

1525 ²/₁₂₄

Dr: 138249

RAPPORTEN EN MEDEDEELINGEN VAN DEN RIJKSWATERSTAAT.

N^o. 8.

INHOUD:

BESCHRIJVING VAN DEN BOUW VAN DE DERDE
SCHUTSLUIS IN HET KANAAL DOOR ZUID-BEVE-
LAND TE HANSWEERT, DOOR DEN INGENIEUR
VAN DEN RIJKSWATERSTAAT J. A. RINGERS.

UITGEGEVEN DOOR HET MINSTERIE
VAN WATERSTAAT.

'S-GRAVENHAGE - ALGEMEENE LANDSDRUKKERIJ - 1917.

Prijs f 0.50.

DE «RAPPORTEN EN MEDEDEELINGEN VAN DEN RIJKSWATER-
STAAT» VERSCHIJNEN OP ONREGELMATIGE TIJDSTIPPEN EN
WORDEN SLECHTS, INDIEN DIT UITDRUKKELIJK IS AANGEGEVEN,
TEGEN BETALING ALGEMEEN VERKRIJGBAAR GESTELD. DE
INHOUD DER RAPPORTEN, MEDEDEELINGEN, ENZ., BLIJFT
GEHEEL VOOR REKENING VAN DE SCHRIJVERS.

BIBLIOTHEEK BOUWDIENST RIJKSWATERSTAAT

NR. B.1124

93271

RAPPORTEN EN MEDEDEELINGEN VAN DEN RIJKSWATERSTAAT.

de uitleentermijn
loopt af op:

BIBLIOTHEEK

Bouwdienst Rijkswaterstaat

Postbus 20.000

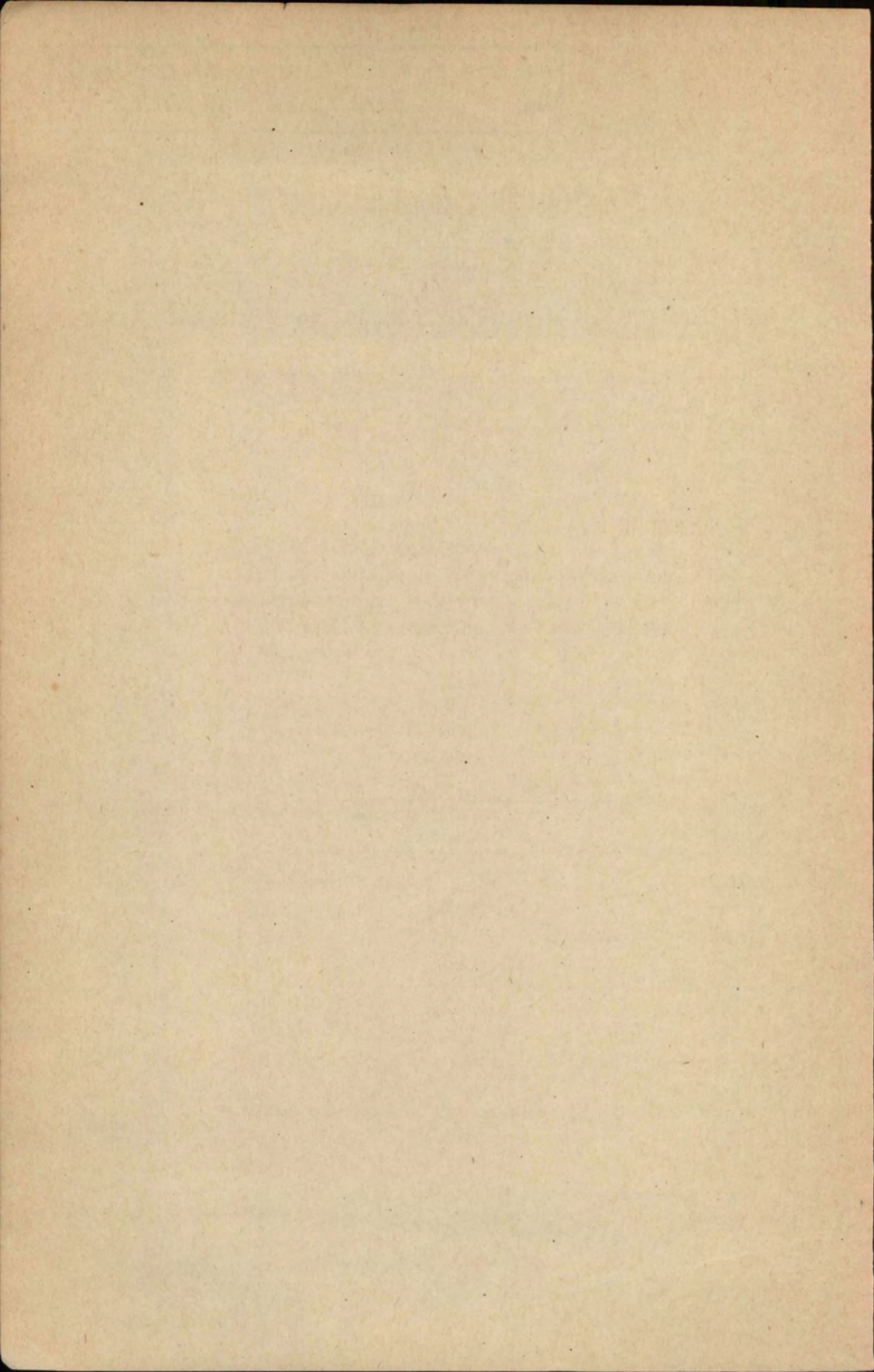
3502 LA Utrecht

10 JUNI 1993

05-11-02

*S-GR

U 920082 ©NBLC / 33452



DE BOUW VAN DE DERDE SCHUTSLUIS TE HANSWEERT.

A. INLEIDING.

Onder de moeilijke vraagstukken, waarvan de oplossing door de scheiding van Noord- en Zuid-Nederland na de gebeurtenissen van 1830 in hooge mate werd vertraagd, is zeker dat van de Schelde een der belangrijkste. Eerst na langdurige onderhandelingen werd men het eens en werd den 19^{den} April 1839 het Scheidingstractaat te Londen vastgesteld. Art. 9 van dat tractaat bevat de bepalingen, welke op de Schelde betrekking hebben, waarvan met het oog op het bovenstaande onderwerp meer in het bijzonder belangwekkend is het bij § 8 van dat artikel bepaalde: «Si des événements naturels ou travaux d'art venaient par la suite à rendre impraticables les voies de navigation, indiquées au présent article, le gouvernement des Pays-Bas assignera à la navigation belge d'autres voies aussi sûres et aussi bonnes et commodes, en remplacement des dites voies de navigation devenues impraticables.»

De Schelde had en heeft voor België, uit een commercieel oogpunt beschouwd, tweeërlei beteekenis; zij vormt de waterverbinding van haar grootste handelsstad Antwerpen, 1^o. met de zee en 2^o. met het achterland. De verbinding met de zee voldeed ten tijde van de totstandkoming van het tractaat geheel aan de behoeften van den Belgischen handel; die met het achterland, nl. door Nederland heen met den Rijn, was minder voldoende. De kortste weg werd gevormd door de Ooster-Schelde, maar sinds eeuwen moest men daartoe een

ondiepte passeeren, ontstaan door het wantij van Ooster- en Westerschelde, ter plaatse waar het Verdrongen Land van Zuid-Beveland ligt. Er was ook een langere weg (1) beschikbaar n.l. langs Zandkreek, Sloe en Westerschelde, maar naast zijn grootere lengte — welke nog toenam door de verandering van richting der getijdestroomen gedurende de vaart — was deze meer blootgesteld aan stormen en was de kans ruw water te ontmoeten (tusschen Rammekens en Borssele) vrij groot.

Dat de overgang van het Verdrongen Land reeds sinds eeuwen bij laag water geringe diepte bood, bewijzen eenige krijgskundige voorvallen: de overtocht van Mōndragon met 3000 man in October 1572 om de stad Goes te ontzetten en de overtocht in 1809 van den Hollandschen Generaal CORT HEYLIERS om de Engelsche invallers uit Zeeland te verdrijven. Tenzij dus in Ooster- of Westerschelde groote veranderingen zouden zijn aangebracht, is aan te nemen, dat de vaarweg over het Verdrongen Land *niet langs natuurlijke weg* op den duur zou zijn verbeterd. Eveneens leeren de kaarten uit vroeger en later tijd, dat na de 16^{de} eeuw geen achteruitgang in diepte plaats had.

Door den voorgenomen aanleg van de spoorlijn Breda-Vlissingen, waardoor afdamming van het Kreekerak noodig werd, werd de Oosterschelde *kunstmatig* onbruikbaar gemaakt en was dus Nederland verplicht op grond van het boven aangehaalde verdragsartikel, een anderen vaarweg daarvoor in de plaats te stellen, even zeker en even goed en gemakkelijk als de vóór de afsluiting van de Oosterschelde bestaande.

Hieraan is voldaan door den aanleg van het kanaal door Zuid-Beveland (2), dat 15 October 1866 voor de vaart geopend werd, waarna de afsluiting van den vaarweg door het Kreekerak den 26^{sten} Maart 1867 werd voltooid. Reeds dadelijk gaf de scheepvaart-statistiek aan, dat de nieuwe vaarweg door de schipperij verkozen werd boven den ouden. Van 15 October 1866 tot 1 Maart 1867

(1) De afstand Zijpe—kanaal—Antwerpen is ongeveer 59 K.M. korter dan de weg Zijpe—Zandkreek—Sloe—Antwerpen. De weg Zijpe—kanaal—Terneuzen is ongeveer 28 K.M. korter dan de weg door het Sloe.

(2) Te voren was reeds een begin met den aanleg van dit kanaal gemaakt, als gevolg van eene voorgenomen afsluiting van het Kreekerak, ten behoeve van landaanwinning (de Bathpolders c. a.)

stonden toch voor haar *beide* wegen open. Door het kanaal voeren in dat tijdperk 4783 schepen, met een gezamenlijken inhoud van 292827 ton, door het Kreekerak 1058 schepen, te zamen metende 74253 ton. Meer teekenend is de verhouding der Rijnschepen: door het kanaal gingen 196, door het Kreekerak 6 Rijnschepen. Deze getallen typeeren reeds dadelijk de beteekenis, welke het kanaal voor de Rijnvaart in latere jaren zou krijgen. Ware de oude vaarweg in stand gebleven, nimmer had de Rijnvaart op Antwerpen die beteekenis gekregen, welke thans uit de scheepvaartstatistiek kan blijken; die oude vaarweg zou het in de vaart brengen van de diepgaande sleepbooten en Rijnschepen hebben verhinderd. Grooter diepgang dan 2.30 M. was daar niet toelaatbaar (1). Het rente-verlies van een Rijnvloot als vóór 1 Augustus 1914 het kanaal door Zuid-Beveland passeerde, zou door stilliggen bij te geringe diepte en de kans, dat de lange schepen, op ongunstige plaatsen droogvallende, zouden breken, de ontwikkeling van die vloot te eenenmale hebben tegen gehouden.

Bij het ontwerpen van het kanaal door Zuid-Beveland was niet in de eerste plaats aan de Rijnschepen gedacht; de afmetingen van het kanaal en zijne kunstwerken zijn berekend op kleine zeeschepen. Aldus kreeg het kanaal een bodembreedte van 10 M., een diepte van 6.50 M. (bij een kanaalpeil van 0.26 M. \pm N. A. P., d.i. \pm 0.40 M. boven halftij) en kregen de sluizen eene wijdte van 16 M. en eene schutlengte van 119 M. Uit overweging, dat één stel sluizen in het kanaal (nl. één sluis te Hansweert en één te Wemeldinge) geen voldoende reserve aanbod en bij eenige stremming van het verkeer door deze sluizen Nederland niet aan het tractaat van Londen zou kunnen voldoen, werd reeds kort na de opening van het kanaal uitvoering gegeven aan den bouw van een tweede stel sluizen. Deze werden meer geschikt gemaakt voor de toenmalige Rijnvaart en kregen daarom geringere afmetingen dan de bestaande, nl. wijdte 8.60 M., schutlengte 113.40 M., slagdorpel-diepte 4.64 M. \div N. A. P. De beide stellen sluizen — onderscheiden als de Groote en de Kleine sluizen — hebben tot in het begin van de 20^{ste} eeuw steeds voldaan aan de behoefte van de scheepvaart en waren zeer zeker voldoende

(1) In 1864 is geconstateerd, dat, bij Zuidelijken wind, schepen van vijf voet en meer diepgang vaak dagen lang op het land lagen te wachten.

om de scheepvaart, van een omvang tot welke zij zich, ware de afsluiting van het Kreekerak niet tot stand gekomen, had kunnen ontwikkelen, zonder ophoud van beteekenis door te laten.

De oude sluizen geraakten langzamerhand in minder goeden staat; in 1908 werd zelfs de mogelijkheid voorzien van eene groote herstelling der oudste der Grootte sluizen, gepaard gaande met geheele stremming van het verkeer door deze en dit terwijl het scheepvaartverkeer steeds drukker werd en vooral de inhoud der schepen toenam (van 1897 tot 1908 nam de gezamenlijke inhoud der jaarlijks doorgeschutte schepen met 100 %, het aantal met 39 % toe; deze getallen bedragen bij vergelijking van 1897 met 1913 resp. 245 % en $77\frac{1}{2}$ %).

Nederland was toen misschien, volgens het tractaat van Londen, niet verplicht tot vergrooting van de schutgelegenheid aan de beide einden van het kanaal door Zuid-Beveland over te gaan, indien de Regeering zich zou hebben gehouden aan de letter van het tractaat. Op dat standpunt heeft zij zich echter niet gesteld, maar maatregelen genomen om aan de verwachte bezwaren tijdig tegemoet te komen, waartoe besloten werd tot den bouw van een nieuw derde stel schutsluizen.

Daartoe werd onder leiding van den toenmaligen ingenieur in het arrondissement Goes, J. P. VAN VLISSINGEN c. i., door den aan hem toegevoegden adjunct-ingenieur G. J. VAN DEN BROEK c. i., een voorontwerp opgemaakt, ten einde eene raming van kosten te erlangen en gegevens voor de onteigening te verkrijgen. Eerst werd een onderzoek ingesteld naar de meest geschikte ligging van de nieuwe sluizen. Voor Hansweert kwamen drie oplossingen in aanmerking: 1°. aanleg van de derde sluis tusschen de bestaande sluizen; 2°. aanleg ten oosten van de bestaande sluizen; 3°. aanleg van een nieuw kanaal met haven ten westen van Hansweert.

De eerste oplossing zou geen grondaankoop vorderen, doch daar de onderlinge afstand der bestaande sluizen te gering is voor een fundeeringssput met voldoende flauwe belooopen, zou pneumatische fundeering noodig worden, waardoor deze oplossing in vergelijking met de anderen te duur zou wezen. Bovendien zouden de havens bij dit plan geene uitbreiding verkrijgen, terwijl havenuitbreiding minstens zoo noodig was als vergrooting der schutgelegenheid. De

tweede oplossing had het bezwaar, dat veel gebouwde eigendommen zouden moeten worden onteigend, terwijl tevens alle woningen van personeel van den Waterstaat en van Financiën binnen het werk zouden vallen. Het nadeel van de derde oplossing, de scheiding van de exploitatie van de oude en de nieuwe sluizen, woog echter zwaarder, waarbij nog komt, dat bij die oplossing Hansweert door twee sluiskanalen en de Schelde omsloten op een eiland zou liggen en zich niet verder zou kunnen uitbreiden. Besloten is dan ook tot uitvoering van het tweede ontwerp, dat in hoofdlijnen geheel gevolgd is. Op gelijke gronden werd voor Wemeldinge de nieuwe sluis eveneens ten Oosten der oude sluizen ontworpen.

Aan de hand van die voorontwerpen werden de grenzen der onteigening vastgesteld en de stukken voor de eerste tervisie-legging gereed gemaakt. Deze had op de secretariën der gemeenten Kruiningen, Schore en Wemeldinge en op de Provinciale Griffie van Zeeland plaats van 10 September tot 10 October 1907. Bezwaren tegen het algemeen nut der onteigening werden niet ingebracht. De wet tot verklaring van het algemeen nut der onteigening, waarvoor het ontwerp werd ingediend bij Koninklijke Boodschap van 17 Maart 1908 n^o. 1, kwam den 24^{sten} Juli 1908 (*Staatsblad* n^o. 249) tot stand. Nu volgde van 10 November tot 25 November 1908 de tweede tervisie-legging, waarop de eindaanwijzing der te onteigenen perceelen plaats had bij Koninklijk Besluit van 6 Mei 1909 n^o. 41.

De aankoop van het grootste deel dezer perceelen kon in der minne geschieden; slechts van 17 perceelen (d. i. ruim 15 $\frac{0}{10}$ van het totaal aantal) moest door den rechter de uit te keeren schadeloosstelling worden vastgesteld.

De aankoop van de eigendommen heeft voor de sluis te Hansweert gevorderd een uitgave van f 201 666 (d. i. f 269 boven de raming); die te Wemeldinge, waar het grootste aantal processen werd gevoerd, eene van f 162 978 (d. i. f 23 694 boven de raming.)

In verband met de behoefte aan vergrooting der havenruimte te Hansweert, waaromtrent hieronder nader, en omdat de toestand der schutkolkmuuren van de Groote sluis aldaar zeer slecht was, werd besloten te beginnen met de uitvoering van het werk te Hansweert. Nadat dit zal zijn gereedgekomen, zal met dat te Wemeldinge worden begonnen.

B. ONTWERP.

I. *Algemeene omschrijving.*

De Derde Schutsluis te Hansweert is gelegen met haar as op 125 M. ten oosten van de as van de Grootte Sluis aldaar (zie plaat I). Deze afstand was noodig om een fundeeringsput te kunnen maken met voldoende flauwe belooen, zoodanig dat het aangrenzende kunstwerk en de aanliggende kanaaldijk geen gevaar zouden loopen bij de uitvoering van het werk.

Reeds meermalen was van de zijde van de scheepvaart aangedrongen op vergrooting der havenruimte te Hansweert. De schepen vertrekken meest alle met hoogwater van Antwerpen (omdat daar dan de dokken geopend worden) en komen dan omstreeks laagwater te Hansweert aan. Daar moeten zij met het oog op de inkling eenigen tijd blijven liggen alvorens doorgeschet te kunnen worden. Ten einde nu zooveel mogelijk havenruimte te winnen, zijn de buitenfronten van de Grootte-Sluis en van de Derde Schutsluis niet in één lijn gelegd, maar is dat front van de laatste een 100 tal meters ten noorden of achter dat van de eerste gelegd. De buitenhaven heeft verder eene bodembreedte van 49 M. op 6.75 M. ÷ N. A. P., terwijl op de diepte van 2.50 M. ÷ G. L. W. een breedte van 64 M. voorhanden is. De oostelijke havendijk moest nieuw en in ophooging worden aangelegd, voor den westelijken moest afgraving plaats hebben. Dit verklaart het verschil in de havenbelooen in fig. 1. Het grootte aantal schepen (in 1913 kwamen vele dagen kort achtereen voor, dat dit nagenoeg 300 per dag bedroeg) vorderde tevens een ruime binnenhaven.

Ter weerszijden van het kanaal door Zuid-Beveland zijn dijken aangelegd (zie fig. 2.) Deze dijken liggen met den buitenberm op 2.50 à 2.75 M. + N. A. P. Bij grootte calamiteiten aan een der sluisen zal de waterstand in het kanaal waarschijnlijk niet veel hooger dan 2.50 M. + N. A. P. komen. Tot die hoogte heeft de dijk een voldoende dwarsprofiel. Bij gelijke kruinsbreedte is een lagere bermlicging niet toelaatbaar, omdat anders het waterkeerend vermogen van den dijk belangrijk zou achteruitgaan. Op den nieuwen oostelijken kanaaldijk moest een weg komen te liggen, waartoe de dijk eene kruinsbreedte van 8 M. kreeg. Bij die kruinsbreedte is een lagere licging van den berm wél toegelaten en daarom ook uitgevoerd (zie fig. 3). Die lage licging biedt veel voordeel als de berm wordt gebruikt voor opslag van land-

bouwproducten (vooral suikerbieten) en bouwmaterialen. Ten einde de lading en lossing dezer artikelen te vergemakkelijken is langs een deel van de binnenhaven een kaai muur gebouwd lang 100 M., waarvoor de kanaalbodem ligt op 3.50 M. ÷ N. A. P.

Bij de exploitatie van de oude havens was gebleken, dat de ingang ervan vrij voldoende was. De mondwijdte is daarom bij de nieuwe werken op laagwater dezelfde gebleven; de nieuwe havendam buigt echter dadelijk achter den mond oostwaarts, zoodat de schepen daarbinnen dadelijk veel ruimte vinden. Het binnenvaren van de haven is daardoor in vergelijking met vroeger vergemakkelijkt.

Ten oosten van de voorhaven van de Derde Schutsluis is een bijhaven ontworpen, welke dienst kan doen als vlucht- en als tramweghaven, terwijl ook gedacht is er zoonoodig een quarantainehaven van te maken. De daarvoor noodige werken waren van zeer eenvoudigen aard, n.l. uitbaggering van het z.g.n. «slik». Dat is gelegen vóór den zeedijk van den polder Kruiningen en maakte vóór de dijkbreuk van 1808 (ter plaatse van den tegenwoordigen haveningang) deel uit van dien polder; met het leggen van een ringdijk om die opening werd het buitengedijkt.

De scheiding tusschen de oude en de nieuwe voorhaven is de bestaande sleepelling voor puntdeuren, en een dubbele rij ducdalven.

Over de werken tusschen de nieuwe sluis en het kanaal, welke verband houden met die van het electricch centraal station, worden nader mededeelingen gedaan onder D.

II. *De sluis.*

De hoofdafmetingen van de Derde Schutsluis te Hansweert zijn de volgende:

wijdte in den dag 16 M.;

slagdrempeldiepte voor beide sluishoofden 6.25 M. ÷ N.A.P. (d.i. 4 M. onder Gew. L. W.);

schutkolk lengte 135 M.;

schutkolk breedte 35 à 38 M.;

diepte van den kolkbodem 6.55 M. ÷ N.A.P.

Zooals in *De Ingenieur* van 1911 n^o. 19 is medegedeeld, zijn voor de beweegbare waterkeeringen in de doorvaartopeningen der

sluishoofden roldeuren gekozen. De sluis heeft nu den vorm gekregen, zooals op plaat II is aangegeven.

De overgang van het wijde deel van de schutkolk naar de dagwijdte, wordt gevormd door S bochten. De breedte der kolk bedraagt in het midden 38 M., op 50 M. ter weerszijden van de dwarsas van het kunstwerk 35 M., waar de S bochten aanvangen, terwijl op 67.50 M. uit die dwarsas de kolk eene breedte van 19.22 M. krijgt. In het sluishoofd gaat, om constructieve redenen, deze breedte met haaksche hoeken over tot de wijdte van 16 M.

Deze sluis is aangelegd, met het doel om sleeptreinen bestaande uit 3 schepen, lang 110 M., breed 11 M., diepgang ongeveer 2.80 M., met een sleepboot ter lengte van ongeveer 30 à 35 M. gelijktijdig te kunnen schutten; dat is dus een sleeptrein van 7000 ton (zie fig. 4). Aan dit type sleeptreinen is echter niet alleen gedacht bij het opmaken van het ontwerp. De vaart door het kanaal door Zuid-Beveland, is niet zoo uniform in het scheepstype, dat men een vast sleeptreintype kan aannemen. Dat kanaal is het eenige gedeelte in de waterverbinding tusschen Antwerpen en den Rijn, dat den scheepvaart den hinder van doorschutten oplegt. Op het overige deel van dien scheepvaartweg laten de ruime boven- en benedenrivieren eene willekeurige variatie in de scheepsafmetingen toe, welke door de capaciteiten der reederijen en door den aard van het vervoer worden beheerscht. Het aannemen van een sleeptreintype heeft dus alleen waarde om bij het ontwerpen de gedachte te bepalen en een grens aan de te stellen eischen te geven. Het grootste sleeptreintype, waarvan tot dusverre bekend is, dat het door het kanaal door Zuid-Beveland zou willen varen, is een sleeptrein bestaande uit twee schepen lang 110 M., breed 12 M., met bijbehorende sleepboot, dienende voor het vervoer van het product der cokesovens langs het kanaal Gent—Terneuzen. Deze sleeptrein kan in de nieuwe schutsluis te Hansweert gemakkelijk geschut worden.

De vraag moest worden beantwoord op welke maximum-lengte der door te schutten Rijnschepen moest worden gerekend. Het grootste Rijnschip is tot dusverre de »Karl Schroers 31", lang 123 M., tonnenmaat 3581. Dat de schepen, welke het kanaal door Zuid-Beveland in de toekomst zullen bevaren, belangrijk grooter zullen worden, kan niet worden aangenomen. Met de volgende maten is genoeg genomen voor het maximum-schip, dat bij gemiddeld laag water zonder bezwaar

geschut kan worden, als de sleepboot bij het schutten langszij gaat liggen:

lengte	150.— M.
breedte	14.25 »
diepgang	3.10 »

, welk schip een tonnenmaat zal kunnen hebben van ongeveer 4800 ton. Wat het voorkomen van die groote schepen in sleeptreinen op het kanaal door Zuid-Beveland voorloopig minder waarschijnlijk maakt, moge nu worden uiteengezet.

Hoe langer een Rijnschip is, hoe minder zeewaardig het wordt. Deze bezwaren stellen aan het varen met die schepen den eisch, dat de afstand Dordtsche Kil—Wemeldinge in één dag moet kunnen worden afgelegd. Op stroom overnachten met deze schepen is gedurende een groot deel van het jaar, met het oog op stormgevaar, een risico, dat de Rijnschipper niet gaarne op zich zal nemen. Op zijn tocht van de Kil naar Wemeldinge of omgekeerd, heeft men altijd een deel van het getij tegen. Alleen groote en dus in aanschaf en exploitatie kostbare sleepbooten kunnen een grooten sleeptrein in één dag overbrengen. Nu is het gedurende de helft van het jaar niet te ontgaan, dat de sleeptreinen eenige malen zoogenaamd »verwaaid” in de Kil of te Wemeldinge liggen. Het daarmee gepaard gaande verlies zal de exploitatie van de groote sleeptreinen op de Zeeuwsche stroomen zwaar drukken en, voor zooveel thans te overzien is, onmogelijk maken.

De vaart op het kanaal door Zuid-Beveland is tot dusverre en binnen afzienbaren tijd geheel beheerscht door het getijde op de Zeeuwsche stroomen. Tegen den maximum-stroom op de benedenrivieren kunnen de sleeptreinen niet invaren. De vaart wordt daarom zóó geregeld, dat zooveel mogelijk met den stroom wordt gevaren. Dit kan niet op het geheele traject, maar de stroom is, als hij tegenstroom wordt, niet dadelijk op de grootste sterkte en dus wordt ook nog een deel met eenigen tegenstroom gevaren. Daar alle schepen onder gelijke voorwaarden verkeerden — groot en klein — komen zij te Wemeldinge en te Hansweert in groote groepen aan, waarna de stroom van schepen weder afneemt. Het aantal ongeveer tegelijk aankomende schepen bedroeg vóór den oorlog soms wel 60 per getij. Voor alle schepen is het even wenschelijk om zoo spoedig mogelijk te worden doorgeschut, om dan, na het kanaal te zijn doorgevaren, aan de andere zijde van het kanaal het juiste getijde te treffen. Mislukt dit, dan zijn

zij 12 à 24 uren achterop, afgezien nog van het feit, of het zomer of winter, goed of slecht weer is, daar nachtvaart op de Schelde alleen onder gunstige omstandigheden mogelijk is.

Het komt er dus op aan, de ongeveer gelijktijdig of spoedig na elkander aankomende schepen zoo snel mogelijk door te schutten. Hoe grooter de beschikbare sluis, hoe sneller die doorschutting plaats vindt, daar dan het aantal malen openen en sluiten der deuren, openen en sluiten der schuiven e. d. en vullen en ontledigen van de schutkolk kleiner is dan wanneer een sluis beschikbaar is, waarin slechts één sleeptrein plaatsing vindt. Dat men de sluisen in het kanaal door Zuid-Beveland niet voor één bepaald type kan bouwen blijkt verder uit den volgende staat:

Verhouding in procenten van het aantal schepen van ongeveer gelijke grootte op het kanaal door Zuid-Beveland.

	1893	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914
Zeeschepen	0.08	0.07	0.06	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03
Stoombooten (1).	?	18.90	18.25	19.62	20.33	21.36	22.42	22.92	24.52	28.04
Rijnschepen	7.4	21.75	21.16	22.06	22.62	23.42	24.40	24.87	23.91	20.73
van 2999—2500	—	—	—	—	—	—	0.01	—	—	—
» 2499—2000	—	—	0.01	0.02	0.02	0.07	0.09	0.10	0.09	0.09
» 1999—1500	—	0.9	1.12	1.32	1.41	1.25	1.30	1.18	1.15	1.06
» 1499—1000	0.81	1.68	1.53	1.52	1.77	2.28	2.59	2.66	2.55	2.27
» 999—500	2.66	6.58	6.98	6.74	7.36	8.64	9.09	8.92	8.73	7.88
» 499—minder	3.93	12.79	12.52	11.46	12.06	11.18	11.32	11.95	11.39	9.43
Visschersvaartuigen	?	31.50	32.78	31.78	29.78	27.20	27.52	23.54	23.79	21.60
Overige binnenvaar- tuigen (2).	?	27.58	26.75	27.51	27.34	28.14	25.63	28.69	27.73	29.60
Het totaal aantal vaar- tuigen bedroeg	32 441	51 784	50 898	51 501	54 052	58 852	60 722	61 778	65 357	48 170

(1) Waaronder passagiers-, goederen- en sleepbooten.

(2) Meest vaartuigen van 300—50 ton.

Men ziet uit dezen staat, dat het aantal schepen grooter dan 2000 ton een zeer gering percentage van het totaal aantal uitmaakt, maar vooral, dat de toeneming van het aantal doorgeschutte schepen over alle soorten gelijk verdeeld en de toeneming naar de grootere tonnenmaat langzaam is.

De vorm van de schutsluizen voor het kanaal door Zuid-Beveland moet dus zoodanig zijn, dat het in- en uitvaren zoo gemakkelijk mogelijk zij, terwijl de vorm zoo gekozen moet worden, dat tegelijkertijd schepen van zeer verschillende afmetingen moeten kunnen worden doorgeschet. In de bestaande sluizen is dat ook zoo; de schepen worden als een legkaart naast en achter elkander gelegd zóó, dat zoo min mogelijk ruimte verloren gaat.

III. *Keuze van het deurtype.*

De vorm van de sluishoofden wordt geheel beheerscht door het deurtype. In de oude sluizen zijn puntdeuren toegepast, een stel eb- en een stel vloeddeuren in elk hoofd. Deze deuren zouden hoogstwaarschijnlijk ook voor de nieuwe sluizen zijn gebouwd, ware niet de eisch gesteld, dat te Wemeldinge over elk sluishoofd een brug voor gewoon verkeer moest worden gebouwd. Die brugbouw zou aanmerkelijke kosten met zich brengen en achterwege kunnen blijven bij toepassing van roldeuren. Waar te Hansweert het dorp van zijn oostelijk, vooral door ambtenaren en beambten bewoonde, deel is gescheiden door het sluizen-complex, was ook daar een gemakkelijke breede overgang gewenscht.

Naast deze overwegingen komt nog deze, dat voor groote sluizen ook hier te lande de puntdeur-constructie zal moeten worden verlaten, omdat voor groote sluizen het voordeel van de toepassing van rol- of schuifdeuren in het oogspringend is. Voor het kanaal door Zuid-Beveland bood zich nu de gelegenheid aan om, terwijl de toepassing nog eenig voordeel medebracht, ook in ons vaderland met deze nieuwe sluis-afsluitingen ervaring op te doen.

Voor de vergelijking van de voor- en nadeelen van rol- en puntdeuren zij verwezen naar het artikel in *De Ingenieur*, n^o. 19 van 1911.

Nu het werk te Hansweert op het punt staat in bedrijf te worden genomen, is omtrent de daar genoemde voor- en nadeelen nog het volgende op te merken:

1^o. Voordeel I. Vooral bij groote deuren zal de sterkteberekening van roldeuren minstens even samengesteld zijn als voor puntdeuren, terwijl voor roldeuren een stabiliteits-berekening moet worden gemaakt, welke berekening voor de puntdeuren overbodig is;

2^o. bij gebruikmaking van voordeel VII, vervalt goeddeels voordeel III;

3°. zonder twijfel is de mechanische beweging van één roldeur eenvoudiger en vooral goedkooper dan van vier puntdeuren. Echter behoeft dit geen invloed op sneller schutting te hebben, mits het bewegingswerktuig der puntdeuren voldoende krachtig is, de beweging electrisch geschiedt en van uit een centraal punt bediend wordt. De schutting met een roldeurensluis geschiedt echter wel vlugger dan met een puntdeurensluis op het oogenblik, dat binnen- en buitenwater nagenoeg gelijk zijn;

4°. het nadeel sub *C* genoemd blijkt nader nog kleiner te zijn, dan in 1911 werd verondersteld. Het indrijven van een roldeur gaat zóó gemakkelijk en zóó snel, dat wat het indrijven betreft, roldeuren verre boven puntdeuren den voorkeur verdienen.

Behalve de toepassing van roldeuren is nog overwogen of voordeel is gelegen in de toepassing van waaierdeuren. Deze missen het voordeel eener breede overbrugging, terwijl van het voordeel, dat zij met het verval, dat zij keeren, kunnen worden bewogen niet voortdurend gebruik kan worden gemaakt, omdat van tijd tot tijd het verval voor de deuren daartoe onvoldoende is.

IV. *Keuze van den deurvorm.*

De verschillende reeds uitgevoerde roldeuren, hoewel in beginsel gelijksoortig, onderscheiden zich onderling nog door:

1°. de wijze, waarop de rollen bevestigd zijn, hetzij op den vloer, hetzij aan de deur zelf;

2°. den vorm der deur en de wijze, waarop zij haar aanslagen vindt, en

3°. de wijze, waarop het uitdrijven der deuren uit de hoofden geschiedt.

Bovendien beheerschen de plaatselijke omstandigheden de ligging en den vorm van de drijf- of luchtkist.

Voor Hansweert is gekozen de bevestiging van de rollen aan de deur. Om den bewegingsweerstand zoo klein mogelijk te maken zijn groote rollen noodig. Bevestigt men deze nu aan den vloer, dan moet de bovenkant der rollen liggen onder den bovenkant van den slagdrempel. Het gevolg van deze constructie zou dus zijn een verlaging van den vloer onder het sluishoofd met de hoogte van de

rollen. De bezwaren, welke aanvankelijk tegen rollen vast aan de deur, vooral in Engeland, werden ingebracht, zijn goeddeels opgeheven, indien men, evenals bij de Belgische deuren, een soort duikerklok boven de wielen maakt. Men kan dan, door het water door middel van samengeperste lucht uit de wielkisten te persen en deze toegankelijk te maken door een stijgschacht met luchtsluis, ook zonder de deur eruit te nemen de rollen nazien en eventueele ongerechtigheden, liggende op de rolbaan en welke het rollen van de deur verhinderen of belemmeren, wegnemen.

De bevestiging van de rollen aan de deur vordert een railconstructie op den vloer. De vervanging van deze railloopbanen, als zij versleten zijn, is een zwak punt en vordert drooglegging van het sluishoofd. Door sponningen aan beide zijden van het sluishoofd te maken, waarin twee reserve-deuren kunnen worden geplaatst, is die drooglegging eene betrekkelijk eenvoudige zaak, en is verwisseling der loopbanen, welke hopelijk slechts eens in 20 jaar zal noodig zijn, zonder overgrootte bedrijfsstoring mogelijk.

Zijn de rollen vast aan de deur bevestigd, dan is een heen-en-weer schuiven van de deur in de richting haaks op de bewegingsrichting van de deur niet wel mogelijk. Die heen-en-weer beweging was voor de deuren, volgens het patent-KINIPPLE gebouwd, noodzakelijk, om de uitdrijving tot stand te kunnen brengen. De deur krijgt volgens dat patent in horizontale doorsnede een trapeziumvorm en wordt na te zijn opgedreven in- of uitgedreven op de wijze als fig. 5 aangeeft. De deur $ABCD$ zwaait om eene beschrijvende lijn bij P , zoodanig dat A den sluismuur tegenover P kan passeeren en C den aanslag tegenover P . Bij de bepaling van de grootte van de speling moet men rekening houden met de mogelijkheid, dat de deur niet zuiver verticaal hangt door onvoldoende ballastregeling, of onder invloed van den wind.

Bij bevestiging van de rollen aan de deur is groote speling buitengesloten. In België hebben daarom COISEAU en COUSIN, de constructeurs der roldeuren van Antwerpen en Zeebrugge, de deur in verticalen zin een trapeziumvorm gegeven. Het uitdrijven geschiedt daar dus op dezelfde wijze als bij schipdeuren. Dat gaat goed zoolang bij den waterstand, bij welchen de uitdrijving plaats heeft, de deur in opgedreven stand nog voldoende stabiliteit heeft. Nu meende ik voor Hansweert den eisch te moeten stellen, dat voor de uitdrijving ± 6 uur beschikbaar moest zijn. Voor de buitendeur moest de uitdrijving dus

nog mogelijk zijn bij een stand van $\pm 0,20 \text{ M.} + \text{N.A.P.} =$ ongeveer kanaalpeil (afgeleid uit de gemiddelde getijlijn). Drijft men nu de deur, om uit de hellende sponningen vrij te komen, bijv. 2,50 M. op, dan blijft bij een waterstand van 0,20 M. + N.A.P. slechts 4,25 M. indompeling van de deur over, terwijl de geheele deur 11,65 M. hoog is. Dat een dergelijke deur zeer zwaar geballast zou moeten worden en dan nog weinig vast zou liggen is zonder lange berekeningen te zien. Tusschen beide systemen (KINIPPLE en COISEAU & COUSIN) is te Hansweert een compromis gevonden. Staat de deur op de rails, dan heeft zij in een gesloten stand een speling van hoogstens 10 m.M., terwijl de aanslagen verticaal zijn. De horizontale doorsnede van de deur, welke een rechthoekig trapezium vormt, is voorgesteld in fig. 6, terwijl tevens blijkt, op welke wijze de uitdrijving plaats vindt; een der aanslagen is 0,20 M. dikker dan de erop aansluitende onderaanslag, waardoor de slagstijl 0,20 M. achter den slagdrempel ligt. Bij het indrijven wordt de deur geplaatst in den gestippelden stand en vervolgens gedraaid om den slagstijl *A*, tot zij den stand, aangegeven door de streepuntlijn, inneemt; vervolgens wordt de deur vooruit getrokken en worden de aanslagen van de deur tusschen de slagstijlen gebracht, waarna de deur op haar plaats ligt; zij behoeft dan alleen nog geballast te worden, om op de rails neer te komen. In fig. 7 is de slagstijl *A* met de drie deurstanden weergegeven.

V. *Constructie van de deuren.*

De deuren hebben twee waterkeerende vlakken, 't eene keert het buitenwater, het andere het binnenwater. In fig. 8 zijn de waterstanden aangegeven, welke voor de deuren gedacht zijn. De waterdruk, door de beplating opgenomen, wordt door spanten, schotten en regels op de eindspanten en onderranden van de deur overgebracht. Deze steunen respectievelijk tegen de slagstijlen en den slagdrempel van het sluishoofd. Daartoe is de deur in 7 afdeelingen verdeeld, door spanten en waterdichte schotten. Deze steunen op drie regels en den slagdrempel, behalve de eindspanten, welke dadelijk tegen de slagstijlen rusten. Er zijn in elke deur drie regels: twee dichte liggers, welke de onder- en bovenbegrenzing van de drijf- of luchtkist vormen en een vakwerkligger, welke als bovenregel dienst doet. (zie plaat III.)

Tusschen de spanten en regels is eene onderverdeeling van horizontale hulpregels (□ ijzers) gemaakt, welke op de spanten en

Fig. 1.

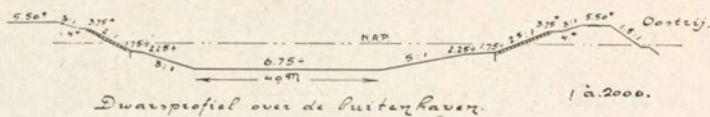


Fig. 2.

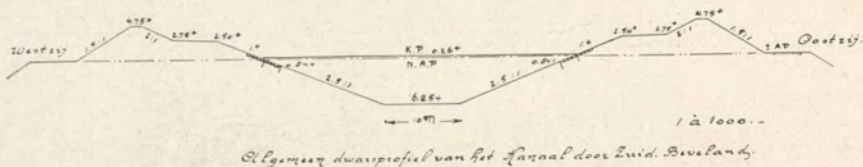


Fig. 3.

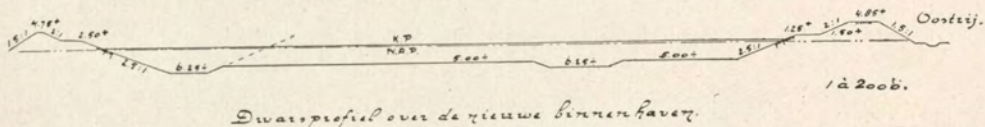
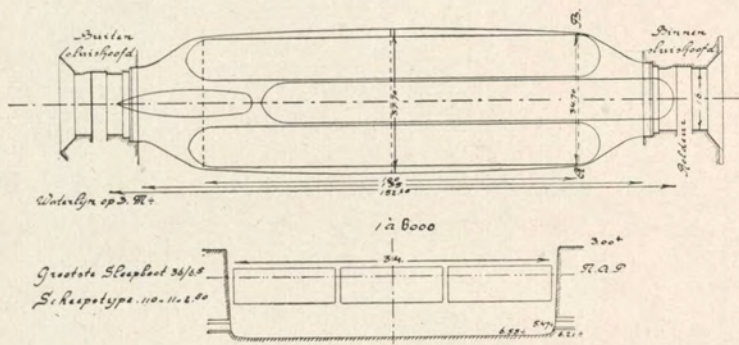


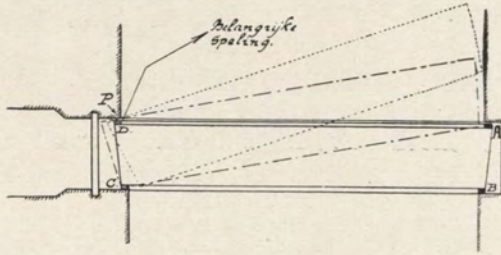
Fig. 4.

1 à 2000.



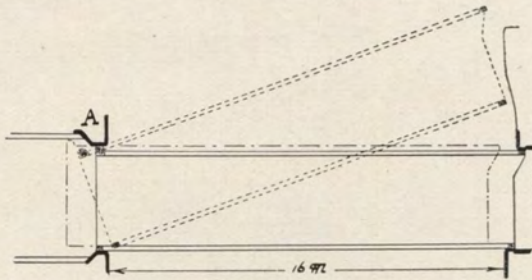
Maximum diepte in de derde schotruis.

Fig. 5.



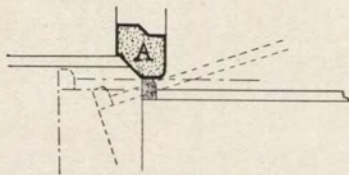
Inbrengen van een rol. of schuifdeur volgens
Patent Knipplé

Fig. 6.



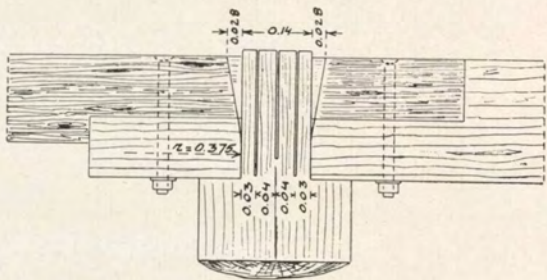
Inbrengen van de roldeur te Kanowaert
1 à 200

Fig. 7.



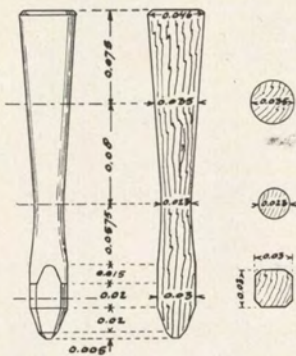
Draaiing van de deur om den slagotijl.
bij het indrijven. 1 à 150.

Fig. 11.



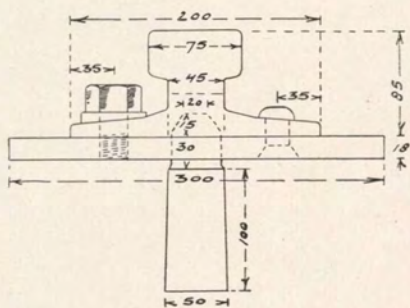
*Lasschen der kesper in der dag der
sluis hoofden. 1 à 15.*

Fig. 12.



*Treknagel.
Schaal: 1 à 6.*

Fig. 13.

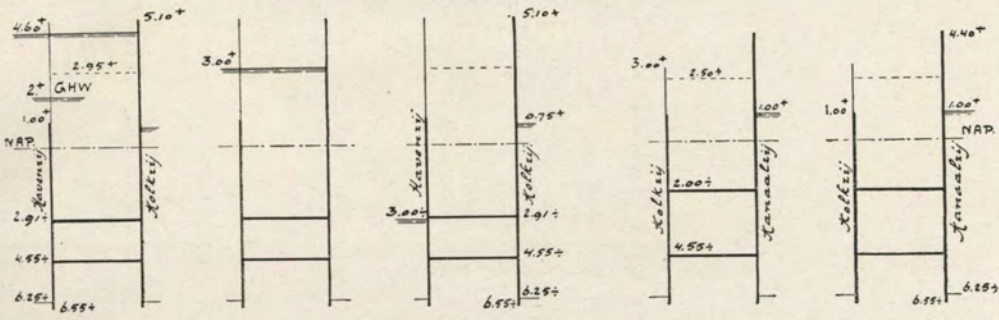


*Railbaan.profiel
1 à 6*

Fig. 8.

Buitendeur

Binnendeur



Stormvloed
12 Maart 1906

Droog Sluis-
hoofd (buiten)

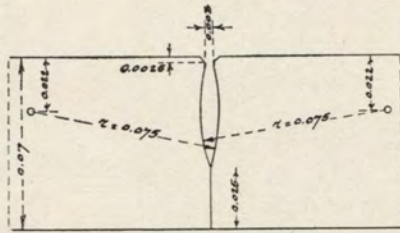
Buitengewoon L.W.
Bijzonder hoge kanaalstand, bij defekte buitendeur

Buitengewonevloed

Droog Sluis-
hoofd (binnen)

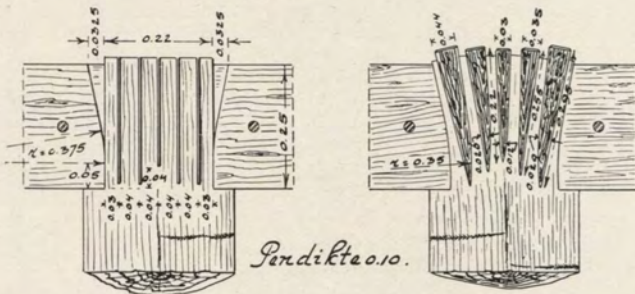
Schema der waterstanden voor de rolddeuren.

Fig. 9.



Holle beewraad
Ware grootte.

Fig. 10.



Pendikte 0.10.

Verbinding der palen aan de keopen
in den dag der sluis hoofden. 1 à 15.

Fig. 15.



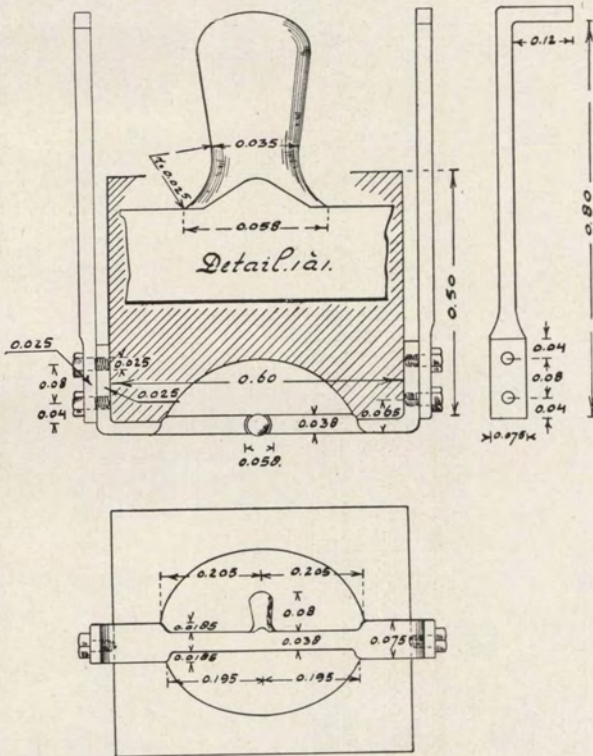
Boomwortel in de veenlaag.

Fig. 17.



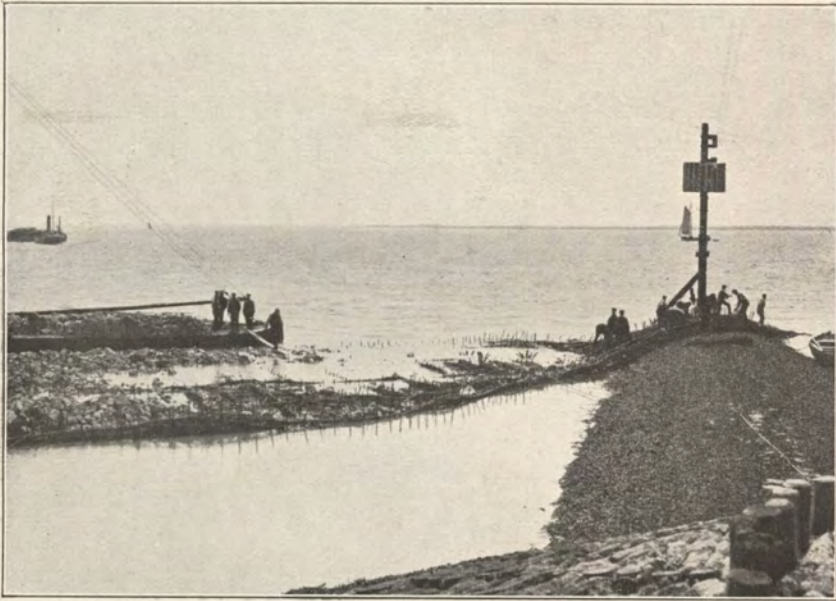
Verzakking op 31 Augustus 1913.

Fig. 14.



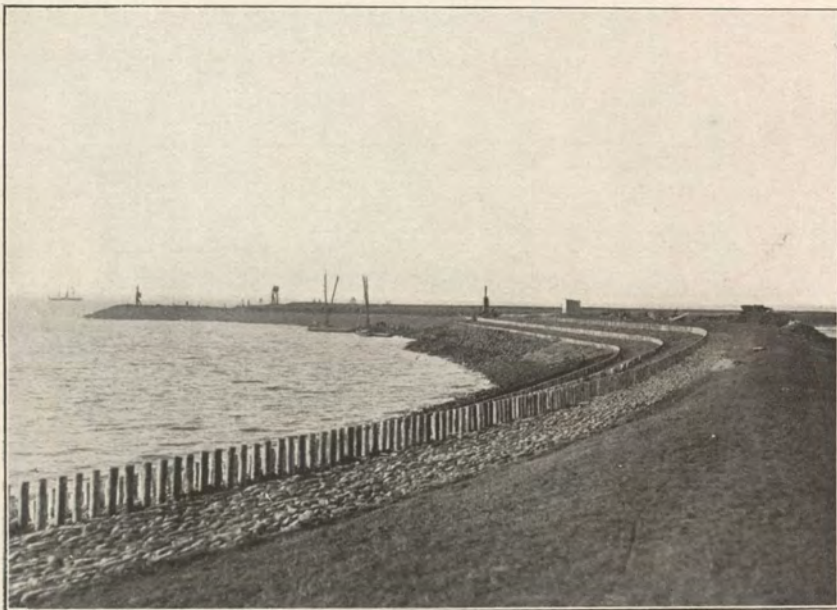
Haalkom. 1 à 15

Fig. 18.

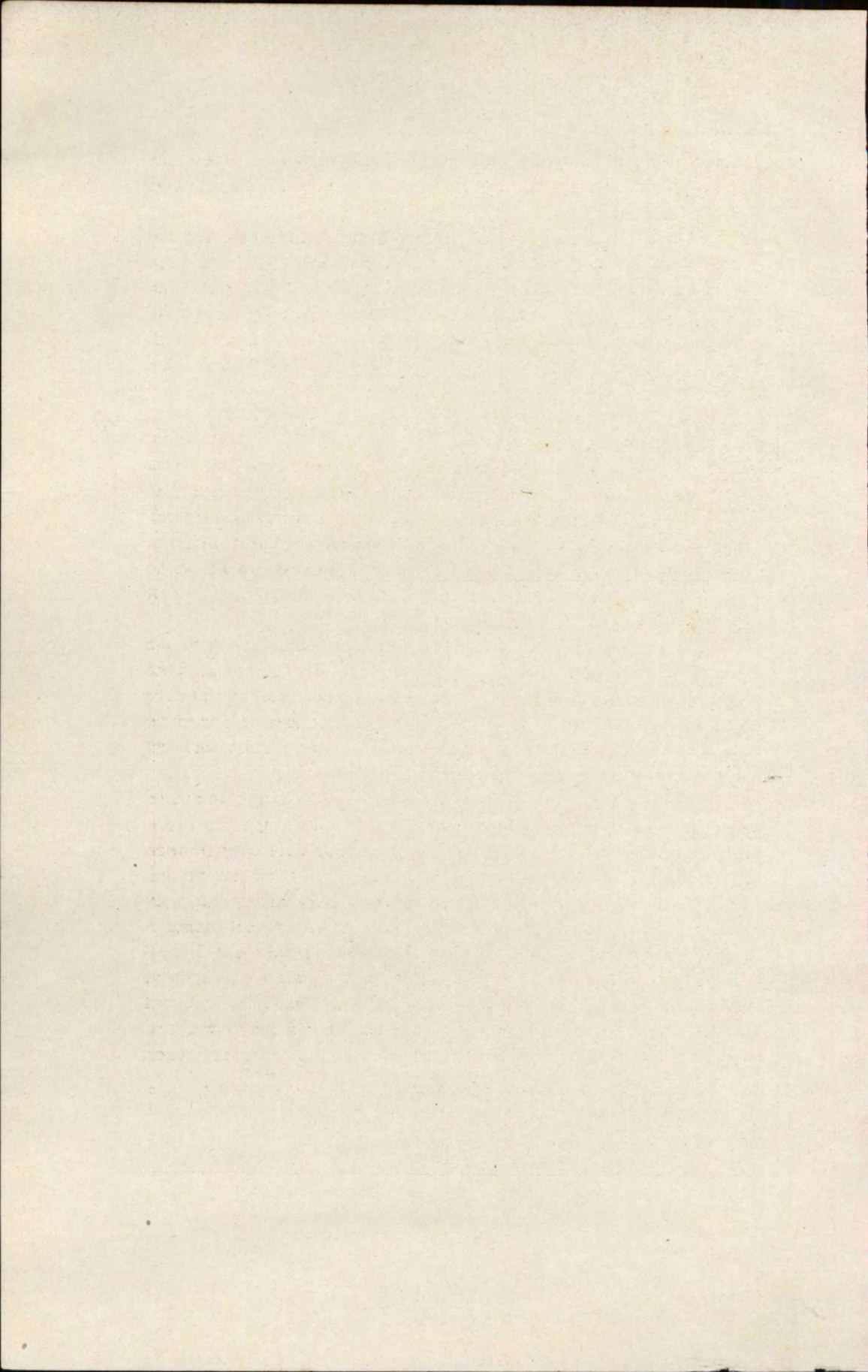


Het 2^{de} grondstuk onder den Zuidhavendam ligt uit de raai.

Fig. 19.



Tot H. W. voltooide Zuidhavendam.



dwarsschotten zijn opgelegd; op deze regels steunen weer verticale stijlen (z ijzers), welke de beplating ten slotte verdeelen in kleine rechthoekige vakken.

De luchtkist is, met het oog op eventuele aanvaringen, verdeeld in zeven waterdichte afdeelingen. De platen der regels worden, evenals die der waterdichte schotten, verstijfd met \square - en \sqsubset ijzer. Deze \square en \sqsubset verstijving, noodzakelijk met het oog op den grooten waterdruk, welke op de beplating bij ledige kist en hooge waterstanden wordt uitgeoefend, geven tegelijkertijd met de waterdichte schotten eene verstijving der horizontale plaatijzeren liggers tegen plooiing.

Onder den onderregel bevinden zich in de afdeelingen 2 en 6 de wielen; in elke afdeeling twee assen, tot één truck vereenigd. De wielkisten zijn in de lengterichting van de deur afgesloten door beplatingen, waardoor het mogelijk is deze kisten als duikerklok te benutten, door er nl. samengeperste lucht in te brengen. De wielkisten zijn bereikbaar door de afdeelingen van de luchtkist, welke er boven liggen en deze weer door stijgschachten met luchtsluis, welke bij de buitendeur tot hoog boven H. W., bij de binnendeur tot boven een hoogen kanaalstand reiken.

De deuren hebben een hooge en een lage beplating; de hooge beplating komt voor aan de kanaalzijde der deuren en keert de hooge Schelde- (buitendeur) en kolk- (binnendeur) standen; de lage beplating ligt aan de Schelde- respectievelijk kolkzijde en keert bij laagwater in de Schelde respectievelijk het hoogere schutkolk- en het hoogere kanaalwater.

Wanneer de deur in de deurkas wordt getrokken, wordt daardoor water verdrongen en in de deurkas opgestuwd. Het vloeit dan onder, naast en door de deur weg. Hoe kleiner de afvloeiopeningen hoe grooter de opstuwing. Werden nu de eindspanten geheel gesloten uitgevoerd, dan zou het opgestuwde water alleen naast en onder de deur weg kunnen vloeien. Een dicht eindspant, gepaard gaande met hooge beplating aan weerszijden en gesloten bovenregel, biedt de gelegenheid de deuren plat te laten drijven, hetgeen voor het vervoer op grooten afstand voordeelen biedt. Dit voordeel verkrijgt men dan ten koste van veel materiaal en grooten bewegingsweerstand (1). Dit is de reden, dat deze oplossing voor de sluisen

(1) Tenzij men eene deurbeweging heeft als te Wilhelmshaven is uitgevoerd. (Zie *De Ingenieur*, 1911, blad. 501.)

van het kanaal door Zuid-Beveland niet is gekozen en daarbij dus is gerekend op een verplaatsing bij vervoer en indrijving van de deuren in verticalen stand, zonder hulp van een bok. De drijfkist tusschen de eerder genoemde gesloten regels wordt dan vergroot door de eindspanten daarboven over zekere hoogte met uitneembare schuiven te sluiten. Voldoende stabiliteit kan de deur krijgen door gietijzeren ballastschuitjes te leggen ter hoogte van den onderand en zoo noodig water in te laten in de kist, welke in het normale bedrijf ledig is.

VI. *Hoofdafmetingen van de deuren.*

Buiten- en binnenhoofd zijn niet gelijk van hoogte; het buitenhoofd moet alle buitenwaterstanden keeren, waarvan de hoogst bekende is die van 12 Maart 1906 n.l. 4.60 M. + N.A.P.; het binnenhoofd keert in normale gevallen alleen de hoogste schutkolkstanden, aangenomen op 2.60 M. + N.A.P.; aan het buitenhoofd is daarom de hoogte van 5.50 M. + N.A.P. aan de buitendeur die van 5.10 M. gegeven. (zie plaat II); het binnenhoofd en de binnendeur kregen evenals de schutkolkmuren de hoogte van 3.00 M. + N.A.P. Om ingeval de sluiting van de buitendeur bij storm zou weigeren het buitenwater toch buiten het kanaal te houden, is op het binnenhoofd eene noodwaterkeering geplaatst, reikende tot 4.75 M. + N.A.P., op de binnendeur reikende tot 4.40 M. + N.A.P. Tusschen de keeringen op den muur en op de deur bestaat gelegenheid, zoo noodig vloedplanken aan te brengen.

De gekozen oplossing vordert den bouw van twee ongelijke sluisdeuren, waardoor deze onderling niet verwisselbaar zijn. Waren de deuren wel gelijk, dan zouden bij aanbouw van twee reserve-deuren voor de sluizen te Hansweert en te Wemeldinge, welke te zamen 4 deuren hebben, voor elk hoofd twee deuren in reserve staan; zooals de oplossing nu uitgewerkt is, is voor elk hoofd slechts één deur in reserve. Door de deuren gelijk van breedte te maken zijn zij wel tijdelijk onderling verwisselbaar; in den zomer kan in het buitenhoofd wel met een tijdelijke keering tot 4.40 M. + N.A.P. worden genoeg genomen; het verkeer over dat sluishoofd wordt dan echter zeer bemoeilijkt, daar het dek van de brug op de binnendeur op 3.00 M. + N.A.P. ligt.

