

MODELONDERZOEK STEDELIJK AFVOERGEBIED

LELYSTAD.

NOTA No. 9

Hydraulica Laboratorium
Landbouwhogeschool.

december 1967

(67-54)

(67-55)

INHOUD:

I.	IJKING ELEKTROMAGNETISCHE DEBIETMETER.	
		pag.
a.	Inleiding	1
b.	Doel en beschrijving van het onderzoek	1, 2
c.	De elektromagnetische debietmeter	3, 4, 5
d.	Resultaten van het onderzoek	6, 7, 8

Bijlagen: 3 grafieken

(67-54)

II.	MEETPUNT "REGENRIOOL".	
		pag.
a.	Inleiding	1
b.	Het modelonderzoek	1
c.	Konklusie	4

Bijlagen:

I. Bepaling reaktiesnelheid in peilbuis

II.3 grafieken.

(67-55)

I. IJKING ELEKTROMAGNETISCHE DEBIETMETER.

a. Inleiding.

Om kontinu de afvoeren van een aantal drainreeksen nabij Lelystad te kunnen meten, besloot de Rijksdienst IJsselmeerpolders op advies van het Hydraulica Laboratorium van de Landbouwhogeschool om gebruik te maken van een elektromagnetische debietmeter. De toepassing van een dergelijk instrument in de aanwezige verzameldrain vraagt echter om enkele speciale voorzieningen. De voornaamste hiervan is het aanbrenge van een vernauwing in de verzameldrain op de plaats waar het meetinstrument moet worden aangebracht teneinde aldaar de voor de meting benodigde hoge snelheden te bereiken.

Het energieverlies over de vernauwing dient zo gering mogelijk te zijn om opstuwung in de drains te beperken.

Besloten werd om de vernauwing de vorm van een buisventurimeter te geven. In het Hydraulica Laboratorium werden de energie verliezen bepaald aan een door de bovenvermelde dienst beschikbaar gesteld model van deze buisvernauwing. Vervolgens werd de toe te passen elektromagnetische debietmeter volumetrisch geijkt. Het onderzoek stond onder leiding van Ir. R.H.Pitlo.

b. Doel en beschrijving van het onderzoek.

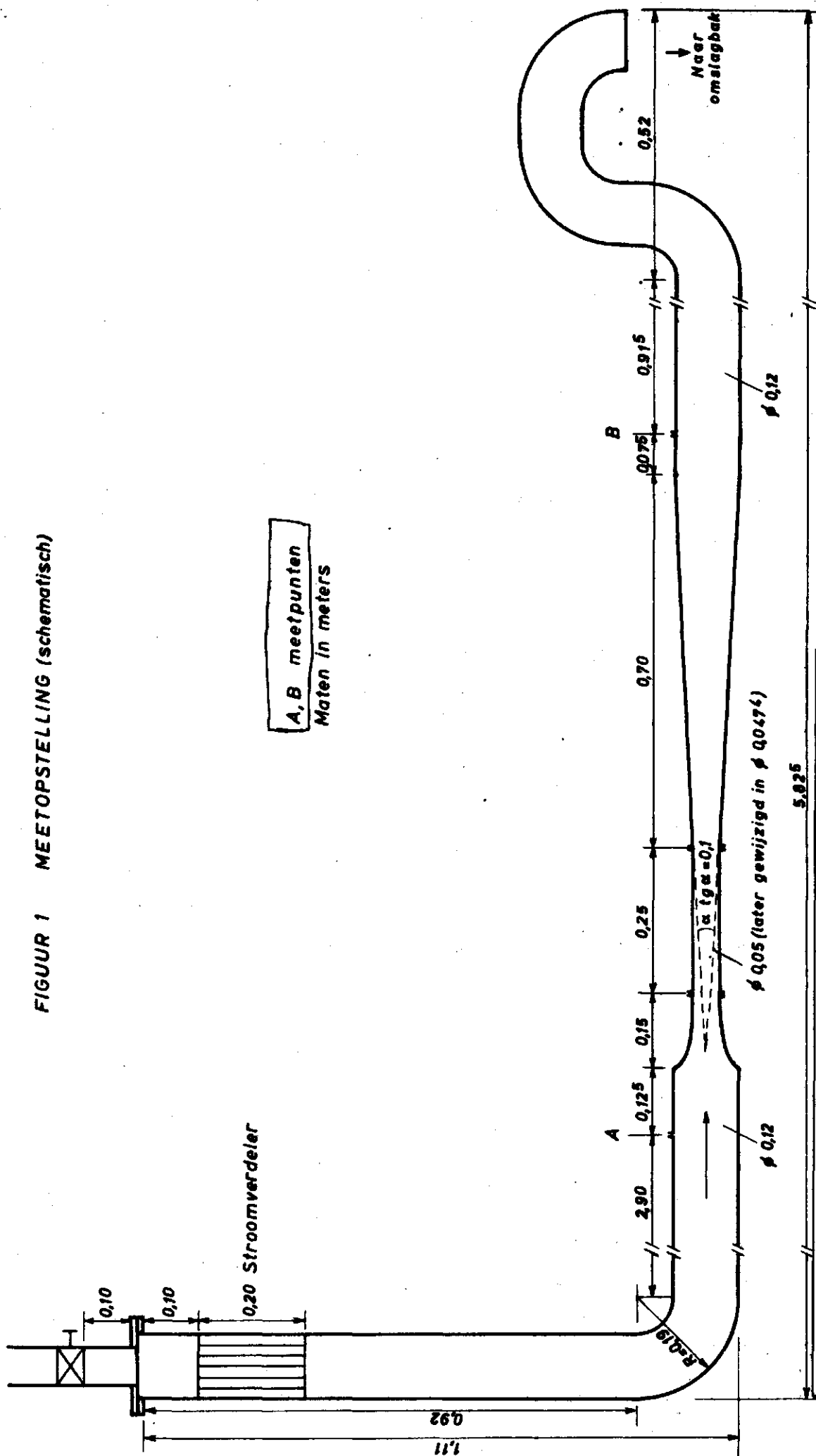
De eisen waaraan bij toepassing van een elektromagnetische debietmeter moet worden voldaan kunnen als volgt worden omschreven.

1. Het buisgedeelte waarin zich de meter bevindt dient voortdurend geheel met water te zijn gevuld.
2. Bij de voor het onderhavige doel geschikte meetapparatuur dient de stroomsnelheid van het water door het instrument te liggen tussen 1 en 10 meter per seconde teneinde afvoermetingen tussen 0 en 10 liter per seconde mogelijk te maken.

Aan voorwaarde 1 kon op eenvoudige wijze worden voldaan, door het buisgedeelte waarin gemeten wordt onder water te laten uitmonden in de aanwezige sloot.

In het model werd de buis steeds geheel gevuld gehouden door een zwanenhals welke aan de uitstroomzijde is aangebracht (zie fig. 1)

FIGUUR 1 MEETOPSTELLING (schematisch)



A, B meetpunten
Maten in meters

DIPLOOMER		No. 67-4-01	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	1967
HYDRAULICA		Project	67-54
		Gez.	
Blad - van.	Maten:	Schaal	
Rev.:	Omschr.: MEETOPSTELLING	File	K

Hydraulica Laboratorium Landbouwhogeschool
(67-54)

Aan voorwaarde 2 kon alleen bij benadering worden voldaan door een elektromagnetische debietmeter te kiezen met een buisdoorsnede van $\phi 2''$ \times)

Daar de verzameldrain een doorsnede heeft van $\phi 12$ cm diende een vernauwing te worden aangebracht.

Teneinde de energie verliezen welke ontstaan achter deze vernauwing zoveel mogelijk te beperken werd aan de benedenstroomse zijde van de vernauwing een diffusor aangebracht.

Het eerste gedeelte van het onderzoek betrof de bepaling van energie verliezen bij verschillende debieten.

Aangezien de elektromagnetische debietmeter eerst later beschikbaar was werd in plaats hiervan een buis aangebracht met een doorsnede van $\phi 5$ cm en een lengte welke gelijk was aan de buislengte in de debietmeter. In fig. 1 is de meetopstelling schematisch weergegeven. Beproefd werden 2 diffusors met verschillende top hoeken. Het onderzoek geschiedde op ware grootte.

Tenslotte werd de buis van $\phi 5$ cm vervangen door de elektromagnetische debietmeter.

Het tweede gedeelte van het onderzoek betrof de volumetrische ijking van de elektromagnetische debietmeter.

De aanwijzing van deze debietmeter geschiedt in percentages van een in te stellen maximum debiet (meetbereik) hetgeen echter als snelheid en niet als debiet is aangegeven. De nauwkeurigheid van deze indicatie wordt enerzijds bepaald door de nauwkeurigheid waarmee de optredende gemiddelde snelheid in de opnemerbuis (zie onder C) wordt aangegeven en anderzijds door de nauwkeurigheid waarmee de diameter van de opnemerbuis bekend is ($Q = v \frac{\pi}{4} D^2$).

