De zettingshypothese van Prof.Ir.A.S.Keverling Buisman.

Op grond van de bestudeering van tijd-zakkingsdiagrammen aan constructies en laboratoriummonsters, kwam Prof.B u i s m a n in samenwerking met het Laboratorium voor Grondmechanica tot de volgende hypothese:

I n d i e n m e n d e s a m e n d r u k k i n g v a n e e n g r o n d m o n s t e r o f d e z e t t i n g v a n e e n c o n s t r u c t i e l i n e a i r e n d e t i j d, v e r l o o p e n n a h e t o p b r e n g e n d e r b e l a s t i n g, l o g a r i t h m i s c h u i t z e t, d a n v e r k r i j g t m e n e e n r e c h t e l i j n, voor te stellen door de vergelijking:

$$z_t = \alpha_p + \alpha_s \log t$$

waarin:

z_t = zetting per eenheid van dikte der laag en per eenheid van spanning,

t = tijd, verloopen na het opbrengen der belasting,

α_p = z_t na verloop van de tijdseenheid,

α_s = toename van z_t voor elke vertienvoudiging van de tijd.

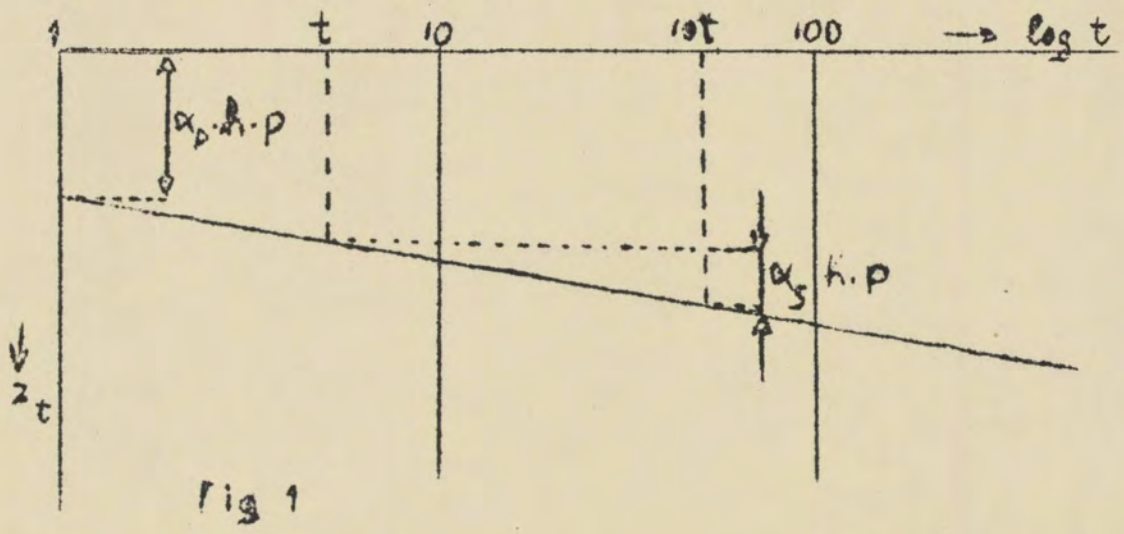


Fig 1

Invloed van de gekozen tijdseenheid.

Zooals in fig. 1 is te zien, is de grootte van α_s.h.p. onafhankelijk van t, zoodat α_s en daarmee de helling van de lijn onafhankelijk is van de tijdseenheid.

Wel heeft de keuze van deze eenheid invloed op de grootte van α_p, zooals uit het volgende blijkt.

Gaat men van een bepaalde tijdseenheid (uitgedrukt door t = 1) over op een andere tijdseenheid (waarbij men de tijd uitdrukt door T = 1), zóó dat een tijdseenheid T = 1 m tijdseen-heden t = 1 bevat, dus dat m-maal het aantal eenheden van T gelijk is aan het aantal eenheden van de overeenkomstige tijd t, dan wordt:

$$t = mT$$

en daar:

$$\begin{aligned} z_t &= \alpha_p + \alpha_s \log t \\ &= \alpha_p + \alpha_s \log mT \\ &= (\alpha_p + \alpha_s \log m) + \alpha_s \log T \\ &= \alpha_{p_T} + \alpha_s \log T. \end{aligned}$$

Gaat men b.v. van minuten (t) over op uren (T), dan is m = 60 en dus log m = log 60 = 1,778. Of als men van dagen (t) overgaat op jaren (T), dan is m = 365, dus log m = log 365 = 2,562.

Invloed van achtereenvolgende belastingen.

Brengt men op het tijdstip t_o een nieuwe belasting aan, dan zal de semi-logarithmische tijdzakkingslijn weer een rech-

te zijn mits men de oorsprong van de tijdas verschuift naar t_o. Echter wordt de zettingslijn geen rechte als men de aanvankelijke tijdsoorsprong aanhoudt. De vergelijking wordt dan namelijk:

$$z_t = \alpha_p + \alpha_s \log (t - t_o).$$

waaruit volgt, dat z_t niet meer evenredig met log t toeneemt. Men kan echter de rechte zettingslijn reconstrueeren uit de gevonden zettingslijn, op de wijze in fig. 2 aangegeven.

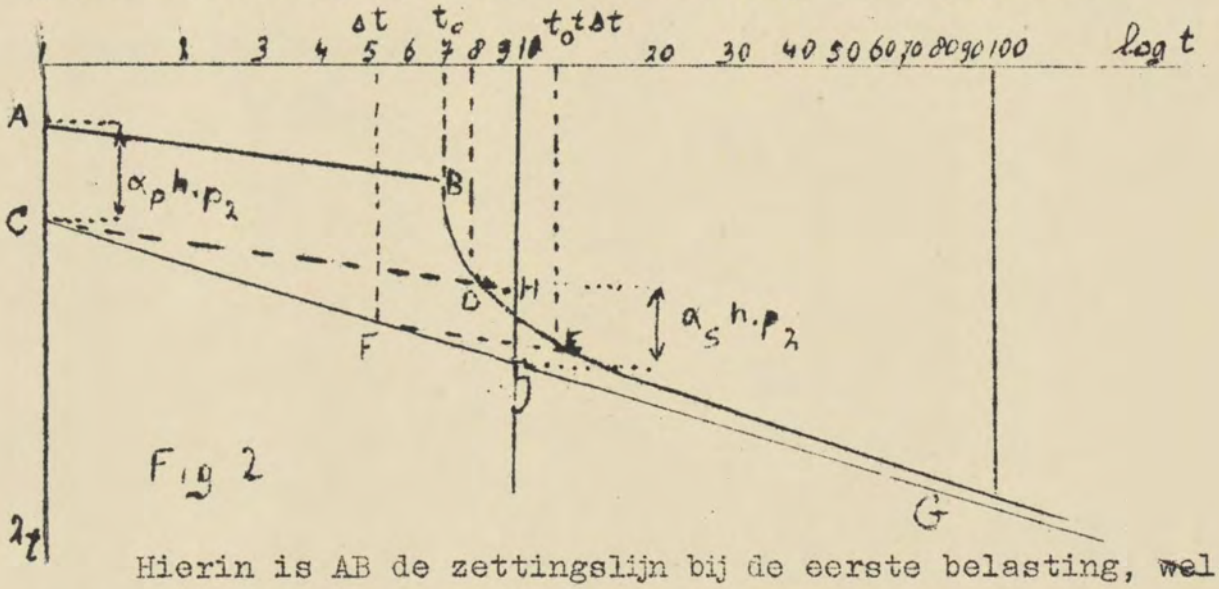


Fig 2

Hierin is AB de zettingslijn bij de eerste belasting, welke bij laboratoriumproeven vaak gelijk aan de terreinspanning wordt opgenomen. Op het tijdstip t_o wordt een belastingsverhooging p_2 aangebracht, waardoor de zetting verloopt volgens B-D-E.

Men vindt het snijpunt C van de bij p_2 behoorende rechte zettingslijn met de z-as (verticaal onder t = 1) door uit D (een dag na t_o) een rechte DC//AB te trekken. Het verdere verloop van de rechte vindt men door uit een punt E (Δt na t_o) een rechte EF//AB te trekken, tot deze in F de verticaal on-

der $t = \Delta t$ snijdt.

Uit de aldus gevonden zettingslijn C - F - G kan men de daarbij behoorende waarden van α_p en α_s berekenen. Deze grootheden kunnen uit fig.2 worden opgemeten, daar $\alpha_p . p_2 . h$ = AC en $\alpha_s . h . p_2$ = HJ, waarin H en J resp. de snijpunten zijn van CD en CG met de verticaal onder t = 10.

Men vindt dat de lijn BE bij het toenemen van de tijd steeds meer nadert tot de rechte CG, die er de asymptoot van is.

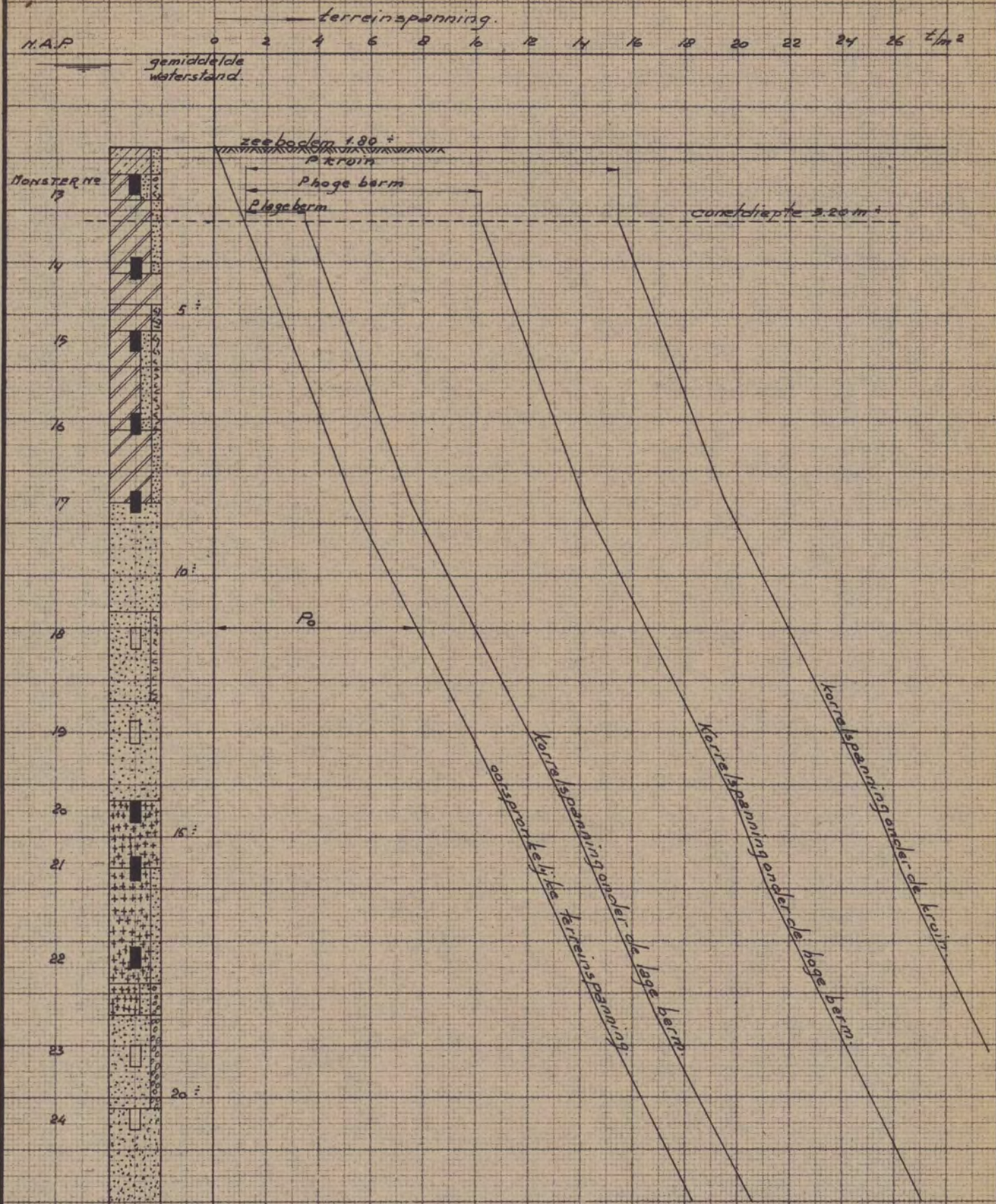
Bij een laboratoriumproef kan men nu achtereenvolgens, na een verkregen rechtlijnig verloop van de zettingslijn, een aantal belastingsverhoogingen aanbrengen; uit de gemeten samendrukking de α_p- α_s-lijn construeeren en daaruit de grootte van α_p en α_s voor iedere belastingsverhooging berekenen, telkens t.o.v. de zettingslijn bij de eerste belasting, welke overeenkomstig de terreinspanning werd gekozen.

De α_p- en α_s-waarden worden uitgedrukt in percenten van de oorspronkelijke laagdikte.

Met de aldus in het laboratorium gevonden α_p- en α_s-waarden kan men, behoudens een eventueel voor elk geval afzonderlijk te bepalen laagdikte-effect, de zetting van een terrein onder bekende lastverhooging voorspellen.

TERREINSPANNING NIEUWE NOORDERHAVENDAM
PROFIEL 7

BORING 423



BEREKENING VAN DE BELASTING:

Voor de krain: $P_K = (6.50 + 0.20)\,1.7 + 3.00 + z - 1.20 = 14.20\ t/m^2$ (z geschat op 1.00 m.)

Voor de hoge berm: $P_{HB} = 4.20 \times 1.7 + 3.00 + z - 1.20 = 9.35\ t/m^2$ (z geschat op 0.40 m.)

Voor de lage berm: $P_{LB} = 0.20 \times 1.7 + 3.00 + z - 1.20 = 2.29\ t/m^2$ (z geschat op 0.15 m)

opdr. 917

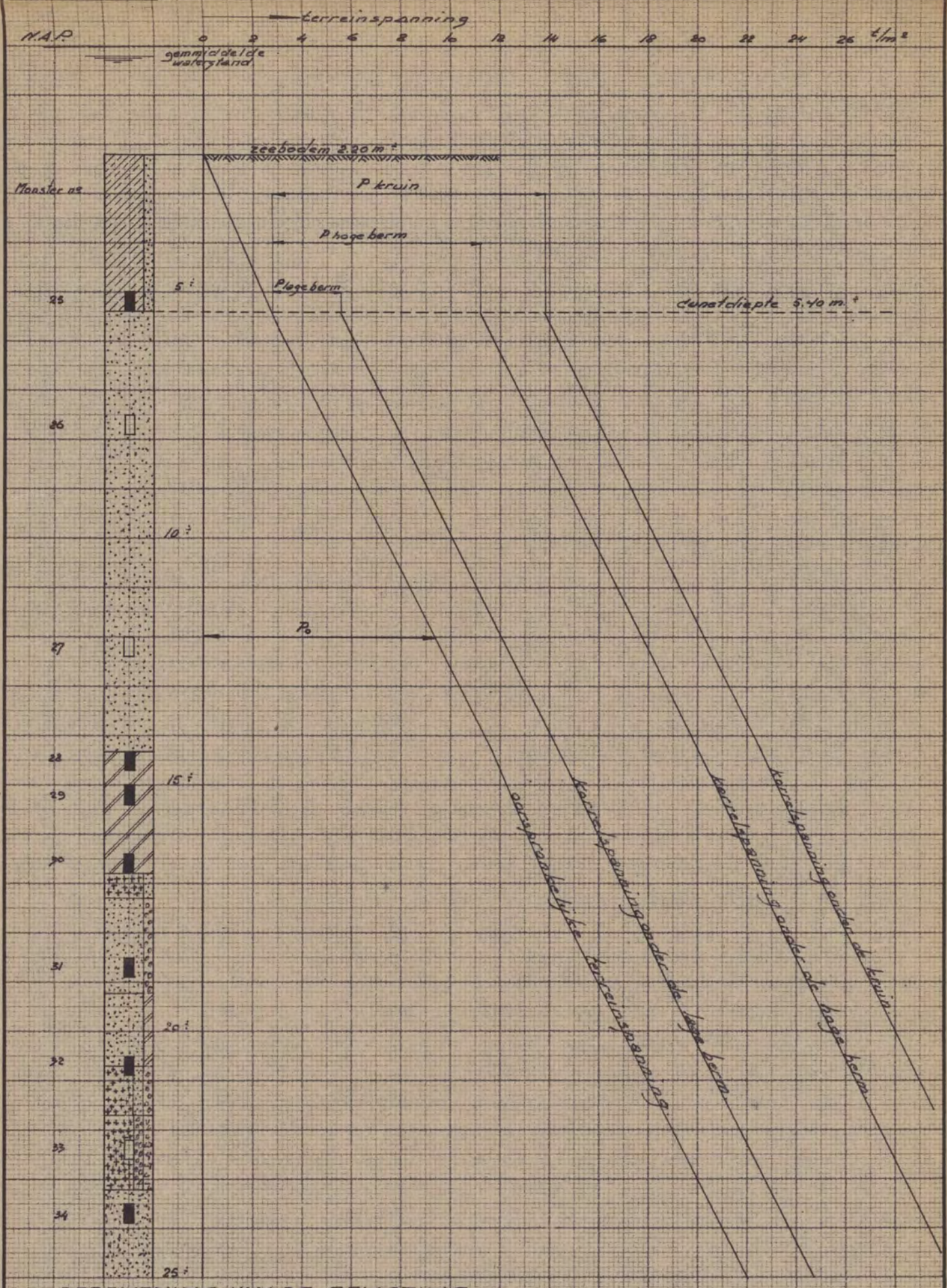
BIJLAGE 17a

917-87

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

TERREINSPANNING NIEUWE NOORDER HAVENDAM
PROFIEL AAN DE KOP

BORING 424



BEREKENING VAN DE BELASTING:

Voor de kruin: $P_K = (4.60 + 0.20)\,1.7 + 5.20 + 2 - 2.80 = 10.80$ t/m² (z geschat op 0.25 m).

Voor de hoge berm: $P_{HB} = (3.10 + 0.20)\,1.7 + 5.20 + 2 - 2.80 = 8.30$ t/m² (z geschat op 0.20 m).

Voor de lage berm: $P_{LB} = 0.20 \times 1.7 + 5.20 + 2 - 2.80 = 2.64$ t/m² (z geschat op 0.10 m.)

14-2-43 opdr. 917

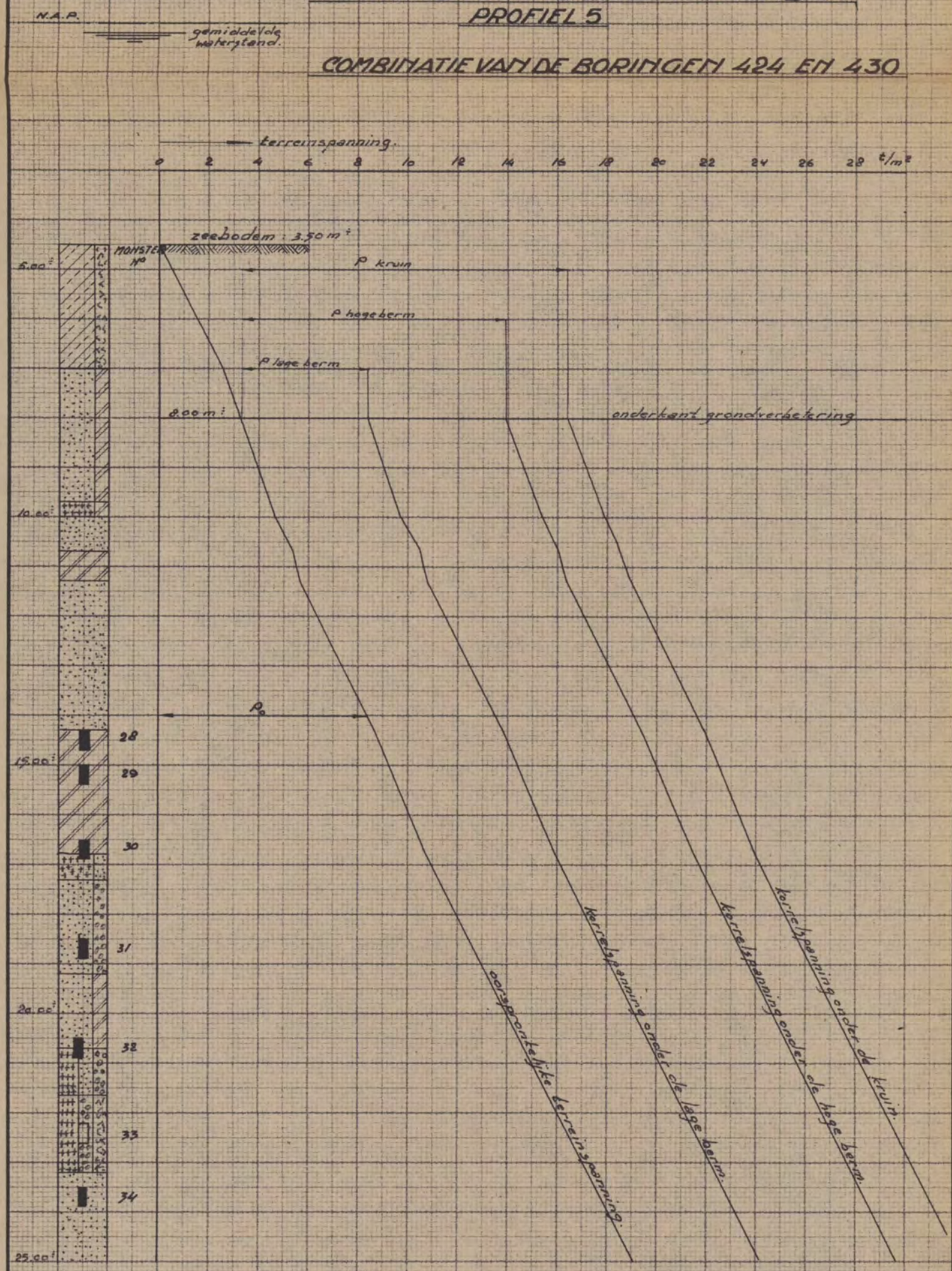
BIJLAGE 17b

917-88

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

TERREINSPANNING ZUIDERHAVENDAM
PROFIEL 5

COMBINATIE VAN DE BORINGEN 424 EN 430



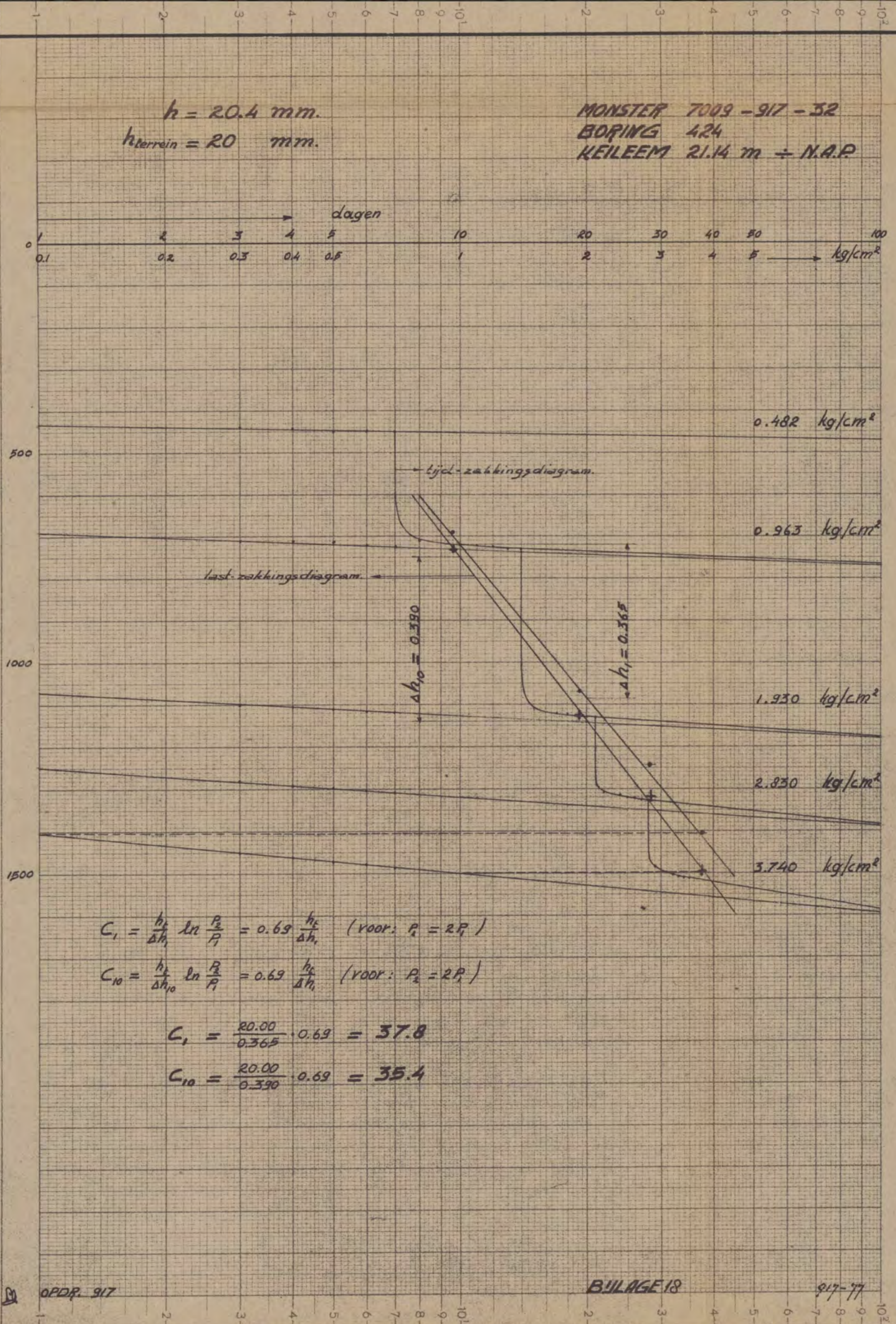
BEREKENING VAN DE BELASTING:

Voor de kruin: $P_k = (4.60 + 0.20)\,1.7 + 7.80 + Z - 3.20 = 13.25\ t/m^2$ (Z geschat op 0.60 m).

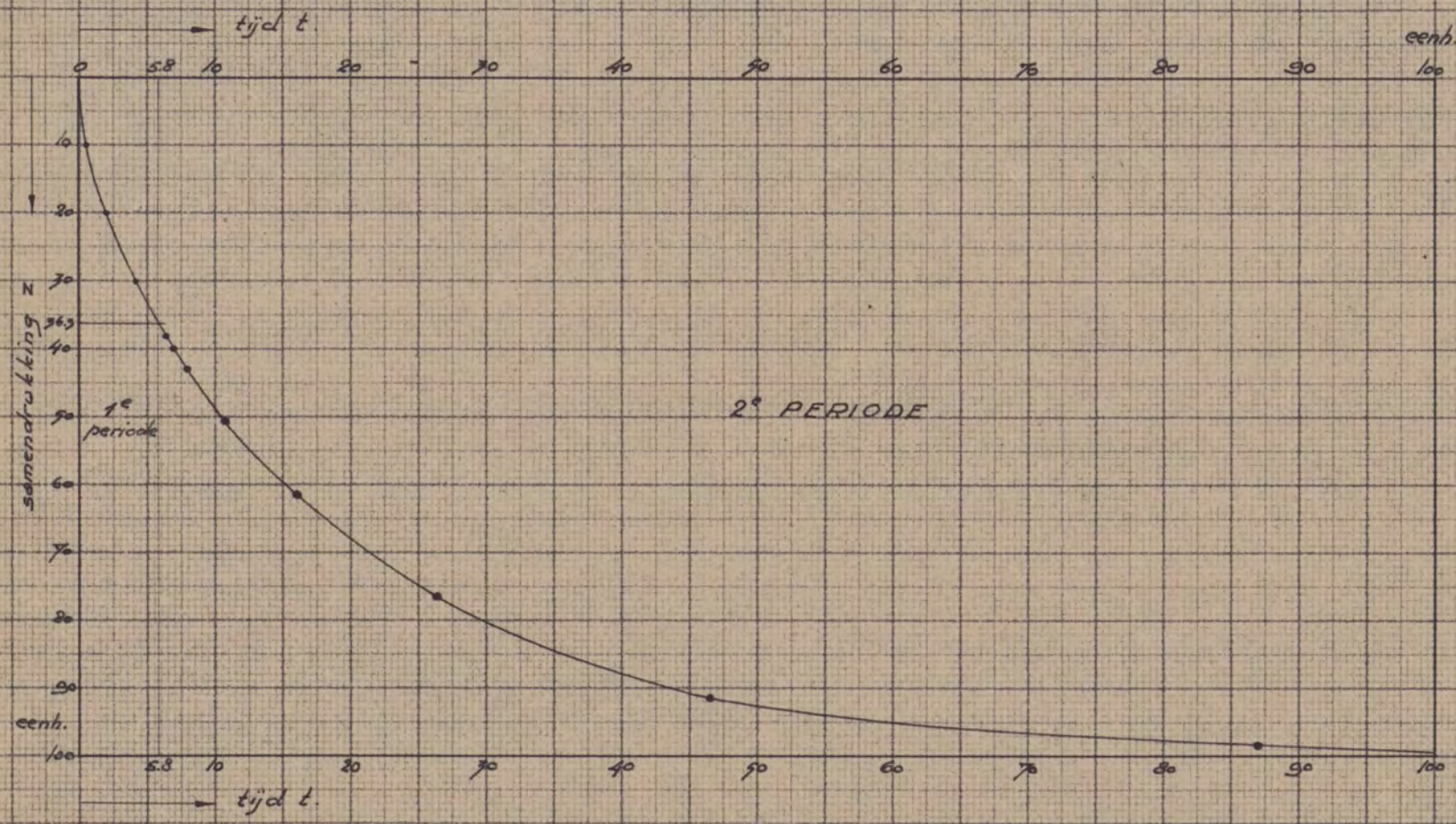
Voor de hoge berm: $P_{HB} = (3.10 + 0.20)\,1.7 + 7.80 + Z - 3.20 = 10.60\ t/m^2$ (Z geschat op 0.40 m).