Waren buiten- en binnenhoofd wel gelijk in hoogte aangelegd dan zou het verkeer tusschen binnenremmingwerk en sluisplateau iets minder gemakkelijk zijn; terwijl het uitzicht van af de schutkolkmuuren naar de binnenhaven belemmerd is.

Zou de deur in rustig water moeten worden bewogen, dan kon het overwicht op den vloer alleen worden berekend zóódanig, dat omkantelen van de bijna gesloten deur tengevolge van winddruk buitengesloten zou zijn. Te Hansweert en vooral te Wemeldinge is bovendien te rekenen met deining in de haven tengevolge van den wind en van zuiging van sleeptreinen in het kanaal en in de haven. Daarom is aan de buitendeur een overwicht van ± 80 ton, aan de binnendeur van ± 26 ton gegeven; aan de laatste zooveel minder, omdat daarop de deining van het buitenwater tijdens de beweging geen invloed heeft.

De ongelijke deuren hebben het voordeel dat aan de binnendeur een grootere luchtkist kan worden gegeven bij gelijken onderbouw onder die kist. De buitendeur moet in lager water bewogen worden dan de binnendeur; de laagste buiten-waterstand te Hansweert is 3.10 M. \div N.A.P., de laagste kanaalwaterstand 1.20 M. \div N.A.P.; de bovenkanten van de luchtkisten zijn gekozen op respectievelijk 2.91 M. \div N.A.P. en 2.00 M. \div N.A.P., terwijl de onderkant van beide luchtkisten is gelegen op 4.55 M. \div N.A.P.

Alvorens de teekeningen der sluishoofden te kunnen uitwerken, moet het plan van de deuren geheel vaststaan. Hierbij gelden de volgende overwegingen: hoe breeder de deur, hoe vaster zij als schip in het water ligt en bij hoe lager waterstand uitdrijving mogelijk is; de afstand der railbanen kan dan groot zijn, hetgeen de stabiliteit van de heen- en weergaande deur ten goede komt. Het nadeel van overgrootte breedte is weer, dat het materiaalverbruik van de deur met grooter wordende breedte sterk toeneemt. De breedte van de deur is ten slotte bepaald door als maatgevend aan te nemen de stabiliteit van de deur bij indrijving of vervoer over langen afstand bijv. van Hansweert naar Wemeldinge. Eerst is een ontwerp van de buitendeur gemaakt voor een breedte van 4 M., daarna voor eene van 3.50 M.; vervolgens is de keuze gevallen op eene breedte van 3.60 M. Deze vrij omslachtige weg moest gekozen worden, omdat voor deuren, welke overeenkomen met de ontworpen, geen voorbeelden beschikbaar waren.

Van elk ontwerp zijn bij benadering de plaatdikten met verstijvingen en beplatingen berekend; voor één ontwerp de spanten met den bovenregel en voor de andere het gewicht naar evenredigheid der afmetingen. Uitvoerige staten werden gemaakt en daarna het zwaartepunt bepaald. Vervolgens werd bij verschillende diepgangen en hellingshoeken van de deur het oprichtend koppel voor de deur bepaald en kon worden vastgesteld bij welken winddruk het vervoer nog mogelijk was. (1) Bij vulling van de watertanks 1, 3, 4, 5 en 7 bleek de buitendeur van 3.60 M. breedte bij een winddruk van 50 K.G. per M^2 . een maximum helling van $11,5^\circ$ te krijgen. Daar bij deze windsterkte (n^o. 7 à 8 van de BEAUFORT-schaal) zelden met de deuren gemanoevreerd zal worden is met de breedte van 3.60 M. genoeg genomen. (Door een wijziging in de constructie tijdens de uitvoering zijn deze getallen gewijzigd; nu wordt theoretisch deze uitslag al bereikt bij een winddruk van ± 20 K.G. per M^2 . Door het bruggedek van de deur weg te nemen wordt de stabiliteit weder belangrijk verbeterd.)

De stabiliteit van de binnendeur is belangrijk beter dan die van de buitendeur. Bij vulling van één watertank zal dezelfde uitslag worden verkregen bij een winddruk van ± 30 K.G. per M^2 . en bij vulling van 3 tanks is de maximum uitslag bij een winddruk van 50 K.G. per M^2 . slechts $8,5^\circ$.

De dagwijdte der sluishoofden is 16 M.; de deur is nu langs de korte zijde van het trapezium gemeten 16.90 M., langs de lange zijde gemeten 17.40 M.

De korte zijde der deuren is die, welke de grootste belasting krijgt, n.l. den stormvloed of den druk bij drooggezet sluishoofd. De consôles aan de lange zijde konden derhalve op den kleinen druk n.l. op de ebkeering worden berekend.

VII. *De vorm der sluishoofden.*

Karakteristiek voor den vorm der sluishoofden is de diepe deurkas, waarin de deur geheel moet kunnen worden teruggetrokken. (platen IV en V.)

(1) Door de goede hulp van mijn vriend A. H. VAN DEN KIEBOOM w. s. i. kwam ik op de hoogte, op welke wijze het vraagstuk van de sluisdeur als schip moest worden opgelost en hoe de stabiliteit daarvan moet worden bepaald.

Zooals boven onder IV is opgemerkt, vult de deur nagenoeg geheel de ruimte tusschen de slagstijlen. Bij opening der deuren verdient het bij lage waterstanden, wanneer het in de deurkas te verdringen water alleen onder en naast de deur weg kan vloeien, aanbeveling, om de ruimte naast de deur grooter te maken, zoodra de deur goed en wel in beweging is. De deurkas verwijdt zich daarom achter de stijlen tot 4.75 M. van onder en 5.15 M. van boven. Verticale vlakken, welke een hoek van 45° met de lengte-as der deurkas maken, vormen den overgang. De beide muren langs de deurkas zijn van boven met elkander verbonden, zoodat zij elkander steun verleenen om den grooten waterdruk op te nemen. Tusschen de railbanen is het profiel van den vloer hol om te bevorderen, dat voorwerpen, welke soms in de deurkas terecht komen, van de railbanen afglijden naar het midden en om tegelijkertijd de afvloeioening onder de deur te vergrooten. Aan beide zijden van het sluishoofd zijn open sponningen gemaakt waartegen reserve deuren kunnen worden geplaatst tot drooglegging van het sluishoofd. De buiten-aanslag van de deur is in den dag 16,50 M; door een S bocht gaat deze wijdte naar buiten toe weer over in de wijdte van 16 M., omdat de hoogwater-keerende zijde van de deur berekend is op eene opening van 16 M. Aan de kolkzijde der sluishoofden zijn verder open kabelgleuven aangebracht voor de kabels. Ter plaatse van deze gleuven is de overgang gemaakt van verticale sluishoofd- hellende schutkolkmuuren.

De open sponningen zouden kunnen worden gemist als men van drooglegging van het sluishoofd met de reservedeuren afziet. Dat zou men kunnen doen, indien men voor de railbanen een constructie maakt zoodanig, dat verwisseling dier banen door duikers kan plaats vinden. Bij schuifdeuren komen geene railbanen voor. Zijn de schuifbanen goed geconstrueerd, dan is reparatie daaraan zeer onwaarschijnlijk. Bij deze kan men de open sponningen dus veel eerder missen. Maakt men dan den overgang van het profiel van de sluishoofd- op dat van de schutkolkmuuren geleidelijk, of geeft men dezen laatsten ook een verticale voorzijde, dan zou men de vele plotselinge overgangen in het sluishoofd ter plaatse der open sponningen en van de kabelgleuven kunnen missen. Dat zou zeker een voordeel zijn, want uitstekende hoeken staan het meest aan schadevaring en dientengevolge beschadiging bloot. Zijn zij onvermijdelijk, dan brenge men groote afrondingen aan, maar dat is bij de open sponningen niet wel

mogelijk, waarom dan ook de stralen van afronding slechts 0,22 M. bedragen.

Tot vulling van de schutkolk zijn in de wederzijdsche sluishoofdmuren riolen aangebracht met een doorsnede van 7 M². Het oostelijke riool is langer en vertoont meer bochten (om de deurkas heen) dan het westelijke.

Ten einde een voordeeliger in- en uitstrooming te verkrijgen zijn de riolen aan de uitmonding eenigszins verwijd.

Om de reserve-deuren te kunnen bergen en aan de deuren herstellingen te kunnen verrichten, voorts om opgeleverde deuren na hun aanvoer te kunnen beproeven en bijwerken, is tegen de binnenzijde van het binnensluishoofd een droogdokje gebouwd. Dit deurendok wordt door een schipdeur afgesloten.

In het dok kunnen twee deuren geborgen worden. Onder de deuren is een ruimte in den vloer gespaard op de wijze als de aschkuilen bij de tramremises.

De schipdeur van het dok is een eenvoudige caisson, welke met behulp van den drijvenden hijschbok voor de dokopening geplaatst wordt, want zij kan niet staande drijven. Zij bestaat uit een doorgaande beplating aan de dokzijde (plaat III) opgelegd op een aantal horizontale regels, verstijfd door eenige verticale dwarsverbanden. Tot op 2,40 M. van onderen is een luchtkist aangebracht, welke in staat stelt slechts een deel van het deurgewicht in den bok te laten hangen. Onder de deur zijn schoenen aangebracht. Bij hare plaatsing in de deuropening, helt de deur door deze schoenen achterover. Met staaldraden wordt zij dan tegen de aanslagen getrokken; men heeft nu de zekerheid, dat de deur van onderen sluit.

In de deur zijn drie afsluiters (met een doorlaatopening van 30 c.M.) aangebracht, welke vanaf den bovenregel bediend, de gelegenheid bieden het dok te vullen.

De deur is voorzien van een groenharthouten aanslag, waarin een hennipkabel is gelegd, waarop een doorgesneden oude brandspuitslang. Dank zij deze voorzorgsmaatregelen is bereikt, dat de deur, practisch gesproken, geen lekwater doorliet, toen zij gedurende zes achtereenvolgende maanden als dokafsluiting dienst deed.

Om bij het sluiten van het deurendok de afsluiting te bespoe-

digen, is in den zuidelijken wand van het dok een aflatkanaal (zie plaat V) aangebracht, dat uitmondt in het hoofdriool aan de binnenzijde van de beweegbare rioolafsluitingen. Dit aflatkanaal heeft twee afsluitingen, één verticale en één horizontale. Is het dok buiten gebruik, dan wordt alleen de horizontale opening afgesloten, waartoe een gegoten ijzeren deksel met een groenharthouten stempel op zijn aanslag wordt gedrukt. Als nu het dok moet worden afgesloten, wordt het laag-water afgewacht en de schutkolk met het buitenwater verbonden. Staat de schipdeur dan in de sponning, dan wordt met een eenvoudig bokje het deksel opgelicht en stroomt het water uit het dok snel weg. Spoedig staat dan een verval van ± 1 M. voor de schipdeur en sluit deze zóó vast tegen de aanslagen, dat de dokpomp alleen maar voor de ontleding behoeft te zorgen en niet eerst langen tijd moet werken om een verval voor de deur te krijgen, zóó dat zij goed aansluit.

Voor de beweegbare afsluitingen der hoofdriolen van de sluis zijn, in navolging van Terneuzen, toldeuren en rioolschuiven aangenomen, n.l. elk riool van elk hoofd één afsluiting van elke soort. De toldeuren zijn gedacht voor dagelijksch gebruik, de rioolschuiven voor afsluiting bij hooge buitenstanden en bij keering van groote vervallen. Toldeuren lekken steeds sterk, terwijl een rioolschuif een veel vollediger afsluiting geeft. Bij groote vervallen worden de uitstroomsnelheden naar kanaal en buitenhaven bij ontleding van de kolk waarschijnlijk te groot voor de bij de sluis gemeerde schepen indien de toldeuren dan vrij plotseling geopend zouden worden, want het ligt in de bedoeling, om de toldeuren in 30 seconden te openen. De waterstoot bij opening van de rioolschuif, welke in 300 seconden zal worden geopend, treedt slechts geleidelijk op.

De toldeur bestaat uit een gietstalen as met ruggen, waarop vloeiijzeren bladen zijn geklonken (zie plaat III); zij draait in een groenharthouten raam, dat met de toldeur in zijn geheel omhoog gebracht en eventueel nagezien kan worden. Rubber randen bevorderen de afdichting.

De rioolschuif (zie plaat III) bestaat uit een groote plaat, welke met erop geklonken Z-ijzers is verstijfd en voorzien is van met smeedijzeren bouten op de plaat bevestigde gecreosoteerd dennen randen. De onderraand rust niet in een sponning op den rioolvloer,

maar moet met zijn eigen gewicht van niet-uitgebalanceerde schuif op een rug van den rioolvloer gedrukt worden en op die wijze van onderen afsluiten.

VIII. *Constructiën en bijzonderheden.*

a. Fundeering.

Ter plaatse van den onderkant der fundeeringen van de sluis-
hoofden wordt slibhoudend zand aangetroffen van ongelijke samen-
stelling; slappe en vastere grondlagen wisselen elkander af. Van een
betonfundeering is daarom afgezien en is evenals bij de bestaande
sluizen eene paalfundeering gemaakt. Deze fundeering wijkt door het
gebruik der houtsoorten af van de tot dusverre gebruikelijke. De
druk van de kespen op de paalkoppen is op sommige plaatsen vrij
groot (± 17 ton), al staan de palen vrij dicht bij elkaar (bijv. onder
het buitenhoofd staan zij 0.80 M. bij 0.85 M.) Dennenkespen onder
de hooge muren waren dus uitgesloten. Daarom is besloten kespen
van hard hout toe te passen en wel groenharthouten, daar met den
import van dit hout, door de firma G. ALBERTS LZN. & CO. uit
Middelburg, zeer gunstige ervaringen waren verkregen, wat prompt-
heid van levering bij groote hoeveelheden betreft.

De breedte dezer kespen is vastgesteld op ± 32 c.M. Het was
overbodig en te duur de kespen ook deze dikte te geven. In afwijking
van tot dusverre gebruikelijke maatverhoudingen werd de dikte aan-
genomen op 18 c.M. De kespen zijn slechts aan twee zijden bezaagd,
behalve die, waarlangs damwanden zijn geslagen; daar zijn zij aan
drie zijden bezaagd. Van de bekapte balken, 32×32 c.M., is één
plank van 7 c.M. en één van 4 c.M. gezaagd; deze planken zijn dan
benut voor vloerhout. In verband met de hooge vastheden van het
groenharthout (1) kon met deze plankdikten genoeg genomen
worden, nl. voor de sluishoofden en het deurendok 7 c.M., voor de
schutkolk- en de vleugelmuren 4 c.M. Een bezwaar van deze geringe
vloerdikte is de geringe hoogte, over welke de damwanden in den
vloer kunnen worden ingekroosd. Hieraan is door zorgvuldige uit-

(1) Zie de brochure van de firma G. ALBERTS Lzn. & Co.: Eenige gegevens
over den weerstand van Demarara Greenhearthout enz. en het artikel van M. H.
TJADEN c. i. in *De Ingenieur* van 20 Mei 1911.

voering van de 3 c.M. diepe inkrozing zooveel mogelijk tegemoet gekomen, terwijl bij de schutkolk- en vleugelmuren de damwand — zijnde geen water-, doch eene grondkeering — tot bovenkant vloer reikt, dus tusschen de vloerdeelen is opgesloten.

Daar niet te voorzien was, in hoeverre de voorgenomen bronnenbemaling van den fundeeringsput een succes zou zijn, zijn over de geheele oppervlakte sluishoofd- en dokvloeren gebreeuwd. De gewone breeuwnaad — de vloerdeelen arm gestreken en van onder tegen elkaar gedreven — kon niet worden toegepast, daar bij het breeuwen de vulling niet in het hout kan worden gedrukt, zooals bij dennenhout het geval is. Een holle breeuwnaad — machinaal in de planken geschaafd — gaf de gewenschte oplossing. Hij is voorgesteld in fig. 9.

In den dag der sluishoofden is de druk op de paalkoppen, behalve onder de railbanden, zeer gering. Daar was het dus niet noodig om groenharthouten kespen te gebruiken en konden de goedkoopere dennenhouten dienen, wat ook, in verband met de toepassing van treknagels, gewenscht was.

Ten einde onderloopsheid tegen te gaan, zijn onder de sluishoofden vier damwanden aangebracht, welke den sluisdeur in 5 deelen verdeelen (zie plaat VI). Elk der damwanden staat onder of althans dicht bij een slagdorpel. De beide middendamwanden staan onder de railbanen en zijn — daar de waterdruk van beide zijden kan komen — gesteund door twee kespen. De uiterste damwanden staan onder de dorpels der open sponningen (noodaanslagen genoemd). De vloervakken buiten de noodaanslagen krijgen nimmer oppersende kracht en zijn ook alleen gemaakt om een behoorlijk vlak steunvlak voor de deuren te bieden (die dan niet op hun rollen, doch op hun daartoe ingerichte randen staan). Tusschen den eersten en tweeden en tusschen den derden en vierden damwand krijgt de vloer tijdens het normaal sluisbedrijf oppersing tot een maximum van het verval, dat het sluishoofd keert. Dit maximum zal bij goed sluitende damwanden niet licht bereikt worden. Vroeger verrichte waarnemingen omtrent den waterstand onder den sluisvloer van de kleine sluis te Hansweert hebben geleerd, dat de druk onder dien vloer steeds het midden hield tusschen de drukkingen van de waterkolommen vóór en achter de waterkeering.

In de deurkas is de waterdruk onder tegen den vloer tijdens het sluisbedrijf theoretisch altijd nul. De geheele belasting is ongunstiger.

als het sluishoofd drooggelegd is; dan is de maximum-waterdruk onder den geheelen vloer tusschen de noodaanslagen en dus ook onder dien van de deurkas gelijk aag den hoogsten buitenwaterstand.

In den dag der sluishoofden zijn de kespen met de bekende 5-wiggenverbinding aan de palen verbonden (zie fig. 10), in verband met de oppersende kracht onder den vloer; onder de muren zijn om de andere de kespen met 2 wiggen of met een hakkelbout aan den paal bevestigd; in het laatste geval werd de paal van een verzinkt ijzeren mesband voorzien.

Alvorens tot vaststelling van de verbinding van de palen in den dag der sluizen over te gaan zijn nog eenige proeven gedaan waarover onder *g* nader.

Er waren meerdere lasschen in de kespen noodig, onder de muren en in den dag der sluishoofden (zie fig. 11).

Daar bij het opmaken van de plannen er op gerekend werd, dat de bemaling wel eens onvoldoende kon zijn, om alle water onder druk van onder den vloer te verwijderen, moesten de houten vloeren met treknagels aan de kespen worden bevestigd. De van ouds gebruikelijke treknagel kon niet gebruikt worden; deze kon bij groenhart-houten vloeren niet door een gat worden gedreven, dat slechts een middellijn gelijk aan die van de steel van den nagel heeft. Het gat in den planken vloer moest dus groot genoeg zijn om den punt van den nagel door te laten, terwijl de kop van den nagel dit gat toch goed moet afsluiten; gat en kop zijn daarom taps gemaakt (zie fig. 12). Het zal nu tevens duidelijk zijn, waarom in den dag geen groenharthouten kespen konden gebruikt worden; de treknagels hebben daarin geen houvast, daar het gat in de kesp dan gelijk aan de punt van den nagel zou moeten zijn.

Om bij hooge waterdrukken het lichten der planken van de kespen te verhinderen zijn de zwalpen bedacht. Dat zijn balken, welke boven de kespen op den vloer liggende, met deze worden verbonden, hetzij door schroefbouten of door houtdraadbouten, door treknagels of door sleutelstukken. Wie zich rekenschap geeft van de vele mogelijkheden, dat een verbinding van een kesp aan den paal niet volmaakt is, zal moeten toegeven, dat men bij de bepaling van de grootte dezer zwalpen moet rekenen, dat deze zijn opgelegd op meer dan twee palen (vooral de lasschen van de kespen in den dag zijn zwakke plaatsen). Bezieet men nu de lengte-doorsnede van den sluisvloer (zie plaat VI)

dan ziet men, hoe groote constructie-hoogte beschikbaar is als men van hout als zwalpmateriaal afziet. Profielijzer is ook reeds voor zwalpen toegepast. Dit ijzer meer rationeel verdeeld brengt van zelf tot eene toepassing van gewapend beton. De verbinding aan de kespen geschiedt dan met vooraf ingedraaide houtdraadbouten met omgebogen haak, welke beurtelings hoog en laag is aangebracht. Door in plaats van losse *zwalpbalken* een geheele *zwalpplaat* te maken, steunen de op de naastliggende kespen liggende zwalpen elkander, terwijl ook de zwalplaat in de deurkas een zeer geringe hoogte kan krijgen door haar dwars op de richting van die kas op de zwalpen van de slagdrempels opgelegd te denken. Fouten in de paal- en kespverbinding gemaakt worden dus zoowel in de lengte- als in de dwarsrichting door de stijve plaat geneutraliseerd.

De zwalplaat schiet evenals de houten zwalpen onder de muren, waartoe van te voren sparingen onder den dag der muren, door gewapend betonplaatjes overbrugd, waren ontworpen. Tusschen muur en zwalplaat krijgt men dan niet een doorgaande naad maar telkens diepe sprongen waardoor het stroomen van water tusschen muur en zwalplaat voorkomen wordt. Hetzelfde moest worden tegengegaan tusschen zwalplaat en vloer. Beton hecht niet aan den vrij gladden vloer en de plaat kan niet, zooals de houten zwalp, stijf op den vloer worden gedrukt. Daarom zijn van afstand tot afstand hoekijzers op den vloer gelegd in de richting der kespen en met kleine houtschroefboutjes aan deze bevestigd. Tusschen deze hoekijzers en den vloer is ongeteerd mospapier aangebracht. De hoekijzers zorgen verder tevens er voor, dat de wapening op den gewenschten afstand van den vloer blijft.

Men ziet uit het bovenstaande, hoe de betonzwalpplaat zich uit de houten zwalp heeft ontwikkeld. Evenals bij vroegere sluisontwerpen was ook hier bepaald, dat de muren tot zekere hoogten moesten zijn opgetrokken alvorens de platen mochten worden gemaakt. Gewoonlijk vertoonen sluismuren reeds tijdens den bouw eenige verticale zetting; geschiedde dat ook hier en was de zwalplaat vóór die zetting gemaakt dan zouden in de plaat nadeelige spanningen optreden.

De muren van de sluishoofden te Hansweert vertoonen tot dus verre geenerlei zetting, begrijpelijk als men de resultaten van het kalenderen bij het heien en de daarbij genomen proeven kent en over-

weegt, dat de groenharthouten kespen geenerlei indrukking vertoonen (zorgvuldig leggen dier kespen voorbehouden). Past men onder gelijke omstandigheden de constructie der zwalplaten weer toe, dan zou men dus vóór den opbouw der muren de platen kunnen maken, waarover onder *c* nader.

De groote wapening in de zwalplaten laat tevens eene groote belasting van den onderrand van de deur toe. Alle waterdruk, direct op den vloer overgebracht, ontlast den druk op de slagstijlen.

De rolbaan der deuren moet volmaakt vlak zijn. Het is niet toelaatbaar, dat daarin door zetting van de fundeering later wijziging zou komen. Daar de damwanden van beide zijden water moeten keeren zijn zij van twee kespen voorzien, aan elke zijde een. De middendamwanden zijn nu precies onder de railbanen geplaatst en niet onder de slagdrempels, omdat de dubbele kesp bij een normalen afstand der palen de gelegenheid bood de onderheing zoodanig te maken, dat deze alleszins voldoende was. De damwand van 4.50 M. hoogte heeft ook een zeker draagvermogen, hetwelk dus mede ten goede komt. De zwalplaat in de deurkas geeft een goede drukverdeeling voor de beide kespen.

Het kwam gewenscht voor de granietblokken, waarop de ijzeren railbanen liggen, te scheiden van de slagdorpiels, daar anders de granietstukken te groot zouden worden, want om zoo min mogelijk naden in de slagdorpiels te maken kon de lengte dier blokken niet zóó klein worden dat railbaan en dorpel wel uit een stuk te maken waren. Ten einde tegen te gaan, dat bij waterkeerende deur eventueel onder den dorpel komend water deze zou oplichten (zooals te Wilhelmshaven schijnt voorgekomen te zijn, zie *Marine Rund Schau* 1909, blz. 1388), zijn de dorpelstukken aan de zwalplaten verankerd en geplaatst vóór de railbaanblokken werden aangebracht. (zie plaat VI.) Die verankering is bij de noodanslagdorpiels niet noodig daar deze een voet hebben waarop de deur in noodanslag staat.

De sluisvloer is tusschen de granieten dorpiels met klinker-metselwerk afgedekt, ten einde alle bedenking tegen het gebruik van gewapend beton als voornaam constructiedeel van den sluisvloer tegen te gaan.

Voor railbaan (zie fig. 3) is gekozen een loopkraanrail-profiel van gewalst ijzer, omdat dit bij een dikken kop een breedten voet vertoont.

Daar bij het dichtschuiven van de deur tijdens sterke deining de radkransen der loopwielen van de deur sterk tegen den kop der rails zullen drukken, en dus de rail neiging zal vertoonen tot kantelen, is de railvoet verbreed met een voetplaat. Het schuiven van de rail over de granieten baan wordt, behalve door de wrijving van de zwaar belaste rail, verhinderd door de aanwezigheid van stalen pennen. De railvoet is over de volle oppervlakte ondersteund met cementmortel. In de baan zijn drie lasschen aangebracht, waarbij moest worden opgepast, dat opwippen van een railende verhinderd werd, daar stooten op den lasch, welke immers diep onder water zit, voorkomen moet worden.

De vloer van het deurendok is op dezelfde wijze geconstrueerd als die der sluishoofden. Hij staat bij leeggepompt dok bloot aan eene oppersing van ± 7000 K.G. per M^2 . De hoogste kanaalstand, waarbij het dok ledig zal staan, is 0.75 M. + N. A. P. De met dezen waterstand corresponderende druk is dan wel niet geheel gelijk aan een waterkolom, welke tot die hoogte reikt, in verband met het voorkomen van twee rondgaande damwanden, waardoor de toestand permanent gerekend mag worden, toch zal die druk niet veel van die hoogte afwijken. De onderkant van de zwalplaat ligt op 7.40 M. \div N. A. P., haar dikte bedraagt 0.46 M. Het s. g. van de plaat stellende op 2.4 en dat van het kanaalwater op 1.02 is dus te rekenen op een last van $(7.4 + 0.75) 1020 - 2400 \times 0.46$ K.G. = 7209 K.G. per M^2 . Op de plaat zijn randen van metselwerk en graniet ontworpen, waarop de deur op haar onderranden kan staan. Tusschen deze randen komen als het ware verdiepingen in den dokvloer voor, welke het mogelijk maken onder de deur te komen. Voor dit metselwerk is slechts 200 K.G. per M^2 . in rekening gebracht.

Plaat VII geeft verder details van den dokvloer.

De ervaringen met de schutkolkmuuren van de oude Grootte Sluizen te Hansweert en te Wemeldinge opgedaan (zij kwamen over belangrijker afstand vooruit, zie het artikel in *de Ingenieur* van 19 Augustus 1911 n^o. 33 van den ingenieur van den Rijks-Waterstaat J. P. VAN VLISSINGEN c. i.) deed er op bedacht zijn van meet af te voorkomen, dat iets dergelijks met de nieuwe sluis zou kunnen plaats hebben. Koppeling der fundeering van de wederzijdsche schutkolkmuuren is hiervoor het aangewezen middel. Een houten koppeling zou

vereischen, dat zij met het oog op den paalworm in groenharthout werd uitgevoerd of in dennen- of grenenhout, voldoende diep onder het stortebed werd gelegd. In dat geval zou ook de fundeering van de muren overeenkomstig diep zijn te leggen. Goedkooper en niet minder degelijk werd geacht een stempeling in gewapend beton, waartegen de fundeeringen der beide muren steunen. (Plaat VIII). Een zware zoombalk ligt over de geheele lengte der muren langs hun teen en is verbonden met op afstanden van 7.60 M. liggende stempels. Om een wegzakken van dit raamwerk tegen te gaan is het onderheid. De palen onder de stempels zijn tegen het opknikken daarvan met trekbeugels aan de stempels verbonden. In de as van de schutkolk loopt een koppelbalk, welke het zijwaarts uitknikken van de stempels moet verhinderen. Het geheel wordt aanzienlijk versterkt door het in de openingen van het raamwerk geplaatste en met grind opgevlude stortebed van zuilenbasalt. De eindbalken van het raamwerk zijn hooger dan de overige stempels omdat zij tevens dienst doen als betonkoffer tegen het indringen van paalworm onder het sluishoofd.

Langs het havenfront van het buitenhoofd en langs het kanaalfront van het binnenhoofd zijn om dezelfde reden betonkoffers aangebracht.

De fundeering van de schutkolkmuren vertoont verder geene meerdere bijzonderheden; de palen onder deze en onder de vleugelmuren nemen naar achteren toe in lengte af; de afstand der palen onder een kesp wordt naar achteren toe grooter.

De fundeering der vleugelmuren neemt in diepte af, naar gelang van het aansluitende beloop (zie plaat II). Daar de vleugels niet op overliggende muren kunnen worden gestempeld, is voor deze een hellende vloer met schoorpalen ontworpen.

b, Opgaand werk.

De vorm der muren wordt beheerscht door het riool, dienende tot vulling van de schutkolk. Daar gevreesd werd, dat het met slib en zand bezwangerde water betonmuren zou beschadigen, zijn de riolen in metselwerk uitgevoerd. Daar klinkermetselwerk in den dag der sluizen vaak sterk beschadigd wordt door daartegen stootende schepen, is boven den laagwaterstand metselwerk van basaltzuilen gemaakt, waarachter droog verwerkte stampbeton.

De wederzijdsche deurkasmuren zijn door een plaat bij het buitenhoofd en door een brugconstructie bij het binnenhoofd met elkander verbonden, ten einde hunne stabiliteit te vergrooten. In de muren is op verschillende plaatsen ijzerbewapening aangebracht, terwijl ook de slagstijlen aan het achterliggende metselwerk door gesmeed ijzeren ankers zijn verbonden.

De slagstijlen, dorpels, haalkommen enz. zijn in graniet uitgevoerd, omdat hardsteen in Zeeland in verband met het voorkomen van «boorspons» niet gebruikt kan worden.

Ten einde de kabels voor de elektrische beweging en verlichting door de sluis te kunnen voeren, zijn op twee plaatsen, n.l. in het binnenhoofd en in het buitenhoofd, in beide hoofden aan de schutkolkzijde kabelgleuven aangebracht, breed 0,60 M. en van afwisselende diepte. Deze gleuven zijn in den vloer afgedekt door betontegels, groot 0,80 M. bij 0,80 M. en dik 0,10 M., welke in de granieten sponningen langs deze kabelgleuven passen. De staande gedeelten der gleuven zijn afgedekt telkens met twee deksels, welke vanaf een zolderschuit met een mastbokje ingehangen kunnen worden, en dan rusten op in den muur aangebrachte ankers.

In den schutkolkmuur zijn aan elken kant 4 ladders aangebracht, welke met haken hangen aan in den muur bevestigde krammen.

Een dubbele rij haalkommen (fig. 14) voorkomende op onderlingen afstand van 7,60 M., dient om het invaren van kleine schepen te vergemakkelijken.

Kaapstanden zijn niet aangebracht, omdat de grootere schepen, welke toch het meest doorgeschut worden, meestal een eigen sleepboot hebben, welke hen in de sluis trekt. De ervaring te Terneuzen en IJmuiden, waar elektrische kaapstanden zijn ingebouwd, leert, dat deze objecten nimmer gebruikt worden en dus nutteloos zijn. Indien veel kleinere schepen (zeilschepen) doorgeschut zouden moeten worden, zou het misschien anders zijn; deze soort schepen worden aan het kanaal door Zuid-Beveland door de tijmannen in de sluis getrokken.

In verband met de mogelijke aantasting van zeewater op metselen en betonmortels is niet Portland-cement, maar een mengsel van 2 deelen cement en 1 deel tras verwerkt en wel in de volgende verhoudingen:

metselmortel 1 tras-cement, 3 zand.

beton voor gewapend beton $1\frac{1}{2}$ tras-cement, $2\frac{1}{2}$ zand, 4 grind.
(voor stempels en zwalplaten).

voor wanden en damwanden	$1\frac{1}{2}$	„	2	„	$2\frac{1}{2}$	„
„ sluishoofden . . .	$1\frac{1}{2}$	„	4	„	6	„
„ schutkolk-muren . . .	$1\frac{1}{2}$	„	5	„	8	„

Daar deze mengingen zeer mager zijn, werden in de schutkolk-muren en in den keermuur van de losplaats geen krimpvoegen aangebracht.

C. UITVOERING.

Nadat in 1910 en 1911 door den aanleg van een grindweg, den aanleg van woningterpen en den bouw van woningen een klein begin met de werken was gemaakt, werd einde 1911 besteed het maken van het geheele werk met uitzondering van de deuren en schuiven, bewegingswerktuigen, het electrisch centraal station, de dukdalven en de burgerbouwwerken.

Aannemers waren de heeren A. VAN DER STRAATEN JR. en J. B. KOCH te Hansweert; deze vereenigden zich met 6 andere heeren tot de „Maatschap Sluisbouw Hansweert”, welke de uitvoering overnam. Spoedig kon met de voorbereidende werken worden begonnen. Voor den eigenlijken sluisbouw werd het volgende programma opgemaakt.

Zomer 1912 . . .	Graven van den fundeeringssput en aanleg bemalingsinstallatie.
Winter 1912/1913	Uitvoering van het hei- en fundeeringwerk.
Zomer 1913 . . .	Opbouwen sluis tot boven maaiveld.
„ 1914 . . .	Afwerken sluisbouw.

Tusschen deze werkzaamheden door zouden de nieuwe Zuidhavendam en de nieuwe losplaats in 1912, de nieuwe havens met Oosthavendam in 1913 worden gemaakt.

Dit programma is in hoofdzaak tot 1914 gevolgd geworden. Daarna is het tempo van den bouw vertraagd.

a. Grondwerk.

Bij de totstandkoming van het kanaal door Zuid-Beveland was tusschen de bevoegde autoriteiten overeengekomen, dat langs het

kanaal dijken zouden worden aangelegd. Deze dijken kregen een berm, breed 6 M. op ± 0.50 à 0.75 M. boven H. W., terwijl de dijkskruin kwam te liggen op 2.75 M. + H. W. Bij calamiteiten aan een der sluizen zouden dan de doorsneden polders niet dadelijk aan inundatie blootstaan, terwijl tevens van het maken van afzonderlijke stormdeuren in het buitenhoofd der sluizen kon worden afgezien.

Vermoedelijk werd tegen deze oplossing geen bezwaar gemaakt, omdat:

- 1^o. de kanaaldijken een geschikte grondberging zouden vormen, en
- 2^o. de constructie in ijzer van uitsluitend vloeddeuren (zonder stormdeuren) bij te keeren groote vervallen, in verband met de sluiswijdte van 16 M., verder ging dan de tot dien tijd bekende constructie, en het dus begrijpelijk is, dat de polderbesturen bijzondere waarborgen wenschten.

De aanwezigheid der vloedkeerende dijken is gaandeweg als een noodzakelijkheid beschouwd, met dit gevolg, dat bij verlegging van de kanaaldijken ten behoeve van plaatselijke verruimingswerken (o.a. bij de bruggen over het kanaal) steeds de eisch is gesteld, dat eerst de nieuwe keering moest worden tot stand gebracht alvorens de oude geheel mocht worden weggeruimd. Deze eisch was ook te Hansweert gesteld.

Het grondwerk werd daarom zóó ingericht, dat eerst deze nieuwe waterkeering tot een toegelaten minimum-profiel gereed moet zijn, vóór de oude dijk, na eerst tot het minimum-profiel teruggebracht te zijn, geheel mocht worden opgeruimd. Dit minimum-profiel moest bezitten minstens: een kruinshoogte van 4.45 M. + N.A.P. (2.45 M. + H.W.), een kruinsbreedte van 1 M., een buitenbeloop van $1\frac{1}{2}$ op 1 en een binnenbeloop van 1 op 1.

Dit minimum-profiel kon niet overal worden aangebracht ter plaatse van den toekomstigen dijk; de insteek van den fundeeringssput van het deurendok viel nog buiten het toekomstige dijksprofiel.

Toen nu besloten werd de teelaarde gedeeltelijk in depôt te rijden, om later voor dijks- en plateau-bekleding te kunnen dienen, werd deze teelaarde opgezet tot een hulpkade om den put van het deurendok heen; de daarbij aansluitende minimum-dijken werden

gemaakt met de uit den put afkomstige grond, gelegen onder de teelaarde.

De teelaarde werd uit de hand ontgraven en per paardenspoor naar de bestemde plaats gereden.

Onder de teelaarde ligt een dikke laag veen (zie plaat IX, Grondboringen). Deze kon niet in de dijken worden toegelaten en moest derhalve verwijderd worden. Daartoe werd een excavateur in dienst gesteld, welke de veenlaag uit den fundeeringsput zou graven. Dat ging niet zoo vlot als gehoopt had mogen worden. Het bleek n.l. dat in de veenlaag talrijke groote boomwortels voorkwamen, zooals op de foto fig. 15 te zien is. Deze wortels moesten telkens worden ontgraven vóór de excavateur weer verder kon. Het uitkomende veen was te zout om als brandstof waarde te hebben. Het was zeer compact en iets zwaarder dan zeewater en kon daarom in het diepe deel van de Schelde gestort worden. Dat is niet dadelijk geschied; eerst is het in depôt gereden in den hoek, gevormd door de oostzijde van den ouden Oosthavendam en den zeedijk van den Polder Kruiningen. Van daar is het later (in 1915, terwijl het in 1912 gestort werd) weggebaggerd, bij de vorming van het buitentoeleidingskanaal. Deze werkwijze, schijnbaar omslachtig, is gekozen, omdat het treinverkeer naar het veenstort nu regelmatig kon zijn en een steiger tot aanlegplaats van onderlossers niet noodig was. Het vervoer naar het veenstort had plaats in kipkarren, getrokken door een stoomlocomotief.

Op den duur bleek het niet mogelijk alle veen met den excavateur te ontgraven; door de wortels was het bedrijf te onregelmatig. De oostelijke helft van de veenlaag van den fundeeringsput werd daarom uit de hand ontgraven, waarmede een maximumveenverzet van 810 M^3 werd bereikt. Hiervoor waren noodig 36 spitters, welke dus ieder $810 : 36 = 22.5 \text{ M}^3$. per dag laadden. Op het stort en voor het spoorlichten en -schiften waren nog noodig 14 man. De locomotieven mochten niet op het stort komen, maar gaven vóór het stort aan de wagens een flinken duw, zoodat zij nog een eind doorliepen. Om de wagens weer er af te trekken werden deze met een staaldraad aan den locomotief verbonden. Een paard sleepte telken reize dezen draad weer op het stort.

Het laden en afstorten van den grond met inbegrip van het spooronderhoud door de arbeiders, werd aangenomen voor f 0,18 per M^3 .

In gebruik waren 3000 M¹. spoor van 33 K.G./M¹., drie locomotieven, 65 wagens van $\frac{5}{4}$ M³. laadvermogen, zoodat het veenvervoer per M³. vermoedelijk kostte:

3000 M ¹ . spoor van 33 K.G./M ¹ . d. i. \pm 100 000 K.G., waarde f 6000,	
huur per jaar f 900, d. i. per nuttige werkdag	f 4.50
4000 dwarsliggers à f 1, waarde f 4000, huur per jaar stel	
f 1000, of per dag	2.—
3 locomotieven, waarde f 21 000, huur per jaar f 4200 of	
per dag	21.—
brandstoffen, olie en reparatie $3 \times f 9$	27.—
bediening per dag	10,50
65 kipkarren van gem. f 120 per stuk, waarde f 7800, huur	
per jaar f 1560, of per dag	7.80
smeerolie en reparatie	2.—
3 wisselwachters	4.50
paard met voerman	5.—
voedingwater	3.—
spoorleggen berekend tegen f 0.25 per M ¹ . en verlegging	
van het hoofdspoor om de 40 nuttige dagen $\frac{3000 \times 0.25}{40} =$	1.87 ⁵

Te zamen per dag f 89.17⁵

of per M³. rond f 0.11 (zonder algemeene onkosten, ongevallenverzekering, winst en risico).

Op de dagen, dat de excavateur nog regelmatig werkte, werd ongeveer 900 M³. per dag van 11 uur vervoerd. De vervoerkosten bleven gelijk, doch de kosten van ontgraving waren iets hooger dan bij de ontgraving uit de hand.

Excavateur:

aangekocht voor	f 15 000.—
reparaties gedurende 2 jaar	2 000.—
	<hr/>
	f 17 000.—
weder verkocht voor	12 600.—
	<hr/>
huur gedurende 2 jaar	f 4 400.—
renteverlies over 2 jaar $2 \times 0,06 \times 17000$	2 040.—
	<hr/>
per 2 jaar kost dus de excavateur	f 6 440.—

De machine heeft in dien tijd ongeveer 320 dagen ge-	
werkt, dus kostte zij per dag $\frac{6440}{320} =$	f 20.12 ⁵
zij kost per dag aan kolen, smeerolie enz.	8.—
In gebruik was 15 000 K.G. spoor, waarde f 2700, huur	
per jaar f 270, of per dag	1.70
In gebruik waren 400 dwarsliggers van 4 M ¹ . waarde	
f 1000, huur per jaar f 250, of per dag	1.56
personeel 50 man à f 2.75	137.50
	<hr/>
Te zamen per dag	f 168.88 ⁵
d. i. voor de ontgraving per M ³ . $\frac{168.88^5}{900} =$ f 0.187.	

Indien de excavateur in staat was geweest de hoeveelheid grond te verzetten, waarvoor hij gebouwd was n.l. 1500 M³., zou de machinale ontgraving belangrijk goedkooper geweest zijn dan die uit de hand. Dan moet echter èn de grond zich er toe leenen, èn de afvoer van den ontgraven grond.

Nadat het veen langs den westrand was ontgraven, werd dadelijk met het opruimen van de daarop volgende kleilaag begonnen ten einde met het maken van de voorgeschreven bronnen-bemaling te kunnen aanvangen. Voor het verloop van deze werkzaamheden kan worden verwezen naar het artikel in «*De Ingenieur*» van 28 Februari 1914 N^o. 9.

Toen de veenlaag was verwijderd, kon de excavateur weer in dienst worden gesteld. Tot het gebruik van dit werktuig was besloten juist met het oog op de ontgraving van de diepgelegen grondsoorten. De ladder van den excavateur grijpt tot ongeveer 8 M. ÷ N.A.P. en brengt de grond zoo hoog, dat het locomotiefspoor op ± 3 M. ÷ N.A.P. kan liggen. De hellingen in de sporen zijn dan belangrijk minder, dan wanneer de sporen dieper liggen.

De uitkomende grond (grijze vette klei gemengd met zand) werd vervoerd naar de te maken Oosthaven- en kanaaldijken. Het was inmiddels September geworden, zoodat het najaarsweder zijn invloed deed gelden. De vette klei laat zeer slecht water los. Het gevolg is, zelfs bij de kleinste regenbuien, een moeilijk stort. De onderste kleilagen uit den put bleken ook zeer waterhoudend te zijn, zoodat ook daardoor

de stortplaatsen zeer nat waren. Op den duur moest er daarom van worden afgezien om de grond machinaal tot 8 M. ÷ N. A. P. te ontgraven en werd de diepte van ontgraving beperkt tot 7 M. ÷ N. A. P.

Op het stort werd verder de locomotief niet meer toegelaten; de karren werden erop getrokken met een staaldraad, welke opgewonden werd op den trommel van een op een hooge plaats op het stort geplaatste heikar. Dat voor onderstopping van de sporen veel hout noodig was, ligt voor de hand. Er kwamen plaatsen voor waar de verschillende langsliggers een gezamenlijke dikte van 1 M. hadden verkregen.

Een excavateur biedt, zooals gezegd, het voordeel, dat de uitrijsporen vrij hoog kunnen liggen. Nadeelen zijn de hooge kosten van onderhoud van de machine en van de baan. Door de zeer onregelmatige en plotselinge verzakkingen kwamen diverse ongemakken voor.

Nadat met veel moeite de grond tot 7 M. ÷ N. A. P. was ontgraven, is het overige verwijderd door ontgraving uit de hand. De karren werden dan uit den put getrokken langs steil liggende sporen (helling 30 : 1, terwijl de maximum helling in de locomotiefsporen was 80 : 1), deels door locomotieven, aan welke de karren met een langen draad verbonden waren, deels door de heikarren op gelijke wijze. Het laatste gedeelte der ontgraving vond ten slotte plaats door ontgraving uit de hand en vervoer op de primitiefste wijze (waartoe men door de steile belooopen gedwongen was): per kruiwagen.

Terwijl in den fundeeringsput het kunstwerk werd gebouwd, werd het buitentoeleidingskanaal met den excavateur ontgraven en de uitkomende grond eveneens in de dijken verwerkt.

Voor aanvulling van het kunstwerk was materiaal naar keuze voor handen. De sluishoofden werden aangevuld met klei, de schutkolk-muren met zand, dat in zeer ruime mate aanwezig was in de binnenhaven. Dat zand werd ook verwerkt tot zandkisten onder de verhardingen der grind-, steenslag-, kei- en klinkerwegen.

Gedurende de uitvoering kwamen vele malen verzakkingen in het dijkslichaam voor. Te voren kondigden zij zich aan als langsscheuren in de dijkskruin of in het dijksbeloop. Het verloop der verzakkingen was vrij kalm. Zij waren een gevolg van het plaatselijk geheel of ten

deele ontbreken van de doorgaande veenlaag, welke elders door haar vaste samenstelling op dezelfde wijze werkt als de rijzen bedden onder grondophoogingen. De beide verzakkingen in den Oosthavendijk hadden eerst plaats, nadat het profiel ten volle was aangewerkt. Fig. 16 toont een dwarsprofiel over eene verzakking, terwijl de foto fig. 17 een beeld geeft van deze verzakking. Merkwaardig is de doorsnede van den dijk in de loodrechte schuifvlakken. De dijken waren, omdat het materiaal zoo nat was, van vrij groote hoogte gestort. Eerst werd dan een soort kade van 2 M. hoogte gemaakt en van af deze werd gestort. De doorsnede was niettemin geheel homogeen zonder stortnaden.

De herstelling dezer verzakkingen werd eerst ter hand genomen, nadat de dijk geheel uitgezakt was; daartoe werd de opgestuikte steenen grondmassa op zij gewerkt en de grondslag van de bres afgevlakt. Onderin het gat tot ongeveer H.W. werd zand gestort, dat zorgvuldig werd aangestampt; boven H.W. werd de uitgekomen grond aangebracht en het geheel weer onder het oude profiel met de voorgeschreven kleilaag bekleed. De wederaanvulling van het gat had niet achter elkander maar zeer geleidelijk plaats, zoodat de grondslag zich telkens naar den nieuwen last kon zetten. Aan deze ophoogingen werd weder de voor alle nieuwe grondophoogingen voorgeschreven overhoogte gegeven. Achteraf bleek, dat het beter was geweest dat niet te doen, want deze overhoogte is tot dusverre aanwezig en geeft den schijn of het naast liggende werk verzakt is.

Tegelijkertijd met het binnengrondwerk werden de havendammen opgewerkt; er zijn er twee: de Zuid- en de Oosthavendam. Met den Zuidhavendam is het eerst begonnen. Hij moest de Oostnol (zie Plaat I) verbinden met den kop van den ouden Oosthavendam. De grondslag viel bij L.W. nagenoeg geheel droog en bestond tot op 0.60 M. diepte uit zeeslib, waaronder zand, althans vaste grondlagen. Door het leggen van een grondstuk werd een soliede aanleg van den dam verzekerd. De afmetingen van de grondstukken waren vrij groot $\pm 1300 M^2$. Daar zij slechts voor drukverdeeling en niet voor afdekking dienen, zijn de zinkstukken van slechts twee rijslagen voorzien; de onderste laag tusschen de langswiepen telt drie bossen per vak (van 0.90 M. bij 0.90 M.), de deklaag 4 à 5 bossen. De zinking had plaats bij hoogwater daar er dan een oogenblik stil water was; tusschen H.W. en L.W.

trekt een sterke stroom langs den havenmond, zoodat verankeren bij H.W. en aan den grond laten komen bij vallend water niet mogelijk was. Dat de sterke stroom de stukken ook nog tijdens de zinking uit de raai trok, kwam voor bij het 2^{de} stuk, dat ± 7 M. over den ouden halftijdnam terecht kwam (fig. 18).

De grond tot vorming van den Zuidhavendam werd ontleend aan den op te ruimen Oosthavendam, op die wijze »werk met werk» makende. Daartoe werd een hulpdam gelegd om het spoor van den ouden naar den nieuwen dam te leiden. Daar deze hulpdam het slik zou afsluiten was het noodig daarin een doorlaat te maken met een brug er over. Zoodra de oude havendam tot onder H.W. was afgegraven, kwam de plaats van grondontleening onder water, terwijl ook de stortplaats onder H.W. lag. De uitkomende grond was hoofdzakelijk klei en spier (slibhoudend zand) en maakte dus een onberijdbaar stort. Om hieraan te gemoet te komen werd tusschen de grond van den ouden havendam plaatsand gemengd, dat aangevoerd werd door hoogaarzen van mosselvischers, die tijdelijk zonder werk waren en het zand zelf van de met L.W. in de Schelde blootvallende platen afgroeven. De werkwijze was nu: bij hoogwater de hoogaarzen boven den nieuwen dam lossen, daarna bij L.W. met klei van den ouden dam de kleibekleding voor den steenglooijing maken, deze bekrammen en de vlijlagen leggen. De vordering per getijde was op die wijze werkende zeer langzaam. Daarbij kwamen stormen het werk bederven, want, vóór de dam op halftij was, had het najaar reeds zijn intrede gedaan. Vooral het slaan van de onderste perkoenrij op 0.50 M. boven L.W. had veel oponthoud tengevolge gehad. Men moest daarvoor eene inspanning in het slik maken en dan dadelijk de perkoenpalen slaan, want, werd de geheele sleuf niet dadelijk over de geheele lengte beheid en van een aanzet voor de steenglooijing voorzien, dan was er weer vergeefs werk verricht, daar na elk getijde de sleuven weder tot de hoogte van het slik met slib en zand waren gevuld. Het slaan van de perkoenen ging daarbij ook verre van voorspoedig. Komt een perkoenpaal op een veenlaag, dan slaat men hem met den gewonen hamer (sleg) al gauw stuk. Met een spuit moest dan de veenlaag geperforeerd worden om den weerstand ervan te verminderen.

Maar «de aanhouder wint», langzaam aan groeide toch de dam, en toen hij eenmaal de hoogte van H. W. bereikt had (fig. 19) was het leed, geleden en kon hij snel voltooid worden. Het langzame en

moeilijke werken heeft dit voordeel gehad, dat het grondlichaam degelijk in elkaar zit; de voorgeschreven overhoogte is nog nagenoeg geheel aanwezig.

Tot bescherming van den voet van dezen dam zijn kraagstukken aangebracht. In verband met de aan stroom blootgestelde ligging bij zinking en de mogelijkheid van ondermijning, als de dieptelijnen van 5 M. ÷ L. W. den dam zouden gaan naderen, zijn de wiepen van de tot 4 M. ÷ L. W. (6.25 M. ÷ N.A.P.) reikende stukken voorzien van eene wapening van gegalvaniseerd staaldraad. De stukken kregen in verband met hunne bestemming een eigenaardigen plattegrond, zooals is aangegeven in fig. 20, waarop ook de gewapende wiepen zijn aangeduid. Deze wapening wijkt af van de voorschriften van de §§ 103 en 109 der A. V. De omwikkeling met schroefvormig gewonden staaldraad van 4 m.M. bleek bij de uitvoering niet mogelijk. daar dit staaldraad te stug is. Bovendien is zij ook bedenkelijk. Wordt toch het rijshout der wiepen door paalworm vernietigd, dan komt er ruimte in den staaldraad en zal dus het roosterwerk uitrekken, natuurlijk niet overal gelijk, zoodat er gedeelten in het stuk komen van geringeren weerstand; de tuinen laten dan los, de stortsteen rolt er af en een begin van slooping van het stuk is aanwezig. In plaats van als omwikkeling is daarom de staaldraad als kern aangebracht, waarom heen het rijshout is gelegd, dat verder als bij de gewone wiepen is gebonden. Aan de einden is het staaldraad driemaal stijf om de wiep gebonden met behulp van een knevel.

De verbinding van het onder- en bovenroosterwerk met staaldraad, als in § 109 der A. V. voorgeschreven, gaf ook aanleiding tot bezwaren. Het staaldraad is te stug om onder- en bovenroosterwerk stijf aan elkander te binden. In plaats van gegalvaniseerd staaldraad is toen gegalvaniseerd raamkoord dik 3 m.M. verwerkt, dat zeer goed voldeed.

Als onderlaag in de kraagstukken is riet verwerkt daar dit niet door den paalworm wordt aangetast en eenmaal volgezet met slib een dichte afsluiting van den oever tegen stroomaanval oplevert.

Om te zinken werden de kraagstukken per M². belast met 0.2 S. T. stortsteen van 15 tot 60 K.G.

Een gelijke voorziening, als aan den voet van den kop van den Zuidhavendam is aangebracht, heeft de kop van den Oosthavendam

verkregen; dáár echter niet met het doel om uitschuring en ondermijning te voorkomen, doch om steun te geven tegen het uitpuilen van het onderzeesche beloop, zoodra de bovenlast werd opgebracht. Uit eene verzakking in den Oosthavendam op 10 Juli 1913 (zie fig. 21) bleek hoe onbetrouwbaar de grondslag van dien dam was. Nog langen tijd nadat deze dam gereed was gekomen, is hij blijven werken, zooals bleek uit langsscheuren in een berm van de oostzijde van den dam. Thans schijnt echter die dam tot rust te zijn gekomen.

b. Fundeering.

Nadat de fundeeringsput ter plaatse van den westelijken schutkolkmuur op diepte was gebracht, werd spoedig met het heien van de palen onder den muur begonnen. Voor heirooster dienden de kespens van dien muur, gekoppeld door erop gespijkerd battinghout. Den 12^{den} October 1912 werd met het heien begonnen. In verband met den onregelmatigen stand der heipalen (in plattegrond is het voorvlak van den schutkolkmuur gebogen) werd de Hollandsche heistelling toegepast. Voorspuiting was toegelaten tot op 1.50 M. van den punt, van welke bevoegdheid is gebruik gemaakt. Men moet dan dadelijk, nadat een gat is gespoten, den paal inheien, daar anders het resultaat van het spuiten verdwenen is door bijvloeiing van zand uit de wanden rond het paalgat. Ten einde te kunnen nagaan of de dieper gelegen grondlagen, tot welke de punt reikt, gelijk van draagvermogen bleven, werd bij elke heistelling de laatste paal van de dagtaak tot de laatste 1.50 M. zakking ingeheid en werd de volgende dagtaak begonnen met inheien van dezen paal zonder voorspuiting. De waargenomen zakkingen gaven alsdan een maat voor den grondslag.

Ook de voorgespotten en dadelijk ingeheide palen werden gekalenderd om contrôle te kunnen houden of niet te diep werd voorgespotten en of de grondslagen niet te plotseling veranderden. Daarvoor gold het volgende «Voorschrift voor de toelaatbaarheid van voorspuiten bij het heien».

Na het voorspuiten mag de zakking in de laatste 30 slagen niet meer bedragen dan voor een paalkop van :

Paallengte	Omtrek van den kop in c.M.	Zakking per 30 slagen	
		Blokgewicht 950 K.G. Max. valh. 3.50 M.	Blokgewicht 740 K.G. Max. valh. 4 M.
12 M.	100	30 c.M.	22 c.M.
	101	31 »	23 »
	102	32 »	24 »
	103	33 »	25 »
	104	34 »	26 »
	105	35 »	27 »
	106	36 »	28 »
	107	37 »	29 »
	108	38 »	30 »
	109	39 »	31 »
	110	40 »	32 »
9 M.		max. valh. 3 M.	max. valh. 3.50 M.
	95	45 c.M.	42 c.M.
	96	46 »	43 »
	97	47 »	44 »
	98	48 »	45 »
	99	49 »	46 »
	100	50 »	47 »

«Bedraagt de zakking méér dan moet bij den volgenden paal minder diep worden voorgespoten. De voorspuiting moet dan dadelijk tot 2 M. minder diepte plaats hebben. Is het resultaat dan gunstig, dan kan de voorspuiting weder tot grootere diepte plaats hebben. Is het ongunstig dan moet op nadere instructies van den ingenieur worden gewacht.»

Die nadere instructies bestonden dan in de lastgeving om plaatselijk langere palen te verwerken. Dat ging vrij eenvoudig, omdat de aangevoerde palen allen te lang waren. De voorgeschreven kopdikte van den paal behoort niet bij de voorgeschreven lengte. De aangevoerde palen waren daarom 15 tot 18 M. lang en werden voor het heien door het afzagen van de punt gekort. Daar zeer vele palen zwaarder dan 1.00 M. in omtrek waren, werden zij gesorteerd en de dikste paalkoppen van 110 c.M. en meer in omtrek op de plaatsen van den grootsten druk gezet (dus bij de schutkolkmuuren en de vleugelmuuren onder de sloof), daarachter volgden de palen van 110 tot 105,

vervolgens die van 105 tot 100, terwijl in de daaropvolgende rij werd toegelaten, dat de palen iets onder 100 c.M. in omtrek maten.

Alle draagpalen zijn bovenlandsche dennen, in groote vloten aangevoerd van het Schwarzwald. De palen, waaraan trekpenen moesten worden bevestigd, zijn inlandsche grofbasten dennen, welke veel taaier zijn dan de bovenlandsche, wat van veel belang is voor het maken der trekpenen.

Het water, waarmede gespoten moest worden, werd opgezameld in diepe deelen van den fundeeringsput en naar gelang de bemaling vorderde uit den put door goten en greppels aangevoerd. Ter plaatse van het heiwerk in de nabijheid der bronnenleidingen was de grondslag droog, daar het spuitwater in den grond verdween naar de bronnen van de bemaling (zie fig. 22). Op grooteren afstand van de bronnenleiding en waar geheid werd vóór die leiding geheel in bedrijf was, was dit niet het geval en de bodem zeer week. Hier deed zich het nadeel van het gebruik der groenharten kessen als heirooster kennen: de kessen zakten weg in de weeke klei en moesten herhaalde malen worden uitgegraven.

Het maximum aantal heimachines is zes geweest, het maximum aantal palen geslagen per dag en per stelling bedroeg 20 stuks, terwijl 12 stuks als dagtaak gold. Voor elken paal boven die dagtaak kreeg de betrokken heiploeg een premie; dit systeem werkte het krachtig doorwerken zeer in de hand. Moeilijkheden met de opzichthebbenden deden zich dientengevolge niet voor, daar wederkeerig de billijkheid werd betracht.

Na het palenheien werden de damwanden geslagen; deze mochten geheel voorgespoten worden, daar dan alleen een zuiver sluitende damwand is te krijgen. Waar de damwanden zijn opgesloten tusschen twee kessen, werd eerst één kesp gelegd en bevestigd op de palen en daarna de damwand geheid. De tweede kesp werd eerst gelegd nadat de damwand geheel was geslagen. Het is verkeerd de tweede kesp vóór het heien van den damwand te leggen, omdat men dan bezwaren ondervindt bij het weder trekken van den damwand, als blijkt, dat deze begint te verloop en d. w. z. dat de naden in den damwand niet meer te lood staan. Dat verloop van den damwand is een moeilijke zaak, voor welke niet altijd een oplossing te vinden is. Zeer veel hangt dit van den heibaas af. Bij damwandheien blijkt eerst recht, dat het beroep van heibaas ook tot «skilled labour» mag gerekend worden. Is een-

maal een damwand verlopen, dan wordt door den naad in den wand telkens wat op te spieën getracht den volgenden naad minder helling te geven. Het is waar, dat dit opspieën niet hinderlijk behoef te zijn, als het per keer maar eenige millimeters bedraagt, maar de ervaring te Hansweert leerde, dat de heibaas wien eenmaal opspieën was toegestaan er nimmer in slaagde den damwand weer recht te krijgen, doch hoogstens de eenmaal toegelaten helling behield.

Een bijzonderheid van de heiers te Hansweert zij nog medege-deeld: alle heibazen (er zijn er \pm 14 aan het werk geweest over de verschillende jaren verdeeld) stellen er prijs op om de groef en niet de messing vóór te heien. Aanvankelijk werd andersom begonnen, maar weldra kwamen dan de klachten, als er aanmerkingen op het verlopen werden gemaakt, dat dit was toe te schrijven aan het vóór-heien van den messing. Na toestemming om met de groef vóór te heien, ging het dan werkelijk beter.