Het doel van de ijking moest dientengevolge zijn om de aanwijzingen van de gemiddelde stroomsnelheid door het instrument bij een serie optredende debieten te bepalen.

\times) Spezifikation (d)D 10 D1/10D 1420A; Fisher en Porter, G.M.B.H.

c. De elektromagnetische debietmeter.

Een elektromagnetische debietmeter bestaat uit twee delen, n.l. een opnemer en een meetwaarde omvormer. Deze delen zijn in afzonderlijke behuizing ondergebracht en zijn onderling door enkele kabels verbonden.

De werking van de opnemer is gebaseerd op het natuurkundige verschijnsel, dat een spanning wordt opgewekt indien een geleider in een magnetisch veld wordt bewogen. De opgewekte spanning is het grootst als de richting van het magneetveld loodrecht staat op de richting waarin de geleider beweegt. De grootte van de opgewekte spanning is dan evenredig met de lengte van de geleider loodrecht op bewegingsrichting en loodrecht op de richting van het magneetveld. In de opnemer van de debietmeter zijn twee magneetspoelen tegenover elkaar op de meetbuis bevestigd, waardoor de richting van het magneetveld op de stroomrichting van de vloeistof staat. De meetbuis is van anti-magnetisch materiaal vervaardigd en aan de binnen zijde voorzien van een isolerende laag.

Tussen twee diametraal aangebrachte elektroden, waarvan de hartlijn loodrecht staat op de richting van het magneetveld en de stroomrichting van de vloeistof, is nu een spanning meetbaar waarvan de grootte gegeven is door $U = B \bar{v} D$. (1)

Hierin is U = grootte van de opgewekte spanning [V] (ca 1 mV als $\bar{v} = 1$ m/sec)

B = magnetische veldsterkte [Weber/m²] = [V sec/m²]

\bar{v} = gemiddelde stroomsnelheid vloeistof [m/sec]

D = lengte geleider = diameter meetbuis [m]

De meting is hiermee in feite een gemiddelde snelheidsmeting, doch met

$Q = \frac{1}{4} \pi D^2 \bar{v}$ is verg. (1) om te vormen tot:

$$Q = \frac{4}{\pi} D \times \frac{U}{B} \quad (2)$$

Het blijkt noodzakelijk de diameter van het doorstromende oppervlak te kennen of door ijking het verband tussen $\frac{U}{B}$ en Q vast te stellen zoals in het onderhavige geval. Om polarisatie verschijnselen en contactpotentialen te vermijden worden de

magneetspoelen aangesloten op een wisselspanning, de opgewekte spanning tussen de elektroden is daardoor ook een wisselspanning.

Meestal worden de spoelen op het lichtnet aangesloten. Om de meting niet te verstoren door veranderingen van B t.g.v. lichtnetspanningsvariaties wordt via een transformator over de magneetspoelen een spanning U_B verkregen welke evenredig is met B. In de meetwaardeomvormer wordt met behulp van elektronische systemen het quotient $\frac{U}{U_B}$ bepaald en via een andere schakeling omgezet in een uitgangsstroom, waarvan de grootte tussen 0 en 20 mA evenredig is met het debiet door de meetbuis.

De grootste waarde van deze uitgangsstroom: $I_{u_{\max}} = 20 \text{ mA}$ zal moeten overeenkomen met het grootste te meten debiet Q_{\max} . Deze Q_{\max} zal voor ieder afzonderlijk geval een bepaalde waarde hebben, die voor dat geval de bovenste grens van het meetbereik is. Nu geldt binnen het meetbereik

$$I_u = c_1 Q = c D^2 \bar{V}, \text{ en dus:}$$

$$I_{u_{\max}} = 20 \text{ mA} = c_1 Q_{\max} = c D^2 \bar{V}_{\max}.$$

Met behulp van een 10-slagenpotentiometer wordt de evenredigheidsconstante c op de gewenste waarde ingesteld.

Op de schaalverdeling van de potentiometer zijn in plaats van debieten (Q_{\max}) echter snelheden (\bar{V}_{\max}) aangegeven. Dit houdt verband met de eis dat dezelfde meetwaardeomvormer voor opnemers met verschillende buisdiameter moet kunnen worden gebruikt.

In de meetwaardeomvormer is voorts een meetinstrument ingebouwd, waarmee de grootte van I_u wordt gemeten. De schaal van dit meetinstrument is verdeeld in gelijke delen tussen 0 en 100%. Een metenuitslag van 100% komt overeen met een uitgangsstroom van 20 mA.

Verder bevindt zich op het frontpaneel een potentiometer (te bedienen met behulp van een schroevendraaier) waarmee de restwaarde van de uitgangsstroom I_u wordt opgeheven bij $Q = 0$ (nulpuntscorrectie). Deze restwaarde ontstaat doordat de uitgangsstroom behalve de gewenste informatie ook storende informatie bevat.

Het juiste instellen van het nulpunt wordt bemoeilijkt door het feit dat I_u geen negatieve waarden kan aannemen. De uitgangsstroom kan dientengevolge tot nul teruglopen voordat het doorstromende debiet de waarde heeft bereikt. Aan de hand van grafiek 2 wordt hieronder de invloed van enerzijds de keuze van het meetbereik en anderzijds de nulpuntsfout op het verband tussen Q en I_u nader toegelicht.

In deze figuur zijn langs de verticale as de mogelijke waarden van de uitgangsstroom uitgezet. Langs de horizontale as de waarden welke het debiet in de opnemer kan aannemen. De punten $I_u = 0$ en $Q = 0$ liggen in de oorsprong van het assenstelsel. Het is mogelijk in het 1^e kwadrant een lijnenbundel vanuit de oorsprong te tekenen waarbij elke lijn het verband tussen Q en I_u weergeeft voor een zekere keuze van het meetbereik. Is het hoogste te verwachten debiet bijvoorbeeld 10 ltr/sec, voor welke waarde men $I_u = 20$ mA wil meten, dan dient het meetbereik te worden ingesteld op ca 5,6 m/sec. (Zie grafiek 3 voor de juiste waarde waarop het meetbereik dient te worden ingesteld).

Indien het nulpunt niet juist is ingesteld, is de verticale as verschoven t.o.v. het punt waar de lijnen uit de lijnenbundel samenkomen. In grafiek 2 is een verschoven I as (streepjeslijn) getekend voor een te ver rechtsomgedraaide nulstelpotentimeter. Onder de Q-as zijn enkele waarden genoteerd, overeenkomend met de verschoven I-as. Indien in het getekende geval $Q = 0$, is $I_u \neq 0$. Elke waarde van I_u is een foutieve waarde en het blijkt dat de relatieve fout groter is, naarmate het meetbereik op een kleinere Q_{\max} is ingesteld. Hiervan kan gebruik worden gemaakt bij het uitvoeren van de nulpuntscorrectie. De voorgestelde procedure hiervoor is nu:

1. drain afstoppen, zodanig dat bij geheel gevulde opnemerbuis $Q = 0$.
2. om nauwkeuriger te kunnen aflezen nabij het nulpunt een gevoelige stroommeter aansluiten op de uitgang van de meetwaardeomvormer.
3. meetbereik instellen op 0,5 m/sec, waardoor de meetpuntsfout op de sub 2) genoemde stroommeter duidelijk tot uitdrukking komt.

4. potentiometer voor nulpuntscorrectie rechtsom draaien tot een uitslag is verkregen en daarna links omdraaien tot de uitgangs-stroom zeer klein is (of juist nul).

Na correctie van het nulpunt kan het meetbereik naar behoefte worden ingesteld.

d. Resultaten van het onderzoek.

De energieverliezen in een diffusor kunnen als volgt worden uitgedrukt ^{1,2)}:

$$\Delta H = K \frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$$

Hierin is ΔH het energieverlies gemeten tussen de punten A en B (zie fig. 1.)

V_1 = stroomsnelheid in de keel (m/sec)

V_2 = stroomsnelheid voorbij de verwijding (m/sec)

(zie fig.2)

De factor K kan worden weergegeven als functie van de top-hoek θ van de diffusor ¹⁾ (zie fig. 2.)

Uit tabel 1 en figuur 2 blijkt, dat de waarde van K voor de toegepaste diffusor veel ongunstiger is dan werd verwacht.

De oorzaak van het hoge energie verlies moet vermoedelijk worden gezocht in de onregelmatige overgang tussen de keel en de diffusor. Het blijkt dus noodzakelijk te zijn dat deze overgang zo glad mogelijk wordt afgewerkt. Uit grafiek 1 blijkt, dat de elektromagnetische debietmeter een groter verlies veroorzaakt dan de buis van \emptyset 5 cm. De oorzaak hiervan is gelegen in de kleinere doorsnede van de meetbuis in het instrument (\emptyset 4,74 cm). Vergelijk hiertoe de waarden van K in tabel 1.

