

DI: 248523

GESCHIEDENIS EN IJKING VAN  
ZANDTRANSPORTINSTRUMENTEN

---

C.  
Voorlopige resultaten van  
metingen van zandverliezen bij  
zandvangens



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Directie Oost-Nederland

**Bibliotheek**

Nr. SV BOR192/III ON



Ministerie van Verkeer en Waterstaat  
Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat  
Directie Oost-Nederland

Postbus 9070  
6800 ED Arnhem  
Tel. 026 - 3688355

### Bibliotheek

naam	afd.	retour	paraaf

S.V.P. TIJDIG VERLENGEN

RWS Dir. Oost-Nederland

Bibliotheeknr. SV B021921II a



Voorloopige resultaten van metingen van zandverliezen bij zandvangers.

Naar aanleiding van het vermoeden dat, vooral bij fijn zand, een groot gedeelte van het binnegestroomde materiaal de zandvanger weer verlaat, waren door de Rijkswaterstaat twee vragen gesteld, namelijk:

1. Is het mogelijk het instrument zoodanig te verbeteren, dat het bedoelde euvel wordt opgeheven, of ten minste in voldoende mate verminderd.
2. Is het mogelijk voor het bestaande, of eventueel verbeterde, instrument correctietabellen op te stellen.

Het laboratorium beschikt over een half model van een zandvanger, welke met geringe wijzigingen kan worden gemaakt tot een model op halve ware grootte van een der bij de Benedenrivieren in gebruik zijnde toestellen met platte bodem (nota ir. Kleinjan).

Verder was een halve zandvanger van het oorspronkelijke type (omwentelingslichaam) aanwezig.

Met deze beide toestellen werden enkele reeksen proeven verricht, waarbij in een bepaald tijdsverloop een bekende hoeveelheid zand van gegeven korrelgrootte werd ingebracht. De in het toestel achtergebleven hoeveelheid werd dan bepaald. Tevens werd de ongestoorde watersnelheid op de hoogte van het toestel gemeten.

De bevestiging van de halve zandvanger tegen de zijwand van een glazen goot, is aangegeven in figuur 9.

Om de omstandigheden, waarin het toestel bij het meten verkeert, sooveel mogelijk te benaderen, werd in 5 minuten een bepaalde hoeveelheid zand ingebracht, waarna gestopt werd en het zand, hetwelk zich nog in de zandvanger bevond, verwijderd en gemeten werd. Het inbrengen geschiedde met behulp van een glazen buis, welke in de mond van de zandvanger gebracht werd. Door deze buis werd een mengsel van zand en water gevoerd, waarbij getracht is de snelheid van het water binnen de buis even groot te houden als die buiten de buis.



Bij deze proeven waren drie factoren veranderlijk, namelijk de watersnelheid, de korrelgrootte van het zand en de hoeveelheid zand.

Gemeten is bij snelheden van 20, 40, 60, 90 en 120 cm/sec, een grotere snelheid kon niet worden bereikt.

De korrelgrootten van het zand waren de volgende: beneden 90  $\mu$ , 90 - 125  $\mu$ , 125 - 175  $\mu$ , 175 - 210  $\mu$  en 210 - 250  $\mu$ .

De hoeveelheid in 5 minuten ingebracht zand werd gevarieerd van 20 - 300 cm<sup>3</sup>.

Visuele waarnemingen tijdens het uitvoeren van de beschreven proeven heeft geleerd, dat het "verloren" zand, inzonderheid het fijnere, door de uitstroomopeningen de zandvanger weer verlaat zonder eerst te zijn bezonken. Dit zand blijft dus gedurende zijn geheele oponthoud in het toestel in zwevende toestand. Dat de stroom in de zandvanger, ondanks de groote verwijding, dus geringe gemiddelde snelheid, betrekkelijk veel zand in zwevende toestand kan vervoeren, komt voort uit de onregelmatigheid van de waterbeweging aldaar.

Bij de metingen, die moesten dienen om de grootte der verliezen te bepalen, bleek dat van de drie variabelen: stroomsnelheid, korrelgrootte en totaal ingebrachte zandhoeveelheid; de laatste feitelijk geen invloed had op de verliezen. Alleen bij een zeer groote hoeveelheid, b.v. boven de 300 - 400 cm<sup>3</sup>, werd de invloed merkbaar. Dan betreft het evenwel hoeveelheden, die bij de metingen niet, of hoogst zelden voorkomen.

Regelmatige uitkomsten worden alleen verkregen, wanneer de sandtoevoer tot het instrument regelmatig over de duur van de proef is verdeeld. Wordt al het zand in het begin van de proef toegediend, dan is de achterblijvende hoeveelheid grooter en bovendien afhankelijk van de plaats waar het zand in het instrument is gebracht.

In verband daarmee kunnen de uitkomsten worden weergegeven in grafieken, die de verliezen aangeven als functie van stroomsterkte en korrelgrootte (figuren 7 en 8).





Voor iedere korrelgrootte is de kromme geteekend welke aangeeft het verband tusschen het percentage overblijvend zand en de stroomsterkte. Het blijkt, dat de ronde zandvanger het zand beter vasthoudt dan de zandvanger met platte bodem.

Vervolgens is nagegaan of deze grafieken met voldoende zekerheid gebruikt konden worden, om het gedrag van een zandmengsel van bekende samenstelling in de zandvanger te voorspellen. Om dit te onderzoeken, zijn twee mengsels gemaakt, waarvan de korrelgrootteverdeelingen in roode lijnen in de figuren 10 en 11 zijn aangegeven.

Een bepaalde hoeveelheid van elk van deze mengsels is in 5 minuten tijd in de zandvanger met platte bodem gebracht. Het mengsel A bij een watersnelheid van 60 cm/sec. het mengsel B bij 120 cm/sec.

De in de zandvanger overblijvende mengsels zijn daarna gezeefd. De uitkomsten hiervan zijn als zwarte lijnen geteekend in de figuren 10 en 11. Tevens zijn met roode stippellijnen in die figuren aangegeven de korrelverdeelingen die op grond van figuur 8 zouden zijn te verwachten. Het blijkt, dat in beide gevallen de twee lijnen - de zwarte en de rood gestippelde - zeer goed overeenkomen.

Dit wijst erop, dat de zandfracties, die deel uitmaken van een mengsel, zich op dezelfde wijze gedragen, alsof zij alleen aanwezig waren. De grafieken 7 en 8 mogen dus in het algemeen als correctiegrafiek voor de betreffende zandvangermodellen worden gebruikt.

Thans rest nog de vraag of de uitkomsten met het model op halve ware grootte met behulp van de schaalwetten op het prototype mogen worden overgedragen. Wanneer volledige gelijkvormigheid heerschte, zou men, bij de lengteschaal 2, op de korrelgrootten de schaal 2 en op de snelheden de schaal  $\sqrt{2}$  mogen toepassen. Aan de gelijkvormigheid is echter niet voldaan, omdat de coëfficiënt  $\epsilon$ , die de door het stroomende water op de zandkorrels uitgeoefende sleepkracht beheerscht, niet constant is, doch toeneemt naarmate stroomsnelheid en korrelgrootte afnemen. Voor de schaal der korrelgrootten moet

W.A. v. E. F.

Ronde



daarom een andere waarde worden gekozen.

Bij de bepaling daarvan moet men uitgaan van de voorwaarde, dat in elk geval de waterbeweging gelijkvormig moet zijn. Dit leidt, bij lengteschaal  $n_1$  tot de snelheidschaal  $n_1^2$ . Voor de gelijkvormigheid in de beweging der zandkorrels geldt dan de eisch, dat de op een korrel werkende krachten evenredig veranderen. De krachten die hierbij bepalend zijn, zijn de zwaartekracht en de sleepkracht door het stroomende water. In het prototype kan worden geschreven: voor de zwaartekracht:

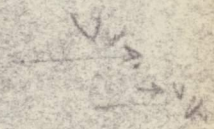
$$P = (\rho_z - \rho) g \cdot \beta \cdot D^3,$$

waarin:

- $\rho_z$  = dichtheid van het zand,
- $\rho$  = dichtheid van het water,
- $g$  = versnelling van de zwaartekracht,
- $\beta$  = vormfactor van de inhoud,
- $D$  = korreldiameter,

voor de sleepkracht:

$$S = \epsilon_w \rho \frac{v^2}{2} \alpha D^2,$$



waarin:

- $\epsilon_w$  = weerstandscoefficient,
- $v$  = relatieve snelheid,
- $\alpha$  = vormfactor van het oppervlak.

Men vindt dus:

$$S : P = \epsilon_w \frac{\rho}{\rho_z - \rho} \cdot \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{v^2}{2gD}.$$

Evenzoo geldt voor het model:

$$s : p = \epsilon_m \frac{\rho}{\rho_s - \rho} \cdot \frac{\alpha}{\beta} \cdot \frac{v^2}{2gd}.$$

Wanneer men aanneemt, dat  $\alpha : \beta$  in beide gevallen dezelfde waarde behoudt (d.w.z. dat de korrelvorm gelijk is), volgt uit de gelijkvormigheidseisch ( $S:P = s:p$ ):

$$\frac{\epsilon_w}{\epsilon_m} \cdot \frac{v^2}{v^2} \cdot \frac{d}{D} = 1.$$

Of, wanneer:

$$\epsilon_w \frac{1}{2} \epsilon_m = n_s,$$

$$D \neq d = n_d.$$



$$V:v = n_v = n_1^{\frac{1}{2}},$$

$$n_d = n_1 \cdot n_c.$$

Hieruit blijkt, dat  $n_d$  (schaal voor de korrelgrootte) te bepalen zou zijn, als  $n_c$  bekend was. De weerstandscoefficient  $\epsilon$  is afhankelijk van het getal van Reynolds voor de strooming om de korrel:

$$Re = \frac{v \cdot d}{\nu}.$$

De functie  $\epsilon = f(Re)$ , wordt o.a. voor bolvormige lichamen gegeven in: F. Eisner: Das Widerstandsproblem. Daaruit is af te leiden, dat in het gebied van de hier beschreven metingen ( $Re$  b.v. tusschen 30 en 300) ruwweg kan worden benaderd door:

$$n_c = n_{Re}^{-\frac{1}{2}},$$

of (zie boven):

$$n_c = n_1^{-1/4} \cdot n_d^{-1/2}.$$

Hieruit volgt:

$$n_d = n_1^{3/4} \cdot n_d^{-1/2},$$

dus:

$$n_d = n_1^{\frac{1}{2}}.$$

In het onderhavige geval ( $n_1 = 2$ ) geldt dus voor de schaal der korrelgrootte:  $n_d = \sqrt{2}$ . Dit wil zeggen, dat dezelfde verliespercentages als in het model werden gevonden, in het prototype sullen gelden bij snelheden, die  $\sqrt{2}$  x zoo groot zijn en korrelgrootten, die eveneens  $\sqrt{2}$  x zoo groot zijn.

$\frac{1}{\sqrt{2}}$

Met behulp van deze betrekkingen is afgeleid figuur 13, die dus voor de groote zandvanger van toepassing is. Deze grafiek geldt alleen voor  $30 < Re < 300$ .

Bij vergelijking van deze grafiek met de door ir. Kleinjan als resultaten van zijn overeenkomstige proeven vermelde cijfers, valt op, dat bij het fijne zand de overeenstemming zeer goed is, bij de grovere korrels ( $> 150 \mu$ ) daarentegen zijn de door ir. Kleinjan gevonden verliespercentages belangrijk grooter. Of deze verschillen moeten worden toegeschreven aan het feit, dat bij de proeven in het laboratorium veel homogener mengsels werden gebruikt of aan andere verschillen in de inrichting, is moeilijk vast te stellen.



6.

De proefinrichting in het laboratorium geeft geen aanwijzing om een verschillend gedrag bij fijne en grove korrels te kunnen verklaren.

Delft, November 1937.





Enkele beschouwingen over den zandvanger als betrouwbaar meetinstrument aan de hand van in 1936 op den Rotterdamschen Waterweg verrichte vergelijkende metingen.

