

# TECHNISCH STUDENTEN-TIJDSCHRIFT

HALFMAANDELIJKSCH TIJDSCHRIFT,

ORGAAN VAN DE CENTRALE COMMISSIE VOOR STUDIEBELANGEN.

Hoofdredacteur: J. J. I. SPRENGER.

Redactie:

J. J. I. SPRENGER,  
G. J. P. M. BOLSIUS,  
G. EKAMA,  
W. P. VAN ZON,  
J. M. VERFF,  
S. DE WAARD,  
M. C. KORT,

Civiele faculteit,  
Bouwkundige faculteit,  
Werktuigkundige faculteit,  
Scheepsbouwkundige faculteit,  
Electrotechnische faculteit,  
Scheikundige faculteit,  
Mijnbouwkundige faculteit,

Voorstraat 101.  
} Redactie-adres.  
Nieuwe Plantage 74.  
Hugoplein 5.  
Van Leeuwenhoeksingel 12.  
Mijnbouwkundig Instituut.

Vlaamsche Sub-Redactie:

M. STEENBRUGGE, Werktuigkunde, St. Machariusstraat 1, Gent.  
M. VAN DER HAEGHEN, Burgerlijke Bouwkunde, Coupure 155, Gent.

Luchtvaart: A. G. VON BAUMHAUER, Van Leeuwenhoeksingel 5.

en met welwillende medewerking van verscheidene Hoogleraren aan de T. H.

Abonnementsprijs per jaar f 4,—.

Druk Technische Boekhandel en Drukkerij J. WALTMAN JR., Delft.

5e Jaargang. No. 3. 1 Dec. 1914.

Alle berichten en mededeelingen zijn buiten  
verantwoordelijkheid van de Redactie.

## Inhoud.

Het Wilhelminakanaal, door Jhr. J. A. Quarles van  
Ufford, Cand. c. i.

Naar aanleiding van de lezing van den heer  
W. J. H. Harmsen, Ingenieur van 's Rijks Waterstaat,  
op 10 November 1914.

Berekening van de veldmagneten uit de maximaal toe te  
laten verwarming, door C. J. Oosterholt, Cand. e. i.

Over Schreibersche stationswaarnemingen, door H. J.  
Oosterbeek Jr.

Boekbespreking.

Berichten en Mededeelingen.

Correspondentie.

## REDACTIEBERICHT.

Bij het artikel in het vorige nummer „Interferentieverschijnselen bij Röntgenstralen en de structuur van Kristallen” is vergeten te vermelden, dat dit een verslag is van eene lezing van Dr. Ornstein voor de Mijnbouwkundige Vereeniging, door Spreker zelf samengesteld.

De inzenders van artikelen in de jaargangen 1, 2 en 3 kunnen de daarvoor gebruikte cliché's toegezonden krijgen zoo zij daartoe hun wensch te kennen geven aan den Hoofdredacteur vóór 15 December 1914; na dien datum zullen de cliché's worden opgeruimd.

## Het Wilhelmina-Kanaal.

Naar aanleiding van de lezing van den heer W. J. H. HARMSSEN, c. i., Ingenieur van den Waterstaat, voor het Gezelschap „Practische Studie”, op 10 November 1914.

Sinds betrekkelijk langen tijd werd in Noord-Brabant voor zijn groote industrie de behoefte gevoeld aan een nieuwen scheepvaartweg, met name voor Tilburg. De eerste stap van Regeeringswege werd gedaan in 1878, toen in de ontwerp-Kanalwet Minister Tak van Poortvliet een subsidie voorstelde voor een kanaal van Eindhoven langs Tilburg naar de Amer. Dit wetsontwerp kwam niet tot stand.

In 1889 werd door de Staten van Noord-Brabant een commissie benoemd om na te gaan, welke scheepvaartwegen in de provincie in aanmerking kwamen voor aanleg. Deze commissie kwam met een plan, door den hoofdingenieur van den Provin-

cialen Waterstaat opgemaakt, voor een kanaal van de Zuid-Willemsvaart langs Tilburg naar de Donge bij Geertruidenberg met een zijtak van Oosterhout naar de Mark bij Terheyden. Het kanaal zou een bodembreedte krijgen van 10 M. en een bodemdiepte van 2.10 M. Het werk werd op *f*4.500.000 geraamd. Dit bedrag was voor de provincie zelf te hoog, zoodat men zich tot het Rijk wendde. Na lange onderhandelingen, waarin het ontwerp eenige wijzigingen onderging, vooral wat afmetingen betreft, kwam in 1904 een wet tot stand, waarbij besloten werd tot aanleg van een kanaal ter verbinding van de Zuid-Willemsvaart met de Mark onderling en met de Amer, welk kanaal later de naam van Wilhelminakanaal verkreeg. Hiervan werden de kosten geraamd op *f*7.500.000, waarvan de provincie en de gemeenten *f*2.500.000 bijdragen.

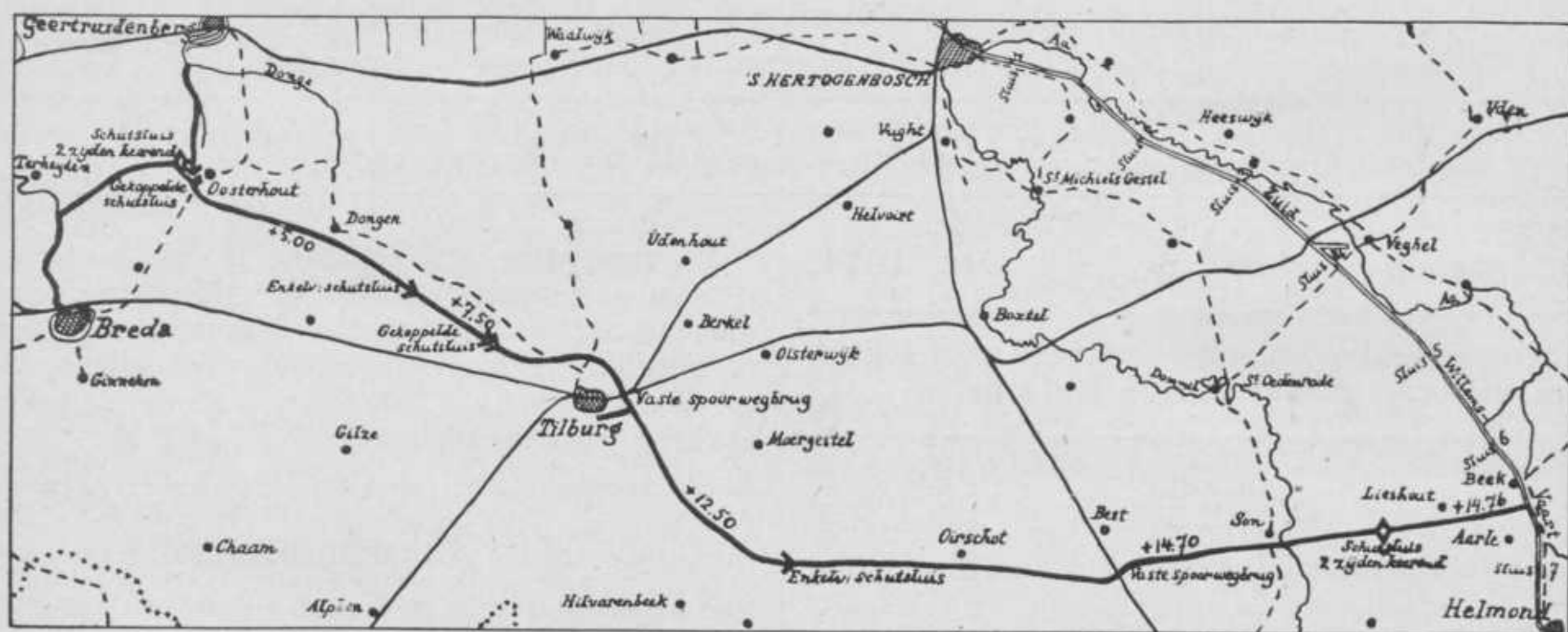
tot de gekoppelde sluis n<sup>o</sup>. 3 bewesten Tilburg (K.P. 7.50 +)

4<sup>o</sup>. het pand van de gekoppelde sluis n<sup>o</sup>. 3 tot de enkelvoudige sluis n<sup>o</sup>. 4 bij Diessen (K.P. 12.50 +)

5<sup>o</sup>. het pand van de enkelvoudige sluis n<sup>o</sup>. 4 tot de Zuid-Willemsvaart, dat gemeen ligt met het pand tusschen de sluizen 6 en 7 dier vaart (K.P. = 14.76 +). In dit pand bevindt zich een schutsluis, welke naar beide zijden kan keeren en in den regel open zal staan; ze dient bij opzetting of aflating van de Zuid-Willemsvaart.

Het zijkanaal van Oosterhout naar Breda ligt gemeen met de Mark, die aan de benedenmond is afgesloten (L.W. 0.70 ÷; H.W. 1.90 +).

Het kanaal is bestemd voor schepen met een max. inhoud van ongeveer 500 ton, max. lengte van 60 M., max. breedte van 7 M. en max. diep-



Het hoofdkanaal begint bij de Zuid-Willemsvaart, 5 K.M. ten Noorden van Helmond, loopt in Westelijke richting langs Tilburg, Dongen en Oosterhout, en komt bij Geertruidenberg in de Donge uit. Van Oosterhout gaat verder een tak naar de Mark bij Terheyden, welk riviertje van daar tot Breda wordt verdiept en geredificeerd.

Het hoofdkanaal bestaat uit de volgende panden:

1<sup>o</sup>. het benedengedeelte in open gemeenschap met de Amer (L.L.W. 0.70 ÷ N.A.P.; H.H.W. 2.50 + N.A.P.) tot de gekoppelde sluis n<sup>o</sup>. 1 bij Oosterhout.

2<sup>o</sup>. het pand van de gekoppelde sluis n<sup>o</sup>. 1 tot de enkelvoudige sluis n<sup>o</sup>. 2 beoosten Dongen (K.P. 5.00 +)

3<sup>o</sup>. het pand van de enkelvoudige sluis n<sup>o</sup>. 2

gang van 1.90 M. Bestemd zijnde voor dubbele vaart werd de bodembreedte van het kanaal 15 M. met taluds van 2 op 1, de bodemdiepte 2,30 M.; de kanaaldijken hebben gemiddeld een kruinsbreedte van 8.80 à 10 M. Bij de sluizen rekende men op 0.50 M. overbreedte, 5 M. overlengte in de schutkolk, en 0,50 M. kielwater; bij de bruggen werd de doorvaartwijdte op 8.80 M. genomen.

De Zuid-Willemsvaart bezit niet voldoende water tot voeding van het Wilhelmina-kanaal; oppompen van het water uit de Dommel ging niet om administratieve redenen, zoodat er moest worden overgegaan tot het voeden van beneden uit (van uit de Amer) met een electrisch gemaal bij iedere schutsluis. De zijtak van Terheyden naar Oosterhout ligt in open gemeenschap met de Mark, en

behoeft dus niet afzonderlijk te worden gevoed.

Met het werk werd een aanvang gemaakt in 1909, en werd toen aanbesteed het gedeelte Geertuidenberg—Oosterhout. Belangrijk is hier alleen een vaste brug met doorvaarthoogte van 5.50 M.

Het merkwaardigste is de *oevervoorziening*, (fig. 1) bestaande uit een rij platen van gewapend beton; de voet dier platen wordt gevormd door een rij dennen palen, waarop een sloof wordt gelegd. Tegen de sloof wordt een dennenhouten damwand aangebracht, waarvan de planken met vischbek tegen elkaar sluiten. Deze oevervoorziening wijkt af van die op het overige gedeelte van het Wilhelmina-kanaal, daar de invloed van eb en vloed zich hier doet gevoelen; het max. watersverschil bedraagt 3.20 M. De platen van gewapend beton, breed 1 M., dik 4 c.M., zijn aan de bovenzijde voorzien van een rechthoekig omgebogen gedeelte, hetwelk in het talud grijpt. De wapening doet in hoofdzaak dienst bij het vervoer der platen; hunne dikte bleek niet voldoende, daar deze glooiing weinig door de schippers wordt ontzien, en licht met een haak door de platen wordt heengestoken. Ook bleek later de grond tusschen de naden weg te spoelen, zoodat deze oevervoorziening is te beschouwen als een proef, die niet tot de gewenschte resultaten heeft geleid.

Daarna werd aangevangen met de verbredening en verdieping van de Mark, welke oevers onverdedigd zijn. De waterstanden wisselen tusschen  $0.70 \div \text{N.A.P.}$  en  $1.90 \text{ M} \div \text{N.A.P.}$ , de bodem ligt op  $3.00 \text{ M.} \div \text{N.A.P.}$  Twee bochten moeten hier afgesneden worden, behalve te maken verruimingen en verdiepingen, maar gedurende de maand November is dit werk tijdelijk gestaakt wegens het drukke vervoer der suikerbieten.

Bij Terheyden begint de zijtak van het kanaal naar Oosterhout, en moet de Rijksweg Breda—Moerdijk gesneden worden. Aldaar is een *draai- brug* gemaakt, ingericht voor later tramverkeer, zoodat de middelste hoofdliggers 1 M. hart op hart liggen. De onderbouw bestaat uit gemetselde

landhoofden en een gemetselde pijler, de landhoofden op paalfundeeringen, de pijler op een laag stampbeton binnen een damwand.

Dit kanaal volgende, komen we nu aan een ijzeren *ophaalbrug met toeleidende bruggen*. De



Fig. 1.

ophaalbrug rust op jukken, afstand hart op hart 9.90 M. (doorvaartwijdte 8.50 M.); elk juk gevormd door een houten onderjuk en een ijzeren bovenjuk. De val is samengesteld uit 5 liggers van **I** en **□** profiel, onderdek van gecreosoteerd grenen-, bovendeck van iepenhout.

De vaste bruggen hebben 10 liggers van **I** profiel, los opgelegd op de landhoofden van gewapend beton. De rijvloer der vaste bruggen bestaat uit een gewapende betonplaat, waterdicht afgedekt door mastiek en asfaltpapier; deze afdekkingslaag beschermd met een laag beton, waarop een porfiersteenslagverharding.

De beweging voor het ophalen van de val geschiedt met een lier, geplaatst op de vaste brug; de haalketting loopt over een rol, aan de onderzijde van het hameigebint aangebracht. Beweging met een lier met een staaldraad heeft in tegenstelling b.v. met een quadrant aan de val het bezwaar, dat de lier bij het sluiten van de brug geen dienst doet, en het dan lastig kan zijn de brug met sterken wind te sluiten. Intusschen is dit te ondervangen, door de brug niet geheel uit te balanceeren, doch de val neiging tot dichtslaan te geven.

De uitvoering van het kanaal geschiedt gedeeltelijk in den droge, gedeeltelijk in den natte. Het eerste plan was het kanaal tot de volle diepte met excavateurs in den droge te ontgraven, telkens in stukken van ongeveer 1 K.M. lengte, waartusschen dammen bleven staan. De taluds spoelden echter weg door de toestrooming van grondwater, zoodat de aannemer ertoe is overgegaan slechts tot  $1 \text{ M.} \div \text{N.A.P.}$  in den droge te ont-

graven, en verder tot 3 M. ÷ N.A.P. in den natte uit te baggeren.

De twee excavateurs bewegen zich in lijnen, welke een hoek van  $10^\circ$  met de kanaalas vormen. De reden hiervan is, dat de excavateurs voor hunne sporen een breedte op maaiveld noodig hebben van ongeveer 7 M. Daar nu op de plaats, waar de excavateurs werken, de dijk reeds vooruit was opgeworpen, zou, wanneer de excavateurs evenwijdig aan de kanaalas groeven, langs de dijken op maaiveld een strook van 7 M. overblijven, welke met de hand moet worden ontgraven. Thans blijven slechts driehoekige gedeelten langs een der dijken over, welke uit de hand worden bijgewerkt. De grond uit de excavateurs wordt per spoor vervoerd, die van de drijvende baggermolens met een zuiger op het terrein achter de dijken opgespoten.

De oeververdediging is samengesteld uit palen, sloof en damwand, daarachter wordt in het talud een inkassing gemaakt ter diepte van 0,30 M.,

onder het rijvlak. Bij de nog uit te voeren boogbruggen zal nu een constructie worden gemaakt zonder beweeglijke opleggingen, een statisch onbepaalde constructie, die veel meer in den aard van het gewapend beton ligt.

Hierop volgt de *enkelvoudige sluis* bezuiden den Koningsdijk, gelegen in de zijtak van het Wilhelmina-kanaal naar de Mark.