Was een damwand geslagen, dan werd hij met gegalvaniseerde hakkelbouten en een paar draadnagels tegen de kesp gedreven en kon daarna de tweede kesp worden gelegd.

Zoodra een vak heiwerk gereed was, werd dadelijk met het kespen-leggen begonnen. Door de sterke bronnenbemaling was het echter moeilijk een vasten waterstand in dat vak te krijgen om de borsten der palen te kunnen afschrijven (zie fig. 23). Er moest daarom voortdurend water bij gepompt worden, hetgeen met een diaphragma-pompje plaats had.

De gaten in de kespen werden hetzij uit de hand (met een z.g.n. Amerikaansche boormachine), hetzij machinaal en wel pneumatisch, geboord (zie fig. 24). Het electriche centraalstation gesticht voor de bemaling van den fundeeringsput had voldoende energie over om ook nog werktuigen te kunnen drijven, o.m. een electriche transportabele luchtcompressor (zie fig. 25). Met de pneumatische boor kon in 20 seconden een gat van 30 m.M. in diameter 12 c.M. diep worden geboord. Een boorder kon voldoende snel werken om 4 fundeering-werkers voor te blijven.

Aan het werken in het groenharthout zijn de werklieden spoedig gewend; het komt vooral erop aan, dat het hout niet scheuren kan; daarom worden om de koppen der balken bandjes van gegalvaniseerd bandijzer gelegd. Zij zijn bijv. te zien in fig. 26.

Zooals reeds eerder werd medegedeeld, zijn de kespen in den dag der sluizen van dennenhout. Werklieden, die beide houtsoorten achter-eenvolgens bewerkten, verklaarden, nadat zij routine in de bewerking van groenharthout hadden gekregen, dat zij liever in dit dan in dennenhout gaten maakten.

Het maken van de 5-wiggen-verbinding is een zaak van groote zorg. Kwasten in den paalkop verhinderen soms het indringen van de wiggen of doen deze barsten. Het bleek niet mogelijk om eerst de groote (eind) wiggen geheel in te drijven en daarna de midden-wiggen. De weerstand, welke deze dan ondervonden, was dan al zoo groot, dat zij met de handhei stukgeslagen zouden worden. De volgorde van inslaan was daarom de volgende (vooraf zijn vijf zaagsneden in de pen aangebracht): eerst wiggen 1 en 5; nadat deze zoover (met een sleg) zijn ingeslagen tot hun bovenkant gelijk komt met wiggen 2 en 4, die ook reeds geplaatst zijn, worden 1, 2, 4 en 5 gelijkmatig met een handhei ingedreven (zie fig. 27) tot de hoogte van wig 3 is bereikt. Dan wordt deze met een ijzeren hamer geplaatst en vervolgens alle vijf verder met de handhei ingedreven. Meestal werden 3 tot 5 pennen tegelijkertijd onderhanden genomen (zie fig. 28).

Het gebeurt nu vaak, dat de wiggen niet precies te lood geraakt worden. Het gevolg is, dat zij naar links of rechts van de as van de kesp uitwijken. Een tik op den anderen kant van de wig doet haar dan wel eens weer in den rechten stand terugkeeren, maar dat is dan een gelukje. Is de wig scheef geloopt dadelijk na het inslaan, dan doet men het beste met haar weer eruit te nemen en door een nieuwe te vervangen; maar is de wig er al een heel eind ingeslagen, dan moet men haar laten zitten. Nu was de fundeeringsput ter plaatse van den dag der sluishoofden kurk droog. De kespen, welke dagen lang in de zon lagen, waren ook door en door droog. Kleine droogscheurtjes vertoonden zich meestal, uitlopende in de richting van de zijkanen van het kespgat. Door het scheefloopen der wiggen werden dan die scheuren vergroot: de kesp wordt inwendig vernietigd en juist op de plaats, waar zij den meesten weerstand moet bieden. De zijdelingsche druk van de pennen op de zijvlakken van het kespgat wordt ook veroorzaakt door het uitzetten van de pen in de dwarsrichting als gevolg van de samendrukking in de richting van de kesp. Gedeeltelijk wordt hieraan tegemoet gekomen door de wiggen iets dunner te maken

dan het pengat n.l. 98 m. M., terwijl het gat 100 m. M. is. De scheuren tijdens het inslaan van de wiggen opgemerkt, waren op zichzelf nog niet zóó bedenkelijk, maar later als de vloer gelegd werd, moest de kesp nog sterker mishandeld worden door houtdraadbouten, treknagels en spijkers, bij damwanden ook nog door hakkelbouten. Wat er nu onder den vloer gebeurt, ziet men niet. Wel heb ik van ervaren opzichters vernomen, dat men bij vroegere sluisconstructies bij het indraaien van houtschroefbouten tot bevestiging der zwalpen en van de treknagels tot bevestiging van deze zwalpen en van de vloerplaten gekraak hoorde (men spreekt dan van het «praten» van de kesp) maar feiten, dat kespen door al die bemerkingen gescheurd en daardoor de vloer later opgekomen is, zijn mij niet bekend. Het ligt echter voor de hand, dat men bij de overweging van het een en ander er toe komt het zekere voor het onzekere te kiezen en daarom zijn ter weerszijden van de pen gegalvaniseerd ijzeren bouten aangebracht, zooals fig. 10 aangeeft. Proeven hebben verder aangetoond, dat deze bouten ook medewerken tot verhooging van het weerstandsvermogen van de penverbinding.

Door het gebruik van verschillende dikke kespen kwamen de paalborsten onder de sluishoofden verschillend van hoogte te liggen. Hier komt het vooral aan op de oplettendheid der dienstdoende opzichters. Slechts 3 borsten zijn te laag afgezaagd en wel op den overgang van de sluishoofdmuren naar den dag der sluisen. Het verschil in borsthoogte bedraagt daar 7 c.M. d. i. de vloerdikte. Op de borst is dus een vloerplank als vulling gelegd.

Nadat de kespen met veel zorg alle aan de palen waren bevestigd, kon met de aanvulling tusschen de kespen begonnen worden. Eerst werd de bodem tusschen de kespen zorgvuldig van spanen en andere ongerechtigheden gezuiverd. Voor aanvullingsgrond werd niet geheel zuivere klei gebruikt, doch klei gemengd met zand. Dit materiaal kon goed vast aangestampt worden; zuivere klei werd door stampen tot pap en dan liep deze pap op de kespen, zoodat de vloerplanken niet vlak op de kespen konden drukken.

Het leggen van den vloer verliep vrij snel. Van te voren was het de moeilijkheid geweest op te lossen, hoe de aanwezige plankenvoorraad moest worden verwerkt. De planken zijn immers afval van de kespen, dus verschillend in lengte en breedte. Door verschillende plankschikkingen te maken, is het overschot tot een minimum beperkt.

Opgemerkt zij, dat bij deze schikkingen ook nog was te letten op het verspringen der stuiknaden.

De planken werden in den dag der sluis bevestigd met 2 draadnagels en 3 eiken treknagels. Beide moesten worden voorgeboord. Voor de treknagels geschiedde dit na eenige oefening pneumatisch met een boor, welke een gat maakte dat van onder cilindrisch en van boven conisch was. De treknagels werden met een handheij ingeslagen. Nabij de muren, waar de groenhartkespen een eindje in den dag der sluishoofden steken, konden de treknagels niet dienen, maar zijn tirefonds verwerkt. Voorgescreven waren draadnagels van 15 c.M. Beter was geweest draadnagels van 20 c.M. te gebruiken, daar deze meer aan trekken.

Zoodra een gedeelte van den vloer klaar was, kon het breeuwen beginnen, waartoe scheepsbreeuwers van de Maatschappij «De Schelde» te Vlissingen in dienst werden genomen.

De houtdraadbouten tot bevestiging der zwalplaten aan de kespen werden ingedraaid door een gasbuis over den horizontalen arm te schuiven en hierop een kracht uit te oefenen. Nabij de muren moesten zij ingedraaid worden vóór met het metselen een aanvang gemaakt werd. De overige houtdraadbouten zijn eerst veel later toen de zwalplaten zouden worden gemaakt, ingedraaid.

Voor met de opmetseling begonnen werd, dienden ook de op blz. 27 bedoelde hoekijzers te worden bevestigd. Zij werden met kleine houtdraadbouten met vierkante koppen vastgezet. Tusschen hoekijzers en vloer werd ongeteerd mospapier aangebracht.

Nog zij hier medegedeeld, dat bij het fundeeringswerk van de schutkolk muren gepoogd is bij electricch booglicht de palen en kespen te bewerken (Januari 1913). Die poging heeft slechts twee avonden geduurd. De voorzorgen van de Directie om zuiver werk te vorderen, waren den fundeeringswerkers te hinderlijk om bij kunstlicht door te werken. Alleen het spijkeren van den 4 c.M.-vloer heeft bij kunstlicht over een gedeelte plaats gehad.

c. Opgaand werk van de schutsluis.

Terwijl in de sluishoofden nog het fundeeringswerk werd voortgezet, was met het metselwerk van de schutkolk muren een begin gemaakt.

Op 9 April 1913 werd de eerste steen gelegd en van dien datum

af kon men dagelijks de vorderingen zien. De schutkolkmuren staan geheel op zich zelf. Zij konden dus een groot deel worden opgetrokken, vóór met de sluishoofden een aanvang zou worden gemaakt (zie fig. 29).

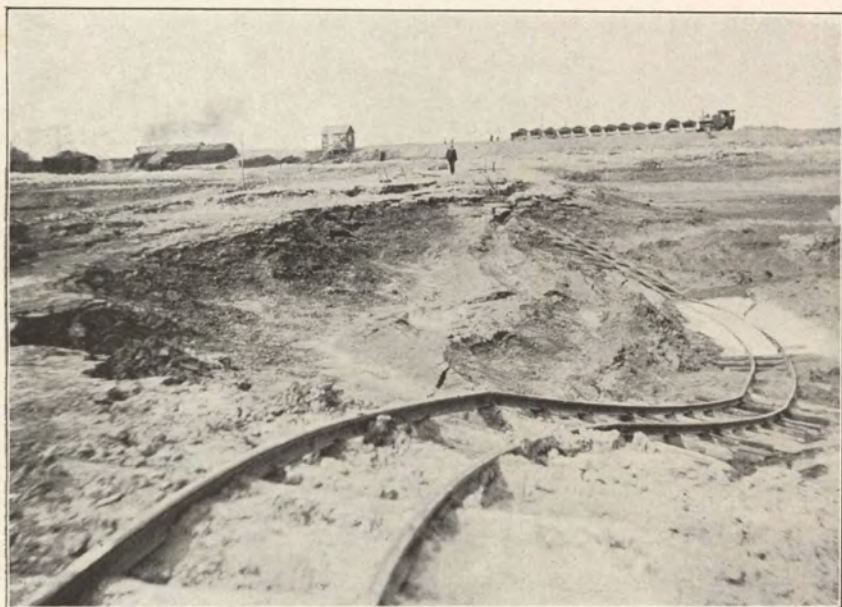
Het metselwerk werd vol en zat in de zeer rulle specie gelegd en dan denzelfden dag in den mortel, waarin gemetseld werd, opgevoegd. Aan den Z. W.-hoek van het kunstwerk was de centrale mortelbereiding opgesteld: 2 betonmolens, systeem Ransome en twee mortelmolens, waarvoor houten vloeren lagen, waarop de mortels eerst uit de hand werden gemengd. De molens werden door riemen gedreven vanaf eene werkas, die weer met een riem gedreven werd door een 30 P. K. draaistroommotor.

Het water voor de mortelbereiding, zoowel als voor het natmaken der metselsteen, werd geleverd door de Zuid-Bevelandsche Waterleiding Maatschappij. Het kostte f 0.30 per M³.

De mortel en beton werd over een veldspoor rondom den geheelen bouw gevoerd, waartoe over het buitenhoofd ter plaatse van de deurkas en aan de noordzijde over het deurendok een brug van paaljukken was gebouwd, waarop dubbel spoor lag. Vanaf deze sporen werden de mortels vervoerd in daartoe speciaal ingerichte bakken, door kleine electriche (draaistroom) kranen opgepakt en eenige meters dieper in het werk geplaatst. Deze kranen konden zich in de lengterichting van den put verplaatsen over een kraanspoor, dat op ± 4 M. \div N. A. P. was gelegen. In het gebruik vielen zij niet mede. De tijd, noodig voor het draaien, was te groot. Een steiger boven het werk met goed ingerichte stortgoten voldeed beter.

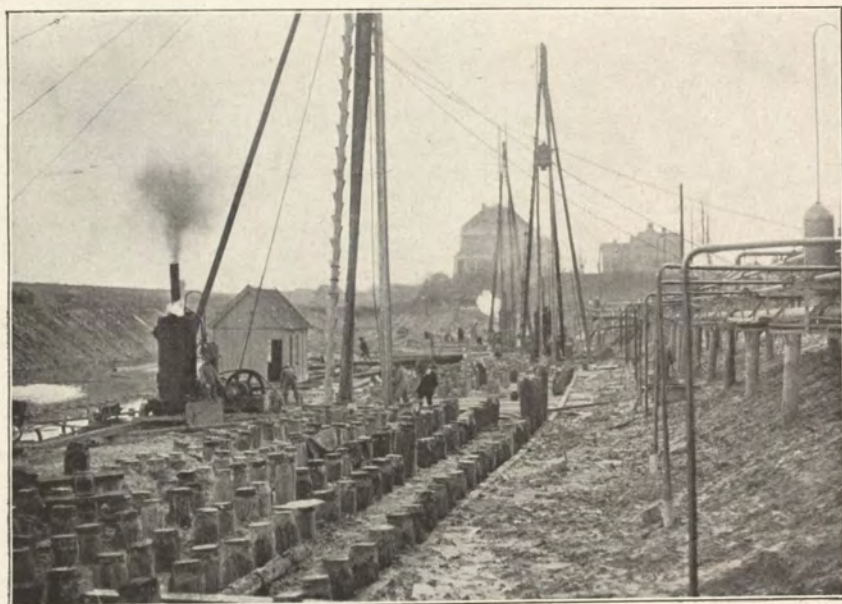
De beton achter het metselwerk is aanvankelijk vrij droog verwerkt. Dan komt het bijzonder op het stampen aan; dit geschiedde eerst uit de hand, doch later, toen niet meer pneumatisch behoefde te worden geboord, werd pneumatisch gestampt, met vermoedelijk beter resultaat, daar dan de samendrukking onafhankelijk is van de activiteit der werklieden. Nadat de onderste bekistingen waren weggenomen, toonden grindnesten hier en daar aan, dat de bewerking toch wel wat te wenschen overliet. De beton is toen verder wat natter dan «de consistentie van vochtige tuinaarde» verwerkt met vermoedelijk beter resultaat; de beton zag er na ontmanteling gelijkmatiger uit en bleek, toen later kanalen voor de electriche kabels hier en daar moesten worden gehakt, behoorlijk homogeen te zijn.

Fig. 21.



Verzakking Oosthavendam.

Fig. 22.



Heiwerk van den westelijken schutkolkmuur.

Fig. 23.



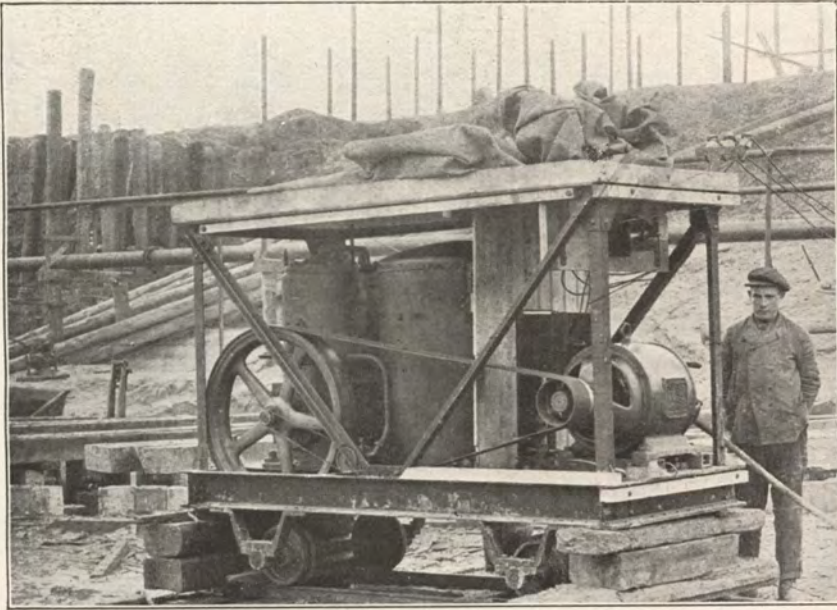
Pennen aan de palen hakken.

Fig. 24.



Machinaal gaten boren.

Fig. 25.



Transportable luchtcompressor.

Fig. 26.



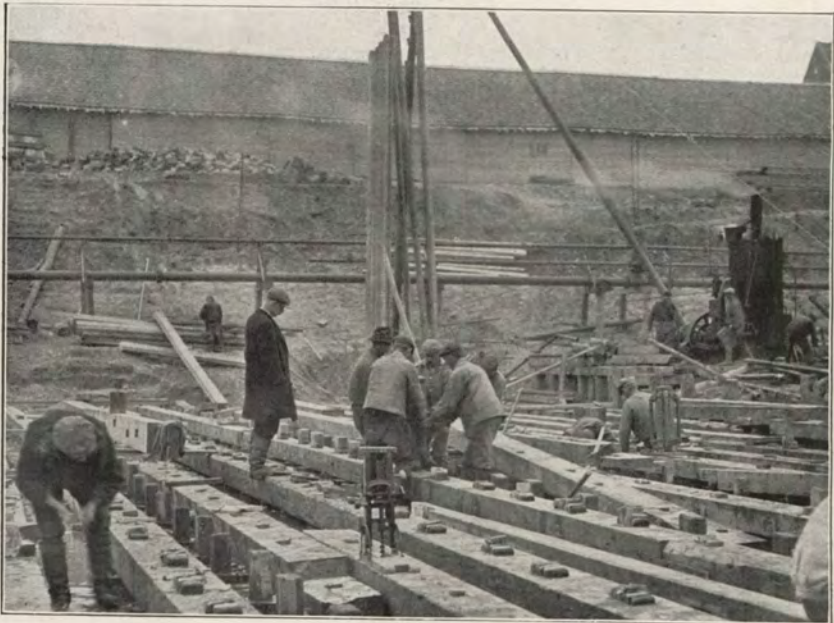
Voorkant fundeering schutkolkmuur.

Fig. 27.



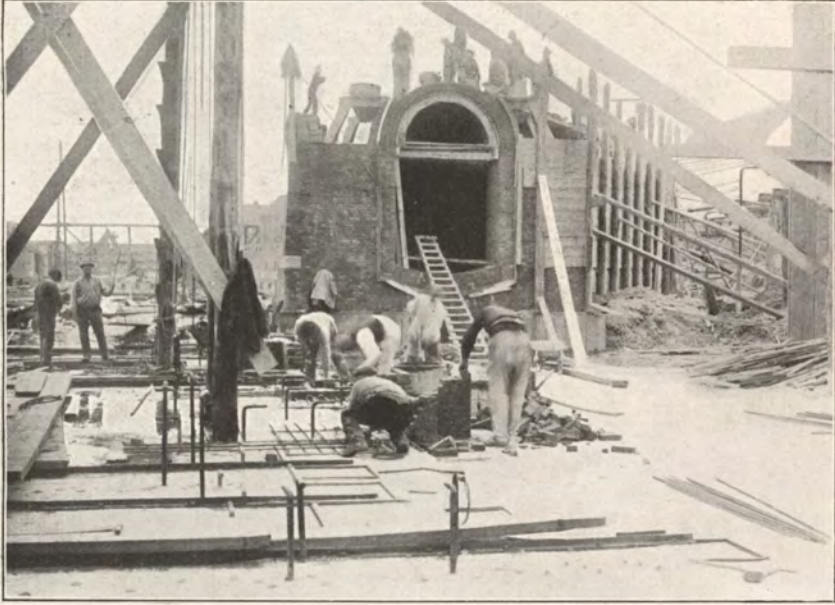
Inslaan van de wiggen in den dag der sluis.

Fig. 28.



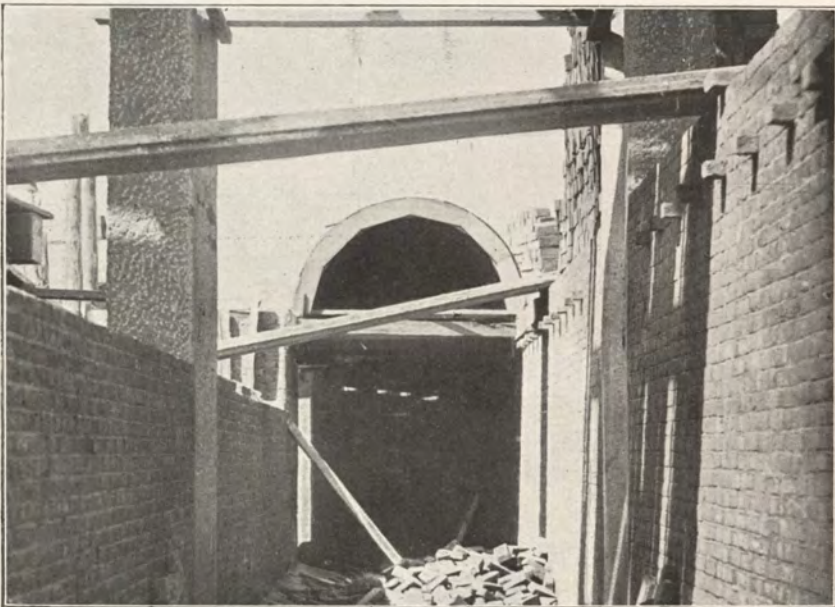
Inslaan van de wiggen in den dag der sluis.

Fig. 29.



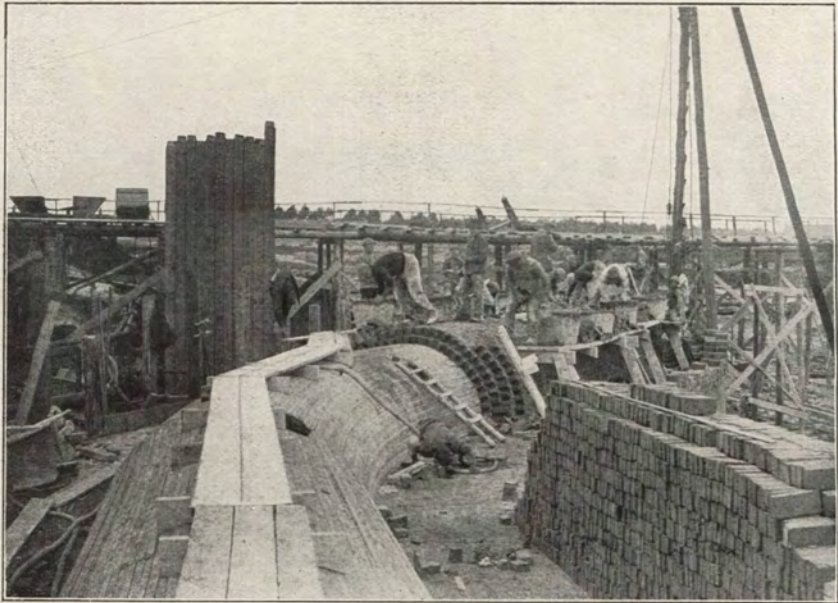
Opmetseling westelijke schutkolkmuur.

Fig. 30.



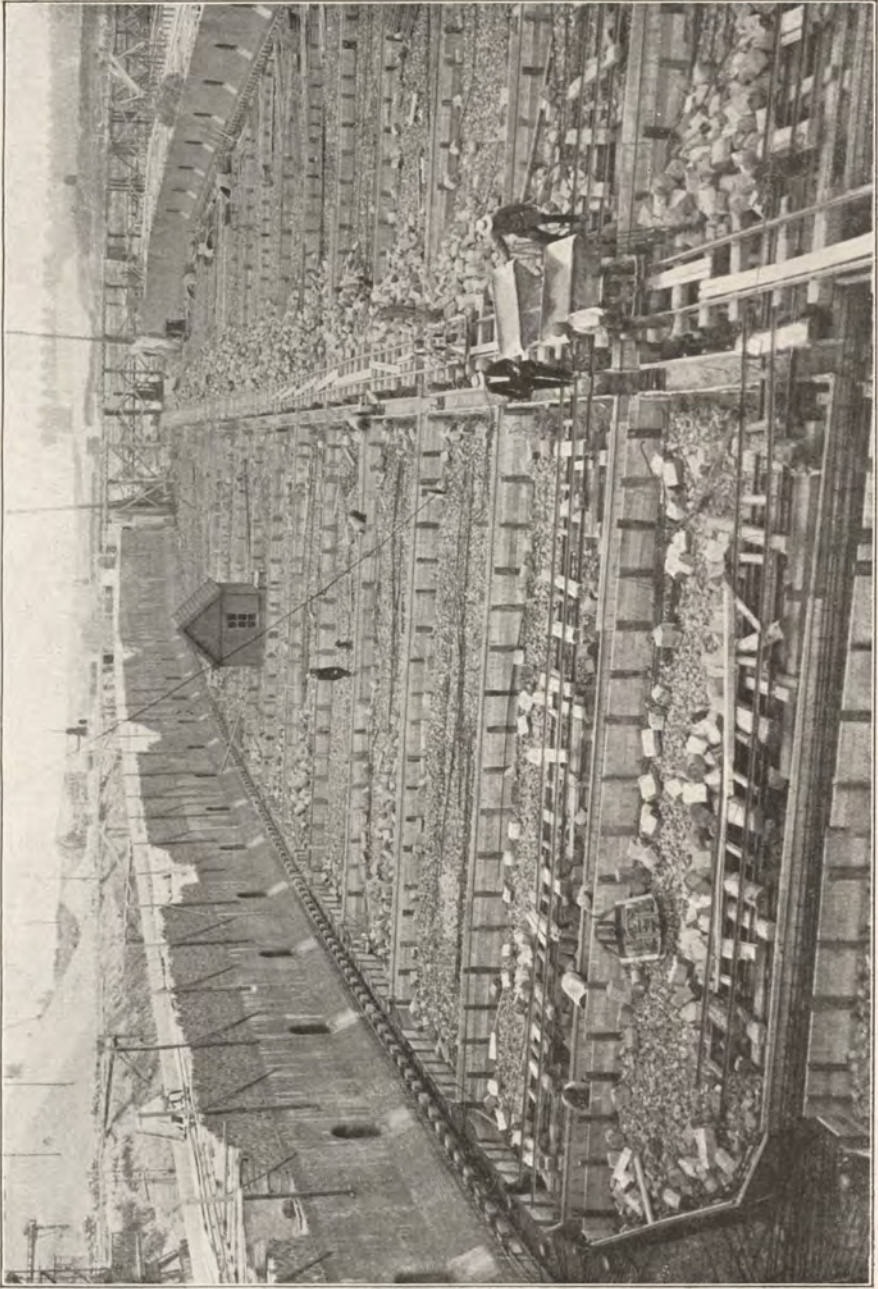
Ondersteuning van de formeelen in de riolen.

Fig. 31.



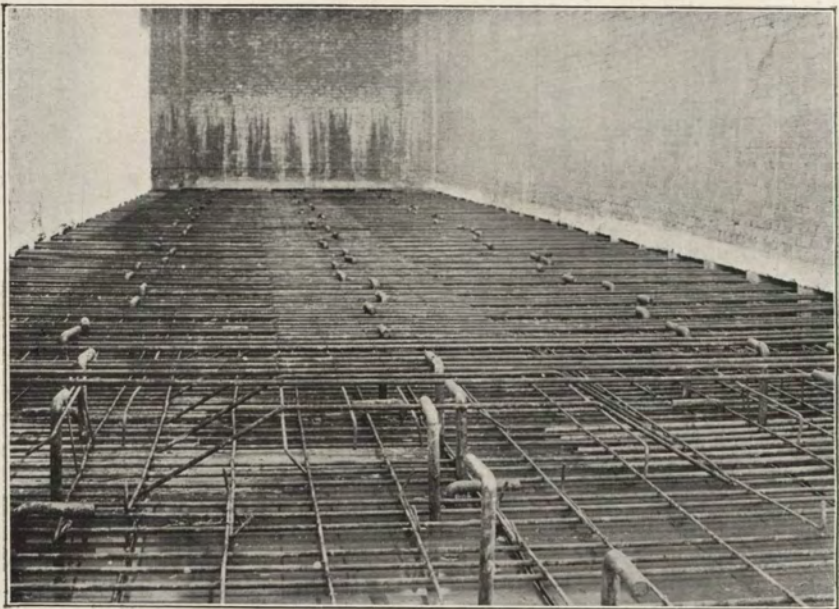
Metselen der rollagen van het hoofdriool.

Fig. 32.



Wapening van de stempelbalken tusschen de schutkolkmuuren.

Fig. 33.



Wapening van de zwalplaat ter plaatse van de deurkas.

De riolen zijn afgedekt met vier op elkander volgende halfsteensrollagen. Voor het formeel is eene zeer eenvoudige ondersteuning uitgevoerd, door nl. om de 6 koppen een kop te laten uitsteken (zie fig. 30), waarop een langsligger werd gelegd, welke door stempels tegen het opgaand muurwerk werd gedrukt, zoodat dus, behalve op de uitstekende koppen, de last werd opgenomen door de wrijving langs den muur. Voor het formeel werden schenkels om de 50 c.M. opgesteld en op de schenkels tengels gelegd. Telkens werd 10 M. onder handen genomen en dan dadelijk achter elkaar de vier rollagen erop aangebracht (zie fig. 31).

Het metselen van het daarop volgend basaltmetselwerk had over de hand plaats; in de sterke bochten gericht door op verschillende hoogten geplaatste mallen. Dit metselwerk werd ook dadelijk opgevoegd.

Het plaatsen van de zware granietblokken der slagstijlen bepaalde eenigermate de snelheid, waarmede de sluishoofden konden worden opgebouwd. Daartoe werden de blokken vanaf den loswal tot op den fundeeringsvloer gebracht op lorries, langs draagbaar spoor. In elk sluishoofd stonden 2 bokken (tweepooten) opgesteld, waarin een takel (2 en 3 schijf) van herculestouw, waarvan de halende part naar de poulie van een heimachine liep. Een zware steentang stelde in staat de blokken van ± 4.5 ton zonder beschadiging te verplaatsen. Een ploeg van 8 man verwerkte op die wijze gemiddeld 2 van die blokken per dag. De blokken werden gesteld op houten wiggen en dan met de sabel zorgvuldig onderstopt. Toen eens getwijfeld werd of deze voegvulling goed vol was, is een blok opgenomen waarna bleek, dat de vulling niets te wenschen overliet. Alleen bleek de mortel eenigermate poreus te zijn, te verklaren uit de pompende beweging, waarmede veel lucht ingepompt wordt.

Tusschen sluishoofd en schutkolkmuur is een afdichting met een loodslab aangebracht, welke een beweging der muren van ± 8 c.M. toelaat. Tot dusverre is zetting nog steeds uitgebleven.

Ten einde formeelhout te sparen, zijn de sparingen voor de zwalplaat onder de opgaande muren gemetseld van steensmuurtjes. Op deze muurtjes zijn gewapend-beton-plaatjes gelegd, waarboven het metselwerk doorgaat. Ter plaatse der slagstijlen zijn geen sparingen gemaakt, maar steken staafijzers uit.

De uitvoering van de stempeling tusschen de schutkolkmuren verliep zeer regelmatig en geeft geen aanleiding tot opmerkingen. Fig. 32 geeft een beeld van wapening en bekisting.

Tot ongeveer N.A.P. verliep de opbouw volgens het opgemaakte programma. Daarna kwam stagnatie door vertraagden aanvoer van graniet. Men hoort over de arbeidstoestanden in Noorwegen eigenaardige verhalen. Stakingen in de granietgroeven schijnen daar wel dagelijksch werk te zijn. Althans toen de aanvoer eenmaal minder geregeld ging, is hij nooit meer regelmatig geweest, terwijl ook de kwaliteit der bewerking er niet op vooruit is gegaan.

Iets vroeger dan het voornemen was, is daarom overgegaan tot het maken der beton-zwalpplaten.

Uit bouten, welke op 4 plaatsen in de schutkolkmuren geplaatst waren en welke op regelmatige tijden werden gewaterpast, was gebleken, dat het muurwerk tot zoover nog geene zetting vertoonde. Vermoed werd daarom — en later bleek terecht — dat deze zetting geheel zou uitblijven, zoodat het er niet toe deed, of de volle aangenomen hoogte der muren (1 M. + N.A.P.) was bereikt, alvorens met de zwalpplaten werd begonnen.

Het stellen der wapening is eene vrij eenvoudige zaak. De figuren 33 en 34 geven een beeld er van.

Besloten werd, om stortnaden in de plaat te vermijden, deze zonder onderbreking te maken, hetgeen dan ook geschied is, nadat eerst de aanvoer van materiaal naar de betonmolens en de afvoer van beton naar de stortplaats goed geregeld was. De beton werd van de molens vervoerd over een draagbaar spoor tot boven de deurkas en vandaar in twee stortgoten in bakken gestort. In deze bakken werd de specie weer omgezet en dan naar de plaats van storting gekruid. In verband met de dichte wapening was de specie dun vloeibaar. Door met latten te roeren werd gezorgd, dat zij overal doordrong.

Op gelijke wijze is bij het binnenhoofd en het deurendok gehandeld.

Zoals uit plaat VI te zien is grijpt een deel van de wapening van de zwalpplaat in een sponning van de slagdorrels. Daar is plaatselijk de betonstorting niet uitgevoerd. Zij is eerst aangevuld, toen die dorrels werden gesteld.

Bij het storten van de zwalplaat in het buitenhoofd is nog een ongelukje voorgekomen, welke op een onvolkomenheid in de constructie wees. Er was immers veel zorg besteed aan het dichtbreeuwen van den vloer om tijdens het storten van de beton geen grondwater tegen de beton te krijgen. Nu brak, nadat de zwalplaat in de deurkas gestort was, door zetting in het grondtalud ten zuidoosten van het sluis-hoofd een bochtstuk van de bronnenleiding, juist terwijl geschapt werd. Er verliepen toen eenige minuten alvorens de afsluiter in de ring-leiding van de bronnenbemaling, welke aanwezig was ten westen van dit bochtstuk, gesloten was. Het vacuum viel dadelijk weg en de grondwaterspiegel rees. Toen bleek, dat ter plaatse van sommige hout-draadbouten water omhoog kwam, dat er zeer onbetrouwbaar uitzag. \pm 20 minuten na het sluiten van den afsluiter werkten de bronnen weer normaal en door spuiten met de waterleiding werd het opgekomen grondwater weggedreven en door sterke verdunning onschadelijk gemaakt. Om dit bij navolging van de hoofdgedachte van de constructie tegen te gaan, zou het wenschelijk zijn de draadbouten een borst te geven, welke als de bout geheel ingedraaid is, op den vloer drukt. Tusschen vloer en borst zou dan een draadje werk of geklopte menie gelegd kunnen worden.

Gedurende twee dagen na de storting van deze en de volgende zwalplaten is verder geregeld een wacht bij de afsluiters gebleven, om deze dadelijk dicht te zetten, als er onverhoopt weer een ongelukje voorkwam, terwijl des nachts steeds een opzichter op het werk bleef, om toezicht op de uitvoering van dezen maatregel te houden. Deze hield dan om het halfuur aantekening van het vacuum in den grooten vacuumketel van de bemaling, zoodat het later mogelijk was te zien, of de bemaling goed was blijven werken. Ongelukken zijn bij de andere zwalplaten niet voorgekomen.

Al het betonwerk is gemaakt door uit de polderjongens en sjouwers gerecriteerde personen, die zich ten slotte het vak van ijzer-buiger en vlechter grondig hebben eigen gemaakt.

Nadat de granieten stijlen en dorpels geheel waren gesteld, is begonnen met hun afwerking. Alle aanslagen waren twee centimeter te rijk geleverd. Deze aanslagen werden zuiver onder de rij afgewerkt en voor zooveel de deuraanslagen betreft vervolgens pneumatisch ge-

schuurd. Het opzuiveren der stijlen werd aanvankelijk uitgevoerd door een Noor, die spoedig werd bijgestaan door een Bredaschen steenhouwer. De Noor is niet lang op het werk gebleven. Hij sprak geen andere dan zijn moedertaal en kreeg heimwee. Met een boekje «Noorsch in dertig dagen» slaagden wij wel erin, af en toe met hem te spreken en vernamen een en ander over de graniet-groeven, welke mededeelingen werden verduidelijkt door een der aannemers, die de granietgroeven heeft bezocht. Deze moeten nog zeer primitief bewerkt worden. Er wordt alleen op stukwerk gearbeid. Elke steenhouwer neemt een stuk aan; een slagstijl, een haalsteen enz. en zoekt een plaats uit, waar hij dat blok het gemakkelijkst kan loskrijgen. Heeft hij op die wijze wat werk afgeleverd, dan gaat de steenhouwer weer een poosje visschen. De arbeiders werken zodoende maar 2 à 3 dagen per week in de steengroeven. De grootste moeite is dan de zware stukken naar de verscheepplaats te brengen, daar de arbeiders naar hun eigen zin de plaats van bewerking kiezen. Een en ander verklaart den onregelmatigen aanvoer.

Onze Bredasche steenhouwer bleek inmiddels de kunst goed afgekeken te hebben. Toen de Noor na 3 weken zijn vaderland weer ging opzoeken, was de Hollander reeds geheel vertrouwd met het werk en kon men rekenen, dat hij gemiddeld 1 M. stijl over 0.30 M. breedte per dag gereed maakte. Hij heeft het echter nimmer in het gebruik van zijn gereedschap zoover gebracht als de Noor. Zijn beitels moesten gemiddeld 3 maal zooveel keeren worden «uitgehaald» (gepunt en gehard). In totaal is 300 M. slagkant op deze wijze opgezuiverd.

Nadat de railbaanblokken waren opgezuiverd, werd de railbaan gesteld. In elk der dookgaten van de railbanen werd een der stalen doken gesteld op de juiste hoogte. Daarna werd de railbaan gelegd en de doken zooveel in hun gaten verschoven tot hun kop op de juiste plaats in het railgat kwam. De railbaan werd dan met stelschroeven 2 c.M. omhoog gesteld en de doken met een lepel gesmolten zwavel en zand aangegoten tot ± 2.5 c.M. van den onderkant, zoodat zij onwrikbaar vast stonden. De railbaan werd verwijderd en de rest van het dookgat ± 7 c.M. met een specie van 1 cement, $\frac{1}{2}$ tras en 2 zand volgezet. De bovenkant der railbaanblokken werd vervolgens schoongemaakt en de rail nauwkeurig gesteld. Aanvankelijk was het de bedoeling een reep bladlood onder de rails te leggen. Daarvan is afgezien omdat dit niet toeliet de rails zuiver en toch dragend te stellen. Besloten is toen

de rails te ondergieten met z.g.n. hard lood, bestaande uit 94% lood en 6% antimonium. Dit alliage heeft een grootere vastheid en is dunner vloeibaar dan zuiver lood. Die ondergieting is voorgesteld in fig. 35.

Toen de beide railbanen van de buitendeurkas ondergoten waren, werd water in die deurkas gepompt om op het water te controleeren, of de banen zuiver waterpas lagen. Dat bleek niet het geval en werd toegeschreven aan stoomvorming bij het ondergieten, welke kleine explosies ten gevolge had en vermoedelijk plaatselijk de rails wat deed rijzen. Besloten werd de rails weder op te nemen en opnieuw te ondergieten. Toen bleek echter tevens, waarvoor reeds gevreesd werd, dat het lood zeer onregelmatig onder de banen lag. Het was zeer vochtig weer tijdens de ondergieting; vermoedelijk koelde het lood door de koude en natte steenen te snel af; het resultaat was dat vrij groote stukken niet ondersteund waren. Na nog een paar pogingen om een beter resultaat te verkrijgen, welke evenmin goed slaagden, is van de ondergieting met lood afgezien en zijn de banen, na 13 m.M. vrij van de granieten blokken te zijn gesteld, met mortel onderstept, van de samenstelling als bij de doken vermeld.

Een week later zijn vervolgens de railbanen op de stuiknaden met een pneumatisch gedreven amarilslijpsteen bijgeslepen, zoodat de rollen op de stuiken niet kunnen stooten.

In den opbouw van de sluis is stilstand ingetreden, toen de bouw zoover gevorderd was, dat de motorkamers van de bewegingswerktuigen in de sluisuren moesten worden gespaard of erop moesten worden gebouwd. De afmetingen dier kamers waren niet bekend. De sluis heeft daardoor vanaf Juli 1914 onafgewerkt gelegen en is eerst in Juli 1915 voltooid.

d. Deuren en schuiven.

De beide roldeuren, de deur voor het deurendok en de toldeuren en schuiven zijn in één bestek vereenigd. De bouw er van werd opgedragen aan de firma VAN EGMOND & C^o. te Zoeterwoude (bij Leiden).

Daar de werkplaatsen van deze firma niet gelegen zijn aan een grootscheepsvaarwater zijn de deuren aan haar fabriek niet in elkander gebouwd, maar zijn daar alleen de materialen bewerkt en in elkaar gepast.

Vervolgens zijn de deuren te Schiedam op een terrein aan de Nieuwe Maas gemonteerd (fig. 36 en 37).

De klinking geschiedde pneumatisch evenals het afkoken.

De tewaterlating was een vraagstuk, dat eenige bezwaren met zich bracht. Dank zij de groote bokken, welke men tegenwoordig huren kan, werd het vraagstuk vrij gemakkelijk opgelost. De groote drijvende bok van de N.V. Scheepsslooperij «Holland»-te Hendrik Ido Ambacht bracht de beide gevaarten (wegende 156 en 140 ton) in een enkel oogenblik te water (fig. 38). Het haventje, waarin de deuren te water gelaten werden, was te ondiep om de deuren in geballasten toestand te kunnen laten drijven. Zij waren dus ongeballast en daardoor niet voldoende stabiel voor een vervoer over de Zeeuwsche Stroomen. Om daaraan tegemoet te komen werden de deuren aan elkaar gekoppeld, waardoor zij te zamen een voldoende stabiel vaartuig vormden. Op stroom werd dit samenstel door twee sleepbooten getrokken (fig. 39). De overtocht van Schiedam naar Wemeldinge vorderde 3 dagen. Bij het binnenvaren van de sluis aldaar lag een boot vóór en een achter de deuren gereed (fig. 40), de eerste om te trekken, de laatste om te sturen. Zoo is ook de reis van Wemeldinge naar Hansweert volbracht, welke ± 8 uur vorderde, d. w. z. een gemiddelde vaartsnelheid van 1 K.M. per uur.

Te Hansweert werden beide deuren in het dok gevaren. Zij hadden toen ± 4.50 M. diepgang en moesten dus 1.60 M. zakken en van elkander worden gedreven. Het werkplan was de deuren nu eerst te ballasten, zooals een zwaartepuntberekening had aangewezen, en dan de deuren los te maken. Daarvoor moesten dan de voor de hoogte van den onderregel bestemde gietijzeren ballastblokjes voorloopig op den bodem der luchtkisten gelegd worden. De monteur, die een en ander moest uitvoeren, vond dat wel wat omslachtig en meende, dat elk der deuren ook wel stabiel zou zijn, althans rechtop te houden was met een paar tuien. Terwijl de betrokken opzichter naar een ander werk was gaan zien, sloeg hij de verbindingsbouten uit de deuren met het resultaat, dat door fig. 41 verduidelijkt wordt. Het ongeluk lijkt echter erger dan het is. Door den ballast alsnog op de luchtkist te leggen werden de deuren opgericht en konden zij elk op haar zate worden gezet (fig. 42).

In het dok zijn de deuren vervolgens bijna een half jaar gebleven, omdat bij de beproeving bleek, dat de luchtkisten niet voldoende

dicht waren. Ten slotte is dat echter voldoende verholpen en zijn de deuren uit het dok gedreven, naar haar plaats van bestemming gesleept (fig. 43) en ingedreven (fig. 44, 45, 46 en 47). Vervolgens werden de deuren geballast door water in te laten en aldus op de rails neergelaten. De geheele bewerking van drijven uit het dok tot en met het neerlaten op de rails vorderde ± 2 uur.

Nadat de deuren in hun sponningen waren neergelaten, zijn zij met behulp van een verplaatsbare lier en kabels eenige malen heen en weer gereden. Verder is door lucht in de wielkisten te persen het water daaruit verdrongen en ter plaatse onderzocht of de wielen goed op de rails stonden en in zijdelingsche richting de speling hadden, waarop gerekend is.

De schipdeur van het deurendok is eveneens te Schiedam in elkaar gezet en is liggende op een motorschuit naar Hansweert vervoerd. De ijzeren schoenen onder de deur bleken bij de plaatsing goed hun werk te doen, want, hoewel het nog niet mogelijk was om met het aflat-riool spoedig een groot verval voor de deur te doen ontstaan, kon toch een pomp met een waterverzet van aanvankelijk $10 M^3$ per minuut de deur zoo snel doen sluiten, dat het lekwater al dadelijk van geen beteekenis was.

D. TOEPASSING VAN ELECTRICITEIT.

Volgens het oorspronkelijk ontwerp voor een puntdeuren-sluis zouden de beweegbare waterkeeringen uit de hand worden bewogen.

De voorloopige berekeningen voor de vergelijking der bouwkosten van een sluis met een stel roldeuren en met een stel puntdeuren brachten aan het licht, dat op de bouwsom van het eigenlijke kunstwerk door het gebruik van roldeuren ongeveer een bedrag van f 190 000 kon worden bespaard, maar dat dan mechanische beweging der sluisdeuren noodzakelijk was.

Aanvankelijk is toen gedacht aan directe aandrijving van de sluisdeuren door ruw-olietmotoren. Van dit ontwerp tot centralisatie der bediening door de stichting van een eenvoudig electricch centraalstation, is maar één stap en men gevoelt, dat dan voor de beweging van schuiven en toldeuren ook electriciteit wordt gekozen.

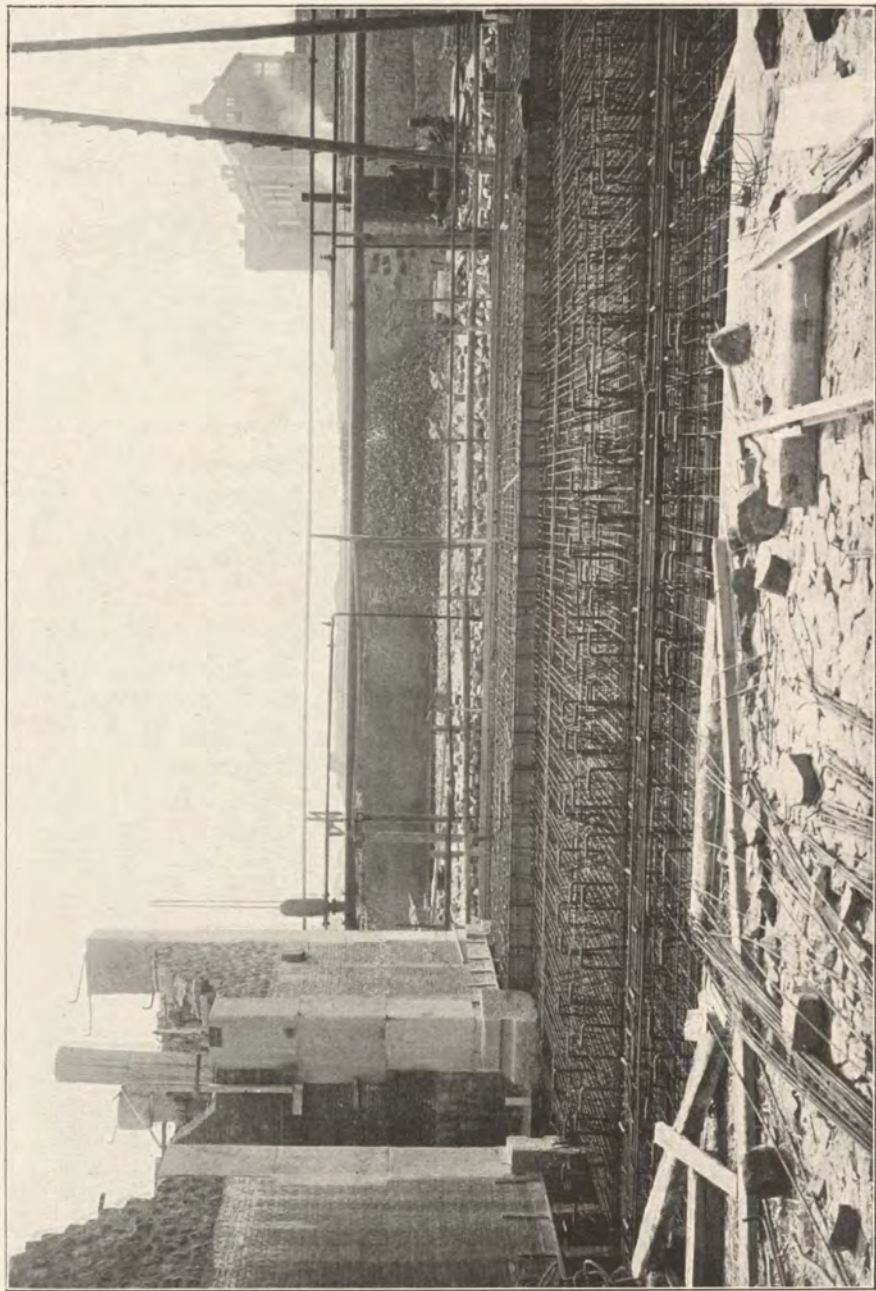
Daarenboven was men reeds een paar jaren vóórdat besloten werd tot den bouw van de Derde Schutsluizen begonnen, door ver-

lichting van de haven te Hansweert, inkleding ook des avonds mogelijk te maken, waardoor de capaciteit van het kanaal, met het oog op de ontwikkeling van de nachtvaart, ook zonder bijbouw van nieuwe kunstwerken, vergroot werd. Die verlichting had aanvankelijk plaats met spirituslampen met een lichtsterkte van 250 N.K., later gedeeltelijk vervangen door petroleumgloeilicht-(Alladin)lampen, met een lichtsterkte van 1000 N.K. Voor de nieuwe havens en sluisterreinen was dan ook aanvankelijk aan verlichting met Alladin-lampen gedacht. De bestudeering van de onkosten der Alladin-verlichting deed zien, dat deze verlichting zeer kostbaar is en dat stichting van een electrisch centraalstation alleen, reeds voor de verlichting der haven- en sluisterreinen voldoende rendabel was.

Bij den bouw der sluizen te IJmuiden en te Terneuzen, waar ook electrische beweging der beweegbare waterkeeringen is toegepast, werden de bewegingswerktuigen eerst ontworpen, nadat het kunstwerk nagenoeg geheel gereed was. Het gevolg was breekwerk om die werktuigen te kunnen onderbrengen en aanbouw der motorkamers op minder voordeelige en gemakkelijke wijze dan mogelijk zou zijn geweest als vooraf hun afmetingen en plaats bekend waren geweest. Het lag aanvankelijk in het voornemen om bij de sluizen te Hansweert en te Wemeldinge een andere werkwijze te volgen door eerst de bewegingswerktuigen definitief te ontwerpen en daaraan aansluitende het kunstwerk. Ontwerpen sluit tegelijkertijd in zich de opdracht voor het vervaardigen, want op het gebied van bewegingswerktuigen is de fabrikant zeker beter onderlegd dan de adviseerende ingenieur. De eerstgenoemde krijgt, als hij zich op dit gebied beweegt, allerlei moeilijkheden onder de knie, welke hem bij elk volgend werk niet meer zullen plagen. Een fabrikant heeft ervaring, die de adviseur moet missen. Deze kan echter wel in hoofdlijnen een plan opstellen en een raming maken, waardoor de vergelijking van verschillende oplossingen mogelijk wordt.

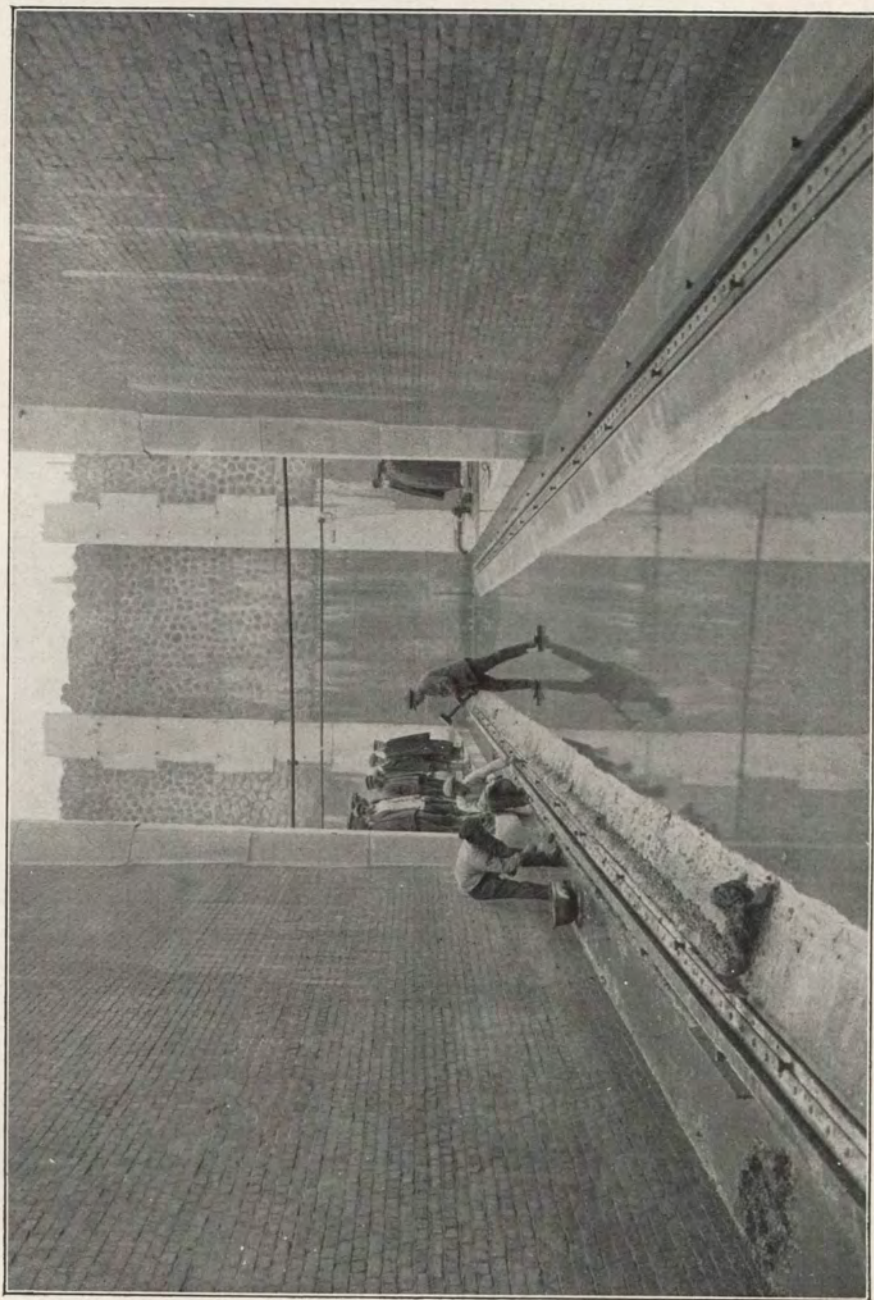
Het maken van een voorontwerp voor de electricatie van het kanaal door Zuid-Beveland is daarom opgedragen aan den heer F. PH. G. VAN LOENEN MARTINET, destijds tijdelijk ingenieur van den Rijks Waterstaat te Terneuzen, thans Directeur van het Gemeentelijk Electriciteitsbedrijf te Delft. In zijn op 23 December 1910 uitgebracht advies onderzocht hij allereerst hoeveel energie voor de werken van het kanaal door Zuid-Beveland noodig was voor de beweging van de

Fig. 34.



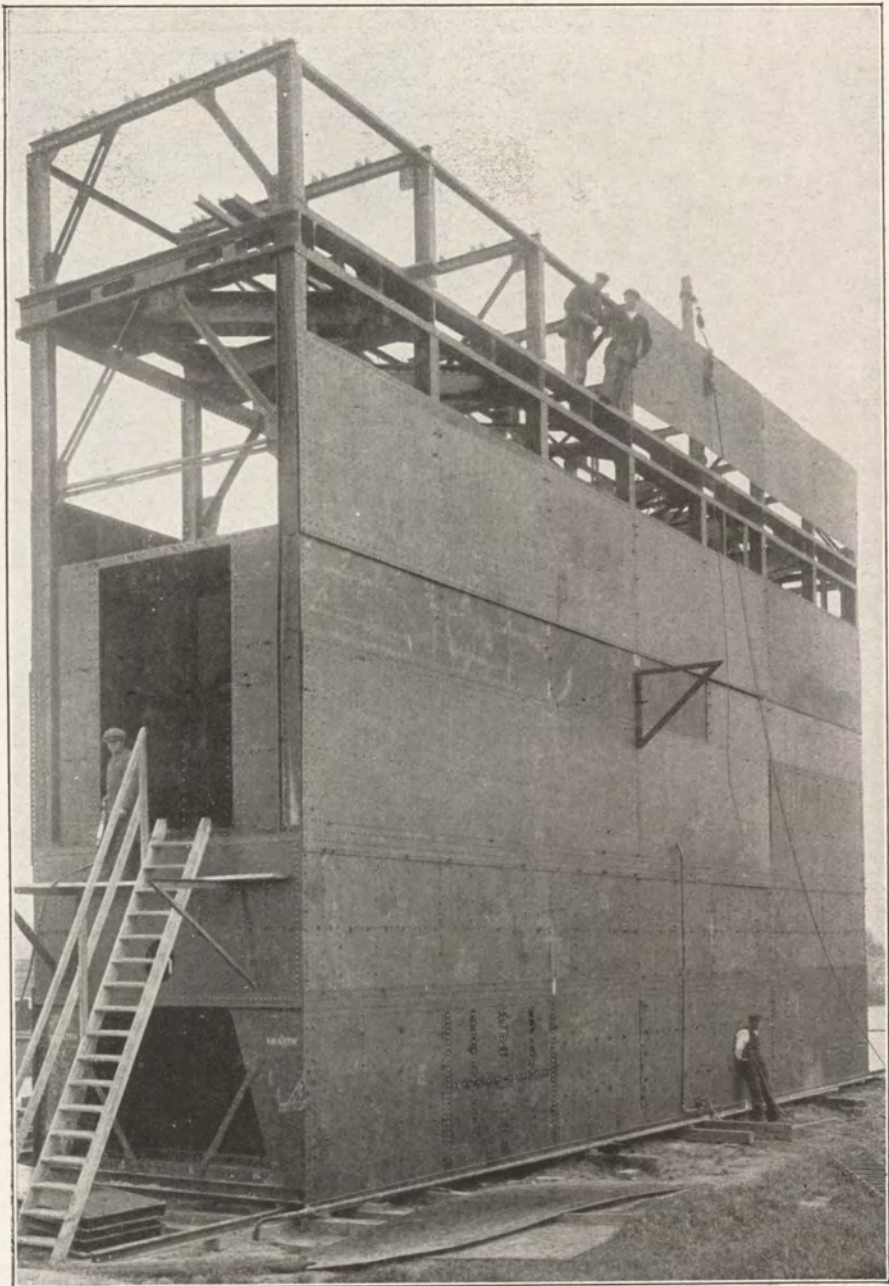
Wapening van de zwalplaat in den dag van het buitensluishoofd.

Fig. 35.