1) Rouse, H., Engineering Hydraulics, 1949 pag 418.

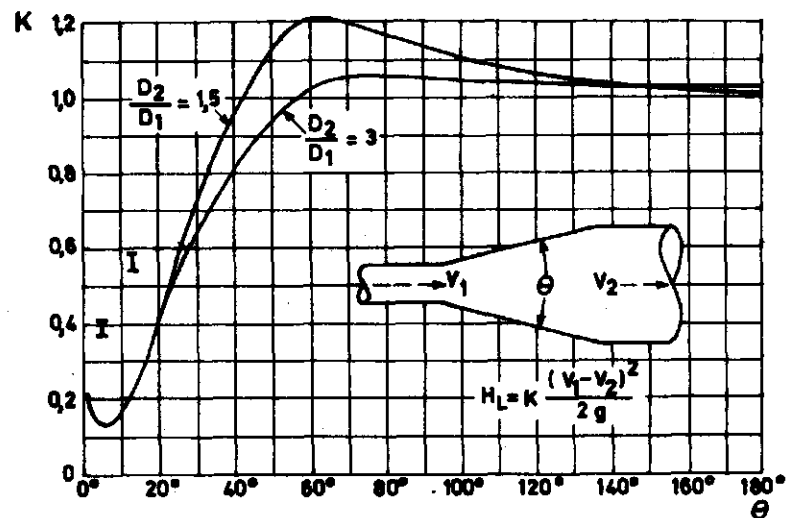
2) Gibson, A.H., The conversion of kinetic to pressure energy in the flow of water through passages having divergent boundaries. Engineering, Febr. 16, 1912 pag. 205 - 206.

Tabel 1.

Tophoek diffusor θ°	Keel diam. (cm)	Q (l/sec)	ΔH (cm)	V_1 (cm/ sec)	V_2 (cm/ sec)	$\frac{(V_1 - V_2)^2}{2g}$	K
12°	∅ 5	1,48	1,1	75,51	13,10	1,99	0,55
"	"	2,03	2,1	103,57	17,96	3,74	0,56
"	"	3,00	4,7	153,06	26,55	8,16	0,58
"	"	4,47	10,3	228,06	39,56	18,11	0,57
"	"	4,53	10,8	231,12	40,09	18,60	0,58
"	"	6,84	24,0	348,98	60,53	42,41	0,57
"	"	9,31	42,6	475,00	82,39	78,56	0,54
"	"	10,50	54,2	535,71	92,92	99,93	0,54
5°50 ¹	"	1,60	0,9	81,63	14,16	2,32	0,39
"	"	3,15	3,7	160,71	27,87	8,99	0,41
"	"	6,90	16,9	352,04	61,06	43,16	0,39
"	"	9,30	30,1	474,49	82,30	78,40	0,38
"	"	10,45	38,7	533,16	92,48	98,98	0,39
5°50 ¹	∅4,74	1,23	0,7	69,60	10,84	1,76	0,40
"	"	2,07	2,0	117,39	18,20	3,01	0,40
"	"	2,43	2,8	138,07	21,50	6,93	0,40
"	"	3,07	4,5	174,20	27,13	11,02	0,41
"	"	5,71	14,3	324,15	50,49	38,17	0,38
"	"	8,65	32,4	491,48	76,55	87,75	0,37
"	"	10,57	46,7	600,56	79,47	138,40	0,34

Fig. 2

Verliezen in konische diffusors



uit: Rouse „Engineering Hydraulics”
I Waarden van K uit metingen

Bij de ijking van het instrument werd bij een aantal bekende debieten telkens de 10-slagen potentiometer zodanig ingesteld dat de uitgangsstroom 20 m A bedroeg. De hiermede overeenkomende aanwijzing op de schaalverdeling (\bar{V}_{\max}) komt dan tevens overeen met het ingestelde debiet, dat nu als bovengrens (Q_{\max}) van het daarbij behorende meetbereik geldt. In grafiek 3 is het verband weergegeven tussen de gewenste bovengrens van het meetbereik (Q_{\max}) en de waarde waarop de schaalverdeling van de snelheid (op de 10 slagen pot. meter) moet worden ingesteld bij een uitgangsstroom die op 20 m A (100%) is afgeregeld. De aflezing van de uitgangsstroom (I_u) geschiedde met behulp van een Kipp-galvanometer in plaats van de ingebouwde meter met schaalverdeling van 0 - 100%, aangezien laatstgenoemde meter een onvoldoende nauwkeurigheid heeft. Hierbij moet nog worden opgemerkt dat de ingebouwde meter in de voorgenomen opstelling te Lelystad niet zal worden gebruikt.

Het gevonden verband blijkt inderdaad rechtlijnig te zijn:

$$Q_{\max} = p \cdot \bar{V}_{\max}$$

Hierin is p = richtingscoëfficiënt

\bar{V}_{\max} = instelling meetbereik potentiometer

Indien $Q_{\max} = 0$ volgt hieruit $\bar{V}_{\max} = 0$. Tengevolge van stoorsignalen is het mogelijk dat bij $Q_{\max} = 0$, $\bar{V}_{\max} \neq 0$.

De vergelijking wordt dus:

$$Q_{\max} = p \bar{V}_{\max} + r$$

Hierin is r evenredig met het stoorsignaal. Met behulp van een nul instel potentiometer (zie onder C) kan het stoorsignaal en dus r worden gekompenseerd. Voor een aantal waarden van r wordt het gevonden verband tussen Q_{\max} en \bar{V}_{\max} weergegeven door een bundel nagenoeg evenwijdige lijnen (zie grafiek 3). De lijn welke door de oorsprong gaat (dus waarbij $r = 0$) geeft het juiste verband aan tussen Q_{\max} en \bar{V}_{\max} bij maximale stroomafgifte van de meter (20 m A)

Het empirisch gevonden verband luidt:

$$Q_{\max} = 1,69 \bar{V}_{\max}$$

Vervolgens werd bij verschillende waarden van Q_{\max} en de daarbij behorende instelling van de meetbereik pot. meter het verband tussen het afgegeven signaal van het instrument (I_u) en het debiet (Q) bekeken. Steeds werd een zuivere evenredigheid tussen Q en I_u waargenomen die als volgt kan worden weergegeven:

$$Q = \frac{Q_{\max} \cdot I_u}{20}$$

Tenslotte wordt de aandacht gevestigd op het feit dat de grote snelheden in de vernauwing een aanzienlijke onderdruk zullen veroorzaken. Met het oog hierop moeten luchtlekken zorgvuldig worden vermeden.

ENERGIEVERLIES IN DIFFUSOR

Grafiek 1

Energieverlies
(m)

