

NN31050.85-08

1985-08

stora

Meten en bemonsteren
van
afvalwaterstromen

III. Minimalisering put-afmetingen
(rechtthoekige scherpe overlaten)

BIBLIOTHEEK
STARRINGGEBOUW

12. 31. 87, 100-108

stora

postbus 414, 2280 AK rijswijk

070 - 99.11.33

stichting toegepast onderzoek reiniging afvalwater

Meten en bemonsteren
van
afvalwaterstromen

III. Minimalisering put-afmetingen
(rechthoekige scherpe overlaten)



0000 0710 1815

1987

100-108 *

	Inhoud	I
	Ten geleide	III
1	SAMENVATTING	I
2	INLEIDING	2
3	MEETPUTTEN VOORZIEN VAN EEN RECHTHOEKIGE SCHERPE OVERLAAT	3 - 24
3.1	Doel van het onderzoek	3 - 6
3.2	Resultaten modelonderzoek met het meetschot $b/B = 0,80$	6 - 10
3.3	Invloed van de plaats van de borrelbuis ten opzichte van de fleepalt op de waterstandsregistratie	11 - 12
3.4	Resultaten modelonderzoek met het meetschot $b/B = 0,55$	12 - 15
3.5	Resultaten modelonderzoek met het meetschot $b/B = 1,00$	15 - 17
3.6	Aanbevolen standaardmeetput	18 - 20
3.7	De nauwkeurigheid van de afvoerbetrekking	20 - 21
3.8	Voorbeeld van ontwerp	22 - 24
4	BESPREKING VAN DE RESULTATEN	25 - 26
5	GERAADPLEEGDE LITERATUUR	27 - 28
	Symbolen en eenheden	29 - 30
	BIJLAGE 1 - Tabellen	31 - 45
	BIJLAGE 2 - Figuren	47 - 69
	BIJLAGE 3 - Fotobladen	71 - 75

Ten geleide

De door ISO voorgeschreven aanstroo lengten bovenstrooms van de meetsectie in putten met rechthoekige scherpe overlaten voor afvalwaterdebietmeting zijn - gezien de hoge beoogde nauwkeurigheid - vrij groot.

Het voorliggende rapport beschrijft een onderzoek naar de mogelijkheden de putafmetingen te verkleinen.

Door toepassing van duikschotten in- en aanpassing van breedte en diepte van de meetgoot blijken aanzienlijke reducties van deze afmetingen mogelijk. De fout ten opzichte van het ware debiet, die daardoor ontstaat, bedraagt slechts 2 à 3%.

Het onderzoek werd door het algemeen bestuur van de STORA, op voorstel van de Onderzoekadviescommissie*, opgedragen aan de vestiging Wageningen van het Waterloopkundig Laboratorium. Projectleider was ing. W. Boiten, die zijn bevindingen vastlegde in rapport M 1963 van het Waterloopkundig Laboratorium.

De commissie die namens de STORA dit onderzoek begeleidde, bestond uit: ing. D. van Droffelaar (voorzitter), ing. J. Hendriksma en ing. P. Jansen.

Rijswijk, oktober 1985.

De directeur van de STORA

drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff

* De Onderzoekadviescommissie, die tot dit project adviseerde, bestond uit: prof.ir. A.C.J. Koot (voorzitter), drs. J.F. Noorthoorn van der Kruijff (secretaris) en dr.ir. H.J. Eggink, prof.dr. P.G. Fohr, ir. R. Karper, ir. C.H. Koggeleijn, ir. J.S. Kuyper, ir. Th.G. Martijn, ir. H.A. Meijer, ir. H.M.J. Scheltinga, dr.ir. D.W. Scholte Ubink, ir. J. van Selm, ir. M. Tiessens, drs. A.A. Wismeijer (leden).

SAMENVATTING

De afmetingen van putten met rechthoekige scherpe overlaten voor de debietmeting van afvalwaterstromen zijn door de "International Organization for Standardization (ISO)" vastgelegd in het voorschrift ISO 1438/1 Part. 1: Thin plate weirs, 15-04-1980.

De hierin voorgeschreven aanstroomb lengten bovenstrooms van de meetsectie zijn vrij groot om de debieten met een grote mate van betrouwbaarheid af te kunnen leiden uit de gemeten overstorthoogte. Verkorting van deze aanstroomb lengte leidt tot verslechtering van de condities in de h-meetraai, waardoor een afwijkende overstorthoogte h wordt gemeten en dientengevolge debieten met een afwijking.

Duikschotten hebben een ordenend effect op de aanstroming. Onder de voorwaarde dat de fout in de bepaling van het debiet niet groter mag zijn dan 2 à 3% ten opzichte van het ware debiet, is in schaalmodellen onderzocht hoever door toepassing van duikschotten en door variatie van breedte en diepte van de meetgoot de aanstroomb lengte ervan kon worden teruggebracht.

De proefseries waarin de afstand duikschot-meetschot, ook als functie van de h/B -verhouding, werd gevarieerd, tonen aan dat onder bovengenoemde voorwaarde een aanzienlijke reductie in de afmetingen van meetputten voor rechthoekige scherpe overlaten mogelijk is.

Het in dit rapport beschreven onderzoek had tot doel het verkleinen van de afmetingen van meetputten met rechthoekige scherpe overlaten voor de debietmeting van afvalwaterstromen.

De International Organization for Standardization (I.S.O.) heeft voor deze debietmeetinrichting de Standaard ISO 1438/1 Part 1: "Thin plate weirs, 15-04-1980" opgesteld.

De hierin voorgeschreven aanstroomlengten bovenstrooms van de meetsectie zijn vrij groot, teneinde in de raai waar de overstorthoogte h wordt gemeten een goede snelheidsverdeling en een rustige waterspiegel te hebben. Slechts dan is het mogelijk, de debieten met een grote mate van betrouwbaarheid af te leiden uit de gemeten overstorthoogte.

Verkleinen van de aanstroomlengte leidt tot verslechtering van de condities in de h -meetraai, waardoor een afwijkende overstorthoogte h wordt gemeten.

De hieruit bepaalde debieten houden dientengevolge eveneens een afwijking in.

Randvoorwaarde in het huidige onderzoek is, dat de fout in de bepaling van het debiet - ten gevolge van het verkleinen van de put-afmetingen - beperkt blijft tot 2 à 3%.

Bij het onderzoek ter verkleining van de meetputten met Thomson-meetschotten bleek het plaatsen van een duikschot op enige afstand bovenstrooms van het meetschot een ordenend effect te hebben op een sterk verstoord stroombeeld.

In eerste instantie is ook voor het onderhavige onderzoek gedacht aan het installeren van een duikschot, waarbij de beoogde minimalisering dan hoofdzakelijk betrekking heeft op de afstand tussen meetschot en duikschot. Bij het onderzoek aan de rechthoekige scherpe overlaat is tevens gestreefd naar minimalisering van de overige afmetingen.

3 MEETPUTTEN VOORZIEN VAN EEN RECHTHOEKIGE SCHERPE OVERLAAT

3.1 Doel van het onderzoek

De breedte, de diepte en de aanstroamlengte van de meetput zullen zò ver worden verkleind - uitgaande van de ISO-voorschriften - dat de hierdoor ontstane fout in de debietbepaling niet meer bedraagt dan 2 à 3% van het ware debiet.

Het onderzoek wordt uitgevoerd met behulp van schaalmodellen.

Figuur 1 geeft een overzicht van het model.

De afvoerformule voor de rechthoekige scherpe overlaat - volgens Kindsvater/Carter, en ontleend aan ISO 1438/1 - luidt:

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot b_e \cdot h_e^{1,50} \quad (I)$$

waarin:

Q het debiet (m^3/s)

g versnelling ten gevolge van de zwaartekracht, $g = 9,81 m/s^2$

C_e afvoercoëfficiënt (-)

$C_e = a + a'$ (h/P) waarbij a en a' afhankelijk van b/B

b = breedte van het meetschot (m)

B = breedte van de goot (m)

h = overstorthoogte (m)

P = apexhoogte van het meetschot (m)

b_e effectieve afvoerende breedte (m)

$b_e = b + k_b$

k_b = correctie op de breedte, afhankelijk van b/B

h_e effectieve overstorthoogte (m)

$h_e = h + k_h$

k_h = correctie op de overstorthoogte, $k_h = 0,001 m$

Voor de onderzochte meetschotten gelden de waarden, vermeld in tabel 1.

b/B	a	a'	k_b
(-)	(-)	(-)	(m)
0,55	0,5925	0,014	0,0034
0,80	0,596	0,045	0,0042
1,00	0,602	0,075	-0,0009

Tabel 1. Basisgegevens scherpe meetschotten

De Standard ISO 1438/1 geeft vier formules:

- de Kindsvater/Carter-formule
 - de SIA-formule
 - de Rehbock-formule
 - de IMFT-formule
- } geldig voor alle b/B verhoudingen
- } uitsluitend geldig voor b/B = 1

De formules volgens SIA en IMFT zijn iets gecompliceerder dan de beide andere. Ze worden om deze reden weinig toegepast.

Uit recent onderzoek [BOITEN, S170-XIII] is tevens gebleken, dat voor meetschotten met b/B = 1 de Rehbock-formule betrouwbaarder resultaten geeft dan de formule volgens Kindsvater/Carter.

Voor het huidige onderzoek is derhalve gekozen voor de volgende twee formules:

- de Kindsvater/Carter formule voor b/B < 1
- de Rehbock-formule voor b/B = 1

De afvoerformule voor de rechthoekige scherpe overlaat - volgens Rehbock, en ontleend aan ISO 1438/1 - luidt:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot b \cdot h_e^{1.50} \quad (II)$$

waarin:

$$C_e = 0,602 + 0,083 h/P$$
$$h_e = h + 0,0012 \text{ m.}$$

De meetafwijkingen ten gevolge van een niet ideale aanstroming worden als volgt gedefinieerd:

$$X_Q = 100 \frac{Q_{\text{ber.}} - Q_{\text{gem.}}}{Q_{\text{ber.}}} (\%) \quad (III)$$

X_Q is de procentuele fout in het debiet

$Q_{\text{ber.}}$ is het debiet berekend met de afvoercoëfficiënt C_e volgens de ISO-norm en met de enigszins afwijkende overstorthoogte h , zoals opgemeten in het model

$Q_{\text{gem.}}$ is het debiet, gemeten in het model met een electro-magnetische flowmeter. De maximaal te verwachten onzekerheid in de debietmeting wordt aangegeven door een toevallige fout van ten hoogste 1%.

Bij het ontwerpen van een meetgoot wordt de breedte B bepaald door de breedte b van het meetschot en de gewenste verhouding b/B.

De breedte b van de overlaat hangt af van het maximum debiet en een eventuele begrenzing aan $h_{\max.}$.

Een voorkeur voor een bepaalde b/B-verhouding wordt door het volgende bepaald:

- $b/B = 1$ levert een smalle meetgoot en vraagt om een kunstmatige beluchting van de overstortende straal
- $b/B < 1$ levert een relatief bredere meetgoot (uit kostenoverweging niet aantrekkelijk) en zorgt voor natuurlijke beluchting.

Voor een ontwerp van een nieuw te bouwen rechthoekige scherpe overlaat gaat de voorkeur uit naar een meetschot $b/B = 0,80$ om de volgende redenen:

- relatief smalle goot
- natuurlijke beluchting.

Het onderzoek heeft zich om deze reden primair gericht op het meetschot $b/B = 0,80$.

Ter controle van het ontwerp zijn enkele meetseries uitgevoerd met de meetschotten $b/B = 0,55$ en $b/B = 1,00$.

Uit een opgave van het RIZA – waarvan wordt aangenomen dat ze globaal representatief is met betrekking tot de variaties in b/B en $h_{\max.}/P$ – volgen de gegevens van acht overlaten, zoals samengevat in tabel 2.

De fotobladen 1 en 2 geven een indruk van enkele praktijksituaties (Zwolle en Bolsward).

b (m)	B (m)	P (m)	$h_{\max.}$	b/B	$h_{\max.}/P$
0,35	0,98	0,21	0,32	0,357	1,52
1,20	1,50	0,44	0,39	0,800	0,98
0,70	2,25	0,36	0,80	0,311	2,22
2,00	2,37	0,25	0,20	0,844	0,80
1,00	2,00	0,50	0,50	0,500	1,00
1,00	3,00	1,00	0,67	0,333	0,67
3,00	3,75	0,60	0,80	0,800	1,33
5,00	6,00	0,57	0,52	0,833	0,91

Tabel 2. Hoofddimensies van acht scherpe overlaten

De diepte van de meetgoot wordt bepaald door de apexhoogte P van het meetschot en de maximale overstorthoogte h_{\max} . De waterdiepte vóór het meetschot bedraagt $P + h_{\max}$.

Bij toepassing van een duikschot is het maximaal toelaatbare verval over het duikschot arbitrair vastgesteld op $\Delta h = 0,20$ m. (Een waterstandsverhoging $\Delta h > 0,20$ m is in de praktijk niet aantrekkelijk vanwege de beperkingen die er doorgaans zijn aan het totale verval, dat beschikbaar is voor de debietmeting.)

Tevens is de maximale overstorthoogte vastgesteld op $h_{\max} = 0,80$ m (in overeenstemming met ISO 1438/1).

In die gevallen, waar $h_{\max} < 0,80$ m is, wordt het toelaatbaar verval over het duikschot aangehouden op $\Delta h \leq 0,25 h_{\max}$.

Het verval over het duikschot neemt toe naarmate de doorlaathoogte W afneemt.

Op basis van een globaal vooronderzoek met een meetschot $b/B = 0,80$ is de doorlaathoogte onder het duikschot vastgesteld op $W = 0,9 P$.

Uit metingen in het model volgt de maximale waarde voor h/P waarbij het verval $\Delta h = 0,20$ m (werkelijkheid) wordt bereikt. Hiermee is de minimale waarde voor P benaderd. Bovendien geldt volgens ISO 1438/1 de voorwaarde $P \geq 0,10$ m.

De aanstroamlengte Y , waarbij de afwijking in de gemeten overstorthoogte h_{\max} resulteert in $X_Q = 2,5\%$ volgt uit een serie metingen bij verschillende afstanden tussen duikschot en meetschot.

De Standard ISO 1438/1 schrijft een aanstroamlengte $Y \geq 10 b$ voor, zonder deze te relateren aan h_{\max} .

De aanbevolen afmetingen voor de te ontwerpen standaard-meetput zullen worden gerelateerd aan de maximale overstorthoogte h_{\max} .

Op de fotobladen 1 en 2 zijn rechthoekige scherpe overlaten te zien uit Zwolle en Bolsward.

3.2 Resultaten modelonderzoek met het meetschot $b/B = 0,80$

Het onderzoek is uitgevoerd in een goot $B = 0,51$ m (figuur 1).

De breedte van het meetschot bedroeg $b = 0,4073$ m (figuur 2).

De apexhoogte $P = 0,20$ m.

De doorlaathoogte onder het duikschot $W = 0,18$ m.

Een overzicht van de uitgevoerde meetseries is gegeven in tabel 3.

De resultaten van dit modelonderzoek worden gegeven in de tabellen 4 t/m 17 in bijlage 1 en in de figuren 1 t/m 23 in bijlage 2; fotoblad 3 toont de laboratoriumopstelling.

serie	Y duikschot	pijpaanvoer D = 0,24 m		resultaten in:	
		hoogte e (m)	afstand Y (m)	tabel	figuur
1				4	4
2	2,87			5	5
3	3,00			6	6
4a	3,21			7	7
4b	3,25			8	8
5	4,06			9	9
6a	3,00	0,125	3,50	11	15
6b	3,25	0,125	3,75	12	16
7	3,25	0,185	3,75	13	17
8a	-	0,125	3,71	14	18
8b	-	0,185	3,71	15	19
9	3,33			16	20
9a	3,33	0,125	3,83	17	22

Tabel 3. Overzicht van de uitgevoerde meetseries met de scherpe overlaat (b/B = 0,80)

Per meetserie zijn ten hoogste 10 verschillende debieten ingesteld.

Bij elk ingesteld debiet is ten hoogste op drie plaatsen de overstorthoogte gemeten:

- in de peilput op $Y = 0,79 \text{ m} \rightarrow h_2$ (deze afstand is circa $4 h_{\text{max.}}$)
- met een ultrasonore meting op $Y = 0,79 \text{ m}$ in het hart van de goot $\rightarrow h_s$
- in een peilput op $Y = 1,09 \text{ m} \rightarrow h_3$.

Maatgevend voor de beoordeling van het ontwerp is de gemeten h_2 .

Bij het meten van een waterstand bij een sterk verstoorde aanstroming doen zich twee problemen voor:

- a) door de sterke turbulentie ontstaat golfvorming. Zowel bij het meten via een peilput als ook bij de ultrasonore meting vindt uitdemping plaats van de onrustige waterspiegel. Hierbij wordt aangenomen, dat de uitgedempte waarde gelijk is aan de gemiddelde waarde.
- b) door een niet ideale snelheidsverdeling in de h_{meetraai} - bijvoorbeeld veroorzaakt door de gerichte straal onder een duikschot - is de gemeten overstorthoogte doorgaans lager dan bij een ideale snelheidsverdeling volgens de ISO-normen.

De afwijking X_Q bereikt daardoor een negatieve waarde.

Voor elk ingesteld debiet Q_{gem} is uit de gemeten overstorthoogte h het debiet berekend met de afvoercoëfficiënt C_e volgens ISO 1438/1. De afwijking in het debiet is gedefinieerd als $X_Q = 100 (Q_{ber.} - Q_{gem.})/Q_{ber.}$ (%).

Voor de meeste series geldt:

- X_Q uit h_3 overtreft X_Q uit h_2 omdat de meetraai h_3 dichterbij het hoog turbulente gebied ligt;
- X_Q uit h_s vertoont ook dit beeld. Een verklaring hiervoor is moeilijk te geven.

Figuur 3 geeft het overzicht van de vormgeving in de meetseries 1 t/m 5.

Serie 1 is uitgevoerd met een grote ongestoorde aanstroamlengte, ter vergelijking met de gegevens uit de Standard ISO 1438/1.

Tabel 4 en figuur 4 geven de resultaten.

Uit de metingen van h_2 volgt $-1,1\% < X_Q < +1,1\%$, hetgeen er op duidt dat het meetschot in het model een Q - h relatie levert, die een betrouwbare reproductie is van die volgens ISO 1438/1.

Series 2 t/m 5 zijn uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in:

- a. het verval Δh over het duikschot als functie van de overstorthoogte h_2 .
- b. de afwijking X_Q bij h_{max} als functie van de plaats van het duikschot.

De tabellen 5 t/m 9 en de figuren 5 t/m 9 geven de resultaten.

ad a. Het verval over het duikschot

Van de in de series 2 t/m 5 gemeten tien debieten en bijbehorende waterstanden h_0 (bovenstrooms van het duikschot) zijn de gemiddelden berekend. Uit deze debieten zijn de overstorthoogten h_2 berekend met de afvoercoëfficiënt C_e volgens ISO 1438/1. Het verval over het duikschot $\Delta h = h_0 - h_2$.