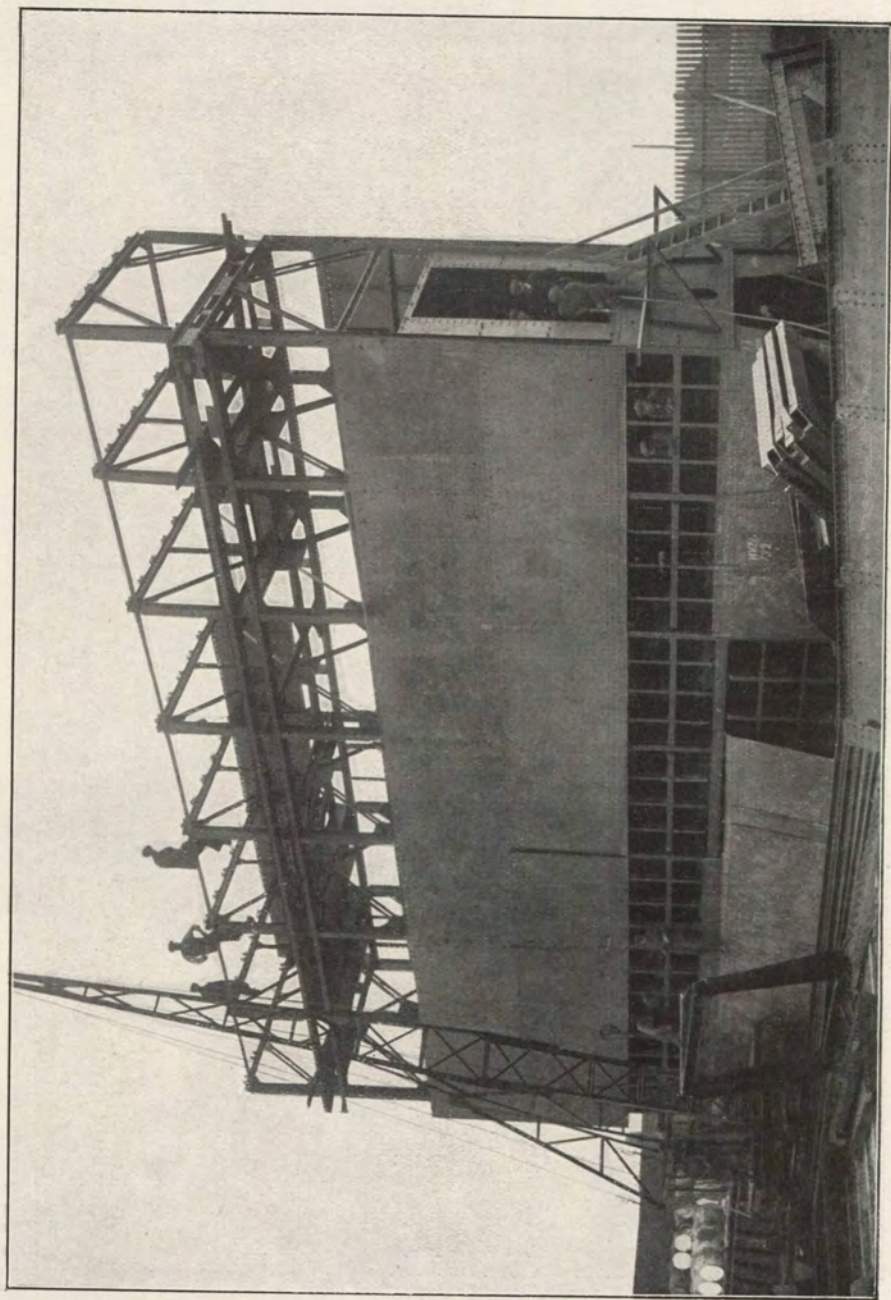
Ondergieten der railbanen in de buitendeurkas.

Fig. 36.



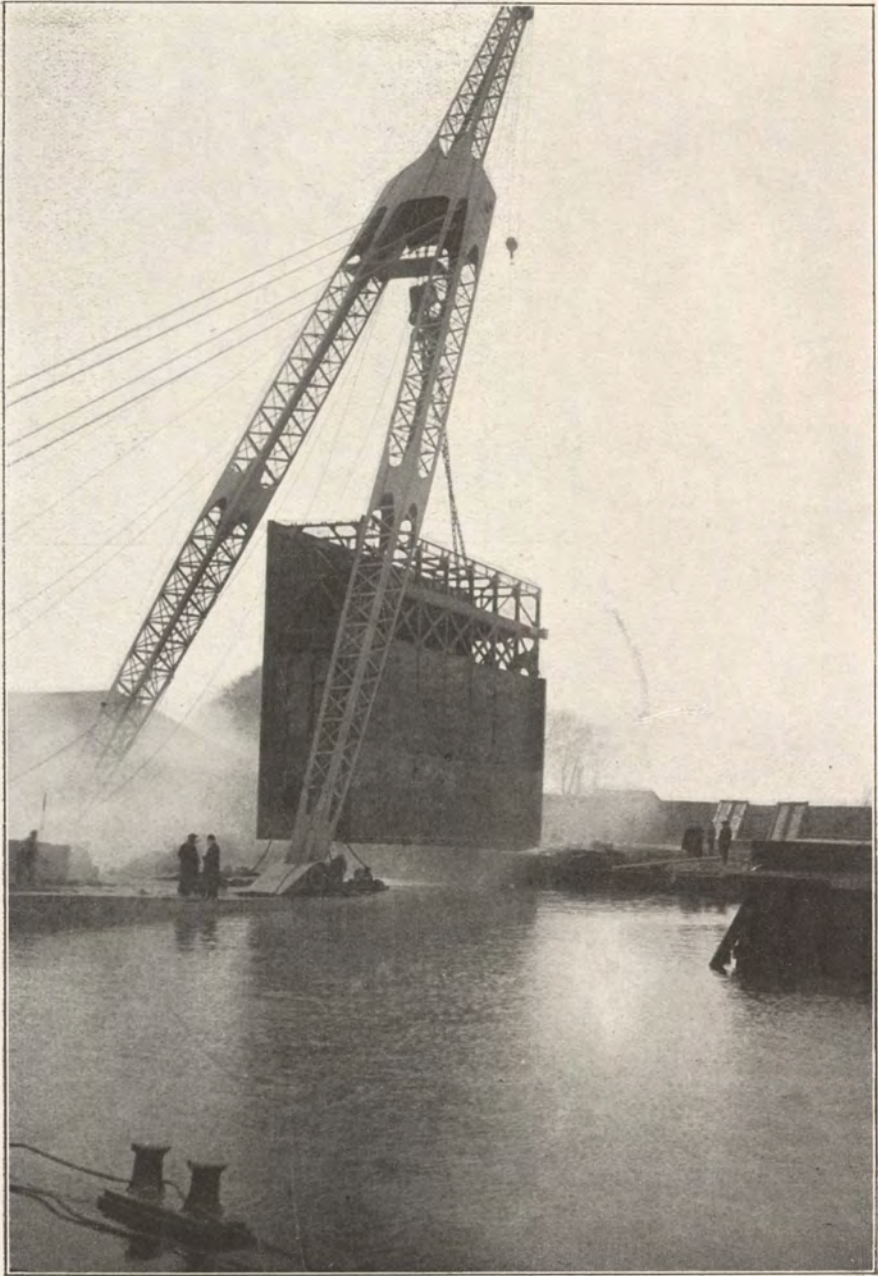
Montage van de buitendeur op een terrein aan de Nieuwe Maas
te Schiedam.

Fig. 37.



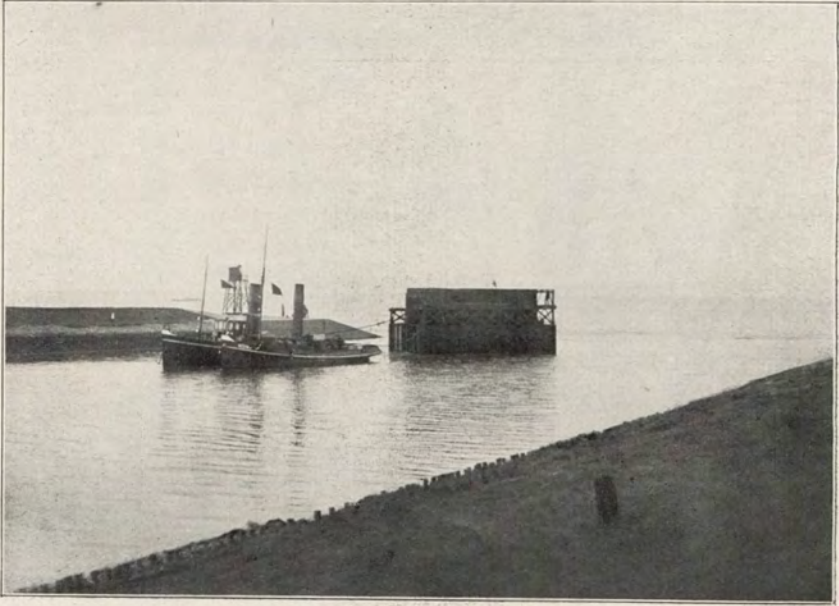
Montage van de buitendeur op een terrein aan de Nieuwe Maas te Schiedam.

Fig. 38.



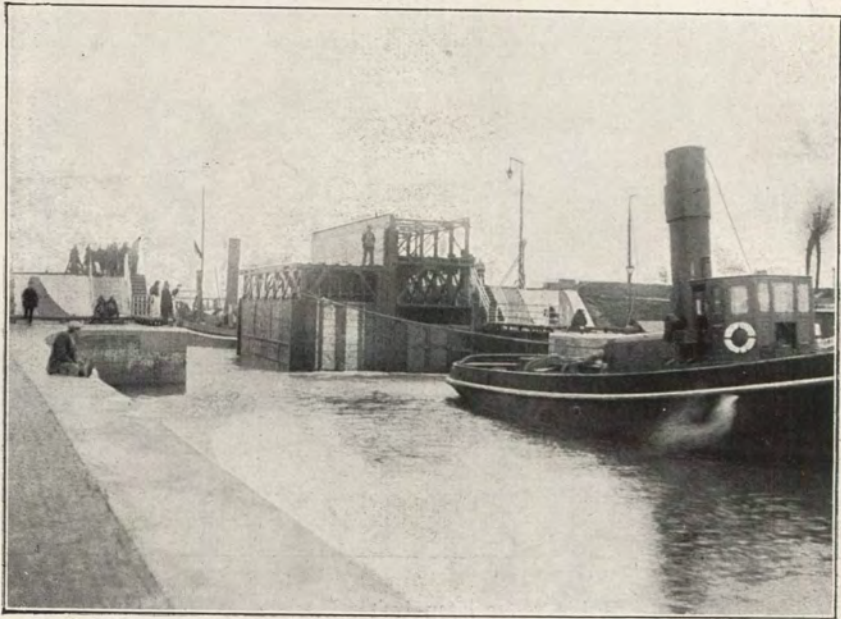
Te water laten buitendeur.

Fig. 39.



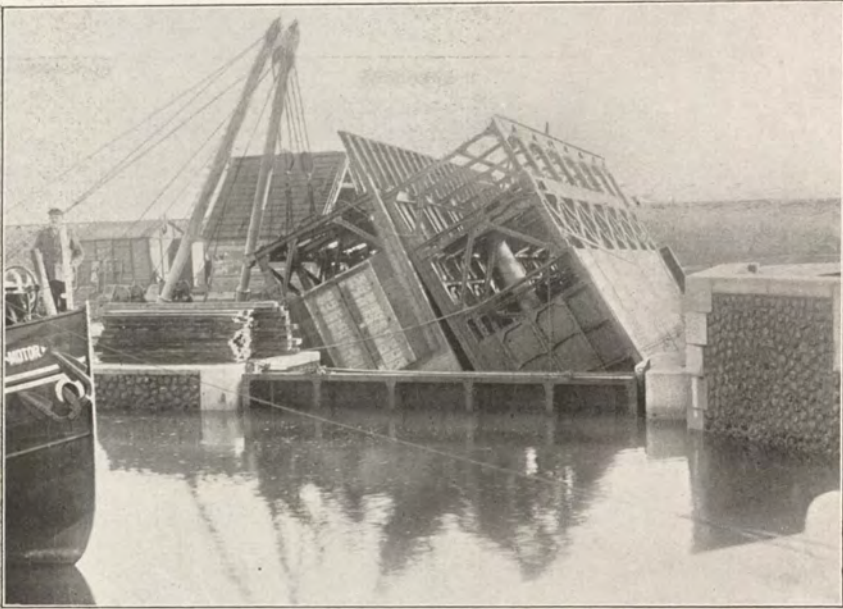
Vervoer van beide deuren over de Schelde.

Fig. 40.



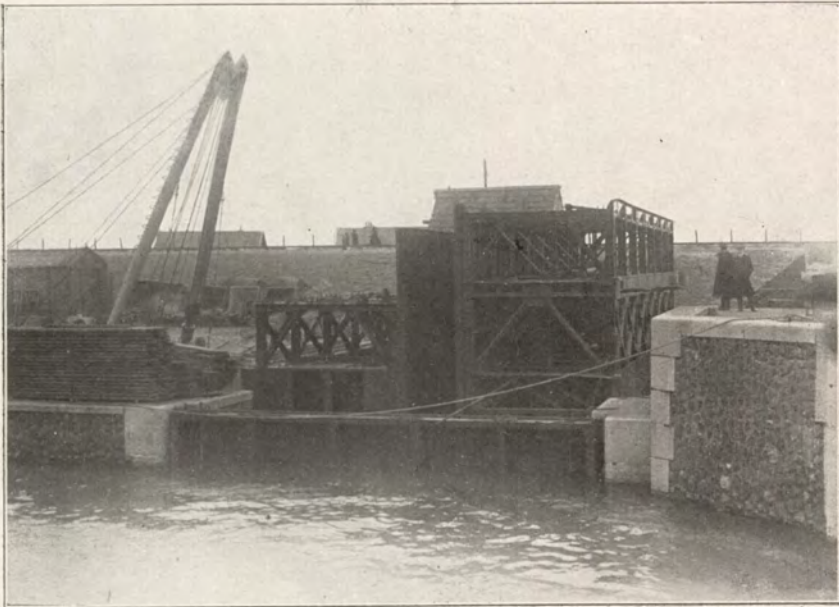
Vervoer der beide deuren door de sluis te Wemeldinge.

Fig. 41.



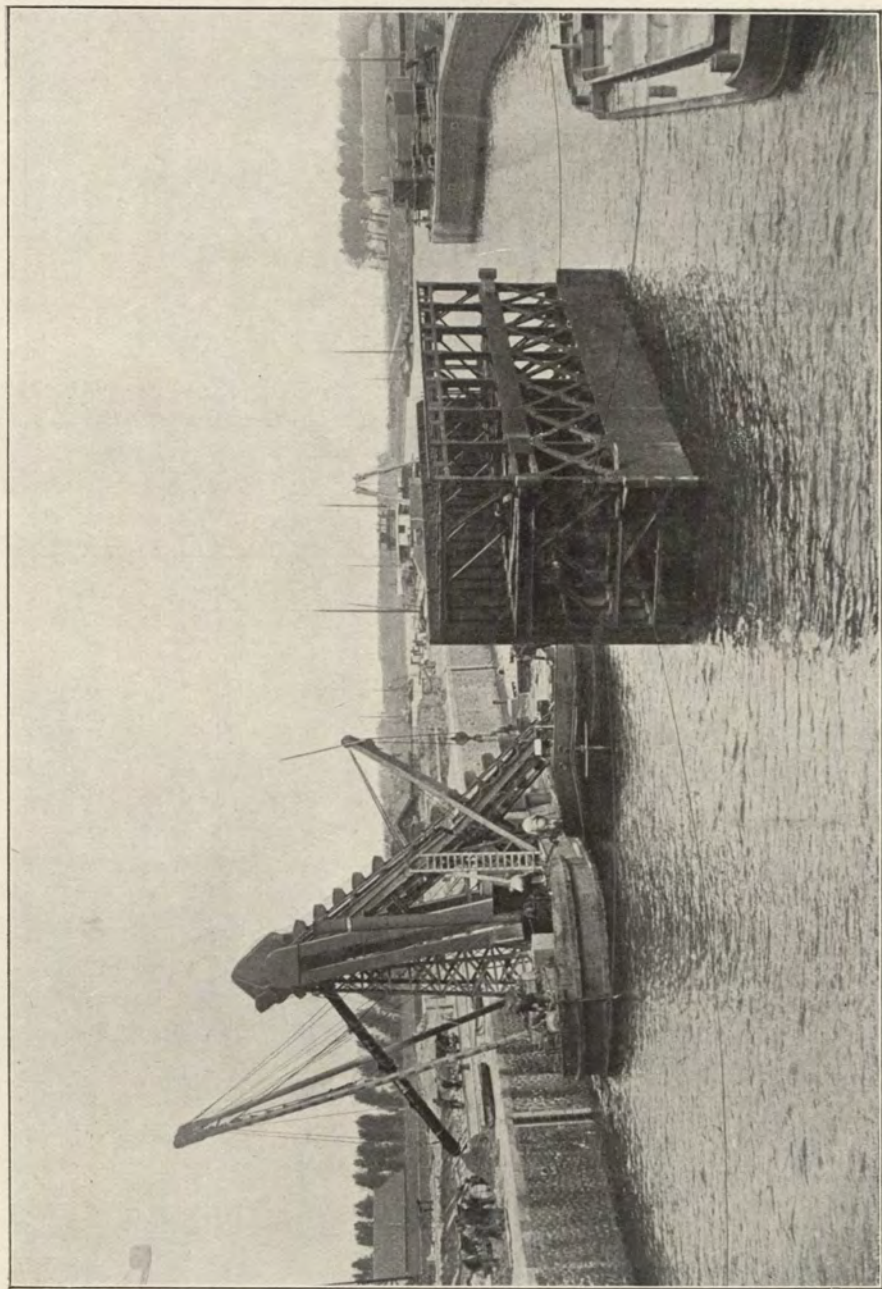
De ongeballaste deuren in het deurendok.

Fig. 42.



De deuren in het deurendok.

Fig. 43.



Vervoer van de buitendeur voor het indrijven.

verschillende werktuigen en de verlichting van de sluis-, haven- en kanaalterreinen.

De werktuigen komen voor bij de oude en bij de nieuwe sluizen. Het meest belangwekkend daarbij was de vraag, hoe deze laatste zijn in te richten en in welke combinatie zij gelijktijdig kunnen werken. Daaruit werd afgeleid het vermogen van het electrisch centraal station en de keuze der machines.

Voorgesteld werd als stroomsoort te kiezen drie fasen wisselstroom: wisselstroom in verband met den grooten afstand der verbruiks-centra — Hansweert en Wemeldinge —, driephasenstroom met het oog op de goede eigenschap der motoren.

Dit systeem werd verkozen boven dat van gelijkstroom op de beide sluisreinen te Hansweert en te Wemeldinge, welke gedurende den dag door accumulatorenbatterijen zou worden geleverd, terwijl in den nacht, behalve de stroomverzorging, ook de lading door middel van de machines zou worden verkregen. Hansweert is de aangewezen plaats voor de centrale, omdat deze het drukste punt van het kanaal is in verband met de inklaring. Van hieruit zou de electrische kracht in den vorm van wisselstroom naar Wemeldinge, op een afstand van circa 8 Kilometer gelegen, moeten worden overgebracht. Aldaar moest de wisselstroom worden omgezet in gelijkstroom door middel van roteerende machines. Door de dubbele transformatie en door verliezen in de accumulatoren zou circa 70 % van de energie verloren gaan. Daar voor Wemeldinge ongeveer 72 400 K. W. U. noodig zijn, zouden in de centrale 240 000 K. W. U. moeten worden opgewekt, zoodat totaal 167 600 K. W. U. door de transformatie verloren zouden gaan d.w.z. een bedrag van f 3500. Wordt voor de sluizen echter driephasenstroom toegepast dan zouden de verliezen hoogstens 25 % bedragen d.w.z. een jaarlijksch verlies van ongeveer 24 000 K. W. U. of circa f 500. In het eerste geval bedragen de verliezen per jaar f 3000 meer, hetgeen tegen 4 % berekend een kapitaal van f 75 000 vertegenwoordigt. Hiertegenover staat, dat bij toepassing van driephasen-wisselstroom de machines den geheelen dag in bedrijf moeten zijn. Ook valt niet te ontkennen, dat een gemiddelde belasting overdag van 25 P. K. voor het gekozen machine-aggregaat van 100 P. K. als zeer gering kan worden beschouwd, doch de voorgestelde dieselmotoren hebben een gering olie verbruik, zoodat de kosten, welke daardoor ontstaan, niet in aanmerking komen.

Voorgesteld werd aanvankelijk 2 motoren van 100 P.K. te plaatsen en bij volledige electrificatie van het kanaal een derde machine van gelijke capaciteit er bij te plaatsen.

Dit zouden zijn vier-cylinder dieselmotoren met een vermogen van 100 E.P.K. bij 375 omwentelingen per minuut. De driephasen generatoren zouden een vermogen van 50 K.V.A. bij 50 perioden per seconde krijgen en stroom opwekken met een driehoekspanning van 220 Volt. Direct op dezelfde as gekoppeld was de opwekmachine voor 100 Volt gelijkstroom geprojecteerd. In een hoogspanningsruimte zouden worden opgesteld 3 transformatoren van 70 K.V.A., welke den stroom van 220 Volt op 6000 Volt kunnen transformeeren. Te Wemeldinge was een onderstation gedacht, waarin transformatoren, die de hoogspanningsdraaistroom van 6000 volt op 220 volt zouden reduceeren.

De krachtsverdeeling voor de sluishoofden was aangenomen, zooals die te Terneuzen is toegepast. De bediening der toestellen geschiedt daar op elk sluishoofd centraal vanuit een daarbij opgesteld bedieningshuisje.

De volledige electrificatie van het kanaal zou een uitgave vorderen van \pm f 600 000, met exploitatie-kosten van \pm f 13 000 's jaars.

In zijn rapport gaf de ingenieur VAN LOENEN MARTINET reeds de wenschelijkheid te kennen, de electrificatie van het kanaal door Zuid-Beveland te laten samenvallen met de electriciteitsvoorziening van Zuid-Beveland; het Rijk zou dan van de centrale, welke deze voorziening zou bezorgen, zijn stroom voor het kanaal door Zuid-Beveland hebben kunnen kopen.

Waar de bedragen voor de inrichting van het electrisch bedrijf volgens de ramingen van den heer VAN LOENEN MARTINET vrij belangrijk waren, werd de opdracht verstrekt na te gaan of hydraulische bediening van de roldeuren en de schuiven niet meer aangewezen was. Daarvoor is een ontwerp gemaakt door de Utrechtsche Machinefabriek FRANS SMULDERS. De kosten voor de hydraulische centrale bleken niet minder te zijn dan die van de electrische centrale, en derhalve werd van hydraulische beweging afgezien.

In verband met het ontbreken van voldoende fondsen om reeds in 1911 tot besteding der bewegingswerktuigen en tot den bouw van het electrisch centraalstation over te gaan, werd besloten ook

te Hansweert de werkwijze van Ijmuiden en Terneuzen te volgen.

Inmiddels was als arrondissements-ingenieur te Goes opgetreden de ingenieur M. C. E. BONGAERTS. Deze stelde zich voor, dat de deurbeweging op veel eenvoudiger wijze dan door gebruikmaking van electriciteit zou kunnen plaats hebben door directe toepassing van de in de eb en vloed aanwezige energie. Hij wilde daarvoor gebruik maken van eene machine, welke hij op de Brusselsche wereldtentoonstelling van 1910 had gezien: de hydropulsator van BAURATH ABRAHAM uit Berlijn, door een patent-geschil later omgedoopt in «hydropulsor».

Wegens de ingrijpende rol, welke de hydropulsor in het verloop der uitvoering van de werken te Hansweert gespeeld heeft, is het noodzakelijk bij deze machine meer uitvoerig stil te staan, waarbij gevolgd wordt de verklaring van Dr. F. C. R. SCHULZ in het *Zeitschrift des Vereins Deutscher Ingenieure* 1911, bldz. 1384 e.v.

De hydropulsor is een verbeterde constructie van de waterram van MONTGOLFIER. Terwijl de waterram slechts van toepassing is voor het opvoeren van kleine waterhoeveelheden, is de hydropulsor geschikt voor waterhoeveelheden van elke gewenschte grootte.

Inplaats van de regelmatig op en neer gaande kleppen van de waterram, treedt hier op een ronddraaiende waaier, welke het drijfwater afwisselend met een valbuis en een stijgbuis verbindt (fig. 48). Zoodra het naar beneden vloeiende water zijn maximum-snelheid verkregen heeft, wordt de waaier, die daartoe den vorm van een turbinerad heeft, automatisch omgedraaid en komt het drijfwater in verbinding met de stijgbuis, waardoor de bewegings-impuls van het drijfwater op de in de persbuis staande waterzuil wordt overgebracht, zoodat een deel van dit water uit de persbuis kan vloeien. Ten gevolge van den hierbij verrichten arbeid vermindert de druk op de waterkolom, maar dadelijk volgt weer de draaiing van den waaier, waardoor het drijfwater weder vrij afstroomen en opnieuw zijne maximum-snelheid bereiken kan.

Zonder bezwaar kunnen nu om een waaier meerdere drijfbuizen gegroepeerd worden, waardoor de geheele werking continu wordt en meer water wordt geleverd. Dit machinetype is de drukhydropulsor, maar even goed kan men er een zuighydropulsor van maken. De werking daarvan wordt verduidelijkt door fig. 49. Men denke zich in een put een waaier opgesteld, draaiende om eene verticale as en die

zoo nauwkeurig in den put past, dat slechts eene kleine spleet overblijft. In den putwand komen ter hoogte van den waaier— bij den hydropulsor drijfrad genoemd — openingen voor, waarop de drijfhuizen aansluiten. Deze drijfhuizen monden uit in een kanaal, waardoor het drijf- en zuigwater worden afgevoerd. Het drijfrad scheidt in den put eene bovenwater- en eene benedenwaterkamer. In deze kamers monden de kanalen voor het drijf- en voor het zuigwater uit. Het drijfrad is in vier afdeelingen verdeeld, welke langs den drijfhuizenrand geheel open zijn, doch de eene helft heeft openingen alleen naar boven, de andere helft alleen naar beneden. Het bovenwater kan dus alleen in de bovenopening van het rad binnentreden, in de andere afdeelingen kan het niet komen. Door de bovenwaterafdeelingen kan dan het drijfwater in de drijfhuizen vloeien. Nu zijn de scheidingswanden in het drijfrad gebogen, evenals de schoepen van turbineraderen. Het gevolg daarvan is, dat het drijfrad, als het drijfwater doorstroomt, gaat draaien. Wat er nu in eene drijfbuis geschiedt is het volgende: eerst stroomt drijfwater er in; door het draaien van het rad wordt daarna de toevoer van drijfwater afgesloten. De waterkolom in de drijfbuis beweegt zich verder en werkt als zuiger in een cilinder en er ontstaat een vacuum achter die kolom, zoodat dus het zuigwater wordt gedwongen toe te stroomen. Vóór dit zijn stroomrichting kan omkeeren, is het drijfrad al weer verder gedraaid en volgt op het zuigwater reeds weder drijfwater enz.

Principieel is er weinig verschil tusschen of de hydropulsor water zuigen of drukken moet; er wordt in het tweede geval niets veranderd dan de stroomrichting van het water. De machine blijft gelijk aan die van het vorige geval en het verschil bestaat slechts daarin, dat nu het water in de drijfhuizen drijfwater is, waarvan een deel moet worden opgeperst, terwijl het andere deel als verbruikt bedrijfswater naar beneden wegvloeit. Het drukwater stroomt dus nu direct *in* de drijfhuizen en komt in het drijfrad, waar het door het draaiende rad in boven- en benedenwater verdeeld wordt. Het naar beneden vloeiende water geeft het in de drijfbuis volgende water zekere hoeveelheid van beweging, welke, als het rad gedraaid is, overgedragen wordt door de persafdeeling van het drijfwater heen aan het water van de stijgbuis en hieruit een deel wegperst. De zuighydropulsor brengt drijf- en op te zuigen water samen op een middenniveau, de drukhydropulsor verdeelt water van een middenniveau in bedrijfs- en

en perswater, respectievelijk afvloeiende naar een lager en opgeperst naar een hoger niveau.

De grootte der hydropulsoren en de afmetingen van het drijftrad worden niet alleen bepaald door de waterhoeveelheden, welke door de machine zullen stroomen, maar ook door de vervallen, waarbij en de watersnelheden, waarmede de machine zal werken.

Hier volgt nu in het kort op welke wijze de ingenieur BONGAERTS zich die toepassing dacht. Hij wilde daarbij navolgen de grondgedachte van de deurbeweging te Wilhelmshaven. Daar is de naar de deurkas gekeerde zijde van de deur ingericht als drijfschot, hetwelk in de deurkas met slechts weinig speling past. Moet de deur geopend worden, dan wordt water uit de deurkas gepompt. Zoodra er voldoende verval is drukt het buitenwater de deur in de deurkas. Omgekeerd wordt water in de deurkas bijgepompt, als de deur gesloten moet worden. Te Wilhelmshaven wordt dat water in- of uit de deurkas gepompt met elektrische pompen, waarvoor dus energie moet worden opgewekt. Te Hansweert zou dit zonder van elders aangevoerde energie door het water zelf moeten gebeuren. Men plaatst daartoe een drukhydropulsor tusschen het buitenwater en het kanaal; als het buitenwater hoger is loopt dit door de machine en wordt een deel er van in de deurkas geperst. Met dit perswater wordt de deur gesloten. Om de deur te openen moet water uit de deurkas gezogen worden. Daarvoor is de hydropulsor, door op een of andere wijze met kleppen of schuiven te werken, als zuighydropulsor in te richten.

Bij uitwerking van het denkbeeld bleek intusschen de toepassing daarvan meer bezwaren op te leveren dan aanvankelijk verwacht was. Een berekening kan dit aantonen. De deur moet bij een waterstand van 1 M. + N.A.P. gesloten worden. De snelheid van de deur moet bedragen 0.12 M. per seconde. Voor de deur is een overdruk van 0.20 M. noodig. Nadat zooveel water is ingebracht dat dit verval aanwezig is, begint de deur te rollen. Per seconde is dan noodig de aanvoer van water tot vulling van de ruimte, over welke de deur gedurende die tijdseenheid is verplaatst, vermeerderd met het water, dat op zij van de deur weglekt.

Het oppervlak van de doorsnede van de deurkas onder 1.20 M + N. A. P. is groot $\pm 39 M^2$. terwijl de lekopening naast en onder de

deur bij eene breedte van bijv. 0.025 M. eene gezamenlijke lengte van $\pm 18,50$ M. heeft.

De vulling van de door verplaatsing van de deur vrijgekomen ruimte vordert dus per seconde $39 \times 0.12 = 2.68 \text{ M}^3$. terwijl voor aanvulling van het lekken aangevoerd moet worden $0.6 \times 18.50 \times 0.025 \sqrt{2g \cdot 0.20} = 0.555 \text{ M}^3$., te zamen 3.235 M^3 . per seconde.

Stel de kanaalstand is nu N. A. P., dan kan de hoeveelheid bedrijfswater worden berekend door toepassing van de formule.

$$Q_d = Q_p \left(1 + \frac{i}{\eta} \right)$$

waarin Q_d = de hoeveelheid drijfwater per seconde.

Q_p = de hoeveelheid perswater per seconde.

i = de verhouding van pershoogte tot drijfhoogte.

η = coëfficiënt van nuttig effect der overbrenging.

In bovenstand geval is $Q_p = 3.235$, $i = 0.2$ en wordt η wegens de lange buisleiding tusschen buitenwater en kanaal gesteld op 0.60.

$$Q_d = 3.235 \cdot \left(1 + \frac{0.2}{0.6} \right) = 4.30 \text{ M}^3 \text{ per seconde.}$$

Voor kleinere vervallen wordt de toestand belangrijk ongunstiger. bijv. bij den stand van 0.30 M. + N. A. P. wordt $i = 0.66$ en als η gelijk 0.60 blijft voor $Q_p = 3 \text{ M}^3$., is $Q_d = 6.6 \text{ M}^3$. per seconde.

Afgezien van het feit dat één hydropulsor met het oog op het nuttig effect der machine een zoo groote schommeling in drijfhoogte niet toelaat, ziet men dus, dat de kanalen naar den hydropulsor reeds vrij groot worden n.l. eene doorsnede van $\pm 6 \text{ M}^2$. vereischen. Zonder hieromtrent tot prijsberekningen over te gaan, die de economische bezwaren van deze oplossing aantonen, moet nog worden gewezen op een ander bezwaar, n.l. de onmogelijkheid om de machines te laten loopen als binnen- en buitenwater gelijk zijn. Om daaraan tegemoet te komen zou men reservoirs moeten aanleggen, waaraan het noodige drukwater gedurende den tijd van ongeveer gelijkwater zou moeten worden ontleend. De aanleg van deze reservoirs met de inlaatsluizen zou alleen al een kapitaal vorderen.

Waarschijnlijk is deze methode wel toe te passen bij sluizen in waterrijke kanalen, met een minimum keering van 1 M.

In plaats van directe aandrijving van de deuren door het water is toen het denkbeeld opgevat de eb en vloed te benutten voor het opwekken van elektrische energie en deze dan te gebruiken voor de beweging van verschillende sluis- en dokwerktuigen en voor de haven- en sluisverlichting.

Het denkbeeld om eb en vloed te benutten is in de literatuur al oud. Hoe aantrekkelijk is het toch de aandacht te wijden aan het vraagstuk om het arbeidsvermogen van de millioenen kubieke meters water, die dagelijks door den vloed worden opgeheven, te benutten. De mogelijkheid om die groote energiehoeveelheden te gebruiken, bestond tot dusverre slechts dáár, waar groote hoogteverschillen voorkwamen tusschen hoog- en laagwater, zooals aan de Iersche en Normandische kusten met hun tijverschil van 8 à 10 M. Bij de geringe tijverschillen aan de Noordzeekust kon daarentegen aan een economische gebruikmaking van de getijde-waterkrachten tot dusverre niet gedacht worden. Wel is zeer veel reclame gemaakt voor het «Electroflutwerk-Husum» maar vakkundige kritiek heeft al spoedig de dwaasheid van dit project bewezen.

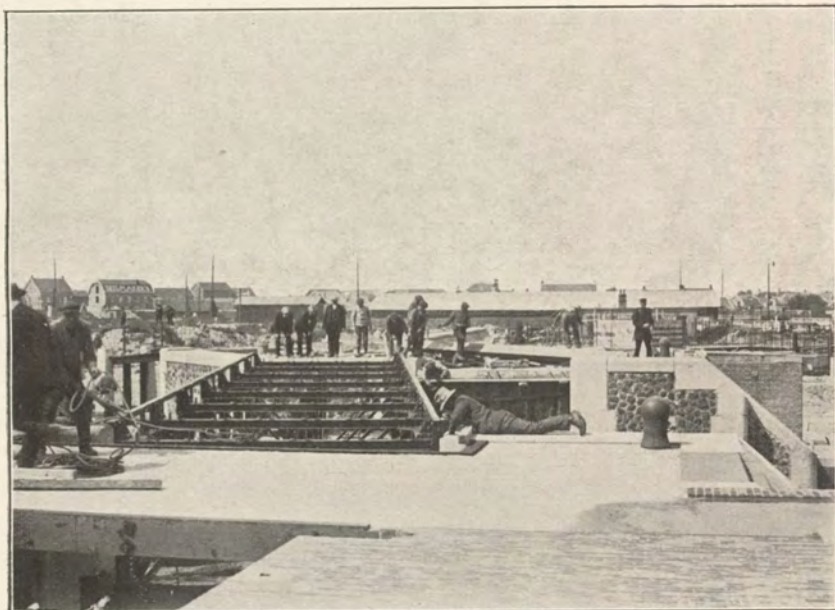
Dat «Electroflutwerk» zou als volgt worden ingericht: Tusschen de Sleeswijksche kust en het eiland Nordstrand zal in de Wadden een terrein van \pm 1600 H.A. ingedijkt worden. Er bestaat reeds een dijk van het vaste land naar Nordstrand; deze moest watervrij gemaakt worden; zuidelijk en evenwijdig daaraan zou een tweede dijk, van Doekkoog tot in de nabijheid van de Nordstrander-haven, worden getrokken; een derde dijk, die loodrecht van de tweede naar Pohns-hallig loopt, zou daarbij nog een nieuwen polder aan het eiland Nordstrand leveren. Ten slotte zou een vierde dijk loodrecht tusschen den eersten en den tweeden worden gelegd, welke het bovengenoemde ingedijkte terrein in twee deelen moest verdeelen: een laagwaterkom van 736 H.A. en een hoogwaterkom van 656 H.A. Daar, waar de 4^{de} dijk op den tweeden aansluit, zou het krachtstation komen, waarin 5 turbines evenveel gelijkstroom-dynamo's aandrijven. Deze gelijkstroom wordt in hoog-gespannen draaistroom omgevormd en door elektrische geleidingen naar de verbruiksplaatsen geleid, waar zij weer omlaag getransformeerd wordt. Er worden twee bedrijfsperioden onderscheiden. Bij de eerste, waarmee men begint, als de eb voorbij is, zijn aanvankelijk hoog- en laagwaterkom ledig. Zoodra nu de

vloed stijgt en een zeker hoogteverschil tusschen den zeespiegel en den bodem van de laagwaterkom ontstaan is, wordt door opening van een schuivenstelsel het zeewater door de turbines in de laagwaterkom gelaten, waarbij in verhouding tot waterhoeveelheid en verval, arbeid aan de turbine-as wordt afgegeven. De vloed stijgt hooger, zoodat ook het verval grooter wordt; maar ook de waterspiegel in de laagwaterkom zelf stijgt en spoedig, nadat de zeespiegel op zijn hoogst is, wordt het verval tusschen de zee en de laagwaterkom zoo klein, dat de turbines moeten ophouden te werken. De schuiven worden dan gesloten. Nu volgt de tweede bedrijfsperiode. Tevoren heeft men gedurende de eerste periode door opening van sluisen de hoogwaterkom laten volloopen, zoodat daarin het water de vloedhoogte heeft. De zee daalt weer en er ontstaat een hoogteverschil tusschen hoogwaterkom en zeespiegel. Dan worden weer andere schuiven geopend, zoodat het water in de hoogwaterkom door de turbines naar de zee kan stroomen. Bij juiste keuze van machinegrootte en komoppervlak kan continu-bedrijf plaats hebben. Er zijn 5 turbines ontworpen; te zamen wekken zij 5676 E. P. K. op, dat is in een jaar 48 miljoen paardekrachten. De inrichting zou 5 miljoen mark kosten, waarvan alleen 3.5 miljoen voor de dijken. Voor bedrijf, rente en amortisatie zijn jaarlijks 500.000 mark noodig, welke gemakkelijk betaald kunnen worden, daar de 48 miljoen P. K.-uren een geldswaarde van 960.000 mark bezitten (zooveel zouden zij kosten, als men ze met steenkolen opwekt). Het „Electroflutwerk” kan zonder moeite tot een vermogen van 13.700 P. K. vergroot worden, niet door opstelling van nieuwe machine-eenheden, maar eenvoudig door den bodem van de kommen te verlagen. Het zal gemakkelijk zijn om, wanneer deze geweldige hoeveelheid energie niet door de aanwezige bevolking verbruikt worden kan, nieuwe industriën te doen ontstaan; de lage stroomprijzen zullen gelegenheid bieden tot oprichting van calciumcarbide- en waterstof-fabrieken, van staalsmelterijen en electrolytische koperwerken.

Op dit ontwerp is de kritiek van Dr. F. C. R. SCHULTZ, de technische leider van de hydropulsorfabriek te Altona—Ottensen, in de *Hamburger Nachrichten* van 6 Juli 1911 verschenen, waaraan het volgende wordt ontleend:

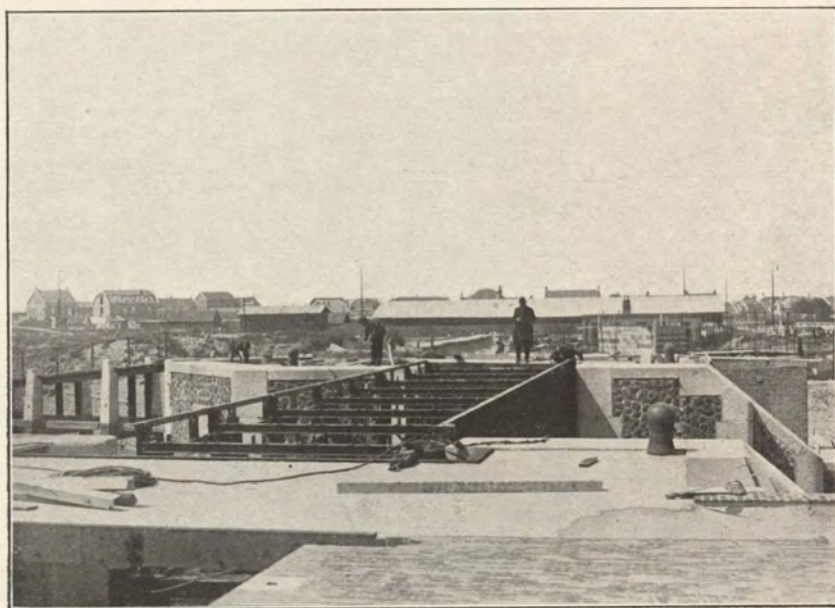
Het tijverschil bedraagt te Husum niet meer dan ongeveer 3 M.; in verband met de gegeven komoppervlakte kan men nu de grootte der turbines bepalen, bij welke bij continu bedrijf 5756 E. P. K., d. i.

Fig. 44.



Indrijven van de deur (bovenaanzicht van de eerste phase).

Fig. 45.



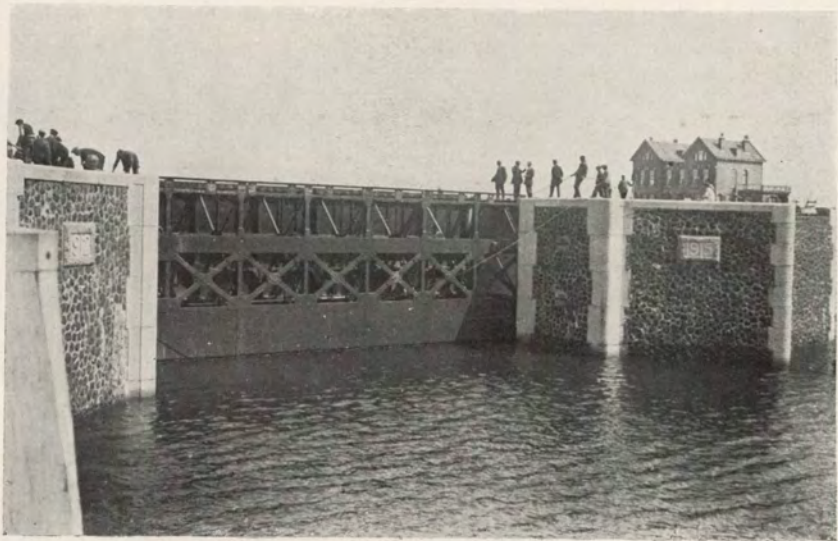
Indrijven van de deur (bovenaanzicht van de tweede phase).

Fig. 46.



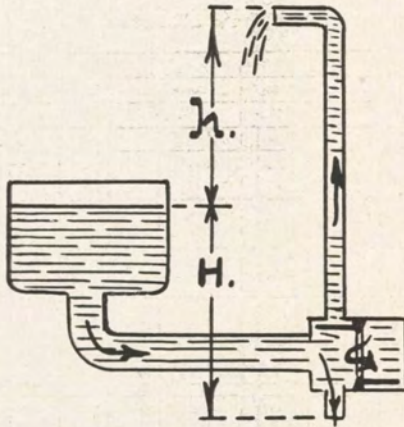
Indrijven van de deur (vooraanzicht eerste fase).

Fig. 47.



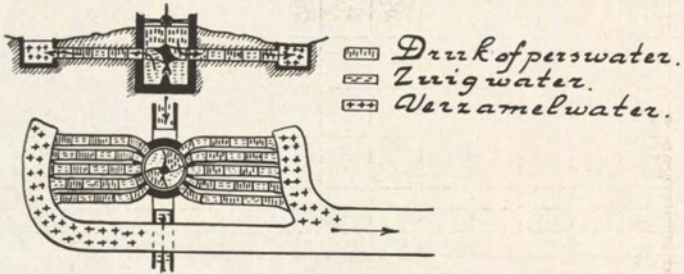
Indrijven van de deur (vooraanzicht tweede fase).

Fig. 48.



Het beginsel van Barath's Abraham.

Fig. 49.



Schema van een zuig. hydropulsor.

Fig: 50.
Schematische voorstelling vande werking der getijde. centrale te Hansweert.

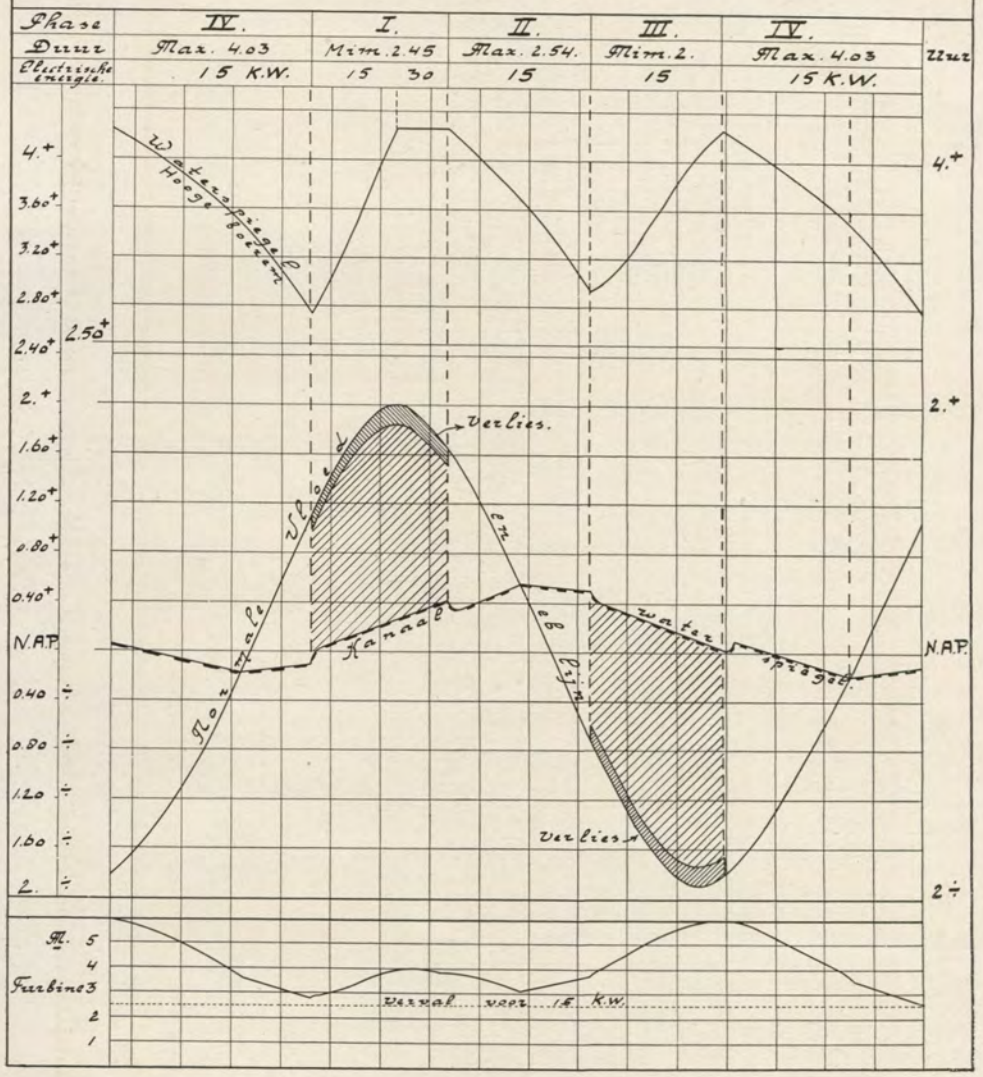
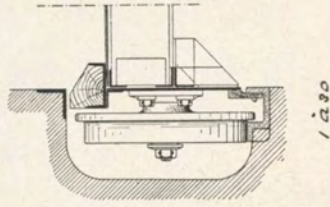
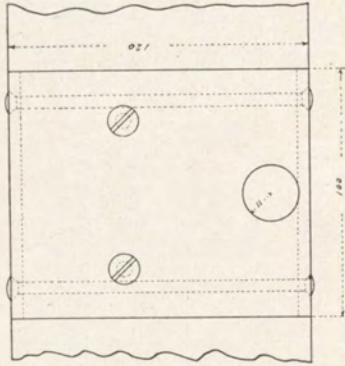
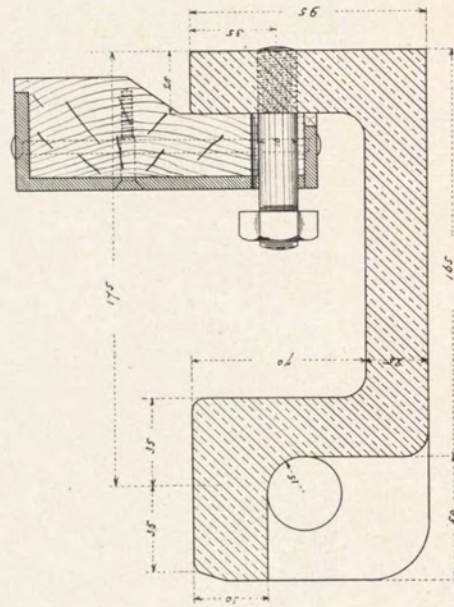
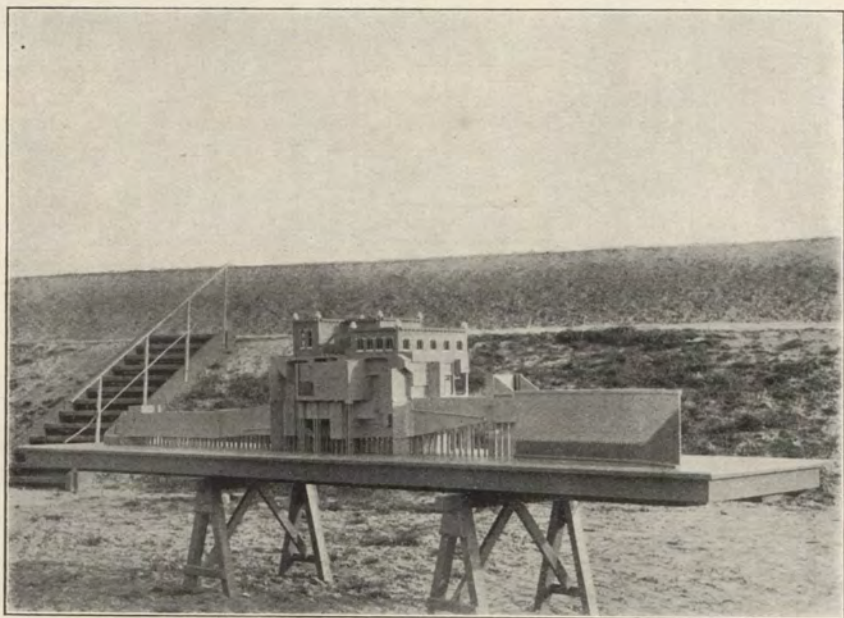


Fig. 54.



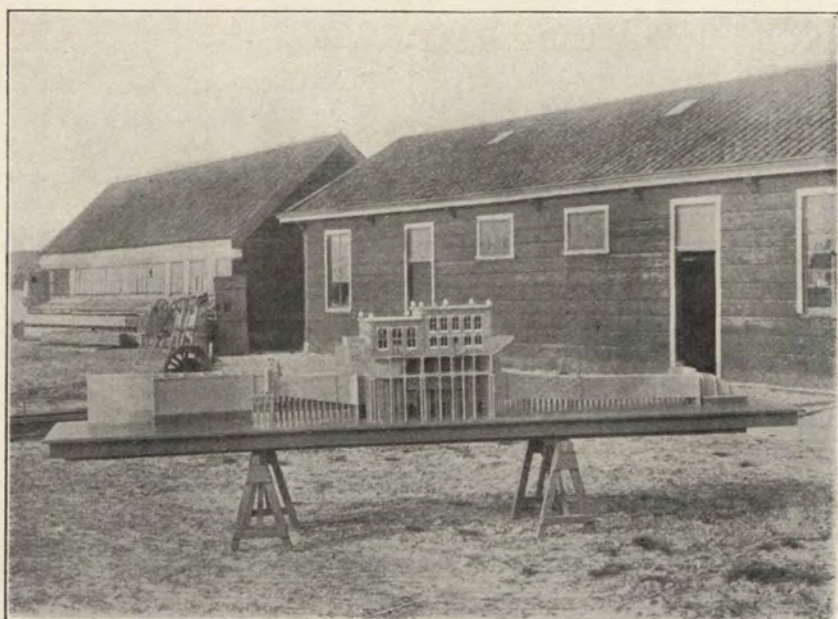
Detail rolschuif.

Fig. 55a.



Electrisch centraalstation, Noordoost-zijde.

Fig. 55b.



Electrisch centraalstation, Zuidwest-zijde.

6500 P. K. aan het schakelbord kan worden opgewekt. Theoretisch kunnen 5 Francis-turbines, welke bij een verval van 1.65 M. te zamen 356 M³/seconde verwerken en een nuttig effect van 85 % bezitten, die 6500 P. K. leveren. Misschien kan men zulke turbines nauwkeurig berekenen, maken kan men ze waarschijnlijk niet. Het drijftrad zou bij eene middellijn van 7 M. eene hoogte van 2.5 M. moeten hebben. Om het boven- en benedenwater voldoende kleine snelheden te geven, zouden voor elke turbine zeer groote kanaaldoorsneden noodig zijn, die niet alleen lengte en breedte, maar vooral ook de diepte van het krachtstation bepalen. Dit gebouw van eenige honderden meters frontlengte en ongeveer 15 M. fundamente diepte onder halftij midden in de wadden op waarschijnlijk slechten bouwgrond zou alleen reeds millioenen kosten. Evenzoo de turbines. De grootste bekende turbine loopt in de Wesermühle bij Hameln sedert 1908; zij heeft eene drijftraddoorsnede van 4 M. en wekt bij 2.5 M. verval 375 P. K. op. Welke machinefabriek zal turbines van 7 M. raddoorsnede bij 2.5 M. hoogte willen bouwen? Die turbines mogen niet meer dan 12 tot 15 toeren maken bij 1.65 M. verval; de dynamo's zullen dus dan hoogstens 75 à 80 toeren per minuut mogen maken. Het verval zal meestal veel kleiner zijn dan 1.65 M. en dus zal het aantal omwentelingen der dynamo's tot 40 moeten dalen. Wie zal zulke machines bouwen en daarbij eene garantie voor het noodig nuttig effect kunnen geven? Zoo wordt nog voortgegaan en gewezen op het feit, dat niets geraamd is voor ontgraving of uitbaggering van de laagwaterkom tot op 2 M. onder halftij, op de kolossale afmetingen en overeenkomstige prijzen der sluizen en schuivenstelsel met hunne toeleidingskanalen. Ook moet niet uit het oog worden verloren, dat er doode getijden zijn en dat in de groote kommen nimmer de zeestanden geheel bereikt kunnen worden. Houdt men met deze overwegingen rekening, dan komt men tot turbines, welke bij het normale verval van 1.10 M. per seconde elk 120 M³/seconde moeten verwerken; dat zijn turbines met 12—14 M. raddoorsnede bij 4 tot 5 M. radhoogte en 8 toeren per minuut. Een en ander te zamen genomen moet de raming op 30 à 40 millioen mark gesteld worden en daarmee vervalt de economische opzet van het project in zijn geheel!

Een groot bezwaar van de direct door eb en vloed gedreven turbine is dus het te geringe en te veel afwisselende verval. De toepassing

van den hydropulsor biedt een gelegenheid om een groot en nagenoeg constant verval voor de turbine in het leven te roepen, zoodat ook het aantal omwentelingen van de eraan gekoppelde dynamo vrijwel constant kan zijn. De gelegenheid om eene toepassing te Hansweert te maken was betrekkelijk gunstig. Het kanaal door Zuid-Beveland dient alleen voor de scheepvaart. Eenige rijzing en daling in den kanaalwaterspiegel, mits niet te veel boven of beneden het kanaalpeil zou niet hinderlijk zijn. De opzet van de ontworpen getijdecentrale was nu deze: op de plaats, waar buitenwater en kanaalwater elkaar het dichtst naderen, wordt een riool gebouwd, waarin een hydropulsor wordt geplaatst. Van het door deze machine stroomende water wordt een deel in een vijver (hooge boezem), liggende op een hooger niveau dan gemiddeld hoogwater, opgevoerd en dit water vervolgens weder door een turbine afgelaten, hetzij naar buiten, hetzij naar het kanaal, waar het water op dat moment het laagste is.

Daar de hydropulsor bij watersverschillen kleiner dan ± 1 M. te ongunstig werkt d.w.z. naar verhouding van de hoeveelheid bruikbaar water te veel bedrijfswater behoeft, wordt het eb- en vloed-bedrijf bij toepassing van de combinatie van hydropulsor en turbine als volgt (zie fig. 50). Elk getijde wordt verdeeld in 4 fasen.

De eerste fase begint eenigen tijd voor H.W.; water uit de Schelde stroomt door den hydropulsor naar het kanaal; het opgepompte water loopt gedeeltelijk door de turbine naar het kanaal, gedeeltelijk dient het tot vulling van den hoogen boezem. In die fase rijst dus de kanaalspiegel zoowel als die van den hoogen boezem.

Bij het begin van de tweede fase is het verval tusschen buiten- en kanaalwater kleiner dan 1 M. geworden en wordt dus de hydropulsor stilgezet. In die fase loopt de hooge boezem door de turbine leeg.

De derde fase begint als het buitenwater zoover is gedaald, dat het 1 M. lager staat dan het kanaalwater. De hydropulsor wordt weer in bedrijf gezet: de hooge boezem wordt gevuld, de kanaalwaterspiegel daalt.

Als het buitenwater door laagwater heen weer zoover is gerezen, dat het verschil met het kanaalwater tot 1 M. is verminderd, begint de vierde fase; de hydropulsor staat stil; de waterspiegel van kanaal en hoogen boezem dalen enz.

Aan de hand van de gegevens in het rapport van den Ingenieur VAN LOENEN MARTINET verzameld, kon een diagram voor de per dag

benodigde energie worden opgesteld (zie fig. 51). De grootste belasting van het centraalstation komt voor 's wintersavonds tusschen 4 en 10 uur, tijdens de inklingen voor de douane. De ongunstigste verhouding van de belasting ten opzichte van het bedrijf der vier fasen zal derhalve optreden, wanneer de rustfasen IV en II der hydropulsoren zooveel mogelijk binnen den bedoelden tijd der douaneverlichting vallen. In normale tijden worden begin en einde van den inklaringsdienst geregeld in verband met 1^o de maanden van het jaar 2^o met den maansouderdom of m.a.w. het verloop van het getij in de Wester-Schelde en 3^o met werk- en Zondagen. Slechts omstreeks de dagen van nieuwe of volle maan gaat de inklaringsdienst eventueel door tot des avonds 10 uur. Op de andere dagen eindigt hij vroeger, het vroegst omstreeks de dagen der doode getijden. Het verband tusschen den duur van den inklaringsdienst met den maansouderdom vindt zijn grond in de omstandigheid, dat de in te klaren goederen voor een zeer overwegend deel worden aangebracht door de vaart van Antwerpen naar den Rijn en die vaart komt met de eb van Antwerpen af, zoodat die schepen zich tusschen de tijdstippen van H.W. en L.W. te Hansweert aanmelden. Om die reden valt de inklaringsdienst nooit in de phase IV. Volgens de door den Minister van Financiën in de *Staatscourant* van 11 Juli 1908 n^o. 161 afgekondigde regeling van den inklaringsdienst moet de douaneverlichting te Hansweert als volgt kunnen plaats hebben :

- a. van einde April tot einde Augustus in de phase III;
- b. van begin Maart tot einde April in de fasen II (2^{de} helft) en III;
- c. van einde Augustus tot begin Maart in de fasen I, II, III.

De in bovenbedoelde regeling genoemde tijdstippen vallen telkens enkele uren ná het tijdstip van laagwater. In verband daarmee valt de duur der douaneverlichting in het algemeen uitsluitend in phase I; slechts omstreeks de dagen van nieuwe- en volle maan worden daarin ook de fasen II (gedeeltelijk of geheel) en I (gedeeltelijk) betrokken; in dit geval heerschen de perioden van de giertijden, welke voor de waterverhoudingen van het hydro-electrisch-kraftstation zeer gunstig zijn.

De ongunstigste verhouding der belasting ten opzichte van de vier fasen wordt verkregen, wanneer de douaneverlichting onafge-

broken noodig is van 4 tot 10 uur n.m. en het tijdstip van L.W. ongeveer overeenkomt met dat van 1 dag na nieuwe en volle maan, zijnde omstreeks kwart vóór tien. In dien ongunstigen toestand is de getijlijn in fig. 51 geteekend.

Voor de uitwerking van het plan was het allereerst noodig ons in verbinding te stellen met de bouwers van de hydropulsoren n.l. het Ottensener Eisenwerk, A.G. te Altona-Ottensen, waartoe in Juli 1912 de ingenieur BONGAERTS en schrijver dezès zich naar Altona begaven om den opzet met het Eisenwerk te bespreken. Wij ontmoetten daar o.m. Dr. F. C. R. SCHULZ den leider van de Wasserbau-Abteilung van het Eisenwerk, met wien wij de besprekingen voerden. Bijzonder enthousiast waren de heeren in Ottensen niet. De hydropulsor moest in hun oog een toekomst hebben voor de bemaling van aan zee liggende polders en niet om er electriciteit mede te winnen. Zij wilden liever niet medewerken aan eene inrichting, welke ten doel had om op economische wijze electricische energie te verkrijgen, omdat die manier later wellicht oneconomisch zou blijken te zijn, en dan hun fabrikaat daarvan wellicht den weerslag zou ondervinden. Door de bijzondere omstandigheden, waaronder de getijdecentrale te Hansweert zou kunnen worden gebouwd, scheen daar echter inderdaad de mogelijkheid te bestaan, de machine toe te passen; de bouw van het krachtstation en het riool kon tegelijkertijd plaats hebben met den bouw van de derde schutsluis, zoodat voor de bemaling geen extra kosten noodig waren, terwijl ook het grondwerk vrij eenvoudig was. Voor de bassins waren geen uitgaven voor onteigening en grondwerk noodig, omdat het kanaal en een vijver op het plateau tusschen het kanaal en de derde schutsluis daarvoor konden dienst doen.