(met 3 bijlagen)

In den zomer van 1936 zijn op den Rotterdamschen Waterweg nabij de Berghaven (tusschen kmr. 171<sup>4</sup> en 171<sup>5</sup>) in een vijftal punten aan boord van het directievaartuig "Christiaan Brünings" verscheidene stroom- en zandmetingen verricht, waarbij voor de zandmetingen is gebruik gemaakt zoowel van den kleinen zandvanger (zie bijlage 1) als van den 5 l-gehaltemeter (zie bijlage 2), o.a. met het doel beide instrumenten eens nader aan elkaar te kunnen toetsen.

De zandmetingen hadden elk kwartier en gelijktijdig met beide instrumenten, aan weerszijden van het meetvaartuig, plaats; en wel zoodanig dat het tijdstip van het monsternemen met den gehaltemeter altijd viel in het midden van de steeds op 5 minuten aangehouden vangperiode van den zandvanger. Gemeten werd op een hoogte van 10 cm boven den bodem. Het gevangen zand werd op de gebruikelijke wijze in een trechter met glazen meetbuisje in volumemaat gemeten. Verontreinigingen door houtvezeltjes en derg. werden zoo goed mogelijk buiten beschouwing gelaten, terwijl ook voor de volumebepaling met eventueel gevangen slib geen rekening werd gehouden.

Neemt men aan dat met den gehaltemeter het juiste gehalte wordt gemeten en dat de zandkorrels zich even snel bewegen als het omringende water dan is uit dit gehalte te berekenen, welke hoeveelheid in een bepaalden tijd in den zandvanger moet worden gevangen; en wel bedraagt deze hoeveelheid Z in cm<sup>3</sup> dan:

$$Z = \frac{g \cdot v_{10} \cdot t \cdot o}{5000} \quad , \text{ waarbij:}$$



g = gehalte in cm<sup>3</sup> per 5 l;

v<sub>10</sub> = gem. stroomsnelheid in cm per sec. op 10 cm boven den bodem;

t = vangtijd in sec.

e = oppervlak instroomopening zandvanger in cm<sup>2</sup>

Waar met den gehaltemeter over eenige (8 cm) hoogte wordt gemeten, het gehalte naar den bodem toeneemt, de stroomsnelheid daarentegen afneemt, is deze formule theoretisch niet heelemaal juist en is de feitelijke waarde van Z daardoor steeds kleiner; van veel beteekenis is dit echter niet. Neemt men bijvoorbeeld over die hoogte van 8 cm een gehalteverloop van 1 op 2 cm<sup>3</sup> aan en een snelheidsverloop van 40 op 20 cm dan bedraagt de theoretisch juiste waarde 96 % van de Z volgens vorenstaande formule. Met deze afwijking is in het navolgende geen rekening gehouden.

De stroomsnelheid nabij den bodem is gemeten met behulp van den Ott-stroommeter op een hoogte van ongeveer 12 cm boven den bodem. Aangenomen is dat de stroomsnelheid op 10 cm boven den bodem 0,8 van die gemeten snelheid (v<sub>12</sub>) bedraagt. Derhalve is voor de berekening van Z in cm<sup>3</sup>/min. de volgende formule aangehouden:

$$Z = \frac{g \cdot 0,8 \cdot v_{12} \cdot 300 \cdot 17,35}{5000} \times \frac{60}{300} = \frac{1}{6} g \cdot v_{12}$$

t = 300 sec

v = 17,35 cm<sup>2</sup> (φ = 47 mm)

Voor alle bij de metingen gevonden gehaltewaarden, met uitzondering van de veelal geringe aan het begin en het einde van de zandbeweging en overigens van die met een kleinere waarde dan 0,2 cm<sup>3</sup>/5 l zijn de Z-waarden berekend. De werkelijk met den zandvanger gevangen hoeveelheid z is daarop in percenten



percenten van de berekende waarde Z uitgedrukt. Deze percentages tenslotte (met uitzondering van enkele waarden nul voor die gevallen, waarbij in den zandvanger geen of practisch geen zand werd gevangen) zijn met bijbehorend zandgehalte resp. stroomsnelheid grafisch verwerkt in de figuren 1 en 2 van bijlage 3. In figuur 3 van die bijlage is voorts nog aangegeven het verband tusschen zandgehalte en stroomsnelheid.

Alvorens deze grafieken nader te beschouwen dient eerst eens de vraag onder het oog te worden gezien in hoeverre de veronderstellingen, waarvan voor de berekening van Z werd uitgegaan, wel juist zijn t.w. dus 1o: of met den gehaltemeter het juiste gehalte wordt gemeten en 2o: of het zand zich even snel beweegt als het water.

ad 1<sup>o</sup>; uit vergelijkende metingen is bekend, dat in den bak van den gehaltemeter, door afname van de turbulentie, wel eenige zandafzetting plaats vindt, waardoor een grooter zandgehalte zal worden gemeten dan werkelijk voorkomt; mogelijk wordt dit meerdere eenigermate gecompenseerd door storende invloeden van het instrument bij de instroomingsopening. Overigens wordt deze zandafzetting zooveel mogelijk binnen de perken gehouden door den tijd van geopend zijn van den gehaltemeter zoo kort mogelijk te doen zijn.

Naar mijne meening mag dan ook worden aangenomen, dat het met den gehaltemeter gemeten zandgehalte niet in eenigszins beteekenende mate van het werkelijke gehalte zal afwijken;

ad 2<sup>o</sup>: Men mag aannemen dat de beweging van vaste stoffen nabij en langs den bodem plaats vindt:



- 9 ✓
- a: permanent zwevende;
  - b: springende d.w.z. voor korteren of langeren tijd zwevende en voor langeren of korteren tijd op den bodem stilliggende of daarover voortrollende of schuivende;
  - c: over den bodem rollende of schuivende.

De onder c bedoelde zandbeweging kan hier buiten beschouwing blijven, evenals de onder b bedoelde springende zandkorrels voor zoover deze tijdelijk op den bodem stilliggen of daarover voortbewegen. Voor het onder a genoemde zwevende zandtransport is m.i. niet anders aan te nemen, dan dat de korrels daarbij even snel bewegen als het omringende water.

De springende korrels daarentegen zullen gedurende den tijd dat zij zweven wel eenigermate bij de waterbeweging ten achter blijven, met name kan men dit m.i. aannemen voor het begin en het einde van de zweefperiode van den springenden korrel.

9

Zoedoende moet worden gezegd, dat de voor de berekening van  $Z$  aangenomen tweede veronderstelling -- dat het (zwevende) zand zich even snel beweegt als het (omringende) water -- minder juist is en voor die berekening een "zandsnelheid" moet worden aangenomen, welke kleiner is dan de stroomsnelheid. Hoe groot de daarvoor te kiezen coëfficiënt is valt moeilijk te zeggen; deze zal trouwens ook niet constant zijn. In de eerste plaats hangt deze af van de mate van achterblijven der springende korrels tijdens het zweven; dan van het percentage dezer korrels op het geheel, alsmede van de korrelgrootteverdeling van het zand. Men kan hierbij opmerken, dat dit laatste percentage met stijgende stroomsnelheid





een -- als gevolg daarvan -- met toenemend zandgehalte wellicht zal stijgen en de bedoelde coëfficiënt dus zal dalen. Naar mijn gevoelen zal de coëfficiënt hier echter over het algemeen niet in belangrijke mate kleiner dan 1 zijn.

Enige steun voor deze veronderstelling schijnt te vinden in de metingen, welke door Prof. E. Meyer-Peter te Zürich in het waterbouwkundig laboratorium van de Technische Hoogeschool aldaar werden uitgevoerd, waarbij, met behulp van monsternemingen met een klein model gehaltenmeter uitgevoerde controle-berekening op het zandtransport, ook voor de grove fractie (100 - 2000 g) van de toegevoegde vaste stof zeer bevredigend bleken te kloppen.

(zie onder D.4.a op blz.17 van den "Teilabdruck aus Mitteilung No.31 des Eidgenössischen Amtes für Wasserwirtschaft" getiteld "Wasserführung, Sinkstoffführung und Schlammablagerung des Alten Rheins" 1932; litt. Ben.Riv.No.1139, alsmede litt. Ben.Riv. No.1342 "Bericht über die Schlammablagerungsversuche für den alten Rhein zwischen Rheineck und Bodensee").

Bezien wij thans de figuren 1 en 2 van bijlage 3 nader dan blijken de percentage's en dus de met den zandvanger gevangen hoeveelheden over het algemeen zeer laag te zijn en met toenemend zandgehalte resp. stroomsnelheid te dalen. Bedraagt het gemiddelde percentage bij gehalte van 0,2 tot  $1 \text{ cm}^3/5 \text{ l}$  nog ongeveer 30 zoo daalt dit reeds spoedig -- bij gehalten van  $3 - 4 \text{ cm}^3/5 \text{ l}$  -- onder de 10 om dan bij hogere gehalten niet meer dan 3 à 4 te bedragen. Een zelfde verloop geeft uiteraard -- zie het verband tusschen gehalte en stroomsnelheid in fig.3 -- fig. 2 te zien.

In



In verband met het bovenstaande kan uit de gegevens van deze grafieken m.i. geen andere conclusie worden getrokken dan dat onder de gegeven omstandigheden met den zandvanger in vrij belangrijke mate foutief wordt gemeten.

De oorzaak hiervoor kan in de eerste plaats daarin zijn gelegen dat de instroomopening van den zandvanger niet voldoende buiten het door het instrument zelve veroorzaakte storingsgebied valt; mede op grond van het met het instrument in het waterbouwkundig laboratorium te Delft verrichte onderzoek kan ik dit echter niet als hoofdoorzaak beschouwen. Grootendeels zal de geringe sandvangst wel daaraan moeten worden geweten dat het ingestroomde zand voor een belangrijk gedeelte niet in den ruimte van den zandvanger tot rust kan komen en met het uitstroomende water weder wordt afgevoerd. Tot deze conclusie leidt ook een vergelijking van de korrelgrootten van het met beiden meetinstrumenten gevangen zand.

Voor een zestal meetdagen is zoowel al het bij vloedstroom, als al het bij ebstroom gevangen zand verzameld en met behulp van den bezinkingsmeter van ir. van Veen op korrelgrootte onderzocht. De uitkomsten zijn vermeld in den navolgenden staat:

Meting op:	Gem korrelgrootte in $\mu$						
	Bodemmonster	monster van de vloedstroom			monster v.d. ebstroom		
		zandvanger	gehaltemeter	verschil	Zandvanger	gehaltemeter	verschil
3 Februari 1936	156	143	111	32	127	103	24
4 Mei 1936	124	112	102	10	---	---	---
6 Mei "	108	101	91	10	105	92	13
7 Mei "	95	95	91	4	105	94	11
8 Mei "	135	117	106	11	110	109	1
8 Mei "	170	135	115	20	134	119	15

Steeds



Steeds blijkt de gem korrelgrootte van het met den zandvanger gevangen zand groter te zijn dan dat van den gehaltemeter hetgeen er m.i. op wijst, dat voornamelijk het fijnere zand weder uit den zandvanger verdwijnt. De verschillen zijn weliswaar niet groot, doch te bedenken valt dat het voorhanden zand van een vrij gelijkmatige korrelgrootte is -- de grenskorrelgrootten liggen practisch slechts 80 tot 100  $\mu$  uiteen. Ook latere, boven Maassluis, verrichte metingen geven een zelfde beeld.

In hoeverre bovengenoemde conclusie ook voor andere omstandigheden opgaat, met name dan bij grover bodemmateriaal dan het bij de onderhavige metingen voorhandene fijne zand van den Rotterdamschen Waterweg en bij andere stroomingsomstandigheden kan wellicht beoordeeld worden aan de hand van metingen, welke aan boord van het opnemingsvaartuig "Oceaan" zijn verricht. In dit verband zij nog medegedeeld dat uit een op 6 Augustus 1936 bij grof bodemmateriaal in kar 158<sup>5</sup> verrichte meting ongeveer in gelijke mate tot een foutief meten met den zandvanger moet worden geconcludeerd; de overeenkomstige uitkomsten der korrelgrootte bepalingen waren daarbij:

9 488    201    127    74    155    107    48

Op grond van het bovenstaande schijnt verbetering van het gebruikte zandvangapparaat dus in de eerste plaats te moeten worden gezocht in verandering van de uitstroomingsconstructie en (of) wijziging in vorm of vergrooting van de neerslagruimte.

