zoomin als om vele andere redenen, verdienen deze ruimten wegens koude in den winter en warmte in den zomer, voorzeker geene aanbeveling.

Zij worden echter thans in verschillende gewijzigde vormen veel gebruikt, hoewel zij dan meer overgaan tot gewone gebinten met platte vlakken, en zijn bij breede overspanningen in vele gevallen zeer dienstig.

Voor het bepalen van den vorm van deze daken beschreef men eenen halven cirkel, deelde deze in vier gelijke deelen en construeerde aldus eenen halven achthoek. De tusschen deze punten getrokken koorden, zie fig. 116, werden dan als richting der dakvlakken aangenomen.

Ook heeft men dezen cirkel wel in vijf deelen verdeeld en daarnaar de hellingen bepaald, evenals dit in genoemde figuur door stippellijnen is voorgesteld, wat echter vooral met het oog op het materiaal, waarmede de kap zal gedekt worden, en dus de meerdere of mindere helling, die noodig is, zal moeten bepaald worden.

De fig. 101, 112 en 104 geven eenige dezer constructien aan. Het onderste gedeelte bestaat hoofdzakelijk uit een kapgebint, dat met het oog op het voorgaande, zeker geene nadere omschrijving noodig zal hebben. Bij eene constructie zooals fig. 112 aangeeft, kunnen de korbeels wel gemist worden, doordat de de stijl *a.* hier dezelfde diensten tegen schranken uitoefent, althans zoo de hoofdbalk van het gebint niet eene lengte heeft, dat hij ondersteuning tegen doorbuiging behoeft; in dat geval zou men voor het bovenste gedeelte geschikt een hangwerk kunnen nemen. Door het weglaten der korbeels wordt veel in ruimte gewonnen. Bij kleine spanningen zullen ook bij de betimmeringen als de fig. 101 en 104 de korbeels veelal kunnen gemist worden. De spantbeenen of beplanking, die van boven op- of tegen de gording en van onderen op de muurplaat gehield of bevestigd worden, geven voldoende sterkte tegen schranking van het gebint.

De koppeling der gebinten geschiedt somtijds door eenen koppelbalk die met pen en gat aan de einden der hoofdbalken gewerkt wordt, zie fig. 109, en daarbij aan de buitenzijde van een profiel wordt voorzien. Somtijds wordt in de buitenhoeken van hoofdbalk en bintstijl eene gording aangebracht, die op klossen rust, tot verbinding der gebinten medewerkt, en hoofdzakelijk moet dienen, om daartegen de spanten of de planken van het dakbeschot te kunnen bevestigen. Meerendeels wordt dan ook deze koppeling in hoofdzaak door denzelfden ligger verkregen, die de spantbeenen of planken van de onderste vlakken tot steun en bevestiging moeten dienen. Niet zelden past men thans ook boogschenkels toe bij het maken van gebroken kappen, waarbij het benedenste gedeelte vrij steil komt te staan en met lei wordt gedekt. De figuren 114 en 115 geven daarvoor een paar gebruikelijke voorbeelden.

Vrij algemeen maakt men thans bij burgerhuizen gebruik van eene gewijzigde constructie als de fig. 105, 106, 107 en 108 voorstellen. Het onderste gedeelte wordt daarbij met pannen of zeer steil staande vlakken en meer sierlijke dakbedekking, met leien afgedekt, terwijl het bovenste, nagenoeg plat liggende vlak, met zink gedekt wordt. In dit geval kan, zooals in onze teekening is voorgesteld, het bovenste kapwerk veelal geheel vervallen. Men neemt hiertoe breede hoofdbalken voor de gebinten, en werkt die naar de einden af, om aan de vlakken eenige centimeters helling te geven, of brengt, dwars over de gebinten, liggertjes aan, waarbij men door ongelijke hoogte of inzinking, de noodige helling bekomt. Op deze gebinten of de daarover gebrachte liggers wordt dan het dakbeschot bevestigd, waarop de zinkbedekking wordt aangebracht. Gebruikt men hierbij geen spanten, zooals fig. 105 maar wordt van plankbedekking, *beschoten dak*, gebruik gemaakt, dan moet veelal eene tusschengording aanwezig zijn. Die tusschengording kan, zie genoemd figuur linkerzijde, op stijltjes worden gelegd, die op beide einden met pen en gat verbonden zijn, welk geheel verder op een draagklos of ijzeren kniestuk steunt. Ook kan men, in plaats van den rechten stijl een' gebogen stijl aanbrengen, uit gedeelten planken bestaande, zooals in onze figuur rechterzijde is aangegeven, en waarbij de gording onmiddelijk op den stijl kan rusten. Of wel eene inrichting als die van fig. 113 volgen.

Het bovengedeelte moet met zink worden bedekt, terwijl de zijvlakken veeltijds met pannen worden belegd, hierbij moet het bovenvlak zooveel overstek verkrijgen, dat het lood, waarmede het bovenvlak waterdicht met de pannen wordt vereenigd, over de pannen valt. Bij gebruik van lood zal het derhalve bezwaarlijk gaan de planken rechthoekig over de hoofdbalken te brengen, daar dan het noodige overstek moeielijk kan verkregen worden. Men zal dan, zooals in onze figuur aan de rechterzijde en bij *b* op grootere schaal is aangewezen, van gordingen gebruik moeten maken, en de planken volgens de richting der hoofdbalken aanbrengen. Men kan echter ook eene voldoende afluiting verkrijgen, door een plank, die van onderen naar het beloop der pannen is uitgezaagd, en alsdan de bebording rechthoekig op de hoofdbalken gelegd, daarop onmiddellijk vastspijkeren, zie fig. 105 linkerzijde en de détail bij *a*. De hoofdbalk van het gebint kan dan door het dakbeschot loopen, en de dekplanken geheel ondersteunen. Deze bewerking heeft, behalve de mindere kosten voor, dat aan het geheel meerdere sterkte wordt gegeven, en de kap van binnen een meer gesloten geheel oplevert.

Bij gebouwen te lande wil men in den regel de schoorsteenen op de hoeken van het dak geplaatst zien. De schoorsteen komt dan op of in de plaats van den meergenoemden makelaar. Het houten raam, waarop de uit het dak gemetselde schoorsteen rust, doet dan den dienst van makelaar, zoodat hoekkeeper en spanten daartegen aanloopen, en deze het schoorsteenraam ondersteunen. Bij de laatst opgegevene constructien worden de schoorsteenen somtijds binnen de door de dakvlakken gevormde hoeken op het platte gedeelte geplaatst, of liever op die plaatsen uit het dak gelaten. In dat geval plaatst men juist langs de buitenkanten der schoorsteenen de beide eindgebinten, waartegen de aanloopers of spantbeenen

van de zijvlakken hun steun verkrijgen. Wil men echter ook in dit geval de schoorsteenen juist in de hoeken plaatsen, dan kunnen de eindgebinten langs de binnenzijde der schoorsteenen worden gesteld; de noodige spantbeenen voor de eindvlakken rusten dan tegen korte stijltjes, die met pen en gat in de hoofdbalken van de eindgebinten worden verbonden, zie fig. 107. Zooals uit de figuren blijkt, kan hier met rechte spantbeenen worden gewerkt, waarbij de gordingen op stijltjes moeten liggen; ook kan men van boogschenkels gebruik maken, zie fig. 108, waardoor genoemde stijltjes kunnen vervallen; een en ander zal voldoende uit de verschillende teekeningen blijken, terwijl tevens in den plattegrond een hoekkeeper met de doorsnede van het schoorsteenraam in stippellijnen is gegeven.

HANGKAPPEN.

§ 43 Bij groote spantwijdten is het somtijds bezwaarlijk aan de balken voldoende tusschensteunpunten te geven, om ze tegen doorhangen te beveiligen, waarbij men ze op een of meer plaatsen aan het kapwerk bevestigt. De hiervoor ingerichte kappen noemt men hangkappen. Zij zijn zeer verschillend in samenstelling, slechts enkele mogen hier worden aangehaald.

Veelal worden deze betimmeringen toegepast op kapwerken, waarbij de zolder weinig behoeft gebruikt te worden, en de kap tevens moet dienen om de balken met het daaronder aangebrachte plafond tegen doorhangen te beveiligen, wat bij het maken van groote zalen, schoollocalen enz. veel voorkomt. Men rekent daarbij veelal, dat op iedere 5- à 6 M. afstand een hanger moet worden aangebracht, wat men bij constructiën volgens fig. 66 *a*, *b*, *c*, *d* en *e* kan verkrijgen. Bij spanningen van 10 à 12 M. zou men dus een eenvoudig hangwerk kunnen toepassen met één hanger in het midden, zie bijv. fig 75 en 110. Bij meerdere spanwijdte, en ook indien de zolder voor andere doeleinden moet gebruikt worden, zal men tot het aanbrengen van twee hangers moeten overgaan, of deze verkieslijker achten, daar dan het middengedeelte open blijft, zie fig. 76. De meerdere en mindere hoogte, die aan deze daken wordt gegeven, hangt blijkbaar in de eerste plaats af van het materiaal, waarmede de bekapping zal worden afgedekt. Bestaat hiertegen met het oog op het dekkingsmateriaal geen bezwaar, en zal de zolderruimte niet gebruikt worden, dan kunnen deze kappen zeer flauwe hellingen hebben, en de constructie tot die van eenen versterkten balk overgaan.

De toepassing van hangkapconstructien komt veel voor bij bekappingen van overdekte ruimten, waarover geen bezoldering behoeft plaats te hebben, en daar dus de geheele constructie in het gezicht blijft. In dat geval moet er vooral ook op den goeden vorm van het geheel worden gelet. Hoewel wij daarover bij deze constructieleer niet kunnen handelen, laat het zich gemakkelijk verklaren, dat daarbij schoone vormen kunnen aangewend worden, die door het bewerken der onderdeelen veel kan verhoogd worden. Veeltijds ook zal men bij schoolgebouwen enz. groote ruimten moeten overspannen, waarbij de zolderruimte minder van belang is, terwijl onder tegen de balken eene plafonneering moet worden aangebracht.

Ook in die gevallen verdient eene hangkap veeltijds alle aanbeveling. De kap volgens fig. 110 is ook als zoodanig toegepast, terwijl de houtmaten hiervan, met het oog op de daardoor mindere kosten, alle van battings-afmeting zijn genomen.

Staat de kap op houten stijlen, wat bij loodsen kan plaats hebben, of wil men trachten ook bij muurwerk, vooral als dat, waarop de kap staat, eene groote hoogte heeft, het steunpunt der kap zoolaag mogelijk aanbrengen, dan kan men hierbij eene constructie volgen als die van de fig. 71 en 73. Staat het geheel op muurwerk dan kan het metselwerk tusschen de stijlen doorgaan, of wel, zooals voor fig. 71 geschikt zou zijn, bij den schoor eindigen. De buitenste opgaande stijl kan dan op de muurplaat worden gesteld terwijl de binnenste nog een gedeelte tegen het muurwerk doorloopt. Fig. 72 geeft de plattegrond van het einde der balk van fig. 73 op grootere schaal. Hieruit kan worden nagegaan, dat zoowel voor de einden der liggers als op de liggers, tegen de buitenzijden der stijlen, eene doorloopende koppelplaat is aangebracht, terwijl de hangbalk, voor een gedeelte van verdikstukken is voorzien, waartusschen stijlen en schoor in de liggers verkeept zijn opgesloten.

Door het buiten het dak laten doorloopen van de hangstijlen, zooals in fig. 76 rechterzijde heeft plaats gehad, verkrijgt men bij deze kappen de gelegenheid, tot het aanbrengen van een zoogenaamde luchtkap of lichtkap, waardoor eene geschikte gelegenheid voor verlichting of ventilatie ontstaat. In onze figuur is de daardoor verkregene opening door schuin geplaatste plankjes, even als dit in de jalousiën plaats heeft, afgesloten. De doorgaande opening vereischt hierbij tusschenstijlen, waartusschen die bordjes kunnen geplaatst worden. Het is duidelijk, dat die afsluiting eveneens met lichtramen kan plaats vinden. Voor soortgelijk doel kan ook worden ingericht eene kapconstructie volgens fig. 74, waar de sprui-

ten der kap aan weerszijden voorbij den nok doorloopen, en de te lood staande lijnen de plaats van de jalousiën of lichtramen aangeven.

De constructie van fig. 76 linkerhelft, is eene toepassing van hout in verband met ijzer. De verschillende schoren rusten hier in gegoten ijzeren potten, terwijl de hanger uit ijzer van 4 c.M. dikte bestaat.

Ook in fig. 77 is een voorbeeld gegeven van een gedeelte ijzeren hanger.

De kap, volgens fig. 75, bestaat uit platen, waarvan de balken 10 en de overige 8 c.M. dikte hebbende, alle eene breedte van 25 c.M. De daarmede overdekte ruimte is nagenoeg 14 M. terwijl de gebinten op afstanden van 4 M. staan.

Fig. 78 geeft voor de beide helften twee verschillende hang kapconstructien, zooals die voor groote spanningen, waarbij men thans meer tot ijzer zal overgaan zijn aangewend. Voor de samenstelling volgens de linkerzijde, welke kap eene spanning verkreeg van 22.6 M. binnen de muren, en waarbij de dakgebinten op 4.86 M. midden op midden kwamen, is de volgende houtzwaarte gebruikt: voor de horizontale balken, die volgens teekening verdubbeld zijn, hadden de beide balken eene zwaarte van 26 bij 31 c.M., terwijl de tanden eene dikte van 4 c.M. verkregen. De balk bestaat ook in de lengte uit verschillende stukken, waarvan de samenkomsten verspringen en onder de hangers vallen. De verdubbelde hangers bestaan uit twee balken, zw. 26 bij 29 c M., en zijn even als de horizontale balken op elkander verkeept. Zij zijn om de horizontale balken verkeept, en dragen deze door ijzeren beugels zw. 8 bij 13 c.M. De hangschoren en de daartusschen geplaatste spanbalk zijn zw. 26 bij 31 c.M. De beide bovenste gordingen hebben eene zwaarte van 23 bij 26- en de onderste van 21 bij 23 c.M. De nok is zw. 26 c.M². terwijl de sparren 21 bij 13 c.M. zw. op afstanden van ongev. 1 M. zijn geplaatst. Verder is een en anderdoor ijzeren bouten enz. versterkt, ongev. zooals de teekening dit aangeeft. De kap was zoodanig opgesloten, dat de balken eene zeeg van 4 c.M. hadden verkregen om bij het zetten van het geheel nog waterpas te blijven, hoewel er drie jaar na de oprichting nog geen zetting had plaats gehad.

Zooals ook bij het bespreken van hang- en schoorwerk in de W. B. § 293 is opgemerkt, komt het bij deze werken vooral op de verbinding van sommige deelen aan, welke dus tegen verschuiven en afwijken met oordeel moeten bevestigd worden. Vooral zal het ijzerwerk hierbij eene groote rol spelen. Verschillende verbindingen door ijzeren banden en bouten versterkt zijn in de figuren, pl. II bij A, pl. III, bij fig. 58, pl. IV fig. 79—83, pl. V fig. 84, 85 en 111 aangegeven, terwijl die op verschillende wijzen nog kunnen vermeerderd worden. Het zal niet noodig zijn, al die constructien nader afzonderlijk te bespreken, de verschillende teekeningen zullen doel en bewerking wel voldoende aangeven.

SPANKAPPEN, WAARBIJ DE SPANBALKEN ONTBREKEN.

§ 44. Zooals reeds meermalen is gebleken, moeten bij al de genoemde kapsoorten zolder of spanbalken aanwezig zijn, waarop het kapwerk wordt gesteld, en die daardoor den noodigen weerstand bieden aan de krachten, die door alle kappen, in meer en minder mate, worden uitgeoefend, om de spruiten en spanribben naar buiten uit te zetten; waardoor te veel zijdelingsche druk op het muurwerk zou ontstaan.

In sommige gevallen wil men echter deze spanbalken niet; alsdan moet het geheel door schoren en stangen zoodanig worden gekoppeld, dat alle uitwijking van de voeten der spantbeenen wordt belet. Aangezien de hier behandelde, of nog te beschrijven werken, alleen dienen voor inleidende studie en voor het zich eigen maken der gebruikelijke en meest voorkomende constructiën, zal vooral van deze kappen slechts op enkele toegepaste samenstellingen worden gewezen, waardoor men, vooral bij de toepassing voor kleine spanningen over de geschikte plaatsing der materialen kan oordeelen.

Bij houtconstructien kunnen daarvoor dienen de fig. 117, 118 en 120.

Het is bewezen en gebleken, dat eene kap, hoe goed en oordeelkundig die ook is samengesteld, bij groote spanning, zonder doorgaande balken of ijzeren stangen eene zetting zal ondergaan, waarbij de muren eene zijdelingsche drukking verkrijgen. De kap zal in den top dalen, en bij de ontmoetingspunten van dakvlakken en staande stijlen naar buiten uitwijken. Hierom ook zal men bij deze en soortgelijke constructien moeten zorgen, dat de binnenstijl niet onmiddelijk tegen het muurwerk staat, maar zich iets zal kunnen zetten, zonder dat muurwerk te benadeelen. Die constructie kan aanleiding geven, dat men hierbij moet bedenken, dat de sparren, die op de muurplaten staan en van boven tegen elkander steunen, bij het zetten der kapconstructie en het dalen van den top, die beweging niet kunnen volgen, bijgevolg iets van de gordingen zullen afwijken, en als zoodanig met de daarop liggende bedekking nadeelige drukking op het bovenste gedeelte muurwerk kunnen uitoefenen. Men stelt daarop in dat geval voor, de muurplaat

door wiggen of iets dergelijks zoodanig te leggen, dat hij later zooveel noodig kan zakken of wel de muurplaat vooreerst los op een blokkeel leggen, om deze later op de juiste plaats te brengen.

Zoowel door het gebruik maken van boogschenkels fig. 117 linkerzijde, als door die van vullingstukken fig. 117 rechterzijde, kan men hierbij van binnen een gebogen vorm bekomen tot het aanbrengen van een gebogen plafond.

Eene kap, volgens fig. 120 samengesteld, heeft men eene spanning gegeven van ongev.: 18 M., terwijl het gebouw tot den nok ongev.: dezelfde hoogte heeft, en de gebinten ruim 3.50 M. van elkander verwijderd zijn.

Een hoofddoel is ook bij deze samenstellingen alles tot driehoeksverbindingen te herleiden, hetzij dit alleen door rechte stukken, of rechte- en gebogen stukken hout, of wel door hout en ijzer of alleen door ijzerconstructien plaats heeft. De kapspant volgens fig. 118, waarbij de onder het gebint staande muur, die ook ter halve dikte achter den te lood staanden stijl oploopt, om de muurplaat te dragen, terwijl tevens de gordingen en sparren niet zijn aangebracht, is zoowel onder als boven door driehoeken versterkt. In verband hiermede zijn schoren geplaatst, die van muurstijl tot dakspar en van dakspar tot hanebalk of keelbalk loopen. Zij steunen tegen de dakspar tegen elkander, terwijl zij onder den keelbalk tegen een aangebracht verdikstuk sluiten. Hierbij moet vooral worden gezorgd, dat de verbinding bij *a* door inkeeping niet te veel worde verzwakt, en overigens alles op hechte wijze worde bevestigd.

Bij de vroeger beschrevene daken waren in sommige gevallen geene gordingen noodig. De belatting en het dekkingsmateriaal werd dan onmiddelijk op de dakgebinten of opgesloten spanten aangebracht. Bij deze kappen zullen echter altijd gordingen worden aangewend, waarop de sparren of het dakbeschot rust. De gebinten worden op de gewone wijze door nok en gordingen gekoppeld en verbonden, ook de kruisen of windschoren zijn hier voor het langsverband op dezelfde wijze noodig. De verbinding der verschillende deelen moet hier blijkbaar op zeer deugdelijke wijze en onverwrikbaar plaats hebben opdat er zoo weinig mogelijke verzetting van de driehoekige verbindingen kan plaats vinden. Kruisen elkander daarbij verschillende stukken zooals niet zelden geschiedt, dan dient men sommige deelen dubbel te nemen, opdat anderen, met weinig verkeeping, daartusschen door kunnen gaan. Verder is een verstandig gebruik van bouten, beugels enz. noodzakelijk.

§ 45. Veeltijds maakt men bij soortgelijke kappen van ijzeren stangen gebruik, om de spruiten op gepaste wijze te ondersteunen, en het geheel de noodige sterkte tegen uitwijking der sparren te geven.

Fig. 97 geeft voor rechter- en linkerhelft twee verschillende voorbeelden.

Eene kap met gebinten, volgens de rechterhelft, is toegepast voor eene spanning van 16.5 M. De gebinten staan op afstanden van 3 M.; de spruiten zijn 20 bij 25 c.M.; de hanebalken bestaan uit twee platen zw. 12 bij 20 c.M.; de ijzeren trekstangen en een dito hanger zijn zw. 26 m. M. De spruiten sluiten van boven in een gegoten ijzeren kopstuk, zooals dit in fig. 93 in doorsnede is voorgesteld, terwijl hieraan mede de hanger is bevestigd. Zij staan van onderen eveneens in gegoten ijzeren schoenen zooals de teekening aangeeft. Zoowel hangers als trekschoren zijn onder den hanebalk verbonden in eene gesmeed ijzeren plaat, die onder de onder de hanebalken doorgaande plaat sluit, zie fig. 100. De trekstangen en hangers zijn zooveel noodig van schroefdraden voorzien, en door moeren opgesloten, zooals dit door de teekeningen worden aangeduid.

De linkerhelft stelt eene constructie voor, die niet zelden wordt toegepast, hetzij dat, zooals hier is voorgesteld, spruiten en schoren of stijltjes van hout of zeijr worden genomen. Bij eene spanning van 9 M. en eene hoogte tusschen nok en onderkant muurplaat van 2.50 M., terwijl de gebinten op 2.60 M. midden op midden van elkander verwijderd waren, is de volgende afmeting aan het materiaal gegeven. De spruiten zw. 7 bij 17-, de stijltjes zw. 7 bij 10-, de voetklosjes in de muren zw. 10 bij 10 c.M. terwijl de sparren bij den nok waren verbonden door een plank aan weerszijden zw. 3 bij 25 c.M. De middellijn der ijzeren trekstangen was 13 m. M., terwijl de verbindingsplaten onder de schoren eene dikte van 1 c.M. hadden, welke verbinding nader wordt voorgesteld door fig. 94. Van boven loopen de trekstangen door de spruiten, en worden aldaar door moeren op ijzeren platen rustende, opgesloten, zie fig. 98 of 99.

Veeltijds worden de schoren van ijzer genomen, waartoe alsdan, daar zij aan eene drukkende kracht weerstand moeten bieden, van gegoten ijzer moet worden gebruik gemaakt. Hieraan geeft men dan, als den geschiktsten vorm, dien van een kruis, waarvan de flenzen in het midden meerdere breedte dan op de einden verkrijgen, terwijl de einden van aangegoten borsten worden voorzien om geschikte draagvlakken te bekomen.

De verbinding der samenkomende trekstangen kan ook volgens fig. 95 plaats hebben; waarbij altijd moet gezorgd worden, dat zij zich vrij om een spil kunnen bewegen, om de juiste richting aan te nemen.

KAPPEN MET ZAKGOTEN OF KAP MET ZAK.

§ 46. In sommige gevallen zal een kap volgens fig. 70 zeer geschikt kunnen worden toegepast. Een langwerpig locaal wordt daarbij door dwarsbalken in verschillende vakken verdeeld, die alle afzonderlijk door op zich zelf staande kapwerken worden overspannen. Geeft men daarbij aan de dakvlakken, zooals dit in ons figuur is aangegeven, verschillende hellingen, dan geven de meer steilere hellingen geschikte gelegenheid tot het aanbrengen van lichtramen. Vooral zoo eene zolderverdieping tot werkplaats moet worden ingericht, kan deze constructie aanbeveling verdienen. De draagbalken, die hierbij moeten worden aangebracht, kunnen zeer geschikt van ijzer worden genomen, en aan beide zijden met houten platen worden bekleed, evenals dit thans veelal bij soortgelijke doeleinden voor moerbalken enz. wordt toegepast.

Tusschen elk der twee opvolgende dakvlakken verkrijgt men in dit geval een zoogenaamde *zakgoot*. Die zakgoten, vroeger meer algemeen gebruikelijk, dienen zooveel mogelijk vermeden te worden; zij geven alle aanleiding tot lekkage. Niet alleen dat het bezwaarlijk is de hierin noodige zinkbekleeding altijd waterdicht te houden, maar vooral ook wanneer zich in de driehoekige ruimte tusschen de dakvlakken sneeuw verzamelt, zal men het lekken nagenoeg niet kunnen voorkomen. Het zooveel mogelijk opruimen van de sneeuw is hier nagenoeg noodzakelijk, terwijl de geregelde afwatering kan bevorderd worden door te zorgen, dat de goot door de sneeuw niet kan worden verstopt, maar deze, door een soort rooster gedekt, in elk geval gelegenheid geeft voor het vrij afloopen van het daarin vergaderde water.

Zijn boven opgegeven bezwaren niet overwegend, dan zou soortgelijk dak zeer dienstig kunnen zijn; in elk geval zullen de afvoergaten, die in het midden het hoogste kunnen worden gelegd, en naar beide zijden met flinken afloop kunnen uitwateren, hier geen groote lengte verkrijgen.

Zooals reeds is opgemerkt, waren de zakgoten vooral vroeger meer in gebruik. Bij gebouwen, die eene betrekkelijk groote oppervlakte beslaan, kan men veelal de bekapping bezwaarlijk doen bestaan uit twee tegen elkander loopende dakvlakken. Vooral zoo het dak met pannen moet gedekt worden, waarbij de hellingshoek van het dakvlak met een horizontaal vlak niet veel beneden de 40° mag komen, zal men daarbij reeds zeer schielijk een hoog dak bekomen. Het valt in het oog, dat tegen deze hooge dakgetimmerten groote bezwaren zijn in te brengen, en buitendien is het thans meer het gebruik aan de daken een minimum van hoogte te geven, ja soms zoekt men door eene zinkbedekking in de gelegenheid te zijn de helling zeer vlak te nemen, en daarbij een houten schotwerk als balustrade op de goot te plaatsen, waardoor het dak geheel aan het oog van den beschouwer wordt onttrokken. In tegenovergesteld geval zoekt men thans ook veelal bij het aanwenden van meergenoemde gebroken daken, de zijvlakken van het dak nagenoeg te lood te plaatsen, en het overige met een plat te dekken. In de zijvlakken worden dan vele en forsch afgetimmerde dakvensters geplaatst, waardoor het geheele gebouw niet zelden een onnatuurlijk topzwaar aanzien verkrijgt. Noch het eene noch het andere zal uit een oogpuut van schoonheid aanbeveling verdienen.

Bij het gebruik der genoemde zakgoten wordt de constructie, voorgesteld door fig. 69, veeltijds toegepast, waarbij steeds voor een goede afloop en breede goot dient gezorgd te worden. Meerendeels wordt hierbij van een soort Holandsche kapconstructie gebruik gemaakt. De gebinten worden op de gewone wijze samengesteld. De zakgoot ligt dan rechthoekig over het midden der gebinten, zoodat het dak boven de gebinten uit vier, twee en twee tegen elkander staande vlakken bestaat. De hoofdbalken der gebinten, die op zich zelf reeds te veel lengte zullen verkrijgen om tegen doorbuigen beveiligd te zijn, worden dan onder het midden der lengte, dus onder de zakgoot, ondersteund door stijlen, die aan beide zijden van korbeels zijn voorzien, waaraan men den naam van *standvinken* geeft. Zij moeten op de balken of een doorgaanden scheidingsmuur voldoenden steun verkrijgen. Niet zelden wil men aan het geheele dak zooveel mogelijk het aanzien geven, alsof het dak van boven met een plat vlak is gedekt, en laat in dat geval de zakgoot aan den achtergevel uitwateren in de rondloopende goot; aan den voorgevel wordt dan hetzelfde dakvlak gegeven als dat der zijvlakken, terwijl dit ook aan de binnenzijde het geval is, waardoor er inwendige kielkeepers zullen ontstaan. Ook wel worden rondom op het gebouw dezelfde vlakken geplaatst; hierdoor wordt de goot geheel ingesloten, en wordt de afwatering verkregen door een goot of uitloopbuis, die over de dakgebinten over den zolder tot door een der buitenmuren in de binnengoot uitloopt. Dat men bij al

deze verschillende bewerkingen, ook al wordt dit op de meest soliede wijze uitgevoerd, licht aanleiding voor lekkage zal behouden, is duidelijk, en leert ook de ondervinding.

Wat bij de beschrijving van al de hier behandelde timmerwerken het geval is, springt vooral bij de bekapping in het oog, nam. dit, dat wij ons bij de meest gebruikelijke en voorkomende constructiën moeten bepalen, en de toepassing daarvan in vele bijzondere gevallen niet kunnen omschrijven. Het is duidelijk, dat er zich vooral bij bekappingen een oneindig aantal vormen kunnen voordoen, en dat bij de verschillende vormen, die overdekt moeten worden, telkens nieuwe vraagstukken moeten opgelost en nieuwe samenstellingen moeten gekozen worden. De praktische blik en ervaring moeten hierbij veeltijds beslissen en zullen, wanneer men daarbij rekening houdt met de verschillende krachten, die op de verschillende vlakken en stukken werken, in den regel niet mistasten. Bij verschillende uit- en inspringende deelen van de oppervlakken, die bekapt moeten worden, kan het zeer verkieslijk zijn van verschillende soorten gebintvormen op hetzelfde gebouw gebruik te maken, terwijl het vooral eene belangrijke studie kan wezen, eenen dakvorm te bepalen op gebouwen van onregelmatigen vorm, waarbij de verschillende langwerpige of vierkante deelen op zich zelf ook nog zeer scheefhoekig zijn.

Eene waterpasse ligging van boven- en onder afsluitlijn der dakvlakken (nokken en druiplijnen) zal men veelal als vereischte moeten stellen, waarvoor voor elk gebint een andere samenstelling zal worden gevorderd om eene schelawe ligging der vlakken te ontkomen.

GOOT-CONSTRUCTIËN.

§ 47. Nagenoeg altijd is het noodig dat het regenwater, dat van het dak afloopt, in goten wordt opgevangen, om dit door aangebrachte aflooppijpen naar bepaalde plaatsen af te voeren. Slechts in enkele gevallen zal men het water vrij laten afloopen. Niet alleen dat het zeer lastig wordt om gedurende het afloopen van het water het gebouw te passeeren, maar vooral ook zal dit neergevallen water eenen zeer nadeeligen invloed uitoefenen op de fundamenten van het muurwerk enz. Bijaldien geene goten worden gebruikt, wordt daarom in den regel van zoogenaamde overstekende daken gebruik gemaakt, opdat het water niet bij den muur zal neerloopen, en verder van den voet verwijderd blijft, terwijl men dan verder moet zorgen voor eenen goeden afvoer van het neervallende water.

Nagenoeg altijd zal bij het einde van het dak een goot worden gelegd, langs welke het water naar eene bepaalde plaats kan worden afgevoerd. Die goten zijn zeer verschillend van vorm en samenstelling, en worden dikwijls aangewend om als afsluiting van het opgaande metselwerk aan het geheel een goed aanzien te geven. Een hoofdverschil in de toepassing der goten is, dat men ze in hoofdzaak òf boven of buiten het muurwerk vallende aanbrengt.

Hoewel het zeer veel plaats heeft zijn er tegen het aanbrengen van goten boven de muren groote bezwaren. Zoo immer mogelijk, dan is het beter de goten buiten het muurwerk te laten. Bij sommige gebouwen, vooral in steden, waar het naast liggende terrein aan anderen behoort en geen overstek der goten wordt toegestaan, kan het echter noodzakelijk zijn.

De eenvoudigste wijze van goten aanbrengen zal wel die zijn, waarbij een rib hol uitgewerkt en op in den muur geplaatste gootijzers of houten blokjes gelegd, het van de pannen afloopende water opvangt. Aan deze ribgoot, die van greenen hout wordt genomen, schaaft men aan de voorzijde veelal een ojiefvormig profiel, terwijl men haar van binnen met dik romenieverf, warme teer of dikke olieverf bestrijkt en met fijn zand bestrooit. Moeten deze zoogenaamde blokgoten in de lengte uit verschillende stukken worden genomen, dan worden ze over elkander gelipt en de vergaringen met stukjes lood of zink gedekt.

Soortgelijke van ouds bekende eenvoudige goten zijn uit een oogpunt van zuinigheid, waar geen bijzondere sierlijkheid wordt gevraagd, bij zij- en achtermuren, bepaald verkieslijk. Geeft men aan de in den muur gemetselde blokjes, waarop de goot moet liggen, buiten den muur het een of ander consôlevormig profiel, en brengt men daarbij tegen den muur een achterplank of in de plaats daarvan een platten band van portlandsch-cement aan, dan kan het geheel een zeer goed aanzien worden gegeven. De goot ligt alsdan geheel buiten en vrij van het gebouw, zoodat het doorlaten van het water bij voorkomende gebreken of het overloopen bij stortregens of verstoppingen geen nadeeligen invloed op de hoofdconstructiën zal uitoefenen.

In fig. 122 wordt soortgelijke goot, uit planken samengesteld, aangegeven. De goot rust hier op gootijzers, die met den tegen den muur liggenden regel aan muurplaat en muur zijn vastgebout. De voorste plank loopt tot eenige centimeters beneden den benedenplank door, waardoor het water, dat langs den voorplank naar beneden loopt, zal afdruipen en dus niet langs den bodem naar den muur zal afloopen.

De bevestiging van voor- en bodemplank kan op afstanden van 0,5 à 1 M. met rechthoekig opgezette ijzeren haken, *neusijzers*, geschieden, waarvan de eene veer in den gootbodem en de andere in de voorplank ingelaten, en aan beide met houtschroeven is verbonden. De achterplank der goot sluit tegen de muurplaat, terwijl op het onderste gedeelte der spanbeenen een plank is vastgespijkerd, die mede op de muurplaat sluit en *boeiplank* wordt genoemd. Verder is de goot, volgens aangegeven vrijlijntje, van binnen met zink bekleed, dat onder de pannen is omgezet om het opjagen van het water te voorkomen. Het zink mag niet in aanraking met ijzer komen; hierom moet er bij soortgelijk werk vooral voor gezorgd worden, dat het aangebrachte ijzerwerk, de spijkerkoppen enz., met een voldoende laag menie wordt bedekt, voor het zink daarover gelegd wordt.

Twee zeer eenvoudige en bij het toepassen van goten boven het muurwerk geschikte samenstellingen geven de fig. 121 en 123, die, met het oog op het voorgaande, door de teekening wel voldoende zullen zijn toegelicht. De muurplaten dienen hier metéén voor gootbodem. — Hierbij zij echter opgemerkt, dat men bij al de dusdanige goten moet zorgen, dat de zinkbedekking aan de zijde van het gebouw hooger moet doorloopen, dan het voorste gedeelte — de *neus* — der goot. Staat de goot dan bij verstoppingen of stortregens vol water, zoo zal het water voor over de goot storten, en dus de constructiedeelen van het gebouw zelve niet benadeelen. In het algemeen moet men ook bij het aanbrengen van het zink zorgen, dat het water, dat bij harden wind onder de pannen kan worden opgejaagd, niet boven het zink kan komen. In sommige gevallen, zooals hier bijv. in fig. 122, is het daarom zeer wenschelijk een streep lood — *voetlood* — op de boeiplank te spijkeren en dit met den bovenrand der zinkbekleeding om te buigen. Een en ander moet zich ook al regelen naar het dekkingsmateriaal en bij gebruik van pannen naar de soort die gebruikt wordt.

In fig. 123 is bij elk gebint tegen den stijl een klos geplaatst, waartegen een vrij zware boeiplank is aangebracht, en waarop en tegen het dakbeschot rust.

Fig. 124 geeft de constructie van een zinken goot aan, die op ijzers rust. Ook deze goot is dus geheel buiten het gebouw en deze constructie wordt bij loodsen enz. meermalen toegepast, hoewel dit op afstanden ondersteunen van het zink veelal aanleiding zal geven tot doorzakken en verzetten.

In plaats van genoemde houten of met zink bekleede houten goten buiten het muurwerk wordt daarvoor ook wel gegoten ijzer aangewend. Fig. 125 geeft daarvan een voorbeeld. Ook hier ligt de goot op uitgemetselde of door hout of hardsteen aangebrachte consôle of klossen, terwijl daarbij aan het bovenste gedeelte van het muurwerk een gemetselde of met portlandsch cement bepleisterde geprofileerde bekroningslijst kan worden gegeven. Aan de stukken, waaruit deze goten moeten worden samengesteld, kan echter niet wel meerdere lengte dan 1,5 à 2 M. worden gegeven, omdat zij anders na de gieting te veel zullen trekken. Die verschillende stukken zijn aan de einden van lippen voorzien, waarmede zij op elkander passen en met schroefboutjes op elkander verbonden.

Bij licht betimmerde gebouwtjes, loodsen, wachthuisjes enz., wordt niet zelden aan een overstekend dak de voorkeur gegeven, terwijl toch het afloopen van het op het dak vallend water niet mag plaats hebben. In die gevallen kan men een constructie volgen ongeveer als in fig. 127 is voorgesteld, hoewel ook een zinken goot volgens fig. 124 hier kan worden aangebracht. Tegen de einden der overstekende daksparren is hier een plank aangebracht, waarop eene neuslijst is geplaatst, welke laatste, in verband met de op de spanten gelegde boeiplanken, de goot vormt, die weer als vroeger met zink is bekleed. Verder wordt het overstek gedeeltelijk door consôles en lijstwerk gesteund en gedragen, zooals de teekeningen aangeven, om aan het geheel een meer sierlijken en afgewerkten vorm te geven.

De gewone betimmering van goten of de zoogenaamde kroonlijsten, welke in den regel worden toegepast, wordt in de fig. 126 en 128 in doorsnede voorgesteld, terwijl fig. soortgelijke constructie in scheeve projectie geeft, waardoor tevens een gedeelte opstand is aangegeven. Tot het verkrijgen van het noodige overstek voor de goot worden volgens fig. 126 met pen en gat in, of een lip onder de muurplaat, op afstanden van ongeveer 1 M., korte ribben in de muurplaat bevestigd. Volgens fig. 128 bestaan deze vooruitstekende ribben in de buiten den muur doorloopende blokkeels van het kapgebint. Verder wordt, ter bevestiging van de plank- en lijstbekleeding, die tegen het vlak van het muurwerk komt, dito staande stijltjes in het muurwerk opgesloten, die naar voren iets armer afgewerkt, tusschen het metselwerk geklemd worden. Deze stijltjes, zie fig. 128, worden mede met een pen in het horizontaal liggende stijltje bevestigd, terwijl zij met de ondereinden veelal in een aldaar horizontaal aangebrachten regel worden gesteld.

In sommige gevallen geeft de lijstvorm aanleiding, om ook in den hoek tusschen deze stijlen een klos of wel een korbeel aan te brengen, tot bevestiging van de omtimmering. De omtimmering bestaat verder in een *neuslijst* a, *plancier* b, *plafond* c, *waterlijst* d, *fries* e, *architraaf* f, *gootbodem* g en *boeiplank* h. — Het plancier b, waarvoor soms ook wel een eenvoudige plank wordt genomen, bestaat veelal uit eene rib, die met pen en gat aan de uitgebrachte ribjes wordt bevestigd. Op dit plancier rust de neuslijst, die met een sponning is voorzien, waardoor zij voor en op het plancier rust, en waarop zij verder wordt vastgespijkerd. De boeiplank wordt op de spantbeenen of richels bevestigd, terwijl de gootbodemplanken op de regels gespijkerd met schuingeschaafde zijden op boeiplank en neuslijst sluiten. De neuslijst wordt verder versterkt door op afstanden van 0,75 à 1 M. zoogenaamde neusijzers aan te brengen, die met houtschroeven aan bodem en neuslijst worden verbonden. De bevestiging der verdere stukken geschiedt door het vastspijkeren aan de genoemde ribben, zooals uit de figuren met voldoende duidelijkheid kan worden nagegaan. De plafondplank valt in eene sponning in de rib, die het plancier vormt, terwijl het plancier onder het plafond doorhangt, om te beletten dat het water langs de lijst kan afloopen. De goot wordt van binnen met zink bekleed.

Over het al af niet verdedigbare dezer constructie uit een decoratief oogpunt beschouwd, is het hier niet de plaats te spreken. Door hen, die zich rekenschap willen geven van hunne constructiën, wordt het echter terecht afgekeurd. Het constructive gedeelte wordt hier geheel aan het oog onttrokken, en voorzeker zal het aanbrengen van consôles of tandlijsten, zooals dit ook reeds in fig. is voorgesteld, onder het overstekende gedeelte of de kroonlijst, al zijn ze ook alleen decoratief toegepast, aan het geheel een meer bevredigend aanzien geven.

Overigens is het duidelijk, dat deze kroonlijsten uit zeer verschillende vormen kunnen bestaan; niet zelden wordt alleen het bovengedeelte uit hout genomen, en de waterlijst, fries en architraaf door uitmetseling en bepleistering verkregen, wat zeker in vele opzichten boven de plankbekleeding te verkiezen is.

Omtrent de grootte dezer kroonlijsten kunnen geene algemeene maten worden opgegeven. Dit dient zich in vele gevallen te regelen naar den bouwtrant van het geheel. Somtijds wordt als algemeene regel bepaald, om bij gebouwen van 2 en $2^1/_2$ verdieping hoogte aan het geheel eene hoogte van $^1/_{10}$ der muurhoogte te geven en hiervoor bij hoogere gebouwen minder bij lagere gebouwen meer te nemen. Aan het architraaf kan men dan ongeveer $2^1/_2$, het fries 5 en het verdere hoofdgestel $4^1/_2$ deelen van het geheel geven, hoewel ook voor deze onderverdeelingen, ook in verband met consôles en tandlijsten, geene algemeene regelen kunnen worden opgegeven.

Voor jukken of regels en gootbodem neemt men vurenhout, de eerste van 7 bij 7 à 7 bij 10 cM. en de gootbodems ter dikte van 3 cM. Verder alles van greenenhout, veelal als volgt: voor neuslijst ter dikte van 5 à 6 — voor plancier of voorkantplaat regelhout van ongeveer 7 of 10 bij 15 — of wel een plaat ter vereischte breedte en van 3 à 4 cM. dikte, voor plafond of onderkantplaat ter dikte van 2 à 2,5 — vloei- of waterlijst van $4^1/_2$ à 6 — voor fries van 2,5 à 3 — voor architraaf een regel van 6 à 8 bij 10 à 12 cM. voor het bovenste gedeelte en voor het onderste mede 2—2,5 of 3 cM. dik. De breedten der verschillende stukken regelen zich natuurlijk naar de grootte en samenstelling der geheele lijst.

DEUR- EN VENSTERKOZIJNEN MET DEUREN EN RAMEN.

§ 48. De deur- en glaskozijnen met de daarbij behoorende betimmering behooren zeker uit verschillend oogpunten beschouwd, tot de voornaamste deelen der timmerwerken; zoowel uit een constructief als uit een decoratief oogpunt beschouwd. De constructie kan hier in hoofdzaak slechts behandeld worden.

De vormen waarnaar deze werken moeten worden uitgevoerd, of wel de openingen in het muurwerk, die hierdoor moet worden afgesloten, kunnen zeer verschillend zijn. Die vorm staat veelal in het nauwste verband met het doel, waaraan het gebouw moet beantwoorden, en den indruk, dien men met deze onderdeelen of het geheele gebouw wil teweeg brengen. Het hoofdkarakter, dat men aan het gebouw wil geven, moet voor een groot deel door het aantal, de rangschikking en den vorm van deur- en lichtopeningen worden aangeduid.

Dat er bij deze werken eene groote verscheidenheid kan en moet bestaan is dus duidelijk. Wij zullen alleen trachten van de gewone samenstellingen eene duidelijke verklaring te geven. Als eenige hoofdvoor-

waarden, waarop men bij het plaatsbepalen, vormen enz. van deze deelen heeft te letten, moge nog dienen:

1e De kozijnen, het is ook reeds bij het bespreken van het metselwerk opgemerkt, mogen het daarop-rustende muurwerk enz. niet rechtstreeks dragen; hierdoor zou er gevaar ontstaan, dat het bovenhoofd doorzakte. Wij hebben toen reeds gezien dat dit wel te vreezen is, zoodat het kozijn, door een daarover geslagen boog, of een daarover gelegd lateihout, wat niet in het gezicht komt of bij breede kozijnen, door het aanbrengen van twee onder een stompen hoek tegen elkander steunende schoren, *knipschoren*, die in de nabijheid of boven de stijlen op het kozijn zijn geplaatst, tegen nadeelige belasting moet worden gevrijwaard. Hieruit volgt echter, dat men in alle opzichten moet trachten, niet alleen in werkelijkheid, maar ook voor het oog van den beschouwer, de openingen door het metselwerk zoodanig te omsluiten, dat het kozijn met raam of deur alleen dient tot afsluiting der opening, 't zij dat die opening voor ingang of wel voor lichtschepping noodig is.

2e Dat de diepte, waarop de kozijnen in het muurwerk worden geplaatst, dus de afmeting die het muurwerk buiten den voorkant van het kozijn behoudt, de *versnijding* of ook wel *kantelaaf* genoemd, bij alle kozijnen voor het geheel gebouw hetzelfde behoort te zijn, en dat een groote breedte dezer kantelaaf wenschelijk is, omdat dit een beter aanzien en den indruk van sterker muurwerk geeft.

3e De vorm, of betrekking tusschen hoogte en breedte is zeer moeielijk door cijfers te bepalen; zij hangt van te veel omstandigheden af. Zooals reeds is opgemerkt moeten deze bouwdeelen aan den ontwerper veelal de hoofdgelegenheid verschaffen, om het eigenaardig karakter van het geheele gebouw uit te drukken, of liever doen zij dit, wel aangebracht, als van zelve. Het doel, waarvoor het gebouw bestemd is, moet alzoo beslissen, of zij meer of minder moeten uitkomen, het geheel als 't ware moeten beheerschen en domineeren. Het is niet alleen de vorm, maar ook de grootte en het aantal, dat daarnaar moet geregeld worden. Om over de verschillende indrukken, door verschillende verhoudingen en plaatsing te spreken, is het hier de plaats niet, 't zal voldoende zijn op het bovenstaande te wijzen.

In vele werken wordt die verhouding van breedte en hoogte opgegeven ongev.: als 1 : 2 of als $1^1/_2$ à 1: 2. — In den regel zal echter, vooral bij binnendeuren of over het algemeen bij enkele deuren van gewone breedte, de hoogte meer dan 2 maal de breedte worden genomen, en de vorm daardoor winnen, zooals ons bij de behandeling der deuren nader zal blijken.

Men moet bij eenmaal vastgestelde opening, die om de harmonie van het geheel of het eigenaardig doel, waaraan de opening moet voldoen kan bepaald zijn, bij het bepalen der verdere indeeling, zooals die der paneelen, omlijsting enz. vooral rekenschap houden met den indruk, dien men door het bouwdeel wil geven, daar toch de verdeeling dezer deelen veel kan bijdragen, tot het meer sombere of opbeurende van den indruk, die door het geheel ontstaat.

4e Als algemeenen regel kan men aannemen, dat bij gebouwen van meer dan eene verdieping, de kozijnen der verschillende verdiepingen te lood boven elkander moeten staan, en dezelfde breedte behooren te hebben, maar dat de hoogte van onderen naar boven steeds moet afnemen. Zoo ook zal dit het geval zijn, met de hoogte van het muurwerk, de *borstweringen*, beneden de glaskozijnen der onderste verdieping, en de ruimten tusschen en boven die der volgende verdiepingen.

Het is duidelijk, dat bovenstaande regel niet altijd door gaat; zoo worden bijv. sommige gebouwen zoodanig ingericht, dat het onderste, gelijkvloers gelegen gedeelte, als lage verdieping aangebracht, meer als voetstuk van het daarop geplaatste gebouw is te beschouwen, en als zoodanig ook gedrukte en sterk omsloten glasopeningen moet verkrijgen. In dat geval is echter de daarop volgende verdieping de bovenbedoelde hoofdverdieping.

Verder zal het voor de goede harmonie van het geheel niet altijd wenschelijk zijn, de openingen voor alle lichtramen denzelfden vorm te geven; bij groote gevelvlakken zal dit tot eentonigheid aanleiding geven. Niet zelden zal men trachten de gevels door uit- en inspringende gedeelten in verschillende deelen te verdeelen, om daardoor meer vrijheid te verkrijgen in de indeeling en vorm, het koppelen, of het aanbrengen van verschillende decoratie der licht- en deuropeningen.

5e Bij het bepalen der plaatsen moet natuurlijk ook in de eerste plaats rekenschap worden gehouden met de indeeling van het gebouw in gangen en localen. Niet zelden moet men de laatste om der wille de eersten wijzigen. De wijze van betimmering, die bij glaskozijnen aan de binnenzijde zal aangebracht worden, moet daarvoor somtijds vooraf nauwkeurig worden bepaald, om zeker te zijn, dat dit bij kozijnen, die nabij de scheidingsmuren, bij schoorsteenmantels enz. komen, kan geplaatst worden.

en van boven ter diepte der steensponning, volgens dat beloop afgewerkt, zooals dat in fig. 192 wordt voorgesteld, terwijl het achtergedeelte van boven recht wordt gelaten, of wel, zooals in ons figuur is aangegeven, het uitgezaagde onderstuk ter versterking van het hoofd, op het hoofd wordt gespijkerd. Somtijds ook wil men de onderlijn van het hoofd recht behouden, waardoor aan de binnenzijde veelal geschikter gelegenheid blijft bestaan voor eene gewenschte betimmering enz. terwijl het hoofd van boven een gebogen lijn moet aangeven. Fig. 178 geeft hiervan eene voorstelling in gedeeltelijke opstand- en doorsnede teekening aan, waarbij tevens een streksch gewelf met daartusschen aangebrachte sluitsteen is aangebracht. De sluitsteen is hier, zie de doorsnede, met twee krukankers in het metselwerk verankerd; hoewel sommige meenen, dat er, met het oog op de zetting van het metselwerk eene niet verankering dezer sluitsteenen gewenschter is, meenen anderen dat er meer vóór dan tegen deze bewerking is. Bij oordeelkundige bewerking zal men genoemd bezwaar ook kunnen voorkomen; wil men echter de verankering niet, dan zal men ook, door de steenen van achteren iets rijker te behakken wel eene voldoende opsluiting dezer in het metselwerk kunnen bekomen. Moet het hoofd een meer gebogen vorm verkrijgen, dan zal men beter doen het uit meerdere stukken samen te stellen. In figuur 193 is een voorstelling gegeven van een hoofd uit twee stukken gevormd. De stukken zijn hier in het midden door een lip vereenigd. — Bij meerdere ronding, bijv. halfcirkelvormige, kan men van drie stukken gebruik maken en deze eveneens met pennen of lippen aan elkander vereenigen, zie fig. 194.

Voor de hoogte en breedte dezer kozijnen is nog minder eene bepaalde maat op te geven, dan voor die der binnendeuren. Men is in den regel altijd, voor de goede indeeling verplicht, het bovenhoofd te laten *strooken* — in hoogte overeen doen komen — met die van de lichtkozijnen, waarbij men dan veelal weer onder- of bovenkant kalf met onder- of bovenkant der tusschenregels van de glasramen laat overeenkomen. Niet zelden is men daarbij genoodzaakt bij een daardoor ontstaanden ongewonen vorm van de deur, door bijzondere indeeling van paneel of regelwerk, aan het oog van den beschouwer te voldoen, en dus door kunst zien te verbeteren, wat men om andere oorzaken aan den vorm heeft moeten verliezen.

Het is duidelijk, dat een paar ankers aan de binnenzijde der stijlen bevestigd en in het muurwerk opgesloten, waarvan ook reeds bij de binnendeuren is gesproken, bij deze hooge stijlen veeltijds niet mogen ontbreken.

