

VAN HET KON. INSTITUUT VAN INGENIEURS — VAN DE VEREENIGING VAN DELFTSCHE INGENIEURS.

## Weekblad gewijd aan de techniek en de economie van Openbare Werken en Nijverheid.

Het Koninklijk Instituut van Ingenieurs en de Vereeniging van Delftsche Ingenieurs stellen zich in geen deele verantwoordelijk voor de denkbeelden in de onderscheiden bijdragen ontwikkeld of toegelicht.

Commissie van Toezicht: W. F. LEMANS c. i., oud-hoofdinspecteur-generaal van den Rijks-Waterstaat, te 's-Gravenhage, *president*; E. H. STIELTJES c. i., lid van den Raad van Toezicht op de Spoorwegdiensten, te 's-Gravenhage, *secretaris*; J. C. DIJXHOORN w. i., hoogleeraar in de Werktuigbouwkunde aan de Technische Hoogeschool, te Delft.

Verantwoordelijk Hoofdredacteur: R. A. VAN SANDICK c. i.

Prijs per Jaargang:	Verschijnt elken Zaterdag.	Prijs der Advertentiën:
<i>Franco per post.</i>	Stukken en mededeelingen, boeken, brochures, enz. te richten aan den Hoofdredacteur: <i>Diligentia</i> , Lange Voorhout, te 's-Gravenhage (Telefoon: 2170). Voor ABONNEMENTEN zich te wenden tot de ADMINISTRATIE van dit Blad, Pavelloensgracht No. 17 & 19, te 's-Gravenhage. ADVERTENTIËN in te zenden aan de ADMINISTRATIE van dit Blad, Pavelloensgracht No. 17 & 19, te 's-Gravenhage. F. J. BELINFANTE, voorheen A. D. SCHINKEL. (Telefoon 2036). Afzonderlijke Nummers worden — voor zoover de voorraad strekt — het eerst aan Abonnees geleverd.	Per regel . . . . . f 0.25 Grootte letters naar plaatsruimte. Abonnementen volgens afzonderlijke overeenkomst. Advertentiën van <i>Aanbestedingen</i> f 0.15 per regel. Idem bij 2 <sup>e</sup> en 3 <sup>e</sup> plaatsing f 0.10 per regel. Bij abonnement op Advertentiën worden bewijsnummers gratis toegezonden. Over het bedrag der Abonnementen op advertentiën wordt driemaandelijks beschikt.
Voor Nederland . . . . . f 10.— Voor het Buitenland met vooruitbetaling . . . . . 12.50 Men abonneert zich voor een jaargang (1 Jan.—31 Dec.). Over het bedrag der abonnementen in Nederland wordt halfjaarlijks door de Administratie beschikt. Afzonderlijke nummers 50 cents. — Bewijsnummers 10 cents.	's-Gravenhage, 18 Mei 1907.	

### INHOUD.

Officieel: Kon. Inst. van Ingenieurs: Afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw: Verschillende uitvoeringen en beproevingsresultaten van centrifugaalpomp met verticale as-opstelling. Voordracht van CH. EEUWENS (met afbeeldingen en 2 platen).

Redactioneel: Een nieuwe wijze van voortbeweging voor stoomschepen, door A. G. BOSMAN (met afbeeldingen). — Toepassing van de fundeeringswijze van de nieuwe Westelijke Viaduct te Amsterdam, door C. ZSCHOKKE (met afbeelding). — Koloniaal Verslag over 1906 (Vervolg van blz. 354). — Uit ons Parlement. — Boekbespreking: Elektr. Zeitschrift afl. 16 en 17; Beton und Eisen, Heft 4, door L. A. S. — Proeftochten en te water gelaten schepen: Schroefstoomschip „Kawi”; Motorjacht — Weerkundige waarnemingen. — Rivierberichten. — Binnenlandsche berichten. — Officieele berichten. — Officieele berichten uit Indië. — Personalía. — Open betrekkingen. — Gezochte betrekkingen.

Dit nummer heeft 22 bladzijden.

Bij dit nummer behooren 2 platen.

### OFFICIEEL GEDEELTE.

KONINKLIJK INSTITUUT VAN INGENIEURS.

AFDEELING VOOR WERKTUIG- EN SCHEEPSBOUW.

### Verschillende uitvoeringen en beproevingsresultaten van centrifugaalpomp met vertikale asopstelling.

Voordracht, gehouden in de Vergadering der afdeling voor Werktuig- en Scheepsbouw van 20 April 1907,

DOOR HET LID

CHR. EEUWENS.

(Met afbeeldingen en 2 platen.)

In een vergadering dezer Afdeling, nog niet lang geleden, wees ik in een voordracht over centrifugaalpomp (1) op het feit, dat ook bij lagen opvoer met centrifugaalpomp — vooral bij vertikale asopstelling — bevredigende resultaten zijn te verkrijgen. Na dien tijd werden door de machinefabriek „Jaffa” der firma LOUIS SMULDERS & Co. te Utrecht

(1) Deze voordracht is opgenomen in *De Ingenieur* van 17 Juni 1905 No. 24, blz. 375.

verschillende dezer pompen geplaatst. Enkele dezer pompen en de uitkomsten der daarmede gehouden proefnemingen wil ik hier bespreken.

In Januari 1905 werd door de eigenaren van 24, ten Zuiden van Franeker gelegen, particuliere polders en boezemlanden besloten, tot het oprichten van een waterschap, omvattende 2050 H.A. Vastgesteld werd, dat het bemalingswerktuig 100 M<sup>3</sup>. per minuut zou uitslaan bij 1,200 M. opvoer; deze opvoer kon dalen tot 0,400 M. en stijgen tot 1,600 M.

Volgens het plan der firma LOUIS SMULDERS & Co. (fig. 1a, 1b, 1c en 1d, Plaat I) werd een en ander uitgevoerd.

Tot de keuze van dat plan kwam het polderbestuur na een onderlinge vergelijking der aanleg, exploitatie- en onderhoudskosten van 5 ontwerpen, volgens ommestaand staatje, hetwelk mij in dezen vorm door den ontwerper en uitvoerder der bemaling, den heer S. BAKKER, opzichter van den Provinciaal Waterstaat in Friesland, welwillend werd medegedeeld. (Ontwerp a is van de firma L. SMULDERS).

Het pompwerktuig, in de figuren 1 voorgesteld, is als volgt ingericht.

Pompas en machine-as zijn direct aan elkaar gekoppeld en staan vertikaal. Het slakkenhuis hangt aan vier L-balken N.P. 30 (fig. 2), welke in de zijmuren van het gebouw rusten. Door de gelijkmatige ronddraaiende beweging van den waaier, vrij van stooten en schokken, is deze bevestiging volkomen betrouwbaar en zijn er bij de werking hoegenaamd geen trillingen in de balkijzers waar te nemen. Een voordeel van deze ophanging is, dat geen steunen of balkijzers den toevoerstrom aan den onderkant der pomp in den weg staan. Gebeurt het verder, dat om de een of andere reden het pomplichaam later moet worden weggenomen, dan kan dit — zonder dat de machine behoeft gedemonteerd te worden — na plaatsing der schotbalken aan de polderzijde, zonder eenig bezwaar geschieden; de ruimte tusschen den buitenmuur en de schotbalken is voldoende groot, om dit stuk dáár omhoog te werken. Hiervan werd bij de opstelling reeds partij getrokken, want door misgieting van het slakkenhuis werden eerst machine met ketel en pijpleidingen volledig afgesteld en de pomp drie maanden later.

Pomp- en machineas zijn door middel van flenzen in de naaf van het vliegwiel aan elkaar gekoppeld (fig. 3). Het vliegwiel is uit één stuk. De machineas kan dus verwijderd worden, terwijl het vliegwiel op zijn plaats blijft. Ook de waaier

Ontwerp.	Stichtingskosten.			Rente en aflossing per jaar.	Kolenverbruik in 1400 uren p. j.	Totaal per jaar.	Machinetype.	Ketel.
	Gebouw.	Werktuigen enz.	Totaal.					
a.	f 7980	f 14400	f 22380	f 1342,80	f 770,—	f 2112,80	1 cil. mach. met vier bosschuiven.	30 M <sup>2</sup> . 8 atm.
b.	» 14400	» 9750	» 24150	» 1449,—	» 1220,—	» 2669,—	2 cil. schuifmachine.	34 »
c.	» 10650	» 13400	» 24050	» 1443,—	» 1070,—	» 2513,—	1 cil. CORLISS-machine.	36 » 7 »
d.	» 13860	» 12700	» 26560	» 1593,60	» 1008,—	» 2601,60	1 cil. schuifmachine.	38 » 8 »
e.	» 14250	» 11290	» 25540	» 1532,40	» 750,—	» 2282,40	2 cil. schuifmachine.	36 » 9 »

OPHANGING VAN HET SLAKKENHUIS.

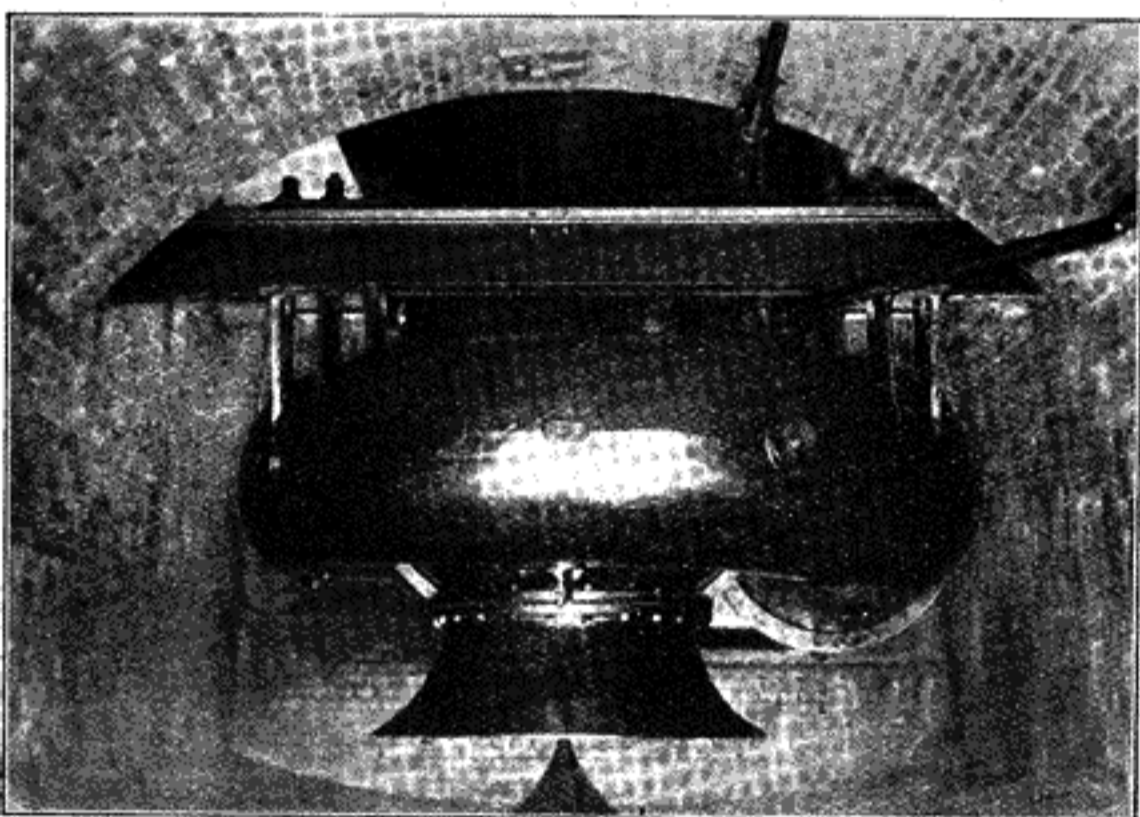


Fig. 2.

kan na verwijdering van het bovendeksel worden weggenomen, zonder dat eenige drooglegging van het toevoerkanaal noodzakelijk is.

De gewichten der ronddraaiende deelen, bij elkaar  $\pm$  5000 K.G., rusten op twee gegoten ijzeren taatsringen, waarvan de bovenste ronddraait en aanzetbaar is. Het taatsblok steunt op het bovendeksel en loopt in een oliebad, dat steeds gevuld blijft. De constructie gelijkt overigens op die, welke bij de pompen van het Droogdok N<sup>o</sup>. IV der gemeente Rotterdam is toegepast geworden. Meermalen werd er met de machine met 140 slagen gewerkt, waarbij hoegenaamd geene moeilijkheden met de taats ondervonden zijn.

Om elke controle benedenvloers te vermijden, is een stopbus aan de pompas vermeden en wordt de toetreding van lucht in de pomp door een zogenaamde waterdichting verhinderd. Bij het in gang zetten wordt de injectieleiding van de luchtpomp op het slakkenhuis aangesloten, zoodat geen ejecteur noodig is. Merkwaardig is, dat wanneer de waaier slechts even het water raakt — de onderste punten der schoepen  $\pm$  40 mM. onder water staan — geen aanzuiging noodig is en de pomp vanzelf na enkele minuten aanslaat.

De machine (fig. 4) is met één cilinder en met injectiecondensatie; de voedingpomp is in de luchtpomp ingebouwd en wordt door middel van een juk gedreven van uit de luchtpompzuigerstang. De stoomverdeling geschiedt door vier ontlaste bosschuiven, twee voor den inlaat en twee voor den uitlaat. De beweging dezer bosschuiven is overeenkomstig die eener kleppenmachine. Het frame heeft een T-vorm en is tweedeelig. Het T-vormige gedeelte, dat de putruimte overspant, kan worden weggenomen; de kelder ligt dan geheel

open. Het dwarse gedeelte staat in de richting van de middelpuntvliedende kracht van het tegenwicht, wanneer die haar maximum bereikt. De leibaan blijft steeds op hare plaats. De kap van het metaal krijgt den vollen drijfstanddruk voor hare rekening.

Met opzet is een + vorm vermeden, om zoodoende de ruimte vóór het frame vrij te houden. Verwijdert men de kap, dan zijn as en metalen gemakkelijk naar voren demonteerbaar. Voor dergelijke machines lijkt mij deze framevorm, uit een constructief oogpunt gezien, de juiste; hij maakt een stabielen indruk en past geheel bij den vorm der machine.