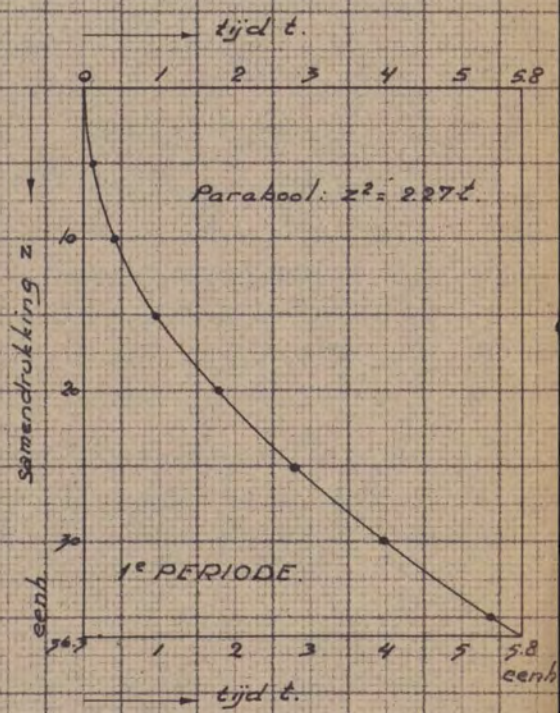
Voor de lage berm: $P_{LB} = 0.20 \times 1.7 + 7.80 + Z - 3.20 = 5.19\ t/m^2$ (Z geschat op 0.25 m).

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT



HET SAMENDRUKKINGSVERLOOP VOLGENS VON TERZAGHI.

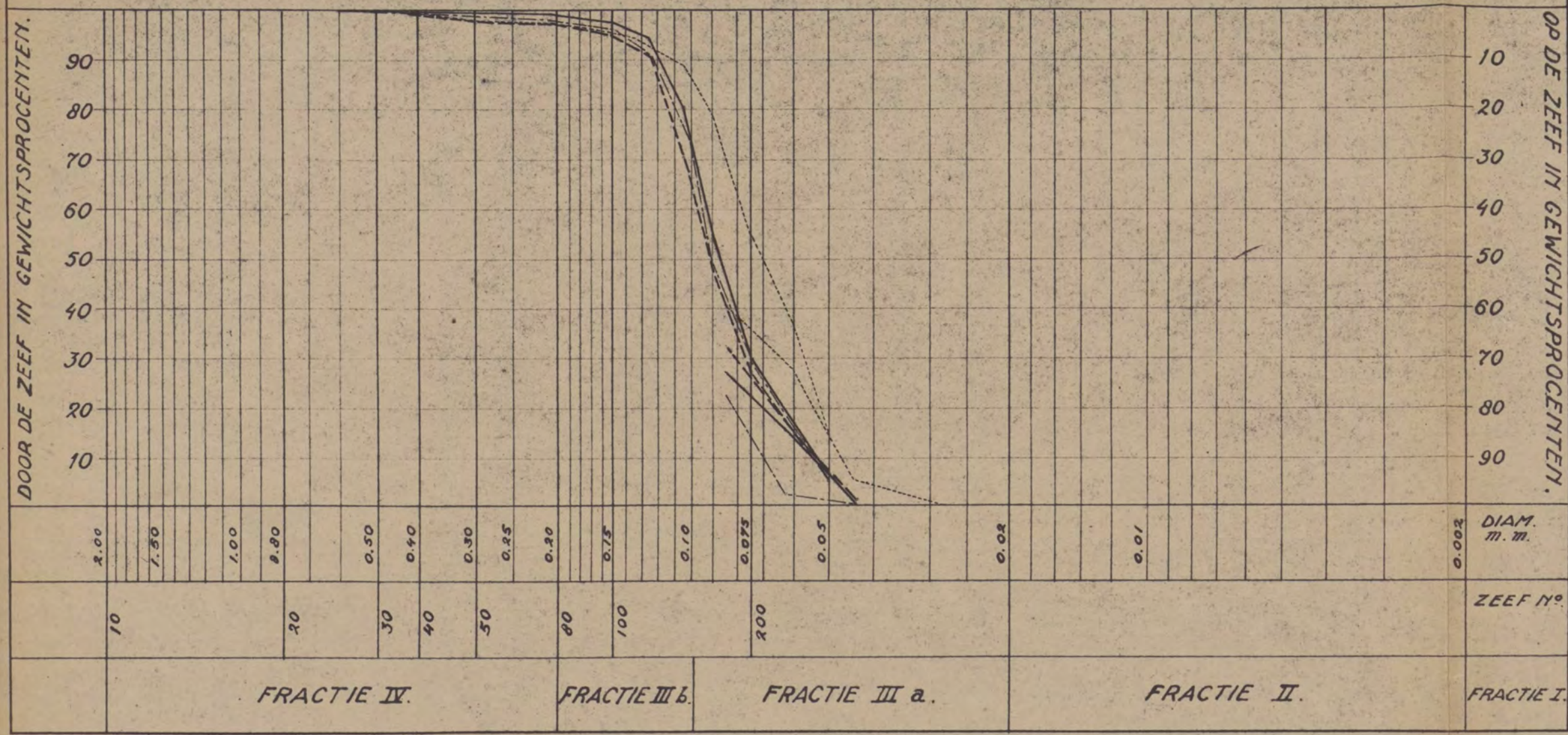




BIJLAGE 21

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



MONSTER Nº	RAAI	
8455 - 917 - 59	1	————
8456 - 917 - 60	2	— — — —
8457 - 917 - 61	3	—·—·—
8458 - 917 - 62	3	·····

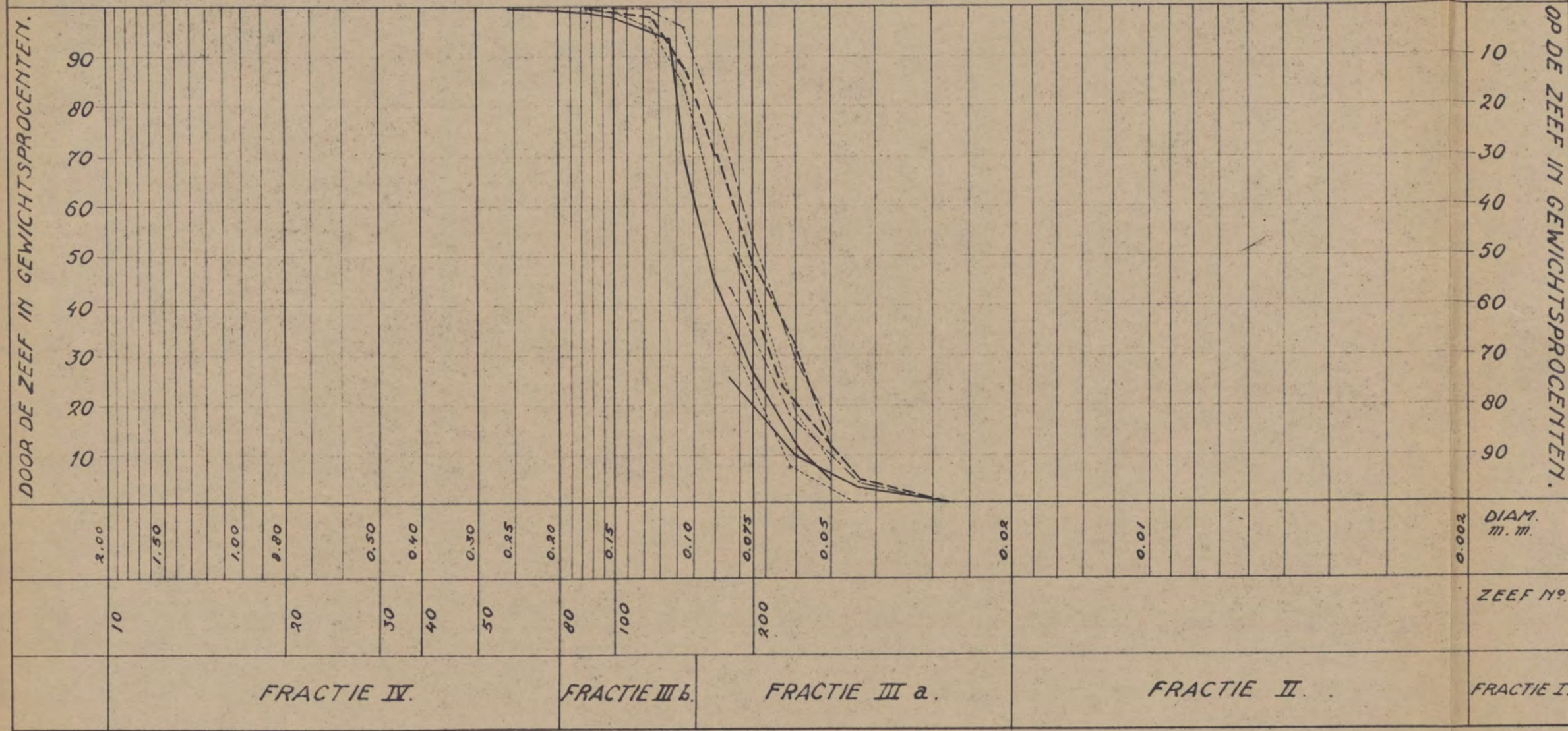
MONSTERS UIT OPGESPOTEN AARDEN BAAN TE HARLINGEN.

OPDRACHT 917

BULAGE 28a

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



MONSTER Nº	RAAI	
8459 - 917 - 63	4	————
8460 - 917 - 64	5	— — — —
8461 - 917 - 65	6	—·—·—
8462 - 917 - 66	6	·····

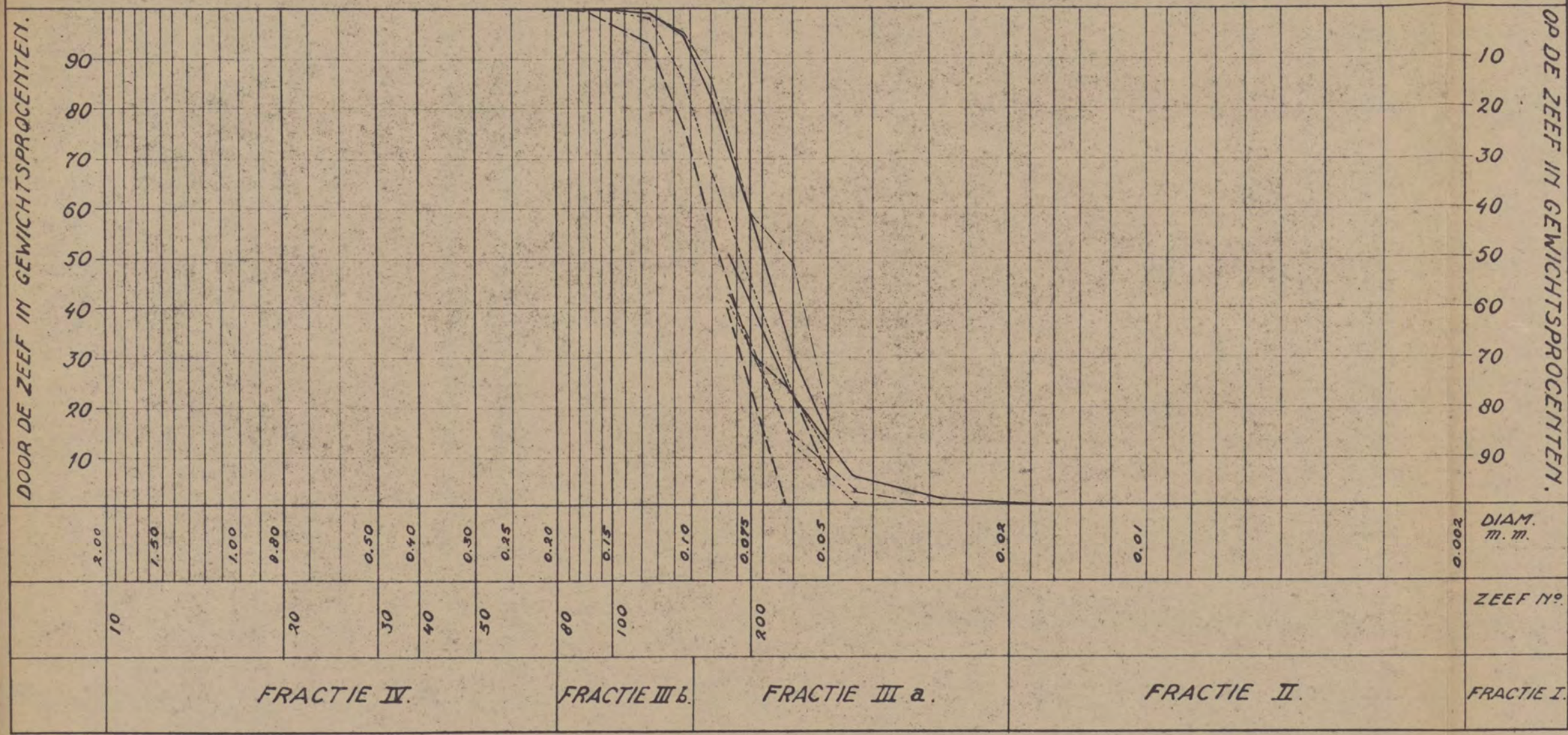
MONSTERS UIT OPGESPOTEN AARDEN BAAN TE HARLINGEN.

OPDRACHT 917

BIJLAGE 28 b

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



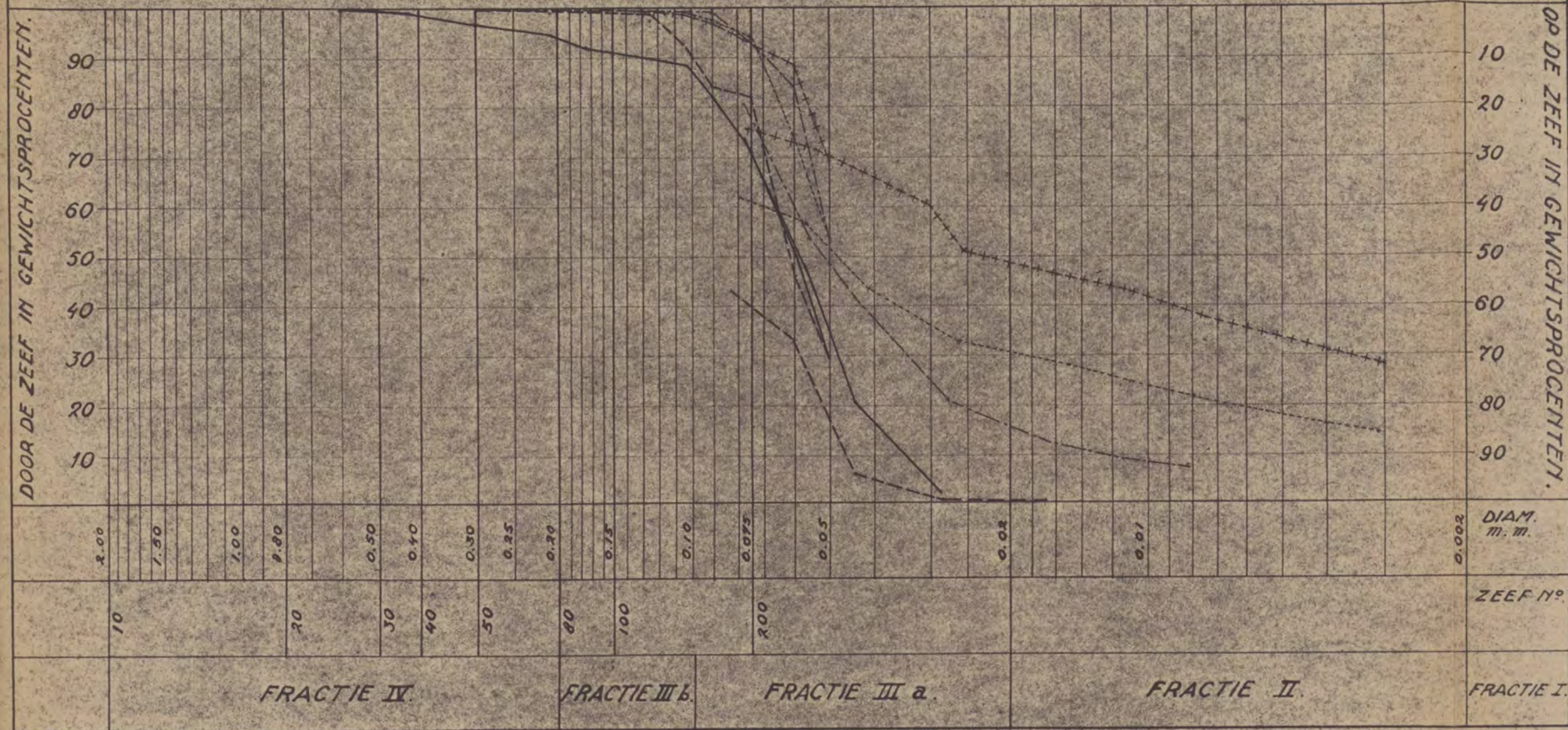
MONSTER No	RAAI	
8463 - 917 - 67	7	————
8464 - 917 - 68	8	— — — —
8465 - 917 - 69	9	—·—·—
8466 - 917 - 70	10	·····

MONSTERS UIT OPGESPOTEN AARDEN BAAN TE LIARLINGEN

OPDRACHT 917

BIJLAGE 28c

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



MONSTER Nº	RAAI	
8467 - 917 - 71	11	————
8468 - 917 - 72	12	— — — —
8469 - 917 - 73	13	—·—·—
8470 - 917 - 74	14	----------
8471 - 917 - 75	15	+++++++++

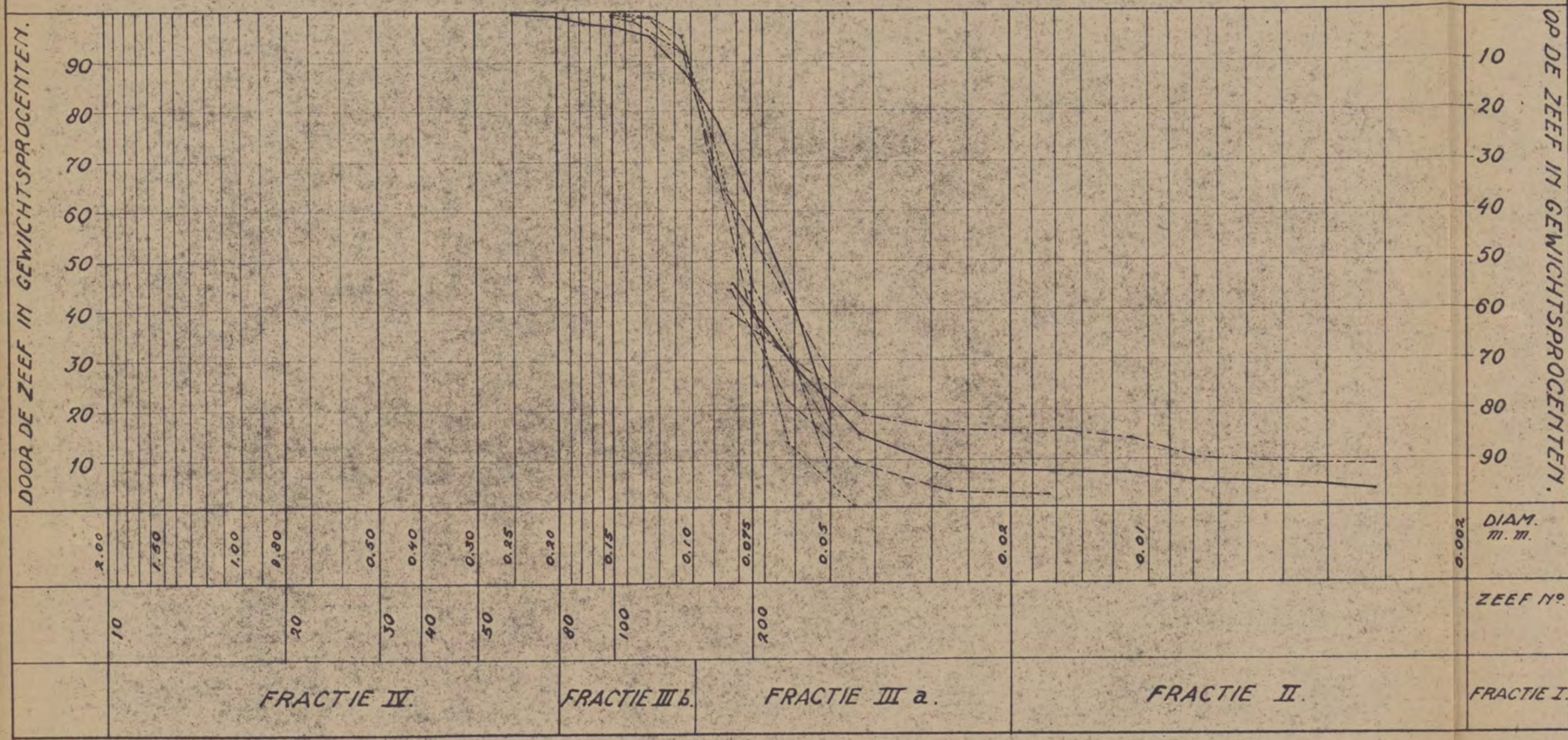
MONSTERS UIT OPGESPOTEN AARDEN BAAN TE HARLINGEN

OPDRACHT 917

BIJLAGE 28 d

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



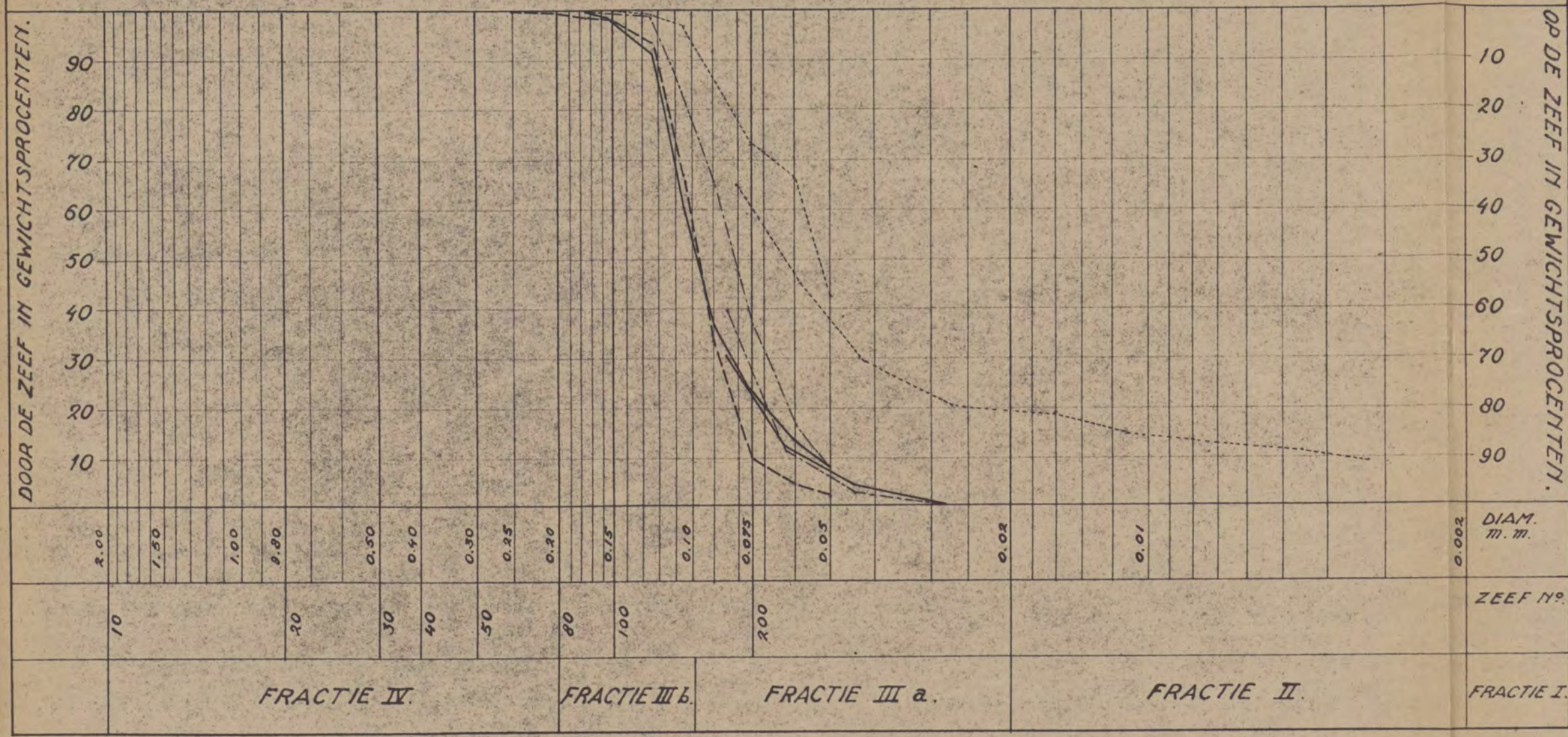
MONSTER No.	KANAAL BIJ KOETILLEN	
8472 - 917 - 76	25 m. uit de snijding	————
8473 - 917 - 77	50 m. "	— — — —
8474 - 917 - 78	75 m. "	—·—·—
8475 - 917 - 79	100 m. "	- - - - - -

OPDRACHT

BIJLAGE 28e

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



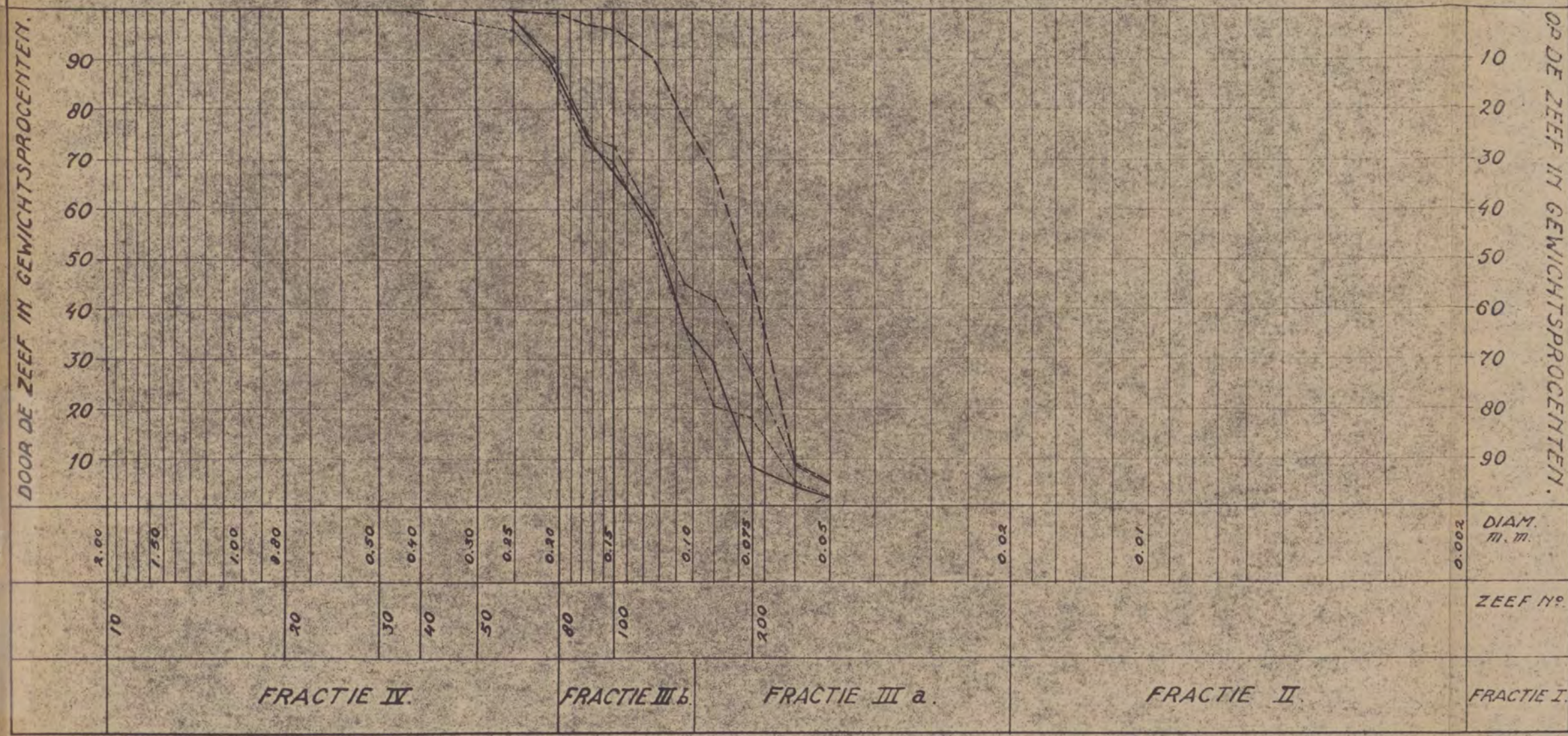
MONSTER No	KANAAL BIJ KIESTERZUL	
8476 - 917 - 80	20 m. Zd. tank suikerfabriek. richting Fran.	————
8477 - 917 - 81	" " - " richting Arumervaart.	— — — — —
8478 - 917 - 82	tuszen molen en Arumervaart.	—·—·—·—
8479 - 917 - 83	snijding Arumervaart en het kanaal.	- - - - - - - - -

OPDRACHT 917

BIJLAGE 28 f

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

KORRELVERDEELINGSDIAGRAM.



MONSTER Nº	KIESTERZUL. OPGESPOTEN TERR.	
8480 - 917 - 84	Raai nº 2	————
8481 - 917 - 85	" " 3	— — — —
8482 - 917 - 86	" " 4	—·—·—
8493 - 917 - 97	" " 1	- - - - - -

OPDRACHT

BIJLAGE 28 8

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

MONSTER Nº	RAAI Nº	DIEPTE IN m ÷ M.V.	PORIËN-VOLUME IN %	SAMENDR.-CONSTANTE C	ZETTINGS-GETAL Z
Harlingen					
59	1	0 – 0.40	50.0	73	0.54
60	2	0 – 0.40	55.4	182	0.05
61	3	0 – 0.40	46.2	197	0.47
62	3	0.65 – 1.05	–	164	0.47
63	4	0 – 0.40	46.2	276	1.00
64	5	0 – 0.40	48.0	192	1.06
65	6	0 – 0.40	46.2	228	0.56
66	6	0.50 – 0.90	–	76.6	0.56
67	7	0 – 0.40	59.6	72	1.08
68	8	0 – 0.40	47.8	57	1.97
69	9	0 – 0.40	53.7	28	1.48
70	10	0 – 0.40	51.4	286	1.38
Kiesterzijl					
84	2	0 – 0.40	42.6	–	
85	3	0 – 0.40	–	640 ?	

LICHTDRUKKEN
N.V. VEREENIGDE DRUKKERIJEN
JUDELS & BRINKMAN — DELFT

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA.