Figuur 10 geeft het verband $\Delta h/P - h_{1d}/P$.

Met behulp van deze grafiek en uitgaande van $h_{max} = 0,80$ m (werkelijkheid) kan nu voor verschillende waarden van P het bijbehorende verval Δh worden bepaald. Tevens volgt de modelschaal n_1 uit de gekozen waarde voor P .

- $h_{max} = 0,80$ m, met $P = 0,80$ m wordt $h/P = 1,00$

$$\Delta h/P = 0,185 \text{ en } \Delta h = 0,148 \text{ m}$$

$$P_{model} = 0,20 \text{ m, waaruit } n_1 = 0,80/0,20 = 4,0$$

- $h_{max} = 0,80$ m, met $P = 0,72$ m wordt $h/P = 1,11$

$$\Delta h/P = 0,275 \text{ en } \Delta h = 0,198 \text{ m}$$

$$P_{model} = 0,20 \text{ m, waaruit } n_1 = 0,72/0,20 = 3,6$$

Uit een maximum waarde voor het verval, vastgesteld op $\Delta h = 0,20$ m volgt de

ontwerpmaat $P = 0,72$ m ($h_{\max}/P = 1,11$) en voor het model de schaal $n_1 = 3,6$.

ad b. De afwijking X_Q

Tabel 10 geeft de meetafwijkingen X_Q als functie van de afstand tussen duikschot en meetschot voor $h_{\max}/P = 1,00$ en voor $h_{\max}/P = 1,11$. De gegevens zijn ontleend aan de figuren 5 t/m 9.

Deze verbanden zijn uitgezet in de figuren 11 en 12, met behulp waarvan de grenswaarde voor de afstand Y tussen meetschot en duikschot kan worden vastgesteld bij een maximaal toelaatbare waarde voor X_Q .

$Y_{\text{duikschot}} = (\text{afstand duikschot} - \text{meetraai} + \text{afstand meetraai} - \text{meetschot}) \times n_1$

Voor $X_Q = -2,5\%$ volgt dan:

- figuur 11 $h_{\max}/P = 1,00$ $Y_{\text{duikschot}} = (2,21 + 0,79) \times 4,0 = 12,00$ m

$$Y/h_{\max} = 15,0$$

- figuur 12 $h_{\max}/P = 1,11$ $Y_{\text{duikschot}} = (2,46 + 0,79) \times 3,6 = 11,70$ m

$$Y/h_{\max} = 14,6.$$

De aanbevolen minimale afstand tussen duikschot en meetschot wordt:

$$Y = 14,6 h_{\max}.$$

Figuur 13 geeft het Froude-getal Fr , dat een maat is voor de turbulentie, direkt achter het duikschot. Hierbij is aangenomen, dat de minimale straaldikte $0,88 W$ bedraagt.

Voor $h_{\max}/P = 1,11$ wordt $Fr = 0,62$ gevonden ($Fr \geq 1$ betekent dat zich schietend water voordoet, een situatie die in de omgeving van een meetsectie i.c. een meetraai vermeden dient te worden).

Figuur 14 geeft het overzicht van de vormgeving in de meetseries 6a t/m 9a.

series 6a t/m 7 zijn situaties waarbij in het model op $0,50$ m voor het duikschot een aanvoer plaats vond via een pijp $D = 0,24$ m. De hoogte e van hart pijp tot de bodem was respectievelijk $e = 0,125$ m (onderkant pijp op de bodem) en $e = 0,185$ m.

De tabellen 11 t/m 13 en de figuren 15 t/m 17 geven de resultaten:

- onderlinge vergelijking van de series 6b en 7 leert dat een laag geplaatste pijp slechts weinig ongunstiger is dan een hoger geplaatste pijp;

- worden beide series vergeleken met serie 4b (in alle gevallen

$Y_{\text{duikschot}} = 3,25$ m), dan blijkt dat de afwijking X_Q uit een pijpvormige

verstoring + duikschot iets minder ongunstig is dan die waarbij wel het duikschot geplaatst is, maar geen verstoring door pijp-aanvoer plaats vindt.

series 8a en 8b zijn situaties, waarbij in het model een pijpvormige aanvoer was, maar het duikschot was verwijderd. Nu deden zich grotere golven voor. De tabellen 14 en 15 en de figuren 18 en 19 geven de resultaten. Na uitdemping van de golven via de peilput of met de op maximale demping ingestelde sensor bleek de afwijking X_Q niet slechter dan -2,5%. Dit onverwacht gunstige resultaat geldt uitsluitend voor de onderzochte situaties. Andere vormen van verstoring, waaronder met name de asymmetrische, kunnen een ongunstiger beeld te zien geven.

serie 9 is de situatie waarin het duikschot is opgesteld op een afstand $Y = 15 h_{\max.}$ (in het model $n_1 = 3,6$ is $h_{\max.} = 0,222$ m, waardoor $Y = 3,33$ m). Dit is de aanbevolen minimale afstand tussen duikschot en meetshot.

Tabel 16 en figuur 20 geven de resultaten $h_{id}/P - X_Q$.

Voor $h_{\max.}/P = 1,11$ is het verloop van de waterspiegel gemeten met behulp van een Pitot-buis in het hart van de goot.

Figuur 21 geeft een beeld van het waterspiegelverloop. Hieruit kan worden afgeleid dat verplaatsing van de h-meetraai in bovenstroomse richting gepaard zal gaan aan een systematisch te laag gemeten overstorthoogte h , die resulteert in afwijkingen $-2,5\% < X_Q < -45\%$ afhankelijk van de plaats van de h-meetraai.

serie 9a is de laatste meetserie met $b/B = 0,80$.

Het doel van de metingen was om, voor de gekozen afstand $Y = 15 h_{\max.}$ voor het duikschot, aan te tonen dat een pijp-aanvoer op 0,50 m vóór het duikschot - ondanks een vrij turbulente aanstroming - toch leidt tot zeer aanvaardbare meetresultaten $X_Q < 1\%$.

Tabel 17 en figuur 22 geven de resultaten.

Figuur 23 toont de registraties van de ultrasonore hooftmeting tijdens de series 9 en 9a. Bij serie 9 (duikschot op $Y = 15 h_{\max.}$) is de bandbreedte iets meer dan bij serie 9a (als serie 9 maar met pijp-aanvoer). Dit houdt in dat de turbulentie bij serie 9 sterker is dan bij serie 9a, en dat dientengevolge de meetafwijking X_Q bij serie 9 groter is dan bij serie 9a. Het laatste wordt bevestigd door vergelijking van de figuren 20 en 22.

3.3 Invloed van de plaats van de borrelbuis ten opzichte van de fleebalt op de waterstandsregistratie

In een aantal meetbakken wordt in de praktijk de waterstand gemeten met behulp van een borrelbuis, die in een aantal gevallen in combinatie met een fleebalt is opgesteld.

Deze combinatie is op ware grootte in een goot $B = 0,80$ m in het laboratorium opgesteld, om na te gaan of de plaats van de borrelbuis ten opzichte van de fleebalt van invloed is op de waterstandsregistratie.

Figuur 24 geeft de drie situaties, waarbij proeven zijn genomen:

- a borrelbuis vóór de fleebalt
- b borrelbuis naast de fleebalt
- c borrelbuis achter de fleebalt.

Voor twee verschillende snelheden zijn de schrijverregistraties vastgelegd. Tabel 18 geeft het overzicht.

ingesteld debiet Q (10^{-3} m ³ /s)	snelheid \bar{v} (m/s)	werkelijke waterdiepte d (m)	registraties borrelbuis		
			situatie	$d_{bb.}$ (m)	$X_d = \frac{d_{bb.} - d}{d_{bb.}} \cdot 100$ (%)
0,1765	0,726	0,304	a	0,297	-2,4
			b	0,249	-22,1
			c	0,284	-7,0
0,1026	0,424	0,302	a	0,300	-0,7
			b	0,289	-4,5
			c	0,302	0,0

Tabel 18. Invloed van de plaats van de borrelbuis ten opzichte van de fleebalt op de waterstandsregistratie.

Bij de eerste meting ($\bar{v} = 0,726$ m/s, situatie a) is de borrelbuis ook om z'n as gedraaid, waardoor de v-vormige inkeping aan de onderkant ervan achtereenvolgens in de volgende drie standen kwam te staan:

1. in de richting van de stroom
2. onder 45° met de stroomrichting
3. loodrecht op de stroomrichting.

Uit de registraties blijkt dat de richting van de v-vormige inkeping niet van invloed is op de registratie van de waterstand (fig. 24).

Conclusie: Plaats de borrelbuis steeds vóór de fleebalt (goede weergave van de waterstand, en een smalle registratieband).

3.4 Resultaten modelonderzoek met het meetschot $b/B = 0,55$

Het doel van het onderzoek aan de meetschotten $b/B = 0,55$ en $b/B = 1,00$ was om na te gaan of de grenswaarde $Y = 15 h_{\max.}$ voor het duikschot bij $b/B = 0,80$ tevens kan worden gehanteerd voor meetschotten $b/B < 0,80$ en $b/B > 0,80$.

De maximale overstortheogte $h_{\max.}$ voor de verschillende meetschotten is afgeleid uit de eis $h_{\max.}/P = 1,11$ voor het meetschot $b/B = 0,80$ en de voorwaarde dat $Q_{\max.}$ hetzelfde is voor alle meetschotten, evenals de apexhoogte P .

Voor de verschillende schotten geldt dan de $h_{\max.}$ zoals vermeld in tabel 19.

b/B	$h_{\max.}/P$
0,55	1,48
0,80	1,11
1,00	0,94

a) Voor het modelonderzoek zijn $B = 0,51$ m en $P = 0,20$ m constant gehouden.

b) Voor het meetschot $b/B = 0,80$ werd het maximaal toelaatbare verval $\Delta h = 0,20$ m over het duikschot gevonden bij $h/P = 1,11$ ($h_{\max.} = 0,80$ m).

Tabel 19. Variatie van $h_{\max.}$ met de meetschotbreedte b voor een gelijkblijvend debiet $Q_{\max.}$

Het onderzoek met het meetschot $b/B = 0,55$ is uitgevoerd in dezelfde goot $B = 0,51$ m als waarin het meetschot $b/B = 0,80$ werd beproefd (fig. 1).

De breedte van het meetschot bedroeg $b = 0,2797$ m (fig. 2).

De apexhoogte $P = 0,20$ m.

De doorlaathoogte onder het duikschot was ook nu $W = 0,18$ m.

Figuur 25 geeft het overzicht van de vormgeving in de meetseries 10 t/m 12b.

Een overzicht van de uitgevoerde meetseries is gegeven in tabel 20.

De resultaten van dit modelonderzoek worden gegeven in de tabellen 21 t/m 23 in bijlage 1 en in de figuren 25 t/m 31 in bijlage 2; fotoblad 4 toont de laboratoriumopstelling.

serie	Y _{duikschot} (m)	verstoring	resultaten in	
			tabel	figuur
10	-	niet aanwezig	21	26
11	3,33	niet aanwezig	22	27
12a	3,58	niet aanwezig	23	28
12b	3,71	niet aanwezig	24	29

Tabel 20. Overzicht uitgevoerde meetseries met de scherpe over-
laat $b/B = 0,55$

De overstorthoogten zijn op dezelfde plaatsen gemeten als bij de proeven met $b/B = 0,80$.

Serie 10 is uitgevoerd met een ongestoorde aanstroamlengte, ter vergelijking met de gegevens uit de Standard ISO 1438/1 (fotoblad 4).

Tabel 21 en figuur 26 geven de resultaten.

Uit de grafiek volgt dat de meetafwijking X_Q varieert van 1,8% bij de lagere overstorthoogten tot 0,1% bij h_{max} . hetgeen er op duidt dat het meetschot in het model een Q-h relatie levert, die een redelijk betrouwbare reproductie is van die volgens ISO 1438/1.

Series 11, 12a en 12b zijn uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in:

- het verval Δh over het duikschot als functie van de overstorthoogte h_2 ;
- de meetafwijking X_Q bij h_{max} als functie van de plaats van het duikschot.

De tabellen 22 t/m 23 en de figuren 27 t/m 29 geven de resultaten.

ad a. Het verval over het duikschot

Op dezelfde wijze als bij de proeven met $b/B = 0,80$ is ook nu het verval Δh over het duikschot gerelateerd aan de overstorthoogte h , op basis van de uitgevoerde metingen.

Figuur 30 geeft het verband $\Delta h/P - h_2/P$ voor het meetschot $b/B = 0,55$.

Met behulp van deze grafiek en uitgaande van $h_{max} = 0,80$ m kan nu voor elke gewenste waarde van h/P het bijbehorende verval Δh worden bepaald.

Uit tabel 25 kan worden gezien hoe Δh oploopt met een toenemende h/P -waarde.

h/P	P (m)	$\Delta h/P$	Δh (m)	$n_1 =$ $P_{\text{werk.}}/P_{\text{model}}$
1,48	0,541	0,302	0,163	2,7
1,52	0,526	0,330	0,174	2,6
1,56	0,513	0,361	0,185	2,6
1,61	0,497	0,403	0,200	2,5

Tabel 25. Het verval Δh over het duikschot als functie van h/P
voor het meetschot b/B = 0,55 en uitgaande van $h_{\text{max}} = 0,80$ m.

Het is opmerkelijk dat bij h/P = 1,48 (zie het uitgangspunt, geformuleerd bij tabel 19) het verval slechts $\Delta h = 0,163$ m bedraagt. Pas bij h/P = 1,61 wordt de maximale waarde voor het verval - vastgesteld op $\Delta h = 0,20$ m - overschreden.

Uit $\Delta h_{\text{max}} = 0,20$ m volgt de ontwerpmaat P = 0,50 m ($h_{\text{max}}/P = 1,61$) en voor het model de schaal $n_1 = 2,5$.

ad b. De meetafwijking X_Q

Tabel 26 geeft de meetafwijkingen X_Q als functie van de afstand tussen duikschot en meetschot voor h/P = 1,48 en h/P = 1,61. De gegevens zijn ontleend aan de figuren 27 t/m 29.

Deze verbanden zijn uitgezet in figuur 31 met behulp waarvan de grenswaarde voor de afstand Y tussen meetschot en duikschot kan worden vastgesteld bij een afgesproken maximaal toelaatbare waarde $X_Q = 2,5\%$.

$$Y_{\text{duikschot}} = (\text{afstand duikschot} - \text{meetraai} + \text{afstand meetraai} - \text{meetschot}) \cdot n_1$$

Voor $X_Q = -2,5\%$ volgt dan:

$$\begin{aligned} \cdot \text{ voor } h/P = 1,48 \quad Y_{\text{duikschot}} &= (2,87 + 0,79) \cdot 2,7 = 9,96 \text{ m} \\ Y/h_{\text{max}} &= 12,4 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \cdot \text{ voor } h/P = 1,61 \quad Y_{\text{duikschot}} &= (3,10 + 0,79) \cdot 2,5 = 9,67 \text{ m} \\ Y/h_{\text{max}} &= 12,1. \end{aligned}$$

De aanbevolen minimale afstand tussen duikschot en meetschot wordt:

$$Y = 12,1 h_{\text{max}}$$

Gezien de ervaring met het meetschot $b/B = 0,80$ ("in line" pijpaanvoer op korte afstand vóór het duikschot geeft geen verslechtering van de meetnauwkeurigheid) zijn voor het meetschot $b/B = 0,55$ geen proeven uitgevoerd, met verstoringen vóór het meetschot.

3.5 Resultaten modelonderzoek met het meetschot $b/B = 1,00$

Het doel van het onderzoek is om na te gaan, hoe groot de grenswaarde Y/h_{\max} wordt voor het duikschot bij $b/B = 1,00$.

Het onderzoek is uitgevoerd in twee meetgoten $B = 0,511$ m en $B = 0,800$ m. De aanleiding hiertoe was, dat de meetresultaten uit $B = 0,511$ m, die aanvankelijk werden getoetst aan de formule van Kindsvater-Carter, niet voldoende betrouwbaar bleken te zijn. De metingen werden vervolgens in een andere goot $B = 0,800$ m uitgevoerd, met als resultaat dat toetsing aan de formule van Kindsvater-Carter ook nu niet tot het verwachte resultaat leidde. Na een tussentijds speurwerkonderzoek van het Waterloopkundig Laboratorium [BOITEN, S170-XIII] is gebleken dat de formule van Kindsvater-Carter het best gebruikt kan worden voor meetschotten $b/B < 1$ en dat de formule van Rehbock gebruikt moet worden voor meetschotten $b/B = 1$.

Figuur 32 geeft het overzicht van de vormgeving in de meetseries 13 en 14; het overzicht van de metingen volgt in tabel 27.

De resultaten van deze meetserie worden gegeven in de tabellen 28 t/m 32 en 34 van bijlage 1 en in de figuren 33 t/m 37; fotoblad 5 toont de laboratoriumopstelling.

serie	$Y_{\text{duikschot}}$ (m)	$b = B$ (m)	resultaten in	
			tabel	figuur
13a	-	0,511	28	33
13b	-	0,800	29	33
14a	3,33	0,511	31	35
14b	3,33	0,800	32	35

Tabel 27. Overzicht uitgevoerde meetseries met de scherpe overlaat $b/B = 1,00$

De plaatsen waarop de overstorthoogten zijn gemeten, staan vermeld in de tabellen.

Serie 13 is uitgevoerd met een ongestoorde aanstroomb lengte. De resultaten zijn vergeleken met de gegevens uit de Standard ISO 1438/1, met behulp van de formule van Rehbock.

De tabellen 28 en 29 en figuur 33 geven de resultaten.

Uit de grafiek volgt de meetafwijking X_Q die varieert van -1,7% bij de lagere overstorthoogten tot -0,7% bij de hogere overstorthoogten, hetgeen er op duidt, dat het meetschot in het model een Q-h relatie oplevert, die een redelijk betrouwbare reproductie is van die volgens ISO 1438/1 (formule van Rehbock).

Plaats van de h-meetraai

Tijdens meting 10 uit de serie 13a is het verloop van de waterspiegel gemeten met behulp van een Pitot-buis in het hart van de goot.

Tabel 30 en figuur 34 geven de resultaten.

Uit de conclusies, gegeven in tabel 30, blijkt dat de meetraai, die gewoonlijk op $Y = 3 \text{ à } 4 h_{\max}$ vanaf het meetschot ligt, opgeschoven zou kunnen worden tot $Y = 1,7 h_{\max}$.

Veiligheidshalve wordt aanbevolen de h-meetraai te leggen op

$$2 h_{\max} < Y < 4 h_{\max}.$$

Serie 14 is uitgevoerd om inzicht te verkrijgen in:

- het verval Δh over het duikschot, als functie van de overstorthoogte h_2
- de meetafwijking X_Q bij h_{\max} , als functie van de plaats van het duikschot ten opzichte van de plaats van de h-meetraai.