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0

2

4

6

8


10

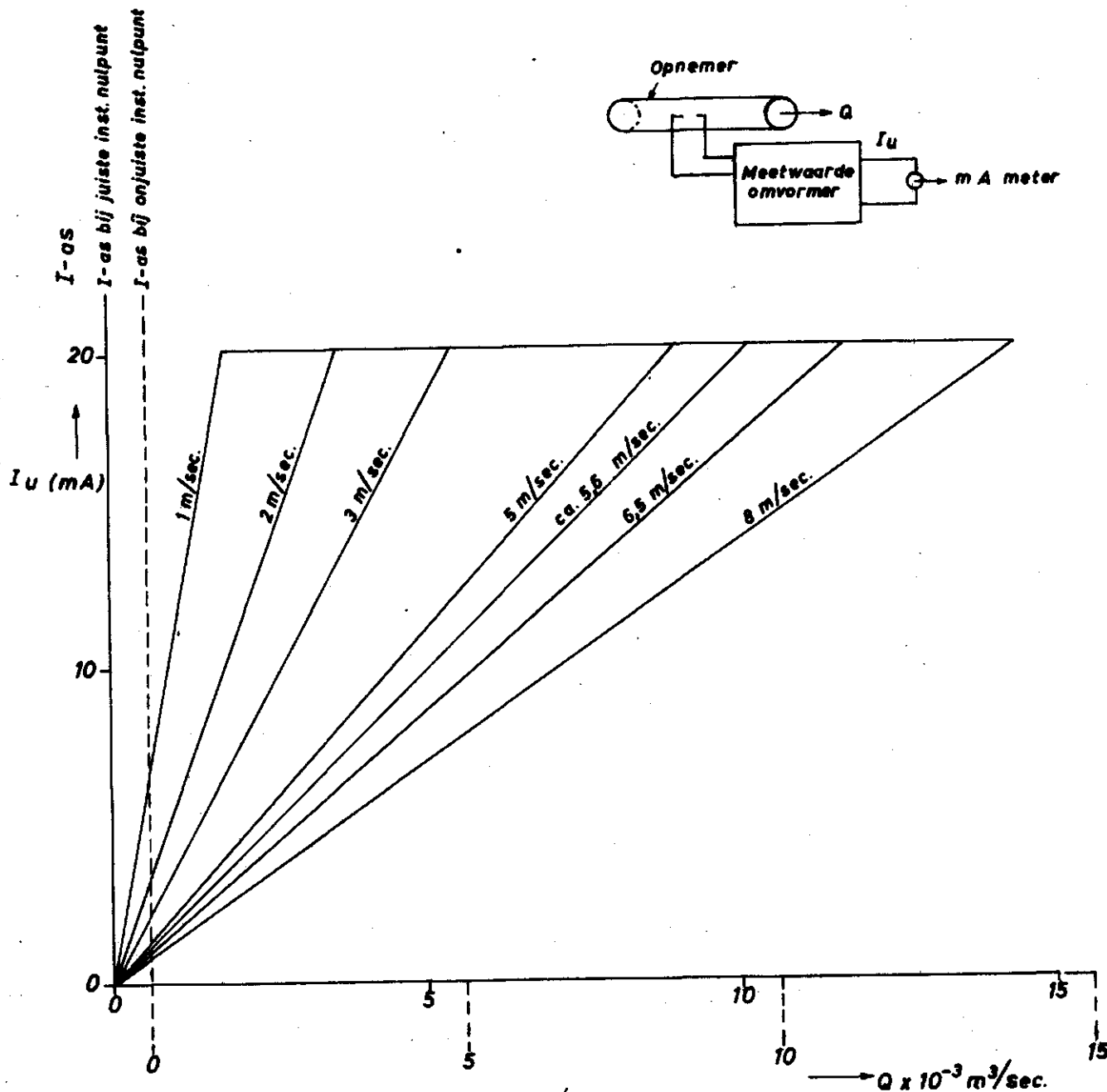
12

$Q \times 10^{-3} \text{ (m}^3/\text{sec.)}$


Electro-magnetische
debietmeter
diameter $\phi 0,0474 \text{ m}$

Voorlopige proef
keeldiameter $\phi 0,05 \text{ m}$

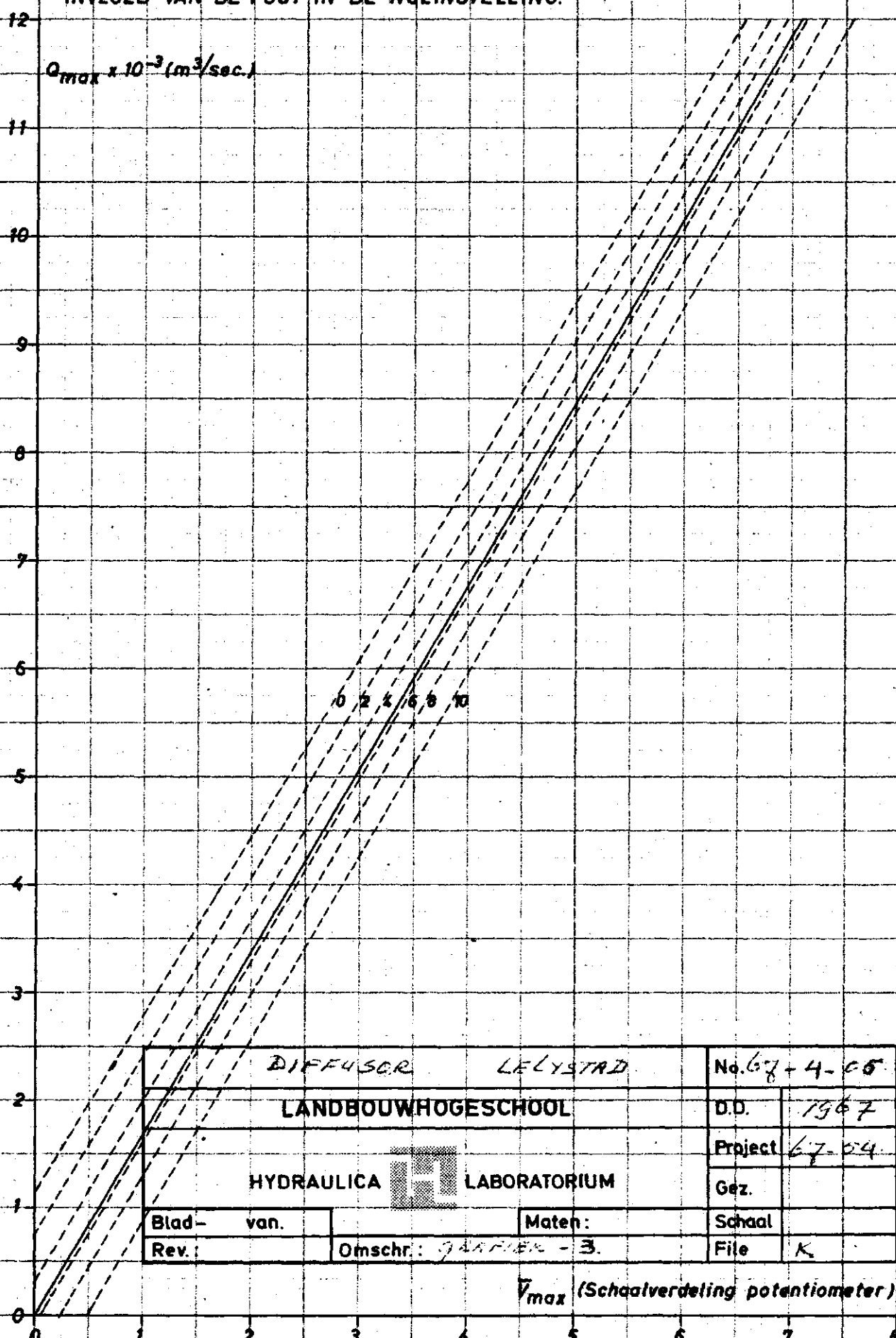
DIFFUSOR		LELYSTAD		No. 67-4-03	
LANDBOUWHOGESCHOOL				D.D.	1967
HYDRAULICA  LABORATORIUM				Project	67-54
Blad-	van:	Maten:	Gez.		
Rev.:	Omschr.:	GRAFIEK - 1	Schaal		
			File	N	




Hydraulica Laboratorium Landbouwhogeschool
(67-54)

DIFFUSOR LELYSTAD		No. 67-4-04	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	1307
HYDRAULICA  LABORATORIUM		Project	67-04
		Gez.	
Blad- van.		Maten:	Schaal
Rev.:	Omschr.: WRAFFIER - 2	File	R.

VERBAND TUSSEN DE GEWENSTE BOVENGRENS VAN HET MEETBEREIK
 EN DE INSTELLING VAN DE POTENTIOMETER BIJ $I_U = 20 \text{ mA}$, ONDER
 INVLOED VAN DE FOUT IN DE NULINSTELLING.



DIFFUSOR		LELYSTAD		No. 67-4-05	
LANDBOUWHOGESCHOOL				D.D.	1967
HYDRAULICA  LABORATORIUM				Project	67-04
Blad-	van.	Maten:		Gez.	
Rev.:	Omschr.: GARTNER - 3.		Schaal	File	K

V_{max} (Schaalverdeling potentiometer)

Hydraulica Laboratorium Landbouwhogeschool
 (67-54)

II. Meetpunt "Regenriool"

A. Inleiding.

De afvoer van oppervlaktewater uit een stedelijk stroomgebied nabij Lelystad moet worden gemeten in een put, waarin het regenwater riool uitmondt. In opdracht van de Rijksdienst IJsselmeerpolders, werd in het Hydraulica Laboratorium van de Landbouwhogeschool een model van de put onderzocht. Voor het meten van de afvoeren werd een Thomson meetschot gekozen.

In het model werd getracht om de ongelijkmatige aanstroming te verbeteren. Schommelingen van het wateroppervlak nabij het meetpunt van de overstorthoogte moeten in verband met de aard van de toe te passen registratie apparatuur zoveel mogelijk worden vermeden.

Vervolgens werd de gemeten relatie tussen afvoer en overstorthoogte vergeleken met de formule van Cone. Het onderzoek werd verricht onder leiding van Ir. R.H.Pitlo.

B. Het modelonderzoek.

Het laboratorium onderzoek van het meetpunt "regenriool" was gericht op de volgende punten:

1. Beperking van de schommeling van het waterniveau bij het meetpunt.
2. IJking van het meetschot en vergelijking van de resultaten met de formule van Cone.
3. Onderzoek van de lineairiteit en de aanspreekgevoeligheid van de potentiometer in de peilapparatuur.

Schommeling waterniveau.

Reeds dadelijk na de aanvang van het onderzoek bleek, dat bij de oorspronkelijk voorgestelde afmetingen van de put de lengte bovenstrooms van het meetschot te gering was om een gelijkmatige schommelingsvrije aanstroming te verkrijgen.