Rapport betreffende het grondmechanisch onderzoek ten behoeve van den aanleg van havendammen voor de Nieuwe Buitenhaven te Harlingen.

Onderzoek 917.

I N H O U D.

I. Inleiding.

Bij schrijven d.d. 6 Juni 1941 no.2278 van den Hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat in het Arrondissement Leeuwarden van de directie Groningen en Friesland, werd aan het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft de opdracht verstrekt, het ontwerp voor den aanleg van havendammen voor een Nieuwe Buitenhaven te Harlingen, als uitmonding van het Nieuw Provinciaal kanaal, aan een grondmechanisch onderzoek te onderwerpen.

De volgens dit plan te verrichten werkzaamheden bestaan uit het maken van een Nieuwen Noorderhavendam, het verlengen van den bestaanden Zuiderhavendam en het op diepte baggeren van de aldus gevormde Nieuwe Buitenhaven.

Zooals in genoemden brief stond vermeld,werd het gewenscht geacht, dat de dammen na de voltooiïng weinig of geen zetting meer zouden ondergaan in verband met het zetwerk van basalt, dat op de taluds zal worden aangebracht.

Voorts was het met het oog op besparing van kosten van belang te weten of de uit de Nieuwe Buitenhaven te baggeren specie mogelijk geheel of gedeeltelijk als bouwmateriaal kan worden gebruikt voor den Nieuwen Noorderhavendam, welke tusschen twee keileemkaden zal worden opgespoten.

Alvorens tot een definitief ontwerp van de Nieuwe Buitenhaven te besluiten, werden door het Waterloopkundig Laboratorium modelproeven verricht, teneinde tot denmeest gunstigen vorm van de dammen te geraken. Daar men echter voornemens was het werk reeds in 1942 uit te voeren kon met het instellen van het grondmechanisch onderzoek niet worden gewacht tot deze proeven beëindigd waren.

In verband hiermede werd in het opdrachtschrijven d.d. 6 Juni 1941 verzocht de ten behoeve van het onderzoek benoodigde terreinwerkzaamheden en laboratoriumproeven te verrichten voor het voorloopige plan II, hetwelk op teekening reg.no. 5823 is weergegeven. (zie bijlage 2).

Bij schrijven no.2560 d.d. 26 Juni 1941 werd door voornoemden Hoofdingenieur tevens verzocht om als variant op dit voorloopige tracé van den Nieuwen Noorderhavendam mede een iets noordelijker gelegen tracé te onderzoeken (zie bijlage 2).

Naderhand bleek het eveneens gewenscht om bij de verlenging van den Zuiderhavendam, waarvoor een voorloopig ontwerp was gegeven op teekening reg.no. 5937 een tweede, op bijlage 3 aangegeven,

I. Inleiding.

Bij schrijven d.d. 6 Juni 1941 no.2278 van den Hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat in het Arrondissement Leeuwarden aan de directie Grondwegen en Irrigatie, werd aan het Laboratorium voor Grondmechanica te Delft de opdracht verstrekt, het ontwerp voor den aanleg van haventammen voor een Nieuwe Buitenhaven te Harlingen, als uitmonding van het Nieuw Provinciaal Kanaal, aan een grondmechanisch onderzoek te onderwerpen.

De volgens dit plan te verrichten werkzaamheden bestaan uit het maken van een Nieuwen Noordertravendam, het verlengen van den bestaanden Zuidertravendam en het op diepte baggeren van de nieuwe geulmuiden Nieuwe Buitenhaven.

Zooals in genoemden brief stond vermeld, werd het gewenscht geacht, dat de dammen na de voltooiing weinig of geen setting meer zouden ondergaan in verband met het netwerk van basalt, dat op de taluds zal worden aangebracht.

Voorts was het met het oog op besparing van kosten van belang te weten of de uit de Nieuwe Buitenhaven te baggeren specie mogelijk geheel of gedeeltelijk als bouwmaterial kan worden gebruikt voor den Nieuwen Noordertravendam, welke tusschen twee keileemdammen zal worden opgespoten.

Alvorens tot een definitief ontwerp van de Nieuwe Buitenhaven te beslisten, werden door het Waterloopkundig Laboratorium modelproeven verricht, teneinde tot dammen gunstigen vorm van de dammen te komen. Daar men echter voornemens was het werk reeds in 1942 uit te voeren kon met het installeren van het grondmechanisch onderzoek niet worden gewacht tot deze proeven beëindigd waren.

In verband hiermede werd in het opdrachtschrijven d.d. 6 Juni 1941 verzocht de ten behoeve van het onderzoek benoodigde teekeningen, waarmede en laboratoriumproeven te verrichten voor het voorloopige plan II, betreffende teekening reg.no. 9825 te verstrekken (zie bijlage 2).

Bij schrijven no.2560 d.d. 26 Juni 1941 werd door voormelden Hoofdingenieur tevens verzocht om als variant op dit voorloopige tracé van den Nieuwen Noordertravendam mede een iets noordelijker gelegen tracé te onderzoeken (zie bijlage 2).

Naderhand bleek het evenwel gewenscht om bij de verlenging van den Zuidertravendam, waarvoor een voorloopig ontwerp was gegeven op teekening reg.no. 9937 een tweede, op bijlage 3 aangegeven,

tracé in het onderzoek te betrekken (zie brief no.3817 d.d. 22 September 1941 van den Rijkswaterstaat).

Betreffende de resultaten van deze onderzoekingen werd een voorloopig verslag opgesteld, hetwelk d.d. 31 Januari 1942 bij schrijven no. 10164/917/31 aan den opdrachtgever werd verzonden.

Eerst d.d. 2 October 1942 werd het, op teekening reg.no.6255 geprojecteerde, definitieve ontwerp door het Laboratorium voor Grondmechanica ontvangen en kon worden overgegaan tot het opstellen van het definitieve verslag, (zie bijlage 2).

Daar er voor het definitieve ontwerp, in verband met den beschikbaren tijd, geen onderzoekingen meer in het terrein werden verricht, zijn de berekeningen in dit verslag gebaseerd op de gegevens welke werden verkregen uit het onderzoek ten behoeve van het voorloopige plan.

Voornoemde Dienst van den Rijkswaterstaat kon nog geen teekening beschikbaar stellen waarop de ligging van het definitieve plan ten opzichte van het voorloopige stond weergegeven. Daar deze teekening echter noodzakelijk was om de plaatsen van de verrichte boringen en sondeeringen ten opzichte van het definitieve ontwerp vast te leggen, werd deze zoo goed mogelijk door het Laboratorium voor Grondmechanica met behulp van de voorhanden zijnde gegevens, vervaardigd.(zie bijlagen 2 en 3).

Bij het samenstellen van het voorloopige verslag stonden nog niet voldoende gegevens ter beschikking om een definitieve conclusie te trekken in zake de bruikbaarheid van het uit de voorhaven te baggeren materiaal voor den bouw der havendammen. Derhalve werd, in overleg met den opdrachtgever het gewenscht geoordeeld hieromtrent een vergelijkend onderzoek in te stellen op elders opgespoten terreinen.

Hiervoor werden gekozen de opgespoten aarden baan, gelegen tusschen den Ouden en Nieuwen Trekweg te Harlingen, waarvoor de zandhoudende specie was gebaggerd uit het nabij Koetillen gelegen gedeelte van het kanaal Harlingen - Leeuwarden, en het dichtgespoten kanaalgedeelte te Kiesterzijl, waarvoor het materiaal gebaggerd was uit het gedeelte van voornoemd kanaal gelegen tusschen de Arumer - en Tjummervaart.

Voor een beschrijving van het verloop en de resultaten van dit onderzoek moge naar Hoofdstuk VII van dit verslag worden verwezen.

werd in het onderzoek te betrekken (zie brief no.3617 d.d. 22 September 1941 van den Rijkswaterstaat).

Betreffende de resultaten van deze onderzoekingen werd een voorlooptig verslag opgesteld, hetwelk d.d. 31 Januari 1942 bij schrijven no. 10164/917/31 aan den opdrachtgever werd verzonden.

Reeds d.d. 2 October 1942 werd het, op teekening reg.no.6255 geprojecteerde, definitieve ontwerp door het Laboratorium voor Grondmechanica ontvangen en kon worden overgegaan tot het opstellen van het definitieve verslag, (zie bijlage 2).

Daar er voor het definitieve ontwerp, in verband met den beschikbaren tijd, geen onderzoekingen meer in het terrein werden verricht, zijn de beschouwingen in dit verslag gebaseerd op de gegevens welke werden verkregen uit het onderzoek ten behoeve van het voorlooptige plan.

Voorzoover Dienst van den Rijkswaterstaat kon nog geen teekening beschikbaar stellen waarop de ligging van het definitieve plan ten opzichte van het voorlooptige stond weergegeven. Daar deze teekening echter noodzakelijk was om de plaatsen van de verschoite bortingen en sondeertingen ten opzichte van het definitieve ontwerp vast te leggen, werd deze zoo goed mogelijk door het laboratorium voor Grondmechanica met behulp van de voorhanden zijnde gegevens, vervaardigd (zie bijlagen 2 en 3).

Bij het samenstellen van het voorlooptige verslag stonden nog niet voldoende gegevens ter beschikking om een definitieve conclusie te trekken in zoko de bruikbaarheid van het uit de voorhaven te baggeren materiaal voor den bouw der havendammen. Derhalve werd, in overleg met den opdrachtgever het gewenscht geoordeeld nieuwstraat een vergelijkend onderzoek in te stellen op eldere opgespoten terreinen.

Hiervoor werd gekozen de opgespoten gronden bean, gelegen tusschen den Ouden en Nieuwen Tholweg te Harlingen, waarvoor de aanbiedende specie was gebaggerd uit het nabij Koehilen gelegen gedeelte van het kanaal Harlingen - Leeuwarden, en het dichtgespoten kanaalgedeelte te Kleaterzijl, waarvoor het materiaal gebaggerd was uit het gedeelte van voormeld kanaal gelegen tusschen de [illegible] - en Ijtsmerwerk.

Voor een beschrijving van het verloop en de resultaten van dit onderzoek moge naar Hoofdstuk VII van dit verslag worden verwezen.

II. Ten behoeve van het onderzoek verrichte werkzaamheden in het terrein.

Ter bepaling van de ligging en hoedanigheden der grondlagen waaruit de ondergrond ter plaatse van de toekomstige Nieuwe Buitenhaven is samengesteld, werd door den Provincialen Dienst tot Verbetering der Friesche Kanalen een 24-tal grondboringen verricht, waaronder eenige, welke tevens werden benut voor het steken van ongeroerde c.q. geroerde grondmonsters.

Van deze boringen werden er 5 verricht in de as van het voorloopige tracé van den Noorderhavendam (plan II) en 10 nabij den kop van den bestaanden Zuiderhavendam, terwijl de overige 9 werden uitgevoerd ter plaatse van de uit te baggeren vaargeul.(zie bijlagen 2 en 3).

Van de 5 eerstgenoemde boringen werden er 2, welke op bijlage 2 zijn aangeduid met de nummers 423 en 424, tot grootere diepte doorgevoerd, n.l. tot resp. 22,- m en 25,- m + N.A.P., terwijl de overige drie tot ca. 8,- m + N.A.P. werden verricht.

De 10 boringen nabij de kop van den Zuiderhavendam werden doorgezet tot 10,- m + 14,- m + N.A.P.

De 9 boringen ter plaatse van de toekomstige vaargeul, waarbij het er slechts om ging kennis omtrent de aan de oppervlakte van den zeebodem liggenden, uit te baggeren grondlagen te verkrijgen, teneinde tot een beoordeeling inzake de geschiktheid van deze grondlagen voor den bouw van de nieuwe havendammen te geraken, werden tot ca. 7,- m + N.A.P. doorgevoerd.

Voor de resultaten van deze boringen, waarop nog zal worden teruggekomen, moge worden verwezen naar de bijlagen 4, 5 en 6.

Om inzicht te verkrijgen in de vastheid der betrokken grondlagen werden door het laboratorium voor Grondmechanica in het voorloopig tracé van den Noorderhavendam twee diepsondeeringen verricht in de nabijheid van de diepe boringen no.423 en no.424 (zie bijlage 2). De resultaten van deze diepsondeeringen zijn naast de resultaten der genoemde boringen uitgezet op bijlagen ~~7 en 8~~.4a en 4b.
De volledige resultaten der diepsondeeringen komen voor op de bijlagen 7 en 8.

Voorts werd door het Laboratorium, met hetzelfde doel, een 27~~55~~-tal sondeeringen verricht met behulp van een middelzwaar sondeerapparaat waarmee geen grootere conusweerstanden dan 50 kg/cm^2 kunnen worden gemeten.

Van deze sondeeringen werden er22~~0~~ uitgevoerd ten behoeve van de bepaling der vastheden van den ondergrond onder den voorloopig

II. Ten behoeve van het onderzoek verrichte werkzaamheden in het terrein.

Ter bepaling van de ligging en hoeveelheden der grondlagen wenscht de onderzoeker ter plaatse van de toekomstige Nieuwe Buitenhaven is aangewezen, werd door den Provincialen Dienst tot Verbetering der Friesche Kanalen een 24-tal grondboringen verricht, waarnaar eerstge, welke tevens werden benut voor het stoken van ongeveerde 0.4. geroerde grondmonsters.

Van deze boringen werden er 5 verricht in de as van het voorloopige tracé van den Noordertravenhaven (plan II) en 10 nabij den kop van den beoogdenden Zuidertravenhaven, terwijl de overige 9 werden uitgevoerd ter plaatse van de uit te baggeren vaargeul (zie bijlagen 2 en 3).

Van de 5 eerstgenoemde boringen werden er 2, welke op bijlage 2 zijn aangeduid met de nummers 425 en 424, tot grootere diepte doorgevoerd, n.l. tot resp. 22,- m en 25,- m + N.A.P., terwijl de overige dzie tot ca. 8,- m + N.A.P. werden verricht.

De 10 boringen nabij de kop van den Zuidertravenhaven werden doorgezet tot 10,- a + 14,- m + N.A.P.

De 9 boringen ter plaatse van de toekomstige vaargeul, waarbij met er rlaonte on ging kennis omtrent de aan de oppervlakte van den reeboden liggenden, uit te baggeren grondlagen te verkrijgen, teneinde tot een beoordeeling inzake de geschiktheid van deze grondlagen voor den bouw van de nieuwe havendammen te geraken, werden tot ca. 7,- m + N.A.P. doorgevoerd.

Voor de resultaten van deze boringen, waarop nog zal worden teruggekomen, mogen worden verwezen naar de bijlagen 4, 5 en 6.

Om inzicht te verkrijgen in de vastheid der betrokken grondlagen werden door het laboratorium voor grondmechanica in het voorloopig tracé van den Noordertravenhaven twee diepsondeeringen verricht in de nabijheid van de diepe boringen no.425 en no.424 (zie bijlage 2). De resultaten van deze diepsondeeringen zijn naast de resultaten der genoemde boringen uitgezet op bijlagen 7 en 8.

Voorts werd door het laboratorium, met hetzelfde doel, een 55-tal sondeeringen verricht met behulp van een middelzwaar sondeerapparaat waarmee geen grootere consweerstanden dan 50 kg/cm^2 konden worden gemeten.

Van deze sondeeringen werden er 20 uitgevoerd ten behoeve van de bepaling der vastheden van den ondergrond onder den voorloopig

ontworpen Noorderhavendam, 5 in het, in de inleiding van dit verslag vermelde tracé, dat als variant op het voorloopig vastgestelde van den Noorderhavendam werd opgegeven. De punten waarin de sondeeringen zijn verricht, zijn aangegeven op Bijlage 2. Voor de resultaten van deze sondeeringen wordt verwezen naar bijlage 9.

Voor het verrichten van voornoemde sondeeringen is door den Dienst der Zuiderzeewerken de voor dergelijk werk speciaal vervaardigde ponton welwillend ter beschikking gesteld.

In de nabijheid van den kop van den bestaanden Zuiderhavendam zijn door den Provincialen Dienst tot Verbetering van Friesche Kanalen te Leeuwarden vanaf een zolderbak een 49-tal handsondeeringen uitgevoerd met het toestel van Barentsen. Bij het kiezen van de punten, waarin de sondeeringen zijn verricht, is ook rekening gehouden met het variantontwerp voor de verlenging van dezen havendam, De plaatsen, waar de sondeeringen zijn verricht, zijn aangegeven op bijlage 3, terwijl de resultaten voorkomen op de bijlagen 6 en 10.

III. Beschouwingen over de grondgesteldheid aan de hand van de resultaten der verrichte boringen en sondeeringen.

Uit de resultaten der in het terrein verrichte onderzoekingen blijkt dat de ondergrond uit de volgende grondlagen is samengesteld:

Aan de oppervlakte van den zeebodem komt een zeer slappe laag voor, welke volgens de resultaten der verrichte sondeeringen practisch geen weerstand tegen indringing van den conus biedt.

Zoowel de geologische profielen, welke op de bijlagen 5 uit de boorresultaten zijn samengesteld, als de sondeerprofielen, waarin de sondeerresultaten zijn verzameld (zie de bijlagen 9), geven aan, dat ter plaatse van het voorloopige en het variant op het voorloopige tracé van den Nieuwen Noorderhavendam de dikte dezer slappe laag in westelijke richting verloopt van ca. 1,- tot 3,50 m.

Op grond hiervan werd door het Laboratorium voor Grondmechanica bij schrijven no.6923/917/16 d.d. 22 Juli 1941 medegedeeld, dat de grondverbetering welke voor het geheele voorloopige tracé op teekening reg. no. 5823 tot 5,- m ÷ N.A.P. was ontworpen, voor

het oostelijk gedeelte van den dam wellicht tot een geringere diepte behoefde te worden aangelegd.

Zooals uit teekening reg. no. 6255 blijkt, is met deze aanwijzing rekening gehouden bij het ontwerpen van het definitieve plan. De onderkant der grondverbetering loopt nu ongeveer op dezelfde diepte als de door de sondeerprofielen aangegeven onderkant der slappe laag (zie bijlage 1).

Onder deze laag volgen betrekkelijk slappe, min of meer zandhoudende kleilagen. De voor deze lagen gevonden sondeerweerstanden bedragen ca. 10 á 20 kg/cm^2, waarin nog eenige vastere gedeelten.

De totale dikte dezer lagen bedraagt voor voornoemde tracé's 0 tot 4,- m.

De hierop volgende vastere lagen reiken ter plaatse van de verrichte diepe boringen tot ca. 15,- m + N.A.P. In deze lagen werden conusweerstanden gemeten tot 100 á 150 kg/cm^2, zooals uit de resultaten der diepsondeeringen blijkt.

Onder deze vastere lagen bevinden zich weer slappere, ter diepte van 15,- m tot 18,- m + N.A.P. met conusweerstanden van ca. 30 kg/cm^2, welke door lagen met wisselende vastheden van de zeer vaste zandlaag zijn gescheiden.

De bovenkant van deze zeer vaste laag bevindt zich blijkens de verrichte diepsondeeringen op ca. 20,- tot 24,- m + N.A.P.

De bovenste lagen ter plaatse van den kop van den bestaanden Zuiderhavendam vertoonen ongeveer eenzelfde beeld, met dit verschil dat hier bovendien nog eenig veen blijkt voor te komen.

Daar het definitieve tracé van den Noorderhavendam slechts weinig van het voorloopige afwijkt, gelden bovenstaande beschouwingen ook hiervoor.

In hoeverre deze beschouwingen ook gelden voor den ondergrond ter plaatse van de toekomstige verlenging van den Zuiderhavendam, zooals het definitieve ontwerp op teekening reg.no. 6255 aangeeft, en welke sterk verschilt van de voorloopig ontworpen plannen, is moeilijk te beoordeelen.

het oostelijk gedeelte van den weiliohf tot een geringere diepte behoefde te worden aangelegd.

Zooals uit teekening reg. no. 6255 blijkt, is met deze aanwijzing rekening gehouden bij het ontwerpen van het definitieve plan. De ophoogmt der gronduitstekende loopt nu ongeveer opdeelde diepte als de door de aanbestedingstekeningen aangegeven onderkant der slappe laag (zie bijlage 1).

Onder deze laag volgen betrekkelijk slappe min of meer samenhoudende vlietlagen. De voor deze lagen gevonden aanbestedingsvertanden bedragen ca. 10 à 20 kg/cm^2, waarin nog eenige veiligheid gedeelten.

De totale dikte deser lagen bedraagt voor voormelde trace's 0 tot 4,- m.

De bikerp volgende vastere lagen zetten ter plaatse van de verrichte diepe boringen tot ca. 15,- m ⊕ N.A.P. In deze lagen worden aanwezigstanden gemeten tot 100 à 150 kg/cm^2, zooals uit de resultaten der diepboorgegevens blijkt.

Onder deze vastere lagen bevinden zich weer slappere, tot diepte van 15,- m tot 18,- m ⊕ N.A.P. met aanwezigstanden van ca. 30 kg/cm^2, welke door lagen met wisselende vastheden van deer vaste samenlaag zijn gescheiden.

De bovenkant van deze meer vaste laag bevindt zich bijtiene de verrichte diepboorgegevens op ca. 20,- tot 24,- m ⊕ N.A.P.

De bovenste lagen ter plaatse van den kop van den beschanden Zuidertaverdam vertoonen ongeveer eenzelfde beeld, met dit verschil dat hier bovenlaag meg eenig veen blijkt voor te komen.

Daar het definitieve tracé van den Noordertaverdam zoeiste wijdte van het voorloopige ontwerp, gelden bovenstaande beschouwingen ook hiervoor.

In bovenstaande beschouwingen ook gelden voor den onderbrond ter plaatse van de toekomstigeverplaatsing van den Zuidertaverdam, zooals het definitieve ontwerp op teekening reg.no. 6255 aangeeft, en welke ptrek verschilt van de voorloopig ontworpen plannen, is mogelijk te beoordelen.

IV. Laboratoriumonderzoek.

a. Van bijna alle ongeroerde grondmonsters werden het volumegewicht, het watergehalte en de conuswaarde bepaald. De hierbij gevolgde werkwijze moge hieronder in 't kort worden vermeld.

1°. Het volumegewicht werd bepaald door weging van een bekend volume van den grond in ongeroerden toestand.

2°. Het watergehalte werd gevonden door een hoeveelheid van den ongeroerden grond te wegen, daarna te drogen en nogmaals te wegen. Het verlies in gewicht geeft de hoeveelheid water aan. Het watergehalte wordt uitgedrukt in gewichtsprocenten van de vaste stof.

3°. De conuswaarde wordt bepaald door middel van een conusproef, waarvan een beschrijving wordt gegeven op de bijlage 11. Hoe vaster de grond is, des te hooger is de conuswaarde. Het geeft dus een objectieve indruk van de consistentie van het onderzochte materiaal.

b. Eenige van deze ongeroerde grondmonsters, welke waren verkregen uit grondlagen waarop de Nieuwe Noorderhavendam en de verlenging van den Zuiderhavendam volgens het voorloopige plan zouden komen te rusten, werden tevens aan de volgende proeven onderworpen:

1°. Samendrukkingsproef.

Deze werd verricht ter bepaling van de samendrukkingseigenschappen der betrokken grondlagen. Met behulp van de resultaten dezer proefnemingen is het mogelijk een voorspelling te doen inzake de zettingen, welke de ondergrond tengevolge van een belastingsverhooging zal ondergaan, zooals uit V zal blijken.

Voor een beschrijving der proef moge worden verwezen naar bijlage 12. De verkregen resultaten staan vermeld op de tabellen van de bijlagen 4, 5 en 6.

2°. Celproef.

Deze werd verricht ter bepaling van de wrijvingsgrootheden van den ondergrond, welke men o.a. moet kennen ter beoordeeling van de stabiliteit van de havendammen.(zie VI)

Voor 3 monsters, te weten: 6979-917-2, 6985-917-8 en 6991-917-14 is de proef langzaam geschied en voor de overige snel.

De resultaten van deze proeven zijn uitgezet op de bijlagen 13, terwijl de beschrijving ervan wordt gegeven op de bijlage 14.

IV. Laboratoriumonderzoek.

a. Van bijna alle ongeroerde grondmonsters werden het volumegewicht, het watergehalte en de consistentie bepaald. De bierbij gevolgde werkwijze moge hieronder in 't kort worden vermeld.

1°. Het volumegewicht werd bepaald door weging van een bekend volume van den grond in ongeroerdem toestand.

2°. Het watergehalte werd gevonden door een hoeveelheid van den ongeroerden grond te wegen, daarna te drogen en nogmaals te wegen. Het verschil in gewicht geeft de hoeveelheid water aan. Het watergehalte wordt uitgedrukt in gewichtsprocenten van de vaste stof.

3°. De consistentie wordt bepaald door middel van een conus-proef, waarvan een beschrijving wordt gegeven op de bijlage 11. Hoe vaster de grond is, des te hooger is de consistentie. Het geeft dus een objectieve indruk van de consistentie van het onderzochte materiaal.

b. Bentje van deze ongeroerde grondmonsters, welke waren verkregen uit grondlagen waarop de Nieuwe Noordzeehavendam en de verlenging van den Zuidzeehavendam volgens het voorlooopige plan zouden komen te rusten, werden toevens aan de volgende proeven onderworpen:

1°. Samendrukkingsproef.

Deze werd verricht ter bepaling van de samendrukkingseigenschappen der betrokken grondlagen. Met behulp van de resultaten dezer proefnemingen is het mogelijk een voorspelling te doen trekken de zettingen, welke de ondergrond tengevolge van een belastingsverhooging zal condergaan, zooals uit V zal blijken.

Voor een beschrijving der proef moge worden verwezen naar bijlage 12. De verkregen resultaten staan vermeld op de vellen van de bijlagen 4, 5 en 6.

2°. Cofmeter.

Deze werd verricht ter bepaling van de wrijvingsgrootheden van den ondergrond, welke men o.a. moet kennen ter berekeningen van de stabiliteit van de havendammen (zie VI).

Voor 3 monsters, te weten: 6979-917-2, 6985-917-8 en 6997-917-15 is de proef langzaam geschied en voor de overige snel.

De resultaten van deze proeven zijn uitgezet op de bijlagen 13, terwijl de beschrijving eraan wordt gegeven op de bijlage 14.

c. Tenslotte werden er nog van eenige monsters (zoowel geroerde als ongeroerde), waarachter in de tabellen van de bijlagen 4, 5 en 6 een k is genoteerd, korrelverdeelingsdiagrammen bepaald.

Deze zijn vooral van belang in verband met het vraagpunt betreffende de geschiktheid van het te baggeren materiaal voor den bouw der dammen. Immers hieruit kan men een conclusie trekken inzake het slibgehalte en de korrelgrootte van den gebaggerden grond.

De korrels grooter dan 50 µ werden op de gebruikelijke wijze door zeven afgescheiden. Voor de korrels welke kleiner dan 50 µ zijn werd de areometermethode toegepast.

Bij deze methode wordt de grond, na een voorbehandeling te hebben ondergaan ter verwijdering van de humus en de kalk, met water tot een suspensie opgeschud.

Met behulp van een speciaal voor dit doel geconstrueerde areometer wordt nu het soortelijk gewicht van de suspensie op één bepaalde hoogte in de vloeistof en in verband met den tijd afgelezen.

Uit de hierdoor verkregen gegevens kunnen dan de grootte en verdeeling der korrels worden berekend.

Voor de aldus verkregen korrelverdeelingsdiagrammen moge worden verwezen naar de bijlagen 15.

Zooals reeds in het voorloopig verslag is vermeld, blijkt uit deze diagrammen, dat de uit de Nieuwe Buitenhaven te baggeren specie zeer veel fijne deeltjes bevat, waardoor het bij toepassing als bouwmateriaal voor de ontworpen dammen aan een langdurig inklinkingsproces onderhevig kan zijn. In hoeverre deze fijne deeltjes echter tijdens het opspuiten op het damlichaam zullen bezinken, of wel met het spuitwater zullen worden afgevoerd, zal misschien kunnen worden beoordeeld aan de hand van de vergelijkende onderzoekingen op de storten te Harlingen en Kiesterzijl, waarover in Hoofdstuk VII van dit verslag een beschrijving zal worden gegeven.

V. Berekening van de te verwachten zettingen.

In het voorloopig verslag werd de te verwachten uiteindelijke samendrukking van den ondergrond onder de kruin van den Nieuwen Noorderhavendam berekend op ca. 130 cm, voor het geval er geen grondverbetering werd aangebracht.

Echter is volgens het definitieve plan aangegeven op teekening reg.no. 6255, zoowel onder den Nieuwen Noorderhavendam als

o. Tenslotte werden er nog van eenige monsters (zowel gezoende als ongezoende), waarnoemer in de tabellen van de bijlagen 4, 5 en 6 een ½ is genoteerd, korrelverdeelingsdiagrammen bepaald.

Deze zijn voorzien van belang in verband met het vraagpunt betreffende de geschiktheid van het te baggeren materiaal voor den bouw der dammen. Immers hieruit kan mon een conclusie trekken inzake het zijbgehalte en de korrelgrootte van den gebaggerden grond.

De korrels grooter dan 50 μ werden op de gebruikelijke wijze door zeven gescheiden. Voor de korrels welke kleiner dan 50 μ zijn werd de areometermethode toegepast.

Bij deze methode wordt de grond, na een voorbehandeling te hebben ondergaan ter verwijdering van de humus en de kalk, met water tot een suspensie opgeschud.

Met behulp van een areometer voor dit doel geconstrueerde areometer wordt nu het soortelijk gewicht van de suspensie op een bepaalde hoogte in de vloeistof en in verband met den tijd afgelezen.

Uit de hieruit verkregen gegevens kunnen dan de grootte en verdeeling der korrels worden berekend.

Voor de aldus verkregen korrelverdeelingsdiagrammen moge worden verwezen naar de bijlagen 5.

Zooals reeds in het voorloopig verslag is vermeld, blijkt uit deze diagrammen, dat de uit de Nieuwe Buitenhaven te baggeren specie naar veel zijne deeltjes bevat, waardoor het bij toepassing als bouwmaterial voor de ontworpen dammen een langdurig inklinkingsproces ondervindt kan zijn. In hoeverre deze zijne deeltjes echter zijnen het opspuiten op het damlichaam zullen bezinken, of wel met het spuitwater zullen worden afgevoerd, zal misschien kunnen worden beoordeeld aan de hand van de vorgelijkende onderzoekingen op de sterten te Hartingen en Kloosterzijl, waarover in hoofdstuk VII van dit verslag een beschrijving zal worden gegeven.