De tabellen 31 en 32 en figuur 35 geven de resultaten.

ad a. Het verval over het duikschot

Op dezelfde wijze als bij de proeven met $b/B = 0,80$ en $b/B = 0,55$ is ook nu het verval Δh over het duikschot gerelateerd aan de overstorthoogte h , op basis van de uitgevoerde metingen.

Figuur 36 geeft het verband $\Delta h/P - h_{id}/P$ voor het meetschot $b/B = 1,00$.

Met behulp van deze grafiek en uitgaande van $h_{\max} = 0,80$ m kan nu voor elke gewenste waarde van h/P het bijbehorende verval Δh worden bepaald.

Uit tabel 33 kan worden gezien, hoe Δh oploopt met een toenemende h/P -waarde.

h/P	P (m)	$\Delta h/P$	Δh (m)	$n_1 = P_{\text{werkh.}}/P_{\text{model}}$
0,85	0,941	0,195	0,184	4,71
0,88	0,909	0,221	0,201	4,55
0,90	0,889	0,242	0,215	4,44
0,94	0,851	0,283	0,241	4,26

Tabel 33. . Het verval Δh over het duikschot als functie van h/P voor het meetschot $b/B = 1,00$ en uitgaande van $h_{\text{max}} = 0,80$ m

Het is opmerkelijk dat bij $h/P = 0,94$ (zie het uitgangspunt, geformuleerd bij tabel 19) het verval Δh meer bedraagt dan de toegestane $\Delta h = 0,20$ m. Bij $h/P = 0,88$ wordt de maximale waarde voor Δh reeds overschreden. Uit $\Delta h_{\text{max}} = 0,20$ m volgt de ontwerpmaat $P = 0,91$ m ($h_{\text{max}}/P = 0,88$) en voor het model de schaal $n_1 = 4,55$.

ad b. De meetafwijking X_Q

Tabel 34 geeft de meetafwijkingen X_Q als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 0,94$ en $h/P = 0,88$. De gegevens zijn ontleend aan figuur 35.

Deze verbanden zijn uitgezet in figuur 37 met behulp waarvan de grenswaarde voor de afstand Y tussen meetschot en duikschot kan worden vastgesteld bij een afgesproken maximaal toelaatbare waarde $X_Q = -2,5\%$.

$$Y_{\text{duikschot}} = (\text{afstand duikschot / meetraai} + \text{afstand meetraai / meetschot}) \cdot n_1.$$

Voor $X_Q = -2,5\%$ volgt dan:

$$\begin{aligned} \text{. bij } h/P = 0,94 \quad Y_{\text{duikschot}} &= (2,42 + 0,76) \cdot 4,26 = 13,55 \text{ m} \\ Y/h_{\text{max}} &= 16,9 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{. bij } h/P = 0,88 \quad Y_{\text{duikschot}} &= (2,36 + 0,76) \cdot 4,55 = 14,20 \text{ m} \\ Y/h_{\text{max}} &= 17,7. \end{aligned}$$

De aanbevolen minimale afstand tussen duikschot en meetschot wordt:

$$Y = 17,7 h_{\text{max}}.$$

3.6 Aanbevolen standaardmeetput

Met behulp van proeven in schaalmodellen van meetschotten $b/B = 0,55$, $b/B = 0,80$ en $b/B = 1,00$ is gevonden, dat de afmetingen van meetputten voor rechthoekige scherpe overlaten kleiner kunnen worden ontworpen dan volgens Standard ISO 1438/1 - 1980.

Het onderzoek heeft zich met name gericht op verkleining van de aanstroomlengte. De Internationale Standard 1438/1 schrijft voor, dat de aanstroomlengte tenminste 10 maal de breedte van het meetschot moet bedragen. In het huidige onderzoek is echter de aanstroomlengte gerelateerd aan de maximale overstorthoogte. Deze wordt - in overeenstemming met ISO 1438/1 - gehouden op $h_{\max} = 0,80$ m.

Een verstoorde aanstroming - vaak vindt de aanvoer naar de meetput plaats via een ronde pijp "in line" - kan aanleiding geven tot beïnvloeding van de overstorthoogte door een sterk onregelde snelheidsverdeling en ook door een zeer woelige waterspiegel.

Een duikschot, op korte afstand voorbij de pijpuitmonding, geeft - zoals de proeven aantoonen - een aanzienlijke verbetering van de aanstroomcondities. Het effect van een duikschot in een meetput was reeds bekend uit eerder onderzoek met de Thomson-meetoverlaat [STORA, 1978].

Een principeschets van de standaardmeetput is gegeven in figuur 38.

Bij het ontwerp van een meetput zijn de belangrijkste randvoorwaarden:

- Q_{\max}
- beschikbaar verval. Het totaal benodigd verval over de meetput bestaat uit:
 - . Δh , het verval over het duikschot, in dit onderzoek is $\Delta h < 0,25 h_{\max}$.
 - . h_{\max} , de overstorthoogte bij Q_{\max} . Voorwaarde $h_{\max} < 0,80$ m.
 - . 0,05 m, de minimale afstand tussen de benedenwaterspiegel en de kruin.

Het totaal verval ten behoeve van de debietmeting wordt dan:

$$1,25 h_{\max} + 0,05 \text{ m.}$$

Achtereenvolgens worden de afmetingen van de meetput vastgesteld:

a) de breedten b en B .

De breedte b van het meetschot wordt berekend uit Q_{\max} en h_{\max} .

$$\text{Globaal: } b = Q_{\max} / 2,953 \cdot 0,62 (h_{\max})^{1,50}.$$

Voorwaarde $b \geq 0,15$ m.

Ter voorkoming van erg brede, relatief korte meetputten, waarin gemakkelijk "dode hoeken" ontstaan, wordt als praktische begrenzing aanbevolen

$$b \leq 3h_{\max}$$

Met betrekking tot de breedteverhouding gaat de voorkeur uit naar $b/B = 0,8$, mits voldaan wordt aan de ISO-aanbeveling $(B - b)/2 \geq 0,10$ m. Hiermee is ook de putbreedte B vastgesteld.

b) de apexhoogte P

Figuur 39 wordt gebruikt om de minimale waarde van P te vinden.

Met de reeds vastgestelde b/B-verhouding, en onder de voorwaarde $\Delta h/h_{\max} = 0,25$, wordt een h_{\max}/P -waarde gevonden, waaruit P volgt. Voorwaarde $P \geq 0,10$ m.

c) duikschot-doorlaathoogte W

Het verdient aanbeveling, de tijdens het onderzoek geschikt gebleken hoogte $W = 0,9 P$ aan te houden voor elk ontwerp van een meetput met een duikschot.

d) hoogteverschil tussen de pijp en de putbodem

Aanbeveling: $e + 1/2 D \geq 1,33 W$.

e) afstand Y_{ds} tussen meetschot en duikschot

Figuur 40 wordt gebruikt om $Y_{ds} = n \cdot h_{\max}$ te vinden.

Met de reeds vastgestelde b/B-verhouding, en onder de voorwaarde $X_Q \leq \text{ca. } 2,5\%$ wordt een n-waarde gevonden, waaruit Y_{ds} volgt.

f) afstand F tussen pijpuitmonding en duikschot

Aanbeveling: $F \geq 2 h_{\max}$ en $F \geq 2 D$.

Nu is de totale lengte L van de meetput vastgesteld.

g) de h-meetraai

De sectie waarin de overstorthoogte in een peilput wordt gemeten ligt op een afstand $2 \text{ à } 4 h_{\max}$ vanaf het meetschot.

h) de hoogte K van de meetput

De waterdiepte bovenstrooms van het duikschot bedraagt $P + 1,25 h_{\max}$. Hoewel de ontwerper hierin enige vrijheid heeft, wordt als extra hoogte aanbevolen:

- bovenkant duikschot $0,5 P$ boven de waterspiegel vóór het duikschot, waardoor stroming over het duikschot onder normale omstandigheden wordt vermeden;
- bovenrand van de meetput $0,5 P$ boven de bovenkant van het duikschot, waardoor bij eventuele verstopping onder het duikschot enige overstort over het duikschot mogelijk is.

De totale hoogte van de meetput wordt dan $K = 1,25 h_{\max} + 2 P$.

Als gekozen wordt voor een Rehbock meetschot, $b/B = 1$, dan moeten de volgende voorzieningen in acht worden genomen (zie ook ISO 1438/1, par. 9.3):

- de zijwanden van de meetput moeten over een afstand $0,3 h_{\max}$ voorbij het meetschot worden doorgetrokken. Hierdoor wordt voorkomen dat de afvoerende breedte in de kritische sectie meer bedraagt dan de ontworpen breedte;
- de overstortende straal moet volledig belucht zijn. In ieder geval als de zijwanden voorbij het meetschot verder dan $0,3 h_{\max}$ zijn doorgetrokken, - hetgeen bij de meeste bestaande Rehbock-meetschotten het geval is - moet de beluchting via pijpen in de zijwanden worden gegarandeerd. Een onvolledige beluchting resulteert in een verlaging van de overstorthoogte, waardoor de hieruit berekende debieten kleiner zijn dan de werkelijke debieten.

3.7 De nauwkeurigheid van de afvoerbetrekking

Met behulp van de in par. 3.1 genoemde afvoerformules kan de afvoerbetrekking worden opgesteld.

a) meetschotten $b/B < 1,0$

De formule van Kindsvater-Carter volgens ISO 1438/1 luidt:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot b_e \cdot h_e^{1,50}$$

$C_e = f(h_1/P, b/B)$ de afvoercoëfficiënt C_e wordt gevonden in figuur 41.

$h_e = h_1 + 0,001 \text{ m}$

$b_e = b + k_b$ de correctie k_b wordt gevonden in figuur 42.

b) het Rehbockmeetschot $b/B = 1,0$

De formule van Rehbock volgens ISO 1438/1 luidt:

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot b \cdot h_e^{1,50}$$

$C_e = 0,602 + 0,083 h_1/P$

$h_e = h_1 + 0,0012 \text{ m.}$

De meetfout in de bepaling van het debiet in de praktijk wordt als volgt gedefinieerd:

$$E_Q = \sqrt{X_c^2 + (1,5 X_h)^2} + X_m \quad (\text{IV})$$

waarin:

E_Q de procentuele onzekerheid in Q

X_c de procentuele onzekerheid in C_e , ontleend aan ISO 1438/1

X_h de fout in de bepaling van h_1

X_m extra fout door de verkleinde afmetingen van de meetput.

. Volgens ISO 1438/1 zijn de onzekerheidspercentages in C_e als volgt:

$h_1/P < 1,0$	$X_c \leq 1,5\%$
$1,0 < h_1/P < 1,5$	$X_c \leq 2,0\%$
$1,5 < h_1/P < 2,5$	$X_c \leq 3,0\%$

. De fout in de bepaling van de overstorthoogte is $X_h = 100 \frac{\delta_h}{h_1}$ (%) waarbij δ_h de absolute fout is in het meten van h_1 .

Als h_1 met grote zorgvuldigheid wordt gemeten, kan de fout beperkt blijven tot $\delta_h = 0,004$ m.

. De extra fout X_m door de verkleinde afmetingen van de meetput varieert met h_1/P .

De grootte van X_m is gevonden door – voor het meetschot $b/B = 0,80$ – de meetafwijkingen in serie 9 (standaardmeetput met duikschot, zie fig. 20) te verminderen met die in serie 1 (ideale aanstroming, zie fig. 4).

De extra fout X_m varieert dan, zoals aangegeven in tabel 35.

h/h_{\max}	X_m (%)
1,0 tot 0,85	-1,7
0,80	-1,6
0,75	-1,1
0,70	-0,6
0,64	0

Tabel 35. . De extra fout X_m als functie van $\frac{h}{h_{\max}}$.

De fout X_m volgens tabel 35 kan tevens worden aangehouden voor meetschotten $b/B \neq 0,80$. In figuur 39 is aangegeven tot welke h_{\max} de verschillende meetschotten b/B kunnen worden belast.

3.8 Voorbeeld van ontwerp

Gegeven: $Q_{\max} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$
 $Q_{\min} = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ } aanvoer via pijp $\emptyset 0,80 \text{ m}$

Ontwerpen van meetputten met een rechthoekige scherpe overlaat moeten worden gemaakt voor vier mogelijkheden van beschikbaar verval $0,65 \text{ m} < \Delta H < 1,05 \text{ m}$.

Ontwerp:

De voorkeur gaat uit naar meetschotten $b/B = 0,80$. Deze mogen volgens tabel 35 maximaal worden belast tot $h_1/P = 1,11$, waarbij de afvoercoëfficiënt volgens figuur 41 wordt $C_e = 0,647$.

De vier ontwerpen worden ontwikkeld in tabel 36 (maten in meters).

ontwerp no.	(1)	(2)	(3)	(4)
beschikbaar totaal verval ΔH	1,05	0,90	0,78	0,65
$h_{\max} = (\Delta H - 0,05)/1,25$	0,800	0,680	0,584	0,480
$b_{\min} = Q_{\max}/2,953 + 0,647 + h_{\max}^{1,50}$	1,10	1,40	1,76	2,36
voorwaarde $b < 3 h_{\max}$	$< 2,40$	$< 2,04$	$< 1,75$	$< 1,44$
gekozen breedte b	1,12	1,40	1,76	-
gootbreedte $B = 1,25 b$	1,40	1,75	2,20	-
is $(B - b)/2 \geq 0,10 \text{ m}$?	0,140	0,175	0,220	-
$P = h_{\max}/1,11$ (figuur 39)	0,72	0,61	0,53	-
$W = 0,9 P$	0,65	0,55	0,48	-
$Y_{ds} = 14,65 h_{\max}$ (figuur 40)	11,72	9,96	8,56	-
$F \geq 2 h_{\max}$ en $F \geq 2D$	1,60	1,60	1,60	-
lengte meetput $L = F + Y_{ds}$	13,32	11,56	10,16	-
hart pijp $e \geq (1,33 W - 0,5 D)$	0,47	0,33	0,24	-
gekozen e	0,47	0,40	0,40	-
plaats h_1 -meetraai op $3 h_{\max}$	2,40	2,04	1,75	-
hoogte meetput $K = 1,25 h_{\max} + 2 P$	2,44	2,07	1,79	-

Tabel 36. Voorbeeld ontwerp meetput

Zijn de drie ontworpen meetputten korter dan volgens ISO 1438/1?

Tabel 37 geeft hiervan een overzicht. Tevens worden voor elk der ontwerpen de totale wandoppervlakten gegeven, waardoor een indruk ontstaat van de hoeveelheden beton.

De totale wandoppervlakte wordt globaal gegeven in $A = 2 KL + LB + BK$.

ontwerp		(1)	(2)	(3)
breedte meetschot b	(m)	1,12	1,40	1,76
putlengte volgens ISO 1438/1	$L = 10 b$ (m)	11,20	14,00	17,60
putlengte uit tabel 36	(m)	13,32	11,56	10,16
totale wandoppervlakte m.b.v. tabel 36	(m ²)	87,1	71,7	62,7

Tabel 37. Onderlinge vergelijking van de afmetingen van de voorbeeldontwerpen

Het blijkt, dat een breder meetschot de volgende voordelen biedt:

- geringer benodigd totaal verval ΔH
- winst op de lengte L van de meetput (ook t.o.v. de ISO-norm)
- geringere hoeveelheid bouwmaterialen.

Een nadeel van een breder meetschot is de toenemende meetfout E_Q , die vooral bij Q_{\min} tot uitdrukking komt. Tabel 38 geeft de meetfouten.

ontwerp no.		$Q_{\max} = 1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ h_{\max} (tabel 36)			$Q_{\min} = 0,1 \text{ m}^3/\text{s}$ $h_{\min} =$ $(Q_{\min}/2,953 \cdot 0,61 \cdot b)^{2/3}$		
		(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
h_l	(m)	0,800	0,680	0,584	0,135	0,116	0,100
$X_h = 100 \cdot 0,004/h_l$	(%)	0,50	0,59	0,68	2,96	3,45	4,00
X_c	volgens ISO (%)	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5	1,5
X_m	uit dit onderzoek (%)	1,7	1,7	1,7	0,0	0,0	0,0
E_Q	met formule IV (%)	3,5	3,5	3,6	4,7	5,4	6,2

Tabel 38. De meetfoutvariatie in de voorbeeldontwerpen

Tenslotte wordt de afvoerrelatie opgesteld voor ontwerp (2).

$$\left. \begin{array}{l} b = 1,400 \text{ m} \\ B = 1,750 \text{ m} \end{array} \right\} b/B = 0,80 \text{ m}$$

$$P = 0,610 \text{ m}$$

$$Q = \left(\frac{2}{3}\right) \cdot \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot b_e \cdot h_e^{1,50}$$

$$\left(\frac{2}{3}\right) \cdot \sqrt{2g} = 2,953$$

$$C_e = 0,597 + 0,045 h_1/P \text{ (fig. 41)}$$

$$b_e = 1,400 + 0,0042 h_1 = 1,4042 \text{ m (fig. 42)}$$

$$h_e = h_1 + 0,001$$

$$Q = 4,1466 \cdot C_e \cdot (h_1 + 0,001)^{1,50}$$

h_1 (m)	C_e	Q (m ³ /s)	meetfout E_Q (%)	verval over het drukschot Δh (m)	
0,10	0,604	0,0804	± 6,2	berokend met figuur 2	
0,15	0,608	0,1479	± 4,3		
0,20	0,612	0,2286	± 3,4		
0,25	0,615	0,3209	± 2,8		
0,30	0,619	0,4240	± 2,5		
0,35	0,623	0,5371	± 2,3		
0,40	0,627	0,6597	± 2,1		
0,45	0,630	0,7915	± 2,2		
0,50	0,634	0,9321	± 2,9		0,059
0,55	0,638	1,0813	± 3,5		0,079
0,60	0,641	1,2389	± 3,5		0,106
0,65	0,645	1,4047	± 3,5		0,143
0,70	0,649	1,5786	± 3,6		0,189

Tabel 39. De afvoerbetrekking van het voorbeeldontwerp (2)

Bij de berekening van de meetfout E_Q is er van uitgegaan, dat de waterstand in een peilput is gemeten.

BESPREKING VAN DE RESULTATEN

Voor het meten van debieten met rechthoekige scherpe overlaten geeft de Standard ISO 1438/1-1980 de voorgeschreven maatvoering, het toepassingsgebied en de afvoerformules.

Een belangrijke maat is de aanstroamlengte Y . In overeenstemming met de genoemde Standard strekt Y zich bij de rechthoekige scherpe overlaat uit tot het meetschot.