Een duikschot leverde niet het gewenste resultaat op. Besloten werd om de put in de stroomrichting 50 cm te verlengen. De verlengde put met meetschot en duikschot is weergegeven in figuur 1.

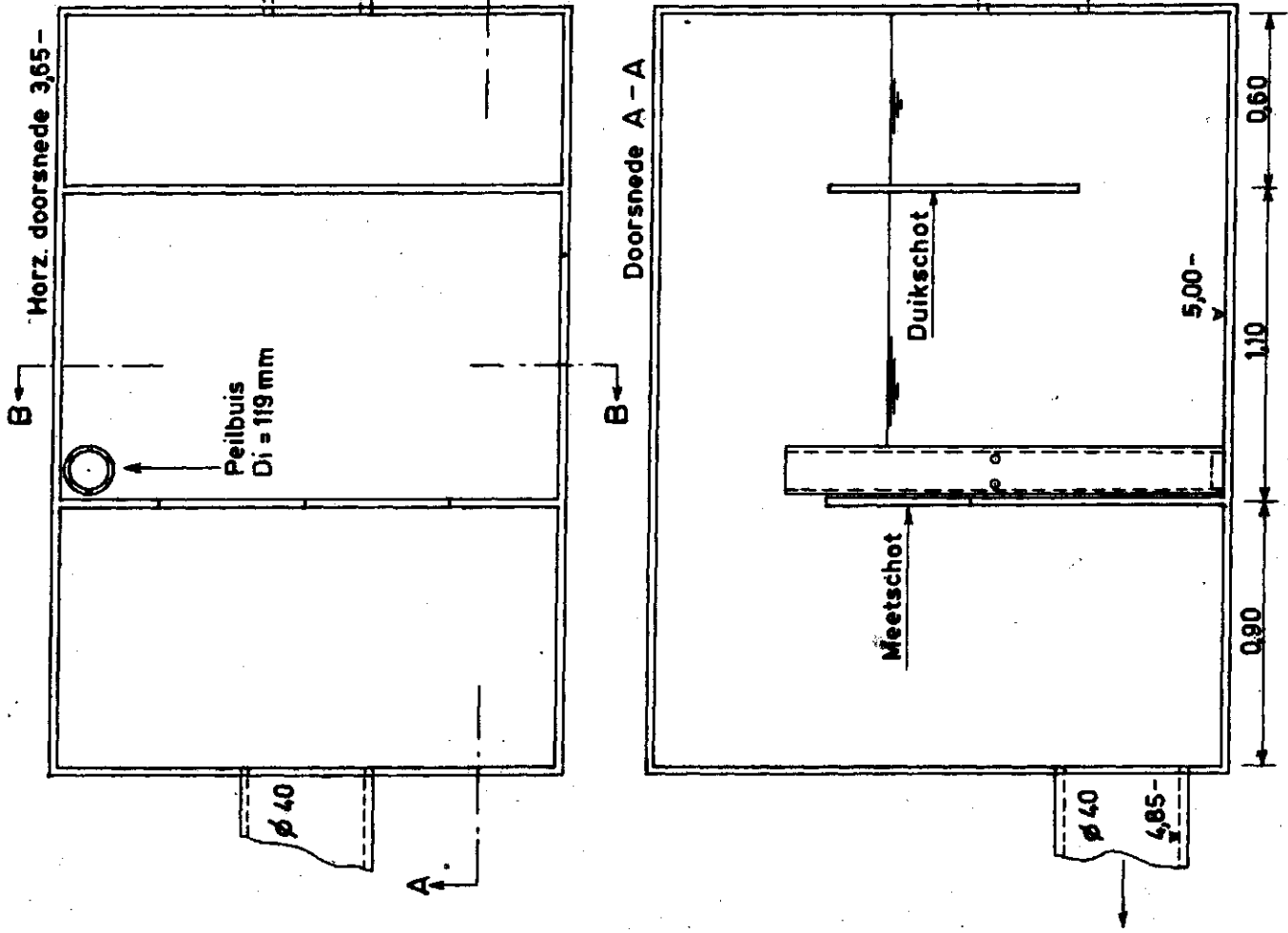
Door de keuze van de gaatjes grootte in de wand van de peilbuis is het mogelijk om de schommeling van het waterniveau in de buis te beperken. Hier staat tegenover, dat het peil in de buis langzamer zal reageren op niveau veranderingen in de put naarmate de gaatjes kleiner zijn. De kans bestaat, dat een snelle afvoer-piek niet voldoende snel in de buis wordt gevolgd. In de huidige omstandigheden werd aanvaardbaar geacht, dat een plotselinge stijging van 10 cm in de put een reaktietijd van 17 sec. tengevolge heeft. Dit wil zeggen, dat 17 sec. na een plotselinge stijging van 10 cm in de put, het peil in de buis op 1 mm na 10 cm is gestegen. Bij een inwendige peilbuisdiameter van 119 mm, bleken 6 gaatjes elk met een diameter van 5,1 mm een reaktietijd van 17 sec. te hebben. In bijlage 1 is aangegeven op welke wijze de reaktietijd werd bepaald. Opgemerkt moet hier nog worden, dat in verband met de beproeving van de peilapparatuur de peilbuis in het model niet op schaal werd verkleind, maar dezelfde diameter kreeg als in het prototype. Uit een proef met een op schaal verkleinde peilbuis bleek dat dit feit geen invloed had op de stroming in het model en op de relatie tussen overstorthoogte en afvoer van het meetschot.


Na het vaststellen van de gaatjes grootte in de peilbuis werd onderzocht op welke wijze het stromingsbeeld vóór het meetschot zo rustig mogelijk kon worden gemaakt. Het duikschot werd hierbij in verschillende standen beproefd, waarbij als beste resultaat werd gevonden een indompelingsdiepte tot de onderzijde van de aanvoerbuis. Het aanbrengen van stroomverdelersplaten bovenstrooms van het duikschot had een duidelijk gunstige invloed op de aanstroming. De beste resultaten traden op met 13 stroomverdelersplaten van een vorm zoals is weergegeven in figuur 2. Op de foto is het effect van de platen duidelijk zichtbaar.

Nadat deze konstruktie was aangebracht, bleek, dat een konstant debiet de schommelingen die in de peilbuis doordrongen nog maximaal 1,5 mm (of 3 mm in werkelijkheid)bedroegen.

Fig. 1

PUT MET THOMSON MEETOVERLAAT
 Meetpunt „regenriool” Lelystad



THOMSON MEETOVERLAAT		No. 10012-02	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	
HYDRAULICA  LABORATORIUM		Project	
Blad - van	Maten:	Gez.	
Rev.: A	Omschr.: <i>OP...</i>	Schaal	
		File	