En belangrijk punt is bij deze opstelling het opvangen der afspattende olie van drijfstand en andere deelen en de smering der hoofdmatalen. De drijfstandkop ligt geheel vrij; de constructie van dit metaal is echter zoo, dat alle olie alleen langs den onderkant wordt weggeslingerd en in een rond spatscherm opgevangen; van hieruit worden de metalen der as gesmeerd. De olie druipt vervolgens uit het metaal langs de as omlaag en wordt vergaard in een ronden bak, welke met de as meedraait. In dezen bak ontstaat langs den buitenkant een zekere hydrostatische druk; brengt men hierin een pijpje met de opening naar den buitenomtrek, dan zal de olie in dit pijpje opstijgen; zij wordt dus weer opgepompt in het bovenste spatscherm en zorgt zoodoende voor een ruime en zekere smering, welke niet het minste toezicht vereischt.

De machine heeft verder een reguleur, waarmede het aantal omwentelingen gedurende het bedrijf tusschen 95 en 145 kan ingesteld worden.

De ketel heeft een gegolfd binnenkanaal, en 30 M<sup>2</sup>. V. O. bij 8 atm. overdruk.

Opmerking verdient nog, dat een vrij rookloze verbranding wordt verkregen door toevoer van verwarmde lucht. De vuurbrug is van gaten voorzien. De reeds warme lucht wordt van onder het rooster weggezogen, door de openingen in de vuurvaste steenen verwarmd en komt dan achter de vuurbrug in aanraking met de rookgassen. Deze openingen zijn van uit de stookplaats te regelen.

De hoofdafmetingen van machine en pomp zijn de volgende:

Cilindermiddellijn . . .	300	middellijn der zuig- en	
Slaglengthe . . . . .	650	persopening . . . . .	1000
Aantal omw. . . . .	95—145	Waaier middellijn . . .	1400
		„ breedte . . . . .	250

Op den 7den December 1906 had de officieele beproeving dezer machine plaats in tegenwoordigheid van den heer S. BAKKER, voornoemd, en den heer C. P. VIJVERBERG, ingenieur van den Prov. Waterstaat in Friesland.

De volgende uitkomsten werden verkregen:

Opvoer van waterspiegel tot waterspiegel mM.	M <sup>3</sup> . per minuut.	Waterpaardekracht.	W.P.K. I.P.K.	Kolenverbruik per W.P.K.
0.875	115.37	21.8	0.4067	2.41
0.1112	114.05	28.2	0.4660	2.11

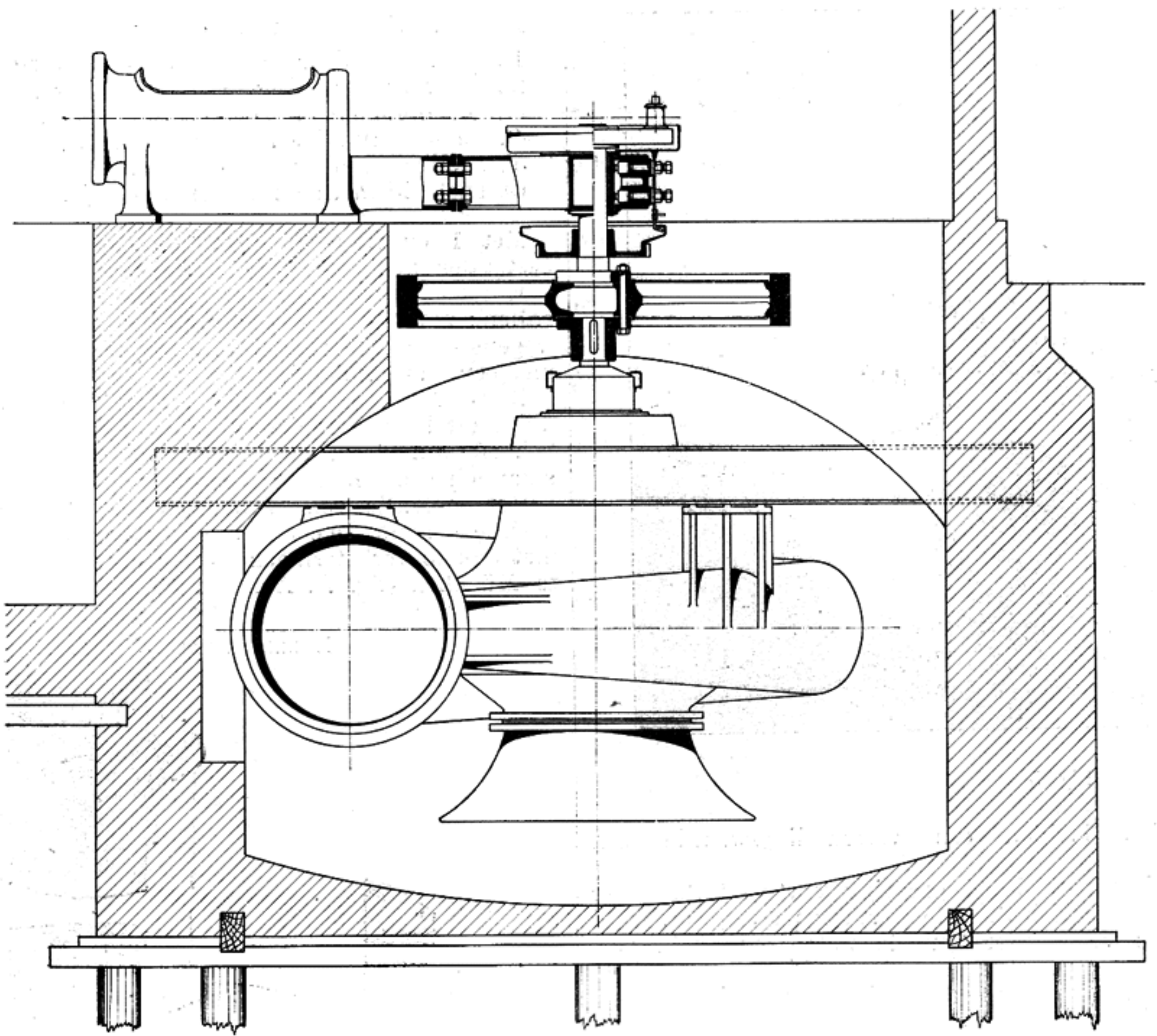


Fig. 3.

STOOMMACHINE MET EEN GEDEELTE DER LUCHTPOMP.

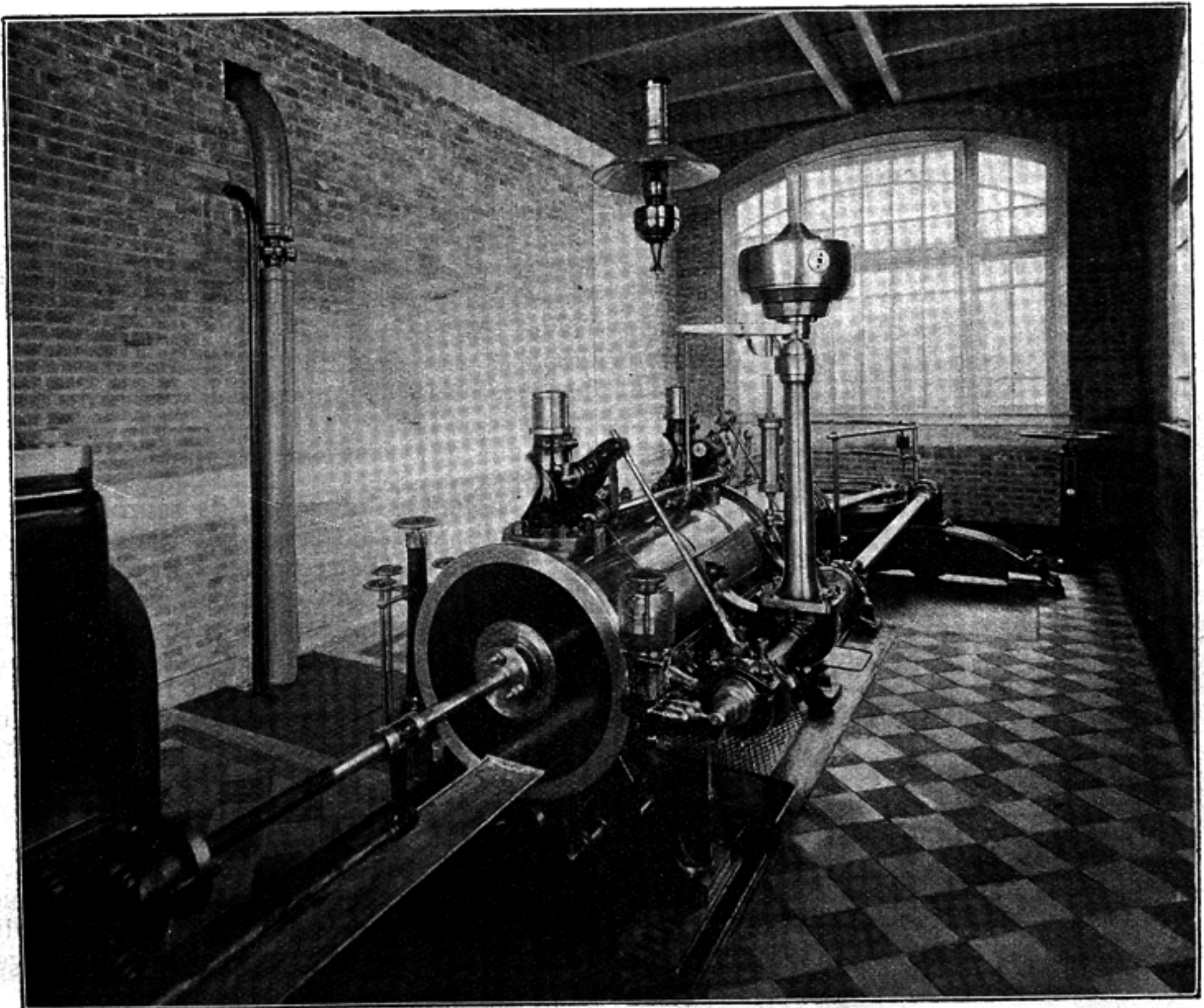


Fig. 4.

VOORZIJD E VAN HET GEBOUW (POLDERZIJDE).

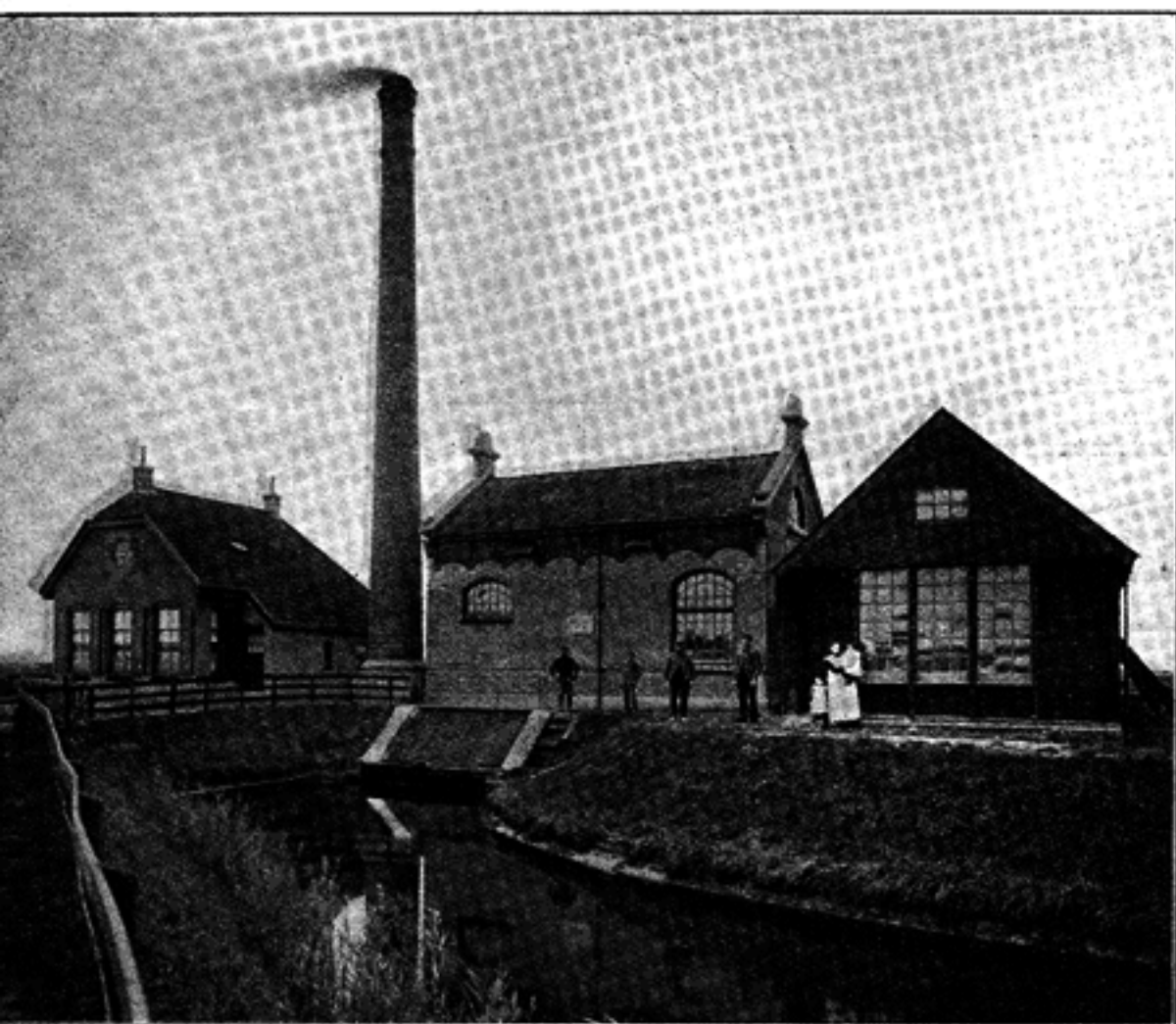


Fig. 5.

De steenkolen hadden een verbrandingswaarde van 7830 W.E.

Op den 7en Maart werd deze beproeving voortgezet. Om onder verschillende omstandigheden de werking na te gaan, werd de opvoerhoogte vermeerderd en de waterhoeveelheid verminderd.