Een verstoorde aanstroming kan bijvoorbeeld ontstaan door een aanvoer uit een pijpleiding of door een zijdelingse aanvoer op een te korte afstand tot de meetstuw. Dit resulteert in een ongelijkmatige snelheidsverdeling in de h -meetraai en een onrustige waterspiegel. Hierdoor ontstaan er fouten in het meten van de juiste overstorthoogte h , die op hun beurt weer leiden tot afwijkingen in het debiet.

Voor de rechthoekige scherpe overlaten is gezocht naar het minimaliseren van de put-afmetingen. Hoofdzakelijk heeft het onderzoek zich toegelegd op het verkleinen van de aanstroamlengte Y . Randvoorwaarde was dat de extra fout in de bepaling van het debiet - door het verkleinen van de put-afmetingen - beperkt bleef tot 2 à 3%.

Evenals bij het onderzoek ter verkleining van meetputten met Thomson-meetschotten, geldt ook voor de rechthoekige meetschotten, dat een duikschot op enige afstand tot het meetschot een ordenend effect heeft op een verstoorde aanstroming.

Figuur 38 geeft de hoofdafmetingen van een meetput, voorzien van een duikschot. Het duikschot staat op een afstand Y_{ds} tot het meetschot, en heeft een doorlaathoogte $W = 0,9 P$. Voorwaarde bij toepassing van het duikschot was, dat het verval over het duikschot bij Q_{max} niet meer zou bedragen dan $\Delta h = 0,25 h_{max}$.

De minimalisering heeft betrekking op alle drie dimensies:

- de apexhoogte P

Figuur 39 geeft het verband tussen h/P en b/B . Uitgaande van een bekende b/B -verhouding wordt P bepaald uit h_{max} ;

- de breedtematen

Er is voorkeur voor het meetschot $b/B = 0,8$. Hiermee wordt een relatief smalle goot beoogd, terwijl kunstmatige beluchting van de overstortende straal niet nodig is;

- de lengtemaat

Figuur 40 geeft de aanstroamlengte Y_{ds} als functie van b/B en h_{max} .

Met de gegevens van de figuren 38, 39 en 40 wordt de standaardmeetput ontworpen.

Paragraaf 3.6 beschrijft de aanbevolen standaardmeetput en geeft alle randvoorwaarden voor het ontwerp.

De afvoerrelatie $Q = f(h)$ wordt opgesteld met:

- formule I en de figuren 41 en 42 voor meetschotten $b/B < 1,0$
- formule II voor het Rehbock-meetschot.

Paragraaf 3.7 geeft de benodigde informatie voor het opstellen van de afvoerbetrekkingen en de nauwkeurigheid ervan.

Als de overstorthoogte h gemeten wordt met een nauwkeurigheid van 4 mm, dan blijft de meetfout beperkt tot $E_Q + 2,5 \text{ à } 5\%$.

Een voorbeeld van ontwerp is gegeven in paragraaf 3.8.

De betrouwbaarheid van afvoerrelaties staat en valt met de nauwkeurigheid van de meting van de overstorthoogte h .

De in dit rapport genoemde maximale fout $\delta_h + 4 \text{ mm}$ berust meer op "boekjeswijsheid" en "wishfull thinking" dan op de gangbare praktijk.

Het verdient aanbeveling:

- a) de nulpuntsijking met grote zorgvuldigheid uit te voeren en zonodig te herhalen;
- b) vergelijkend onderzoek te doen uitvoeren naar de betrouwbaarheid (absoluut en reproductief) van de verschillende meetapparatuur ter bepaling van de overstorthoogte h . Enige sanering lijkt gewenst.

Uit een tussentijds uitgevoerd beperkt speurwerkonderzoek is onder meer gebleken, dat de afvoerbetrekking voor rechthoekige scherpe overlaten, $b/B < 1$, opgesteld met de informatie uit ISO 1438/1, niet geheel overeenkomt met volumetrische ijkingen uit het huidige onderzoek. Ook White vond in 1977 verschillen $X_Q = 1 \text{ à } 3\%$ met de ISO-formule van Kindsvater-Carter.

Het verdient aanbeveling om de betrouwbaarheid van de afvoerformule van Kindsvater-Carter te toetsen aan een systematisch onderzoek met meetschotten $0,3 < b/B < 0,8$, die uitsluitend volumetrisch geijkt moeten worden.

BOITEN, W.

Debietmeting overstort reinwaterkelder 3 pompstation Scheveningen, R1430
Wageningen, Waterloopkundig Laboratorium, april 1979

BOITEN, W.

Aangroeiing op een Thomson-meetschot, bepaling van de meetfouten, M1674
Wageningen, Waterloopkundig Laboratorium, februari 1980

BOITEN, W.

Meetschot rioolwaterzuiveringsinrichting Nieuwgraaf te Duiven,
bepaling van de afvoerrelatie, M1742
Wageningen, Waterloopkundig Laboratorium, oktober 1980

BOITEN, W.

Afvoermeting met een V-schot van N.K.F. Kabel te Delft
Wageningen, Waterloopkundig Laboratorium, maart 1982

BOITEN, W.

Rectangular sharp crested weirs, discharge characteristics, S170-XIII
Conceptverslag speurwerkonderzoek
Wageningen, Waterloopkundig Laboratorium, maart 1985

BOITEN, W.

Meetputten voor de debietmeting van afvalwater.
Minimalisering put-afmetingen voor
- rechthoekige scherpe overlaten;
- venturi meetgoten. M 1963.
Wageningen, Waterloopkundig Laboratorium, april 1985.

DAVIS, E.A.V.

El comportamiento del coeficiente de gasto en los vertedores rectangulares
de aforo y la necesidad de un nuevo método de ajuste de la relación Q vs. H
Ingenieria Hidraulica 1(1980)2, Oct., pp. 95-107, 14 ref.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION ISO

Liquid Flow Measurement in open Channels using weirs and Venturi Flumes,
Part 1: Thin plate weirs, ISO 1438/1, april 1980

(te verkrijgen bij het NNI, Kalfjeslaan 2, Postbus 5059, 2600 GB Delft)

MAVIS, F.T.

How to calculate flow over Submerged Thin-Plate Weirs
Engin. News Record, July, 1949

RANGA RAJU, K.G.

Discharge Equation for Rectangular Sharp-crested Weirs
Irrigation and Power 25(1968)4.

STORA

Meten en bemonsteren van afvalwaterstromen

11. Afvoerrelaties in meetputten met Thomson-meetschotten
Rijswijk, STORA, mei 1978

UNSER, K., HOLZKE, H.

Abfluss an scharfkantigen Wehren ohne Seitenkontraktion bei anliegendem,
unbelüftetem Überfallstrahl
Wasser und Boden, Dezember 1975

VARSHNEY, R.S., MOHANTY, S.K.

Discharge relations for submerged weirs
Indian Journal of Power & River Valley Dev., July 1973

VILLEMONTÉ, J.R.

Submerged weir discharge studies
Engin. News Record, December 1947

WHITE, W.R.

Thin plate weirs
Proc. Instn Civ. Engrs., Part 2, 1977, 63, June, 255-269

Symbolen en eenheden

a	coëfficiënt behorend bij C_e volgens Kindsvater/Carter	-
a'	coëfficiënt behorend bij C_e volgens Kindsvater/Carter	-
A	wandoppervlakte	m^2
b	breedte meetschot	m
b_e	effectieve afvoerende breedte	m
B	breedte meetgoot	m
C_e	afvoercoëfficiënt scherpe overlaat	-
C_V	coëfficiënt voor de aanloopsnelheid	-
d	waterdiepte	m
D	pijpdiameter	m
e	hoogte pijpleiding ten opzichte van gootbodem	m
E_Q	meetfout in de bepaling van het debiet in de praktijk	%
F	afstand tussen pijpuitmonding en duikschot	m
Fr	getal van Froude $Fr = \bar{v}/\sqrt{gd}$	-
g	versnelling ten gevolge van de zwaartekracht	m/s^2
h	overstorthoogte	m
h_o	waterstand bovenstrooms duikschot ten opzichte van kruin meetschot	m
h_{id}	h volgens de Standard, berekend uit de gemeten Q	m
h_e	effectieve overstorthoogte	m
h_{max}	maximale overstorthoogte	m
h_s	overstorthoogte volgens de ultrasonore meting	m
H	energiehoogte	m
k_b	breedtecorrectie bij scherpe overlaten	m
k_h	hoogtecorrectie bij scherpe overlaten	m
K	hoogte/diepte meetput	m
L	totale lengte meetput scherpe overlaat	m
n	factor ter bepaling van de aanstromlengte Y	-
n_1	lengteschaal model	-
p	drempelhoogte	m
P	apexhoogte scherpe overlaat	m
Q	debiet	m^3/s

Symbolen en eenheden (vervolg)

Re	getal van Reynolds	$Re = L \cdot (gQ/b)^{1/3} / \nu$	-
S	de verdrinkingsgraad	$S = 100 H_2/H_1$	%
v	snelheid		m/s
W	doorlaathoogte onder duikschot		m
X_h	procentuele fout in h.	$X_h = 100 \delta_h/h$	%
X_c	onzekerheid in de afvoercoëfficiënt		%
X_m	extra meetafwijking ten gevolge van verkleining putafmetingen		%
X_Q	meetafwijking in het modelonderzoek door een niet-ideale aanstroming	$X_Q = 100 ((Q_{ber} - Q_{gem})/Q_{ber})$	%
Y	afmeting in de stroomrichting		m
Y_{ds}	aanstroamlengte scherpe overlaat tot meetschot		m
Δh	verval in waterspiegel of bodem		m
ΔH	totaal beschikbaar verval over de meetinrichting		m
δ	contractiecoëfficiënt onder duikschot		-
δ_h	absolute fout in h		m
δ_*	grenslaag verplaatsingsdikte		m
ν	kinematische viscositeitscoëfficiënt		m^2/s

T A B E L L E N

Lijst van tabellen, rechthoekige scherpe overlaten

4. Resultaten modelonderzoek meetserie 1	(8)
5. Resultaten modelonderzoek meetserie 2	(8)
6. Resultaten modelonderzoek meetserie 3	(8)
7. Resultaten modelonderzoek meetserie 4a	(8)
8. Resultaten modelonderzoek meetserie 4b	(8)
9. Resultaten modelonderzoek meetserie 5	(8)
10. Meetafwijkingen X_Q met $b/B = 0,80$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 1,00$ en $h/P = 1,11$	(9)
11. Resultaten modelonderzoek meetserie 6a	(9)
12. Resultaten modelonderzoek meetserie 6b	(9)
13. Resultaten modelonderzoek meetserie 7	(9)
14. Resultaten modelonderzoek meetserie 8a	(10)
15. Resultaten modelonderzoek meetserie 8b	(10)
16. Resultaten modelonderzoek meetserie 9	(10)
17. Resultaten modelonderzoek meetserie 9a	(10)
21. Resultaten modelonderzoek meetserie 10	(13)
22. Resultaten modelonderzoek meetserie 11	(13)
23. Resultaten modelonderzoek meetserie 12a	(13)
24. Resultaten modelonderzoek meetserie 12b	(13)
26. Meetafwijkingen X_Q met $b/B = 0,55$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 1,48$ en $h/P = 1,61$	(14)
28. Resultaten modelonderzoek meetserie 13a	(16)
29. Resultaten modelonderzoek meetserie 13b	(16)
30. Verloop waterspiegel tussen h-meetraai en meetschot voor meting 13-10	(16)
31. Resultaten modelonderzoek meetserie 14a	(16)
32. Resultaten modelonderzoek meetserie 14b	(16)
34. Meetafwijkingen X_Q met $b/B = 0,1$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 0,94$ en $h/P = 0,88$	(17).

De paginaverwijzing () refereert aan de pagina uit de tekst waar de tabel voor de eerste keer wordt genoemd.

Meetserie: 1

duikschot afwezig
 gootbreedte B = 0,510 m
 meetschot b = 0,4073 m
 versterking afwezig
 b/B = 0,80
 ideale aanstroming volgens ISO-normen
 apexhoogte P = 0,200 m

meting no.	Q _{gem.} (10 ⁻³ m ³ /s)	h _o (m)	h _{id} (m)	h _o -h _{id} Δh (m)	Δh/P	h _{id} /P	Gemeten zijn: Q _{gem.} h ₂ , h _s en h ₃
1	24,32		0,1005			0,503	
2	31,06		0,1180			0,590	
3	39,31		0,1376			0,688	
4	45,99		0,1523			0,762	
5	54,74		0,1704			0,852	
6	62,92		0,1865			0,932	
7	69,38		0,1985			0,993	
8	77,60		0,2132			1,066	
9	84,47		0,2251			1,125	
10	94,42		0,2416			1,208	

Q_{ber.} = 2,953 · b_e · C_e · h_e^{1,50} b_e = 0,4115 m het verband X_Q - h_{id}/P
 X_Q = $\frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}}$ · 100 (%) C_e = 0,596 + 0,225 h₁ is weergegeven
 h_e = h + 0,001 in figuur 4

h_{id} = h volgens ISO 1438/1, berekend uit Q_{gem.}

Tabel 4

Meetserie: 2

duikschot hoogte W = 0,180 m
 gootbreedte B = 0,510 m
 afstand Y = 2,87 m
 meetschot b = 0,4073 m
 versterking niet aanwezig
 b/B = 0,80
 apexhoogte P = 0,200 m

meting no.	Q _{gem.} (10 ⁻³ m ³ /s)	h _o (m)	h _{id} (m)	h _o -h _{id} Δh (m)	Δh/P	h _{id} /P	Gemeten zijn: Q _{gem.} h ₂ , h _o , h _s en h ₃
1	25,27	0,1074	0,1031	0,0043	0,022	0,516	h _o is gemeten op Y = 3,48 m
2	30,74	0,1236	0,1172	0,0064	0,032	0,586	bovenstrooms van het meetschot
3	38,51	0,1467	0,1358	0,0109	0,055	0,679	Ah is het verval over het duikschot
4	44,96	0,1656	0,1501	0,0155	0,078	0,751	
5	54,48	0,1921	0,1700	0,0221	0,111	0,850	
6	62,39	0,2146	0,1854	0,0292	0,146	0,927	
7	73,08	0,2473	0,2052	0,0421	0,211	1,026	
8	77,88	0,2618	0,2137	0,0481	0,241	1,069	
9	86,30	0,2904	0,2282	0,0622	0,311	1,141	
10	99,77	0,3393	0,2501	0,0892	0,446	1,251	

Q_{ber.} = 2,953 · b_e · C_e · h_e^{1,50} b_e = 0,4115 m het verband X_Q - h_{id}/P
 X_Q = $\frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}}$ · 100 (%) C_e = 0,596 + 0,225 h₁ is weergegeven
 h_e = h + 0,001 in figuur 5

h_{id} = h volgens ISO 1438/1, berekend uit Q_{gem.}

Tabel 5

meting no.	peilput op Y = 0,79 m				ultrasonoor op Y=0,79 m				peilput op Y = 1,09 m					
	h ₂ (m)	Q ₂ (l/s)	X _Q (%)	h _s (m)	h _s (m)	Q _s (l/s)	X _Q (%)	h ₃ (m)	h ₃ (m)	Q ₃ (l/s)	X _Q (%)	h ₃ (m)	Q ₃ (l/s)	X _Q (%)
1	0,1011	24,54	0,9	0,1011	24,54	0,9	0,1006	24,36	0,2	24,36	0,2	0,1029	25,19	-0,3
2	0,1187	31,35	0,9	0,1186	31,31	0,8	0,1181	31,12	0,2	31,12	0,2	0,1168	30,56	-0,6
3	0,1386	39,74	1,1	0,1384	39,66	0,9	0,1379	39,44	0,3	39,44	0,3	0,1353	38,28	-0,6
4	0,1526	46,09	0,2	0,1529	46,22	0,5	0,1521	45,86	-0,3	45,86	-0,3	0,1494	44,65	-0,7
5	0,1704	54,67	-0,1	0,1702	54,58	-0,3	0,1699	54,43	-0,6	54,43	-0,6	0,1667	52,91	-3,0
6	0,1858	62,59	-0,5	0,1857	62,54	-0,6	0,1850	62,19	-1,2	62,19	-1,2	0,1805	59,86	-4,2
7	0,1983	69,30	-0,1	0,1972	68,62	-1,1	0,1985	69,41	0,0	69,41	0,0	0,2049	72,89	-6,8
8	0,2124	77,15	-0,6	0,2118	76,82	-1,0	0,2117	76,77	-1,1	76,77	-1,1	0,2176	80,11	-7,7
9	0,2236	83,56	-1,1	0,2229	83,17	-1,6	0,2227	83,06	-1,7	83,06	-1,7			
10	0,2402	93,57	-0,9	0,2399	93,39	-1,1	0,2396	93,22	-1,3	93,22	-1,3			

Q_{ber.} = 2,953 · b_e · C_e · h_e^{1,50} b_e = 0,4115 m het verband X_Q - h_{id}/P
 X_Q = $\frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}}$ · 100 (%) C_e = 0,596 + 0,225 h₁ is weergegeven
 h_e = h + 0,001 in figuur 4

h_{id} = h volgens ISO 1438/1, berekend uit Q_{gem.}

Tabel 4

Meetserie: 3

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,00$ m
 verstoring niet aanwezig
 kroonbreedte $B = 0,510$ m
 meetschot $b = 0,4073$ m
 $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)	Gemeten zijn: - $Q_{gem.}$ - h_0, h_{id}, h_s en h_3
1	25,88	0,1083	0,1047	0,0036	0,018	0,524	h_0 is gemeten op $Y = 3,48$ m bovenstrooms van het meetschot Δh is het verval over het duikschot
2	30,63	0,1226	0,1169	0,0057	0,029	0,585	
3	38,09	0,1447	0,1348	0,0099	0,050	0,674	
4	46,03	0,1674	0,1524	0,0150	0,075	0,762	
5	54,16	0,1901	0,1693	0,0208	0,104	0,847	
6	63,15	0,2158	0,1869	0,0289	0,145	0,935	
7	70,57	0,2373	0,2007	0,0366	0,183	1,004	
8	78,62	0,2644	0,2150	0,0494	0,247	1,075	
9	84,99	0,2852	0,2260	0,0592	0,296	1,130	
10	93,58	0,3142	0,2402	0,0740	0,370	1,202	

Meetserie: 4

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,11$ m
 verstoring niet aanwezig
 kroonbreedte $B = 0,510$ m
 meetschot $b = 0,4073$ m
 $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)	Gemeten zijn: - $Q_{gem.}$ - h_0, h_{id}, h_s en h_3
1							h_0 is gemeten op $Y = 3,48$ m bovenstrooms van het meetschot Δh is het verval over het duikschot
2							
3							
4							
5							
6							
7	68,82	0,2127	0,1975	0,0152	0,176	0,988	
8	76,78	0,2587	0,2118	0,0469	0,235	1,059	
9	82,76	0,2765	0,2222	0,0543	0,272	1,111	
10	92,19	0,3084	0,2379	0,0705	0,353	1,190	