De sluis moet aan de buiten- of Dongezijde keeren de waterstanden:

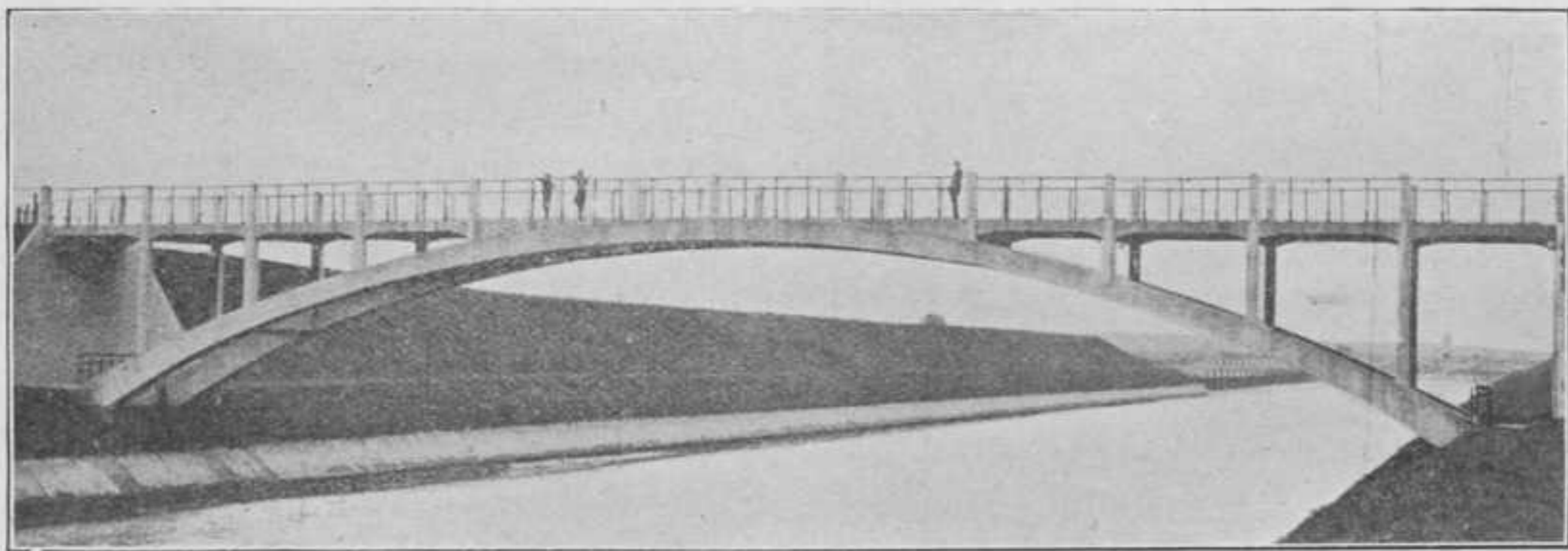
H.H.W. 2.50 + L.L.W. 0.70 ÷

en aan de Markzijde de waterstanden:

H.R. 1.90 + L.R. 0.70 ÷

De laagwaterstanden zijn dus aan beide kanten van de sluis dezelfde; de slagdrempeldiepte is daardoor in beide hoofden aangenomen op 3.10 M. ÷ N.A.P. [0.70 (L.R.) + 1.90 (diepgang der schepen) + 0.50 kielwater].

De sluis heeft de bajonetvorm, bestemd voor 2 schepen van de grootste afmetingen, zoodat men gekomen is tot de volgende hoofdafmetingen:



loodrecht op het beloop gemeten, waarin een grindkisting is aangebracht, hierbij geïnspireerd door de oeververdediging der Zuid-Willemsvaart.

Over dit kanaal treffen we bovendien nog 2 *boogbruggen* van gewapend beton aan; de lengte van het rijvlak bedraagt 37.60 M., de breedte tusschen de beschermingshoekijzers der langsliggers 3.50 M. Bij de uitvoering dezer bruggen werd de rijplaat beweeglijk opgelegd op de landhoofden met behulp van een lap vilt. Deze oplegging verhindert echter niet, dat de landhoofden boven gaan rusten tegen het rijvlak. Daar de landhoofden hierop niet berekend zijn, vertoonen zij langs den onderkant van de rijplaat afschuivingsscheuren. Verder vertoonen zich ook scheurtjes in enkele kolommen op de bogen, welke het rijvlak ondersteunen, even

lengte buitensluishoofd 20.80 M.

lengte schutkolk 65 M.

lengte binnensluishoofd 16.80 M.

totale lengte 102,60 M.

doorvaartwijdte 7,50 M.

De sluishoofden zijn opgetrokken van baksteenmetselwerk; slagstijlen, slagdorpels, jokdorpels, bekleedingen der hoeken, haalsteen, stootkussens achter de deuren en wangen der trappen bestaan uit graniet; de dekzerken en traptreden zijn van basaltlava, een materiaal, dat goedkoper is dan graniet, en voor dekzerken het voordeel boven graniet en hardsteen heeft, stroef te zijn en toch weinig slijtage te vertoonen.

In elk hoofd zijn aangebracht een paar houten

vloed- en een paar houten ebdeuren. Deze waterkeeringen zijn eikenhouten puntdeuren, waarbij tusschen de 4 onderste regels 3 tolkleppen zijn aangebracht, waarmee de vulling van de schutkolk is te regelen.

De fundeering van elk sluishoofd bestaat uit een plaat van gewapend beton, dik 0,80 M. Deze wijze van fundeering is gekozen om de volgende redenen:

De grond, waarop de schutsluis komt te staan, bestaat uit grijs fijn zand, dat voldoende draagvermogen bezit om het bouwwerk te dragen.

Vergelijken we de druk, hierop uitgeoefend door de aangenomen fundeering, en de druk, uitgeoefend door den grond vóór den bouw van de sluis, dan vinden we:

De onderkant van de fundeering ligt op 4,60 M. ÷ N.A.P., de bovenkant van het hoogste gedeelte van het hoofd op 2,95 M. + N.A.P., zoodat we dus hebben een hoogte metselwerk van 6,75 M en beton van 0,80 M. Bij een S.G. van gewapend beton van 2,4 en van metselwerk van 1,8 is dan de druk op den ondergrond  $0,08 \times 2,4 + 0,675 \times 1,8 = 1,40$  K.G./c.M<sup>2</sup>. Vóór den bouw van de sluis bedroeg de gemiddelde terreinshoogte 3,75 M + N.A.P., en is dus de druk op 4,60 M. ÷ N.A.P. bij een S.G. van den grond = 1,8:  $0,835 \times 1,8 = 1,40$  K.G./c.M<sup>2</sup>.

We vinden, dat de druk in beide gevallen evenveel bedraagt. De grond zal dus de druk gemakkelijk kunnen weerstaan, te meer daar de aanname van het S.G. grond laag is aangenomen.

Met het oog op de druk onder de muur behoeft dus niet tot een paalfundeering te worden overgegaan, evenmin met het oog op oppersing van de vloer in de opening. Bij grondboringen is bovendien gebleken, dat daar in den bodem plaatselijk veel grind voorkomt, zoodat de palen ook lastig te heien zouden zijn. Wel werd het noodig geoordeeld bij toepassing van eene gewapend betonfundeering voor de uitvoering voor te schrijven een vrij kostbare bronnenbemaling, ten einde er van verzekerd te zijn, dat het beton op een vasten drogen ondergrond wordt gestort, maar deze wijze van bemaling heeft overigens ook met het oog op het andere werk, als grondverzet enz., en door het vermijden van het ontstaan van wellen, zoo groote voordeelen boven een open kuipbemaling, dat wellicht ook bij paalfundeering aanleg van een bronnenbemaling de aangewezen weg zal zijn. Het

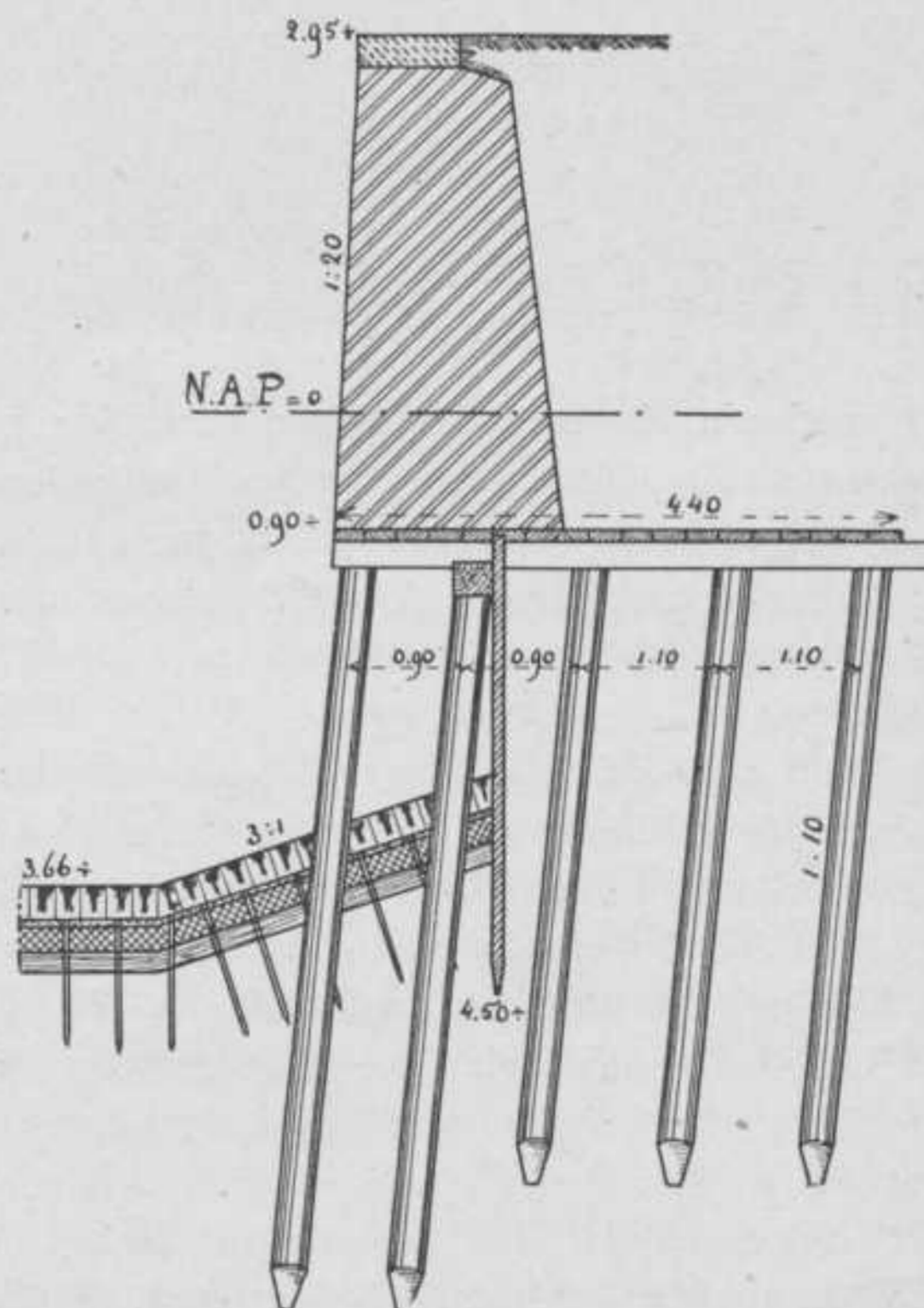
zeer fijne zand toch, dat hier in de bovenste lagen wordt aangetroffen, kan, wanneer het behoorlijk droog is, zooals bij een bronnenbemaling het geval onder een talud, steiler dan 1 op 1 worden afgestoken; bij doorstroming van water echter, evenals bij een gewone bemaling door de taluds zou plaats hebben, komt die specie eerst tot rust onder een talud van misschien 10 op 1. Bij een eenigszins diepe put (hier ongeveer 8 M.) zou dit uitvloeien van de putwanden groote last veroorzaken.

Een fundeering van beton op palen komt evenmin in aanmerking, daar goede bouwgrond aanwezig is ter plaatse van den onderkant der fundeering.

Een fundeering van ongewapend beton zou bij een aanname van een dikte van 2 M. door de oppersing in de sluisopening nog eene vrij groote trekspanning kunnen vertoonen. Met de daarbij gevorderde diepere ontgraving en meerdere kans op wellen zou deze fundeering veel duurder uitkomen.

De vleugelmuren zijn ter besparing van kosten op een paalfundeering ontworpen; ze zijn van het metselwerk der sluishoofden gescheiden door een plaat zink.

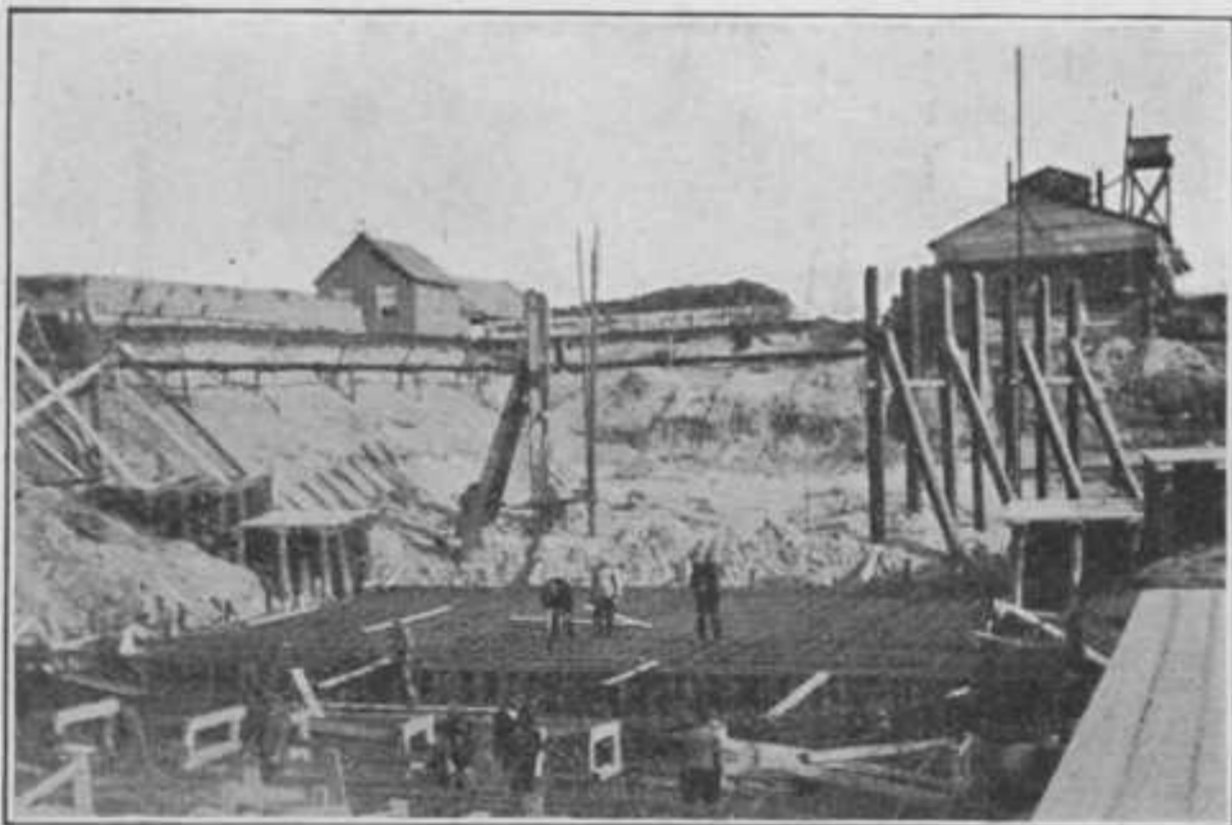
De fundeering der kolkmuren, liggende met de bovenkant op 0,90 M. ÷ N.A.P., dus 0,20 M.



Doorsnede over de schutkolk der enkelvoudige sluis.

onder den laagsten waterstand, is een achterwaarts verlengde paalfundering, waarvan alle palen onder 1 : 10 schorend geheid worden. Bij deze fundering is de horizontale component van den gronddruk zoo klein mogelijk, hetgeen van belang is, daar de voorste rij palen over groote lengte boven den bodem uitsteekt, en dus slechts een klein buigend moment behoeft op te nemen. Het groote aantal palen neemt nu gezamenlijk het kleinere buigend moment op, en door de helling achterwaarts werkt ook nog het gewicht van den grond boven de verlengde vloer mede, om de horizontale component van den gronddruk tegen te gaan.

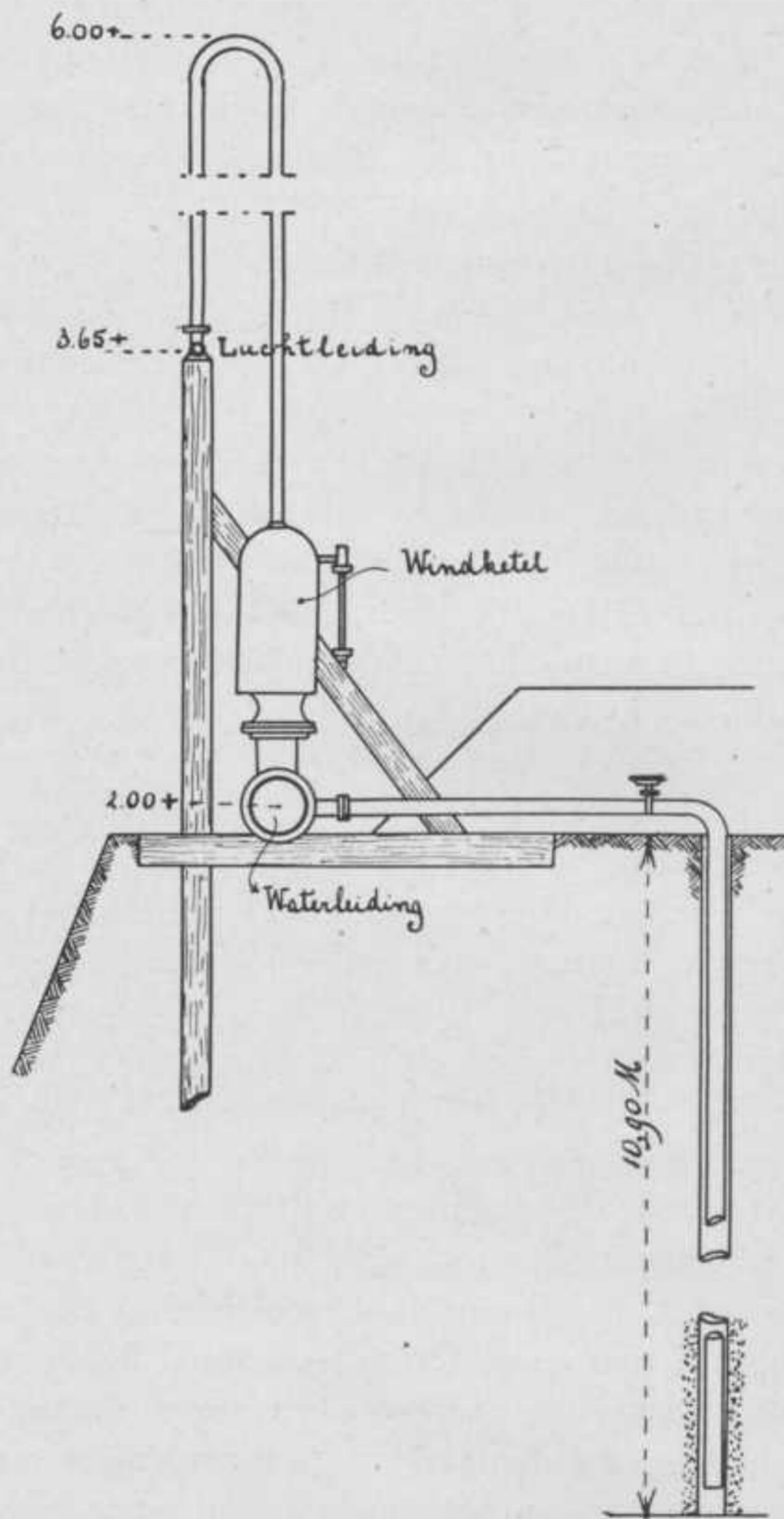
Zooals reeds hierboven gezegd is, moest gedurende het maken der funderingsplaten de put der sluis-  
hoofden worden drooggehouden door middel van een bronnenbemaling, teneinde de plaat van gewapend beton in den droge te kunnen uitvoeren.