Tenslotte moge nog dit worden opgemerkt. Waar het dikwijls niet op de absolute waarde van de zandvangst aankomt

doch

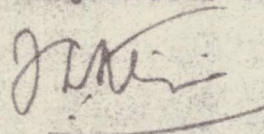
*zand springt  
vandaar  
de nauwkeurigheid*



doch bijvoorbeeld veelal slechts gaat over de vraag of in een bepaald punt zandtransport in een bepaalde stroomrichting overheerscht, is nog niet gezegd, dat voor zoodanige metingen het voorhanden instrument onbruikbaar moet worden geacht -- men kan immers aannemen dat het steeds in gelijke mate foutief meet en de uitkomsten dan tot geen foutieve gevolgtrekking behoeven te leiden p- doch het komt mij toch gevaarlijk voor daarop te rekenen en ook dan geef ik (voors- hands) de voorkeur aan den gehaltemeter. Een voorkeur waartoe ik ook reeds kwam op grond van in 1932 verrichte metingen (zie mijn rapport van December 1934 blz.87) en welke thans door de onderhavige metingen vanzelfsprekend eenigermate is versterkt.

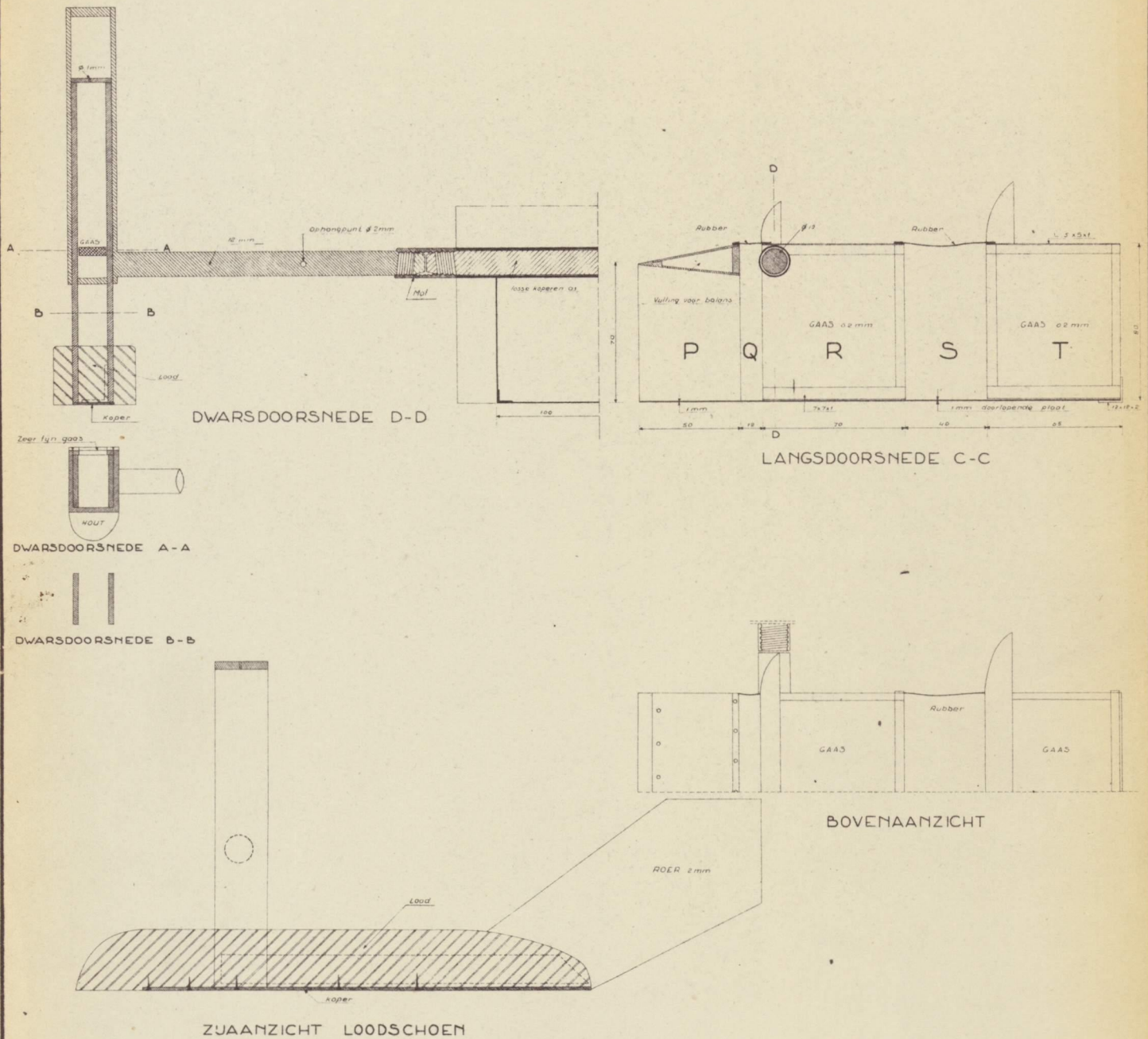
Hoek van Holland, 27 Februari 1937.

de Ingenieur van den  
Rijkswaterstaat,



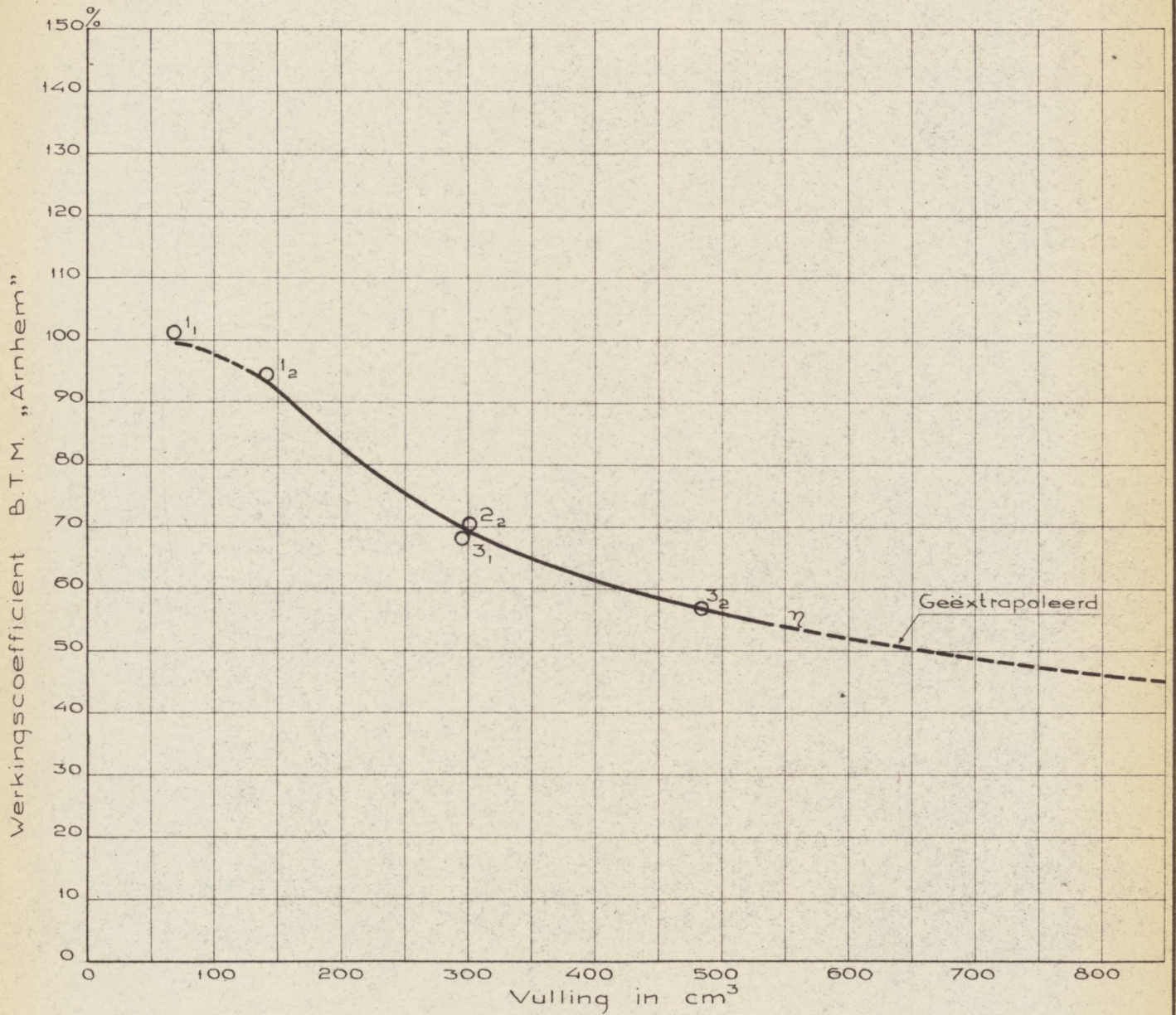
C  
archangel III





OVERGENOMEN VAN TEK. 51 dd. 4 NOV. 1935

De Ingenieur <i>[Signature]</i>			EERSTE ONTWERP		Nota 56.13	
Getekend <i>[Signature]</i>			BODEMTRANSPORTMETER		bijlage 1	
LCR.	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst			A1 56.547



0 1 2 3 4 5 6 7 8 m<sup>3</sup>  
 Bodemtransport [0-5cm]/m'/etmaal bij vullingsduur 2 min.

De ingenieur			'JKGRAFIEK „B.T.M.A "	Nota 56.13	
				Bijlage 3	
Getekend	Gecontr.	Gez.	R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst	A 1	56.549
					

1134-3

11 kets 1938

1134  
1134  
ad 1  
Hooggeacht. Dyckerhoff Thijssen.

ad 1 De tekeningen van Hengels heb ik uitgesocht en worden nu afgedrukt. Ik hoop dat het voldoende is.

ad 2 Wij stuurden zelf in Langenmeyer naar het Laboratorium om daar de BTM te laten maken, daar wij onze instrumenten zelf gebruiken.

Er zij mij opgemerkt, dat de in Zurich gemaakte BTM de tweede was welke wij van het lab. kregen, dus die met dat iets afwijkende gaas.

Precies de mate weet ik niet meer, maar misschien hebt U + briefje er over nog. Er is toen nog een

apart-lichaam gemaakt met het oude gaas. Dit gebruiken wij ~~ook~~<sup>nu</sup> normaal niet.

De ingenieur			BRIEF VAN DIR. BOVENRIVIEREN		Nota 56.13	
A. H. J. J.			AAN WAT. LAB. dd 11-2-1938		Bijlage 4	
Getekend	Geconfr.	Gez.	R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		A1	56.550

RIJKSWATERSTAAT  
DIRECTIE  
BENEDENRIVIEREN

Hanswert  
HOEK VAN HOLLAND  
Strandweg 101a  
Tel. No. 11

Van  
De Afdeling Lab.  
Raam  
Bijl.

*[Handwritten initials]*

Geleed. Gasts. Heer

Heden werd aan het adres  
verzonden een bezochte de stichting  
van de L.D.T.M. te Sleijde verzocht ik  
U deze met nieuw gas te bezorgen be-  
spanning en naar Hoek v. Holland op te  
zenden. Voor de rubberbekleding zal  
dezerzijds worden gezorgd.