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasonoor op $Y = 0,79$ m			peilput op $Y = 1,09$ m			
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,1047	25,89	0,0	0,1047	25,89	0,0	0,1046	25,85	-0,1
2	0,1171	30,65	0,2	0,1173	30,76	0,4	0,1168	30,56	-0,2
3	0,1354	38,32	0,6	0,1351	38,20	0,3	0,1350	38,15	0,2
4	0,1523	45,95	-0,2	0,1525	46,04	0,0	0,1516	45,64	-0,9
5	0,1681	53,57	-1,1	0,1683	53,67	-0,9	0,1671	53,10	-2,0
6	0,1841	61,64	-2,4	0,1854	62,39	-1,2	0,1834	61,30	-3,0
7	0,1968	68,42	-3,2	0,1971	68,57	-2,9	0,1958	67,90	-3,9
8	0,2114	76,61	-2,6	0,2098	75,62	-4,0	0,2081	74,71	-5,2
9	0,2207	81,95	-3,7	0,2194	81,10	-4,8	0,2175	80,05	-6,2
10	0,2337	89,67	-4,4	0,2324	88,79	-5,4	0,2290	86,86	-7,7

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_1$ is weergegeven
 $h_e = h + 0,001$ in figuur 6

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 6

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasonoor op $Y = 0,79$ m			peilput op $Y = 1,09$ m			
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7	0,1949	67,42	-2,1	0,1943	67,09	-2,6	0,1943	67,09	-2,6
8	0,2084	74,86	-2,6	0,2075	74,36	-3,3	0,2069	74,02	-3,7
9	0,2182	80,45	-2,9	0,2177	80,16	-3,2	0,2170	79,76	-3,8
10	0,2332	89,32	-3,2	0,2317	88,41	-4,3	0,2305	87,70	-5,1

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_1$ is weergegeven
 $h_e = h + 0,001$ in figuur 7

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 7

Meetserie: 4b

duikschot hoogte $W = 0,180$ m gootbreedte $B = 0,510$ m
 afstand $Y = 3,25$ m meetschot $b = 0,4073$ m
 verstoring niet aanwezig $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id}$ Δh (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	23,79	0,1019	0,0991	0,0028	0,014	0,496
2	30,12	0,1209	0,1157	0,0052	0,026	0,579
3	37,47	0,1427	0,1334	0,0093	0,047	0,667
4	46,07	0,1668	0,1525	0,0143	0,072	0,763
5	54,74	0,1909	0,1705	0,0204	0,102	0,853
6	62,80	0,2143	0,1862	0,0281	0,141	0,931
7	71,09	0,2383	0,2016	0,0367	0,184	1,008
8	78,00	0,2607	0,2139	0,0468	0,234	1,070
9	82,54	0,2764	0,2218	0,0546	0,273	1,109
10	92,88	0,3097	0,2391	0,0706	0,353	1,196

Gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_2, h_o, h_s
 en h_3
 h_o is gemeten op $Y = 3,48$ m
 bovenstrooms van het meetschot
 Δh is het verval over het duikschot

Meetserie: 5

duikschot hoogte $W = 0,180$ m gootbreedte $B = 0,510$ m
 afstand $Y = 4,06$ m meetschot $b = 0,4073$ m
 verstoring niet aanwezig $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id}$ Δh (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	24,21	0,1033	0,1002	0,0031	0,016	0,501
2	30,70	0,1226	0,1171	0,0055	0,028	0,586
3	38,09	0,1444	0,1348	0,0096	0,048	0,674
4	45,99	0,1659	0,1523	0,0136	0,068	0,762
5	53,95	0,1892	0,1689	0,0203	0,102	0,845
6	62,86	0,2143	0,1863	0,0280	0,140	0,932
7	69,61	0,2351	0,1989	0,0362	0,181	0,995
8	78,49	0,1612	0,2148	0,0464	0,232	1,074
9	85,21	0,2853	0,2263	0,0590	0,295	1,132
10	93,58	0,3118	0,2402	0,0716	0,358	1,201

Gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_2, h_o, h_s
 en h_3
 h_o is gemeten op $Y = 5,00$ m
 bovenstrooms van het meetschot
 Δh is het verval over het duikschot

1 35 1

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasonoor op $Y = 0,79$ m			peilput op $Y = 1,09$ m			
	h_2 (m)	Q_2 ($1/\text{s}$)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s ($1/\text{s}$)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 ($1/\text{s}$)	X_Q (%)
1	0,0992	23,82	0,1	0,0997	24,00	0,9	0,0989	23,71	-0,3
2	0,1159	30,21	0,3	0,1157	30,13	0,0	0,1157	30,13	0,0
3	0,1341	37,78	0,8	0,1333	37,44	-0,1	0,1338	37,65	0,5
4	0,1523	45,95	-0,3	0,1522	45,91	-0,4	0,1522	45,91	-0,4
5	0,1691	54,05	-1,3	0,1687	53,86	-1,6	0,1692	54,10	-1,2
6	0,1846	61,99	-1,3	0,1840	61,60	-2,0	0,1837	61,44	-2,2
7	0,1991	69,72	-2,0	0,1971	68,57	-3,7	0,1980	69,15	-2,8
8	0,2108	76,16	-2,4	0,2098	75,62	-3,1	0,2097	75,57	-3,2
9	0,2191	80,94	-2,0	0,2173	79,94	-3,2	0,2165	79,50	-3,8
10	0,2350	90,42	-2,7	0,2325	88,85	-4,5	0,2316	88,34	-5,1

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven
 $h_e = h + 0,001$ in figuur 8

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven
 $h_e = h + 0,001$ in figuur 8

Tabel 8

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasonoor op $Y = 0,79$ m			peilput op $Y = 1,09$ m			
	h_2 (m)	Q_2 ($1/\text{s}$)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s ($1/\text{s}$)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 ($1/\text{s}$)	X_Q (%)
1	0,1004	24,29	0,3	0,1006	24,36	0,6	0,1003	24,25	0,2
2	0,1176	30,87	0,6	0,1181	31,12	1,3	0,1172	30,72	0,1
3	0,1353	38,28	0,5	0,1349	38,11	0,1	0,1351	38,20	0,3
4	0,1524	46,00	0,0	0,1522	45,91	-0,2	0,1525	46,04	0,1
5	0,1676	53,34	-1,1	0,1674	53,24	-1,3	0,1674	53,24	-1,3
6	0,1854	62,39	-0,7	0,1845	61,94	-1,5	0,1847	62,04	-1,3
7	0,1979	69,10	-0,7	0,1965	68,26	-2,0	0,1976	68,83	-1,1
8	0,2138	77,91	-0,7	0,2113	76,55	-2,5	0,2127	77,31	-1,5
9	0,2247	84,30	-1,1	0,2227	83,06	-2,6	0,2246	84,25	-1,1
10	0,2390	92,87	-0,8	0,2362	91,11	-2,7	0,2375	91,86	-1,9

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven
 $h_e = h + 0,001$ in figuur 9

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven
 $h_e = h + 0,001$ in figuur 9

Tabel 9

Meetserie: ba

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,00$ m
 verstoring door pijp $D = 0,240$ m
 $e = 0,125$ m
 $Y = 3,50$ m

keetbreedte $B = 0,510$ m
 meetschot $b = 0,4073$ m
 $b/B = 0,80$

apexhoogte $P = 0,280$ m

gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_2, h_3 en h_3

meting	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	25,01		0,1024			0,512
2	30,74		0,1172			0,586
3	37,92		0,1344			0,672
4	46,22		0,1528			0,764
5	54,32		0,1696			0,848
6	63,50		0,1876			0,938
7	71,02		0,2015			1,008
8	78,07		0,2141			1,071
9	82,19		0,2212			1,106
10						

meetserie	Y tussen duikschot en meetschot (m)	afstand tussen duikschot en h-meetraai (m)			X_Q voor $h_{max}/P = 1,00$ (%)		
		h_2, h_s	h_3	h_2	h_s	h_3	
2	2,87	2,08	1,78	2,6	3,4	5,6	
3	3,00	2,21	1,91	2,7	2,9	4,0	
4a	3,21	2,42	2,12	2,2	2,7	2,9	
4b	3,25	2,46	2,16	1,8	2,9	2,8	
5	4,06	3,27	2,97	0,8	2,0	1,3	

zie figuur 11

meetserie	Y tussen duikschot en meetschot (m)	afstand tussen duikschot en h-meetraai (m)			X_Q voor $h_{max}/P = 1,11$ (%)		
		h_2, h_s	h_3	h_2	h_s	h_3	
2	2,87	2,08	1,78	3,9	4,9	7,2	
3	3,00	2,21	1,91	3,6	4,6	6,0	
4a	3,21	2,42	2,12	2,8	3,5	4,1	
4b	3,25	2,46	2,16	2,3	3,6	3,8	
5	4,06	3,27	2,97	0,8	2,6	1,5	

zie figuur 12

Voor h_{max} is de overstortheogte genomen, die behoort bij de ideale aanstroming volgens ISO 1438/1.

Meetafwijkingen X_Q met $b/B = 0,80$, als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h_{max}/P = 1,00$ en voor $h_{max}/P = 1,11$

Tabel 10

meting	peilput op $Y = 0,79$ m				ultrafasonoor op $Y = 0,79$ m				peilput op $Y = 1,09$ m				
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,1025	25,05	0,1	0,1175	0,1025	30,83	0,3	0,1025	25,05	0,1	0,1025	25,05	0,1
2	0,1177	30,91	0,6	0,1350	0,1175	30,83	0,3	0,1175	30,8	0,3	0,1175	30,8	0,3
3	0,1350	38,15	0,6	0,1538	0,1350	38,15	0,6	0,1350	38,15	0,6	0,1350	38,15	0,6
4	0,1534	46,52	0,6	0,1690	0,1538	46,70	1,0	0,1532	46,36	0,3	0,1532	46,36	0,3
5	0,1689	53,95	-0,7	0,1862	0,1690	54,00	-0,6	0,1689	53,95	-0,7	0,1689	53,95	-0,7
6	0,1867	63,05	-0,7	0,1992	0,1862	62,80	-1,1	0,1862	62,80	-1,1	0,1862	62,80	-1,1
7	0,2001	70,25	-1,1	0,2174	0,1992	69,88	-1,6	0,2000	70,19	-1,2	0,2000	70,19	-1,2
8	0,2135	77,74	-0,4	0,2296	0,2174	77,15	-1,2	0,2132	77,58	-0,6	0,2132	77,58	-0,6
9	0,2202	81,67	-0,6	0,2496	0,2296	81,26	-1,1	0,2198	81,32	-1,1	0,2198	81,32	-1,1
10													

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_p^{1,50}$
 $b_e = 0,4115$ m
 $C_e = 0,596 \cdot 0,225 h_1$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%)
 $h_e = h + 0,001$

het verband $X_Q - h_{id}/P$ is weergegeven in figuur 15

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 11

Meetserie: 6b

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,25$ m
 verstoring door pijp $D = 0,240$ m
 $e = 0,125$ m
 $Y = 3,75$ m

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,25$ m
 verstoring door pijp $D = 0,240$ m
 $e = 0,185$ m
 $Y = 3,75$ m

schootbreedte $B = 0,510$ m
 meetschot $b = 0,4073$ m
 $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_2, h_s en h_3

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	25,27		0,1031			0,516
2	30,99		0,1178			0,589
3	38,55		0,1359			0,680
4	46,88		0,1542			0,771
5	54,26		0,1695			0,848
6	62,92		0,1865			0,933
7	70,77		0,2010			1,005
8	78,15		0,2142			1,071
9						
10						

schootbreedte $B = 0,510$ m
 meetschot $b = 0,4073$ m
 $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_2, h_s en h_3

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	25,30		0,1032			0,516
2	31,10		0,1181			0,591
3	38,09		0,1348			0,674
4	46,32		0,1530			0,765
5	53,74		0,1685			0,843
6	62,75		0,1861			0,931
7	70,32		0,2002			1,001
8	77,74		0,2135			1,068
9						
10						

peilput op $Y = 0,79$ m ultrasonoor op $Y=0,79$ m peilput op $Y = 1,09$ m

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasonoor op $Y=0,79$ m		peilput op $Y = 1,09$ m	
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	h_s (m)	Q_s (l/s)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)
1	0,1033	25,34	0,1039	25,56	0,1033	25,34
2	0,1182	31,16	0,1182	31,16	0,1182	31,16
3	0,1364	38,81	0,1358	38,55	0,1365	38,85
4	0,1544	46,97	0,1542	46,88	0,1543	46,93
5	0,1688	53,91	0,1685	53,76	0,1687	53,86
6	0,1854	62,39	0,1848	62,09	0,1857	62,54
7	0,2001	70,25	0,1981	69,20	0,1999	70,14
8	0,2128	77,36	0,2113	76,55	0,2127	77,31
9						
10						

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m
 $C_e = 0,596 + 0,225 h_1$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $h_e = h + 0,001$
 het verband $X_Q - h_{id}/P$ is weergegeven in figuur 16

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 12

peilput op $Y = 0,79$ m ultrasonoor op $Y=0,79$ m peilput op $Y = 1,09$ m

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasonoor op $Y=0,79$ m		peilput op $Y = 1,09$ m	
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	h_s (m)	Q_s (l/s)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)
1	0,1037	25,48	0,1036	25,45	0,1034	25,37
2	0,1185	31,27	0,1187	31,35	0,1184	31,24
3	0,1360	38,64	0,1361	38,68	0,1355	38,42
4	0,1535	46,57	0,1530	46,27	0,1527	46,13
5	0,1678	53,43	0,1677	53,38	0,1676	53,34
6	0,1858	62,59	0,1859	62,64	0,1851	62,24
7	0,1993	69,83	0,1993	69,83	0,1990	69,67
8	0,2120	76,93	0,2116	76,72	0,2116	76,72
9						
10						

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m
 $C_e = 0,596 + 0,225 h_1$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $h_e = h + 0,001$
 het verband $X_Q - h_{id}/P$ is weergegeven in figuur 17

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 13

Meetserie: 8a

duikschot niet aanwezig

voetbreedte B = 0,510 m

meetschot b = 0,4073 m

b/B = 0,80

verstoring door pijp D = 0,240 m

e = 0,125 m

Y = 3,71 m

apexhoogte P = 0,200 m

meting no.	Q _{gem.} (10 ⁻³ m ³ /s)	h _o (m)	h _{id} (m)	h _o -h _{id} Δh (m)	Δh/P (-)	h _{id} /P (-)
1	27,24		0,1083			0,542
2	33,15		0,1231			0,616
3	38,38		0,1355			0,678
4	46,41		0,1533			0,767
5	55,38		0,1718			0,859
6	63,39		0,1873			0,937
7	70,96		0,2014			1,007
8	77,53		0,2131			1,066
9	84,91		0,2258			1,129
10	88,38		0,2317			1,159

Tabel 14

Q_{ber.} = 2,953 · b_e · C_e · h_e^{1,50} b_e = 0,4115 m
 C_e = 0,596 + 0,225 h₁
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) h_e = h + 0,001
 h_{id} = h volgens ISO 1438/1, berekend uit Q_{gem.}

het verband X_Q - h_{id}/P is weergegeven in figuur 18

meting no.	peilput op Y = 0,79 m			ultrasoon op Y=0,79 m			peilput op Y = 1,09 m		
	h ₂ (m)	Q ₂ (l/s)	X _Q (%)	h _s (m)	Q _s (l/s)	X _Q (%)	h ₃ (m)	Q ₃ (l/s)	X _Q (%)
1	0,1089	27,49	0,9	0,1090	27,51	1,0			
2	0,1239	33,47	1,0	0,1239	33,47	0,9			
3	0,1360	38,64	0,7	0,1355	38,39	0,0			
4	0,1535	46,57	0,3	0,1536	46,58	0,4			
5	0,1712	55,14	-0,4	0,1713	55,14	-0,4			
6	0,1858	62,59	-1,3	0,1851	62,20	-1,9			
7	0,1998	70,09	-1,2	0,1984	69,31	-2,4			
8	0,2116	76,72	-1,1	0,2100	75,77	-2,3			
9	0,2236	83,56	-1,6	0,2218	82,54	-2,9			
10	0,2297	87,21	-1,3	0,2274	85,85	-2,9			

Meetserie: 8b

duikschot niet aanwezig

voetbreedte B = 0,510 m

meetschot b = 0,4073 m

b/B = 0,80

verstoring door pijp D = 0,240 m

e = 0,185 m

Y = 3,71 m

apexhoogte P = 0,200 m

meting no.	Q _{gem.} (10 ⁻³ m ³ /s)	h _o (m)	h _{id} (m)	h _o -h _{id} Δh (m)	Δh/P (-)	h _{id} /P (-)	gemeten zijn:		
							Q _{gem.}	h ₂ en h _s	
1	25,62		0,1040			0,520			
2	31,73		0,1197			0,599			
3	39,05		0,1370			0,685			
4	47,65		0,1559			0,780			
5	55,06		0,1711			0,856			
6	62,86		0,1863			0,932			
7	70,26		0,2001			1,001			
8	77,53		0,2131			1,066			
9	83,26		0,2230			1,115			
10	85,13		0,2262			1,131			

meting no.	peilput op Y = 0,79 m			ultrasoon op Y=0,79 m			peilput op Y = 1,09 m		
	h ₂ (m)	Q ₂ (l/s)	X _Q (%)	h _s (m)	Q _s (l/s)	X _Q (%)	h ₃ (m)	Q ₃ (l/s)	X _Q (%)
1	0,1044	25,74	0,5	0,1046	25,85	0,9			
2	0,1203	31,89	0,8	0,1203	31,98	0,8			
3	0,1377	39,36	0,8	0,1376	39,32	0,7			
4	0,1562	47,79	0,3	0,1556	47,52	-0,3			
5	0,1702	54,57	-0,9	0,1693	54,15	-1,7			
6	0,1857	62,54	-0,5	0,1846	61,94	-1,3			
7	0,1995	69,93	-0,5	0,1980	69,15	-1,6			
8	0,2124	77,15	-0,5	0,2110	76,33	-1,6			
9	0,2225	82,96	-0,4	0,2204	81,73	-1,9	0,2220	82,67	-0,7
10	0,2251	84,53	-0,7	0,2236	83,56	-1,9			