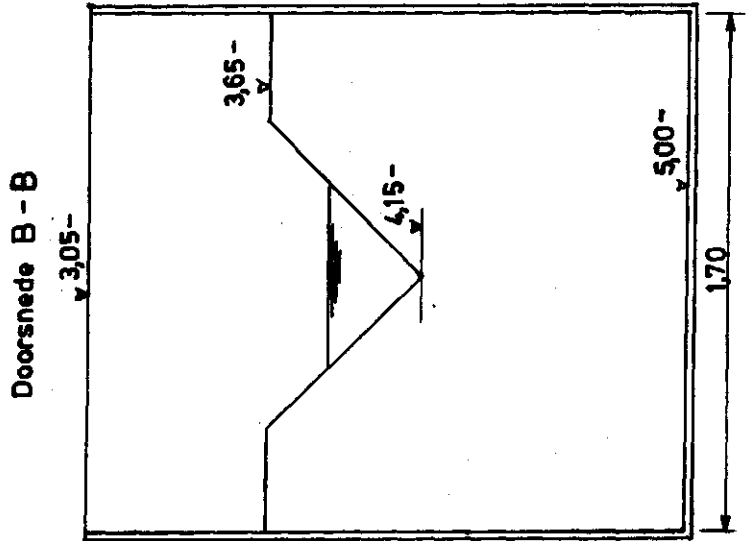

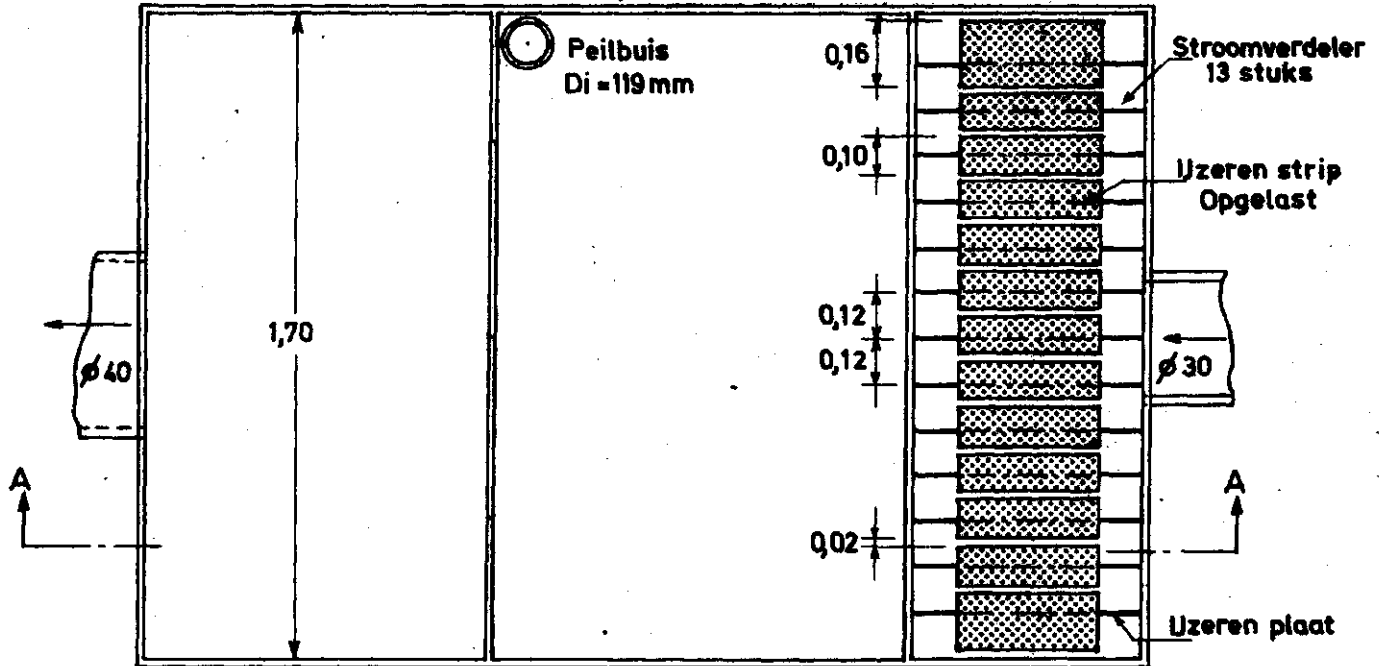
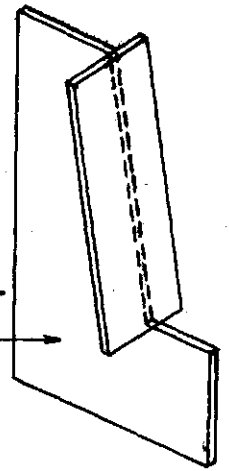


Fig. 2

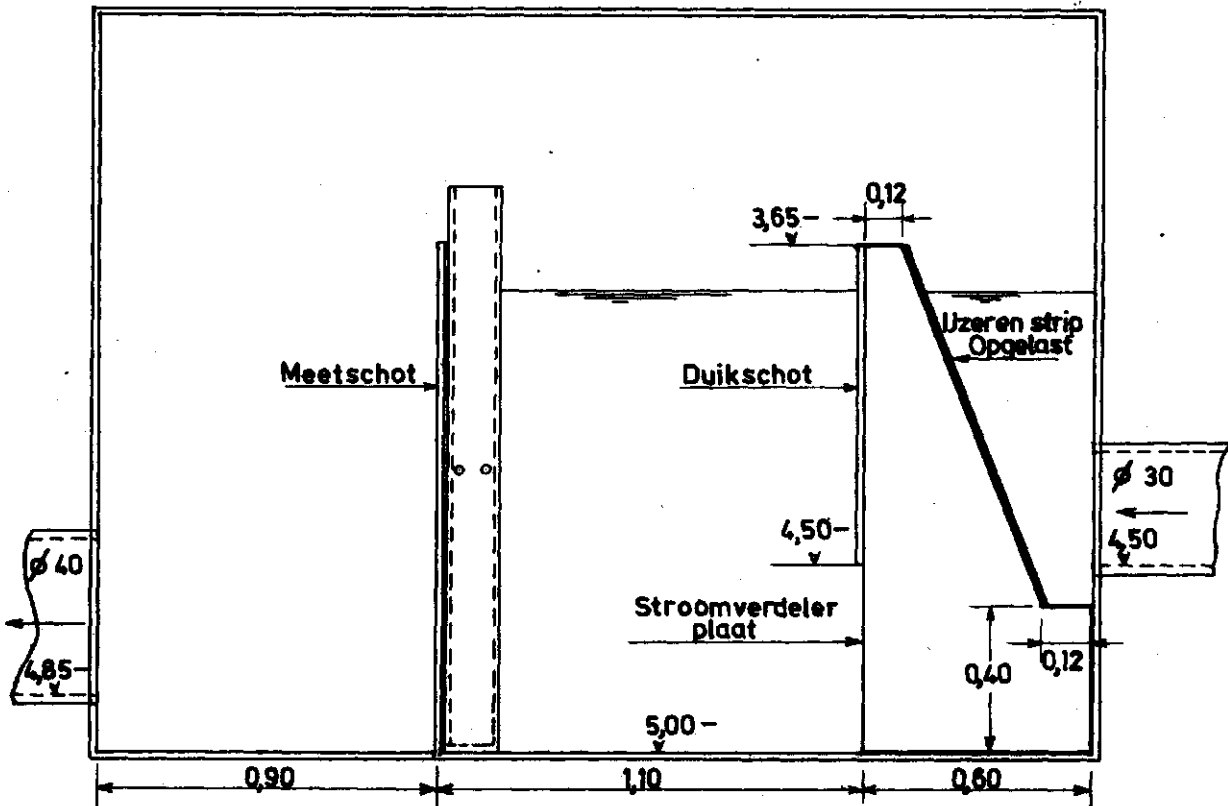
OPSTELLING DUIKSCHOT MET STROOMVERDELER

Meetpunt „regenriool” Lelystad

THOMPSON METER LELYSTAD		No. 6, 4 - 00	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	1916
HYDRAULICA  LABORATORIUM		Project	67-55
Blad - van.		Gez.	
Rev.:		Schaal	
Omschr.: <i>opstelling - Fig. 2</i>		File	L



Doorsnede A - A



Deze maximale schommeling werd alleen bij debieten van omstreeks 12 l/sec. (= 70 l/sec. in werkelijkheid) gevonden, in alle overige gevallen waren de schommelingen belangrijk kleiner.

Ijking van het meetschot.

Met behulp van een peilnaald welke tot op 0,1 mm nauwkeurig kon worden afgelezen werden bij verschillende debieten de optredende waterstanden in de peilbuis gemeten. De invloed van schommelingen in de peilbuis werd gekompenseerd door bij elk debiet het waterniveau een aantal keren te meten en van de uitkomsten het gemiddelde te nemen. De resultaten van de ijking zijn weergegeven in grafiek 1. Het blijkt, dat een goede overeenstemming wordt gevonden met de formule van Cone ¹⁾ voor een Thomson meetschot:

$$Q = 1,34 h^{2,48} \text{ m}^3/\text{sec.}$$

Onderzoek potentiometer.

De registratie van het waterniveau geschiedt als volgt. In de peilbuis bevindt zich een vlotter die door een geperforeerde stalen band via een wiel met pennen verbonden is met een kontragewicht. De draaiingsas van het wiel is tevens de as van een potentiometer. Veranderingen van het waterniveau veroorzaken een verdraaiing van de as en hierdoor een weerstandsverandering van de potentiometer. De weerstandsveranderingen van de potentiometer worden in een speciale eenheid omgevormd tot spanningsvariaties welke op ponsband worden geregistreerd. Van belang is dat de weerstandsverandering lineair verloopt met de waterstandsverandering. Teneinde dit te onderzoeken werd de potentiometer met vlotter en kontragewicht in een afzonderlijke opstelling beproefd. De waterstand werd telkens 2 cm verhoogd ("op"), terwijl de daarbij optredende weerstand van de potentiometer werd bepaald met een Philips meetbrug type PM 6301.

1) Cone V.M. "Flow through weir notches with thin edges and full contractions" Journal of Agricultural Research Vol V pag. 1051 - 1113, 1916.

Dezelfde proef werd gedaan bij dalende waterspiegel ("neer"). De resultaten zijn weergegeven in grafiek 2. Het blijkt, dat de weerstand inderdaad vrijwel lineair met de waterhoogte verandert.