Is er bij de binnendeurkozijnen reeds gezegd, dat ook daar, in sommige gevallen van hardsteenen onderdorpels en neuten gebruik wordt gemaakt, bij buitendeuren is dit veeltijds het geval, en verdient dit ook alle aanbeveling. De constructie dezer dorpels is zeer eenvoudig, en bestaat in een langwerpig vierkanten steen, die veelal naar voren iets afwaterend is bewerkt. Het kozijn rust dan met de stijlen op de reeds meer genoemde hardsteenen neuten, zijnde stukken steen ter lengte van 20 à 40 c.M., waaraan het profiel van de stijlen is gegeven, en waarop de stijlen met een of twee hakkeldookbouten zijn gesteld. De neuten staan veelal gelijk met de onderzijde van den dorpel op het muurwerk, terwijl de dorpel tusschen deze neuten past, of wel tevens met ooren vallende in de sponningen der neuten, die dan tot beneden doorloopen; de dorpels kunnen dan bij opvriezen of om andere redenen zich vrij bewegen, en zullen niet het gevaar hebben, door de drukking bij ongelijke ondersteuning te barsten. In dit geval is aan de buitenzijde van de neut het bassement of de sokkel gewerkt, voor de omlijsting in de practijk niet zelden architraaf genoemd, dat de deur zal omsluiten. Bij steenen bevloering of stoepen, waar ook de bassementen of sokkels waarop de omlijsting rust van hardsteen dienen genomen te worden, worden zij in den regel met de neuten uit één stuk gewerkt.

In de houtzwaarte voor buitendeurkozijnen toegepast is uit den aard der zaak meer verschil dan in die voor binnendeuren. De grootten der openingen kunnen hier bij wagenhuizen enz. vrij groote afmetingen moeten verkrijgen, waarmede met de kozijnen rekening moet worden gehouden. In laatstgenoemd geval brengt men niet zelden zelfs in het geheel geen kozijn aan, maar metselt in het muurwerk eene vertanding of versnijding als sponning waarin de deur moet draaien en aanslag verkrijgen. Alleen wordt dan de opening door een zware bovendorpel of hoofd overspannen. Bij afsluiting van vrij gebogen vorm wordt ook dit hoofd wel door een gemetselden boog vervangen.

In de meest voorkomende gevallen bij de gewone huizenbouw wordt voor deze kozijnen echter greenenhout gebruikt zwaar 10 bij 15 of 10 à 12 bij 17 c.M.

DEUREN.

§ 51. De houten betimmeringen, die tot het afsluiten van de door de genoemde kozijnen gemaakte

openingen worden aangewend, worden deuren genoemd. Zij bestaan in een schotwerk van planken, dat in de vroeger genoemde sponningen der kozijnen passende, aan de kozijnen draaibaar wordt afgehangen, zoodat het desverkiezende kan worden geopend en gesloten. De deuren worden in hoofdzaak verdeeld in *opgeklampte-* en *paneeldeuren.*

Door opgeklampte schotwerken verstaat men eene betimmering van eenvoudig gestreken of geploegde planken, tot een schotwerk aan elkander gevoegd en die door meer of minder daarop gespijkerde dwarsplanken of *dwarsklampen* tot een geheel zijn vereenigd.

De bekende eigenschap van het hout nam., dat het bij verandering van weêrsgesteldheid vrij erg aan uitzetting en inkrimping onderhevig is, zoodat het op bovenstaande wijze bewerkte schotwerk, bij droge tijden, opene naden zal verkrijgen, geeft aanleiding, om de deuren meerendeels als paneelwerk te doen bewerken. Het paneelwerk bestaat in het algemeen uit een raamwerk van planken, dat uit rondgaande buitenregels bestaat van een plank of minder breedte ter grootte van de te betimmeren ruimte en dat door dito regels in meer of minder vakken wordt verdeeld; terwijl de opene vakken worden afgesloten met afzonderlijk schotwerk, *paneelen*, dat in groeven in de regels aangebracht, zonder bezwaar voor de geheele constructie, of het goed aanzien, zich kan uitzetten of krimpen, zooals door de nadere beschrijving zal duidelijk worden.

Wanneer men bedenkt, dat genoemde werking van het hout volgens de lengte der vezels zeer weinig is, en dat het raamwerk, bovengenoemd, slechts uit smalle strooken plank bestaat, zoo is het duidelijk dat de verandering van weersgesteldheid op dit raamwerk weinig invloed zal kunnen uitoefenen. De paneelen, die de tusschenvakken moeten vullen, worden mede van smalle aan elkander geploegde en gelijmde strooken samengesteld waarbij de lengte der planken volgens de grootste afmeting der opening wordt genomen, en zoodanig in groeven opgesloten, dat zij vrij kunnen krimpen en uitzetten.

a. Opgeklampte deuren.

§ 52. Bij eenvoudige gebouwen, schuren, bergplaatsen enz. wordt gebruik gemaakt van opgeklampte deuren. Hare samenstelling is ons reeds in hoofdzaak bekend. Fig. 135 stelt eene der eenvoudigste soort dezer deuren voor; zij bestaat uit een schotwerk van te loodstaande in elkander geploegde planken. Nadat deze planken door lijmschroeven of tusschen wiggen ten sterkste in elkander zijn gedreven, zijn daarover drie *dwarsklampen* aangebracht en deze op elken staanden plank voldoende gespijkerd, waarbij de spijkers alle flink door het hout moeten reiken en omgeslagen worden. Hoewel in sommige gevallen genoemde eenvoudige opgeklampte deuren worden toegepast, worden toch in den regel, tusschen de dwarsklampen, staande stukken *spiegelklampen* langs de buitenkanten der deuren gezet, zooals dit door fig. 136 wordt aangegeven. Veelal worden die stukken sluitende tusschen de dwarsklampen geplaatst, waarbij natuurlijk het schaafje of de kraal, dat aan de klampen is geschaafd en ook aan de spiegelklampen moet rondloopen, voor zoover deze aan de dwarsklampen moeten sluiten, moet worden weggestoken, en wel zoodanig als de teekening aangeeft, opdat die schaafjes in 't verstek tegen elkander kunnen gewerkt worden. In enkele gevallen worden deze klampen vooraf tot een regelwerk vereenigd, zooals dit bij de paneeldeuren zal worden opgegeven. Veeltijd echter zal de afmeting of dikte, waarvan dit hout wordt genomen, dit niet toelaten; in dat geval worden ook wel de spiegelstukken uit eene lengte genomen, en de dwarsklampen daarover halfhouts verkeept, welke verkeeping dan ook nog wel half zwaluwstaartvormig geschiedt, zoodat bijv. de lippen der klampen op het einde meerdere dikte verkrijgen dan van achteren bij de insnijding. De teekening met de bijhoorende plattegrond en lengtedoorsnede, zal overigens voldoende opheldering geven; bij 1 en 1 ziet men de deur van boven en op zijde, terwijl 2 en 2 de lengte- en dwarsdoorsnede voorstellen.

Het hout voor de gewone opgeklampte deuren wordt veelal 2 à $2^1/_2$ c.M. zw. genomen; ook wel neemt men het staande schotwerk iets zwaarder dan de klampen, het eerste bijv. 2.2 en het laatste 1.8 c.M.

In den regel worden de deuren in beschotwerk, dat behangen zal worden, voor kasten enz. als opgeklampte deuren bewerkt; die klampen komen dan aan de binnenzijde, terwijl de vlakke buitenzijde met linnen en behangpapier wordt bekleed.

Bij gebruik voor buitendeuren, en vooral bij deuren van groote afmetingen, wordt het staande schotwerk veelal van smalle strooken genomen, en met naden volgens fig. 137, *kraalnaden*, in elkander gewerkt, waarbij het openen en sluiten der naden door het werken van het hout, niet veel zal hinderen.

Vooral bij groote deuren in schuren, pakhuizen enz. wordt deze constructie veel gevolgd. De beplanking staat daarbij niet altijd te lood; maar kan ook in schuine richting worden aangebracht. Somtijds wordt daarvoor eerst een raamwerk in elkander gewerkt, en dit met schuine schoren en korbeels tegen

verzetten beveiligd op de wijze, zooals dat ook bij sluisdeuren plaats vindt. De bekleedingsschrooten kunnen dan over dit raamwerk worden aangebracht, en somtijds ook in in het regelwerk gemaakte sponningen worden gesteld evenals bij de sluisdeuren. Het is duidelijk, dat deze deuren zeer verschillend van vorm kunnen zijn.

Bij scholen of dergelijke localen, maakt men somtijds deuren geheel uit dubbel op elkander gespijkerde planken bestaande, de planken loopen daarbij aan de binnenzijde horizontaal en staan aan de buitenzijde te lood. De buitenste bekleeding neemt men dan uit door het hart gezaagde planken van ongev. 13 c.M. breedte en voorziet die met kraalnaden. Ook wel werkt men deze deuren aan de beide zijden vlak en geeft daaraan, of aan de buitenzijde of wel aan beide zijden, door het opspijkeren van lijsten, het aanzien van een paneeldeur.

De zwaarte van plankhout wordt hierbij zeer verschillend genomen, zoodat daarvoor al zeer moeielijk gebruikelijke maten kunnen worden opgegeven. Men gebruikt daarvoor dubbel 2 c.M. soms dubbel 3 c.M. of 4 c.M. aan de buiten- en 2 c.M. aan de binnenzijde enz.

b. Paneeldeuren.

§ 53. Meer algemeen dan de opgeklampte- en spiegeldeuren zijn de paneeldeuren. Fig. 158 stelt een eenvoudige paneeldeur met twee- en fig. 159 met drie paneelen voor. Het raamwerk bestaat uit twee staande stijlen of regels *a*, welke door onder-, boven- en tusschenregels *b* verbonden zijn. De verbinding geschiedt met pen en gat, zooals uit nevenstaande uitslagen blijkt, en nader zal worden opgegeven; *d* geeft de breedte- en *e* de lengtedoorsnede, terwijl de staande regel bij *f* den bovenregel bij *g* op zijde en van de binnenzijde gezien, afzonderlijk zijn voorgesteld.

De onder- en bovenregels worden, zie de door stippellijnen aangegeven pennen en het zijgezicht van den afzonderlijk geteekenden bovenregel bij *g* met bastaard — of spatpennen bewerkt. De pen behoudt daarbij voor eenige centimeters aan de eene zijde, de volle breedte van den regel en wordt verder $^1/_4$ à $^1/_5$ versmald. Hierdoor wordt de pen voor het grootste gedeelte geheel opgesloten, terwijl de spatpen voldoenden weerstand biedt, om te zorgen dat de staande- en dwarsregels elkander niet voorbij trekken, en dus in hetzelfde vlak blijven. Zooals uit de voorstelling van de verschillende stukken blijkt, wordt in het regelwerk een groef geschaafd, waarin de paneelen worden opgesloten. Aan weerszijden van die groef brengt men schaven aan, die in het verstek rond-loopen. De pen wordt daarvoor ook aan die zijde afgenomen, *gemenageerd.*

Het is duidelijk dat, daar het aanbrengen der groeven over de volle lengte van elken regel plaats heeft, die menageering in elk geval moet plaats hebben ter diepte van de ingeschaafde groef. Voor het overige regelt zich dit naar de breedte, die tusschen de aangeschaafde lijsten bestaan blijft; de pen moet in ieder geval aan beide zijden voldoende binnen het profiel der lijst blijven. Men moet echter van deze zijde der deuren niet meer afnemen dan noodzakelijk is, omdat men bij het krimpen van het hout dan minder gevaar heeft, door de verstekken te kunnen zien.

Genoemde groef en schaven zijn blijkbaar ook aan de staande regels noodig, en moeten ook hier, bij de ontmoeting van de dwarsregels worden weggestoken, zoodat de schaven der elkander ontmoetende regels in het verstek tegen elkander vallen, en de samenkomsten van de vlakken van het regelwerk, juist in het verlengde van de buitenlijnen van de schaven komen.

In den regel worden de gaten geheel door de stijlen gehakt; men is hierdoor beter in de gelegenheid de gaten zuiver te bewerken, en de pen en gatverbinding goed sluitende te maken. Daar in dit geval echter het eindelingsche — dwars over den draad doorgesneden — hout van de pen op den kant der stijlen zichtbaar blijft, en het al zeer bezwaarlijk is, dit door het verven goed te dekken, wordt de pen in den regel iets korter gelaten, zoodat er gelegenheid bestaat vóór de pen een afzonderlijk latje, *sluit* of *stopstuk*, in te lijmen, waardoor het eindelingsche hout bedekt wordt. Laat men de pennen ter volle breedte door den regel gaan, dan zal, door het krimpen der staande regels, de pen buiten den stijl komen; het is daarom ook vooral noodig te zorgen, dat er tusschen de pen en het stopstuk eenige ruimte overblijft, en dat het stopstuk alleen aan den stijl en niet aan den kop der pen wordt vastgelijmd.

Verder worden ook hier de pen- en gatverbindingen door een paar nagels opgesloten. Op sommige plaatsen is het gebruikelijk de pennen der regels elk door twee gelijmde wiggen op te sluiten, terwijl bovendien de nagels worden aangebracht. Gebeurt dit opkijlen door twee dunne wiggen die tot het achtereinde der pen doorloopen, dan zal men daardoor de houtvezels meer samenpersen, en zeker minder gevaar

loopen, dat de pennen niet volkomen sluitende zijn, of althans door inkrimpen der pennen de deur gelegenheid bekomt om te schranken en door te hangen.

Bij het in elkander werken van dit raamhout worden hiertusschen de paneelen gesteld; zij worden vervaardigd, zooals dat vroeger is opgegeven, en langs de rondgaande buitenkanten van een afgevlakt gedeelte *h* voorzien, welke *bossingen* worden genoemd, en waardoor zij geschikt worden om in de groeven te worden opgesloten. Zie de doorsnede *d*.

Hoewel bovenopgegeven bewerking de gewone en meest voorkomende paneeldeuren oplevert, komen daarbij toch verschillende andere bewerkingen voor. De paneelen kunnen, zooals de besprokene deuren aangeven, aan beide zijden worden gebost — van bossingen voorzien zijn, — en ook, zie fig. 160 aan eene zijde gebost zijn. Ook kunnen aan geen der zijden bossingen worden aangebracht, zie fig. 161, zoodat de paneelen eenvoudig uit platte tafelen bestaan; ook kan het voorkomen, dat men de breedte of den vorm der bossingen aan beide zijden der deur niet gelijk wil hebben, zooals door fig. 162 wordt voorgesteld. Meerder of minder gewenschte sierlijkheid, of het verband met andere werken enz. kunnen daarin de keuze moeten bepalen.

De geboste- zoowel als andere paneelen kunnen door bewerking of opliggen van andere stukken zeer verschillende vormen aannemen, een en ander zal bij de latere besprekingen blijken.

Meerendeels wordt het regelwerk van vaste schaven voorzien, zooals in fig. 158 en 159 is aangenomen, evenwel worden deze schaven ook wel afzonderlijk aangebracht, 't zij als *op-* of *inleglijsten*, fig. 162, 't zij door *insteek-* of *losse* lijsten, zie fig. 163. In sommige streken maakt men er veel gebruik van, om aan het regelwerk een vaste schaaf te werken, en de lijst te verbreeden en het aanzien van een op- of inleglijst te geven, door op het regelwerk een afzonderlijk latje te bevestigen, 't zij dat men dit latje vierkant laat, of wel daaraan mede een profiel schaaft. In fig. 160 is hiervan aan de eene zijde eene voorstelling gegeven. Dit latje of lijstje noemt men dan wel *keesje*, en de daarmede bewerkte deuren, *deuren met keesjes*. In plaats van dit opleglatje wordt ook wel alleen een ingeschaafde groef aangebracht. Zie verder mede de fig. 417 en 220.

Bij afzonderlijk aangebrachte lijsten kan het regelwerk vlak tegen elkander worden vergaard, en is het gedeeltelijk in verstek bewerken, zooals bij vaste schaven, niet noodig. Dit met vlakke borsten in elkander werken kan in enkele gevallen ook met vaste schaven moeten plaats hebben; wanneer nam: de schaven niet tot de hoeken of samenkomsten der regels doorgaan. Vooral bij koetshuis- en dergelijke deuren, kan hiermede een zeer goed effect worden verkregen. Sommige der hedendaagsche architecten werken zeer veel in dien geest, waarmede voorzeker, zoo dit in eene goede harmonie met de andere deelen is aangebracht, een smaakvol geheel kan worden bekomen. Het is duidelijk, dat het lijstwerk in dezen slechts gedeeltelijk kan geschaafd worden, en overigens uit de hand moet worden bijgewerkt, zoodat hier veelal tot verkrijgen van goed werk een geoefende hand wordt vereischt, vooral omdat in dit geval het schaafje of de lijst voor de hoeken vaak in een voluut of krul moet eindigen.

Bij het aanbrengen der losse lijsten, fig. 163 en 164 kan, en wordt ook op vele plaatsen het regelwerk als voren in elkander opgesloten. Daar echter de lijsten hierbij ongev. 1 c.M. op het regelwerk vallen, en bij de samenkomsten van het regelwerk in 't verstek worden omgezet, zoo zal de naad, volgens welken de staande- en tusschenregels aan elkander sluiten, binnen den buitenkant van het lijstwerk vallen, dat op den regel komt. Beter is het, vooral voor een goed en regelmatig aanzien, de tusschenregels in den onder- en bovendorpel zooveel ter volle zwaarte in de opstaande regels in te laten, als de rondgaande insteeklijst op de regels zal vallen; hierdoor krijgt men de naden van samenkomst van het regelwerk, met de buitenzijde van het lijstwerk strookende.

VORM EN GROOTTE DER BINNENDEUREN.

§ 54. Omtrent den vorm en de grootte der deuren is bij de kozijnen een en ander opgegeven, in woonhuizen zal de grootte, naar gelang van de soort van huis ongev. 0.80 bij 1.90 à 0.95 bij 2.40 worden genomen. Omtrent de buitendeuren valt hiervan weinig te bepalen, omdat hierbij, zooals reeds is opgemerkt, meer met andere indeelingen rekening moet gehouden worden. De indeeling in paneelen kan zeer verschillend worden aangebracht, ook hiervoor kunnen geene vaste bepalingen worden aangegeven. Bij de gewone kamerdeuren zal het in den regel eene eerste vraag zijn, of men van twee of drie paneelen gebruik zal maken. Vooreerst staat dit eenigszins in verband met het meer sierlijke van de overige betimmering, maar toch hoofdzakelijk, ofschoon dit ook al weer met het bovenstaande in betrekking zal staan, met de ver-

houding van hoogte en breedte der deur. Zooals men bij gewone breedte en eene hoogte tot 2 M. bezwaarlijk drie paneelen kunnen toepassen, terwijl bij meerdere hoogte dan 2 M. eene indeeling met 3 paneelen allicht verkieslijker zal zijn.

Hoewel men bij binnendeuren in den regel vrij is, kan toch ook andere betimmering op de paneel verdeeling invloed hebben. Zoo kunnen bijv. lambriseeringen, plinten enz. invloed uitoefenen, niet alleen op het bepalen der breedte van den onderregel, maar ook op die van het onderste paneel. Bovendien moet men hierbij bedenken, op welke hoogte het slot in de deur zal worden aangebracht, opdat dit niet geheel of gedeeltelijk in de penverbinding van den tusschenregel valt.

Wat de breedte van het regelwerk aangaat, hiervoor wordt veelal iets minder dan $^1/_5$ of $^1/_6$ van de breedte der deur genomen, en verder verkrijgen de staande regels en bovendorpel dezelfde breedte, de tusschenregels zooveel meer als laatstgenoemde als de breedte, die aan het schaafje wordt gegeven; daar er aan dezen regel aan beide zijden eene schaaf moet komen, wordt dan het vlak van genoemd regelwerk overal gelijk van breedte; aan den onderdorpel wordt eenige centimeters meerdere breedte gegeven. Het zichtbaar gedeelte van de bossing der paneelen verkrijgt eene breedte van 5, 6 à 7 c.M., terwijl het middenvlak, het *kussen*, met een kleinen staanden rand van ongev. 3 mM. van de bossing gescheiden is.

Hoewel men veelal als regel aanneemt, dat de breedte van het vlak der staande-, boven- en tusschenregels alle gelijk van breedte moeten zijn, wordt hiervan somtijds afgeweken, of wel, is dit in sommige streken regel. Die afwijking bestaat daarin, dat men aan de staande regels in den bovendorpel mindere breedte geeft, zoodat men daarvoor twee breedten uit eene plank kan nemen. Men verkrijgt een goeden deurvorm en goede indeeling, door bij eene deurverdeeling met drie paneelen van 2.40 M. hoogte, en 1.00 M. breedte, aan de staande stijlen en den bovenregel eene breedte van 16 à 17 c.M. te geven, waarbij bijv. bij gebruik van een keeslatje, 5 c.M. voor de lijst en dus 12 c.M. voor het vlak van den stijl komt. Den onderregel kan men daarbij, met inbegrip der lijst eene breedte van 28 c.M.-, den ondersten middelregel, waarbij natuurlijk twee lijsten gerekend worden, 25-, en den bovensten 22 c.M. breedte geven.

Bij eene zoogenaamde dubbele schuifdeur- porte- brisé- verkrijgt men een goed model bij deuren van ruim 3 bij 2.30 M., aan de staande stijlen en den bovenregel met lijst of schaaf eene breedte van 20 c.M. te geven, aan den onderregel 28- en die der middenregels 25 c.M. terwijl als dan de paneelen van onder af eene hoogte kan worden gegeven van 0.50-, 1.25- en 40 c.M.

Bijaldien de deuropening meer dan de opgegevene breedte met betrekking tot de hoogte moet verkrijgen, zoodat bijv. de breedte meer dan 1.15 M. moet worden, dan zal men beter doen de opening door eene deur met twee vleugels of *dubbele deur* te sluiten.

Is de breedte voor het aanbrengen van eene enkele deur ruim groot en voor eene dubbele deur te klein, dan zal men door bijzondere paneelverdeeling moeten trachten een goed geheel te verkrijgen, waartoe het aanbrengen van eenen middelstijl gereede aanleiding geeft.

Die middelstijl kan daarbij van onderen tot boven doorloopen, zoodat men eene dubbele rij paneelen verkrijgt, en ook alleen over het middengedeelte, waarbij onder en boven een liggende paneel over de geheele breedte doorloopt.

De samenstelling van eene deur met middenstijl kan verschillend worden bewerkt; in den regel loopt de stijl van onderen tot boven door, en wordt hij over den onder- en bovendorpel halfhouts verkeept, zoodanig, dat hij aan die zijde, waar de deur het meeste effect moet opleveren, van onderen tot boven in het gezicht blijft, en zich aan de andere zijde dus, als tusschen deze regels ingelaten, vertoont. De tusschenregels worden ook hier, evenals in de buitenstijlen met pen en gat verbonden, terwijl de pennen der tegenoverstaande stijlen met afgeschuinde einden tegen elkander vallen. Wordt de middenstijl alleen tusschen de middenpaneel geplaatst, dan wordt hij onder en boven met pen en gat in den onder- en bovenliggenden dwarsregel verbonden.

Somtijds kan eene opening voor het aanbrengen van een enkele deur te groot, en voor dat van een dubbele deur met gelijke vleugels te klein zijn. In dat geval kan men eene dubbele deur aanbrengen, waarvan de eene, die dagelijks voor toegang zal gebruikt worden, grooter dan de andere wordt genomen, terwijl men dan door de constructie moet trachten deze ongelijkheid voor het oog te verbergen.

De samenstelling dezer deuren komt geheel overeen met de vroegere constructiën, alleen wat den aanslag dezer beide deuren betreft, moet hier een andere bewerking worden gevolgd, omdat zij hier niet in de sponning van het kozijn vallen. Men kan de deuren eenvoudig naast elkander laten slaan, en de

voorzijden dus rechthoekig afwerken, terwijl daarbij de naad wordt gedekt, en de noodige aanslag tegen elkander wordt verkregen, door twee smalle strooken, *naalden* of *aanslaglijsten*, waarvan de eene aan de eene-, en de andere aan de andere deur is vastgespijkerd. Veelal vallen deze deuren echter niet met rechthoekig afgewerkte voorkanten tegen elkander, maar wordt daaraan een schuin profiel gegeven, zie fig. 197, terwijl de verschillende figuren 195, 196, 197, 198 en 199 doen zien, dat aan deze naalden onderscheidene profielen kunnen gegeven worden. Bij de sluiting in fig. 199 is in het midden der beide stijlen een halfcirkelvormige groef geschaafd, sommigen willen dat hun proefondervindelijk is bewezen, dat deze eenvoudige bewerking de doorgaande luchtstrooming en dus den tocht geheel kan wegnemen. Om nu bij ongelijke breedte der beide vleugels deze ongelijkheid — altijd in gesloten stand der deuren — voor het oog te verbergen, en de paneelverdeeling voor beide vleugels gelijkvormig te doen zijn, kan men van dubbele naalden gebruik maken. Elke deur verkrijgt hierbij buiten de naald dezelfde breedte en kan dus op dezelfde wijze door paneelen worden ingedeeld, terwijl het gedeelte tusschen de naalden vlak kan worden gelaten, of ook met paneelen, lijstwerken of andere versieringen, kan worden voorzien, terwijl de sluiting bij een der naalden kan plaats hebben.

BUITENDEUREN.

§ 55. De bovengegeven beschrijving omtrent de samenstelling van paneeldeuren is ook op die der buitendeuren van toepassing, hoewel daarbij meer in hoofdzaak aan binnendeuren is gedacht. Enkele opmerkingen en toelichtingen zullen daarom ter aanvulling dienen gegeven te worden. Het verschil van buiten- en binnendeuren — hier wordt bedoeld de buitendeuren als gewone ingangen van woonhuizen — bestaat hoofdzakelijk in de meerdere sierlijke vormen en meer kostbare bewerking, die men voor eerstgenoemde in vele gevallen tracht te verkrijgen. Daarbij, dit is ook reeds bij de kozijnen opgemerkt, zullen juist de andere gevelindeelingen niet zelden den deurvorm bepalen, die aan het schoonheidsgevoel minder voldoet, zoodat eene goede oplossing voor de paneelverdeeling somtijds belangrijke studie kan vereischen.

Hoewel de reeds genoemde opleg- en insteeklijsten ook bij binnendeuren hare toepassing vinden, wordt deze betimmering meer bij de buitendeuren in toepassing gebracht, waarbij daarvoor niet zelden van wagenschot wordt gebruik gemaakt. Dikwijls bestaat de lijst en paneelbetimmering grootendeels uit opleglijsten en verzwaringsstukken, waardoor het geheel een monumentaal aanzien kan verkrijgen.

Met kennis van zaken en goeden smaak toegepast, kan het gebruik van beeldhouwerk zoowel voor naalden, lijsten als paneelen, voor de geheele versiering groote diensten bewijzen.

Veeltijds zal de breedte der buitendeuren, waarvan de kozijnen nagenoeg altijd moeten strooken met die der lichtramen, te groot zijn, om de deuren uit één paneelbreedte te doen bestaan. Evenwel zal die breedte, voor het aanbrengen van dubbele deuren, niet zelden onvoldoende zijn, aangezien men deze niet beneden de 65 c.M. breedte dient te nemen. Ook dan, wanneer geen dubbele deur wordt aangebracht, zal daarom veeltijds een middenstijl worden toegepast, om eene verdeeling met twee rijen paneelen te bekomen. Niet zelden wordt daarbij op het midden van den middenstijl een lijst geplaatst, waaraan het profiel en aanzien eener naald wordt gegeven, zoodat de deur zich als dubbele deur voordoet. Het is duidelijk, dat bij het aanbrengen van aanslaglijsten, het vlak van het regelwerk, tusschen de naald en de lijst gelijk moet blijven, aan het vlak der buitenstijlen, waarop dus bij het bepalen van de breedte der regels en lijsten moet gelet worden.

Bij vele voordeuren wordt de lange middenpaneelopening met een gegoten ijzeren ornament gevuld, zoogenaamd à jour bewerkt; aan de binnenzijde wordt om deze paneelen sponningen aangebracht, en daarin met glas voorziene draairaampjes aan de deur afgehangen. Zie bijv. fig. 165. Door het openen van deze raampjes bestaat hierbij gelegenheid voor luchtverversching en ook kan men daardoor bij avond enz. met hem, die zich aanmeldt, spreken, vóór de deur te openen.

Somtijds wordt ook wel, bij eene enkelvoudige buitendeur, waar geen bovenlicht kan worden aangebracht, het bovenste paneel van glas genomen; terwijl vele andere afwijkingen, die hierbij plaats hebben of plaats kunnen hebben, hier niet verder behandeld kunnen worden.

GLAZEN DEUREN.

§ 56. Zoowel bij binnen- als buitendeuren wordt het raamwerk, in plaats van met houten paneelen, somtijds grootendeels met glas gevuld en alsdan *glas-* of *glazendeuren* genoemd. Het gebruik dezer glazendeuren

is vrij groot, en in vele opzichten zijn zij ook zeer dienstig. De samenstelling van eene eenvoudige glazen binnendeur is in fig. 172 voorgesteld; *a* geeft een der stijlen op zijde en van binnen gezien, *b* de doorsnede over de glasvulling, *c* die over het paneel en *d* de tusschenregel op zijde en van boven. In den regel wordt het onderste paneel, of bij het aanbrengen van meer paneelen in de breedte, de onderste paneelen, op de gewone wijze van hout vervaardigd, en de daarbo en overblijvende ruimte, tusschen de staande regels en den midden- en bovendorpel, door dunne roeden of ornamenten in kleinere vakken verdeeld, die met glas afgesloten worden. Voor het verdeelen van de tot beglazen bestemde ruimte, wordt veelal van dunne houten, ijzeren of zinken roeden gebruik gemaakt, die met pennen in het regelwerk bevestigd worden, terwijl voor glas het wit, mat- of mousselineglas kan gebezigd worden. Hierdoor verkrijgt men de gelegenheid, om onder doorlating van het licht, toch het doorzien te beletten, terwijl men door verschillend bewerkt en gekleurd glas een sierlijk aanzien kan verkrijgen.

Voor de roedeverdeeling is in ons figuur, in iedere helft der glasvulling, een eenvoudig en gebruikelijk voorbeeld aangegeven.

Wat de bewerking van het regel- of raamwerk en het onderste paneel aangaat, daaromtrent valt op te merken, dat, bijaldien het paneel tusschen het regelwerk met vaste schaven is opgesloten, de gedeelten van de staande regels tegenover de glasvulling ter breedte van deze schaaf moeten versmald worden, om daaraan alsdan de noodige sponning voor het vastzetten van het glas te werken. Hieruit volgt, dat bij deze deuren de borsten, waarmede de middelregel aan de staande stijlen moet sluiten, eene schuine richting moeten verkrijgen, en verder, dat de binnenzijde der stijlen en sponningen tegenover de glasvulling, in de nabijheid van de scheeve borsten uit de hand zal moeten gestoken worden. Meestal echter wordt de stijl tegenover de glasvulling nog meer versmald dan door bovengenoemde bewerking noodzakelijk wordt. Om deze scheeve borsten en de daaraan verbonden extra bewerking te voorkomen, willen sommigen bij de benedenpaneelen dezer glazen deuren geen vaste schaven aan de regels bewerkt hebben, maar hier van losse- of insteeklijsten gebruik maken.

De glazen-deuren hebben in de eerste plaats eene uitgebreide toepassing als zoogenaamde *tochtpuien*. Hieronder verstaat men de deur met omtimmering die zeer veel op eenigen afstand binnen de buitendeur wordt geplaatst, om het inwendige van het gebouw tegen tocht en het invallen van de koude lucht, bij het openen der buitendeur te vrijwaren. Zij zijn bijzonder geschikt om vestibules, doorgaande trapopeningen enz. waar dikwijls veel gevaar voor tocht bestaat, af te sluiten, en hierdoor zoowel daar als in het geheele gebouw, het ontstaan van tocht tegen te werken.

Heeft de gang, waarin de tochtpui moet geplaatst worden, meerdere breedte en hoogte dan met de deur wordt afgesloten, dan wordt ook dit gedeelte met soortgelijk glas en traliewerk afgesloten, wat tot zeer schoone combinatien aanleiding kan geven. Hiervoor voorbeelden op te geven zou ons te veel afleiden.

Zeer veel worden genoemde glazen deuren ook aangewend als achter-buitendeuren. Men kan dit verkiezen om het meer vroolijke en sierlijke van den gang zelven, om het schoone gezicht, dat daardoor naar buiten kan ontstaan, en ook om meer gelegenheid te verkrijgen den gang te verlichten.

DEUREN VOOR GROOTE OPENINGEN. HANG-, SPOOR- EN ROLDEUREN.

§ 57. Bij het afsluiten van grootere dan de tot dusver behandelde openingen, bij stal- of koetshuisdeuren, het afsluiten van poortopeningen, of bijaldien men groote deuren wenscht, tot het scheiden van twee naast elkander liggende vertrekken, zijn verschillende andere constructien gebruikelijk.

Ook hier kunnen de deuren als opgeklampte-, spiegel- of paneeldeuren bewerkt worden, hoewel de beide eerstgenoemde bewerkingen hier alleen in eerstgenoemde gevallen worden toegepast, en dan veelal met kraalnaden en schoren bewerkt, zooals ook vroeger reeds is opgegeven. Voor het afscheiden van woonvertrekken kan men aannemen, dat uitsluitend van paneelwerk gebruik wordt gemaakt.

Zooals reeds in het eerst bij het bespreken der deuren is gezegd, worden zij draaibaar in de kozijnen afgehangen, terwijl later is gebleken dat zij, of uit ééne breedte bestaan, en aan één der kozijnstijlen hangen, of uit twéé breedten, en dan voor elken vleugel aan één der stijlen moeten zijn afgehangen, om in het midden den aanslag tegen elkander te verkrijgen. Bij de deuren, die genoemde groote openingen afsluiten, is dit echter niet altijd het geval. Somtijds brengt men wel twee hoofdvleugels aan, waarvan ieder aan een der stijlen is afgehangen, maar verdeelt die hoofdvleugels weer in twee of meer gedeelten,

waarbij het eene deel aan het andere wordt afgehangen, zoodat die deelen bij het opendraaien op- of tegen elkander kunnen geslagen worden, zooals dat bij de blindings der lichtramen plaats heeft, en hierna zal worden opgehelderd.

De bewerking van elk dezer vleugels komt geheel overeen met die voor elk der vroeger opgegevene deuren. Het is duidelijk, dat het hier vooral op de scharnieren en hengen aankomt, en deze vooral voor de verbinding van den laatsten vleugel aan het deurkozijn of den muur, op zeer soliede wijze moet worden vervaardigd. Hebben deze deuren eene groote breedte met betrekking tot de hoogte, zooals veelal het geval is, dan kan men ze gedurende de beweging ondersteunen door ijzeren raderen, die over op den grond aangebrachte ijzeren sporen loopen.

Voor het dagelijks uit- en ingaan is niet altijd het openen van eene der geheele deuren noodig. Bestaat elke deur uit verschillende slagen dan kan somtijds zeer geschikt een der aan de middennaald grenzende slagen daarvoor dienen. Het daaraan grenzende deel moet dan onder en boven door grendels worden vastgezet, om bij het draaien van den daaraan hangenden vleugel voldoende stevigheid te hebben. Bestaat de deur uit twee vleugels, dan dient in een dier vleugels eene kleine deur te worden gemaakt, die afzonderlijk in de deur afgehangen, op zich zelf kan gebruikt worden, maar ook, in de hoofddeur vastgezet, ongehinderd met den vollen vleugel kan worden bewogen.

Tot afsluiting van groote openingen binnenshuis, wordt nagenoeg uitsluitend gebruik gemaakt van paneeldeuren, slechts in enkele gevallen wanneer aan de eene zijde meer eenvoudige vertrekken blijven bestaan, zal men opgeklampt schotwerk toepassen. Worden door het schotwerk twee woonvertrekken of localen gescheiden, en is het noodig, dat deze localen door het geheel opruimen van het schotwerk tot één zaal kunnen worden teruggebracht, dan is het blijkbaar noodzakelijk, dat het zoodanig moet worden ingericht, dat het gemakkelijk kan worden opgeruimd en herplaatst.

Het behoort niet tot ons onderwerp om daarover verder te spreken, en het zal ook geen bezwaar opleveren voor dat doel eene goede constructie aan te geven. Behoeft de opruiming niet over de geheele breedte te geschieden, dan kan men in de eerste plaats de opening in het midden en ter breedte van nagenoeg de helft der kamers nemen; wordt dan de opening afgesloten met eene dubbele deur, waarvan de vleugels dus naar de beide zijden opendraaien, dan staan deze deuren tegen de penanten, die aan weerszijden der opening bestaan blijven. Wordt de opening grooter verlangd, dan kan men weder zijn toevlucht nemen om de deuren uit meerdere slagen of vleugels samen te stellen, welke tegen elkander vallende, met een smaller penant in geopenden stand kunnen geplaatst worden.

Zoo immer mogelijk dan brengt men tusschen twee vertrekken liever *schuifdeuren* aan, die in- of tusschen de penanten kunnen terug geschoven worden. Ook de samenstelling dezer deuren, 't zij deze al of niet als glazendeuren worden bewerkt, komt geheel overeen met de vroegere opgaven. De bewegingswerken dezer deuren worden echter verschillend toegepast en hiervan zullen wij de voornaamste constructien nader behandelen, waarbij tevens de wijze van omtimmering enz. zal ter sprake komen.

De schuif- soms ook rol- of spoordeuren genoemd, aangewend om twee vertrekken — vertrekken en suite — van elkander te scheiden, bestaande uit twee vleugels, die naar weerszijden kunnen terug geschoven worden, worden veeltijds ook *porte-brisée* genoemd, hoewel men hierdoor meer een deur met verdeelde vleugels — gebroken deur — moet verstaan. Fig. 163 geeft gedeelten van den plattegrond van een dubbele schuifdeur als boven is besproken, waarbij is aangenomen, dat aan de eene zijde tegen de vaste zijstukken kasten zullen worden afgetimmerd, terwijl fig. 169 daarvan een dwarsdoorsnede voorstelt over het bovenste en onderste gedeelte der deur. De beide deuren *aa*, hier in gesloten stand voorgesteld, zullen ter volle breedte in de vaste zijstukken kunnen teruggeschoven worden zoodat de ruimte tusschen deze penanten geheel is geopend en de beide deuren tusschen de opgaande betimmering zijn opgesloten. Die betimmeringen kunnen, zoowel als het in verband daarmede boven de deur doorloopende, mede uit paneelwerk bestaan, of ook uit regelwerk waarop het linnen en behangpapier kan worden bevestigd. Moet boven deze deuren een opgaande muur worden gesteld, zoo kan men, even als in ons voorbeeld, een der zijwanden uit een muur doen bestaan, waarbij boven de deuren een voldoend latei of knipschoor kan worden aangebracht of ontlastingsboog kan worden geslagen.

In gesloten stand moeten de deuren de opening tusschen de zijwanden zooveel mogelijk afsluiten, terwijl de ruimte tusschen de wanden ook voldoende moet zijn om de buitenste of breedste betimmering der deuren vrij te kunnen doorschuiven. Ook in geopenden stand der deuren, dat is, wanneer zij in de

kasten zijn teruggeschoven, dienen die openingen om een goed aanzien te geven, afgesloten te wezen. Voor een en ander kunnen zeer verschillende betimmeringen worden toegepast. De fig. 163, 164 en 166 geven daarvoor in plattegrond drie verschillende constructien aan.

Bij de middensluiting in fig. 163, zie bij *b*, is in stippellijnen aangegeven hoe de naalden dezer deuren, wanneer zij in de kasten zijn teruggeschoven, de vooropeningen der kasten afsluiten. De sluiting in gesloten stand is verkregen, door het aanbrengen van losse lijsten op den deurstijl, die zoo juist mogelijk de opening vullen zonder het verfwerk bij de beweging te schaven of te beschadigen. In fig. 164 zijn tegen de voorzijden van de kantstukken, die de kasten vormen, afzonderlijke stukken aangebracht, terwijl evenzoo aan weerszijden op den deurstijl eene lijst is geplaatst, een en ander zoodanig geprofileerd en aangebracht, dat daardoor in gesloten stand eene voldoende sluiting plaats heeft, zooals de teekening aangeeft. Bij deze bewerking is het noodig, dat de belegstukken, die tegen de voorkanten der kantstukken of stijlen zijn aangebracht gemakkelijk kunnen weggenomen worden zonder het verfwerk meer dan hoogst noodzakelijk is te beschadigen. Telkens wanneer de deuren, hetzij door het trekken van het hout of om andere redenen in de goede beweging worden gehinderd, zal het voor het verbeteren noodig zijn de deuren los te maken, en dus deze latten weg te nemen. Bij de constructien in de fig. 163 en 164 voorgesteld, neemt men de opening aan het vooreinde, niet grooter dan hoogst noodzakelijk is, voor eene vrije beweging, terwijl men die naar binnen vergroot.

Ook bij eene bewerking, zooals in fig. 164 is voorgesteld, neemt men veelal een stuk hout, op de wijze als in fig. 166 is aangegeven, waarbij de daar gebruikte zwaluwstaartvormige verbinding in den regel niet wordt aangewend. Door de lijsten uit één stuk te nemen, waarbij de deurstijl een paar centimeter ter volle zwaarte wordt ingelaten, zal deze omsloten regel het trekken van den deurstijl tegengaan en bestaat er gelegenheid de bevestiging aan de deur aan de achterzijde, dus buiten het gezicht met eenige houtschroeven te bewerken. Niet zelden zullen, door het trekken der deuren, deze lijsten iets moeten worden bijgewerkt, en dit zal dan gemakkelijk zonder beschadiging der andere deelen kunnen plaats hebben.

In fig. 166 is het sluitstuk van voren gelijk gewerkt met de voorkanten der kantstijlen. Dit verdient geene aanbeveling. Door de werking van het hout of eene kleine verandering in de midden-stuiting zal het sluitstuk daarmede al schielijk niet meer overeenkomen. Beter is het, dat sluitstuk aan beide zijden van de deur iets voorbij de kantstukken te laten loopen, zooals aan de bovenzijde met een gestippeld boogje is aangegeven. Hierdoor zullen kleine veranderingen niet zoo schielijk in 't oog vallen.

In plaats der genoemde sluitingen in teruggeschoven stand der deuren, kan men ook die, voorgesteld door de fig. 170 en 171 gebruiken. Zooals de teekeningen voldoende zullen aangeven, zijn de naalden der deuren hier bewegelijk en sluit elke naald, de opening voor het doorlaten der deur noodig, geheel af.

Bij smalle betimmeringen, zooals bij 164 en 166 waar de breedte der betimmering geen aanleiding geeft voor eene kantbetimmering in den dag der opening, maar waar het plat dezer stukken of stijlen in de richting der deuren moet gesteld worden, bestaat veel bezwaar voor het trekken dezer stijlen. Hebben de deuren daarbij eene aanzienlijke hoogte dan wordt dit gevaar nog vermeerderd, omdat er niet eerder eene koppeling kan plaats hebben, dan boven de deuren daar zij onder deze verbinding moeten kunnen passeeren. Dat trekken der stijlen geeft licht aanleiding, dat de sluiting der deuren of de daarop aangebrachte lijsten, tusschen deze stijlen, vooral in gesloten stand te veel zal verloren gaan of zal klemmen. Hierom moet men in die gevallen deze kantstukken niet te dun nemen.

In den regel bestaat het onderste gedeelte, ter hoogte van 0.5 à 0.7 M. boven den vloer, in verband met de overige betimmering, uit in paneel gewerkte lambriseering, terwijl het verdere gedeelte, behalve de omtimmering der opening, voor behangwerk wordt in orde gebracht.

De constructie der beweging moet zoodanig zijn, dat de deuren zich in de eerste plaats gemakkelijk doen openen en sluiten, en ten anderen aan niet veel reparatie onderhevig zijn, en vooral die reperatiën het afbreken der betimmering niet, of zoo weinig mogelijk, noodzakelijk maken. Een zeer eenvoudige wijze van bewerking, die in enkele gevallen ook wordt toegepast, en hare voorstanders vindt, is wel de zoogenaamde slede beweging. Hierbij wordt eenvoudig een sleuf in den vloer gewerkt en daarin een ijzeren roede of ⊥ ijzer gelegd, die van den eenen tot den anderen zijmuur doorloopt. De deuren worden van onderen van een bekleede gleuf voorzien, waarmede zij over het opstaande ijzer glijden, en waardoor zij tevens voor afglijden worden beveiligd. Om de vlakken van aanraking zoo klein mogelijk te doen zijn, en dus de wrijving te verminderen, wordt daarbij ook wel in de nabijheid van de buitenhoeken der deur

afzonderlijke verharde of stalen stukken, *sledestukken*, aangebracht, zoodat de deur alleen op die beide stukken steunende, over de roede glijdt.

Nagenoeg altijd echter worden er in plaats van deze sledestukken wielen of rollen aangewend.

Hiervoor zijn verschillende constructiën, althans voor de rollen welke om een vasten spil bewegen, hoewel deze door eene betere constructie als 't ware op zijde zijn gezet. Men zal in de eerste plaats moeten zorgen, dat de rollen zooveel mogelijk onzichtbaar zijn, en dat ze of buiten — of onder de deur, maar dan zoo na mogelijk bij de hoeken komen; hoe verder de rollen van elkander verwijderd zijn, hoe meer de deur tegen schranken of overzetten beveiligd is. Vooral bij smalle hooge deuren, waarbij daartegen geen andere voorzorgen zijn genomen, mag dit wel bedacht worden.

Bij de buitenhoeken der deuren, die altijd achter de schotwerken blijven, kan men het rolletje naast de deur plaatsen, zie bijv. de fig. 168, waar eene rolbevestiging is voorgesteld voor eene zware deur. Het is duidelijk, dat bij soortgelijke constructie aan de hier besproken deuren, dat beslag eenvoudiger en lichter kan en behoort te zijn. Om de beugels uit het gezicht te houden, kan men ze zoodanig inrichten, dat zij van achteren en van onderen tegen de deuren kunnen geschroefd worden. Verder is het gemakkelijk in te zien, dat er een sleuf in den stijl kan worden gemaakt, waarin het wieltje vrij kan bewegen, terwijl de as van het wiel in beslagwerk kan draaien, dat aan weerszijden op de deur is bevestigd of mede is ingelaten. Daar de deuren ook in gesloten stand altijd nog iets binnen de zijbekleeding moet blijven, zullen de achterraderen steeds achter het schotwerk blijven; zij zijn dus in de eerste plaats onzichtbaar en ten anderen doen zij de steunpunten verder van elkander verwijderen, dan wanneer zij onder de deuren waren geplaatst. Aan de voorzijde der deuren zou deze constructie echter niet kunnen gevolgd worden; het is aldaar noodzakelijk, dat de rollen onder de deuren blijven.

Zooals echter reeds is gezegd, worden deze rollen weinig meer gebruikt; men heeft daarvoor betere en meer doelmatige constructien in toepassing gebracht. Ook daarbij wordt de deur op twee daaronder aangebrachte wielen bewogen; die wielen bewegen zich echter niet om een vasten spil of as, maar de spil kan zich, zie fig. 167, gedurende het verschuiven der deuren, mede verplaatsen, waardoor de wrijving zeer veel vermindert. De ingelaten rolsloten, die van buiten onzichtbaar blijven, hebben in de beide zijwanden, een langwerpige opening, waarin de as der spil zich gedurende de beweging van de eene naar de andere zijde kan verplaatsen. Het is duidelijk, dat bij deze constructie moet gezorgd worden, dat bij het plaatsen der deuren de beide wielen onder dezelfde deur aan denzelfden kant in het slot moeten zijn, en wel zoo, dat zij in geopenden stand der deuren aan de voorzijde staan, om bij het dichtschuiven der deuren naar de andere zijde over te gaan. In ons figuur staat de as in het midden der opening.

In plaats van de door de figuren voorgestelde sleuf in den vloer, waarin het ⊥-ijzer bevestigd is, kan men ook eenvoudig op den vloer een ijzeren looper bevestigen, en daarover de rollen laten loopen, wat voor het gezicht en gebruik misschien nog de verkieslijkste bewerking is. De kleeden, waarmede deze kamers veelal belegd zijn, kunnen dan tot die ijzeren roede doorloopen.

Bij al de genoemde bewerkingen wordt de deur van onderen op hare plaats gehouden door de uitholling van sledestukken en rollen, die om de sporen vallen. Van boven loopt zij daarbij veelal alleen 1 à 2 c.M. diepte in een sponning, die door de omtimmering van het lijstwerk, gevormd kan worden. Heeft men dubbele deuren, dan mag geen van beide het midden der opening voorbij kunnen geschoven worden. Men brengt daarvoor veelal in de bovensponning een als ⌐ omgezet ijzertje aan, waarvan de eene zijde met houtschroeven is gevast, zoodat de andere zijde naar beneden staat en het verder doorschuiven belet. Is zoodanige klik, zonder dat hij hinder geeft, ook beneden aan te brengen, dan is dit wenschelijk. Die klikken moeten kunnen worden weggenomen, opdat de deuren uit de zijstukken geschoven en uitgenomen kunnen worden. Om het herstellen van kleine gebreken aan de rol- of sledebeweging gemakkelijker te kunnen uitvoeren zorgt men, dat de deur iets kan worden opgezet, en van den leider kan worden geplaatst, waartoe de sponning, waarin de deur zich van boven beweegt, althans in het midden ter breedte van een der deuren, de noodige diepte moet hebben. Voor het uitnemen der deuren kan men ook de slag- of bekleedlijsten, waardoor de bovensponning wordt gevormd, althans aan de eene zijde, zóó inrichten, dat zij gemakkelijk en zonder veel beschadiging der omtimmering kan worden weggenomen en geplaatst. Dit laatste is misschien wel het beste, daar men dan ook de bovendorpels der deuren van rolsloten kan voorzien, waardoor eene gemakkelijke beweging wordt bevorderd; de soort die men hiervoor gebruikt is echter veel kleiner dan die zich in de onderdorpels bevinden. Die lijst kan natuurlijk ook eerst na het plaatsen der deuren worden aangebracht.

Veeltijds brengt men de rolbeweging ook wel boven de deuren aan, zoodat zij daaraan hangen. De fig. 166 en 169 geven hiervan een paar voorstellingen. Op bepaalde afstanden, zie fig. 166 bijv. van 50 à 60 c.M. is een omgebogen ijzer *a* aan een kantbalk of zwaar belegstuk of andere betimmering bevestigd; hieraan is met klink- of schroefboutjes de doorgaande leider of looper *b* verbonden. Aan de beide bovenhoeken van de deur zijn door tusschenkomst van de platte ijzeren staven *c*, waaraan hiervoor de vereischte vorm is gegeven, de aangegevene rollen geplaatst, die bij de beweging over de sporen loopen. De constructie in fig. 169 zal na deze beschrijving voldoende begrepen worden, alleen is hier in plaats van genoemde *a* een doorgaand verdikstuk tegen de bovenribbe aangebracht, waaraan de looper is bevestigd. Een andere constructie voor deze beweging geeft fig. 177. Hierbij is boven de deuren een regel of balk aanwezig, waarop een rond ijzertje is bevestigd, dat tot spoor dient, voor de daarover loopende wielen, waardoor de deuren worden gedragen. De gebogen ijzers waarin het wiel loopt, zijn op nader op te geven wijze aan de deur bevestigd. Bij deze hangende deuren, moeten zij zich van onderen vrij kunnen bewegen, maar tevens geleid worden. Zij zullen zich ter volle zwaarte bijv. 1 c.M. diep in een sponning in den vloer kunnen bewegen; in den regel echter laat men ook in dit geval de deur boven den vloer eindigen. Alsdan kan onder in den deur een ijzeren staafje worden bevestigd, dat bijv. 1 c.M. beneden de deur komende zich in een sleufje in den vloer beweegt; of wel een verhooging op den vloer en sleuf in de deur zou aan hetzelfde doel kunnen beantwoorden. Die verhooging zou ook kunnen bestaan uit een regeltje ter dikte van den deurdorpel, terwijl een aan weerszijden van den dorpel aan de deur aangebracht plint, die tot tegen dit dorpeltje beneden de deur doorloopt, de noodige sponning om dat dorpeltje vormde. In het algemeen wil men hier echter liever een sleuf of verdieping in den vloer, dan een verhooging door een dorpel op den vloer aangebracht hebben.