De loop en de wijze der proefnemingen met de verschillende waarnemingscijfers en daaruit volgende berekeningen mogen hier volgen.

ACHTERZIJDE VAN HET GEBOUWENCOMPLEX (BOEZEMZIJDE).



Fig. 6.

Een juiste meting der waterhoeveelheid is en blijft bij dergelijke groote hoeveelheden altijd een moeilijk vraagstuk.

In aanmerking kunnen komen:

- 1°. het meten door middel van een overstort,
- 2°. het na afdamming leegpompen der polderkanalen,
- 3°. het opmalen van het boezemkanaal,
- 4°. de scheikundige meting van VAN ITERS ON,
- 5°. snelheidsmeting met drijvers,
- 6°. snelheidsmeting met een molentje.

Met 1 en 2 werd de totale opvoerhoogte te groot en bestonden nog andere praktische bezwaren.

Het meermalen daags spuien van den boezem deed 3 vervallen; plaatselijke omstandigheden verhinderden 4; 5 werd wegens onnauwkeurigheid verworpen; bleef alzoo over meting met een watermolentje.

Bij een voldoende aantal zorgvuldige metingen zijn met dit toestel bevredigende uitkomsten te behalen, althans behoeft een dergelijke proefneming volstrekt niet achter te staan bij een der hiergenoemde.

Het molentje van WOLTMANN bestaat reeds lang en is voldoende bekend. In een zeer volmaakte afwerking en constructie met enkele verbeteringen wordt het geleverd door ERTEL & Co. te München (fig. 7). Aan een langen ovaalvormigen staak is

MOLENTJE VAN WOLTMANN.

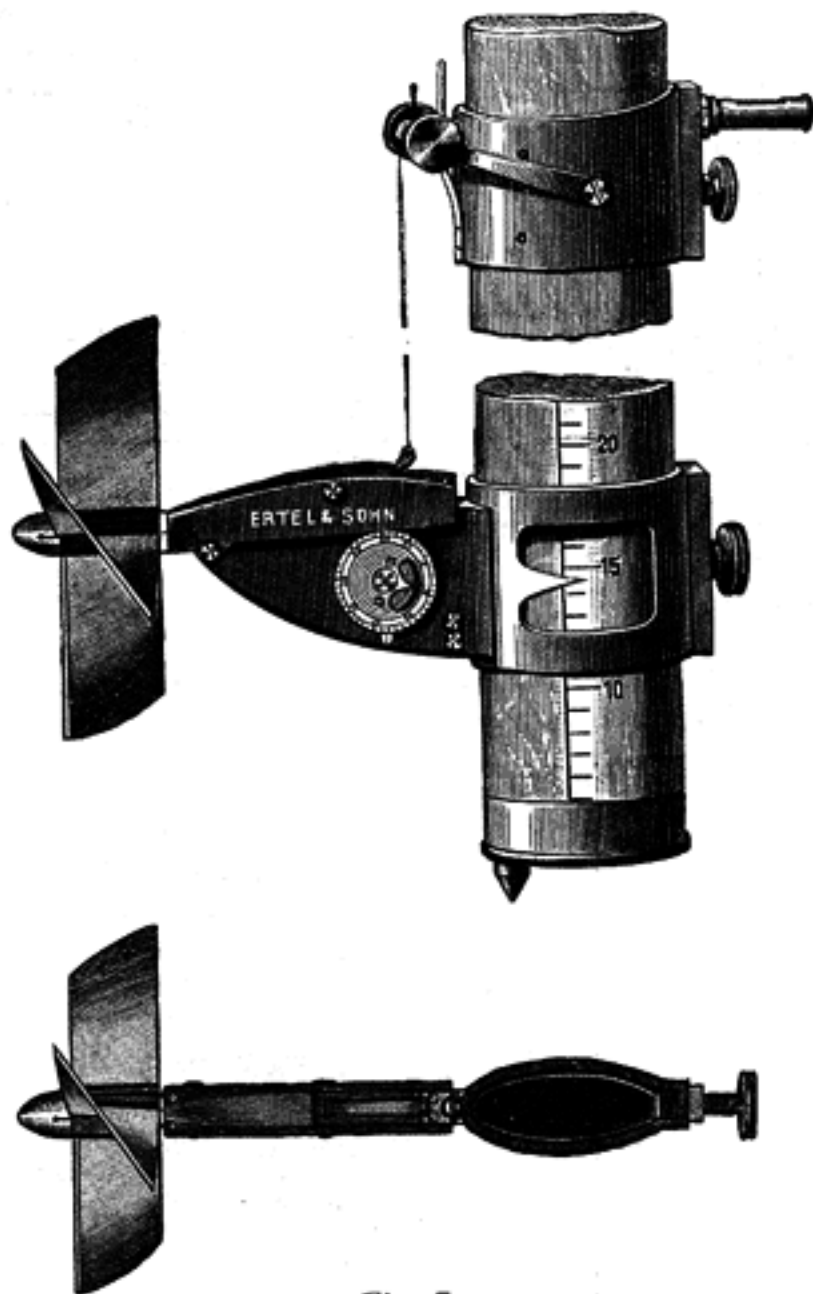


Fig. 7.

het molentje bevestigd, de schroef resp. het schroefasje, dat door de snelheid van het water rondraait, loopt op een agaatssteen en beweegt een telwerk.

Dit telwerk kan door een elektrische klok per 50 omwentelingen gecontroleerd worden of wel, men haalt telkens het toestel uit het water en noteert hoeveel omwentelingen de schroef per minuut gemaakt heeft.

Door een koperdraad met veerspanning kan het vleugelrad van het bovineind van den stok uit in gang gezet en gestopt worden.

Elke snelheid van het water komt overeen met een zeker aantal omwentelingen van de schroef.

Het spreekt vanzelf, dat hierbij wrijvingscoëfficiënten in aanmerking komen, welke met de snelheid van het water en de constructie van het molentje veranderlijk zijn.

Nu bestaat er aan de Technische Hoogeschool te München

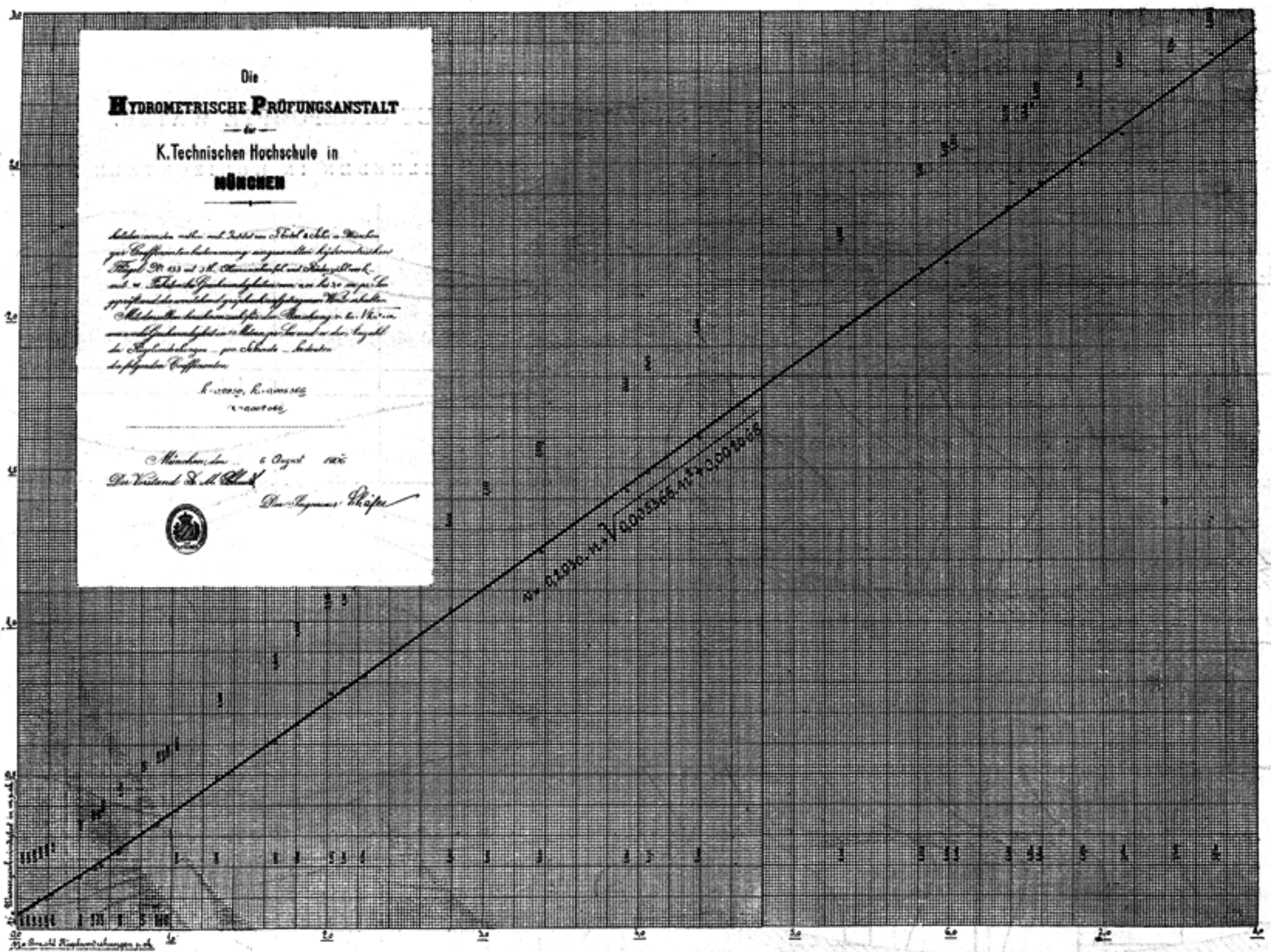


Fig. 8.

een „hydrometrische Versuchsanstalt,” waar deze coëfficiënten voor elk molentje afzonderlijk bepaald kunnen worden.

Dit is ook met het hier gebruikte molentje gedaan en fig. 8 is een grafische voorstelling van de gevonden waarden, welke algemeen aan een formule voldoen, wanneer de te meten snelheden liggen tusschen de 0,5 en 3 M. per sec.

Aan de polderzijde is tusschen de krimpuren bij *AB* (zie fig. 1c, Plaat I) het gemetselde profiel nauwkeurig bekend. Dit profiel is in de loodrechte richting in 6 gelijke deelen, I, II, III, IV, V, VI fig. 17, verdeeld en in de richting van den waterspiegel bij de beide eerste proefnemingen in 3, bij de volgende in 6 vakken verdeeld, zoodat 18, resp. 33, waarnemingspunten werden verkregen. Elk punt werd, om zeker te gaan, enkele malen overgemeten. Van elk vak is door uitzetting der gevonden waarden een grafisch beeld der snelheden opgetekend (fig. 9, 10, 11 en 12.). Door planimetreeing werd de gemiddelde snelheid van één vak bepaald en deze, vermenigvuldigd met het corresponderende oppervlak van elk profiel, geeft de waterhoeveelheid, welke door elk vak is gegaan. Om nu zooveel mogelijk het verloop der snelheidskromme naar het oppervlak en naar den bodem toe te bepalen, zijn enkele hulpwaarnemingen genomen en is om dezelfde redenen bij de laatste proefnemingen (fig. 11 en 12.) het aantal waarnemingspunten in de horizontale richting vermeerderd. Fig. 13, 14, 15 en 16 geven voor elke proefneming een beeld van de snelheden der verschillende horizontale lagen van den waterstroom.

Op het eerste gezicht staat men verwonderd over de uitkomsten, welke deze waarnemingen opleveren, en het blijkt, dat men uiterst voorzichtig moet zijn met het bepalen der waterhoeveelheid door snelheidsmeting in toe- of afvoerkanaal. Een groot aantal waarnemingspunten kan alleen hier een betrouwbaar eindresultaat geven. Bij nadere beschouwing vindt men toch overeenstemming in het karakter dezer lijnen, zoowel in ver-

tikale als in horizontale richting. Dat de snelheden hier zoo uiteenloopen, ligt in hoofdzaak aan den eigenaardigen toevoer van het water. Uit de situatie (fig. 1° Plaat I) volgt, dat het water kort bij het gemaal door twee duikers toevloeit, om vervolgens met een vrij sterke bocht naar het gemaal te stroomen. Het is dan ook opmerkelijk, hoe langs den krimpmuur, welke aan den buitenkant dezer bocht ligt, de grootste snelheid is waargenomen. Dat er verschil is in het karakter der lijnen van de proefnemingen van 7 Dec. en van 7 Maart, vindt zijne verklaring daarin, dat bij de laatste proefnemingen veel minder water verzet werd; ook zal het van invloed zijn geweest, dat bij de eerste proefnemingen een vrij hevige wind met den toevloestroom meewoei en bij de laatste metingen er tegenin woei. Ook werd bij deze laatste 2 proefnemingen het waarnemingsprofiel verplaatst van *A-B* naar *C-D* (fig. 1c, Plaat I) zoodat het water over een grooteren afstand door het rechte gedeelte der krimpuren was gevloeid. De uitkomsten geven een voldoende overeenstemming.

In de nu volgende tabellen A, B, C, D, zijn voor deze vier proefnemingen de verschillende cijfers gegroepeerd en uitgerekend.

Gedurende elke proefneming werden er van de machine een 30-tal indicateurdiagrammen en na de proefneming nog een 15 leegloopdiagrammen genomen; deze laatste diagrammen dus zonder dat de pomp eenigen arbeid verrichtte.

Berekend werd eveneens de taatsarbeid van de pomp voor het ronddraaien der gewichten van as en waaier, waarbij in rekening werd gebracht, dat gedurende het pompen de taats door het water gedeeltelijk werd ontlast. De gang dezer berekening volgt uit onderstaande gegevens en uit tabel E.

GRAFISCHE VOORSTELLING VAN DE SNELHEDEN VAN HET OPGEpompte WATER.

SNELHEDEN IN VERTICALE RICHTING.

SNELHEDEN IN HORIZONTALE RICHTING.

Fig. 9.