Deze methode, berustende op een verlaging van den grondwaterspiegel, bestaat in hoofdzaak hierin, dat op verschillende plaatsen kokers, welke zanddicht bewerkt zijn, in den grond worden geboord. In deze buizen laat men haalpijpen zakken, welke aan de zuigleiding worden gekoppeld. De kokers reiken met hun onderkant lager dan de onderkant der fundering, en daar zij geen zand, maar wel water doorlaten, staan zij tot den grondwaterstand toe gevuld. Door de bemaling wordt de waterstand in de bronnen verlaagd; het water in de omgeving daalt mee. Met de ontgraving kan nu worden begonnen, en daarna kan het maken der betonplaat in den droge plaats vinden.

Het opstellen van den koker geschiedde door gebruik te maken van een groote ijzeren cylinder met een inwendige middellijn van 15 c.M. en

waarvan de totale lengte iets meer bedroeg dan de brondiepte. Deze cylinder had aan de buitenzijde geen lasschen, maar de stukken werden met schroefdraad op elkaar gezet, om later gemakkelijk uit den grond te worden getrokken. Ze werd aan een takel in den bok gehangen juist boven de plaats, waar de bron moest komen. Het zand werd eruit verwijderd met een pulsboor. Hierin werd een 10 c.M. wijde zinken buis, welke over 3 M. van den onderkant af omringd was door zeer fijn kopergaas, neergelaten; ter plaatse van



het gaas was de wand doorbroken door gaten van  $1\frac{1}{2}$  c.M. middellijn. De grondwaterstand ter plaatse van de funderingsplaten moest worden verlaagd tot 5,10 M. ÷ N.A.P.; de bron kwam met de onderkant ongeveer 4 M. beneden dit laagste deel der fundering, en met de bovenkant op 2 M. ÷ N.A.P., zoodat de totale lengte dezer buis ongeveer 11 M. bedroeg. Tusschen cylinder

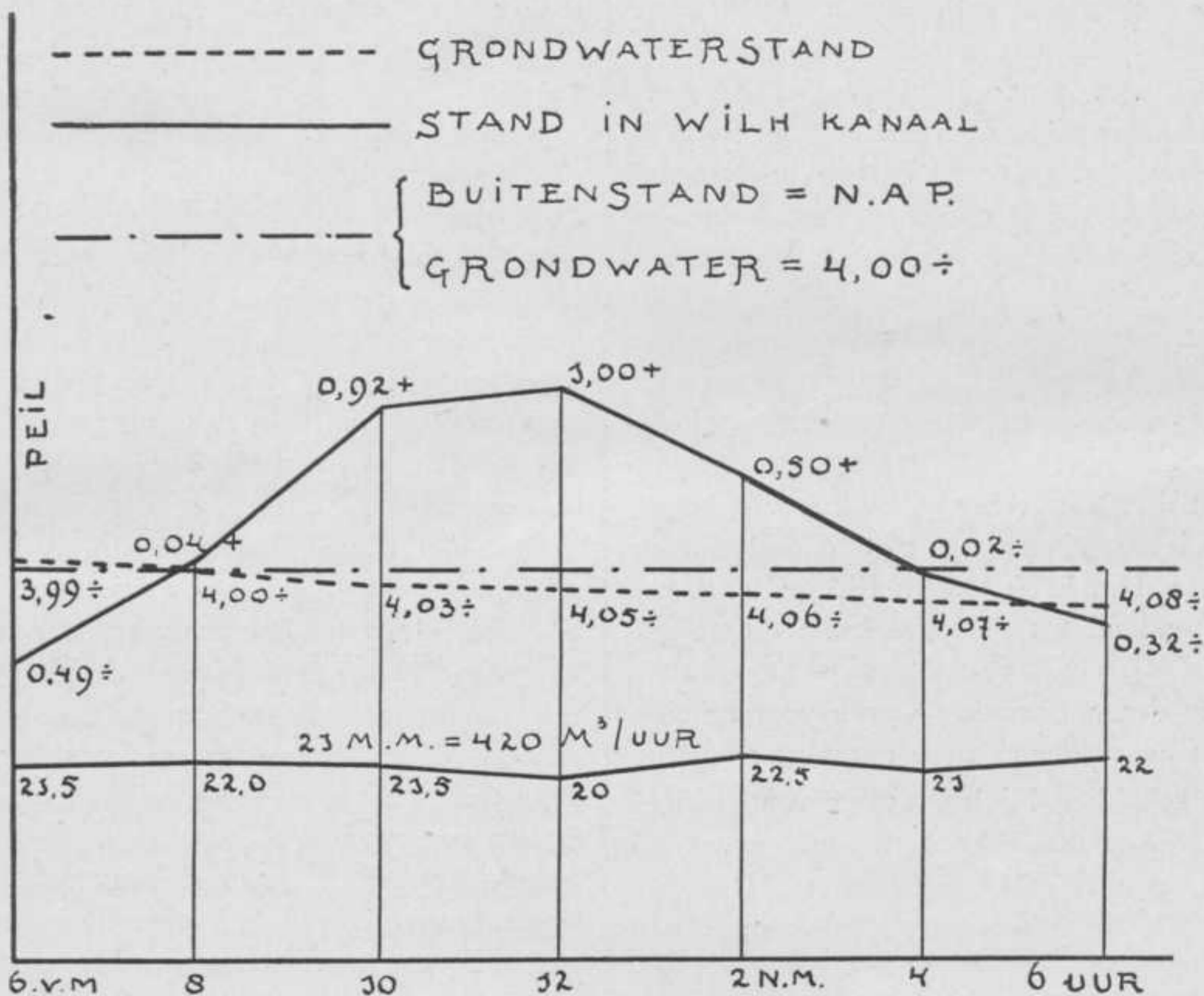
en bron werd over 3 M. hoogte grind gestort, waarna de ijzeren cylinder eruit werd getrokken.

De afstand der bronnen bedroeg 7 à 9 M.

In de bron werden de haalpijpen gehangen, wijd inwendig 0,05 M., aan de onderzijde open, en met dit einde iets boven den bodem van de bron gelegd. Deze pijpen waren verbonden aan de ijzeren buisleiding. De waterleiding ligt iets stijgend naar de machine toe, onder een helling van 1,15 m.M. per M. Deze voorzorg werd genomen om de lucht behoorlijk af te voeren, want ophooping van lucht in de leiding moet voorkomen worden.

buisleiding mondde uit in de groote verzamelketel. Daar het luchtledig der pompen  $\pm 70$  c.M. kwikdruk bedroeg, moest voorkomen worden, dat water deze pomp bereikte, en was hiervoor op de groote verzamelketel een 10 M. hooge luchtoren geplaatst, waar bovenuit de lucht werd weggezogen. Het water werd afgevoerd naar het vroeger gegraven deel van het Wilhelmina-kanaal naar Geertruidenberg. De hoeveelheid opgemalen water bedroeg gemiddeld 420 à 450 M.<sup>3</sup> per uur.

In bijgaande graphische voorstelling is van een bepaalden dag aangegeven het verloop van de



Ongeveer 2 M. boven de waterleiding lag de luchtleiding, dienende voor het regelmatig werken der pompen. Tusschen water- en luchtleiding waren op sommige plaatsen windketels aangebracht, om er voor te zorgen, dat door plotselinge schokken het water niet in de luchtleiding zou terecht komen. In de buisleiding werden afsluiters geplaatst om een bron naar willekeur te kunnen aan- en afkoppelen, zonder dat men de bemaling daarbij behoefde te onderbreken.

In de machinekamer stond een centrifugaalpomp, die uitsluitend water verzette, en verder een luchtpomp, die uitsluitend lucht zoog. Het water uit de

dalingen en rijzingen van den grondwaterstand, en van den waterstand in het Wilhelmina-kanaal. Dit kanaal kan, zooals uit de figuur blijkt, niet veel directe invloed op den stand van de grondwaterspiegel hebben uitgeoefend, hoewel de afstand van het kanaal tot de ontgraven put slechts ongeveer 150 M. bedroeg, en overigens over ongeveer 3 K.M. in het vierkant de invloed van de bemaling op den grondwaterstand merkbaar was. Hier werd bevestigd de elders meermalen opgedane ervaring, dat nabijgelegen open waterleidingen van weinig invloed op de bemaling zijn.

Een eigenaardige opvatting omtrent dit laatste

trof ik aan in een artikel van het „Dagblad van Noord-Brabant”, waaraan het volgende is ontleend:

„Het water zakt tergend langzaam; en als de geweldige pompen, die 76000 M<sup>3</sup>. water per week wegwerken, ook maar een uur durven stilliggen, springt 't water 20 cM. naar de hoogte, wat wederom 14 dagen achteruitzet. De vraag rijst, of de aannemer misschien bezig is de zee leeg te pompen. De zee?

In den zijtak, vlak tegenover het stuk „gegraven kanaal” komt de enkelvoudige sluis, waar men nu aan 't pompen is. De aannemer nu vreest, dat hij bezig is het kanaal leeg te pompen, en daar het kanaal in verbinding staat met de zee, zou hij bezig zijn met het leegpompen van de zee!! Inderdaad, zóó kan hij lang pompen.”

Dit artikel eindigt dan met het aanbevelen van het werpen van fluoresceïnum in het gegraven kanaalgedeelte, om aan te toonen, dat het water uit dat kanaalgedeelte door den poreuzen grond naar de bouwput terugvloeit. Het vraagstuk kan hiermede worden opgelost . . . of de kwelling der ouden herhaald is en men iemand aan het leegpompen van een mand heeft gezet.

Zooals uit het boven aangehaalde reeds blijkt, heeft deze bronnenbemaling niet dadelijk hare plicht vervuld. Het heeft langen tijd geduurd, eer de grondwaterstand tot de gewenschte diepte gedaald was.

De fouten dezer bemaling waren voornamelijk te zoeken in de volgende twee oorzaken:

1°. door schokken bij het sluiten van de kleppen der centrifugaalpompen kwam het water uit de groote verzamelketel door de 10 M. hooge luchttoeren toch nog terecht in de luchtketel, en zoo in de luchtpompen, die hierdoor defect geraakten;

2°. de buisleiding was te hoog aangelegd. Er was namelijk bij de aanleg niet voldoende gerekend op het zeer groote verval, dat in de onmiddellijke nabijheid der bronbuis optreedt. De zuighoogte der pompen werd daardoor te groot.

Nadat bij deze bemaling de luchtpompen waren vervangen door betere, waarbij het vacuüm van 60 op 70 c.M. kwikdruk werd gebracht, werd de vereischte grondwaterverlaging bereikt.

Bij deze enkelvoudige sluis zijn de deuren van inlandsch eikenhout; bij de volgende kunstwerken is men overgegaan tot deuren van Demarara-

groenharthout met aanslaglijsten van Amerikaansch grenenhout; de deuren konden daardoor lichter worden, hetgeen de overprijs grootendeels opheft; bovendien is inlandsch eiken in die groote afmetingen moeilijk meer verkrijgbaar.

De achteraanslag is slechts plaatselijk tegen kussens op de slagstijlen, evenals dat bij ijzeren sluisdeuren gebruikelijk is. Het zuiver afwerken van die achteraanslag is hier beter mogelijk dan bij een doorgaande lijst. De beweging der deuren geschiedt met duwpersen en windwerken, welke geheel onder de dekzerken zijn geborgen.

Over het buitensluishoofd ligt een ijzeren ophaalbrug met een breedte van 3,50 M. tusschen de hameistijlen.

Enkele honderd Meters verder bereiken we nu de *gekoppelde schutsluis* No. 1 in het hoofdkanaal. Daar we hier een verval te keeren kunnen hebben van 6 M. hoogte (van 5,30 + tot 0,70 M. ÷ N.A.P.) werd hier overgegaan tot het maken van een gekoppelde schutsluis, voornamelijk uit beduchtheid tegen onderloopschheid. Bij de bediening van deze sluis zal ervoor worden zorg gedragen, dat een stel deuren nooit grooter verval dan 3 M. krijgt te keeren.

Ook hier is men gekomen tot de bajonetvorm, waardoor tevens het voordeel werd verkregen, dat bij het electrisch binnenhalen der schepen de kaapstand in de as te plaatsen is. Het verval is hier te groot voor het aanbrengen van tolkleppen in de sluisdeuren; bovendien zou dit hier ook te veel tijd kosten, zoodat men is overgegaan tot het maken van riolen.

De gekoppelde schutsluis bestaat uit 3 sluishoofden en 4 schutkolkmuren op fundeeringen van gewapend beton, benevens 2 benedenfrontmuren op houten paalfundeeringen.

De hoofdafmetingen zijn:

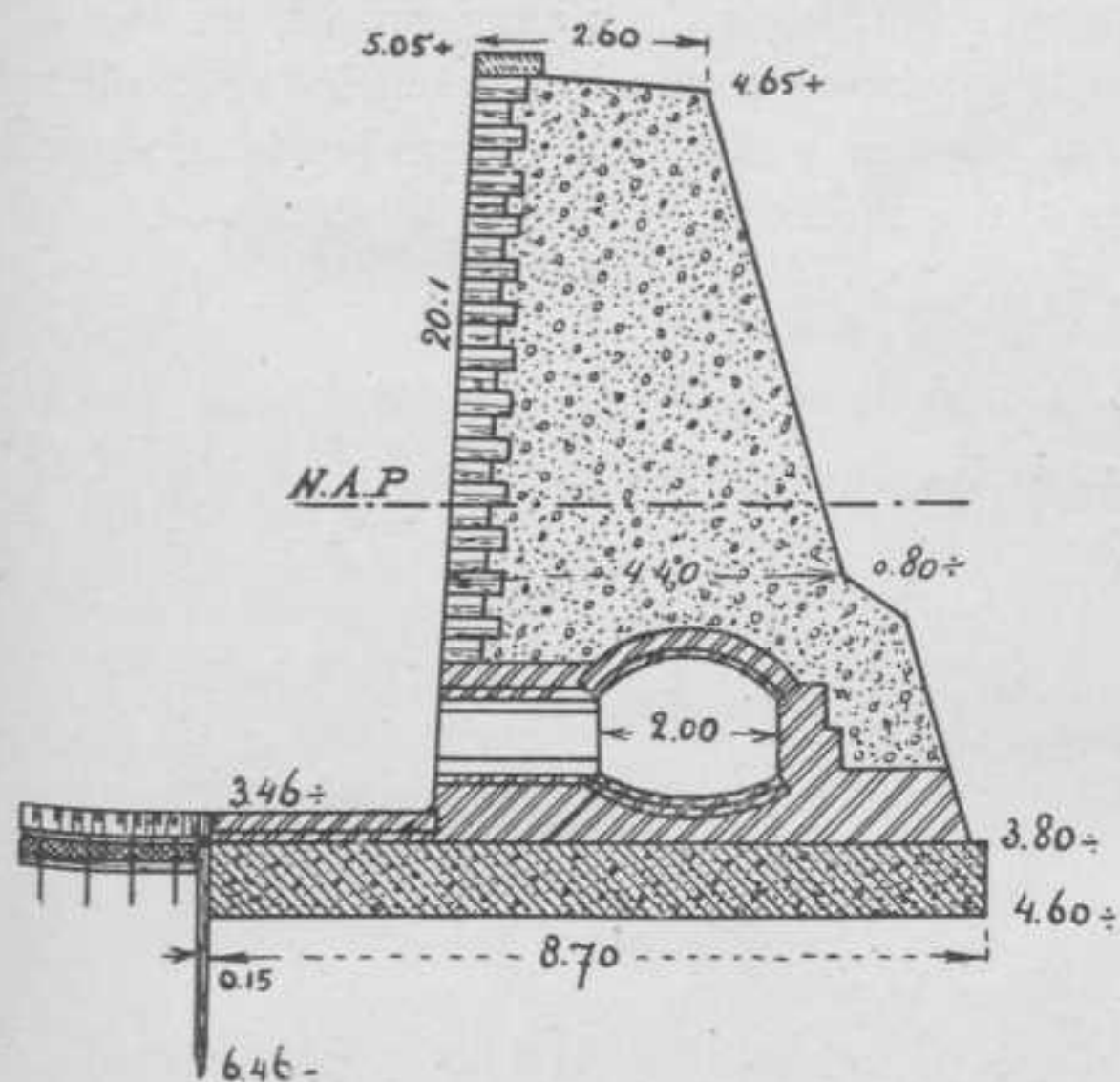
lengte van het bovensluishoofd	=	9,40 M.
„ „ de bovenschutkolk	=	65,— M.
„ „ het middensluishoofd	=	11,54 M.
„ „ de benedenschutkolk	=	65,— M.
„ „ het benedensluishoofd	=	24,30 M.
„ „ het sluisgebouw	=	175,24 M.