De opgegeven wijzen van ophangen zijn natuurlijk voor verschillende veranderingen vatbaar. De wijze van omtimmering, vooral ook met betrekking tot de meerdere of mindere breedte, die aan de penanten of omtimmering kan of zal worden gegeven, komt daarbij veelal in aanmerking. Men dient te zorgen, dat de deuren kunnen uitgenomen worden, om voorkomende gebreken te herstellen, die bij soortgelijk werk natuurlijk allicht kunnen ontstaan. Bij fig. 169 geeft de breede betimmering gelegenheid om, nadat de deur geheel uit de zijstukken is geschoven, iets op te lichten, en van onderen uit te halen, in de richting zooals dit door de gestippelde lijnen is aangegeven. Bestaat die ruimte niet, zooals bij fig. 166, dan zou men, zooals daar is voorgesteld, de staande beugel *c* met een scharnier kunnen bewerken, waardoor ook, volgens de vorige behandeling, de deuren kunnen uitgenomen worden.

Meer aanbeveling zal echter verdienen eene constructie als fig. 177, waarbij de beugels tegen den kant der deurstijlen zijn vastgeschroefd. Het wieltje aan de voorzijde der deur moet echter boven de deur blijven, opdat de beide voorste wielen, ook in gesloten stand der deuren, vrij van elkander blijven. Hiervoor is het noodzakelijk, dat de beugel, zoover noodig boven de deur van een bocht wordt voorzien, terwijl verder het ijzer een halven slag moet worden omgezet, om zoowel met de plattte zijde tegen de deur te sluiten, als om het wiel te vallen. Vergelijk het gedeelte lengte doorsnede in fig. 173 gegeven. Het is duidelijk, dat al het gaande werk zuiver moet worden gesteld, opdat alles goed loopt en zoo mogelijk sluit. Hiervoor zoowel als om daaraan later iets te verbeteren, heeft ook de laatste constructie veel voor. De beugels zijn hier tegen de stijlen bevestigd door moerboutjes, terwijl onder de beugels een afzonderlijk ijzeren plaatje met houtschroeven in den stijl is ingelaten. In de beugels en onderplaten zijn, tot doorlaten der moerboutjes langwerpige gaten aanwezig, zoodat zij hooger en lager kunnen geplaatst worden, terwijl de op de stiften geplaatste moeren, de beugels voldoende klemmen om de deuren te dragen. Schuift men nu deuren ter volle breedte in de opening, dan kan men op eenvoudige wijze zoowel de deuren uitnemen, als hooger of lager ophangen. Aan het vooreinde der deur kan de beugelbevestiging mede tegen den deurstijl plaats hebben, de ruimten voor de moeren enz. noodig, moeten dan uit de naalden worden gehakt, en deze zoodanig worden bevestigd, dat zij met zoo weinig mogelijke beschadiging van het geheel kunnen worden weggenomen en aangebracht.

Hoewel de beweging der rol- of schuifdeuren, bij het aanbrengen van rollen beneden of boven de deuren, op voorschreven wijzen uitgevoerd, beide zeer voldoende en gemakkelijk in de behandeling kunnen zijn, wordt toch aan eerstgenoemde beweging door de meesten de voorkeur gegeven. Bij hangende deuren blijft het veelal lastig, voorkomende gebreken in de rolbeweging te herstellen. Om hier voldoende bij te kunnen komen, zal soms een gedeelte der betimmering moeten weggebroken worden, en dit is vooral een

groot bezwaar voor de net betimmerde en afgeverfde werken, waarin deze deuren in den regel hare plaats verkrijgen. Wel wordt hierbij somtijds voorgesteld, om de betimmering zoodanig in te richten, dat sommige deelen zonder bezwaar of beschadiging kunnen worden weggenomen, ja zelfs om ze door scharnieren bij wijze van kleppen te laten draaien, maar toch, de bezwaren zullen daardoor niet geheel verdwijnen.

Deze dubbele deuren geven door hare grootte eene geschikte gelegenheid tot eene sierlijke paneelindeeling en rijke bewerking, ook wat de omtimmering aangaat. De plaats, waar zij in den regel gesteld worden, nam: tot scheiding van een paar der voornaamste kamers in een gebouw, wettigen dit geheel, zoodat men hieronder ook vele schoone betimmeringen aantreft. De houtzwaarte der gewone paneeldeuren is voor de omloopen of vellingen, stijlen en regels, 3, 4 à 5 cM.; in vele gevallen wordt dit op $4^1/_2$ cM. bepaald. Voor de paneelen $2^1/_2$ à 4 cM., in vele gevallen 3 cM. genomen. Voor binnendeuren wordt nagenoeg uitsluitend vurenhout gebruikt, terwijl voor de buitendeuren greenen wordt genomen of ook veeltijds, voor de veilingen greenen en voor de paneelen wagenschot, van welk materiaal ook veelal de opleg — of insteeklijsten voor buitendeuren gemaakt worden.

Hoewel het zeer veel wordt gedaan, schijnt het niet raadzaam de omloopen minder dan $4^1/_2$ cM. dikte geven, daar alsdan het slot dat in den kant van den stijl moet worden ingelaten niet voldoende kan worden bevestigd.

GLASKOZIJNEN VOOR VASTE- OF SCHUIFRAMEN.

§ 58. Het lichtkozijn, of het kozijn waarin de glasramen moeten geplaatst worden, heeft zeer veel overeenkomst met dat der deuren. Ook zij bestaan uit twee stijlen en een boven- en onderdorpel. De bewerking dezer stukken moet zich veeltijds regelen naar de verschillende constructiën van de ramen, die daarin zullen geplaatst worden. Hiernaar kunnen zij verdeeld worden, in die met vaste ramen; die met schuivende onder- en vast bovenraam of omgekeerd; die met draaiende ramen, 't zij ter geheele hoogte of alleen voor de benedenramen, terwijl ook alleen het bovenraam, maar dan veelal om eene horizontale as, draaibaar wordt aangebracht.

In de meest voorkomende gevallen wordt gebruikt gemaakt van een kozijn met schuiframen; vooral daar men hiermede het best tochtvrije en waterdichte afsluitingen kan verkrijgen, die tevens eene geschikte gelegenheid voor ventilatie, of althans het openen der ramen aanbieden.

De kozijnen, die in dit geval nagenoeg altijd op zekere hoogte boven den grond in het muurwerk moeten gesteld worden, hebben, zooals gezegd is, veel overeenkomst met die der buitendeuren, waarbij dan geen middenhalf aanwezig is. 't Verschil tusschen deze beiden bestaat in de bewerking der stijlen, om daarin de ramen te kunnen plaatsen en bewegen, en in de constructie der onderdorpels. Fig. 174 stelt de helft van een dusdanig glaskozijn voor, waarbij de daarbij gevoegde en afzonderlijk geteekende stukken, de verschillende bewerkingen verder toelichten. De hoekverbindingen komen nagenoeg geheel overeen met die der vroeger besprokene deurverbindingen; alleen de sponning in de stijlen en het hoofd, die hier iets anders moet worden aangebracht dan bij de deuren, brengen hierin eenige wijzigingen. Uit de afzonderlijk geteekende hoekverbindingen voor stijlen en bovenhoofd, fig. 213, zal dit, in verband met de in fig. 174 gegevene afzonderlijke stukken, wel voldoende kunnen begrepen worden.

De onderdorpel dient voldoende breedte te hebben om buiten het muurwerk te kunnen afwateren, waarvoor veelal 5 à 7 cM. wordt genomen.

Wij hebben bij de deurkozijnen gezien, dat de voorvlakken van het kozijn eenige centimeters achter de voorzijde van het muurwerk komen, wat evenzoo met de glaskozijnen het geval is. De dorpel dient dus zooveel meerderde breedte dan de stijlen te verkrijgen, als de voorsprong der muur — de kantelaaf — plus het overstek, dat nog buiten den muur gewenscht wordt; dit laatste is veelal 5 à 7 cM. — Zie fig. 188.

Het raam bestaat uit een onder- en bovengedeelte. Het onderraam wordt veelal met de achterzijde van het kozijn gelijk geplaatst, zoodat de daarvoor noodige sponning, ter diepte van 1,5 à 2 c.M. en ter breedte van de dikte van het raamhout, in de stijlen moeten geschaafd worden, zie bijv. fig. 188. In sommige streken is het meer gebruikelijk eene constructie als fig. 189 te volgen. Hierbij is aan de sponning in de stijlen zooveel meerdere breedte gegeven, dat een smal latje, van bijv. $1^1/_2$ c.M. breedte, tegen den kant van het belegstuk kan worden gespijkerd. Door eene kraal, die aan de voorzijde van het latje is

geschaafd en met de eene zijde in de samenkomst van kantlat en belegstuk eindigt, is deze naad onzichtbaar gemaakt. Hierdoor verkrijgt men eene geschikte gelegenheid om, bijaldien het raam iets is getrokken, het belegstuk en de kantlat weg te nemen en die kantlat aan de binnenzijde zoo noodig iets af te schaven, om het geheel op nieuw schuifbaar te maken. Voor het plaatsen van het bovenraam moet de sponning zooveel verbreed worden, dat dit in de sponning geplaatst, met den onderregel *a*, zie fig. 190, vóór den bovenregel *b* van het onderraam komt; terwijl die verbreeding nog moet vermeerderd worden met de ruimte, welke tusschen deze dorpels moet bestaan blijven, tot het plaatsen van de windveeren, ook wel tochtlatten genoemd. Voor deze windveeren gebruikt men veelal twee constructiën, nam: die, welke hier is opgegeven en waarvan het onderste latje aan het boven- en het bovenste latje aan het onderraam is bevestigd, en die welke fig. 191 aangeeft. Bij laatstgenoemde bewerking vallen de onder- en bovenveeren in gesloten stand der ramen, als haken in elkander; hierdoor zullen zij het hinderlijke rammelen der ramen, wat bij uitdrogen van hout en sterken winddruk licht plaats heeft tegenwerken; maar geven ook gelegenheid, dat er zich bij opgeschoven stand van het onderraam, op de beneden veer, vliegen en stof doet vergaren, wat goede sluiting zal beletten. In het bovenhoofd wordt, zooals uit de teekeningen blijkt, een groef geschaafd, waarin het bovenraam van boven wordt opgesloten.

In den regel wordt het onderraam schuivende bewerkt; de sponning in de stijlen loopt, zooals wij gezien hebben, in verband met die voor het bovenraam tot boven door, zoodat daardoor gelegenheid bestaat het raam op te schuiven.

Om dit opschuiven gemakkelijk te maken, worden er tegenwichten aangebracht, die in de daarvoor in de kozijnen aangebrachte kokergaten worden afgehangen, en door touwen over katrollen loopende, met het raam verbonden zijn.

De fig. 175, 176, 186, 187, 188, 189 en 196 geven een paar doorsneden van kozijnstijlen. In enkele gevallen gebruikt men kozijnstijlen zonder steensponning of kokergat. Soortgelijke bewerking kan alleen in de eenvoudigste gevallen worden toegepast, terwijl ook dan nog eene steensponning boven de hier aangebrachte kalklat alle aanbeveling verdient. Fig. 175 geeft in doorsnede eene stijlbewerking, zooals die meestal ongev. gebruikelijk is. De stijl is hier voorzien van eene steensponning *a*; de diepte en breedte dezer steensponningen kunnen zeer verschillend zijn. Wanneer is vastgesteld, hoeveel muurwerken vóór het kozijn zal komen, derhalve hoe groot de versnijding of kantelaaf zal zijn, veelal 5 à 7 c.M., dan wordt de diepte der sponning daarnaar gerekend en wel zoodanig bepaald, dat hierbij zoo weinig mogelijk steenverhakking behoeft plaats te hebben. In den regel zal hier een steen in de breedte voorkomen. — De breedte, die de sponning moet verkrijgen, hangt blijkbaar af, van de breedte, die men van het kozijn in het gezicht wenscht te houden. Veelal kan men rekenen, dat hiervoor 6 à 7 c.M. wordt bepaald; vroeger was het gebruikelijk hieraan meerdere dikte te geven, terwijl men dit thans wel tot enkele centimeters ziet verminderen.

Verder is hier aangebracht een kokergat *b*; dat kokergat wordt van achteren, of in de binnenzijde van den stijl geschaafd en gehakt, en komt dus tegenover het onderraam, waarvoor de sponning *b* is aangebracht. Zooals later nader zal blijken, en uit fig. 189 en andere kan worden opgemerkt, wordt aan de binnenzijde op het kozijn een meer of minder samengesteld belegstuk of lijstwerk aangebracht, waardoor het kokergat is afgesloten, terwijl het belegstuk tevens, tot tegenover den dag van het kozijn doorloopende, het raam in de sponning opsluit.

De tegenwichten, waarvan aan weerszijden van het raam één wordt afgehangen, dienen ieder eene zwaarte te hebben van ongeveer het halve gewicht van het raam. Vroeger gebruikte men voor deze gewichten in den regel lood, thans gegoten ijzer. Bij zware ramen kan men tot het verkrijgen van de noodige zwaarte vrij groote stukken ijzer noodig hebben, wanneer de ramen voorzien zijn van spiegelglas is men genoodzaakt looden gewichten te gebruiken, eene groote kan veelal niet worden gegeven, omdat dit het voldoende opschuiven van het raam zou beletten, zoodat men hierop bij het bepalen van de grootte der kokergaten moet letten. Eene grootte zooals in ons figuur is voorgesteld, waar eene breedte van $4^1/_2$ c.M. is aangenomen, is in den regel voldoende. Bij kozijnhout van 12 c.M. breedte kunnen dan dammen van $2^1/_2$ en 3 c.M. naast de kokergaten blijven om het beleg te bevestigen. De diepte van het gat moet altijd wat meer zijn dan de breedte van het raamhout, het ijzer hiermede gelijk in dikte nemende hangt het aan de binnenzijde vrij. Bij het belegstuk kan dit vrijhangen worden verkregen door tegenover het kokergat iets uit het beleg te schaven. Op deze wijze het gat aan beide zijden verbreedende, kan aan het gewicht meerdere breedte worden gegeven.

Het tegenwicht wordt met een touw, *raamkoord*, aan het raam verbonden; dit raamkoord wordt, op zijde in het raamhout bevestigd, door het einde met een wigje in eene daarvoor gemaakte opening vast te klemmen. Het koord loopt verder over een katrolletje *a*, zie de doorsnede van het kozijn in fig. 174, naar het kokergat, en is aldaar aan het tegenwicht verbonden. De hoogte, waarop het katrolletje moet worden aangebracht, de plaats waar het einde van het touw in het raam moet worden verbonden, en de lengte, die aan het koord moet worden gegeven, moet blijkbaar worden geregeld naar de lengte van het raam, het kozijn, het tegenwicht enz. In den regel eindigt het kokergat op 10 à 15 c.M. boven den onderdorpel, hierdoor behoudt men beter gelegenheid tot het aanbrengen van de pen en ook voor het bevestigen van de belegstukken; terwijl de constructie van het tegenwicht veelal zoodanig wordt bepaald, dat het raam in opgeschoven stand, ongev. 10 c.M. beneden het bovenhoofd van het kozijn blijft. Hoe hooger men, bij overigens dezelfde omstandigheden, het katrolletje in den stijl plaatst, hoe hooger men natuurlijk ook het koord aan het raam kan vastzetten. Voor zoover het katrolletje echter boven het onderraam komt zal het koord, bij gesloten stand van het raam, aan de binnenzijde zichtbaar blijven, terwijl bij eene lage bevestiging aan het raam, dit koord zich over een grooter deel tusschen het raam en de sponning moet bevinden en bewegen, waarvoor de noodige gleuf in het raamhout moet gemaakt worden.

De gewichtsponning moet blijkbaar tot de hoogte van de bovenzijde van het katrol doorloopen om het daarover loopende koord op te nemen. Voor het plaatsen van het katrol wordt, zie fig. 186, de noodige opening in de sponning gehakt, juist tegen of boven het midden van het raam, welke opening tot in het kokergat moet doorgaan. In die uitgehakte opening moet het katrolletje worden geplaatst, en wel zóódanig, dat het koord aan de eene zijde langs het vlak der sponning en aan de andere zijde boven het midden van het kokergat komt. Om nu het spilletje van het katrolletje te kunnen plaatsen laat men tegenover het rolletje hout staan, zooals genoemd figuur dat aangeeft. Hierdoor krijgt de spil van het katrol voldoenden steun.

Zooals reeds bij de vorige figuur is opgemerkt, kan het zeer licht gebeuren, dat het vrij moeielijk is om de kokergaten voldoende grootte te geven ter verkrijging van de noodige ruimte tot het aanbrengen van tegenwichten van voldoende zwaarte, zonder dat hare lengte hinderlijk wordt. Ook kan het bij het gebruik van smaller kozijnhout onmogelijk zijn, aan beide zijden van het kokergat dammen te laten staan. In die gevallen kan men het kokergat in den achterhoek van het kozijn aanbrengen, terwijl door een afzonderlijk aangebrachte verzwaringsplank de buitenwand van het kokergat wordt gevormd. In sommige gevallen, al naar de betimmering van het kozijn is ingericht, zou het geen bezwaar zijn, om dit verdikstuk weg te laten; de eene zijde van het kokergat zou dan door den muur worden gevormd, wien daarvoor een harde en gladde oppervlakte kan worden gegeven, door eene beraping met portland-cement of iets dergelijks.

Moet het bovenraam op dezelfde wijze schuifbaar worden gemaakt, dan wordt daarvoor somtijds de noodige sponning naar beneden in het kozijn aangebracht, waarin het raam kan worden neergelaten, zooals dit in den stijl *b* fig. 174, is aangegeven. Hier is aangenomen, dat tusschen de sponning van het onderraam en die voor het neerschuiven van het bovenraam, een kleine dam zal staan blijven, waardoor blijkbaar de windveeren tusschen de ramen meerdere dikte moeten bekomen, of veelal alleen een aan het onderraam kan worden bevestigd. Deze dam wordt daarbij niet altijd aangebracht, veeltijds laat men de breede bovensponning daarbij tot de noodige diepte voor het doorschuiven neerloopen. Beter zal het echter zijn deze dam, die zeer dun kan zijn, te behouden. Die sponning, aan de buitenzijde van het onderraam vallende en alzoo buiten zichtbaar, bevorderd echter de sierlijkheid van het geheel niet. Bijaldien men het bovenraam slechts over een gedeelte wenscht neer te schuiven, maakt men niet zelden, de breedt van het onderste gedeelte van het bovenraam, tot zoo hoog als het raam wil kunnen neerschuiven, gelijk met den dag van het kozijn, waardoor boven opgegeven sponning niet meer noodig is. Tot bedekking van de daardoor, in gesloten stand van het raam, ontstane doorgaande naad, kan een kantlijstje worden gesteld.

Zal men bij deze schuifbare bovenramen het tegenwicht tegenover het raam plaatsen, dan zullen hiervoor zeer diepe kokergaten ingehakt moet worden. Om dit te voorkomen, kan men het katrolletje voor het raamkoord in een schuinen stand in het dammetje plaatsen, zie bijv. in fig. 176.

Bij toepassing van een kozijn met een middelstijl, waarbij aan beide zijden schuiframen aanwezig zijn, kan men bij dezen stijl een bewerking volgen als door fig. 187 wordt voorgesteld. Het kokergat is hier in het midden van het kozijn inghakt, terwijl aan weerszijden van dit gat een katrol is geplaatst

zooals het figuur aanduidt. Boven in het tegenwicht is mede een katrol geplaatst. Het tegenwicht hangt hier door het katrol op het touw, dat van het eene naar het andere onderraam doorloopt, waardoor, zooals gemakkelijk is af te leiden, dit een gewicht als tegenwicht voor beide ramen kan dienen.

Omtrent de bovendorpels dezer kozijnen valt niets bijzonders op te merken, zij komen in bewerking overeen met die der deuren. Wat de onderdorpels aangaat, daaromtrent is reeds opgemerkt, dat zij over den muur moeten reiken, zoodat zij somtijds eene vrij aanzienlijke breedte moeten hebben. De fig. 189 en 207 geven bijv. een paar verschillende doorsneden van onderdorpels van glaskozijnen.

Onder deze dorpels worden, op een paar centimeters van het voorvlak verwijderd, groeven — waterhollen — aangebracht, die het afloopende water beletten langs het ondervlak naar den muur te loopen. Het bovenvlak van deze dorpels wordt met eene helling bewerkt om het afloopen van het water te bevorderen, terwijl achter op het bovenvlak een verhoogde rug, of klik blijft staan, om, zooals later zal blijken, de waterdichte sluiting van het raam te bekomen. De onderdorpel, voorgesteld door fig. 189. verschilt in zoo ver van de andere, dat hier ook het ondervlak dezelfde helling heeft als het bovenvlak. Bij deze bewerking, die op sommige plaatsen ook zelfs bij de voornaamste gebouwen gebruikelijk is, rust het kozijn niet met het ondervlak van den dorpel, vlak op het muurwerk, maar worden onder den dorpel een paar schuine stukjes plank *a* vastgespijkerd, waarmede de kozijnen op het vlakke muurwerk staan. Daar bij deze bewerking ook achter op den dorpel veelal geen vaste rug wordt gewerkt, kan men hier blijkbaar volstaan met een plaat van veel minder dikte. Het gedeelte, dat buiten den muur valt, wordt rechthoekig op het muurwerk afgewerkt, en van waterhol voorzien, terwijl de voor- en achterzijden zoodanig worden afgewerkt, dat zij bij de vereischte helling van den dorpel, te lood staan. — De dorpels verkrijgen ook hier eene lengte, dat zij aan beide zijden der stijlen voldoende ooren van 5 à 7 cM. kunnen bekomen. In den regel loopt het voorvlak tot 5 à 6 cM. voorbij het opgaand muurwerk, op welke lengte de dorpel wordt ingezaagd tot het vormen der in den muur te bemetselen ooren, zie fig 188.

Vroeger was het veelal gebruikelijk den onderdorpel uit twee stukken te nemen. Fig. 185 geeft een soortgelijk voorbeeld aan. In sommige streken wordt dit nog wel gevolgd, waarbij de onderdorpel van eikenhout wordt genomen, terwijl dan de onderdorpel van het kozijn, van dezelfde breedte en materiaalsoort als de stijlen bestaat. Ook bij scholen en andere publieke gebouwen, waar van binnen weinig betimmeren noodig is, wendt men de constructie van ons figuur wel aan. Heeft men daarbij bijv. $1^1/_2$ steens muren, dan plaatst men het kozijn wel met gewone versnijding aan de voorzijde, zoodat het ook aan de binnenzijde binnen het vlak van den muur blijft. Alsdan kapt men het muurwerk volgens schuine vlakken af, waardoor betere lichtschepping ontstaat; terwijl die schuinsche vlakken met den binnenmuur van bepleistering worden voorzien, en niet zelden om die schuine vlakken op het plat van den muur een rondgaande geprofileerde lijst wordt getrokken, die op een rondgaande band of buiklijst der plint eindigt. Wil men het kozijn met den binnenkant van het muurwerk gelijk stellen, zooals in genoemd fignur is aangenomen, dan zou men bij de gewone samenstellingen voor den onderdorpel stukken hout van buitengewone afmetingen noodig hebben. In dat geval zou de hier gegevene constructie aanbeveling verdienen. — De onderste dorpel kan dan geschikt van hardsteen worden genomen. — Ook wordt daarvoor wel gegoten ijzer aangewend, zooals in genoemd figuur door een zware lijn is voorgesteld.

Evenals bij vroeger opgegevene schuin liggende onderdorpels worden ook hier platte stukken aangegoten waarop deze dorpels vlak op het muurwerk rusten. Het binnengedeelte wordt, voor zoo ver noodig, met portland-cement vol gegoten, waarbij het ondervlak, dat voor den muur komt, als waterpas vlak wordt bewerkt, en daarin de meer opgegeven waterhol wordt getrokken terwijl overigens de dorpel wordt in- en ondermetseld, opdat alles vlak ondersteund wordt.

VASTE- OF SCHUIFRAMEN.

§ 59. De glasramen — op sommige plaatsen met den naam van binnenramen bestempeld — die in de behandelde kozijnen worden geplaatst, bestaan in den regel uit een onder- en bovenraam. Elk raam bestaat uit stijlen, dorpels en tusschenroeden, op soortgelijke wijze in elkander gewerkt als die der paneeldeuren. De linkerhelft van fig. 206 en de doorsnede in fig. 207 stelt zoodanig raamwerk in het kozijn opgesloten voor, terwijl de verbindingen tevens afzonderlijk zijn aangegeven, in de fig. 179 tot 183, die met het oog op dat, wat daarover reeds vroeger is gezegd, voor een gedeelte zeker geene nadere verklaring zullen

noodig hebben. Daar hier de openingen tusschen het regelwerk niet met houten paneelen, maar met glas moeten gevuld worden, is hier ook geen groef noodig, maar wordt er aan de buitenzijde een sponning vereischt, diep en breed 1.2 à 1.5 bij 0.8 á 1 cM., om daarin het glas door middel van stopverf vast te zetten, terwijl aan de tegenovergestelde zijde het regelwerk van een schaafje wordt voorzien. De fig. 179 en 180 geven twee verschillende hoekbewerkingen aan. Zoowel in fig. 179 als 180 zijn de afzonderlijke stukken *a*, *b* en *c* de staande, en *d*, *e* en *f* de liggende stukken of onderregels van verschillende zijden gezien. Fig. 181 geeft de verbinding van middelstijl en regel, waarbij weer *a*, *b* en *c* de staande en *d*, *e* en *f* de horizontaal loopende regel van verschillende zijden gezien voorstelt. Zie omtrent de hoekverbindingen mede de perspectivische voorstellingen in de figuren 216 en 218. Men tracht de breedte van het buitenregelwerk — de omloop of het ringhout — zoo te nemen, dat zij overal met gelijke breedte in het gezicht komen, behalve de onderdorpel, die veelal van wat meerdere breedte wordt genomen. Verder moet het onder- en bovenraam zoodanig worden bepaald, dat de onderdorpel van het bovenraam iets hooger komt dan de bovendorpel van het onderraam, zooals de fig. 190 en andere ook aangeven. Dit verschil moet in ieder geval zoo groot zijn, dat de sponning voor het inzetten van de glasruiten aan de buitenzijden en het schaafje aan de binnenzijde van den bovenregel van het onderraam, vrij komen. Zooals reeds is opgegeven, wordt er aan den onderdorpel van het benedenraam in den regel meerdere breedte gegeven, niet zelden geeft men daaraan ook meerdere dikte en daardoor een meerder vooruitspringend profiel. Hierdoor verkrijgt men eene meer sierlijke bewerking maar vooral de gelegendheid om voor eene betere waterdichte sluiting op de vensterbanken te zorgen. Hoewel hier, niet alleen aan het voorvlak, maar vooral voor het sluiten op den onderdorpel verschillende bewerkingen kunnen worden toegepast, zijnde meest voorkomende die, welke in doorsnede worden voorgesteld door de fig. 207 en perspectief 219. Deze onderdorpels kunnen in de dikte uit een stuk worden genomen, maar ook kan dit, zonder bezwaar uit twee dikten geschieden, zooals in fig. 201 voor een naar binnen draaiend raam is toegepast. Bij schuiframen moet de meerdere dikte dan de stijlen, dus het gedeelte, dat vóór de sponning komt, voor zoo ver de stijl in de sponning valt, worden weggenomen, zoodat deze voorsprong zich juist in den dag van het kozijn en dus tusschen de stijlen, vrij kan bewegen.

De tusschenroeden, waaraan in den regel dezelfde breedte wordt gegeven als de dikte van het raamhout, en waarvan de kruisverbindingen door fig. 182 en 183 worden aangegeven, komen met korte pennen in het regelwerk, en worden bij de ontmoetingen over elkander gekeept. Dit over elkander werken kan verschillend geschieden, welke constructie men daarvoor moet verkiezen, hangt gedeeltelijk af aan de afmetingen der roeden en de diepte en breedte van schaaf en sponning.

Twee gebruikelijke constructiën worden voorgesteld door de genoemde figuren. Bij de bovenste kruising is het gezicht op de schaven, en dus op de binnenzijde van het raam, de staande regel is daarnaast van de drie verschillende zijden voorgesteld gezien. De benedenste kruising is evenzoo van de buitenzijde van het raam voorgesteld en dus met de glassponning naar voren.

Hiernevens is de horizontaal liggende roede afzonderlijk geteekend. Door de afzonderlijk en van alle zijden gezien geteekende stukken zal de bewerking voldoende kunnen worden nagegaan. De bewerking volgens fig. 182 is de eenvoudigste en meest gebruikelijke. De platte band *a*, die tusschen de beide glassponningen moet staan blijven, loopt bij den staanden regel door; in den liggenden wordt daartoe ter breedte van dezen band en ter halve diepte van de roede eene inkeeping gemaakt. Somtijds maakt men deze inkeeping alleen ter diepte van de glassponning, daar echter slechts dit gedeelte van de staande roede kan doorloopen, wordt deze hierdoor veelal te veel verzwakt, zoodat eene bewerking op de halve diepte der roede meer aanbeveling verdient. Zoowel als in de verticale roede de band tusschen de glassponningen doorloopt, loopt in de horizontale de platte band, die aan de binnenzijde tusschen de schaven staan blijft, eveneens door, zoodat aan die zijde eene inkeeping in de staande roede moet gemaakt worden. De meerdere dikte der roede, die aan weerszijden van den platten band bestaat, wordt in het verstek afgewerkt. Een en ander zal door de teekeningen voldoende zijn opgehelderd. In fig. 183 is de bewerking geheel dezelfde, behalve dat daar het in verstek tegen elkander werken niet tot de glassponning doorloopt. Voor het gedeelte dat daarbij in de staande roede blijft bestaan, zal de noodige inkeeping in de liggende roede gemaakt worden. Men verkrijgt daardoor eene betere sluiting, waarbij ook bij het krimpen van het hout niet door het verstek kan worden gezien.

Bij het gebruik van groote- of spiegelruiten moet aan de glassponningen meerdere diepte worden

gegeven en het ruit vastgezet, door een lijstje in de sponning vóór het glas, met schroeven te bevestigen, waarbij het glas somtijds aan de binnenzijde wordt ingezet, terwijl ook hierbij voor eene goede waterdichte sluiting, door tusschenvoeging van geschikte stopverf moet gezorgd worden, zie de fig. **199**, **223** en **224**.

De verdeeling der ruiten kan zeer verschillend worden genomen. In de meeste gevallen neemt men twee in de breedte en verder in het onderraam 2 à 3 en in het bovenraam 1 in de hoogte. De vorm, dien men aan de gewone ruiten het liefst wil geven wordt ongeveer verkregen, indien men de diagonaal van het vierkant der breedte tot hoogte neemt.

Het is echter duidelijk dat hieraan, bij de verschillende verhoudingen van breedte en hoogte der kozijnen, waartoe men veeltijds door andere oorzaken genoodzaakt wordt, niet altijd kan worden voldaan. Men zal dus somtijds wel verplicht zijn hiervan af te wijken, of door het aanbrengen van groote ruiten, 't zij spiegel- of ander glas, waarbij men meer vrij in deze verhouding, is, dat bezwaar zien op te heffen.

Om de ramen te kunnen op- en neerschuiven, worden in den onderregel koperen of houten knoppen geplaatst, terwijl veelal door een der belegstukken en den kantstijl van het raam een gat wordt geboord, zoodat men door een aan een ketting afgehangen koperen pen hierin te plaatsen het opschuiven kan beletten. Voor dit zelfde doel brengt men ook wel verschillende in den handel voorkomende haken aan, waarvan het eene deel aan den onderregel en het andere aan de vensterbank betimmering is bevestigd. Vooral bij ramen zonder tegenwichten en waarbij derhalve het raam in opgeschoven stand moet ondersteund worden, plaatst men op het onderraam wel latten, die tusschen het raam en den onderkant van den kozijndorpel sluiten, welke latten voor het opschuiven der ramen moeten weggenomen worden, en kunnen dienen om ze onder het opgeschoven raam te plaatsen.

DRAAIRAMEN.

§ 60. De constructie voor draai- en tuimelramen is zeer verschillend. Het is altijd hoogst moeielijk om draairamen als voldoend waterdicht en tochtvrije afsluitingen van woonvertrekken aan te wenden, wat vooral voor ramen als hoofdvoorwaarde mag worden gesteld.

Bij naar binnen draaiende ramen komt het hoofdzakelijk op eene goede constructie van den onderdorpel aan. Draaien de ramen naar buiten open, dan kunnen ook hier, dezelfde onderdorpels worden aangewend als bij de schuiframen zijn besproken. Het gedeelte van den verzwaarden onderregel, dat voor de klik van de vensterbank valt kan dan in verband met het profiel dezer klik voldoende de inwatering voorkomen, zooals uit de verschillende figuren voor schuif- en draairamen aangegeven, voldoende zal kunnen worden nagegaan. De verschillende figuren 200, 201, 203, 205, geven eenige bewerkingen voor naar binnen draaiende ramen met de bovenste gedeelten der kozijn-onderdorpels aan. Het water, dat ook bij de hier aangebrachte profielen, of langs het ondervlak van den onderregel, of door opwaaiing naar binnen zal dringen, wordt door een in de vensterbank, of het op de vensterbank aangebracht tusschenstuk opgevangen, en hieruit, langs een of meer aangebrachte uitgeboorde openingen, waarin een klein gasbuisje of iets dergelijks kan worden gestoken, naar buiten gebracht. Bestaat er door den vorm, die aan het bovenste gedeelte van den onderdorpel van het kozijn is gegeven, geene gelegenheid om dat water op den dorpel te laten uitloopen, zoo boort men deze gaten door den dorpel, en laat het water alzoo onder het vlak van het overstek van den dorpel uitvloeien. Zoowel hier als bij andere glasramen tracht men ook te zorgen om aan het water, dat aan de binnenzijde van het glas afloopt en vooral in aanzienlijke woonhuizen groote lasten kan veroorzaken, mede op geschikte wijze naar buiten af te voeren.

Eene zoo eenvoudige bewerking, als in fig. 104 pl. 9 wordt aangegeven, waar nam. de onderdorpel van het kozijn zooveel noodig naar binnen doorloopt, dat genoemd gootje mede het van binnen afloopend water kan opnemen, zal daarvoor reeds zeer dienstig zijn. Ook maakt men soortgelijk gootje wel in de achterliggende vensterbank, waarbij dan tevens afvoerbuizen worden aangewend, of wel het een of ander bakje wordt opgehangen, dat door de betimmering aan het oog is onttrokken, om het daarin afloopende water op te vangen.

Het is hier niet de plaats om de vele constructien, die daarvoor hier en daar worden voorgesteld, nader te behandelen, zoomin als die, waarbij men vilt en andere stoffen aanwend om de afsluiting volkomen te doen zijn. De samengestelde en bijzondere bewerkingen met op en neerslaande onderregels schijnen toch geene aanbeveling te verdienen, althans men ziet ze zeer weinig toegepast.

Om het binnendringen van het water te beletten en de tocht tegen te gaan is het noodig, om den onderregel van het raam en de achterzijde van de klik van den dorpel met tanden of randen te bewerken zooals de figuren voorstellen. Het voorste gedeelte van den voorspringenden raamdorpel, moet echter vrij over alles kunnen draaien, terwijl de platte ondervlakken om dezelfde reden naar binnen hellende moeten worden bewerkt; van daar de gelegenheid tot inwateren. In plaats van nu door het opslaan of wegdraaien van den onderregel der deur of het bovengedeelte van den kozijndorpel zou het meer practische resultaten opleveren door een bewegend afsluitband in den onderdorpel van de deur aan te brengen. Men zou nam: zie de fig. 223 en 224 een platten band van eikenhout, of om de werking, het zwellen en krimpen bij veranderde weersgesteldheid, te voorkomen, van metaal, beweegbaar in den onderregel van het draairaam of de deur kunnen stellen. Brengt men nu een eenvoudig mechaniek aan, zooals hier op twee wijzen is voorgesteld, waarmede men dit plaatje kan op en neer bewegen, dan kan men dit, wanneer de deur in gesloten stand is, naar beneden drukken, zoodat het achter den band van den kozijndorpel valt, terwijl daarbij, zoo de kruk in dien stand wordt vastgezet, hierdoor mede van onderen eene sluiting wordt verkregen. Is het plaatje door het neerdrukken der kruk opgelicht, dan zal niets het naar binnen opendraaien der ramen verhinderen. Op deze wijze, wat misschien nog voor eenvoudiger behandeling vatbaar zal zijn, zou eene zeer doelmatige afsluiting kunnen verkregen worden.

In fig. 223 is vooreerst de noodige uitsponning in den onderregel gemaakt, zooals het figuur dit in doorsnede aangeeft, opdat het afsluitstuk daarin voldoende vrij kan bewegen en opgezet zijnde daarin past. — De beweging geschiedt hier door een kruk op het midden der lengte, waarvoor weder de noodige uithakking in den onderregel noodig is. De kruk *a*, *a*, is bij *b* om een spil draaibaar en van onderen voorzien van twee neuzen *c* en c^1 waardoor hij zoowel in gesloten als geopenden stand tegen verzetten wordt beveiligd; de klik c^1 valt bij opgedraaiden stand van het staafje waarvoor de kruk moet worden gelicht en uitgetrokken buiten tegen het raam. Door een veertje *d*, wordt de kruk naar beneden gedrukt. Volgens fig. 224 is mede eene sponningopening voor het plaatsen der kruk noodig. Ook hier wordt de sluiting, in gesloten stand der deuren door de klik *a* verkregen. Om de deur te openen en dus den band op te zetten, wordt het klinkje *b*, dat op een veer rust, naar beneden gedrukt om de klik *a*, vrij te krijgen en daarna den hefboom *c*, waardoor als dan blijkbaar het afsluitbandje wordt opgelicht. Het zal verder geen bezwaar hebben uit de teekening de werking te begrijpen. Tot het geregeld op en neer schuiven van dezen band zal het nuttig zijn in de nabijheid der einden een paar verdikkingen of rugjes in de sponning aan te brengen en hiervoor de noodige uithollingen in het bandje te werken.

Somtijds wordt tusschen den onderdorpel van het kozijn en dien van het raam een afzonderlijk stuk op den kozijndorpel bevestigd, waartegen de draairamen hunnen aanslag verkrijgen. Verschillende redenen kunnen hiervoor aanleiding geven. Ook bij de gewone schuif- of bij vaste ramen ziet men deze constructie somtijds toegepast. Maakt men daarbij gebruik van hardsteenen kozijn-onderdorpels dan brengt men hierop een houten waterdorpel, die met vastgegoten doken op het hardsteen is verbonden, en met de einden iets in de stijlen of neuten wordt ingelaten. Het daarop gestelde raam zal op deze houten waterdorpel eene meer dichte sluiting geven, dan wanneer het op het hardsteen werd geplaatst. Die bewerking, waarbij twee soortgelijk geprofileerde raamdorpels boven elkander komen, geeft echter volstrekt geen sierlijk aanzien. Meerendeels wordt het dan ook niet gevolgd, en bij eene goede profileering van het bovenste deel van den kozijn-dorpel om het injagen van het water tegen te gaan, kan ook zonder dit zeer goed eene voldoende afsluiting worden verkregen.

Vooral bij naar binnen draaiende ramen heeft deze bewerking echter meer reden van bestaan. Het water, dat bij deze beweegbare deelen altijd schielijker naar binnen zal dringen, kan gemakkelijker worden afgetapt, terwijl het herstellen en vernieuwen dezer slijtbare deelen ook gemakkelijker zal kunnen plaats hebben, dan wanneer dit met den vasten dorpel uit één stuk was bewerkt. De onderdorpel zou voor deze hoog opstaande profielen als vroeger genoemde klikken ook bijzonder zware afmetingen vereischen, vooral daar men hier bovendien moet zorgen aan het bovenvlak van den dorpel eene sterke helling te geven. Het injagen van het door den wind opgezweepte water wordt ook wel tegengegaan door het aanbrengen van keerlatten op de vensterbank te plaatsen, zooals dit in fig. 205 in doorsnede — en gedeeltelijke opstandteekening wordt aangegeven. De teekening zal deze constructie voldoende duidelijk maken. De lat sluit slechts in enkele plaatsen met korte dammen op de vensterbank, zoodat het daarachter komende water voldoende kan afloopen. Deze constructie heeft ook het voordeel, dat het onsierlijke gezicht, dat de twee

als 't ware boven elkander geplaatste en ongeveer gelijksoortig bewerkte raamdorpels geven wordt verbroken, daar de onderste lat die met slechts weinig tusschenruimte tusschen den vasten tusschendorpel is aangebracht, daarmede een geheel schijnt uit te maken.

Nagenoeg altijd bestaan deze draairamen uit dubbele ramen, die in het midden tegen elkander slagen. Ook deze aansluiting heeft op verschillende wijzen plaats. Wat bij de onderdorpels is opgemerkt, zal ook wel hier als algemeene opmerking een plaats mogen vinden, nam: men moet zich niet te veel voorstellen van bijzonder samengestelde of gekunstelde bewerking. De werking die in elk geval in de deuren zal ontstaan, ook al kon men eischen, dat bij het afhangen der deuren die sluiting volkomen bewaard bleef zal geene zuivere en nauwe sluiting toestaan zoodat, ook al brengt men tegen tocht enz. vele verspringingen en vertandingen aan, alleen een paar der vlak op elkander vallende platte banden, slechts werkelijk dienst zullen doen. Nog al veel maakt men gebruik van eene zoogenaamde hol en bol bewerking zooals ook de fig. 195 en 199 voorstellen. De deuren moeten dan te gelijk worden geopend en gesloten waardoor zij flink sluitende kunnen worden afgewerkt. Zoowel hier als bij de overige constructiën zijn in onze figuren de naalden, die de naden dekken afzonderlijk opgespijkerd voorgesteld. Bij flinke betimmeringen worden zij echter veelal met de deurstijlen uit hetzelfde stuk genomen. De fig. 196, 197, 198 en 199 geven verder eenige wijzen van bewerkingen aan, die wel zonder nadere verklaringen zullen begrepen worden, en voor vele wijzigingen vatbaar zijn. De naalden in de fig. 196 en 197 worden niet als de overigen op — maar in de dikte tegen de deur bevestigd, waardoor vooreerst beter gelegenheid bestaat, om de sluiting zuiver te doen zijn door ze na het afhangen der deuren, zuiver af te werken, en aan te brengen, terwijl hierbij bovendien de bevestiging met draadnagels of houtschroeven minder zichtbaar blijft, zoodat zij ook, met minder nadeelige gevolgen van het verfwerk, bij mindere sluiting der deuren kunnen worden afgenomen en bijgewerkt. Fig. 196 geeft mede een voorbeeld voor eene sluiting van deuren en kozijnstijlen, waarbij men ook, om den tocht te voorkomen, veelal van de gewone platte sponning afwijkt, en mede verschillende bewerkingen kan aanbrengen. Bij deze te lood staande samenkomsten zal men voor een zuivere sluiting beter een streepje vilt of iets dergelijks kunnen aanwenden dan de vroeger besproken onderdorpels, hoewel men zich ook hier daarvan op den duur niet te veel moet voorstellen, vooral door de gedurige beweging, die hier plaats heeft, en de opvolgende natte, droogte, warmte en koude waaraan het daarbij zal bloot staan.

AFTIMMEREN VAN GLASKOZIJNEN. LUIKEN EN BLINDINGS.

§ 61. In vele gevallen wordt er gelegenheid gemaakt, om de lichtramen te kunnen afsluiten, ten einde te beletten om bij avond naar binnen te kunnen zien, en vooral ook om des nachts eene meer veilige afsluiting te verkrijgen. Die afsluitingen worden in den regel, in twee of meer slagen verdeeld, aan de kozijnen afgehangen, om ze daardoor gemakkelijk voor de lichtopeningen te kunnen plaatsen of wel naast deze, tegen de muurvlakken of in daarvoor afzonderlijk aangebrachte betimmeringen. Vroeger was het, vooral bij eenvoudige gebouwen, veelal gebruikelijk om deze blindings aan de buitenzijde aan te brengen. In sommige streken volgt men deze wijze van bewerking nog. Aan elken kozijnstijl wordt daarbij een luik afgehangen, ter halve breedte van het lichtraam, zoodat de beide luiken het geheele lichtraam kunnen afsluiten. Meerendeels geschiedt daarbij die afsluiting ter volle hoogte, hoewel dit bij hooge ramen somtijds ook slechts ter ongev. $^2/_3$ der hoogte plaats heeft. Elk dezer buitenluiken bestaat dan uit een opgeklampt schotwerk, somtijds ook uit tegen elkander gelijmde planken die door ter volle zwaarte zwaluwstaartvormig ingelaten klampen zijn vereenigd. Ook geschiedt de vereeniging van deze tegen elkander gelijmde planken wel alleen door het ijzerbeslag, de hengen, waarmede de luiken worden afgehangen. De luiken vallen in gesloten stand ineen in de kozijnstijlen aangebrachte sponning, terwijl bij deze constructie ook nog al veeltijds van de vroeger besproken dubbele kozijn-onderdorpels wordt gebruik gemaakt, waarbij zij dan ook op dezelfde wijze tegen den bovensten dezer dorpels hun aanslag bekomen. In geopenden stand moeten deze luiken tegen het vlak van den muur vallen, waarnaar de scharnieren moeten worden ingericht, evenals dit ook met de buitenjalousiën moet plaats hebben en in fig. 189 in schetsteekening is aangegeven. — De sluiting dezer luiken geschiedt aan de buitenzijde door schuiven, knippen, of grendels, terwijl er, evenals bij de jalousiën wervels in den muur worden geplaatst om ze in geopenden stand vast te zetten. Somtijds ook sluit men deze luiken door ijzeren staven, die door de stijlen gaande bouten van binnen worden vastgezet, opdat zij eene veiliger afsluiting opleveren. Het openen en sluiten dezer luiken moet of van buiten plaats hebben of wel door het opschuiven of openen der ramen.

Voor verreweg het grootste gedeelte, ja men mag misschien zeggen, nagenoeg uitsluitend, geschiedt het aanbrengen van vensterluiken thans aan de binnenzijde. Ook hier geschiedt het in den regel door ze draaibaar af te hangen aan de belegstukken der kozijnstijlen. Worden de buitenluiken altijd uit twee breedten genomen, bij de binnenblindings neemt men smaller strooken of slagen, die onderling draaibaar aan elkander afgehangen, in geopenden stand op elkander worden gelegd, om daardoor minder ruimte in te nemen, aldus minder muuroppervlakte te beslaan of in kleinere kastbetimmering te kunnen geplaatst worden.

De eenvoudigste wijze van betimmering, die ook nog al veel wordt toegepast, bestaat in het aanbrengen van belegstukken, die dienen voor het afsluiten der kokergaten en het daaraan afhangen der blindingen; vergelijk de fig. 108, 109, 110 en anderen. In plaats van de blindingen op de belegstukken af te hangen, zooals dit in de genoemde figuren plaats heeft, wordt in dit belegstuk een sponning geschaafd, ter diepte van de dikte van de blinding. Hierbij moet zij in gesloten stand, nog voldoen vrij wij van het raam blijven, voor het plaatsen der gordijnen, wat moet verkregen worden, door aan het belegstuk meerdere dikte te geven dan aan de blindingen. In geopenden stand slaan deze blindings vlak tegen het belegstuk op den muur, terwijl zij van onder even vrij boven den vensterbank draaien. Deze blindings bestaan zooals de genoemde figuren ook aangeven, uit verschillende slagen, die met bochtscharnieren aan elkander worden afgehangen, terwijl de buitenste slagen op dito wijze aan de belegstukken bevestigd zijn.

De breedte der glaskozijnen, in verband met de plaatsruimte, die de op elkander geslagen blindings in geopenden stand zullen behouden, bepalen het aantal slagen, waarin elke helft zal verdeeld worden. Meesttijds verdeelt men iedere helft in twee; alleen bij zeer breede kozijnen, of bijaldien de blindingsslagen te veel breedte behouden om geplaatst te kunnen worden; wordt de verdeeling uit smallere strooken genomen. Soms zelfs kan de betimmering der kamer of de bijzondere plaatsing der kozijnen aanleiding geven aan het eene beleg meerdere slagen dan aan het andere af te hangen of wel, al de slagen, die voor de geheele afsluiting noodig zijn aan een der belegstukken te laten draaien.

De samenstelling der afzonderlijke slagen komt overeen met die der deuren. Op de eenvoudigste wijze maakt men ze als vlakke blindings, waarbij elke slag uit één plank breedte bestaat, die tegen kromtrekken zijn versterkt, door op ongeveer 1 decimeter van onderen en van boven, een zwaluwstaartvormig ingelaten eiken dwarsklamp aan te brengen, die met het vlak der blinding gelijk wordt gewerkt. Somtijds ook brengt men in plaats van deze klampen dunne rond ijzeren staafjes aan, die in doorboorde gaten, door de breedte der plank worden geslagen. Bij blindings van 2.5 à 3 cM. zwaarte neemt men deze ijzeren staafjes zw. 7 à 8 mM. Ook kan men deze blindslagen, evenals bij de deuren is opgegeven, met dwars- en spiegelklampen bewerken, om daarbij aan de binnenzijde een beter aanzien te geven.

In de meeste gevallen gebruikt men paneelblindings, hetzij de paneelen aan ééne, dan wel aan beide zijden van bossingen voorzien worden, terwijl men ook bij eenigszins goed betimmerde gebouwen deze blindings in geopenden stand in daarvoor aangebrachte kasten opsluit. Zeer verschillende constructiën kunnen daarvoor aangewend worden- Zij komen in hoofdzaak ongeveer op hetzelfde neer. De Fig. 206 tot 210 geven daarvan de hoofdbewerking aan. De daarvoor noodige omtimmering brengt men, zie de genoemde figuren, onder eenen hoek met het glaskozijn aan. Hierdoor geeft men aan het geheel een beter aanzien, terwijl daardoor tevens eene betere gelegenheid wordt verkregen voor het invallen der lichtstralen. Ook omtrent de bewerking dezer afzonderlijke slagen kan worden verwezen naar die der paneeldeuren, waarmede zij volkomen overeen komen. Bij dit paneelwerk wordt echter altijd van zoogenaamde vaste schaven gebruik gemaakt, daar bij in- en opleglijsten aan deze deelen een onnatuurlijk zwaar aanzien zou worden gegeven en de uitstekende lijsten ook zouden beletten, om de slagen vlak op elkander te doen sluiten.

Somtijds plaatst men bij zware muren het kozijn zoodanig, dat de muur ook nog binnen het kozijn valt. Zie fig. 210. Alsdan wordt dit gedeelte muurwerk voor het vormen der blinde kasten schuin bijgehakt, zooals ook in genoemd figuur is voorgesteld, wat mede volgens fig. 188 moet plaats hebben, hoewel daar geene binnenblindings zijn aangegeven. In het tegenovergestelde geval moet men de noodige uittimmering buiten den muur maken. Hiervoor worden de noodige jukken aangebracht, waarvan de stijltjes al naar de diepte, die aan de kasten moet worden gegeven, of aan de muurzijde tegen de kozijnstijlen kunnen worden bevestigd of wel met de einden in den muur of in een daarin vastgemetselden regel moeten geplaatst worden. Voor het overige zal de door de verschillende figuren voorgestelde bewerking, in verband met het vroeger over een en ander opgegevene, wel voldoende kunnen begrepen worden. Zooals blijkt, kunnen door die uittimmeringen geschikt diepe of breede vensterbanken gevormd worden. Bij kleine vertrekken maakt men daarvan

somtijds geen gebruik, maar laat de zijbetimmering tot den vloer doorloopen. Ook bij de tot den vloer doorgaande draairamen zal dit noodzakelijk zijn. Door gebruik te maken van deze diepe vensterbanken, die zelfs somtijds nog voor het vlak der uittimmering doorgaan, verkrijgt men de zoogenaamde betimmeringen met zittingen. De eigentlijke vensterbank, waarop ook nog een zitkussen kan worden aangebracht mag daarbij niet hooger zijn dan voor eene geschikte zitting kan gewenscht worden, terwijl het tusschen deze hoogte en den bovenkant van den kozijndorpel gelegene gedeelte, met paneel en lijstwerk wordt betimmerd. In sommige gevallen brengt men hier tusschen de onder- en bovenlijsten vlakke paneelen aan, waarbij deze paneelen als schilderwerk worden behandeld. Is aan den voorkant der vensterbank, en daarmede in verband ook aan deze rugleuning of dit rugstuk, een gebogen vorm gegeven, dan kan men hier gemakkelijk eene vrij sierlijke bewerking aanbrengen door het schaven van dunne halfronde latjes, die met de einden onder de boven- en onderlijsten geschoven zijn. Hiermede kan men zeer geleidelijk verschillende bochten volgen.