De Ingenieur  
P. H. Jansz  
H. De Opre.  
J. J. Jansz

M. M. Dijkstra  
meestelijk Hing.  
H. Balch.  
P. Balch.

De ingenieur			BRIEF VAN DIR. BENEDENRIVIEREN AAN		Nota 56.13	
<i>[Signature]</i>			WAT. LAB. dd 9-6-1939		bijlage 5	
Getekend	Gecontr.	Gez.	R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst			
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	A1 56.551			

$$Z_x = A(d+x)^{-n}$$

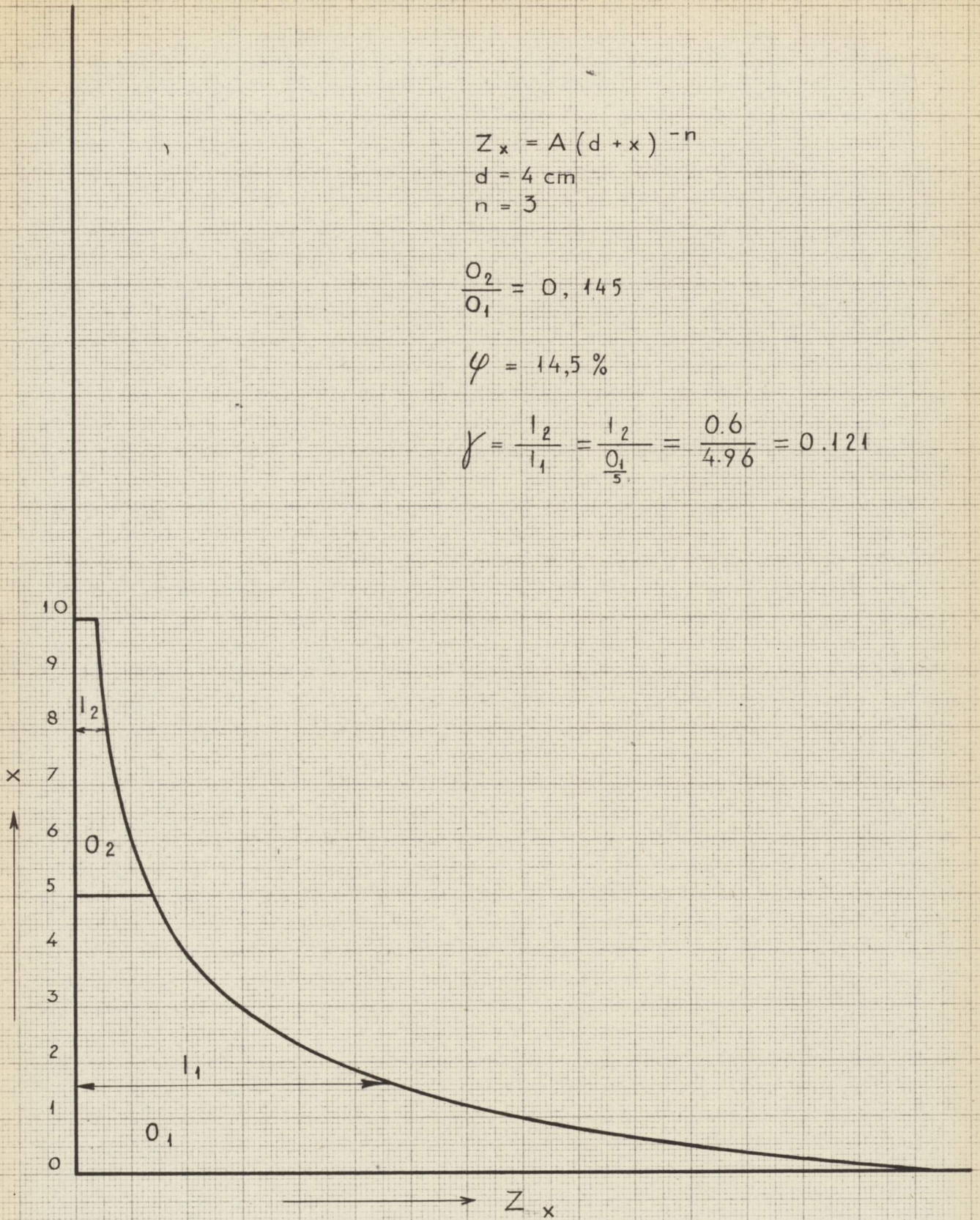
$$d = 4 \text{ cm}$$

$$n = 3$$

$$\frac{O_2}{O_1} = 0,145$$

$$\varphi = 14,5\%$$

$$\gamma = \frac{l_2}{l_1} = \frac{l_2}{\frac{l_2}{5}} = \frac{0.6}{4.96} = 0.121$$



De ingenieur *W. J. J. J.*

Getekend Gecontr. Gez.

*L.P.H.* *H.J.* *F.L.* *M.*

VERBAND B.T.M.A

VERBAND  $Z_x = A(d+x)^{-n}$

Nota 56.13

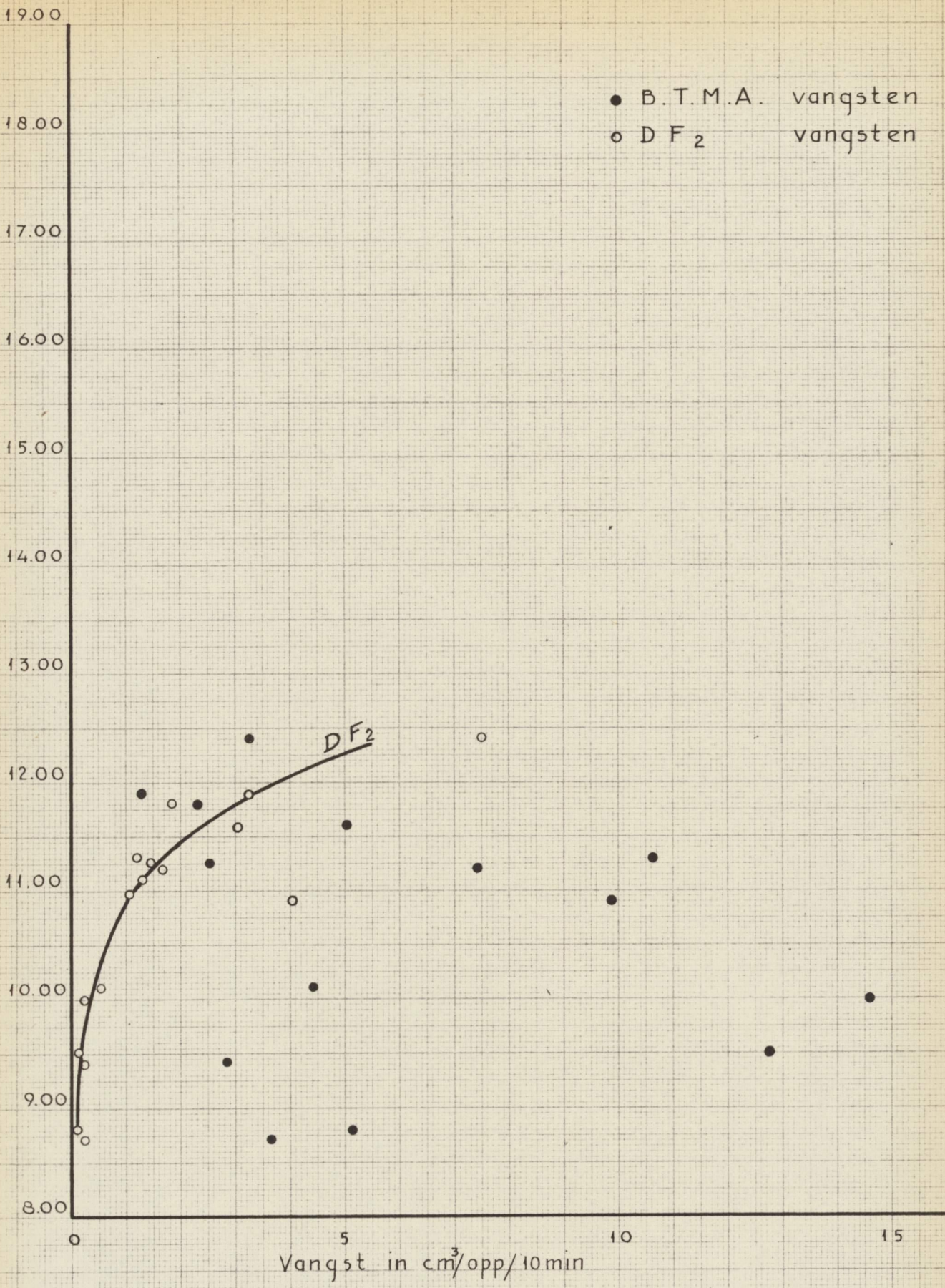
bijlage 6

R.W.5. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst

A 1 56.552



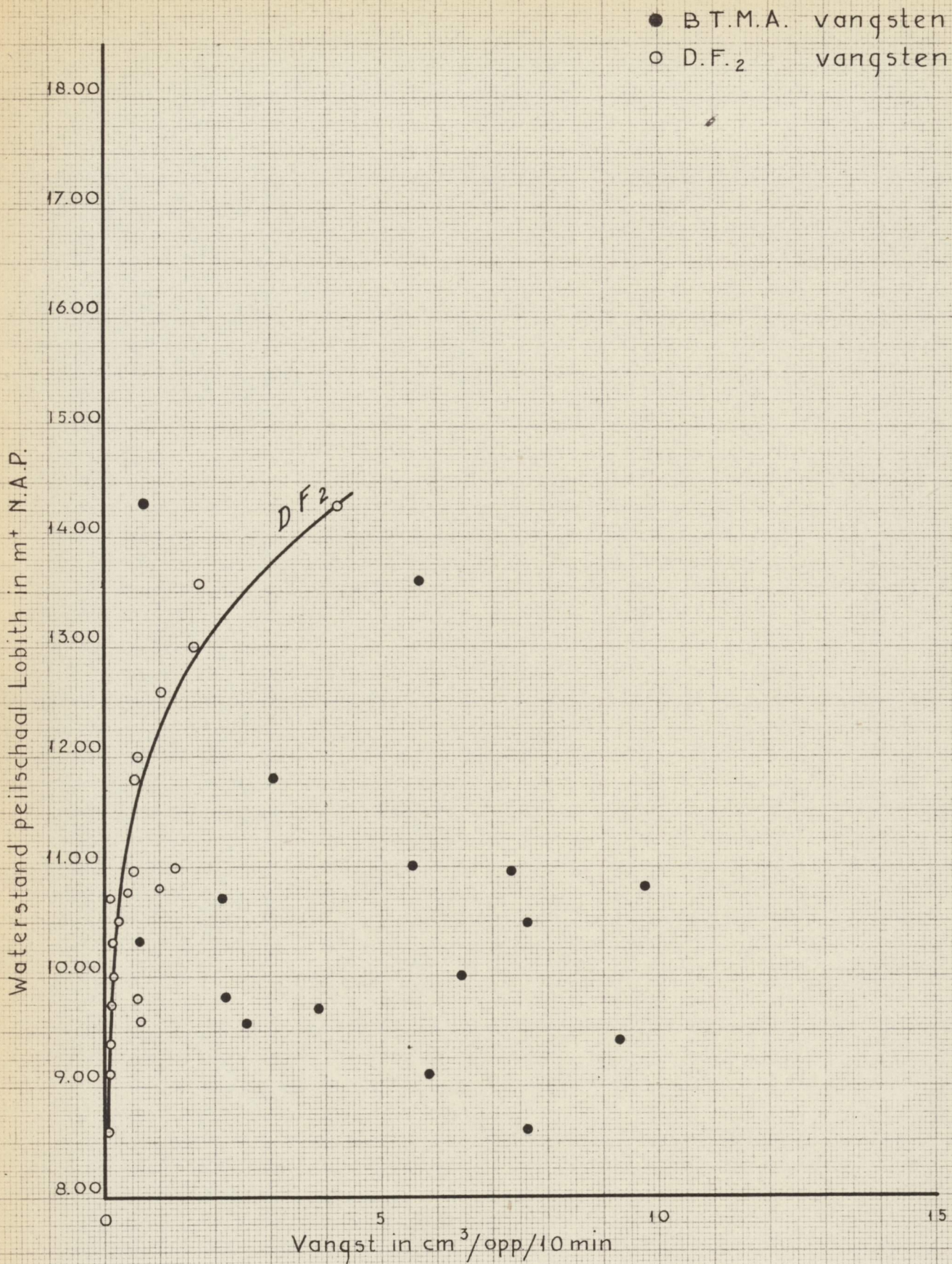
Waterstand peilschaal Lobith in m + N.A.P.