Onder de fundeeringsplaten van de sluishoofden zijn onder het opgaande muurwerk dennen palen ingeheid, welke door middel van ankers, vastgeschroefd in de paalkoppen, met die platen zijn verbonden. Deze dennen palen dienen meer als



reserve, en zijn hier aangebracht, opdat bij onverhoopte onderspoeling dier platen, de dracht van het muurwerk door die palen zou worden opgenomen. De ankers (bloemkoolen of spinnekoppen) dienen tot opname van een inklemmingsmoment, waardoor een hogere zekerheid tegen knik gewaarborgd is.

Om onderloopschheid te voorkomen, zijn koffers van stampbeton tusschen damwanden aangebracht; deze koffers hebben bij een bronnenbemaling niet het nadeel van het ontstaan van wellen.



Doorsnede over de schutkolk der gekoppelde sluis.

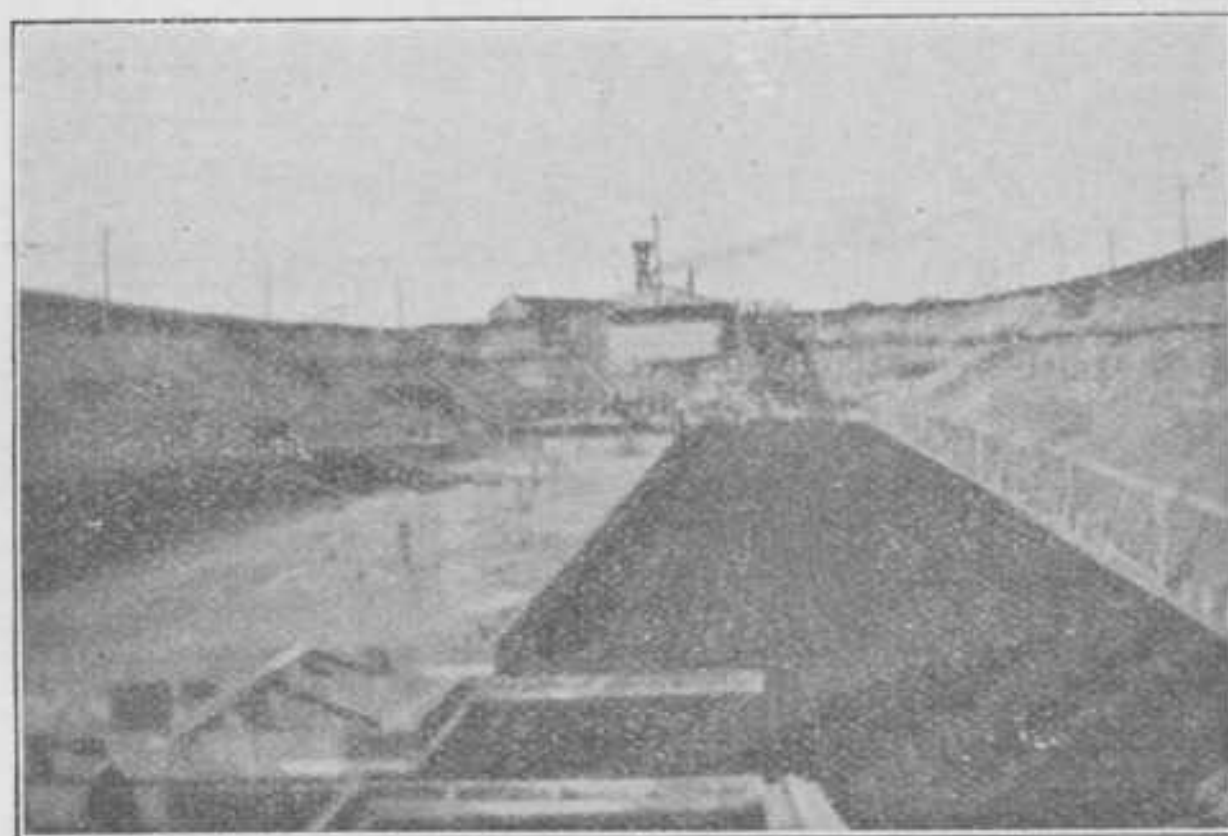
De schutkolk muren zijn voor het onderste gedeelte, waarin de riolen loopen, en ter plaatse van de openingen der schuiven en der kabelsleuven, opgetrokken van baksteen-metselwerk, en overigens van stampbeton, aan de voorzijde bekleed met metselwerk van zuilenbasalt; de muren afgedekt met zerken van basaltlava.

De tegenover elkander liggende kabelsleuven in de schutkolk muren zijn onderling verbonden door sleuven in de schutkolk bodems van stampbeton tusschen damwanden met afdekking door zerken van graniet. De kabelsleuven worden alle afgesloten door draaibare ijzeren platen.

Gedurende het maken van de funderingsplaten en gedurende 48 uren volgende op het gereedkomen daarvan moeten de funderingsputten weer worden drooggehouden door middel van een bronnenbemaling, waardoor de grondwaterstand ter plaatse van de platen tot minstens 0.35 M. beneden de diepste gedeelten dier platen wordt verlaagd. Bij deze bronnenbemaling is, na de opgedane

ervaring bij de enkelvoudige sluis, de waterspiegel nu spoedig op de vereischte diepte gedaald; de ringleiding is nu 2 M. lager gelegd, waardoor men een mindere pomphoogte verkreeg; bovendien zijn de bronnen dichter bij elkaar geplaatst op afstanden van 5 M. De buis, waarmede werd voorgepulst was wijder (inwendige middellijn van 30 c.M.); daarin een koker geplaatst met een diameter van 12 c.M. Het aanbrengen van de luchtleiding bleef hier achterwege; de hoofdbuis was thans meer hellend gelegd.

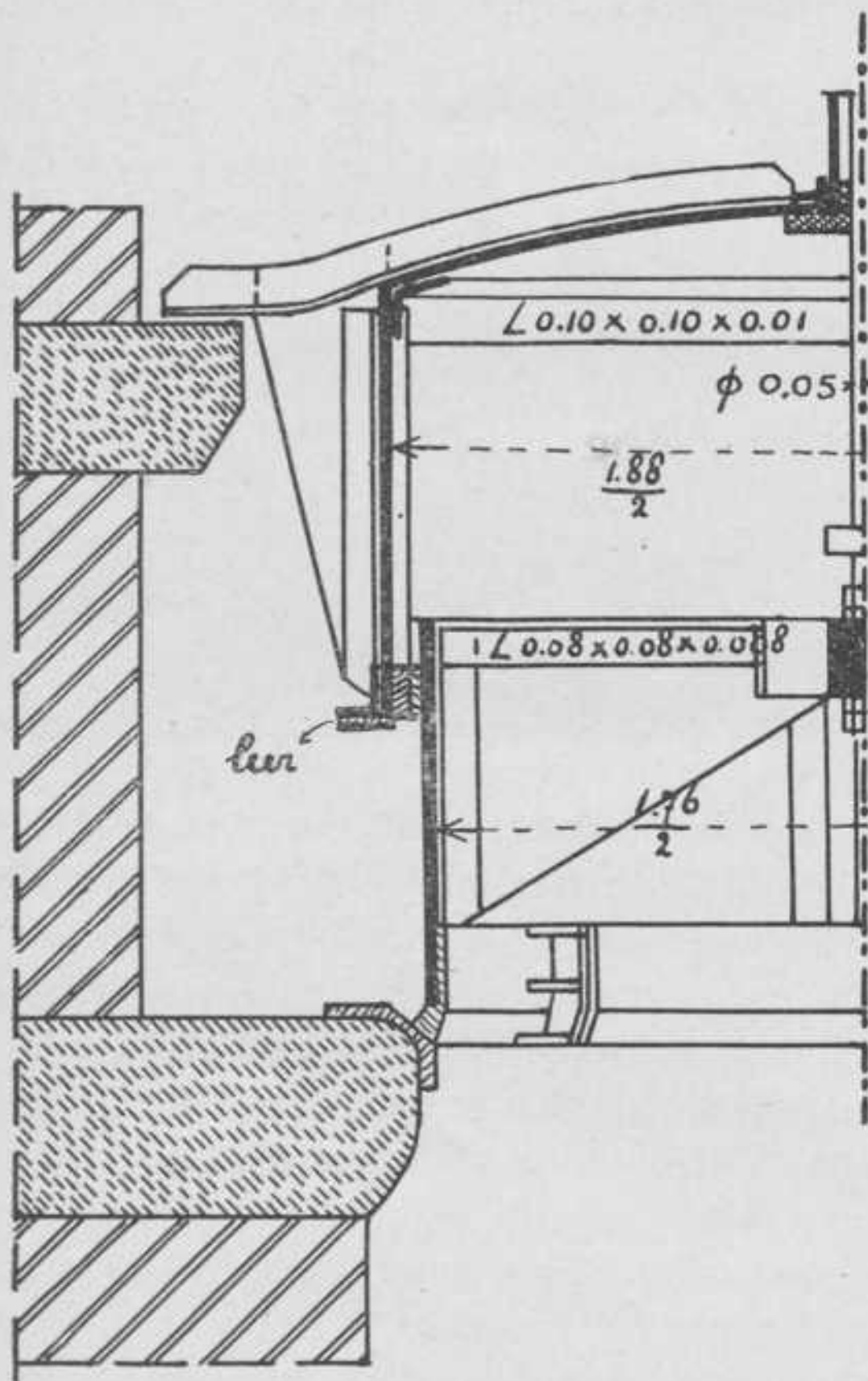
Bij de uitvoering van het betonstorten werd hier in afwijking van de uitvoering bij de enkelvoudige



sluis, de betonmolen mede verplaatst met het storten in de lengterichting van het sluisgebouw. Dit werd gedaan, om het ontmengen van het beton tegen te gaan tijdens het vervoer vanaf de betonmolen naar de plaats, waar het verwerkt moest worden. In het geheel wordt in de koffers 336.234 M<sup>3</sup> stampbeton verwerkt, en 2100 M<sup>3</sup> beton in de funderingsplaten met een ijzerwapeening tot een bedrag van 224.000 K.G., voor de schroefankers ter verankering der palen in de funderingsplaten nog 4000 K.G. De storting van het beton moest voor elke plaat afzonderlijk onafgebroken doorgaan; deze heeft voor bovenschutkolk 3 dagen en 2 nachten, die voor bovenschutkolk en middenschutkolk 6 dagen en 5 nachten geduurd, terwijl de storting in het overige deel van het sluisgebouw nog op bijna 10 dagen en nachten wordt geschat. Het beton was samengesteld uit 4 maatdeelen cement, 7 maatdeelen zand en 10 maatdeelen grind.

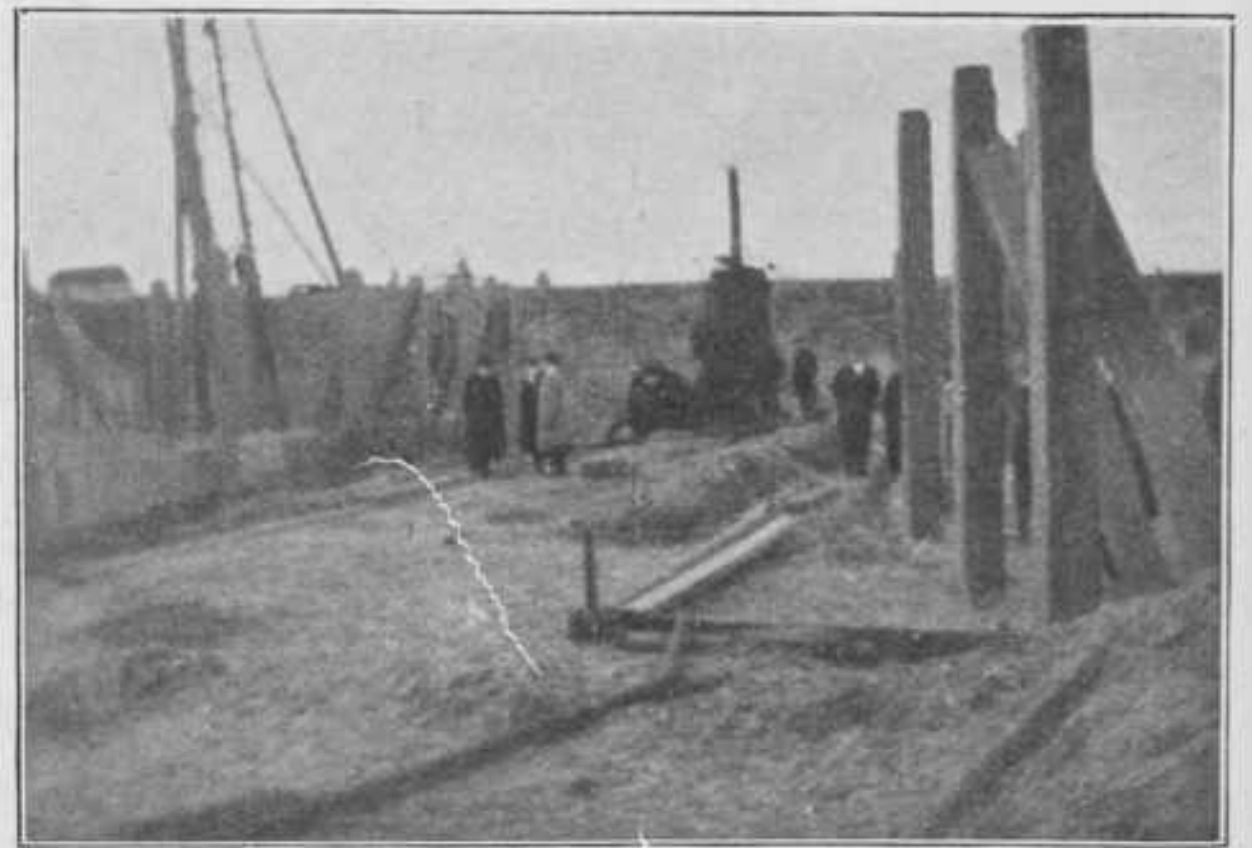
De riolen monden door zijspruiten uit in de schutkolk; we treffen hier cilinderschuiven aan,

voordeel van gemakkelijk openen; bovendien kan men de inrichting onder de dekzerken houden. Verder komen er nog plaatijzeren reserveschuiven, met het oog op reparatie aan de cilindrs. De cilindrschuif wordt gevormd door een vaste klok en een beweegbare cilindermantel. De vaste klok, bestaande uit een cilindrisch gedeelte met bolvormig gebogen kap van plaatijzer, is opgehangen op kraagsteen van graniet, bevestigd in den putwand. In deze klok kan de plaatijzeren en beweegbare cilindermantel worden opgetrokken, welke door gegoten stalen reepen in de vaste klok



wordt geleid. De schuif sluit aan de bovenzijde met een ring van gegoten staal tegen een ring van hetzelfde materiaal, verbonden aan de vaste klok; ter meerdere dichting van de aldus gevormde naad wordt aan de vaste klok een rand van leder aangebracht. Aan de onderzijde sluit de beweegbare schuif met een ring van gegoten staal op een bedding van hetzelfde materiaal, bevestigd op een rand van graniet. Ook is overwogen, de onderand van een sluiting van rubber te voorzien, maar dit levert bezwaren op bij ongelijkmatige sluiting en bij hoge waterdruk.

In elk hoofd worden aangebracht een paar sluisdeuren van Demaragroenhouthout met twee aanslaglijsten van Amerikaansch grenenhout, óók aan de vóorzijde, daar dit een zachtere en daardoor dichte aanslag geeft. Bovendien is deze aanslag bij het onderhoud gemakkelijk te vervangen. Verder zijn er voorgeschreven reservedeuren van Amerikaansch grenenhout. Deze deuren worden zoo vervaardigd, dat elke har als achterhar kan dienst doen, zoodat ze zoowel rechts als links kunnen dienen. We treffen dus ook twee ijzeren trekstangen aan, kruiselings aangebracht, en een vertikale beplanking, aan het bovineinde een afneembare gegoten stalen hals en aan het benedeneinde een dito schoen.



Ook de remmingwerken, bij de enkelvoudige sluis en bij de draaibrug van eiken, zijn hier van groenhouthout gemaakt, althans de palen, hetgeen een meerdere voorzichtigheid vereischt bij het heien met het oog op ontstaan van scheuren.

Bij deze sluis komt een *voedingsleiding* met een electrisch gemaal. De leiding is gemaakt van gewapend beton en gelegd onder gelijkmatige helling van het beginpunt tot het hoofd bij de uitmonding in het bovenpand. Om namelijk geen hinder te hebben van uitstroomend water werd de uitmonding onder  $45^\circ$  gelegd, een eind van het sluisgebouw verwijderd, met een hoofd om het talud op te vangen. De leiding bestaat uit een verbrede voetplaat, waarop 2 verticale zijwanden, afgedekt door een halfcirkelvormig gewelf; de zijwanden gesteund door conterforten. Wijdte en hoogte binnenwerks 1.40 M., lengte van de leiding 261 M.