De in paneel gewerkte schotbetimmering onder de zittingen loopt in den regel met het buitenvlak der vooruitgetimmerde muurvlakken, of de getimmerde lambriseeringen door, terwijl het gedeelte boven de rondgaande buiklijst tusschen de ramen enz. voor behangwerk wordt ingericht. Somtijds gaat men ook over deze uitgetimmerde jukken een gewoon plafonneerwerk aanbrengen, wat bij daarvoor geschikte vertrekken een bijzonder goed effect kan geven. Bij gebrek aan kasten kan men onder de zittingen, zoowel als op andere plaatsen ook in het behangwerk, deuren aanbrengen, en de door de uittimmering ontstane ruimte tusschen deze en den muur, voor kasten aanwenden. Worden de zittingen, zooals bijv. fig. 208 aangeeft, in hoofdzaak alleen in de hoeken aangebracht, dan loopt het lambriseeringswerk, of de betimmering onder de zitting, veelal met de kast- en rugbetimmering naar beneden door. Alsdan kan men aan de hoekzittingen de noodige sterkte geven door het aanbrengen van consôles, zie fig. 208 *b*. Ook kan men in dat geval die betimmering volgens het beloop der zitting laten rondgaan, zooals de stippellijn *a* aangeeft.

Dat deze binnenbetimmeringen overigens voor zeer verschillende wijzigingen vatbaar zijn, zullen reeds de gegevene figuren ophelderen of althans daaruit bij eenig nadenken gemakkelijk kunnen worden afgeleid.

Reeds bij de eenvoudige blindings is er op gewezen, dat het noodig is tusschen de blindings en het raam de noodige ruimte te laten voor de opgehangen gordijnen. Die ruimte kan daar gering zijn, omdat men mag aannemen, dat bij dusdanige bewerking niet anders dan gewone plathangende gordijnen worden gebruikt. In meer aanzienlijke gebouwen neemt men hiervoor echter in den regel ongev. 6 à 7 c.M.

De meergenoemde belegstukken, moeten, zooals meer is opgegeven, om bij de tegenwichten te komen, kunnen worden afgenomen. Het is daarom noodig, dat zij zoo met sponningen in de overige betimmering en verdikstukken vallen, dat dit wegnemen dezer afzonderlijke stukken mogelijk blijft.

Voor het bepalen der kastbetimmering en de breedteverdeeling der verschillende blindingsslagen dient men blijkbaar eene nauwkeurig uitslag-teekening te maken. Vooreerst neemt men daarbij veelal als regel aan, dat de vellingen der paneelblindingen, voor zoover zij achter de raamstijlen vallen, van buiten alle even breed in het gezicht komen, terwijl verder moet worden gezorgd, dat de op elkander geslagen blindings in de kasten eene geschikte plaatsing verkrijgen, waarna ook de belegbetimmering moet worden ingericht. Door boven opgegevene bepaling zal aan de vellingen wel ongelijke breedte moeten worden gegeven, maar wanneer er maar voor gezorgd wordt, dat aan de paneelen gelijke breedte wordt gegeven, zal dit, vooral daar de meerdere breedte bij de beide buitenvellingen noodig zal zijn, ook aan de binnenzijde geen onaangenaam aanzien opleveren. Om deze ongelijke verdeeling te voorkomen, en te zorgen dat ook de beide kantvellingen van de slagen, die in het gezicht komen als de blindingen in de kasten staan, even breed zijn, willen sommigen die voorwaarde voor van buiten gezien opgegeven laten varen en in de plaats daarvan de binnenverdeeling meer gelijk maken. Het aanzien van buiten zal daarbij echter veel meer verliezen, dan dat van binnen daardoor zal winnen.

Hoewel wij hier alleen van draaibaar afgehangen blindings hebben gesproken, en hiervoor voorbeelden hebben aangegeven, worden deze ook in enkele gevallen schuivende gemaakt, wat ook zelf met de glasramen kan plaats vinden. De constructie dezer schuifblindingen kan van die der op rolsloten staande schuifdeuren worden afgeleid. Zij loopen veelal ineen in het vensterbankstuk gemaakte sleuf, welke sleuf, bij teruggeschoven stand der blinding, door een aan scharnieren draaiende deksel wordt gedekt. Zoowel deze, als vele ander minder voorkomende bouwconstructiën kunnen hier verder niet worden behandeld.

Evenals bij alle binnenbetimmering wordt hier ook nagenoeg altijd van vurenhout gebruik gemaakt, terwijl voor de muurlatten en klossen, die voor het bevestigen der uittimmeringen noodig zijn, veelal

greenenhout wordt gebezigd. In enkele gevallen maakt men voor de blindings van meer deugdzaam materiaal, bijv. eikenhout gebruik. Aan de vellingen dezer blindings geeft men eene dikte van 3 en $3^1/_2$ c.M. en aan de paneelen eene van 2 en $2^1/_2$ c.M. — De zwaarte van de beleg-, verdik-, kantstukken en verdere betimmering, moet naar de verschillende samenstellingen geregeld worden.

TRAPPEN.

§ 62. In vele opzichten behooren de trappen tot een der belangrijkste deelen van een gebouw. Reeds voor den ontwerper vereischt het dikwijls veel studie, om eene goede plaats voor de trap beschikbaar te krijgen, en niet zelden zal hij genoodzaakt zijn, de indeeling van het gebouw hiernaar te bepalen, waarbij hij dan nog zelden eene trapplaats verkrijgt, die aan al de vereischten, die men voor eene goede ligging kan stellen, voldoet. Bij vele en zelfs aanzienlijke gebouwen, wordt de binnen-indeeling door de plaats, of de goede vereeniging der verschillende verdiepingen, door de constructie van de trap, zeer veel verminderd. Niet alleen behoort de trap voor den ontwerper tot eene der voornaamste bouwdeelen, waarvan hij plaats en samenstelling met studie moet bepalen, maar vooral ook bij de uitvoering behoort zij tot eene der belangrijkste werkstukken, waarmede, vooral wanneer zij niet uit eenvoudige rechte deelen bestaat, niet zelden wordt geknoeid.

Een en ander geeft voldoende redenen om bij het bespreken van dit bouwdeel eenigszins van de aangenomen behandeling, het behandelen der meest voorkomende werkstukken uit een constructief oogpunt beschouwd, af te wijken en hier eenige algemeene hoofdvoorwaarden op te geven, waaraan een trapplaats en trap dienen te voldoen.

In elk geval verdient het aanbeveling om bij belangrijke gebouwen, waar men in den regel door de trap en hare omgeving — het trapportaal of trappenhuis — een schoon bouwkundig geheel wil vormen, waardoor men den hoofdindruk moet verkrijgen van het geheele gebouw, voor het vaststellen van een en ander, zich door teekeningen op vrij groote schaal, van dat geheel eene goede voorstelling te vormen.

Als hoofdvereischten waaraan de ligging en samenstelling van eene trap zullen moeten voldoen, kan men onder anderen rekenen:

1. *Eene geschikte ligging of plaatsing.* De hoofdtrap in een gebouw moet in het algemeen gemakkelijk te vinden zijn en vooral bij publieke gebouwen, of daar, waar zij naar woon- of spreekkamer leidt, bij de eerste intrede zooveel mogelijk in het oog vallen.

Nagenoeg altijd zal men de trapplaats moeten zoeken in het binnenste van een gebouw langs eenen binnenmuur. Zelden is er goede plaatsing langs een der buitenmuren zonder de indeeling van dezen muur met licht- en deurkozijnen te veel te benadeelen. Aan den voormuur zal het daarom zeer zelden kunnen plaats hebben, daar hierdoor het schoonste gedeelte van het gebouw in beslag zou worden genomen.

Vooral ook met het oog op eene goede *verlichting* kan het zoeken van eene geschikte plaats hoogst bezwaarlijk zijn, terwijl dit toch wel als een der eerste vereischten mag gesteld worden. Zelfs dan, wanneer de trap langs een buitenmuur wordt geplaatst, is hiervoor niet altijd de geschikte gelegenheid te vinden.

In dat geval toch moet men rekening houden met de overige deur- en glaskozijnen in denzelfden muur, opdat ook de hier geplaatste glaskozijnen hiermede in goede verhouding zijn; terwijl de trap zelve ook niet voor deze lichtscheppingen mag komen en buitendien, in den regel de aangebrachte lambriseeringen en leuningwerken tevens geregeld moeten doorgaan.

Bestaat er geschikte gelegenheid eene voldoende verlichting door het dak aan te brengen, dan verdient dit dikwijls aanbeveling.

Bij groote of aanzienlijke gebouwen is eene verbinding der verschillende verdiepingen door ééne trap niet voldoende. Men moet hier zorgen, dat dit ook langs andere trappen kan plaats hebben, vooral ook met het oog op het dienstdoend personeel en eene afzonderlijke verbinding van keuken en eetlokalen. Zij dienen dus hiervoor eene geschikte ligging te hebben en moeten meer verborgen gesteld worden, waarom men hieraan dan ook den naam van *zijtrappen* geeft. Vooral mogen deze trappen in geene openbare gebouwen, waar vergaderingen en samenkomsten plaats hebben, ontbreken, opdat men daarvan bij het ontstaan van brand gebruik kan maken.

Verder vindt men in sommige gebouwen nog trappen, die zooveel mogelijk verborgen zijn aangebracht, eene kleine ruimte innemen, en dikwijls in een kamer uitkomende, waar zij door een behangen deur zijn

afgesloten. Deze trappen stellen de bewoners in de gelegenheid om langs eenen alleen hun bekenden weg van de eene verdieping naar de andere over te gaan; men noemt ze dan ook *geheime* trappen.

Somtijds wordt, òf door den eigenaar òf door de regering, als vereischte gesteld, een doorgaande brandvrije trap in een gebouw te hebben, die de verschillende verdiepingen vereenigt. In dat geval zou men de beide laatste doeleinden kunnen vereenigen.

2. *Eene behoorlijke breedte en gepaste afmeting van aan- en optrede.* De breedte van de trap moet in de eerste plaats geregeld worden naar het meer en minder gebruik dat daarvan zal moeten gemaakt worden, of wel, naar het getal personen dat te gelijk die trap zal moeten op- en afgaan. Vooral in publieke gebouwen, waar de trap naar verschillende kantoren, of vergaderzalen leidt, zal men breede trappen moeten aanleggen. Overigens moet die breedte ook in verhouding staan tot de grootte en aanzienlijkheid van het gebouw waarin zij geplaatst is. Eene breede trap geeft een rijk aanzien en is gemakkelijker en pleizieriger te gebruiken, zoodat men in belangrijke gebouwen, bij het in 't oog vallen der trappen, ook al zullen zij niet door vele personen te gelijk worden gebruikt, geene smalle trappen mag aanbrengen.

In openbare gebouwen verkrijgen de trappen somtijds eene breedte tot 5 à 6 M., hoewel dit meerendeels niet meer dan 2 M. bedraagt. In woonhuizen wordt aan de hoofdtrap eene breedte gegeven van 1.10 tot 1.70 M., terwijl men die voor de neventrappen op 0.75 à 1 M. bepaalt. Niet zelden, vooral in openbare gebouwen, is voor het eerste gedeelte ééne trap aanwezig, terwijl er verder gelegenheid bestaat, langs twee trappen op en neer te gaan. In die gevallen wil men, dat de gezamentlijke breedte der twee trappen gelijk zal moeten zijn aan $1^1/_2$ maal de breedte van de onderste trap.

In verband met een goed beloop, dat aan de trap in haar geheel wordt gegeven, zooals dat bij latere beschrijving zal blijken, hangt het gemakkelijk gebruik vooral af van eene geschikte hoogte en breedte, die aan elke trede wordt gegeven. In de eerste plaats dient daarbij rekening te worden gehouden met de personen die van de trap het meeste gebruik moeten maken. Moet de trap hoofdzakelijk gebruikt worden door kinderen — in scholen — of door bejaarde lieden — in Gasthuizen enz. — dan moet men de afmetingen daarnaar iets regelen. Hier hebben wij alleen het oog op de gewone trappen, die voor het gebruik van volwassen personen moeten gebezigd worden. — Men wil, dat daarvoor iedere trede eene hoogte van 12 tot 17 cM. moet verkrijgen, en dat de breedte daarbij zoodanig moet worden bepaald, dat deze, met het dubbele van de aangenomen hoogte, 60, 62 of 63 cM. bedraagt. Hierbij gaat men van de volgende redeneering uit: de pas van een gewoon mensch is bijv. 62 cM. — dat, zooals boven is opgegeven, somtijds op 60, 62 of 63 cM. wordt aangenomen, welke maten alle wel kleiner dan een gewone pas zullen zijn — en neemt aan, dat het klimmen, tweemaal meer moeite geeft dan het voortwandelen op een effen vlak. Daargelaten of deze redeneering gegrond is, mag men toch de opgegevene bepaling wel ongev. als regel aannemen, daar de praktijk de bruikbaarheid heeft bewezen. Is men dus om bepaalde redenen aan eene op- of aantrede — hoogte of breedte der treden — verbonden, dan kan men daaruit de aan- of optrede afleiden.

Voor gewone gebouwen vindt men veelal eene optrede aanbevolen van 15 à 17 cM. maar ziet in den regel meerendeels van het grootst opgegeven cijfer gebruik maken. Deze hoogte zou ook in verband moeten staan met de soort van het gebruik; zoo zal men bij trappen, die men in den regel schielijk wil beklimmen, eene flinke hoogte, bijv. van 18 à 19 cM. verkiezen.

Neemt men de breedte der trede gelijk b en de hoogte gelijk h aan, dan worden voor het berekenen van deze waarden, door verschillende bouwkundigen de volgende formules aangegeven.

$b + 2h = 60$, 62, 63 of 64 cM. overeenkomende met het boven opgegevene; $b + h = 47$ cM.; $b + 2.5h = 75$ cM. Ook vindt men daarvoor als maat aangenomen: voor eene hoogte van 15, eene breedte van 30 cM., waarbij bij andere hoogten, dit cijfer moet worden gedeeld in het product der boven gegevene cijfers, derhalve in het getal 450.

Overigens wil men dat de ervaring leert, dat men bij eene hoogte van 13 cM. eene breedte van 36.5 cM. moet nemen; en dat die verhoudingen verder moeten zijn als: 17 à 18 tot 34; 18 à 19 tot 31; 21 tot 23. Hoewel bovenstaande formule $b + 2h = 63$ vrij algemeen wordt aangenomen, is het duidelijk, dat hierin wel verschil van gevoelen moet bestaan, daar deze verhouding, ook bij volwassen personen niet bij allen dezelfde kan zijn. Bij kostbare trappen met sierlijke omgeving wil men somtijds aan de trap uit het oogpunt van schoonheid niet meer dan 12 à 14 cM. optrede toegepast zien en neemt dan de aantrede gelijk aan 3 maal die optrede.

Boven de 21 cM. zal men de optrede niet moeten nemen, en aan de trap geen steiler helling dan

45° moeten geven, waarbij op- en aantrede gelijk worden, tenzij in enkele gevallen het gemakkelijk gebruik aan andere voorwaarden moet worden opgeofferd.

Vooral bij trappen, die alleen door de bewoners zullen gebruikt worden, is men niet zoo juist aan de verhoudingen bepaald, daar het minder gemakkelijke door de gewoonte gedeeltelijk zal vervallen.

Zooals later bij de trapconstructiën zal blijken, is tusschen twee opvolgende treden, in den regel een te lood staande plank — stootbord — aanwezig, die aan de achterzijde tegen de onderste trede wordt gespijkerd, en waarop de bovenste trede rust. Die bovenste trede loopt daarbij eenige centimeters over het stootbord door, welk gedeelte men den naam van *wel* heeft gegeven.

Bij boven opgegeven bepalingen is echter deze wel niet in rekening gebracht, zoodat de aantrede of breedte der trede met deze breedte wordt vermeerderd, wat echter bij het afloopen de breedte der trede doet verminderen, zoodat eene flinke breedte meer voor af- dan opgaan wenschelijk is.

Is de hoogte der optrede bepaald dan kan men de grootte van de trap of het benoodigde aantal treden vinden door het cijfer der hoogte in dat van de hoogte der verdieping te deelen. Blijkt het, dat men daarbij niet op een vol getal optreden uitkomt dan is het duidelijk, dat de optrede zooveel noodig moet worden gewijzigd om dit te bekomen. Bij het bepalen van het getal treden moet men tevens bedenken, dat de laatste trede de vloer der bovenliggende verdieping zal zijn en het aantal dus een minder dan de gevondene uitkomst zal bedragen.

Vele trapvormen geven aanleiding om bij dezelfde trap eene ongelijke breedte van treden te verkrijgen; wat eene geregelde bestijging zeer moeielijk maakt. Het is duidelijk, dat men dit bezwaar zooveel mogelijk moet zien te voorkomen, en dat dat verschil slechts weinig mag zijn. Later zullen wij zien bij welke trappen dit bijzondere voorzorg eischt, en welke middelen men moet aanwenden hierin te voorzien.

3. *Bordessen.* Bij lange trappen is het noodig, ook al is er gezorgd voor eene goede verhouding van op- en aantrede, rustplaatsen aan te brengen, door ongev. om de 15 treden een breedere trede te nemen aan welke grootere trede den naam van *bordes* wordt gegeven. Bij recht opgaande trappen zal men tusschen de verdieping veelal geen bordes zien aangebracht; alleen in bijzonder groote gebouwen ziet men dit ook dan toegepast. Alleen bij rondloopende trappen of bij die, welke op geregelde afstanden een kwart of halve wenteling maken, is dit ook voor den goeden vorm der trap en de evenmatige breedte der aantrede wenschelijk, zoodat er in dat geval een ruim gebruik van gemaakt wordt, zooals bij de verschillende vormen zal blijken. Niet dat het gemak dezer bordessen bestaat in het aanbieden van bepaalde rustpunten, maar meer, doordat hierbij telkens een pas horizontaal moet worden gemaakt, waardoor de geregelde afmattende beweging wordt verbroken. Vooral voor kinderen, dames, zwakke of bejaarde lieden geeft dit een groot gemak in het bestijgen der trap.

Somtijds ziet men groote bordessen door eene trede gescheiden; dit zal echter in de practijk niet voldoen; wil of moet men groote bordessen door het tusschen brengen van treden in tweeën scheiden, wat ook om de onderliggende ruimten noodig kan zijn, dan zal het beter voldoen, hiervoor drie treden te gebruiken.

4. *Ruimten onder en boven de trap en trapgaten.* Moet de ruimte onder de trap gebruikt worden, dan dient men met de verschillende hoogten der trap rekening te houden, wat vooral ook bij het bepalen der bordessen moet bedacht worden. Veeltijds moeten deze plaaten voor een bepaald doel worden ingericht, om zooveel mogelijk van de ruimte te profiteeren en zullen deze bordessen eene hoogte moeten verkrijgen, dat men daar vrij onder door kan loopen, in welk geval de onderkant der balken of draagstukken, op minstens 2 M. boven den vloer moeten komen. De hoogte van den bovenkant van het bordes is gemakkelijk te bepalen, daar deze gelijk zal zijn aan die van het aantal treden, dat naar het bordes leidt. Somtijds zullen de verschillende deelen der trap boven elkander vallen in dat geval is het duidelijk, dat er voor moet gezorgd worden, dat de loodrechte afstand tusschen iedere trede van het onderste gedeelte en de onderzijde van de bovenliggende trap, voldoende blijft om ongehinderd te kunnen doorgaan. Bijaldien in den vloer der bovenliggende verdieping, waarheen de trap leidt, geen grootere opening komt dan hoogst noodzakelijk is, om den noodigen toegang te verleenen, zooals dat niet zelden bij de zolders moet plaats hebben, moet er even als boven is opgegeven voor gezorgd worden, dat er tusschen de onderzijde der balklaag die het trapgat van achteren afsluit, en de loodrecht daaronder liggende trede, de boven opgegeven minimumhoogte blijft bestaan.

5. *Onder- en bovenaansluiting der trap.* Vooral bij hoofdtrappen dient deze niet alleen op eene geschikte

plaats in het gebouw te worden gesteld, maar moet zij ook zoo zijn geplaatst dat men geleidelijk uit de aangrenzende gangen voor de trap komt en van boven evenzoo de trap verlatende, op den gang of het portaal dat toegang naar de verschillende vertrekken leidt, overgaat. In elk geval moet er voor gezorgd worden, dat beneden zoowel als boven eene vrije ruimte bestaat ter breedte van 1 à 1.50 M., waarbij geene deuren of doorgangen den toegang kunnen versperren of hinderen.

EENIGE TECHNISCHE BENAMINGEN.

A. Onderdeelen der trap.

1. *Boomen.* Eene trap, zie plattegrond en doorsnede in fig. 226 bestaat in den regel uit twee zijstukken of zijplanken, welke de *boomen* worden genoemd. Sommigen geven hieraan in 't algemeen ook wel den naam van *kwartier-boomen*, hoewel die benaming, zooals later zal blijken, slechts in bepaalde gevallen van toepassing is. Men onderscheidt deze zijstukken veeltijds in buiten- en binnenboomen. Wanneer nl. de trap in een afgesloten ruimte of *trappenhuis* is geplaatst, komen de boomen aan de eene zijde veeltijds tegen de muren, en worden daarbij *buitenboomen* genoemd, de tegenovergestelde, die aan de vrije ruimte grenzen, heeten dan *binnenboomen*. Ook bij geheel vrij staande trappen kan die onderscheiding op hare plaats zijn, zoo nl., zie fig. 257, de eene boom eenen grooteren omgang heeft dan de andere, worden zij mede in buiten- en binnenboom onderscheiden.

2. *Spil.* De treden kunnen aan den binnenboom zoo weinig verspringen, of wel de breedte der treden kan aldaar zoo gering zijn, dat men in plaats van den boom, een ronden of vierkanten stijl moet nemen, zie fig. 238, in dat geval gaat deze boom in eene zoogenaamden *spil* over.

3. *Wrongstuk.* Bijaldien de rechte boomen van trappen met verschillende armen, zie verklaring van punt 9, in plaats van door bovengenoemden spil door kromme boomen vereenigd worden, zie fig. 248, dan geeft men aan deze kromme gedeelten den naam van *wrongstuk*. Bestaat dit wrongstuk uit een klein gedeelte, dat niet bepaald tot het opnemen van treden dient, maar meer noodiger om twee gedeelten rechte trappen geleidelijk te vereenigen of wel nevens een bordes rondloopt, zooals later zal beschreven worden, dan geeft men daaraan den naam van *kuipstuk*.

4. *Bordessen, treden, stootborden en wellen.* Over de benaming bordessen, treden, stootborden en wellen is reeds met een enkel woord gesproken, het zal dus hier wel voldoende zijn te herinneren, dat in fig. 226 A, *a* de doorsnede der trede, en *b* die van het stootbord is, terwijl het gedeelte *c* van de trede, voor zoover dit over het stootbord reikt, de *wel* wordt genoemd.

5. *Nesten, voor- en achterhout.* De treden en stootborden worden met hunne einden in de boomen ingelaten; de daarvoor in de boomen gewerkte sleuven noemt men *nesten*.

Bij gewone trapconstructiën worden de treden en stootborden zoodanig in de boomen gewerkt, of wel aan de boomen zooveel breedte gegeven, dat zij eenige centimeters voor en achter de treden komen, het gedeelte voor de treden wordt *voor-* en dat daar achter *achterhout*, of ook wel beide *voorhout* genoemd.

6. *Verkanteling.* Wanneer de treden alle rechthoekig op de boomen staan, zooals dit met eene rechte steektrap het geval is, dan blijven de onder- en bovenvlakken of zijden van de boomen rechthoekig op de zijvlakken. Maken de treden echter eene anderen hoek met de boomen, zooals bijv. met de scheluwe trappen het geval is, en denkt men zich over de voor- en onderkanten van al de treden een vlak, dat op al de treden sluit, zoo zal dit vlak in eene gewrongen toestand zijn. Werkt men nu de onder- en bovenkanten der boomen zoodanig af, dat men over deze vlakken een gewrongen vlak kan aanbrengen, zoodanig, dat alle op deze beide vlakken te lood boven elkander aangebrachte lijnen evenwijdig loopen, dan noemt men dit het aanbrengen der *verkanteling* of *verkanting*.

Uit het bovenstaande blijkt, of misschien wordt het daar bepaalde voor sommigen meer duidelijk, wanneer men bedenkt, dat de schuinte van de afvlakking der boomen voor eene verkanteling noodig, wordt verkregen, door de voorkant-stootborden aan de binnenzijde tegen den boom te lood op te halen, en in die lijn ergens een waterpasgat door den boom te boren, die evenwijdig aan den voorkant van het stootbord loopt. Timmerlieden, niet voldoende op de hoogte met het maken van trappen, gaan, waaneer bij gewrongen stukken verkanteling moet worden aangebracht, niet zelden volgens deze methode werken. Daarbij wordt op bepaalde of aangenomen hoogte boven elke trede in de opgehaalde stootbordrichting bovengenoemd gat geboord, waardoor, bij zuivere bewerking, aan beide zijden van den boom de noodige punten zijn ver-

kregen, om de lijnen voor de afwerking noodig te bekomen. Later, bij het afschrijven der wrongstukken zullen wij zien, dat hierdoor een meer zekere en meer wiskunstige wijze van afschrijven is toe te passen.

Het is hier misschien de plaats op te merken, dat men somtijds van genoemde hulpconstructie, zoo wij niet zullen zeggen knoeimethode, ziet gebruik maken, en daarbij de gaten volgens de richting der stootborden of voorkanten der treden door de boomen boren in eene lijn, die in de richting van den bovenkant der aansluiting van treden en boomen, en dus daaruit waterpas is vooruit gebracht. Gaat men de latere beschrijving der wiskunstige constructie na, dan zal men zien, dat hierdoor een geheel verkeerd beloop aan de verkanteling zal worden gegeven.

7. *Trapleuning.* In den regel worden langs de zijden der trappen op of tegen de boomen leuningen bevestigd. Deze bestaan uit *leuningstijltjes* of *spijlen*, veeltijds ook balusters genaamd, waarover een *bovenregel*, *leuningregel*, of ook wel *handlijst* wordt bevestigd.

8. *Bloktrede.* De onderste baluster der leuning wordt dikwijls op de onderste trede geplaatst, en verkrijgt dan een meer sierlijken vorm en grootere afmeting dan de overige, waarbij hij de benaming van *hoofdbaluster* verkrijgt. De onderste trede loopt dan, zie fig. 270, om dezen hoofdbaluster rond en is bekend onder de benaming van *bloktrede*, hoewel die benaming eerst dan voldoend gemotiveerd zoude zijn, zoo die trede en het daaronder staande stootbord werkelijk uit één stuk bestaan, iets dat echter zelden plaats heeft. De meergenoemde algemeene benaming van aantrede wordt ook soms meer bepaald aan de eerste trede gegeven, terwijl men bij eene geschikte ligging der trap met betrekking tot den toegang, ook dikwijls spreekt van eene *schoone aantrede.*

9. *Traparmen.* Er is reeds gesproken over verschillende richtingen en afdeelingen, waaruit een trap kan bestaan, voor zij de bepaalde hoogte heeft bereikt. In vele gevallen zijn deze afdeelingen door tusschenliggende bordessen gescheiden. Ieder gedeelte, dat daarbij door een geregelde opvolging van treden doorgaat, en door een bordes, of zoo de geheele trap over meer dan eene verdieping doorloopt door den vloer der verdieping van een ander gedeelte gescheiden is, wordt eene *traparm* of ook wel *traploop* genoemd.

B. Verschillende trapvormen.

De vorm, die aan trappen wordt gegeven, is zeer verschillend, zoodat men voor iedere plaats van voldoende grootte, 't zij langwerpig, vierkant, rond of veelhoekig eene voldoende trap kan construeeren, hoewel niet iedere vorm denzelfden gemakkelijken traploop zal kunnen leveren. Bij nieuwe gebouwen zal men de indeeling van het gebouw veeltijds naar den trapvorm moeten inrichten, vooral dan, wanneer men daaraan, of uit een oogpunt van gemak of omdat men dezen of genen vorm bijzonder schoon vindt, zich aan een bepaalde soort van trap wil houden.

In vele opzichten zullen voorzeker de trappen, uit rechte gedeelten bestaande en door eene gepaste afwisseling door bordessen en tusschen verdiepingen afgebroken, aanbeveling verdienen. Bij nieuwe gebouwen wordt hiervan thans ook meerendeels gebruik gemaakt, hoewel hierdoor meerdere plaats zal worden ingenomen dan voor sommige trappen met gebogen vorm noodig is. Die vorm kan echter ook afhankelijk worden gesteld van de hoofdvormen en bestemming van hat gebouw, waarin de trap moet gesteld worden, terwijl men dikwijls verplicht is de inrichting te regelen naar de noodige of aanwezige deuren, glaskozijnen enz.

In hoofdvormen worden de trappen onderscheiden in: rechte of steektrappen; bordestrappen; scheluwe en scheeve trappen; spiltrappen en Engelsche trappen.

1. *Rechte of steektrappen.* De eenvoudige steektrappen, zie fig. 226, bestaan uit twee rechte, bij tegenoverstand gelijkvormig volkomen aan elkander gelijke boomen, ook wel *wangen* genoemd; waar tusschen al de treden rechthoekig zijn aangebracht. In dit geval bestaat de trap uit één recht doorgaanden arm.

2. *Bordestrappen.* Zijn meer dezer steektrappen door bordessen vereenigd, hetzij dat zij daarbij in eene rechte lijn als rechte bordestrap doorloopen, hetzij dat zij bij de bordessen met elkander eenen hoek maken en dus van richting veranderen, waarbij zij den naam van gebroken steek- of bordestrappen ontvangen of ook wel die van *samengestelde steektrappen.*

Niet zelden geeft men ook in het dagelijksche leven, hoewel oneigenlijk, ook aan eerstgenoemde eenvoudige steektrappen den naam van bordestrappen.

3. *Scheluwe en scheeve trappen.* Ook de scheluwe en scheeve trappen worden veeltijds onder de algemeene benaming van bordestrappen opgenomen. Bij de enkelvoudige scheluwe trap, voorgesteld door fig. 227, zijn de beide platte boomen niet even lang, zij loopen van boven tot eene hoogte door, dit is bij

alle trappen het geval, zoodat de eene of binnenboom eenen grooteren hoek met het horizontale vlak maakt dan de buitenboom, waardoor de voorkanten der treden niet meer rechthoekig op de boomen komen. Plaatsgebrek voor eene rechte steektrap kan dezen vorm aanbevelen. Zoo kan men, bijaldien vóór de trap geen voldoende aantree kan verkregen worden, of zoo men geen toegang tot de recht doorloopende trap kan verkrijgen, hierdoor plaatsruimte winnen, of door eene kleine wending der onderste treden, een eenigszins gewijzigd front bekomen.

Volgt men de constructie door fig. 228 aangegeven, waarbij de beide boomen elkander kruisen, dan verkrijgt men de *dubbel scheluwe trap*.

Verder vindt men steektrappen waarvan de beide boomen in evenwijdig hellenden stand komen te staan of waarbij de boomen van boven naar onderen steeds meer en meer van elkander verwijderen, zoodat dus de treden steeds in lengte toenemen. Deze en vele dergelijke trappen geeft men den naam van scheeve trappen.

Het aanbrengen van scheeve trappen kan bij niet evenwijdige muren, waartusschen de trap moet gesteld worden, noodig zijn, terwijl laatstgenoemde vorm veel toepassing vindt voor korte trappen, zooals voor stoep of bordestrappen buitenshuis veelal noodig zijn.

Vooral zoo men aan de zijwangen of boomen een gebogen vorm geeft, kan men hiermede, in verband met het leuningwerk een schoon geheel verkrijgen, waarbij een ruime en vrije toegang wordt aanbevolen.

4. *Spiltrappen.* Wij hebben bij de technische benaming der onderdeelen reeds gezien bij welke trap een spil wordt toegepast. Fig. 238 stelt zoodanige trap voor; loopen al de treden in dezen spil en dus de spil voor de geheele trap door, dan noemt men dit een spiltrap, of ook wel wenteltrap. De buitenboomen van deze trap kunnen het ronde beloop van den spil volgen, zoodat alle treden gelijkvormig worden en dezelfde lengte verkrijgen. In den regel staan deze trappen echter in een vierkant trapgat, waarbij de buitenboomen tegen de verschillende muurvlakken en dus uit vlakke gedeelten bestaan. Deze trappen worden verder onderscheiden in die met of van een kwart-halve-driekwart en heele wenteling of slag, al naar de trap in dezelfde verdieping een, twee, drie en vier maal een kwart wenteling of die van 90° maakt. De genoemde rechte boomen dezer trap worden meer met den eigenaardigen naam van *kwartierboom* bestempeld.

In enkele gevallen worden de kwartierboomen hier niet aangebracht, en de treden in de muren bevestigd, terwijl ook bij deze trappen somtijds bordessen worden toegepast. Beide bewerkingen zullen echter wel geen aanbeveling verdienen.

De spil loopt niet altijd van onderen tot boven door, zeer dikwijls worden bij overigens rechte boomen kwart wentelingen aangebracht, door het gebruik maken van een gedeelte der treden in een spil te werken, hetzij dit onder of boven of onder en boven beide geschiedt, zie de fig. 246. Plaatsgebrek of noodige frontverandering bij het op- of afgaan kunnen hiervoor, evenals bij de scheluwe trappen is opgegeven, aanleiding geven. Moet b.v. eene trap van boven met de boomen tegen een opgaanden muur staan, en is het niet mogelijk deze trap zooveel achteruit te stellen, dat er tusschen de laatste trede en den muur voldoende ruimte blijft om als aantree of portaal te dienen, tusschen aanliggende gang en trap, dan kan men boven aan de trap, door tusschenkomst van een gedeelte spil, een kwart wenteling aanbrengen, waardoor de laatste trede aan den gang aansluit.

Soortgelijke trappen noemt men *rechte steektrap met kwart*, of ook wel trap met kwartslag onder of boven — of onder en boven.

5. *Engelsche trappen.* Geschiedt de vereeniging van verschillende traparmen, niet door tusschenkomst van spillen, maar door die van wrongstukken, zooals reeds vroeger is besproken, dan noemt men die soort trappen in het algemeen. Engelsche of wel *slingertrappen.*

Deze, zoowel als de spiltrappen, kunnen in de hoeken met kwartslagen rondloopen, waarbij de horizontale projectie der binnenboomen een rechthoek zal geven, met meer of minder afgeronde hoeken, welke binnenruimte het trapgat wordt genoemd. Loopt de trap met rechte gedeelten en halve slagen rond, dan verkrijgt die omtrek den vorm van een schalm en wordt het gat een *schalmgat* en dus de trap een *trap met schalmgat* genoemd.

Onder den naam van Engelsche trappen komen verschillende vormen voor, waarbij het trapgat een ovalen, elliptischen of cirkelvorm kan verkrijgen. De buitenboomen kunnen daarbij uit vlakke platen bestaan, die de muren van het trappenhuis volgen, hetzij de omsluitende muren eenen rechthoekigen of veelhoekigen vorm aangeven. In dat geval verkrijgt men bij elken hoek langere treden, waarvoor bij rechthoekig op elkander staande muren eene aanzienlijke breedte kan noodig zijn, zooals ook uit fig. 248 kan

worden afgeleid. Die uitspringende hoeken doen de trap niet in schoonheid winnen, zoodat men, wanneer de extra breedte niet voor uitwijken of wisselplaatsen gewenscht blijft, hierbij ook wel rondloopende buitenboomen worden aangebracht, zie fig. 257. De driehoekige ruimten die daarbij in de hoeken buiten de boomen vallen, kunnen daarbij tot boven worden afgetimmerd door hout- of stukadoorwerk voor verschillende doeleinden. Ook wel wordt die aftimmering slechts voor een gedeelte met de boomen rondgaande afgetimmerd; bijv. in verband met de rondgaande trapleuningregel of de lambriseering, en op die hoogte plat afgdekt, voor het plaatsen van plantgewassen of andere sieraden.

6. *Wenteltrappen.* Hoewel men onder de algemeene benaming van spil- en wenteltrappen, al de spil- en Engelsche trappen veelal opneemt, zal het, ook voor betere onderscheiding eigenaardiger zijn, de benaming van wenteltrappen toe te passen, indien de buiten- en binnenboomen in hetzelfde beloop rondloopende, in plattegrond of horizontale projectie een gesloten kromme lijn aangeeft.

HET IN TEEKENING BRENGEN VAN TRAPPEN.

§ 63. In de plan-teekening, plattegronden, die veelal volgens veel verkleinde schalen worden aangegeven, worden de trappen door enkele lijnen voorgesteld. Hoewel bij eene horizontale projectie van eene trap de voorkant van de wellen zichtbaar zijn, is het veeltijds gebruikelijk den voorkant van het stootbord met een geschreven lijn voor te stellen, en den voorkant der trede te stippelen. Deze aangenomen gewoonte is ontstaan, omdat bij het bepalen van de aantrede — zooals wij reeds hebben gezien — en ook bij het nog te bespreken afschrijven voor de samenstelling, eerstgenoemde lijn steeds moet gebruikt worden.

In de platte gronden fig. 226 en 227 is van deze gewoonte afgeweken, en zijn in horizontale projectie de voorkanten der treden als geschrevene lijnen aangegeven. Bij latere uitslag-teekening, ter verklaring van het afschrijven voor het bewerken der verschillende deelen, zijn om boven opgegevene redenen, meestal steeds de voorkant-stootborden geschreven, en zijn de overige lijnen gestippeld.

Hoewel de door de verschillende lijnen aangegevene vlakken en voorgestelde ribben, zoowel in platte grond als opstand, de projectiën van de lijnen en vlakken in de ruimte voorstellen, en men dus zal moeten spreken van de projectie van de voorkant-stootborden, de projectie van de boomen enz. zullen wij zoowel hier, evenals ook vroeger is gedaan, het woord projectie meermalen weglaten; omdat daardoor de redeneering verkort en de duidelijkheid voor velen zal vermeerderd worden. Evenals men dit in de practijk meer gewoon is, zullen wij hier, sprekende over de projectiën van den voorkant der treden, boomen enz. deze in den regel eenvoudig de voorkant-treden, de boomen enz. noemen.

Bij de platte gronden in genoemde plans wordt alleen de voorkant-stootborden in teekening gebracht, terwijl de wellen, die, zooals wij weten voor de breedtebepaling niet in aanmerking komen, niet worden aangegeven. Elke dezer lijnen geeft dan een voorkant stootbord aan, en dus het getal lijnen het aantal treden, die de trap moet bekomen. De hoogte der verdieping gedeeld door het aantal treden geeft dus de hoogte der optrede en de hoogte der optrede vermenigvuldigd door het aantal treden de hoogte der verdieping.

De trap of de traparm, die tusschen twee verdiepingen moet geplaatst worden, komt in den platte grond van de onderste verdieping. Het kan daarbij voor eene goede beschrijving of voorstelling noodig zijn, ook de onder deze trap liggende trappen of gedeelten daarvan, kastbetimmeringen enz. aan te geven; in dat geval worden hiervoor stippellijnen gebezigd.

Bij het in teekening brengen van de geheele trap wordt de plattegrond geconstrueerd.

Voor een nieuw gebouw, waar de rondliggende muren alle te lood worden opgetrokken, is alleen noodig daarvoor in de eerste plaats eene zuivere teekening van het trappenhuis, of althans van de ruimte waar de trap moet geplaatst worden, te vervaardigen. Bij oude gebouwen is niet alleen dit noodig, maar moet ook nauwkeurig worden onderzocht of de muren waar tegen de trap moet aansluiten, recht zijn en te lood staan, en dus niet slepen of vliegen. Is dit niet het geval, en bestaat er geen gelegenheid dit door bepleistering te verhelpen, dan moet de trap hierin passende worden gemaakt, op welke bewerking later zal worden terug gekomen.

Is de trapvorm bepaald, dan is het voldoende alleen de noodige grenslijnen of wel de lengte en breedte te kennen. Moet echter de geschiktste ligging of constructie in verband met de omgeving nog worden beoordeeld, dan is het verkieslijk, van het trappenhuis of de trapomgeving eene teekening te vervaardigen op voldoende grootte, om over een en ander te kunnen oordeelen. Is alzoo de plattegrond

der trap vastgesteld, dan is, zooals uit het voorgaande blijkt, ook de hoogte der optrede bepaald. In de plattegrond-teekening kan men naar verkiezing de voorkant-stootborden of die der treden schrijven, terwijl daarbij de overige lijnen, die door het profiel der lijst, dat veelal aan de wel wordt gegeven, ontstaan, alsmede de achterkant van het stootbord, door gestippelde lijnen worden aangegeven. De aansluiting van al deze lijnen aan de boomen kunnen bij het ophalen noodig zijn, zoodat ook de stippellijnen juist bij die aansluiting moeten aangegeven zijn. Het is veelal gebruikelijk, daarbij de stippellijn, die de achterkant-stootborden aangeeft, slechts over een gedeelte der breedte, en de overige over de volle breedte te laten doorloopen. Uit den plattegrond wordt de opstand-teekening opgehaald. Hiervoor kan men geschikt ter zijde van de plaats der opstand-teekening, zie fig. 226 en 227, eene loodlijn oprichten, op deze loodlijn al de hoogten der optreden benevens hieronder de dikte en profiellijnen der wellen, boven elkander, boven de aangenomen grenslijn uitzetten, en in zachte potloodlijnen rechthoekig over de plaats der opstand-teekening overhalen. Daarna worden de ontmoetingspunten van voorkanten stootborden en boomen in de plattegrond-teekening loodrecht op boven genoemde overgehaalde lijnen opgehaald, of wel ieder op hare plaats tusschen deze lijnen gesteld. In genoemde figuren krijgen wij dus van de ontmoetingspunten *a* en *b* als horizontale projectiën van de samenkomst van het onderste stootbord met de boomen, in de opstand-teekening als verticale projectie dezer lijnen, de lijnen *a* en *b*, staande tusschen de onderste trede en de grondlijn. Het is duidelijk dat de verticale projectiën van de aansluitingslijnen waarvan *a* en *b* in de plattegrond-teekening van fig. 226 de horizontale projectiën voorstellen, in de opstand-teekening door ééne lijn worden voorgesteld, omdat de projectie van het stootbord hier loodrecht staat op de grondlijn van de opstand-teekening en dus het stootbord loodrecht wordt gedacht op het verticale projectievlak. In fig. 227 is dit niet het geval, zoodat ook de verticale projectiën van de punten *a* en *b* elkander hier niet bedekken. Evenzoo verkrijgen wij de verticale projectie van de lijnen in het grondvlak door de punten *c*, *d* voorgesteld, door de lijnen *c'*, en c^1, d^1, staande tusschen de eerste en tweede trede enz. Om nu de aansluiting van de geprofileerde *wel*, dat wij volgens bij A gegeven profiel zullen aannemen, aan de boomen in den opstand te bepalen, weten wij, dat het platte bandje in den opstand wordt begrensd, door de voorkant-stootbordlijn en de daarvoor geplaatste stippellijn. De horizontale projectiën van de ontmoetingslijnen van dit plat vlak met de boomen worden voor de derde *wel* voorgesteld, door de punten 1 en 2. Op grond van het bovenstaande zullen dus de verticale projectiën dezer lijnen, hieruit loodrecht opgehaald, tot den onderkant der derde trede de breedte van den platten band in den opstand aangeven, terwijl die voor de overige wellen op dezelfde wijze door ophalen kunnen verkregen worden. De gebogen profielen boven en onder het platte bandje worden er, nadat de uiterste punten zijn op- of overgehaald, uit de hand bijgeteekend, hoewel men desverkiezende ook hiervoor, althans zoo de teekening op groote schaal wordt uitgevoerd in plattegrond en opstand nadere punten wiskunstig kan bepalen.

Het voorste punt van de trede wordt in den opstand blijkbaar bepaald door de lijn, die uit de ontmoeting van voorkant-trede en boom loodrecht tot de betrokken trede wordt opgehaald. Hierbij is het punt in opstand, gemakshalve aan de bovenlijn der trede bepaald, en dus de afronding der trede buiten rekening gelaten, zoodat ook dit later op het oog af geschiedt, aangezien kleine afwijkingen van het ware profiel, ook al zou de inhakking der treden naar deze teekening plaats hebben, zooals later zal blijken, geen nadeelige gevolgen kan hebben. Loopen de treden niet loodrecht op de as der projectievlakken of grondlijn der opstandteekening, dan zullen ook weer hier, evenals voor de voor de voorkanten der stootborden is aangegeven, die aansluitingen uit de beide boomen voor dezelfde trede afzonderlijk moeten worden opgehaald, wat uit eene nauwkeurige beschouwing der opgehaalde lijnen enz. van de fig. 226 en 227 voldoende zal blijken.

Zijn op deze wijze al de aansluitingslijnen van de stootborden en wellijsten met de beide boomen bepaald, dan kan men, zoo de projectiën hiervan op de beide boomen niet in elkander vallen, als in fig. 227 plaats heeft, de overeenkomstige punten van de wellen op beide boomen, door rechte lijnen vereenigen, zie fig. 227, waardoor de treden in de opstand-teekening zijn voorgesteld, terwijl alsdan de grenslijnen der boomen nog moeten worden bepaald. Hiervoor heeft men in de eerste plaats noodig te weten, de grootte, die men aan het *voorhout* wil geven. Aangezien de boomen in den plattegrond hier evenwijdig loopen aan de grondlijn van den opstand, en dus het verticale projectievlak evenwijdig aan die boomen zal zijn, projecteert het voorhout zich hier in zijne ware gedaante en grootte, zoodat dit onmiddelijk in de opstand-teekening kan worden uitgezet.

Loopen die boomen niet evenwijdig aan de as, dan is eene afzonderlijke contstructie noodig, om de

grootte van het voorhout in de verticale projectie te kunnen bepalen; ook dit zal later worden opgehelderd.

Het bepalen van het voorhout kan op verschillende wijzen plaats hebben. Bij de uitslagen zal ons blijken, dat dit in de practijk wordt verkregen, door in het voorste en achterste punt van de in de boomen gehakte of daarop afgeschrevene nesten, het eene been van den passer te stellen, de 'passeropening gelijk te nemen aan het bepaalde voorhout, en dan met het andere been een boogje te beschrijven. De raaklijnen aan al deze boogjes geven dan de onder- en boven-buitenlijnen van de binnenzijde des booms aan. Bij het in teekening brengen der trappen, zooals hier wordt bedoeld, zou dit echter geene gemakkelijke bewerking zijn. Men kan hiervoor bepaalde punten in de horizontale projectie dezer lijnen aannemen, en hiervan weer de verticale projectiën bepalen. Veelal neemt men daarvoor aan, de ontmoetingspunten van voorkant-treden en stootborden; derhalve voor de eerste trede de punten *a* en *b* van de fig. 226 en 227, waarvan de verticale projectiën moeten liggen in de hieruit opgehaalde loodlijnen, die blijkbaar door de geprojecteerde lijnen a^1 en b^1 moeten gaan. Nemen wij daarvoor de punten *e*, *e* en *e* aan, die blijkbaar zuiver overeenkomstig de bij de bewerking der trap gebruikelijke manier kunnen gevonden worden, door nl. bij drie der opvolgende treden de beschrevene boogjes aan te brengen, en daaraan de raaklijn te trekken, welke lijn dan door de aangenomen punten moet gaan. De hoogte van dit aangenomen of alzoo bepaalde punt, kan men boven iedere trede opzetten en daardoor eene lijn trekken, die dan de bovengrenslijn van het binnenvlak van den boom zal geven. Eenvoudiger wordt dit, wanneer de verdeeling der aantreden aan de binnenzijde der boomen in den plattegrond is geschied, — wat in de practijk ook bij trappen, volgens fig. 227, veelal gebeurt, hoewel er, zooals ons later zal blijken, hier eene betere verdeelwijze is gevolgd — dan verkrijgt elke boom op zich zelf overal dezelfde breedte, en bestaan de kanten der boomen uit rechte lijnen. In dat geval, zie fig. 226, hebben wij dus alleen twee dezer punten te construëeren, waardoor die lijn volkomen is bepaald.

Het is duidelijk, dat men het zuiverste zal werken, door die punten zoo ver mogelijk van elkander te verwijderen, en daarvoor dus een der onderste- en bovenste treden te nemen. Om de breedte van den boom, of het achterhout, beneden de treden te bepalen, kan men in dit geval mede onder en boven een punt construeeren, en wel in het verlengde van de lijnen die de aansluiting van achterkant-stootbord en boom aangeven; de punten worden hier, zie bij *f* fig. 226, veelal evenveel beneden de onderzijde-trede als zij bij het voorhout bepalen, boven de trede zijn genomen.

Deze bepaling van gelijkheid in voor- en achterhout is echter niet altijd waar; niet zelden neemt men het achterhout iets minder, vóór bijv. 5, achter 3 cM. In sommige gevallen worden de traptreden, hetzij de trap met of zonder stootborden is bewerkt, van achteren met plankhout of stucadoorwerk bekleed; in dat geval wordt die bekleeding tusschen de boomen opgesloten, waardoor er meerder achterhout dan voorhout kan noodig zijn.

Boven beschreven wijze van het bepalen van voorhout bij het in teekening brengen van trappen zal in den regel voldoende nauwkeurig zijn. Wanneer de aantreden bij de aansluiting aan de boomen echter veel verschillen en de boom dus eene sterke kromming moet verkrijgen, zal boven opgegeven bewerking somtijds niet kunnen gevolgd worden. Om dit met een voorbeeld op te helderen dient fig. 229. Hier is gegeven, de plattegrond van een gedeelte boom met den opstand; in welks laatste tevens de aansluiting der treden is aangegeven. De boom gaat hier, door de snelle verandering van de breedte der aantreden, van eene nagenoeg horizontale tot een verticale richting over. Het voorhout is hier, door het trekken der reeds genoemde boogjes bepaald, en heeft dus voor elke trede dezelfde grootte. Zou men ook in dit geval het voorhout bepalen, door in de richting van de stootborden boven elke trede de daarvoor aangenomen hoogte uit te zetten, dan zou de binnen-grenslijn van den boom, volgens de aangebrachte gestippelde lijn komen, en zouden de bovenste treden zelfs buiten den boom vallen.

In plaats van de aangegeven uitzetting boven de treden wordt het voorhout somtijds ook wel vóór de treden uitgemeten, zooals dit bij de tweede trede in genoemd fig. is opgegeven. Ook hierbij blijft echter bovengenoemd bezwaar evenzoo bestaan. Denkt men zich de bovenkanten der treden daarvoor alle naar voren verlengd, dan zullen die lijnen bij de beneden-treden, in het meer horizontaal liggende gedeelte van den boom, veel meer lengte moeten verkrijgen dan bij de boven-treden, zooals uit eene beschouwing van het figuur duidelijk blijkt. In plaats van boven de aansluitende stootbord-lijn of de voorzijde-trede wordt het voorhout ook wel boven de voorzijde-trede uitgezet. Bij rechte, of nagenoeg rechte boomen, kan zonder

bezwaren van al deze bewerkingen even goed gebruik worden gemaakt; terwijl bij snelopvolgende verandering in het beloop van den boom, genoemd bezwaar bij alle aanwezig is.

Bij boomen, die in een plat vlak liggen, kan men bij sterke kromming zonder bezwaar, van de in de practijk gebruikelijke boogjes gebruik maken. Hoe men daarbij bij gewrongen stukken, in Engelsche trappen voorkomende, zal moeten handelen, zal bij het nadere beschrijven dezer trappen worden opgegeven.

Wat nu verder onze opstand-teekening aangaat, hebben wij, voor zoover de treden niet loodrecht op de boomen staan, nog noodig de verkanteling van de boomen te bepalen; hoewel die verkanting thans in de practijk ook wel niet wordt aangebracht, zoodat daarbij de onder- en bovenvlakken op alle plaatsen rechthoekig op de zijvlakken blijven, vooral voor die boomen, welke langs muren komen. Moeten de laatstgenoemde boomen naar buiten schuin afgewerkt worden, dan is het ook beter dit niet te doen, in andere gevallen zal echter het goed beloop der trap er bij winnen, vooral wanneer de verkanteling, wiskunstig afgeschreven, zuiver het beloop der treden volgt, hoewel het ook niet is tegen te spreken, dat bij sterk gewrongen boomen uit sommige standen gezien, de ongelijke breedte tusschen de grenslijnen van het bovenvlak kan hinderen. In vele gevallen zal men, om de meerdere eenvoudige bewerking, de verkanteling aan de onderzijden kunnen weglaten. Wordt de trappen van onderen bekleed, en blijft dit in 't gezicht, dan zal aldaar eene verkanteling zeer wenschelijk zijn, om de onderkanten der boomen in hetzelfde vlak, te laten doorgaan.