De ingenieur *[Signature]*  
 Getekend Geconr. Gez.  
 L.P.H. H.H. *[Signature]* *[Signature]*

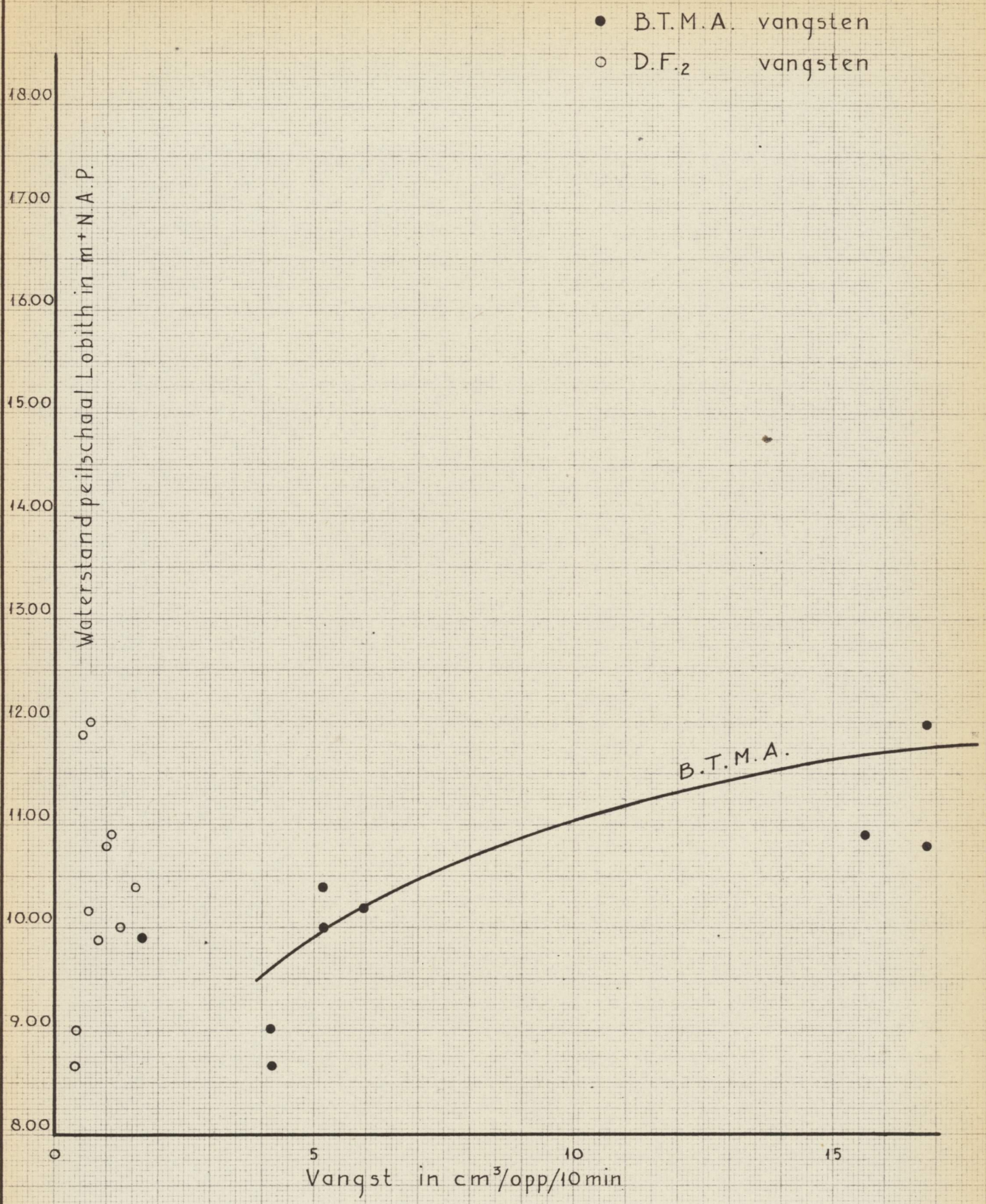
GEMIDDELDE B.T.M.A. EN D.F.<sub>2</sub> VANGSTEN  
 VOOR BOVENRIJN  
 R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst

Nata 56.13  
 bijlage 7  
 A 1 56.553



De ingenieur		GEMIDDELDE B.T.M.A. EN DF <sub>2</sub> VANGSTEN		Nota 56.13	
Getekend		VOOR IJSSEL BIJ WESTERVOORT		bijlage 8	
L.P.H.	H.F.	R.W.5. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		A 1	56.554



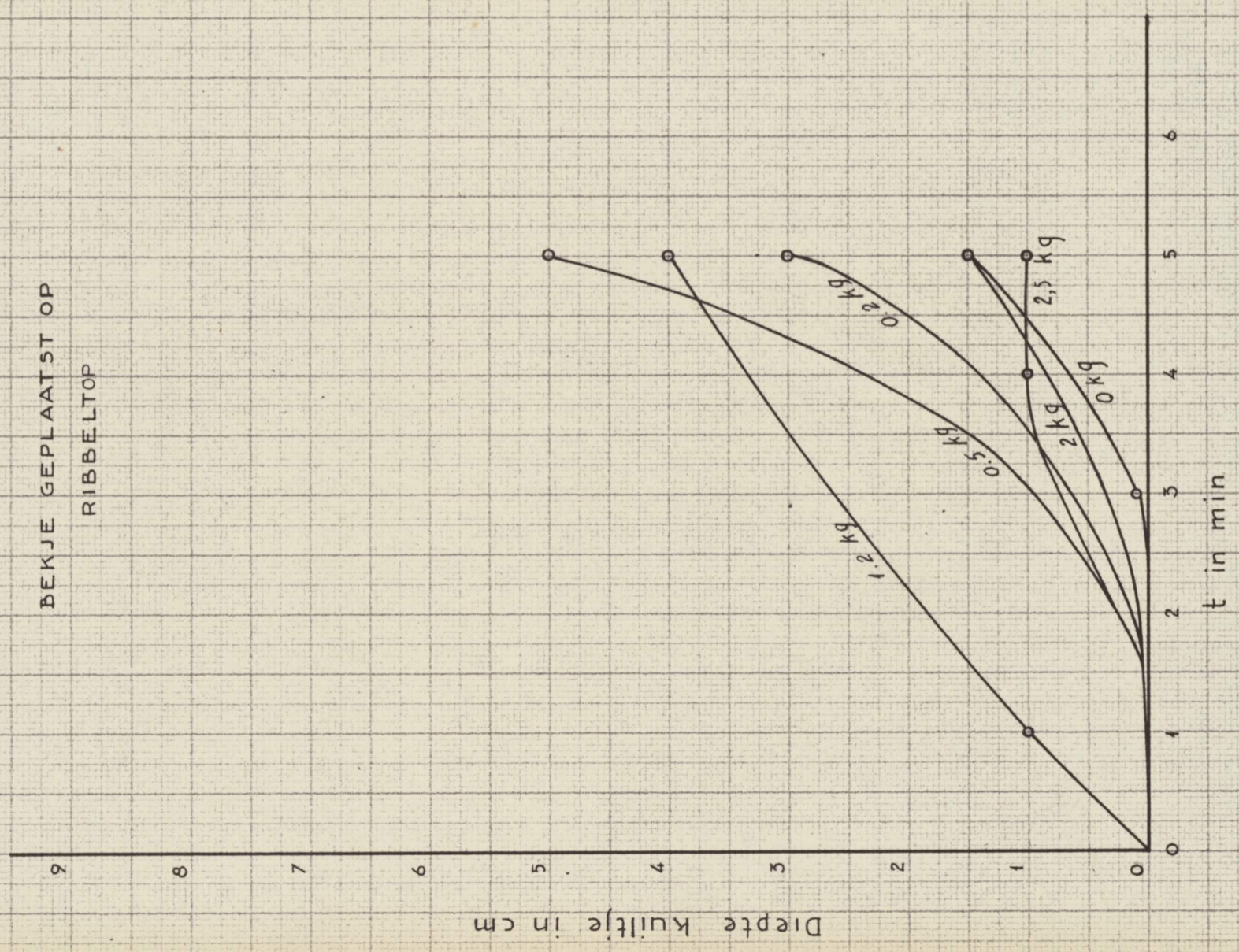


De ingenieur *[Signature]*  
 Getekend Gecomtr. Gez.  
 L.P.H. *[Signature]* *[Signature]* *[Signature]*

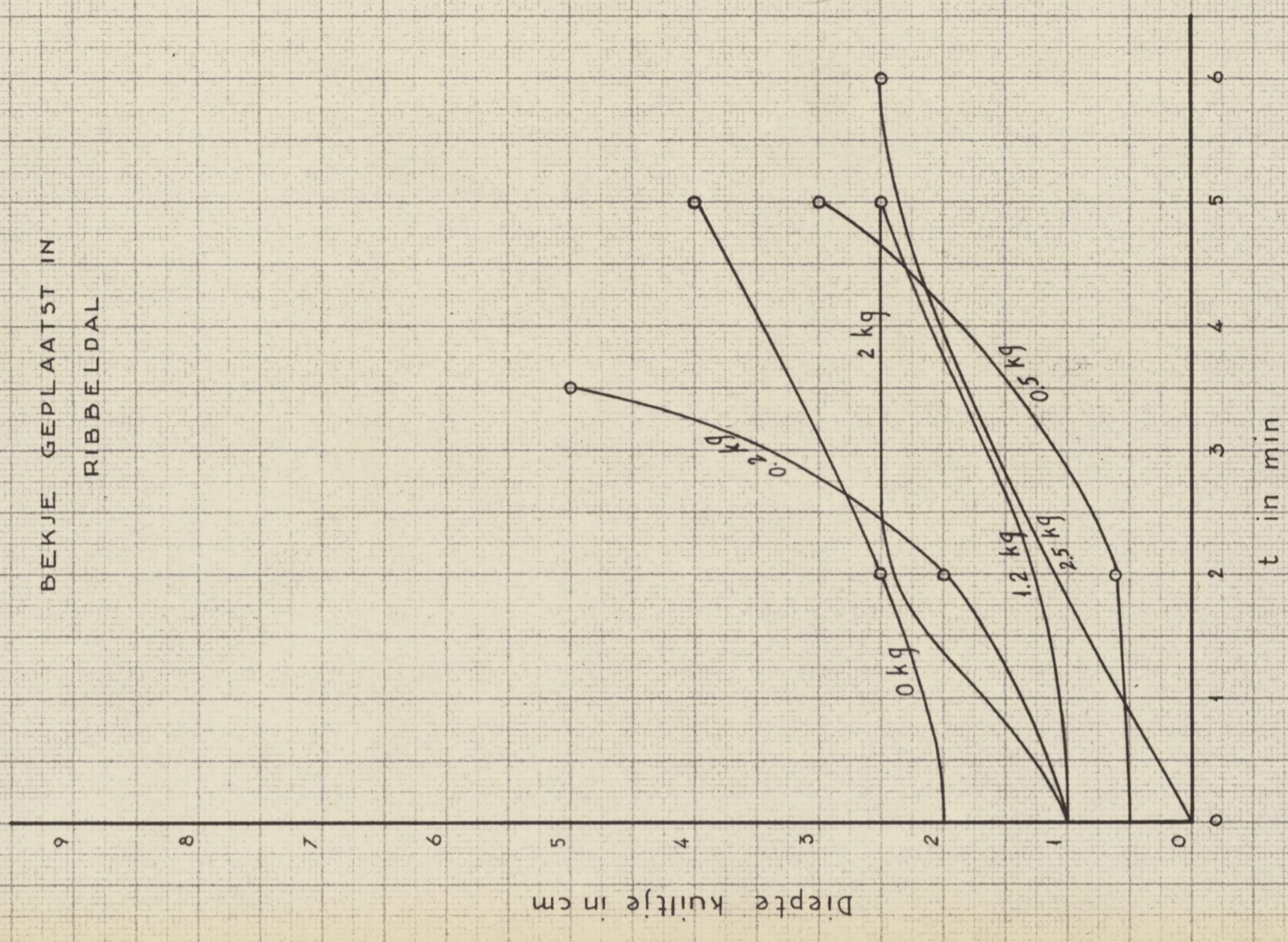
GEMIDDELDE B.T.M.A. EN D.F.<sub>2</sub> VANGSTEN  
 VOOR AMERONGEN  
 R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst

Nota 56.13  
 bijlage 9  
 A 1 | 56.555

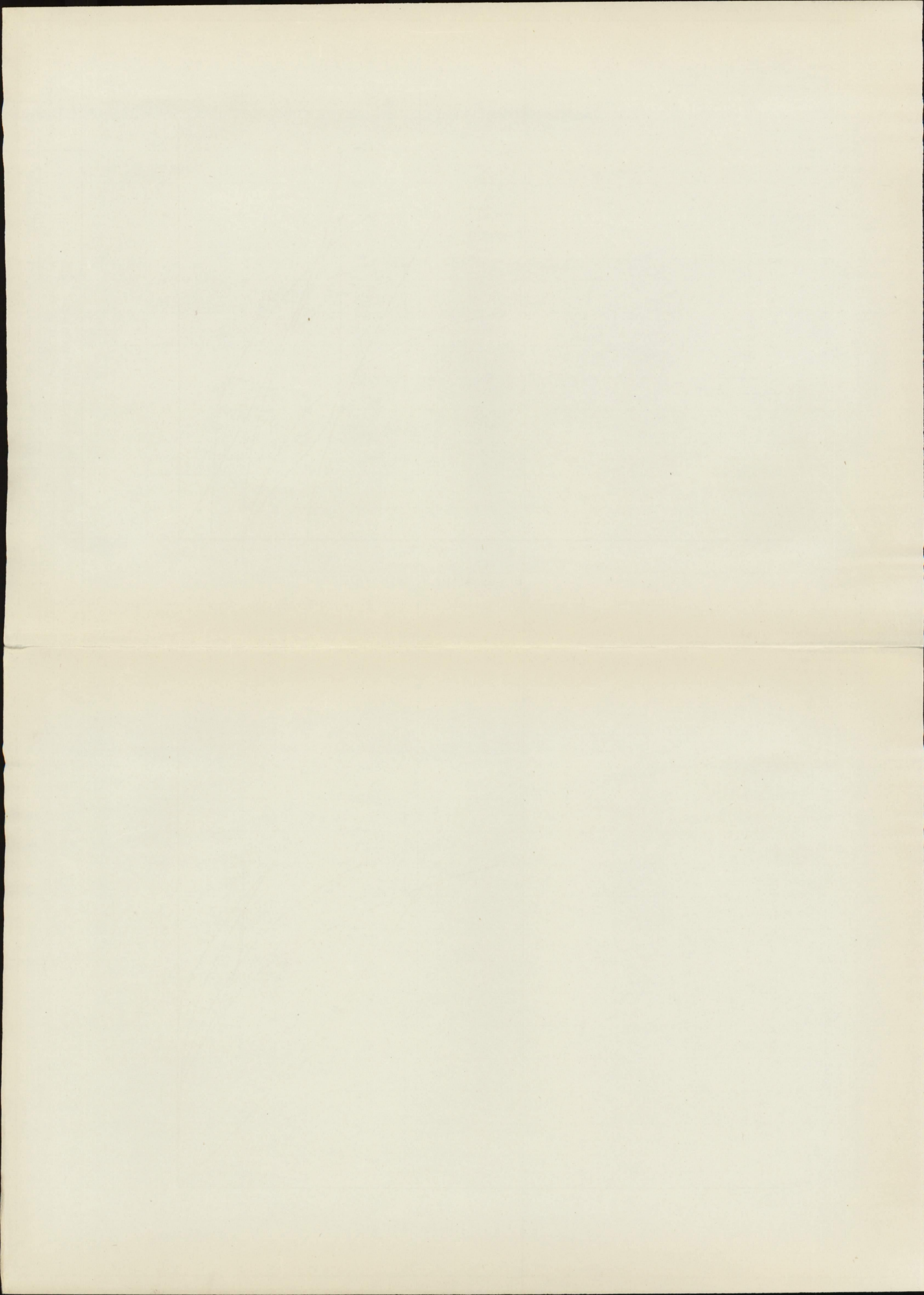
BEKJE GEPLAATST OP  
RIBBELTOP



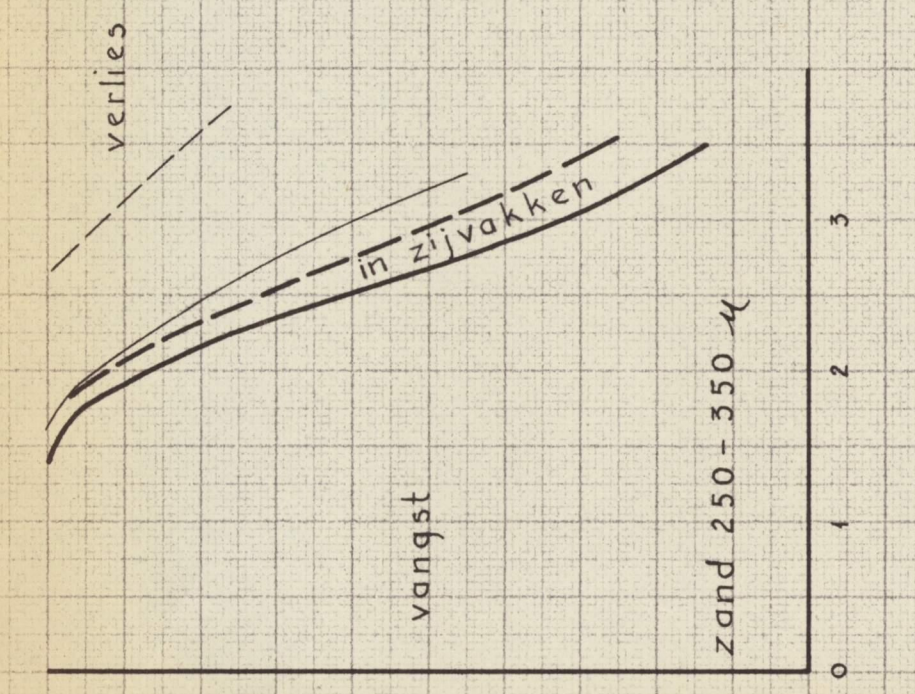
BEKJE GEPLAATST IN  
RIBBELDAL



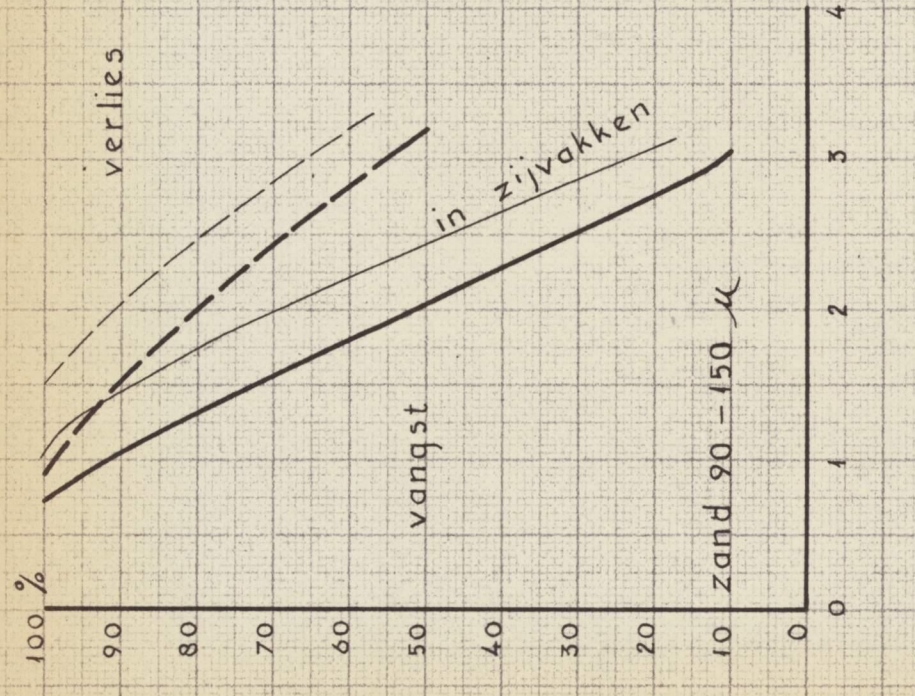
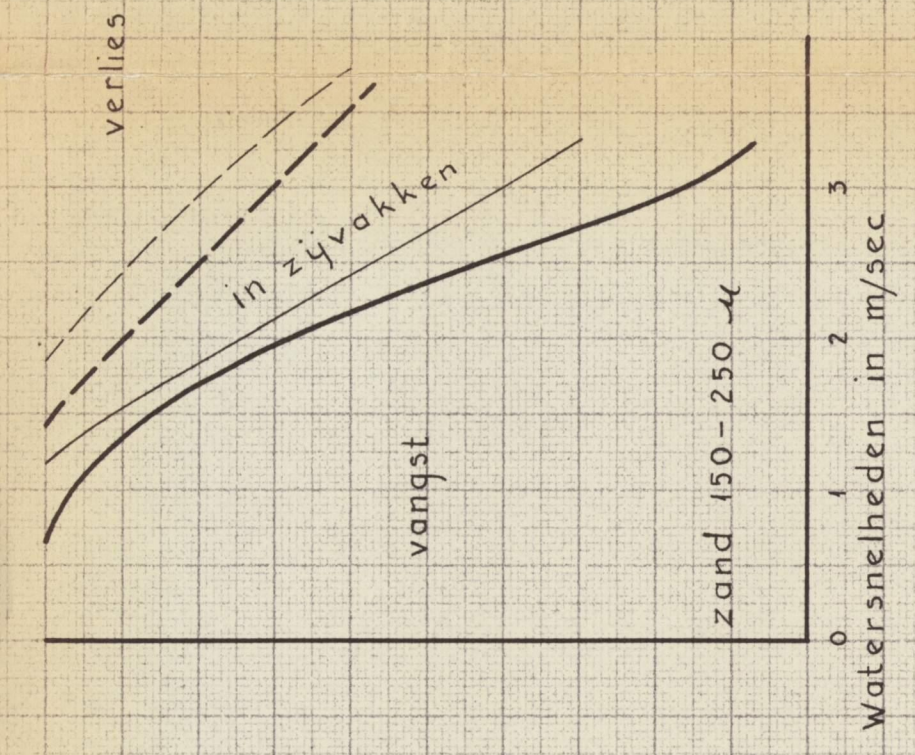
De ingenieur		VERBAND TUSSEN DIEPTE EN KUILTJE B.T.M.A.		Nota 56.13
Getekend Gecont.				bijlage II
J.P.H.	#.88	#.1	W.W.	A 2 56.557
				R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst



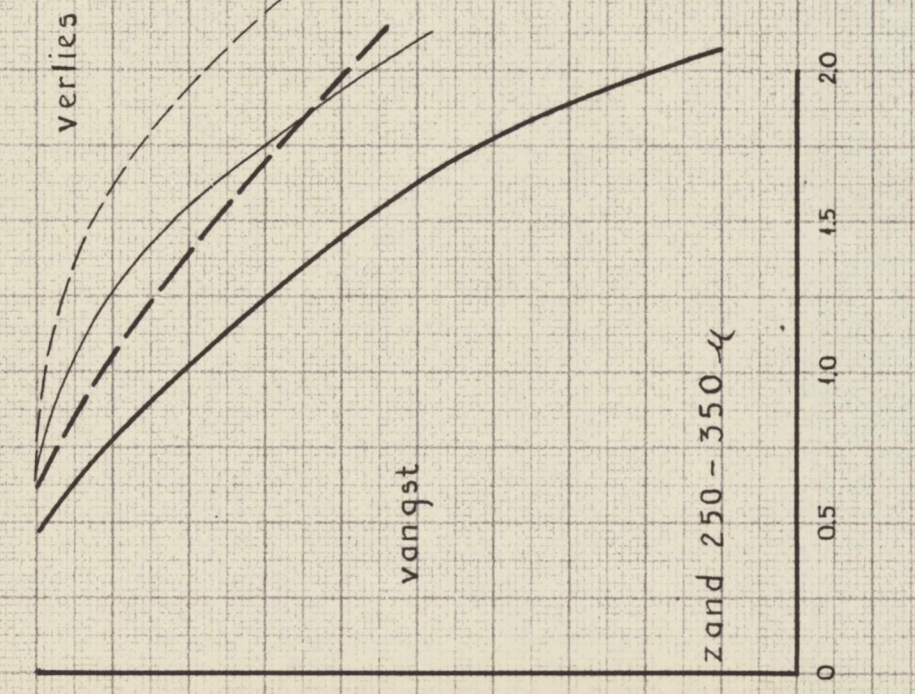
METINGEN MET  
KLEINE TUIT ( $\phi 15$  mm)