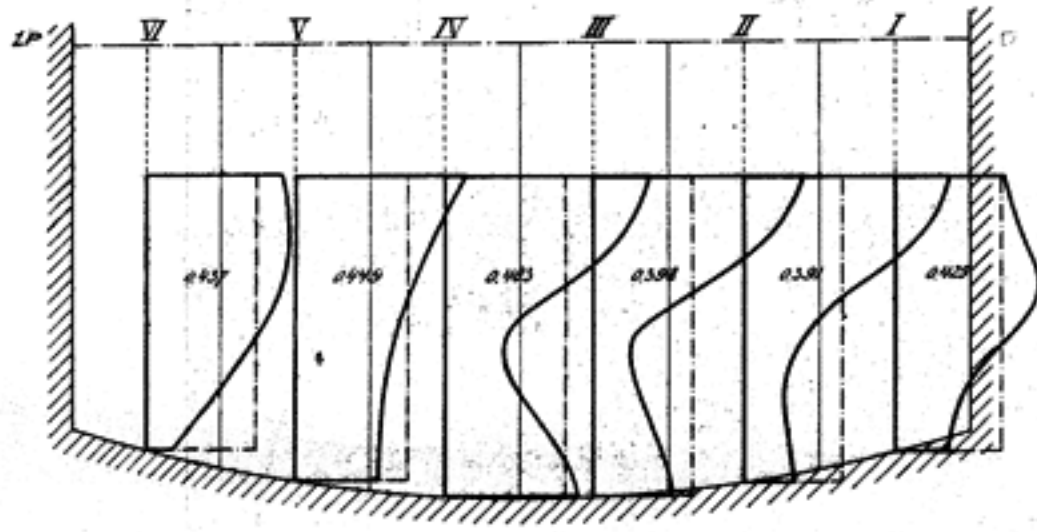


Fig. 10.

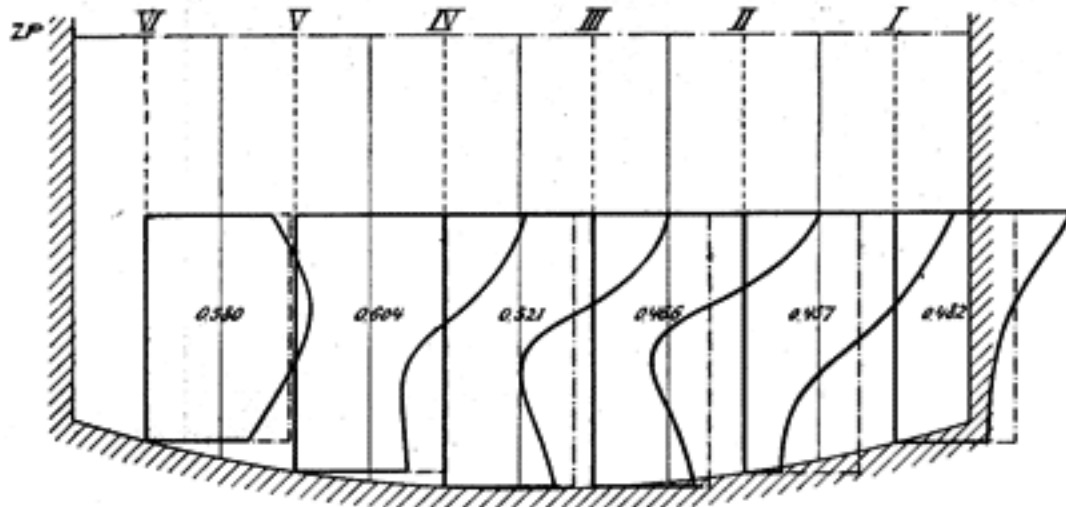


Fig. 11.

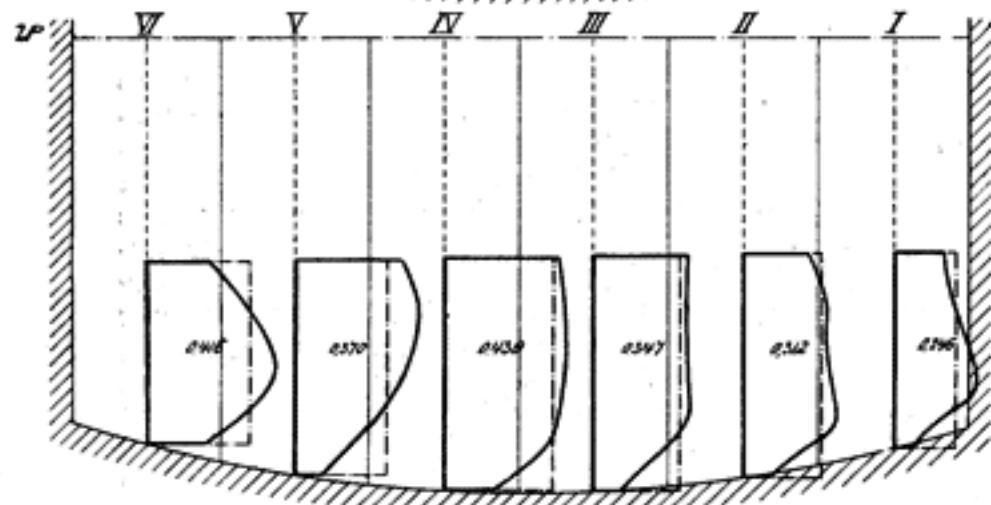


Fig. 12.

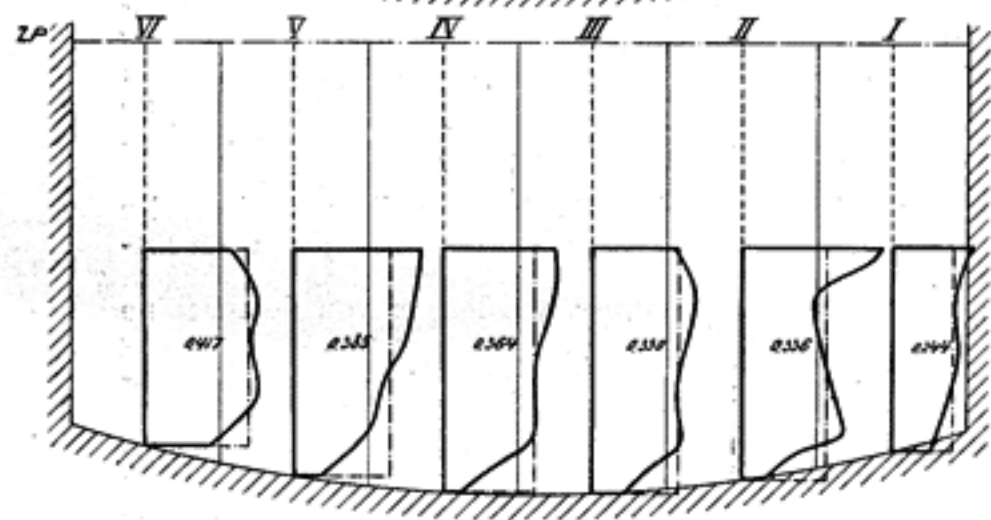


Fig. 13.

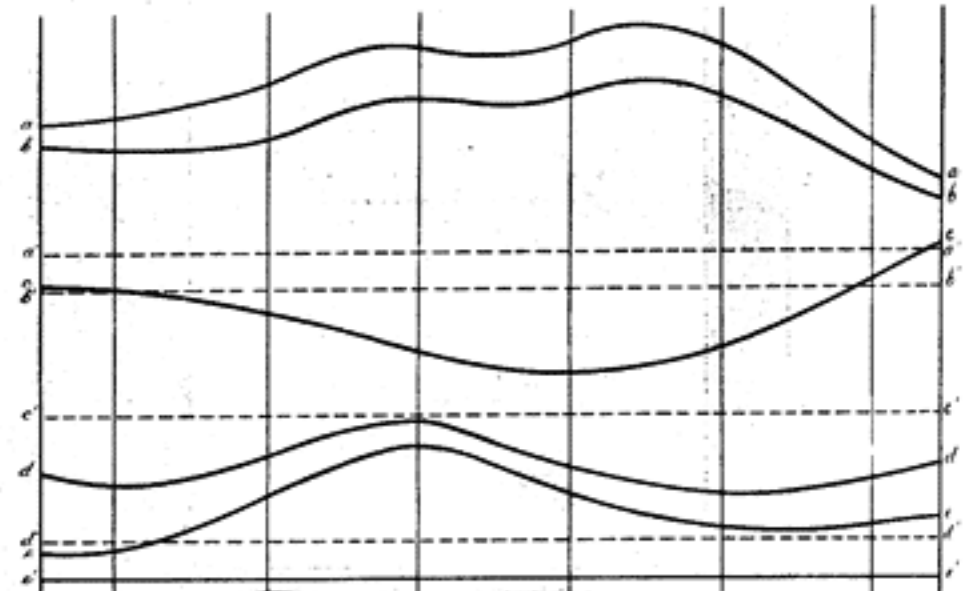


Fig. 14.

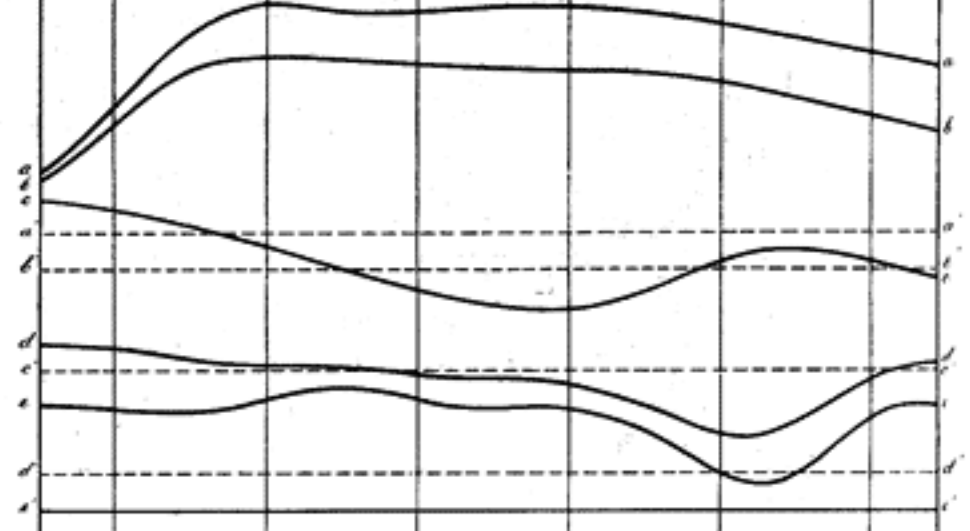


Fig. 15.

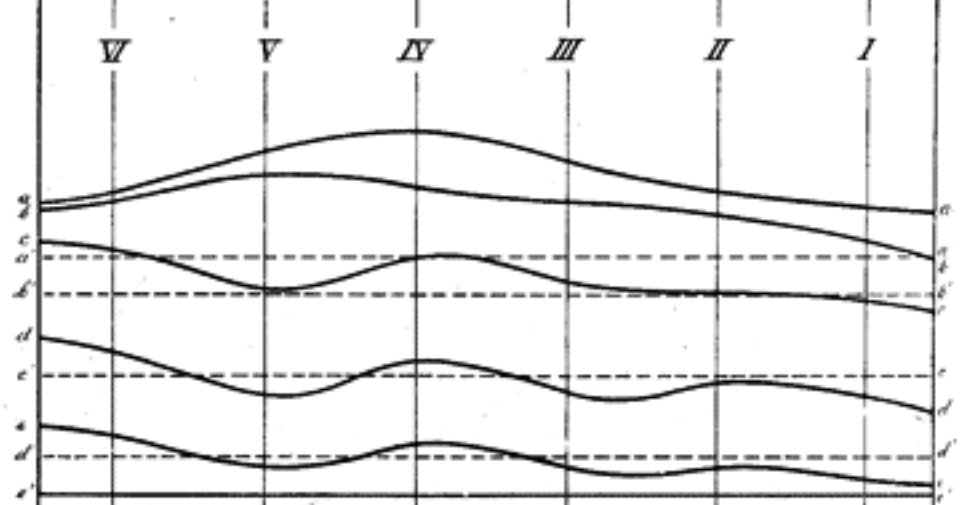
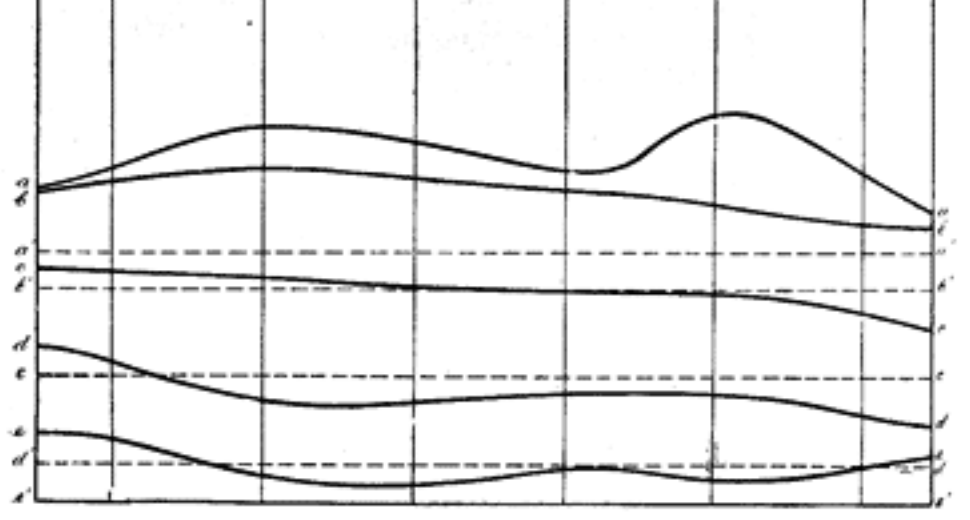


Fig. 16.



TABEL A.

Proef van 7 December 1906, van 9.45 u.—12— u. Zie figuur 9 en 13.