Bij het teekenen en afschrijven van de hier gegevene trappen zullen wij reeds op verkanteling rekenen. De verkanteling is in onze teekening blijkbaar van onderen het grootst, en zal van boven te niet uitloopen, omdat de bovenste trede rechthoekig op de boomen staat, zoodat de beide lijnen, die de dikte van den boom in het gezicht in zoodanigen stand zullen aangeven, bij het punt *g* zullen samenvallen. Althans zoo men als hier is aangenomen, die verkanteling te lood boven de voorkant-stootborden bepaald. Weten wij dus, zoo de kanten van de boomen door rechte lijnen gevormd worden, die verkantelings-breedte op een verder naar beneden gelegen punt, dan kan men ook uit het gemeenschappelijk punt *g* door het tweede gevonden breedtepunt een lijn trekken, waardoor de verkanteling wordt bepaald. Trekken wij daarvoor, omdat wij ook deze lijn voor het bepalen van de binnenlijn van den boom in opstand hebben gebruikt, de voorkant van het eerste stootbord in plattegrond, tot de buitenzijde der boomen door, dan weten wij, uit de vroegere verklaring van de verkanteling gegeven, dat de snij- en ontmoetingspunten van deze lijn met de binnen- en buitenlijnen der boomen, alle even hoog, dus in eene waterpasse lijn moeten liggen. Wij weten verder, dat de verticale projectiën van de punten *a* en *b* de punten *e* en *e* zijn, zoodat die der punten *h* en *h* moeten liggen in de waterpasse lijnen, die door de punten *e* en *e* worden getrokken. Die punten moeten mede, volgens vorige redeneeringen, gelegen zijn in de lijnen loodrecht uit de punten *h* en *h* opgehaald, zoodat zij de snijding dezer laatste lijnen of de punten h^1 en h^1 moeten zijn. Door nu door deze en de vroeger opgegevene gemeenschappelijke punten *g*, de noodige lijnen getrokken te hebben, zou, zoo de treden op de boomen gelijk waren verdeeld, de ruimten tusschen deze bij elkander behoorende lijnen, de dikte van de boomen in het gezicht, of de verkanteling aangeven. De bewerking voor de onderverkanteling kan op dezelfde wijze gevonden worden. Daar echter de treden in fig. 227, zooals bij latere opgave der verdeeling zal blijken, aan de beide boomen niet alle dezelfde breedte hebben, waardoor de boomen volgens de bovenvlakken hol en de ondervlakken bol zullen worden, is het hier voor het bepalen der verkanteling noodig, boven elk stootbord de voor opgegevene bewerking te herhalen, en volgens de daarbij gevondene punten, de kromme lijnen als grenslijnen te trekken. De loodrechte doorsnede dezer boomen zal op elke plaats een paralellogram opleveren; trekt men dus, onverschillig op welke plaats, uit de bovenbinnenkantlijn van den boom eene loodlijn tot de benedenbinnenkantlijn, en verder uit de ontmoetingspunten twee waterpasse lijntjes; maakt het onderste waterpasse lijntje gelijk in lengte aan het bovenlijntje tusschen de geconstrueerde verkanteling lijntjes, dan zal de verkantelingslijn voor het benedenvlak door het uiteinde dezer lijn moeten gaan. Een tweede punt voor deze lijn valt weer met de binnenkantlijn samen, welk punt juist te lood onder de boven samenkomende lijnen valt. Ook kan men de beneden-verkanteling zonder van de boven-verkanteling gebruik te maken, uit den plattegrond ophalen. Hiertoe zou men het geschiktst van de achterkant-stootborden kunnen gebruik maken. Trekt men die achterkanten in den plattegrond tot de buitenlijnen der boomen door, dan kan men op de vroeger opgegeven wijze werkende, de verticale projectiën van de snij- en ontmoetingspunten dezer lijnen met die der binnen- en buitenzijden der boomen, evenveel beneden de overeenkomstige treden bepalen, als die voor de

bovenverkanteling boven de treden bepaald zijn, en alzoo de noodige punten construeeren, om de lijnen voor de onderverkanteling te kunnen trekken.

Laat men de zijden der boomen tot den grond doorloopen, dan zal het boven- of voorvlak, al naar dat de boom eene meer vlakke ligging verkrijgt, een groot gedeelte voor de trede aan den grond sluiten. Dit gedeelte zou in vele gevallen hinderen; men is dan ook gewoon het voorste gedeelte te lood af te snuiten, zooals de verschillende teekeningen aangeven. Ook hiervan wordt de breedte, die in het gezicht komt, uit den plattegrond opgehaald. Dit afsnuiten nl. geschiedt altijd in de richting van de benedenste trede of stootbord, zoodat men bij trappen, waar deze deelen niet loodrecht op de boomen staan, ook hier geene rechthoekige afsnuiting, en dus eene verkanteling bekomt. De verticale projectiën van deze einden is begrepen tusschen de loodlijnen, die uit de hoekpunten van den plattegrond worden opgehaald, en worden onder en boven begrensd, door de grondlijn en bovenverkantelingslijnen.

Nadat alzoo alles met dunne lijnen in potlood is gezet, kan men tot het in inkt zetten overgaan, waarbij alleen de zichtbare lijnen geschreven worden of ook wel, zooals in ons figuur, bovendien de onzichtbare lijnen stippelen, daar men deze nagenoeg alle noodig heeft gehad voor het bepalen van voorhoutbreedte der boomen en verkanteling. Door boven opgegevene redeneering goed begrepen te hebben, zou men het in teekening brengen of liever het zoogenaamde ophalen van de opstand-teekeningen uit den plattegrond van alle verschillende soorten van trappen, bij eenige oefening voldoende kunnen aanleeren, daar het telkens weer op hetzelfde neerkomt. In elk geval zal het voldoende zijn om de verdere bespreking en opgaven voor het afschrijven gemakkelijker te kunnen volgen, waarbij ook de wijze van in teekening brengen van de verschillende trapvormen nader wordt toegelicht en de tredenverdeeling in verschillende plattegronden zal worden opgegeven, zoodat we thans tot de eigentlijke trappenbouw kunnen overgaan.

Het is hier misschien de geschikte plaats op te merken, dat men voor de verticale projectie of den opstand veelal als regel aanneemt, om, bij het aanbrengen van zware lijnen, waardoor men wil aangeven achter welke vlakken schaduw valt, zich voor te stellen, dat het licht links van boven en van voren valt. Bij de horizontale projectie of plattegrond stelt men zich dan het licht links van boven, maar daarbij als van achteren komende, voor. Volgens deze regelen zijn ook onze figuren behandeld. Bij de trappen in fig. 226 en 227, is echter een andere regel gevolgd, die in zeker opzicht beter te verdedigen is.

Zooals wij weten, berust het aloude bouwkundig teekenen van plattegronden, opstanden en doorsneden op de leer der projectiën. [1])

Daar de plattegrond-teekening niets anders is dan de horizontale projectie van het voorwerp, of eene doorsnede daarvan, en de opstand-teekening of verticale projectie niets anders dan het aanzicht van een der opstaande zijden of die van een verticale doorsnede, het eene op het horizontale en het andere op een daarop rechthoekig geplaatst verticaal vlak, die elkander in de grondlijn van den opstand, als as of snijdingslijnen der beide vlakken, rechthoekig snijden of ontmoeten, dient ook dezelfde richting bij beide teekeningen te worden toegepast. Men weet, dat men zich de beide door de as gescheidene vlakken moet voorstellen als rechthoekig op elkander staande, waarbij het gedeelte beneden de as horizontaal is, en het gedeelte boven de as verticaal staat. Als zoodanig zal het licht in de plattegrond-teekening bij boven opgegevene richting van onderen naar boven vallen; stelt men zich het horizontale vlak als neergeslagen, en dus in het verlengde van het verticale vlak voor, dan zal het licht zooals tot dus ver is aangenomen, van boven komen. Bij de plattegrond-teekeningen der genoemde trappen zijn wij van eerstgenoemde beschouwing uitgegaan, en hebben het licht van onderen laten vallen, om het verschil te doen opmerken.

C. Soort van hout en verschillende afmetingen der deelen.

De trappen worden bij de eenvoudige gebouwen in vele gevallen van vuren- of greenenhout genomen, bij eene nette betimmering maakt men thans veel gebruik van goed gewaterd iepen. Aan het vuren- of greenenhout wordt door beschildering het voorkomen van de een of ander houtsoort gegeven, hetzij eiken-, mahonie-, noteboom, iepen- of andere houtsoort. Vooral laatsgenoemde leent zich geschikt voor eene bijzonder zuivere nabootsing.

---

[1]) Eene nadere bespreking van de eenvoudigste grondbeginselen dezer leer vindt men in een werkje van schrijver dezes „*Beginselen van lijnteekenen. Eene handleiding bij het onderwijs en tot zelfoefening voor aankomende ambachtslieden.*" Uitgegeven bij D. A. Thieme te 's Hage, prijs 40 cents.

Bij het maken van iepenhouten trappen worden, zuinigheidshalve, de rechte boomen niet zelden van vurenhout genomen, terwijl dan ook de langs den muur opgaande lambriseeringen van dit hout worden vervaardigd. Het iepenhout wordt alleen geolied en het andere hout door verven het aanzien van iepenhout gegeven. Wil men zeer goed en solied werk, dan neemt men ook wel de geheele trap van eiken hout, dat mede alleen geolied wordt. Ook wel neemt men alleen de treden van eiken en de boomen, althans wat de wrongstukken aangaat van iepen. In enkele gevallen worden zij geheel van mahoniehout gemaakt.

Het gebruik dat van de trap moet worden gemaakt, is natuurlijk van grooten invloed op de keuze van het geschiktste materiaal

Bij trappen, die veel gebruikt moeten worden, in kazernes, scholen enz., worden de treden somtijds in de dikte uit twee stukken genomen. Het onderstuk of de eigenlijke trede noemt men dan het *draagstuk* en het bovenste, dat hierop met houtschroeven wordt bevestigd, het *oplegstuk*. Bij deze bewerking kunnen nieuwe draagstukken worden aangebracht zonder hierbij de trap te benadeelen. Ook worden hier, vooral zoo de traptreden niet van harde houtsoort genomen zijn, voor op de treden wel geribt ijzeren laven vastgeschroefd, om het afloopen der treden te voorkomen.

De breedte der boomen en treden moet zich blijkbaar regelen naar de grootte der aantreden en de helling der trap; waarbij op vroeger beschreven wijze met passerboogjes afgeschreven het voorhout op $2^1/_2$ à 3 cM. wordt bepaald. Zij verkrijgen voor de platte gedeelten, eene dikte van 4 à 6 cM. in enkele gevallen zelfs tot 10, maar meerendeels 5 cM., terwijl aan de kromme gedeelten, de wrongstukken, in den regel geen mindere dikte dan 6 cM. wordt gegeven. Aan de treden wordt eene dikte van 4 à 7 cM. en aan de stootborden van 2 á 3 cM. gegeven. Gewoonlijk neemt men voor de eerste 4 à 5 en voor de laatste 1.8 à 2.3 cM.

HET AFSCHRIJVEN EN SAMENSTELLEN DER VERSCHILLENDE TRAPPEN.

1. *Laddertrap.* De eenvoudigste trappen, die onder de rechte steektrappen moeten gerangschikt worden, bestaan uit twee rechte en evenwijdige boomen, waar tusschen de treden zonder bijvoeging van stootborden gewerkt zijn. Zij worden in eenvoudige gebouwen, voor werkplaatsen of zoldertrappen toegepast, terwijl daaraan de verschillende benamingen van vliering-, pakhuis-, ladder en soms ook turfdragerstrap wordt gegeven. Aan deze trappen wordt veel eene steile helling gegeven, zoodat zij eene smalle aan- en hooge optrede bekomen; de eerste ongev. 15 de laatste 30 cM.

Deze trappen worden met *ingeschoven* treden, op dezelfde wijze als de verplaatsbare huistrappen, bewerkt. Voor het opsluiten der treden worden inkeepingen in de boomen gemaakt, ter diepte van $^3/_4$ à 2 cM.; waarin de treden zuiver passende worden ingeschoven, terwijl de treden daarbij meestal 2 à $2^1/_2$ cM. voor de boomen blijven, terwijl die meerdere breedte vóór de boomen doorloopt. Om aan deze kleine lippen, die anders alleen door een spijker kunnen versterkt worden, meerderen steun te geven, worden de boomen, in de voorvlakken, volgens de onderzijde der inkeepingen ingezaagd, en volgens de bovenzijde der inkeeping te lood ingestoken, waardoor driehoekige uitkeepingen ontstaan. Hierdoor kunnen de voorspringende lippen, die volgens de buitenzijde der boomen worden afgewerkt, ook van onderen dezelfde breedte behouden als zij van boven verkrijgen, en rusten zij daarbij met de ondervlakken op de uitgekeepte boomen. De bevestiging van treden en boomen geschiedt, behalve met een spijker door deze voorvallende lippen, met 2 à 3 spijkers door de boomen. Bovendien wordt dit samenstel nog wel versterkt door onder en boven, of ook nog op tusschenliggende plaatsen, onmiddelijk onder eene trede, ijzeren staven aan te brengen, die aan de buitenzijden der boomen door koppen en moeren zijn opgesloten, en alzoo de treden tusschen de boomen klemmen. Fig. 234 geeft ter opheldering eene voorstelling van de verbinding van treden en boomen. Worden deze trappen voor gewone zoldertrap toegepast, dan is daarvoor geen zwaar samenstel noodig, en niet zelden is het, om plaatsruimte te winnen, wenschelijk, dat deze trappen naar de zolder kunnen worden opgehaald. Hoewel zij los staande van boven van ijzeren haken moeten voorzien zijn, waarmede zij in oogen worden gesteld, om voor uitglijden te zorgen, zullen zij in dat geval draaibaar moeten afgehangen worden. Onder aan een der boomen wordt dan een touw bevestigd, dat veelal boven den zolder over een katrol loopende van tegenwicht is voorzien, om de beweging gemakkelijk en het hangen blijven der trap mogelijk te maken.

Somtijds worden zij ook zoodanig ingericht, dat zij op zijde tegen den muur kunnen opgeslagen en vastgezet worden.

Wil men boven beschreven trappen ook tusschen de treden afsluiten, zoo brengt men de reeds besproken plankbekleeding achter tegen de treden en tusschen de boomen sluitende, aan.

2. *Steektrappen.* De gewone enkelvoudige steektrap wordt in plattegrond en opstand door fig. 226 aangegeven. De hoogte van de geheele trap en de lengte der horizontale projectie bekend zijnde, kan men uit het gegeven aantal treden in den plattegrond, de grootte der aan- en optrede zuiver bepalen, zooals vroeger is opgegeven. Is nu ook de breedte der trap tusschen de boomen, de grootte der wel en de diepte der inzinking in de boomen bekend, dan heeft men de noodige gegevens om deze trap te bewerken.

In de eerste plaats kan men de doorsnede van twee opvolgende treden en het daar tusschen liggende stootbord in teekening brengen. Dit is niet altijd noodzakelijk, maar toch aan te raden, vooral omdat men daardoor het profiel, dat aan de wel zal gegeven worden, kan vaststellen. Wij nemen aan, dat fig. A die doorsnede voorstelt. Bij de verbinding van stootbord en opliggende trede volgt men twee bewerkingen. Hebben de treden eene flinke dikte, dan wordt daarin van onderen eene groef geschaafd, waarin de stootborden worden opgesloten, zooals ons figuur aangeeft. Bij dunne treden bevestigt men echter onder tegen de treden een afzonderlijk latje; — wellat — het stootbord wordt dan veelal niet in een groef opgesloten, maar wordt tegen de trede gewerkt en tegen de wellat vastgespijkerd, zie fig. D. Bij dunne treden zou men deze door de groef te veel verzwakken, terwijl zij zonder wellat geen gelegenheid zouden aanbieden voor het aanbrengen van een behoorlijk profiel of lijst.

Door genoemde gegevens is de lengte van stootbord en treden en de breedte der treden, die in ons figuur alle gelijk zijn, bepaald; door het vaststellen van deze doorsnede-teekening is het profiel der wel en ook de breedte van de stootborden bekend. Daar deze laatste tot den onderkant der treden moeten doorloopen, zal, bijaldien zij van boven niet in de trede worden opgesloten, de breedte gelijk zijn aan de optrede der trap, terwijl in het tegenovergesteld geval die breedte moet vermeerderd worden met de diepte der inzinking.

De treden en stootborden kunnen dus bij de nu bekende gegevens alle worden afgewerkt. Hierbij valt alleen op te merken, dat zij alleen zuiver recht, aan de voor- en bovenzijde vlak en haaks moeten bewerkt worden, terwijl, zoo de stootborden worden ingezonken, zie de doorsnede in fig. A, deze van boven aan de achterzijde schuin afgeschaafd worden, om beter in de groeven te kunnen worden gewerkt. Door dit schuin afschaven of bijsnuiten der stootborden moeten zij alle van boven even dik worden om in de groeven der treden te passen. Ten einde dit te bekomen, bedient men zich van een kort houtje — groefhout — waarin met denzelfden veerploeg, waarmede de groeven in de treden zijn geschaafd, een groef is geschaafd om door oppassen hiervan de juiste dikte te kunnen bewerken. De stootborden moeten, zoowel hier als bij alle andere trappen, van boven iets rond worden gestreken, opdat zij in het midden zuiver tegen de treden sluiten, daar men in tegenovergesteld geval licht gevaar loopt, dat de treden bij het beloopen der trap iets zullen doorzetten, waardoor het zoo onpleizierige *kraken* der trap ontstaat.

Zoowel hier als bij alle soortgelijke bewerking, maakt men, voor het afschrijven van het profiel der wel op de verschillende treden, een contramal van een dun plankje of zink, om het zuiver profiel aan beide zijden op al de treden te kunnen afschrijven en daarnaar de treden alle gelijkvormig te kunnen afwerken.

Het afschrijven der boomen zal op dezelfde wijze kunnen plaats hebben, als bij het in teekening brengen op kleine schaal is opgegeven. Fig. 226 geeft voor de onderste helft eene lengte-doorsnede en voor het verdere gedeelte den boom met de daarin aangebrachte nesten aan, wat laatste overeenkomt met de buitenlijnen van treden en stootborden, zoodat de boom volgens die lijnen kon worden ingehakt. Die bewerking zou echter in de practijk zeer lastig en voorzeker moeielijk met voldoende zuiverheid zijn uit te voeren. Voor het afschrijven der boomen bedienen wij ons in de practijk van een driehoekig plankje C, waarvan de eene rechthoekszijde a, b gelijk is aan de optrede en de andere a, c gelijk aan de aantrede der trap. Men bedenke, dat vroeger is gezegd, dat de aantrede zonder wel in rekening komt en dus van voorkant tot voorkant-stootbord loopt. Nemen wij nu de plank of plaat die voor den boom bestemd is, zie bij B en trekken daarop eene lijn d, e op voldoenden afstand van de buitenzijde der plank om het voorhout te behouden, dan kunnen wij aannemen, dat alle voorkant-treden langs deze lijn zullen vallen. Leggen wij nu genoemde driehoek, zooals dat in ons figuur plaats heeft, zoodanig, dat de punten b en c boven deze lijn komen en dus eene lijn b, c juist boven die ligt, hiermede van onderen van den boom aanvangende, dan zullen de zijden van den driehoek a, b en a, c een voorkant-stootbord en bovenkant-trede aangeven. Door nu dit malletje volgens d, e te verschuiven, en wel zoodanig, dat het punt c in het punt b komt, terwijl de lijn b, c boven de lijn d, e blijft, zullen de rechthoekszijden a, b en a, c op nieuw gelegenheid geven

tot het afschrijven van den voorkant van het stootbord en den bovenkant der trede. Zóó tot boven doorgaande, zullen alle de voorkanten, stootborden en bovenkantentreden op den boom bepaald kunnen worden, waarbij men bij het verschuiven van den driehoek telkens moet zorgen voor eene nauwkeurige en zuivere ligging, voor men de gewenschte lijnen op den boom gaat afschrijven. Bij boven opgegeven verschuiving vereischt dit nog al groote oplettendheid. Hierom gaat men veelal de eene zijde van den boom vooraf recht strijken, zet, zooals vroeger is opgegeven, het voorhout voor de treden, buiten de schuinsche zijde *b*, *c* van den driehoek uit, en werkt het plankje ook volgens deze lijn zuiver af. Wanneer men nu langs deze zijde van het plankje een latje bevestigt, zie het malletje in fig. B, dat iets meerdere dikte heeft dan het plankje, dan kan men dit latje met die meerdere dikte langs de rechte zijde van den boom laten glijden, en heeft men alleen te zorgen, dat het hoekpunt *c*, bij het verplaatsen, telkens zuiver in de snijding der lijnen bij het punt *b* komt.

Bij dit afschrijven trekt men de lijnen voor de bovenkanten der treden eenige centimeters vóór de lijn *d*, *e* door, omdat ook de treden door het overstek der wellen vóór die lijn komen. Het verder afschrijven der nesten geschiedt door behulp van de treden en stootborden zelve. Hiervoor moeten zij vooraf geheel zijn afgewerkt, zoowel wat aangaat het profiel van de wel als de groeven voor de stootborden, zoo die worden toegepast. Zij worden daarvoor van een volgnummer voorzien, waarmede men geschikt van onderen af begint, om later te weten naar welke stukken de verschillende nesten zijn afgeschreven, of voor welke nesten de verschillende stukken zijn pasklaar gemaakt. Hierna schrijft men eerst de nesten voor de treden af, en begint daarmede van onderen af. De eerste trede wordt met het eene einde op den bijbehoorenden boom gezet, met den bovenkant langs de lijn 1, 2, die langs genoemden driehoek als bovenlijn der eerste trede is aangegeven. Hierbij moet worden gezorgd, dat de voorkant der groef voor het stootbord, of bijaldien deze ontbreekt, de achterkant der wellat, waartegen het stootbord moet sluiten, gelijk met de lijn 3, 4 komt, daar die de voorkant van het stootbord aangeeft, zoodat de welbreedte vóór die lijn komt. De trede alzoo zuiver op zijn plaats op den boom gesteld hebbende, schrijve men met een passerschreef de juiste dikte en vorm van deze trede op den boom af. Hierna worden de volgende treden op dezelfde wijze afgeschreven, waarna de nesten der treden kunnen worden ingehakt, waarbij men zich kan bedienen van een zinkhoutje om de diepte gelijkmatig te krijgen. Zijn de nesten der treden uitgewerkt, dan worden al de treden in de daarvoor aangebrachte groeven gepast, om te zien, of er hier of daar ook nog wat is te verbeteren.

De breedte, die aan de trap tusschen de boomen moet worden gegeven, wordt vooraf op elke trede en stootbord door eene potloodlijn aangegeven, zoodat de gedeelten, die in de nesten moeten komen, buiten deze lijnen — *dagschreven* — gelegen zijn. Bij het inpassen moet er nu vooral op gelet worden, dat deze dagschreven juist met de binnenvlakken der boomen overeen komen.

Zijn nu alle treden bij deze bewerking pasklaar gemaakt, dan begint men met het afschrijven van de nesten voor de stootborden. Hiervoor begint men weer van onderen af, steekt het onderste stootbord in de groef der onderste trede en stelt het stootbord in de daarvoor gemaakte groef. Het stootbord moet daarbij met den voorkant volgens de afgeschreven lijn 3, 4 vallen.

Verder wordt de tweede trede met het daarbij behoorende stootbord ingezet, waarbij de eerste trede in de groef staan blijft. Ook hiervoor wordt op dezelfde wijze de groef afgeschreven, terwijl daarbij tevens wordt nagezien, of de onderkant van het stootbord met den onderkant der onderliggende trede overeenkomt. Komt hij onder de trede, dan wordt de onderkant der trede op het stootbord afgeschreven, om hem daarnaar van de juiste breedte te kunnen maken. Zijn alzoo de nesten voor de stootborden mede afgeschreven en uitgehakt, dan wordt het geheel nogmaals ingepast en alles tot de diepte der dagschreven nauwkeurig passende bewerkt.

Bij het inhakken van de nesten voor de stootborden, bestaat er gevaar voor het uitspringen van de scherpe hoeken, die bij de samenkomsten der nesten van treden en stootborden staan blijven. Het is daarom raadzaam, voor met het inhakken der stootbordnesten te beginnen, die aansluitingen in te zagen.

Nadat ook de boom voor het onderste en bovenste gedeelte naar behooren is afgewerkt, om de noodige aansluiting enz. te kunnen verkrijgen en de nesten in den anderen boom en verdere bewerking op dezelfde wijze is afgewerkt, kan tot het opsluiten van het geheel worden overgegaan. Hiervoor worden treden en stootborden, nadat alles vlak en zuiver is afgeschaafd, eerst alle in den eenen boom gesteld, de treden veelal met drie à vier spijkers aan den boom bevestigd, en de stootborden tegen de onderkanten der

treden gespijkerd en daarna ook de andere boom aangebracht en evenzoo vastgespijkerd. Bij het aanbrengen der stootborden moet vooral worden gezorgd, dat zij goed in de treden zijn opgesloten en van boven tegen de bodems van de groeven sluiten. Hierna kan men zien of de onderkanten der stootborden met de onderkanten der treden overeenkomen, en dit zoo noodig hier en daar nog iets bijwerken.

2. *Scheluwe trap.* De scheluwe trappen, waarvan de fig. 227 en 228 in opstand en plattegrond twee constructiën voorstellen, kunnen zeer verschillend van vorm zijn. Zooals de hier gegeven platte gronden aangeven, is de trap volgens fig. 227 een enkel scheluwe; de boomen staan hierbij van boven rechthoekig tegen elkander over, terwijl de trap door de ongelijke lengte der boomen van onderen scheef wordt. Fig. 228 geeft een dubbel scheluwe trap; de boomen zijn ook hier ongelijk van lengte en zoodanig geplaatst, dat de trap zoowel boven als onder scheef wordt, zoodat de boomen elkander kruisen.

De verdeeling van de treden in den plattegrond dezer trapvormen wordt verschillend bewerkt. Bij de practische uitvoering waarbij in dit geval ook veeltijds de verkanteling niet wordt aangebracht, gaat men niet zelden het aantal treden op de beide boomen gelijk verdeelen. Die verdeeling is zeker eenvoudig en zal ook zonder bezwaar kunnen gevolgd worden, wanneer de trap, hetzij onder of boven, of onder en boven beide, niet te veel van den rechten vorm afwijkt, daar hierbij in dat geval de breedte der verschillende aantreden op de loopplaats, te veel zou verschillen.

Men zal een meer gelijkmatige verdeeling der aantreden verkrijgen, door de voorkanten-stootborden der eerste en laatste trede zóóveel te verlengen, dat deze lijnen elkander ontmoeten of snijden, en uit dat snijpunt als middelpunt een boog tusschen de beide boomen te beschrijven, die in de nabijheid van den buitenboom komt. De plattegrond in fig. 228 geeft die constructie aan, welke echter ook even goed op die van fig. 227 is toe te passen. Op deze cirkelbogen worden nu de tusschenliggende treden verdeeld, terwijl alsdan de stootborden door deze verdeelpunten loopen en alle gericht zijn op het genoemde snijpunt of middelpunt van den boog.

Het bepalen van het genoemde middelpunt, kan in de practijk echter vrij lastig zijn, omdat de daarvoor door te trekken lijnen soms eene groote lengte moeten verkrijgen. In die gevallen verkrijgt men eene zeer goede verdeeling door eene bewerking als in fig. 227 toegepast. Uit het punt van samenkomst van den voorkant der stootbordlijn der eerste trede en den binnenkant van den korten boom, is eene loodlijn op dien boom opgericht; uit het ontmoetingspunt van deze loodlijn met de binnenlijn van den langen boom is een loodlijn neergelaten op den voorkant van het eerste stootbord en verder uit het ontmoetingspunt dezer laatste lijnen, een lijn getrokken naar het snijpunt van den voorkant van het laatste stootbord en den binnenkant van den langen boom. Verder is uit het snijpunt van den voorkant van het stootbord der eerste trede en binnenkant van den korten boom, eene lijn getrokken, evenwijdig aan de boven geconstrueerde, en op deze beide lijnen de tredeverdeeling gelijkmatig verdeeld. De tusschen de boomen, door deze overeenkomstig verdeelde punten getrokken lijnen geven dan de horizontale projectiën van de voorvlakken of voorkanten der stootborden aan. — De dikte der stootborden kan hier achter, (altijd van het benedeneinde der trap afrekenende) en de grootte van de wel hier voor, worden uitgezet, welke lijnen evenwijdig aan den daarbij behoorenden voorkant der stootbordlijn moeten vallen.

Bij eene dubbel scheluwe trap, fig. 228, zal men eerder gelegenheid hebben het trekpunt voor eenen boog te bepalen, aangezien dat, omdat de plattegrond-teekening aan beide einden scheefhoekig zijn, op minder verren afstand verwijderd zal liggen. In ons figuur is die verdeeling door den boogconstructie aangebracht. Ook hier kan men echter bovengenoemde bewerking toepassen; men moet daarbij twee loodlijnen van den korten naar den langen boom ophalen en verder zoowel bij de eerste als laatste trede, de loodlijnen op de voorkanten der stootborden neerlaten. De lijn, die de uiteinden dezer neergelaten loodlijnen vereenigt, zal dan de eene verdeellijn zijn, terwijl de andere even als vroeger wordt bepaald. — Ook kan men voor deze verdeellijn cirkelbogen gebruiken zonder van genoemd middelpunt gebruik te maken. Hiervoor neme men, zie fig. 236, drie punten aan, voor den binnenboom, zooals hier is genomen, liggen twee dezer punten in de samenkomsten van de voorkanten der stootborden van de benedenste en bovenste treden, met die van de binnenzijde van den boom, terwijl het derde punt midden tusschen deze punten gelegen is op eenigen afstand van de projectie van den boom. Voor den buitenboom zal het middelste punt aan den boom moeten liggen, terwijl de andere beide, in dezelfde verhouding tot het middelste punt als bij die aan den binnenboom, moeten gesteld worden. In deze geconstrueerde punten stelt men spilletjes, bijv. door het inslaan van draadnagels. Voorts neemt men twee rechte rijen of latten en spijkert die zoo-

danig aan elkander, dat zij, even als in ons figuur wordt aangegeven, tegen deze punten sluiten. Wanneer men nu deze latten langs deze spillen beweegt, zal de in het midden samenkomende hoek een gebogen lijn beschrijven, waarop de trede-verdeeling kan plaats vinden. Door dus gedurende die verschuiving in dezen hoek een potlood te plaatsen, en hiermede den boog te beschrijven, zal men deze lijn gemakkelijk kunnen bekomen. De binnen- en buitenbogen worden hierbij weer van voorkant-trede eerste — tot voorkant-trede laatste stootbord in een gelijk aantal gelijke deelen verdeeld en door deze deelpunten de voorkanten der stootborden bepaald. Daar de aantreden in dit geval aan de boomen verschillende breedten hebben en deze boomen daardoor onder en boven uit een gebogen lijn zullen bestaan, kan de afschrijving niet gelijk als bij de rechte steektrap plaats hebben. Ook hierbij kan men echter den hellingshoek construeeren en meergenoemd plankje vervaardigen, of wel den uitgezetten hoek met den zwaaihaak overnemen om de richting der treden op den boom te bepalen. Die hellingshoek wordt blijkbaar verkregen door tusschen de snijpunten van den voorkant der stootbordlijnen met dien van de bovenkanten der treden van de onderste en bovenste trede een lijn trekken, en den hoek dien deze lijn met die grondlijn of een der bovenkanten der treden maakt over te nemen. In plaats van het volle aantal treden hiervoor te gebruiken, kan men ook den afstand van den voorkant der onderste tot den voorkant der bovenste trede in den plattegrond aan den boom in evenveel gelijke deelen verdeelen, als er treden worden gevonden, en een dezer deelen als de eene rechthoekszijde van den driehoek gebruiken, terwijl de andere gelijk zal moeten zijn aan de optrede die voor de trap is bepaald. De hypothenusa van dezen driehoek geeft dan de helling — en deze lijn met de rechthoekszijde, die de aantrede voorstelt, den hellingshoek aan.

Laat fig. 237 vijf treden voorstellen, die in een boom eener dusdanige trap moeten komen, dan zal de lijn *a*, *c* de helling en de hoek *b*, *a*, *c* den hellingshoek aangeven. Deelt men nu de lijn *a*, *b* in evenveel gelijke deelen als er treden in den plattegrond gevonden worden, hier vier, en neemt een dezer deelen, die wij hier aannemen, gelijk te zijn aan *b*, *d*, zet op het eene einde, bijv. bij *b* de hoogte der aantree uit, hier gelijk *b*, *e* en trekt daarna de lijn *d*, *e*, dan zullen de driehoeken *a*, *b*, *c* en *d*, *b*, *e* gelijkvormig zijn. De lijn *d*, *e* loopt dus evenwijdig aan *a*, *c* en hoek *b*, *a*, *c* is gelijk aan hoek *b*, *d*, *e*.

Trekt men nu op de plank, die voor boom zal moeten dienen, zie fig. 230, eene rechte lijn — waarbij men heeft te zorgen dat die, met het oog op de kromming, die aan den boom moet worden gegeven de meest voordeelige richting heeft — en zet men op deze lijn de afstanden *d*, *e* van den gevonden driehoek af, dan zullen al deze bepaalde punten de verschillende hoogten van de bovenkanten der treden op de boomen aangeven. Neemt men nu den hellingshoek *b*, *a*, *c* of *b*, *d*, *e* met den zwaaihaak over, dan kan men het eene blad van den zwaaihaak langs de op den boom getrokken lijn leggen en langs het andere blad een lijn op den boom afschrijven, die daarbij telkens door een der uitgezette punten moet gaan, en welke dan telkens de plaats en richting van een der bovenkanten der treden zal aangeven.

Kan de hellingslijn zonder onnoodig houtverlies gelijk worden genomen aan een der kanten van den boom, dan kan deze zijde worden recht gestreken, en de zwaaihaak met het eene blad langs deze zijde worden gelegd, waardoor het werk met meer zekerheid, nauwkeurig kan worden verricht. Na alzoo de bovenkanten der treden bepaald te hebben, welke lijnen, gemakshalve, over de volle breedte des booms worden doorgehaald, moeten de voorkanten der stootborden worden bepaald. Hiermede begint men althans zoo de plank voor den boom bestemd geen overbreedte heeft, het eerst het stootbord te bepalen onder die trede, welke het naast aan den voorkant des booms moet komen. Hiervoor merkt men een punt aan in de bovenlijn der trede, dat zooveel binnen den buitenkant van den boom ligt, als voor voorhout, wel en zoo noodig, ook voor de verkanteling zal nooodig zijn. Uit dit punt trekt men, door behulp van den winkelhaak een loodlijn tusschen deze en de onderliggende bovenlijn der trede, welke dan den voorkant van het stootbord zal aangeven. Om nu de volgende stootborden te bepalen, zet men de breedte der aantreden op den plattegrond, voor de onderliggende trede voor, en voor de bovenliggende trede achter dezen voorkant der stootbordlijn uit. Uit deze punten kunnen op nieuw de opvolgende stootborden worden afgeschreven als boven is aangegeven. Heeft men zoo alle voorkanten der stootborden op hare plaats tusschen de bovenkanten treden geconstrueerd, dan kan de verdere bewerking geheel gelijk aan, dat, opgegeven voor de rechte steektrap, worden uitgevoerd.

Evenals bij andere houtverbindingen worden ook bij de samenstelling van trappen alle scherpe hoeken vermeden. De treden, waarvan de zijden onder eenen stompen hoek tegen de boomen vallen, worden daarom, voor zoover zij in de boomen komen, afgesnoten, zoodat de nesten rechthoekig kunnen ingehakt worden. —

Fig. 235 geeft een gedeelte boom in plattegrond en opstand. In plattegrond is daarbij de richting der treden aangegeven, terwijl in den opstand de nesten zijn voorgesteld. De noodige afsnuiting aan de voorzijde der treden kan in den plattegrond worden nagegaan; aan de achterzijde vallen zij met een stompen hoek tegen den boom, de nesten in den boom worden naar deze riching ingehakt. Men kan voor het afsnuiten der trede binnen de dagschreef, van een winkelhaak gebruik maken, daar die afsnuiting rechthoekig op het eindvlak der trede moet geschieden. Voor het inhakken van de schuinsche zijden der nesten kan voor elke trede de richting met den zwaai uit den plattegrond worden opgenomen.

Bij de rechte steektrappen worden alle treden even lang en breed. Dat is bij de scheluwe trappen echter niet geval, zooals uit de plattegronden duidelijk blijkt. Men maakt daarom op een schot, vloer of zolder, van de trap een plattegrond-teekening op de volle grootte. Is de verdeeling der treden zoodanig aangebracht, dat al de voorkanten der stootborden naar hetzelfde punt wijzen, dan kan men een plank nemen, die op het eene einde de breedte heeft, voldoende voor het breede einde der breedste trede en deze naar het beloop der grenslijnen in den plattegrond afwerken. Geeft men aan deze plank de lengte dat ook de smalste trede daarop kan geplaatst worden, dan kan deze voor mal van al de treden dienen, om die daarnaar te bewerken. Men kan dan deze plank op elke trede in den plattegrond leggen en wel zoodanig, dat de zijden der plank met de buitenlijnen der onderliggende treden overeenkomen. De lengte en richting der eindvlakken kan men daarbij voor elke trede op deze plank overbrengen, en bij de bij elkander behoorende eindlijnen en de trede in den plattegrond, dezelfde merken of cijfers plaatsen. Met deze mal voorzien, kan men al de treden voorloopig afkorten en bewerken. Heeft men de treden alzoo bewerkt en tevens van het profiel der wel voorzien, dan moeten zij op de zuivere lengte worden afgewerkt en de meergenoemde dagschreven daarop worden aangebracht. Hiervoor spijkert men op het schot of den vloer, waarop de plattegrond-teekening is aangebracht, in het verlengde van de lijn, die de binnenzijde van den boom voorstelt, voor elken boom twee houten klosjes, zooals dit tevens bij den bovenboom in fig. 227 bij x en ij is aangegeven. Daarna legt men de trede, waarop de dagschreef zal worden geplaatst, op den plattegrond van de trede en wel zoo, dat de voor- en achterzijde der trede, zuiver overeenkomt met die in de plattegrond-teekening. Is dit geschiedt dan neemt men een rechte rei en legt die tegen de twee bij elkander behoorende klosjes en over de uitgelegde trede. Schrijft men nu met een potlood langs deze rei over de trede dan is daarop de dagzijde, of de binnenkant van den boom, zuiver overgebracht waar buiten de lengtelijn, naar de diepte der nesten, kan worden aangebracht. Nadat op deze trede ook aan het andere einde de dagschreef op dezelfde wijze is aangebracht, kan hij volkomen juist worden afgewerkt.

3. *Scheluwe trappen met ronde en holle treden.* In enkele gevallen geeft met aan de trappen ronde en holle treden. Om plaatsruimte voor de aantreden te winnen kan men voor de onderste treden ronde en voor de bovenste helft holle treden aanbrengen; ook wordt somtijds van ronde treden gebruik gemaakt om, evenals voor het stellen van scheluwe trappen is opgegeven, den aanloop tot de trap, ofaantrede der trap te verbeteren. De geregeld af- en toenemende kromming voor de opvolgende treden kan men daarbij als volgt bepalen: nadat de breedte der treden, zie fig. 231, zoowel op den korten als langen boom, gelijk zijn verdeeld, trekt men uit de overeenkomstige verdeelpunten rechte lijnen a, b, c, d enz. Uit het midden van deze rechte lijnen worden daarna op die lijnen loodlijnen opgericht, en deze tot de binnenlijn van den langen boom of het verlengde daarvan doorgetrokken; de snijpunten van deze lijnen met de binnenlijn des booms, geven dan de middelpunten aan, waaruit de bogen voor de overeenkomstige treden moeten getrokken worden. Brengt men alleen bolle of ronde treden aan, zoo bekomt men hierbij voor de bovenste een rechte trede. Zal er van ronde en holle treden gebruik worden gemaakt, dan zal de middelste trede recht worden.

Wil of moet men die kromming bepalen bij een vooraf aangenomen of bepaalde ronding der onderste en bovenste trede, dan kan kan men de bewerking van fig. 232 volgen.

Na ook hier de treden aan de boomen verdeeld te hebben, kan men, ofschoon dit hier alleen voor de eerste lijn vereischte is, ook deze overeenkomstige punten door rechte lijn vereenigen. Daarna trekt men de aangegeven middellijn en zet daarop voor de eerste lijn de voor de benedenste trede bepaalde bocht uit. De afstand van dit punt tot de rechte trede verdeelt men in hetzelfde aantal gelijke deelen als aan de boomen geschied is; trekt uit die deelpunten tot de overeenkomstige deelpunten aan de boomen, zie genoemd figuur, rechte lijnen en richt midden op deze lijnen loodlijnen op; de snijpunten dezer loodlijnen zullen dan de middelpunten van de ronding der bijhoorende treden zijn. Bij rechte bordes of steektrappen

zullen die middelpunten klaarblijkelijk alle in de middellijn vallen en zal het construeeren der loodlijnen dus slechts aan de eene zijde noodig zijn.

Het aanbrengen dezer ronde treden wordt bij de huistrappen slechts zelden toegepast; meer algemeen vindt men die bij bordestrappen buitenshuis, vooral voor koepel- en achter- of tuindeuren. In dat geval geeft men daarbij aan de onderste trede veelal meerdere breedte dan aan de bovenste, zoodat de trap zich naar boven vernauwt. Fig. 233 geeft daarvan in plattegrond een schetsvoorbeeld aan. Voor het construeeren dezer kromme trede zal nu geene nadere verklaring noodig zijn. Ook hier vallen de middelpunten, waaruit de gebogen lijnen worden getrokken, alle in de middellijn of het verlengde daarvan.

Het is duidelijk, dat bij deze trappen noch bij eene opstand-teekening, noch bij een doorsnede over de middellijn, de boom in zijn ware grootte zal zijn voorgesteld, maar dat men die voorstelling zal verkrijgen door de as van projectie evenwijdig aan den boom te nemen, zooals ook in ons figuur bij de opstand-teekening of het neerslaan van den boom is aangenomen.

Met het oog op het vroeger verklaarde, zal het in teekening brengen van deze soort trappen echter wel geen bezwaar opleveren. Ook hier worden voor het maken der opstand-teekening alle voorzijden der stootborden, wellen enz. uit de aansluiting aan de boomen opgehaald. Voor hem, die zich in het trappen teekenen wil oefenen, is het zeker niet ondienstig, deze soort volgens het vroeger geleerde in teekening te brengen. Niet zelden neemt men de boomen dezer trappen mede volgens kromme lijnen: voor het in teekening brengen zal dat geen bewaar opleveren; daar hierbij geheel dezelfde bewerking kan gevolgd worden. Voor het vervaardigen dezer kromme boomen zijn echter andere mallen noodig, waarvoor de bewerking bij de Engelsche trappen zal worden beschreven.

4. *Spiltrappen.* Wat men onder spiltrappen verstaat, is reeds vroeger medegedeeld. Vroeger werd van geheel doorgaande spiltrappen veel gebruik gemaakt. Zij zijn geschikt om in eene kleine ruimte gebruikt te worden, waarom men ze ook thans nog wel toepast, hoewel zij zeer ongemakkelijk in het gebruik zijn, en daarom zooveel mogelijk worden vermeden. Meer algemeen vindt men ook thans nog gebruik gemaakt van trappen, die onder of boven of ook wel in het midden van den traparm door tusschenkomst eener spil van een kwartwenteling voorzien zijn, om onder of boven een ander front aan de trap te geven, of om de beide daardoor gescheiden rechte gedeelten langs twee, elkander onder een rechten hoek ontmoetende muren te laten rondgaan. Fig. 238 geeft voor dit laatste geval den plattegrond aan, terwijl rondom dezen plattegrond de verschillende boomen zijn neergeslagen. Voor het afschrijven dezer boomen, waarover straks, zal, met het oog op het voorgaande, weinig toelichting noodig zijn, zoodat de bewerking der spil hier hoofdzaak is.

Een belangrijk bezwaar is het bij deze trappen, dat de aantreden door de daarin voorkomende kwartwentelig, zoo ongelijk worden. Zij zullen aan de spil steeds te klein, bij de buitenboomen te groot, en bij vierkante trapgaten aldaar zeer ongelijk zijn. Men moet zorgen de aantrede in de kwart volgens de looplijn — de plaats waar men bij het klimmen en dalen het meest zal loopen — gelijk te maken aan die der treden in de rechte gedeelten. Het is dus in de eerste plaats de vraag, waar of die looplijn moet worden aangenomen. Men wil, en de ondervinding leert, dat die looplijn moet worden aangenomen op de helft of twee derde van de breedte der trap uit de spil gemeten. Bij smalle trappen op $^2/_3$ bij breede op $^1/_2$, terwijl dit bij de overige hier tusschen is gelegen. Bij de gewone trappen wordt dit veelal op nagenoeg $^2/_3$ genomen. Een en ander zal zich mede regelen, om met het voor de kwart bepaalde getal treden, ook juist een kwart slag rond te komen. Verder loopen bij de gewone bewerking, de voorkant-stootbordlijnen door de in deze looplijn uitgezette verdeeling, naar het middelpunt van de spil. Het is duidelijk, dat eene verdeeling op de looplijn tot het verkrijgen van eene gelijke aantrede voor de geheele trap, slechts dan alleen doel treft, wanneer de rechte treden naar die maat kunnen worden bepaald. Is de aantrede voor de rechte treden aangenomen of bepaald dan heeft men te zorgen, dat de voorkanten der stootborden van de aansluitende rechte treden naar het hart der spil loopen, in het tusschen deze rechthoekig op elkander staande lijnen gelegen kwartcirkel moeten dan de vijf treden over de kwart worden verdeeld, wat op elke tusschen de spil en de buitenboomen getrokken cirkel kan plaats hebben.

Om de spil voor de bewerking af te schrijven maakt men, wat ook voor de treden noodig is, op een schot of vloer, eene plattegrond-teekening op de volle grootte. In de gewone gevallen neemt men in iedere kwartwenteling 5 treden, omdat ook dan reeds de aantrede in de nabijheid der spil zeer klein wordt, terwijl de spil daarbij vierkant wordt genomen. Het afschrijven en de bewerking van dusdanige spil en

kwartwenteling, zullen we daarom in de eerste plaats in haar geheel nagaan omdat daarna al de overige gevallen met eenige toelichtingen voldoende zullen begrepen worden.

Men maakt alzoo vooreerst een plattegrond van deze — of althans van dit gedeelte — trap, zooals fig. 238 aangeeft, en waarvan fig. 239 de spil met de daarin opgesloten treden op vergrootte schaal voorstelt. Wil men nu de daarvoor noodige spil in orde brengen, dan neemt men de daarvoor bepaalde rib, werkt die aan twee zijden zuiver recht en haaks, en maakt deze daarna zuiver vierkant en gelijk van dikte. Daarna neemt men een dun plankje, in fig. 240 gegeven, legt dit op de plattegrond der spil en brengt op de zijden van dit plankje al de in den plattegrond voorkomende tegen de spil loopende voorkanten der stootborden over. Bevestigd men nu op het haaks afgezaagd einde der spil dit plankje, dan kan men al de daarop overgebrachte lijntjes door middel van een kruishout op iedere zijde van de spil overbrengen. Langs deze opgehaalde lijnen zullen nu al de voorkanten der stootborden en de spil moeten vallen. In fig. 241 zijn de vier verschillende zijden der spil, met de nesten voor de treden voorgesteld, waarin ook de hier beschreven bewerking kan worden nagegaan. De vier zijden zijn hier met kleine tnsschenruimten geplaatst, schuift men deze vlakken tegen elkander, zoodat zij één vlak zullen opleveren, dan hebben wij hier blijkbaar het ontwikkeld oppervlakte van de opstaande vlakken der spil. Bij B en B zijn twee gedeelten der spil met de daarin opgesloten boomen gegeven. Na dit ophalen van de voorkanten der stootborden is in de eerste plaats noodig de verschillende bovenkanten der treden tusschen de opgehaalde lijnen te bepalen. Daarvoor beginnen wij met die der onderste trede die hier in de zijden C en C van plattegrond en opstand ligt. Deze lijn moet alzoo liggen tusschen de opgehaalde lijn *a* en de buitenlijn der spil, omdat deze eerste trede voorbij de spil in den boom valt wordt verder deze bovenkant der trede bepaald door de lengte, die de spil onder deze lijn moet behouden. Loopt de spil uit den vasten grond op, dan zal de hoogte van de gezamenlijke optreden beneden deze trede de hoogte van deze lijn beneden het ondereinde der spil aangeven; waarbij natuurlijk moet bekend zijn of het ondereinde der spil op gelijke hoogte zal komen te staan met het draagvlak der trap. Komt dat hooger of lager, dan zal ook de spillengte beneden deze trede evenveel minder of meer moeten bedragen. Loopt de spil niet tot op een vast steunpunt door, zooals hier is aangenomen, dan moet zij voldoende lengte hebben, dat de daarin vallende stootborden en treden kunnen verbonden worden, terwijl bovendien het vrijhangend einde meestal van een aangedraaide druiper of andere versiering wordt voorzien. Is alzoo de hoogte van de bovenkant dezer onderste trede bepaald, dan wordt deze lijn met de winkelhaak rechthoekig tusschen de opgehaalde voorkanten stootborden geplaatst. Verder zet men boven deze lijn zooveel optrede-hoogten uit, als er treden in de spil moeten komen, en brengt op voorschrevene wijze, op die uitgezette hoogten, tusschen de daarvoor opgehaalde voorkanten der stootborden, al de bovenkanten der treden aan.

Zooals voor de trede B in plattegrond, fig. 239 is aangegeven, worden de treden in de spil niet alleen ingezonken, maar bovendien met pen en gat daarin opgesloten. De pen wordt in den regel zoo bepaald, dat de voorkant van het onderstaande stootbord gelijk komt met den achterkant der pen; terwijl de dikte veel gelijk wordt genomen aan den platten band, die het onderste gedeelte der wellijst vormt, waarbij die pen dus de volle dikte der trede tot breedte kan behouden. Nadat het afschrijven der spil tot zoover is geschied, worden eerst de gaten voor de bedoelde pennen ingehakt. Om deze gaten naar de juiste richting in te hakken, zoowel als om de treden naar de vereischte schuinte te stellen wordt een zoogenaamde wijzer gebruikt. Dezer wijzer C op het maletje in fig. 240 aangegeven, bestaat in een liniaal of rei, op de eene plaats van eene verbreeding of aangespijkerde klos voorzien, waardoor de gelegenheid bestaat, om dien wijzer zoodanig om een in het hart der spil geplaatste pen te kunnen ronddraaien, dat de eene rechte zijde der rei steeds door het midden der spil blijft gaan, zooals uit de figuur kan worden gezien. Om het spilletje naar deze wijze zuiver te kunnen plaatsen en den wijzer juist in de verschillende richtingen der stootborden te leggen, wordt op het buitenvlak van het malletje, dat tegen den kop der spil wordt geplaatst, de lijnen uit de voorkanten der stootborden tot door het middelpunt van het plankje geheel overgehaald. Nadat nu deze gaten volgens deze richting en ter vereischte grootte en diepte zijn ingehakt, en de treden met de daaraan gewerkte pennen, waarover straks, zijn klaar gemaakt, worden deze treden, van de onderste beginnende, met de pen in het gat gesteld, en daarna de nesten voor de treden, evenals dit bij de vroegere trappen is opgegeven, afgeschreven en ingewerkt, terwijl ook hier, door het afsnuiten der treden wordt gezorgd, dat er geene inzinkingen met scherpe hoeken behoeven gemaakt te worden.

Bij het inzetten der treden wordt meer van den wijzer C. gebruik gemaakt om te zorgen, dat de treden in de juiste richting worden geplaatst, terwijl verder het afschrijven en inpassen van de stootborden even als vroeger plaats heeft, wel zorgende, dat alles tot de aangegeven dagschreven wordt ingezonken. Bij de opsluiting der treden in de spil wordt, zoo rechthoekig op de pen als dit kan plaats hebben, een taaie nagel door de pen gebracht. Deze nagelgaten worden door de spil geboord, en bij het inpassen der treden, wanneer men bevindt, dat deze goed zijn geplaatst, op de gewone wijze op de pen overgeschreven en volgens die merken ook door de pennen geboord.