V. Berekening van de te verwachten zettingen.

In het voorloopig verslag werd de te verwachten uitzindelijkheid aanwezig van den ondergrond onder de kruin van den Nieuwen Noordelijkenvenden berekend op ca. 130 cm, voor het geval er geen grondverbetering zou aangebracht.

Sinds is volgens het definitieve plan aangegeven op teekening reg.no. 6295, zooals onder den Nieuwen Noordelijkenvenden als

onder de verlenging van den Zuiderhavendam een grondverbetering ontworpen, waardoor de slappe bovenlagen grootendeels door zand worden vervangen. Hierdoor xal de samendrukking aanmerkelijk worden verminderd. Derhalve zijn voor het definitieve ontwerp eveneens eenige zettingsberekeningen verricht.

De methode volgens welke de zettingsberekeningen zijn uitgevoerd moge hieronder in het kort worden toegelicht:

Volgens de zakkingstheorie van von Terzaghi kan men de te verwachten uiteindelijke zetting van den ondergrond bij benadering berekenen uit:

$$z = \frac{h}{C} \ln \frac{p_o + p}{p_o}$$

waarin: h = de dikte van de grondlaag,
p_o = de oorspronkelijke korrelspanning in den ondergrond,
p = de verhooging van de korrelspanning in den ondergrond, tengevolge van de belasting,
C = een samendrukkingsconstante.

Voor zand en sterk zanderige grondsoorten worden inderdaad uiteindelijke zettingen waargenomen. Echter bij samenhangende grondsoorten wordt in het algemeen ook bij langdurige waarneming geen uiteindelijke zetting gemeten, doch blijkt de ondergrond aan een voortdurende samendrukking onderhevig te zijn (seculair effect).

Dit gaf Buisman aanleiding tot het opstellen van een tijdzakkingshypothese, welke in formule luidt:

$$z_t = h.p\ (\alpha_p + \alpha_s \log t).$$

waarin: h = de dikte van de laag,
p = de verhooging van de korrelspanning in den ondergrond,
α_p = de zetting na verloop van de tijdseenheid, per eenheid van laagdikte en spanningsverhooging,
α_s = toename van de zetting voor elke vertienvoudiging van den tijd, eveneens per eenheid van laagdikte en spanningsverhooging.

Voor een verdere beschrijving van deze zettingshypothese moge worden verwezen naar bijlage 16.

Een bezwaar van de formule is o.a. dat de afhankelijkheid van de grootheden α_p en α_s van de spanningen p_o en p er niet in tot uiting komen.

onder de veiligheid van den zuidertravonden een gronddwarsbetering ontworpen, waardoor je slappe bovenlagen grootendeels door zand worden verwangen. Hierdoor zal de samendrukking aanmerkelijk worden verminderd. Derhalve zijn voor het definitieve ontwerp eveneens eenige settingsberekeningen verricht.

De methode volgens welke de settingsberekeningen zijn uitgevoerd moge hieronder in het kort worden toegelicht:

Volgens de zakkingstheorie van von Terzaghi kan men de te verwachten uiteindelijke setting van den ondergrond bij benadering berekenen uit:

$$s = \frac{h}{C} \ln \frac{p_o + p}{p_o}$$

waarin: h = de dikte van de grondlaag,

p_o = de oorspronkelijke korrelspanning in den ondergrond,

p = de verhooging van de korrelspanning in den ondergrond, tengevolge van de belasting,

C = een samendrukkingsconstante.

Voor zand en stark samenhangende grondsoorten worden inderdaad uiteindelijke settingen waargenomen. Echter bij samenhangende grondsoorten wordt in het algemeen ook bij langdurige wachtende geen uiteindelijke setting gemeten, doch blijkt de ondergrond een voortdurende samendrukking onderhevig te zijn (secundair effect).

Dit gaf Buisman aanleiding tot het opstellen van een tijdzakkingshypothese, welke in formule luidt:

$$s_t = h.p\ (a_p + a_s \log t).$$

waarin: h = de dikte van de laag,

p = de verhooging van de korrelspanning in den ondergrond,

a_p = de setting uit verloop van de tijdseenheid, per eenheid van laagdikte en spanningsverhooging,

a_s = toename van de setting voor elke vertienvoudiging van den tijd, eveneens per eenheid van laagdikte en spanningsverhooging.

Voor een verdere beschrijving van deze settingshypothese moge worden verwezen naar bijlage 16.

Een bezwaar van de formule is o.a. dat de afhankelijkheid van de grootheden a_p en a_s van de spanningen p_o en p er niet in tot uiting komen.

DE zakkingstheorie van von Terzaghi blijkt echter óók voor samenhangende grondsoorten, welke een seculair effect vertoonen, ten naastenbij te gelden, indien in plaats van de hierbij waargenomen uiteindelijke zettingen worden ingevoerd de zettingen na een zekeren tijd, afgeleid uit de op de gebruikelijke wijze in het semi-logarithmisch tijd-zakkingsdiagram geconstrueerde zettingsasymptoten volgens Buisman.

Dit gaf aanleiding tot het opstellen van de volgende formule:

$$z = h\left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s}\log t\right).\ \ln\left(\frac{p_o + p}{p_o}\right) =$$

$$= \frac{h}{C_p}\ln\left(\frac{p_o + p}{p_o}\right) + \frac{h}{C_s}\ln\left(\frac{p_o + p}{p_o}\right)\log t$$

De waarde voor C_p kan worden berekend uit:

$$1/C_p = \frac{\alpha_p . P}{\ln\frac{p_o+p}{p_o}} \quad \text{en voor } C_s \text{ uit: } 1/C_s = \frac{\alpha_s . P}{\ln\frac{p_o+p}{p_o}}$$

In plaats van de C_s te berekenen zijn voor dit verslag de zettingen uitgerekend met behulp van C-waarden welke gelden voor de tijdseenheid (1 dag) en voor de vertienvoudiging hiervan.

De zetting voor 1 dag wordt dan:

$$z_1 = \frac{h}{C_1}\ln\frac{p_o + p}{p_o} \quad (C_1 = C_p)$$

en voor 10 dagen:

$$z_{10} = \frac{h}{C_{10}}\ln\frac{p_o + p}{p_o}$$

Uit het verschil van deze twee zettingen volgt de waarde voor

$$\frac{h}{C_s}\ln\frac{p_o + p}{p_o}$$

De voorgaande formule voor de samendrukking van den ondergrond gaat dan over in

$$\underline{z = z_1 + (z_{10} - z_1)\log t.}$$

Met behulp van deze formule werden de te verwachten samendrukkingen berekend van den ondergrond onder de kruin en de bermen van den Nieuwen Noorderhavendam ter plaatse van de boringen 423 en 424.

De oorspronkelijke korrelspanningen p_o werden berekend met behulp van de volumegewichten welke voor de monsters uit de betrok-

De samdrukkingstheorie van von Terzaghi blijkt echter ook voor samenhangende grondsoorten, welke een secundair effect vertoonen, ten naastenbij te gelden, indien in plaats van de hierbij waargenomen uiteindelijke zettingen worden ingevoerd de zettingen na een zekeren tijd, afgeleid uit de op de gebruikelijke wijze in het semi-logarithmisch tijd-samdrukkingsdiagram geconstrueerde zettingsasymptoten volgens Buisman.

Dit gat aanleiding tot het opstellen van de volgende formule:

$$z = h\left(\frac{1}{C_p} + \frac{1}{C_s}\log t\right).\ \ln\left(\frac{p_o + p}{p_o}\right) =$$

$$= \frac{h}{C_p}\ln\left(\frac{p_o + p}{p_o}\right) + \frac{h}{C_s}\ln\left(\frac{p_o + p}{p_o}\right)\log t$$

De waarde voor C_p kan worden berekend uit:

$$1/C_p = \frac{a_p \cdot e}{\ln\frac{p_o+p}{p_o}} \quad \text{en voor } C_s \text{ uit: } 1/C_s = \frac{a_s \cdot p}{\ln\frac{p_o+p}{p_o}}$$

In plaats van de C_s te berekenen zijn voor dit vraagstuk de zettingen uitgerekend met behulp van C-waarden welke gelden voor de tijdsaanduiding (1 dag) en voor de vertrekvoorwaarde bezwaren.

De setting voor 1 dag wordt dan:

$$z_1 = \frac{h}{C_1}\ln\frac{p_o + p}{p_o} \quad (C_1 = C_p)$$

en voor 10 dagen:

$$z_{10} = \frac{h}{C_{10}}\ln\frac{p_o + p}{p_o}$$

Uit het verschil van deze twee zettingen volgt de waarde voor

$$\frac{h}{C_s}\ln\frac{p_o + p}{p_o}$$

De voorgaande formule voor de samendrukking van den ondergrond gaat dan over in

$$z = z_1 + (z_{10} - z_1)\log t.$$

Met behulp van deze formule werden de te verwachten samendrukkingen berekend van den ondergrond onder de kruin en de beiden van den Nieuwen Noordertraverdam ter plaatse van de boringen 423 en 424.

De oorspronkelijke korrelspanningen p_o werden berekend met behulp van de volumegewichten welke voor de meesters uit de betrok-

ken grondlagen waren gevonden.(zie bijlage 17).

Bij de bepaling van de belasting tengevolge van het damlichaam werd voor het materiaal waarmee de dam zal worden uitgevoerd een volumegewicht van 1,7 t/m^3 aangehouden voor zoover het boven water en van 1,0 t/m^3 voor zoover het onderwater ligt. Met de benoodigde overhoogte van het damlichaam werd rekening gehouden, door de zettingen vooraf te schatten. Voor den waterstand werd ongeveer het gemiddelde genomen tusschen G.H.W. en G.L.W. Voor de berekening van de belasting moge worden verwezen naar bijlage 17.

Bij de berekening van de samendrukkingsconstanten C_1 en C_{10} werd, voor het geval de lastzakkingsdiagrammen niet lineair verloopen, dat gedeelte van het diagram genomen, dat zoo goed mogelijk ligt tusschen de belastingen waaraan de betrokken laag in den ondergrond is onderworpen.

Een voorbeeld van de berekening van deze constanten vindt men op bijlage 18.

Zet men het verloop van de lijnen, welke de korrelspanningen p_o en $p_o + p$ weergeven op semi-logarithmische schaal uit, zooals dat op de bijlagen 19 is geschied, dan stelt het oppervlak F, dat door deze twee diagrammen en de lijnen welke de onder- en bovenkant der betrokken laag aangeven wordt ingesloten, op een bepaalde schaal de waarde voor van $h.\log \frac{p_o + p}{p_o}$

De totale samendrukking van den ondergrond wordt dan

$$z = \Sigma \frac{2,3}{C} . F. \text{ x schaalfactor}$$

Aangezien de logarithmische eenheid 10 cm bedraagt en de diepte schaal = 1 : 100, is de schaalfactor in deze formule $\frac{100}{10} = 10$ zoodat de totale samendrukking wordt gegeven door:

$$z = \Sigma \frac{23}{C} F.$$

Op deze wijze werden graphisch de zettingen z_1 en z_{10} bepaald waarvoor moge worden verwezen naar bijlage 19.

De aldus gevonden waarden voor z_1 en z_{10} zijn op semi-logarithmische schaal uitgezet op de bijlagen 20. De rechte door deze twee punten geeft dan het verloop van de samendrukking met den tijd weer.

Bij de berekening van deze tijd-zakkingslijnen werd geen rekening gehouden met de z.g. "hydrodynamische periode". In deze periode wordt de samendrukking beheerscht door de uitdrijving van poriënwater. Volgens de hydrodynamische zettingstheorie van von

ken grondlagen waren gevonden (zie blijlage 17).

Bij de berekening van de belasting tengevolge van het damlichaam werd voor het materiaal aangenomen de dam zal worden uitgevoerd een volumegewicht van $1,7$ t/m^3 aangenomen voor zoover het boven water en van $1,0$ t/m^3 voor zoover het onderwater ligt. Met de beschikbare overhoogte van het damlichaam werd rekening gehouden, door de zettingen voorzf te schatten. Voor den waterstand werd ongeveer het gemiddelde genomen tusschen G.H.W. en G.L.W. Voor de berekening van de belasting mogen worden verwezen naar blijlage 17.

Bij de berekening van de samendrukkingsconstanten C_1 en C_{10} werd, voor het geval de lastaankingsdiagrammen niet lineair verloopen, dat gedeelte van het diagram genomen, dat zoo goed mogelijk lijkt tusschen de belastingen waarvan de betrokken laag in den ondergrond is onderworpen.

Een voorbeeld van de berekening van deze constanten vindt men op blijlage 18.

Zet men het verloop van de lijnen, welke de korrelspanningen p_o en $p_o + p$ weergeven op semi-logarithmische schaal uit, zooals dat op de blijlagen 19 is geschied, dan stelt het oppervlak F, dat door deze twee diagrammen en de lijnen welke de onder- en bovenkant der betrokken laag aangeven wordt ingesloten, op een bepaalde schaal de waarde voor van $h.\log \frac{p_o + p}{p_o}$

De totale samendrukking van den ondergrond wordt dan

$$z = \Sigma \frac{z_o}{h_o} . F. \times \text{schaalfactor}$$

Aangezien de logarithmische eenheid 10 cm bedraagt en de diepte schaal = 1 : 100, is de schaalfactor in deze formule $\frac{100}{10} = 10$ zoodat de totale samendrukking wordt gegeven door:

$$z = \Sigma \frac{z_o}{h_o} F.$$

Op deze wijze werden grafisch de zettingen z_1 en z_{10} bepaald waarvoor mogen worden verwezen naar blijlage 19.

De aldus gevonden waarden voor z_1 en z_{10} zijn op semi-logarithmische schaal uitgezet op de blijlagen 20. De resulte door deze twee punten geeft dan het verloop van de samendrukking met den tijd weer.

Bij de berekening van deze tijd-zakkingslijnen werd geen rekening gehouden met de z.g. "hydrodynamische periode". In deze periode wordt de samendrukking bewerkt door de uitdrijving van porienwater. Volgens de hydrodynamische zettingstheorie van von

Terzaghi kan het verloop van de samendrukking gedurende deze periode bij benadering worden voorgesteld door de kromme, welke op bijlage 21 is weergegeven. Indien nu de tijd T, waarin de hydrodynamische periode is beëindigd, en de zetting op dit tijdstip bekend zijn, kan het geheele verloop met behulp van deze kromme worden geteekend.

Voor het vervaardigen van dit verslag was niet voldoende tijd ter beschikking om laboratoriumproeven te verrichten met de resultaten waarvan de tijd T zou kunnen worden berekend. Daarom werd getracht deze tijd te vinden uit de resultaten van de reeds verrichte samendrukkingsproeven. Een voorbeeld van de wijze waarop dit is geschied vindt men op bijlage 22. De aldus gevonden waarden voor T gelden voor een monster ter dikte van ca. 2 cm. In het monster is door middel van de twee poreuze steenen afstrooming in twee verticale richtingen mogelijk.

Stelt men den duur van de hydrodynamische periode in het monster op t, en die in de betrokken grondlaag op T, dan bestaat er, wanneer in de grondlaag een afstrooming in twee richtingen mogelijk is, de verhouding

$$T : t = h^2 : d^2$$ waarin h = de dikte van de grondlaag
d = " " " het monster.

Is er slechts afstrooming van het poriënwater in één richting mogelijk dan wordt deze verhouding:

$$T : t = 4\ h^2 : d^2.$$

Op deze wijze is nu voor de verschillende grondlagen zoo goed mogelijk de waarde voor T bepaald.

Door superpositie van de aldus berekende samendrukkingsverloopen voor de verschillende grondlagen werden de tijd-zakkingslijnen voor den ondergrond verkregen.

Daar uit de resultaten van de samendrukkingsproeven de waarden voor t dikwijls niet eenduidig zijn af te leiden, moet deze methode als zeer benaderend worden beschouwd. De gegeven tijdzakkingslijnen zijn dan ook slechts ter oriënteering gegeven.(zie gestreepte lijnen bijlage 20).

Voor de verlenging van den Zuiderhavendam is voor profiel 5 een soortgelijke berekening opgesteld.

Daar men voor dezen havendam ter plaatse van profiel 5 niet over voldoende gegevens inzake den ondergrond beschikte werd aangenomen, dat deze overeenkomt met een boring, welke werd verkregen

Tevens kan het verloop van de samendrukking gedurende deze periode bij benadering worden voorgesteld door de kromme, welke op bijlage 21 is weergegeven. Indien nu de tijd T, waarin de hydrodynamische periode is beëindigd, op de schatting op dit tijdstip bekend zijn, kan het geheele verloop met behulp van deze kromme worden geschatend.

Voor het vervaardigen van dit verslag was niet voldoende tijd ter beschikking om laboratoriumproeven te verrichten met de resultaten waarvan de tijd T zou kunnen worden berekend. Daarom werd getracht deze tijd te vinden uit de resultaten van de reeds verrichte samendrukkingsproeven. Een voorbeeld van de wijze waarop dit is geschied vindt men op bijlage 22. De aldus gevonden waarden voor T gelden voor een monster ter dikte van ca. 2 cm. In het monster is door middel van de twee poreuze steenen afstroming in twee verticale richtingen mogelijk.

Stelt men den duur van de hydrodynamische periode in het monster op t, en die in de betrokken grondlaag op T, dan bestaat er, wanneer in de grondlaag een afstroming in twee richtingen mogelijk is, de verhouding

$T : t = h_2 : d_2$ waarin h = de dikte van de grondlaag
d = " " het monster.

Is er slechts afstroming van het poriënwater in één richting mogelijk dan wordt deze verhouding:

$T : t = 4 h_2 : d_2$.

Op deze wijze is nu voor de verschillende grondlagen zoo goed mogelijk de waarde voor T bepaald.

Door superpositie van de aldus berekende samendrukkingsverloopen voor de verschillende grondlagen werden de tijd-zakkingslijnen voor den onderzochten verkleigen.

Daar uit de resultaten van de samendrukkingsproeven de waarden voor t dikwijls niet constatiën zijn of te lezen, moet deze methode als zeer benaderend worden beschouwd. De gevonden tijdzakkingslijnen zijn dan ook slechts ter orïënteering gegeven (als gestreepte lijnen bijlage 20).

Voor de verklaring van den Zuiderzeedam is voor profiel 5 een soortgelijke berekening opgesteld.

Daar men voor deze dammen ter plaatse van profiel 5 niet over voldoende gegevens inzake den onderzochten bodemlagen mag aanmoemen, dat deze overeenkomt met een boring, welke wordt verkregen

uit een combinatie van de boringen 430 en 424.(zie bijlage 17c).

Deze berekening is graphisch uitgevoerd op bijlage 19c. Voor de resultaten moge worden verwezen naar bijlage 20c.

Tenslotte moge nog iets worden opgemerkt omtrent eenige factoren, welke van invloed zijn op de grootte van de samendrukking van den ondergrond, doch welke niet in de berekening zijn betrokken. Verwaarloosd werd o.a.

1°. De spreiding in den ondergrond van de door de belasting opgewekte spanningen. Daardoor zullen de zettingen wat minder worden dan werd berekend. Een globale berekening wees uit dat dit verschil slechts enkele centimeters zal bedragen.

2°. Vervorming van den grond in horizontale richting. Deze vervorming treedt op als gevolg van het zich in den ondergrond ontwikkelen van de schuifspanningen, welke voor het evenwichtsbehoud van den dijk noodig zijn. De samendrukking zal hierdoor eenigszins kunnen worden vergroot. Daar er, zooals uit VI zal blijken, de zekerheid tegen afschuiving van het profiel vrij groot is, zal deze factor weinig invloed op de grootte van de zettingen hebben.

3°. De omstandigheid, dat tengevolge van in verticale langsvlakken optredende schuifspanningen de belastingsfiguur niet geheel gelijk is aan het profiel van den dijk. Tengevolge van dezen factor zal de samendrukking van den ondergrond onder de kruin wat minder en onder den lagen berm wat meer bedragen, dan de berekende.

Wil men de zettingen kennen die de bovenkant van de kruin en de bermen ondergaan, dan moeten de berekende samendrukkingen van den ondergrond nog met de inklinking van het damlichaam zelf worden vermeerderd. Deze inklinking is echter in dit geval niet berekend, daar niet voldoende gegevens omtrent het in den dam te verwerken materiaal ter beschikking stond. Wordt, zooals het in de bedoeling ligt, zand als bouwmateriaal gebruikt, dan zal de inklinking grootendeels reeds tijdens den bouw tot stand komen.

uit een combinatie van de boringen 430 en 424 (zie bijlage 17c).
Deze berekening is grafisch uitgevoerd op bijlage 19c. Voor de resultaten mogen worden verwezen naar bijlage 20c.

Tenslotte mogen nog iets worden opgemerkt omtrent oorzaken factoren, welke van invloed zijn op de grootte van de samendrukking van den ondergrond, doch welke niet in de berekening zijn betrokken. Vermelding verdient o.a.

1°. De spreiding in den ondergrond van de door de belastingen opgewekte spanningen. Daardoor zullen de zettingen wat minder worden dan werd berekend. Een globale berekening wees uit dat dit verschil slechts enkele centimeters zal bedragen.

2°. Vervorming van den grond in horizontale richting. Deze vervorming treedt op als gevolg van het zich in den ondergrond ontwikkelen van de schuifspanningen, welke voor het evenwichtsbehoud van den dijk noodig zijn. De samendrukking zal hierdoor eenigszins kunnen worden verkleind. Daar er, zooals uit VI zal blijken, de zekerheid tegen afschuiving van het profiel vrij groot is, zal deze factor weinig invloed op de grootte van de zettingen hebben.

3°. De omstandigheid, dat tengevolge van in verticale langsvlakken optredende schuifspanningen de belastingsfiguur niet geheel gelijk is aan het profiel van den dijk. Tengevolge van deze factor zal de samendrukking van den ondergrond onder de kruin wat minder en onder de lagen beneden wat meer bedragen, dan de berekende.

Wil men de zettingen kennen die de bovenkant van de kruin en de bermen ondergaan, dan moeten de berekende samendrukkingen van den ondergrond nog met de inklinking van het damlichaam zelf worden vermeerderd. Deze inklinking is echter in dit geval niet berekend, daar niet voldoende gegevens omtrent het in den dam te verwerken materiaal ter beschikking stond. Wordt, zooals het in de bedoeling ligt, sand als bouwmaterialen gebruikt, dan zal de inklinking grootendeels reeds tijdens den bouw tot stand komen.

VI. Evenwichtsberekeningen.

Ter beoordeeling van de stabiliteit der havendammen is voor het zwaarste profiel, n.l. profiel 7 van het definitieve ontwerp van den Nieuwen Noorderhavendam een evenwichtsberekening opgesteld met behulp van een cirkelcylindrisch glijdvlak. De ondergrond werd verondersteld te zijn opgebouwd uit grondlagen overeenkomende met het resultaat van boring 423. De diepte waarop de onderkant der grondverbetering ter plaatse komt te liggen, werd aangenomen op 3,00 m + N.A.P.

Als overhoogte werden de volgende bedragen aangehouden: voor de kruin 0,75 m; voor den hoogen berm 0,55 m en voor den lagen berm 0,25 m. Gezien de resultaten der zettingsberekeningen, zijn deze bedragen aan den hoogen kant.

Het volumegewicht van het materiaal, verwerkt in den dam, kort na beëindiging van de uitvoering, werd op 2 t/m^3 gesteld, hetgeen de veronderstelling inhoud, dat het geheele profiel direct na de uitvoering met water verzadigd was.

Deze aanname is veel ongunstiger dan die, waarmede in het voorloopige verslag was gerekend, en waarbij de phreatische lijn door het damlichaam werd verondersteld te verloopen van N.A.P. onder de kruin tot 2,40 m + N.A.P. aan den teen van den dam (zie brief 8947-917-25).

In het damlichaam zelf werd een hoek van inwendige wrijving van 30° aangehouden.

De hydrodynamische waterspanningen, welke in de slappe bovenlagen eventueel direct na den bouw kunnen optreden, werden buiten beschouwing gelaten. Het uit de berekening verkregen resultaat moet dan ook met de uitkomsten van snelle celproeven worden vergeleken.

Uit de berekening welke op bijlage 23 is uitgevoerd, blijkt, dat voor het behoud van het evenwicht voor dit, wellicht ongunstigst denkbare geval, een schijnbare hoek van inwendige wrijving van $\varphi = 23^o$ in den ondergrond aanwezig moet zijn.

De resultante K, die het afschuivend moment van den door het glijdvlak afgescheiden grondmassa veroorzaakt, moet evenwicht maken met de spanningsverdeeling langs het glijdvlak. Een mogelijke en aannemelijke spanningsverdeeling hiervoor is de afgeknot sinusvormige, welke op de genoemde bijlage is geteekend.

De grootten van deze, voor het evenwichtsbehoud benoodigde spanningen, waarvan wordt aangenomen dat zij allen een hoek van 23° met de normaal op het glijdvlak maken, konden met behulp van daar-

VI. Evenwichtsberekening.

Ter bepaling van de stabiliteit der bevrijdamsen is voor het gewenste profiel, n.l. profiel 7 van het definitieve ontwerp van den Ilsemen Noordtrafvoerdam een evenwichtsberekening opgesteld met behulp van een cirkelcylindrisch glijvlak. De ondergrond werd verondersteld te zijn opgebouwd uit grondlagen overeenkomende met het resultaat van boring 425. De diepte waarop de onderkant der grondverbetering ter plaatse kort te liggen, werd aangenomen op 3,00 m ◆ N.A.P.

Als overhoogte werden de volgende bedrag en aangenomen:
voor de kruin 0,75 m; voor den hoogen bak 0,55 m en voor den laagen bak 0,25 m. Gezien de resultaten der rettingsberekeningen, zijn deze bedragen aan den hoogen kant.

Het volumegewicht van het materiaal, verwerkt in den dam, kort na bestorting van de uitvoering, werd op 2 t/m^3 geschat, hetgeen de verondersteltling inhoud, dat het gekozen profiel direct na de uitvoering met water verzadigd was.

Deze aanname is veel ongunstiger dan die, waarmede in het voorloopig verslag gerekend, en wordt de phreatische lijn door het damlichaam werd verondersteld te verlopen van N.A.P. onder de kruin tot 2,40 m ◆ N.A.P. aan den **teen** van den dam (zie brief 8947-917-25).

In het damlichaam zelf werd een hoek van inwendige wrijving van 30° aangenomen.

De hydrodynamische waterspanningen, welke in de slappe bovenlagen eventueel direct na den bouw kunnen optreden, werden buiten beschouwing gelaten. Het uit de berekening verkregen resultaat moet dan ook met de uitkomsten van enige selproeven worden vergeleken.

Uit de berekening welke op blijlage 23 is uitgevoerd, blijkt, dat voor het behoud van het evenwicht voor dit, wellicht ongunstiger kenbare geval, een schijnbare hoek van inwendige wrijving van $\varphi = 23°$ in den ondergrond aanwezig moet zijn.

De resultante R, die het afschuivend moment van den door het glijdvlak afgesnoeden grondmassa veroorzaakt, moet evenwicht maken met de aspanningsverdeeling langs het glijdvlak. Een mogelijke en aannemelijke aspanningsverdeeling hiervoor is de afgebeelde aanwezige, welke op de geroomde bijlage is geteekend.

De grootten van deze, voor het evenwichtsbehoud benoodigde spanningen, waarvan wordt aangenomen dat zij allen een hoek van 23° met de normaal op het glijdvlak maken, konden met behulp van dan-

voor afgeleide formules worden berekend enwerden met de resultaten van de snelle celproeven vergeleken zooals op genoemde bijlage is aangegeven.

Uit deze vergelijking blijkt, dat indien het werk in een normaal tempo wordt uitgevoerd, er volgens deze berekening geen kans op verlies van het even wicht bestaat.

Daar de overige profielen, welke op de teekening reg.no.6255 zijn weergegeven lichter ontworpen zijn dan het onderhavige, zijn hiervoor geen aparte evenwichtsberekeningen opgesteld. Men kan gevoeglijk aannemen dat ook de stabiliteit van deze profielen is verzekerd.

VII. Beschrijving en de resultaten van het vergelijkende onderzoek van de opgespoten terreinen te Harlingen en Kiesterzijl.

a. Werkzaamheden in het terrein.

In verband met het, in de inleiding van dit verslag vermelde vergelijkende onderzoek werden door het Laboratorium voor Grondmechanica de volgende terreinwerkzaamheden verricht.

Uit de opgespoten aarden baan te Harlingen, tusschen den Ouden en Nieuwen Trekweg (zie bijlage 24) werden met behulp van het handsteekapparaat juist onder de oppervlakte van het stort een aantal ongeroerde en geroerde monsters gestoken in punten in de as van het grondlichaam, waarin door den Provincialen Dienst tot Verbetering der Friesche Kanalen handsondeeringen waren verricht. Voor de situatie van deze punten moge worden verwezen naar bijlage 25; voor de resultaten der handsondeeringen naar bijlage 26.

Ook werd getracht eenige monsters op grootere diepte te steken. Dit gelukte slechts in de raaien 3 en 6 waar monsters konden worden gestoken, waarvan de onderkanten op ca. 1.- m ± het maaiveld van het opgespoten terrein lagen (monsters no.62 en 66). In de raaien 1 en 2 mislukte de poging daar het materiaal ter plaatse te hard was, terwijl in de overige raaien het gat waaruit de monsters zouden worden gestoken steeds dichtvloeide.

Voorts werd met behulp van het handsteekapparaat een drietal ongeroerde monsters gestoken uit het gedeelte van het kanaal Harlingen - Leeuwarden, gelegen nabij Koetillen, waaruit het voor het opspuiten van de aarden baan gebruikte materiaal was gebaggerd.(zie bijlage 25). Deze monsters werden juist onder den bodem van het kanaal gestoken.

voor argelofde formules worden bereikt omwegen met de resultaten van de analie geïnvoerden vergelijken zooals op gemeende bijlage is aangegeven.

Uit deze vergelijking blijkt, dat indien het werk in een normaal tempo wordt uitgevoerd, er volgens deze berekening geen kans op verlies van het even wicht bestaat.

Daar de overige profielen, welke op de teekening reg.no.6255 zijn weergegeven lichter ontworpen zijn dan het onderhavige, zijn hiervoor geen aparte evenwichtsberekeningen opgesteld. Men kan gevoeglijk aannemen dat ook de stabiliteit van deze profielen is verzekerd.

VII. Beschrijving en de resultaten van het vergelijkende onderzoek van de opgegeven terreinen te Harlingen en Kampenzijl.

a. verkennende in het terrein.

In verband met het, in de inleiding van dit verslag vermelde vergelijkende onderzoek werden door het laboratorium voor grondmechanica de volgende terreinverkennende verricht.