V A K.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Gemiddelde waterstand polderzijde M. ÷ Z.P.	0.518	0.517	0.517	0.516	0.514	0.512
Gemiddelde waterstand boezemzijde M. + Z.P.	0.334	0.334	0.333	0.334	0.333	0.332
Gemiddelde doorsnede in M <sup>2</sup> .	0.6830	0.7571	0.7936	0.7943	0.7594	0.6865
Gemiddelde snelheid in M. p. sec.	0.425	0.391	0.398	0.483	0.449	0.437
Gemiddelde snelheid in M. p. min.	25.50	23.46	23.58	28.98	26.94	26.22
Afvoer in M <sup>3</sup> . p. min.	17.417	17.762	18.713	23.020	20.459	18.001
Gemiddelde opvoerhoogte in M.	0.852	0.852	0.851	0.850	0.847	0.844
Waterpaardekrachten	3.299	3.364	3.538	4.348	3.874	3.377

Totale afvoer . . . . .  $Q = 115.372$  M<sup>3</sup>. p. min.Gemiddelde opvoerhoogte gedurende de proef . . . . .  $H = 0.850$  M.Gemiddeld aantal waterpaardekrachten . . . . .  $W = 21.80$ Bij deze proef was:  $a = 300$ ,  $e = 600$   $f = 300$  (fig. 17).

TABEL B.

Proef van 7 December 1906, van 3.55 u.—5.10. u. Zie figuur 10 en 14.

V A K.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Gemiddelde waterstand polderzijde M. ÷ Z.P.	0.737	0.737	0.737	0.738	0.738	0.739
Gemiddelde waterstand boezemzijde M. + Z.P.	0.375	0.374	0.375	0.375	0.372	0.375
Gemiddelde doorsnede in M <sup>2</sup> .	0.5514	0.6256	0.6615	0.6612	0.6246	0.5503
Gemiddelde snelheid in M. p. sec.	0.482	0.457	0.466	0.521	0.604	0.580
Gemiddelde snelheid in M. p. min.	28.92	27.42	27.96	31.26	36.24	34.80
Afvoer in M <sup>3</sup> . p. min.	15.946	17.154	18.496	20.669	22.637	19.151
Gemiddelde opvoerhoogte in M.	1.112	1.111	1.112	1.113	1.111	1.114
Waterpaardekrachten	3.942	4.236	4.573	5.114	5.591	4.744

Totale afvoer . . . . .  $Q = 114.053$  M<sup>3</sup>. p. min.Gemiddelde opvoerhoogte gedurende de proef . . . . .  $H = 1.112$  M.Gemiddeld aantal waterpaardekrachten . . . . .  $W = 28.20$ Bij deze proef was:  $a = 250$ ,  $e = 500$   $f = 250$  (fig. 17).

TABEL C.

Proef van 7 Maart 1907, van 3.5 u.—5.22 u. Zie figuur 11 en 15.

V A K.	I	II	III	IV	V	VI
Gemiddelde waterstand polderzijde M. ÷ Z.P.	0.965	0.975	0.981	0.986	0.990	0.994
Gemiddelde waterstand boezemzijde M. + Z.P.	0.417	0.419	0.420	0.421	0.422	0.422
Gemiddelde doorsnede in M <sup>2</sup> .	0.4148	0.4828	0.5154	0.5125	0.4734	0.3976
Gemiddelde snelheid in M. p. sec.	0.246	0.312	0.347	0.439	0.372	0.416
Gemiddelde snelheid in M. p. min.	14.76	18.72	20.82	26.34	22.32	24.96
Afvoer in M <sup>3</sup> . p. min.	6.123	9.039	10.731	13.499	10.566	9.924
Gemiddelde opvoerhoogte in M.	1.382	1.394	1.401	1.408	1.413	1.416
Waterpaardekrachten	1.880	2.800	3.342	4.224	3.319	3.125

Totale afvoer . . . . .  $Q = 59.882$  M<sup>3</sup>. p. min.Gemiddelde opvoerhoogte gedurende de proef . . . . .  $H = 1.4015$  M.Gemiddeld aantal waterpaardekrachten . . . . .  $W = 18.69$ Bij deze proef was:  $a = 85$ ,  $b = 170$ ,  $c = 300$ ,  $d = 375$ ,  $e = 180$ ,  $f = 120$ . (fig. 17).

TABEL D.

Proef van 7 Maart 1907, van 8.50 u.—11.15 u. Zie figuur 12 en 16.

V A K.	I	II	III	IV	V	VI
Gemiddelde waterstand polderzijde M ÷ Z.P.	0.897	0.904	0.908	0.913	0.916	0.918
Gemiddelde waterstand boezemzijde M + Z.P.	0.394	0.394	0.397	0.394	0.395	0.395
Gemiddelde doorsnede in M <sup>2</sup> .	0.4553	0.5253	0.5590	0.5561	0.5182	0.4426
Gemiddelde snelheid in M. p. sec.	0.244	0.336	0.350	0.364	0.385	0.417
Gemiddelde snelheid in M. p. min.	14.64	20.16	21.00	21.84	23.1	25.02
Afvoer in M <sup>3</sup> . p. min.	6.665	10.590	11.740	12.146	11.970	11.075
Gemiddelde opvoerhoogte in M.	1.291	1.298	1.306	1.308	1.311	1.313
Waterpaardekrachten	1.913	3.056	3.407	3.530	3.489	3.233

Totale afvoer . . . . .  $Q = 64.186$ Gemiddelde opvoerhoogte gedurende de proef . . . . .  $H = 1.302$ Gemiddeld aantal waterpaardekrachten . . . . .  $W = 18.628$ Bij deze proef was:  $a = 85$ ,  $b = 170$ ,  $c = 300$ ,  $d = 375$ ,  $e = 200$ ,  $f = 135$ . (fig. 17).

Wrijvingsarbeid van de taats.

Bij 100 omwentelingen en 1000 KG. is de wrijvingsarbeid van de taats = 63 KG.M. berekend uit de formule

$$A = \frac{\pi n}{45} \cdot P \mu \cdot \frac{R^2 + Rr + r^2}{R + r}$$

Hierin is  $\mu = 0.05$ .

$R$  en  $r$  zijn de buiten- en de binnenstraal van de ringvormige taats.

Gewicht pompas, waaier enz. = 1240 KG.

Bij 1 Meter opvoerhoogte is ontlast 650 KG.

TABEL E.

Opvoerhoogte.	Ontlast gewicht.	Druk op taats.	Omwentel.	Taatsarbeid in P.K.
0.850	550	690	118	0.74
1.112	725	515	121.2	0.57
1.302	845	395	94.4	0.34
1.402	910	330	95.54	0.29

Er is verder nog gerekend, dat de leeglooparbeid der belaste machine met 3 pCt. van het indicatorvermogen vermeerderd.

Met deze gegevens nu is het niet alleen mogelijk het effect der geheele pompmachine na te gaan, maar kan ook het effect der stoommachine en dat der pomp berekend worden. Vergelijk tabel F.

Ik geloof, dat — in aanmerking genomen het kleine aantal waterpaardekrachten, hetwelk vereischt werd — deze uitkomsten bevrediging kunnen verwekken. Voor het normale geval, dat is 100 M<sup>3</sup>. per minuut en 1,20 M. opvoer, zal deze machine met  $\pm 50$  pCt. totaal effect werken en daarbij heeft de stoommachine slechts een rendement van 80 pCt., terwijl bij grotere machines gemakkelijk 88 à 90 pCt. te behalen is.

Wij kunnen dus veilig aannemen, dat het effect van een dergelijk bemalingswerktuig bij  $\pm 1$  M. opvoerhoogte, naar gelang het waterverzet, tusschen de 50 à 60 pCt. zal liggen.

Dat het rendement der pomp met inbegrip der buisleiding ongeveer max. 75 pCt. bedraagt, bewijst wel, dat wij met de centrifugaalpomp ook voor lage opvoerhoogte gunstige resultaten kunnen verkrijgen.

Uit dergelijke proefnemingen kunnen verschillende gegevens worden afgeleid, welke ook voor het waterschap van belang zijn.

Heeft men n.l. 3 of 4 proeven genomen, waarvan de gegevens betrouwbaar zijn en eenigszins uit elkaar loopen, dan kan men een betrekking vinden tusschen omwentelingen, opvoerhoogte en waterhoeveelheid en deze grafisch in beeld brengen.

Daar nu de opvoerhoogte en het aantal omwentelingen steeds zijn waar te nemen, kan de juiste waterhoeveelheid

TABEL F.

Eindresultaten.

Datum en duur van de proef.	7 Dec. 1906 9.45 u.—12 u.	7 Dec. 1906 3.55 u.—5.10 u.	7 Maart 1907 3.5 u.—5.22 u.	8 Maart 1907 8.50 u.—11.15 u.
Opbrengst in M <sup>3</sup> . per minuut (Q)	115.372	114.053	59 882	64.186
Opvoerhoogte in M. (H)	0.850	1.112	1.4015	1.302
Waterpaardekrachten (W)	21.80	28 20	18.69	18.628
Omwentelingen per minuut (n)	118	121.2	95.54	94.4
Indicatorvermogen (I)	53.63	60.52	34.40	32.634
Leeglooparbeid bij n omwentel. + 3 pCt. v. h. indicatorverm. (L)	11.285	11.754	8.866	8.720
Wrijvingsarbeid van de taats bij n omwentel. (w)	0.74	0.57	0.29	0.34
Effectief vermogen v. d. pomp (E) = I - L + w	43.085	49.336	25.824	24.254
$\frac{W}{E}$ = nuttig effect v. d. pomp pCt.	50.60	57.16	72.38	76.80
$\frac{E}{I}$ = » » » » machine pCt.	80.34	81.50	75.07	74.32
$\frac{W}{I}$ = » » » » pompmachine pCt.	40.67	46.60	54.33	57.10
Omtreksnelheid van den waaier (V)	8.6425	8.8845	7.003	6.92
$\sqrt{2gH}$	4.0833	4.672	5.245	5.06
$C = \frac{V}{\sqrt{2gH}}$	2.116	1.900	1.334	1.368

PROFIEL VAN HET TOEVOERKANAAL MET DE WAARNEMINGSPUNTEN.

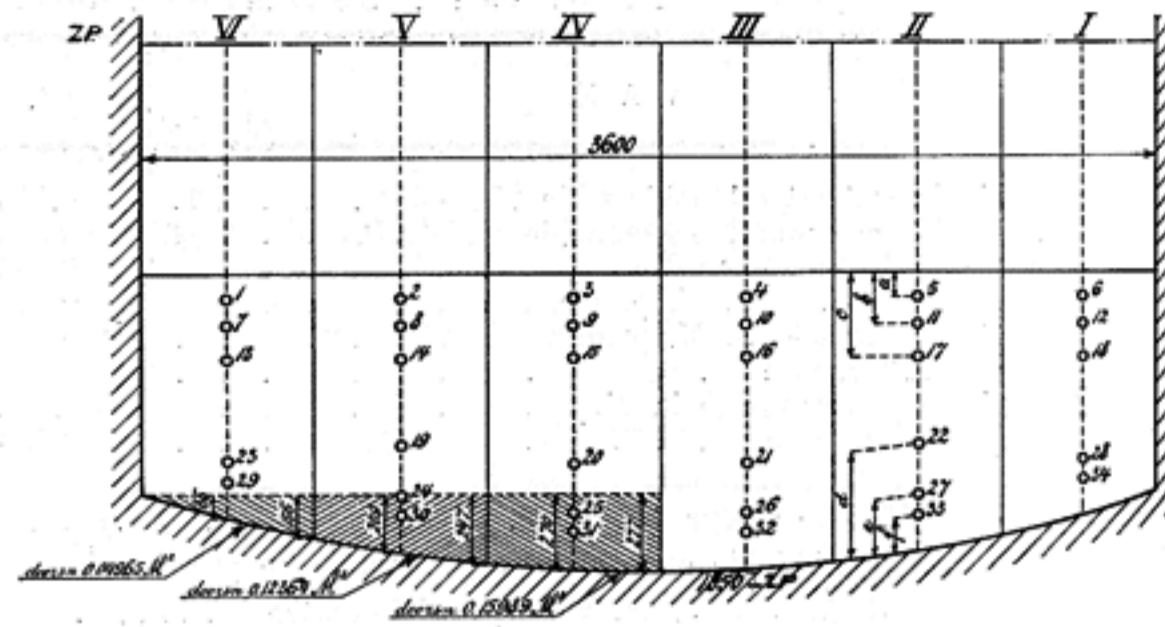


Fig. 17.

gevonden worden, welke uit den polder gepompt wordt. Figuur 18 is een grafiek, welke voor deze pomp geldt.

Een dergelijk bemalingswerktuig werd voor eenigen tijd uitgevoerd voor den polder Hardinxveld (fig. 19 a, b, c, d, Plaat II).

Het verschil van binnen- en buitenwater is hier veel grooter; het bedraagt in het normale geval 2,75 M. en kan echter tot 3,75 stijgen.

Machine en ketel zijn geplaatst in het bestaande gebouw. Het pomplichaam kan in de machinekamer uitgenomen worden en ligt ongeveer 1 M. boven het polderpeil. Het rust op balkijzers. Het slakkenhuis is zoo groot ontworpen, dat het in den bestaanden put ging. De machinefundering werd zoodoende weinig kostbaar.

De machine is geheel van dezelfde constructie als die in de figuren. Onder verschillende omstandigheden is met dit werktuig gemalen en het bleek, dat deze opstelling ook bij hoogen opvoer met succes kan worden toegepast.

De hoofdafmetingen van machine, pomp en ketel zijn:

Cilindermiddellijn . 275 mM.	Zuig- en persopening 550 mM.
Slaglengte . . . . . 500 mM.	Waaier middellijn 1300 mM.
Aantal omw. 135—180 p. min.	„ breedte . . . 135 mM.
Verwarmend oppervlak . . . . . 23 M <sup>2</sup> .	Normale opvoerhoogte . . . . . 2,75 M.
Ketelspanning . . . . . 7 atm.	M <sup>3</sup> per minuut . . . 35 M <sup>3</sup> .
Roosteroppervlak . 0.65 M <sup>2</sup> .	Waterpaardekracht 21,5

Opmerksaamheid verdient het hooge aantal omwentelingen voor een stoommachine met vrijvallende inlaatbeweging. Proefnemingen bij 180 omwentelingen hebben aangetoond, dat de goede werking van het geheel hierbij volkomen verzekerd is.



GRAFIEK VAN DE BETREKKING TUSSEN WATERHOEVEELHEID, OPVOERHOOGTE EN OMWENTELINGEN.