Onder die omstandigheden wilde het Ottensener Eisenwerk wel medewerken en zich belasten met het maken van een voorontwerp, dat in Februari 1913 werd ingezonden. Het door hen ontworpen centraalstation moest daarop wat worden omgewerkt en zoo ontstond het ontwerp dat op blz. 171 van het verslag der Staatscommissie voor de Electriciteitsvoorziening wordt genoemd en afgebeeld is op plaat X.

De rentabiliteit van deze inrichting kan blijken uit de volgende door ingenieur BONGAERTS opgemaakte vergelijkende exploitatierekening.

Exploitatiekosten.

Volg- n ^o .	Omschrijving der posten.	Hydro-electrisch centraal-station.		Dieselmoter-electrisch centraal-station.	
		Onderdeel.	Bedrag.	Onderdeel.	Bedrag.
1.	Rente en afschrijving 6½ % van de aanleg- kosten (4 % rente en een commercieele af- schrijving in 25 jaar tijds).	6½ % van f88 000.—	f 5 720.—	6½ % van f80 500.—	f 5 232.50
2.	Onderhoud: Gebouwen 1 %	f 300.—		f 320.—	
	Riolen en schuiven	190.—		—	
	Machinaal gedeelte	200.—		400.—	
	Accum. batterij	800.—		800.—	
			1 490.—		1 520.—
3.	Brandstoffen en smeer- middelen. Krachtolie 50 E. P. K. gedurende 18 uur per etmaal en 360 etmalen per jaar ad 1.6 cents/P.K.-uur. Smeer- en cilinderolie	— f 100.—		5 184.— 280.—	
	Water (koel- en circula- tie-)	25.—		75.—	
	Poets- en schuurkatoen	40.—		80.—	
			165.—		5 619.—
4.	Premie voor brandwaar- borg		90.—		150.—
5.	Bediening: 1 hoofdmachinist	f 1 500.—		—	
	2 machinisten-electri- ciens	1 800.—		f 1 500.—	
	3 machinisten-electri- ciens	—		2 700.—	
			3 300.—		4 200.—
6.	Diversen en onvoorzien.		235.—		278.50
	Totaal		f 11 000.—		f 17 000.—

Aan deze ramingen lagen de onderstaande begrootingen van aanlegkosten ten grondslag.

<i>Watercentrale.</i>	<i>Dieselcentrale.</i>
Grondwerken . . . f 5 000.—	Grondwerken . . . f 3 500.—
Riolen van gewapend beton 15 000.—	2 verticale Dieselmotoren 28 000.—
de hydropulsoren c.a. 15 000.—	Zoetwaterkoelinrichting met reservoir 5 000.—
de turbines 7 000.— 4 000.—
het electrisch gedeelte 4 000.— 8 000.—
de batterij 8 000.— 32 000.—
de rioolschuiven . . . 4 000.—	
Machinegebouw . . . 26 000.—	
Wachtlokaal en bergplaats 4 000.—	
<hr/> f 88 000.—	<hr/> f 80 500.—

Bij overweging van dit plan werd door den Hoofdingenieur-Directeur een ernstig bezwaar gemaakt tegen het feit, dat de beide hydropulsoren niet onafhankelijk van elkander konden werken. Indien een machine buiten bedrijf werd gesteld, moest het geheele waterbedrijf worden stil gezet. Wel was een groote accumulatorenbatterij (van 653 ampère uren bij 10-urige ontlading) ontworpen, maar het was toch wel wat gewaagd alleen daarmede bedrijfsstoringen af te wachten. Besloten werd dus het plan om te werken tot een inrichting, waarin de beide hydropulsoren onafhankelijk van elkander zouden kunnen werken. Tegelijkertijd zou daarbij het vraagstuk der drijfhuizen nader worden gezien en meer aandacht aan de rioolschuiven en hare beweging worden gewijd.

Zoo ontstond na zeer veel fasen te hebben doorloopen een plan met medewerking van onzen inmiddels benoemden electrotechnischen adviseur E. FLESSEMAN Jr. w. e. i. (1) uit Amsterdam, dat bleek niet minder dan f 160 000 te moeten kosten, welk hoog bedrag toe te schrijven is aan de hoogere uitgaven, 1°. voor de inmiddels grootere geprojecteerde hydropulsoren, welke nu elk voor zich voldoende

(1) Van het «Bureau voor Technische adviezen» E. FLESSEMAN Jr. en D. H. STIGTER.

water voor het bedrijf moesten kunnen leveren; 2°. voor de meerdere rioolafsluitingen; 3°. wegens den kostbaarder onderbouw door den veel breederen aanleg en 4°. door hooger raming voor de rioolafsluitingen.

Daar de aldus ontworpen centrale nog te weinig electriche energie (1) kon leveren om de werken van het geheele kanaal daarvan te voorzien, is daarop de vraag overwogen, of het wel geraden was met de uitvoering van het denkbeeld door te gaan.

De redenen, waarom van het ontworpen station geen grootere energie-levering dan voor het complex Hansweert kon worden verwacht en evenmin de bouw van een tweede station te Wemeldinge mogelijk was, zijn in het volgende uiteengezet:

Het vermogen van een eb- en vloedcentrale met hydropulsor-turbinebedrijf is afhankelijk van de grootten van:

- 1°. de getijbeweging ter plaatse;
- 2°. de bassins;
- 3°. de toelaatbare schommelingen in de bassins;
- 4°. de machines;
- 5°. de toe- en afvoerkanalen en
- 6°. de accumulatorenbatterij.

Van deze factoren heeft de ontwerper die genoemd sub 4, 5 en 6 in de hand en is hij daarbij alleen begrensd door de economie. Op factor 1 kan hij invloed uitoefenen door de plaats van stichting van de installatie juist te kiezen. De factoren 2 en 3 zijn echter van zoo grooten invloed op de economie der installatie, dat zij, en niet factor 1, de plaats bepalen. Om eenige energiebron van beteekenis tot stand te brengen moeten de bassins minstens eene oppervlakte van tientallen hectaren hebben. Binnendijs zijn die oppervlakten niet goedkoop te krijgen, want achter dijken mag men toch in het algemeen goeden grond verwachten. Men moet dus vrijwel altijd buitendijs werken uitvoeren in het eb- en vloedgebied. Dat stempelt het werk tot duur werk. Men zoekt dus de buitendijsche werken tot een minimum terug te brengen door afdamming van kreken, killen, enz., door afsluiting van rivierarmen enz. en daarmee is men in de plaatsbe-

(1) Hoogstens 200000 K.W.U. per jaar, zonder de batterij-verliezen en zonder de jaarlijksche onderhoudsstoring mede te rekenen.

paling beperkt. De goedkoopste, maar ook buiten het algemeene kader vallende, oplossing is aanwezig in het kanaal door Zuid-Beveland, waar het kanaal tot een oppervlakte van ± 40 H.A. kan dienst doen. Het bassin kost dus voor Hansweert *niets*, maar dit voordeel wordt weer beperkt door factor 3, die nu tegelijkertijd is vastgelegd. De toe te laten daling onder het kanaalpeil wordt daar bepaald door de breedte van het kanaal, welke op kanaalpeil bij normaal kanaalbedrijf, maar vooral voor de nachtvaart, niet overruim is. Eene tweemaal per dag voorkomende daling van den kanaalspiegel tot $0,25$ M. \div N.A.P. (d. i. $0,51$ M. \div K.P.) is daarom het uiterste, dat kan worden toegelaten.

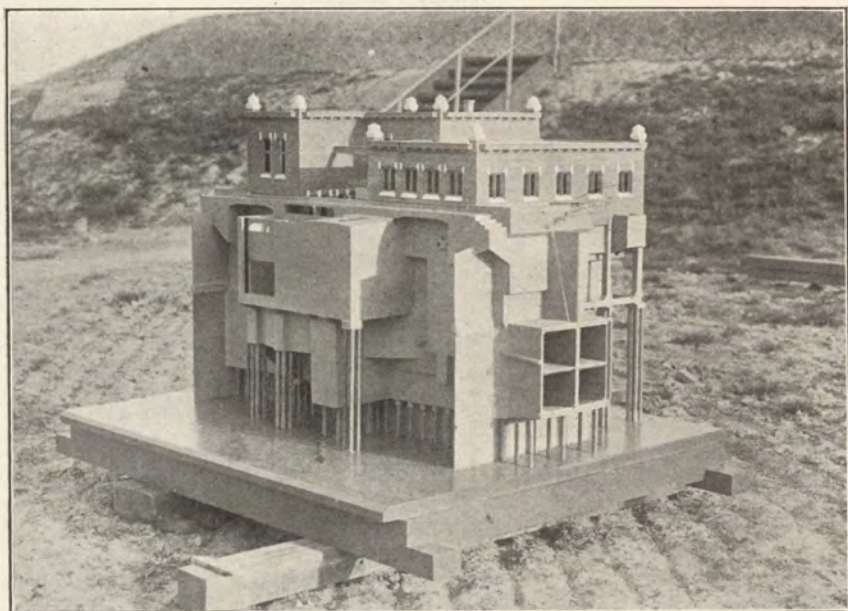
Doch niet alleen eischen van kanaal-technischen aard verhinderen grootere schommeling, ook de aard van het bedrijf stelt daaraan zijn grenzen. In fig. 50 stelt de bloklijn den op- en neergang van den kanaalspiegel voor, zooals die met invoering van alle denkbare zekerheden bij een minimum levering van 15 K.W. bij een gemiddelde getijlijn als daarop voorgesteld door het Ottensener Eisenwerk is berekend, met het oog op het eventueel proef-bedrijf. Laat men nu (door grootere hydropulsoren toe te passen) een grootere schommeling van den kanaalspiegel toe, dan worden de fasen I en III (als de hydropulsor werkt) kleiner. Er is nu een maximum voor de kanaalspiegelschommeling, welke voor elke getijlijn verandert. De grenzen, welke in het uitgewerkte ontwerp voor Hansweert zijn opgenomen, liggen nabij dit maximum.

Het tweede bassin, dat op het vermogen van de centrale invloed uitoeft is de (hooge) turbine boezem. De grootte daarvan werd in Hansweert bepaald door den eenmaal vastgestelden afstand van de Derde Schutsluis tot het kanaal. Ook de hoogste stand van $4,25$ M. + N.A.P. ligt vast, omdat de beschikbare ruimte geen grondwerken toelaat geschikt voor keering van hooger waterstanden.

De inhoud van dien boezem is boven een vast peil constant. De hoeveelheid, daaraan te ontleenen energie, kan slechts worden vergroot door de lengten der fasen IV en II te verkleinen, hetgeen geschiedt bij grooter tijverschil dan de getijlijn aangeeft, terwijl bij de doode getijden het tegendeel het geval is.

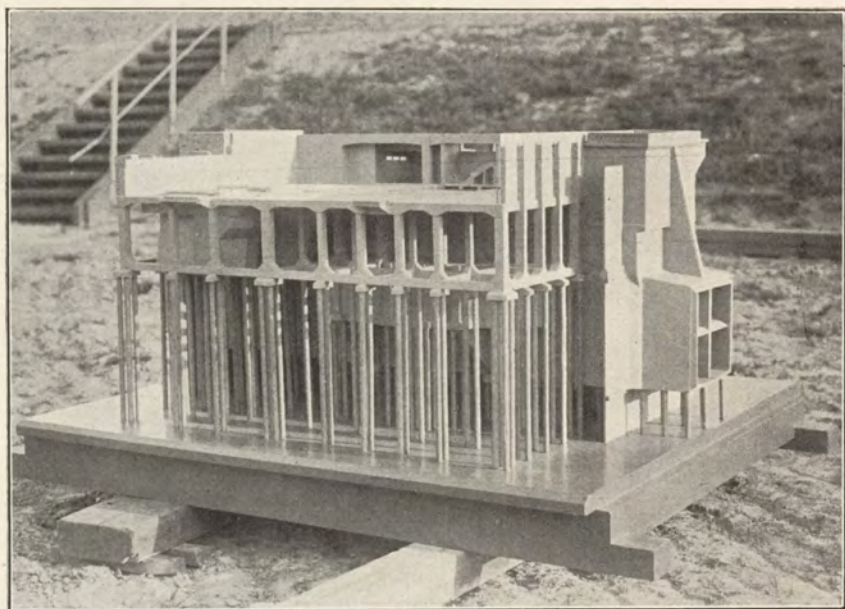
Naast de door een watercentrale te leveren energie ten behoeve van het complex Hansweert, zou dus op andere wijze zijn te voorzien

Fig. 55c.



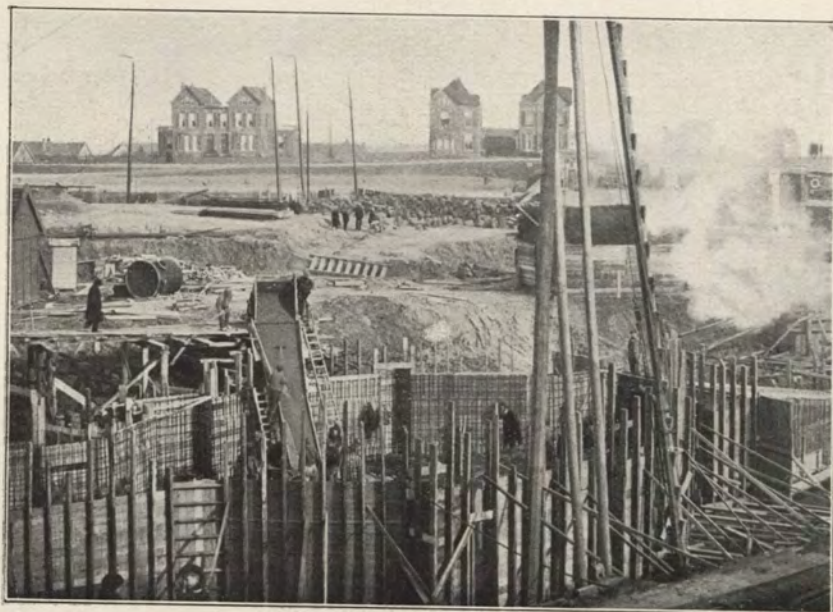
Electrisch centraalstation, middengedeelte Noordoost-zijde.

Fig. 55d.



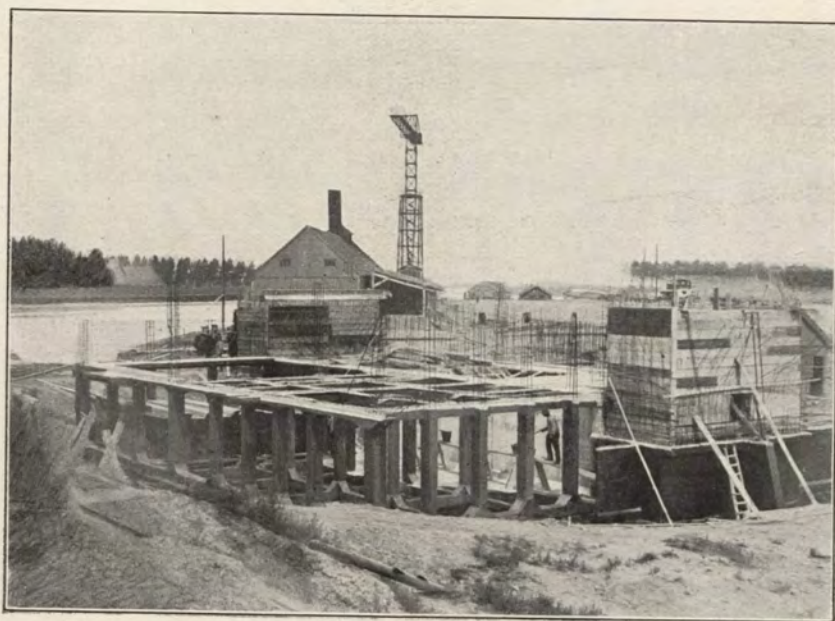
Electrisch centraalstation, middengedeelte Zuidwest-zijde.

Fig. 56.



Betonstorten voor den vloer van de drijfhuizenkamer.

Fig. 57.



Onderbouw van het Electricch Centraalstation naast het arbeidsriool.

Fig. 58.



Versterkingswanden in het arbeidsriool.

Fig. 59.

Remmingwerk in de Binnenhaven 1:20.

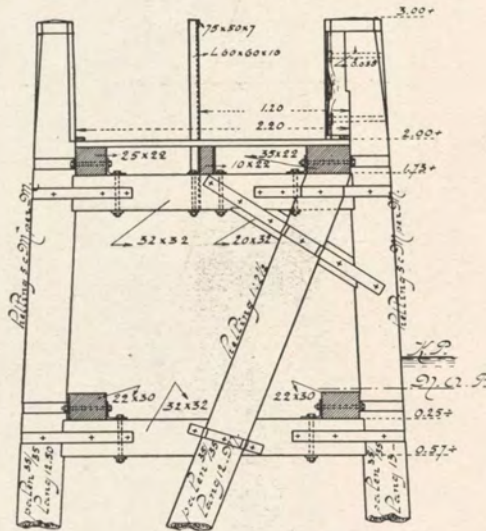


Fig. 60.

Remmingwerk in de buitenhaven. 1:60.

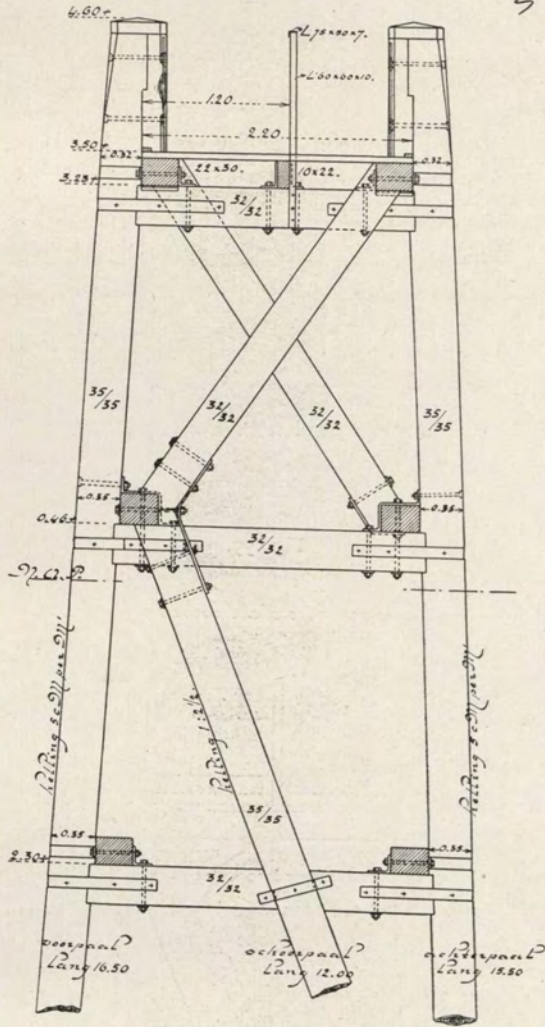
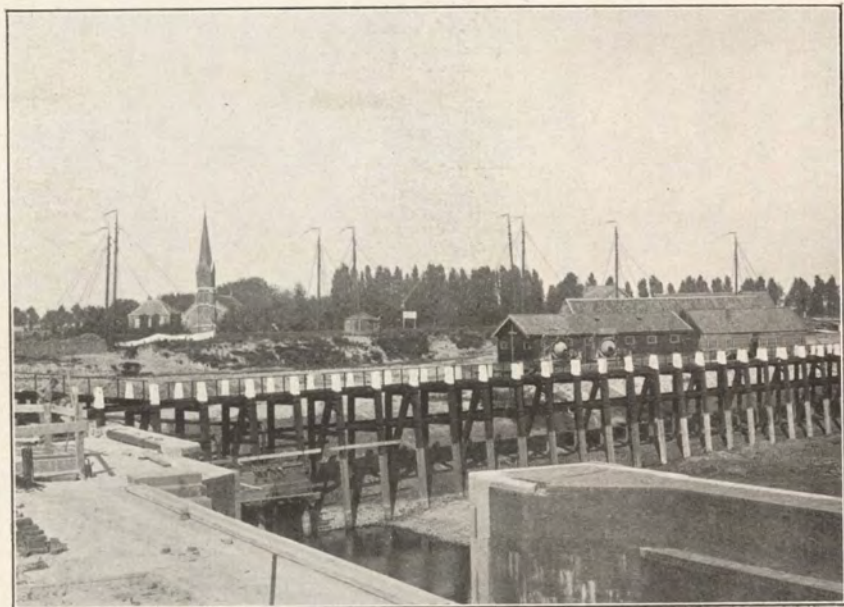
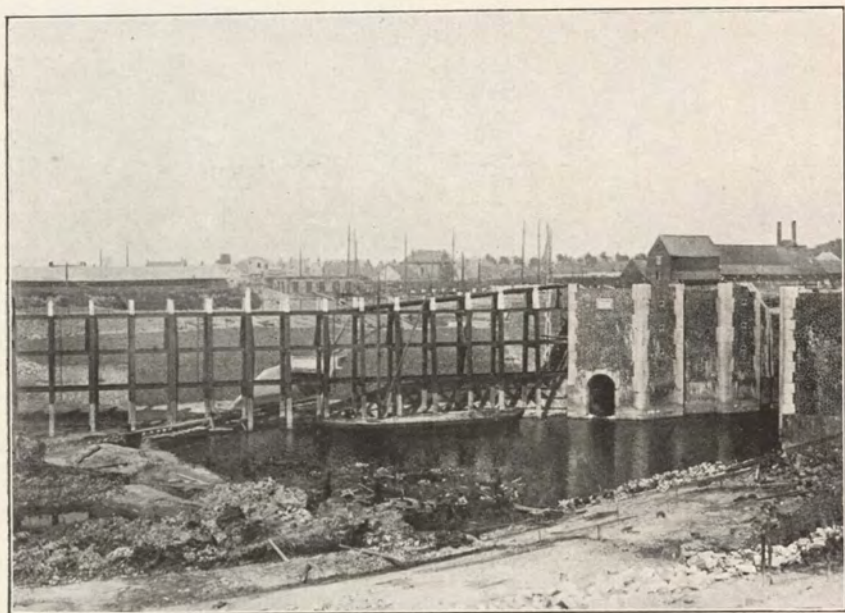


Fig. 61.



Remmingwerk in de binnenhaven.

Fig. 62.



Remmingwerk in de buitenhaven.

Fig. 63.

Doordalff in de buitenhaven
te Harroweert type 1906.

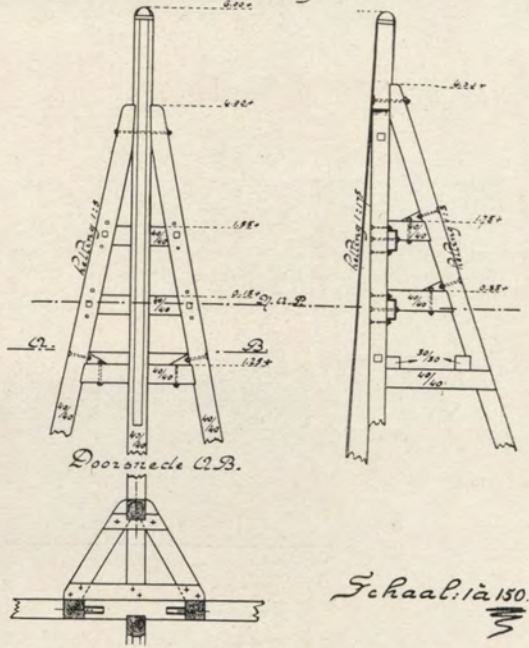


Fig. 64.

Doordalff binnenhaven.

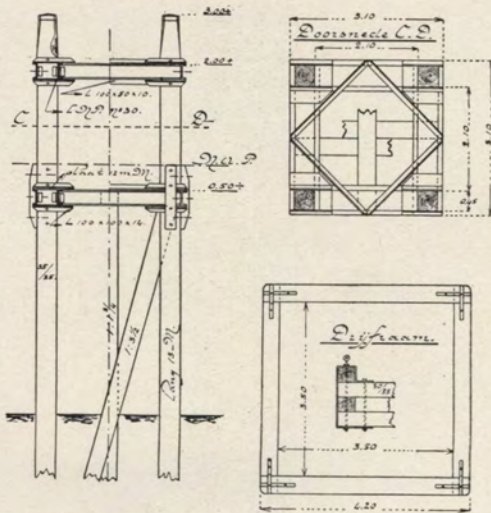


Fig. 65.

Duc'dalf in gewapend beton.

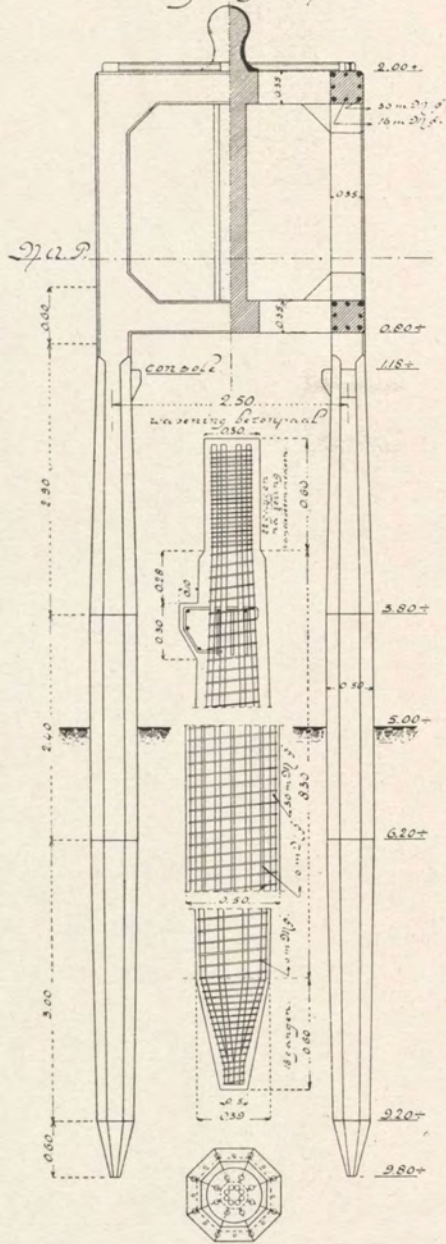
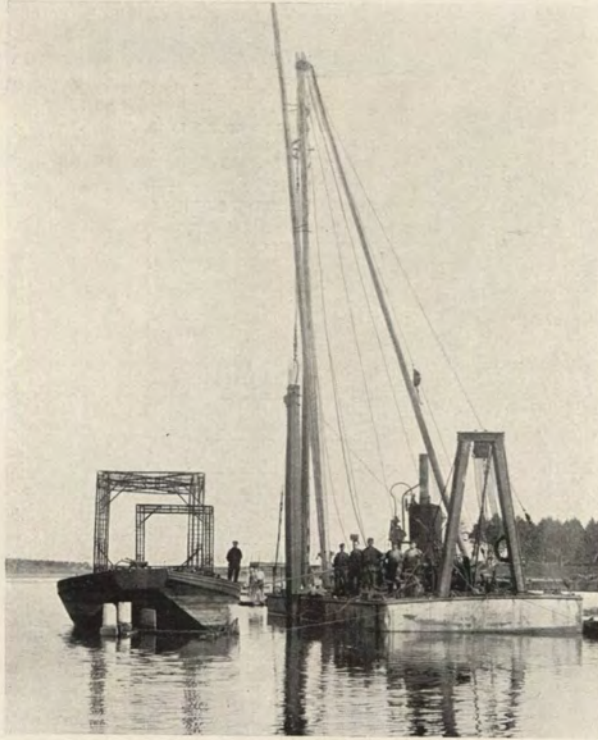


Fig. 66.



Heien van een gewapend betonpaal.

Fig. 67.



Eiken opjagers voor de gewapend betonpalen na de inheijng.

in de behoefte aan electriciteit voor de werken van het kanaal door Zuid-Beveland liggende buiten het complex Hansweert.

Overwogen zijn toen drie oplossingen van het vraagstuk der electriciteitsvoorziening:

- a. terugkeer tot het plan van den ingenieur VAN LOENEN MARTINET;
- b. uitbreiding van dit plan tot een z.g.n. Insulair Electricisch-centraalstation volgens een ontwerp van den ingenieur FLESSEMAN;
- c. combinatie van de watercentrale met een centrale volgens het ontwerp VAN LOENEN MARTINET.

Het eerste denkbeeld had aanbeveling verdiend, indien het vraagstuk der electriciteitsvoorziening ten platten lande toen (April 1914) verder was uitgewerkt en meer urgent was geweest, dan thans wordt ingezien.

Besloten werd tot de derde oplossing. Het vraagstuk van de benutting van eb en vloed is zoo belangwekkend, dat de kans om het practisch te bestudeeren, zonder dat kapitalen met deze studie verloren zouden gaan, integendeel een redelijke opbrengst nog verwacht mag worden, niet voorbij mocht gaan. De voorstudie had wel bewezen, dat de tijd voor benutting van eb- en vloed voor de winning van electricische energie in het groot nog niet gekomen is. Daarvoor moeten eerst de groote waterbouwkundige werken (dammen om de bassins, de diepliggende fundeeringen der krachtstations, de inlaatsluizen met hare afsluitingen enz.) goedkooper kunnen worden gemaakt dan thans het geval is. Uitvoering van groote werken als de afsluiting der Zuiderzee moeten in die richting resultaat hebben. Inmiddels kan met het kleine proefobject Hansweert bestudeerd worden, welke moeilijkheden zijn te overwinnen in het bijzonder bij vorst en storm, maar vooral in de ongelijkheid der getijden. Voor groote centrales is het gebruik van accumulatorenbatterijen, tenzij zij goedkooper dan thans en als handelsartikel rondgezonden kunnen worden, uitgesloten. Het vermogen wordt daarom bij groote centrales waarschijnlijk bepaald door het vermogen bij doode getijden. Hansweert zal dan mede de beantwoording der volgende vragen moeten vergemakkelijken: op welke wijze kan van de betere getijden het meest nut worden getrokken en hoe

schommelt bijv. in een bepaalde periode het maximum vermogen der installatie onder invloed der getijden?

Voorloopig laat zich aanzien, dat het onderhoud van de hydropulsoren zeer zal medevallen. Toch zijn nog eenige bezwaren mogelijk zooals bijv. vermindering van het nuttig effect door slib-afzetting in de bochten der drijfhuizen en door aangroeiing van mosselzaad in de drijfhuizen, de pers- en zuighuizen en het drijfrad; de ondervinding moet daaromtrent gegevens leveren. De studie van de hydropulsoren van de groote afmetingen als voor Hansweert noodig zullen zijn, heeft algemeen practisch nut, daar zij toegepast kunnen worden voor verbetering van de uitwatering van sommige Zeeuwsche polders.

BESCHRIJVING VAN HET ELECTRISCH-CENTRAAL-STATION TE HANSWEERT.

Het centraal-station is gelegen op het sluseiland tusschen de Derde- en de Groote Schutsluis.

Het moet voorzien in de behoefte aan electriciteit voor:

- a. de werken te Hansweert,
- b. de werken te Wemeldinge,
- c. de bruggen over het kanaal,
- d. de verlichting van het kanaal tusschen Hansweert en Wemeldinge.

Ten behoeve der werken sub a genoemd wordt gelijkstroom met een netspanning van 230 Volt, voor de overige werken draaistroom met een netspanning van circa 6000 Volt opgewekt. Of voor de werken sub b—d draaistroom of gelijkstroom gebruikt zal worden is hiermede niet beslist en hangt af van de ervaring, welke men omtrent de verhouding tusschen dag- en nachtverbruik te Hansweert opdoet. Een speciaal onderzoek voor elk der gevallen zal moeten uitmaken, welke stroomsoort voor die werken moet worden gekozen.

De draaistroom wordt opgewekt door een direct aan een Bronsmotor gekoppelde dynamo met een vermogen van 60 K.W. en een klemmen-spanning van 6000 Volt. Als reserve van dit aggregaat is opgesteld een tweede motor, waaraan direct gekoppeld zijn een draaistroom- en een gelijkstroomdynamo: elk van 60 K.W. vermogen. Door de bekrachtiging van een der dynamo's te verhinderen, loopt deze als vliegwiel mede.

De gelijkstroom wordt opgewekt door een dynamo gedreven door een waterturbine. De fig. 52 en 53 geven aan hoe de machines in de machinekamer zijn opgesteld.

De waterturbine zal worden geleverd door de turbinefabriek BRIEGLEB, HANSEN & CO. te Gotha. Bij een verval van 3 tot 4 M. moet zij een vermogen hebben van 32 resp. 45 P.K. en een nuttig effect van minstens 0.75.

Een olieregelaar, waarvoor deze fabriek het patent bezit, zal zorgen dat bij plotselinge belastingsveranderingen van resp. 25%, 50% en 100% van de grootst toegelaten turbine belasting de snelheidsverandering niet meer bedraagt dan resp. $2\frac{1}{2}\%$, 5% en 12%. De turbine drijft door een riem een 30 K.W. dynamo.

Het water voor de water-turbine wordt geleverd door een hydro-pulsor. Het waterbedrijf is als volgt geregeld: (zie platen XI en XII).

Tusschen het buitentoeleidingskanaal van de Derde Schutsluis en de oude binnenhaven is een riool gebouwd (zie hiervoor de situatie plaat I). Dit riool splitst zich onder het centraal-station in één onder- en één bovenriool. In het bovenriool is de hydropulsor met drijfhuizen geplaatst. Boven- en onderriool zijn ter plaatse van het centraal-station door schuiven afgesloten.

Begint nu het bedrijf van phase I (zie bladz. 66 en 67), dan worden de bovenschuif aan de zijde van het toeleidingskanaal (Schelde) en de onderschuif aan de kanaalzijde geopend (fig. *a* van plaat XII). Er wordt water in den hoogen boezem opgevoerd. Van dat water vloeit een deel direct door de turbine weg, een ander deel wordt opgeborgen in den hoogen boezem. Bij het begin van phase II wordt de bovenrioolschuif aan de Scheldezijde gesloten (fig. *b*); het in den hoogen boezem opgezamelde water loopt door de turbine weg. Als in deze phase het buiten- en binnenwater op gelijke hoogte zijn gekomen wordt de onderschuif aan de kanaalzijde gesloten, die aan de Scheldezijde geopend (fig. *c*). Met het dalen van den waterspiegel van den hoogen boezem wordt het verval voor de turbine niet meer kleiner, omdat ook het buitenwater valt. Fig. *d* stelt het begin van phase III voor en fig. *e* het einde. In phase IV moet ook weer de stroomrichting van het gebruikte turbinewater veranderd worden, waartoe de schuif aan de Scheldezijde wordt gesloten (zie fig. *f*).

Daar electriche beweging der schuiven van het arbeidsriool eene uitgave vorderde, welke het bedrijf economisch te veel zou drukken,

is tot handbeweging dezer schuiven besloten. Men stond daarbij voor de keuze om Stoneyschuiven, rolschuiven of glijschuiven te maken. Glijschuiven hebben voor, dat zij met het geringste lekverlies de opening afsluiten. Bij opening onder waterdruk bieden deze schuiven echter den grootsten weerstand.

Bij bestudeering van het schema, voorgesteld op plaat XII, ziet men, dat de onderschuiven alleen behoeven bewogen te worden als de waterdruk gering is. Zij worden alleen geopend of gesloten als binnen- en buitenwater nagenoeg gelijk zijn. Daarmede is nu rekening gehouden en is een windwerk geconstrueerd om de uitgebalanceerde schuiven bij een waterdruk van 0.40 M. te kunnen bedienen.

De bovenschuif aan de kanaalzijde wordt tegen de sponning aan de kanaalzijde gedrukt als (zooals in fig. *a* is voorgesteld) de hydropulsor, gedreven door het buitenwater, begint te werken; het komt er dan voor het waterbedrijf op aan, dat zoo min mogelijk water uit de drijfhuizenkamer (het bovenriool) naar het kanaal lekt. Wordt aan het einde van phase I de bovenschuif aan de Scheldezijde gesloten, dan moet deze schuif 1 M. water keeren, maar daar het bedrijf met den hydropulsor stil staat, doet het er niet toe of deze schuif lekwater door laat, daar dit lekwater door de andere bovenschuif toch voldoende gekeerd wordt. In fig. *d* en *e* (phase III) is dezelfde redeneering juist, als men in het voorgaande kanaal en Schelde onderling verwisselt.

Van deze beschouwingen is nu partij getrokken door de bovenschuif als rolschuif te construeeren, met looprails alleen in de sponningkanten aan de zijde van het centraal-station. De afdichting wordt daar gevonden door op den opstaanden kant van de rail een daaraan bevestigd groenharthouten plankje te drukken, zooals fig. 54 aangeeft. Aan de andere, van het centraal-station afgekeerde, zijde is de schuif van een zoom van groenharthout voorzien. Werkt dus de druk op de schuif in de richting van het centraal-station naar Schelde of kanaal, dan werken de rolschuiven eenvoudig als glijschuif. Daar zij nimmer bij die richting van den waterdruk voor het bedrijf behoeven te worden geopend, is dat geen bezwaar. De rolschuiven zijn ook uitgebalanceerd. Zij zijn voorzien van stalen wielen; de assen zijn van bronsen bussen voorzien, welke van uit drukvetpotten worden gesmeerd.

De windwerken zijn in schuifkokers aan weerszijden van het centraal-station boven 1 M. + G. H. W. opgesteld. Alleen bij stormvloedden komt het windwerk aan de Scheldezijde onder water.

De grootte van den hoogen boezem tusschen het kanaal en de Derde Schutsluis is bepaald door de situatie der werken welke werd vastgesteld vóórdat aan een hydro-electrisch krachtstation werd gedacht. Zij is voldoende om de hoeveelheid water te bergen, welke de ontworpen hydropulsor bij de gemiddelde getijlijn boven het in phase I of III geleverde turbinewater opbrengt. Bij getijlijnen met hooger of lager laagwater, dan waarop aan de hand van de gemiddelde getijlijn gerekend is, zou dus bij normale uitvoering van het waterbedrijf de boezem reeds gevuld zijn vóór het buitenwater tot $1 \text{ M.} + \text{K.P.}$ gedaald (fig. *b* plaat XII) of vóór het buitenwater tot $1 \text{ M.} \div \text{K.P.}$ gerezen was (fig. *e*). Er zou dan een hoeveelheid energie voor het bedrijf verloren gaan, welke misschien beter te gebruiken zou zijn. Ten einde dit verlies te voorkomen is de turbinekolk gebouwd. (zie plaat XI). Het water uit de hydropulsor-persbuis moet, voordat het in den hoogen boezem komt, door deze kolk, waarin de turbine is opgesteld, passeeren. Bij gemiddelde getijlijn ondervindt het water geen bijzonderen weerstand, maar bij getijden met een waarschijnlijk hoogen hoogwaterstand wordt de opening van de turbinekolkwand aan de zijde van den hoogen boezem in het begin der phasen I of III gesloten. Het gevolg is, dat door den aanvoer van hydropulsorwater de turbinekolk met haar vrij kleine afmetingen betrekkelijk spoedig gevuld is. Op $4 \text{ M.} + \text{N.A.P.}$ zijn in den scheidingswand tusschen turbinekolk en hoogen boezem openingen gespaard, waardoor het water uit de kolk kan wegstroomen. Men bereikt met deze schikking, dat het bedrijfswater voor de turbine dadelijk bij het begin der bedrijfsphasen van den hydropulsor onder hoogerem druk staat, n.l. van minstens $4 \text{ M.} + \text{N.A.P.}$, terwijl het water in den hoogen boezem in het algemeen bij het begin der phasen op $3 \text{ M.} + \text{N.A.P.}$ staat. Is het kanaalpeil aan het begin der phase I gelijk N.A.P. dan is dus het verval, waarmee de turbine werkt, 4 M. , in plaats van 3 M. , of 33% grooter, terwijl, omdat in verband met den hoogen buitenwaterstand de hydropulsor meer water levert dan bij de gemiddelde getijlijn, de hooge boezem toch geheel gevuld wordt en dus in de rustphase van den hydropulsor de normale hoeveelheid energie wordt geleverd.

De moeilijkheid, welke bij deze werkwijze nog is te overwinnen, is om te weten wanneer méér dan gewoon hoogwater kan worden verwacht. Hierbij wordt men reeds in hooge mate geholpen door de Getijtafels bevattende den tijd en de hoogte van hoogwater en laagwater,

bewerkt door den Algemeenen Dienst van den Rijks Waterstaat, en uitgegeven door het Departement van Waterstaat (1), welke voortreffelijke gegevens bevatten, betreffende duur en hoogte onafhankelijk van de weersinvloeden. Is de leider van het bedrijf voldoende georiënteerd, dan kan hij reeds vrij nauwkeurig aan het begin eener phase den in die phase te verwachten hoog- of laagwaterstand voorspellen. Ervaring zal hierbij ook weer de beste leermeesteres zijn. Het zal noodig zijn de schuif tusschen turbinekolk en hoogen boezem soms slechts gedeeltelijk te sluiten; ook zal men gedurende eene phase wel eens inzien, dat men zich vergist heeft. Omdat tengevolge van deze overwegingen verwacht wordt, dat die schuif vele malen per dag op- en neer zal moeten, kan het bewegingswerktuig voor deze schuif langs electrischen weg van uit de machinekamer van het centraal-station bediend worden, waartoe een schakelbordje is opgesteld in den N.O. hoek van de machinekamer. Naast dit bordje is opgesteld een peilschaalbord met 5 peilschalen, waarlangs wijzers bewegen, welke op een schaal van $\frac{1}{5}$ de waterhoogten aangeven van 1°. de uitmonding van het arbeidsriool aan de kanaalzijde; 2°. de uitmonding van dit riool aan de Scheldezijde; 3°. de drijfhuizenkamer; 4°. de turbinekolk en 5°. den hoogen boezem. De overbrenging van de hoogten geschiedt langs mechanischen weg. In putten van 0,60 M. diameter liggen vlotter van 0,40 M. diameter. Deze putten staan door flauw hellende buizen van 0,10 M. diameter in verbinding met de plaatsen, waarvan de waterhoogte moet bekend zijn.

Signaalbellen zullen worden aangebracht om den dienstdoenden schakelbordwachter te waarschuwen, indien het water in de drijfhuizenkamer een stand van meer dan 2,90 M. + N.A.P. bereikt. Dan moet de rolschuif aan de Scheldezijde worden gesloten, omdat, als het water nog hooger stijgt, de machinekamer, waarvan de vloer ligt op 3,13 M. + N.A.P., onder zou loopen. Standen hooger dan 3,00 M. + N.A.P. komen slechts eenige malen per jaar voor.

In de machinekamer is op de schakelborden het laag- en hoogspanningsbedrijf geheel gescheiden. Het schakelbord voor laagspanning staat links van de gang, dat van hoogspanning rechts.

(1) Deze tafels zijn à f 0,50 verkrijgbaar bij de Gebroeders VAN CLEEF te 's Gravenhage.

In een der lokalen van het centraal-station is een accumulatorenbatterij opgesteld met een vermogen van 653 Ampère-uren bij ontlading gedurende 10 uren met maximaal 65 Ampère. De maximale laadstroom bedraagt 162 Ampère.

Ten behoeve van de lading van deze batterij is voor het laagspanningsschakelbord een opjager opgesteld.

In de machinekamer is een loopkraan aangebracht met handbeweging, waarmede men lasten van hoogstens 6000 K.G. kan verplaatsen.

Tengevolge van den eigenaardigen vorm van den onderbouw van het electricch centraal-station is dit in gewapend beton uitgevoerd. In andere materialen zou de aanleg moeilijker en kostbaarder zijn. Het geheele gebouw rust op palen van verschillende lengten, naar gelang van de hoogte-ligging van het te fundeeren onderdeel (fig. 55, *a*, *b*, *c* en *d*). (1)

Het diepliggende arbeidsriool werd eerst gemaakt; daarop de drijfhuizenkamer (zie fig. 56). De muren, welke buiten het arbeidsriool liggen, zijn gefundeerd door tusschenkomst van een raamwerk van gewapend beton (fig. 57), dat op palen rust.

Daar, waar het hoofdriool overgaat in het onderriool en bovenriool of drijfhuizenkamer, zijn zolder en wanden verstijfd door platen, welke de opening in vier deelen verdeelen (zie fig. 58). Deze oplossing was goedkooper dan het maken van zware wanden en vloeren.

De beton was samengesteld, beneden 3 M. + N.A.P., uit 1 cement, $\frac{1}{2}$ tras, 2 maatdeelen zand en $2\frac{1}{2}$ deelen grind. Boven 3 M. + N.A.P. uit 4 cement, 7 zand en 10 grind. Waar de beton met grond in aanraking komt is zij tweemaal geteerd.

Tengevolge van den Europeeschen oorlog zijn de hydropulsor en de waterturbine tot dusverre (Januari 1916) niet geleverd. Het waterbedrijf kan nog niet worden in gang gezet. Mededeelingen over details van deze machines kunnen dus hier niet worden gedaan. Dit kan eerst geschieden wanneer na voltooiing van het werk met het bedrijf gedurende zekeren tijd bedrijfsresultaten zijn verkregen.

(1) Naar een model, in hout vervaardigd op $\frac{1}{25}$ der ware grootte, met toestemming van den Minister van Waterstaat.

Zeer belangstellend zal dan worden uitgezien naar de berekening, wat een K. W. U. per uur kost, geleverd door het ontworpen hydro-electrisch-centraal-station. Thans zijn alleen de cijfers der raming bekend, maar de combinatie van het hydro-electrisch met het motor-electrisch krachtstation maakt, dat niet precies gezegd kan worden, welk bedrag der oprichtingskosten ten laste van het waterbedrijf komen. In een raming van exploitatiekosten opgemaakt in April 1914, vóór definitief tot den bouw van het electricisch-centraal-station werd besloten, was de aan het slot van deze afdeeling geplaatste berekening gemaakt voor de kosten van de opwekking van 1 K. W. U. In de kolommen, waarbij alle getallen tusschen haakjes staan, worden opgegeven de bedragen der posten gecorrigeerd naar de aannemings-sommen der onderdeelen, welke inmiddels bekend zijn geworden. Gerekend werd toen op een rentevoet van 4 %, welke nu herzien zal moeten worden. Het aantal te leveren K. W. U. is gerekend voor het volle bedrijf als de electricificatie van het kanaal, voorzoover daar aanleiding toe bestaat, voltooid is. Gerekend wordt, dat dan voor Hansweert moeten worden geleverd 135 000 K. W. U., geheel te leveren door de watercentrale. Bij de becijfering is in April 1914 gerekend op een olieprijs van f 6 per 100 K.G. en thans van f 7,50 per 100 K.G.

Waar naast de constructie der bewegingswerktuigen vooral hun verbruik van belang is en thans (Januari 1916) nog met de montage moet worden begonnen, wordt hier met eene korte mededeeling volstaan.

De bediening der Derde Schutsluis zal geheel langs electricischen weg geschieden in een centraal bedieningshuis boven de deurkas van het binnenhoofd.

Door staanwijzers en signaallampen blijkt den schakelbediende hoe de stand van roldeuren, schuiven en toldeuren is.

Eene telefooninstallatie zal centrale en bedieningshuis onderling en met een achttal andere posten verbinden, w. o. twee telefoonzuilen op buiten- en binnensluishoofd, zoodat veel heen en weer loopen en geschreeuw, wat men anders op de sluisen overvloedig hoort, kunnen worden voorkomen.

De verlichting van haven- en sluisterreinen zal geschieden met 1000 N. K. half Watt-lampen. Verlichting met sterke eenheden voldoet voor kanaalsluisen als die te Hansweert goed, blijkens de met de oude Alladin-lampen opgedane ervaring.

De lampen zullen door den sluismeester ingeschakeld en door deze allen tegelijk of ter plaatse stuk voor stuk uitgeschakeld kunnen worden. De verlichting kan dan verminderd worden naar gelang van de behoefte.

De elektrische en mechanische installatie van de Derde Schutsluis enz. wordt uitgevoerd door de firma LOUIS SMULDERS & Co. uit Utrecht, die voor de electriciteitswerken samenwerkt met de firma GROENEVELD, RUEMPOL & Co. uit Amsterdam.

Sedert Augustus 1914 is als regel aangenomen, dat artikelen, welke in Nederland kunnen worden gemaakt, niet uit het buitenland mogen worden betrokken. Dientengevolge zullen de electriciteitswerken te Hansweert eene permanente tentoonstelling vormen van de Nederlandsche nijverheid.

Bij den bouw van het elektrisch centraal-station is zooveel mogelijk getracht om elk der hoofdonderdeelen afzonderlijk te besteden en zodoende den meest geschikten aannemer te bereiken. Dit maakt het werk voor de Directie moeilijker, omdat zij leiding moet geven bij de samenwerking der verschillende aannemers.

Hieronder volgt eene opgave van de verschillende aannemers, van hunne werken en de aanneemsommen, voor zooveel het elektrisch centraal-station betreft en zonder eventueele afrekening van meer of minder werk.

Werk.	Aannemers.	Aannemings-som.
Onderbouw elektrisch centraal-station .	A. VAN DER STRAATEN JR. en J. B. KOCH te Hansweert.	± f 79 000.—
Bovenbouw elektrisch centraal-station .	M. ALEWIJN te Waarde.	19 500.—
Motoren en dynamo's	N.V. Appingedammer Bronsmotoren- fabriek te Appingedam.	44 800.—
Hydropulsor en turbine	Ottensener Eisenwerk, A. G. Altona— Ottensen.	16 500.—
Schakelinstallatie	H. E. E. M. A. F., Hengelo (O.)	9 430.—
Schuiven enz. van arbeidsriolen en tur- binekolk	Fa. LOUIS SMULDERS & Co., Utrecht.	19 000.—
Waterstandsaanwijzing	W. C. OLLAND, Utrecht.	970.—
Handloopkraan	Gebrs. STORK & Co., Hengelo (O.)	1 570.—
Accumulatorenbatterij	Accumulatorenfabriek, Hagen i. W.	8 635.—

1. *Rente en afschrijving.*

Gebouwen	Afgeschreven in 40 jaren
Schuiven en krooshekken	» » 25 »
Waterstansaanwijzing	» » 25 »
Machines.	» » 25 »
Schakel-installatie	» » 10 »
Accu-batterij	» » 40 »
Zoetwater-koelinrichting met reservoir	» » 25 »
Loopkraan	» » 25 »

2. *Onderhoud.*

Gebouw	
Schuiven.	
Machinaal gedeelte	
Batterij	
Koelinrichting en loopkraan.	
Riolen en onderbouw	
Krooshekken	

3. *Assurantie-premie*

4. *Bediening.* 1 hoofdmachinist *f* 1500, 3 machinisten electriciens $3 \times f 900 = f 2700$.

5. *Brandstof voor* 4000000 K. W. U.

Smeerolie	
Water, koel en circulatie-water.	
Poetskatoen en schuurlinnen	
Verwarming.	

WATERCENTRALE-MOTORCENTRALE.

Gecombineerd station.			Station van 3 × 50 K.W.		
5.052 % van f 93 000	f 4 698,36	(f 4395,24)	5.052 % van f 44 000	f 2 222,88	(f 2222,88)
6.401 % » 14 000	896,14	(1216,19)	—	—	—
—	—	(62,09)	—	—	—
6.401 % » 69 500	4 448,695	(4128,645)	6.401 % » 68 500	4 384,68	(4224,66)
—	—	(603,61)	—	—	(672,405)
2.329 % » 8 000	986,32	(1064,61)	12.329 % » 8 000	986,32	(1064,61)
5.052 % » 3 000	151,56	—	5.052 % » 4 000	202,08	—
6.401 % » 2 500	161,225	(100,50)	6.401 % » 2 500	161,225	(100,50)
Afgerond . .	f 11 350,—	(f 11570,—)	Afgerond . .	f 7 960,—	(f 8285,—)
—	f 350,—	(f 350,—)	—	f 300,—	(f 300,—)
2 % van f 14 000	280,—	(380,—)	—	—	—
1 % » 69 500	695,—	(645,—)	1 % van f 68 500	685,—	(660,—)
10 % » 8 000	800,—	(863,50)	10 % » 8 000	800,—	(863,50)
1/2 % » 5 500	± 30,—	(30,—)	1/2 % » 6 500	± 40,—	(40,—)
1/10 % » 35 000	± 35,—	(35,—)	—	—	—
—	50,—	(50,—)	—	—	—
Afgerond . .	f 2 240,—	(f 2350,—)	Afgerond . .	f 1 825,—	(f 1865,—)
—	f 50,—	(f 50,—)	—	f 60,—	(f 60,—)
—	f 4 200,—	(f 4400,—)	—	f 4 200,—	(f 4400,—)
135 000 à —	—	—	—	—	—
265 000 à f 0.02	f 5 300,—	f 6625,—	400 000 à f 0.02	f 8 000,—	(f 10000,—)
135 000 à 0.0025	337,50	337,50	400 000 à 0.05	2 000,—	(2000,—)
265 000 à 0.005	1 325,—	1325,—	—	—	—
—	100,—	100,—	—	100,—	(100,—)
—	650,—	650,—	—	1 000,—	(1000,—)
—	250,—	250,—	—	200,—	(200,—)
Afgerond . .	f 7 965,—	(f 9290,—)	Afgerond . .	f 11 300,—	(f 13300,—)
Totalen . .	f 25 805,—	(f 27660,—)		f 25 345,—	(f 27910,—)

f 460 +

(f 250 ÷)

E. DUCDALVEN EN REMMINGWERKEN.

De constructie der ducdalven en remmingwerken heeft aan het kanaal door Zuid-Beveland eene snelle evolutie doorgemaakt. Naar gelang de tonnenmaat der schepen toenam en 't aantal grooter werd, moesten de ducdalven en remmingwerken zwaarder worden.

Voor de remmingwerken was reeds vóór met den bouw der Derde-Schutsluis werd begonnen een goede constructie gevonden, welke zeer goed voldoet. Het remmingwerk in de binnenhaven (fig. 59) is een nagenoeg getrouwe copie van dit door den ingenieur VAN VLISSINGEN ontworpen werk. Dat in de buitenhaven (fig. 60) is naar dezelfde gedachte gebouwd; alleen gewijzigd in verband met de grootere hoogte. De remmingwerken bestaan uit jukken geplaatst op afstanden van 3 M. Elk juk bestaat uit 2 palen met 2 of 3 dwarsgordingen, naargelang het de binnen- of de buitenhaven geldt. Op elke dwarsgording liggen langsgordingen, welke de jukken onderling verbinden. Om het andere juk is een schoorpaal aangebracht, welke tegen een langsgording steunt. Hoe deze gesteund wordt blijkt uit de figuren 59 en 60.

De remmingwerken zijn met het oog op den paalworm in groenharthout uitgevoerd en van een Amerikaansch-grenen loopbrug voorzien. Deze remmingwerken, begrepen in het bestek van den sluisbouw, hebben $\pm f$ 26 000 (binnenhaven) en $\pm f$ 35 000 (buitenhaven) gekost.

De remmingwerken zijn in den droge gebouwd (zie fig. 61 en 62). Achter dit remmingwerk ziet men de uitmonding van het arbeidsriool aan de havenzijde.

De ducdalven werden sedert 1906 gebouwd volgens fig. 63. De verbinding van den koningspaal aan de schoorpalen bleek in de praktijk te zwak en kost veel aan onderhoud. Daarom zijn in de nieuwe binnenhaven remstoelen gebouwd, bestaande uit 4 verticale groenharthouten palen, op de hoogte van afgelaten kanaalstand en op 2 M. + N. A. P. onderling verbonden door vooraf gereed gemaakte ijzeren raamwerken, welke met bouten en klossen aan de palen zijn verbonden (zie fig. 64). Tegen deze raamwerken steunen 3 schoorpalen, welke echter geheel los staan. Tusschen den kop der schoorpalen en de klos in de ijzeren raamwerken is een ruimte gelaten van $1\frac{1}{2}$ c.M. Om den remstoel ligt een drijfraam van gecreosoteerd dennenhout, hetwelk moet voorkomen, dat de schepen de uitstekende punten der ijzeren ramen raken. Wordt zulk een remstoel aangevaren, dan wordt de stoot eerst opge-

nomen door het raamwerk, doordat bij de buiging der vier palen, buigingsarbeid wordt verricht; vervolgens raakt het raamwerk een der schoorpalen en wordt het nog overblijvende van den stoot verbruikt voor samendrukkingsarbeid in den schoorpaal. De speling tusschen de raamwerken en den kop der schoorpalen is zoodanig bepaald, dat de palen na de doorbuiging altijd weer tot hun oorspronkelijken stand terugveeren. De prijs dezer remstoelen compleet met hun drijfrahmen bedraagt *f* 2950.

Daar deze uitgave zeer hoog is, werd overwogen, of niet met voordeel remstoelen in gewapend beton zouden kunnen worden gemaakt. Deze zijn o. a. in de haven van Hellevoetsluis aanwezig. Bij uitvoering ervan werd tevens eigen ervaring opgedaan met het heien van gewapend betonpalen. Een voordeel van de gewapend betonconstructie is de stijve verbinding van de gordingen met de palen, een nadeel is de geringe beweeglijkheid. Een drijfraam als bij de houten remstoelen dient om de schokken bij het aanvaren op te nemen en over te brengen.

Bij de uitvoering is gebleken dat deze ducdalven \pm *f* 1750 per stuk kosten, inclusief het drijfraam.

Elke remstoel bestaat uit 4 vooraf gereed gemaakte achtkante palen, welke over een hoogte van 2.40 M. ter plaatse van den havenbodem, hun grootste doorsnede hebben nl. met een ingeschreven cirkel van 0.50 M. diameter. Naar boven en naar beneden verminderen de doorsneden (zie fig. 65).

Op de hoogte van den afgelaten kanaalstand is een rondgaande gording aangebracht met diagonalen, evenzoo op 2 M. + N.A.P. De palen werden vooraf door den aannemer H. VAN DONGEN te Dordrecht op zijn werkterrein te Dordrecht gereed gemaakt, evenals de bewapening van het bovenstuk. Op fig. 66 ziet men een paal in een stelling hangen; twee palen staan vóór de zolderschuit, waarop de gevlochten bewapening der bovenstukken staat. De paalkoppen hebben in het geheel niet geleden. De palen, die gedeeltelijk in slibhoudend zand staan, zijn ten deele voorgespoten. Niettemin waren de zakkingen niet groot. In den laatsten tocht van 30 slagen bedroeg de zakking bij een valhoogte van 1.5 à 2 M en een blokgewicht van 945 K.G. slechts 0.02 M.

Om den ronden paalkop was een losse paalmuts van vloeijzer aangebracht. In die muts lag wat poetskatoen en daarop stond de eiken opjager. Hoe hard nog geslagen moest worden, blijkt wel het best uit de

foto (fig. 67) De beton der palen was samengesteld uit 1 deel cement, $\frac{1}{2}$ deel tras, $1\frac{3}{4}$ deel zand en $2\frac{1}{2}$ deel steenslag. De palen werden na te zijn verhard tweemaal geteerd met zuurvrije koolteer. Nadat de jongste paal 13 weken oud was, zijn alle palen naar Hansweert vervoerd.

In de praktijk blijkt, dat bij de gewapend-beton-remstoelen, de hoeken der palen op ± 1 M. boven K.P. gemakkelijk beschadigd worden door de overstekende boegen der schepen. Een bescherming dier hoeken met ijzeren platen, waarachter eene elastische vulling van touw e.d., wordt overwogen.

Aan de oostzijde van de sluis staan nog kleine geleidingwerken om het invaren te vergemakkelijken.

Langs de kanaal- en havenboorden staan gegoten ijzeren meerpalen. Het beste voldoen deze, als zij staan in een blok beton, ter plaatse gemaakt, van $\pm 1\frac{1}{2}$ M³. inhoud. Voor Rijnschepen e.d. schijnt het gewicht van dat blok, in verband met den grondweerstand tegen het blok, voldoende te zijn.