Uit de opgegeven zaken dan te Harlingen, tusschen den dijk en Hiemen Trelwer (zie bijlage 24) werden met behulp van het handbeschappenset juist onder de oppervlakte van hen zoort een aantal omgeworpe en gerooide monsters genomen in punten in de as van het grondlichaam, waarin door den Provinciaalen Dienst tot Verbetering der Friesche Kanalen handboorbeschrijvingen waren verricht. Voor de situatie van deze punten mogen worden vergeleken met bijlage 25; voor de resultaten der handboorbeschrijvingen met bijlage 26.

Ook werd getracht eenige monsters op grootere diepte te nemen. Dit gelukte slechts in de raaien 3 en 6 waar monsters konden worden genomen, waarvan de onderkanten op ca. 1.- m + het maaiveld van het opgegeven terrein lagen (monsters no.62 en 66). In de raaien 1 en 2 mislukte de poging daar het materiaal ter plaatse te hard was, terwijl in de overige raaien het gat weerzijds de monsters zouden worden genomen steeds dichtvloeide.

Voorts werd met behulp van het handboorbeschappenset een driemaal omgeworpe monsters genomen uit het gedeelte van het kanaal Harlingen - Leeuwarden, gelegen nabij Kostelijen, waarvan het voor het opspuiten van de aarden baan gebruikte materiaal was gebaggerd (zie bijlage 25). Deze monsters werden juist onder den bodem van het kanaal genomen.

Evenals bij de bovengenoemde aarden baan te Harlingen, werd ook op het dichtgespoten kanaalgedeelte te Kiesterzijl getracht direct onder de oppervlakte van het stort ongeroerde monsters te steken. Dit mislukte in de eerste raai daar het materiaal daar ter plaatse te hard, en in de twee laatsten daar het materiaal te slap was. In totaal zijn er uit dit stort 4 monsters verkregen, waarvan er een ongeroerd was. Voor de situatie der punten waaruit de monsters zijn genomen zie bijlage 27.

Naderhand werden in de raaien van dit stort, door den genoemden Provincialen Dienst handsondeeringen verricht. De resultaten hiervan zijn uitgezet op bijlage 27.

Ook werd nog een 4 tal ongeroerde monsters gestoken direct onder den bodem van het gedeelte van het kanaal Harlingen - Leeuwarden gelegen tusschen de Arumer en Tjummervaart, waaruit het materiaal voor het laatstgenoemde stort gebaggerd was.

Tenslotte werd, ter bepaling van de pakking, waarin het materiaal op de bovengenoemde storten verkeert, naast de plaatsen waar de ongeroerde monsters waren gestoken, met behulp van een volumesteekring een hoeveelheid van 500 cm^3 van het ongeroerde materiaal afgescheiden.

b. Laboratoriumproeven.

Van al deze monsters, zoowel de geroerde als de ongeroerde, werden de korrelverdeelingsdiagrammen bepaald, op de wijze als in hoofdstuk IV van dit verslag is beschreven. Deze diagrammen zijn uitgezet op de bijlagen 28.

Op de ongeroerde monsters voor zoover ze op de storten gestoken w-aren, werden ook samendrukkingsproeven verricht, ter bepaling van de samendrukbaarheid. Uit de resultaten van deze proeven werden de samendrukkingsconstanten C berekend, welke in de tabel van bijlage 29 staan vermeld.

Voorts werd nog het poriënvolume van het betrokken materiaal bepaald. Dit geschiedde door het drogen en wegen van het, met behulp van den volumesteekring met inhoud van 500 cm^3, gestoken monster. Door het droge gewicht te deelen door het soortelijk gewicht van het materiaal (= ca. 2,65 t/m^3) verkrijgt men het volume aan vaste stof, dat deze 500 cm^3 bevat. Na eenvoudige becijfering volgt hieruit het poriënvolume, uitgedrukt in procenten van het totale volume. Deze poriënvolumen staan eveneens in de tabel van bijlage 29 vermeld.

Evenals bij de bovengenoemde metingen bleek te zijn gebleken, werd ook op het stuwgespoten kunstgoedsoort te Kleetkamp getracht direct onder de oppervlakte van het stort ongeroerde monsters te stelen. Dit mislukte in de eerste plaats daar het materiaal daar ter plaatse te hard, en in de twee laatsten daar het materiaal te slap was. In totaal zijn er uit dit stort 4 monsters verkregen, waarvan er een ongeroerd was. Voor de situatie der overten wordt de monsters zijn genomen zie bijlage 27.

Nadertand werden in de ruimten van dit stort, door den gemeenten Provinciaal Dienst handsondeerdingen verricht. De resultaten hiervan zijn uitgezet op bijlage 27.

Ook werd nog een 4 tal ongeroerde monsters gestoken direct onder den bodem van het gedeelte van het kanaal Harlingen - Leeuwarden gelegen tussen de Aumer en Tjummerwaart, waarmit het materiaal voor het laatstgenoemde stort gebaggerd was.

Tenslotte werd, ter bepaling van de pakking, waarin het materiaal op de bovengenoemde storten verkeert, naast de plaatsen waar de ongeroerde monsters waren gestoken, met behulp van een volumesteekring een hoeveelheid van 500 cm^3 van het ongeroerde materiaal afgesoneden.

b. laboratoriumproeven.

Van al deze monsters, zowel de geroerde als de ongeroerde, werden de korrelverdelingsgrammen bepaald, op de wijze als in hoofdstuk IV van dit verslag is beschreven. Deze diagrammen zijn uitgezet op de bijlagen 28.

Op de ongeroerde monsters voor zover ze op de storten gestoken waren, werden ook samendrukkingsproeven verricht, ter bepaling van de samendrukbaarheid. Uit de resultaten van deze proeven werden de samendrukkingsconstanten C berekend, welke in de tabel van bijlage 29 staan vermeld.

Voorts werd nog het porienvolume van het betrokken materiaal bepaald. Dit geschiedde door het droogen en wegen van het, met behulp van den volumesteekring met inhoud van 500 cm^3, gestoken monster. Door het droge gewicht te delen door het soortelijk gewicht van het materiaal (= ca. 2,65 t/m^3) verkrijgt men het volume aan vaste stof, dat deze 500 cm^3 bevat. Na aanvoudige bewerking volgt hieruit het porienvolume uitgedrukt in procenten van het totale volume. Deze porienvolumen staan evenens in de tabel van bijlage 29 vermeld.

c. Beschouwing over de resultaten van de laboratoriumproeven.

Uit de korrelverdeelingsdiagrammen op bijlage 28^e blijkt, dat het materiaal uit het kanaalgedeelte nabij Koetillen vrij veel fijne deeltjes bevat welke tot de slibfractie behooren.

De korrelverdeelingsdiagrammen op de bijlagen 28^a t/m 28^d wijzen uit, dat het materiaal van het stort te Harlingen fijner wordt naarmate het verder van de monding van de buisleiding, tot bezinking komt. Dit verschil in korrelgrootte wordt vooral belangrijk voor de punten welke verder dan raai 10 van deze monding verwijderd zijn. Op deze plaatsen bleek een groot gedeelte van de slibfractie tot bezinking te komen. De afstand van raai 10 tot de monding bedraagt ca. 225 m.

Opgemerkt dient te worden, dat het stort geheel was omgeven door een spuitkade, en het water alleen werd afgevoerd door middel van een sluisje (zie bijlage 25). Hieraan is het toe te schrijven, dat er zooveel fijne deeltjes op eenigen afstand van de monding der spuitbuis in het stort achterbleven.

Voor de monsters gestoken in de raaien 1 t/m 10 is het verschil in korrelgrootte in het algemeen niet zoo groot, hoewel toch ook hier een fijner worden van het materiaal, naarmate het verder van de monding der buisleiding bezonk, valt waar te nemen.

Volgens de tabel op bijlage 29 blijkt, dat de samendrukbaarheid van het materiaal in het algemeen toeneemt, naarmate het fijner wordt.

Uit de resultaten der handsondeeringen, welke ter plaatse waar de monsters gestoken waren, werden verricht, werden de zettingsgetallen berekend waaruit de samendrukbaarheid van het materiaal dat op de verschillende punten van het stort is bezonken, globaal met elkaar kan worden vergeleken.

Deze zettingsgetallen werden berekend met behulp van de formule $z = \frac{\Sigma\, 1/s}{a}$ waarin s de sondeerwaarde en a het aantal waarnemingen per meter voorstelt. De waarden voor z zijn in de tabel van bijlage 29 vermeld.

Uit deze zettingsgetallen blijkt eveneens, dat de samendrukbaarheid van het materiaal in het algemeen grooter is, naarmate het verder van de monding der buisleiding bezonk.

Het materiaal waarmede het kanaal in Kiesterzijl wordt dichtgespoten, en waarvan de monsters 81 t/m 83 zijn gestoken, blijkt in het algemeen grover te zijn dan het materiaal in het kanaalgedeelte te Koetillen (zie bijlage 28^f).

c. Bespreking over de resultaten van de laboratoriumproeven.

Uit de korrelverdelingsdiagrammen op bijlage 26c blijkt, dat het materiaal uit het kanaalgedeelte nabij Oostrilen vrij veel fijne deeltjes bevat welke tot de slibfractie behoren.

De korrelverdelingsdiagrammen op de bijlagen 26a t/m 26d wijzen uit, dat het materiaal van het stort te Hartingen fijner wordt naarmate het verder van de monding van de buitaleiding, tot bezinking komt. Dit verschil in korreligrootte wordt voornl veroorzaakt door de pluten welke verder dan naar IO van deze monding verwijderd zijn. Op deze plaatsen blijkt een grroot gedeelte van de slibfractie tot bezinking te komen. De afstand van naar IO tot de monding bedraagt ca. 225 m.

Opgemerkt dient te worden, dat het stort gehoel was omgeven door een spuitdede, en het water zijden werd afgevoerd door middel van een sluisje (zie bijlage 25). Hieraan is het toe te schrijven, dat er zoveel fijne deeltjes op eenigen afstand van de monding der spuitbuis in het stort achterblieven.

Voor de monsters genomen in de reaten I t/m IO is het verschil in korreligrootte in het algemeen niet zoo groot, hoewel toch ook hier een fijner worden van het materiaal, naarmate het verder van de monding der buitaleiding bezonk, valt waar te nemen.

Volgens de tabel op bijlage 26e blijkt, dat de samendrukbaarheid van het materiaal in het algemeen toenemt, naarmate het fijner wordt.

Uit de resultaten der bundsondeeringen, welke ter plaatse waar de monsters genomen waren, worden verricht, werden de settingsgetallen berekend waarvit de samendrukbaarheid van het materiaal dat op de verschillende punten van het stort is bezonken, gloeiend met elkaar kan worden vergeleken.

Deze settingsgetallen werden berekend met behulp van de formule $z = \frac{\Delta h/s}{a}$ waarin s de sondeerweerstand en a het aantal weerstanden per meter voorstelt. De waarden voor z zijn in de tabel van bijlage 29 vermeld.

Uit deze settingsgetallen blijkt evenzeer, dat de samendrukbaarheid van het materiaal in het algemeen grooter is, naarmate het verder van de monding der buitaleiding bezonk.

Het materiaal waarmede het kanaal in Kloosterzijl wordt dichtgeboten, en waarvan de monsters G1 t/m G3 zijn genomen, blijkt in het algemeen grover te zijn dan dat materiaal in het kanaalgedeelte te Oostrilen (zie bijlage 26f).

Alleen in monster 83 bleek een vrij groot percentage van de korrels voor te komen welke tot de slibfractie behooren.

De op het stort te Kiesterzijl gestoken monsters (n.l. monsters 84 t/m 97) blijken practisch geen fijner deeltjes dan 50 μ te bevatten.(zie bijlage 28[g]). Daar het verdere gedeelte van het stort onder water lag, en het als gevolg van de weersomstandigheden niet mogelijk was hieruit monsters te steken, kan niet worden onderzocht, of de fijnere deeltjes verderop bezonken waren, ofwel waren afgevoerd met het spuitwater.

Blijkens de tabel op bijlage 29 bestaat er nagenoeg geen verband tusschen de poriënvolumina en den afstand van de plaats waarop het materiaal is bezonken tot de monding der buisleiding.

Vergelijkt men deze poriënvolumina met de samendrukkingsconstanten, dan is ook hierin weinig of geen verband te bespeuren. Opgemerkt dient nog te worden, dat de wijze waarop de monsters zand werden gestoken en de onderzoekingen plaats vonden niet volmaakt is en ook uit dien hoofde verschillen in het resultaat niet zijn te vermijden.

d. Beoordeeling van de geschiktheid van het uit de Nieuwe Buitenhaven te baggeren specie voor den bouw der Havendammen.

Blijkens de korrelverdeelingsdiagrammen, van de uit de Nieuwe Buitenhaven gestoken grondmonsters 3, 4, 5, 6, 11 en 12 (zie bijlage 15) komt, voor zoover het de korrelverdeeling betreft, de uit deze buitenhaven te baggeren specie vrij goed overeen met het materiaal dat voor den bouw van de aarden baan tusschen den Ouden en Nieuwen Trekweg te Harlingen is gebruikt.

Uit de korrelverdeelingsdiagrammen van de monsters gestoken op het stort van deze aarden baan blijkt, dat in de eerste 8 raaien geen deeltjes < 20 μ tot bezinking zijn gekomen.

De resultaten der samendrukkingsproeven op de monsters gestoken in deze raaien wijzen uit, dat de samendrukkingsconstante C vrij hoog is.

Indien men er dan ook voor kan zorgdragen dat de deeltjes fijner dan circa < 20 μ niet op het stort bezinken, ofwel dat deze naderhand worden verwijderd, is het gezien de resultaten van het onderzoek op bovengenoemd stort dus mogelijk, met een dergelijk materiaal een grondlichaam op te spuiten, dat geen groote langdurige inklinking zal ondergaan.

Alleen in monster 85 blijkt een vrij groot percentage van de korrels voor te komen welke tot de diatomeeën behooren.

De op het stort te diatomeeënrijk gestoken monsters (n.l. monsters 84 t/m 97) blijken proeftsch geen fijner deeltjes dan 50 μ te bevatten (zie bijlage 28[6]). Daar het verdere gedeelte van het stort onder water lag, en het als gevolg van de weersomstandigheden niet mogelijk was hiervuit monsters te stoken, kan niet worden onderzocht, of de fijnere deeltjes voorkomen bezonken waren, of met water afgevoerd met het spuiwater.

Blijkens de tabel op bijlage 29 bestaat er nagenoeg geen verband tusschen de poriënvolumina en den afstand van de plaats waarop het materiaal is gestoken tot de monding der buisleiding.

Vergelijkt men deze poriënvolumina met de samendrukkingscoëfficienten, dan is ook hierin weinig of geen verband te bespeuren. Opgemerkt dient nog te worden, dat de vijfde monster van monsters van gestoken en de onderzoekingen plaats vonden niet volmaakt is en ook uit dien hoofde verschillen in het resultaat niet zijn te verwijden.

d. Beoordeeling van de geschiktheid van het uit de Hiawwe buitenhaven te baggeren specie voor den bouw der Havendammen.

Blijkens de korrelverdeelingsdiagrammen, van de uit de Hiawwe buitenhaven gestoken grondmonsters 3, 4, 5, 6, 11 en 12 (zie bijlage 15) komt, voor zoover het de korrelverdeeling betreft, de uit deze buitenhaven te baggeren specie vrij goed overeen met het material dat voor den bouw van de eerden been tusschen den Oudeen en Nieuwen Zeedijk te Harlingen is gebruikt.

Uit de korrelverdeelingsdiagrammen van de monsters gestoken op het stort van deze eerden been blijkt, dat in de eerste 8 reeksen geen deeltjes < 20 μ tot bezinking zijn gekomen.

De resultaten der samendrukkingsproeven en de monsters gestoken in deze reeksen wijzen uit, dat de samendrukkingscoëfficiënten 0 vrij hoog zijn.

Indien men er dan ook voor kan zorgdragen dat de deeltjes fijner dan circa < 20 μ niet op het stort bezinken, opdat deze materialen worden verwijderd, is het gezien de resultaten van het onderzoek op bovengenoemd stort due mogelijk, met een dergelijk material een grondlichaam op te bouwen, dat geen groote inwendige inklinking zal ondergaan.

VIII. Samenvatting.

De te verwachten samendrukkingen van den ondergrond onder de Nieuwe Havendammen zijn in hoofdstuk V van dit verslag berekend, en bereiken 30 jaar na den bouw de waarden, welke in onderstaande tabel zijn vermeld.

boring	profiel	zetting na 30 jaar in m		
		kruin	hooge berm	lage berm
424	kop Noorder Havendam	0,30	0,25	0,10
423(411)	prof. 7 N.Havendam	0,70	0,55	0,20
424+430	prof. 5 Z.Havendam	0,65	0,60	0,35

Bij deze zetting is het gedeelte dat tijdens den bouw zal tot stand komen inbegrepen.

Het verloop van de zettingen met den tijd, welke ter oriëntatie zijn gegeven, vindt men op de bijlagen 20.

Volgens de evenwichtsberekeningen (zie hoofdstuk VI) blijkt, dat het evenwicht reeds in het zeer ongunstige geval, aangegeven op bijlage 23, verzekerd is, wanneer de dammen in een normaal tempo worden opgespoten.

De uit de Nieuwe Buitenhaven te baggeren specie kan voor den bouw van het dijklichaam worden gebruikt, indien men er voor kan zorgdragen dat de deeltjes fijner dan circa 20 μ niet op het stort bezinken. De inklinking van het damlichaam zal dan betrekkelijk gering zijn, en reeds grootendeels tijdens den bouw tot stand komen, zoodat de steen-zetting daarvan weinig hinder zal ondervinden.

Opmerking.

Het zetwerk wordt voor een deel ook op de keileemkaden aangebracht. Betreffende de inklinking van deze kaden kan echter geen positief oordeel worden gegeven, daar er over dit materiaal niet voldoende gegeven ter beschikking stonden.

Volgens een telefonische mededeeling van den Dienst der Zuiderzeewerken werden er in de keileemkaden van den Afsluitdijk geen zettingen geconstateerd, welke restauratie aan de steenzetting noodig maakte.

Delft, Maart 1943.

LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANICA.

Ui/Gr.
K 9153.

VIII. Samenvatting.

De te verwachten samendrukkingen van den ondergrond onder de Nieuwe Havendammen zijn in hoofdstuk V van dit verslag berekend, en bereiken 30 jaar na den bouw de waarden, welke in onderstaande tabel zijn vermeld.

boring	profiel	zetting na 30 jaar in m		
		kruin	hoogte berm	lage berm
424	kop Noorder Havendam	0,30	0,25	0,10
423(411)	prof. 7 N.Havendam	0,70	0,55	0,20
424+423	prof. 5 Z.Havendam	0,65	0,60	0,35

Bij deze zetting is het geduldig dat zijdens den bouw zal tot stand komen inbegrepen.

Het verloop van de zettingen met den tijd, welke tot oriënteratie zijn gegeven, vindt men op de bijlage 20.

Volgens de overwichtsberekeningen (zie hoofdstuk VI) blijkt, dat het overwicht reeds in het zeer ongunstige geval, aangegeven op bijlage 23, verzekerd is, wanneer de dammen in een normaal tempo worden opgespoten.

De uit de Nieuwe Zuiderhaven-te baggeren specie kan voor den bouw van het dijklichaam worden gebruikt, indien men er voor zorgdragen dat de dosijlijn ijzer dan circa 20 % niet op het strand bestuiven. De inklinking van het dwlichaam zal den bestrekke-lijk geringe zijn, en reeds gedurende zijdens den bouw tot stand komen, zodat de stoom-zetting daarvan weinig hinder zal ondervinden.

Opmerkingen.

Het zetwerk wordt voor een deel ook op de hellingdaden aangebracht. Rekening de inklinking van deze laden kan oorzaak geen positief gedeel worden gegeven, maar er over dit materiaal niet voldoende gegeven tot beschikking stonden.

Volgens een telefonische mededeeling van den Dienst der Aardbrawerken worden er in de hellingdaden van den Afsluitdijk geen zettingen geconstateerd, welke toebeschrijfbaar aan de stoomzetting mogelijk maakte.

Delft, Maart 1943.

Dr. ir. LABORATORIUM VOOR GRONDMECHANIEK.

K 9153.

B I J L A G E N.

B I J L A G E N.

Artikel ir. J. Lely. c.i

De Ingenieur" no. 20 - 1913

De werken tot verbetering

van

de haven te Harlingen.

BIJLAGE:13

DE WERKEN TOT VERBETERING VAN DE HAVEN TE HARLINGEN
DOOR

J. L E L Y c.i.

(Met afbeeldingen)

Op 2 Juni 1911 werd vanwege het Ministerie van Waterstaat aanbesteed "Het maken van twee nieuwe havendammen voor de haven te Harlingen en het aanbrengen van schermen in de Nieuwe-Willemshaven aldaar met bijbehoorende werken". Dit bestek werd aangenomen door den aannemer S.TEN BOKKEL HUININK te Ubbergen voor de som van f 821.000.-.

Een korte beschrijving van het doel dezer werken alsmede van de wijze, waarop zij zijn uitgevoerd, moge hier volgen.

G e s c h i e d k u n d i g o v e r z i c h t .

Omtrent de totstandkoming van de havens te Harlingen is meerdere malen uitvoeriger geschreven(1).

Onder verwijzing daarnaar kan daarom hier met het volgende worden volstaan.

De schepen kunnen van uit de Noordzee de haven van Harlingen langs twee wegen bereiken (fig.1).

De gebruikelijke weg is die, waarbij zij door het Stortemelk tusschen Vieland en Terschelling binnenkomen en dan den Vliestroom en den Blauwen Slenk volgen met den uitlooper dezer geul "het Zuidrak" tot aan de ondiepte "de Pollen". Over deze ondiepte volgen zij de tegenwoordig daarin bestaande vaargeul tot aan de "Reede" voor Harlingen, welke geul ten slotte gekruist wordt.

Langs den tweeden weg komen de schepen door het Marsdiep binnen en volgen dan den Texelstroom, de Doove balg, het Zuidoostrak en het Inschot tot in den Blauwen Slenk. Vervolgens wordt de eerste weg gevolgd.

Langs beide wegen moet blijkbaar de ondiepte "de Pollen" worden gekruist, en dientengevolge werd de grootste diepgang, waarmede zeeschepen Harlingen konden bereiken, steeds door de aldaar voorkomende diepte bepaald. In overeenstemming hiermede waren de diepten van de Noorderhaven, die in 1580, en van de Zuiderhaven, die in 1597 gegraven is, in de eerste helft der 19e eeuw 3.5 M ÷ V.Z. (1). De Zuiderhaven is echter later tot 4.45 M ÷ V.Z. verdiept. Na den zeer hoogen stormvloed van 1825 werden de Noorder- en Zuiderhaven in 1827 door keersluizen afgesloten. De toegang van uit zee tot deze havens werd gevormd door de Oude Buitenhaven, waarvan de hoofden in 1503 gebouwd waren. Bij den ingang was deze haven slechts 28 M breed.

In 1851 werd door de provincie Friesland ten behoeve van de stoombooten voor de geregelde vaart op Engeland, welke eenige jaren te voren in dienst gesteld waren, de Willemshaven, veelal het Dok genaamd, gemaakt.

---

1) In de werken van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs vindt men in het Tijdschrift 1889-1890 op blz. 83-105 "De Haven van Harlingen en de vaargeul door de Pollen" door Jhr.F.L.Orrt en in het Gedenkboek van het Kon.Instituut van 1897 op blz. 129-131 "Haven te Harlingen en vaarwater over de ondiepte de Pollen" door H.M.Henket. In de 2de aflevering van het tijdschrift Vragen van den Dag van 1907 schreef de heer B,J.Swart een artikel getiteld "De Harlinger haven", waarin voornamelijk omtrent de handelsbeweging te Harlingen belangrijke gegevens voorkomen.

Deze haven werd oorspronkelijk aangelegd op een diepte van 4 M ÷ V.Z.

In 1868 kwam de spoorweglijn van Harlingen naar de Hannoversche grens gereed.

Hiervan koesterde men destijds voor het handelsverkeer te Harlingen zeer groote verwachtingen, indien slechts de havens van uit zee voor schepen met meer diepgang toegankelijk werden gemaakt. Dientengevolge zou namelijk een korte verbinding tusschen Engeland en Duitschland kunnen ontstaan en werd ook verbetering en uitbreidingder havens in verband daarmede zeer noodzakelijk geacht.

Nadat verschillende plannen waren opgemaakt, werd ten slotte bij de wet van 1 Juni 1870 (Stbl.No.86) besloten, dat de haven van Harlingen van Rijkswege zou worden verbeterd.

Het krachtens deze wet uit te voeren ontwerp omvatte zoowel het verbeteren van de vaargeul naar zee over "de Pollen" als het maken van een geheel nieuwe haven, groot 12.4 H.A., de zoogenaamde "Nieuwe-Willemshaven". Bovendien zou de mond van de Oude Buitenhaven worden verbeterd, zoodat de doorvaartwijdte tusschen de hoofden 60 M. zou worden. De bedoeling was door de ondiepte "de Pollen" een vaargeul te verkrijgen ter diepte van 4.5 M ÷ V.Z., in overeenstemming waarmede de Nieuwe-Willemshaven op een diepte van 5 M ÷ V.Z. zou worden aangelegd.

Het verbeteren van het vaarwater over "de Pollen" viel aanvankelijk niet mede. Door enkel baggeren bleek een geul ter diepte van 4.5 M ÷ V.Z. niet in stand te houden te zijn. Vandaar dat in 1875 werd begonnen met het maken van een stroomleidenden dam aan de Zuidzijde der geul, welke verscheidene malen werd verlengd. De vereischte diepte werd toen echter nog niet verkregen.

Evenwel begon zich een geul te vormen aan de andere zijde van den stroomleidenden dam, en in 1878 was deze reeds iets dieper dan de oorspronkelijke geul. Het vaarwater werd dan ook in den zomer van 1878 naar deze nieuwe geul verlegd. De vereischte diepte van 4.5 M ÷ V.Z. was echter nog niet aanwezig, waarom de dam weder werd verlengd. Eerst in het jaar 1892 had de geul een doorgaande diepte van 4.5 M ÷ V.Z. bij een breedte van ongeveer 40 M. Men achtte deze diepte toen echter niet meer voldoende, waarom dan ook in de jaren 1893 en 1894 de geul tot de diepte van 5.5 M ÷ V.Z. werd uitgebaggerd. Tot behoud van deze diepte werd de stroomleidende dam aan beide einden andermaal onderzeesch verlengd. Dit werk slaagde uitstekend en sindsdien is de geul met behulp van slechts een gering onderhoudsbaggerwerk steeds in goeden staat gebleven. Thans is de vaargeul over "de Pollen" lang 5000 M., breed in den bodem 40 M., aan de einden regelmatig verbreedend tot 100 M. en over de geheele lengte diep 5.5 M ÷ V.Z.

Naarmate de geul over "de Pollen" dieper werd zijn in verband daarmede de havens te Harlingen telkens verdiept.

Thans zijn de diepten zooals in fig. 2 is aangegeven.

In de jaren 1890-1891 en 1895-1896 werd het Dok verruimd, terwijl in 1897 langs de kaden aldaar los- en laadsporen aangelegd werden in verbinding met het stationemplacement der Staatsspoor.

---

(2) Volzee komt te Harlingen overeen met 0.60 M. + N.A.P. Het gemiddeld laagwater is 0.70 M ÷ N.A.P.

Gebreken van de Nieuwe-Willemshaven.

De Nieuwe-Willemshaven werd op 1 Juni 1877 feestelijk geopend. Spoedig bleek echter, dat de haven maar zeer weinig zou worden gebruikt. Het handelsverkeer te Harlingen nam namelijk lang niet in die mate toe als men zich bij het ontwerpen der haven had voorgesteld. Harlingen bleef in- en uitvoerhaven voor de noordelijke provincies, maar door den aanleg van den spoorweg naar de Hannoversche grens werd het achterland van de haven niet vergroot.

IJmuiden en Rotterdam met hun diepere havens bleken spoedig voor het transito-verkeer tusschen Engeland en Duitschland meer geschikt te zijn.

Het gevolg hiervan is geweest, dat van de Nieuwe-Willemshaven nagenoeg geen gebruik is gemaakt.

De houtbooten bleven lossen in de Zuiderhaven, waarlangs zich de pakhuizen bevonden.

Slechts dan wanneer deze haven vol was bleven wel eens booten tijdelijk wachten in de Nieuwe-Willemshaven, waarvoor echter natuurlijk geen haven van zoo'n groote oppervlakte noodig was. De booten van de geregelde vaart op Engeland vonden in het Dok nog voldoende ruimte en bleven aldaar laden en lossen. Bezuiden den steiger (fig. 2) heeft dan ook de gemeente, die met het onderhoud van de haven belast was, niet meer gebaggerd, zoodat deze haven sterk verondiepte.

In later tijd heeft men veelal als een gebrek der Nieuwe-Willemshaven beschouwd, dat zij te sterk aanslibde en achtten velen haar daarom onbruikbaar. Dit is echter een onjuiste voorstelling van den toestand. De aanslibbing is gebleken niet sterker te zijn dan die van andere havens, die in gelijke omstandigheden verkeeren.

Indien dan ook voor den handel de haven bepaald noodig was geweest, zou het op diepte houden geen bezwaar hebben opgeleverd; thans gaat dit echter de financieele krachten der gemeente te boven.

Zooals in het aangehaald artikel van Jhr. ORTT uitvoerig is beschreven, ondervond men spoedig teleurstellingen met den loswal aan de oostzijde der haven. De kademuur zette namelijk vooruit en de toestand werd zoodanig, dat het rijden van treinen op de loskade bezwaarlijk zou geweest zijn. Wegens de geringe behoefte, die aan de haven feitelijk bestond, werd er echter ook weinig gedaan om hierin verbetering te brengen.

Een derde bezwaar van de Nieuwe-Willemshaven was de deining.

De nieuwe mond van de havens, die bij het maken van de Nieuwe Willemshaven gevormd was, bleek niet gunstig gelegen te zijn. Bij eenigszins harden wind liep een aanzienlijke deining den havenmond binnen, welke tegen den recht tegenover den mond gelegen kademuur botste. Daardoor ontstond in het gedeelte van de Nieuwe-Willemshaven, onmiddellijk achter den mond, een heftige waterbeweging, welke zich verder in die haven en ook in het Dok voortplantte.