Vervolgens werd nagegaan op welke peilvariatie het systeem nog zal reageren. Hiertoe werd over een hoogte van 1 cm het waterpeil trapsgewijze telkens 1 mm verhoogd ("op") en hierna op dezelfde wijze verlaagd ("neer"). Na elke verhoging of verlaging werd de weerstand van de potentiometer afgelezen. Door speling en wrijving in het mechanisme wordt bij stijging een te laag- en bij daling een te hoog niveau gemeten (zie grafiek 3). Het verschil tussen de peilaflezingen van "op" en "neer" bij een zelfde weerstandswaarde beliep tot ruim 3 mm. Neemt men aan dat speling en wrijving zowel in "op" als "neer" richting dezelfde zijn, dan belooft de afwijking tussen gemeten en optredend peil maximaal $1\frac{1}{2}$ mm. Uit grafiek 3 blijkt tevens de schoksgewijze reactie van het mechanisme op een waterstandsverandering.

C. Konklusie.

1. Uit het onderzoek blijkt, dat ook bij niet ideale aanstroming de formule van Cone voor het Thomson meetschot goed voldoet.
2. Een stroomverdeler is noodzakelijk om in de peilbuis een voldoende schommelingsvrij waterniveau te verkrijgen.
3. Tengevolge van speling en wrijving in het peilmechanisme kan het verschil tussen optredend- en gemeten peil tot $1\frac{1}{2}$ mm belopen.
4. De mogelijkheid is niet uitgesloten dat t.g.v. doordringen van schommelingen in de peilbuis bij konstante afvoeren van omstreeks 70 l/sec in het prototype variaties tot maximaal 3 mm in de overstorthoogte worden geregistreerd.

$$dt = \frac{F}{A} \cdot \frac{1}{C\sqrt{2g}} \cdot (H-h)^{-1/2} dh$$

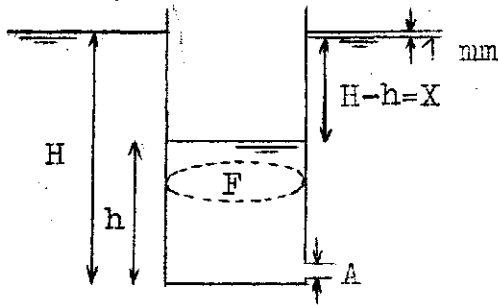
Sieil $H-h = P$ $\frac{dP}{dh} = -1$

des $dt = \frac{F}{A} \cdot \frac{1}{C\sqrt{2g}} P^{-1/2} dP$

Bijlage I. (meetpunt "regenriool").

Bepaling van de reactiesnelheid in een peilbuis op peilverschillen erbuiten.

Beschouw een buis waarvan de oppervlakte van de doorsnede $F \text{ mm}^2$ bedraagt (zie figuur). In de buis bevindt zich een opening met een oppervlakte van $A \text{ mm}^2$. Het peil buiten de buis wordt plotseling $X \text{ mm}$ verhoogd. Gevraagd wordt de benodigde tijd voor stijging van het waterpeil in de buis tot $H - 1 \text{ mm}$.



Het debiet t.g.v. instroming bij A bedraagt

$$q = C.A. \sqrt{2g(H - h)} \quad \dots\dots\dots(1)$$

Hierin is C een konstante die uit een proef moet worden bepaald.

De toename van het watervolume in de peilbuis bedraagt per tijdseenheid:

$$q = \frac{dR}{dt}$$

Verder is $R = F \cdot h$ dus $\frac{dR}{dt} = F \frac{dh}{dt}$.

Substitutie in (1) levert:

$$F \frac{dh}{dt} = C.A. \sqrt{2g} (H - h)^{\frac{1}{2}} \quad \int$$

$$dt = F/A \cdot \frac{1}{C\sqrt{2g}} \cdot (H - h)^{\frac{1}{2}} dh = -F/A \cdot \frac{2}{C\sqrt{2g}} d(H - h)^{\frac{1}{2}}$$

Subst. $\sqrt{2g} = 140 \text{ mm}^{\frac{1}{2}}/\text{sec}$:

$$dt = -\frac{F}{A} \cdot \frac{1}{70C} d(H - h)^{\frac{1}{2}}$$

1950

1951

1952

1953

1954

1955

1956

1957

1958

1959

1960

1961

1962

1963

1964

1965

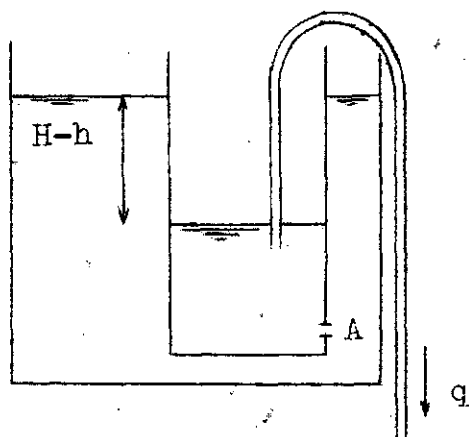
1966

De benodigde tijd voor stijging van $H - h = X$ tot $H - h = 1$ mm bedraagt:

$$\int_0^T dt = T = - \frac{F}{A} \cdot \frac{1}{70C} \int_{H-h=X}^{H-h=1} d(H-h)^{\frac{1}{2}}$$

$$T = \frac{F}{A} \cdot \frac{X^{\frac{1}{2}} - 1}{70 \cdot C} \dots \dots \dots (2)$$

Bepaling van C.



Bij een konstant buitenpeil wordt met behulp van een hevel water uit de peilbuis gezogen. Zodra zich een evenwicht heeft ingesteld kunnen q en $H - h$ worden gemeten.

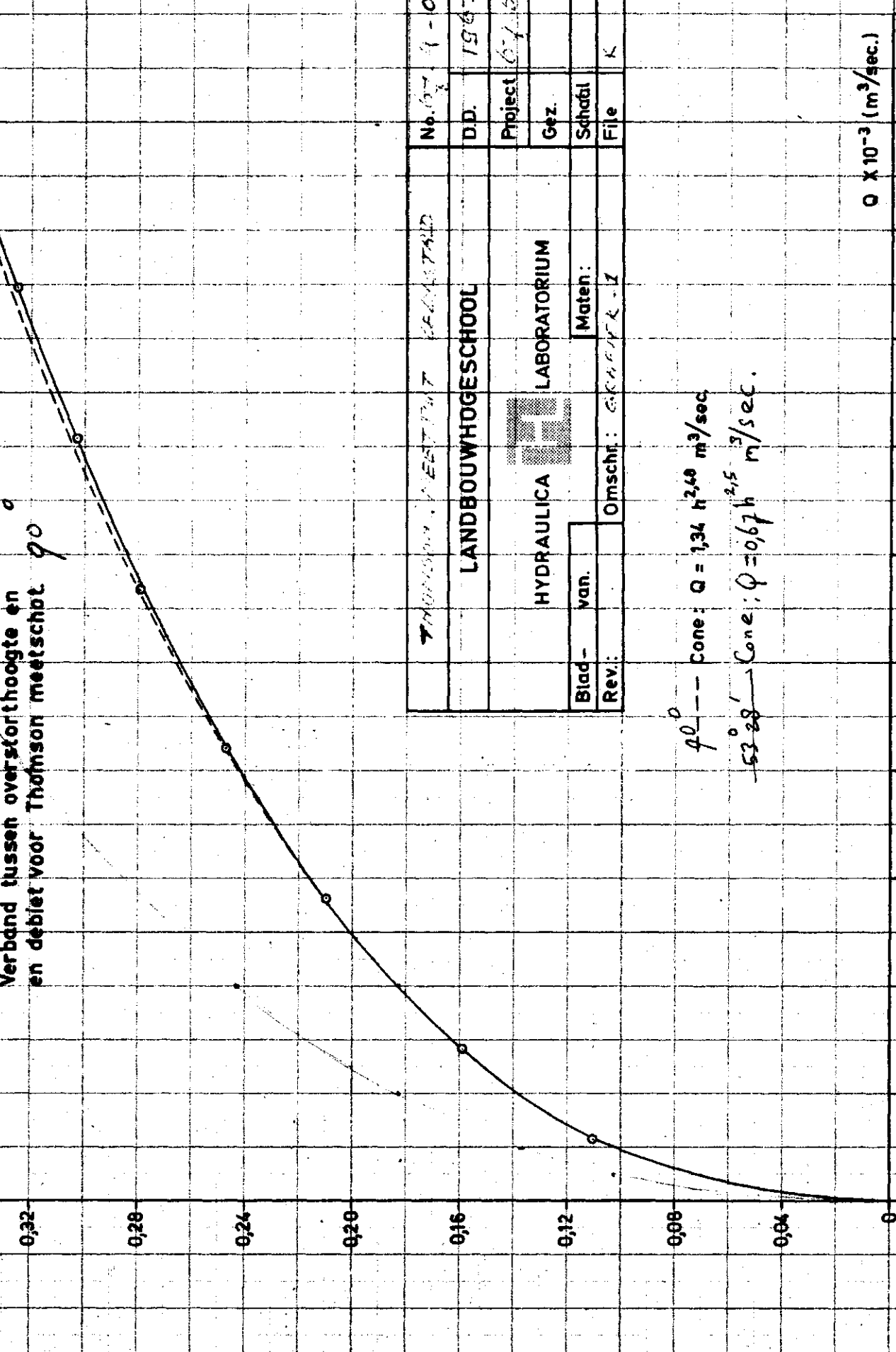
Met behulp van formule (1) kan C worden berekend.