F. WONINGBOUW.

Daar de geheele ambtenaarskolonie van Hansweert was gehuisvest ter plaatse van de te bouwen Derde-Schutsluis moest een groot aantal ambtenaarswoningen worden gebouwd. Daar de bouw dezer woningen geheel geregeld moest worden naar de volgorde der werken van den sluisbouw werd besloten, dat de voor het Departement van Financiën te bouwen woningen ook door den Rijks-Waterstaat zouden worden gebouwd. Voor den bouw der woningen werd aangenomen, dat voor commiezen der Directe Belastingen en sluis knechts een gelijk type zou worden gebouwd; evenzoo zouden de woningen voor kommiezen-verificateur der Directe-Belastingen, hulpsluismeesters en machinisten-electriciens gelijkwaardig zijn. De woningen voor de eerste groep zijn gebouwd in blokken van 4; in fig. 68 is de platte grond dier woningen voorgesteld. De woningen van de tweede groep zijn geplaatst in groepen van twee (fig. 69). Gebouwd zijn 12 sluis knechtswoningen, 12 kommiezenwoningen (fig. 70), 4 woningen voor kommiezen-verificateurs (fig. 71), een woning voor den Inspecteur en een voor den Ontvanger der Directe Belastingen, een dubbele woning voor den Opzichter van den Rijks-Waterstaat en den Havenmeester (fig. 72), een sluismeesters-woning, een dubbelwoning voor twee hulpsluismeesters. Verder is nog gebouwd een Douanekantoor (fig. 73) en een sluismeesterswacht.

G. PROEVEN.

Gedurende den sluisbouw zijn eenige proeven genomen met de verbinding van palen aan kesp en met de 5-wiggen verbinding. Aanvankelijk lag het alleen in de bedoeling om na te gaan, waarop bij het maken van deze verbinding moest worden gelet. Op een willekeurig paaleind werd daarom een kesp gelegd en eene verbinding met vijf wiggen gemaakt. Paal en kesp werden daarop doorgezaagd en vertoonden toen meer of minder onregelmatigheden. In fig. 74 is de uitslag van de 4^{de} proef te zien, welke een voorbeeld is van een welgeslaagde verbinding; fig. 75 geeft een voorbeeld van een minder geslaagde. De aanwezigheid op het werk van hydraulische vijzels deed er toe overgaan ook eens te onderzoeken den weerstand van deze verbinding en van een 3-wiggen verbinding door den hoofdopzichter voorgeslagen. De opstelling van de vijzels voor deze proef blijkt uit fig. 76. De door de beproeving verkregen cijfers waren lager dan de ingenieur V. I. P. DE BLOCC VAN KUFFELER c. i., blijkens zijne voordracht gepubliceerd in «de Ingenieur» van 4 Juli 1903, bladz. 492, te Delfzijl heeft verkregen, waarom nog eenige meerdere proeven werden genomen. Over het algemeen is de beproeving met hydraulische vijzels gemakkelijk uit te voeren, maar verloopt wel wat te snel. Waar het vooral van gewicht werd geacht te weten, wanneer de kesp begon te lichten en verder wanneer de verbinding brak, is vooral op deze punten gelet.

De gebruikte wiggen waren van rechtdradig eikenhout, allen werden ze voorgezaagd. Het indrijven had plaats door slaan met een handhei van 35 K.G., die gehanteerd werd door 4 man. In den regel werden de wiggen achtereenvolgens met een houten hamer ingedreven, tot zij behoorlijk vast stonden en daarna met de handhei nageheid. Dit laatste duurde 10 à 15 minuten per pen. Nadat de wiggen een eindweegs waren ingedreven met slagen, waarbij telkens 3 of 4 wiggen tegelijk geraakt werden, werden daarna zooveel mogelijk slechts één of twee wiggen tegelijk ingedreven. In den regel konden alle wiggen onbeschadigd tot de voorgenomen diepte ingedreven worden, uitgezonderd de middelste, die nog al eens voos geslagen werd. Alleen met geoefende werklieden, die vertrouwd zijn met het gebruik van de handhei, gelukte het één of twee wiggen te raken zonder de overige te beschadigen.

Na afloop van de proeven werden vele der proefstukken over de lengte van de kesp doorgezaagd, om te zien, hoe de onderdeelen zich inwendig hadden gehouden. Daarbij bleek steeds dat de wiggen sterk

samengeperst waren, vooral in pennen met kwasten. In het laatste geval spleten ook vaak de wiggen.

Het verbreken der verbinding had plaats door middel van 2 hydraulische vijzels, elk met 70 ton hefvermogen, die hun draagvlak hadden op 2 \square N.P. n^o. 26, die op ongeveer 0,41 M. beneden de borst van de pen in den paal waren ingekeept en met 2 bouten waren vastgeklemd. Op de persstempels van de vijzels werden platen van groenharthout gelegd om de drukking regelmatig over een grooter deel van het ondervlak van de kesp te verdeelen. De drukking van de vijzels werd gemeten met een manometer, die aangebracht was op buisjes, die tijdens de persing in open verbinding stonden met de persruimten. Hierdoor stonden de persruimten van beide vijzels ook met elkaar in gemeenschap en was het ontwikkeld vermogen bij beiden gelijk. Daar elk der persstempels 0.15 M. middellijn had, is 1 atm. druk $2 \times \frac{\pi 15^2}{4} = 353$ K.G.

Om het scheuren van de proefkespen tegen te gaan, werden deze aan den kop in het eindelingsch hout voorzien van ingeslagen ∞ - ijzers. Voor ditzelfde doel werden voor de proeven VII tot en met XII de proefkespen 1,50 M. lang genomen en konden daarbij de ∞ - ijzers wegblijven.

De resultaten van 14 trekproeven zijn hieronder aangegeven.

I. *Dennen kesp* (fig. 77).

Kesp 5, met 3 wiggen; beproefd op 11 Juni 1912.

De kracht, noodig voor het aflichten van de kesp, was:

begin van lichten	. 22 atmosferen	=	7 766 K.G.	
1 c.M. gelicht	. . 23	»	= 8 199	»
2 » »	. . 25	»	= 8 825	»
3 » »	. . 25	»	= 8 825	»
4 » »	. . 26	»	= 9 174	»
5 » »	. . 26	»	= 9 178	»
6 » »	. . 27	»	= 9 531	(1)
7 » »	. . 26	»	= 9 178	»
8 » »	. . 25	»	= 8 825	»
9 » »	. . 25	»	= 8 825	»

(1) De kesp begint te splijten, terwijl de eindwanden van het pengat beneden het ondervlak van de kesp uitwijken.

Fig. 68.

SLUISKNECHTSWONINGEN HANSWEERT

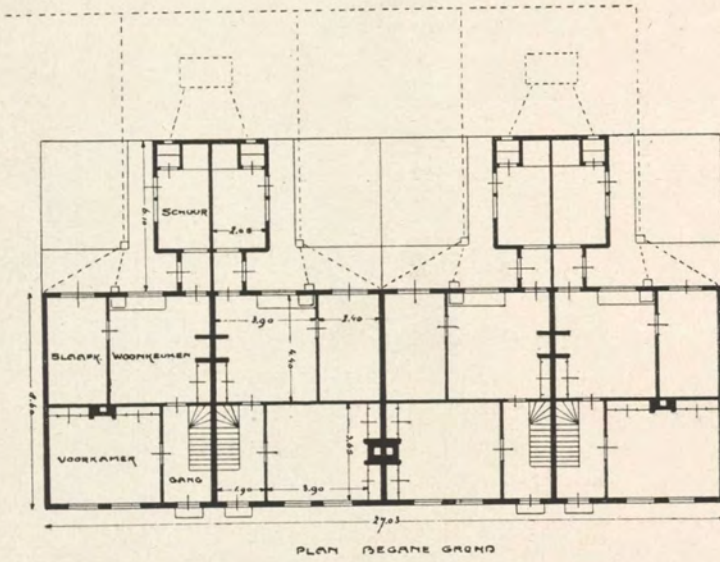


Fig. 69.

WONINGEN COMMIEZEN-VERIFICATEUR TE HANSWEERT

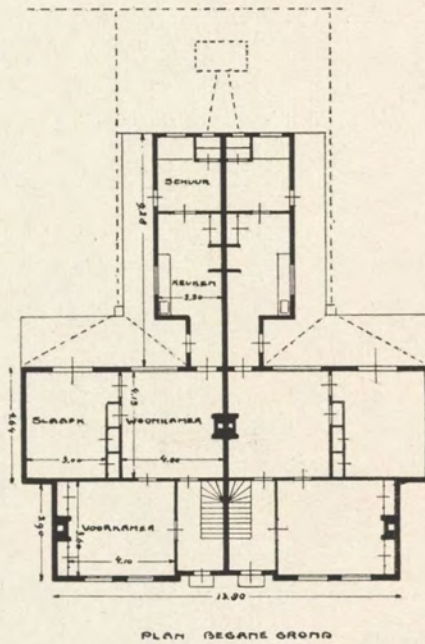
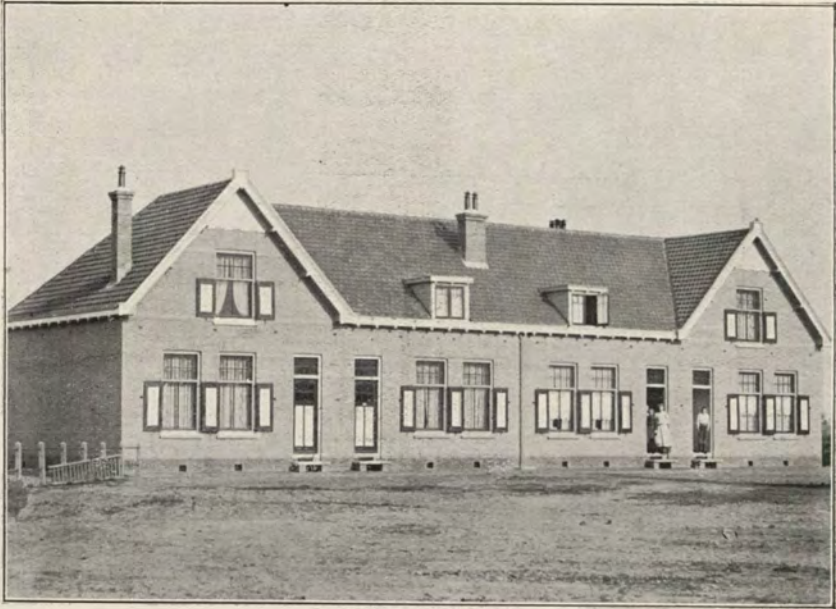


Fig. 70.



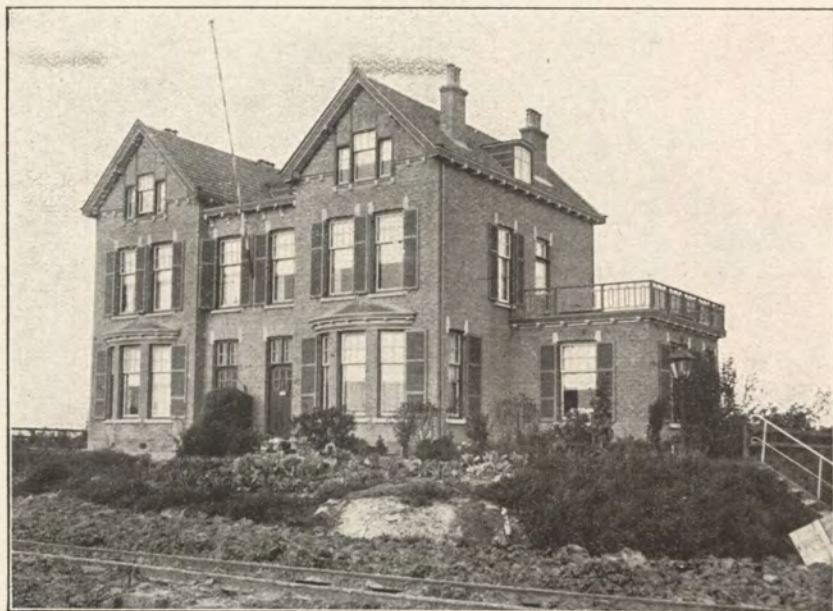
Sluisknechts- en Kommiezenwoningen.

Fig. 71.



Woningen voor Kommiezen-verificateur.

Fig. 72.



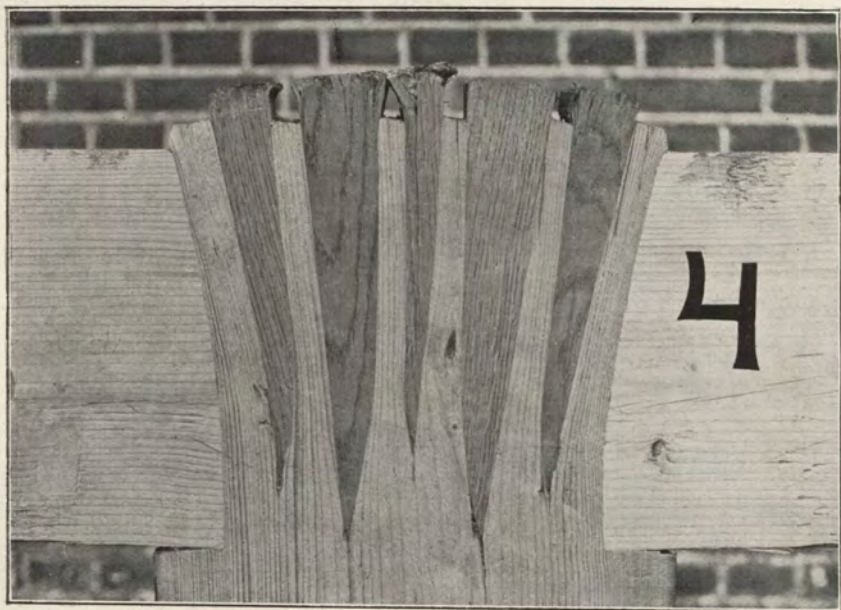
Woningen voor den opzichter van den Rijkswaterstaat en den havenmeester.

Fig. 73.



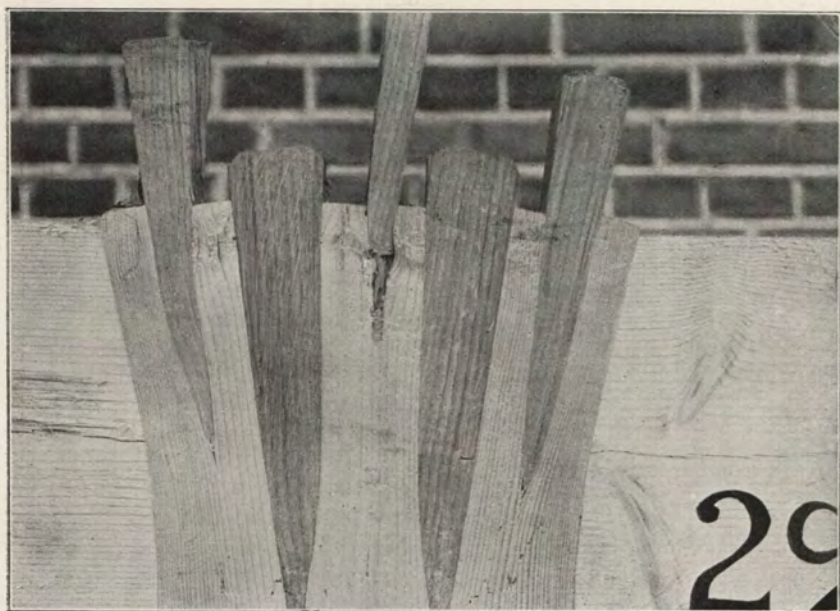
Douanekantoor.

Fig. 74.



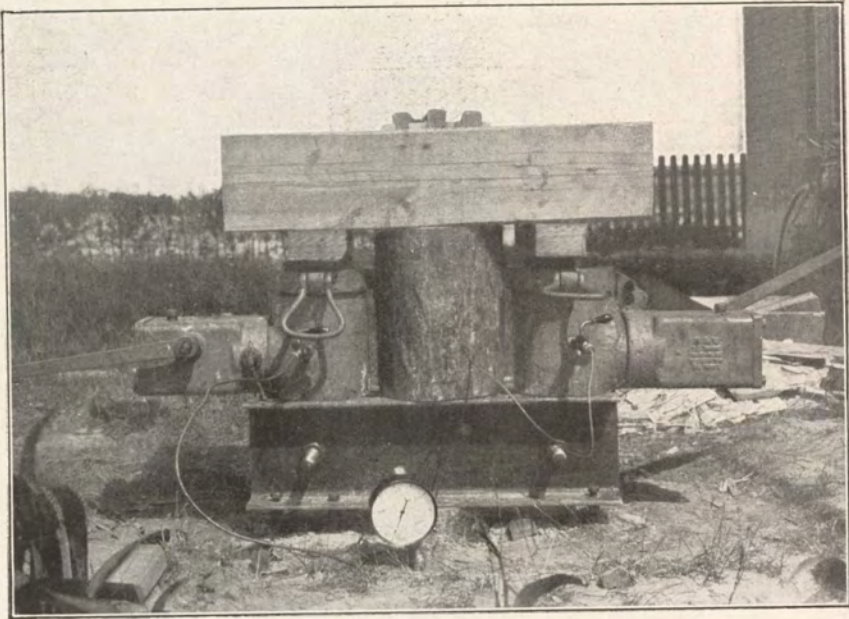
Doorgezaagde 5-wiggenverbinding.

Fig. 75.



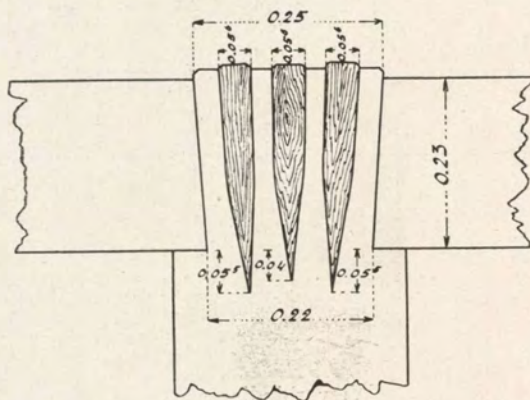
Minder geslaagde 5-wiggenverbinding.

Fig. 76.



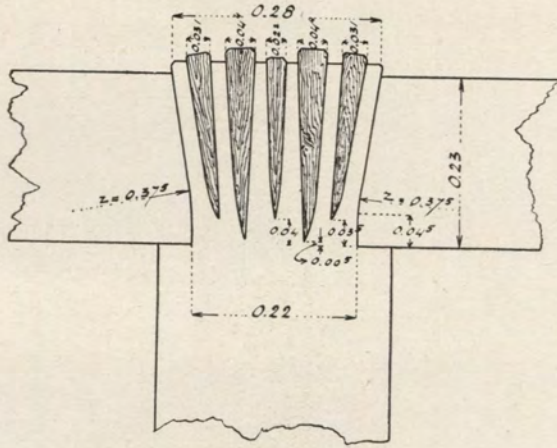
Beproeving van een wigverbinding.

Fig. 77.



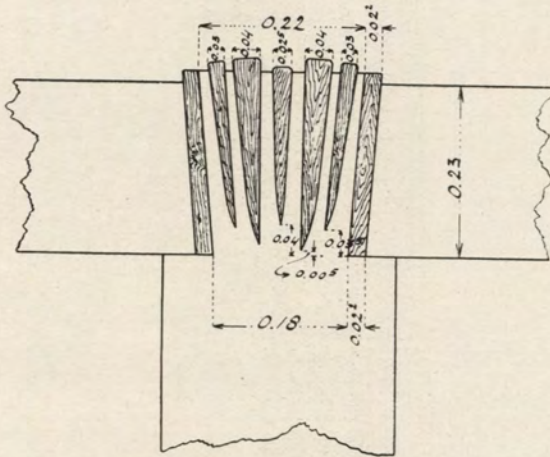
Wigverbindingen.

Fig. 78.



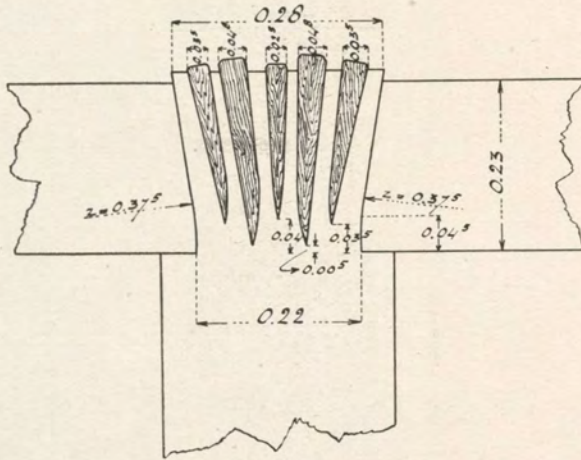
Wigverbindungen.

Fig. 79.



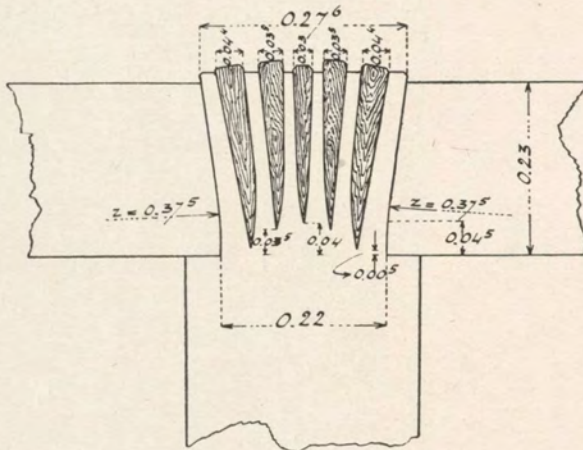
Wigverbindungen.

Fig. 80.



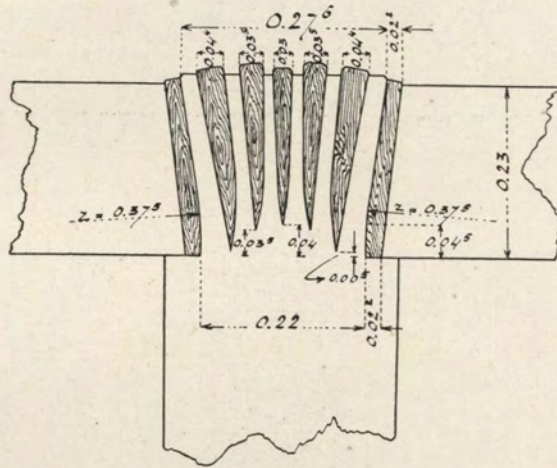
Wigverbindungen.

Fig. 81



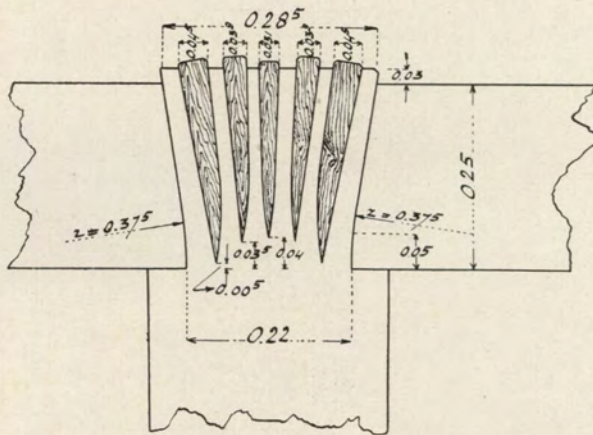
Wigverbindungen.

Fig. 82.



Wigverbindungen.

Fig. 83.



Wigverbindungen.

II. *Dennen kesp* (fig. 78).

Kesp 6, met 5 wiggen; beproefd op 11 Juni 1912.

begin van lichten	. . . 25	atmosferen =	8 825	K.G.	
1 c.M. gelicht	. . . 28	»	=	9 884	»
2 » »	. . . 31	»	=	10 943	»
3 » »	. . . 32	»	=	11 296	»
4 » »	. . . 31	»	=	10 943	»
5 » »	. . . 31	»	=	10 943	»
6 » »	. . . 32	»	=	11 296	»
7 » »	. . . 32	»	=	11 296	»
8 » »	. . . 32	»	=	11 296	»
9 » »	. . . 32	»	=	11 296	»
10 » »	. . . 30	»	=	10 590	»
11 » »	. . . 29	»	=	10 237	»
12 » »	. . . 29	»	=	10 237	» (1)
13 » »	. . . 24	»	=	8 472	»

III. *Dennen kesp*. (fig. 79).

Pen met 5 wiggen en zijstukken; beproefd op 6 Juli 1912.

begin van lichten	. . . 44	atmosfeeren =	15 532	K.G.
1 c.M. gelicht.	. . . 48	»	=	16 944 »
2 » »	. . . 50	»	=	17 650 »
3 » »	. . . 45	»	=	15 885 »
4 » »	. . . 40	»	=	14 120 »

IV. *Dennen kesp*. (fig. 80).

Pen met 5 wiggen; beproefd op 6 Juli 1912.

begin van lichten	. . . 40	atmosfeeren =	14 120	K.G.
1 c.M. gelicht.	. . . 45	»	=	15 885 »
2 » »	. . . 59	»	=	20 827 »
3 » »	. . . 55	»	=	19 415 »
4 » »	. . . 53	»	=	18 709 »
5 » »	. . . 50	»	=	17 650 » (2)

(1) Als vorige proef.

(2) kesp gespleten.

V. *Dennen kesp.* (fig. 81).

Pen met 5 wiggen: beproefd op 10 Juli 1912.

begin van lichten	. 26	atmosfeeren	=	9 178	K.G.
1 c.M. gelicht.	. . . 35	»	=	12 355	»
2 » »	. . . 38	»	=	13 414	»
3 » »	. . . 40	»	=	14 120	»
5 » »	. . . 39	»	=	13 767	»

VI. *Dennen kesp.* (fig. 81).

Pen met 5 wiggen; beproefd op 11 Juli 1912.

begin van lichten	. 20	atmosfeeren	=	7 060	K.G.
1 c.M. gelicht.	. . . 41	»	=	14 473	»
2 » »	. . . 44	»	=	15 532	»
3 » »	. . . 45	»	=	15 885	»
4 » »	. . . 45	»	=	15 885	»

VII. *Eiken kesp, lang 1.50 M.* (fig. 81).

Pen met 5 wiggen, veel kwasten; beproefd op 13 Juli 1912.

begin van lichten	. 63	atmosfeeren	=	22 239	K.G.
1 c.M. gelicht	. . . 68	»	=	24 004	»
2 » »	. . . 71	»	=	25 063	»
3 » »	. . . 72	»	=	25 416	»
4 » »	. . . 70	»	=	24 710	»
5 » »	. . . 69	»	=	24 357	»
6 » »	. . . 64	»	=	22 592	»
7 » »	. . . 64	»	=	22 592	»
8 » »	. . . 63	»	=	22 239	»
9 » »	. . . 61	»	=	21 533	»
10 » »	. . . 58	»	=	20 474	»

VIII. *Amerikaansch grenen kesp, lang 1.50 M.* (fig. 81).

Pen met 5 wiggen, zonder kwasten; beproefd op 15 Juli 1912.

begin van lichten	. 43	atmosferen	= 15 179	K.G.
1 c.M. gelicht	. . 44	»	= 15 532	»
2 » »	. . 45	»	= 15 885	»
3 » »	. . 40	»	= 14 120	»
4 » »	. . 40	»	= 14 120	»
5 » »	. . 38	»	= 13 414	»
6 » »	. . 38	»	= 13 414	»

Kesp onbeschadigd, zonder schokken of kraken van de pen gelicht.

IX. *Amerikaansch grenen kesp, lang 1.50 M.* (fig. 81).

Pen met wiggen, zonder kwasten; beproefd op 15 Juli 1912.

begin van lichten	. 44	atmosferen	= 15 532	K.G.
1 c.M. gelicht	. . 44	»	= 15 532	»
2 » »	. . 44	»	= 15 532	»
3 » »	. . 46	»	= 16 238	»
4 » »	. . 46	»	= 16 238	»
5 » »	. . 45	»	= 15 885	»
6 » »	. . 45	»	= 15 885	»

Daar het bij proef VIII voorkwam, dat de eindwanden van de kesp te glad waren, werd bij proef IX op elk der eindwanden een blad amarillinnen gelegd. Bij het aflichten van de kesp bleef dit linnen op zijn oorspronkelijke plaats. Kesp na 90 m.M. lichten nog onbeschadigd, doch sprong na 15 minuten rust over het hart open.

X. *Amerikaansch grenen kesp, lang 1.50 M.* (fig. 82).

Pen met 5 wiggen — zonder kwasten — beproefd 17 Juli 1912.

begin van lichten	. 46	atmosfeeren	= 16 238	K.G.
1 c.M. gelicht.	. . 50	»	= 17 650	»
2 » »	. . 55	»	= 19 415	»
3 » »	. . 58	»	= 20 474	»
4 » »	. . 52	»	= 18 365	»
5 » »	. . 48	»	= 16 944	» (1)
6 » »	. . 50	»	= 17 650	»
7 » »	. . 48	»	= 16 944	»

(1) door het uitwijken van de ondereinden der wiggen scheurt de heipaal.

XI. *Am. grenen kesp (dezelfde als voor proef VIII) (fig. 82).*

Pen met wiggen — zonder kwasten — beproefd 17 Juli 1912.

begin van lichten . . .	44	atmosfeeren =	15 532	K.G.
1 c.M. gelicht . . .	44	»	= 15 532	»
2 » » . . .	45	»	= 15 885	»
3 » » . . .	42	»	= 14 826	»
4 » » . . .	42	»	= 14 826	»
5 » » . . .	40	»	= 14 120	»
6 » » . . .	36	»	= 12 708	»
7 » » . . .	34	»	= 12 002	»

kesp. onbeschadigd.

XII. *Am. grenen kesp (dezelfde als voor proeven VIII en XI). (fig. 81).*

Pen met 5 wiggen — met kwasten — beproefd 17 Juli 1912.

begin van lichten . . .	38	atmosfeeren =	13 414	K.G.
1 c.M. gelicht . . .	40	»	= 14 120	»
2 » » . . .	42	»	= 14 826	»
3 » » . . .	45	»	= 15 885	»
4 » » . . .	44	»	= 15 532	»
5 » » . . .	42	»	= 14 826	»
6 » » . . .	39	»	= 13 767	»

XIII. *Dennen kesp, zwaar 0.25 × 0.32 M., lang 1.50 M. (fig. 83).*

Pen dik 0,10 M., breed 0.22 M., met kwasten;
beproefd op 19 Augustus 1912.

begin van lichten . . .	66	atmosferen =	23 298	K.G.
1 c.M. gelicht . . .	63	»	= 22 239	» (1)
2 » » . . .	65	»	= 22 945	»
3 » » . . .	63	»	= 22 239	»
4 » » . . .	59	»	= 20 827	»
5 » » . . .	57	»	= 20 121	»
6 » » . . .	55	»	= 19 415	»
7 » » . . .	45	»	= 15 885	»

(1) De kesp gaat stuk, doordat de eindwanden van het gat over de geheele dikte van de kesp naar beneden uitwijken.

XIV. *Dennen kesp*, zwaar 0.25×0.32 M., lang 1.50 M. (fig. 83).

Pen zwaar 0.10×0.22 M., met 5 wiggen;

beproefd op 19 Augustus 1912.

begin van lichten	48	atmosferen =	16 944	K.G.
1 c.M. gelicht	53	» =	18 709	»
2 » »	54	» =	19 062	»
3 » »	48	» =	16 944	»
4 » »	49	» =	17 297	»
5 » »	51	» =	18 003	»
6 » »	47	» =	16 591	»
7 » »	47	» =	16 591	»

Verbinding I met 3 wiggen, waarvan de ondereinden tot beneden de borst van de paal reikten, was bij 8.1 ton reeds 1 c.M. gelicht en daarna werd deze verbinding niet verder onderzocht.

Verbinding II met 5 wiggen, die theoretisch dezelfde samenpersing gaf aan het hout van de pen, was bij 9.8 ton 1 c.M. gelicht en werd ook niet verder onderzocht.

Daar bij beide voorgaande proeven de eindwanden van de kesp-gaten naar beneden uitscheurden, werd voor de volgende proef, III, het gat aan de eindwanden met eiken zijstukken bekleed. Hierdoor werd de vastheid opgevoerd tot 16.9 ton bij 1 c.M. lichten.

Verbinding IV met 5 wiggen, was bij 15.8 ton 1 c.M. gelicht.

Om de samenpersing van de pen regelmatig te verdeelen werd verbinding IV eenigszins gewijzigd tot verbinding V. Reeds bij 12.3 ton was de kesp 1 c.M. gelicht.

Eene gelijke verbinding VI had 14.4 ton noodig om 1 c.M. te lichten.

Bij deze 6 proeven bleef de pen telkens onbeschadigd en was het steeds de kesp, die het eerst verzwakte. Daarom werden de proeven voortgezet met eiken en Amerikaansch grenen kesp.

Verbinding VII, geheel bewerkt als de overige doch met eiken kesp, bereikte eene vastheid van 24 ton bij 1 c.M. lichten. Hierbij moet opgemerkt worden, dat de pen door de vele kleine kwasten, die daarin voorkwamen, harder en dus minder samendrukbaar was dan in het algemeen.

Verbinding VIII, bewerkt als V en met Amerikaansch grenen kesp lichtte bij 15.3 ton 1 c.M. Hierbij bleef de kesp geheel onbeschadigd en werd geen kraken van de verbinding gehoord.

Verbinding IX, bewerkt als V en met Amerikaansch grenen kesp, lichtte bij 15.5 ton. Bij deze proef werden de eindvlakken van het kesp-gat met amarilpapier belegd om de wrijving te vergrooten, wat blijkens de hiergenoemde cijfers geen merkbaar resultaat gaf. Daarom werden voor de verbindingen X en XI de eindwanden van het kesp-gat weer van zijstukken voorzien als bij proef III en werden vastheden bereikt van resp. 17.6 en 15.5 ton bij 1 c.M. lichten. Het resultaat van de zijstukken is dus twijfelachtig bij de Amerikaansch grenen kesp. Daar dezelfde kesp als bij proeven VIII en XI nog weer gebruikt kon worden en het gat daarin bij proef XI vergroot was om zijstukken te kunnen aanbrengen, moesten deze bij proef XII ook weer toegepast worden.

Bij de proeven VII tot en met XI was het gat in de kesp nagenoeg niet vervormd, doch werd de kesp gelicht doordat de pen samengeperst werd.

Daar proef VII, waarvan de pen vele kwasten had, een gunstig resultaat gaf, werd voor proef XII ook een pen met kwasten genomen en de verbinding van proeven X en XI toegepast. De vastheid was slechts 14,1 ton bij 1 c.M. lichten.

Uit de proeven valt voorloopig af te leiden, dat de verbindingen met dennen kespen in 't algemeen minder vastheid bereiken dan die met vastere houtsoorten. Het verschil is echter niet groot, daar bij het gebruik van eiken- of Amerikaansch grenen de pen zooveel samenperst, dat die door het gat schiet. Deze kespen zouden beter tot hun recht komen indien de samenpersing van de pennen door de wiggen hooger zou kunnen worden opgevoerd, wat echter bij de gebruikelijke werkwijze vrijwel praktisch onmogelijk is. In de eerste plaats zou men daarbij wiggen moeten hebben van harder hout dan eiken, dat toch

voldoende taai is om niet te splijten en in de tweede plaats zou het inslaan dan niet meer met de handhei kunnen gebeuren, doch zou daartoe eene machinale inrichting noodig zijn.

Men kan aannemen, dat bij de verbinding van dennen kespen op masten palen pen en kesp ongeveer even sterk zijn; het verschil is in het voordeel van de pen.

Laat men de proeven I en II buiten beschouwing, dan blijkt het gemiddelde te zijn van de 4 overige proeven op dennen kespen (III, IV, V en VI) 14.8 ton, terwijl die op de Amerikaansch grenen kespen van de proeven VIII tot en met XII gemiddeld 15.6 ton gaven.

Daar men de vastheid van het normale werk in de fundeering stellig op niet meer dan 90% mag rekenen van dat van de proefstukken, die door een ervaren werkmán op een geschikt terrein in daggeld zijn gemaakt, zal men dus voor trekvastheden voor verbindingen met dennen en Amerikaansch grenen kespen, aan de hand van de te Hansweert verrichte proeven, kunnen rekenen 13.3 en 14 ton, waarbij dan steeds de kesp reeds 1 c.M. is gelicht.

Tijdens het maken van de fundeering van den schutkolkmuur, werd de gelegenheid benut om proeven te nemen met het belasten van palen, door middel van de hydraulische vijzels (fig. 84). De palen der schutkolkmuuren staan in rijen van 7. Van drie opeenvolgende rijen werd de middenrij beproefd, terwijl de eerste en derde rij dienden om daaraan balken te bevestigen, waaraan getrokken kon worden. Hiervoor werden groenharthouten kespen gebruikt van de fundeering van denzelfden muur. Haaks op deze kespen werden twee op hun kant gelegde sloven van 22×45 geplaatst en deze met beugels op de kespen geklemd. Tusschen deze sloven en den te beproeven paal werden de hydraulische vijzels geplaatst en deze werden door eene leiding, waarin eene manometer, verbonden (fig. 85). Aan den te beproeven paal was eene dubbele decimeter bevestigd, evenals aan elken kant aan een der getrokken palen, waarop met waterpasinstrument en theodoliet de veranderingen werden afgelezen (fig. 86). Het resultaat der beproevingen is voorgesteld in fig. 87, terwijl in onderstaande tabel de gegevens uit het heiboekje zijn verzameld.

Opgemerkt zij, dat dieper werd voorgespoten dan normaal was toegelaten, omdat gewenscht werd te weten of het voorspuiten inderdaad zoo nadeelig was.

Paal n ^o .	Lengte in M.	Omtrek i M. van den kop.	Omtrek i M. van de punt.	Voorgespoten tot op M. van de punt.	Aantal slagen.	Valhoogte in M.	Zakking per tocht.	Gewicht blok in K.G.	Geheid op:
730	9	1.05	0.68	0.20	2	3.50	0.30	9.55	15 Nov.
					30	—	0.52	—	en 16 Nov.
					29	—	0.39	—	1912.
729	12	0.96	0.68	0.20	30	4.—	0.73	9.55	15 Nov.
					30	—	0.41	—	1912.
					7	—	0.08	—	
728	12	0.99	0.61	0.20	30	3.50	1.20	9.55	15 Nov. 1912.
727	12	1.03	0.64	0.40	30	3.50	0.75	9.55	15 Nov.
					28	—	0.66	—	1912.

N. B. De genoemde tochten zijn de laatste voor elken paal.

De belastingproef had plaats op 13 December 1912 en op 3 Januari 1913.

Uit de proeven bleek, dat voor de grondlagen te Hansweert diepere voorspuiting geen bezwaar bleek. De proeven moesten worden gestaakt, omdat de vijzels door den eigenaar werden teruggevraagd, zoodat helaas geen proeven zijn genomen met minder diep voorgespoten palen.

Toen de vijzels weer beschikbaar waren zijn trekproeven op 2 palen van het buitensluishoofd en op een paal van den westschutcolkmuur uitgevoerd. De opstelling voor deze proef blijkt uit fig. 88. Het resultaat van deze beproeving, welke overigens op gelijke wijze werd uitgevoerd als de belastingproef, is voorgesteld in fig. 89. De gegevens uit het heiboekje van de op trek belaste palen zijn verzameld in onderstaande tabel.

Fig. 84.

Belastingproef. Schaal: 1:40.

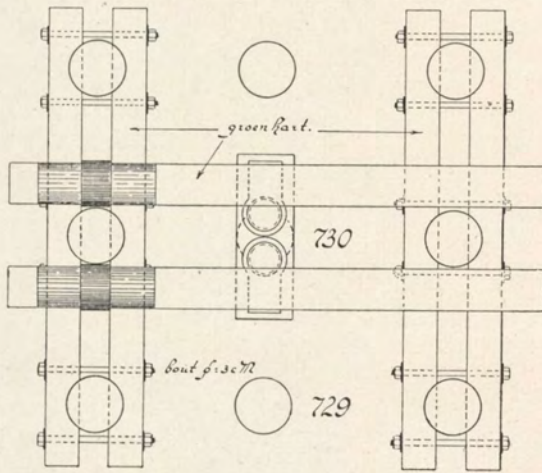
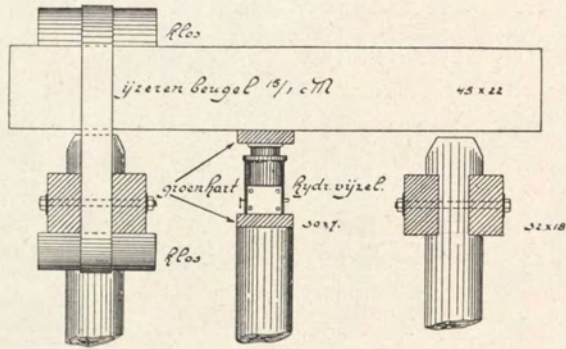


Fig. 85.



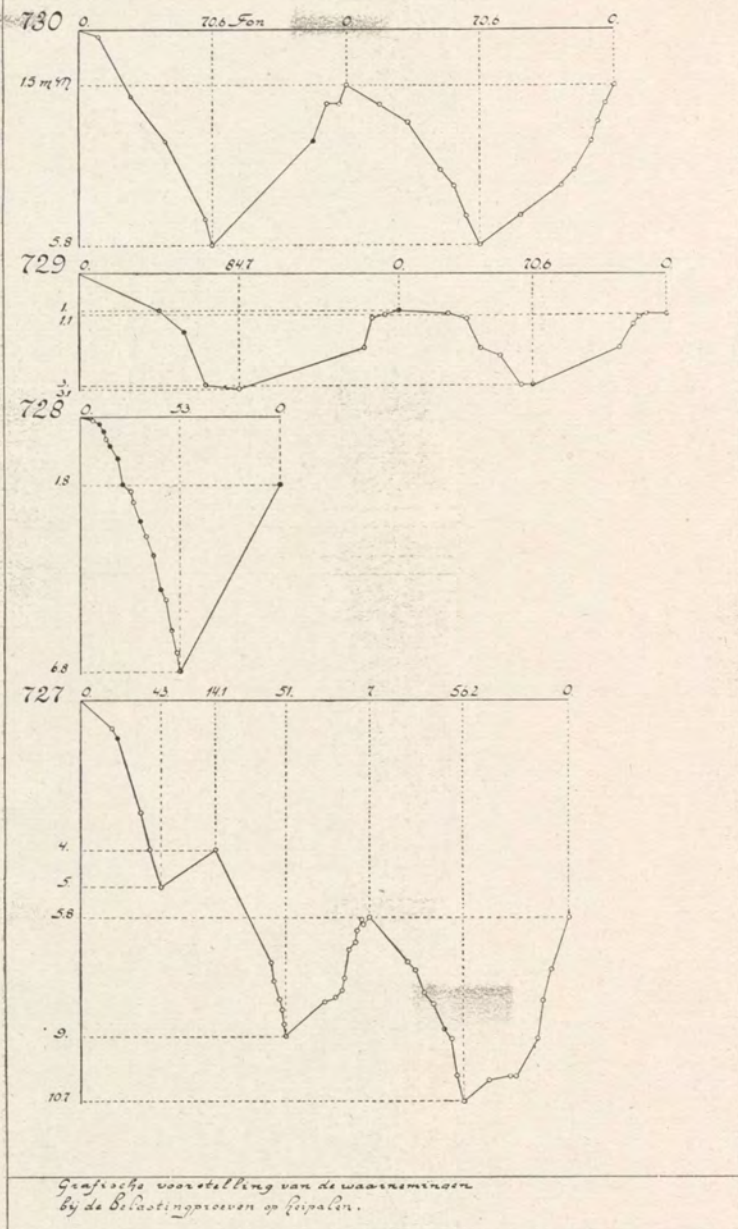
Uitvoering van de belastingproef.

Fig. 86.



Waarneming bij de belastingproef.

Fig. 87.



Graphische voorstelling van de waarnemingen bij de belastingproeven op lipalen.

Fig. 88.

Trekproef. Schaalsiro.

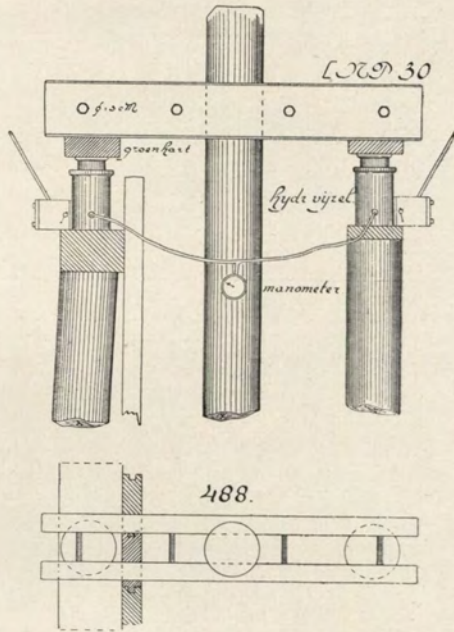
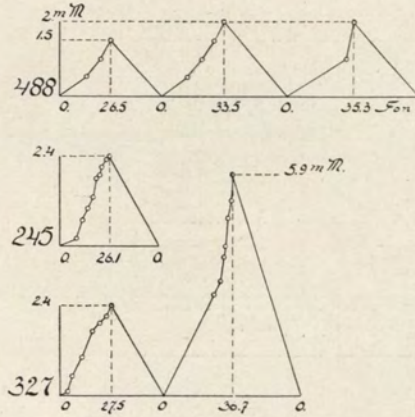


Fig. 89.

Grafische voorstelling van de waarnemingen bij de trekproeven op heipalen.



Paal n ^o .	Lengte in M.	Omtrek 1 M. van den kop.	Omtrek 1 M. van de punt.	Voorgespoten tot op M. van de punt.	Aantal slagen.	Valhoogte in M.	Zakking per tocht.	Gewicht blok in K.G.	Geheid op:
488	12.—	1.31	0.72	1.00	30	4—	0.35	740.—	25 October 1912.
					25	—	0.25	—	
245	12.—	1.23	0.80	2.80	30	3.50	0.19	900.—	30 Januari 1913.
					—	—	0.21	—	
					—	—	0.15	—	
					—	—	0.10	—	
327	12.—	1.14	0.70	1.50	30	3.50	0.31	900.—	17 Februari 1913.
					—	—	0.21	—	
					—	—	0.12	—	
					—	—	0.08	—	

N. B. De genoemde tochten zijn de laatste voor elken paal.

Het resultaat der beproeving is dus, dat elke paal op trek meer kan houden dan de er op aangebrachte penverbinding.

H. PERSONEEL.

Bij een omvangrijk werk, als dat van den bouw der Derde Schuts sluzen te Hansweert, is het moeilijk te memoreeren of te bepalen, welk aandeel in de plannen elk der medewerkers heeft gehad. Ik volsta daarom met de opgave van het Waterstaatspersoneel, behoorende tot het vaste korps en dat met tijdelijke aanstelling, voorzoover het aan den sluisbouw heeft deel gehad.

VOORBEREIDENDE WERKEN.

		Van	Tot
Hoofdingenieur-Directeur .	A. A. BEKAAR.		1 Aug. 1908.
Arrondissements-Ingenieur	J. P. VAN VLISSINGEN.		1 Febr. 1909.
Toegevoegd Ingenieur . . .	G. J. VAN DEN BROEK.	1 Mei 1905.	14 Aug. 1905.

ONTWERP.

		Van	Tot
Hoofdingenieur-Directeur .	M. CALAND.	1 Aug. 1908	1 April 1911.
Arrondissements-Ingenieur	A. E. KEMPEES.	1 Febr. 1909	1 Febr. 1912.
Toegevoegd Ingenieur . .	J. A. RINGERS.	1 Nov. 1908	
Adviseerend Ingenieur . .	F. PH. G. VAN LOENEN— MARTINET.		

UITVOERING.

Hoofdingenieur-Directeur .	J. C. RAMAER.	1 April 1911	1 Oct. 1912.
	H. VAN OORDT.	1 Oct. 1912	
Arrondissements-Ingenieur	J. A. RINGERS.	1 Febr. 1912	1 Maart 1912.
	M. E. C. BONGAERTS.	1 Maart 1912	1 Oct. 1913.
	G. J. VAN DEN BROEK.	1 Oct. 1913	15 Oct. 1913.
	J. A. RINGERS.	15 Oct. 1913	21 Jan. 1916.
Adviseerend Ingenieur . .	E. FLESSEMAN JR.		
Toegevoegd Ingenieur . .	J. A. RINGERS.		21 Jan. 1916.
	H. SMALHOUT.	1 April 1914	1 Nov. 1914.
Tijdelijk Ingenieur . . .	H. SMALHOUT.	16 Jan. 1914	1 April 1914.
Opzichters in vasten dienst.	A. STEENDAM.	1 Nov. 1911	— (1)
	E. H. REITSMA.	"	
	W. E. COUMOU.	"	1 Maart 1912.
	"	1 Aug. 1912	1 Nov. 1912.
Buitengewoon Opzichter .	H. J. BAKKER.	16 Aug. 1909	
	W. P. H. LOMMERTZEN.	1 Jan. 1910	
	A. SLIEDRECHT.	1 Aug. 1911	1 Aug. 1915.
	J. C. DE BAAN.	2 Mei 1912	1 Juli 1912.
	"	1 Oct. 1912	1 Oct. 1913.
	P. J. J. DORMAAR JR.	12 Nov. 1912	31 Dec. 1913.
	A. C. BIJL.	16 Nov. 1912	15 Juni 1915.
	W. LANTING.	15 Mei 1913	
W. A. DE JONGE.	7 Juli 1913		
Studenten der T. H. S. Buitengewone Opzichters	A. G. C. HEUFF.	10 Juli 1912	9 Sept. 1912.
	A. GABEL.	"	"
	J. ADRIAANSE.	10 Juli 1913	9 Sept. 1913.
	J. G. CHRISTIAANSE.	"	"
	J. C. FLOHIL.	"	"
	V. L. DE LANNOOY.	10 Juli 1914	10 Aug. 1914.
	J. P. JOSEPHUS JITTA.	"	"

De Ingenieur van den Rijkswaterstaat,

Hansweert, 21 Januari 1916.

J. A. RINGERS.

(1) Sedert 1 Augustus 1914 in militairen dienst.

I. LIJST VAN FIGUREN EN ILLUSTRATIES.

N ^o :	TITEL.	Bladz.
1	Dwarsprofiel over de buitenhaven.	8
2	Algemeen dwarsprofiel van het kanaal door Zuid-Beveland.	8
3	Dwarsprofiel over de nieuwe binnenhaven.	8
4	Maximum sleeptrein in de Derde Schutsluis	10
5	Inbrengen van een rol- of schuifdeur volgens patent KINIPPLE	15
6	Inbrengen van de roldeur te Hansweert	16
7	Draaiing van de deur om den slagstijl bij het indrijven	16
8	Schema der waterstanden voor de roldeuren.	16
9	Holle breeuwnaad	25
10	Verbinding der palen aan de kespen in den dag der sluishoofden	26
11	Lasschen der kespen in den dag der sluis- hoofden	26
12	Treknagel	26
13	Railbaanprofiel	28
14	Haalkom	31
15	Boomwortel in de veenlaag	34
16	Verzakking Oosthavendijk op 31 Augustus 1913	38
17	Verzakking op 31 Augustus 1913	38
18	Het 2 ^{de} grondstuk onder den Zuidhavendam ligt uit de raai	39
19	Tot H. W. voltooide Zuidhavendam	39
20	Plattegrond der kraagstukken	40
21	Verzakking Oosthavendam	41
22	Heiwerk van den westelijken schutkolkmuur	43
23	Pennen aan de palen hakken	44
24	Machinaal gaten boren	44
25	Transportable luchtcompressor.	44

N ^o .	TITEL.	Bladz.
26	Voorkant fundeering schutkolkmuur	44
27	Inslaan van de wiggen in den dag der sluis .	45
28	Idem	45
29	Opmetseling westelijke schutkolkmuur	48
30	Ondersteuning van de formeelen in de riolen	49
31	Metselen der rollagen van het hoofdriool . .	49
32	Wapening van de stempelbalken tusschen de schutkolkmuren	50
33	Wapening van de zwalplaat ter plaatse van de deurkas	50
34	Wapening van de zwalplaat in den dag van het buitensluishoofd	50
35	Ondergieten der railbanen in de buitendeur- kas	53
36	Montage van de buitendeur te Schiedam . .	54
37	Idem	54
38	Te water laten buitendeur	54
39	Vervoer van beide deuren over de Schelde .	54
40	Vervoer der beide deuren door de sluis te Wemeldinge	54
41	De ongeballaste deuren in het deurendok . .	54
42	De deuren in het deurendok	54
43	Vervoer van de buitendeur voor het indrijven	55
44	Indrijven van de deur (bovenaanzicht van de eerste phase)	55
45	Indrijven van de deur (bovenaanzicht van de tweede phase).	55
46	Idem (vooraanzicht eerste phase)	55
47	Idem (vooraanzicht tweede phase)	55
48	Het beginsel van Baurath Abraham	59
49	Schema van een zuighydropuloor	59
50	Schematische voorstelling van de werking der getijde-centrale te Hansweert	66

N ^o .	TITEL.	Bladz.
51	Schematische voorstelling van het dagverbruik van electriciteit voor het complex Hansweert	67, 68
52	Plattegrond van de machinekamer en turbinekamer	75
53	Lengtedoorsnede van de machinekamer en turbinekamer	75
54	Detail rofschuif	76
55a	Electrisch centraalstation Noordoostzijde . .	
55b	Idem Zuidwestzijde . . .	
55c	Idem Middengedeelte	
55c	Noordoostzijde . .	79
55d	Idem Middengedeelte	
55d	Zuidwestzijde . . .	
56	Betonstorten voor den vloer van de drijfhuizenkamer	79
57	Onderbouw van het electrisch centraalstation naast het arbeidsriool	79
58	Versterkingswanden in het arbeidsriool . . .	79
59	Remmingwerk in de binnenhaven.	84
60	Remmingwerk in de buitenhaven	84
61	Remmingwerk in de binnenhaven.	84
62	Remmingwerk in de buitenhaven	84
63	Dukdalf in de buitenhaven type 1906	84
64	Dukdalf in de binnenhaven	84
65	Dukdalf in gewapend beton.	85
66	Hejen van een gewapend betonpaal.	85
67	Eiken opjagers van de gewapend betonpalen na de inheijng	86
68	Plattegrond der woningen voor sluisknechts en kommiezen	86
69	Plattegrond der woningen voor kommiezenverificateur	86
70	Sluisknechts- en kommiezenwoningen . . .	86

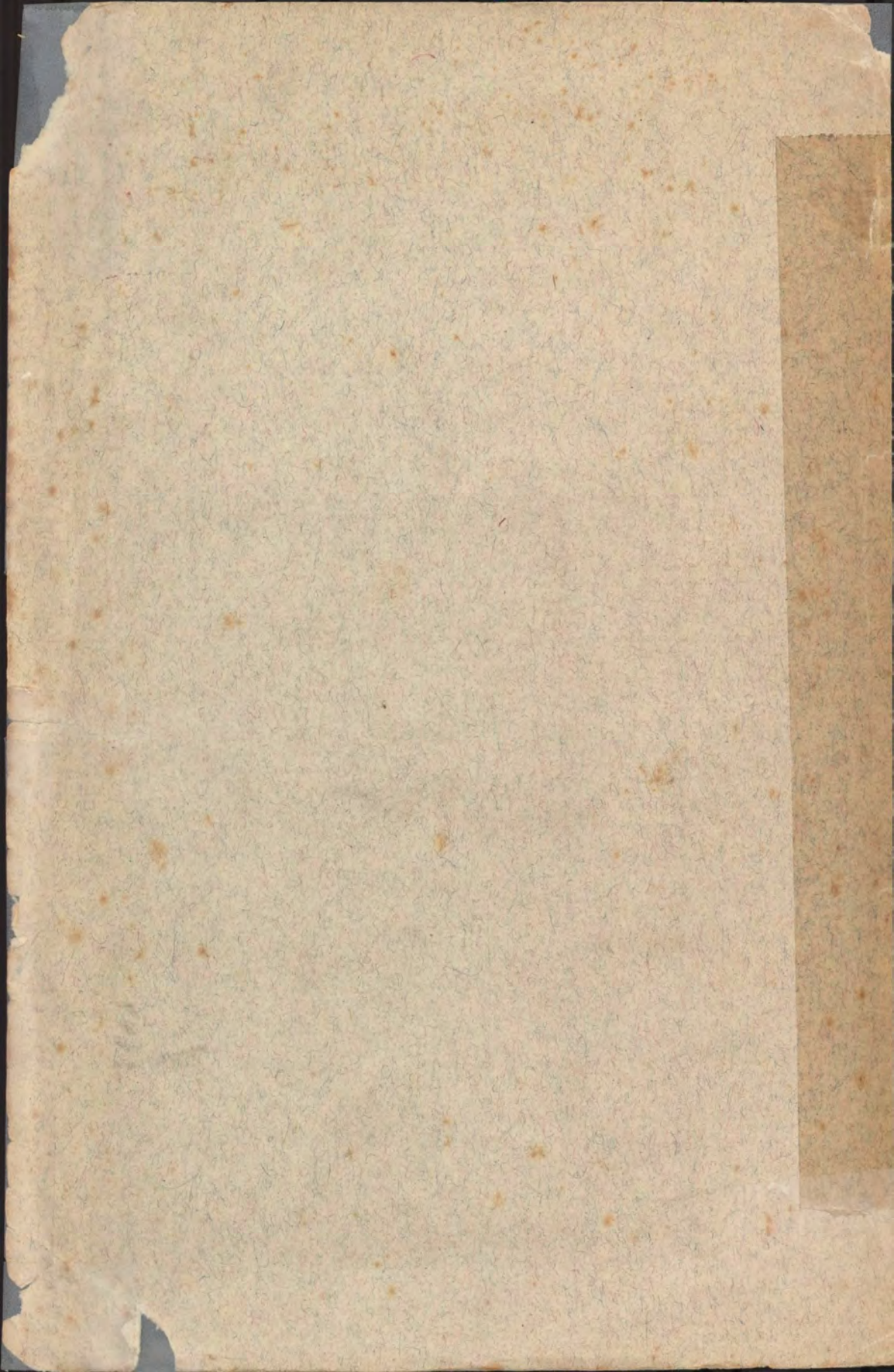
N ^o .	TITEL.	Bladz.
71	Woningen voor kommiezen-verifikateur . . .	86
72	Woningen voor den Opzichter van den Rijks- waterstaat en den havenmeester	86
73	Douanekantoor	86
74	Doorgezaagde 5-wiggen verbinding	87
75	Minder geslaagde 5-wiggen verbinding	87
76	Beproeving van een wigverbinding	87
77—83	Wigverbindingen	88—93
84	Belastingproef	97
85	Uitvoering van de belastingproef	97
86	Waarneming bij de belastingproef	97
87	Grafische voorstelling van de waarnemingen bij de belastingproeven op heipalen	97
88	Trekproef	98
89	Grafische voorstelling van de waarnemingen bij de trekproeven op heipalen	98

J. LIJST VAN PLATEN.

- I. Situatie.
 - II. Plattegrond, lengtedoorsneden en fronten van de Derde Schutsluis.
 - III. Roldeuren, schipdeur, rioolschuif en toldeur.
 - IV. Buitensluishoofd.
 - V. Binnensluishoofd.
 - VI. Zwalpplaat van het buitensluishoofd.
 - VII. Zwalpplaat van het deurendok.
 - VIII. Stempeling der schutkolkmuuren.
 - IX. Grondboringen.
 - X. Ontwerp van een Watercentrale te Hansweert.
 - XI. Uitgevoerd electrisch Centraalstation te Hansweert.
 - XII. Schematische voorstelling van het waterbedrijf.
-

INHOUD.