De te Harlingen komende zeeschepen laden voor een groot deel hun goederen in binnenvaartuigen over of ontvangen ze daaruit. Gingen nu de zeeschepen in de Nieuwe-Willemshaven liggen, zoo moesten die binnenvaartuigen voorbij den havenmond varen, hetgeen bij harden wind gevaarlijk was, terwijl dan ook het laden en lossen langs de zeeschepen bezwaarlijk ging. Hetzelfde bezwaar gold voor houtvlotten, welke moesten worden samengesteld uit de balken, welke

de houtbooten overboord wierpen. De Kamer van Koophandel te Harlingen heeft dan ook steeds op den voorgrond gesteld, dat het noodzakelijk was de Nieuwe-Willemshaven aan de Zuidzijde door een sluis te verbinden met de zuidelijke stadsgracht. Langs dezen weg zouden dan de binnenschepen de haven steeds zonder bezwaar kunnen bereiken. Aangezien echter de Regeering van meening was, dat het maken dezer sluis niet op haar weg, maar op dien van de gemeente lag, is zij nooit tot stand gekomen.

Het bezwaar van de deining gold ook voor de in het Dok gelegen schepen, doch aangezien men niet vlak voorbij den mond der Nieuwe-Willemshaven behoefte te varen, in iets mindere mate.

Doel van het in 1911 - 1912 uitgevoerde project.

De handelsbeweging bleef dus na de totstandkoming van de Nieuwe-Willemshaven toch hoofdzakelijk in het Dok geconcentreerd, terwijl de houtbooten nog haar ladingen in de Zuiderhaven losten. De afmetingen der houtbooten werden echter langzamerhand grooter, terwijl de zeilschepen door stoomschepen vervangen werden. Omstreeks 1892 werd dan ook het hout reeds hoofdzakelijk door stoomschepen aangevoerd. Deze stoomschepen konden nu veelal den drempel van de keersluis van de Zuiderhaven niet passeeren zonder dat vooraf een gedeelte der lading gelost werd, terwijl ook vele dier booten gaandeweg te breed voor het passeeren dezer sluis werden.

Daarom stelden Burgemeester en Wethouders van Harlingen in het jaar 1897 aan de gemeenteraad voor een gedeelte van de Nieuwe-Willemshaven opnieuw ten behoeve van het lossen der houtbooten uit te diepen.

De gemeenteraad ging echter met dit voorstel niet mede, omdat zij de Nieuwe-Willemshaven geen veilige ligplaats achtte. Dientengevolge werd aan den Minister van Waterstaat een verzoek tot afdoende verbetering van de haven gericht,

Een langdurig onderzoek had daarna plaats. Alvorens dit echter tot een gunstig resultaat had geleid, werd op verzoek van de gemeente in het jaar 1903 in het noordelijk deel van de Nieuwe Willemshaven een duc d'alve gemaakt en werd door de gemeente het gedeelte benoorden den steiger uitgediept. Hierdoor werd een, zij het dan ook ten gevolge van de deining niet altijd gunstige, ligplaats voor een houtboot verkregen, welke in drukke tijden onmogelijk meer gemist kon worden. De binnenvaartuigen, welke de goederen voor de in het Dok gelegen booten voor een groot gedeelte aan- en afvoeren, ondervonden van de deining ook dikwijls hinder. Kwam daarbij nog een houtboot in het Dok, dan werd door de beperkte ruimte dit bezwaar des te grooter, daar de schepen dan meer op elkaar gedrongen werden. Vooral was dithetgevalindien de houtboot een balkenlading in had, welke in den regel overboord geworpen wordt.

Bij een eenigszins harden wind was dan ook voor het maken en vervoeren der vlotten de in het Dok voorkomende deining zeer bezwaarlijk. Het werd daarom hoe langer hoe meer noodzakelijk de deining in de buiten de sluizen gelegen havens op te heffen, opdat de verschillende werkzaamheden daarin zonder bezwaar zouden kunnen plaats vinden. Zulks was het doel van het thans van Rijkswege uitgevoerde project. Dit project is opgemaakt volgens de denkbeelden van

den oud-inspecteur-generaal van den Waterstaat B. HOOGENBOOM en bestond uit het maken van twee nieuwe havendammen voor den bestaanden mond (fig.3). Daardoor zou de nieuwe havenmond op het N.N.W. komen te liggen, terwijl de bestaande havenmond juist op het Westen open lag.

Van de Nieuwe-Willemshaven zou bovendien weder een deel op de diepte van 6 M ÷ V.Z. gebracht worden en aldaar zouden drie schermen met loopbruggen gemaakt worden. Daardoor zouden twee afgescheiden beschutte vakken gevormd worden, welke voor het lossen van houtbooten zouden kunnen dienst doen.

In afwachting in hoeverre daaraan behoefte zal bestaan, zou van de bestaande havendammen voorloopig niets opgeruimd worden. De gemeente Harlingen verbond zich tot het betalen van 15pCt. en de provincie Friesland tot het betalen van 10pCt. der op f 850.000.- geraamde kosten.

U i t v o e r i n g .

Met de uitvoering van het werk werd op 26 Juni 1911 begonnen.

Dadelijk werd een aanvang gemaakt met het uitbaggeren van een gedeelte van de Nieuwe-Willemshaven en het maken van de drie schermen met meerstoelen aldaar, welke einde 1911 gereed kwamen. De uitgebaggerde grond was niet geschikt om in de nieuwe dammen te worden verwerkt en werd op 2½ K.M. benoorden Harlingen in zee gestort.

Inmiddels werd ook begonnen met het maken van den nieuwen Zuiderhavendam, waarvoor op de volgende wijze werd gewerkt.

Allereerst werd aan den buitenteen van den dam een grondstuk gezonken. Daarover werd uit onderlossers of, voorzoover de diepte dit toeliet, eerst uit het laadruim van een zelfladenden hopper zand gestort. Dit zand werd door een hopper, tevens bakkenzuiger, in de onmiddellijke nabijheid in "de Reede" gezogen. Aldus werd het zand gestort tot een hoogte van ongeveer 1.20 M ÷ N.A.P. bereikt was, waarna een kraagstuk aan de buitenzijde van den dam werd aangebracht. Het damlichaam werd daarna verder aangestort totdat de hoogte van ongeveer 1.20 M ÷ N.A.P. over de volle breedte verkregen was, waarna ook aan de binnenzijde een kraagstuk werd geplaatst (fig.6).

Aan de binnenzijde van den bestaandenZuiderhavendam werd een hulpsteiger voor een perswerktuig gemaakt, terwijl over dien dam naar de plaats van aansluiting met den nieuwen dam een persleiding gelegd werd.

De in gebruik zijnde hoppers konden tevens uit eigen laadruim het zand opzuigen en wegpersen, hetgeen nu geregeld aan dezen hulpsteiger geschiedde. Aldus werd tusschen de kraagstukken het damlichaam door persing van zand verder opgehoogd. Begon het opgeperste zand boven het peil van laagwater te reiken, dan werd door werklieden aan weerszijden een zandkade opgeworpen, waaraan aan de buitenzijde het voorgeschreven talud werd gegeven. Tusschen deze kaden, welke aan de binnenzijden tegen uitschuring door het perswater soms beschermd werden door dikke wiepen van rijshout, werd dan het zand hooger opgespoten, terwijl op het buitenbeloop dier kaden zoo spoedig mogelijk de kleibekleeding met krammat, puin en zuilenbasalt werd aangebracht. De basaltzuilen werden voor-

loopig slechts als bestorting ter verdediging van het beloop neergelegd en eerst later gezet.

Er werd steeds zooveel mogelijk voor gezorgd, dat, indien een gedeelte van het beloop met klei bekleed was, nog denzelfden dag daarop de krammat, puin benevens de basaltzuilen werden aangebracht.

Met de bezinking en het storten van grond ging men op de bovenbeschreven wijze telkens vooruit, terwijl met het ophoogen van den dam door oppersing geleidelijk gevolgd werd. De persleiding werd daarbij successievelijk verlengd. Fig.4 en 5 geven een beeld van de dammen tijdens de uitvoering.

De aannemer was vrij in het aantal te gebruiken zinkstukken om het damlichaam boven laagwater op te werken, doch de kraagstukken aan de buiten- en binnenzijde waren verplichtend. Het is hem echter bijna overal gelukt zonder het gebruik van tusschenstukken het damlichaam boven laagwater op te werken. Gemiddeld werd dan ook per M' damlengte slechts 53 M2 zinkstuk verwerkt. Naast den hulpsteiger voor het perswerktuig werd een hulpsteiger voor den kleiaanvoer gemaakt, waarop draagbaar spoor werd gelegd. De klei werd gegraven van een speciaal daarvoor door den aannemer gekocht stuk polderland en op zolderschuiten naar dien steiger aangevoerd. Daar werd zij in kipkarren geworpen, welke door een op het inmiddels gemaakte driehoekvormige plateau geplaatste locomobiel werden omhoog getrokken en vervolgens naar de bestemde plaats in het werk werden gereden.

Op 25 Juli 1911 werd het eerst zinkstuk voor den nieuwen Zuiderhavendam gezonken, terwijl op 24 Juni 1912 voor de laatste maal zand in dien dam werd geperst.

Op het afwerken der beloopen na, hetgeen nog eenige maanden duurde, heeft men dus over den nieuwen Zuiderhavendam 11 maanden gewerkt.

Er bestond te Harlingen geen goede gelegenheid tot het maken van zinkstukken. Daarom heeft de aannemer in den oostelijken hoek van de Nieuwe-Willemshaven, door aanplemping van een gedeelte daarvan met zand tot de hoogte van ongeveer halftij, hiervoor eerst een gelegenheid gemaakt, welke na afloop van het werk weder werd opgeruimd.

In de dammen werden de volgende hoeveelheden zand verwerkt(1)

---

(1) Aangezien het werk door mij op 1 Maart 1912 verlaten werd, zijn verscheidene gegevens der uitvoering mij welwillend verstrekt door mijn opvolger, den heer N.van Spanje c.i., waarvoor ik hem hierbij mijn dank betuig.

	Zuiderdam		Noorderdam	
	In de middelen van vervoer gemeten M3	Volgens de opgepeilde profielen M3	In de middelen van vervoer gemeten M3	Volgens de opgepeilde profielen M3
Uit onderlossers gestort beneden 1.20 M ÷ N.A.P.	215.000(347)	174.000(280)	55.500(308)	38.000(210)
Geperst	69.000(115)	40.500(65)	25.500(141)	18.500(102)

Opmerking: De tusschen( ) geplaatste cijfers zijn de hoeveelheden per M' dam.

Niettegenstaande de Noorderdam iets zwaarder in aanleg is dan de Zuiderdam (kruin Zuiderdam 4.30 M + N.A.P., kruin Noorderdam 4.80 M + N.A.P., de beloopen zijn gelijk) is toch beneden het peil van 1.20 M ÷ N.A.P. in den Zuiderdam per M' damlengte meer zand verwerkt.

De oorzaak hiervan was, dat in den aanvang door het personeel van den aannemer niet op de meest voordeelige wijze gestort werd, doch ook dat de Zuiderdam tijdens de uitvoering meer aan de werking van den stroom was blootgesteld dan de Noorderdam. Hierdoor spoelde natuurlijk meer zand weg, terwijl ook de beloopen flauwer kwamen te staan. Bij den Zuiderdam werden na het storten beloopen verkregen van 7 á 10 op 1, bij den Noorderdam van 5 á 7 op 1.

De per getijde voorkomende maximum stroomsnelheid bedroeg in "de Reede" vóór Harlingen zelden meer dan 0.75 M per seconde.

Langs het uiterste gedeelte van den Zuiderhavendam was aan de binnenzijde over 160 M lengte een loopbrug geprojecteerd, welke moest dienen om, bij ongunstigen wind, zeilschepen naar buiten te kunnen brengen (fig.9).

Ter plaatse van deze loopbrug was in het bestek voorgeschreven, dat beneden laagwater het talud niet flauwer dan 1½ op 1 mocht zijn. Ook hier was echter de aannemer vrij in het gebruik van het aantal zinkstukken om dit doel te bereiken, doch het grondstuk en een kraagstuk tot afdekking van het geheel waren verplichtend.

Het bleek hier noodig een tusschenstuk te zinken (fig.7). Met behulp van een baggermolen, waarmede het buiten het talud gestorte zand onmiddellijk werd weggebaggerd, werd overigens het voorgeschreven talud verkregen.

De kraagstukken op de taluds der dammen werden gezonken en onmiddellijk bestort met 0.2 S.T. ballaststeen per M2. Later werd een nabestorting aangebracht van zware basaltstortsteen en stukken van 200-400 K.G. Aan de zeezijde bedroeg deze nabestorting gemiddeld 0.6 S.T. per M2. en aan de binnenzijde 0.4 S.T. per M2.

Op de laagwaterbermen aan de zeezijde werden basaltstortsteenen van den zuilenvorm van 150-350 K.G. gewicht gevlijd. Op de dammen werd een

klinkerpad aangelegd van 2 M breedte, hetwelk met cementmortel werd ingewasschen. Dit klinkerpad werd over den bestaanden Zuiderhavendam naar de Zuiderzeeweering doorgetrokken.

Aan de einden werden de dammen voorzien van een houten kop (fig.8). De palen en damplanken daarvan alsook de palen van het plankier langs den Zuiderhavendam zijn gemaakt van groenharthout in verband met den te Harlingen voorkomenden paalworm.

Voor het overige houtwerk werd gecreosoteerd dennenhout gebezigd, terwijl voor de dekplanken der loopbruggen gecreosoteerd beukenhout is gebruikt.

Voor de basaltglooiïng zijn zuilen van verschillende lengten gebezigd (fig.6). Het zetwerk geschiedde zonder stopstukken. Op den kop van den nieuwen Zuiderhavendam werd een nieuw geleidelicht geplaatst ter vervanging van dat op den kop van den ouden Noorderhavendam.

De gevormde nieuwe voorhaven moest tot de oplevering van het werk door den aannemer binnen de in fig.3 door een stippellijn aangegeven grens op de diepte van 6 M ÷ V.Z. onderhouden worden.

Bijzondere moeilijkheden hebben zich tijdens de uitvoering niet voorgedaan. Door den storm van 5 November 1911 werd echter eenige schade aan den Zuiderhavendam veroorzaakt, hoofdzakelijk bestaande in grondverlies.

Het werk werd voltooid opgeleverd op 27 December 1912. De totale kosten hebben f 820.175 bedragen, terwijl voor de gewijzigde verlichting bovendien een bedrag van ongeveer f 3100.- is besteed.

Vermindert men de totale kosten met die van de in het bestek beschreven baggerwerken, de houten koppen der hoofden, de houten loopsteigers, schermen, meerstoelen enz. dan blijkt dat het maken van de beide dammen ongeveer f 596.000 heeft gekost.

De gemiddelde kosten per M'havendam bedroegen dan ongeveer f 850.

D e i n i n g .

Het thans uitgevoerde ontwerp heeft goed aan het doel beantwoord, zoodat dan ook de deining in de buitenhavens als geheel opgeheven is te beschouwen. Bij den storm van 11 November 1912 is dit o.m. gebleken.

Van 1 Maart 1909- 1 Maart 1910 zijn te Harlingen geregeld waarnemingen omtrent de deining gedaan.

In het bovengenoemd tijdvak van 1 jaar werden te Harlingen de waarnemingen elken Maandag en Donderdag des morgens te 8 uur gedaan en voorts op andere dagen alleen bij of na hevigen wind. De grootste waargenomen deining in dit tijdvak in het Dok bedroeg 75 c.M. De windkracht werd toen op 5 (zesdeelige schaal) geschat en was W.Z.W. Een meerdere malen voorkomende deining van 20 à 25 c.M. was echter reeds hinderlijk voor de binnenschepen.

De deining te Harlingen wordt veroorzaakt door den directen invloed van den wind op den waterplas tusschen Vlieland, Terschelling en de Friesche kust. De veel sterkere Noordzeedeining, zooals men die bijv. te Scheveningen waarneemt, is te Harlingen niet meer merkbaar. Deze wordt vermoedelijk op de ondiepten tusschen de eilanden en de Friesche kust geheel gebroken. Het gevolg hiervan is,

dat indien de wind gaat liggen ook te Harlingen spoedig de deining verdwenen is, terwijl in de Noordzee, vooral na N.W.wind, de deining nog dagenlang kan aanhouden.

De golven te Harlingen hebben geen grootere lengte dan van 12 à 15 M, te Scheveningen daarentegen in den regel een lengte van 40 à 50 M.

Aangezien nu de uitstervingscoëfficiënt van een golf veelal wordt aangenomen, omgekeerd evenredig te zijn met het kwadraat van de golflengte, is het duidelijk, dat te Harlingen de golven ook veel spoediger na het liggen van den wind verdwijnen.

Door de Technische Commissie inzake de meest afdoende en minst kostbare wijze van voorziening in de bezwaren, welke de visschershaven te Scheveningen voor de visschers oplevert, zijn in het jaar 1909 dagelijks waarnemingen betreffende de deining in de haven te Scheveningen gedaan.

Neemt men aan dat te Harlingen op de dagen, dat de deining niet is waargenomen, deze minder dan 2 d.M. bedragen heeft, waartegen geen bezwaar bestaat, dan kan de volgende vergelijking tusschen de waargenomen deiningen te Harlingen en te Scheveningen worden opgemaakt.

Tijdvak 1 Maart - 1 Augustus 1909.

Plaats van waarneming.	Aantal dagen met een deining minder dan 2 d.M.	Aantal dagen met een deining van 2-3 d.M.	Aantal dagen met een deining van 3-4 d.M.	Aantal dagen met een deining van 4 d.M. of meer.
Scheveningen ... (mond binnenvoorhaven)	18	26	24	86
Scheveningen ... (voor in de binnenhaven)	119	24	8	3
Harlingen ..... (Dok C of D fig.2).	143	4	5	2
Harlingen ..... (Nieuwe-Willemshaven A of B fig.2).	149	3	2	0

Gedurende het tijdvak 1 Augustus 1909 - 1 Januari 1910 werden te Scheveningen de waarnemingen alleen gedaan, op die dagen, dat zich deining van eenige beteekenis voordeed, of in verband met hevigen wind of hooge zeeën zich verwachten liet. Door dit tijdvak heeft men dan nog de volgende vergelijking tusschen de waargenomen deiningen te Scheveningen en te Harlingen.

Tijdvak 1 Augustus 1909 - 1 Januari 1910.

Plaats van waarneming.	Aantal dagen met een deining van 4 d.M. en meer.
Scheveningen ..... (Mond binnenvoorhaven)	Op alle waarnemingsdagen (29)
Scheveningen ..... (Voor in de binnenhaven)	15
Harlingen ..... (Dok C en D, fig.2)	3
Harlingen ..... (Nieuwe-Willemshaven A en B, fig.2)	2

Uit bovenstaande vergelijkingen blijkt allereerst dat te Scheveningen in de binnenhaven de deining voor de schepen van ernstiger aard is dan te Harlingen in het Dok en de Nieuwe-Willemshaven het geval was, vooral wanneer men bovendien hierbij nog in aanmerking neemt de te Scheveningen voorkomende zoo hinderlijke haling en schieting, welke zich te Harlingen niet heeft geopenbaard.

Wat de ligging ten opzichte van den havenmond betreft, komen de waarnemingspunten in het Dok en de Nieuwe-Willemshaven te Harlingen meer overeen met den mond van de binnenvoorhaven te Scheveningen dan met de binnenhaven aldaar.

Uit de vergelijkingen van de waarnemingen op die punten blijkt duidelijk dat het deiningsverschijnsel te Scheveningen van geheel anderen aard en veel heviger is dan te Harlingen het geval was.

In verband met het bovenstaande moge worden opgemerkt dat voor het opheffen der zooveel geringere deining te Harlingen een bedrag van ruim f 800.000 is besteed.

H a n d e l s b e w e g i n g t e H a r l i n g e n .

Van het uitgevoerde ontwerp wordt geen uitbreiding van de handelsbeweging te Harlingen verwacht; wel echter dat vermindering daarvan zal worden voorkomen.

Ter beoordeeling van de tegenwoordige handelsbeweging moge ten slotte het volgende worden medegedeeld.

De tradervaart op Engeland heeft twee vaste lijnen, namelijk de lijn Harlingen - Londen en de lijn Harlingen - Hull, welke ieder twee booten in de vaart hebben, die elk eenmaal per week van Harlingen vertrekken.

Tusschen Harlingen en Goole vaart geregeld tweemaal per week een kolenboot en tusschen Harlingen en Leith eenmaal per week een kolenboot.

De grootste booten van de tradervaart, die van de lijn Harlingen - Londen, hebben een inhoud van 1000 Registerton. Het aantal binnengekomen zeeschepen bedroeg in 1911: 389 met een inhoud van 941.513 M3.; in 1901: 382 met een inhoud van 813.105 M3.

De 389 in 1911 binnengekomen schepen waren 378 stoomschepen en 11 zeilschepen (met te zamen slechts 4363 M3. inhoud).

Van de 378 stoomschepen waren 24 beladen met hout, 1 met zout, 1 met lijnkoeken, 7 met soyakoeken, 82 met steenkolen en cokes, 145 met stukgoederen en steenkolen, 60 met stukgoederen en 58 ledig.

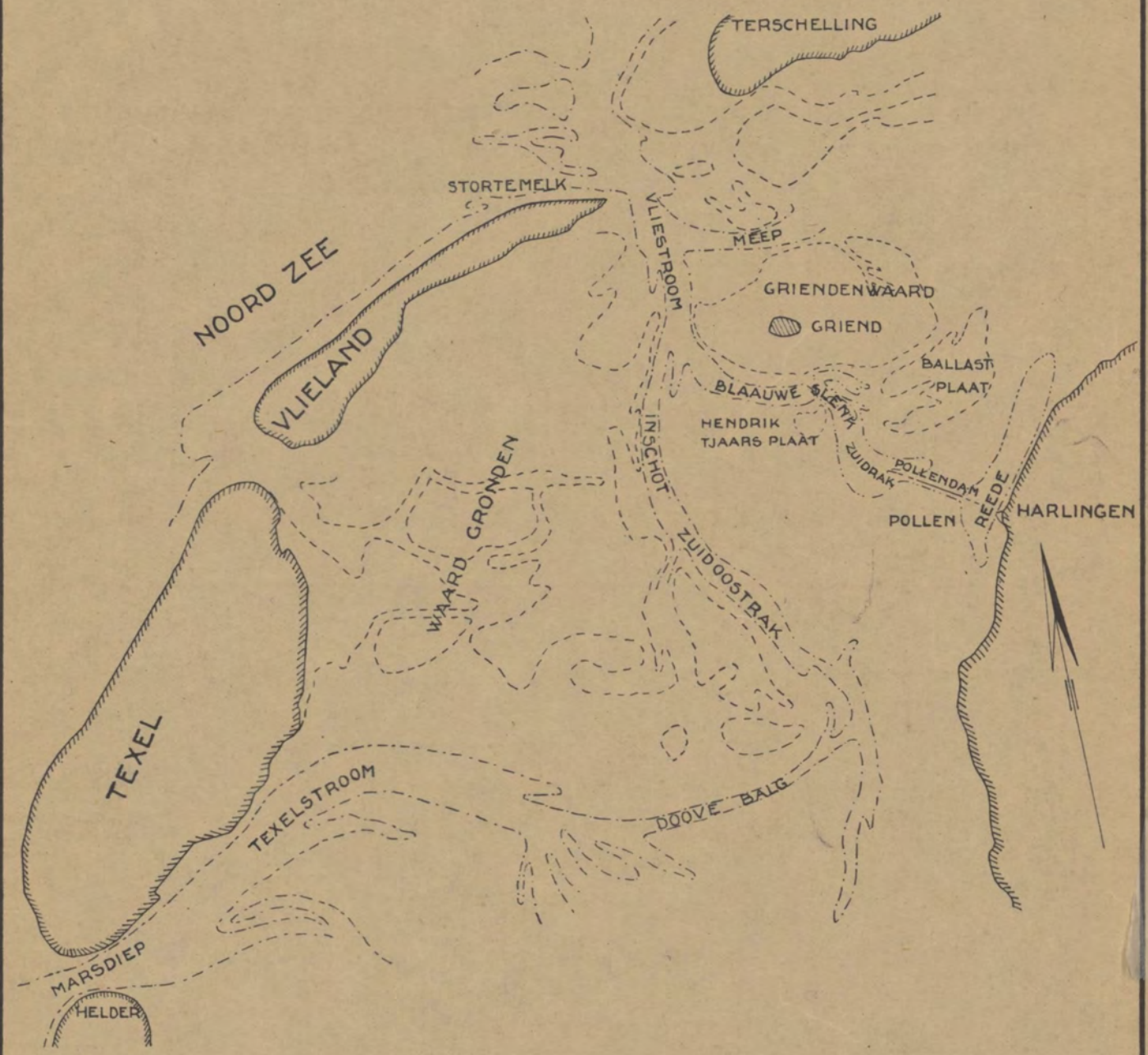
Het aantal uitgegane stoomschepen bedroeg in 1911 : 379. Daarvan waren 308 beladen met stukgoederen en 71 ledig.

Onderstaande opgave geeft een overzicht van de binnenscheepvaartbeweging in het jaar 1910, waaruit blijkt, dat, in inhoudsmaat uitgedrukt, het grootste deel van het binnenscheepvaartverkeer transitoverkeer is, en dat dit nog aanzienlijker is dan de aan- en afvoer naar en van de zeeschepen.

	Vaartuigen, welke gebruik van de havens hebben gemaakt, doch niet den havenmond zijn in- of uitgevaren.	Vaartuigen, welke den havenm. zijn in- en uitgevaren met bestemming naar Friesland's binnengelegen plaatsen of Groningen, of van daar komende met bestemming naar de Zuiderzee.	Vaartuigen welke den havenmond in en uit zijn gegaan, welke geen gebruik van een der sluizen hebben gemaakt.	Visschers vaartuigen.
Aantal	9722	7310	1508	1507
M3 inhoud	582.943	727.474	123.686	

VAARWEGEN VAN HARLINGEN NAAR DE NOORDZEE

SCHAAL 1:300 000



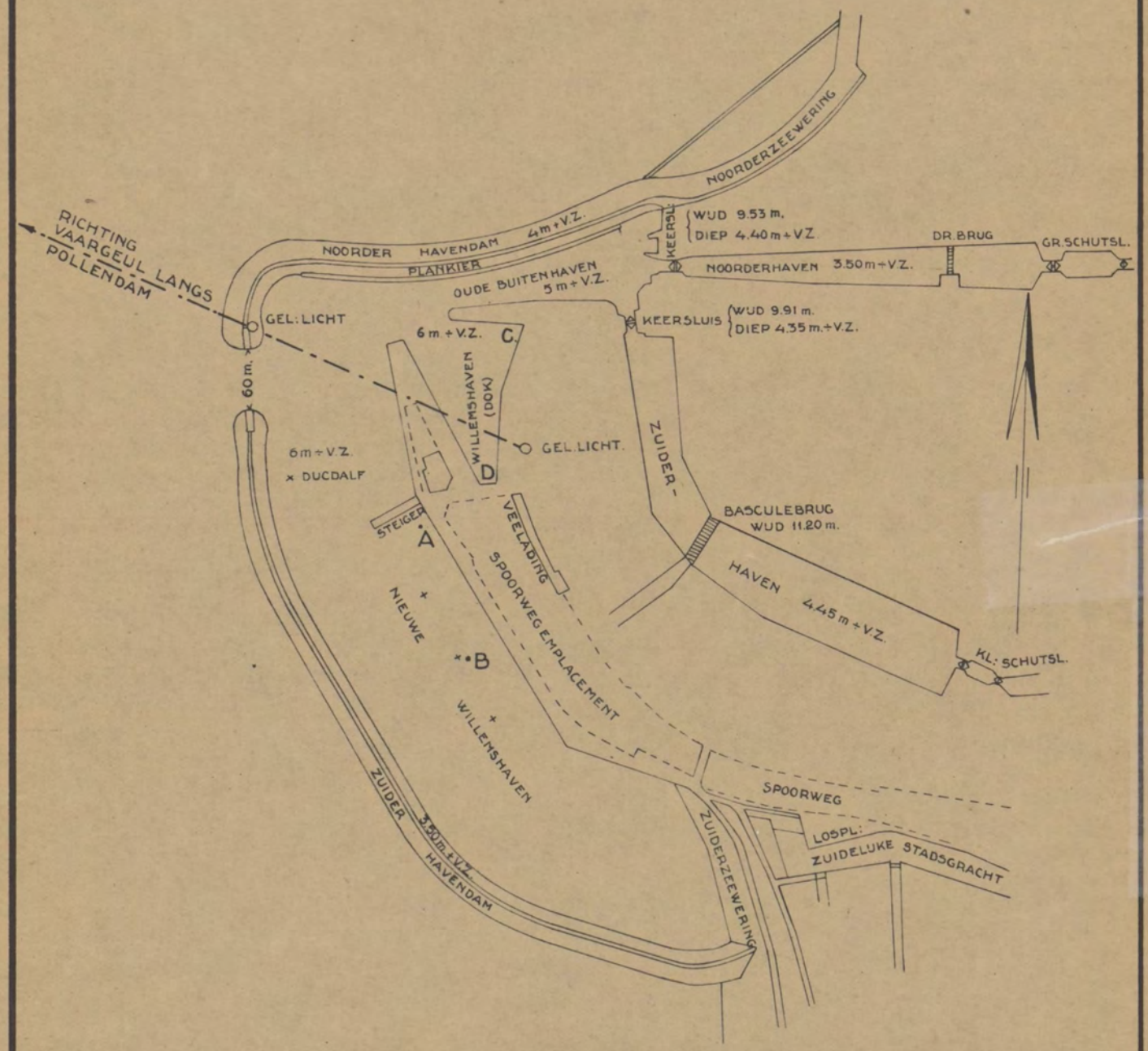
HAVEN TE HARLINGEN

FIG. 1

FIG. 1.

HAVENS TE HARLINGEN

SCHAAL 1:6000



HAVEN TE HARLINGEN

FIG.2

FIG. 2.