Substitutie in (2) levert T op.

Tijdens het modelonderzoek werd voor C een waarde gevonden van 0,72. De met behulp van deze waarde berekende T stemde goed overeen met de in het model gemeten T

0,36 — h (m)

Grafiek 1
Meetpunt „Regensloot“
Verband tussen overstorthoogte en
en debiet voor Thomson meetschat 90



THOMSON MEETSCHAT		No. 07 1-09
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D. 1967
HYDRAULICA LABORATORIUM		Project 67-65
Blad - van.	Maten:	Gez.
Rev.:	Omschri.: GRADYK - I	Schöfel
		File K

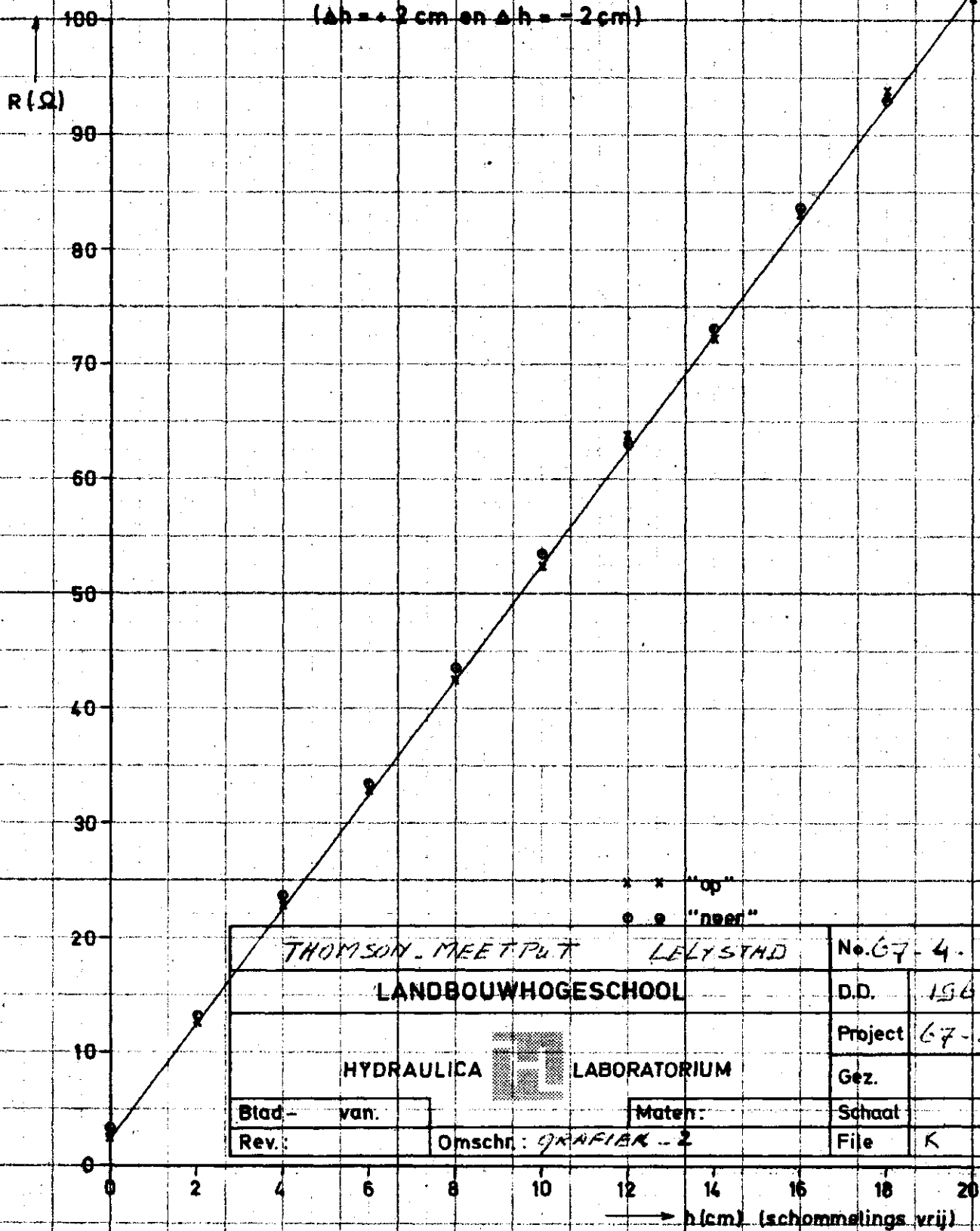
40° --- Cone: $Q = 1,34 h^{2,68} m^3/sec$
 53°28' --- Cone: $Q = 0,67 h^{2,15} m^3/sec$

$Q \times 10^{-3} (m^3/sec.)$

$Q (m^3/sec)$

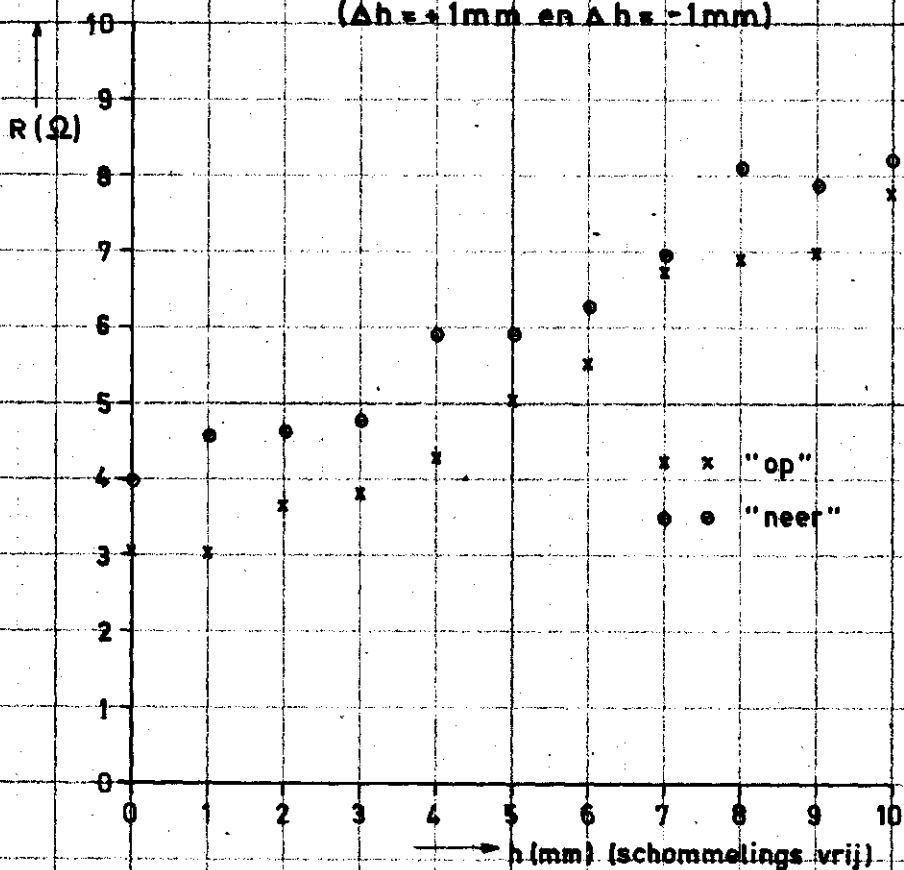
0 10 20 30 40 50 60 70 80 90 100 110
HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (67-65)

Grafiek 2
Weerstandverandering potentiometer bij
stapsgewijze verandering van het waterniveau
($\Delta h = +2$ cm en $\Delta h = -2$ cm)




THOMSON-MEETPUT		LELYSTAD		No. 67-4-10	
LANDBOUWHOGESCHOOL				D.D.	1967
HYDRAULICA				Project	67-55
LABORATORIUM				Gez.	
Blad van:		Maten:		Schaal	
Rev.:		Omschr.:	GRAFIEK - 2	File	K

Grafiek 3
 Weerstandsverandering potentiometer bij
 stapsgewijze verandering van het waterniveau
 ($\Delta h = +1\text{mm}$ en $\Delta h = -1\text{mm}$)



(57-55)

THUNSON-MEETPOT LELYSDAD		No. 67-4-11	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.: 1967	
HYDRAULICA  LABORATORIUM		Project 67.55	
Blad- van.		Maten:	Schaal
Rev.:	Omschr.: GRAFIEK - 3		File K.