Voor het bewerken van de treden maakt men in den regel vooraf een mal gereed, waarnaar al de treden van de kwart kunnen bewerkt worden, over welke mal ook reeds bij de scheluwe trappen is gesproken. Om deze mal te verkrijgen schave men een daarvoor geschikte plank aan de eene zijde recht, neemt in de nabijheid van het eene einde een punt in die zijde aan, trekt uit dat punt als middellijn op de plank een' boog en met denzelfden straal uit het midden der spil een boog in de plattegrond-teekening, waarvoor dus geschikt de straal voor het trekken der verdeellijn in den plattegrond gebruikt, kan genomen worden. Indien men nu de op de plank getrokken boog, van de rechte zijde der plank uit, denzelfden afstand uitzet als voor de aantrede op de verdeellijn gebruikt is; daarna door dit gevonden deelpunt en het eerst aangenomen punt op het einde der plank, dat in dit geval het middelpunt der spil voorstelt, een rechte lijn trekt, en de plank ook volgens deze lijn afwerkt, zoo zal men daardoor eene mal verkregen hebben, waarop al de treden kunnen afgeschreven worden. De hoek, dien de beide lijnen van eene der treden met elkander maken, is gelijk aan dien van de beide zijvlakken dezer plank.

Ook kan men deze algemeene mal bekomen door de daarvoor bestemde plank op den plattegrond af te schrijven. Nadat de eene zijde is recht gestreken, legt men de plank hiermede gelijk aan een der zijden van de trede in den plattegrond, om alsdan de richting van de andere zijde op de plank over te nemen, en deze daarnaar af te werken.

Om nu op deze al de treden af te schrijven, begint men ook hier met de onderste trede, legt de mal hierop en wel zóó, dat de beide zijden zuiver naar het beloop van de voor- en achterzijde liggen, daarna neme men de lengte der trede uit de plattegrond over door de dagschreven zoowel bij de spil als bij den kwartierboom op de plank over te nemen en de grootte der inzinking daarbij te voegen of wel alleen de lengte volgens de aangegeven diepte der nesten over te brengen. Aan de spilzijde moet daarna de lengte zooveel vermeerderd worden, als voor de pen noodig is. Op de aldus gevonden lengtelijnen plaatst men hetzelfde cijfer, wat ook op deze trede in den plattegrond wordt gezet, om later te weten, van welke trede dit de mal is. Daarna gaat men dezelfde mal op de volgende trede schuiven en neemt ook deze trede op soortgelijke wijze over; zoo voortgaande tot de laatste trede, die in het kwart is gelegen, zal men de mal voor al de treden verkrijgen, waarna zij kunnen afgewerkt worden. Het is duidelijk, dat men de lengtelijnen voor elke trede ook met behulp van den passer uit den plattegrond kan overnemen, waardoor, in dit geval, die verschillende lijnen ook op de mal in fig. 242 zijn aangebracht; duidelijkheidshalve is hier het smalle gedeelte naast de mal op grooteren schaal voorgesteld, voor de practijk zal dit echter meer werkzaam en minder zeker zijn.

Het afwerken van de breedte wordt naar deze mal zuiver uitgevoerd; voor het zuiver op de lengte bewerken doet men echter beter de naar die mal bewerkte treden, nogmaals juist op de plaats in den plattegrond te leggen, en de dagschreven zuiver en juist aan te brengen, door het overleggen van een rei, die tegen de klossen 1 en 2, welke juist in het verlengde van de binnenlijn des booms zijn uitgezet, sluit op dezelfde wijze als bij de scheluwe trap in fig. 227 nader is behandeld. Ook bij de spil kan soortgelijke afschrijving plaats hebben, wanneer de klosjes maar voldoende buiten den plattegrond worden geplaatst om het uitleggen der treden niet te verhinderen, of anders, in de nabijheid der spil geplaatst zijnde, zoo noodig worden verplaatst.

De treden die in de spil en den boom beide vallen, worden ook in de spil alleen ingelaten, zoodat daarbij de penverbinding vervalt.

Wat de bewerking der boomen aangaat, daaromtrent valt, met het oog op dat wat daarover bij de scheluwe trappen is opgegeven, weinig meer op te merken. Voor het bepalen van den hoek, volgens welken hier de bovenkant der treden met betrekking tot de op den boom getrokken rechte lijn moeten getrokken worden, bedenke men, dat het meer besproken driehoekig plankje wordt verkregen, door de aantree-zijde in lengte gelijk te nemen aan de gemiddelde aantrede van al de tegen den boom loopende volle treden.

De hoektrede, die hier dus in de beide tegen elkander vallende boomen komt, blijft daarbij buiten rekening. In fig. 238 zou dus voor boom C hoek *b*, *a*, *c*, de hoek geven waarnaar de zwaaihaak moet gesteld worden.

De kwartierboomen komen in de hoeken samen, waarbij zij worden ingelaten zooals ons figuur aangeeft ter diepte van de inzinking der treden en stootborden. De in het figuur aangegeven wijze, waarbij de onderste boom in den opvolgenden valt, is het gschiktste bij het in elkander stellen der trap. Om het juiste beloop der boomen bij de samenkomst boven het midden der hoektrede te bepalen, zet men bij den uitslag van boom C, de volle, in den hoek rondgaande aantrede der hoektrede uit, met de optrede der daaraanvolgende trede. Men trekt dan den boom tot het voor- en achterhout dezer laatste trede door, en bepaalt daarna de eindlijn *d*, *c*. De hoogte, die de eindpunten van den boom *d* en *c* boven en beneden den bovenkant der trede hebben, wordt op het einde van den aansluitenden boom D boven en beneden den bovenkant van de eerste trede, zijnde dezelfde als de laatste in boom C, uitgezet. Aan deze boomen geeft men in den regel geene verkanteling, in elk geval niet daar, waar de boomen scherpe hoeken met den muur zouden maken, de verkanteling is bij deze boomen daarom ook niet aangegeven.

De boomen die tegen de spil sluiten, worden daarin mede voor de geheele dikte ingelaten, waarbij ook weer de noodige afsnuiting plaats heeft, om aan die zijde, waar de boom onder eenen stompen hoek tegen de spil loopt de inkeeping rechthoekig op het vlak der spil te kunnen bewerken. Verder worden aan den boom één of meer pennen gemaakt, en de daarvoor noodige gaten in de spil, om den boom daardoor op de bekende wijze, met pen en gat door sluitnagels opgesloten, aan de spil te bevestigen. Vallen de boomen niet zeer schuin tegen de spil, dan zal men zich veelal tot ééne pen bepalen, zie bij B fig. 141 benedenboom, staat de boom echter vrij steil, waardoor het aansluitingsvlak van den boom tegen de spil eene groote lengte verkrijgt, dan verdeelt men de pen in twee deelen, zooals bij B bovenste boom is aangegeven, waarbij er minder hout uit de spil behoeft gehakt te worden. Het afschrijven van deze inzinkingen, pennen en pengaten zal, in verband met het behandelde, wel geene verklaring noodig hebben. De plaats waar de boom tegen de spil valt, kan ook op het besproken malletje uit den plattegrond worden overgebracht, en door het kruishout op de spil worden opgehaald, terwijl de juiste hoogte voor de verschillende gaten in de spil kan worden gevonden door die boven of beneden een der treden uit de uitslagteekening des booms uit te meten, en op de spil boven of beneden de overeenkomstige treden uit te zetten.

Het afschrijven en samenstellen van trappen met meerdere kwartwenteling, of wel geheel doorgaande spiltrappen, komt voor elke kwart afzonderlijk, geheel op hetzelfde neer.

In den regel hebben de spillen eene voldoende dikte om bij de aangegeven constructie de wellen daarin op te sluiten. Is dit niet het geval, dan laat men de voorkanten der stootborden niet op het midden der spil aanloopen, maar brengt de aansluiting der stootborden tegen de spillen zooveel terug als noodig is, om de wellen met het volle overstek tegen de spil te laten loopen. In fig. 247 is die bewerking voorgesteld. Nadat het eerste stootbord *a* is bepaald, is uit het midden der spil een cirkel getrokken, waarvan de straal gelijk is genomen aan den afstand van dat stootbord tot het midden der spil. De verdere stootbordlijnen loopen nu niet door het midden der spil, maar worden alle als raaklijnen aan dit cirkeltje getrokken.

In den regel laat men de spillen vierkant, somtijds echter worden zij rond bewerkt, of wel alleen afgerond aan die zijde, waarin de treden worden gewerkt, zie bijv. fig. 245. Voor het afschrijven van de spil ontstaat hierdoor in zoover verandering, dat men nu op het onder de spil gehechte malletje voorkomende voorkant-stootbordlijnen, niet met het kruishout op de spil kan overbrengen. Men dient hierbij op de beide einden der spil een malletje te plaatsen en de stootbordlijnen met een rei of slaglijn op de spil over te brengen. Om zeker te zijn, dat deze mallen met de daarop overgebrachte lijntjes zuiver boven elkander vallen, kan men, vóór tot het afronden der spil over te gaan, en nadat zij zuiver haaks en recht is gewerkt, op elken kop een paar overhoeksche lijnen aanbrengen, en de mallen naar deze kruisen gelijk stellen. De plaatsing van de bovenkanten der treden als voren bepaald zijnde, kan men deze met een haak rechthoekig op de stootbordlijnen overhalen, hiertegen is echter bij de ronde spillen wel bezwaar, veeltijds wordt dit dan ook bewerkt door de hoogte bij de beide stootborden uit het onder- of bovenvlak der spil te meten. Slaat men echter in de beide aangegeven middelpunten der eindvlakken een' draadnagel en maakt dan gelegenheid dat zij op deze draadnagels rustende kan rond draaien, dan kan men op een naast de spil gelegd vast stuk, tegenover de uitgezette plaatsen een potlood laten rusten, en deze bij de ronddraaiing op de spil de bovenlijnen der treden laten afschrijven. Zooals reeds is opgemerkt ontstaat er bij deze trappen, waarbij rechte gedeelten door in eene spil gewerkte omgangen op elkander volgen, behalve dat

dit somtijds volgens de aangenomen looplijn kan voorkomen worden, merkbare verandering in de breedte der aantrede, waardoor het gebruik dezer trappen zeer lastig kan worden. Dit ziet men wel zooveel mogelijk te verhelpen door het aanbrengen van zoogenaamde verdreven of op schaal verdeelde treden, waarvoor verschillende constructiën worden toegepast.

Bij eene trap volgens fig. 245 gaat men daarbij wel als volgt te werk. Na hier in de verdeel- of loodlijn getrokken te hebben, wordt daarop het getal treden met gelijke aantrede verdeeld, waarbij hier even als vroeger voor elke kwart vijf treden zijn aangenomen. De voorkanten der stootborden van *a* tot *b* trekt men volgens deze op het midden der spil, terwijl eenige der eerste en laatste treden, hier drie, overal even breed worden genomen. Voor de gedeelten *a*, *c* en *b*, *d* worden de treden aan deze boomen volgens eene verdeelschaal uitgezet. Hiertusschen moeten vier aantreden komen, men meet nu een dezer lengten en verdeelt die in vier gelijke deelen, welke deelen dus de gemiddelde aantrede opleveren. Op eene rechte lijn, zie bij A, zet men op onderling gelijke afstanden vijf loodlijntjes, neemt de eerste loodlijn 1, *b* gelijk in lengte aan de eerste of laatste trede, zet verder in het midden tusschen 3 en 4 een loodlijntje, gelijk aan $^1/_4$ der lengte *a*, *c* of *b*, *d*, wanneer men nu uit het punt *b* door het uiteinde van deze loodlijn eene rechte lijn trekt, die al de vijf loodlijnen snijdt, dan zal de lengte van al deze loodlijntjes, 2, 3, 4 en 5, gelijk zijn aan de grondlijnen *a*, *c* en *b*, *d* en dus gelijk aan de daar tusschen liggende aantreden.

Volgens deze loodlijntjes worden nu de verschillende aantreden uitgezet; van *a* en *b* afgerekend, krijgt men dus de aantreden achtereenvolgend gelijk de lijntjes 5, 4, 3 en 2, terwijl de eerste en laatste treden gelijk loodlijn 1 zijn.

In den plattegrond der trap van fig. 242, waar zoowel onder als boven, door het aanbrengen van spillen een kwartwenteling is aangebracht, zijn de treden op de verdeellijn bij den binnenboom; door eene verdeelschaal bepaald, terwijl verder de gewone verdeeling op de loodlijn heeft plaats gehad. De hier toegepaste constructie is als volgt. Nadat de spillen en boomen in de plattegrond-teekening zijn bepaald, waarbij natuurlijk ook door de hoogte der geheele trap het aantal treden bekend is, brengt men vooreerst de gewone verdeeling op de looplijn aan. Aannemende dat ook hier vijf treden in de kwart zullen komen, moet die verdeeling, of wel de lengte der rechte gedeelten, zoodanig zijn geregeld, dat de middelste der kwart-treden, juist of althans naastenbij in den hoek van den buitenboom valt. Om bij de verdeeling op de looplijn te kunnen nagaan of dit doel wordt bereikt, trekt men vooraf uit het hoekpunt der samenkomende buitenboomen naar het midden der spil eene rechte lijn, die dan het midden van deze hoektrede zal aangeven. Geeft genoemde verdeeling aan, dat deze hoektrede niet juist in den hoek kan vallen, dan moet de genoemde mindellijn daarnaar iets worden verplaatst, maar toch naar het hart der spil getrokken worden. Die middellijn zal dan ook op de verdeellijn bij den binnenboom, het midden van deze trede bepalen, welke aldaar blijkbaar de smalste trede zal zijn. Die breedte kan men niet wel minder dan 6 à 7 cM. nemen; de helft der daarvoor aangenomen maat wordt aan beide zijden van de middellijn op de verdeellijn uitgezet, waardoor in verband met de overeenkomstige verdeelpunten in de looplijn, de voorkanten der stootborden, waar tusschen deze hoektrede is ingesloten, bepaald zijn. Om nu verder de verdeeling der vijf eerste treden bij den binnenboom te bekomen, meet men de lengte dezer lijn over de zes eerste aantreden, deelt men die lengte in zes gelijke deelen, dan geeft een dezer deelen de gemiddelde aantrede aan. Plaatst men nu op eene rechte lijn, op onderling gelijke afstanden, zes loodlijntjes 1, 2, 3, 4, 5 en 6, zie bij A, en in het midden tusschen de beide buitenste loodlijnen die de te verdeelen treden aangeven, hier, omdat een der verdeellijnen juist in het midden valt, de loodlijn 3, een loodlijntje ter lengte van de gevonden gemiddelde aantrede, geeft men daarbij aan het buitenste loodlijntje 6 de lengte van de reeds bepaalde aantrede der zesde trede en trekt men uit dit punt over de gemiddelde hoogtelijn, de lijn *a*, *b*, dan zal de gezamentlijke lengte der loodlijntjes, gelegen tusschen de rechte lijn en de lijn *a*, *b* blijkbaar de lengte der gezamentlijke aantreden der eerste 6 treden geven. Zet men nu van af de eerste stootbordlijn op de verdeellijn langs den binnenboom, de lengte der loodlijnen achtereenvolgens uit, beginnende bij 1, *b*, dan zal men met de loodlijn 5 tot aan de reeds uitgezette hoektrede komen. Door deze en de reeds uitgezette deelpunten in de loodlijn, de voorkanten der stootborden getrokken hebbende, zooals ook de teekening aangeeft, verkrijgt men een meer geregeld en vloeiend beloop; zoowel voor de treden als voor de boomen dan bij de gewone kwartwentel verdeeling met aansluitend rechte gedeelte zal plaats hebben. Komen er in het rechte gedeelte vóór den spil eerst rechte treden — treden die overal dezelfde breedte zullen behouden — dan dient men de laatste dezer rechte treden bij de verdere aantrede-lengte te

nemen. De lijn 1, *b* zou dan deze lengte moeten voorstellen. De lengte 6, *a* kan dan niet vooraf worden bepaald, daar de lijn *a*, *b* dan moet worden getrokken uit het uiteinde der bepaalde loodlijn 1, *b* over de gemiddelde hoogtelijn, zoodat in dat geval zoowel de lengte der lijn 6, *a*, als de tusschenliggende aantredelijnen, door de lijn *a*, *b* moet bepaald worden. Daar in ons figuur de laatste 6 treden geheel overeenkomen met de eerste 6, kan daarvoor ook van dezelfde verdeelschaal worden gebruik gemaakt. Om nu de schaal voor het hier tusschen liggende gedeelte van de verdeellijn, van *a* tot *b*, te construeeren, hebben we weer vooreerst de volle lengte van deze lijn te meten, en daar hierin 7 treden moeten verdeeld worden, daarvan het $^1/_7$ deel te nemen als gemiddelde aantrede. Ook voor deze schaal zetten wij weer zooveel loodlijntjes op eene rechte lijn als er aantreden moeten uitgezet worden, in dit geval dus 7, zie bij B.

Hier moet de breedste trede in het midden komen, zoodat wij de hoogte der gemiddelde aantrede telkens in het midden tusschen het midden en een der eindloodlijntjes moeten uitzetten, alzoo bij *a* en *b*. Daar nu de aantrede-breedte der voorgaande en volgende trede — 6 en 14 — reeds bepaald zijn, zetten wij die, tot het verkrijgen van een goeden overgang, op gelijken afstand als de andere loodlijnen, naast de reeds geplaatste. De schuine lijnen zijn dus door de lengte dezer laatste lijntjes en die der gemiddelde aantrede-lijntjes bij *a* en *b* bepaald.

De lengte der gezamentlijke loodlijnen tusschen deze schuine lijnen *c*, *e* en *d*, *e* en de rechte onderlijn geven hier echter nog niet de volle lengte der verdeellijn *a*, *b* aan, daar de grootste trede hier slechts eenmaal in rekening is gebracht. De meerdere lengte, die de middelste loodlijn boven de gemiddelde aantrede heeft, en wat bij de uitzetting te kort zou komen, dient nu nog gelijkmatig over de verschillende aantreden verdeeld te worden. Ook hierbij mogen de reeds bepaalde buitenste aantreden niet verlengd worden en moet dus de middelste lijn met tweemaal dat deel worden vergroot. Zetten wij nu dat deel beneden de rechte onderlijn uit en trekken wij uit dat uitgezette punt tot de onderdeeinden der laatste twee rechte lijnen, dan zullen de loodlijnen tusschen deze schuine onderlijnen en de meergenoemde lijnen *c*, *e* en *d*, *e* achtereenvolgees uitgezet, de lengte der verdeellijn *a*, *b* geven, zoodat door een achtereenvolgens uitzetten der loodlijnen 1, 2, 3, 4, 5, 6 en 7 de gewenschte verdeeling is gevonden. Men kan bij soortgelijke trappen de treden ook langs den buitenboom volgens eene verdeelschaal verdeelen. Hierdoor wordt het beloop van de trap verbeterd, maar verkrijgt men ook op de looplijn een geregeld verbreedende en versmallende aantrede wat in elk geval slechts zeer gering mag zijn. Bij het toepassen van eene dubbele verdeelschaal, zie fig. 244, plaatst men vooreerst de hoektrede juist in den hoek, daarna meet men ook hier de lengte der verdeellijn, waarbij men in dit geval niet aan de loopplaats is gebonden, en wel van den voorkant van het eerste stootbord tot de middellijn der hoektrede, omdat in dit geval de breedte der hoektrede door de verdeelschaal moet worden gevonden. Na deze lengte gevonden te hebben, verdeelt men deze in zooveel deelen, als er aantreden zijn, hier dus weer zes, om ook hier de gemiddelde aantrede te bekomen.

Daarna zet men weer als voren op onderling gelijke afstanden, 6 lijntjes op, zie bij C, plaats ook weer op het midden, dus tusschen 3 en 4 een lijntje ter lengte van de gemiddelde aantrede. Nu zal in tegenoverstelling der vorige verdeelschaal, hier de hoektrede het grootst moeten zijn. Zoo wij nu aannemen dat de eerste trede overal even breed is en de breedte dezer trede op de lijn 1 uitzetten en uit dit punt *a* eene lijn *a*, *b* trekken, die door het einde der gemiddelde aantrede-lijn gaat, dan zullen blijkbaar de loodlijnen 1, 2, 3, 4, 5 en 6 gelegen tusschen de lijn 1—6 en *a*—*b*, te zamen de lengte der verdeellijn *c*, *d* opleveren. Die verdeellijn loopt echter tot het midden der 6de trede, en is dus de lengte van de helft van de breedte dezer trede op die verdeellijn te kort. De gezamentlijke loodlijnen moeten dus met deze lengte even als bij de vroegere verdeeling, regelmatig vergroot worden. Daar ook hier de eerste aantrede en dus de loodlijn 1, *a* niet mag vergroot worden, moet de laatste loodlijn met 2 maal het $^1/_6$ deel van het te kort komende deel worden verlengd, om daarna de schuinsche benedenlijn aan te brengen, waarna de lengten der loodlijnen tusschen de onderste en bovenste lijnen de respectieve aantreden aangeven.

Hierbij kan men aannemen, dat de gezamentlijke loodlijnen met de helft van de lengte *b*, *c* moet vermeerderd worden, hoewel alsdan de trede niet zuiver in den hoek zal vallen, daar de gemiddelde aantrede, door dat de lengte *c d* de halve breedte der hoektrede te kort was, iets te klein was, wat echter geen bezwaar oplevert.

Het verdeelen der tusschenliggende 7 treden is ook hier hetzelfde als bij fig. 243.

Bij D is de verdeeling langs den buitenboom aangegeven. De middelste en langste loodlijn geeft hier de breedte der hoektrede.

De verdeeling der treden in de trap, door fig. 246 in plattegrond en opstand aangegeven, heeft op de aangegeven gestippelde verdeellijnen gelijk plaats gehad, waarop de aantreden alle gelijke groot zijn genomen.

Een gemakkelijke en in sommige gevallen zeer bruikbare constructie voor een geleidelijken overgang van breede en smalle treden verkrijgt men door eene bewerking volgens fig. 252. In dit geval is aangenomen, dat er eerst eenige treden met gelijke aantreden zijn en de aantrede voor de verdere treden regelmatig moet verminderen. Op de rechte lijn *a*, *b* zet men daarvoor eerst het aantal optreden uit, hier 8, en neemt de lengte van de lijn *b*, *c* gelijk aan de lengte der lijn in den plattegrond, waarop al deze treden moeten geplaatst worden. Daarna brengt men de treden met gelijke aantrede aan, hier 3, welk getal in elk getal voldoende is, al is het ook dat er meer soortgelijke treden volgen, omdat men deze treden alleen noodig heeft tot het bekomen van de lijn *a*, *e*. Nu trekt men uit het punt *e* de lijn *e*, *a*, richt uit *e* een loodlijn op *d*, *e* en uit het midden van *a*, *e* een loodlijn op *a*, *e*. Verder trekt men uit het snijpunt deze beide loodlijnen als middelpunt den boog *a*, *e*, in welken nu alle achtereenvolgende samenkomsten van den bovenkant der treden en voorkanten der stootborden vallen, zooals uit de teekening blijkt.

5. *Engelsche trappen.* Wat wij onder de benaming van Engelsche trappen verstaan, hebben wij reeds vroeger gezien. De vorm kan, zooals zal blijken, zeer verschillend zijn. Omtrent het afschrijven van treden en vlakke boomen valt bij het vroeger opgegevene weinig of niets meer op te merken. Even als bij de spiltrappen het afschrijven en de bewerking der spil de hoofdzaak was, is dit hier het geval met de gebogen boomen of wrongstukken. Wij zullen daarvoor in de eerste plaats de bewerking nagaan van een trap, welke slechts een kwartslag rondgaat, en waarbij de treden in een gebogen binnenboom of wrongstuk rusten, terwijl de buitenboomen als gewoonlijk onder een rechten hoek rondgaan. Fig. 248 geeft daarvan de plattegrond- en opstand-teekening.

De binnenboom heeft in plattegrond een half cirkelvormig beloop, terwijl de buiten- en binnenlijnen van den boom zijn getrokken uit het snijpunt van de verlengde lijnen der voorkanten eerste en laatste stootborden. Uit ditzelfde punt is ook de verdeellijn in de nabijheid der buitenboomen getrokken. Het aantal aantreden is op deze verdeellijn gelijk verdeeld, terwijl de voorkanten der stootborden door deze deelpunten getrokken alle naar genoemd middelpunt loopen, zoodat ook op de binnenlijn des binnenbooms de verdeeling gelijk is. Eenvoudigheidshalve nemen wij hier aan, dat de binnenboom — het wrongstuk — uit één stuk hout kan worden genomen. Het maken van de buitenboomen en treden dezer trappen zal wel geen bezwaar meer opleveren. Ook hier kunnen de treden alle naar ééne mal worden klaar gemaakt, terwijl bij de juiste lengte afschrijving op den plattegrond, de dagschreven bij den binnenboom mede uit het bepaalde trekpunt kan plaats hebben.

Voor het bewerken van het wrongstuk heeft men in de eerste plaats twee mallen noodig of liever, deze worden daarbij gebruikt, en wel een zoogenaamd *hol-* en *schuinmal*. Deze mallen dienen om de dikte, lengte en vorm van het stuk hout te bepalen, waaruit het wrongstuk kan gemaakt worden, terwijl zij ook verder voor het afwerken van het stuk, het daarop afschrijven der nesten enz. worden gebruikt. Om deze mallen te verkrijgen hebben wij een gewone uitslag-teekening van het wrongstuk noodig, die in de practijk op de volle grootte wordt uitgevoerd. Laten van de fig. 249 en 250 A en B de horizontale projectiën of plattegronden van dit wrongstuk zijn, waarbij voor het ophalen, even als bij de verklaring van het trappen teekenen nader is verklaard, de aansluiting en richting van de stootborden en treden moet zijn aangegeven. De teekening 249 en 250 geven in plattegrond en opstand de teekening van hetzelfde wrongstuk; bij 249 is de bolle zijde en bij 250 de holle zijde naar voren gekeerd, zoodat in den opstand of verticale projectie bij eerstgenoemde de nesten der treden zichtbaar en bij de andere onzichtbaar zullen zijn. Beide wijzen van plaatsen doet aan de bewerking niet af en geven dezelfde uitkomsten, zooals door een vergelijk gemakkelijk zal zijn na te gaan. Trekt men de lijn A, B langs de uiterste punten van het stuk aan de holle zijde, en verder de lijnen C, D als raaklijnen aan de bolle zijde evenwijdig aan de lijnen A B, dan zal de afstand dezer beide lijnen blijkbaar de dikte van het noodige stuk hout aangeven. Om nu de lengte, breedte en verdere vorm van het stuk te weten, is de opstand-teekening of verticale projectie noodig. Deze wordt op de gewone wijze verkregen, door nl. de ontmoetingspunten van voorkant-stootbordlijnen en boom rechthoekig op de lijnen A B op te halen en verder boven een willekeurig aangenomen grondlijn *k*, *ij*, die evenwijdig aan AB moet getrokken zijn, de verschillende hoogten der treden uit te zetten, waarnaar de bovenkanten der treden rechthoekig tusschen de opgehaalde voorkanten der stootborden kunnen getrokken worden. Evenals bij de vroegere boomen is opgegeven is het voor deze

gebogen boomen noodig, de nesten voor al de treden op de boomen af te teekenen, om het voorhout en dus de buitenlijnen van den boom te kunnen bepalen, dit is zoowel noodzakelijk bij dat stuk, waar de nesten onzichtbaar zullen zijn, als bij dat, waar zij aan de voorzijde komen. De achterkanten der stootborden en voorkanten der wellen zullen mede uit den plattegrond moeten worden opgehaald, althans zoo het stuk niet nagenoeg recht is, in welk laatste geval het uitzetten volgens de bepaalde maten en houtzwaarten geen bezwaar zou zijn. De dikte der treden, die zich, daar het vlak hier op alle plaatsen te lood blijft staan, volgens de volle dikte projecteeren, kan volgens de bepaalde houtzwaarte beneden de aangebrachte bovenlijnen worden uitgezet. Na alzoo al de nesten te hebben aangegeven, moet het voorhout en de verkanteling worden bepaald.

Daar de aantreden aan den binnenhoom in dit geval alle even groot zijn, zal de hoek die de buitenlijn van den boom met de treden maakt, overal gelijk zijn, zoodat in dit geval het voorhout boven de voorkanten der stootborden gelijk kan worden uitgezet en die hoogte dus slechts voor ééne trede behoeft bekend te zijn. Was die aantrede niet gelijk, dan zou daarvoor vooreerst eene ontwikkeling van den boom noodig zijn. Liggen nu twee treden in het midden en heeft het stuk geen bijzonder groote kromming, dan zal dit reeds dadelijk in de opstand-teekening voldoende kunnen worden bepaald. In tegenovergesteld geval zal men kunnen volstaan door twee treden op een plat vlak over te brengen, en dus voor dat gedeelte den boom als ontwikkeld voor te stellen. Hiervoor plaatst men op eene rechte lijn, zie bij D, drie rechte lijnen, waarvan de opstand gelijk is aan dien der aantrede in den plattegrond aan den binnenboom, zet daarop twee der optrede-hoogten van de trap uit, waarop de aan- en optrede van twee of drie der opvolgende treden in hare ware grootte zijn voorgesteld. Wanneer men nu de lijnen die den bovenkant der treden aangeven, zooveel verlengd als voor de wellen zal noodig zijn, en uit het uiteinde dezer lijnen boogjes trekt ter bepaling van het voorhout, dan zal de over deze boogjes getrokken raaklijn de buitenlijn van het gedeelte van den ontwikkelden boog voorstellen. De tot deze lijn doorgehaalde voorkant van de stootbordlijnen *a*, *a*, zullen alle even lang zijn en dit ook blijven, wanneer zij op het ronde oppervlak des booms worden overgebracht, hoewel de aantreden, wellen en het daarvoor liggende voorhout, zich daarbij meer en minder verkort zullen voordoen.

Was de aantrede langs den binnenboom niet gelijk, dan zou men op deze wijze het geheele zijvlak van het stuk als ontwikkeld — op een plat vlak overgebracht — moeten voorstellen, om de lengte van het verlengde van elken voorkant van het stootbord boven elke trede afzonderlijk te bepalen. Het zal daarvoor in den regel voldoende zijn al de in dit stuk vallende aantreden, op eene rechte lijn naast elkander te plaatsen, en deze lengte als de ontwikkelde lengte dezer horizontale projectie aan te nemen. Bijaldien de aantreden zeer groot zijn, of wel het stuk eene sterke kromming heeft, kan het voor de nauwkeurige overbrenging wenschelijk zijn de passeropening, tot het overbrengen van deze kromme tot eene rechte lijn kleiner te nemen. Na weer uit deze deelpunten, zie bij E, loodlijnen op de grondlijnen te hebben opgericht, brengt men op de bekende wijze het profiel der trede aan, bepaalt verder het overstek der wellen en de boogjes voor het voorhout, waarna weer de raaklijn aan deze boogjes kan worden bepaald. Trekt men nu ook de voorkanten der stootborden als voren door, dan zal men bevinden, dat de lengte hier ongelijk wordt, doordat de hellingshoek van deze grenslijn des booms met de aantree-lijnen bij alle ongelijk is. Heeft men nu dezen ontwikkelden boom alzoo geconstrueerd, dan kan men in de opstand-teekening van het wrongstuk, boven de overeenkomstige trede ook de hier gevonden hoogte boven den voorkant van het stootbord uitzetten.

Nadat alzoo de nesten zijn geconstruëerd en de gebogen grenslijnen voor de breedte van het zijvlak aan de zijde der treden zijn getrokken, moet de verkanteling worden bepaald. Deze bewerking is geheel gelijk aan die, welke daarvoor vroeger is opgegeven en verklaard. De voorkant-stootbordlijnen in den plattegrond, worden tot de buitenzijde des booms doorgehaald, en daarna zoowel uit het snijpunt van deze lijn met de buitenlijn des booms, als met die der binnenlijn is geschied, loodlijnen opgehaald. Tusschen deze, tot hetzelfde stootbord behoorende loodlijnen, trekt men uit het gevonden snijpunt van de opgehaalde lijn uit den binnenkant des booms — de zijde waarin de treden worden gewerkt — met de gebogen grenslijnen van het binnenvlak der boomen, de meergenoemde verkantelingslijntjes. De snijpunten van deze rechthoekig overhaalde lijnen met de loodlijnen uit de buitenzijde der boomen, geven dan weer de punten aan, voor de gebogen lijnen, die de breedte van het buitenvlak bepalen.

Naar deze uitslagteekeningen, hetzij die van fig. 249 of fig. 250 te hebben afgewerkt, kunnen de mallen bepaald worden.

De schuinmal, die de grootte en vorm van het benoodigde stuk op zijde aangeeft, wordt bepaald door de rechte lijnen, die men langs de uiterste punten om de opstandteekening kan trekken. Het is daarbij echter noodig, voor de latere bewerking, dat de lijnen, die de opstaande zijden insluiten, evenwijdig loopen. De schuinmal voor het hier bedoelde wrongstuk is dus de vierhoek *a*, *b*, *c*, *d*.

Richt men nu uit de punten *a* en *d* van de bovenlijn van de schuinmal, zie fig. 249, of wat op hetzelfde neerkomt, en de duidelijkheid der teekening zal bevorderen, uit de punten a^1 en d^1 van de aan de lijn *a*, *d* evenwijdig getrokkene lijn, loodlijnen op ter lengte van de afstanden der lijnen A, B en C, D van den plattegrond, en vereenigt men de uiteinden dezer loodlijnen door eene rechte lijn b^1, c^1, dan zullen de vierhoeken a^1, b^1, c^1, d^1, de dikte, en voor het boven- en ondervlak, de lengte van het benoodigde stuk hout aangeven, waarin de holmal kan beschreven worden. Om deze holmal te construëeren moeten alle voor- en achterkanten der stootborden, zie fig. 249 en 250, tot de lijn a^1 d^1 en *a d* worden opgehaald, en op de ontmoetingspunten dezer opgehaalde lijnen met de lijn a^1 d^1 en *a d*, loodlijnen op deze laatsten worden opgericht; daarna geeft men aan al deze loodlijnen eene lengte, gelijk aan den afstand van de overeenkomstige punten, in den plattegrond, waaruit de lijnen zijn opgehaald, tot de lijn A, B, en maakt alzoo de lijnen 1, 2; 2, 3, 3, 4 enz. in de holmal-teekening gelijk aan de lengte der lijnen 1, 2; 2, 3; 3, 4 enz. in den plattegrond, terwijl de punten *e* en *f* in de lijn a^1 d^1 *a*, *d* blijven. Trekt men nu door al deze gevondene punten de gebogen lijnen *e*, *f* en *g*, *h* benevens de rechte lijnen *e*, *h* en *f*, *g*, dan zullen deze vier lijnen de mal bepalen, waarnaar de holle en ronde zijde benevens de eindvlakken van het stuk moeten afgewerkt worden. Plaatste men nu het vierkant a^1 b^1 c^1 d^1 boven het vierkant A, B, C, D van den plattegrond, en wel zóó, dat bijv. de zijde c^1, d^1 op of boven de lijn B D was gesteld, terwijl de helling van het vlak a^1 b^1 c^1 d^1 met betrekking tot het grondvlak, gelijk is aan de helling van de zijde *a d* of *b c*, van de om de opstand-teekening aangebrachte schuinmal-zijden met betrekking tot de grondlijn *k*, *ij*, dan zal ook de op dat vlak overgebrachte holmal-teekening *e*, *f*, *g*, *h* juist boven de in den plattegrond geteekenden krommen boom staan, en de dwarslijnen 0 2, 4 3, 6 5 enz. zullen dan mede te lood boven de over den boom overgehaalde voorkanten der stootboden staan. Vergelijk het in Isometrisch perspectief gebrachte wrongstukbewerking in fig. 251.

Bij het beschrijven der bewerking, zal in de eerste plaats, de meest zekere bewerking worden opgegeven. In sommige gevallen kan dit echter niet worden gevolgd, terwijl bovendien eenige vereenvoudiging, voor hem, die met dit werk vertrouwd is, kan worden toegepast.

Deze vereenvoudigde bewerkingen of noodige afwijkingen zullen later worden besproken.

Om nu dit wrongstuk klaar te maken, is er een stuk hout noodig, dat de lengte en breedte heeft van de schuin- en de dikte van de holmal. Van dit stuk wordt in de eerste plaats een der zijvlakken zuiver vlak geschaafd, en daarna het geheel zuiver op de dikte bewerkt. Is het stuk zuiver op de dikte en aan de beide zijden zuiver vlak afgewerkt, dan wordt de schuinmal op een der zijvlakken gelegd, dit op het stuk afgeschreven en het stuk daarnaar over alle zijden zuiver haaks afgewerkt, waardoor men het in fig. 251 voorgestelde stuk 1, 2, 3, 4 bekomt.

Op de schuinmal zijn de voorkanten der stootborden, uit de opstand-teekening overgenomen, aangebracht, ter volle breedte van de mal overgehaald, en door haaks overgehaalde lijntjes ook op de dikte van de mal aangegeven. Nadat nu het stuk hout als voren is bewerkt, wordt de schuinmal andermaal zuiver naar alle zijden passende op de beide zijvlakken gelegd, en genoemde haaks overgehaalde voorkant der stootbordlijnen op de kanten van het stuk aangemerkt. Daarna worden de bij elkander behoorende punten van de holle en ronde zijde des booms, op de beide zijvlakken van het stuk, door rechte lijnen vereenigd. Zooals ook in fig. 251 bij *a b* en *c d* over het volle stuk is aangegeven. Nu wordt de holmal op de boven- en onderzijde van het stuk gelegd, en de omtrek daarvan zuiver op het stuk overgebracht. Een eerste vereischte is het te zorgen, dat deze mal op de beide zijden op de juiste plaats komt en hiervoor kunnen de op het stuk overgehaalde lijnen dienen, daar toch de op de holmal overgehaalde lijnen juist boven de op het stuk getrokken lijnen moeten vallen. Dit alles zuiver uitgevoerd zijnde, kan het stuk volgens deze omschreven holmallijnen worden afgewerkt. Men zal alsdan uit het stuk 1, 2, 3, 4, zie fig. 251, het stuk 5, 6, 7, 8 bekomen. Is het stuk tot zoover bewerkt, dan trekt men langs een rei, zoowel op de holle als op de ronde zijde van hetstuk de lijnen a^1 d^1, b^1 c^1, op drie plaatsen aangegeven, bij al de overgehaalde lijnen aangebracht, die mede, door de vroeger op het boven- en ondervlak van het stuk aangebrachte lijnen, zijn bepaald. Deze lijnen geven aan die zijde, waar de treden moeten ingewerkt worden de voorkanten der stoot-

borden aan, terwijl zij aan de andere zijde dienen om de verkantelingslijnen te bepalen, zooals straks zal worden verklaard. Vervolgens brengt men uit de opstand-teekening den bovenkant der treden op het stuk over, die elk op hare plaats rechthoekig tusschen de stootborden moeten getrokken worden, waarna de nesten, evenals bij de voorgaande trappen is opgegeven, kunnen ingewerkt worden en de treden enz. voor goed kunnen worden ingepast. Hierna moet de boom op de breedte worden afgewerkt, en dus de verkanteling worden bepaald. Ook dit wordt in de opstand-teekening uitgemeten. Aan de zijde, waar de nesten voor de treden ingewerkt zijn, zou men dit evenals bij uitslagteekening kunnen uitvoeren, door nl. langs de op het stuk gebrachte voorkant-stootbordlijnen de ook daar bepaalde hoogte, boven elke trede uit te zetten. Zet men ook evenzoo, de bij de uitslagteekening aangenomen lengte beneden al de achterkanten der stootborden uit, dan zullen de door deze boven- en benedenpunten getrokken gebogen lijnen, de lijnen aangeven, waarnaar het stuk aan de tredezijde moet worden afgewerkt. Deze bewerking kan echter niet aan de tegenovergestelde zijde van het stuk worden gevolgd, omdat aldaar geene treden zijn afgeschreven. In den regel gaat men de kanteling aan beide zijden op het wrongstuk bepalen, door in de uitslagteekening, op elke overgehaalde voorkant-stootbordlijn, den afstand te meten tusschen de buitenlijn der daarbij bepaalde schuinmal, en de aangebrachte verkantelingslijnen, en deze lengte op de overeenkomstige stootbordlijn op het uitgehaalde stuk, over te brengen. Alzoo zou bijv. voor de vierde trede in den uitslag, de lengte a^1 2, zijnde de genoemde afstand op de bolle zijde, op het wrongstuk — zie fig. 251, gelijk aan a^1 2 moeten zijn, terwijl b^1, 3, op het stuk, zijnde aan de holle zijde, gelijk moet genomen worden b^1, 3 in den uitslag. Zet men op deze wijze, zoowel onder als boven en op beide zijden van het stuk deze punten uit, dan kan men een dunne veer nemen, deze in geleidelijken bocht, langs de voor elke lijn aangebrachte punten spannen, en daar langs met het potlood de vereischte lijnen afschrijven, waar naar het stuk in de breedte moet worden afgewerkt. In fig. 251 zijn al deze punten bepaald. Mede zijn de parallelogrammen, die, na het geheel afwerken van het stuk, de doorsneden van het wrongstuk over de opgehaalde stootbordlijnen voorstellen, door arceering aangegeven en zijn de op- en aantrede-lijnen op de ronde zijde, door zware stippellijnen voorgesteld. Het aanbrengen der verkantelingslijnen door de hoekpunten der parallelogrammen is duidelijkheidshalve achterwege gelaten. Aangezien het wrongstuk hier dient voor onderste stuk, hier het eenigste van den trapboom, moet het ook van onderen of zooals hier noodig is van onderen en van boven, volgens de in den uitslag aangegeven lijn, evenwijdig met de treden worden afgezaagd.

Bij doorgaande trappen met gebogen boomen moeten de wrongstukken bij gedeelten worden genomen. Hun aantal moet dan geregeld worden naar de dikte van het hout, dat hiervoor zal worden aangewend. In fig. 257 is de plattegrond van een gedeelte van soortgelijke trap met den uitslag van een paar gedeelten voorgesteld. In den regel richt men de verdeeling der stukken zoodanig in, dat, zooals ook in ons figuur is aangegeven, de stukken volgens de voorkanten der stootborden aan elkander sluiten. Hierdoor valt de naad van samenkomst, aan de zijde der treden met die van het stootbord samen, zoodat daarvan alleen het gedeelte, dat boven de trede komt, in het gezicht blijft. De gearceerde vierkanten, die bedoelde stukken in den plattegrond omsluiten en de daaruit opgehaalde opstand-teekeningen, schuin- en holmallen, zullen, met het oog op het voorgaande, wel geene nadere verklaring vereischen. De stukken worden gewoonlijk met deze te lood staande naden vlak tegen elkander gesteld en door pennen opgesloten, zooals dit in de opstand-teekening voor de beide stukken van den binnenboom is aangegeven. De gaten, die in dezen uitslag in de zichtbare eindvlakken zijn aangegeven, worden mede uit de teekening op het stuk overgeschreven, of kunnen ook dadelijk op de eindvlakken worden bepaald, waarvoor wel geene nadere verklaring noodig zal zijn.

Zooals is opgemerkt wordt in de practijk veelal eene vereenvoudigde bewerking van het wrongstuk gevolgd. Niet zelden is het aanwezige stuk hout niet dik genoeg, en wordt er op de bolle zijde een kapje opgelijmd. Wilde men dan de vroeger opgegeven methode in haar geheel volgen, zoo zou men het stuk eerst over de volle grootte op de vereischte dikte moeten maken, wat zoowel extra materiaal als werkloon zou vorderen. Is men voldoende ervaren in het maken van deze werkstukken, dan worden als vroeger is opgegeven, de noodige uitslagteekeningen, de hol- en schuinmal klaar gemaakt, ofschoon ook deze laatste mal zeer goed kan gemist worden. Na nu een stuk hout van voldoende grootte te hebben genomen, worden de eene platte zijde en het onder- en bovenvlak zuiver vlak en rechthoekig op elkander afgewerkt. Heeft men nu een schuinmal gemaakt, dan legt men deze op de vlak gereide zijde, en wel zóó, dat de eene zijde langs de zijde van het vlak gemaakte boven- of ondervlak komt en er overal voldoende hout blijft, om het

geheele wrongstuk er uit te kunnen vervaardigen, terwijl men daarna deze malgrootte zuiver op het stuk afschrijft. Is er vooraf geen schuinmal klaar gemaakt, dan schrijft men de grootte van deze mal uit den uitslag op het stuk over. De verdere uitvoering zal dan geene moeilijkheid opleveren; de breedtelijn wordt evenwijdig aan de recht gereide zijde getrokken en de hoek, dien de eindlijnen met de zijlijnen maken, met den zwaaihaak van den uitslag ontnomen en op de juiste lengte daartusschen geplaatst. Is dus, hetzij door de schuinmal, hetzij door het overbrengen uit den uitslag, de grootte van het stuk op het eene zijvlak afgeschreven, dan wordt het stuk, mede rechthoekig op het reeds afgereide zijvlak, op de breedte bewerkt. Daarna legt men de holmal op de geschiktste wijze als voren op het stuk en schrijft dit daarop af. Om nu te zorgen, dat men ook de holmal op de andere zijde op de juiste plaats krijgt, iets wat reeds vroeger is bewezen volstrekt noodzakelijk te zijn, haalt men de beide punten van het einde der binnenlijn, die tegen het zijvlak van het stuk sluiten, met te lood staande lijnen, of liever met lijnen, die evenwijdig loopen aan de eindlijnen van de op het stuk overgeschreven schuinmal, naar de andere zijde over, om bij het aanleggen van de holmal te zorgen, dat deze punten ook daar juist tegen deze lijnen vallen. Nu kan men volgens de afgeschrevene holmallen het stuk en verder alles als voren afwerken. Het is dnidelijk, dat hierdoor eenige vereenvoudiging van het vroeger opgegevene ontstaat. Men moet daarbij echter met alles des te meer zeker zijn goed te werken, vooral ook omdat een eenmaal ontstane onzuiverheid niet zoo gemakkelijk wordt ontdekt, vóór dat het geheele stuk is afgewerkt en het dus te laat mag heeten. Is bij de laatst beschrevene wijze het stuk niet volkomen dik genoeg, dan wordt bij het opleggen van de holmal aangegeven, welke verdikking noodig is, en kan dit ook daar naar worden bewerkt.

In het begin der wrongstuk-bewerking is opgegeven, dat de schuinmal zoodanig om den uitslag moet worden getrokken, dat de lijnen, die de breedte bepalen, evenwijdig loopen. Alleen in dat geval zal de boven opgegevene bewerking goede uitkomsten opleveren. Dit is immers duidelijk, omdat alleen in dat geval de holmal op het boven- en ondervlak van het stuk gelegd, den plattegrond van het wrongstnk in beide gevallen tot horizontale projectie zal hebben. Somtijds echter kan de breedte van het benoodigde stuk op de beide einden zooveel verschillen, dat dit te veel houtverlies zou vorderen. Alsdan kan men overgaan tot het maken van twee holmallen, waarvan men eene op het boven, de andere op het ondervlak van het stuk moet gebruiken. Na in dit geval een schuinmal om de opstand-teekening te hebben bepaald, waarvan de breedte niet gelijk is, heeft men eenvoudig op de nu bekende wijze twee holmallen te construeeren; de eene volgens de boven-, de andere volgens de onderlijn. Werkt men nu het bepaalde stuk alweer volgens deze schuinmal af, en schrijft op het boven- en ondervlak de daarvoor afzonderlijke geconstrueerde holmallen af, dan zal men blijkbaar tot dezelfde uitkomsten komen, als bij evenwijdig loopende vlakken met het gebruik van een en dezelfde mal wordt verkregen. Immers zet men deze beide mallen, volgens de verschillende hoeken, die de boven- en onderlijnen van de schuinmal met de grenslijn maken, beide boven den plattegrond van het wrongstuk, zoo zal deze plattegrond, van beide mallen, de horizontale projectie zijn, en zullen bijgevolg ook de overgehaalde voorkant der stootbordlijnen van beide mallen, te lood boven die van den plattegrond staan.

Vroeger is reeds gesproken over het ontwikkelen van den bovenboom, iets dat vooral bij ongelijke aantreden in een gebogen boom noodig kan zijn, om het voorhout te bepalen of om een goed beloop aan de boomen te geven. In fig. 265 is de plattegrond van eenen binnenboom voorgesteld van twee rechte gedeelten der trappen of traparmen, die door een half cirkelvormig gebogen wrong- of kuipstuk zijn vereenigd. Hier dient de eene helft van het wrongstuk voor het opsluiten van de treden, terwijl de andere helft langs de bordes- of eene vergroote trede loopt. Het zij hier opgemerkt, dat, hoewel de treden in het wrongstuk hier allen naar het middelpunt van den boog zijn gericht, men bij soortgelijke trappen een beter en meer vloeiend beloop zal verkrijgen zoo men deze treden met eenige van den aansluitenden rechten traparm, op schaal gaat verdeelen, en ze derhalve als verdreven treden aanbrengt.

Om nu in ons gegeven voorbeeld, bij het begin en einde van het bordes en bij de aansluiting van de rechte gedeelten en het wrongstuk, een goed beloop aan den boom te geven, wordt deze boom als ontwikkeld, dat is in de volle lengte, als liggende uitgerold op een plat vlak, voorgesteld. A geeft in ons figuur weer den plattegroud, B den opstand van het wrongstuk. Bij C is het wrongstuk met de gedeelten der aansluitende rechte boomen ontwikkeld aangegeven, welke ontwikkeling in dezen ook wel den naam van *bijtrek* wordt gegeven. Wij hebben vroeger ook reeds gezien, hoe dit ontwikkelen kan plaats hebben.

Op de grondlijn *a*, *b* wordt achtereenvolgens de grootte der opvolgende aantreden langs den boom

opgemeten, uitgezet. Op deze deelpunten worden loodlijnen opgetrokken en hiertusschen de bovenkant der treden op de bepaalde plaatsen aangebracht. Het bepalen van het voorhout geschiedt verder op de bekende wijze. Daar de lijnen in de gewone opstandteekening hier niet in hare ware lengte zijn voorgesteld, zal het bij plotselinge verandering der richting, door het op eens vergrooten of verkleinen der aantreden niet mogelijk zijn, hierin zeker te zijn van het maken van een vloeienden overgang. Zet men nl. het voorhout op de gewone wijze uit en trekt men boven de bordestrede eene grenslijn van den boom, op een hoogte boven die trede als men den boom boven het bordes wil laten rondloopen, dan zal deze lijn de buitenlijnen der opgaande boomen onder hoeken ontmoeten, die voor een goed beloop moeten afgerond worden. Gaat men deze afronding in den gewonen uitslag aanbrengen, dan is men volstrekt niet zeker van een goed beloop en zou dus moeten zorgen, dat er voldoende hout bleef staan om dit na het afwerken en in elkander zetten te kunnen bijwerken. Om ook hierin dadelijk met zekerheid goed te werken, wordt de genoemde ontwikkeling of bijtrek aangebracht. Na ook hier op de gewone wijze de buitenlijnen van de boomen te hebben bepaald, wordt op de daarvoor aangenomen hoogte de onder- en bovenlijn voor den boom, waarin de bordestrede zal komen, getrokken. De hoeken, die door de snijding dezer laatste lijnen met de opgaande boomen bij *a*, *a*, *a*, en *a* worden genoemd, worden nu volgens een vloeiend beloop bijgetrokken. Bepaalde constructiën zijn hiervoor moeielijk aan te geven; het geoefende oog moet veeltijds beslissen, hoeveel afronding wenschelijk is. Men mete op de beide lijnen aan weerszijden van het hoekpunt evenwel uit, en richt daaruit loodlijnen op de lijnen; het snijpunt dezer loodlijnen is dan blijkbaar het punt, waaruit de gebogen lijn moet beschreven worden. Behalve voor een goed beloop van het geheel heeft men daarbij te zorgen, dat het voorhout voor de daarin vallende trede voldoende blijft. Na op dezen bijtrek het beloop der boomen te hebben vastgesteld, wordt dit op den uitslag overgebracht. Het is duidelijk en blijkt ook uit de teekening, dat de verschillende overeenkomstige punten in den bijtrek en den uitslag alle even hoog moeten liggen. Heeft men dus aan de snijding de opgehaalde voorkant-stootbordlijnen geen voldoende gegevens om vaste punten voor de gebogen lijn in den uitslag te bepalen, zoo kan men tusschen twee der opvolgende stootborden in den bijtrek en de overeenkomstige stootborden in den uitslag meerdere verdeeling aanbrengen, en alzoo zooveel vaste punten vinden, als men noodig oordeelt om met voldoende nauwkeurigheid de kromme lijnen te bepalen. Wordt het wrongstuk uit één stuk genomen, dan geeft *a*, *b*, *c*, *d* de schuin- en *a* *b* c^1 d^1 de holmal aan. Wordt het uit twee stukken genomen, wat bij deze ongelijke tredeverdeeling te verkiezen zal zijn, dan geven de zware lijnen in den plattegrond, opstand en bijtrek de geschikte plaats der aansluiting aan, terwijl alsdan van elk stuk afzonderlijk de noodige uitslag moet geconstrueerd worden.