	Bladz.
A. Inleiding	3
B. Ontwerp	8
I. Algemeene omschrijving	8
II. De sluis	9
III. Keuze van het deurtype	13
IV. Keuze van den deurvorm	14
V. Constructie van de deuren.	16
VI. Hoofdafmetingen van de deuren.	18
VII. De vorm der sluishoofden	20
VIII. Constructieve bijzonderheden	24
<i>a.</i> Fundeering.	24
<i>b.</i> Opgaand werk.	30
C. Uitvoering.	32
<i>a.</i> Grondwerk	32
<i>b.</i> Fundeering.	41
<i>c.</i> Opgaand werk.	47
<i>d.</i> Deuren en schuiven.	53
D. Toepassing van electriciteit	55
E. Duccdalven en remmingwerken	84
F. Woningbouw	86
G. Proeven	87
H. Personeel	97
I. Lijst van figuren en illustraties	99
J. Lijst van platen	103

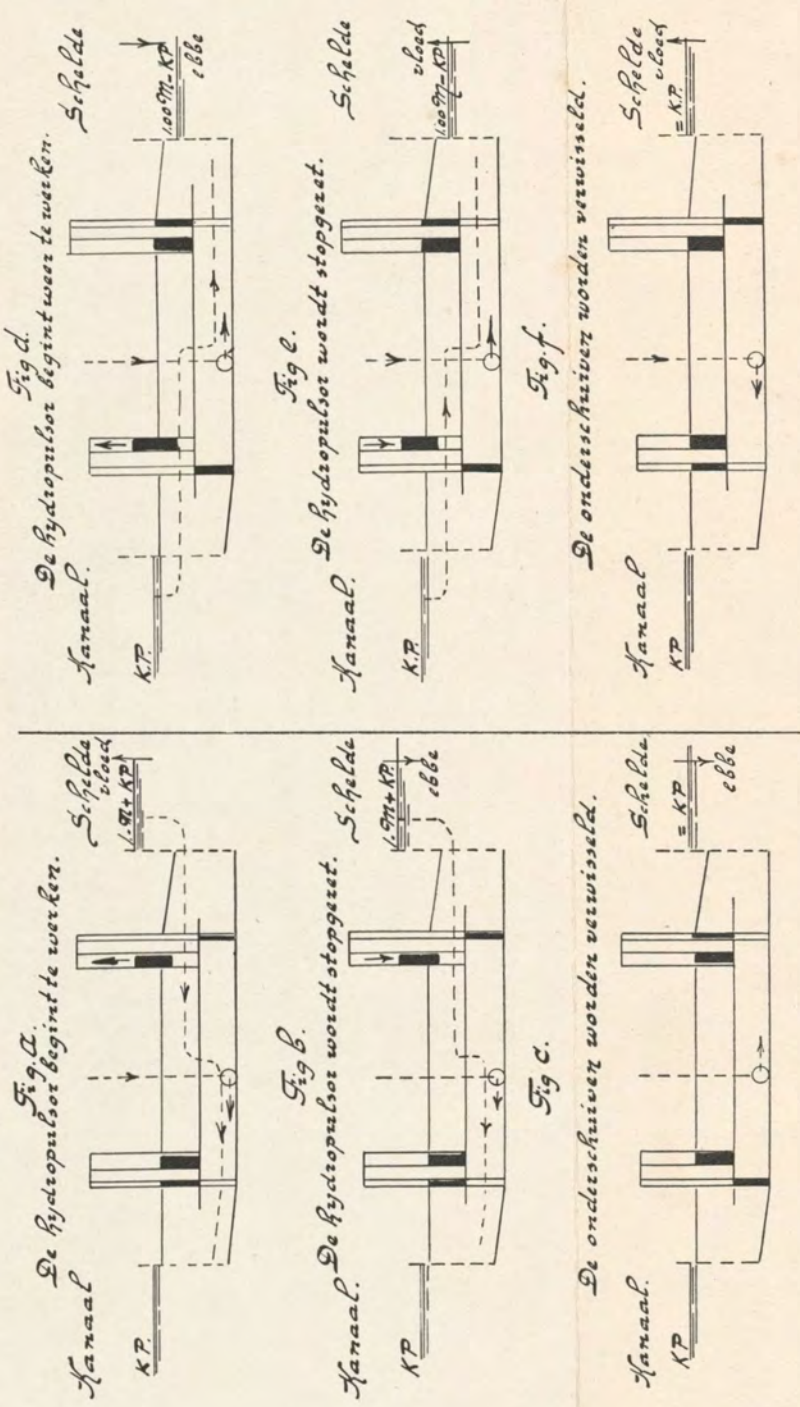


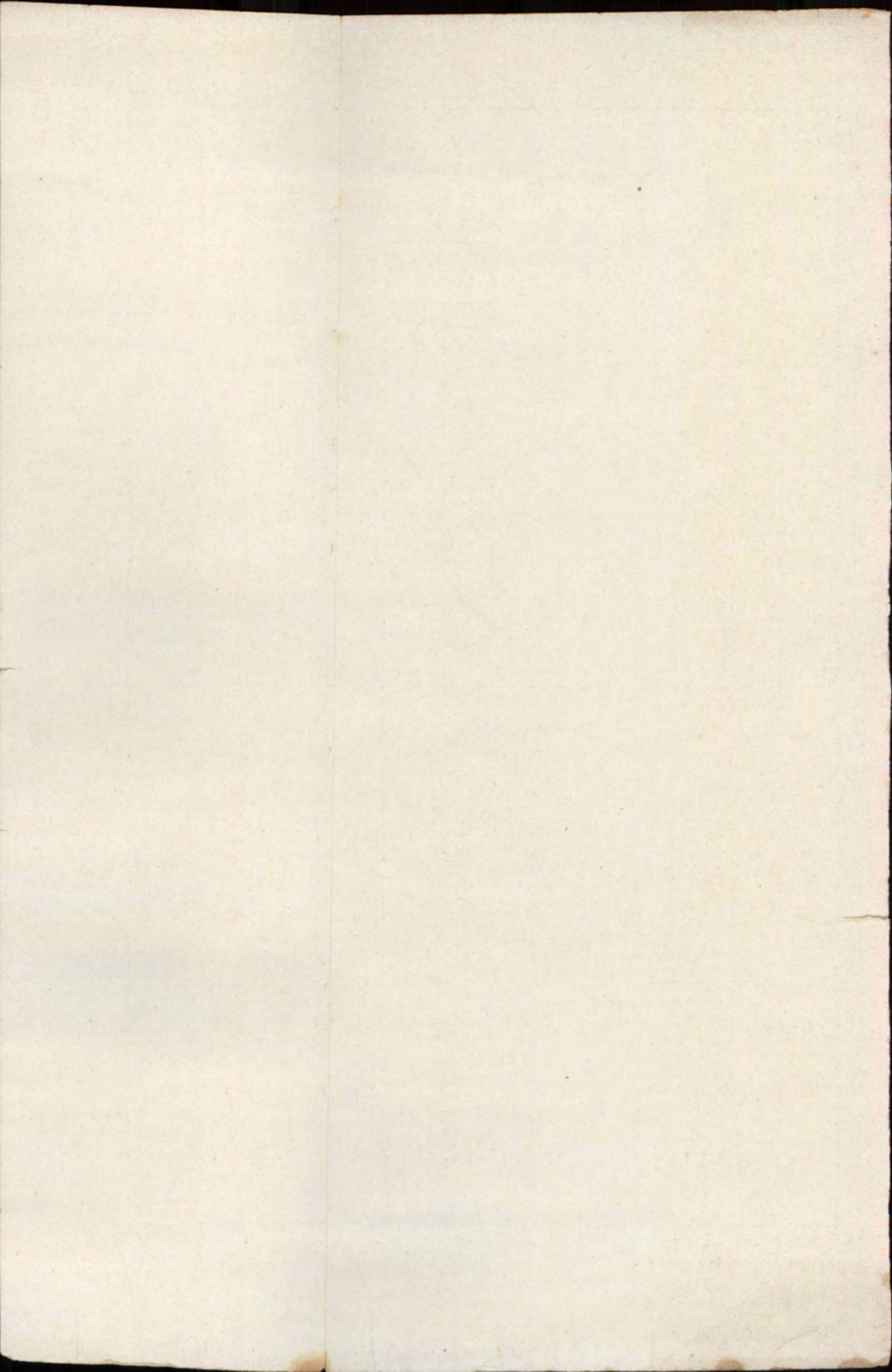
Bij de firma GEBRS. VAN CLEEF, Boekhandelaar, Spui 28 te 's-Gravenhage zijn mede verkrijgbaar gesteld van de «Rapporten en Mededeelingen van den Rijkswaterstaat» :

- N^o. 1. Verslag naar aanleiding van eene reis tot bezichtiging van eenige aan de kust gelegen havens in Frankrijk, Engeland en België, gedaan in September 1910 door G. J. VAN DEN BROEK, Ingenieur van den Rijkswaterstaat. Prijs *f* 0.25.
- „ 2. Rapport betreffende de wateronttrekking aan, en de afzanding van de duinen langs de Nederlandsche kust, uitgebracht in 1912 door de Hoofdingenieurs-Directeuren van den Rijkswaterstaat in de 11e, 10e en 9e Directiën J. C. RAMAER, N. A. M. VAN DEN THOORN en H. WORTMAN. Prijs *f* 0.25.
- „ 3. Nota, betreffende de bepaling der grootheden, die bekend moeten zijn voor de berekening van den gronddruk tegen grondkeerende constructies in de Visschershaven te IJmuiden, opgemaakt door den Ingenieur van den Rijkswaterstaat J. J. CANTER CREMERS. Prijs *f* 0.25.
- „ 4. Beschrijving van de opruiming van het op 16 Maart 1913 in den mond van de haven van IJmuiden gezonken stoomschip «Eastwell», opgemaakt door den Ingenieur van den Rijkswaterstaat W. G. C. GELINCK. Prijs *f* 0.25.
- „ 5. Verslag eener reis naar Zweden, gedaan door den Hoofdingenieur-Directeur van den Rijkswaterstaat H. WORTMAN en den Ingenieur van den Rijkswaterstaat A. T. DE GROOT in Juli 1911, tot het bezoeken van plaatsen van herkomst van Zweedsch graniet, welke toepassing zou kunnen vinden bij zeewerken in Noordholland *).
- „ 6. Aanteekeningen omtrent de gevolgen van zware stormvloeden, tusschen 1500 en 1825 voorgekomen, voor de dijken en polders langs het Zuidwestelijk deel der Zuiderzee, samengesteld door den Ingenieur van den Rijkswaterstaat D. A. VAN HEYST. Prijs *f* 0.25.
- „ 7. Verslag omtrent den aanleg van stroomleidende dammen in de Zandkreek en Veergat, opgemaakt door den Ingenieur van den Rijkswaterstaat G. J. VAN DEN BROEK. Prijs *f* 0.25.

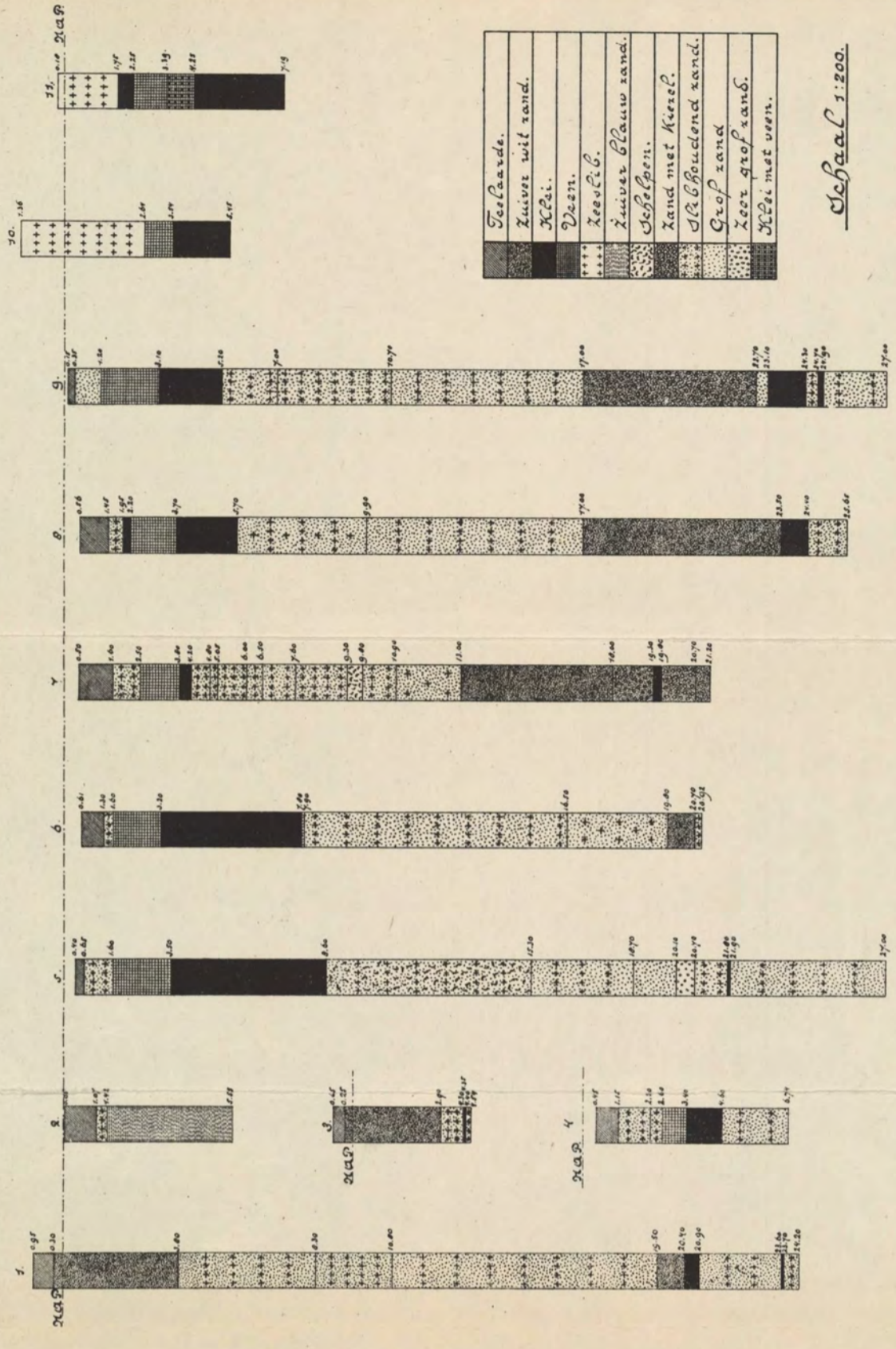
*) Niet meer voorradig.

Schematische voorstelling van het waterbedrijf.





Grondboringen.



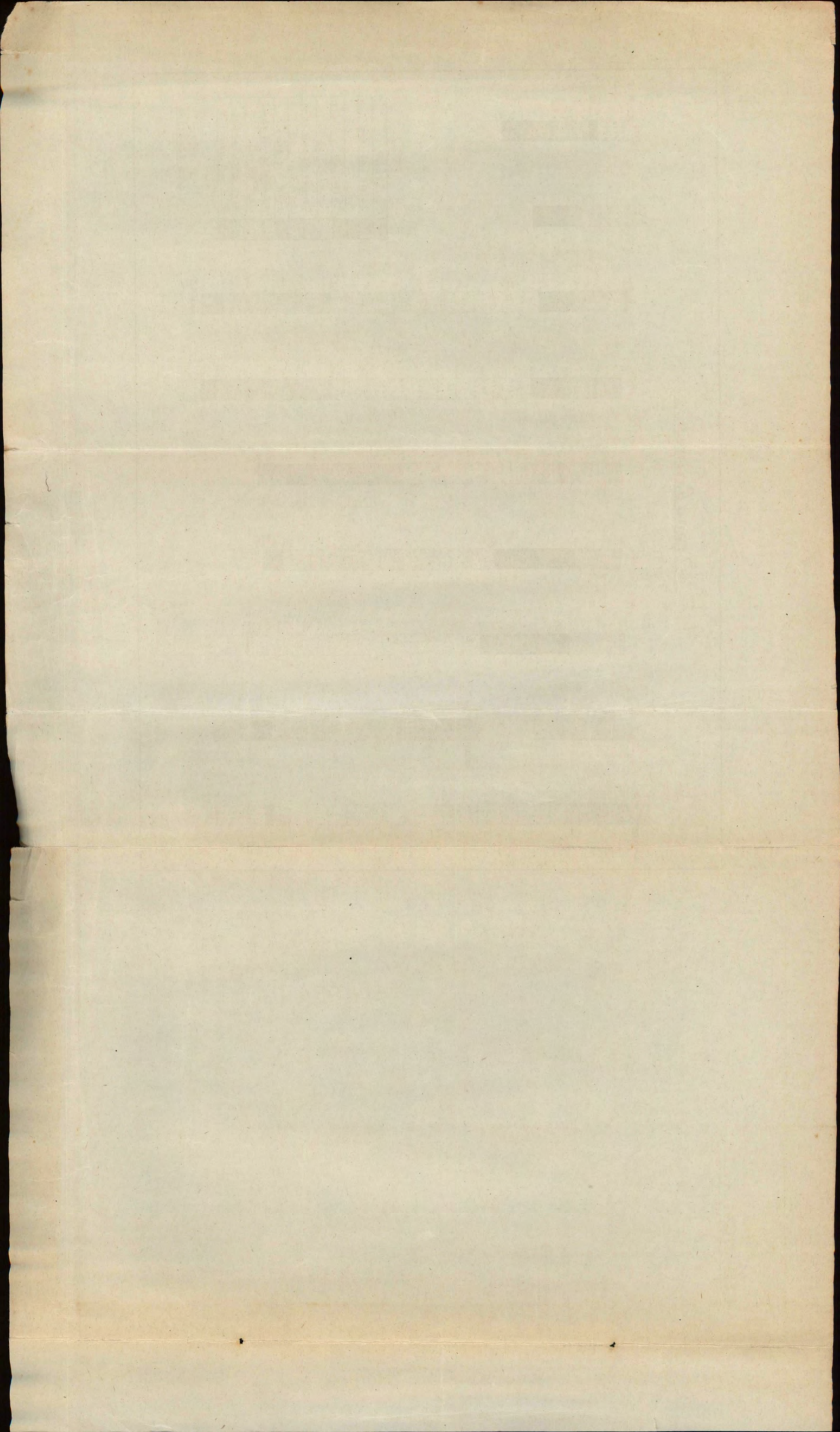
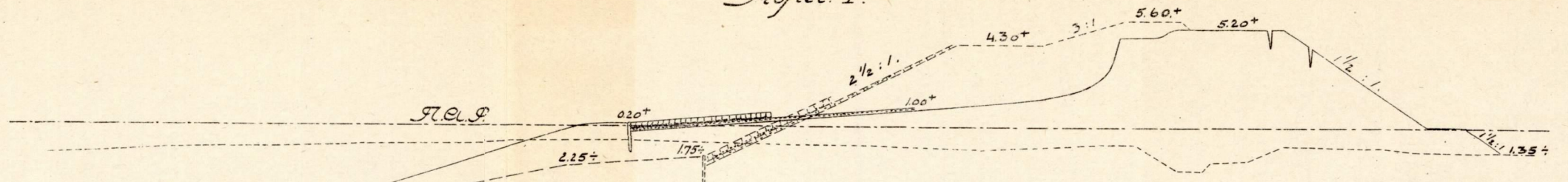
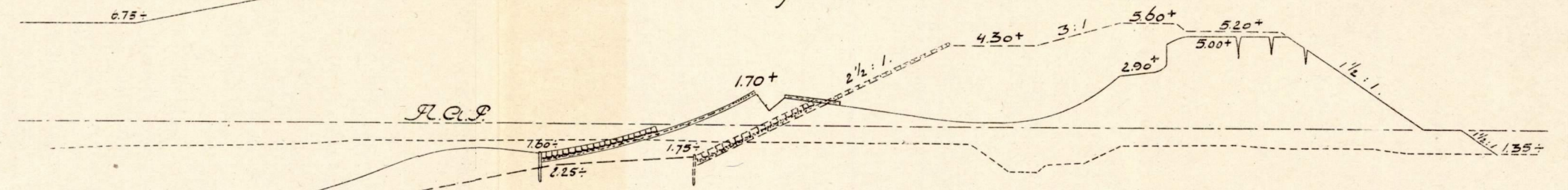


Fig: 16.

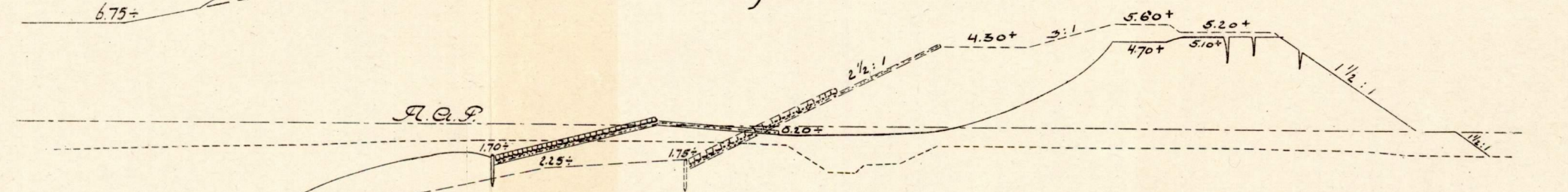
Profiel: I.



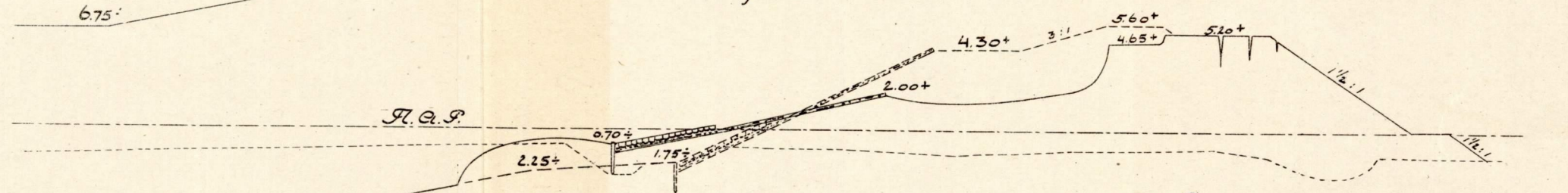
Profiel: II.



Profiel: III.

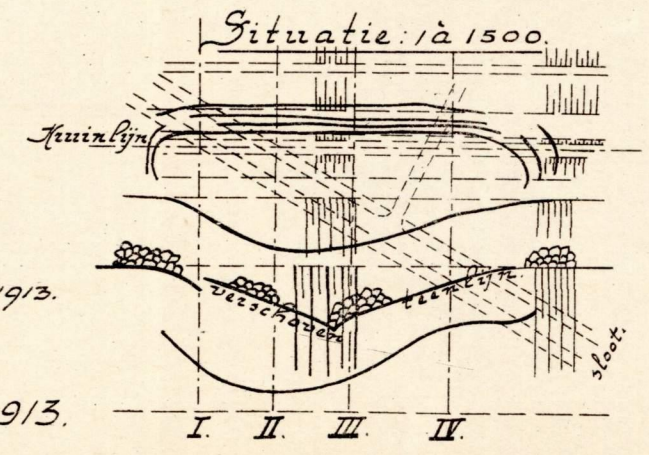


Profiel: IV.



Schaal der profielen: 1 à 300.

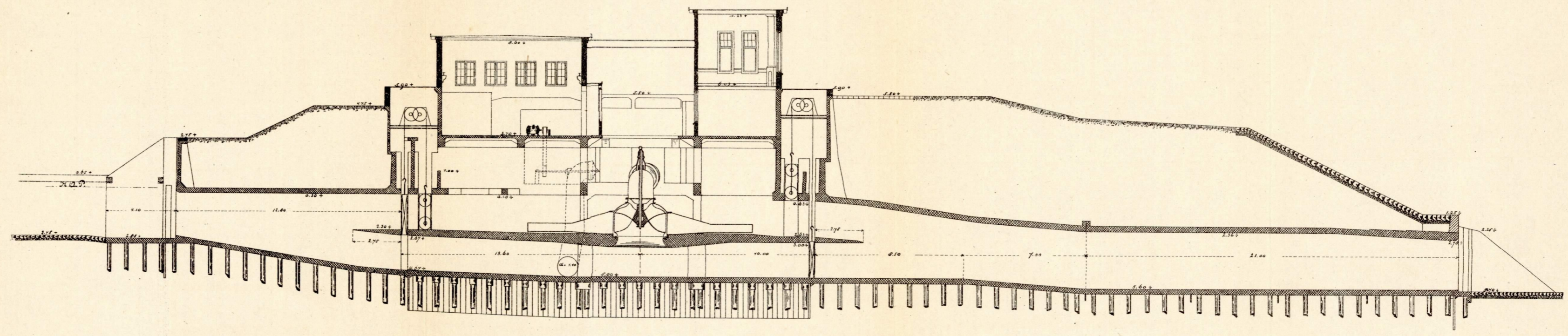
- - - - - Tusschen voor de uitvoering van Bestek 257.
- — — — — Vóór de verrakking.
- — — — — Na de verrakking op 31 Augustus 1913.



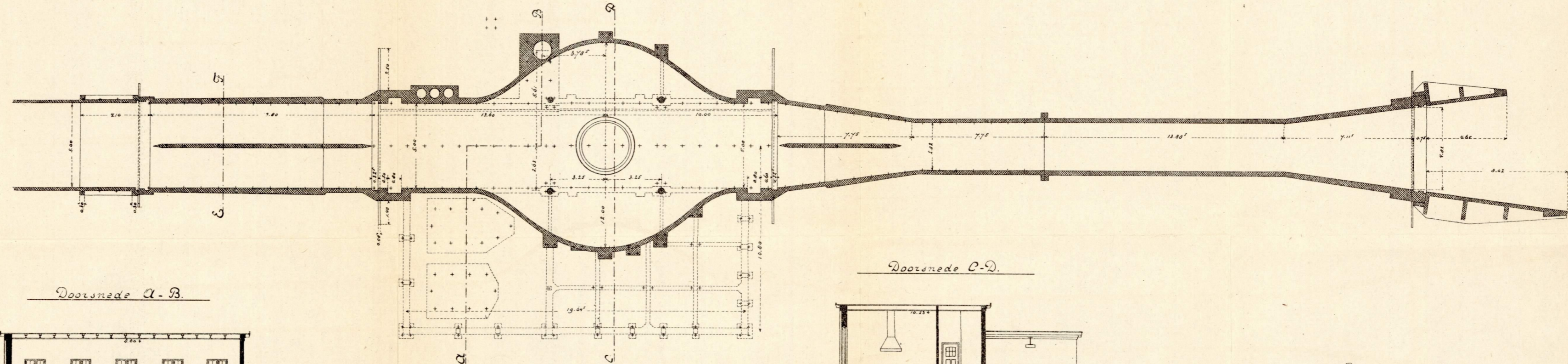
Verrakking in den Oosthavendijk op 31 Augustus 1913.

Uitgevoerd Electricch Centraalstation te Hansweert.

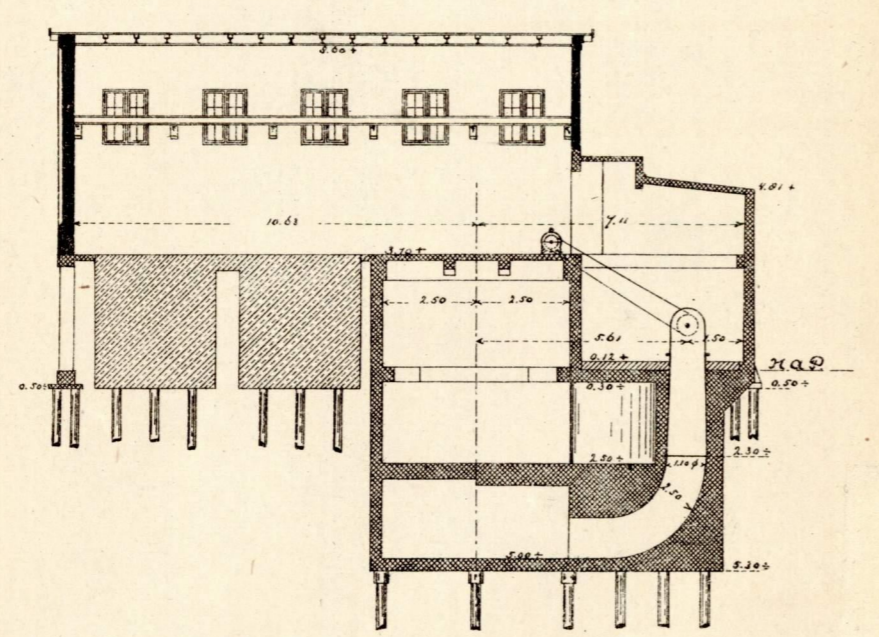
Vertikale Lengtedoorsnede



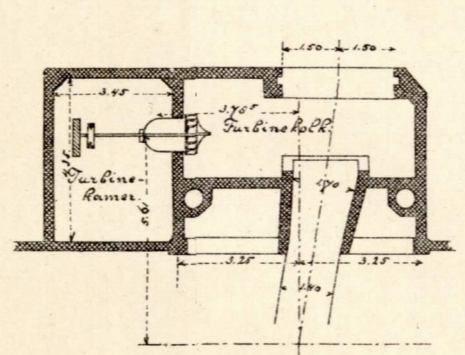
Horizontale doorsnede op 200 M+



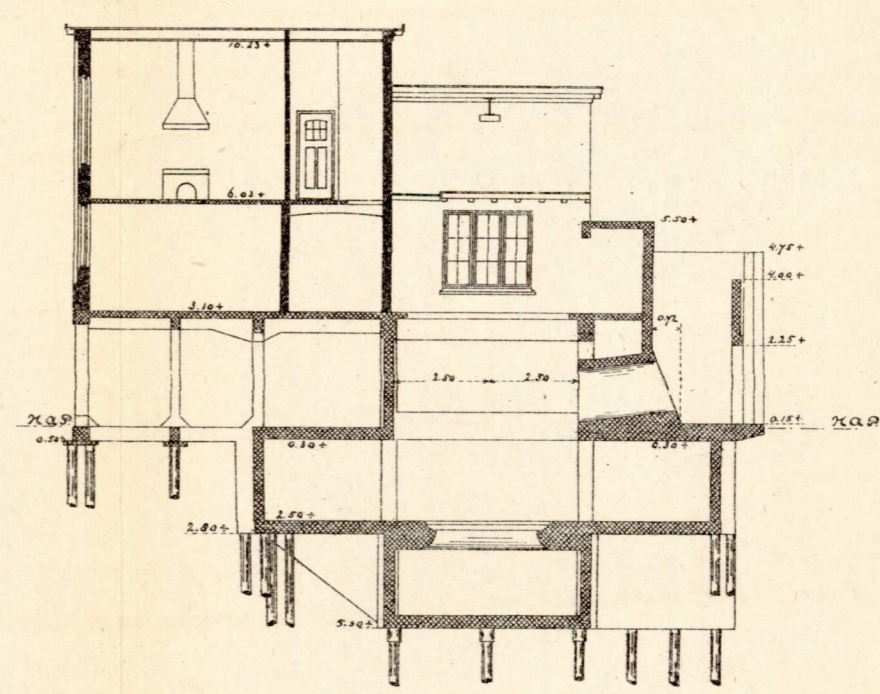
Doorsnede A-B



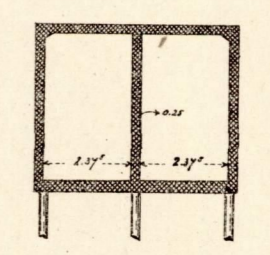
Doorsnede op 110 M+



Doorsnede C-D

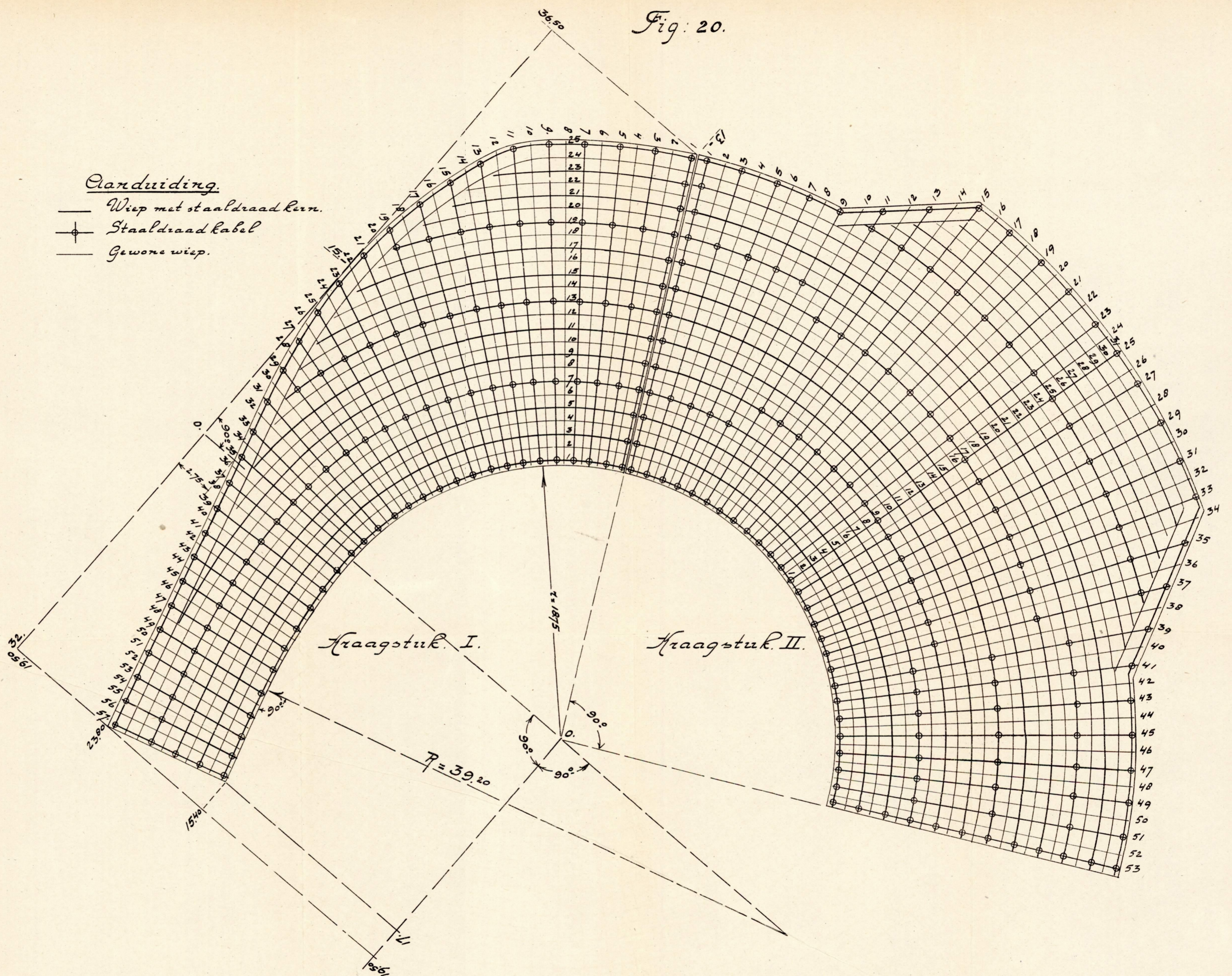


Doorsnede E-F



Schaal 1:200

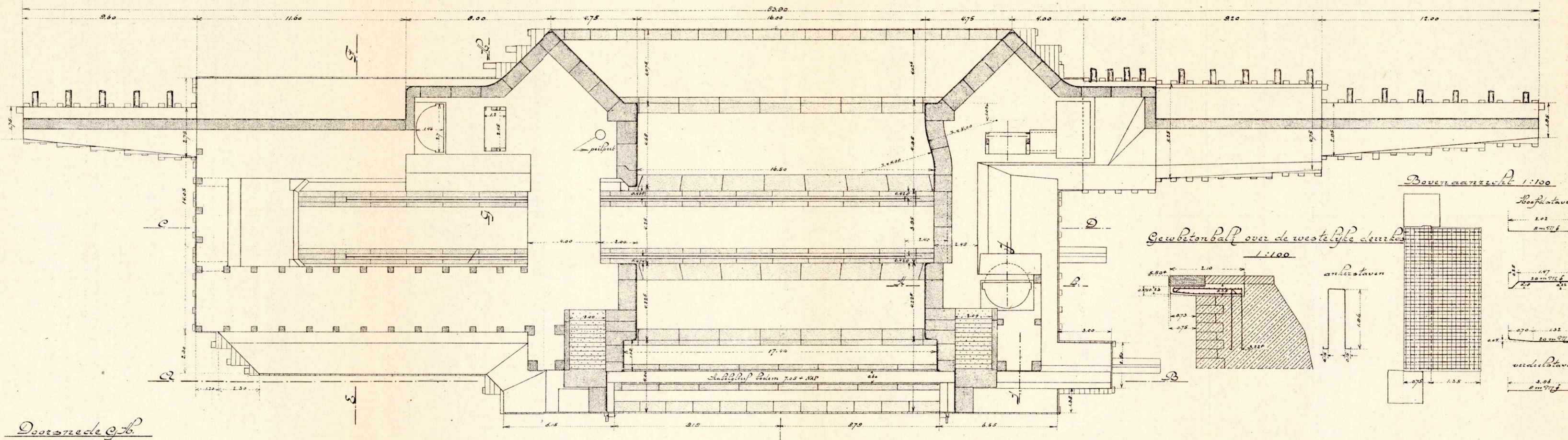
Fig. 20.



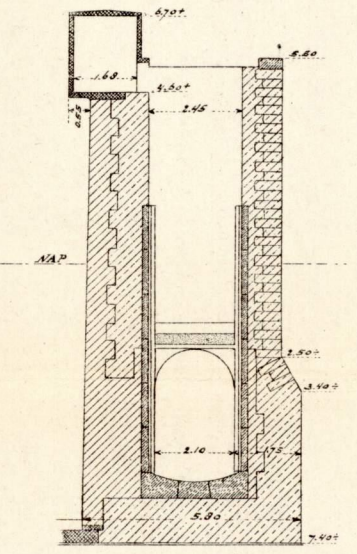
Plattegrond der kraagstukken voor den Zuid. havendam. 18200.

Buitenluishoofd.

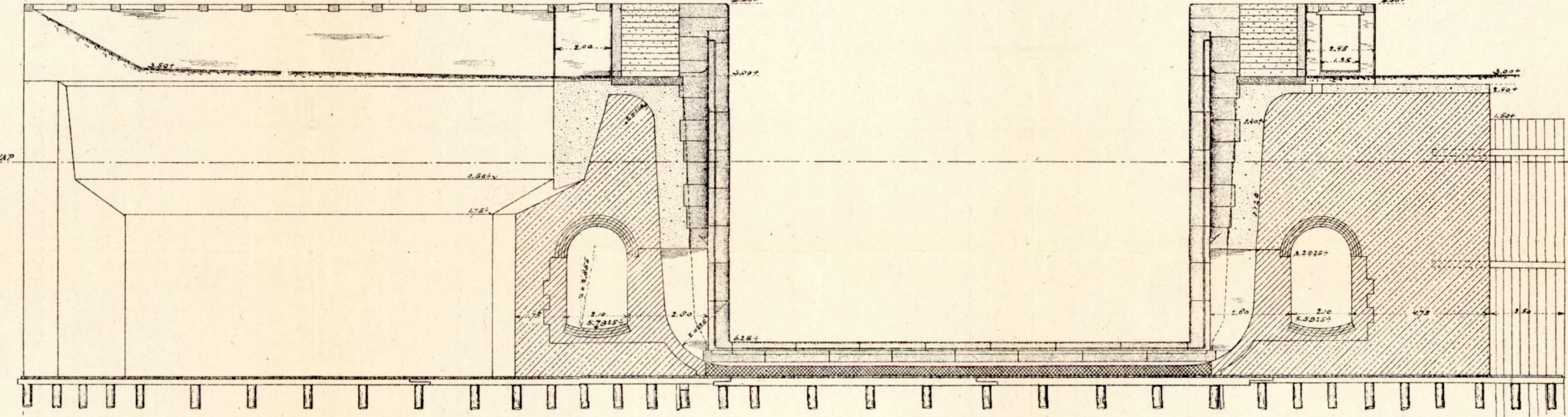
Bovenlaatzicht



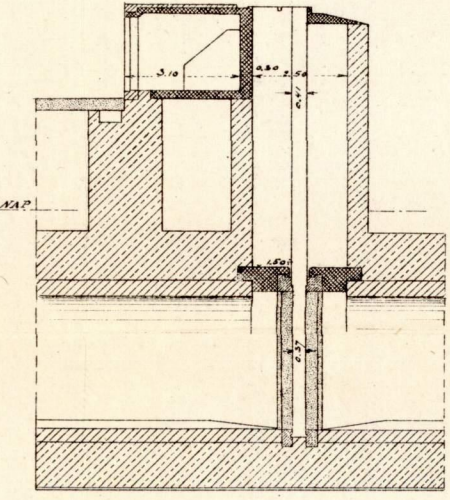
Doorsnede G-H



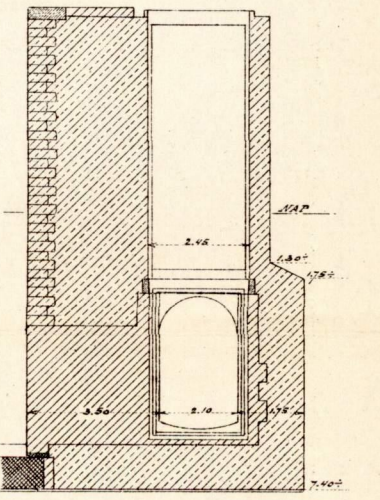
Doorsnede A-D (over de kerkloop)



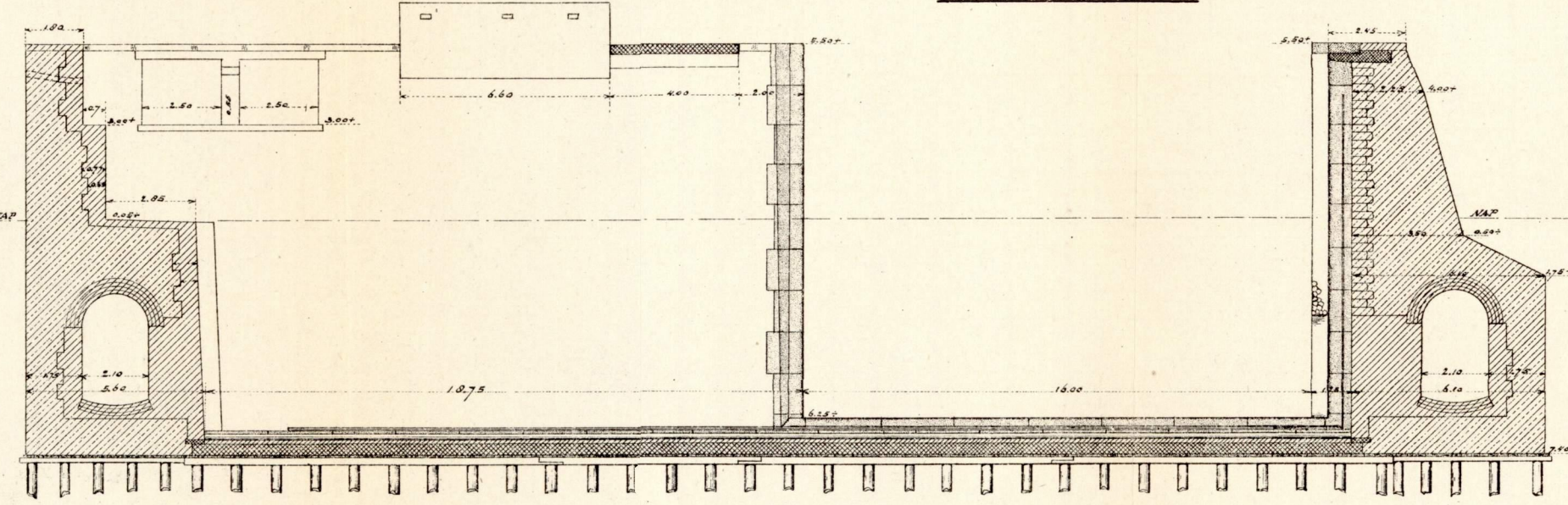
Doorsnede J-K



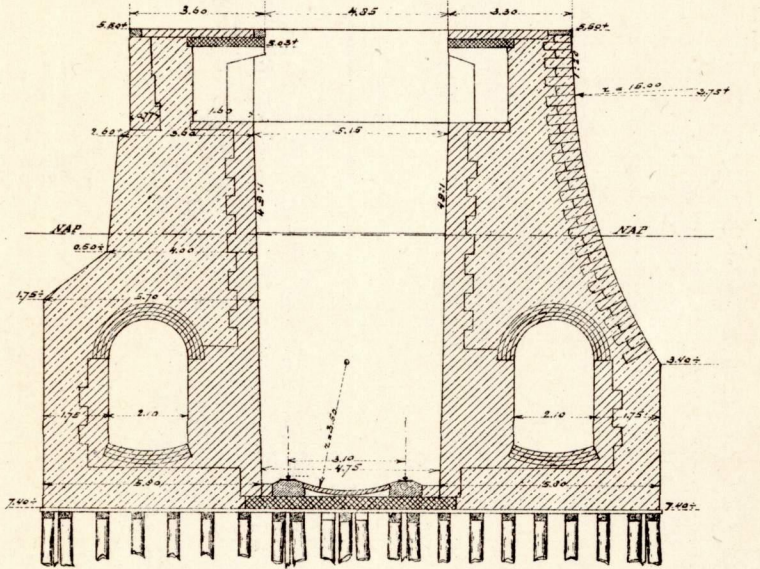
Doorsnede L-B



Doorsnede C-D



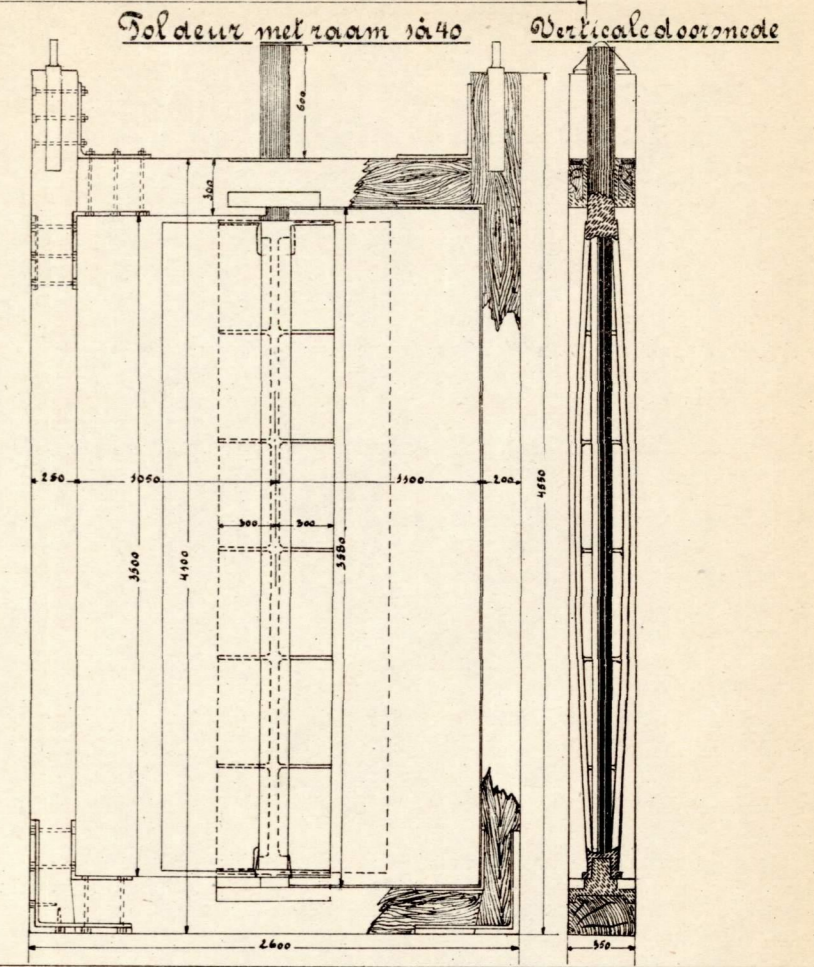
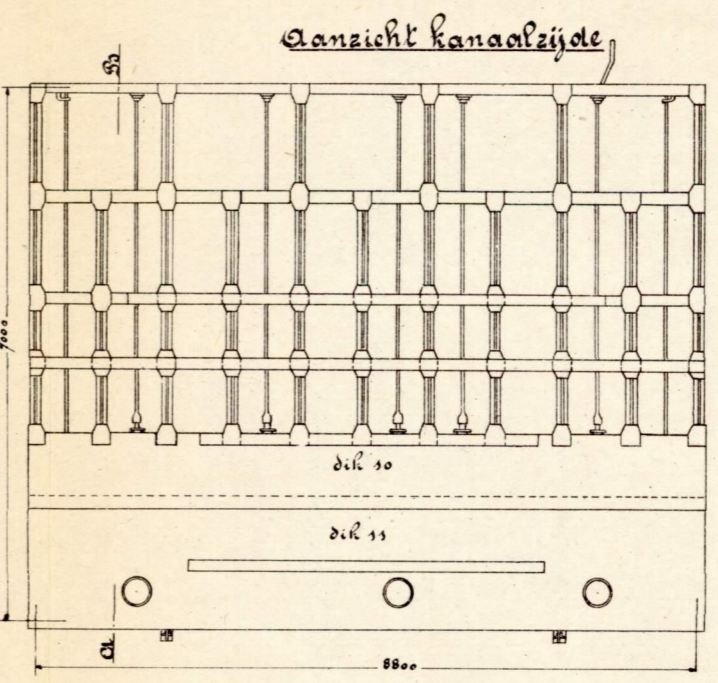
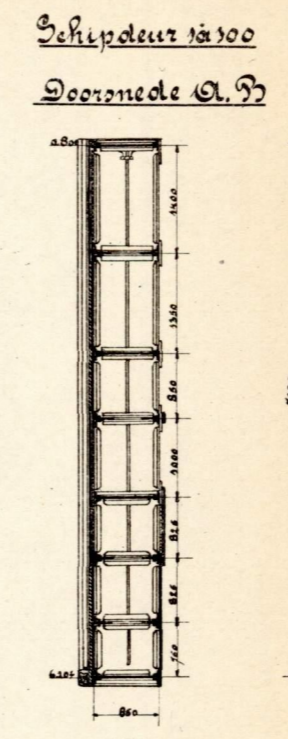
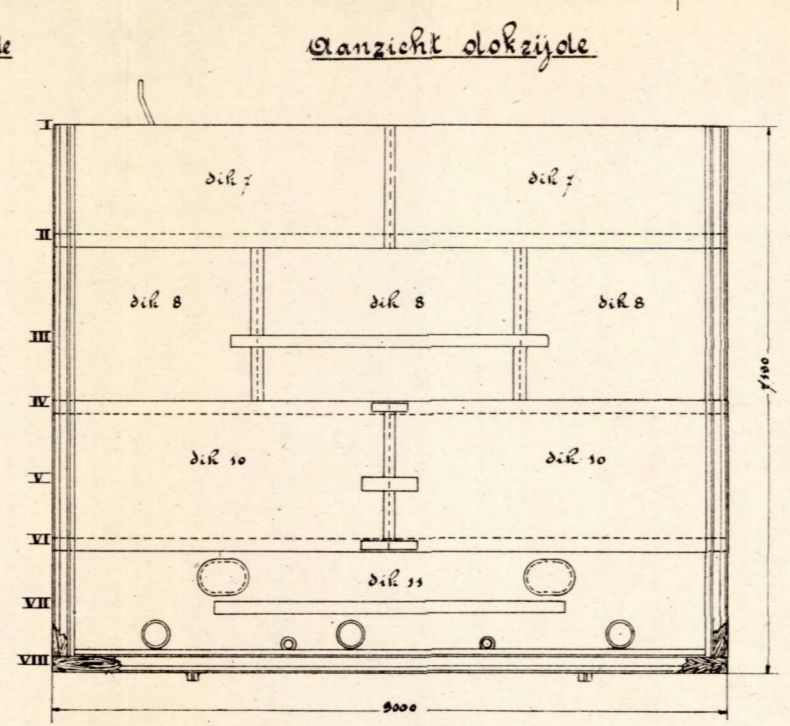
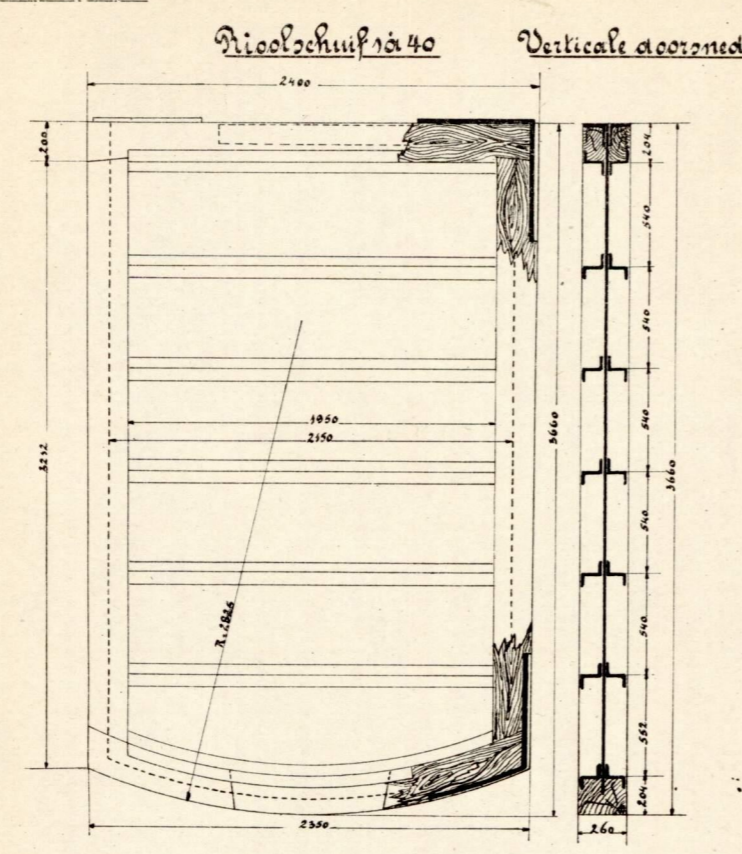
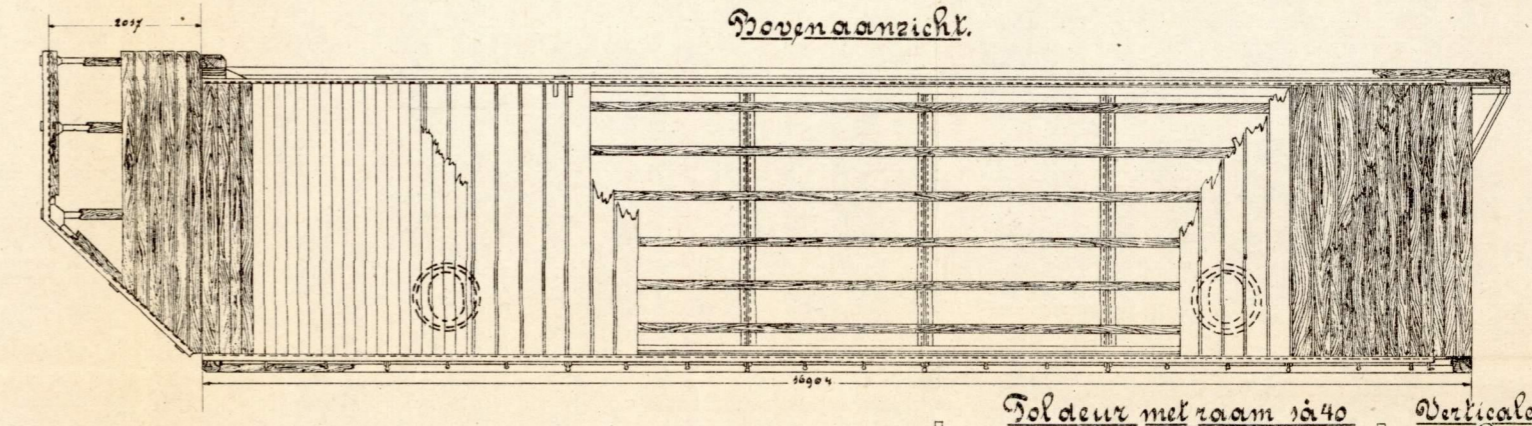
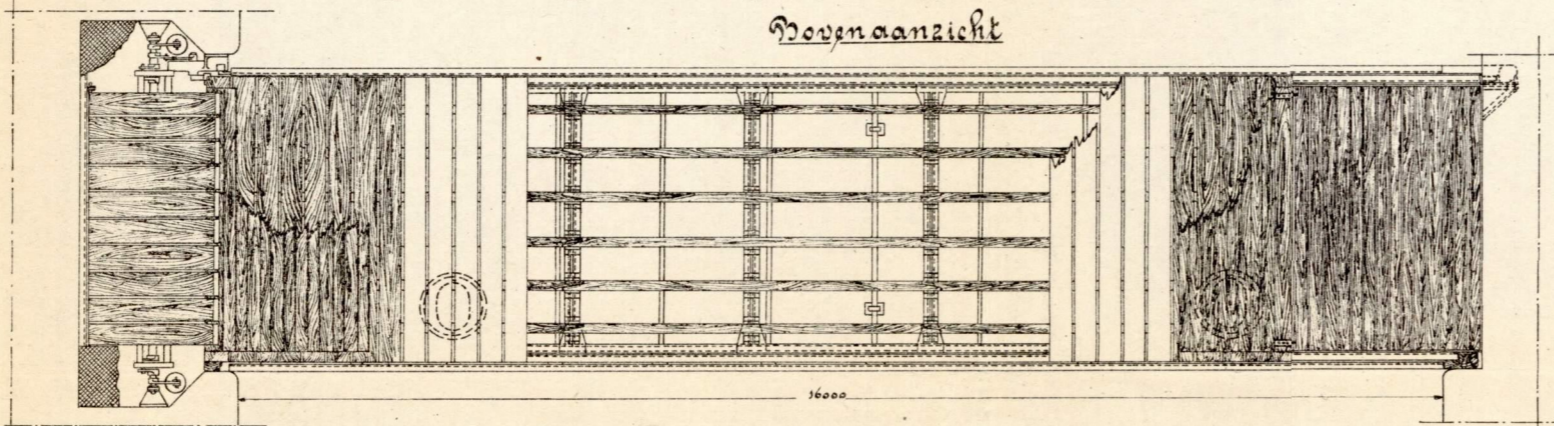
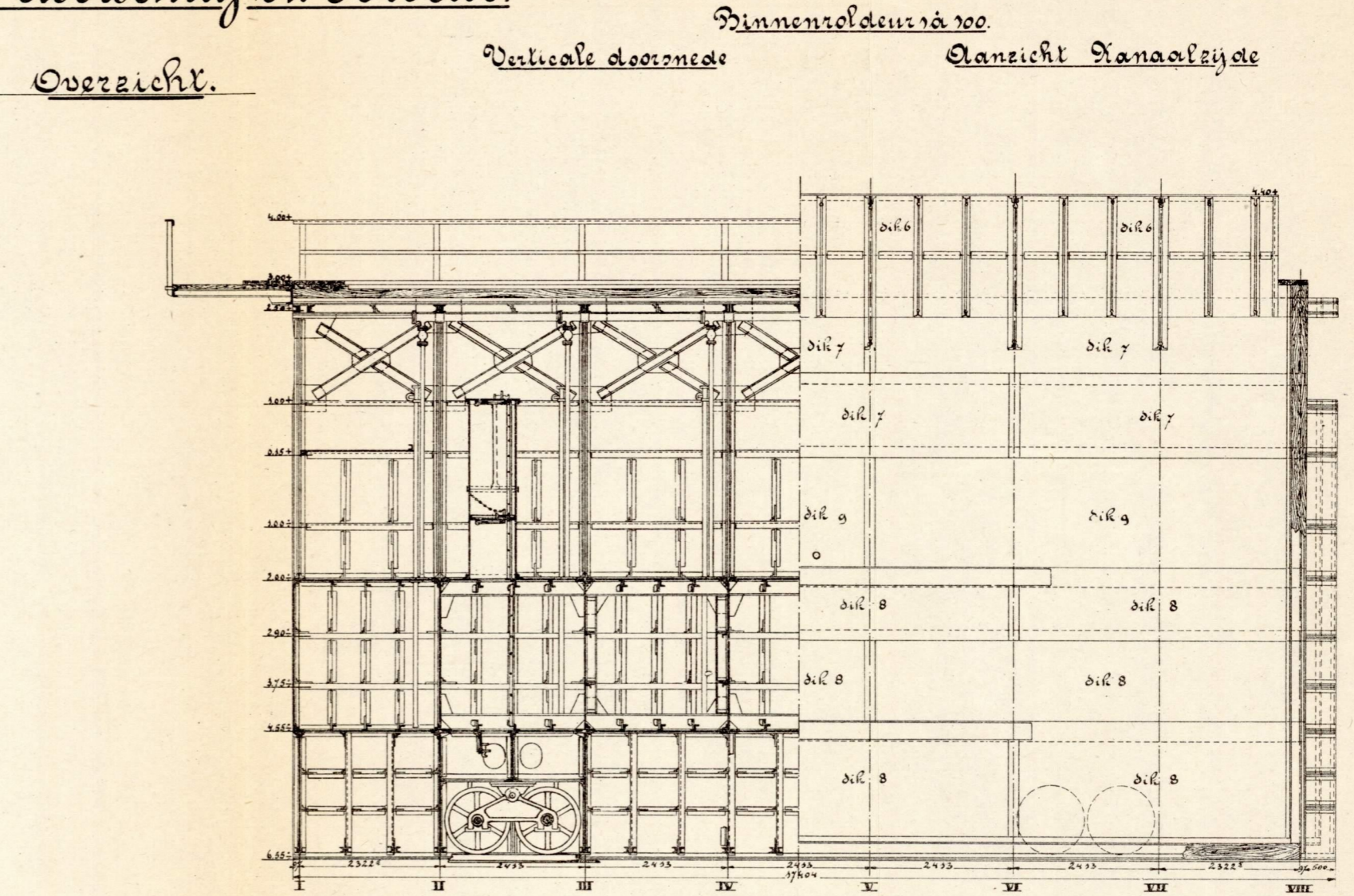
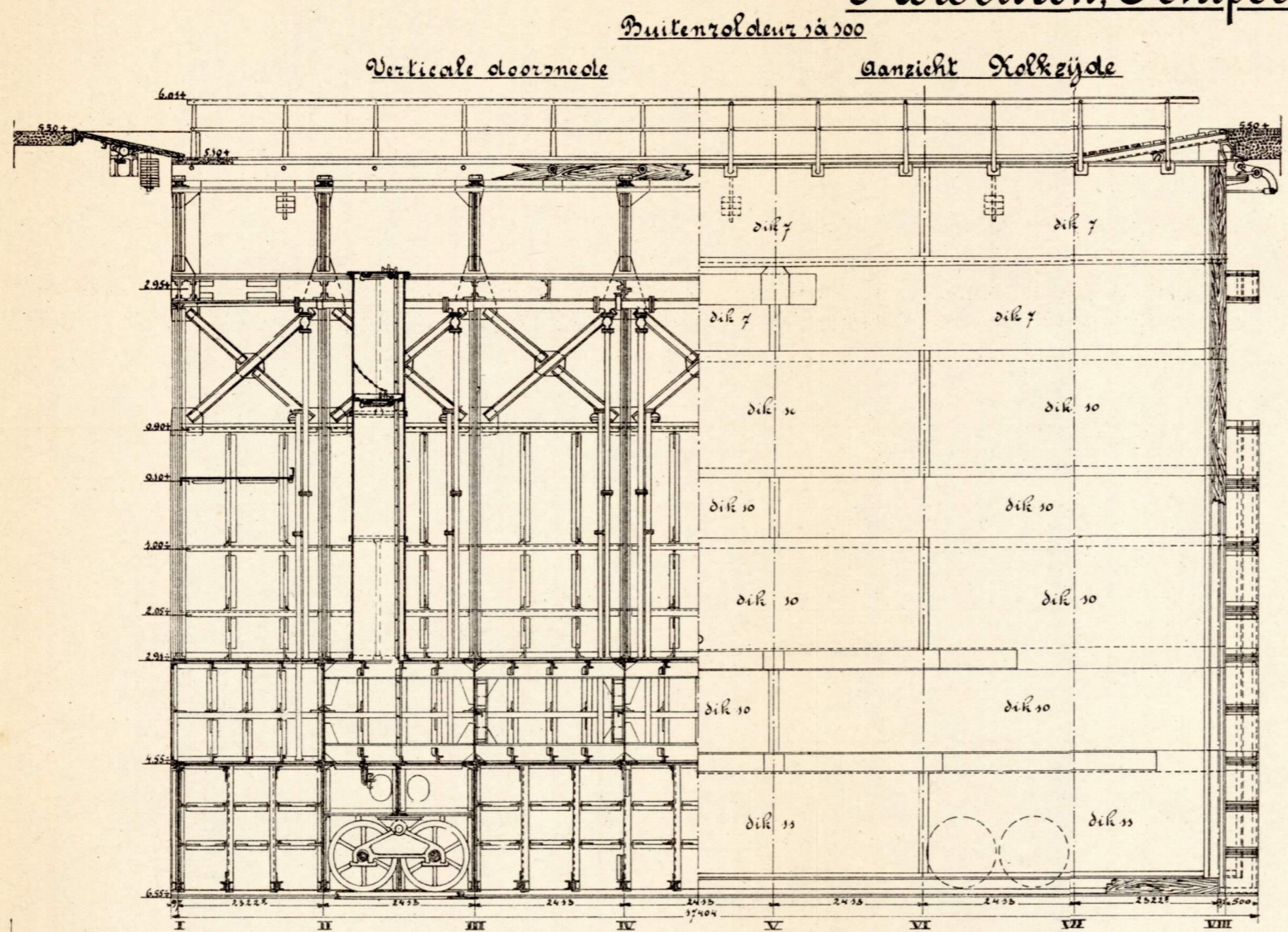
Doorsnede E-F



- Randuidingen
- Metaalwerk
 - Graniet
 - Beton
 - Gewapend Beton

Schaal 1:200.