Deze kunstmatige voeding had tevens ten gevolge eene electrische verlichting en bediening van de

sluis, zoowel voor de deuren als voor de riolen vanuit een centraalhuisje. De tijdsbesparing is wel niet zoo heel groot, de bediening is echter veel eenvoudiger, vereischt minder personeel, nu men toch de electriche leiding heeft; in verband hiermee krijgt het bovenhoofd wat zwaardere afmetingen voor kelders, om die inrichtingen te kunnen bergen. De schepen worden met electriche kaapstanden in de sluis getrokken.

In het verdere kanaalgedeelte Oosterhout-Dongen, dat in uitvoering is, komen we nu bij de snijding van de Rijksweg Breda—Oosterhout aan een gelijkarmige draaibrug voor gewoon verkeer met stoomtramverkeer. Rijvloer breed 5.50 M. met twee trottoirs van 1 M.

De draaijler rust op een fundeering van stampbeton, opgesloten binnen een dennen damwand; de gemetselde landhoofden rusten op paalfundeeringen.

Deze paalfundeeringen waren samengesteld uit dennenpalen, verticaal ingeheid, en verbonden door dennen kespen. Op de 1<sup>e</sup> en 2<sup>e</sup> rij palen werden onder de kespen sloven gelegd: tegen die sloven werden schoorpalen onder een helling 1:2 ingeheid. De verbinding van sloof- en schoorpaal geschiedde met vischbek en schuine borsten; in figuur 2 is duidelijk te zien de vischbek tegen zijdelingsche uitwijking en de wig tot goede aansluiting van schoorpaal en sloof.

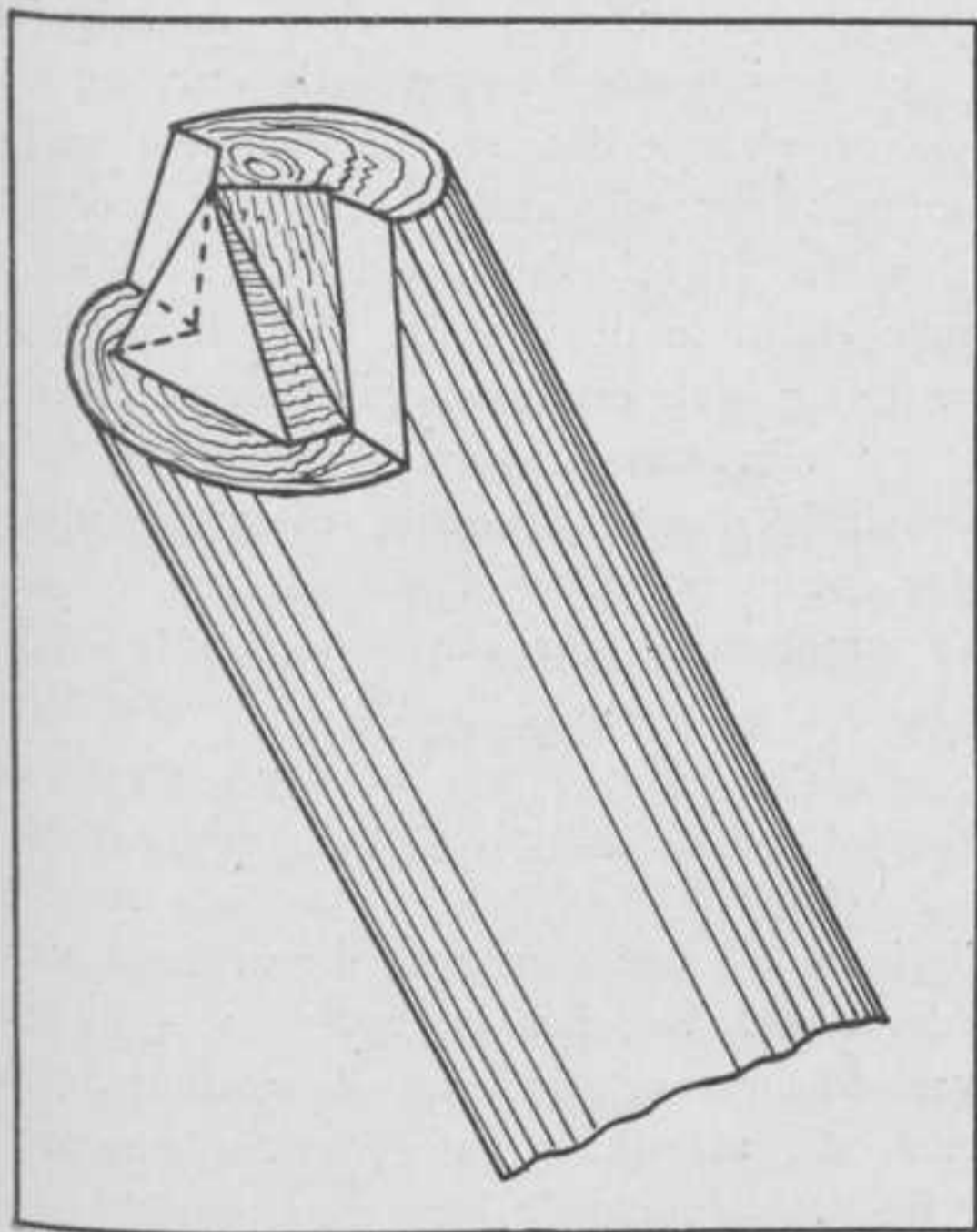


Fig. 2.

Het volgende kunstwerk is een *grondduiker* van gewapend beten, welke onder het kanaal is doorgevoerd. De koker heeft een rechthoekige doorsnede; de stortkolk, waarin een ijzeren ladder, is afgedekt door twee geribd ijzeren platen. Bij de uitvoering was er veel last van waterbezwaar; men plaatste er daarom een bronnenbemaling omheen, waarbij de bronnen op een afstand van 5 M. waren aangebracht. Toch werd met deze bemaling de vereischte grondwaterverlaging niet verkregen, waarschijnlijk, doordat de bronnen door een leemlaag heen reikten, en er bovendien geen grind om de bron was gestort. Tenslotte is men er dan ook toe moeten overgaan een gesloten damwand te heien en van een open kuipbemaling gebruik te maken.

J. A. QUARLES VAN UFFORD.

### Berekening van de Veldmagneten uit de maximaal toe te laten verwarming, door C. J. OOSTERHOLT, cand. e. i.

Bij de berekening van de veldmagneten is meestal de verwarming de grens waartoe men gaan kan met het besparen van het magneetkoper. Alleen bij groote machines kan het energieverlies de grens aangeven.

De hier volgende berekening is opgezet voor cilindrische spoelen, zonder luchtspleten; de andere spoelen kunnen gemakkelijk volgens dezelfde berekening worden bepaald door invoering van een met overleg bepaalde coëfficiënt.<sup>1)</sup>

Bij de berekening wordt meestal uitgegaan van een bepaalde spoeldikte, aangewezen door de beschikbare plaatsruimte; evenwel worden te dikke spoelen vermeden, omdat anders de warmte uit het binnenste gedeelte geen voldoende afleiding heeft naar buiten.

Gewoonlijk is het uitgangspunt een bepaalde stroomdichtheid. Deze wordt dan ontleend aan reeds uitgevoerde machines, en varieert al naar het type van machine en andere dikwijls niet te beoordeelen omstandigheden. De waarden kunnen dan variëren tusschen 1, en 3,5 amp. per  $\text{mm}^2$ . Vooral voor den minder ervaren constructeur heeft deze variatie bezwaar. Hij neemt een voor hem

<sup>1)</sup> Vakblad 12e jaargang, blz. 53 e. v.

vrij willekeurig getal en rekt daarmee de wikkeling door; later bij het bepalen van rendement en verwarming der magneten, blijkt dan of deze keuze al dan niet gelukkig is geweest; blijkt de verwarming of het energieverlies te groot of te klein, dan moet de spoel met een andere aanname van de stroomdichtheid nogmaals worden berekend, tot eindelijk een dragelijke waarde gevonden wordt.

Wanneer nu werkelijk de verwarming en soms het energieverlies de grens is bij de bepaling der spoelen, dan is blijkbaar bovengenoemde rekenwijze niet de juiste, indien het mogelijk mocht zijn van deze grenzen uit, te gaan rekenen.

Dit nu is het geval bij de meest gebruikelijke spoelvorm, de cilindrische.

In onze afleiding gebruiken wij de volgende afkortingen:

$T$  = de toe te laten temperatuur, boven de kamertemperatuur: we zullen hiervoor nemen  $40^\circ \text{C}$ . (de Deutsche normaalvoorschriften laten een hogere verwarming toe).

$l_m$  = gemiddelde lengte der windingen in meters.

$q_m$  = draaddoorsnede in  $\text{m.M}^2$ .

$r_1$  = weerstand per winding in  $\Omega$ .

$p$  = aantal poolparen.

$w_m$  = aantal windingen per pool.

$r_m = 2p \cdot w_m \cdot r' =$  de totale weerstand, alle spoelen in serie geschakeld).

$e_m$  = bekrachtigingsspanning in Volt.

$i_m$  = magneetstroom in Amp.

$AW =$  aantal ampèrewindingen p. circ.  $= 2 i_m w_m$ .

$d$  = spoeldikte.

$\delta$  = draaddikte geïsoleerd.

$b = \frac{d}{\delta} =$  het aantal draden per schijf.

$a$  = het aantal schijven.

$\theta_m$  = de verwarming.

$F_m$  = het afkoelend oppervlak per pool.

$W_m$  = het Wattverlies per pool.

$r_m', i_m', \theta_m', F_m', W_m'$  enz. hebben dezelfde beteekenis als de letters zonder accentteeken; ze zijn, evenwel fictief, en zouden juist zijn, indien elke spoel uit slechts één schijf bestond.

$$r_1 = \frac{l_m \cdot (1 \times 0,004 T)}{57 q_m},$$

$$r_m = \frac{2 p \cdot w_m \cdot l_m \cdot (1 \times 0,004 T)}{57 q_m},$$

$$i_m = \frac{0,9 e_m}{r_m} = \frac{0,9 \cdot e_m \cdot 57 \cdot q_m}{1,16 \cdot 2 p \cdot w_m \cdot l_m}.$$

Hierbij is uitgegaan van de voor de hand liggende onderstelling dat altijd alle spoelen in serie genomen worden. De factor 0,9 brengen we in rekening, omdat we ongeveer 10% van de beschikbare spanning in den regelweerstand in reserve willen houden.

$$AW = 2 \cdot i_m \cdot w_m = \frac{2 \cdot 0,9 e_m \cdot 57 \cdot q_m}{2 p \cdot 1,16 \cdot l_m},$$

en:

$$q_m = \frac{AW \cdot 1,16 \cdot 2 p \cdot l_m}{2 \cdot 57 \cdot 0,9 \cdot e_m},$$

$$q_m = 0,0113 \cdot \frac{2 p \cdot AW \cdot l_m}{e_m} \dots \dots \dots (1)$$

Deze formule zegt, dat de doorsnede  $q_m$  en de spanning  $e_m$  omgekeerd aan elkaar evenredig zijn.

$p$  en  $AW$  zijn constanten waar we van uitgaan, terwijl  $l_m$  bij een bepaalde spoeldikte absoluut constant is, en anders zeer weinig verandert. Uitgaande van een bepaalde spanning  $e_m$  is dus  $q_m$  uit form. (1) volkomen bepaald, onafhankelijk van het aantal windingen of de stroom. Theoretisch zou dus ook één winding per spoel reeds voldoende zijn om het benodigde aantal  $AW$  te leveren. De te groote verwarming is evenwel oorzaak dat we meer windingen moeten nemen.

Wat de verwarming der spoelen aangaat, dient het volgende: Bij continu-bedrijf zal reeds na betrekkelijk korten tijd ongeveer een evenwicht zijn ingetreden tusschen de door energieverlies  $W_m$  aan de magneten toegevoerde warmte, en de afvoer van warmte door straling en geleiding. Deze afkoeling is evenredig met het temperatuursverschil tusschen het afkoelende oppervlak  $F_m$  en de omgevende lucht. In de voor de hand liggende veronderstelling dat dit temperatuursverschil evenredig zal zijn met de totale verwarming  $\theta_m$  van de spoel, is dus de afkoeling evenredig met  $\theta_m$ . Verder natuurlijk met  $F_m$ .

We kunnen dus schrijven:

$$\theta_m \cdot F_m = C_m \cdot W_m$$

of 
$$\theta_m = \frac{W_m}{F_m} C_m \dots \dots \dots (2)$$

Hierin is  $C_m$  een constante die afhangt van de geleidbaarheid van het inwendige van de spoel, en van de meer of minder goede ventilatie van de spoelen.  $C_m$  zal dus grooter moeten genomen al naar de draaddoorsnede kleiner is, omdat dan de massa van de slecht warmte geleidende isolatiestof

groot wordt ten opzichte van goede warmtegeleider koper. Zoo ook zal  $C_m$  grooter moeten genomen worden bij dikke dan bij dunne spoelen, terwijl voor slechtere ventilatie eveneens een grootere waarde moet worden in rekening gebracht. Voor roteerende magneten brengt men bovendien nog een factor in rekening voor de snelheid waarmee de magneten door de lucht spoelen en krijgen we dan:

$$\theta_m = \frac{W_m}{F_m \cdot (1 + 0,1v)} C_m \dots (3)$$

waarin  $v$  = de snelheid in meter.

De waarden van  $C_m$  variëren tusschen de volgende getallen:

Voor stilstaande magneten:

$$C_m = 600 \text{ à } 800;$$

voor roteerende magneten:

$$C_m = 600 \text{ à } 800 \text{ voor dikke spoelen};$$

$$350 \text{ à } 600 \text{ voor dunne (al naar de geschiktheid v. d. ventilatie)};$$

$$300 \text{ à } 400 \text{ voor hoogkant gewikkeld koperband.}$$

Voor het afkoelend oppervlak wordt, wanneer geen luchtspleten aanwezig zijn, algemeen aangenomen het cilinderoppervlak.

We kunnen nu genoodzaakt zijn om van verschillende beperkingen te moeten uitgaan; we willen voor deze verschillende gevallen onze rekenwijze laten zien. Het meest algemeen voorkomende geval zal wel zijn, dat we moeten uitgaan van:

### Gegeven spanning $e_m$

Al naar de gegevens van de machine nemen we een bepaalde spoeldikte aan.

Met behulp van form. (1) bepalen we de doorsnede  $q_m$ .

In de spoeldikte  $a$  kunnen  $b = \frac{d}{a}$  draden worden aangebracht. Het afkoelend oppervlak is evenredig met het aantal schijven, bij een bepaalde spoeldikte, dus evenredig met het aantal windingen  $W_m$ . Daar  $i_m w_m$  constant is (een bepaald aantal  $AW$  wordt vereischt) is  $w_m$ , en dus ook het afkoelend oppervlak omgekeerd evenredig met  $i_m$ .

Tevens zien we uit vergel. (2) en (3) dat de verwarming evenredig is met  $W_m$ , dus evenredig met  $e_m i_m$  en daar  $e_m$  constant is, evenredig met  $i_m$ .

Uit (2) en (3) volgt dus, dat de verwarming evenredig is met  $i_m^2$ .

We hebben gezien dat elk willekeurig aantal windingen voldoet, dus ook één schijf. Gaan we

nu na wat de verwarming  $\theta_m$  zou worden, wanneer slechts die eene schijf werd genomen, dan geeft de waarde  $\sqrt{\frac{\theta'_m}{\theta_m}}$  het aantal noodige schijven aan. Als voorbeeld voor de toepassing van deze werkwijze nemen we een 600 K. V. A. synchroommachine met binnenpolen. Hiervan zijn gegeven en bepaald:

$$e_m = 250 \text{ Volt.}$$

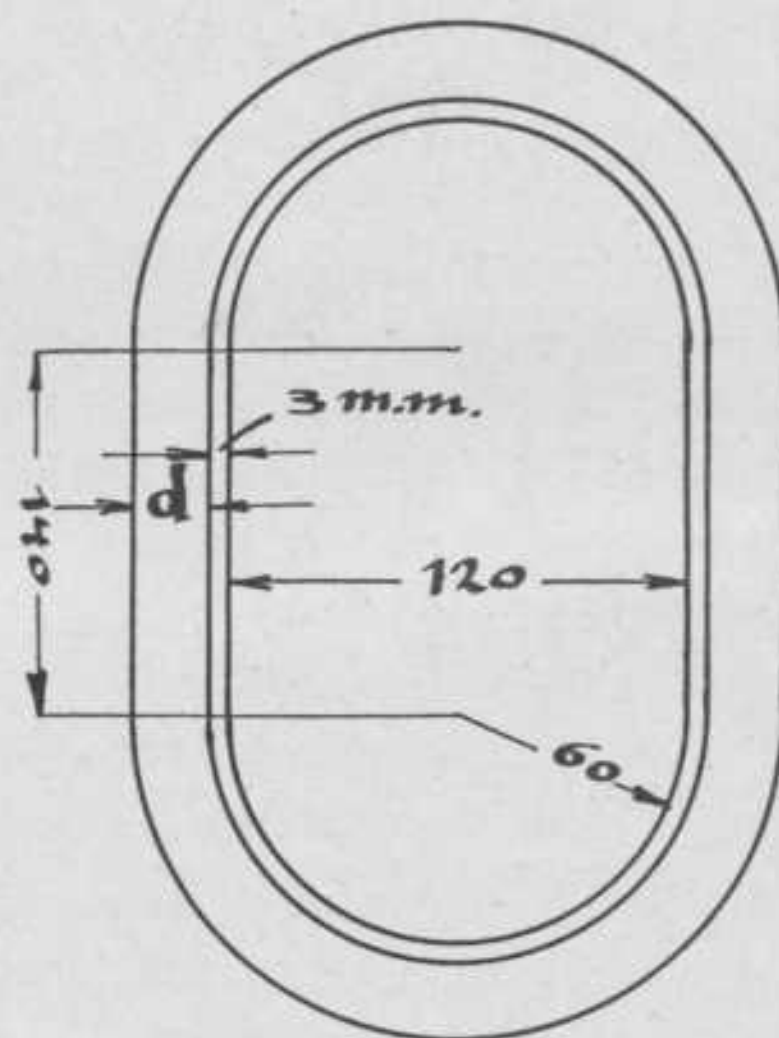
$$2p = 50.$$

$$\text{Aantal omwentelingen} = 120 \text{ per minuut,}$$

$$AW = 10\,000$$

$$\text{diameter door het midden der magneten} = 3,6 \text{ M.}$$

$$\text{Dus } v = \frac{120}{60} \cdot \pi \cdot 3,6 = 22,6 \text{ meter/sec.}$$



De figuur stelle voor de doorsnede zooals we, gegeven de opmetingen der machine, die willen hebben, door kern- en magneetwikkeling.