Q_{ber.} = 2,953 · b_e · C_e · h_e^{1,50} b_e = 0,4115 m
 C_e = 0,596 + 0,225 h₁
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) h_e = h + 0,001
 h_{id} = h volgens ISO 1438/1, berekend uit Q_{gem.}

het verband X_Q - h_{id}/P is weergegeven in figuur 19

Tabel 15

Meetserie: 9

duikschot hoogte $W = 0,180$ m gootbreedte $B = 0,511$ m
 afstand $Y = 3,33$ m meetshot $b = 0,4073$ m
 verstoring niet aanwezig $b/B = 0,80$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P
1	26,91	0,1110	0,1074	0,0036	0,018	0,537
2	32,43	0,1271	0,1214	0,0057	0,028	0,607
3	38,05	0,1435	0,1347	0,0088	0,044	0,674
4	46,17	0,1664	0,1527	0,0137	0,068	0,764
5	54,79	0,1706	0,1706	0,0000	0,000	0,853
6	64,03	0,1886	0,1886	0,0000	0,000	0,943
7	70,13	0,1999	0,1999	0,0000	0,000	1,000
8	77,13	0,2124	0,2124	0,0000	0,000	1,062
9	82,40	0,2216	0,2216	0,0000	0,000	1,108
10	83,68	0,2237	0,2237	0,0000	0,000	1,119

gemeten zijn:
 • $Q_{gem.}$
 • h_o, h_{id}, h_s
 en h_3
 h_o is gemeten op $Y = 3,48$ m bovenstrooms van het meetshot
 Δh is het verval over het duikschot

Meetserie: 9a

duikschot hoogte $W = 0,180$ m gootbreedte $B = 0,511$ m
 afstand $Y = 3,33$ m meetshot $b = 0,4073$ m
 verstoring door pijp $D = 0,240$ m $b/B = 0,80$
 $e = 0,125$ m
 $Y = 3,85$ m apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P
1						
2						
3						
4						
5	54,79		0,1706			0,853
6	62,32		0,1853			0,927
7	70,71		0,2010			1,005
8	78,22		0,2143			1,072
9	84,61		0,2253			1,127
10						

gemeten zijn:
 • $Q_{gem.}$
 • h_o en h_3

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasoneer op $Y=0,79$ m		peilput op $Y = 1,09$ m	
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	h_s (m)	Q_s (l/s)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)
1	0,1074	26,89	0,1074	26,74	0,1079	27,09
2	0,1216	32,50	0,1217	32,56	0,1219	32,64
3	0,1350	38,15	0,1351	38,22	0,1355	38,39
4	0,1525	46,04	0,1532	46,39	0,1532	46,39
5	0,1690	54,00	0,1691	54,05	0,1691	54,05
6	0,1861	62,74	0,1861	62,73	0,1861	62,73
7	0,1972	68,62	0,1966	68,34	0,1966	68,34
8	0,2089	75,14	0,2077	74,47	0,2077	74,92
9	0,2177	80,16	0,2159	79,12	0,2159	80,28
10	0,2206	81,85	0,2193	81,09	0,2179	80,28

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven in
 $h_e = h + 0,001$ figuur 20

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven in
 $h_e = h + 0,001$ figuur 20

Tabel 16

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m		ultrasoneer op $Y=0,79$ m		peilput op $Y = 1,09$ m	
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	h_s (m)	Q_s (l/s)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)
1						
2						
3						
4						
5	0,1702	54,57	0,1700	54,50	0,1700	54,50
6	0,1846	61,99	0,1841	61,69	0,1841	61,69
7	0,2003	70,35	0,1991	69,70	0,1991	69,70
8	0,2138	77,91	0,2126	77,24	0,2126	77,24
9	0,2243	83,95	0,2237	83,66	0,2237	83,66
10						

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven in
 $h_e = h + 0,001$ figuur 22

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,4115$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,596 + 0,225 h_l$ is weergegeven in
 $h_e = h + 0,001$ figuur 22

Tabel 17

Meetserie: 10

duikschot afwezig grootte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,33$ m
 verstoring niet aanwezig
 ideale aanstroming volgens ISO-normen

grootte $B = 0,511$ m
 meetschot $b = 0,2797$ m
 verstoring niet aanwezig
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)	Gemeten zijn: • $Q_{gem.}$ • h_2 en h_s
1	24,16	0,1312				0,656	
2	30,66	0,1533				0,766	
3	38,80	0,1795				0,898	
4	46,36	0,2019				1,010	
5	55,11	0,2263				1,131	
6	63,85	0,2493				1,246	
7	71,34	0,2681				1,341	
8	76,85	0,2815				1,408	
9	83,26	0,2967				1,483	
10	93,50	0,3200				1,600	

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} \text{ m}^3/\text{s}$)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)	Gemeten zijn: • $Q_{gem.}$ • h_2, h_0, h_s en h_3
1	26,64	0,1450	0,1399	0,0051	0,026	0,700	h_0 is gemeten op $Y = 3,48$ m
2	32,32	0,1669	0,1591	0,0078	0,039	0,796	bovenstrooms van het meetschot
3	37,92	0,1870	0,1768	0,0102	0,051	0,884	
4	46,03	0,2165	0,2010	0,0155	0,078	1,005	
5	54,05	0,2433	0,2234	0,0199	0,099	1,117	
6	62,34	0,2735	0,2454	0,0281	0,140	1,227	
7	70,32	0,3009	0,2656	0,0353	0,176	1,328	
8	77,32	0,3258	0,2826	0,0432	0,216	1,413	Δh is het
9	85,64	0,3565	0,3022	0,0543	0,272	1,511	verval over
10	93,28	0,3851	0,3345	0,0656	0,328	1,598	het duikschot

meting no.	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,1328	24,62	1,9	0,1326	24,57	1,6			
2	0,1536	31,26	1,9	0,1558	31,32	2,1			
3	0,1820	39,61	2,0	0,1818	39,54	1,9			
4	0,2038	47,01	1,4	0,2042	47,15	1,7			
5	0,2278	55,67	1,0	0,2279	55,71	1,1			
6	0,2499	64,04	0,4	0,2498	64,05	0,3			
7	0,2683	71,42	0,1	0,2679	71,26	-0,1			
8	0,2828	77,39	0,7						
9	0,2968	83,22	0,1						
10	0,3201	93,54	0,0						

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ het verband $X_Q = h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,5925 + 0,070 h_1$ is weergegeven in
 $h_e = h + 0,001$ figuur 26

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 21

meting no.	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,1431	27,02	1,4	0,1412	27,00	1,3	0,1411	26,96	1,2
2	0,1610	32,92	1,8	0,1604	32,73	1,2	0,1606	32,80	1,2
3	0,1786	38,50	1,5	0,1797	38,86	2,4	0,1786	38,50	1,5
4	0,2017	46,31	0,6	0,2021	46,42	0,8	0,2012	46,14	0,2
5	0,2221	53,56	-0,4	0,2228	53,82	-0,4	0,2222	53,60	-0,8
6	0,2444	61,99	-0,6	0,2429	61,38	-1,6	0,2411	60,65	-2,8
7	0,2617	68,78	-2,2	0,2617	68,76	-2,3	0,2609	68,46	-2,7
8	0,2765	74,79	-3,4				0,2741	73,82	-4,7
9	0,2943	82,24	-4,1				0,2913	80,99	-5,7
10	0,3088	88,51	-5,4				0,3055	87,08	-7,1

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ het verband $X_Q = h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,5925 + 0,070 h_1$ is weergegeven in
 $h_e = h + 0,001$ figuur 27

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 22

Meetserie: 12b

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,71$ m
 verstoring niet aanwezig
 kootbreedte $B = 0,511$ m
 meetschot $b = 0,2797$ m
 $b/B = 0,55$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)	gemeten zijn: • $Q_{gem.}$ • h_o, h_{id}, h_s en h_3
1	24,32	0,1365	0,1317	0,0048	0,024	0,659	• h_o is gemeten op $Y = 5,00$ m bovenstrooms van het meetschot Δh is het verval over het duikschot
2	31,43	0,1648	0,1562	0,0086	0,043	0,781	
3	38,29	0,1906	0,1780	0,0126	0,063	0,890	
4	46,12	0,2191	0,2012	0,0179	0,090	1,006	
5	54,47	0,2482	0,2246	0,0236	0,118	1,123	
6	61,70	0,2755	0,2437	0,0318	0,159	1,219	
7	70,19	0,3078	0,2653	0,0425	0,213	1,326	
8	77,81	0,3364	0,2838	0,0526	0,263	1,419	
9	85,50	0,3658	0,3019	0,0639	0,320	1,509	
10	93,19	0,3988	0,3193	0,0795	0,398	1,597	

Meetserie: 12a

duikschot hoogte $W = 0,180$ m
 afstand $Y = 3,58$ m
 verstoring niet aanwezig
 kootbreedte $B = 0,511$ m
 meetschot $b = 0,2797$ m
 $b/B = 0,55$
 apexhoogte $P = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ (10^{-3} m ³ /s)	h_o (m)	h_{id} (m)	$h_o - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)	gemeten zijn: • $Q_{gem.}$ • h_o, h_{id}, h_s en h_3
1	24,41	0,1370	0,1320	0,0050	0,025	0,660	• h_o is gemeten op $Y = 5,00$ m bovenstrooms van het meetschot Δh is het verval over het duikschot
2	30,85	0,1623	0,1542	0,0081	0,041	0,771	
3	38,42	0,1911	0,1784	0,0127	0,064	0,892	
4	46,74	0,2211	0,2030	0,0181	0,091	1,015	
5	54,58	0,2496	0,2249	0,0247	0,124	1,124	
6	62,63	0,2798	0,2461	0,0337	0,169	1,231	
7	70,46	0,3077	0,2659	0,0418	0,209	1,330	
8	77,26	0,3344	0,2825	0,0519	0,260	1,412	
9	85,78	0,3676	0,3025	0,0651	0,326	1,513	
10	91,71	0,3913	0,3160	0,0753	0,377	1,580	

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m				ultrasonoor op $Y = 0,79$ m				peilput op $Y = 1,09$ m						
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,1330	24,68	1,5	0,1333	24,76	1,8	0,1327	24,60	1,1	0,1327	24,60	1,1	0,1327	24,60	1,1
2	0,1581	32,02	1,8	0,1581	32,02	1,8	0,1577	31,90	1,5	0,1577	31,90	1,5	0,1577	31,90	1,5
3	0,1801	38,99	1,8	0,1796	38,82	1,4	0,1794	38,76	1,2	0,1794	38,76	1,2	0,1794	38,76	1,2
4	0,2024	46,52	0,9	0,2021	46,42	0,6	0,2014	46,18	0,1	0,2014	46,18	0,1	0,2014	46,18	0,1
5	0,2234	54,04	-0,8	0,2234	54,04	-0,8	0,2234	54,04	-0,8	0,2234	54,04	-0,8	0,2234	54,04	-0,8
6	0,2424	61,18	-0,8	0,2425	61,22	-0,8	0,2429	61,38	-0,5	0,2429	61,38	-0,5	0,2429	61,38	-0,5
7	0,2636	69,52	-1,0	0,2622	68,96	-1,8	0,2622	68,96	-1,8	0,2622	68,96	-1,8	0,2622	68,96	-1,8
8	0,2801	76,26	-2,0	0,2801	76,26	-2,0	0,2793	75,93	-2,5	0,2793	75,93	-2,5	0,2793	75,93	-2,5
9	0,2973	83,54	-2,4	0,2973	83,54	-2,4	0,2951	82,59	-3,5	0,2951	82,59	-3,5	0,2951	82,59	-3,5
10	0,3143	90,95	-2,5	0,3143	90,95	-2,5	0,3115	89,72	-3,9	0,3115	89,72	-3,9	0,3115	89,72	-3,9

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) is weergegeven in figuur 29
 $h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 24

meting no.	peilput op $Y = 0,79$ m				ultrasonoor op $Y = 0,79$ m				peilput op $Y = 1,09$ m						
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,1331	24,71	1,2	0,1329	24,65	1,0	0,1328	24,62	0,9	0,1328	24,62	0,9	0,1328	24,62	0,9
2	0,1557	31,29	1,4	0,1559	31,35	1,6	0,1556	31,26	1,3	0,1556	31,26	1,3	0,1556	31,26	1,3
3	0,1803	39,05	1,6	0,1803	39,05	1,6	0,1796	38,82	1,0	0,1796	38,82	1,0	0,1796	38,82	1,0
4	0,2040	47,08	0,7	0,2041	47,12	0,8	0,2035	46,91	0,4	0,2035	46,91	0,4	0,2035	46,91	0,4
5	0,2245	54,45	-0,2	0,2244	54,41	-0,3	0,2236	54,12	-0,9	0,2236	54,12	-0,9	0,2236	54,12	-0,9
6	0,2452	62,26	-0,6	0,2456	62,42	-0,3	0,2444	61,95	-1,1	0,2444	61,95	-1,1	0,2444	61,95	-1,1
7	0,2625	69,08	-2,0	0,2628	69,20	-1,8	0,2613	68,60	-2,7	0,2613	68,60	-2,7	0,2613	68,60	-2,7
8	0,2790	75,81	-1,9	0,2790	75,81	-1,9	0,2765	74,77	-3,3	0,2765	74,77	-3,3	0,2765	74,77	-3,3
9	0,2962	83,06	-3,3	0,2962	83,06	-3,3	0,2943	82,25	-4,3	0,2943	82,25	-4,3	0,2943	82,25	-4,3
10	0,3082	88,26	-3,9	0,3082	88,26	-3,9	0,3060	87,30	-5,1	0,3060	87,30	-5,1	0,3060	87,30	-5,1

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) is weergegeven in figuur 28
 $h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 23

Meetserie: 13a

deelbreedte B = 0,511 m

meetseriet b = 0,511 m

b · B = 1

versoring afwezig

ideale aanstroming volgens ISO-normen apaxhoogte P = 0,200 m

meting	Q _{gem.} (10 ⁻³ m ³ /s)	h ₀ (m)	h _{id} (m)	h ₀ - h _{id} = Δh (m)	Δh/P	h _{id} /P	Gemeten zijn: · Q _{gem} · h ₂ , h ₃ en h _s
1	23,73		0,0836				0,418
2	30,34		0,0981				0,490
3	38,54		0,1144				0,572
4	46,36		0,1288				0,644
5	54,79		0,1432				0,716
6	63,09		0,1566				0,783
7	69,38		0,1662				0,831
8	77,47		0,1781				0,891
9	82,84		0,1858				0,929
10	94,84		0,2021				1,010

meetserie	Y tussen duikschot en meetseriet (m)	afstand tussen duikschot en h-meetraai (m)			X _Q voor h _{max} /P = 1,48 (%)	
		h ₂	h ₃	h ₂	h ₃	
11	3,33	2,54	2,24	-3,9	-5,4	
12a	3,58	2,79	2,49	-2,9	-4,0	
12b	3,71	2,92	2,62	-2,3	-3,1	

a) h/P = 1,48

meetserie	Y tussen duikschot en meetseriet (m)	afstand tussen duikschot en h-meetraai (m)			X _Q voor h _{max} /P = 1,61 (%)	
		h ₂	h ₃	h ₂	h ₃	
11	3,33	2,54	2,24	-5,3	-7,1	
12a	3,58	2,79	2,49	-4,2	-5,3	
12b	3,71	2,92	2,62	-3,2	-4,2	

b) h/P = 1,61

In figuur 11 is het verband tussen de afstand duikschot-meetraai en X_Q uitgezet voor h/P = 1,48 en h/P = 1,61

Meetafwijkingen X_Q met h · B = 0,55 als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor h/P = 1,48 en h/P = 1,61

Tabel 26

meting	peilput op Y = 0,79 m				ultrasenoor op Y = 0,79 m				peilput op Y = 1,09 m	
	h ₂ (m)	Q ₂ (l/s)	X _Q (%)	h _s (m)	h _s (m)	Q _s (l/s)	X _Q (%)	h ₃ (m)	S ₃ (l/s)	X _Q (%)
1	0,0830	23,46	-1,2					0,0830	23,46	-1,2
2	0,0978	30,20	-0,5					0,0980	30,30	-0,1
3	0,1141	38,36	-0,5	0,1143		38,47	-0,2	0,1143	38,47	-0,2
4	0,1284	46,14	-0,5	0,1281		45,97	-0,8	0,1285	46,19	-0,4
5	0,1415	53,75	-1,9	0,1415		53,75	-1,9	0,1418	53,92	-1,6
6	0,1553	62,26	-1,3	0,1550		62,07	-1,6	0,1553	62,26	-1,3
7	0,1647	68,35	-1,5	0,1651		68,62	-1,1	0,1647	68,35	-1,5
8	0,1766	76,40	-1,4	0,1772		76,81	-0,9	0,1777	77,16	-0,4
9	0,1845	81,94	-1,2					0,1895	92,91	-2,1
10	0,2006	93,74	-1,2							

$$Q_{\text{ber.}} = 2,953 \cdot b_e \cdot c_e \cdot h_e^{1,50} \quad b_e = 0,511 \text{ m}$$

het verband X_Q - h_{id}/P

c_e = 0,602 + 0,08 h/P is weergegeven in

$$X_{Q_{\text{ber.}}} = \frac{Q_{\text{ber.}}}{Q_{\text{gem.}}} \cdot 100 \quad (\%) \quad h_e = h + 0,0012 \text{ m} \quad \text{figuur 11}$$

h_{id} = h volgens ISO 1438/1, berekend uit Q_{gem.}

Tabel 28

Meetserie: 13b

duikschot afwezig kootbreedte $B = 0,800$ m
 verstoring afwezig meetschot $b = 0,800$ m
 ideale aanstroming volgens ISO-normen apexhoogte $P = 0,203$ m
 $b/B = 1$

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} m^3/s$)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	36,59		0,0828			0,408
2	40,01		0,0878			0,433
3	49,99		0,1014			0,500
4	60,89		0,1152			0,567
5	72,60		0,1289			0,635
6	85,37		0,1429			0,704
7	97,74		0,1557			0,767
8	109,59		0,1673			0,824
9	121,09		0,1781			0,877
10	132,12		0,1881			0,927
11	147,19		0,2012			0,991
12	162,14		0,2136			1,052
13	180,08		0,2279			1,123
14	196,41		0,2404			1,184
15	212,39		0,2521			1,242

Gemeten zijn:

$Q_{gem.}$
 h_2, h_3 en h_s

* $Q_{gemeten} = 82,89 \cdot 10^{-3} m^3/s$
 $h_{id} = 0,1858$ m $\rightarrow h_{id}/P = 0,929$

* de waterstanden zijn gemeten met een Pitotbuis

* de waterstand h_2 is gemeten in de peilput op $Y = 0,79$ m
 $h_2 = 0,1845$ m $\rightarrow Q_{ber.} = 81,94 \cdot 10^{-3} m^3/s$

Het verloop is uitgezet in figuur 34.

afstand Y (m) tot het meetschot	Gemeten h (m) t.o.v. de kruin	$(h_2/h_1)^{1,50}$
1,09	0,1862	0,986
1,01	0,1853	0,994
0,83	0,1854	0,993
0,79	0,1845	1,000
0,77	0,1838	1,006
0,59	0,1851	0,995
0,49	0,1855	0,992
0,39	0,1844	1,001
0,29	0,1831	1,011
0,19	0,1802	1,036
0,10	0,1723	1,108
0,05	0,1596	1,243
0	0,1325	1,643