Bij het maken van wrong- of kuipstukken, die tusschen rechte gedeelten worden ingesloten, is het veelal wenschelijk aan het wrongstuk meerdere dikte te geven dan aan de rechte boomen. In dat geval worden langs de buitenzijden van de rechte boomen verdikstukken aangebracht, waardoor die boomen aldaar dezelfde dikte van het wrongstuk verkrijgen. Zij worden aan de binnenzijde van een schaafje voorzien, dat mede langs het wrongstuk rondloopt, waardoor de buitenzijde der binnenboomen een paneelvormig bewerkt aanzien bekomen, zooals in onze ontwikkeling voor de aansluitende gedeelten is voorgesteld. Men kan daarbij op de rechte boomen een dekstukje aanbrengen, zooals fig. 266 in doorsnede aangeeft, en deze op de beide hoeken van een aangeschaafd kraaltje voorzien. Hierdoor werkt men den naad, tusschen boom en dekstuk aanwezig, uit het gezicht. De aangeschaafde kralen moeten dan ook over het wrongstuk doorloopen, en daarin derhalve uit de hand ingestoken worden.

Bij het vereenigen van rechte steektrappen met bordessen of gangen, of wel, bijaldien twee armen dezer trappen onder een hoek samenkomen worden daartusschen kleine wrongstukken geplaatst, waaraan alsdan meer den naam van kuipstuk wordt gegeven. Bij die constructiën, zoowel als langs bordessen rondgaande gebogen boomen neemt men het het hout veelal uit te lood staande aan elkander gelijmde stukken. Hierdoor wordt de bewerking eenvoudiger en is er geen hol- of schuinmal noodig, terwijl het eene besparing van hout kan geven. Men dient echter wel te bedenken, dat daarbij, vooral bij horizontale of nagenoeg horizontale ligging, het bovenvlak van den boom uit eindelings-kops-hout bestaat, wat bij alle houtconstructiën zooveel mogelijk uit het gezicht moet gewerkt worden. Bij elk gedeelte wrong- of kuipstuk moet dus in de eerste plaats worden nagegaan, welke bewerking het minst kops hout aan de boven- en onderzijde zal geven. Het schijnbaar minder materiaal-verbruik zal ook in vele gevallen niet bestaan, daar hierbij zooals de bewerking ons zal ophelderen, veelal wel met minder dikke stukken kan gewerkt worden,

maar daarentegen van de lengte der stukken, vooral bij eenigszins oploopende stukken, hoeken verloren gaan. Het gebruik van deze kuipstukken zal niet zelden ontstaan, doordat de werkman zich hiermede gemakkelijker kan redden.

In fig. 267 is deze bewerking aangegeven. In de eerste plaats heeft men ook hier noodig de gewone plattegrond-teekening. In den plattegrond wordt bepaald: het aantal stukken, waaruit de boom zal genomen worden. In ons figuur zijn hiervoor vier stukken aangegeven. Verder is voor de bewerking de opstand-teekening noodig, waarbij weer ter verkrijging van een goed beloop de vroeger besprokene en ook hier gebruikte ontwikkeling of bijtrek noodig kan zijn. Door deze plattegrond- en opstand-teekening is men in staat de benoodigde vier stukken voor het kuipstuk te bewerken. De plattegrond geeft ons aan de breedte en dikte van het benoodigde stuk, terwijl de opstand ons in de gelegenheid stelt de lengte te kunnen vinden, zooals uit de vier verschillende stukken, in onze teekening aangegeven, blijkt. Die stukken neemt men daarbij, zooals ook hier voorgesteld, iets langer dan hoogst noodzakelijk, opdat men, bij het aan elkander lijmen der verschillende stukken niet aan de zuivere plaats is verbonden. Denkt men deze stukken van onderen alle even lang, en het kuipstuk eene volle wenteling rongaaande, dan hebben wij een uitgeholde spil, waaruit blijkt, dat de spilbewerking, zoo de stukken van onderen alle gelijk en rechthoekig op de opstaande zijden zijn afgewerkt, hier volkomen kan toegepast worden. Nadat dus de stukken aan de holle en bolle zijde volgens den plattegrond zijn bewerkt, worden zij volgens de opstand-teekening afgewerkt. Het bepalen dezer grenslijnen alsmede die der bovenkanttreden en voorkant-stootborden, op het kuipstuk, waarnaar dit moet worden afgewerkt, en de nesten moeten worden ingehakt, zal met het oog op het voorgaande wel geen bezwaar meer opleveren. De noodige punten kunnen uit de opstand-teekening of den bijtrek worden overgebracht en de lijnen door een buigbare rei op de ronde of holle zijden worden getrokken.

Soortgelijke bewerking van het kuipstuk kan ook in sommige gevallen zeer doelmatig een spil vervangen. In fig. 256 is daarvan, bij eene trap met een kwartwenteling in de nabijheid van den grond eene voorstelling gegeven. Het wrongstuk kan hier in de breedte uit één stuk bestaan, en heeft dezelfde dikte der aansluitende boomen. Het stuk loopt tot aan den leuningregel door, zoodat deze daarover kan rondloopen. Op daarvoor geschikte plaatsen kan hiervan een zeer doelmatig gebruik worden gemaakt.

Bij eene plattegrond-verdeeling, waarbij de trap in een vierhoek rondgaat en het trapgat mede een vierhoek vormt, terwijl er in de hoeken bordessen worden aangebracht, worden binnenhoeken, zie fig. 272 veelal afgerond, terwijl aan de treden veelal het daarbij aangegeven beloop wordt gegeven tot het verkrijgen van eenen geleidelijken overgang der boomen. De verschillende daarbij gevoegde uitslagen zullen het verder voldoende toelichten.

Het aanbrengen van trappen tegen hellende muren.

Tot dus ver is steeds aangenomen, dat de trappen in trapgaten met te lood en rechthoekig op elkander staande muren moesten geplaatst worden. Bij het het aanbrengen van trappen in nieuwe gebouwen zal dit ook wel nagenoeg altijd het geval zijn. In oude gebouwen kan het echter voorkomen, dat het trapgat zeer onregelmatig is en de opstaande muren niet te lood staan. Het zal niet mogelijk en noodig zijn, alle gevallen, die daarbij kunnen voorkomen, te bespreken, zoo het voorgaande goed is begrepen, zal voor de verschillende gevallen bij eenig nadenken wel voldoende oplossing worden gevonden.

Is men niet zeker van den stand der muren, dan is eene zuivere opneming van het trapgat met haak en schietlood in de eerste plaats noodzakelijk. Het grondvlak van het trapgat moet dan vooreerst zuiver in teekening worden gebracht en daarna de afwijkingen hiervan op hooger liggende plaatsen, hetzij door het slepen of vliegen der muren of door hunne gebogen vorm, zoo dit niet door bijpleistering kan verholpen worden, zuiver op de teekening worden overgebracht, om hiernaar te kunnen werken. Een der eenvoudigste gevallen zal in dezen wel zijn, zoo een of meer der zijmuren iets voor- of achter hellen, vliegen of slepen. In fig. 268 wordt zoodanige trapboom voorgesteld, welke tegen een achteroverhellenden muur moet geplaatst worden. Bij A heeft men daarvan de horizontale projectie of plattegrond-teekening met de daarin vallende treden en daar boven den neergeslagen boom met de daarin aanwezige nesten. Men dient er wel op te letten, dat dit niet is de verticale projectie of opstand van den boom, zooals straks nader zal blijken. Wil men hiervan de gewone opstand-teekening, dan zal die op de gewone wijze handelende verkregen worden, waarbij de hier aangegevene verkantelingen enz. niet in het gezicht zullen komen, terwijl daarbij de optrede op den boom mindere hoogte zal bekomen. In het hier gegeven geval is aange-

nomen, dat de muur, van den bovenkant des vloers tot den bovenkant der laatste trede ter breedte van den afstand der lijnen *c c* en *b b* achterover helt. Om nu in dit geval de plattegrond-teekening te bewerken, trekke men eerst deze beide lijnen, daarna make men eene schaalverdeeling of zoogenaamde fuik, die bij C is aangegeven. De opstaande schuinsche zijde geeft daarbij de helling van den muur aan, zoodat het gedeelte der basis *c e* gelijk aan den afstand der genoemde lijnen *c c* en *b b* is. Op de opstaande zijde *e*, 1 is de hoogte-verdeeling der treden aangebracht, welke op den vallenden boom blijkbaar moeten worden gemeten volgens de afstanden *c*, 2— 2, 3— 3, 4— 4, 1—. De afstand *c*, *d* is hier gelijk aan den afstand *a*, *b*, zijnde de breedte der helling tot den bovenkant des booms vóór dat deze aan de bovenpunt ter hoogte van den bovenkant der laatste trede is afgewerkt. Om nu verder te kunnen gaan, is het het geschiktst vooreerst de lijn *k*, *g* te bepalen, zijnde die, volgens welke de binnenzijde van den voet van den boom op het grondvlak rust. Zetten wij hiervoor als bij D, een gedeelte doorsnede volgens de bekende dikte en helling den boom uit, dan zien wij, dat het afgescheidene ondervlak eene breedte zal verkrijgen, die door 1, 2 in D wordt aangegeven. De lijn *k*, *g* moet dus op dezen gevonden afstand, voor de lijn *b*, *b* worden geplaatst. Wanneer men nu uit de punten 2, 3 en 4 evenals uit 1, in onze fuik, loodlijnen neerlaat, dan zullen blijkbaar de gedeelten *c h* — *c l* — *c o* en *c e* de breedten der horizontale projectiën aangeven, van de gedeelten der eerste, tweede, derde en vierde trede, tusschen de lijn *k*, *g* en hare respectivelijke aansluiting tegen het bovenvlak van den boom. Brengen wij dus de voorkanten der treden in den plattegrond volgens de gewone verdeeling aan, dan zal men de lengte der lijnen *i k* voor de eerste, *m n* voor de tweede, *p r* voor de derde en *s t* voor de vierde trede, aehtereenvolgens gelijk moeten nemen aan die van *c h*, *c l*, *c o* en *c e*. Uit de punten *i*, *m*, *p*, *s* hebben wij dus, rechthoekig op de voorkanten der treden de lijnen te trekken, die de aansluiting van treden en boom aangeven. Om nu verder den plattegrond van den boom met nauwkeurigheid te bepalen gaan wij vooreerst den boom in zijne ware grootte voorstellen, om het voorhout te kunnen construeeren. Daarvoor weten wij dat de hoogte der optreden op den hellenden boom gemeten, gelijk moeten zijn aan de lengte *c*, 2— 2, 3 enz. op meergenoemde fuik. Zetten wij nu het eene been van den passer in het hoekpunt *c* en halen als dan met het andere been de punten 2, 3, 4 en 1 door boogjes op de uit *c* opgerichte loodlijn over, dan zullen bijgevolg ook de afstanden tusschen deze overgehaalde punten, de lengten der optreden op den boom gemeten aangeven. Na dus ook de plaatsen der voorkant-stootborden in den plattegrond op de bepaalde breedte der wel achter de voorkanten der treden te hebben aangegeven, kunnen wij nu volgens de gewone wijze den bovenkant der treden en der voorkant-stootborden overhalen. Door nu op den bovenkant der trede de breedte der wel voor den voorkant van het stootbord uit te zetten of deze uit den plattegrond op te halen, kan het voorhout door het aanbrengen der boogjes worden bepaald. Trekt men nu als gewoonlijk volgens de dikte van stootborden en treden de lijnen voor den achterkant der stootborden en den onderkant der treden, dan kan ook uit de beneden hoekpunten het bepaald worden, zoodat men de lijnen *a ij* en *ij z*, die de volle breedte van het binnenvlak van den boom aangeven, kan trekken.

Men zal opmerken, dat, wil men de breedte van de nesten voor de treden volkomen zuiver bepalen, men ook hier rekening moet houden met de helling des booms; men zou dus de dikte der treden moeten rekenen, wanneer hij volgens die helling is doorgesneden, wat in dit geval echter zonder bezwaar kan worden verzuimd.

Nu dient nog, om den boom in zijne ware grootte te kunnen voorstellen, de verkanteling bekend te zijn. Ook deze kan onmiddelijk uit de bekende helling van den muur worden gevonden. In dit geval, daar wij de doorsnede van den boom noodig hebben voor het voltooien van onze plattegrond-teekening, zullen wij de doorsnede volgens de lijn 1, 3 bepalen, en deze zoodanig naast den plattegrond aanbrengen, dat daaruit de noodige gegevens voor het voltooien der plattegrond-teekening kunnen worden overgehaald. Verlengen wij nu de lijn 1, 3 tot in de plattegrond-teekening, dan zien wij dat de horizontale projectie dezer doorsnede over de derde trede valt. De aansluitingslijn van deze derde trede met den boom is reeds bekend, en wij trekken deze lijn tot buiten de plattegrond-teekeningen door, om bij het bepalen van de doorsnede van den boom tot uitgangspunt te dienen. Nemen wij in die lijn het punt v aan, en trekken wij door dat punt, volgens de bekende helling van den muur, de lijn 2, 3, waarbij het gedeelte 2, v gelijk is aan den afstand, dien het punt 2 boven den bovenkant der trede op den boom heeft, en verder v, 3 gelijk is aan den afstand van den bovenkant der trede tot het punt 3 op den uitgeslagen boom, terwijl wij op eenen afstand gelijk aan de dikte des booms, de lijn 1, 4 evenwijdig aan 2, 3 trekken, waarbij

1, 2 en 3, 4 door lijnen evenwijdig aan den bovenkant der trede zijn vereenigd, dan zal hierdoor eene doorsnede van den boom en de daarin gelaten trede en stootbord zijn gevonden, die tevens de verticale projectie van die plaats zal zijn, waar de vroeger genoemde lijn uit den neergeslagen boom den plattegrond snijdt.

Om nu in de eerste plaats onzen boomuitslag af te werken, weten wij, dat deze boom is gelegen op de zijde, die in de doorsnede door de lijn 1, 4 wordt voorgesteld. Laten wij dus uit de punten 2 en 3 loodlijnen op 1, 4 neer, dan zien wij, dat het punt 1 buiten de in den uitslag aangebrachte lijn 2 en het punt 4 op denzelfden afstand binnen de lijn 3 valt. Door dus in den uitslag de lijn 1 te schrijven en de lijn 4 als onzichtbaar te stippelen en verder de eindvlakken in verband hiermede te bepalen is de boom in zijne volle grootte en gedaante afgeschreven, en kan deze hiernaar worden afgewerkt. De punten 1, 2, 3, 4 op de doorsnede-lijn in den uitgeslagen boom en de plattegrond-teekening, geven blijkbaar dezelfde hoekpunten aan, als die in de doorsnede. Wanneer men nu uit de verschillende punten in de doorsnede naar de genoemde doorsnede-lijn in den plattegrond loodlijnen trekt, zullen de ontmoetingspunten van deze loodlijnen met de genoemde lijn de horizontale projectiën dezer punten geven. Door deze punten zullen dus de verschillende lijnen in den plattegrond, de horizontale projectie des booms voorstellende, bijgevolg moeten loopen, terwijl de reeds geconstrueerde treden de richting dezer lijnen aangeven, zoodat de plattegrond des booms nu kan worden bepaald. Hierbij dient men nog te bedenken, dat de grootte van het afgeplatte gedeelte van den voet, door den uitslag wordt bepaald, en de bovenhoek moet worden afgenomen, ter hoogte waar het laatste tredestuk tegen den boom sluit.

Fig. 269 geeft in enkele lijnen in A den plattegrond eener trap, waarvan een der boomen tegen een hellenden muur moet worden geplaatst, terwijl bij B de helling des booms is aangegeven en bij C de treden en stootborden zijn voorgesteld, zooals die op de neergeslagen boomen zullen moeten komen. Bij vergelijk met het voorgaande zal men zien, dat hier op eenvoudige wijze dezelfde noodige gegevens voor de uitvoering zijn verkregen. De grootte der treden kan uit den plattegrond worden overgenomen, waarbij ook hier, evenals vroeger, buiten de hier gegeven dagschreven de inzinking moet genomen worden. De helling waarnaar zoo wel de treden in de dikte als de stootborden in de breedte, voor de einden die tegen den vallenden boom vallen, moeten afgewerkt worden, wordt door de aangegeven helling des booms bij D aangegeven. Daar de richting van de stootborden en den voorkant der treden, met den hellenden boom geen rechten hoek maakt, staan hier de stootbordlijnen op den neergeslagen boom niet rechthoekig op den bovenkant der treden, hoewel de stootborden ook bij deze trap evenzoo te lood staan; dit ontstaat blijkbaar, doordat het stootbord van boven verder doorloopt dan van onderen.

Trappen op keepboom, ook wel slapertrappen genoemd.

Bij trappen op keepboom, waarvan fig. 270 een gedeelte in plattegrond en opstand voorstelt, worden de treden volgens den onderkant der treden en den achterkant der stootborden, en dus volgens de achterlijn der nesten uitgezaagd. De treden en stootborden rusten dan op en tegen de uitgezaagde gedeelten, waarom men deze trappen ook wel trappen met opliggende treden noemt. Het afschrijven en de verdere bewerking dezer treden zal bij eenig wel geen bezwaar opleveren. Bij eene constructie, zooals fig. 270 aangeeft, loopen de treden met den wel ook buiten de boomen rond, en wel zooveel dat zij met dezelfde bewerking en hetzelfde overstek rondloopende, evenveel achter, als voor de voorkanten der stootborden reiken. Het stootbord wordt voor den uitgezaagden boom geplaatst en in 't verstek daartegen gewerkt. Zie plattegrond.

In fig. 271 is eene voorstelling gegeven van een dito trap op een gebogen binnenboom. De stootborden zijn hier niet in 't verstek tegen de boomen gewerkt, maar tegen verdikstukken of consôles, die daarvoor van buiten tegen den boom zijn bevestigd. Het overstek der wel loopt ook hier buiten de consôles rond. In den plattegrond zijn de eerste en vijfde trede door arceerlijntjes afzonderlijk aangegeven. — Voor het in plattegrond- en opstand-teekenen van deze trappen zijn nog al verschillende doorelkander loopende lijntjes noodig; het is daarom gemakkelijk de buitenpunten van dezelfde trede met hetzelfde cijfer aan te geven, zooals ook hier door de cijfers 1, 1 — 2, 2 — 2, — 3, 3 enz. is geschiedt; hieruit ontstaat voor het ophalen een groot gemak en is men meer zeker daarbij geen verkeerde punten te nemen. De wellen loopen zoowel vóór als achter in het verstek rond; wanneer wij dus de lijnen, die door het profiel van die wellen ontstaan, tegen de overhoeksche lijnen 1, *a* — 2, *a* enz. trekken, dan zullen deze ontmoetingspunten de horizontale projectiën aangeven, van het in 't verstek rondgaan dezer lijnen aan de voorzijde der treden. Trekt men nu door deze bijzondere gebogen lijnen uit dezelfde middelpunten als die, waaruit

de lijnen voor boom en overstek zijn beschreven, dan zullen de snijpunten dezer bogen met de overige versteklijnen ook de horizontale projectiën van de de hoekpunten dezer rondgaande lijnen aan de achterzijde der treden aangeven. Bij het profiel der wellen in ons figuur is hiervoor slechts ééne lijn te bepalen, was dit in fig. 270 genomen, dan zouden er twee moeten geweest zijn om de noodige punten voor het ophalen te bekomen. De achterzijde der trede die door het einde van ieder welstuk buiten den boom wordt voorgesteld, loopt niet evenwijdig aan de voorzijde der trede maar aan de richting van den voorkant van het stootbord, dat boven die trede komt.

Het model der genoemde consôle wordt veeltijds genomen als in onze opstand-teekening is voorgesteld. De buitenlijn van het bovengedeelte sluit daarbij te lood onder den voorkant van het stootbord, dat boven de daarop liggende trede staat, terwijl de achterzijde van het onderste gedeelte met de achterzijde van het naaststaande stootbord overeenkomt of ook wel juist boven den platten band van de daaronder liggende trede komt. Ook de horizontale projectiën of de grenslijnen dezer consôle-breedte, zoowel onder als boven, moeten in den plattegrond worden aangegeven, om deze daaruit op te halen en de verschillende in 't gezicht komende dikten te kunnen bepalen.

Na alzoo de geheele plattegrond-teekening in hare bijzonderheden zuiver te hebben afgewerkt, kan tot het in teekening brengen der opstand-teekening worden overgegaan. In de eerste plaats kan men ook hier op een verticaal getrokken lijn de aantrede-hoogten en die van het profiel der wel als vroeger uitzetten en horizontaal overhalen. Verder uit de geconstrueerde horizontale projectie-punten in den plattegrond, de verticale projectiën op die lijnen bepalen en dienovereenkomstig de profielen der wellen en consôles, zooals die bij verschillende wendingen in het gezicht komen, aangeven. De daarvoor uit den plattegrond op te halen lijnen zijn, om door de vele lijnen niet onduidelijk te worden, alleen voor de eerste en vijfde trede aangegeven, waardoor het boven gezegde, in verband met het vroeger opgegevene', wel voldoende zal kunnen begrepen worden.

Het is duidelijk dat deze uitgekeepte boomen mindere sterkte zullen bezitten dan de volle boomen. Hierom neemt men deze van zwaarder afmeting en geeft daaraan beneden de treden meerdere breedte. In vele gevallen zal het hier wenschelijk zijn bij de verbinding der verschillende wrongstukken van onderen in den boom een ijzeren staaf of laaf in te laten, of deze verbinding door schroefbouten te versterken, waarvan de kop en moer, voor zoo ver zij in het gezicht zouden komen, in de dikte der stukken worden ingelaten en door een opgezet houten stopstuk wordt gedekt. Soortgelijke bout- of laafversterking heeft ook somtijds bij andere trappen op zwakke punten plaats, vooral ook bij sterk gewrongen stukken, kuipstukken enz.

Omtrent het lambriseer- en leuningswerk zullen wij in geene bijzonderheden treden. Het gebruik van beiden is voldoende bekend. Bij eene trap, die aan de eene zijde tegen eenen muur is geplaatst, wordt, tusschen den trapboom en den aan den muur bevestigden leuningsregel — handlijst — veelal een in paneel gewerkt houten schotwerk — lambriseering — geplaatst, welke schotwerken dan ook langs de muren der bordessen rondloopen, zie fig. 246. Langs de vrijstaande zijden is de trap voorzien van een leuningwerk. In den regel bestaat dit uit meer en minder sierlijk bewerkte te lood staande stijltjes — balusters — en een' daarover aangebrachten bovenregel of handlijst. In slechts enkele gevallen worden deze balusters daarvoor thans afzonderlijk gemaakt, meerendeels neemt men daarvoor de in den handel voorkomende, met zinken ornamenten versierde, ijzeren stijltjes. Voor de daarover aangebrachte handlijsten geven de fig 258 tot 264 eenige profielen aan; de beide laatste als handlijst tegen den muur geplaatst. Over 't algemeen neemt men ook voor deze handlijsten eenvoudiger vormen en zal dit in vele opzichten aanbeveling verdienen, vooral bij trappen met gebogen boomen. Vooreerst zal het moeielijk zijn deze handlijsten, die bij trappen met gebogen boomen grootendeels gestoken moeten worden, met voldoende nauwkeurigheid bewerkt te krijgen en ten anderen zal de verkanteling die aan dezen regel even goed dient gegeven te worden als aan den boom waar boven hij geplaatst is, bij samengestelde profileering, eene verdraaiing van het profiel ten gevolge hebben, waardoor het schoone van het beloop verloren gaat en het doelmatige — de geschikte vorm om er met de hand langs heen te glijden — tevens. Eenvoudige en geschikte profileering is daarom hier te verkiezen; bij het aanbrengen van handlijsten boven sterk gewrongen boomen ziet men dan ook niet zelden een eenvoudige ronde staaf toegepast of wel, men geeft aan den bovenregel overal dezelfde doorsnede en volgt derhalve de verkanteling van den boom niet.

INHOUD DER BURGERLIJKE BOUWKUNDE.

Bladz.

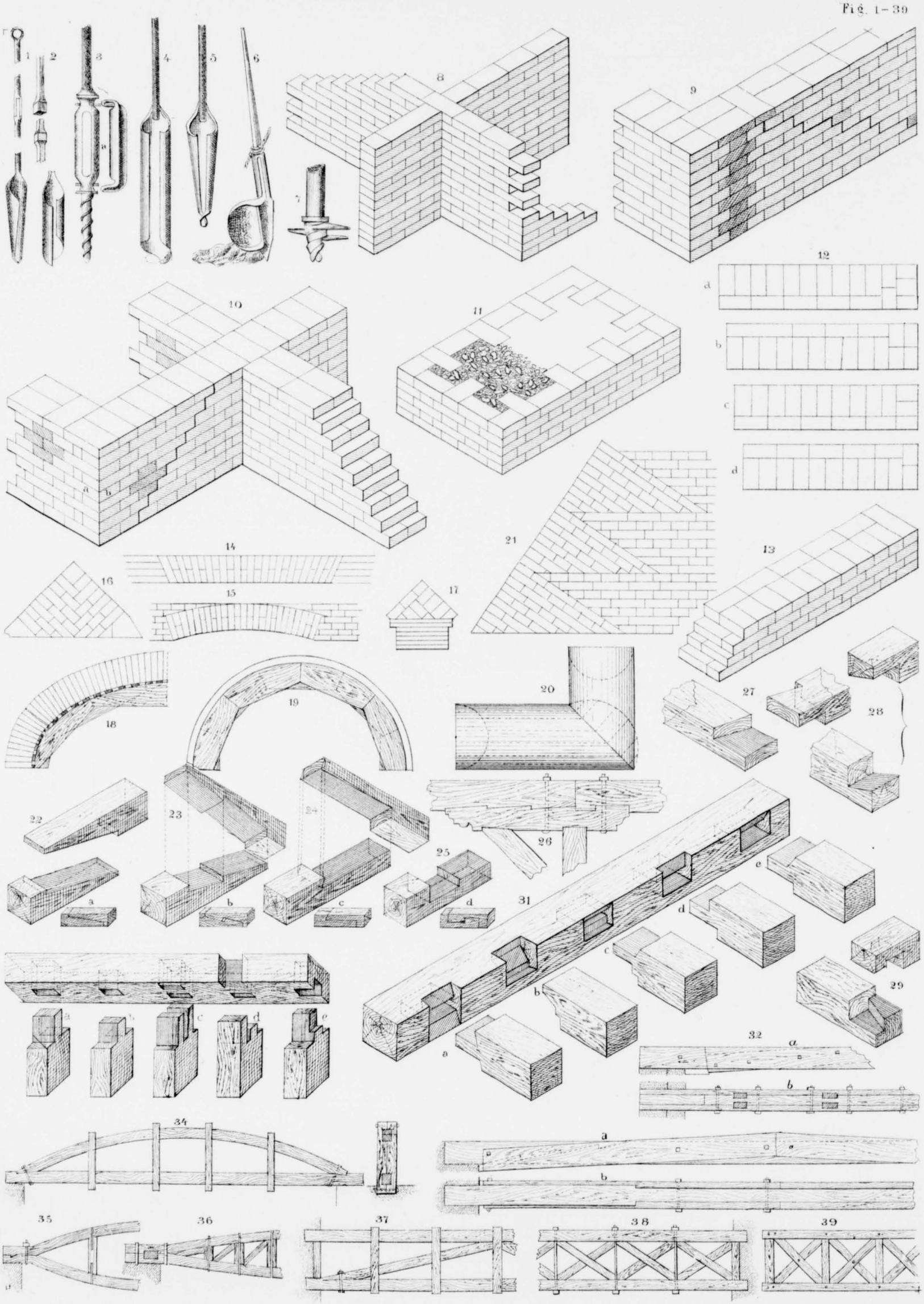
GRONDSOORTEN 1
ONDERZOEK VAN DEN GROND . . 1
ONTGRAVEN EN DROOGHOUDEN DER FUNDEERINGSPUTTEN 2
FUNDEERINGEN 3
1. Zandslempen 3
2. Betonbestorting 3
3. Pijlerfundeering 4
4. Roosterwerk en paalfundeering 5
METSELWERK 5
Het halfsteensverband . . . 6
„ kruisverband. 6
„ staandverband 6
„ Vlaamsch verband. . . 7
„ metselen met steenen van verschillende dikte en het aanbrengen van stroomlagen 7
MUURWERK 8
Fundamenten 8
Trasraam 8
Spouwmuren en gangen . . 8
Beraping en aanaarding der fundamenten. 9
OPGAAND MUURWERK 9
Uitvoering van het metselwerk 9
Voeg- en pleisterwerk . . . 11
Hardsteen 12
GEWELVEN EN BOGEN 13
a. Bogen. 13
b. Streksche gewelven . . . 13
c. Steekgewelven. 14
d. Kapgewelven 14
e. Tongewelven 15
f. Kruisgewelven. 15
g. Kloostergewelven. . . . 15
h. Koepelgewelven 16
Formeelen 16
ROLLAGEN EN VLECHTINGEN. . . 16
DE VOORNAAMSTE TIMMERWERKEN 17
1. HOUTVERBINDINGEN 17
1. Het vereenigen der stukken in de lengte 17
2. Stukken die elkander in hetzelfde vlak ontmoeten of kruisen 18
3. Het ontmoeten of kruisen van balken, niet in hetzelfde vlak liggende. . . 19

Bladz.

4. Stukken, die op elkander moeten verbonden worden, om zoo mogelijk een geheel uit te maken 19
5. Gewapende balken . . . 19
6. Gespleten balken. . . . 19
2. KAPPEN. 20
Dakvormen 20
a. Af- of lessenaarsdaken . 20
b. Geveldaken 20
c. Schilddaken 21
d. Tentdaken 21
e. Gebroken- of Mansardesdaken 21
f. Gebogen of koepeldaken 21
3. GEWONE OF EENVOUDIGE KAPCONSTRUCTIËN 21
Sleestukken. 25
Jaagbanden. 25
GEWONE KAPPEN MET BORSTWERINGEN 26
HOLLANDSCHE KAP 27
PHILEBERT KAPPEN. 29
MANSARDES KAPPEN 32
HANGKAPPEN 34
SPANKAPPEN, WAARBIJ DE SPANBALKEN ONTBREKEN. 35
KAPPEN MET ZAKGOOTEN. . . . 37
GOOTCONSTRUCTIËN. 38
DEUR- EN VENSTERKOZIJNEN MET DEUREN EN RAMEN 40
Deurkozijnen 42
a. Binnendeurkozijnen . . 42
b. Buitendeurkozijnen . . 43
Deuren 44
a. Opgeklampte deuren . . 45
b. Paneeldeuren 46
Vorm en grootte der binnendeuren. 47
BUITENDEUREN 49
GLAZEN DEUREN. 49
DEUREN VOOR GROOTE OPENINGEN, HANG-, SPOOR- EN ROLDEUREN. 50
GLASKOZIJNEN MET VASTE- OF SCHUIFRAMEN 55
VASTE- OF SCHUIFRAMEN. . . . 58
DRAAIRAMEN 60
AFTIMMERING VAN GLASKOZIJNEN, LUIKEN EN BLINDINGS 62
TRAPPEN 65

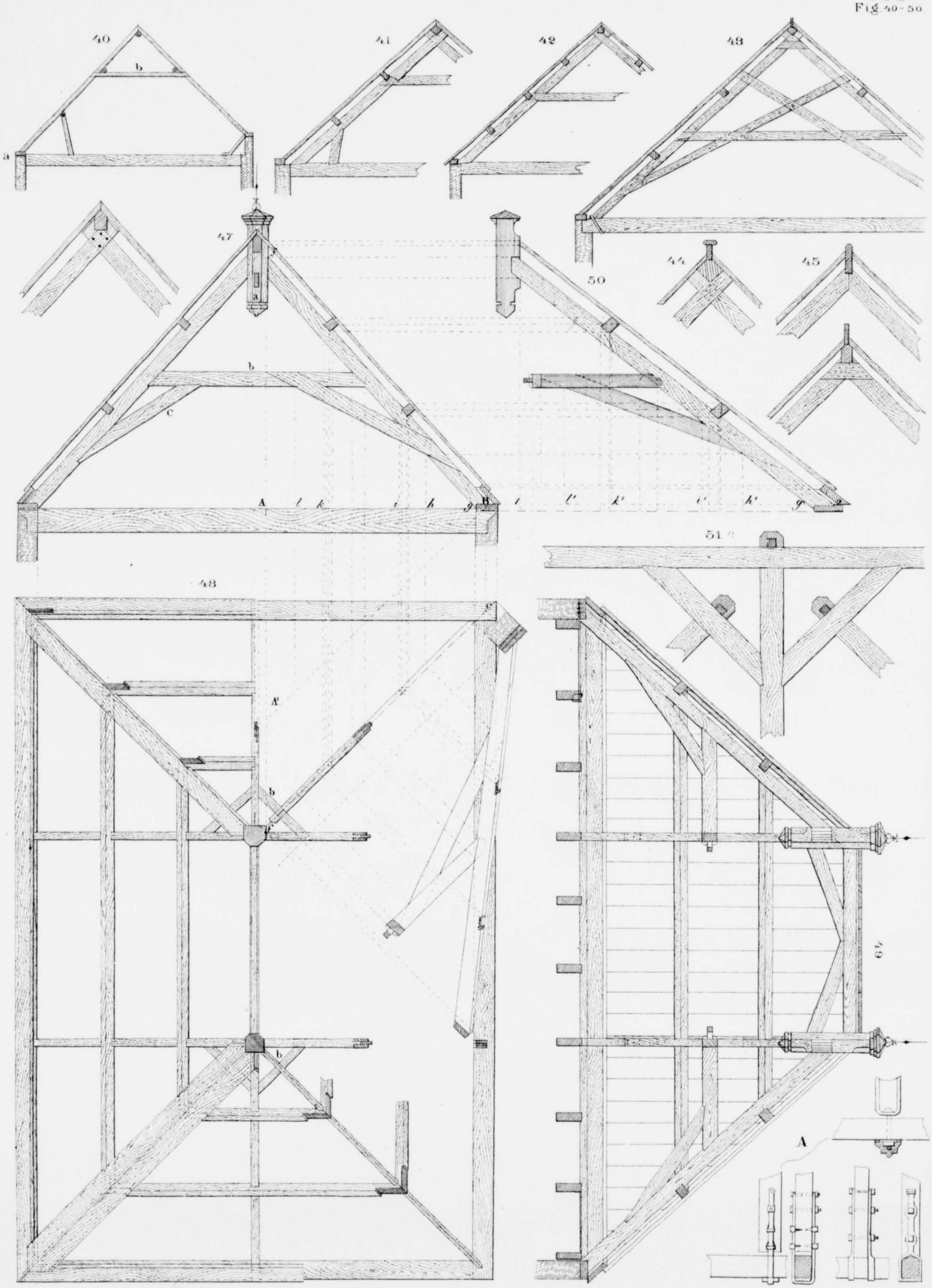
Bladz.

1. Geschikte ligging of plaatsing 65
2. Behoorlijke breedte, aan- en optrede 66
3. Bordessen 67
4. Ruimte onder en boven de trap en trapgaten . . . 67
5. Onder- en bovenaansluiting der trap 67
EENIGE TECHNISCHE BENAMINGEN . 68
A. *Onderdeelen der trap*. . . . 68
1. Boomen 68
2. Spil 68
3. Wrongstuk 68
4. Bordessen, treden, stootborden en wellen. . . . 68
5. Nesten, voor- en achterhout 68
6. Verkanteling 68
7. Trapleuning. 69
8. Bloktreden 69
9. Traparmen 69
B. *Verschillende traprormen* . . 69
1. Rechte of steektrappen . 69
2. Bordestrappen 69
3. Scheluwe en scheeve trappen. 69
4. Spiltrappen 70
5. Engelsche trappen . . . 70
6. Wenteltrappen. 71
HET IN TEEKENING BRENGEN VAN TRAPPEN. 71
C. *Soort van hout en verschillende afmetingen der deelen* . . . 75
HET AFSCHRIJVEN EN SAMENSTELLEN DER VERSCHILLENDE TRAPPEN 76
1. Laddertrappen 76
2. Steektrappen 77
2. Scheluwe trappen. . . . 79
3. Scheluwe trappen met holle en ronde treden 81
4. Spiltrappen 82
Verdreven of op schaal verdeelde treden 86
5. Engelsche trappen . . . 88
HET AANBRENGEN VAN TRAPPEN TEGEN HELLENDE MUREN . . . 94
TRAPPEN OP KEEPBOOMEN . . . 96
LAMBRISEER- EN LEUNINGWERK . 97

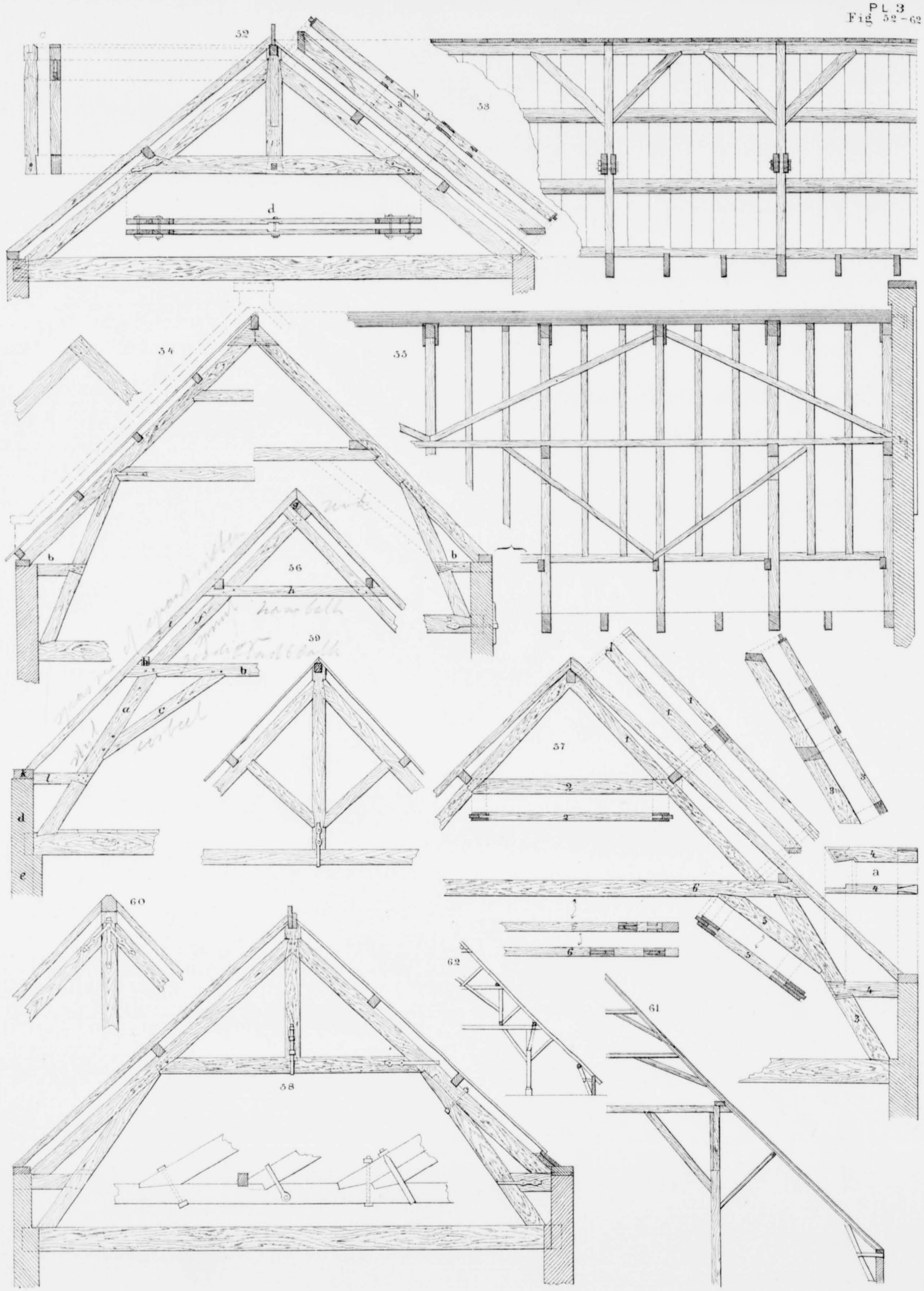


Groningen J B Wolters

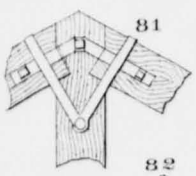
PL. 2.
Fig. 40-50

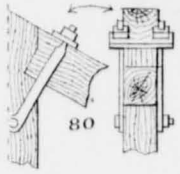


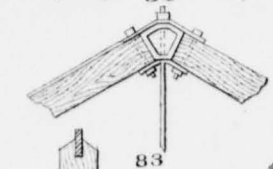
Lith. v. J.J. Coers. Arnhem



Groningen J B Wolters.


81

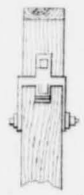

80


82

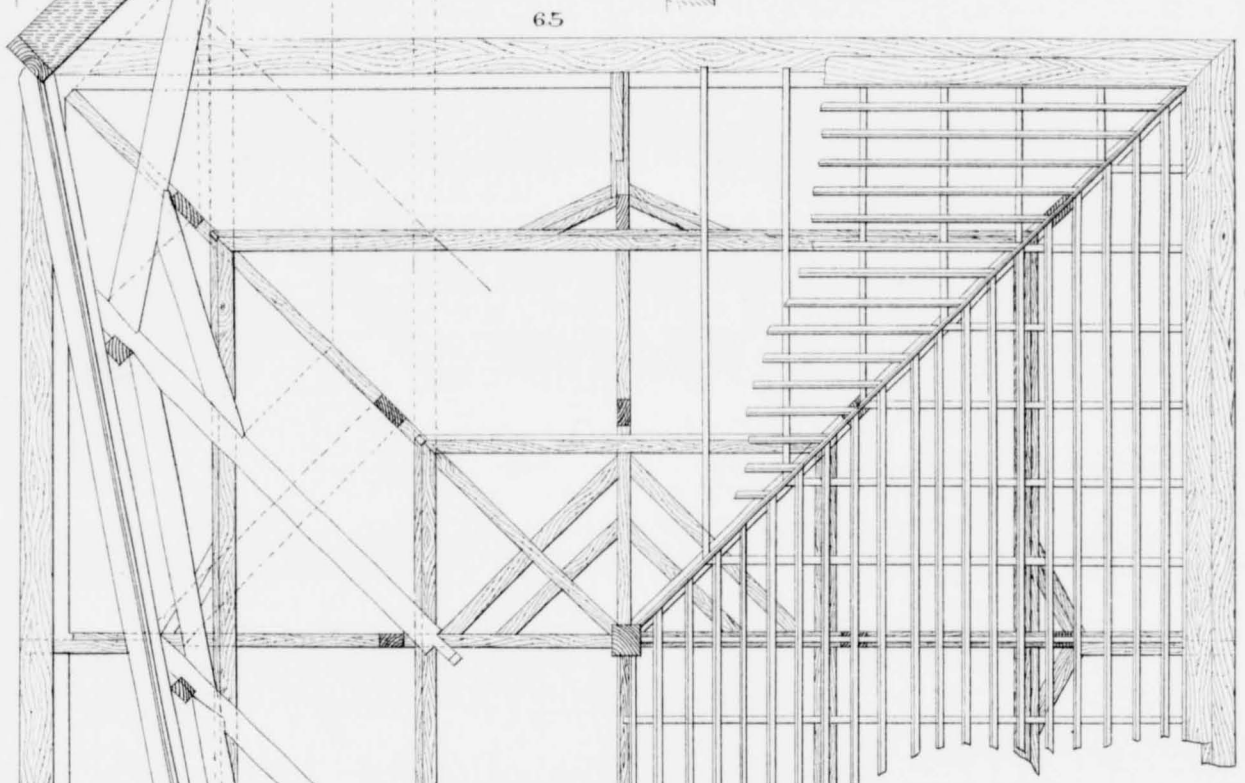

83

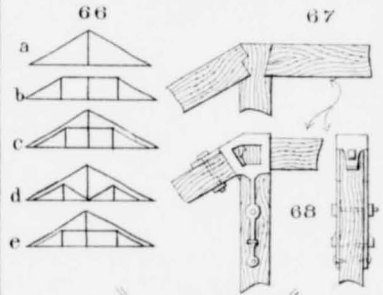
63

79



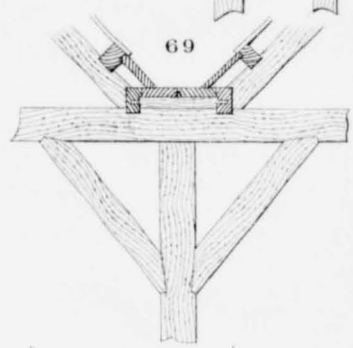
64

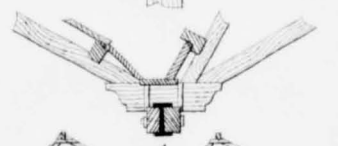

65

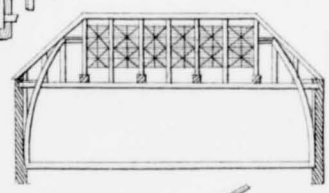

66

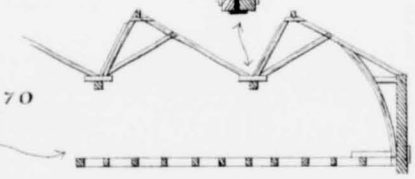
67

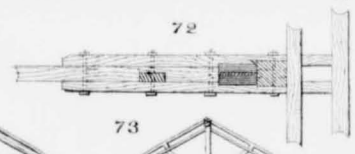
68

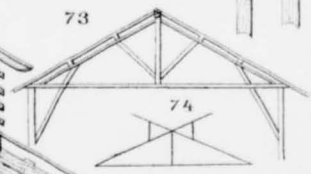

69


70

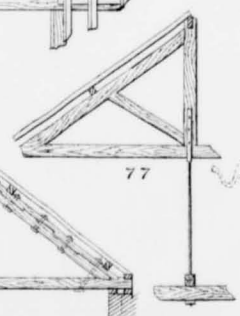


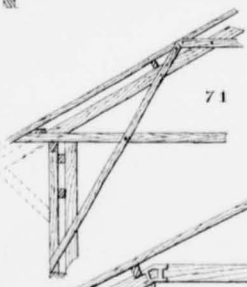



72

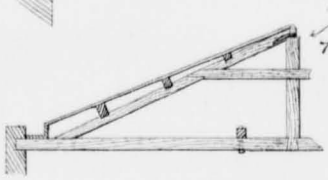

73

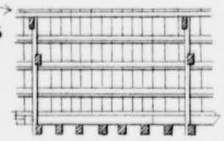
74


77


71

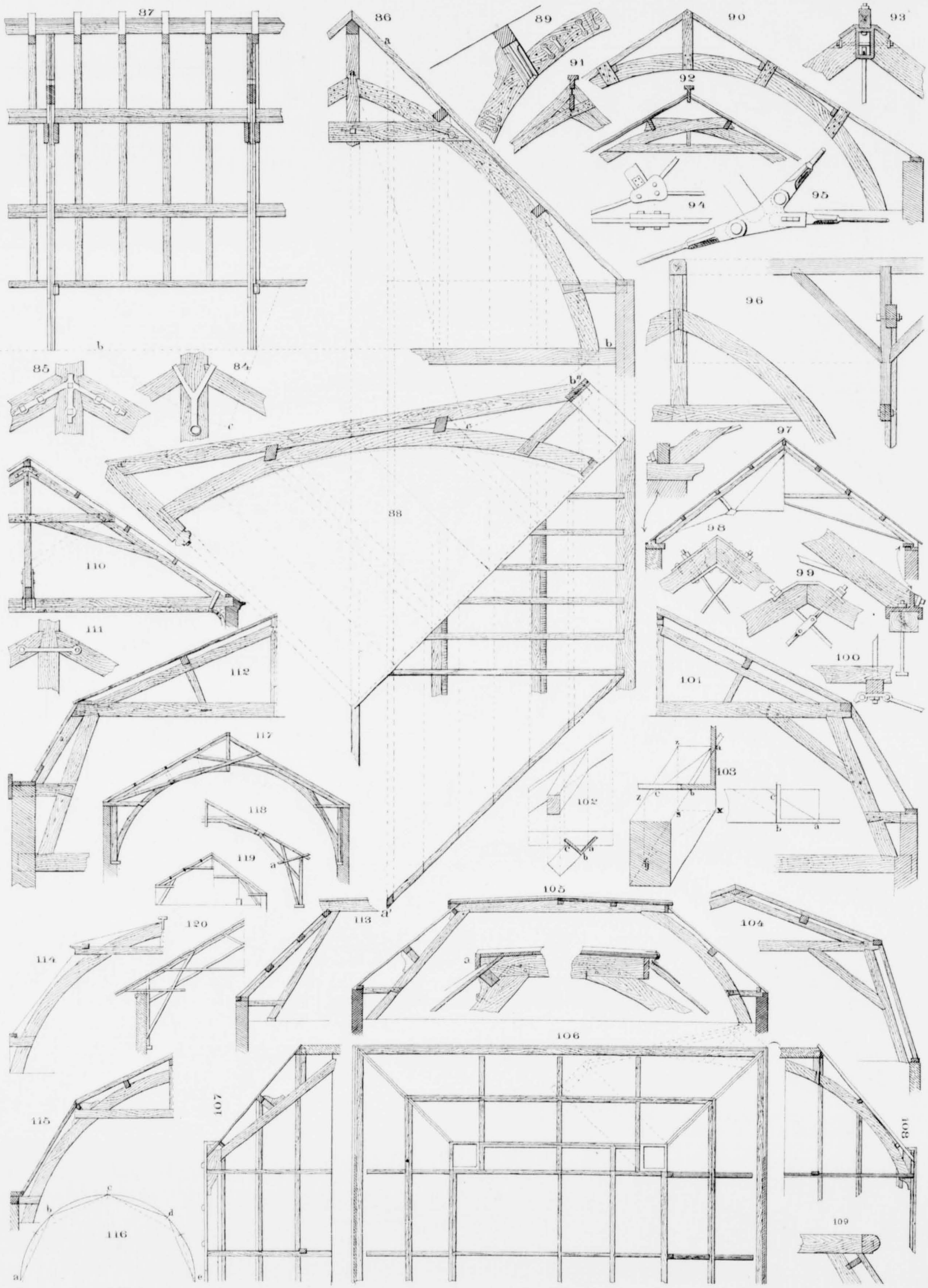
78


75



76

Lith.v.J.J.Coers. Arnhem.



Gronngen J.B.Wolters.

121

123

124

125

122

126

127

128

130

A

B

129

131

132

133

134

137

135

136

Lith v. J.J. Coers Arnhem.