Nemen we  $d = 45 \text{ mM.}$  en  $T = 40^\circ \text{ Cels.}$  dan is volgens formule (1):

$$q_m = \frac{10\,000 \cdot 50 \cdot (2 \cdot 0,14 + \pi \cdot 0,171)}{250} \cdot 0,0113 = 18,5 \text{ mM}^2.$$

Nemen we een cirkelvormige draad van 5 mM. diameter dus met een doorsnede = 18,8 mM<sup>2</sup>., dan wordt  $AW$  inplaats van 10000 gelijk

$$AW = \frac{18,6}{18,5} 10000 = 10050.$$

Voor isolatie nemen we aan een vergrooting van de diameter met 0,6 mM., dan wordt dus  $\delta = 5,6 \text{ mM.}$

Nemen we per schijf  $b = 8$  draden, dan wordt  $d = 8 \times 5,6 = 44,8 \text{ mM.}$

Met deze waarden kunnen we  $l_m$  eenigszins corrigeren.

$l_m$  wordt dan  $= 2.0,14 + \pi \cdot 0,1708 = 0,816$  meter.

De weerstand van 1 schijf à 8 draden wordt dan

$$r_m' = \frac{50 \cdot 8 \cdot 0,816 \cdot 1,16}{57 \cdot 18,6} = 0,357 \Omega.$$

$$i_m' = \frac{0,9 \cdot 250}{0,357} = 630 \text{ Amp.}$$

$$W_m' = \frac{630 \cdot 0,9 \cdot 250}{50} = \frac{141750}{50} \text{ Watt.}$$

$$F_m' = 0,56 \cdot \{2 \cdot 14 + \pi \cdot (12 + 0,6 + 2 \cdot 4,48)\} = 536 \text{ c.M}^2.$$

$$C_m = 600.$$

$$\theta_m' = \frac{600 \cdot 141750}{50 \cdot 536 \cdot (1 + 0,1 \cdot \pi \cdot 3,6 \cdot 2)} = 9720^\circ \text{ C.}$$

$$\text{Aantal schijven } \sqrt{\frac{9720}{40}} = 15,6 \cong 16.$$

De spoelhoogte wordt  $16 \cdot 0,56 \cong 9$  cM.

Aantal windingen per pool  $8 \times 15,6 \cong 125$ .

$$i_m'' = 630 \sqrt{\frac{40}{9720}} = 40,4 \text{ Amp.}$$

$$W_m = 141750 \sqrt{\frac{40}{9720}} = 9100 \text{ Watt.}$$

Bij  $\cos \varphi = 0,8$  is dit  $\frac{9,100 \cdot 100}{0,8 \cdot 600 + 9,1} = 1,86\%$ .

Bij een gunstige verwarming kan dit soms te hoog zijn; vooral bij groote machines kan dit voorkomen. We kunnen in dit geval onmiddellijk op het gewenschte aantal schijven komen.

Willen we bijv. slechts toelaten een verlies van 6500 Watt dan moeten we nemen  $\frac{141750}{6500} = 21,8$  (22 schijven).

Het aantal windingen wordt dan  $8 \cdot 21,8 = 174$ .

De stroomdichtheid  $= \frac{i_m}{q_m} = \frac{40,4}{18,6} = 2,18 \text{ Amp./m.M}^2$ ; en de koperhoeveelheid wordt  $2p \cdot w_m \cdot l_m / \text{dM} \cdot q_m \cdot \text{dM}^2 \cdot 9 = 50 \cdot 125 \cdot 8,16 \cdot 0,00186 \cdot 9 \cong 850 \text{ KG}$ .

We hebben hier gerekend met de factor 0,9. Nemen we aan het geval dat de volle spanning op de magneetspoelen komt, dan wordt het Watt-verlies  $\left(\frac{1}{0,9}\right)^2$ -maal zoo groot, en dus het aantal noodige schijven  $\frac{1}{0,9}$ -maal zooveel. De overige hierboven berekende grootheden veranderen dan, welke wijziging gemakkelijk is na te gaan.

### Gegeven draaddoorsnede.

Bij het ontwerpen van machines kan het ook voorkomen dat men van een bepaalde magneetdraad wensch gebruik te maken. Volgens form. 1 is daarmede tevens de spanning vastgelegd. Een vooral bij groote machines gebruikte wijze van bewikkelen is n.l. met het zogenaamde hoogkant gewikkeld koperband, dat is koperband (met een langwerpige rechthoekige doorsnede), hetwelk machinaal met de hooge kant in den vorm van een spiraal om de kern gewikkeld wordt. De isolatie is in den regel een heel dun blaadje Japansch papier, hetwelk tusschen de wikkeling wordt ingeschoven. De wikkeling bestaat in den regel uit een enkele laag. De afkoeling is uitstekend (lage  $C_m$ ) bovendien heeft men het voordeel van mechanische sterkte. De wikkeling is een goedkope.

We kunnen uitgaan van de spoeldikte als hoogte van het koperdraad, en nu de dikte van het band kiezen in verband met voldoende sterkte en ook met de spanning die uit een eenmaal aangenomen draaddoorsnede volgt. De berekening geschiedt nu geheel analoog met de voorgaande, met dien verstande, dat voor een schijf een enkele winding in de plaats treedt.

### Gegeven spoelhoogte en spanning.

Dit geval kan voorkomen, hoewel zelden in vergelijking met het voorgaande, wanneer we aan een bepaalde hoogte gehouden zijn; bijvoorbeeld wanneer een bestaande machine moet worden veranderd in een met andere eischen. Tegenover het voorgaande heeft dit geval in de berekening het bezwaar, dat we met een onbekende spoeldikte te doen hebben. Daardoor toch kunnen we niet precies aangeven hoe groot  $l_m$  worden zal, en vooral is onze keuze van  $C_m$  daardoor niet zeker. Vooral bij betrekkelijk groote kerndoorsneden zal  $l_m$  niet veel veranderen met de dikte, en ligt dus de volgende berekening voor de hand:

We gaan uit van een bepaalde spoeldikte: zijn er geen aanwijzingen hoe groot deze ongeveer zal zijn, dan nemen we een gemiddelde bijv 40 mM. Hierbij bepalen wij  $l_m$  en  $C_m$ ; reken weer het energieverlies uit voor het geval één laag aanwezig is. We kennen het totaal afkoelend oppervlak van die laag; rekenen we evenwel uit het afkoelend oppervlak van de geheele spoel dan geeft de verhouding van de verwarming, wanneer die ééne laag aanwezig was tot de toe te laten

verwarming, het aantal lagen weer. De rekening is zeer kort; blijkt dat de aangenomen spoeldikte te veel van de zoo gevondene verschilt dan kan men zonder veel moeite nog eenmaal doorrekenen, nu met de zoo even gevonden spoeldoorsnede. De aldus verkregen resultaten kan men zeker als juist aannemen. We willen dit wederom door een voorbeeld verduidelijken. We nemen daarvoor het vroeger behandelde, waarbij nu evenwel de gegeven spoeldikte vervalt, en een nieuw gegeven in de plaats treedt n.l. dat bijv. 14 c.M. voor wikkelhoogte beschikbaar is.

$$q_m \text{ blijft } 18,6 \text{ mM}^2. \text{ en } \delta = 5,6 \text{ mM.}$$

$$\text{In één laag kunnen liggen } \frac{140}{5,6} = 25 \text{ draden.}$$

Veronderstellen we een spoeldikte van 40 mM.  $l_m$  wordt dan  $2 \times 14 + \pi (12 + 0,6 + 4) \text{ cM.} = 0,8015 \text{ Meter;}$

$$r_m' \text{ (weerstandvoor één laag)} = \frac{25 \cdot 0,8015 \cdot 1,16}{57 \cdot 18,6} = 0,0219 \Omega, \text{ waarbij logisch } l_m \text{ als de gemiddelde lengte van een winding der spoel is in rekening gebracht, een spoeldikte van 40 mM. vooropgesteld.}$$

$$i_m' = \frac{0,9 \cdot 250}{50 \cdot 0,0219} = 205,5 \text{ Amp.}$$

$$50. W_m' = 0,9 \cdot 205,5 \cdot 250 = 46237,5 \text{ Watt.}$$

$$50. F_m = 50 \cdot 14 \cdot \{2 \times 14 + \pi(12 + 0,6 + 8)\} = 64900 \text{ cM.}$$

$C_m' = 600$  schattende, krijgen we:

$$\theta_m' = \frac{600 \cdot 46237,5}{64900 (1 + 0,1 \times 22,6)} = 131^\circ \text{ Cels.}$$

We hebben dus nodig  $\frac{131}{40} = 3,28$  lagen; nemen we 4 lagen. De spoeldikte wordt dan  $4 \times 5,6 = 22,4 \text{ mM.}$  in plaats van 40.

$$l_m = 2 \times 14 + \pi \{12 + 0,6 + 2,24\} \text{ cM.} = 0,746 \text{ M.}$$

$$50. F_m \text{ wordt dan } =$$

$$14 \{2 \times 14 + \pi(12 + 0,6 + 4,48)\} 50 = 57200.$$

$C_m$  nemen we nu 500;

$$r_m' = \frac{25 \cdot 0,746 \cdot 1,16}{57 \cdot 18,6} = 0,0204 \Omega;$$

$$i_m' = \frac{0,9 \cdot 250}{50 \cdot 0,0204} = 220,5 \text{ Amp.};$$

$$50. W_m' = 0,9 \cdot 250 \cdot 220,5 = 49635 \text{ Watt.}$$

$$\theta_m' = \frac{500 \cdot 49635}{57200 \cdot 3,26} = 133,2^\circ \text{ Cels.}$$

We hebben dus nodig  $\frac{133,2}{40} = 3,33$  lagen ( $\cong 4$  lagen). Natuurlijk dient bij grotere machines, alvorens deze tweede berekening te maken, eerst

gecontroleerd te worden of het verlies niet te groot wordt. In dat geval is alleen dit verlies maatgevend, en is een contrôle op de verwarming niet meer noodig.

Willen we bij een gegeven spoelhoogte en een gegeven spanning hoogkant gewikkeld koperband gebruiken, dan kan de volgende weg gekozen worden:

De draaddoorsnede is bepaald door form. 1. De verhouding van hoogte en dikte van het band is nog niet vastgelegd. Neem nu voor de hoogte een willekeurig bedrag aan, dan is daarmee tevens de dikte aangenomen. Gaan we nu na wat de verwarming wordt, dan geeft de verhouding van deze tot de toe te laten verwarming weer in welke verhouding de stroomsterkte moet worden verkleind, en dus, daar  $AW$  constant is, in welke verhouding het aantal windingen moet worden vergroot. Door de beschikbare spoelhoogte door het zoo gevonden aantal windingen te deelen, en rekening houdende met de isolatie, vinden we de dikte van het koperband. Daarmede is (de doorsnede blijft dezelfde) tevens de bandhoogte en dus de spoeldikte bepaald.

Verschilt deze te veel van die waarde waarvan we zijn uitgegaan, dan moeten we nog eenmaal nu met de nieuwe spoeldikte en de overeenkomstige  $l_m$  en  $C_m$  nog eenmaal doorrekenen.

Het uitgaan van bepaalde afmetingen van het koperband, heeft bij een gegeven spoelhoogte bezwaar.

### Gegeven stroomsterkte (seriemachines).

Een gegeven stroomsterkte krijgen we in de seriemachines. Het beste kunnen we die spoelen als volgt berekenen: Kies de spanning zóó, dat het toe te laten energieverlies optreedt, en meet nu de spoeldikte zoodanig dat de verwarming niet boven een bepaald toe te laten bedrag komen kan.  $AW$  is bij een bepaalde stroom bepaald, en dus ook het aantal windingen; uit de gevonden spanning ook de doorsnede van de draad en dus van de spoel. Door form. (2) of (3) lossen we  $F_m$  op. Uit deze, en uit de spoeldoorsnede vinden we de hoogte en de dikte van de spoel. Is nu evenwel de dikte veel verschillend van die welke we vooronderstelden bij de aanname van  $C_m$  (uit form. (2) of (3)), dan moeten we nog eens gaan berekenen.

Daar bij seriemachines de stroomsterkte vrij groot is, zal meestal hoogkantkoperband aangegeven zijn.

## Over Schreibersche stationswaarnemingen, door H. J. OOSTERBEEK JR. \*)

Schreiber heeft datgene tot algemeen geval verheven hetwelk, volgens Bessel's oorspronkelijken opzet, uitzondering diende te blijven.

Hij werkt opzettelijk met onvolledige Besselsche reeksen (zie T.S.T. van 15 Oct 1914) en nog wel met het grensgeval daarvan: hij laat elken stralenbundel uit slechts 2 stralen bestaan.

Er worden dus hoeken gemeten. Maar dit kan nooit den grondslag vormen eener onderscheiding. Want wat zou men met een theodoliet anders meten dan hoeken?

Vraagt men of er een principiëel onderscheid bestaat tusschen de Besselsche en Schreibersche methoden, dan moet het antwoord beslist ontkenkend luiden. Wel kan men ze onderscheiden op gronden van doelmatigheid. Doch niet zooals het gewoonlijk geschiedt door te zeggen dat Bessel richtingen meet en hoeken vraagt, terwijl Schreiber hoeken zou meten en richtingen vragen.

De juistheid dezer bewering zal kunnen blijken als wij de Schreibersche waarnemingen vereffenen volgens hetzelfde beginsel en met gebruikmaking van dezelfde middelen als vroeger bij die van Bessel werden gekozen. In het onderstaande zal eenvoudigheidshalve bovendien van hetzelfde algemeene voorbeeld worden uitgegaan.

Onder een „richting” verstaat men in het gewone spraakgebruik zoowel den straal naar een bepaald doel als den hoek tusschen dien straal en een vasten orienteringsstraal. De ondervinding leert dat hierdoor begripsverwarring kan ontstaan. Daarom zullen wij in het volgende steeds spreken over „stralen” en „richtingshoeken”.

Onder een „hoek” verstaan we dus in het algemeen den hoek tusschen twee stralen.

Wanneer men op een bepaald doel richt en op de randverdeeling afleest, zal — om consequent te blijven — aan het afgelezen bedrag den naam „straalaflezing” worden toegekend. Het verschil van twee straalaflezingen geeft de grootte van den tusschen die stralen gelegen hoek.

\*) De heer Oosterbeek deelt ons mede, dat dit artikel met dat, voorkomende in No. 1 van dezen jaargang, bedoeld is als aanvulling van Handleiding No. 36.

Schreiber meet alle mogelijke hoeken. Het woord „alle” moet hier genomen worden in de beteekenis zooals in fig. 1 met boogjes is aangegeven.