PROJECT HAVENVERBETERING
SCHAAL 1:6000

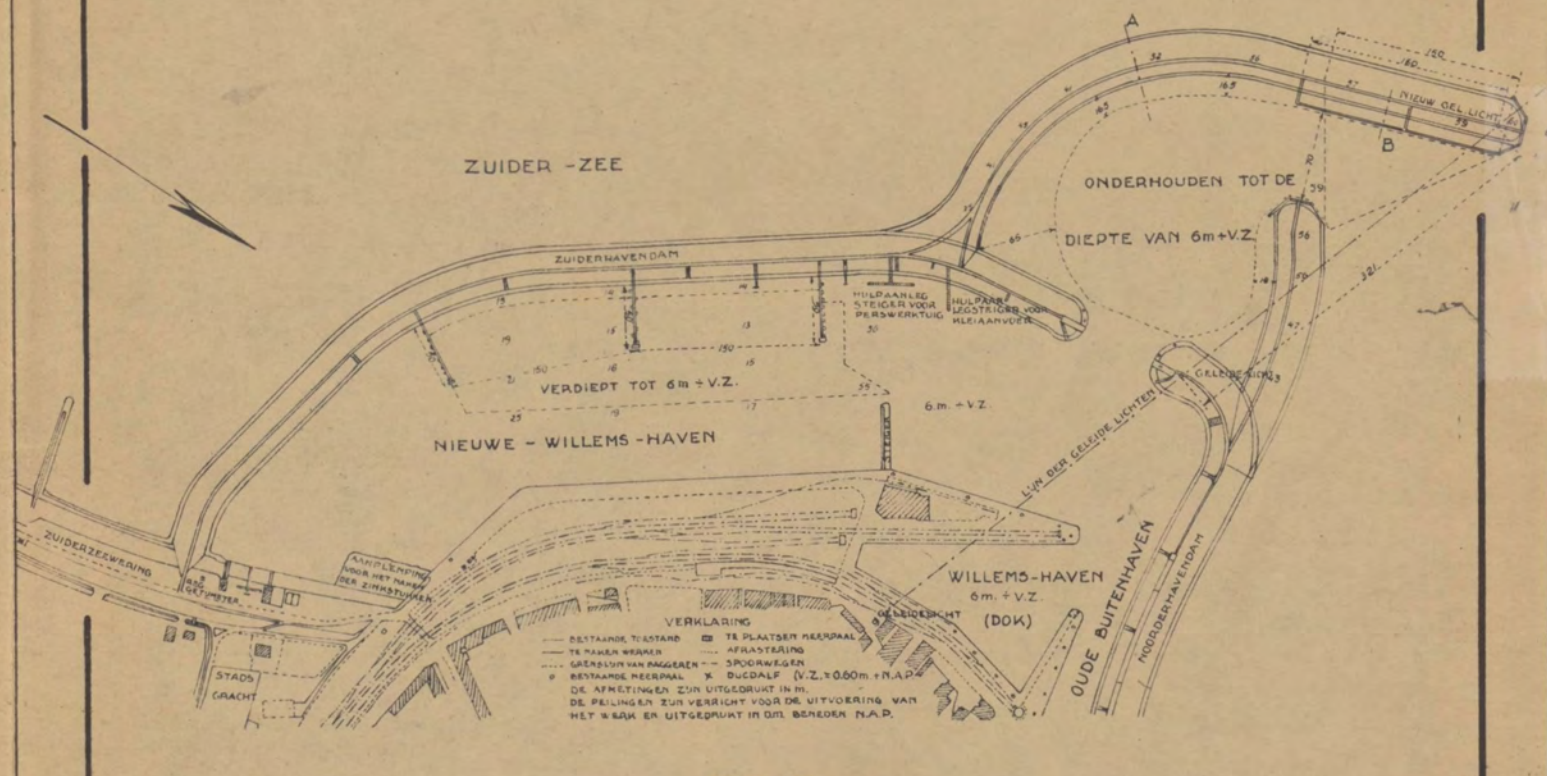


FIG. 3

DWARSPROFIEL A IN FIG. 3
SCHAAL 1:500

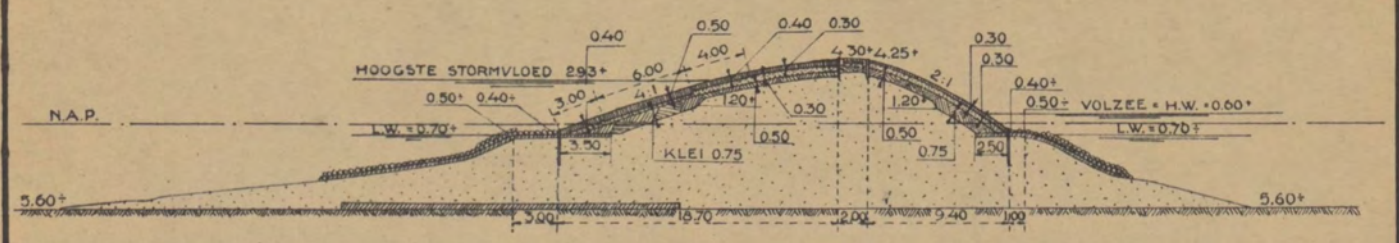


FIG. 6

HAVEN TE HARLINGEN

ART. IR. J. LELY „DE INGENIEUR" Nº 20-1913

FIG. 3 EN 6.

DWARSPROFIEL B IN FIG.3
SCHAAL 1:200

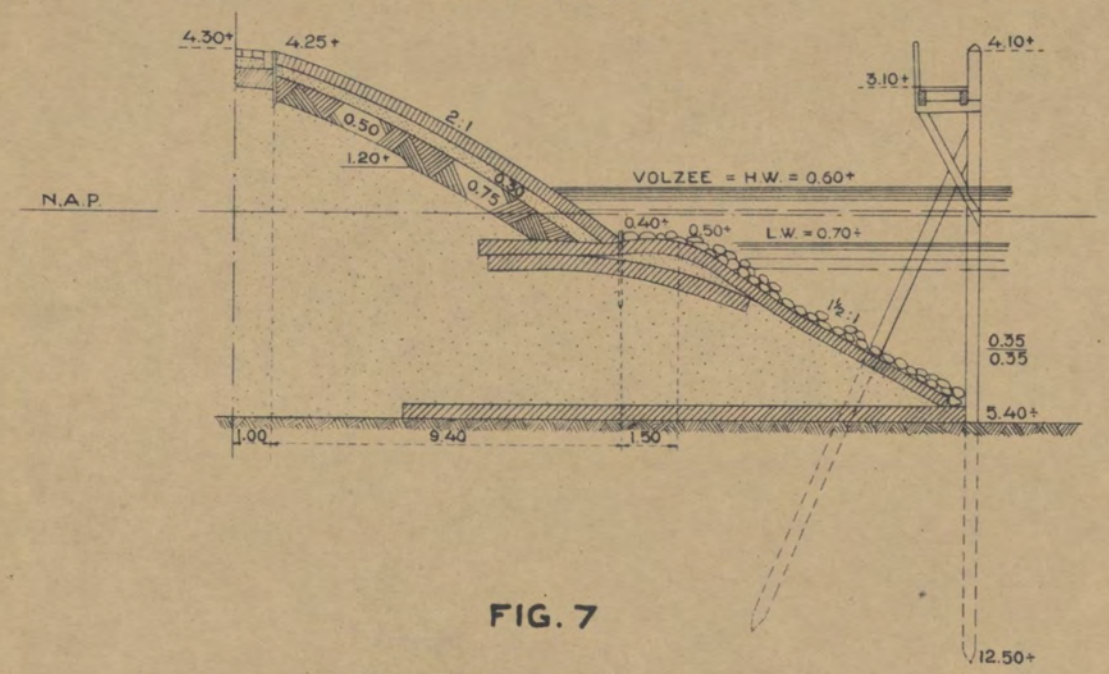


FIG. 7

KOP VAN DEN NOORDERHAVENDAM
SCHAAL 1:200

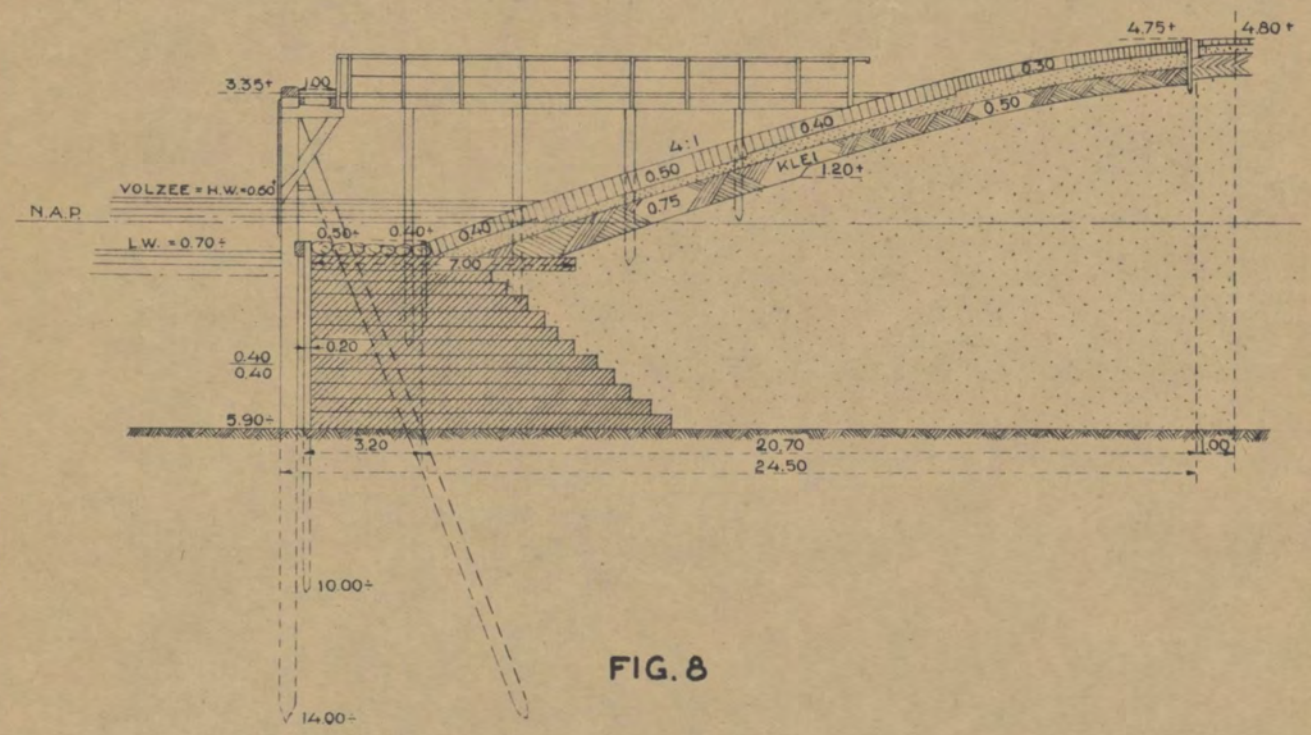


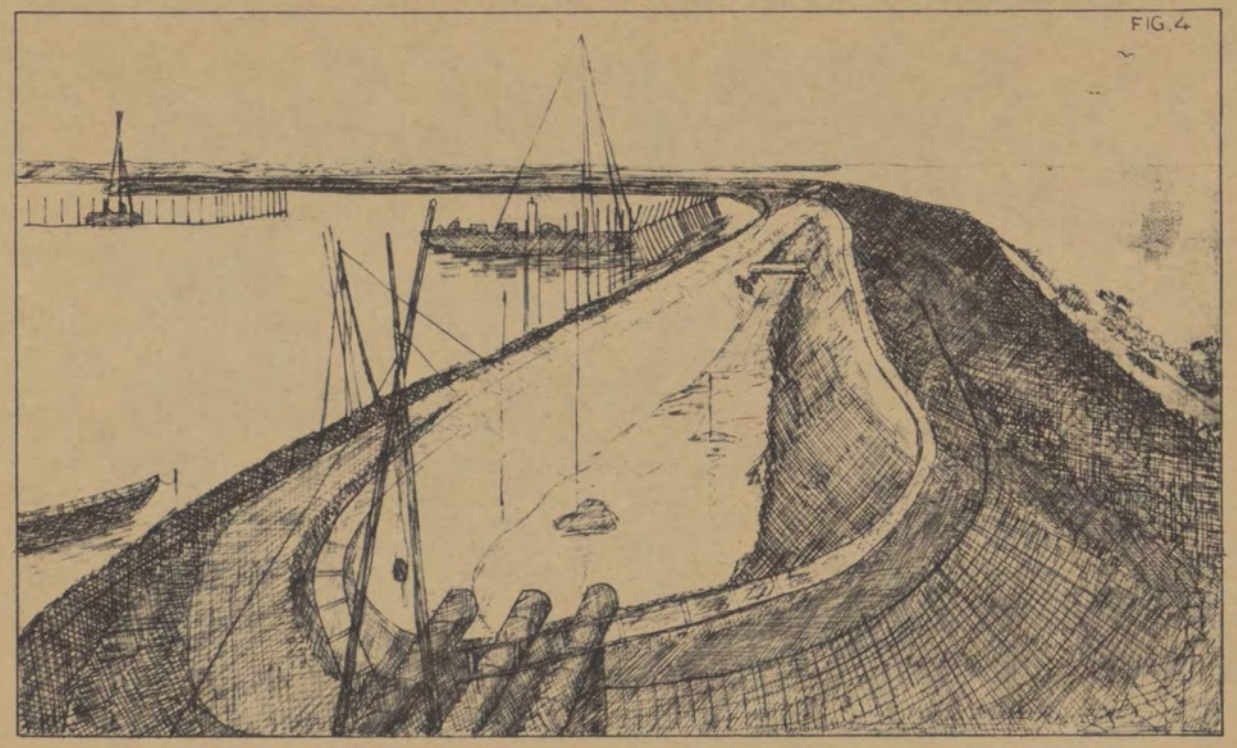
FIG. 8

HAVEN TE HARLINGEN

FIG. 7 EN 8

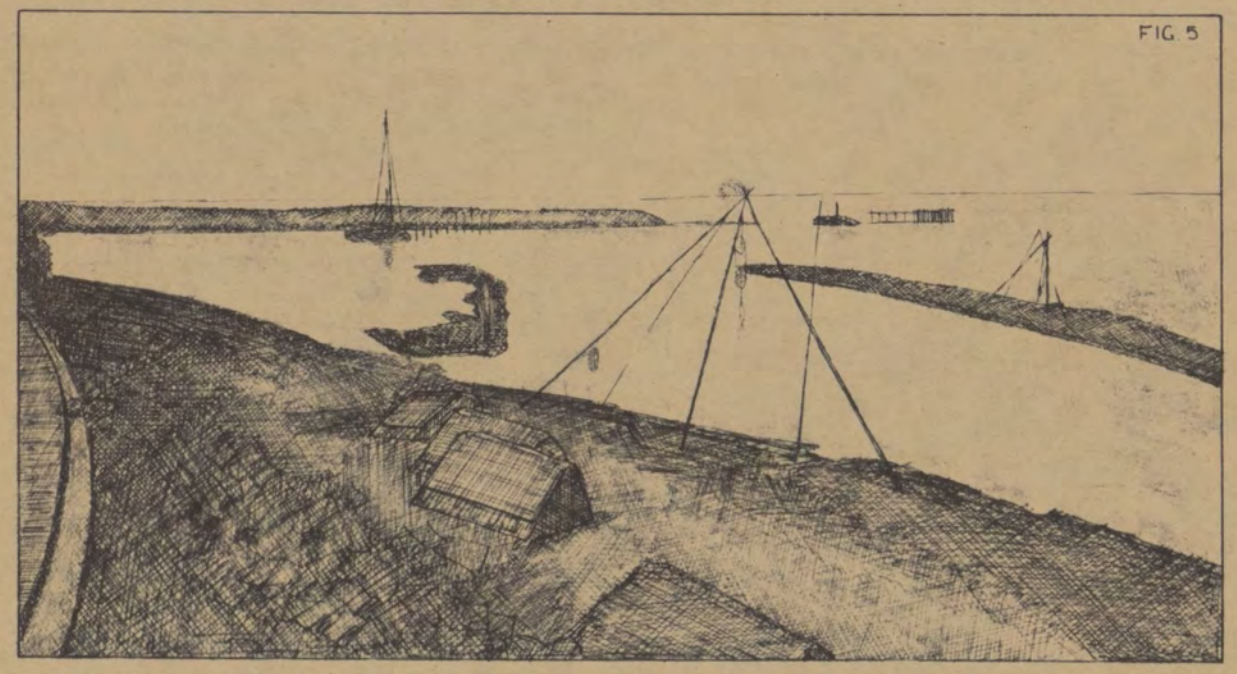
ZEE-EINDE VAN DEN ZUIDERHAVENDAM

FIG. 4



NIEUWE HAVENDAMMEN IN UITVOERING, GEZIEN VANAF DEN OUDEN NOORDERDAM

FIG. 5



LOOPBRUG VAN GREENHEARTHOUT LANGS DEN ZUIDERHAVENDAM

FIG. 9

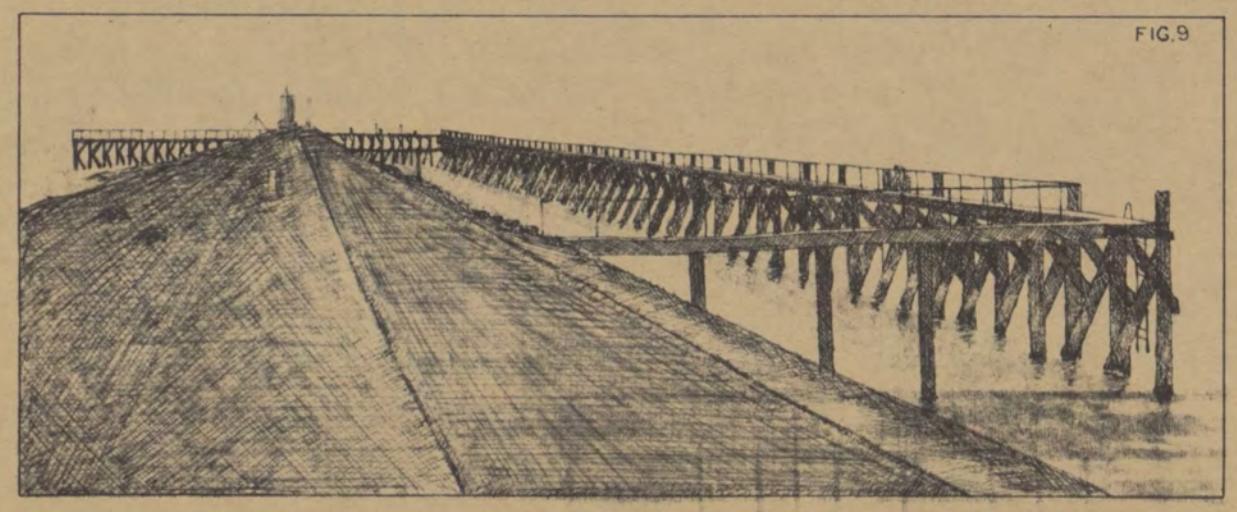


FIG. 4, 5 EN 9

SITUATIE SCHAAL 1:20000

TOELICHTING

- Wegen.
- Omlegging Rijksweg № 9, in uitvoering.
- Verbindingswegen in uitvoering of ontwerp.
- Zee, havens, kanalen en vaarten.
- Van Harinxmakanaal in uitvoering.
- Spoorweg.
- Tramweg.
- Bebouwing.
- Nieuwe havendammen volgens plan B.

HARLINGEN

MET OMGEVING EN AANSLUITENDE SPOOR-, TRAM-, LAND-EN WATERWEGEN ALSMEDE PLAN TOT AANLEG NIEUWE BUITENHAVEN EN VERBETEREN HAVENTOEGANG VOLGENS PLAN B.

BIJLAGE 1
REG. № 6560

NOTA
BETREFFENDE AANSLIBBING
IN DE BUITENHAVENS TE HARLINGEN
DOOR H. Ir. W. C. RICHTER.

BIJLAGE: 14

NOTA

BETREFFENDE AANSLIBBING IN DE BUITENHAVENS TE HARLINGEN.

Met één teekening, Reg.No. 5918.

In verband met een onderzoek naar de verbetering van de haveningang te Harlingen wordt het nuttig geacht een inzicht te verkrijgen in de mate, waarin de verschillende gedeelten van de buitenhaven te Harlingen, sedert de afsluiting van de Zuiderzee op 28 Mei 1932 aanslibben.

De voor het verkrijgen van dit inzicht noodige gegevens zijn verstrekt door den dienst van Gemeentewerken der Gemeente Harlingen, welke gemeente verplicht is tot het op diepte houden der havens en mitsdien beschikt over een min of meer volledige verzameling loodingen over het te beschouwen tijdvak.

Voor de uitvoering van de baggerwerken is het havengebied verdeeld in een aantal baggervakken, welke telkenmale, wanneer het vermoeden ontstaat, dat een ontoelaatbare aanslibbing heeft plaats gehad, worden opgepeild.

Blijkt daarbij het gerezen vermoeden bevestigd, dan wordt het betreffende vak gebaggerd en onmiddellijk daarna weer opgepeild. Uit het verschil tusschen de uit-en inpeiling kan uiteraard de uitgebaggerde hoeveelheid worden berekend.

De aanslibbing in de haven gaat natuurlijk regelmatig voort, zoowel gedurende de perioden, dat gebaggerd wordt als in het tijdsverloop tusschen deze baggerperioden.

Het zou theoretisch wel mogelijk zijn te berekenen hoeveel aanslibbing gedurende een baggerperiode heeft plaats gehad en wel door de hoeveelheid in de baggerbakken afgevoerde specie te verminderen met het verschil tusschen de uit-en inpeiling na en voor de baggerperiode.

Dit laatstbedoelde verschil is nl. de hoeveelheid specie, welke uit het baggerwerk verwijderd zou zijn, indien gedurende het baggeren geen aanslibbing zou hebben plaats gehad, terwijl de hoeveelheid specie in de bakken gelijk is aan de laatstgenoemde theoretische hoeveelheid, vermeerderd met ongeveer de helft van de gedurende de baggerperiode op het telkenmale nog te baggeren gedeelte aangeslibde hoeveelheid.

De moeilijkheid is echter, dat van de in de bakken afgevoerde specie, zelfs al ware de inhoud van deze bakken wel bekend, het uitleveringspercentage niet met voldoende nauwkeurigheid is vast te stellen. En dit percentage zou juist met groote nauwkeurigheid bekend moeten zijn, daar uiteraard de in de baggerperiode aangeslibde hoeveelheid slechts een betrekkelijk klein gedeelte vormt van de totale uitgebaggerde hoeveelheid. Een kleine fout in het uitleveringspercentage zou derhalve van grooten invloed zijn op de berekening van de aangeslibde hoeveelheid.

Het is derhalve practisch slechts mogelijk om de aanslibbing te berekenen voor de tijdperken, welke zijn gelegen tusschen twee baggerperioden, en wel door het verschil te nemen tusschen een uitpeiling na een baggerperiode en een inpeiling vóór de volgende baggerperioden.

Uit de door de gemeente Harlingen beschikbaar gestelde gegevens blijkt, dat in een drietal baggervakken, alle gelegen

in de Nieuwe Willemshaven, sedert 1932 slechts éénmaal gebaggerd is, zoodat daarvan slechts één in- en één uitpeiling bekend zijn en derhalve de aanslibbing niet berekend kan worden. De betreffende baggervakken zijn dan ook op de bij deze nota behoorende teekening niet aangegeven.

In de overige baggervakken, gemerkt B, C, G en H is vrij regelmatig gebaggerd en gepeild, zoodat voor deze vakken de aanslibbing tusschen de baggerperioden berekend kon worden.

Volledigheidshalve is in deze nota ook opgenomen de aanslibbing van een gedeelte van de Waddenzee, gelegen onmiddellijk voor den havenmond. In dit gedeelte wordt jaarlijks baggerwerk verricht door den Rijkswaterstaat, zoodat volledige gegevens voor de berekening van de aanslibbing tusschen de baggerperioden aanwezig zijn. Dit gedeelte is op de kaart met de letter M aangeduid.

Het resultaat van de uitgevoerde berekeningen volgt hierna voor elk baggerwerk in staatvorm.

Op de kaart zijn de begrenzingen van elk baggervak aangegeven en de diepte, welke na elke baggering tenminste aanwezig moet zijn.

In de hierna volgende staten is tevens aangegeven welke de gemiddelde dikte in cm is van de laag, welke elke maand aanslibt, berekend over de gezamenlijke aanslibbingsperioden sedert 1932.

BAGGERVAK M. Oppervlak = 44250 m2.

Aanslibbingsperiode van	tot	Duur van de periode in maanden.	Aangeslibde hoeveelheid in m3.	Aanslibbing per maand in m3.	Dikte van de per maand aangeslibde laag in cm.
27 Mei 1932	12 Oct. 1932	4½	19700	4380	9.9
18 Nov. "	26 Aug. 1933	9½	20550	2220	5.0
8 Sept 1933	22 " 1934	11½	22100	1920	4.3
22 Aug. 1934	21 Dec. 1935	16	38650	2420	5.5
21 Dec. 1935	21 Apr. 1936	4	-875	-220	-0.5
12 Sept. 1936	5 Mei 1937	7 3/4	36200	4670	10.6
15 " 1937	28 Mrt. 1938	6½	20800	3260	7.4
18 Oct. 1938	7 Apr. 1939	5½	21050	3760	8.5
7 Apr. 1939	22 Apr. 1940	12½	35975	2880	6.5
		73½	215025	2927	6.6

De periode 21 Dec. 1935 - 21 April 1936 vertoont het eigenaardige verschijnsel, dat het baggerwerk niet aangeslibd, doch iets dieper geworden is. In verband met dit afwijkende gedrag is deze periode bij de berekening van de gemiddelde aanslibbing buiten beschouwing gelaten.

BAGGERVAK C. Oppervlak = 38660 m2

Aanslibbingsperiode van	Aanslibbingsperiode tot	Duur van de periode in maanden.	Aangeslibde hoeveelheid in m3.	Aanslibbing per maand in m3.	Dikte van de per maand aangeslibde laag in cm.
19 Mei 1932	26 Oct. 1932	5¼	16130	3089	8.0
21 Nov. "	28 Apr. 1933	5¼	14140	2700	7.0
13 Juni 1933	30 Aug. "	2½	9590	3840	9.9
4 Nov. "	17 Apr. 1934	5½	18130	3300	8.5
15 " 1934	3 Juni 1935	6½	22835	3520	9.1
12 Juli 1935	29 Nov. "	4½	4505	1000	2.6
29 Nov. "	25 Mrt. 1936	4	21760	5440	14.1
24 Apr. 1936	22 Oct. "	6	27545	4591	11.9
22 Dec. "	22 Sept. 1937	9	22440	2493	6.4
11 Jan. 1938	30 Nov. 1938	10 2/3	52387	4900	12.7
20 " 1939	24 Mei 1939	4	34113	8528	22.1
23 Juni "	6 Dec. "	5½	30013	5450	14.1
7 Mrt. 1940	9 Aug. 1940	5	31475	6295	16.3
2 Sept. "	6 Mrt. 1941	6	30600	5100	13.2
		79 2/3	335663	4210	10.9

BAGGERVAK C. B Oppervlak = 26000m2

Aanslibbingsperiode van	Aanslibbingsperiode tot	Duur van de periode in maanden.	Aangeslibde hoeveelheid in m3.	Aanslibbing per maand in m3.	Dikte van de per maand aangeslibde laag in cm.
21 Nov. 1932	30 Aug. 1933	9 1/3	6370	682	2.6
3 " 1933	18 Oct. 1934	11½	8125	706	2.7
15 " 1934	22 " 1936	23¼	22640	975	3.8
22 Dec. 1936	7 Febr. 1939	25½	44295	1740	6.7
2 Mrt. 1939	7 Mrt. 1941	24	34010	1417	5.4
		93 7/12	115440	1236	4.8

BAGGERWERK C. G Oppervlak = 14400 m2

Aanslibbingsperiode van	Aanslibbingsperiode tot	Duur van de periode in maanden.	Aangeslibde hoeveelheid in m3.	Aanslibbing per maand in m3.	Dikte van de per maand aangeslibde laag in cm.
11 Mei 1932	3 Juni 1935	36 3/4	10120	275	1.9
13 Juli 1935	10 Mrt. 1939	44	22245	506	3.5
		80 3/4	32365	400	2.8

BAGGERVAK C. H Oppervlak = 5520 m2

Aanslibbingsperiode van	tot	Duur van de periode in maanden.	Aangeslibde hoeveelheid in m3.	Aanslibbing per maand in m3.	Dikte van de per maand aangeslibde laag in cm.
11 Mei 1932	3 Juni 1935	36 3/4	3278	89	1.6
12 Juli 1935	10 Mrt. 1939	44	2886	66	1.2
		80 3/4	6164	76	1.4

Bij beschouwing van de voorgaande staten valt het op, dat de aanslibbing in de laatste 5 jaren aanmerkelijk hooger is dan die in de daaraan voorafgaande 5 jaren. Het blijkt dat de aanslibbing met ongeveer 50% is toegenomen; een verklaring voor deze toename kan dezerzijds niet gevonden worden.

Voorts blijkt uit de beschouwing der staten, dat het baggervak C het meeste aanslibt en dat de aanslibbing geringer is naarmate de baggervakken verder van de havenmond zijn gelegen. Dit verschijnsel is uiteraard verklaarbaar, wanneer men in het oog houdt, dat alle slibhoudend water dat elk getij de haven binnenstroomt, in elk geval het baggervak C moet passeeren, zoodat zich daar het meeste slib kan afzetten. De instroomende hoeveelheid water is geringer, naarmate een baggervak verder van de havenmond is verwijderd.

Een gobale berekening geeft tot resultaat, dat van de totale per getij in de haven stroomende hoeveelheid water 100% over vak C stroomt, 78% over vak B, 11% over vak G en 3% over vak H.

Een verband tusschen deze cijfers en de werkelijk opgetreden aanslibbing kan evenwel tengevolge van de onregelmatige vorm van de verschillende havenbekkens en de daardoor optredende grillige stroomingen bezwaarlijk gevonden worden.

Behalve de kennis van de gemiddelde aangeslibde hoeveelheid in de verschillende baggervakken is het wel van belang te weten of het slib zich gelijkmatig over de geheele bodemoppervlakte afzet, dan wel er neiging bestaat tot vorming van ondiepten op bepaalde plaatsen.

Om hierin een voldoend inzicht te verkrijgen, zou het noodig zijn aanslibbingsperioden te beschouwen van eenigszins langeren duur. Het blijkt evenwel uit de voorgaande staten, dat in de havens over het algemeen vrij veel gebaggerd wordt, zoodat het slib niet veel gelegenheid krijgt om zich gedurende langen tijd ongestoord af te zetten.

Teneinde toch eenigszins over de mate van aanslibbing te kunnen oordeelen zijn voor elk baggervak na de langste aanslibbingsperioden de dieptelijnen geteekend.

Op de hierbijgaande teekening zijn verschillende diepte-lijnen aangegeven, terwijl in elk baggervak tevens is aangegeven hoe lang de aanslibbingsperioden ongeveer waren, welke tot het teekenen van deze dieptelijnen aanleiding gaven.