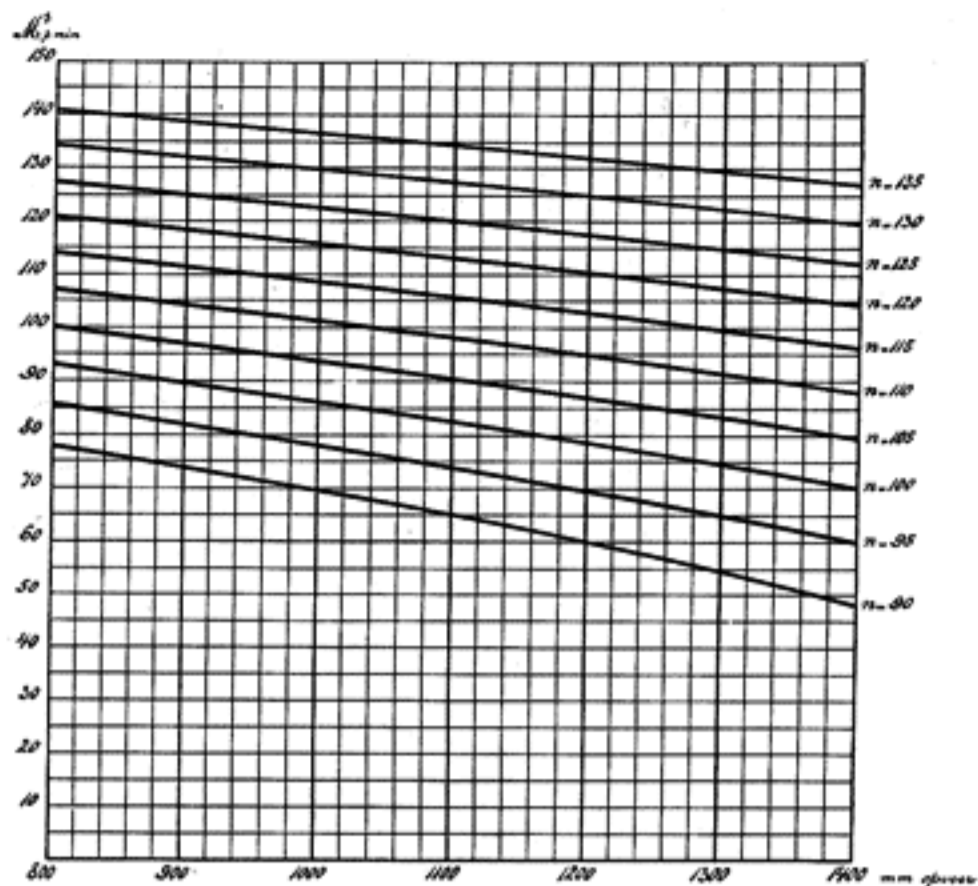


Fig. 18.

Een reeks proeven werden bij constanten opvoer en verschillend waterverzet genomen, om het effect van pomp en machine bij grootere en kleinere opbrengst vast te stellen.

De uitkomsten dezer proefnemingen zijn in fig. 21 grafisch voorgesteld.

De waterhoeveelheid werd gemeten door overstorting. Uit fig. 19a, Plaat II is zichtbaar, dat een lange waterloop het water naar- en van de pomp toe- en afvoert.

Op het uiteinde van het afvoerkanal werd door het inbrengen der schotbalken een overlaat verkregen, welke begrensd was door de zijmuren van dit kanaal. Door opvulling der schotbalkspooningen werd deze overlaat zoo nauwkeurig mogelijk gemaakt. De onderkant van den overstort bestond uit een scherphoekigen regel met de schuine zijde naar buiten.

Op 2 Meter afstand van de schotbalken in A (fig. 19c, Plaat II) was een peilschaal aangebracht, welke de hoogte van het water boven den overstort aangaf. Deze peilschaal bepaalde dus ook den stand voor het buitenwater; de stand van het binnenwater werd afgelezen op peilschaal B; beide waarnemingspunten liggen op ongeveer 20 Meter uit de pomp.

In het Zeitschr. d. Ver. D. Ing. van 1890 staan uitvoerige proeven gepubliceerd, door Prof. FRESE genomen met dezen en dergelijke overstorten.

De hoeveelheid water wordt bepaald uit de formule

$$Q = \frac{2}{3} \mu b h \sqrt{2gh}$$

Hierin is  $b$  de breedte,  $h$  de hoogte van den waterspiegel bij B boven den overstort;  $\mu$  is een veranderlijke en kan volgens de voorgenoemde proefnemingen voor elke  $h$  en  $b$  berekend worden uit

$$\mu = 0,5755 + \frac{0,017}{h + 0,18} - \frac{0,075}{b + 1,2}$$

In fig. 20 zijn de verschillende waarden van  $\mu$  door een kromme voorgesteld, ze loopen zelfs bij een groot verschil in de wateropbrengst weinig uit elkaar.

Waar het hier een betrekkelijk klein bemalingswerktuig geldt, meen ik, dat de uitkomsten gunstig genoemd mogen worden.

Bij de normale werking bedraagt het effect der pomp van 70 tot 75 pCt., met inbegrip van de af- en opmaling in toe- en afvoerkanalen. Voor elke proef werden ca. tien indicatordiagrammen genomen, terwijl het vermogen der onbelaste machine uit 20 diagrammen werd bepaald. De splitsing van het totaal effect in dat der pomp en dat der machine leert ook hier, hoe bij grootere machines met zooveel beter rendement de verhouding  $\frac{W.P.K.}{I.P.K.}$  kan worden.

Waarom deze pomp voor het normale geval en de pomp

in den Zuiderpolder voor een abnormaal geval vrijwel met haar hoogst nuttig effect werken, wordt daardoor verklaard, dat in het laatste geval (Zuiderpolder) de aanlegkosten bij grootere afmetingen der pomp aanmerkelijk hooger waren uitgevallen.

Ik verwijs tot staving hiervan naar het artikel van den heer VREEDENBERG in *De Ingenieur* van 1906 no. 48, waaruit blijkt, dat de heer V. eveneens van oordeel is, dat men bij centrifugaalpompe-bemalingen met lagen opvoer ter wille van een praktische en voordeelige oplossing het rendement iets ongunstiger moet nemen.

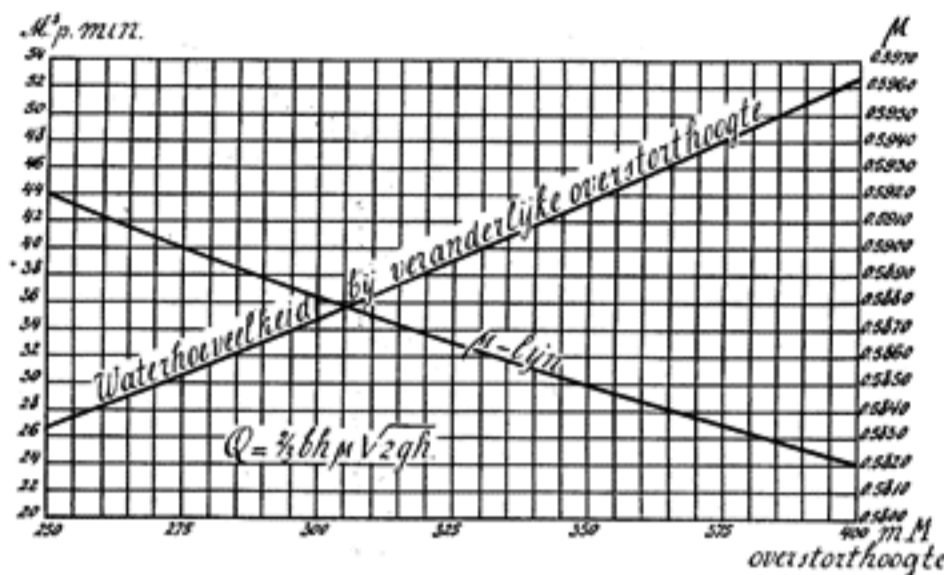


Fig. 20.

Een eigenaardig geval hadden wij in het begin van het vorige jaar op te lossen. De Maatschappij tot Exploitatie van Staatsspoorwegen had op haar terrein te Arnhem eenige bronnen, waarvan zij de capaciteit wenschte te zien vastgesteld.

De nauwste dezer bronnen had een middellijn van 185 m.M. binnenwerks, terwijl het water meer dan 10 M. beneden den beganen grond stond.

Daar het hier slechts een beproeving gold, moest, ook omdat daarmee in den kortst mogelijken tijd een aanvang te maken was, een oplossing van het te bezigen werktuig voor de beproeving gevonden worden, welke zoo eenvoudig mogelijk was.

De hoeveelheid zou 50 M³ per uur bedragen. In de keuze van het pompwerktuig werd vrijheid gelaten. Al spoedig

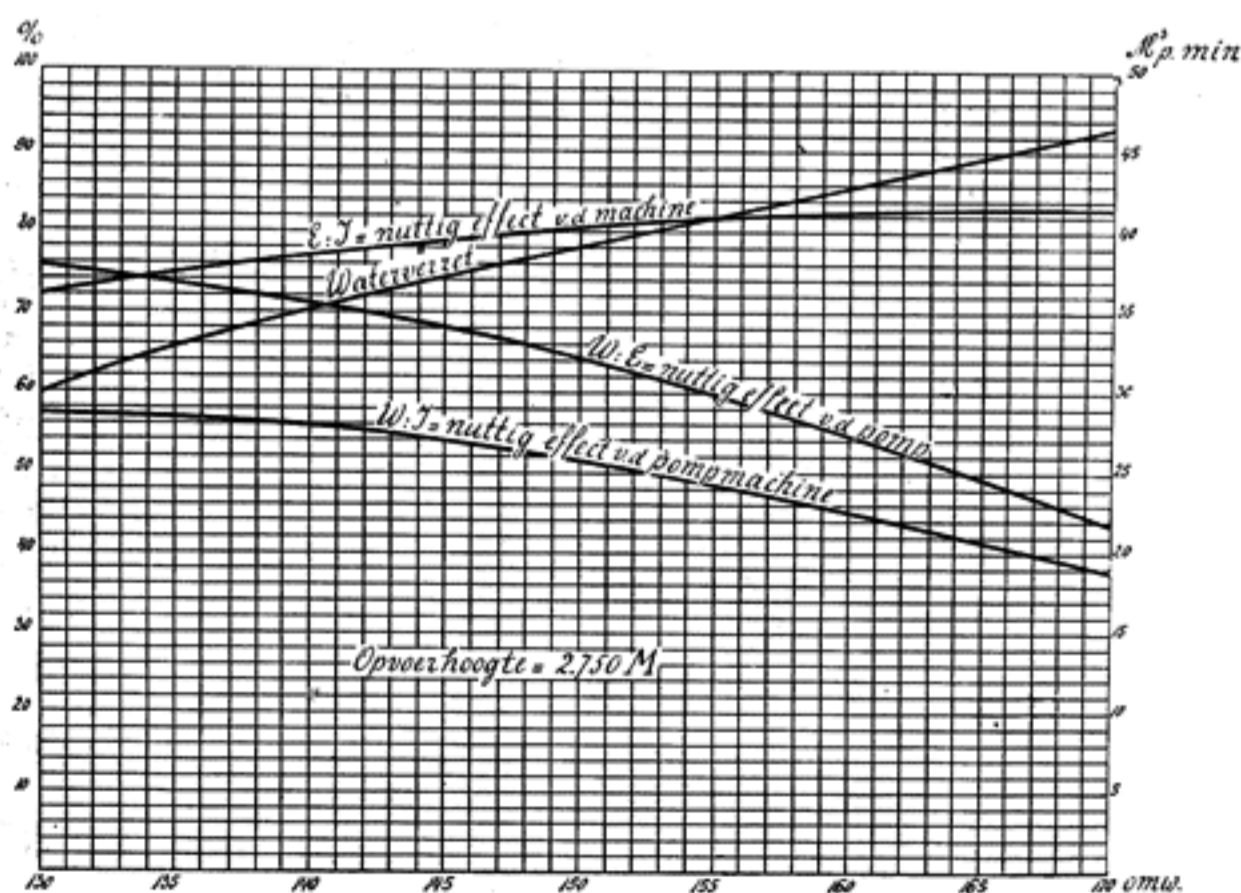


Fig. 21.

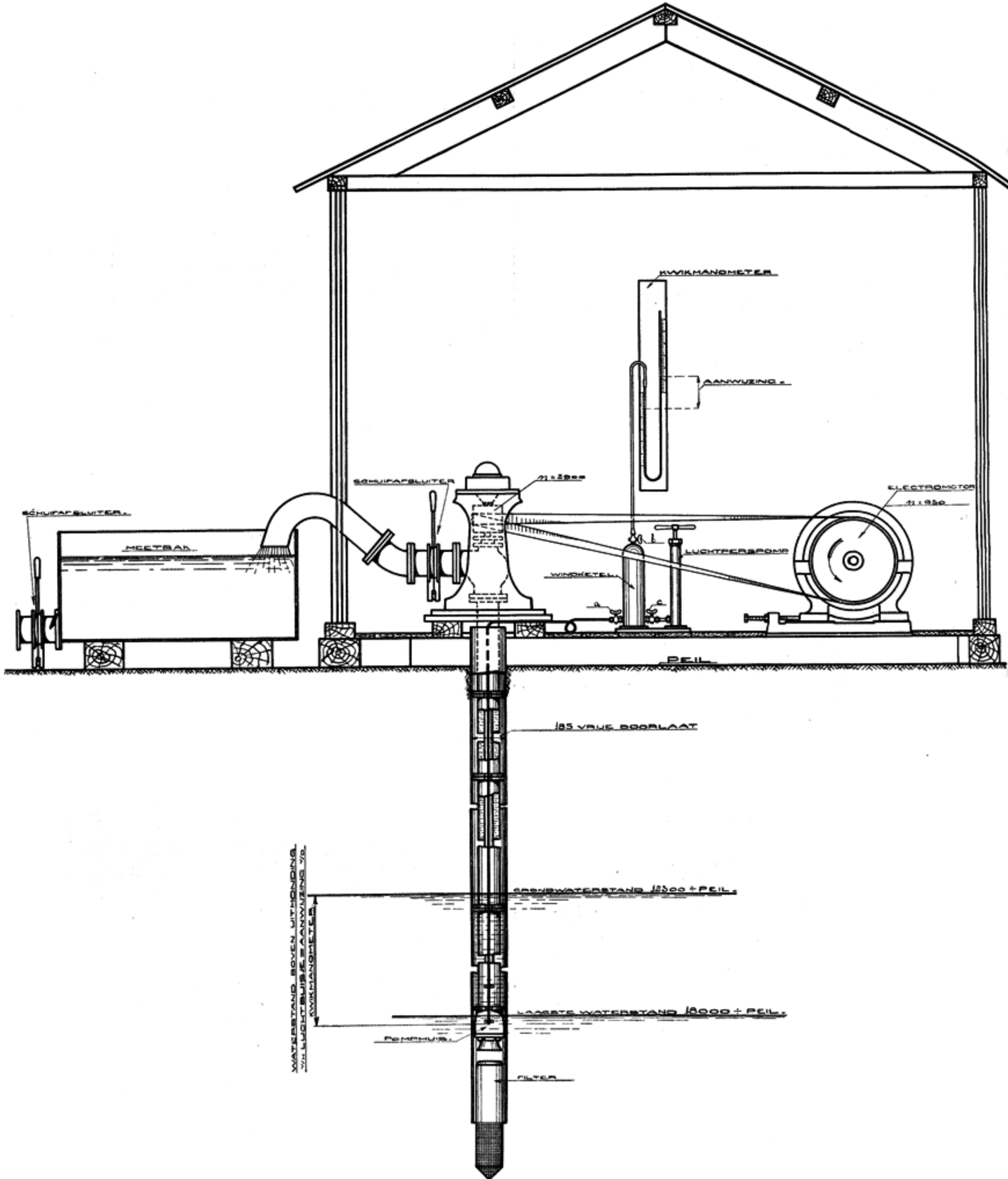
kwamen wij tot het inzicht, dat met een plungerpomp het vraagstuk bezwaarlijk was op te lossen.