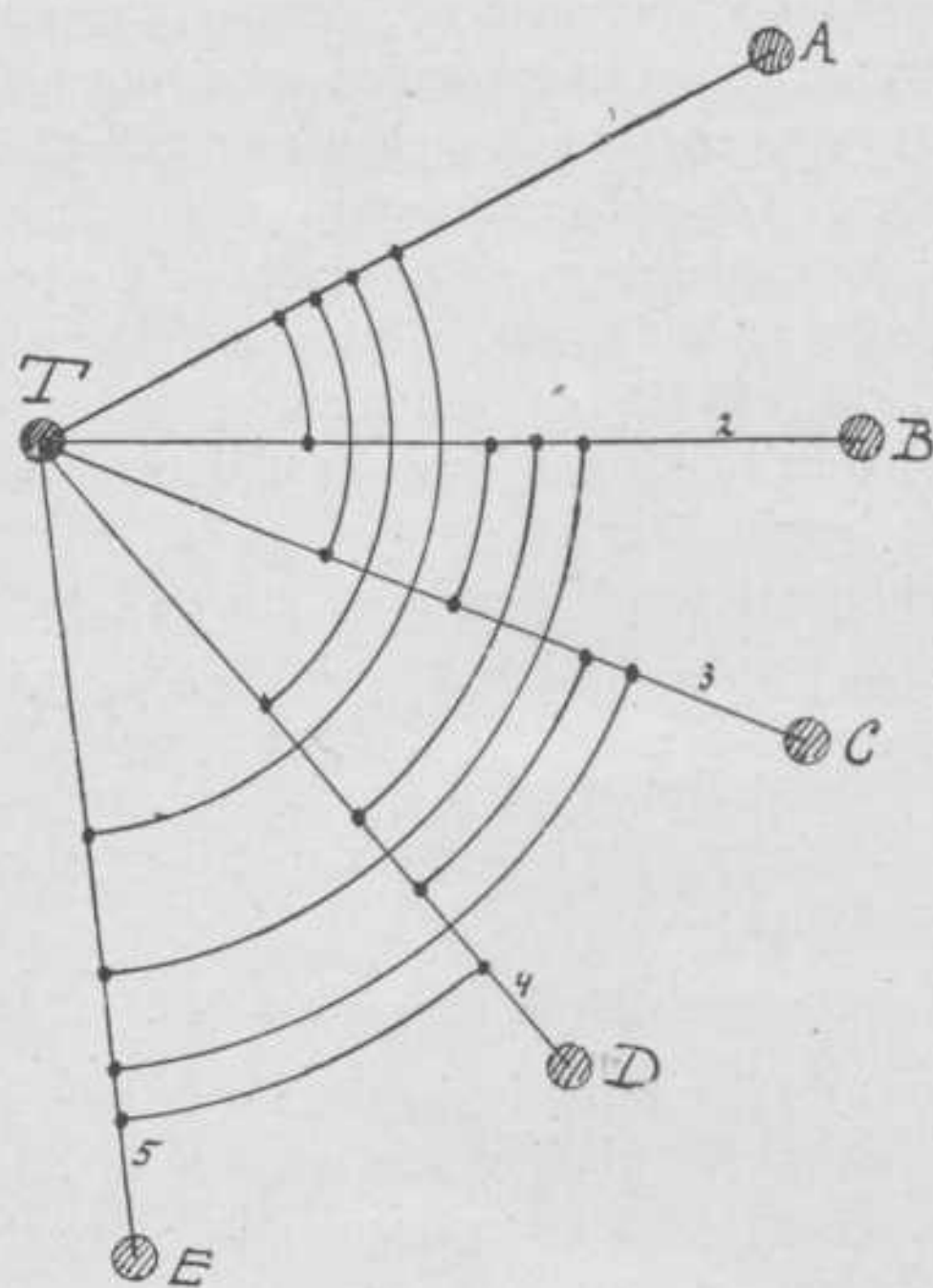


Fig. 1.

Als er  $v$  stralen van  $T$  uitgaan, is het aantal dier hoeken  $C_2^v = \frac{v(v-1)}{2}$ . Elk dier hoeken wordt  $2g$  malen gemeten.

Er wordt b.v. eerst gericht op  $B$ , dan op  $E$ ; vervolgens, zonder den kijker door te slaan, weer op  $E$  en daarna op  $B$ . De hoek  $BTE$  is dan tweemaal gemeten. Zoo'n bewerking zou door Bessel een volledige reeks genoemd worden. Schreiber meet dus  $g$  volledige reeksen voor elken hoek. En om de fouten te voorkomen die voortvloeien uit het niet doorslaan van den kijker bij den teruggang, doet hij de helft van het aantal volledige reeksen met rand rechts en de andere helft met rand links. Wij komen hierop nog terug.

Als de stralen aangeduid worden met 1, 2, 3, 4, 5 en de hoeken met 12, 13 enz., zullen de voor elken hoek gevonden rekenkundige gemiddelden geschreven kunnen worden

$$\frac{[12]}{2g}, \frac{[13]}{2g}, \dots, \frac{[45]}{2g}. \text{ Enzovoorts.}$$

Met deze gemiddelden wordt de vereffening van den stralenbundel begonnen, geheel op dezelfde wijze als zulks vroeger voor de Besselsche waarnemingen werd gedaan.



Ook hier moet voor elke gemiddelde reeks en rondom elken vereffenden straal  $[g'x] = 0$ , als  $g'$  het gewicht der stralen is waarmee de berekening wordt opgezet.

Als men aan een enkele straalaflezing het gewicht 1 toekent, is in ons geval het gewicht dier stralen blijkbaar  $2g$ .

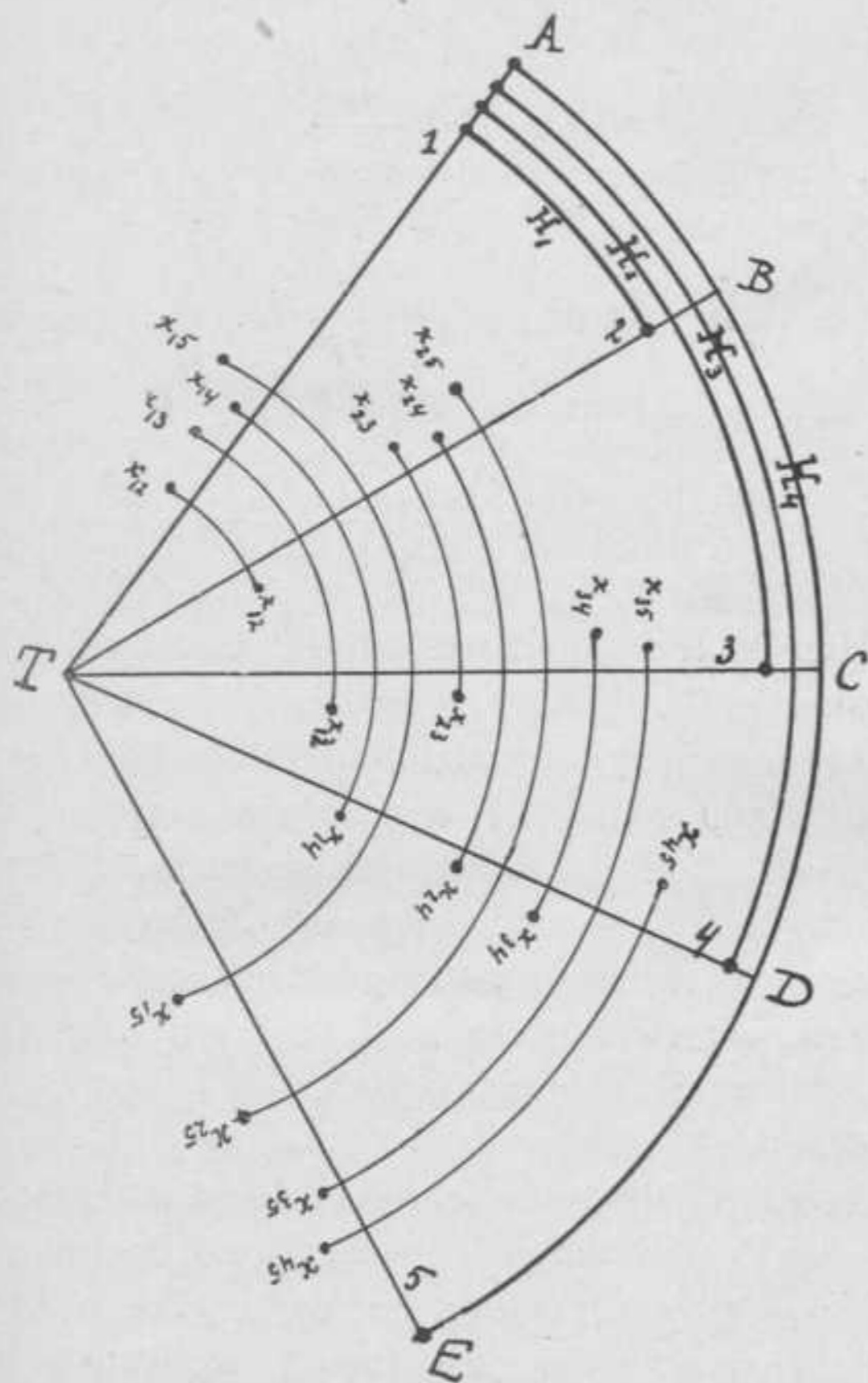


Fig. 2.

In fig. 2 is ondersteld dat alle gemiddelden te groot waren en werd daar reeds dadelijk aan den eersten eisch voldaan. Omdat  $2g$  voor alle stralen dezelfde is, wordt de 2<sup>e</sup> eisch eenvoudig dat rondom elken vereffenden straal  $[x] = 0$  moet zijn.

Teneinde dit uit te werken, schrijven we tabelletjes op. We hebben dit gedaan voor den 1<sup>en</sup> en den 2<sup>en</sup> straal. Lettende op de teekens is er ook voor de andere stralen geen enkele moeilijkheid aan verbonden.

#### Eerste straal.

$$x_{12} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[12]}{2g} - H_1 \right\}$$

$$x_{13} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[13]}{2g} - H_2 \right\}$$

$$x_{14} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[14]}{2g} - H_3 \right\}$$

$$x_{15} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[15]}{2g} - H_4 \right\}$$

#### Tweede straal.

$$x_{12} = \frac{1}{2} \left\{ -\frac{[12]}{2g} + H_1 \right\}$$

$$x_{23} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[23]}{2g} - (H_2 - H_1) \right\}$$

$$x_{24} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[24]}{2g} - (H_3 - H_1) \right\}$$

$$x_{25} = \frac{1}{2} \left\{ \frac{[25]}{2g} - (H_4 - H_1) \right\}$$

De tweede leden van elk dier tabelletjes moeten, opgeteld, nul zijn. Zoodat we dadelijk vijf vergelijkingen krijgen om de vier  $H$  waarden op te lossen. Maar er is een afhankelijke vergelijking onder, want de som van vier dier vergelijkingen levert de vijfde. Dus de zaak is in orde. De vergelijkingen zijn:

$$1) \quad H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = \frac{1}{2g} \left\{ [12] + [13] + [14] + [15] \right\} = \frac{1}{2g} \cdot N_1$$

$$2) \quad -4H_1 + H_2 + H_3 + H_4 = \frac{1}{2g} \left\{ -[12] + [23] + [24] + [25] \right\} = \frac{1}{2g} \cdot N_2$$

$$3) \quad H_1 - 4H_2 + H_3 + H_4 = \frac{1}{2g} \left\{ -[13] - [23] + [34] + [35] \right\} = \frac{1}{2g} \cdot N_3$$

$$4) \quad H_1 + H_2 - 4H_3 + H_4 = \frac{1}{2g} \left\{ -[14] - [24] - [34] + [45] \right\} = \frac{1}{2g} \cdot N_4$$

$$5) \quad H_1 + H_2 + H_3 - 4H_4 = \frac{1}{2g} \left\{ -[15] - [25] - [35] - [45] \right\} = \frac{1}{2g} \cdot N_5$$

Door 1) beurtelings van 2) 3) 4) 5) af te trekken, vinden we:

$$H_1 = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2g} (N_1 - N_2)$$

$$H_2 = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2g} (N_1 - N_3)$$

$$H_3 = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2g} (N_1 - N_4)$$

$$H_4 = \frac{1}{5} \cdot \frac{1}{2g} (N_1 - N_5)$$

En hiermede is de berekening afgeloopen, als we afzien van het onderzoek naar de bereikte nauwkeurigheid.

Waarom zegt men gewoonlijk dat Schreiber hoeken meet en richtingen vraagt? Dit komt omdat men meestal niet de richtingshoeken  $H$  gebruikt, doch uitgaat van de onderstelling dat de vereffende straalaflezingen  $A, B, C, D$  en  $E$  moeten worden. Let wel, dit heeft niets te maken met de namen der overeenkomstige doelpunten! Men denkt zich dus de figuur zóó op den rand geplaatst dat  $H_1 = (B - A)$ ;  $H_2 = (C - A)$ , enz. Het is duidelijk dat men dan een vergelijking tekort komt om  $AB C D E$  op te lossen, want men krijgt dezelfde vergelijkingen als hierboven. Men denkt zich nu dat de plaatsing zóó is geschied, dat  $A + B + C + D + E$  juist nul is; dus dat men ook over negatieve straalaflezingen kan spreken. Hier is niets op tegen. Maar aangezien op de randverdeling geen negatieve getallen worden afgelezen, wordt een juist begrip van hetgeen men eigenlijk bezig is te doen er niet door in de hand gewerkt.

En bovendien, men vraagt tenslotte altijd naar richtingshoeken t/o van één der stralen. Het schijnt dus logischer die maar dadelijk in te voeren, evenals Bessel zulks deed.

Wat betreft de becijfering is het eenvoudigste dat men voor de hoeken  $H$  gebruik maakt van benaderde waarden, die men alle kleiner neemt dan de werkelijke; door dadelijk alle hoeken met de aldus vastgestelde bedragen te verminderen, bevat de becijfering geen groote getallen meer. Met eenig overleg vindt men in dezen vanzelf den weg; en waar dergelijke berekeningen moeten worden uitgevoerd, zal men wel volgens voorgeschreven methode en model moeten handelen. Maar dit is iets dat met het wezen van de zaak weinig of niets te maken heeft.

Als de middelbare fout in een gemiddelden hoek  $\bar{m}$  is, volgt uit het bovenstaande:

$$M_{H_1} = \frac{1}{5} (\bar{m}_{12} + \bar{m}_{13} + \bar{m}_{14} + \bar{m}_{15} + \bar{m}_{12} - \bar{m}_{23} - \bar{m}_{24} - \bar{m}_{25})$$

Bij het kwadrateren kunnen — op grond van waarschijnlijkheid — alle dubbelprodukten worden geschrapt, want die verschillende  $\bar{m}$  waarden zijn onderling geheel onafhankelijk. Maar een uitzondering hierop maakt het dubbelprodukt der twee gelijke factoren  $\bar{m}_{12}$ . Zoodat we vinden:

$$(M_{H_1})^2 = \frac{1}{5^2} \{ 2(5 - 1) + 2 \} \bar{m}^2 = \frac{\bar{m}^2}{\frac{1}{2} \cdot 5}$$

Voor de andere richtingshoeken — en ook voor het verschil van twee willekeurige richtingshoeken, dus voor elken willekeurigen hoek — vinden we precies dezelfde uitdrukking. In het algemeene geval, als er  $v$  stralen van  $T$  uitgaan, zullen we dus hebben:

$$I) \quad H = \frac{1}{v} \cdot \frac{1}{2g} (N_1 - N)$$

$$II) \quad (M_H)^2 = \frac{\bar{m}^2}{\frac{1}{2} \cdot v}$$

Aangezien

$$\bar{m}^2 = \frac{1}{2g} m_{\text{enkele hoekmeting}}^2 = \frac{1}{2g} \cdot 2 \cdot m_{\text{enk. straalaflezing}}^2$$

kunnen we schrijven:

$$III) \quad (M_{\text{hoek}})^2 = \frac{m_{\text{enkele straalaflezing}}^2}{\frac{1}{2} g v} = \frac{\mu^2}{\frac{1}{2} g v}$$

Hieruit trekt men de hoogst belangrijke conclusie:

Als men aanneemt dat  $\mu$  dezelfde blijft — dus dat op alle stations  $T$  eenzelfde waarnemer werkt met eenzelfde instrument en onder dezelfde omstandigheden — zal men op de verschillende stations eenzelfde graad van nauwkeurigheid bereiken, als men maar zorgt dat  $gv$  voor al die stations gelijk genomen wordt.

In navolging van Schreiber kiest men meestal  $gv = 24$ , ofschoon ook  $gv = 20$  wel doelmatig is. Als  $v = 3$ , wordt  $g = 8$  en wordt elke hoek dus 16 malen gemeten. Als  $v = 8$ , wordt  $g = 3$  en wordt elke hoek slechts 6 malen gemeten.

Zoodra  $v = 5$  of  $v = 7$  kiest men  $g = 5$  en  $g = 4$ . Men moet dus noodgedrongen  $gv \neq 24$  maken en dit is een bezwaar. Men kan dan aan den bundel een extra straal toevoegen; hieraan staat mathematisch niets in den weg; doch de hoeveelheid werk op het terrein wordt er door vermeerderd. Het steeds even maken van het aantal stralen is bovendien zeer gunstig met het oog op de regelmatige indeeling van het programma der waarnemingen. Verderop zal dit worden aangetoond.

De bepaling van  $\mu^2$  geschiedt op grond der algemeene formule:

$$\mu^2 = \frac{[g'xx]}{n_1 - \text{aantal onbekenden}}$$

Hierin is  $n_1$  het totale aantal fouten  $x$ . En  $g'$  is het gewicht van den straal die de fout  $x$  vertoont ten opzichte van den vereffenden straal; dus hier is  $g'$  overal gelijk aan  $2g$ .

Er zijn  $v$  stralen en bij elken straal staan  $(v - 1)$  fouten. Dus  $n_1 = v(v - 1)$ .

Het aantal onbekenden bestaat uit de  $(v - 1)$  onbekende richtingshoeken en verder uit  $(v - 1)$  fouten bij den 1<sup>en</sup> straal,  $(v - 2)$  fouten bij den 2<sup>en</sup> straal. Enz. Het aantal onbekenden is dus  $(v - 1) + \frac{v(v - 1)}{2}$ . Na invulling vindt men:

$$\text{IV) } \mu^2 = \frac{2g[xx]}{\frac{1}{2} \cdot \frac{1}{2} \cdot (v - 1)(v - 2)} = \frac{8g[xx]}{(v - 1)(v - 2)}$$

Eén der methoden om  $[xx]$  te becijferen bestaat hierin dat, op grond der tabelletjes waarvan we uitgingen, elke  $x$  even berekend wordt. Men vindt dan gemakkelijk  $[xx]$  rondom elken straal afzonderlijk. En deze bedragen moeten nagenoeg gelijk uitvallen als er werkelijk voldaan is aan de onderstelling waarop de geheele vereffening berust. Namelijk de onderstelling dat grootte en teeken der fouten louter door het toeval worden beheerscht. Practisch treden er steeds foutenbronnen van anderen aard op, zooals gebreken in het instrument, ongelijkheid in de randverdeeling, pijlerdraaiing, verschil in lichtbreking e.a. Men kan nagaan of, tengevolge van de methode der waarnemingen, de invloed dier foutenbronnen voldoende onschadelijk is gemaakt.