Hierbij moet niet uit het oog worden verloren, dat de teekening niet aangeeft het verloop van de dieptelijnen na een bepaalde aanslibbingsperiode, doch dat slechts getracht is aan te geven welke neiging tot aanslibbing bestaat indien deze ongestoord het aangegeven aantal maanden kan plaats vinden.

Incidenteel zullen de dieptelijnen zeker, en soms zelfs wel in aanzienlijke mate, van de geteekende kunnen afwijken, doch in het algemeen bestaat de neiging van het slib om zich af te zetten als op de teekening is aangegeven.

In het vak M voor de havenmond zal die diepte dus van het westen naar het oosten vrij geleidelijk en regelmatig afnemen.

In vak C zal voor den kop van de Noorderhavendam de grootste diepte ontstaan, terwijl de meeste aanslibbing zal optreden in de bocht aan de zuidzijde.

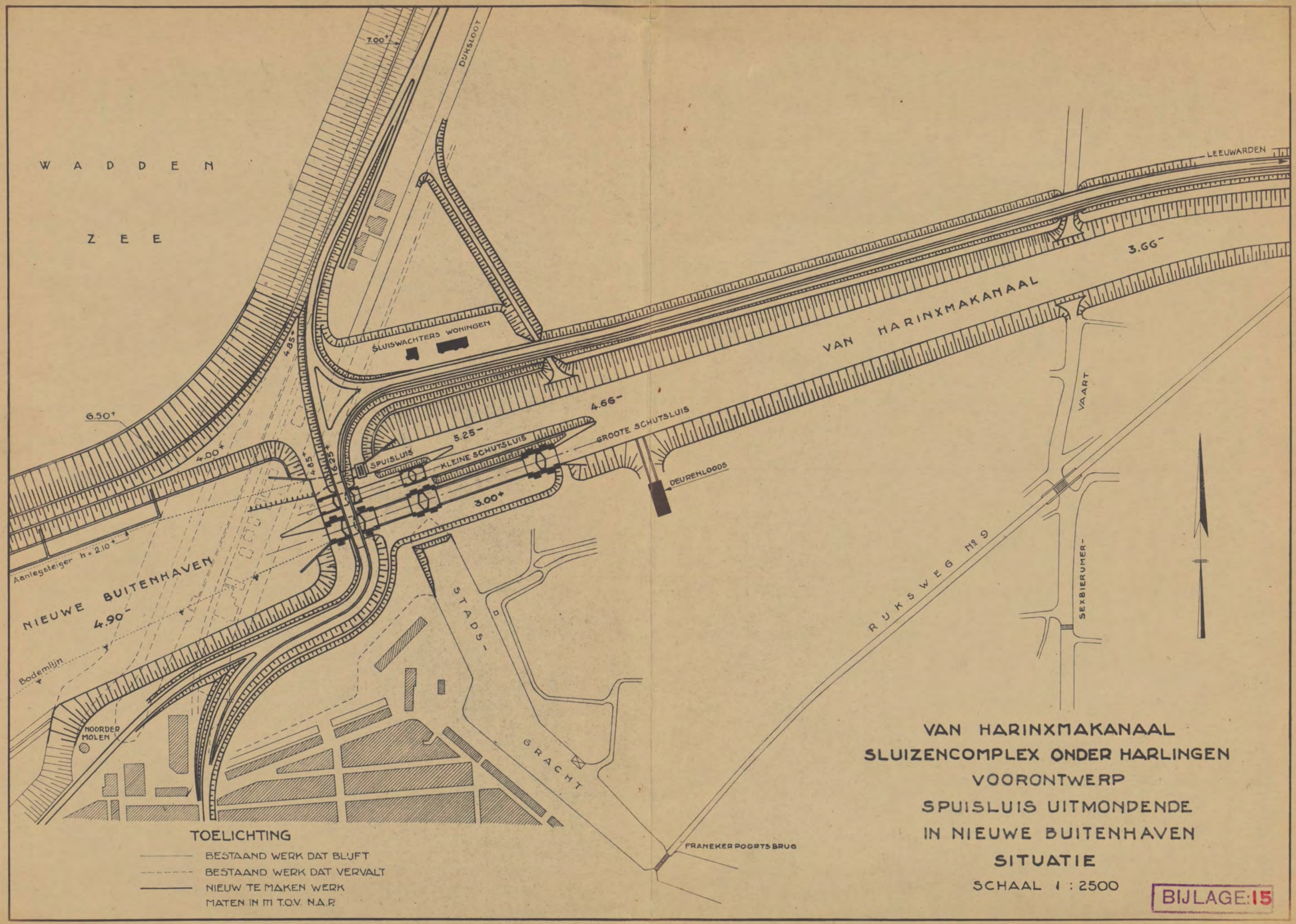
In vak B zal eenigermate een geul ontstaan, welke vak G met vak C verbindt, terwijl in vak G de diepste plaats zich bij den kop van de landtong bevindt en de diepte afneemt naarmate men verder in de haven komt.

Vak H vertoont een ondiepe geul, welke van de Spuisluis loopt naar de verbinding met vak G. Deze geul zal zijn ontstaan wel danken aan de spuistroom.

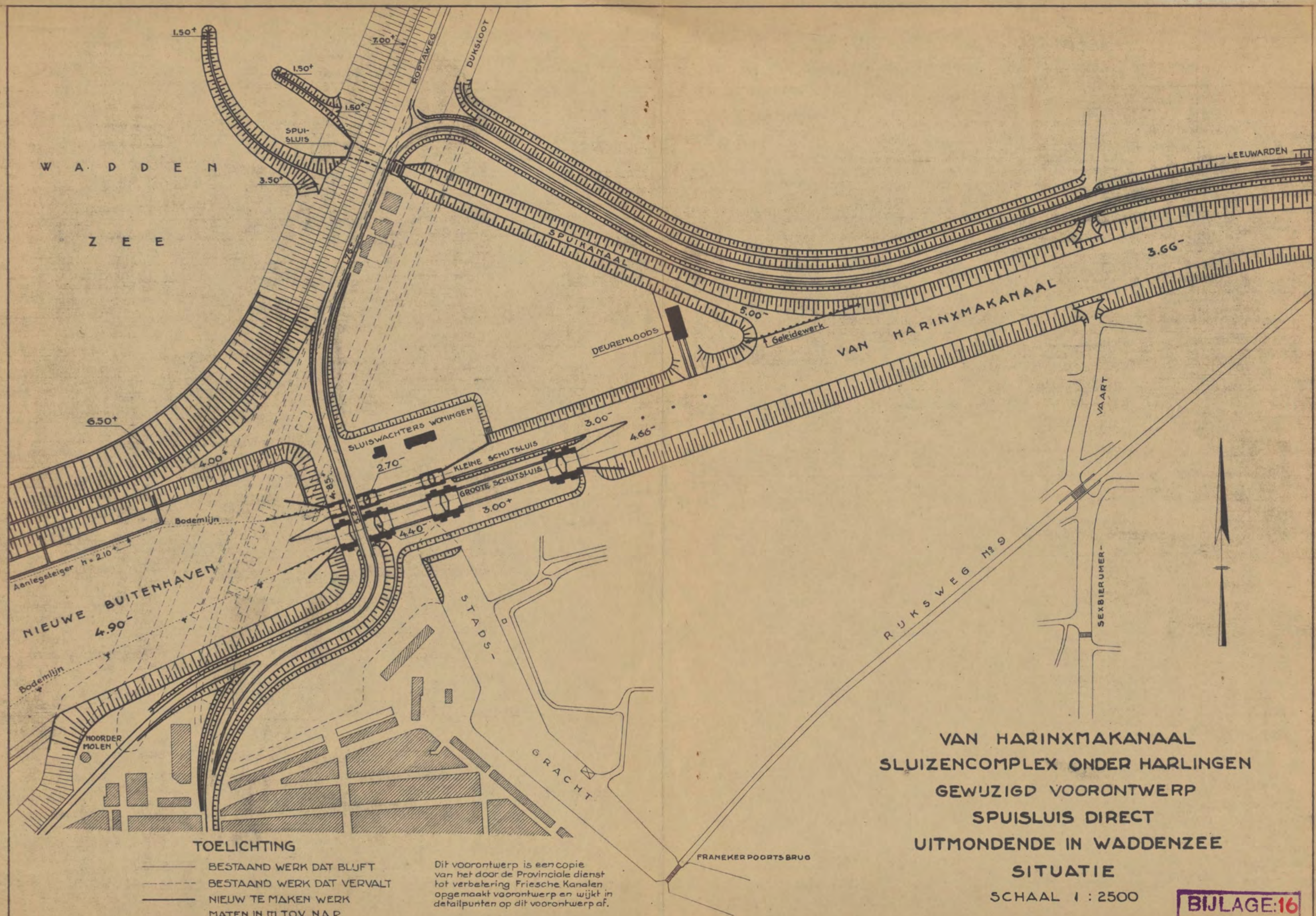
Ten slotte wijs ik er op, dat er uiteraard verband bestaat tusschen de windkracht en meest voorkomende windrichting in een bepaalde aanslibbingsperiode en de mate van aanslibbing in die periode.

Gezien evenwel het doel, waarvoor deze nota is opgemaakt werd het niet noodig geoordeeld ook deze factoren nog in de beschouwingen te betrekken.

LEEUWARDEN, 8 Augustus 1941.
DE INGENIEUR,
(get.) W.C. Richter.



BIJLAGE: 15


WADDEN ZEE
1.50+
1.50+
1.50+
7.00+
SPUI-SLUIS
3.50+
ROPTAWEG
DUIKSLOOT
SPUIKANAAL
LEEUWARDEN
3.66-
VAN HARINXMAKANAAL
5.00-
Geleidewerk
DEUREN LOODS
VAART
6.50+
4.00+
SLUISWACHTERS WONINGEN
3.00-
4.66-
2.70-
KLEINE SCHUTSLUIS
GROOTE SCHUTSLUIS
4.85+
3.00+
4.40-
Bodemlijn
Aanlegsteiger h = 2.10+
NIEUWE BUITENHAVEN
4.90-
Bodemlijn
NOORDER MOLEN
STADS-
GRACHT
RUKSWEG Nº 9
SEXBIERUMER-
FRANEKER POORTS BRUG
TOELICHTING
BESTAAND WERK DAT BLIJFT
BESTAAND WERK DAT VERVALT
NIEUW TE MAKEN WERK
MATEN IN m T.O.V. N.A.P.
Dit voorontwerp is een copie van het door de Provinciale dienst tot verbetering Friesche Kanalen opgemaakt voorontwerp en wijkt in detailpunten op dit voorontwerp af.
VAN HARINXMAKANAAL
SLUIZENCOMPLEX ONDER HARLINGEN
GEWIJZIGD VOORONTWERP
SPUISLUIS DIRECT
UITMONDENDE IN WADDENZEE
SITUATIE
SCHAAL 1 : 2500
BIJLAGE:16

Volgnummer of letter.	OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN.	Eenheden.	Hoeveelheden.	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Voor elk onderdeel.	BEDRAGEN Totaal.	Opmerkingen.
I	Ged. NIEUWE NOORDERHAVENDAM MET KRUIN OP 6.50 m + N.A.P.						
1.	Baggerwerk voor grondverbetering	m3					
2.	Zandaanvulling voor grondverbetering en kern havendam (met inbegrip van 20% verlies)	m3					
2a	idem	m3					
3.	Keileem (met inbegrip van 50% verlies)	m3					
4.	Kleibekleeding	m3					
5.	Kraagstukken met bestorting, zwaar 750 kg/m2	m2					
5a	" " " " 600 " "	m2					
6.	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.80 m, dik 0.08 m	m					
6a	" " " " 1.60 m, " 0.06 m	m					
7.	Bezetting van basalt, dik 0.20 - 0.30 m, op puinlagen dik 0.20 m	m2					
8.	Bezetting van basalt, dik 0.30 - 0.40 m, op idem	"					
9.	Bezetting van basalt, dik 0.40 - 0.50 m, op idem	"					
10.	Bezetting van afkomende basalt, op puinlagen dik 0.20 m van afkomende puin	"					
11.	Bezetting van klinkerkeien in kopverband	"					
12.	Bestrating van klinkers in halfsteensverband	"					
13.	Betonband zwaar 0.08 x 0.20 m	m					
14.	" " 0.08 x 0.40 m gewapend	"					
15.	Bezoding	m2					
16.	Krammat	"					
17.	Opnemen steenglooiing zeedijk Waterschap "Vijfdeelen Zeedijken Buitendijks"	"					
18.	Diversen en onvoorzien						
	Lengte dam met kruin op 6.50 m + N.A.P.	m					
	Steigers.						
19.	Loopsteiger van groenharthout	m					
20.	Toegangsbruggen naar loopsteiger	"					
21.	Diversen en onvoorzien						

Bijlage: 17.

RIJKSWATERSTAAT
DIRECTIE GRONINGEN EN FRIESLAND
ARRONDISSEMENT LEEUWARDEN

en
Begrooting van kosten voor:

HET MAKEN VAN EEN NIEUWE BUITENHAVEN EN VERBETEREN VAN DEN HAVENTOEGANG TE HARLINGEN VOLGENS DE PLANNEN A, B, C en D.

(eenheidsprijzen van Mei 1940)

PLAN A. Verlenging Zuiderhavendam met 55 m in N.N.W. richting, teekening Reg.No. 5990 ..... f. 1.430.000.--

PLAN B. Verlenging Zuiderhavendam met 250 m in N.O. richting, teekening Reg.No. 6255 ..... " 1.645.000.--

PLAN C. Verlenging Zuiderhavendam met 180 m in N.O. richting, teekening Reg.No. 5992 ..... " 1.430.000.--

PLAN D. Nieuwe Noorderhavendam, aansluitend aan bestaanden Noorderhavendam, teekening Reg.No. 6004 " 1.030.000.--

In bovengenoemde cijfers zijn begrepen:

a. het maken van den Noorderhavendam,

b. " " " een verlenging van den Zuiderhavendam,

c. het opruimen van een gedeelte van den Middenhavendam (thans Noorderhavendam),

d. voor de plannen A en C het gedeeltelijk opruimen van den kop van het Oude Zuiderhavenhoofd.

Model 200a
Arr. Leeuwarden 1000-4-1940.

Volgnummer of letter.	OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN.	Eenheden.	Hoeveelheden. Plan A.	Hoeveelheden. Plan B.	Hoeveelheden. Plan C.	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Plan A.	Plan B.	Plan C.	Opmerkingen.
IV.	HET OPRUIMEN VAN EEN GEDEELTE VAN DEN MIDDEN-HAVENDAM (THANS NOORDERHAVENDAM) EN HET AFWERKEN VAN DEN KOP VAN HET OVERBLIJVENDE GEDEELTE DAM.....	m	300	300	300		100.000 —	100.000 —	100.000 —	
V.	VOOR DE PLANNEN A en C OPRUIMEN VAN EEN GEDEELTE VAN HET OUDE ZUIDERHAVENHOOFD EN HET AFWERKEN VAN DEN KOP VAN HET OVERBLIJVENDE HOOFD ..	m	35	-	35		20.000 —		20.000 —	
	RECAPITULATIE									
I.	GED. NIEUWE NOORDERHAVENDAM MET KRUIN OP 6.50 m + N.A.P.						f. 472.000 —	f.472.000 —	f. 472.000 —	
II.	GED. NIEUWE NOORDERHAVENDAM MET KRUIN OP 4.60 m + N.A.P.						" 687.000 —	" 586.000 —	" 585.000 —	
III.	VERLENGING ZUIDERHAVENDAM						" 147.000 —	" 489.000 —	" 255.000 —	
IV.	HET OPRUIMEN VAN EEN GEDEELTE VAN DEN MIDDEN-HAVENDAM (thans Noorderhavendam)						" 100.000 —	" 100.000 —	" 100.000 —	
V.	VOOR DE PLANNEN A en C OPRUIMEN VAN DEN KOP VAN HET OUDE ZUIDERHAVENHOOFD						" 20.000 —		" 20.000 —	
						Kosten totaal	f.1.426.000 —	f.1.647.000 —	f.1.432.000 —	
						of rond	f.1.430.000 —	f.1.645.000 —	f.1.430.000 —	

Volgnummer of letter.	OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN	Eenheden.	Hoeveelheden II a ged. lang 140m	Hoeveelheden. Plan C.	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Plan A.	Plan B.	Plan C.	Opmerkingen.
	PLAN D NIEUWE NOORDERHAVENDAM AANSLUITEND AAN BESTAANDEN NOORDERHAVENDAM.			26.000	0.25	3.500--	11.425 --	6.500 --	
II a en b	GED. NIEUWE NOORDERHAVENDAM MET KRUIN OP 4.60 m + N.A.P. LANG RESPECTIEVELIJK 140. - m en 405. - m.			35.000	0.35	11.900--	40.075 --	29.750 --	
				16.000	0.50	2.250--	10.500 --	8.000 --	
				19.000	1.50	39.000--	166.500 --	28.500 --	
1.	Baggerwerk voor grondverbetering	m3	11.500	6.500	5.70	17.100--	73.815 --	37.050 --	
2.	Zandaanvulling voor grondverbetering en kern havendam (met inbegrip van 20% verlies)	"	16.000	2.600	5.--	4.000--	16.625 --	13.000 --	
2a	idem	"	10.000	130	10.--	500--	3.000 --	1.300 --	
3.	Keileem (met inbegrip van 50% verlies)	"	16.000	150	7.50	375--	1.612 50	1.125 --	
4.	Kraagstukken met bestorting, zwaar 750 kg/m2 .	m2	1.900	3.680	9.50	8.360--	46.122 50	34.960 --	
4a	" " " " 600 kg/m2	"	1.900						
5.	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.80 m, dik 0.08 m	m	140	1.910	12.25	9.922 50	33.258 75	23.397 50	
5a	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.60 m, dik 0.06 m	"	140	2.230	15.--	14.250--	46.350 --	33.450 --	
6.	Bezetting van basalt, dik 0.20 - 0.30 m, op puinlagen dik 0.20 m	m2	2.600	7.820	0.20	528--	2.132 --	1.564 --	
						3.314 50	5.584 25	4.403 50	
						f. 115.000--	f. 457.000 --	f. 223.000 --	
7.	Bezetting van basalt, dik 0.30 - 0.40 m, op idem	"	1.290	180					
8.	Bezetting van basalt, dik 0.40 - 0.50 m, op idem	"	1.390	f. 1.239.--					
9.	Krammat	"	5.300						
10.	Diversen en onvoorzien			50	500.--	25.000--	25.000 --	25.000 --	
				70	100.--	7.000--	7.000 --	7.000 --	
						f. 147.000--	f. 489.000 --	f. 255.000 --	

Model 201 a.
Arr. Leeuwarden 1000-4-1940.

Volgnummer of letter.		OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN.	Eenheden.	Hoeveelheden. Plan A.	Hoeveelheden. Plan B.	Hoeveelheden. IIb ged. lang 405m	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Voor elk onderdeel. IIa gedeelte lang 140 m		IIb gedeelte lang 405m		Totaal.	Opmerkingen.
III[a]		VERLENGING ZUIDERHAVENDAM.											
	1.	Baggerwerk voor grondverbetering	m3	14.000	45.700								
	2.	Zandaanvulling voor grondverbetering en kern havendam (met inbegrip van 20% verlies)	"	34.000	114.500								
	2a	idem	"	4.500	21.000								
	3.	Keileem (met inbegrip van 50% verlies)	"	26.000	111.000								
	4.	Kraagstukken met bestorting, zwaar 750 kg/m2 .	m2	3.000	12.950	29.000	0.25	2.875	--	7.250	--		
	4a	" " " " 600 kg/m2 .	"	800	3.325								
						37.000	0.35	5.600	--	12.950	--		
	5.	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.80 m, dik 0.08 m	m	50	300	29.000	0.50	5.000	--	14.500	--		
	5a	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.60 m, dik 0.06 m	"	50	215	40.000	1.50	24.000	--	60.000	--		
						5.500	5.70	10.830	--	31.350	--		
	6.	Bezetting van basalt, dik 0.20 - 0.30 m, op puinlagen dik 0.20 m	m2	880	4.855	5.500	5.--	9.500	--	27.500	--		
	7.	Bezetting van basalt, dik 0.30 - 0.40 m, op puinlagen dik 0.20 m	"	810	2.715	405	10.--	1.400	--	4.050	--		
	8.	Bezetting van basalt, dik 0.40 - 0.50 m, op puinlagen dik 0.20 m	"	950	3.090	405	7.50	1.050	--	3.037	50		
	9.	Krammat	"	2.640	10.660								
						7.500	9.50	24.700	--	71.250	--		
	10.	Diversen en onvoorzien											
		Lengte verlenging Zuiderhavendam	m	55	250	3.725	12.25	15.802	50	45.631	25		
		Kosten per m		f.2.090	f.1.828.--								
						4.015	15.--	20.850	--	60.225	--		
						37.800	0.20	1.060	--	7.560	--		
III[b]		DAMWAND ROND KOP ZUIDERHAVENDAM.						2.332	50	6.696	25		
	11.	Damwand van groenharthout	m	50	50			f. 125.000	--	f. 352.000	--		
	12.	" " afkomend damwandhout	"	70	70								
						Kosten per m		f. 893	--	f. 869	--		

Volgnummer of letter.		OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN.	Eenheden.	Hoeveelheden. Plan C.	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Voor elk onderdeel. Plan A.	Plan B.	Plan C.	Opmerkingen.
IVa		HET OPRUIMEN VAN EEN GEDEELTE VAN DEN NOORDERHAVENDAM EN HET AFWERKEN VAN DEN KOP VAN HET OVERBLIJVEND GEDEELTE DAM.	m						
IV b		HET OPRUIMEN VAN EEN GEDEELTE VAN DEN KOP VAN DEN NOORDERHAVENDAM AFWERKEN VAN DEN KOP VAN HET OVERBLIJVEND GEDEELTE DAM MET HET OPNIEUW AANBRENGEN VAN EEN DAMWAND ROND DEN NIEUWEN KOP VAN DEN NOORDERHAVENDAM.							
	1.	Opruimen van een gedeelte van den kop van den Noorderhavendam	m	82.000	0.25	28.750 --	21.000--	20.500 --	
	2.	Damwand rond den kop van den Noorderhavendam van afkomend damwandhout	m	95.000	0.35	46.550 --	32.900--	33.250 --	
				41.000	0.50	24.500 --	22.000--	20.500 --	
				61.200	1.50	109.500 --	92.250--	91.800 --	
				7.200	5.70	51.870 --	42.180--	41.040 --	
		RECAPITULATIE PLAN D.		6.900	5.--	43.500 --	36.000--	34.500 --	
I		Ged. Nieuwe Noorderhavendam met kruin op 6.50 m + N.A.P. ...		460	10.--	5.800 --	4.900--	4.600 --	
II a		Ged. Nieuwe Noorderhavendam lang 140 m, met kruin op 4.60 m + N.A.P.		500	7.50	4.575 --	3.750--	3.750 --	
II b		Ged. Nieuwe Noorderhavendam lang 405 m, met kruin op 4.60 m + N.A.P.		9.770	9.50	111.150 --	93.005--	92.815 --	
IV a		Het opruimen van een gedeelte van den Noorderhavendam		5.130	12.25	74.725 --	62.965--	62.842.50	
IV b		Het opruimen van een gedeelte van den kop van denNoorderhavendam, met het opnieuw aanbrengen van een damwand rond den nieuwen kop van den Noorderhavendam		5.710	15.--	101.250 --	85.800--	85.650 --	
				20.610	0.20	4.910 --	4.130--	4.122 --	
						4.920 --	5.120--	4.630 50	
						f. 612.000 --	f. 506.000--	f. 500.000 --	
				551					
				f. 907					
				170	500.--	75.000 --	80.000--	85.00 --	
						f. 687.000 --	f. 586.00--	f. 585.000 --	

Model 201 a.
Arr. Leeuwarden 1000-4-.1940.

Volgnummer of letter.	OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN.	Eenheden.	Eenheden.		Hoeveelheden.	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Voor elk onderdeel.	BEDRAGEN Totaal.	Opmerkingen.
	1) Stortplaats op 2 à 3 km afstand.								
	2) Stortzand tot 1.50 m - N.A.P., aangenomen, dat zand gezogen kan worden op max. 5 km $\frac{42000}{1.2}$ = 35000 m3.				210			f. 65.000 --	
	3) Perszand boven 1.50 m - N.A.P., aangenomen, dat hoeveelh. in werkelijk profiel dan is $\frac{72.000}{1.2}$ = 60000 m3.								
	4) Aangenomen, dat hoeveelh. in werkelijk profiel dan is $\frac{38.000}{1.5}$ = 25.300 m3.								
		Eenheden.	Hoeveelheden. Plan A.	Hoeveelheden. Plan B.					
II.	Ged. NIEUWE NOORDERHAVENDAM MET KRUIN OP 4.60 m + N.A.P.								
1.	Baggerwerk voor grondverbetering	m3	115.000	84.000	30		f. 15.000 --		
2.	Zandaanvulling voor grondverbetering en kern havendam (met inbegrip van 20% verlies)	"	133.000	94.000	70		" 5.000 --		
2a	idem	"	49.000	44.000				f. 20.000 --	
3.	Keileem (met inbegrip van 50% verlies)	"	73.000	61.500					
4.	Kraagstukken met bestorting, zwaar 750 kg/m2...	m2	9.100	7.400					
4a	" " " " 600kg/m2....	"	8.700	7.200					
5.	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.80 m, dik 0.08 m	m	580	490			f. 472.000 --		
5a	Gecreosoteerd houten damwand, hoog 1.60 m, dik 0.06 m	"	610	500			" 125.000 --		
6.	Bezetting van basalt, dik 0.20 - 0.30 m, op puinlagen dik 0.20 m	m2	11.700	9.790			" 352.000 --		
7.	Bezetting van basalt, dik 0.30 - 0.40 m op idem	"	6.100	5.140			" 65.000 --		
8.	" " " " 0.40 - 0.50 m " "	"	6.750	5.720					
9.	Krammat	"	24.550	20.650			" 20.000 --		
10.	Diversen en onvoorzien						Kosten totaal	f.1.034.000--	
	Lengte dam met kruin op 4.60 m + N.A.P.	m	656	552			of rond	f.1.030.000--	
	Kosten per m		f. 933	f. 916					
11.	Damwand rond de kop van den havendam	m	150	160					

Volgnummer of letter.	OMSCHRIJVING DER LEVERINGEN EN WERKZAAMHEDEN.	Eenheden.	Hoeveelheden.	Eenheidsprijzen.	BEDRAGEN Voor elk onderdeel.	BEDRAGEN Totaal.	Opmerkingen.
			30.000	0.25	1) 7.500--		De hoeveelheden zijn allen gemeten theoretisch in profiel.
			42.000	0.35	2) 14.700--		
			72.000	0.50	3) 36.000--		
			38.000	1.50	4) 57.000--		
			8.000	1.50	12.000--		
			6.160	5.70	35.112--		
			3.340	5.--	16.700--		
			450	10.--	4.500--		
			300	7.50	2.250--		
			5.000	9.50	47.500--		
			2.500	12.25	30.625--		
			1.300	15.00	19.500--		
			4.000	2.--	8.000--		
			1.200	4.75	5.700--		
			610	2.50	1.525--		
			335	1.00	335--		
			805	1.80	1.449--		
			7.200	0.30	2.160--		
			16.000	0.20	3.200--		
			4.000	2.--	8.000--		
					6.244--		
					f. 320.000--		
			385	Kosten per m'		f. 831 --1= 300+$\frac{170}{2}$ = 385 m.	
			270	500.--	135.000 --		
			110	150.--	16.500 --		
					500 --		
					f. 152.000--		
					f. 472.000--		

Model 201 a.
Arr. Leeuwarden 1000-4-1940.

BIJLAGE 18

LITERATUURLIJST.

1. Tijdschrift Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1889 - 1890, blz. 83 - 105.
Jhr. ir. F.L. Ortt. De haven van Harlingen en de vaargeul door de Pollen.

2. Gedenkboek Koninklijk Instituut van Ingenieurs 1897, blz. 129 - 131.
ir. H.M. Henket. Haven te Harlingen en vaarwater over de ondiepte de Pollen.

3. de Ingenieur no. 20 van 1913, zie bijlage 13.
ir. J. Lely. De werken tot verbetering van de haven te Harlingen.

4. Verslag Staatscommissie Wortman inzake verbetering en uitbreiding van de haven van Delfzijl 1917.

5. de Ingenieur no. 38 van 1917, blz. 706 - 709.
ir. P.H. Kemper. Het verslag der Commissie voor de verbetering en uitbreiding van de haven van Delfzijl.

6. de Ingenieur no. 43 van 1917, blz. 822.
N. Mac Leod. Een vraag over het verslag sub 4.

7. de Ingenieur no. 47 van 1917, blz. 893 - 894.
ir. H. Wortman. Antwoord op de vraag sub 5.

8. de Ingenieur no. 51 van 1917, blz. 948 - 949.
ir. P. de Klerk. Antwoord op de vraag sub 5.

9. de Ingenieur no. 2 van 1918, blz. 37.
ir. J.P. Wijtenhorst. Beschouwing over antwoord sub 7.

10. de Ingenieur no. 44 van 1918, blz. 862-870.
ir. B. Hoogenboom. Het verslag der Commissie voor de verbetering en uitbreiding van de haven van Delfzijl.

11. de Ingenieur no. 47 van 1918, blz. 916.
ir. K.F. Koning. Plannen betreffende de haven van Delfzijl.

12. de Ingenieur no. 24 van 1919, blz. 456 - 460.
ir. H.Wortman. Het verslag der Commissie voor de Verbetering en uitbreiding van de haven van Delfzijl.

13. de Ingenieur no. 35 van 1919, blz. 649 - 650.
N. Mac Leod. De haven van Delfzijl.

14. de Ingenieur no. 52 van 1919, blz. 975 - 976.
ir. H. Wortman. De haven van Delfzijl.

15. de Ingenieur no. 37 van 1921, blz. 719 - 725.
ir. J.P. Wijtenhorst. De verbetering en uitbreiding van de haven van Delfzijl.

16. de Ingenieur no. 19 van 1922, blz. 367 - 374.
ir. B. Hoogenboom. Rustige havens. Bestrijding van hinderlijke deining.

17. de Ingenieur no. 29 van 1922, blz. 581 - 583.
ir. J.P. Wijtenhorst. De Delfzijlsche havenhoofden.

18. Verslag Staatscommissie Zuiderzee (Lorentz) 1918 - 1926.

19. de Ingenieur no. 37 van 1933 B 226 - B 230.
ir. J. Moll. Kaaimuur langs de Nieuwe Willemshaven te Harlingen.

20. dr. P. Ferwerda. Uit Harlingens Historie 1934.