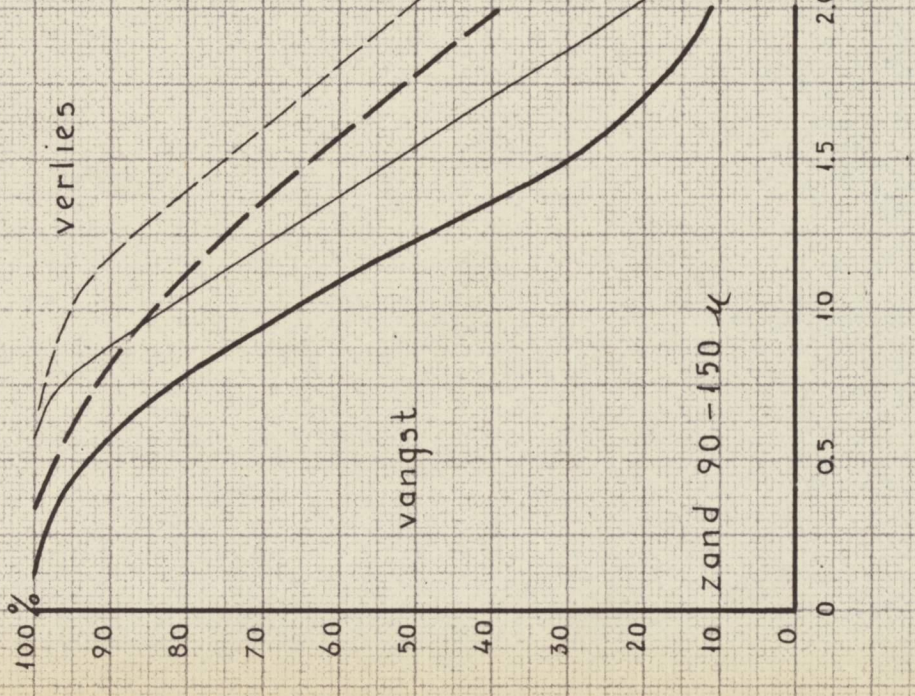
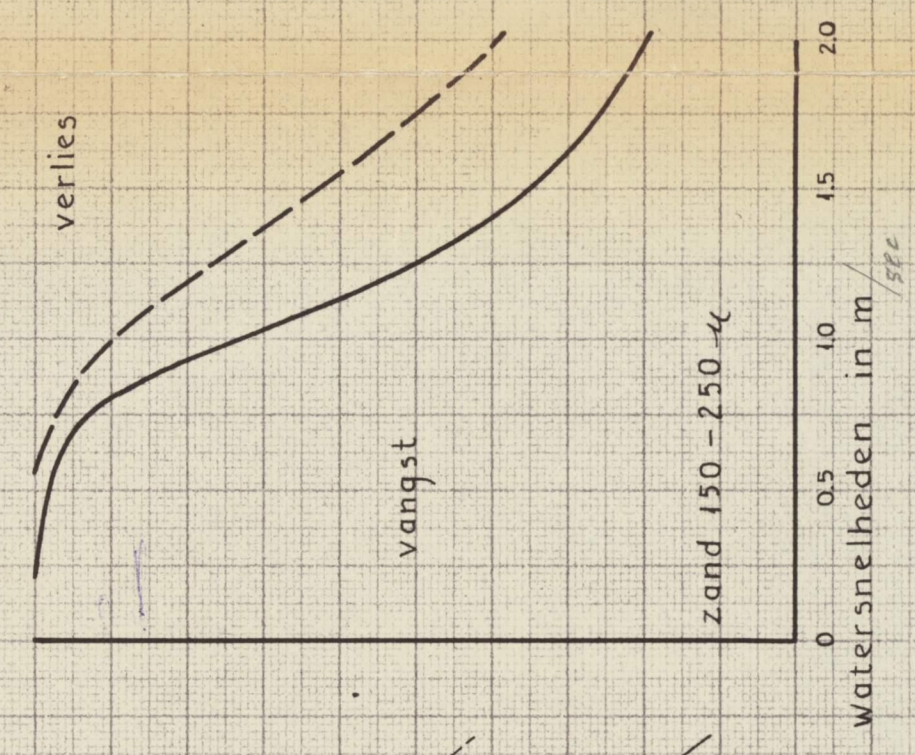
Zonder spleet  
Met spleet



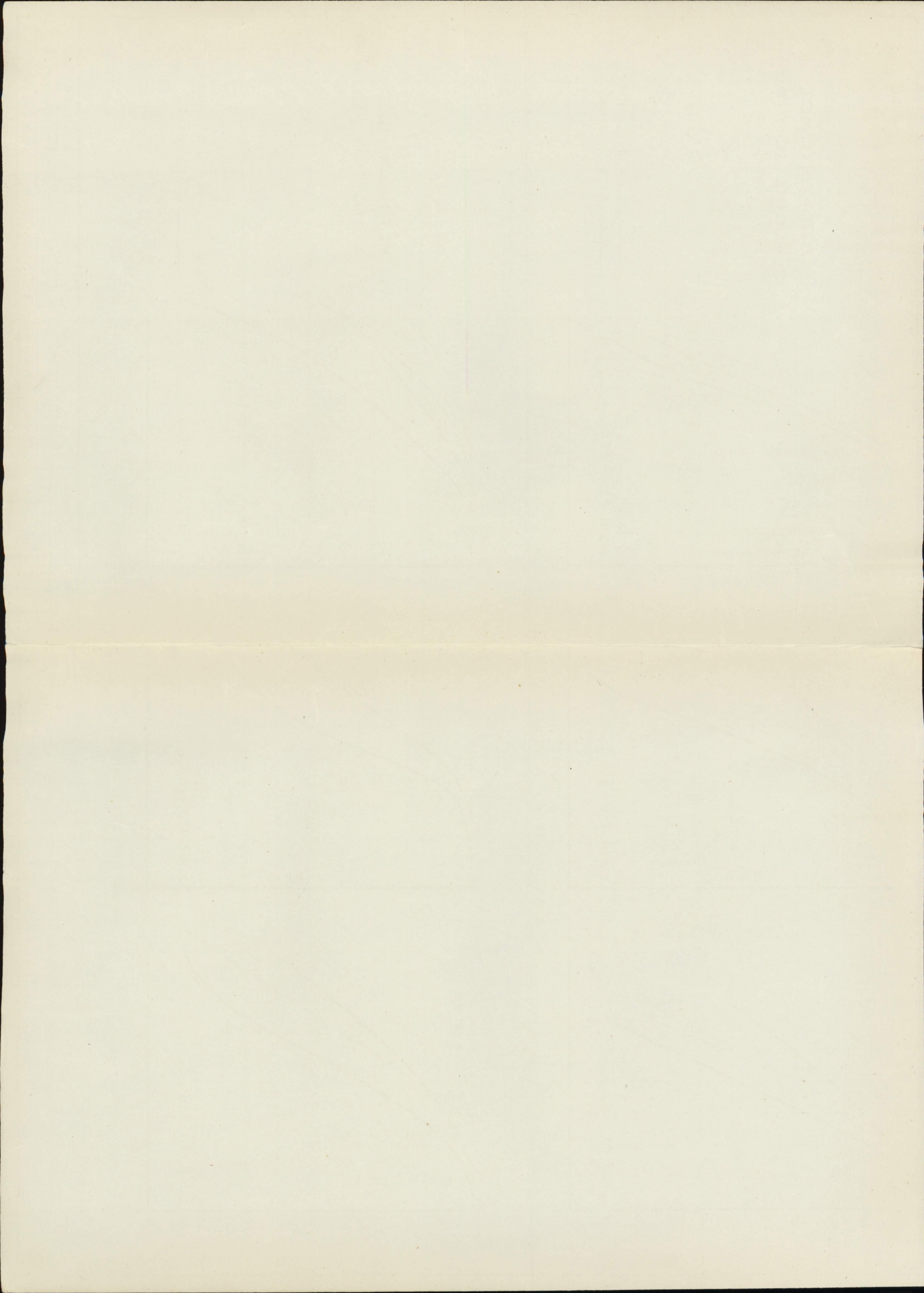
METINGEN MET  
GROTE TUIT ( $\phi 22$  mm)

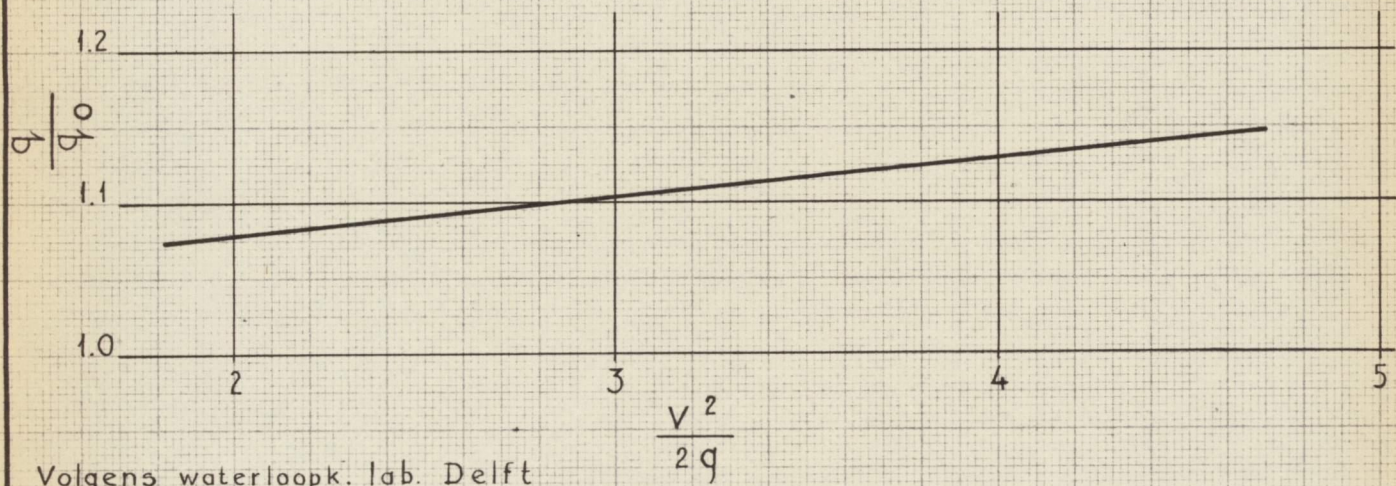
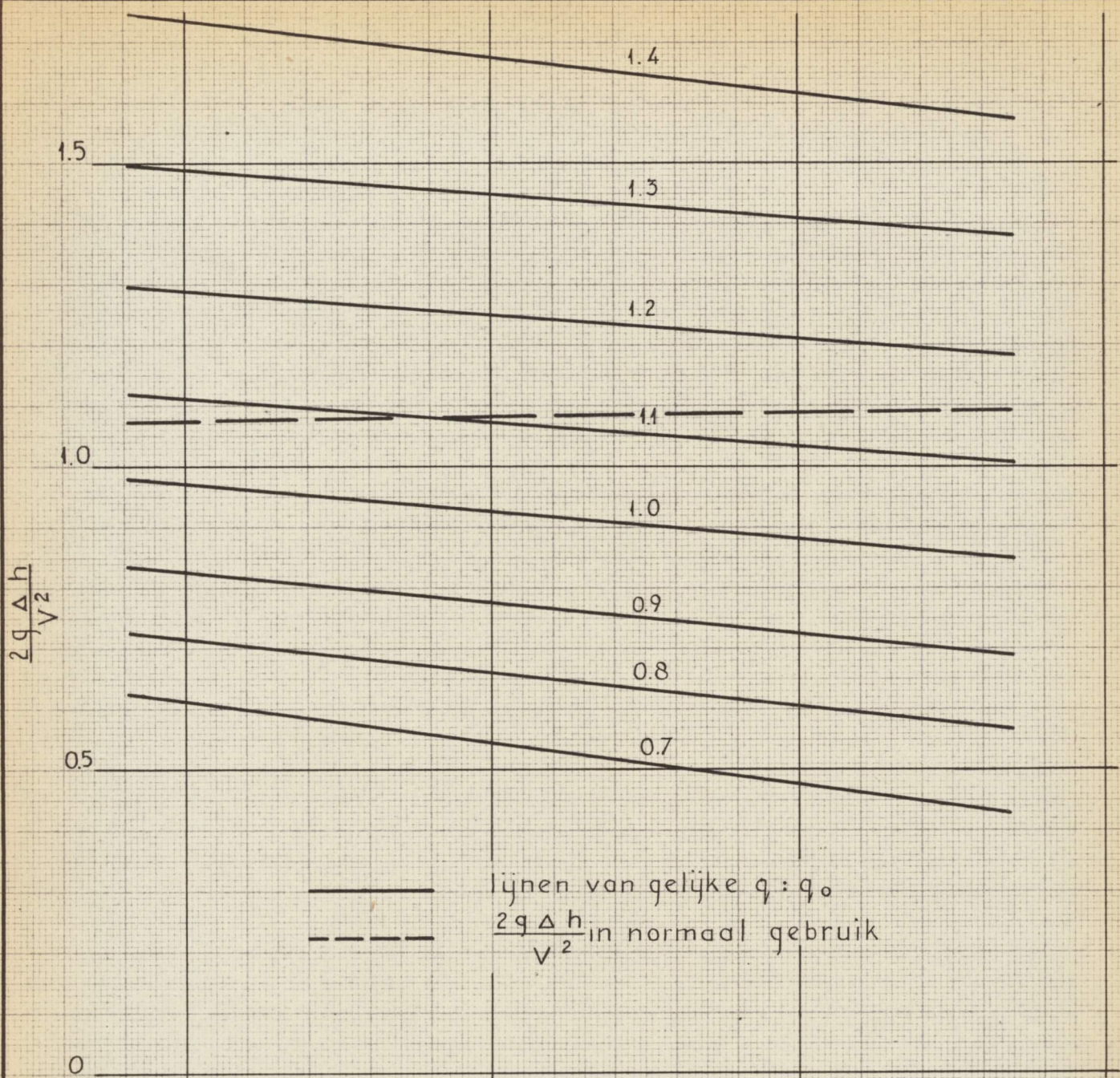