Verloop waterspiegel tussen h₂-meetraai en meetschot voor meting 13-10

Tabel 30

meting no.	peilput op Y = 0,79 m				ultrasonoor op Y=0,79 m				peilput op Y = 1,09 m			
	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	h_s (m)	Q_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)	
1	0,0817	35,83	-2,1	0,0811	35,43	-3,3	0,0818	35,90	35,90	-1,9		
2	0,0869	39,38	-1,6	0,0860	38,76	-3,2	0,0868	39,31	39,31	-1,8		
3	0,1003	49,12	-1,8	0,1013	49,88	-0,2	0,1002	49,05	49,05	-1,9		
4	0,1139	59,83	-1,8	0,1147	60,49	-0,7	0,1138	59,75	59,75	-1,9		
5	0,1274	71,26	-1,9	0,1283	72,05	-0,8	0,1274	71,26	71,26	-1,9		
6	0,1417	84,22	-1,4	0,1421	84,59	-0,9	0,1414	83,94	83,94	-1,7		
7	0,1545	96,54	-1,2	0,1546	96,64	-1,1	0,1544	96,44	96,44	-1,3		
8	0,1660	108,19	-1,3	0,1653	107,47	-2,0	0,1658	107,99	107,99	-1,5		
9	0,1766	119,41	-1,4	0,1763	119,09	-1,7	0,1766	119,41	119,41	-1,4		
10	0,1867	130,52	-1,2	0,1858	129,52	-2,0	0,1867	130,52	130,52	-1,2		
11	0,1996	145,32	-1,3	0,1989	144,50	-1,9	0,1996	145,32	145,32	-1,3		
12	0,2123	160,53	-1,0	0,2116	159,67	-1,5	0,2123	160,53	160,53	-1,0		
13	0,2266	178,42	-0,9	0,2261	177,79	-1,3	0,2263	178,04	178,04	-1,1		
14	0,2393	195,00	-0,7	0,2388	194,33	-1,1	0,2389	194,47	194,47	-1,0		
15	0,2510	210,83	-0,7	0,2504	210,01	-1,1	0,2507	210,42	210,42	-0,9		

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot C_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,800$ m $h_e = 0,800$ m het verband $X_Q - h_{id}/P$
 $X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{ber.}} \cdot 100$ (%) $C_e = 0,602 + 0,083 h/P$ is weergegeven in figuur 33
 $h_e = h + 0,0012$ m

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 29

Reeksrie: 1aa

duikschot hoogte $W = 0,180$ m

afstand $Y = 3,33$ m

verstoring niet aanwezig

meetbreedte $\delta = 0,511$ m

meetshot $b = 0,511$ m

$\delta/\delta = 1$

apexhoogte $Z = 0,200$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} m^3/s$)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	26,81	0,0039	0,0905	0,0866	0,017	0,453
2	33,65	0,1008	0,1029	0,0021	0,000	0,524
3	38,80	0,1236	0,1149	0,0087	0,004	0,575
4	46,17	0,1475	0,1285	0,0190	0,005	0,642
5	54,42	0,1613	0,1426	0,0187	0,002	0,713
6	62,69	0,1824	0,1560	0,0264	0,012	0,780
7	70,58	0,2025	0,1681	0,0344	0,012	0,840
8	78,65	0,2213	0,1770	0,0443	0,022	0,885
9	85,57	0,2466	0,1895	0,0569	0,025	0,948
10	93,11	0,2701	0,1998	0,0703	0,032	0,989

Gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_0, h_s, h_3
 en h_s
 h_0 is gemeten op $Y = 5,00$ m
 bovenstrooms van het meetshot
 Δh is het verval over het duikschot

Reeksrie: 1ab

duikschot hoogte $K = 0,180$ m

afstand $Y = 3,33$ m

verstoring aanwezig

meetbreedte $\delta = 0,800$ m

meetshot $b = 0,800$ m

$\delta/\delta = 1$

apexhoogte $Z = 0,203$ m

meting no.	$Q_{gem.}$ ($10^{-3} m^3/s$)	h_0 (m)	h_{id} (m)	$h_0 - h_{id} = \Delta h$ (m)	$\Delta h/P$ (-)	h_{id}/P (-)
1	36,31	0,0841	0,0824	0,0017	0,0004	0,408
2	39,87	0,0899	0,0876	0,0023	0,0013	0,431
3	50,09	0,1081	0,1016	0,0065	0,0032	0,500
4	60,93	0,1230	0,1152	0,0078	0,0038	0,567
5	72,78	0,1421	0,1291	0,0130	0,0064	0,636
6	85,78	0,1652	0,1434	0,0218	0,0107	0,706
7	98,42	0,1869	0,1564	0,0305	0,0150	0,770
8	110,84	0,2068	0,1686	0,0382	0,0182	0,831
9	122,92	0,2261	0,1792	0,0469	0,0231	0,883
10	134,85	0,2446	0,1888	0,0558	0,0275	0,930
11	146,58	0,2615	0,1977	0,0638	0,0324	0,974
12	162,83	0,3018	0,2142	0,0876	0,0432	1,055
13	180,82	0,3388	0,2282	0,1106	0,0545	1,124
14	198,30	0,3770	0,2416	0,1354	0,0667	1,190
15	217,22	0,4101	0,2524	0,1577	0,0777	1,254

Gemeten zijn:
 $Q_{gem.}$
 h_0, h_s, h_3
 en h_s
 h_0 is gemeten op $Y = 4,79$ m
 bovenstrooms van het meetshot
 Δh is het verval over het duikschot

meting no.	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	O_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)
1	0,0907	26,66	-0,0	0,0900	26,57	-0,9	0,0900
2	0,1047	33,57	-0,2	0,1045	33,47	-0,5	0,1045
3	0,1146	38,62	-0,3	0,1145	38,57	-0,9	0,1145
4	0,1278	45,80	-0,8	0,1274	45,57	-1,3	0,1274
5	0,1408	53,33	-2,0	0,1404	53,00	-2,3	0,1404
6	0,1538	61,31	-2,3	0,1534	61,06	-2,7	0,1534
7	0,1655	68,88	-2,5	0,1658	68,08	-2,2	0,1658
8	0,1742	74,74	-2,6	0,1737	74,40	-3,0	0,1737
9	0,1879	84,38	-1,7	0,1852	83,69	-3,8	0,1852
10	0,1980	91,79	-1,1	0,1969	90,97	-2,4	0,1969

meting no.	h_2 (m)	Q_2 (l/s)	X_Q (%)	h_s (m)	O_s (l/s)	X_Q (%)	h_3 (m)	Q_3 (l/s)	X_Q (%)
1	0,0865	35,50	-1,7	0,0816	35,76	-1,5	0,0813	35,56	-2,1
2	0,0866	39,17	-1,8	0,0862	38,90	-2,5	0,0863	38,97	-2,3
3	0,1005	49,27	-1,7	0,1009	49,58	-1,0	0,1001	48,97	-2,3
4	0,1134	59,83	-1,8	0,1147	60,40	-0,7	0,1129	59,02	-3,2
5	0,1277	71,52	-1,8	0,1282	71,96	-1,1	0,1261	70,13	-3,8
6	0,1426	85,76	-3,8	0,1438	86,19	-0,5	0,1402	82,82	-3,6
7	0,1538	97,83	-0,6	0,1559	97,93	-0,5	0,1516	93,69	-5,0
8	0,1675	109,75	-1,0	0,1671	109,34	-1,4	0,1614	103,47	-2,1
9	0,1775	120,19	-1,5	0,1763	119,09	-2,6	0,1693	111,64	-9,5
10	0,1869	130,19	-2,1	0,1847	128,29	-3,6	0,1768	119,63	-11,1
11	0,1997	145,43	-1,6	0,1962	141,35	-4,5	0,1857	129,41	-14,2
12	0,2124	160,65	-1,3	0,2080	155,40	-4,8	0,1927	137,32	-18,6
13	0,2252	176,04	-2,2	0,2201	170,19	-6,1	0,1996	145,32	-24,2
14	0,2372	192,21	-3,0	0,2338	186,44	-6,2	0,2061	153,02	-29,4
15	0,2476	206,17	-3,2	0,2428	199,41	-6,7	0,2116	159,67	-33,2

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot c_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,800$ m

het verband $X_Q - h_{id}/P$

$c_e = 0,602 + 0,083 h/P$ is weergegeven in

$X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{gem.}} \cdot 100$ (%) $h_e = h + 0,0012$ m

figuur 35

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 32

$Q_{ber.} = 2,953 \cdot b_e \cdot c_e \cdot h_e^{1,50}$ $b_e = 0,511$ m

het verband $X_Q - h_{id}/P$

$c_e = 0,602 + 0,083 h/P$ is weergegeven in

$X_Q = \frac{Q_{ber.} - Q_{gem.}}{Q_{gem.}} \cdot 100$ (%) $h_e = h + 0,0012$ m

figuur 35

$h_{id} = h$ volgens ISO 1438/1, berekend uit $Q_{gem.}$

Tabel 31

meetserie no.	$Y_{\text{duikschot}}$ (m)	Y_{peilput} (m)		afstand tussen duikschot en meetraai (m)		X_Q (%)	
		h_2	h_3	h_2	h_3	h_2	h_3
13a	3,33	0,79	1,09	2,54	2,24	-1,7	-3,6
13b	3,33	0,73	1,91	2,60	1,42	-1,7	-11,5

a) $h/P = 0,94$

meetserie no.	$Y_{\text{duikschot}}$ (m)	Y_{peilput} (m)		afstand tussen duikschot en meetraai (m)		X_Q (%)	
		h_2	h_3	h_2	h_3	h_2	h_3
13a	3,33	0,79	1,09	2,54	2,24	-1,7	-3,1
13b	3,33	0,73	1,91	2,60	1,42	-1,7	-9,0

b) $h/P = 0,88$

In figuur 37 is het verband uitgezet tussen de afstand duikschot-meetraai en X_Q , voor $h/P = 0,94$ en $h/P = 0,88$.

Meetafwijkingen X_Q met $b/B = 1,0$ als functie van de afstand
tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 0,94$ en $h/P = 0,88$

TABEL 34

BIJLAGE 2

F I G U R E N

Lijst van figuren, rechthoekige scherpe overlaten

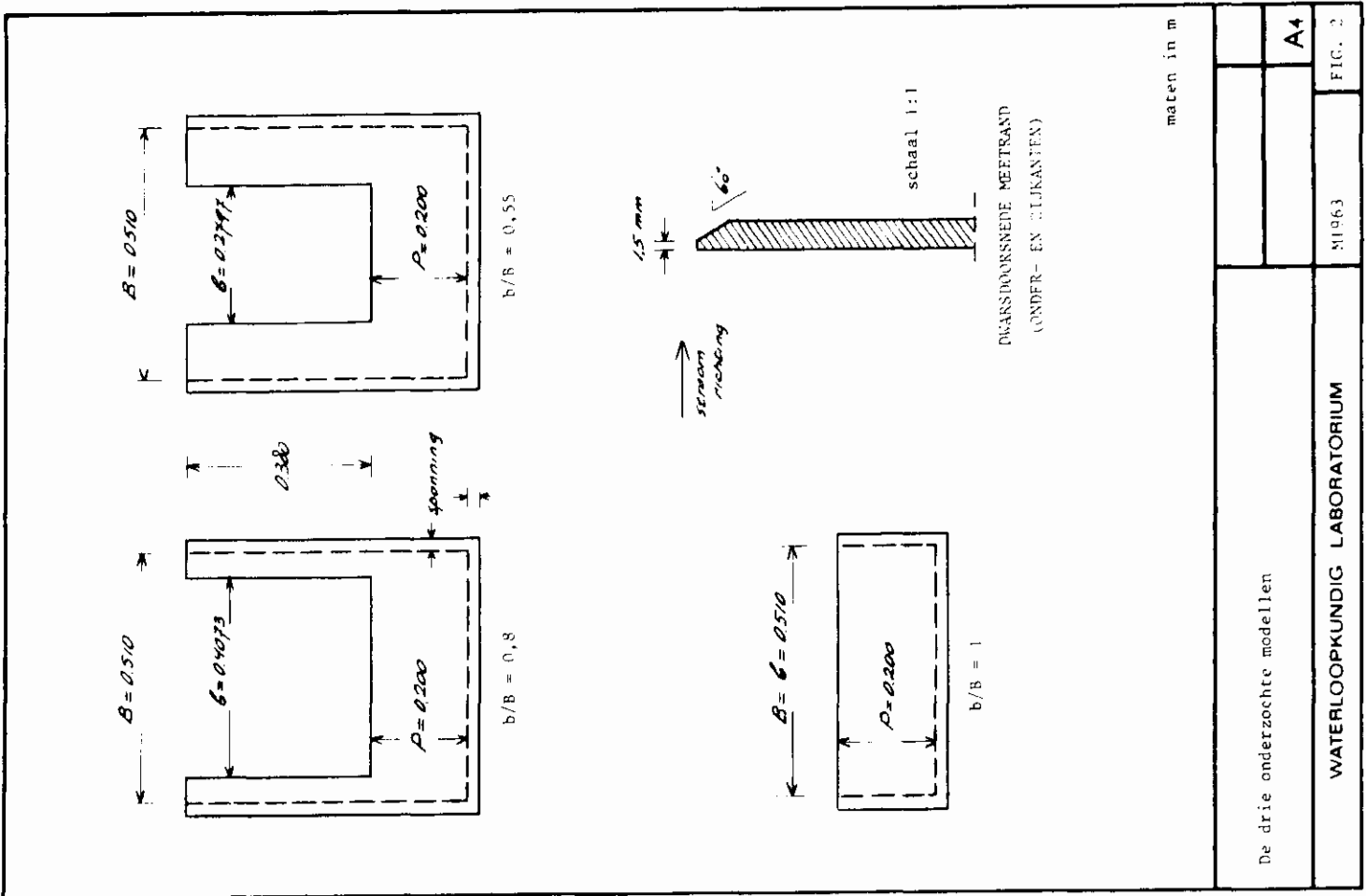
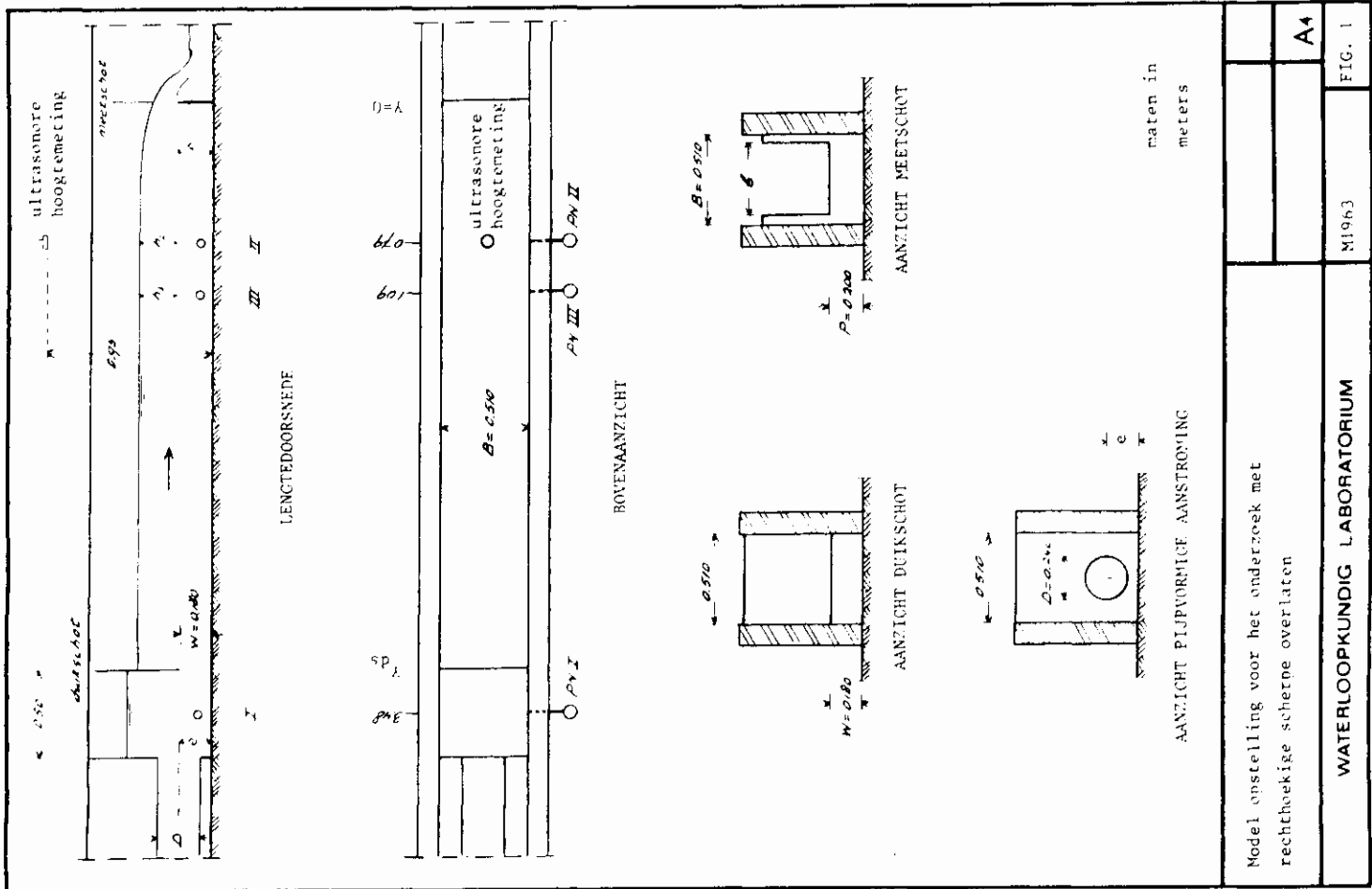
- Figuur 1 Modelopstelling voor het onderzoek met rechthoekige scherpe overlaten (3)
- Figuur 2 De drie onderzochte modellen (6)
- Figuur 3 Overzicht vormgeving meetseries 1 t/m 5, meetschot $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 4 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 1 met $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 5 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 2 met $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 6 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 3 met $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 7 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 4a met $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 8 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 4b met $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 9 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 5 met $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 10 Het verband $\Delta h/P - h_{1d}/P$ bij ideale aanstroming voor het meetschot $b/B = 0,80$ (8)
- Figuur 11 Meetafwijking X_Q met $b/B = 0,80$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h_{max}/P = 1,00$ (9)
- Figuur 12 Meetafwijking X_Q met $b/B = 0,80$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h_{max}/P = 1,11$ (9)
- Figuur 13 Het Froude-getal onder het duikschot voor het meetschot $b/B = 0,80$ (9)
- Figuur 14 Overzicht vormgeving meetseries 6a t/m 9a, meetschot $b/B = 0,80$ (9)
- Figuur 15 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 6a met $b/B = 0,80$ (9)
- Figuur 16 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 6b met $b/B = 0,80$ (9)
- Figuur 17 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 7 met $b/B = 0,80$ (9)
- Figuur 18 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 8a met $b/B = 0,80$ (10)
- Figuur 19 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 8b met $b/B = 0,80$ (10)
- Figuur 20 Het verband $X_Q - h_{1d}/P$ voor meetserie 9 met $b/B = 0,80$ (10)
- Figuur 21 Verloop van de waterspiegel tussen meetschot ($b/B = 0,80$) en duikschot ($Y = 3,33$ m) bij $h_2/P = 1,11$ (10)
- Figuur 22 Het verband $X_Q - h_{1d}$ voor meetserie 9a met $b/B = 0,80$ (10)
- Figuur 23 Registratie van de sensor tijdens de meetseries 9 en 9a (10)
- Figuur 24 Invloed van de plaats van de borrelbuis ten opzichte van de fleehalt op de waterstandsregistratie (11)