De afmetingen werden zoo groot en het geheel zoo kostbaar, dat wij geen voorstellen in dien geest durfden te doen. De diepte der bron tot aan den filter was te gering om met een Mammuthpomp te werken.

Besloten werd een centrifugaalpompe te ontwerpen.

PROEFPOMPSTATION OP HET EMPLACEMENT DER STAATSSPOOR TE ARNHEM.

ELECTRISCH GEDREVEN DIEPWEL CENTRIFUGAALPOMP.



Schaal 1 : 25.

Fig. 22, geeft de inrichting van het pompstation, zooals het uitgevoerd werd.

Fig. 23 is een doorsnede van den waaier en het pomphuis, en uit fig. 24 is zichtbaar, hoe de waaier er uitziet en hoe de leidschoepen in het pomplichaampje, welke het water uit den waaier ontvangen, in loodrechte richting geleiden.

Het pompje is bevestigd aan MANNESMANN-buizen. De as loopt in een binnenbuis, welke beneden verpakt is, zoodat geen water, en vooral geen zand, tusschen as en metalen kan komen en deze van boven gesmeerd kunnen worden.

Tusschen de binnen- en buitenbuis stijgt het water omhoog.

Het geheel hangt aan een stoel, waarin de as met riemschijf draait, welke door een electromotor worden bewogen.

DIEPWELPOMP.  
70 M<sup>3</sup>. per uur.  
20 M. opvoerhoogte.  
2900 omwentelingen per minuut.

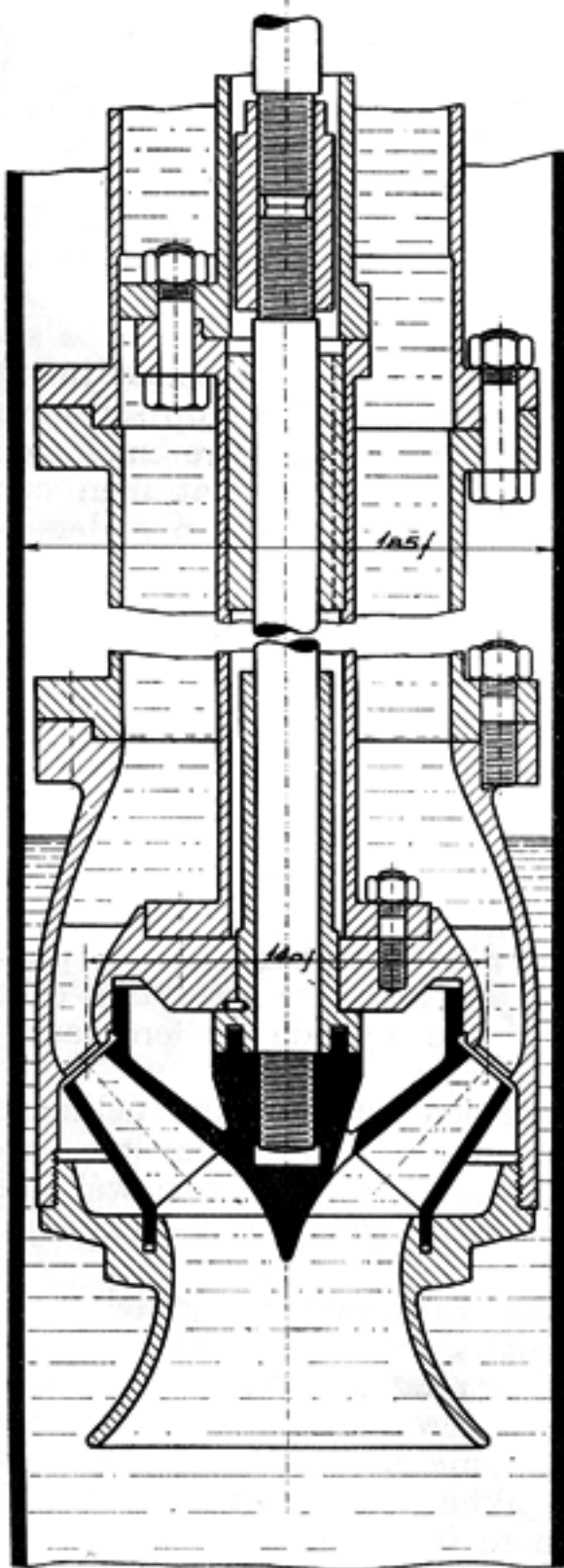


Fig. 23.

Een moeilijkheid was nog gedurende het pompen den stand der bron bij verschillende wateropbrengsten op te nemen.

Door middel van samengeperste lucht was een oplossing te vinden.

Aan een drukwindketel werd een kwikmanometer en een drukbuisje verbonden, dit luchtbusje gaat tot onder aan de pomp. Pompt men den windketel vol lucht, dan kan de lucht ontsnappen uit het ondereind van het luchtbusje. De druk in den windketel zal steeds evenwicht maken met de waterkolom, welke boven de uitmonding van het luchtbusje staat, de manometer wijst dezen druk aan en daar de afstand van de uitmonding der luchtbus onder den beganen grond bekend is, kan men door aftrekking dezer beide waarden, onmiddellijk vinden, hoe diep het water onder den bodem staat en hoe groot de afpomping is geweest.

In beginsel is dit dezelfde pneumatische waterstandmeting,

als door den heer ROOSEN aan het droogdok no. IV der gemeente Rotterdam is bedacht geworden.

Het grootste kwantum, dat opgepompt werd, bedroeg 70 M<sup>3</sup>. per uur.

De grootste opvoerhoogte was 19 M. en het aantal omwentelingen + 2900. Het stroomverbruik was bij 220 volt 30 à 40 ampère, afhankelijk van het waterverzet.

ONDERDEELN VAN DE POMP.

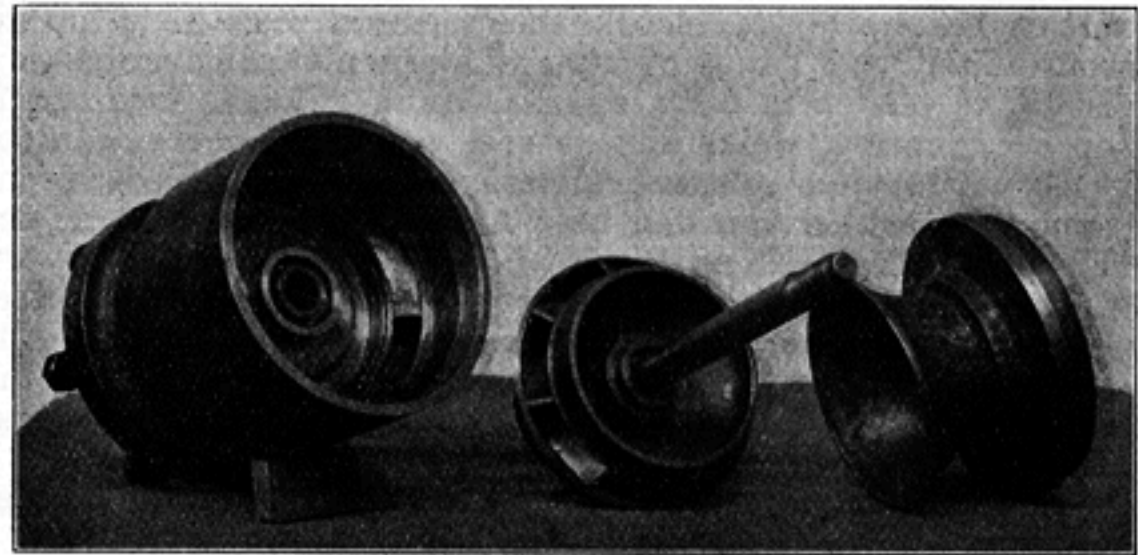


Fig. 24a.

Daar ik in het voorgaande in hoofdzaak over de inrichtingen gesproken heb, wil ik ten slotte nog een paar beschouwingen ten beste geven, welke U meer speciaal mijne ondervinding en zienswijze over centrifugaalpompen voor lagen druk te kennen geven.

Vroeger reeds heb ik er op gewezen, dat men zich te angstvallig vasthoudt aan een wiel met 6 schoepen; de pompen, welke wij voor het droogdok no. IV hebben uitgevoerd, hadden 20 schoepen bij een waaier middellijn van 600 mM., en de resultaten der proefnemingen waren zoo gunstig, dat men gerust kon zeggen, dat dit groote aantal schoepen de pomp geen kwaad gedaan had.

Ik zie volstrekt niet in, dat wanneer een kleine pomp 6 schoepen heeft, een pomp, welke eenige duizenden malen grooter is, ook 6 schoepen moet hebben. Wij hebben pompen van 200 mM. waaiermiddellijn uitgevoerd, welke 14 schoepen hadden en waarvan het effect 75 pCt. bedroeg.

Nu meen ik, dat juist bij lagedrukpompen een groot aantal

ONDERDEELN VAN DE POMP.

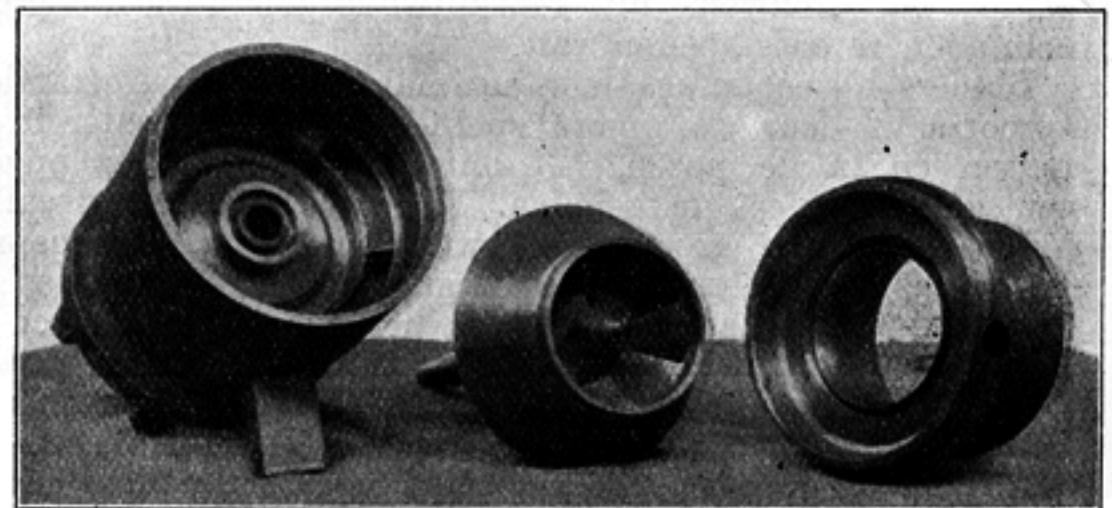


Fig. 24b.

schoepen veel kan bijdragen tot effectvermeerdering. Dit hangt eenigszins samen met de beteekenis, welke ik hecht aan het pomplichaam.

Gaat men er van uit — en het staat bij mij vast — dat bij juisten vorm van dit deel der pomp nog drukvermeerdering plaats vindt, dan zal men ook vanzelf er toe komen, de beweging van het water uit den waaier in het slakkenhuis zoo continu mogelijk te doen zijn. De absolute snelheid komt hiervoor alleen in aanmerking; deze snelheid vermindert van den buiten- naar den binnenomtrek. Heeft men b.v. 2 waaiers, waarvan de eene 6 en de andere 20 schoepen heeft, dan zal tusschen 2 schoepeinden het verschil van de grootste en de kleinste absolute snelheid in het laatste geval kleiner zijn

dan in het eerste. Men kan het haast vergelijken met de beweging van het water van een éénplungerpomp en een drieplungerpomp. Is dus deze beweging gelijkmatig, dan moet dit ontegenzeggelijk de eigenaardige arbeidsverandering, welke hier plaats vindt van kinetische in potentieele ten goede komen.

Van belang is ook, dat de radiale snelheid klein is, daardoor zal de richting der absolute snelheid meer tangentiaal verlopen.

In een onlangs verschenen interessante studie over centrifugaalpomp van Prof. LORENZ, gaat deze bij zijne theoretische beschouwingen zelfs van een oneindig aantal schoepen uit en baseert hij de geheele theorie dezer werktuigen op de continuïteit van beweging; dat hij hierin niet van overdrijving is vrij te pleiten is zeker waar, maar ik wilde U toch wijzen op een richting, welke m. i. te veel verwaarloosd is geworden.

Ik wil bij deze gelegenheid terugkomen op het reeds voren genoemde artikel van den heer A. J. C. VREEDENBERG, lid der Firma W. C. en K. DE WIT.