Zonder spleet  
Met spleet



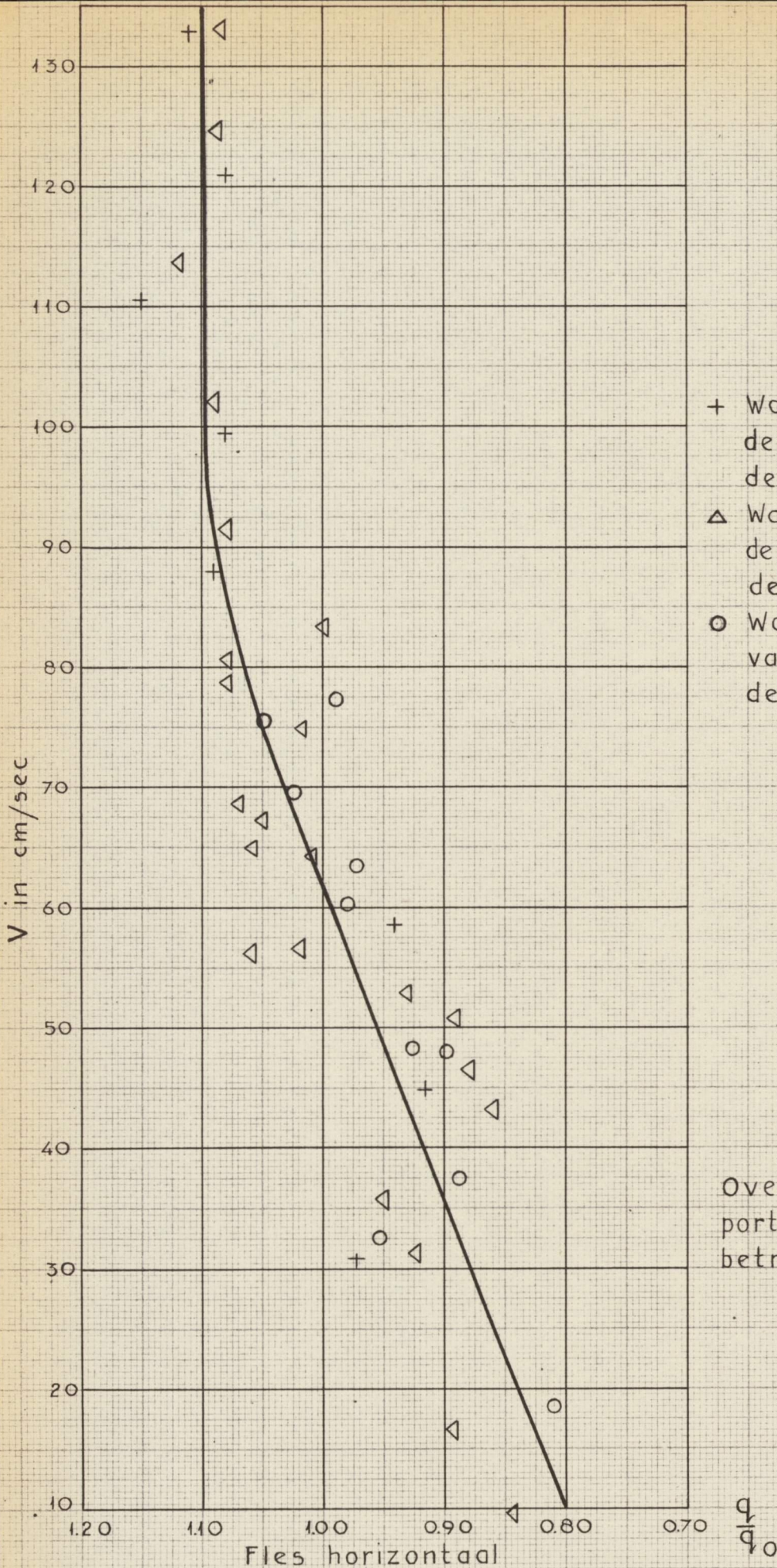
De Ingenieur <i>W. J. P. P.</i>		VERLIESPERCENTAGE DELFTSE FLES		Nota 56.13
Getekend <i>H. J.</i>	Gecontr. Gez.			bijlage 18
		R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		A 2 56.564





Volgens waterloopk. lab. Delft

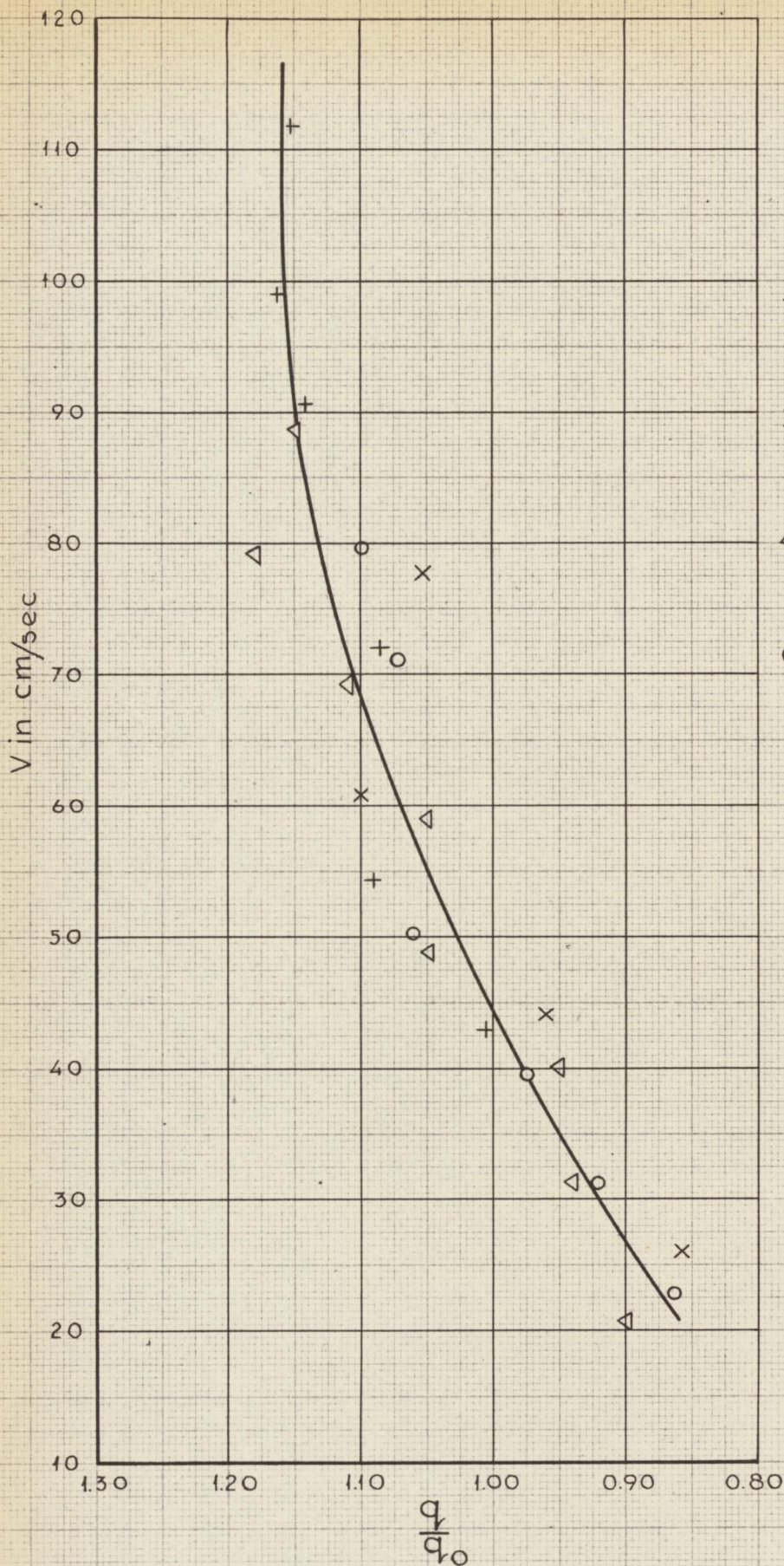
De Ingenieur		BEPALING HYDRAULISCHE FACTOR D.F		Nota 56.13	
Getekend		GRAFIEK VAN $\frac{q}{q_0}$ EN $\frac{V^2}{2q}$		bijlage 15	
Gecontr.		R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		A1 56.561	
Gez.					



- + Waterdiepte 37 cm Hart van de tuit 12 cm boven de bodem
- Δ Waterdiepte 37 cm. Hart van de tuit 22,5 cm boven de bodem
- Waterdiepte 50 cm Hart van de tuit 22.5 cm boven de bodem.

Overgenomen uit het rapport van het waterloopk. lab. betreffende proef M 331

De ingenieur <i>[Signature]</i>		BEPALING HYDRAULISCHE FACTOR DF <sub>1</sub>		Nota 56.13	
Getekend <i>[Signature]</i>		GRAFIEK VAN $q/q_0$ EN V		bijlage 16	
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	R.W.5. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst		A1	56.562



- + Waterdiepte 37 cm. Hart van de tuit 5 cm boven de bodem
- x Waterdiepte 50 cm. Hart van de tuit 5 cm boven de bodem
- △ Waterdiepte 37 cm. Hart van de tuit 22.5 cm boven de bodem
- Waterdiepte 50 cm. Hart van de tuit 22.5 cm boven de bodem

Overgenomen uit het rapport van het waterlooplab. betreffende proef M331

Fles onder een helling van  $17^\circ$

De ingenieur <i>[Signature]</i>			BEPALING HYDRAULISCHE FACTOR $DF_2$		Nota 56.13	
Getekend	Gedontr.	gez.	GRAFIEK $q/q_0$ EN $V$			bijlage 17
<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	<i>[Signature]</i>	R.W.S. Dir. Bovenrivieren afd. Studiedienst			A 1 56.563