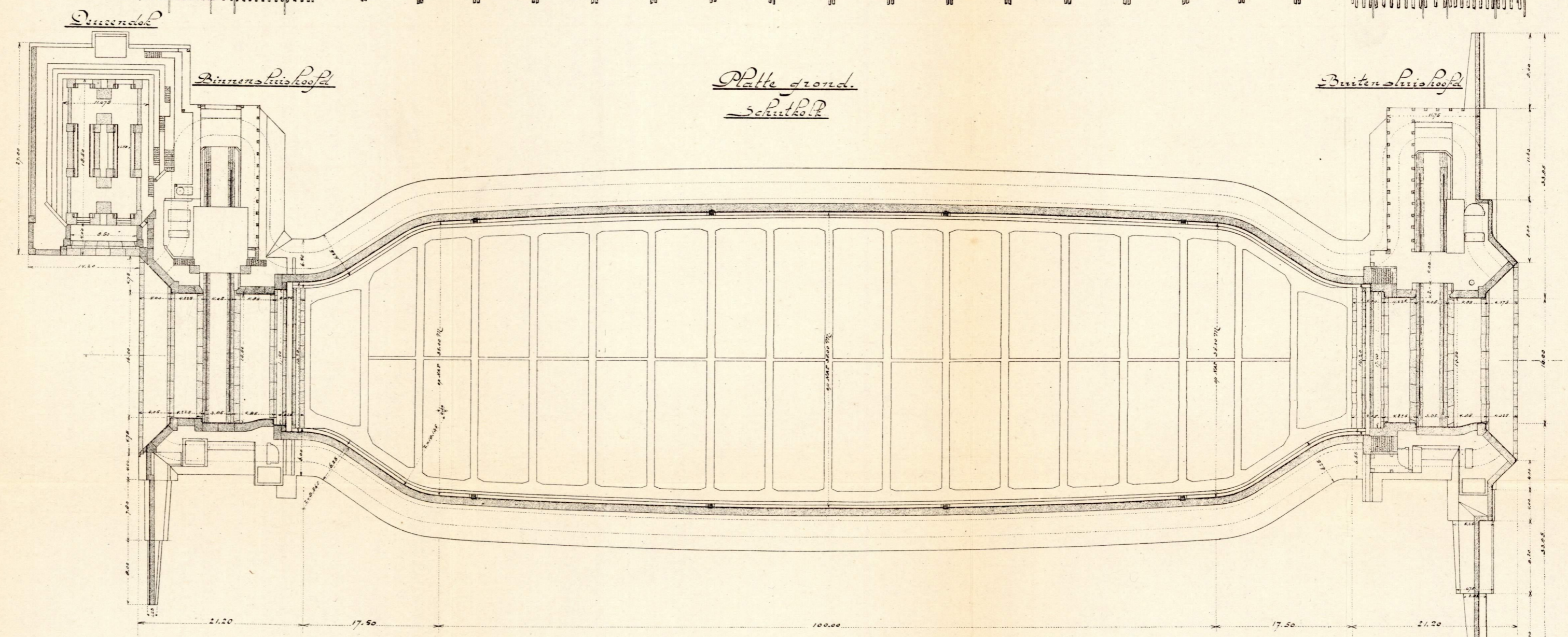
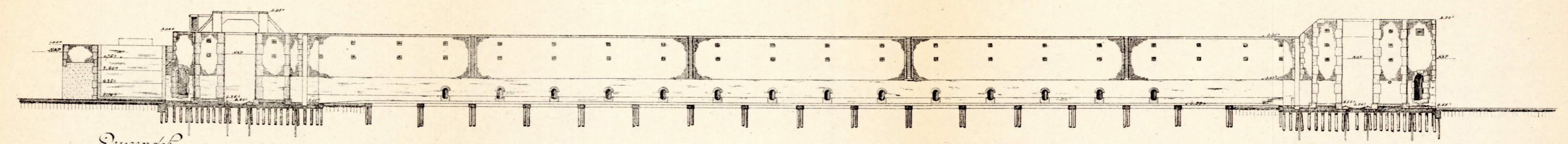
Roldeuren, Schipdeur, Riolschuif en Toldeur.



9,5
16
210
560
400
2840

Plattegrond, lengtedoorsnede en fronten van de derde schutsluis.

Lengte doorsnede.

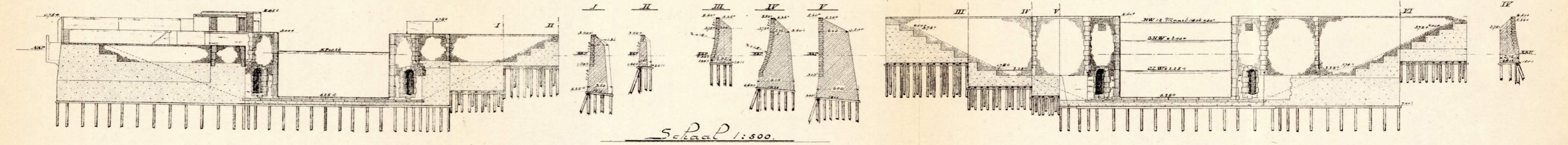


Stroomfront

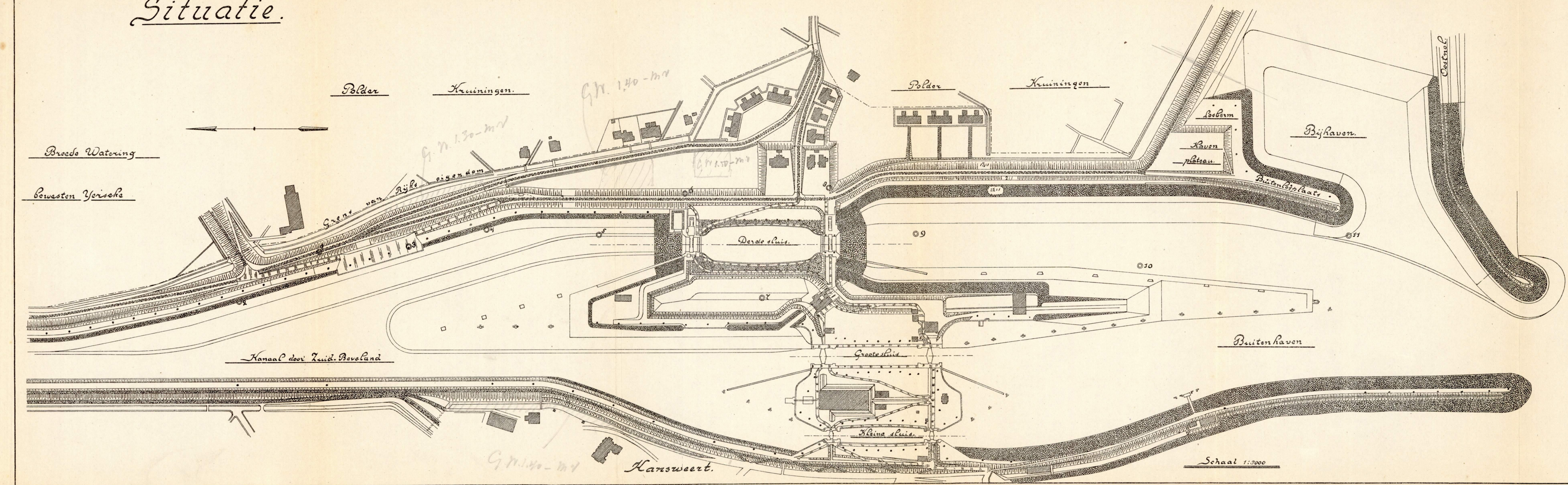
Vergel. P. 100000

Laanfront

Vergel. P. 100000



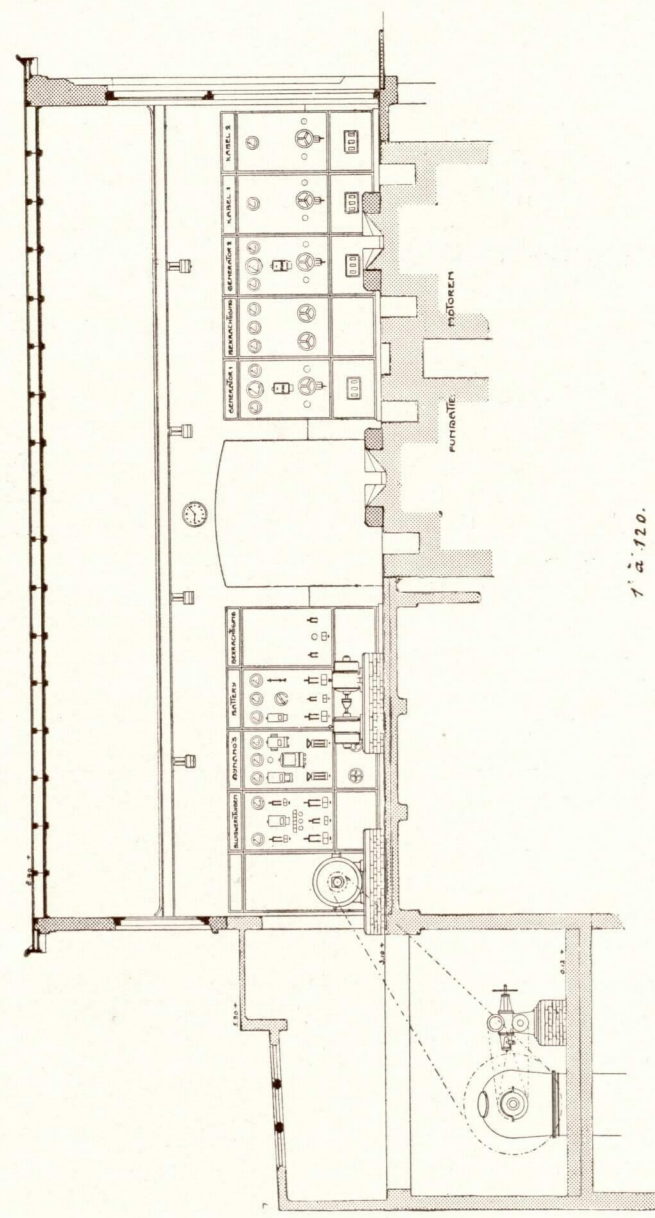
Situatie.



Scholde. Ooster

Schaal 1:2000

Fig. 53.
Centraalstation te Hantswaert.
Licht- en warmte-
rekening met tusschenrekenen

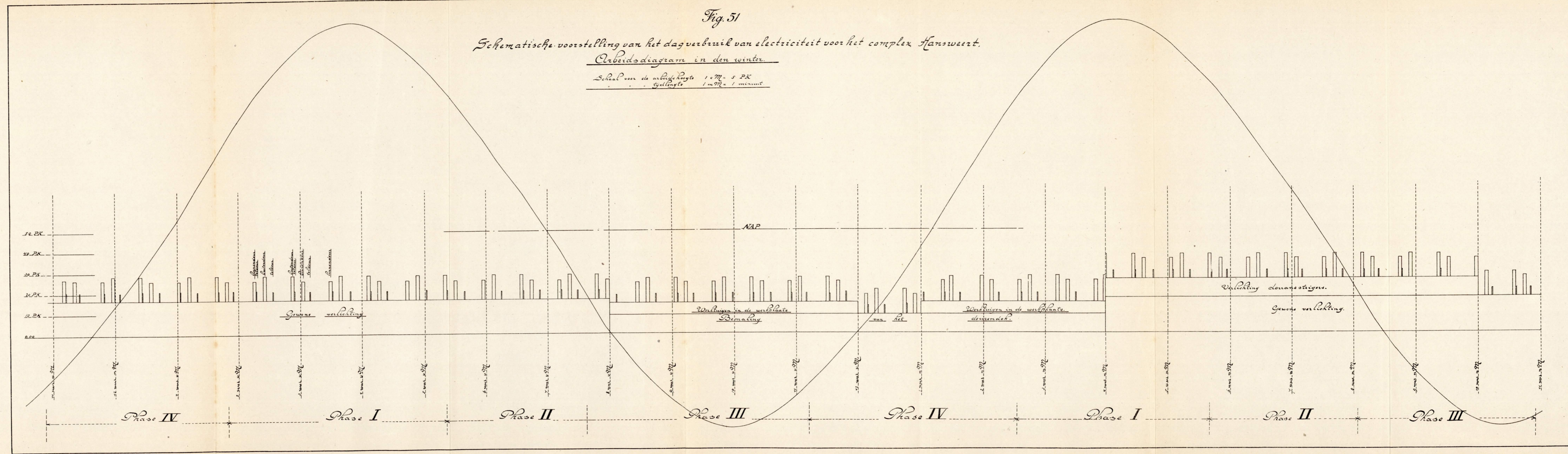


1:250

Fig. 51

Schematische voorstelling van het dagverbruik van electriciteit voor het complex Hantswaert.
Arbeidsdiagram in den winter.

Schaal voor de arbeidshoogte 1 cm = 5 PK
tyllengte 1 mm = 1 minuut



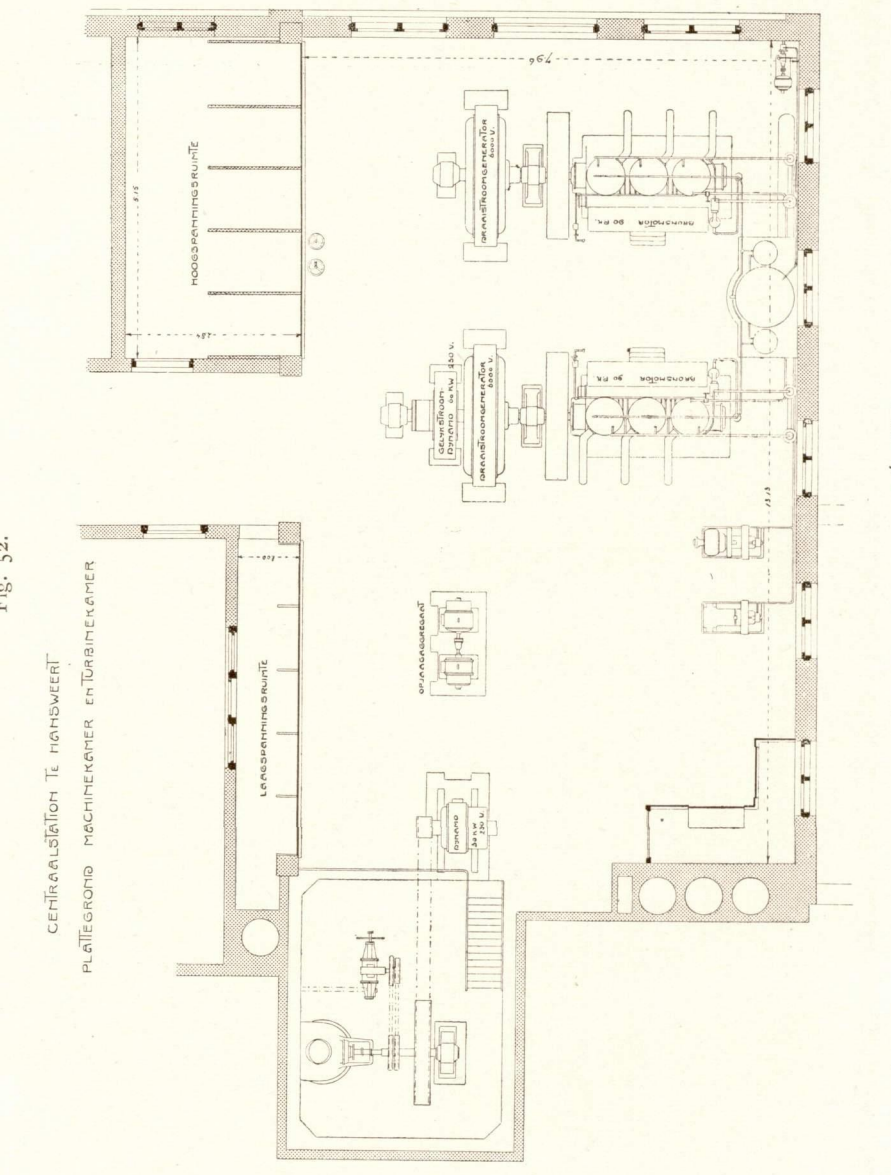
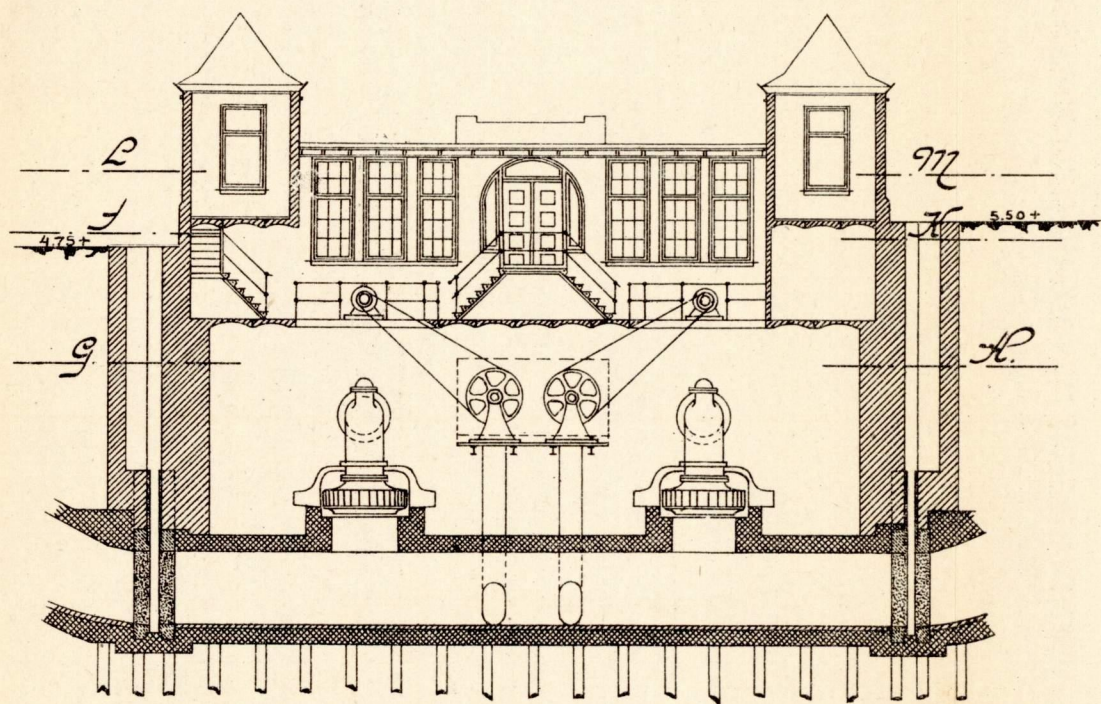


Fig. 52.

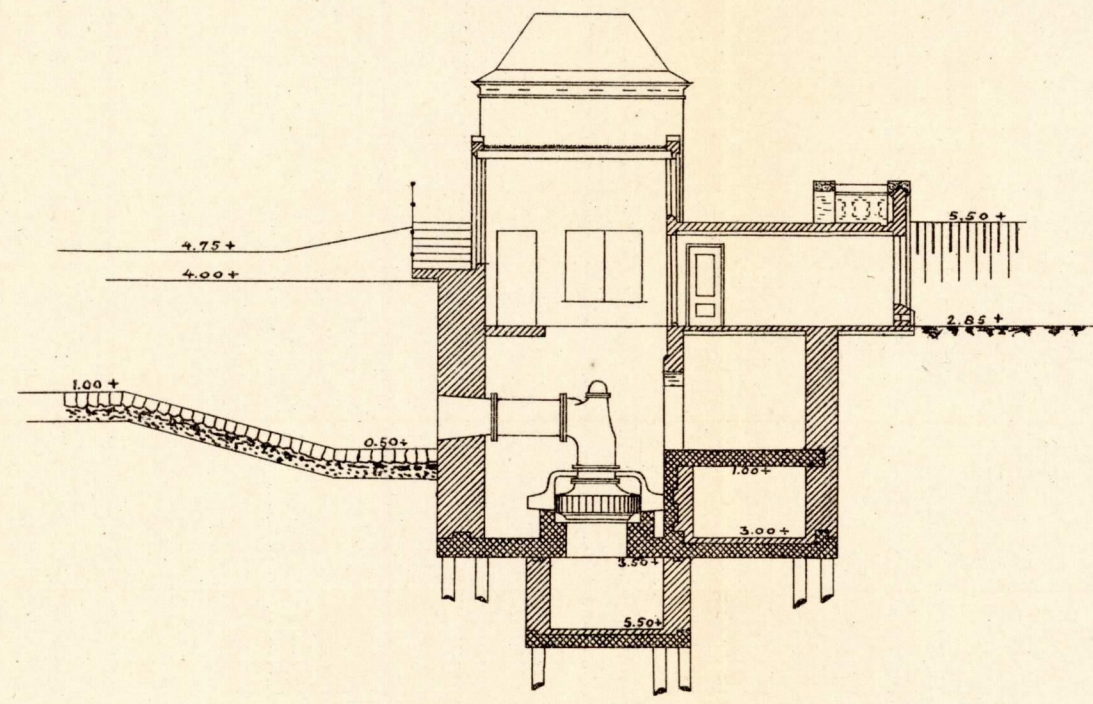
СЕРИКАЛЫБІТОН ТІ НІМБІКЕНІ
ПЛАТФОРМДА РАДИОКӨКӨКЕР КІТІРБІКЕНЕР

Ontwerp van een Watercentrale te Mansweert.

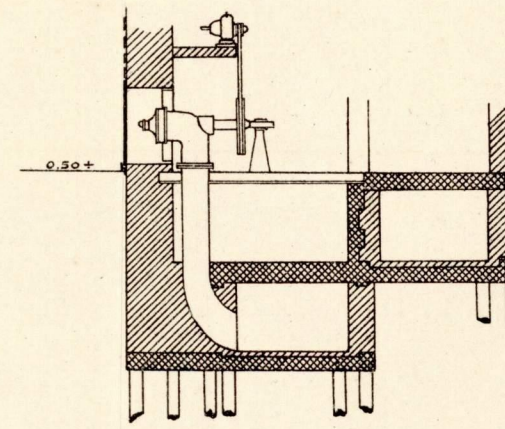
Doorsnede A.B.



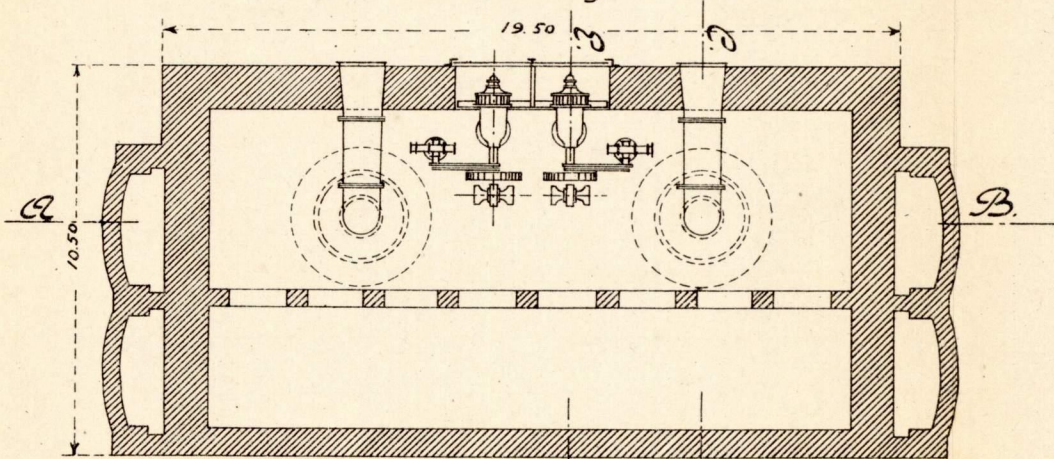
Doorsnede C.D.



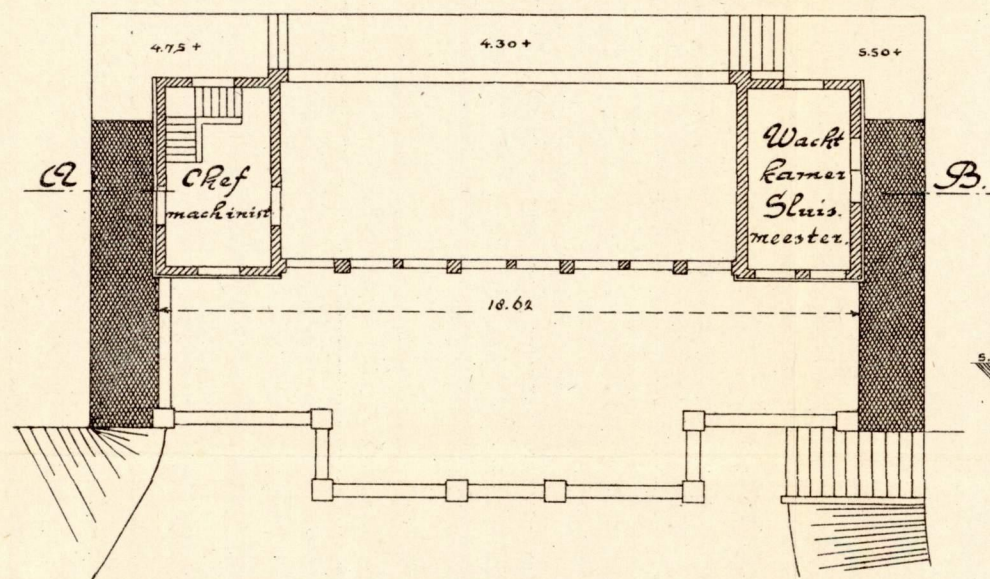
Doorsnede E.F.



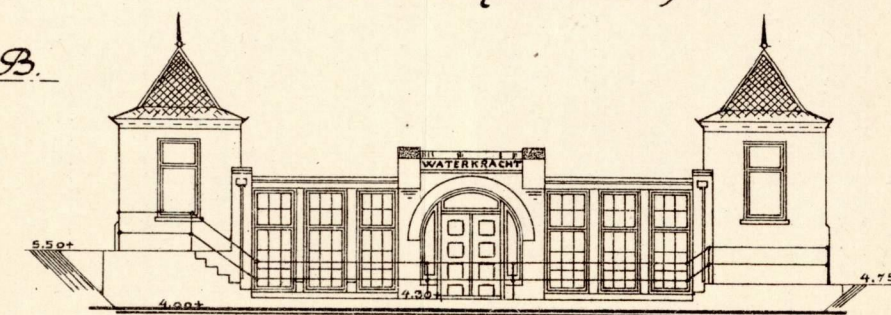
Doorsnede G.H.



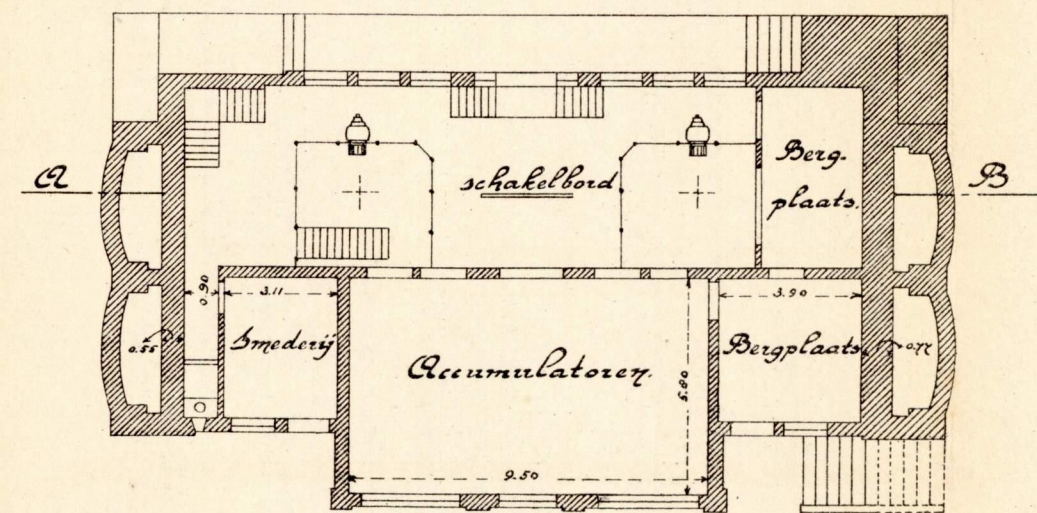
Doorsnede L.M.



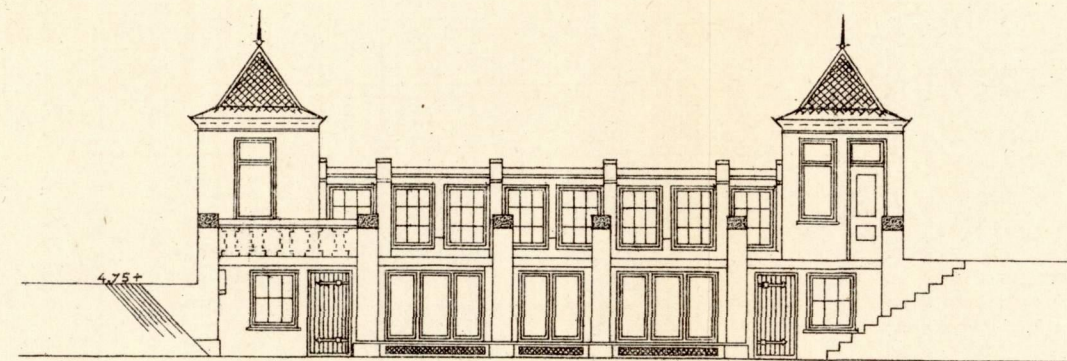
Aanzicht Noordoostzijde.



Doorsnede I.K.



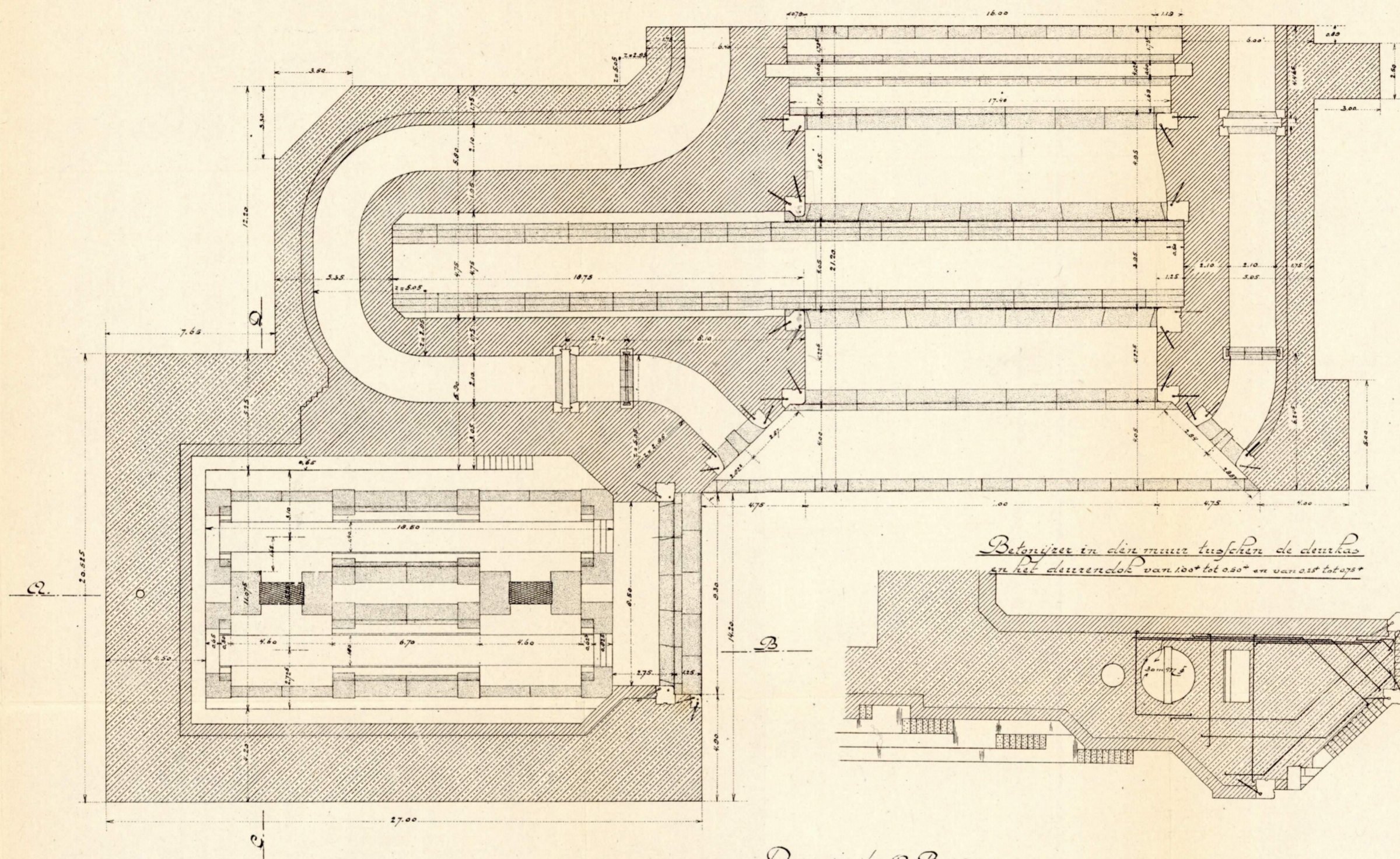
Aanzicht Zuidwestzijde.



Schaal: 1:200.

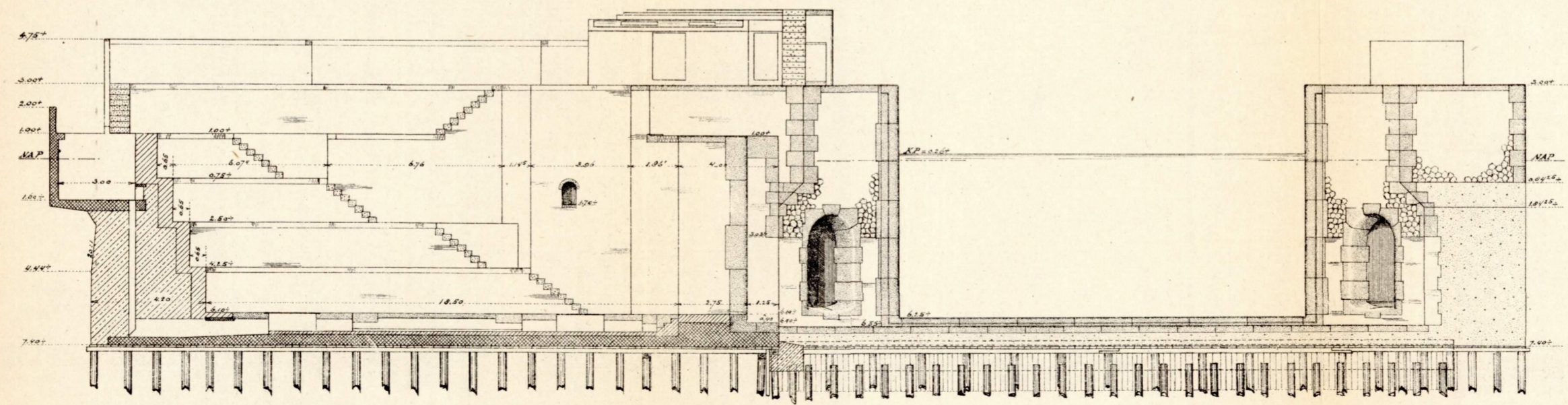
Binnenluishoofd.

Doorsnede over de riolen 1:200

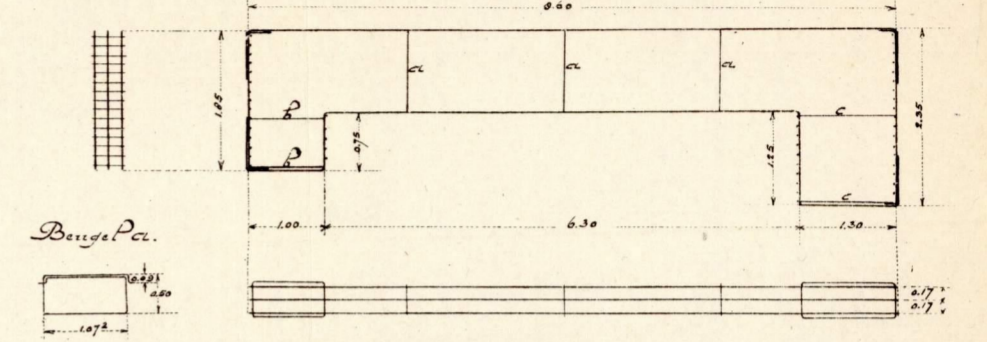


Betonijzer in den muur tusſchen de deuren
an het differentieel van 100° tot 050° en van 050° tot 000°

Doorsnede A-B 1:200



Versterkingsramen van betonijzer om de westlyſſe deuren
ſchaal 1:100



Bengel P_a

Bengel P_b

Bengel P_c

Betonijzer langs de kelderloop
1:100

Bengel P_d

Bengel P_e

Bengel P_f

Carandagstyl
1:100

Noodaanslag
1:100

Noodaanslag
1:100

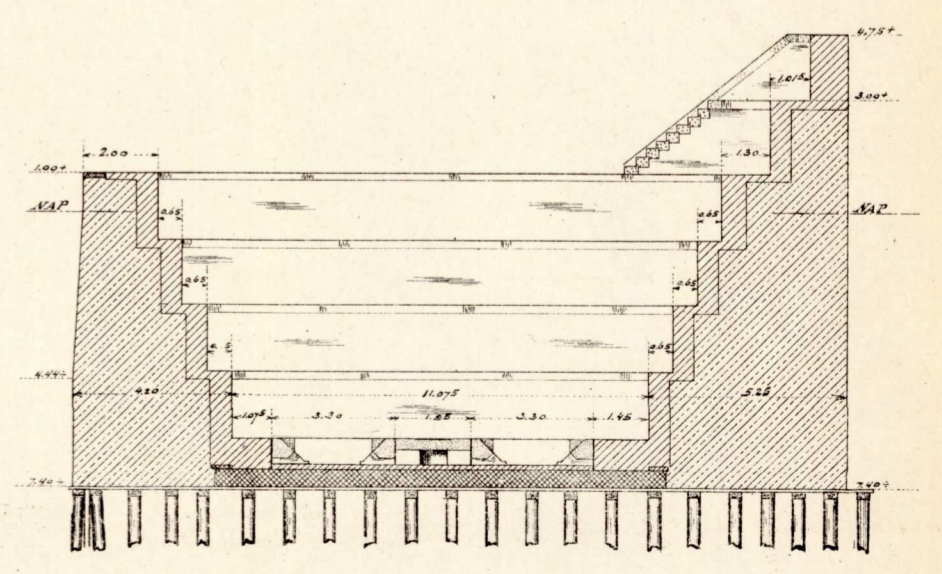
Noodaanslag
1:100

Betonijzer achter de
aanslagstijlen van NAP tot 050
Overzicht 1:200

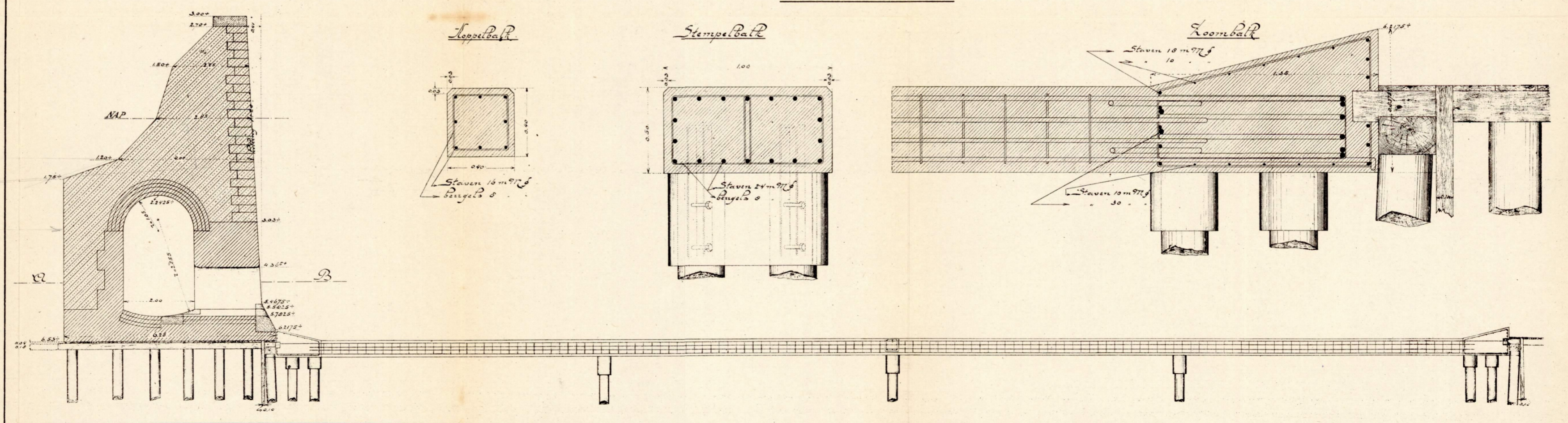
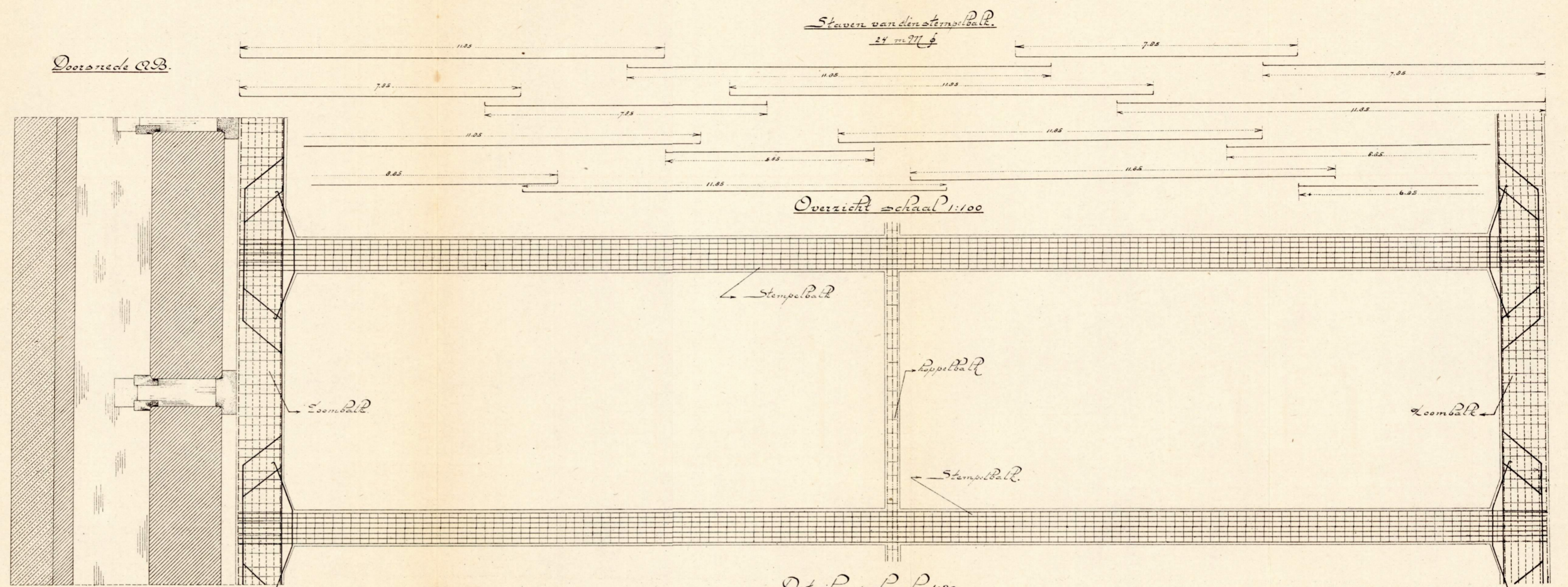
Carandagingen

- Metaalwerk
- Graniet
- Beton
- Gewapend beton

Doorsnede C-D 1:200

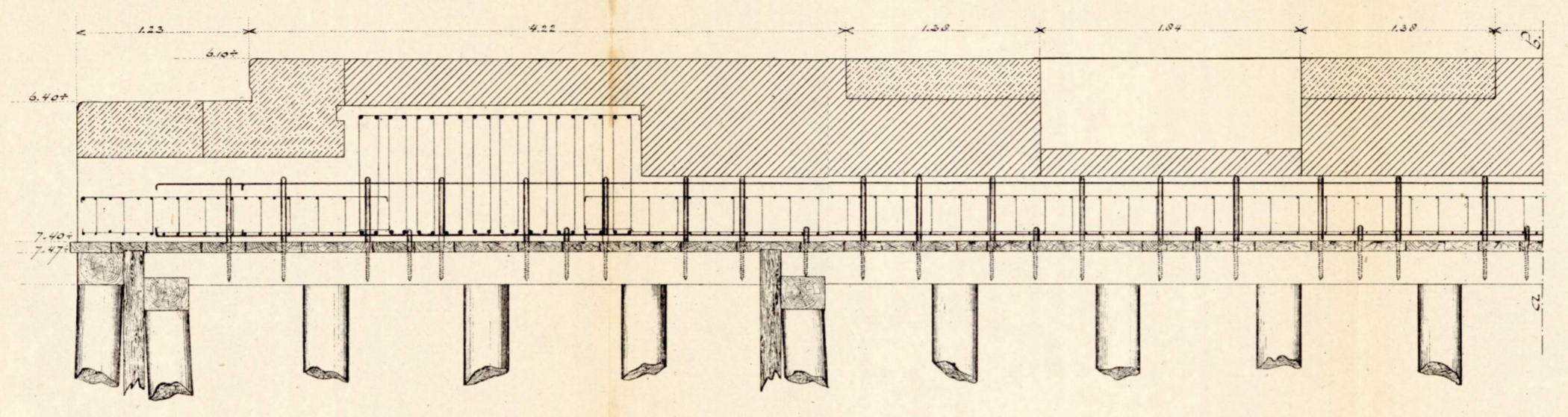


Stempeling der schutkolkmuren.

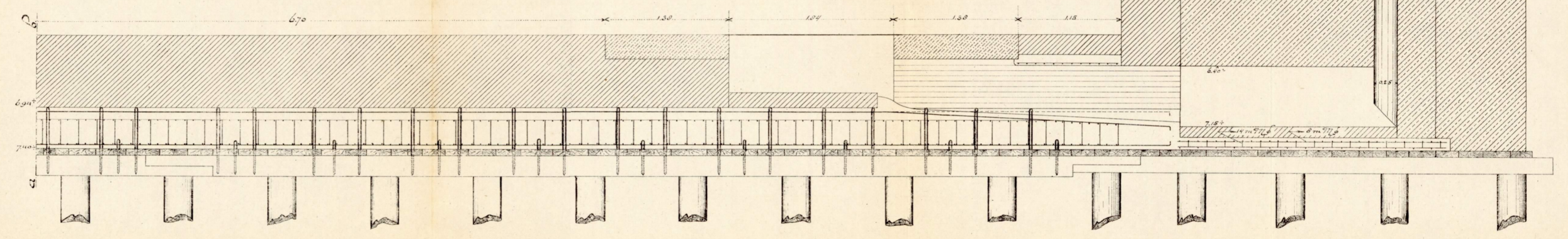


Zwalpplaat van het Deurendok.

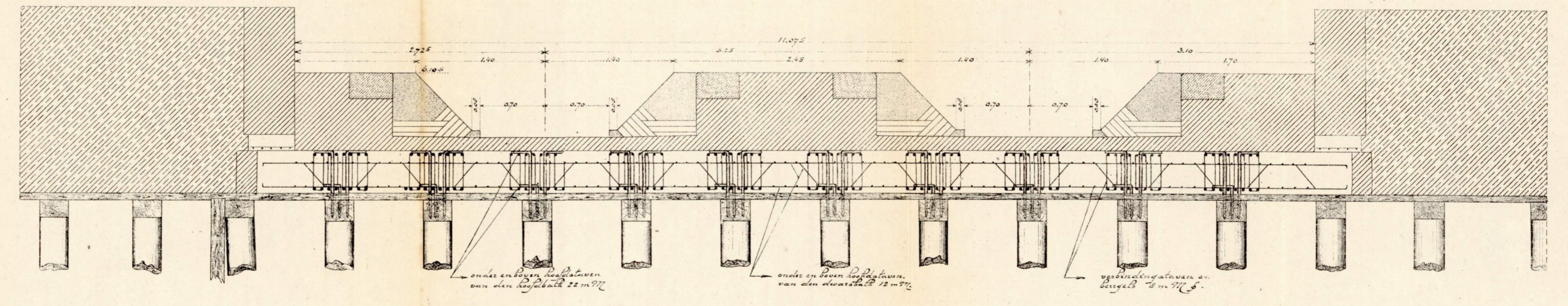
Lengtedoorsnede 1:40.



Lengtedoorsnede 1:40.



Doarsdoorsnede 1:40.



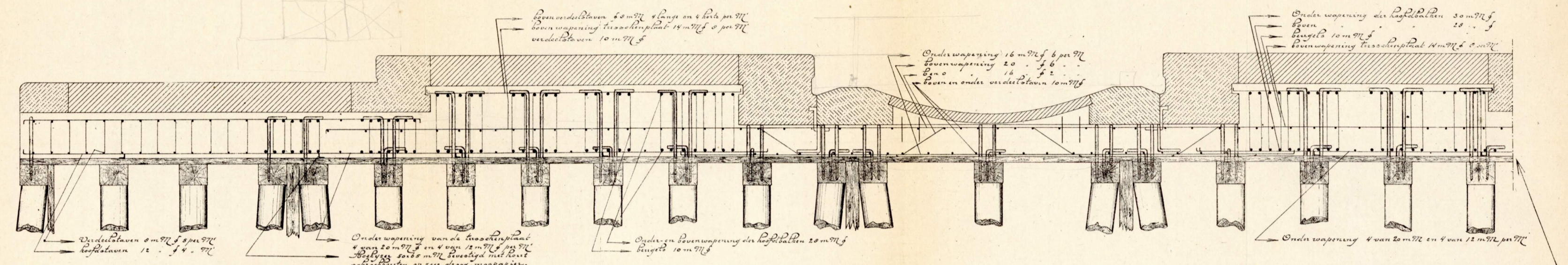
omdat en boven hoekplaten van den breedte 22 m 7/2

omdat en boven hoekplaten van den breedte 12 m 7/2

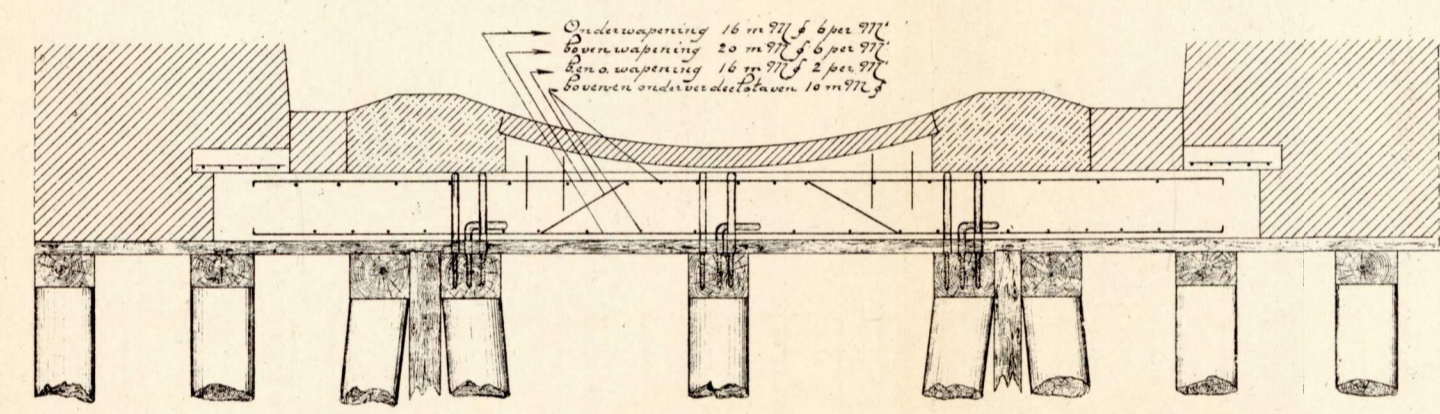
opbrengingstussen an breedte 8 m 7/2

Zwalpplaat van het Britensluishoofd.

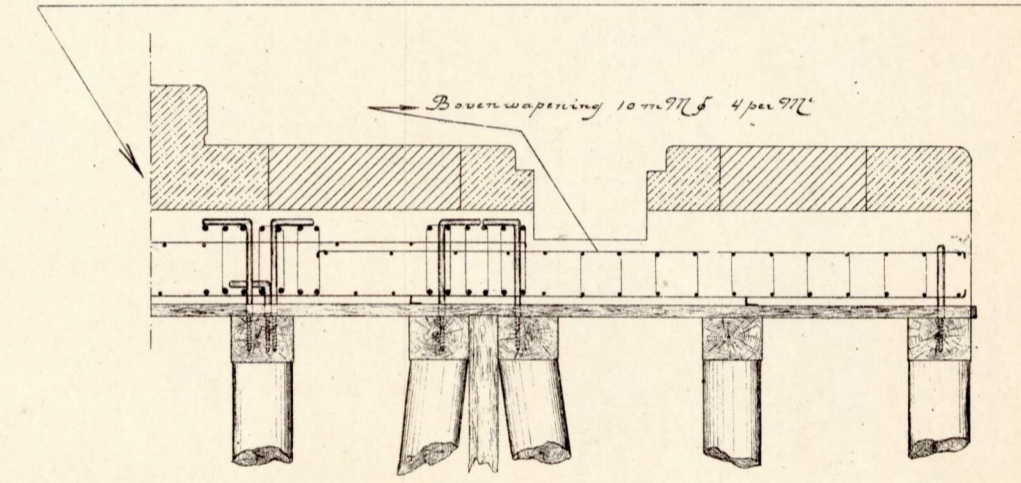
Doorsnede *Schaal 1:40.*



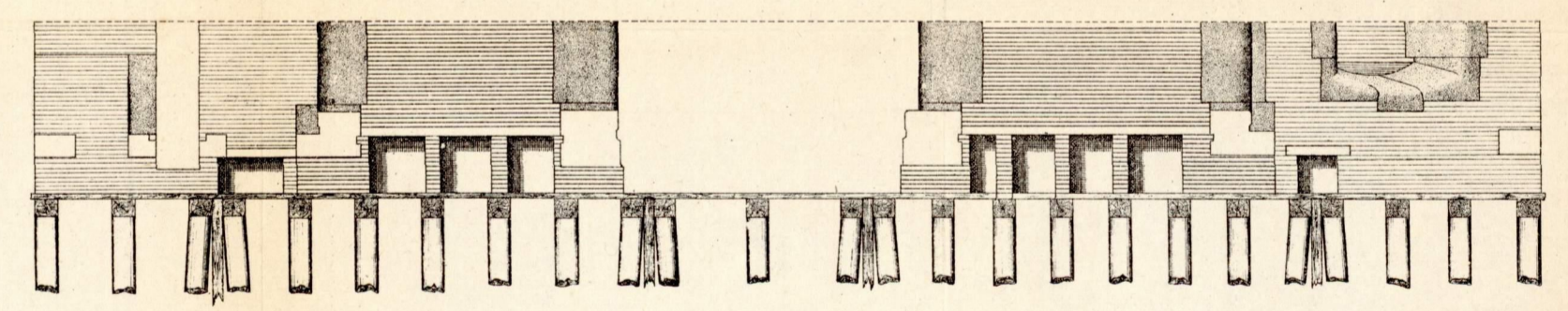
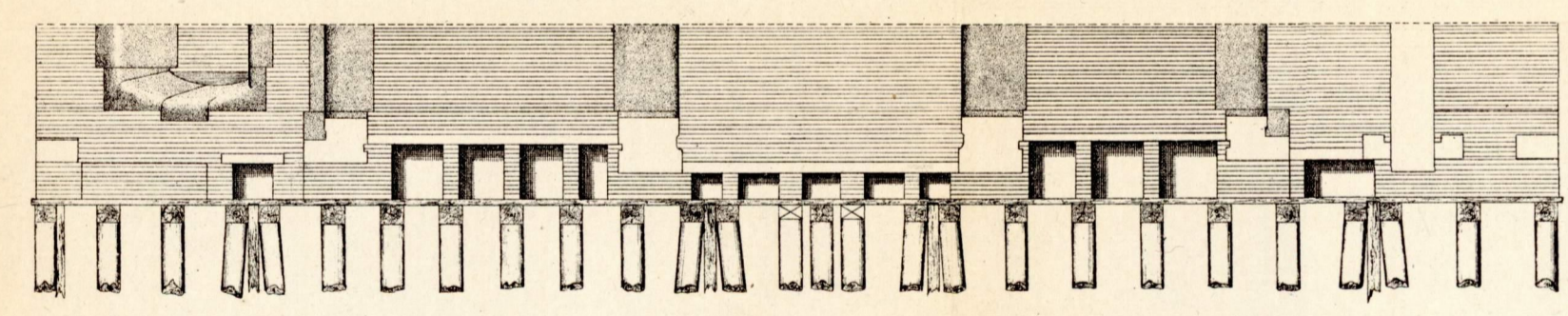
Doorsnede over den deurkasvloer



Inkassingen in den oostelijken keermuur 1:100



Inkassingen in den westelijken keermuur 1:100



Bewapening van de betonplaten boven de inkassingen en bewapening der betonvulling onder de aanslagstylen