Daarin staat op bladz. 917 onderaan: „Er is reeds veel over dit onderwerp gepubliceerd en er zijn ook dikwijls proeven genomen, maar steeds met pompjes van zeer kleine afmetingen, zoodat de resultaten dan ook maar maatgevend zijn voor pompen van ongeveer dezelfde capaciteit”.

Ik zou haast zeggen een dergelijke uitspraak is niet zonder tendenz.

Dat onderzoekingen en proefnemingen op kleine pompen van geen absolute waarde zijn voor groote pompen, behoeft wel niet betoogd te worden.

Zulke proefnemingen hebben echter een vergelijkende relatieve waarde, waaruit dikwijls met zekerheid een gevolgtrekking is te maken op grotere verhoudingen.

Onderzoekt men b.v. 2 slakkenhuizen of 2 waaiers van verschillenden vorm aan een en dezelfde pomp, dan verkrijgt men zekere waarden, welke men ook bij grotere pompen (volgens dezelfde gegevens ontworpen) in een zelfde betrekking weer zal vinden, al verschillen dan ook de absolute waarden, welke men met de groote en kleine pomp zou gevonden hebben.

Lijnrecht tegenover de meening van den heer VREEDENBERG staat het feit, dat JOSEPH FARCOT bij de uitvoering der groote pompen voor bemaling van de Nijlpolders eerst door proefnemingen aan een pomp van  $\frac{1}{10}$  der ware grootte den juisten vorm der eigenlijke pompen had vastgesteld.

Ook kan ik mij niet vereenigen met wat elders in dit artikel staat over het hydraulisch effect eener centrifugaalpomp voor lagen opvoer in vergelijking met dat van een scheprad.

In tegenstelling met den heer VREEDENBERG ben ik van meening, dat de effectlijn van een scheprad bij lagen opvoer veel gunstiger zal verlopen, dan die van een centrifugaalpomp, wat trouwens uit verschillende gepubliceerde proefnemingen te constateeren valt.

Immers bij centrifugaalpomp maken juist de weerstanden, veroorzaakt door de groote snelheden van het water in de buizen en in de pomp, het onmogelijk, bij lagen opvoer een gunstig effect te behalen. Deze weerstanden nu vallen bij het scheprad grootendeels weg, omdat bij het scheprad het grootste gedeelte der hefbeweging van het water statisch in plaats van dynamisch gebeurt; het hydraulisch effect zal nagenoeg bij elken opvoer hetzelfde zijn.

Zoo lijkt het haast, alsof ik het scheprad weer in eere hersteld zou willen zien; maar de heer VREEDENBERG somt verder al de voordeelen eener centrifugaalpomp op tegenover een scheprad en hierin ben ik het geheel met hem eens.

Door zijn gunstige opstelling heeft bij lagen opvoer het scheprad beslist een beter hydraulisch effect en wil men nu met de centrifugaalpomp dit effect nabij komen, dan dient men de verschillende weerstanden zooveel mogelijk te verkleinen en dit bereikt men in de eerste plaats door vermijding van bochten en buisleidingen dus door pompen met vertikale asopstelling.

## REDACTIONEEL GEDEELTE.

### Een nieuwe wijze van voortbeweging voor stoomschepen.

(Met afbeeldingen.)

**Z**oals het bovenschrijf reeds aangeeft, is het de bedoeling van dit schrijven de aandacht te vestigen op een andere wijze van voortbewegen te water, dan tot nu toe gebruikelijk is.

Aan de thans bestaande wijze van voortbewegen kleven principieel bezwaren.

Wat toch is het geval? Een schip, tot bepaalde diepte ingezonken, wordt, door middel van de stuwschroef, met kracht door het water geduwd. Het schip kan zich echter niet verplaatsen, of het moet het water wegduwen. Dat water biedt tegenstand tegen die verplaatsing.

Die tegenstand neemt toe, naarmate de snelheid van voortbeweging van het schip grooter wordt; doch in veel sterker mate dan deze. Gewoonlijk neemt men aan, met het vierkant der vaartsnelheid; zoodat, bij betrekkelijk geringe snelheidsvermeerdering van het schip, reeds een belangrijke toename van den bewegingsweerstand plaats heeft.

Hieruit vloeit dus onmiddellijk voort, dat, vooral voor grotere snelheden, de thans gevolgde bewegingswijze onpractisch is.

Wat dus wel bruikbaar is voor kleine snelheden, is dit niet meer voor grotere; en toch bestaat juist in den laatsten tijd behoefte naar grotere snelheid op scheepvaartgebied. Wil men echter, te water, die grotere snelheid bereiken, dan komt het schrijver dezes voor, dat men op den duur zijn toevlucht zal moeten nemen tot een andere constructiewijze voor stoomschepen.

Tot op heden heeft men het uitsluitend gezocht in de fijnheid van het model van het schip, in verband met het machinevermogen.

Wil men namelijk een groote vaartsnelheid bereiken, dan tracht men het model van het schip zoodanig te kiezen, dat de waterweerstand zoo gering mogelijk uitvalt; terwijl dan in het schip een zoo groot mogelijk vermogen wordt geplaatst, liefst met zoo weinig mogelijk gewicht. Ten koste van veel vermogen, is men er op die wijze in geslaagd, groote snelheden te water te bereiken. In de practijk, voor het dagelijksch leven, hebben deze resultaten echter geen groote waarde, daar de kosten, aan de snellere vaart onvermijdelijk verbonden, te hoog zijn.

De thans verkregen groote vaartsnelheden mogen voor marinedoeleinden groote waarde bezitten, voor de handelsvloot zullen de hooge bedrijfskosten wel steeds een beletsel blijven, om boven een bepaalde betrekkelijk kleine vaartsnelheid te geraken.

Zal men op den duur, ook op handelsgebied, tot grotere snelheid komen, dan zal dat alleen kunnen met minder arbeidsverspilling; doch dan zal men m. a. w. op den duur gedwongen worden tot een andere wijze van voortbeweging, waarbij de bewegingsweerstand niet in die mate met de vaartsnelheid stijgt.

Men zal het denkbeeld, het schip eenvoudig door het water te duwen, dienen te verlaten.

Dat gedeelte van het schip, dat met het water in aanraking komt, het natte oppervlak, moet zich niet, of althans zoo weinig mogelijk, ten opzichte van het water verplaatsen.

Het moet, bij de voortbeweging van het schip, ten opzichte van het water in rust blijven. Het moet enkel dienen om het schip te dragen. Zulks zal natuurlijk alleen mogelijk zijn, indien dit natte oppervlak verplaatsbaar is ten opzichte van het andere deel van het schip, daar dat zich, integenstelling met het eerste, wel moet kunnen verplaatsen over het water, terwijl het in het water ingedompelde deel ten opzichte daarvan in rust blijft.

Wij moeten m. a. w. komen tot een constructie, die overeenkomst heeft met de voortbeweging van een wagen over den weg.

Hier blijft toch immers bij de beweging ook dat deel van den wagen, dat met den weg in aanraking komt, ten opzichte van den weg in rust.

Laten wij thans een dusdanig vaartuig eens trachten samen te stellen.



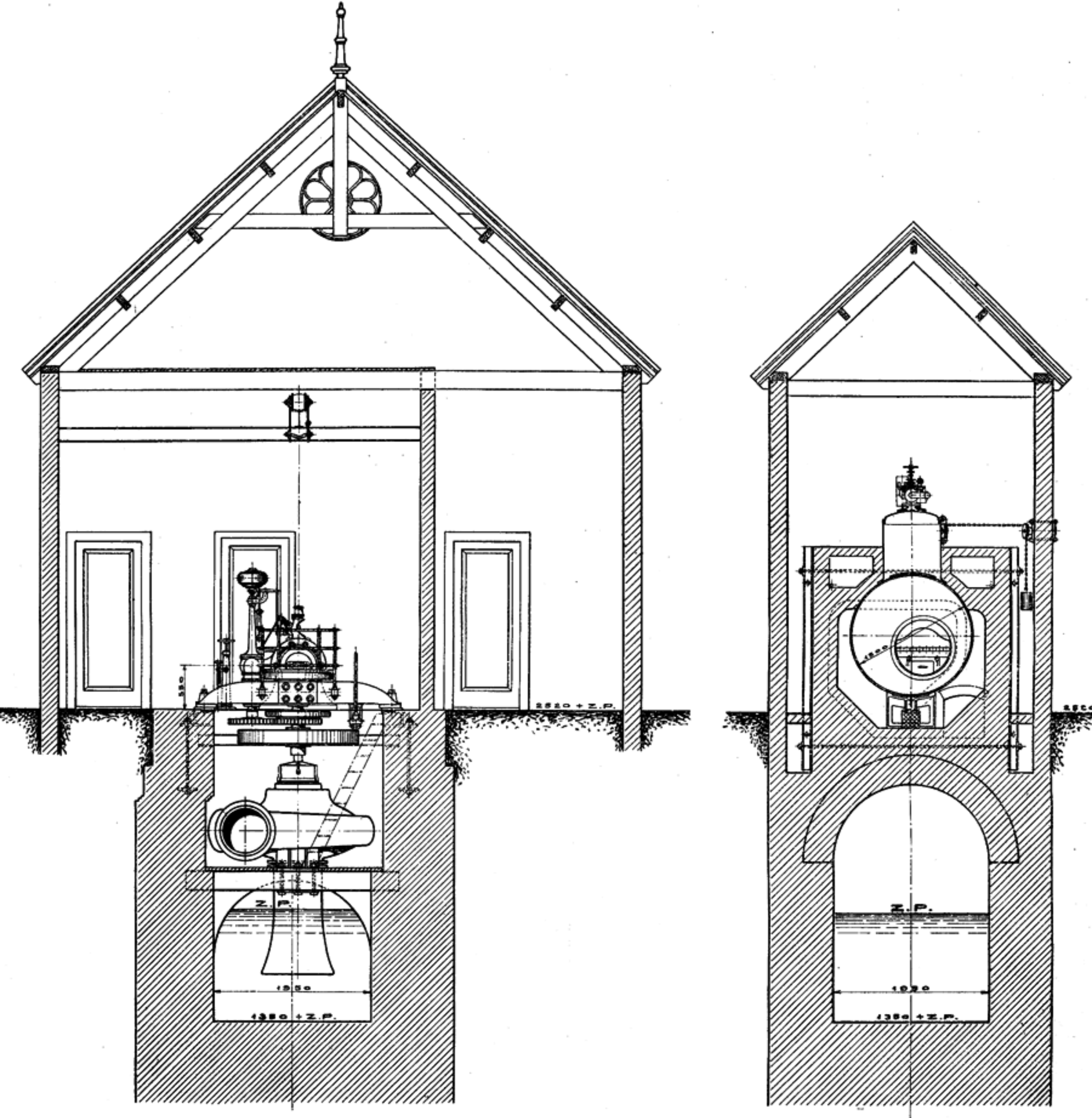
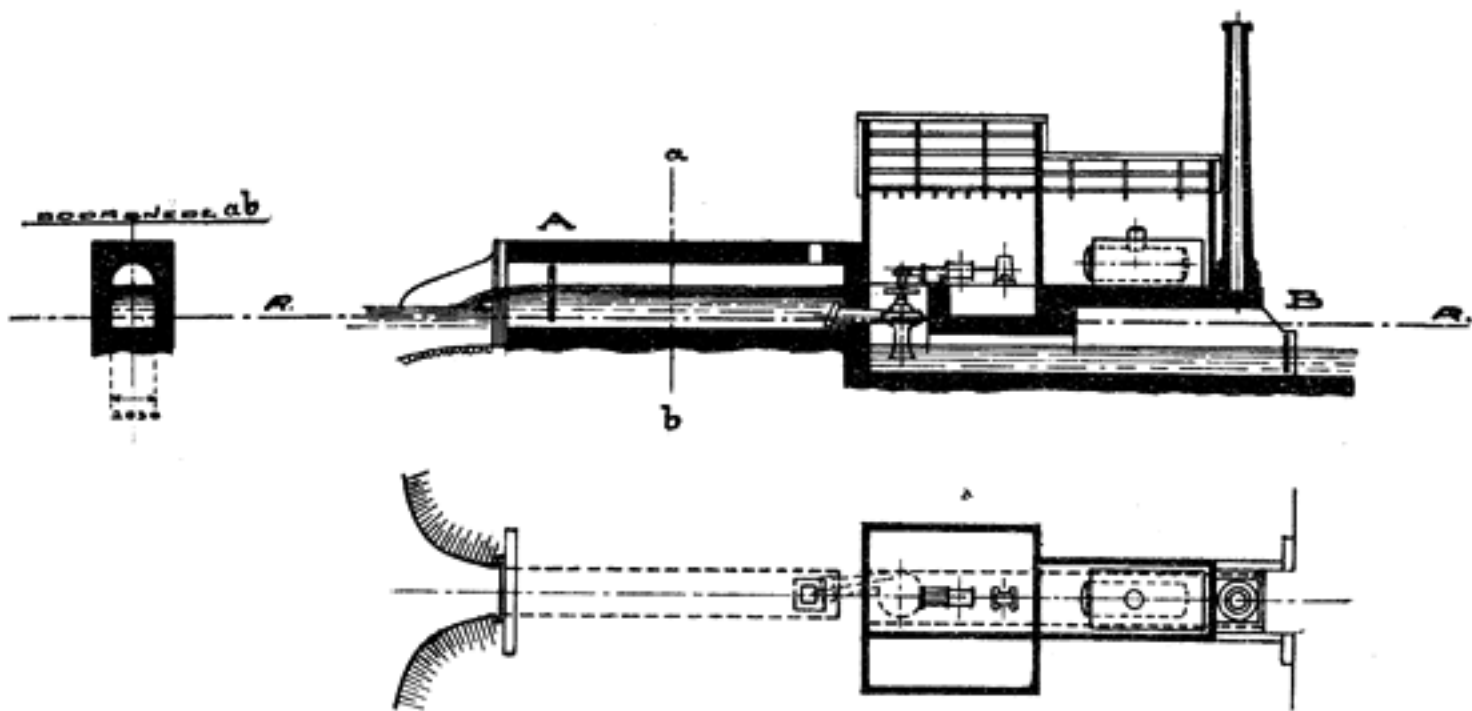


Fig 19b.

SITUATIE.



Schaal 1 : 500.

Fig. 19c.