De vereffening verloopt dus al zeer eenvoudig, als elk der hoeken maar eenzelfde aantal malen werd gemeten. Als  $2g$  voor alle hoeken niet dezelfde was, zou men in het bovenstaande alle gegevens vinden voor den dan te volgen weg. Practisch voorkomt men een dergelijke ongelijkheid.

Doch ook de Besselsche waarnemingen waren, mits men maar met volledige reeksen gewerkt had, zeer eenvoudig te vereffenen.

De vraag ligt voor de hand, waarom de methode van Bessel voor een groot deel door die van Schreiber is verdrongen (na 1875).

Het antwoord hierop kan luiden: omdat de laatstgenoemde op het terrein veel gemakkelijker is uit te voeren en bovendien theoretische voordelen bezit.

Volgens Bessel tewerk gaande zou men op alle doelpunten tegelijk heliotropen moeten plaatsen

en de geheele reeks, omfattende alle stralen, zonder onderbreking in tijd, dus achter elkaar, moeten waarnemen. Dit blijkt in de practijk dikwerf geheel onmogelijk te zijn. Het gevolg is dat men zeer gunstige omstandigheden moet afwachten teneinde de reeksen nog zoo volledig mogelijk te maken. De onvolledigheid verzwaart in hooge mate den bureauarbeid en bederft de overzichtelijkheid. Bovendien is het zeer moeielijk om voor verschillende stations eenzelfde graad van nauwkeurigheid theoretisch te voorspellen of practisch te verkrijgen. Zoodoende geeft een en ander veel tijdverlies en last. Hier komt nog bij dat de nauwkeurigheid niet sterk toeneemt als men eenzelfde reeks bij eenzelfde stand van de randverdeeling méér dan eenmaal waarneemt. Immers de fouten in de randverdeeling en ook die welke door de pijlerdraaiing enz. veroorzaakt worden, missen het toevallige karakter dat noodig zou zijn om het gewicht van zoo'n reeks rechtevenredig met het aantal malen te doen toenemen.

Geheel anders is het bij de Schreibersche methode.

Daar vormt het eenmaal meten van een hoek „een geheel op zichzelf staande handeling.” Het is dientengevolge eigenlijk reeds voldoende als men telkens slechts 2 doelpunten kan zien. Van elke gelegenheid om een der te meten hoeken waar te nemen kan dus gebruik worden gemaakt. Als men maar zorgt tenslotte alle hoeken volgens het vastgestelde programma te hebben behandeld.

Maar er is nog meer voor te zeggen. Men weet dat de onvermijdelijke pijlerdraaiing een onbekende, in elk geval wel een kromlijnige, functie van den tijd is en dat zij fouten in constanten zin veroorzaakt. Hoe korter nu het tijdsinterval is tusschen twee straalaflezingen, hoe meer men gedurende dat interval die kromme als een rechte lijn zal mogen beschouwen, maar ook hoe kleiner de invloed der pijlerdraaiing op de aflezingen zal zijn. Hoe sneller de waarneming der reeks is afgelopen, hoe beter het zal wezen. En daar een Schreibersche reeks slechts 2 stralen omvat, vinden we, ook in dit opzicht, de meest ideale oplossing bij Schreiber.

De samenstelling van zijn programma is er bovendien op ingericht om den invloed van andere foutenbronnen tot een minimum terug te brengen.

De Schreibersche methode staat in een enkel opzicht bij die van Bessel ten achter. Namelijk

in het aantal instellingen en aflezingen dat men moet verrichten om tenslotte eenzelfde graad van nauwkeurigheid te bereiken. Het is, zooals zal worden aangetoond, bij Schreiber, zeer globaal gerekend, ongeveer anderhalf à tweemaal grooter.

Als Bessel  $n$  volledige reeksen waarneemt en er zijn  $v$  stralen, heeft hij  $2nv$  malen moeten instellen en aflezen.

Schreiber is, als hij elken hoek  $2g$  malen meet, op elk doel  $2g(v-1)$  malen gericht geweest en heeft dus totaal  $2gv(v-1)$  malen moeten instellen en aflezen. Om dus den instelarbeid gelijk te doen zijn, zou:

$$V) \quad 2n = 2g(v-1).$$

Maar hoe is de verhouding als de bereikte nauwkeurigheid gelijk zal worden?

Wij vonden vroeger, bij de Besselsche methode,  $(M_H)^2 = \frac{2m_p^2}{n}$ , waarin  $m_p^2$  de helft is van de in formule III bedoelde  $\mu^2$ .

$$\text{Dus volgens Bessel: } (M_H)^2 = \frac{\mu^2}{n}.$$

$$\text{En volgens Schreiber: } (M_H)^2 = \frac{\mu^2}{\frac{1}{2}gv}.$$

Zoodat we zouden moeten hebben:

$$VI) \quad 2n = gv.$$

Uit V en VI volgt nu dadelijk dat voor het bereiken eener zelfde nauwkeurigheid, wat betreft den vereffenden bundel:

$$\frac{\text{aantal instellingen volgens Schreiber}}{\text{aantal instellingen volgens Bessel}} = \frac{2(v-1)}{v}.$$

Die verhouding beweegt zich tusschen 1 en 2, overeenkomend met  $v=2$  en  $v=\infty$ .

Zooals we reeds opmerkten, slaat Schreiber bij den teruggang den kijker niet door.

Hij laat dit na om tijd te winnen en omdat hij alle onnoodige manipulaties aan het instrument wil voorkomen.

Wat betreft het programma der werkzaamheden gaat hij — even-

als Bessel — van de gedachte uit dat nimmer eenzelfde straalaflezing b.v. die van  $TB$ , meer dan éénmaal boven eenzelfde punt van de randverdeling mag vallen. Natuurlijk afgezien van het feit dat twee halve reeksen, b.v.  $BE$  en  $EB$ , beide geschieden met eenzelfde stand van de randverdeling. Streng genomen zou men den teruggang wel kunnen missen, maar de controle op het maken van grove fouten zou dan tevens vervallen, hetgeen niet gewenscht is.

Het verstellen van de randverdeling moet zéér systematisch geschieden.

De opstelling van het programma is niet zoo eenvoudig als men geneigd is te denken. Wij zullen trachten hiervoor een niet falende methode aan te geven.

Laten we eens aannemen dat  $v$  even is, bijvoorbeeld  $v=6$ . We beginnen de te meten hoeken op te schrijven, in natuurlijke volgorde, onder elkaar en kolomsgewijze. Een en ander zooals in het onderstaande is aangegeven door de met pijlpunten voorziene lijn. We zorgen er voor dat in de horizontale regels, die hierbij vanzelf ontstaan, nimmer twee getallen achter elkaar komen die eenzelfde cijfer bevatten. Zóó ontstaat de tabel onder het opschrift „hoeken”.

We wenschen  $gv=24$ ;  $v=6$ ; dus  $g=4$ . Daarom maken we onder het opschrift „standen” 4 kolommen. En plaatsen daarin een rekenkundige reeks die, van  $0^\circ$  af beginnend, zoodanig opklimt, dat het laatste getal, weer met eenzelfde verschil opklimmend, bij de  $0^\circ$  aansluit. Hiermede is het programma gereed. Dit recept is niet alleen zeer

Hoeken.						Standen.			
						Rand rechts		Rand links	
12			35		46	$0^\circ$	$45^\circ$	$90^\circ$	$135^\circ$
13		26		45		9	54	99	144
14	23				56	18	63	108	153
15	24		36			27	72	117	162
16	25	34				36	81	128	171

eenvoudig, doch — we zullen het nog zien — wijst ook de nadeelen aan die ontstaan als  $v$  eens oneven zou zijn. Bovendien geeft het dadelijk aan wat en hoe men op het terrein moet doen, want alle hoeken die men bij een bepaalden stand van den rand moet waarnemen, staan in denzelfden horizontalen regel.

Men ziet uit dit programma dat een bepaalde straal, b.v. straal 2, over de volle  $180^\circ$  regelmatig verdeeld voorkomt. Nimmer valt dus de aflezing naar het doel  $B$  boven eenzelfde punt van de randverdeeling. En zulks is — met het oog op het zooveel mogelijk onschadelijk maken van den invloed der fouten in de randverdeeling — zeer gewenscht.

Een willekeurigen hoek, b.v.  $26^\circ$ , meten we met R. R. bij de standen  $9^\circ$  en  $54^\circ$ ; met R. L. bij de standen  $99^\circ$  en  $144^\circ$ . In elk dier standen tweemaal, (heengang en teruggang) doch zonder den kijker door te slaan; want juist hiervoor dienen de opschriften R. R. en R. L.

Zoodra  $v$  oneven is, zal men bemerken dat men met bovenstaand recept vastloopt. Want het blijkt dan onmogelijk om te voorkomen dat in eenzelfde horizontalen regel gelijke cijfers verschijnen.

Er is een eenvoudig middel om dit bezwaar op te heffen: men voert een fictieven straal in. Als dus  $v = 5$  was, doet men alsof  $v = 6$  was. En men schrapt tenslotte weer de hoeken die straal 6 bevatten.

Maar wat het aantal kolommen betreft onder het opschrift „standen”, handhaaft men  $v = 5$  en omdat  $gv = 24$  zou zijn, wordt  $g = 5$ , dus 5 kolommen.

De tabel komt dan te staan als volgt:

Hoeken.					Standen.				
					R. R.		R. R. R. L.	R. L.	
12		35		(46)	$0^\circ$	$36^\circ$	$72^\circ$	$108^\circ$	$144^\circ$
13		(26)		45	$7\frac{1}{5}$	$43\frac{1}{5}$	$79\frac{1}{5}$	$115\frac{1}{5}$	$151\frac{1}{5}$
14	23			(56)	$14\frac{2}{5}$	$50\frac{2}{5}$	$86\frac{2}{5}$	$122\frac{2}{5}$	$158\frac{2}{5}$
15	24		(36)		$21\frac{3}{5}$	$57\frac{3}{5}$	$93\frac{3}{5}$	$129\frac{3}{5}$	$165\frac{3}{5}$
(16)	25	34			$28\frac{4}{5}$	$64\frac{4}{5}$	$100\frac{4}{5}$	$136\frac{4}{5}$	$172\frac{4}{5}$

Hierin zijn enkele leemten aan te wijzen. Ten eerste moet men van het beginsel afwijken dat de eene helft van het aantal reeksen met R. R. en de andere helft met R. L. wordt waargenomen. De middelste kolom — men kan er evengoed een andere voor kiezen — wordt dus niet precies gelijkwaardig aan de anderen. Maar zulks is niet het grootste bezwaar.

Dit bestaat o.a. hierin dat  $gv$  niet precies 24, doch 25 is. En dat een willekeurige straal, b.v. straal 2, niet over de volle  $180^\circ$  verdeeld voorkomt. Ofschoon elk der stralen in dit opzicht gelijk behandeld blijkt, is er toch reden om een minder goed onschadelijk maken van fouten te verwachten dan zulks bij  $v = \text{even}$  het geval wordt.

Het is om deze redenen dat men den fictieven straal zoo mogelijk reëel maakt. Men zorgt er liefst voor dat op elk station  $v$  even is, desnoods door toevoeging van een hulpstraal.

Op het college in geodesie wordt ook behandeld de wijze waarop men de resultaten van Schreibersche waarnemingen kan dienstbaar maken aan een berekening van de fouten in de randverdeeling.

Wij zullen hierop niet ingaan, als liggende buiten het terrein dat wij hoofdzakelijk betraden om te onderzoeken in hoeverre het principiëel te verdedigen valt de Schreibersche methode tegenover de Besselsche methode te plaatsen. Bij dit onderzoek is gebleken dat de Schreibersche methode niets anders is als een grensgeval van de Besselsche. Maar een grensgeval dat zulke eigenaardige voordeelen bezit, dat daardoor het verbinden van Schreiber's naam aan die werkwijze geboden schijnt; niet alleen uit praktische overwegingen maar ook

om te eeren de scherpzinnigheid van hem die haar het eerst bedacht en toepaste.

## BOEKBESPREKING.

DE INGENIEUR IN NED.-INDIË, OP TECHNISCH EN SOCIAAL GEBIED, door Ch. G. Cramer, c. i., ingenieur 2<sup>de</sup> klasse van den Waterstaat, met verlof.

Amsterdam, F. van Rossen.

Deze brochure bevat dezelfde stof, waarover de heer Cramer te Delft een lezing hield voor de Sociaal-Technische Vereeniging van Democratische Ingenieurs en Architecten, welke is besproken in ons Tijdschrift 4de jaargang No. 10, dus zal er hier niet verder over worden uitgeweid; toch zij hier even vermeld, dat de twaalf weergegeven foto's al een buitengewoon duidelijk beeld geven van de met alle hygiënische denkbeelden spottende toestanden, welke hier en daar nog heerschen in onze Oost; het boekje verdient in ruimen kring bekend te worden.

—o—

WISKUNDIGE HOOFDSTUKKEN, dienende als noodzakelijke inleiding tot de differentiaal- en integraal-rekening, voor den technicus, die de hoogere wiskunde door zelfstudie wil leeren, tevens bevattende: *De eigenschappen en constructies der kromme lijnen en oppervlakken*, welke voor den technicus van belang zijn, door W. J. Heydeman, Leeraar aan de Technische School te Amsterdam, 2<sup>e</sup> druk.

Deventer, A. E. Kluwer.

Zooals de omvangrijke titel aanduidt, is dit werkje bestemd voor zelfonderricht, het omvat zoo ongeveer alles wat als inleiding der hoogere wiskunde mag worden gerekend: reeksen, limieten, het begrip „functie”, koördinaten, en daarna als toepassingen konstrukties en eigenschappen van vele bekende krommen. De bespreking in ons tijdschrift moet in de eerste plaats uitgaan van de vraag: „Wat heeft de Delftsche student aan dit boek?”, en dan moeten wij die beantwoorden met: „slechts in het eerste jaar zal hij het als studiemateriaal kunnen gebruiken, later wellicht om op eenige punten zijn geheugen op te frisschen”.

Gaan wij nu eens na, in hoeverre de schrijver zich van zijn taak heeft gekwet. De betoogtrant overal is zeer duidelijk, en boven alles wetenschappelijk, met vele overzichtelijke figuren; als zoodanig kunnen wij het boek als leermiddel bij het hoogere onderwijs met warmte aanprijzen.

Anders is dit gesteld met de opleiding aan een middelbaar technische school, waar vóór alles zal moeten worden gelet op praktischen blik, liever dan schoolgeleerdheid, welke het ééne oor in, het andere uit gaat. Naar onze meening leent het werkje zich dan ook niet als leiddraad bij dit onderwijs, daar het geheel en al is opgevat als inleiding, niet als afgerond geheel. Wat ter wereld heeft een a. s. opzichter aan het theorema van Moivre en het grafisch voorstellen van complexe getallen? Als in het bijzonder geschreven voor den technicus, hadden de voorbeelden ook behooren ontleend te zijn aan de praktijk, en niet behandeld als een droge som; het groote bezwaar is, dat de hoofdstukken geschreven zijn door den *wiskundige* en niet door den *ingenieur*.

Gaarne wenschen wij het boekje een derden druk toe, al zal, zooals uit het bovenstaande blijkt, de lezering beperkt blijven.

J. J. I. S.

## BERICHTEN EN MEDEDEELINGEN.

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandse Zaken van 24 November 1914, is voor het tijdvak van 1 December 1914 tot en met 31 Augustus 1915 benoemd tot assistent voor de geologie aan de Technische Hoogeschool te Delft, Dr. P. F. Hubrecht.

—o—

Bij beschikking van den Minister van Binnenlandse Zaken van 24 November 1914, is voor het tijdvak van 1 December 1914 tot en met 31 Augustus 1915 benoemd tot assistent voor de technische hygiëne aan de Technische Hoogeschool te Delft, W. H. J. Vethake, scheikundig ingenieur te 's Gravenhage.

Het Bestuur van het Technologisch Gezelschap te Delft heeft zich als volgt samengesteld:

E. J. de Veer, President.  
J. W. Kessler, Secretaris.  
L. W. Hansen, Penningmeester.  
W. van Lookeren Campagne C.Jzn.  
afgevaardigde naar de C.C.  
Mej. J. Weisfelt, Vice-Secretaresse,  
Vice-Penningmeesteresse.

### PRACTISCHE STUDIE.

Candidaten, gesteld door het bestuur:

J. P. v. Toulon van der Koog, President.  
J. C. Deknatel, Secretaris.  
J. F. Groote, Penningmeester.  
P. H. N. Briët, Archivaris.  
A. van der Steur, Vice-Secretaris.  
W. H. B. van Dunné, Civ. afgev. naar de C. C.  
C. B. Posthumus Meyjes, Bwk. afgev. naar de C. C.

### INGEZONDEN.

*Vraag*: Wie worden bestuurslid van vakvereenigingen?

*Antwoord*: Voor bestuursleden van vakvereenigingen komen in aanmerking *die* personen, die door hardnekkig weg te blijven van alle vergaderingen en nooit deel te nemen aan door vakvereenigingen georganiseerde excursies, hunne geheel „neutrale” houding tegenover genoemde vereenigingen hebben getoond en dus bij uitstek „geschikt” zijn om geheel onpartijdig als bestuurslid de belangen van deze vereenigingen te behartigen.

C.

## CORRESPONDENTIE.

Aan de Redactie van het „S. W.”

Wij zijn zeer erkentelijk voor de door u verleende toestemming; het bedoelde „S. W.” is echter tot heden nog niet ontvangen.

Aan onze medewerkers.

Er worden maatregelen getroffen, waardoor in het vervolg de tijdige toezending van een drietal bewijsnummers aan den schrijver beter zal zijn verzekerd.