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

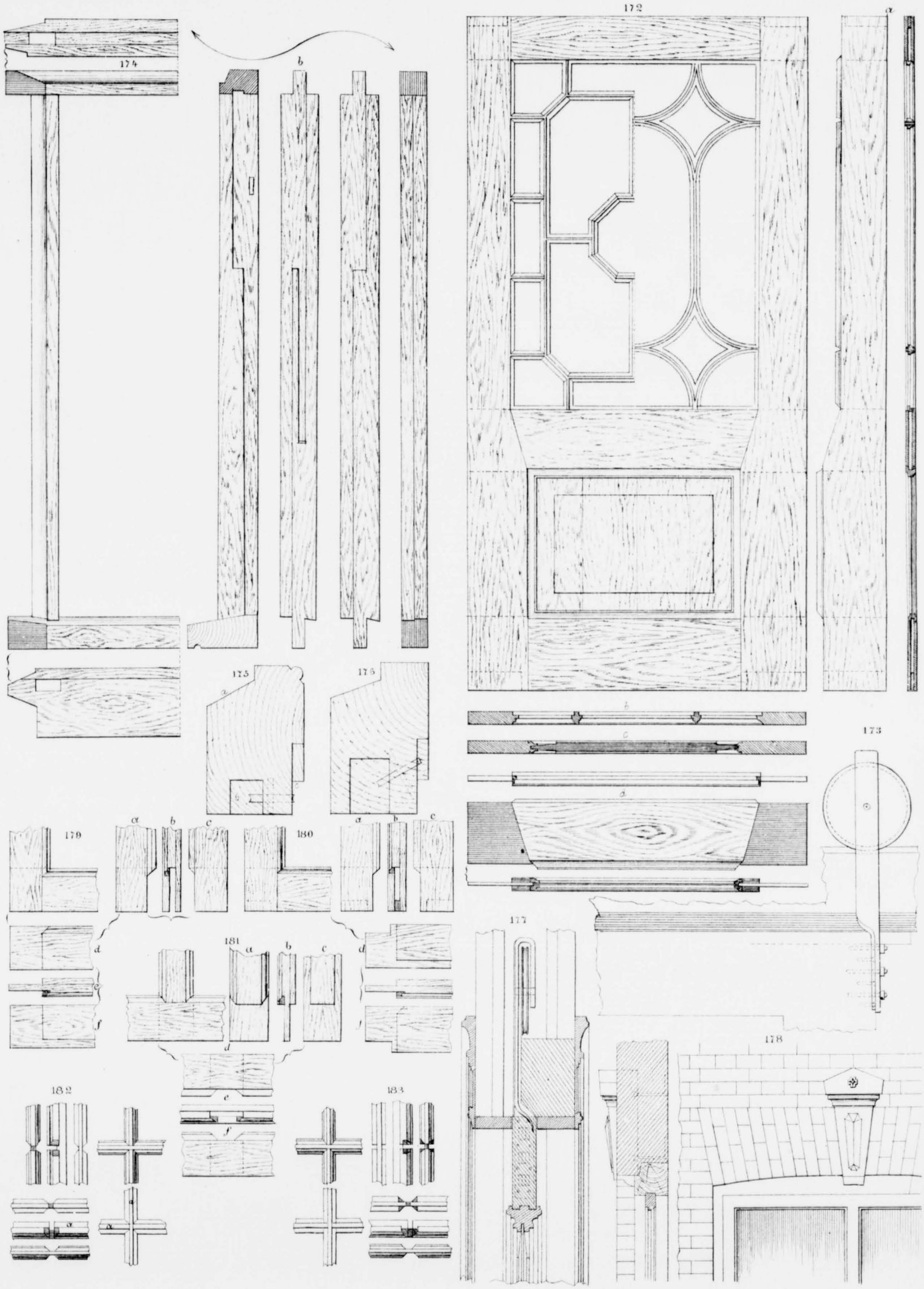
169

170

171

Kast

Groningen J B Wolters



Lith. J. J. Coers Arnhem

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

201

202

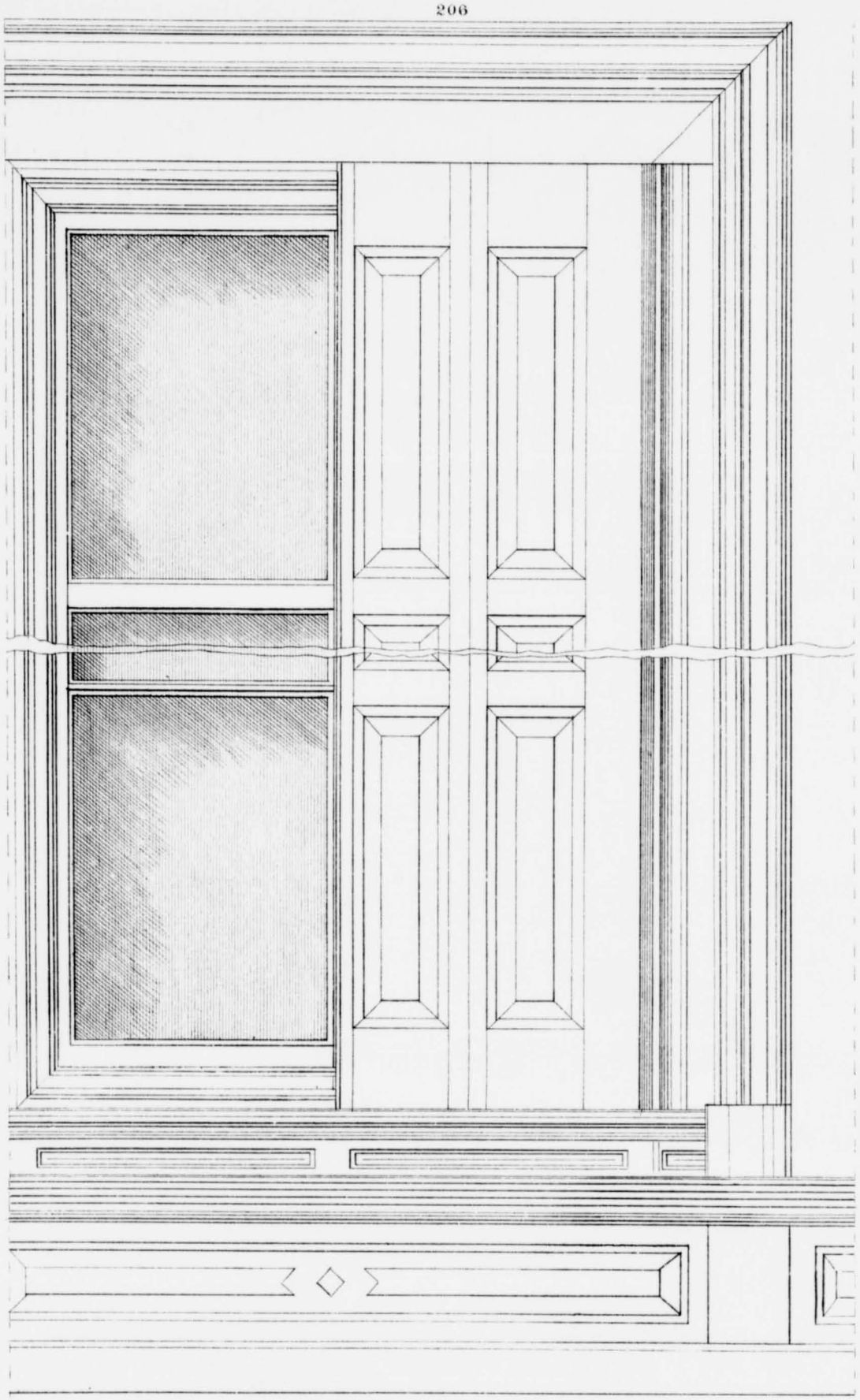
203

104

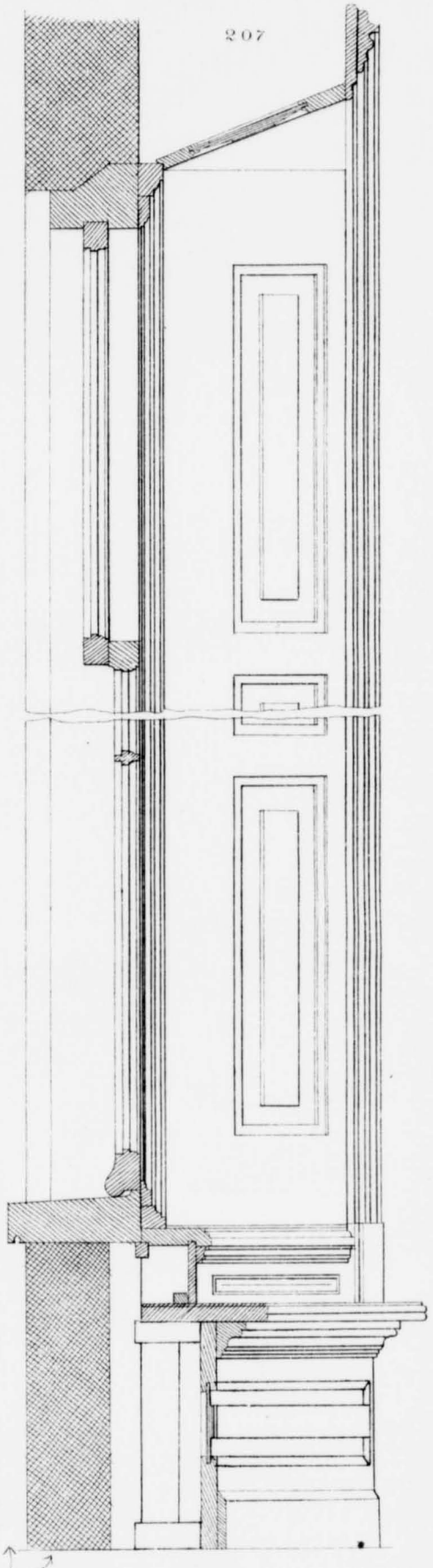
205

Groningen. J.B.Wolters.

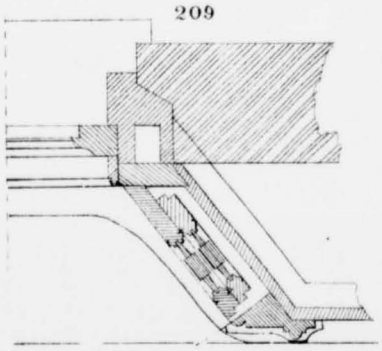
206



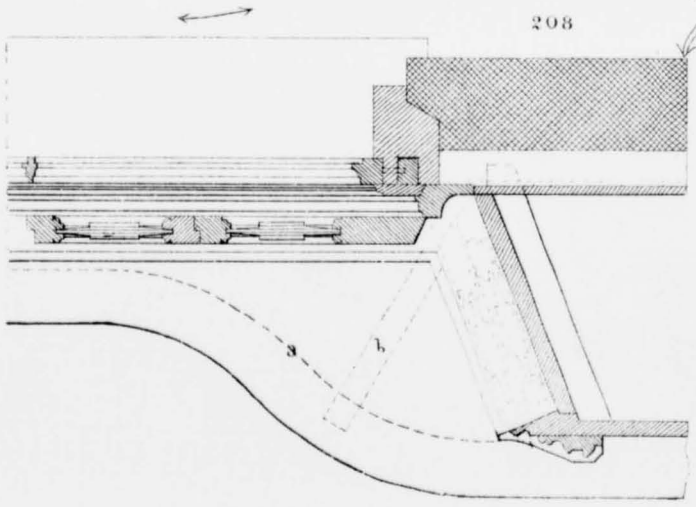
207



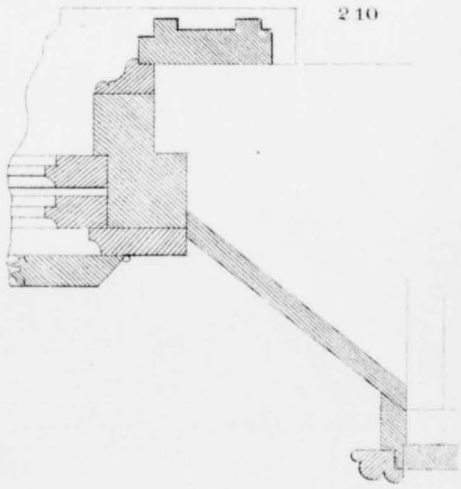
209



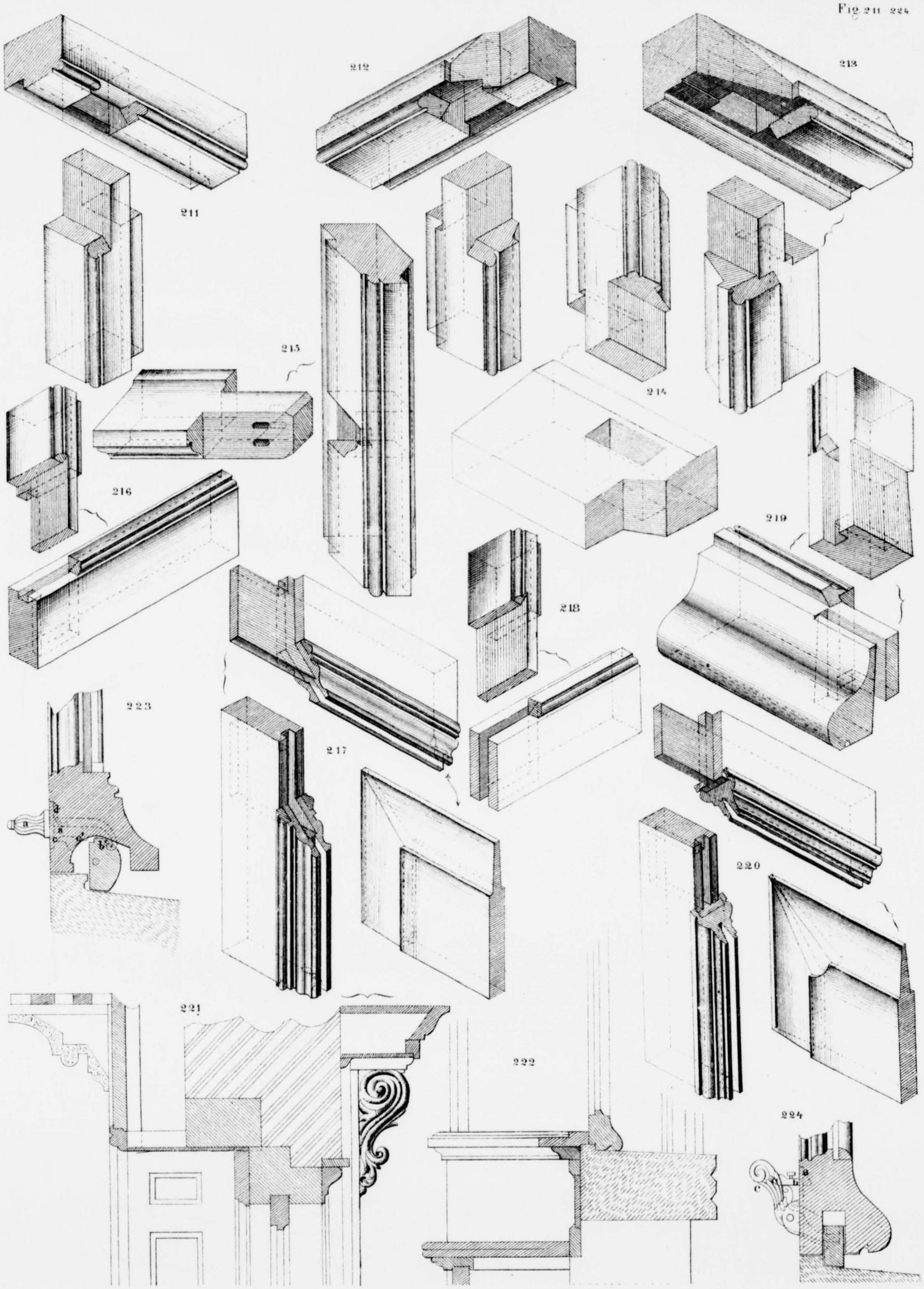
208



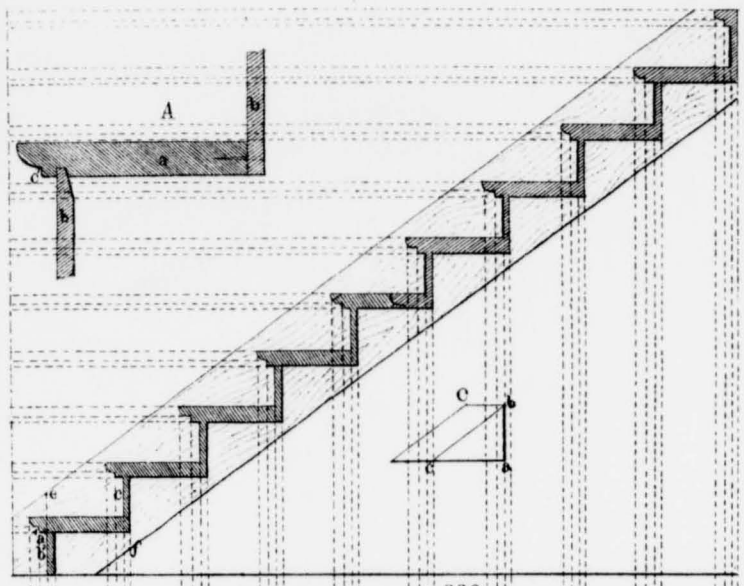
210

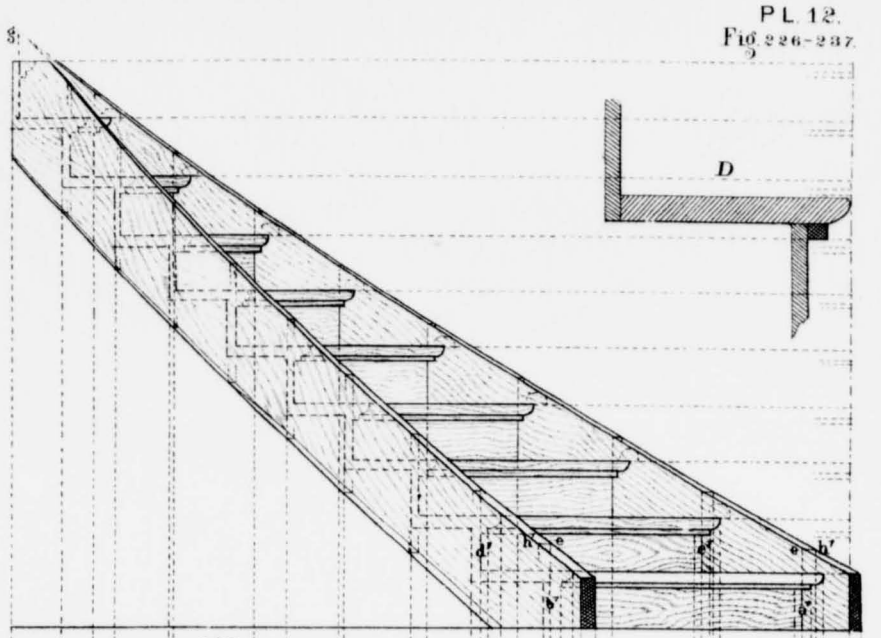


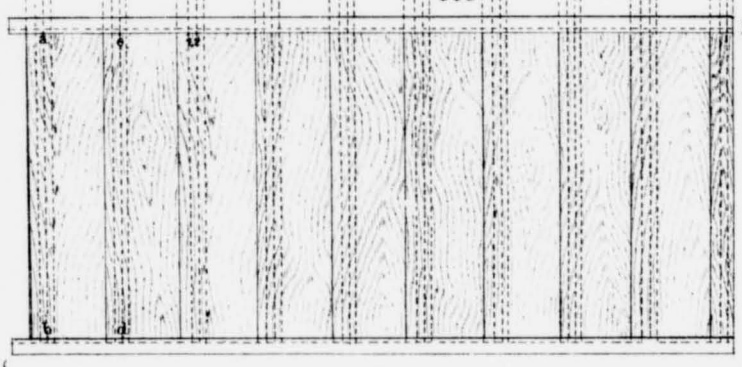
Lith J.J.Coers Arnhem

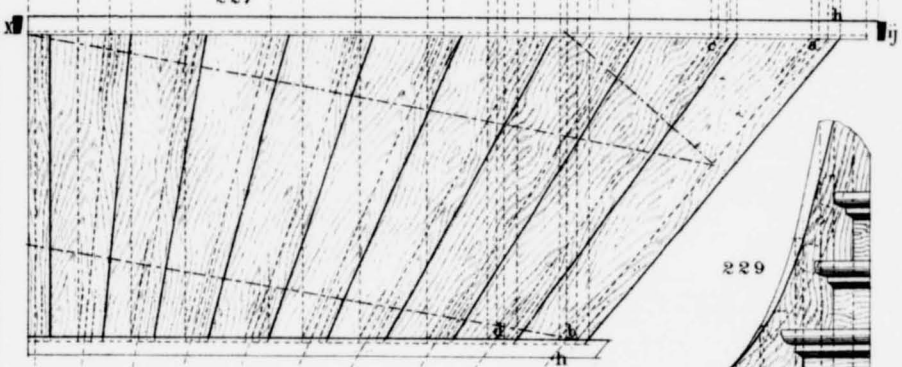


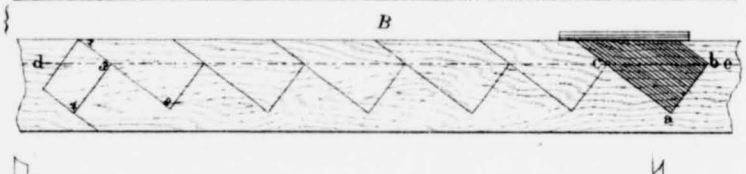
Groningen J.B. Wolters.

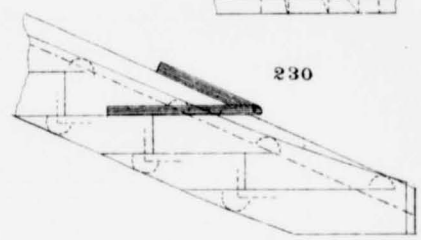


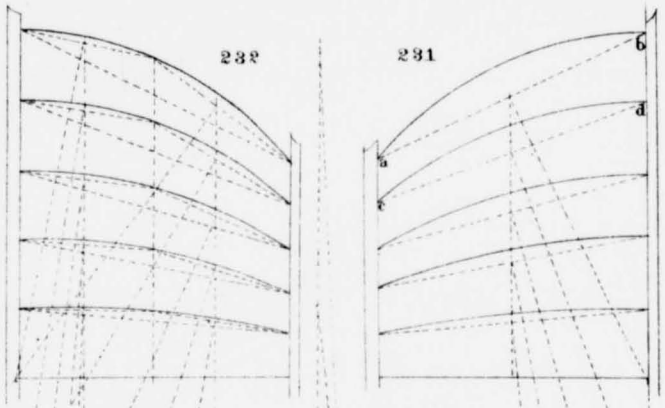


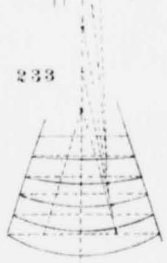


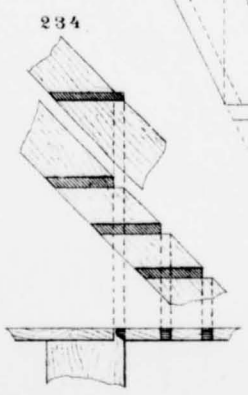


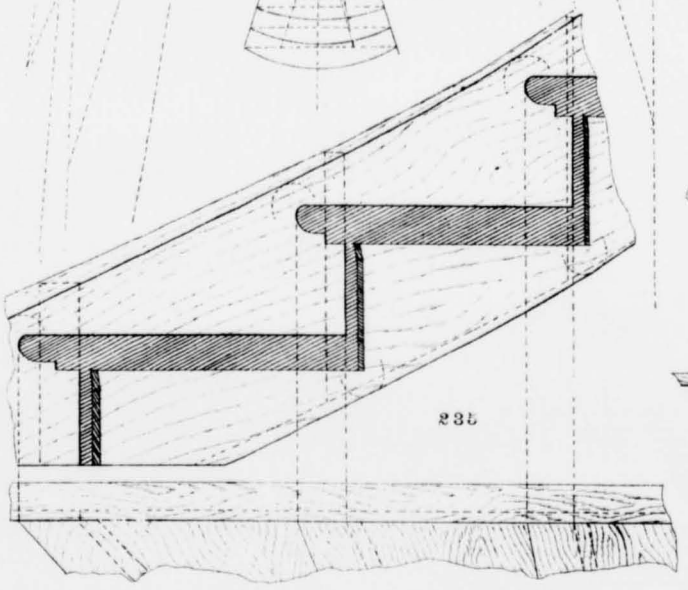


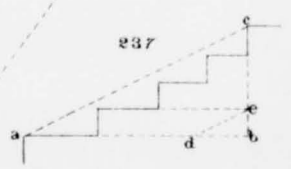


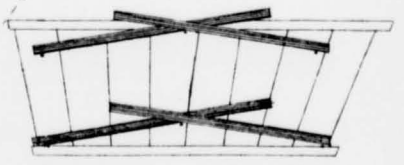












Lith v.J.J.Coers. Arnh.

238

239

240

241

242

243

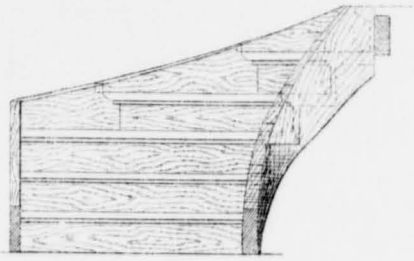
244

245

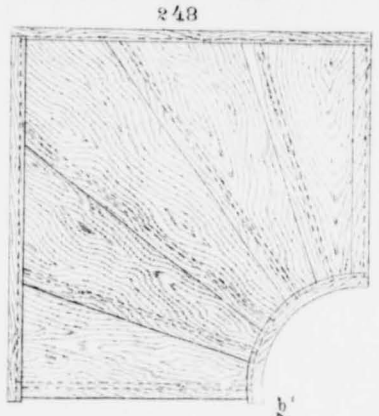
246

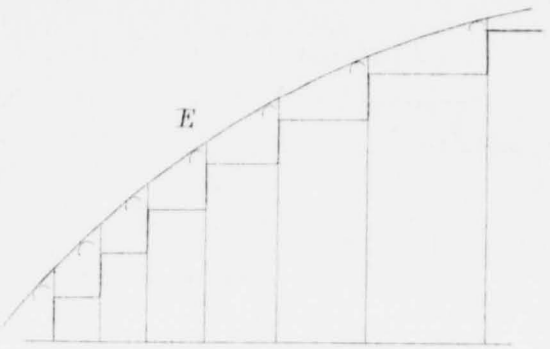
247

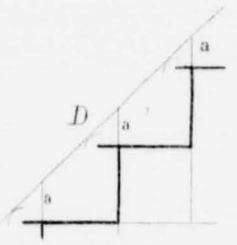
Gronngen J B Wolters.

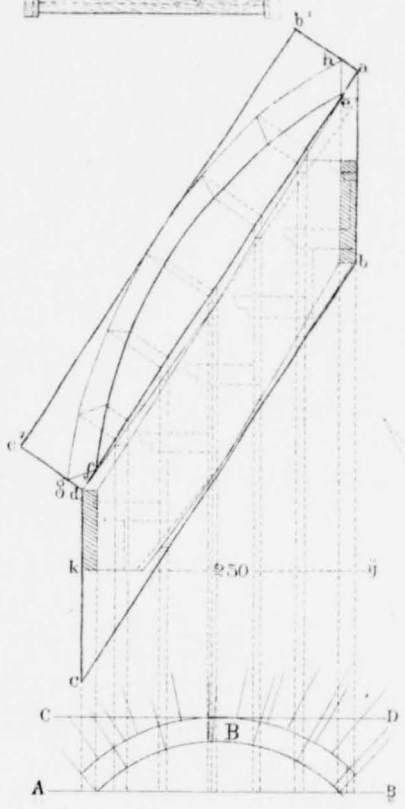


248

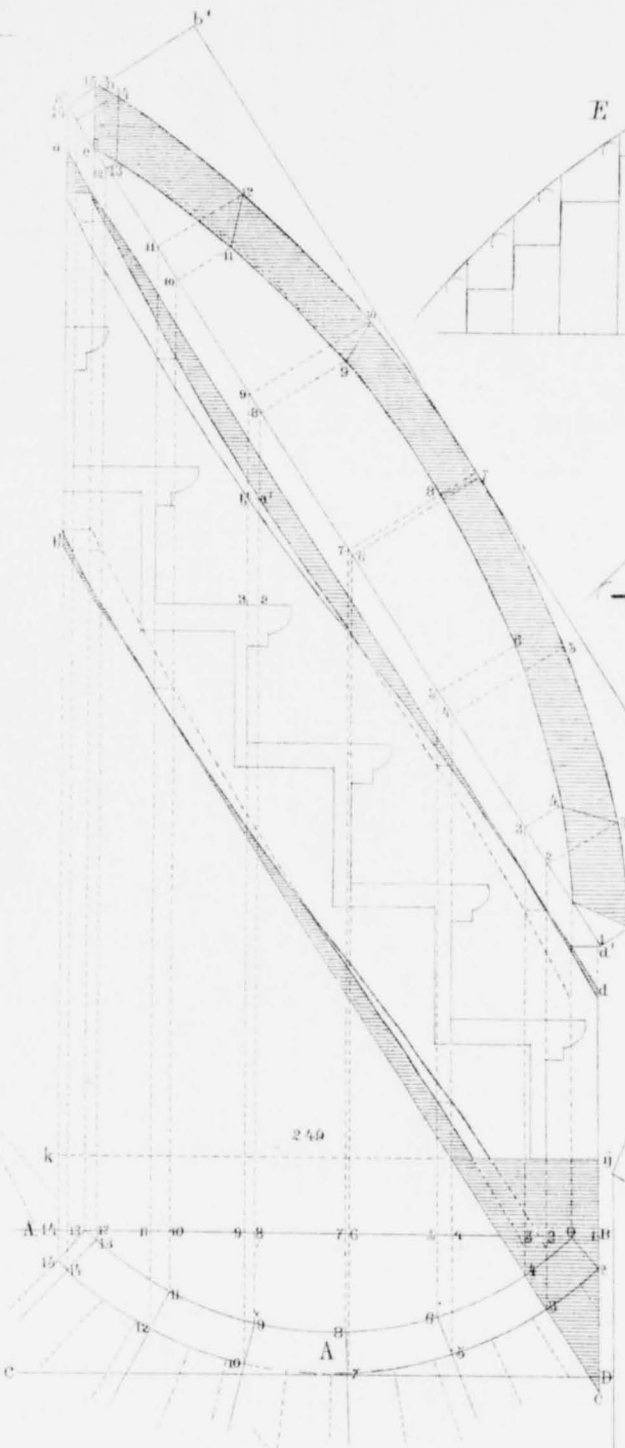




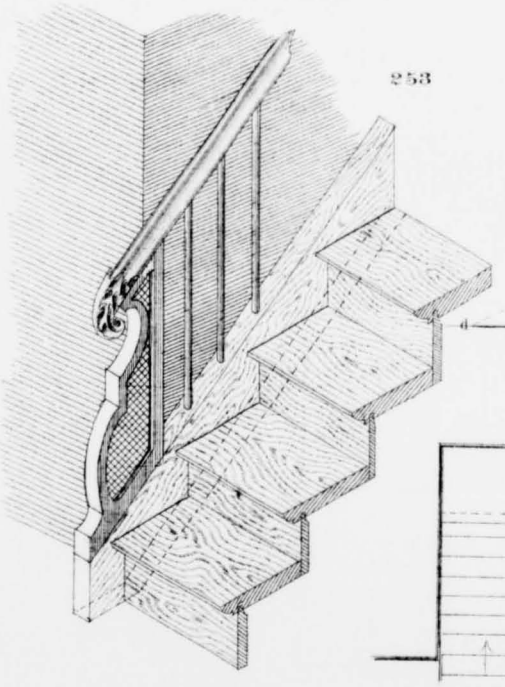




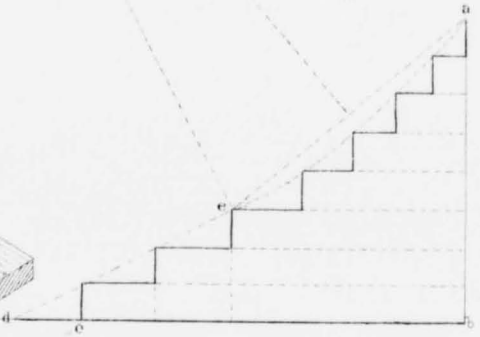
249



251

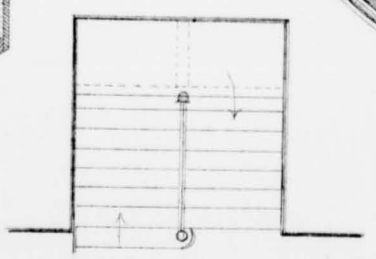


253

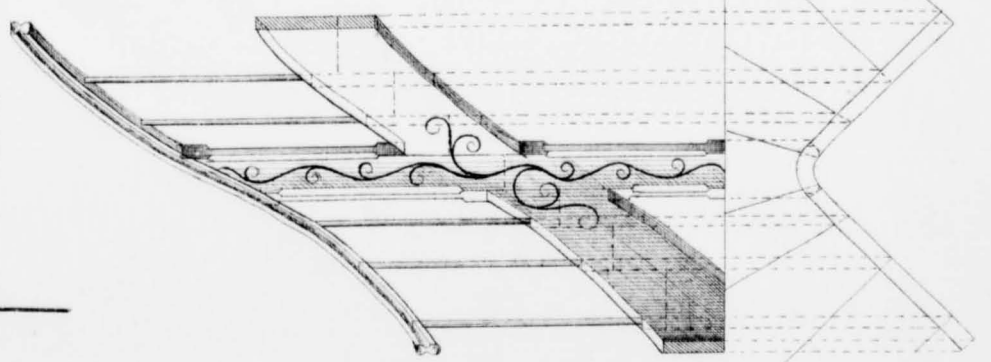


252

255

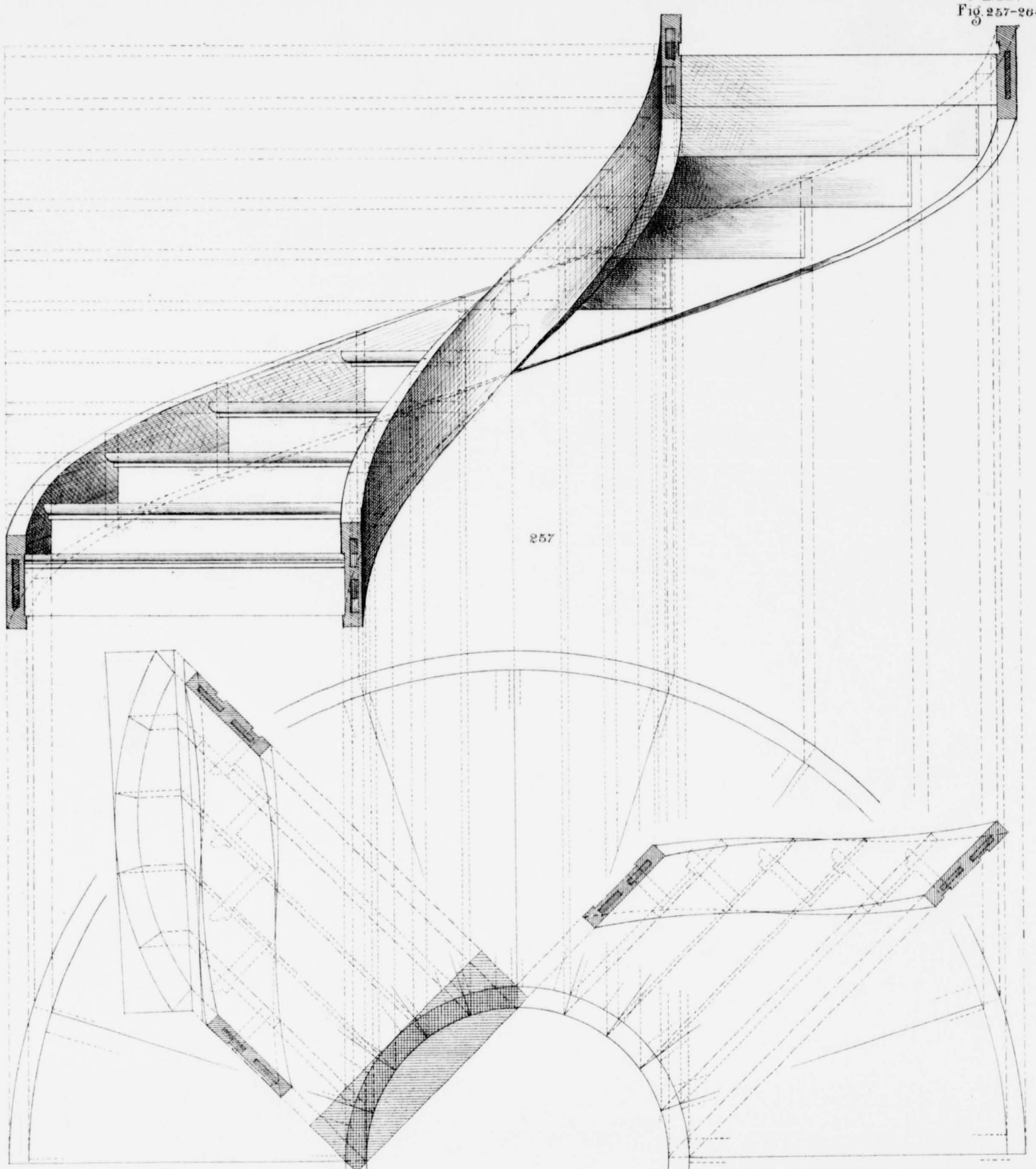


254

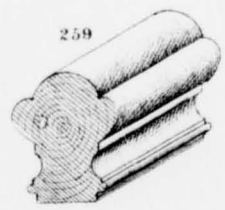


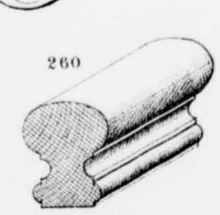
250

Lith.v.J.J.Coers Arnhem



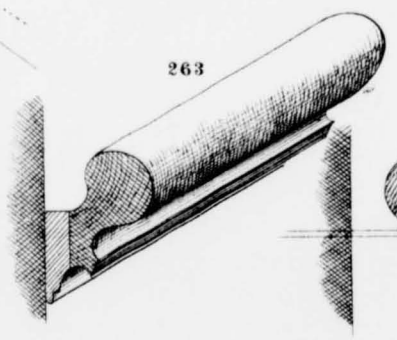


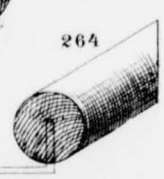




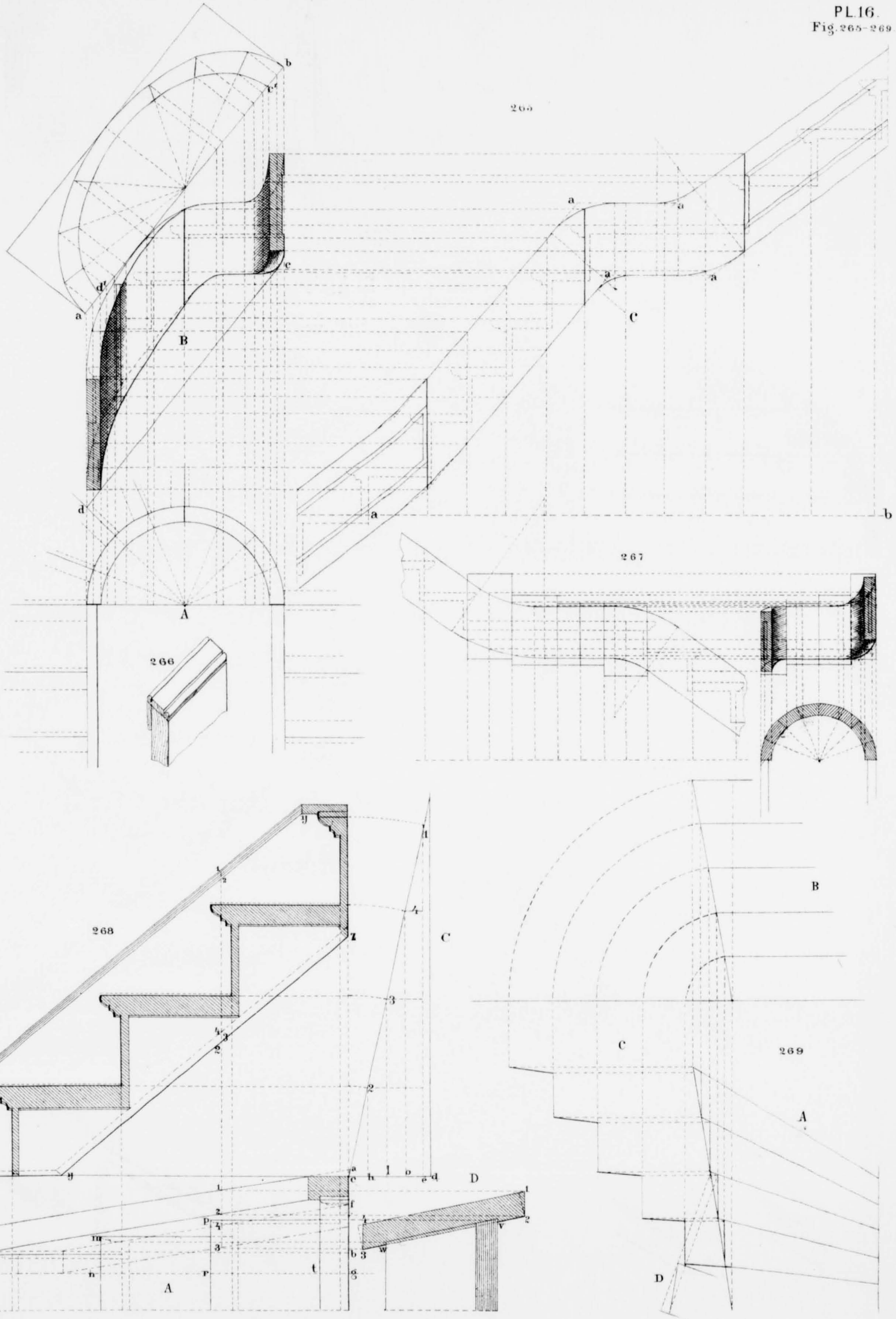




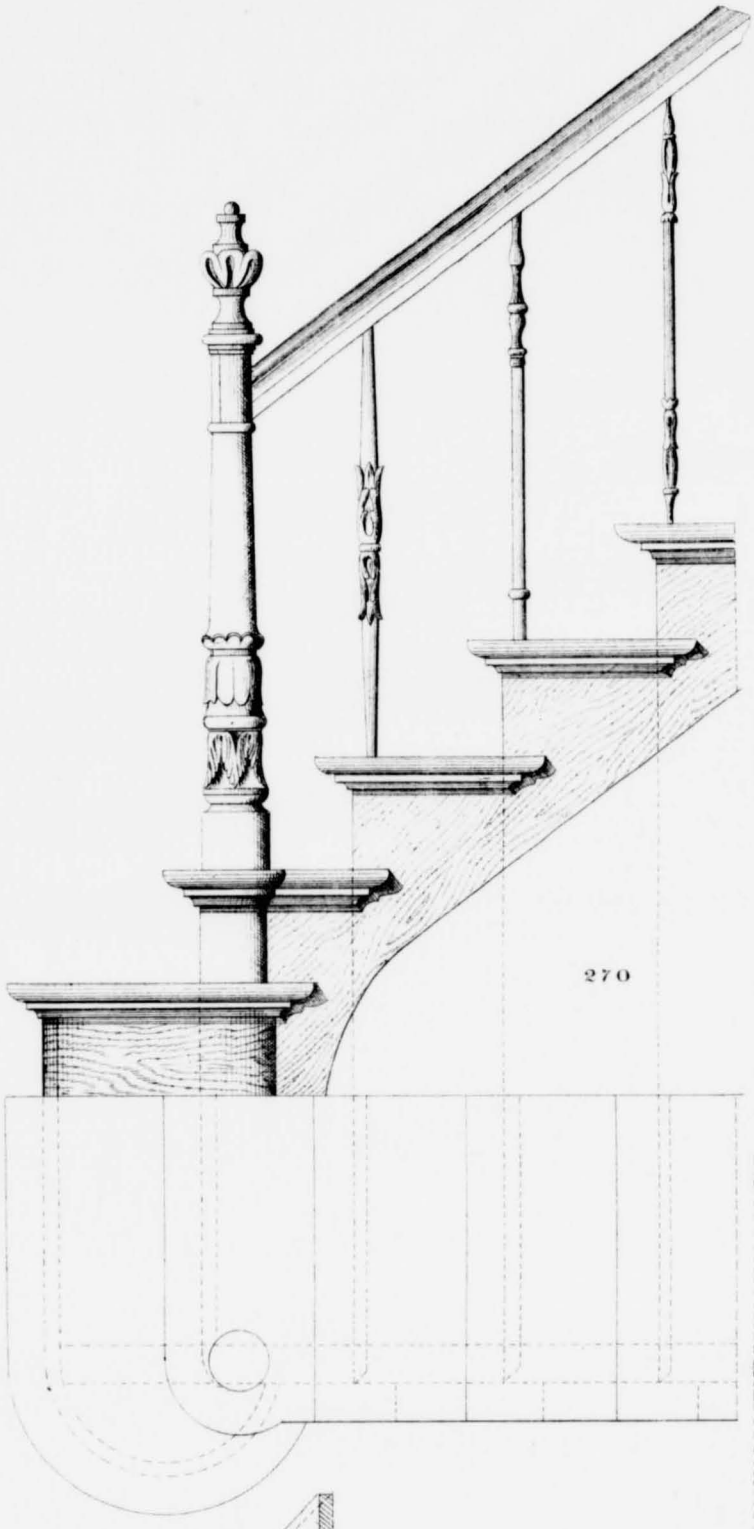




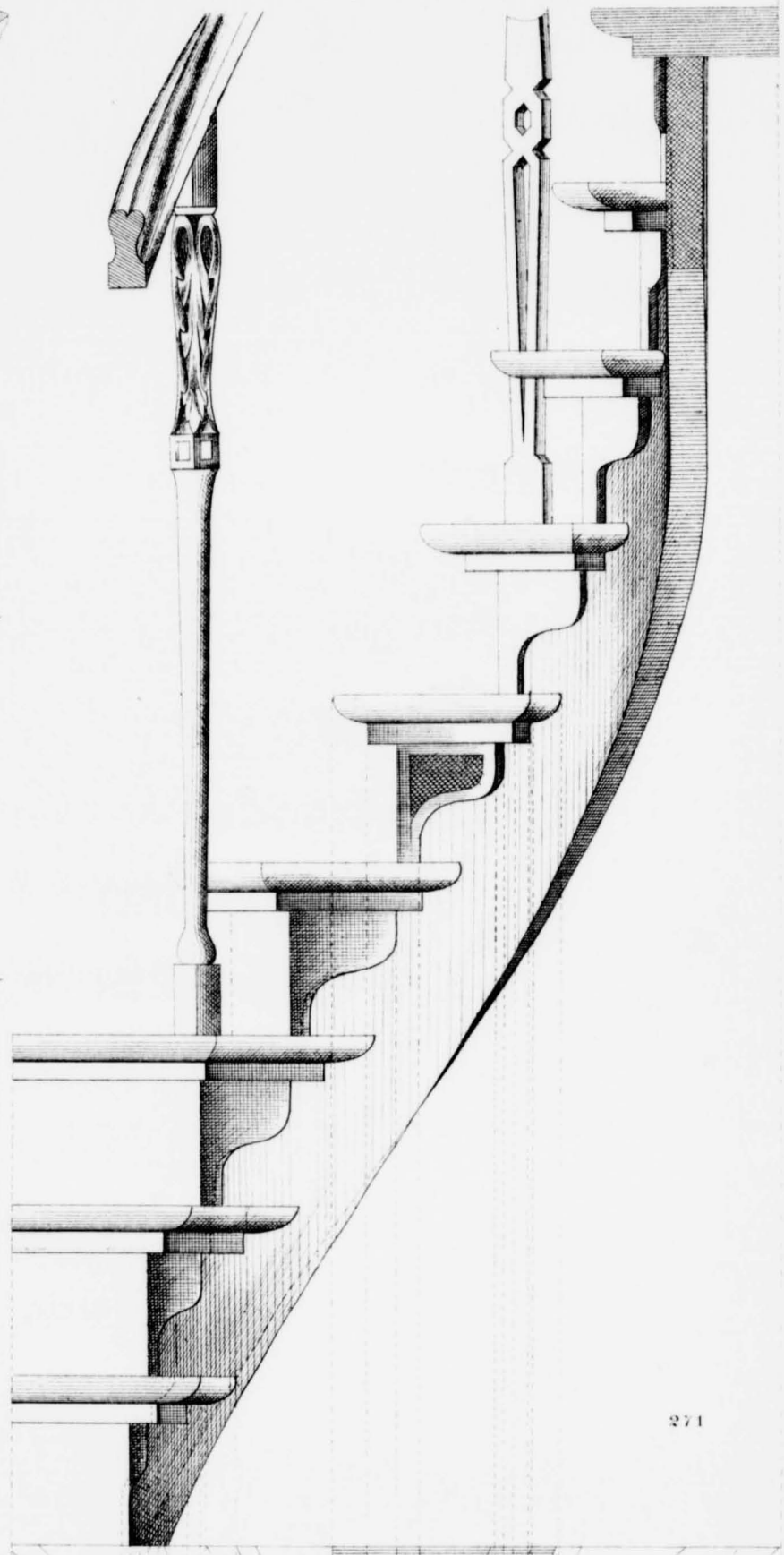
Groningen J B Wolters.



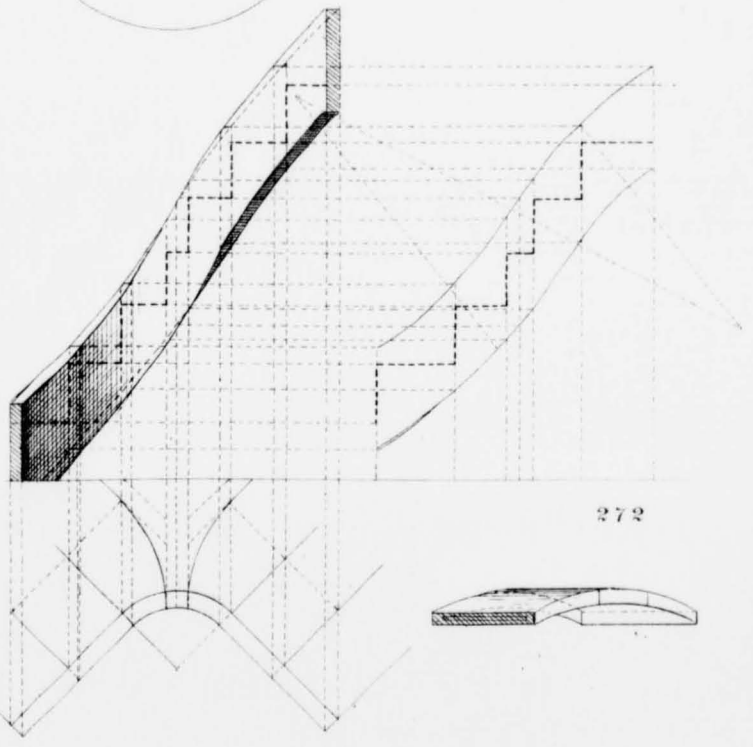
Lith v. J.J.C oers. Arnhem.



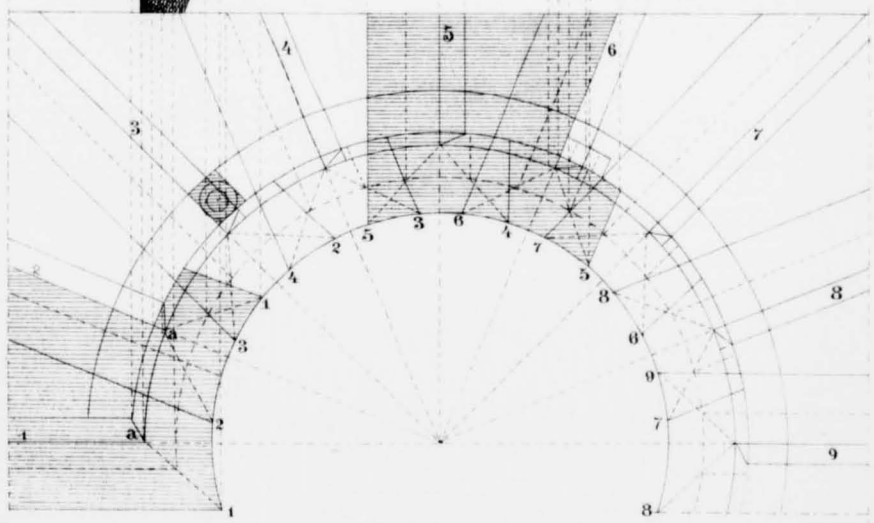
270



271



272



A. 1360