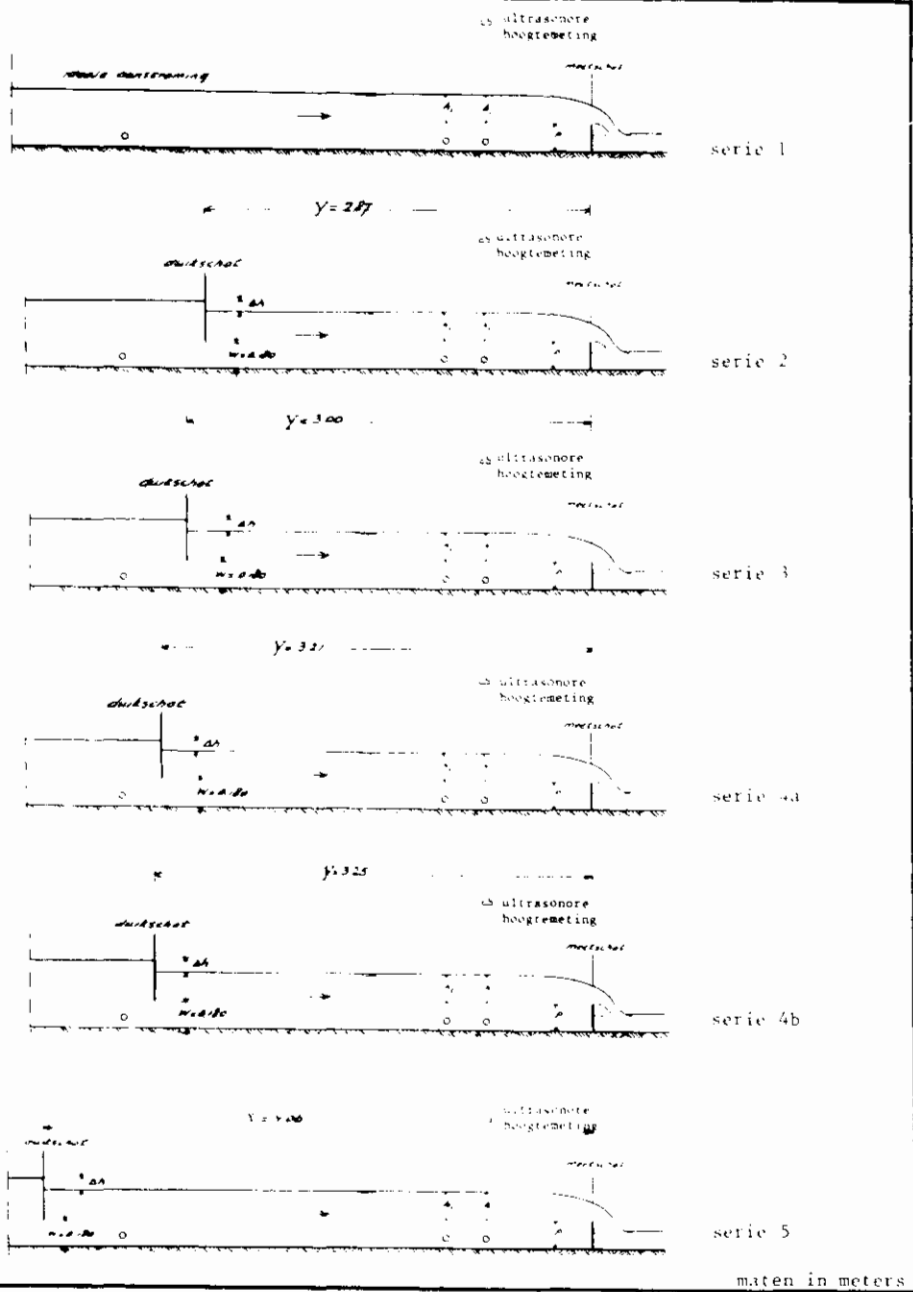
De paginaverwijzing () refereert aan de pagina uit de tekst waar de figuur voor de eerste keer wordt genoemd.

Lijst van figuren, rechthoekige scherpe overlaten (vervolg)

- Figuur 25 Overzicht vormgeving meetseries 10 t/m 12b,
meetschot $b/B = 0,55$ (12)
- Figuur 26 Het verband $X_Q - h_{id}/P$ voor meetserie 10 met $b/B = 0,55$ (13)
- Figuur 27 Het verband $X_Q - h_{id}/P$ voor meetserie 11 met $b/B = 0,55$ (13)
- Figuur 28 Het verband $X_Q - h_{id}/P$ voor meetserie 12a met $b/B = 0,55$ (13)
- Figuur 29 Het verband $X_Q - h_{id}/P$ voor meetserie 12b met $b/B = 0,55$ (13)
- Figuur 30 Verband $\Delta h/P - h_{id}/P$ bij ideale aanstroming voor het
meetschot $b/B = 0,55$ (13)
- Figuur 31 Meetafwijking X_Q met $b/B = 0,55$ als functie van de afstand
tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 1,48$ en $h/P = 1,61$ (14)
- Figuur 32 Overzicht meetseries 13 en 14, Rehbock meetschot $b/B = 1,00$ (15)
- Figuur 33 Het verband $X_Q - h_{id}/P$ voor meetserie 13 met $b/B = 1,00$ (16)
- Figuur 34 Verloop van de waterspiegel tussen het meetschot
($b/B = 1,00$) en de h-meetraai voor $h_{id}/P = 0,93$ (16)
- Figuur 35 Het verband $X_Q - h_{id}/P$ voor meetserie 14 met $b/B = 1,00$ (16)
- Figuur 36 Verband $\Delta h/P - h_{id}/P$ bij ideale aanstroming voor het
meetschot $b/B = 1,00$ (16)
- Figuur 37 Meetafwijking X_Q met $b/B = 1,00$ als functie van de afstand
tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 0,94$ en $h/P = 0,88$ (17)
- Figuur 38 Hoofdafmetingen meetput met rechthoekige scherpe overlaat (18)
- Figuur 39 Het verband tussen h/P en b/B voor $\Delta h/h = 0,25$ (19)
- Figuur 40 De afstand Y_{ds} als functie van b/B en h_{max} voor $X_Q = \pm 2,5\%$ (19)
- Figuur 41 Afvoercoëfficiënt C_e voor gebruik in de formule van
Kindsvater-Carter, $b/B < 1,0$ (20)
- Figuur 42 Correctie k_b op de breedte van de rechthoekige scherpe
overlaat $b/B < 1$ (20)

De paginaverwijzing () refereert aan de pagina uit de tekst waar de figuur voor de eerste keer wordt genoemd.





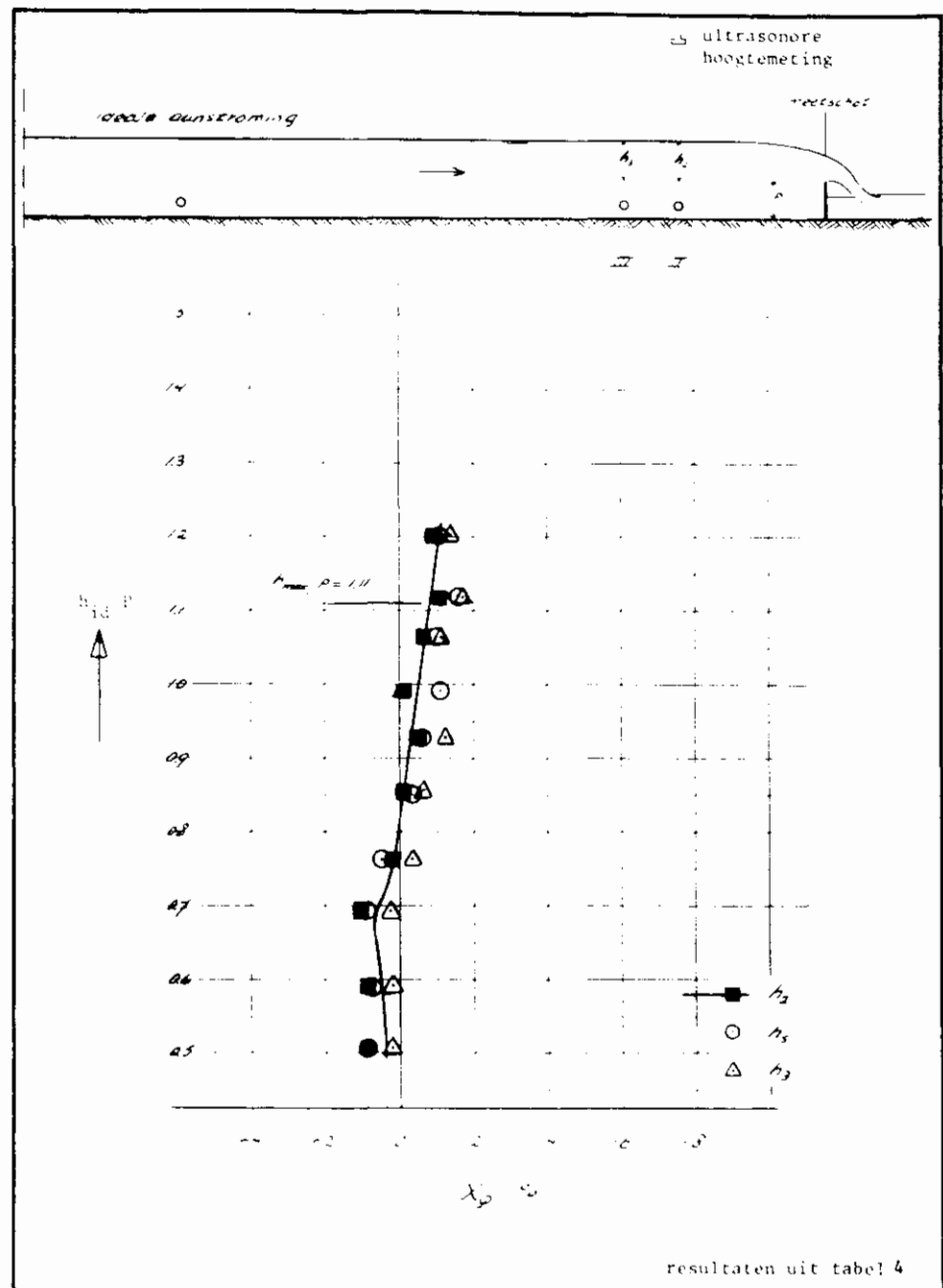
Overzicht vormgeving meetseries 1 t/m 5
meetschot $b/B = 0,80$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1963

FIG. 3

A4



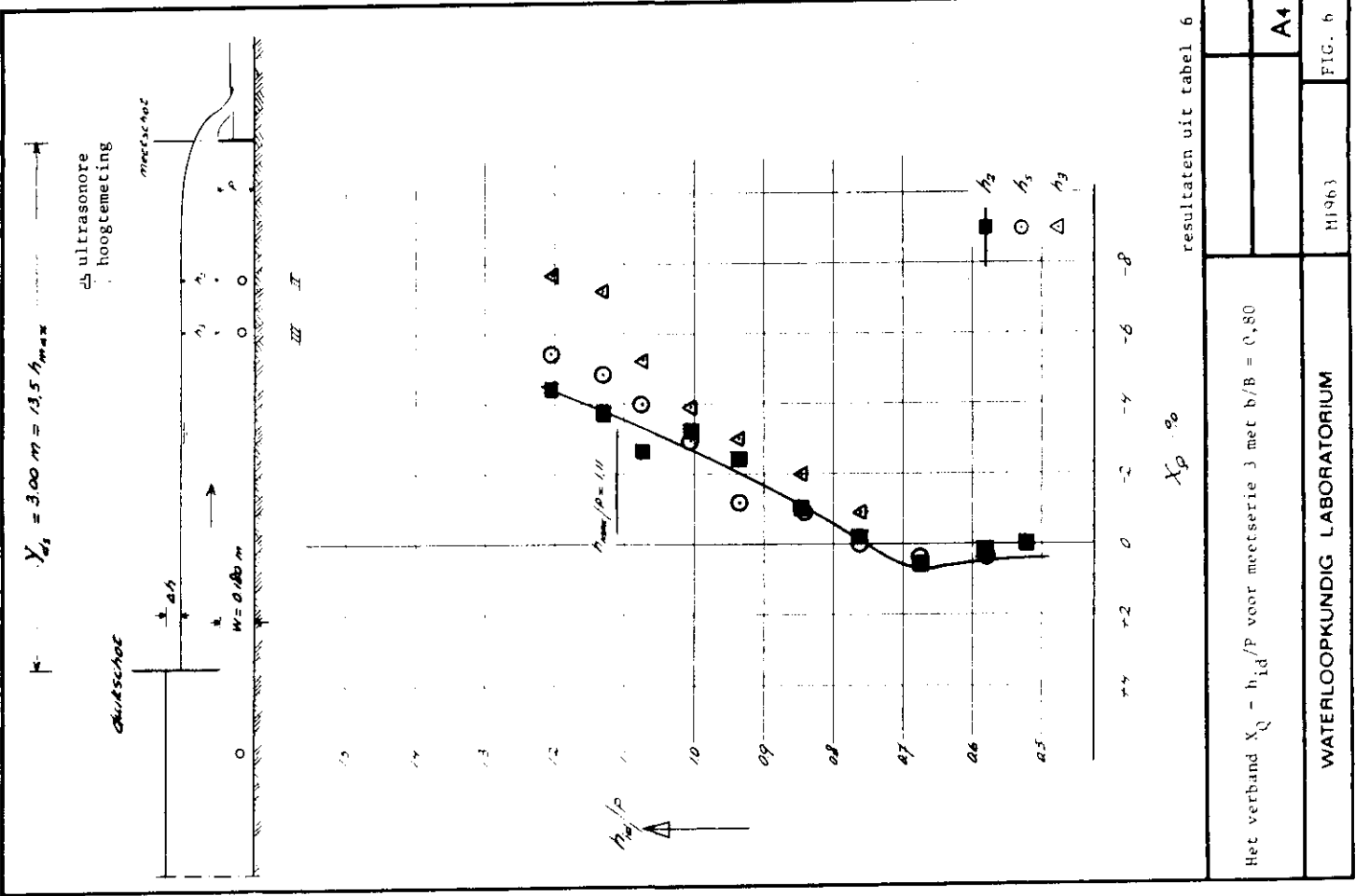
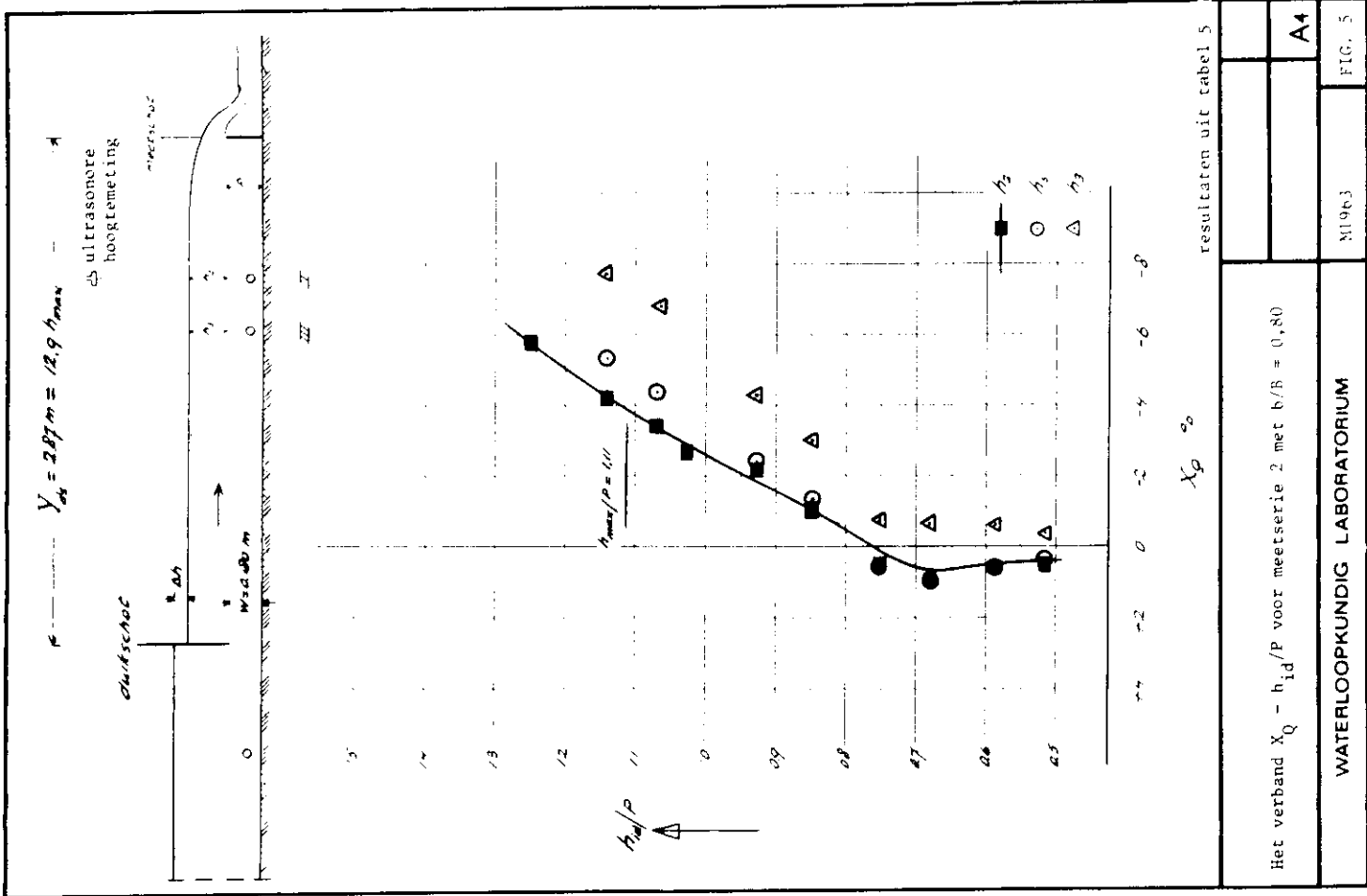
Het verband $X_Q = h_{1d}/P$ voor meetserie 1 met $b/B = 0,80$

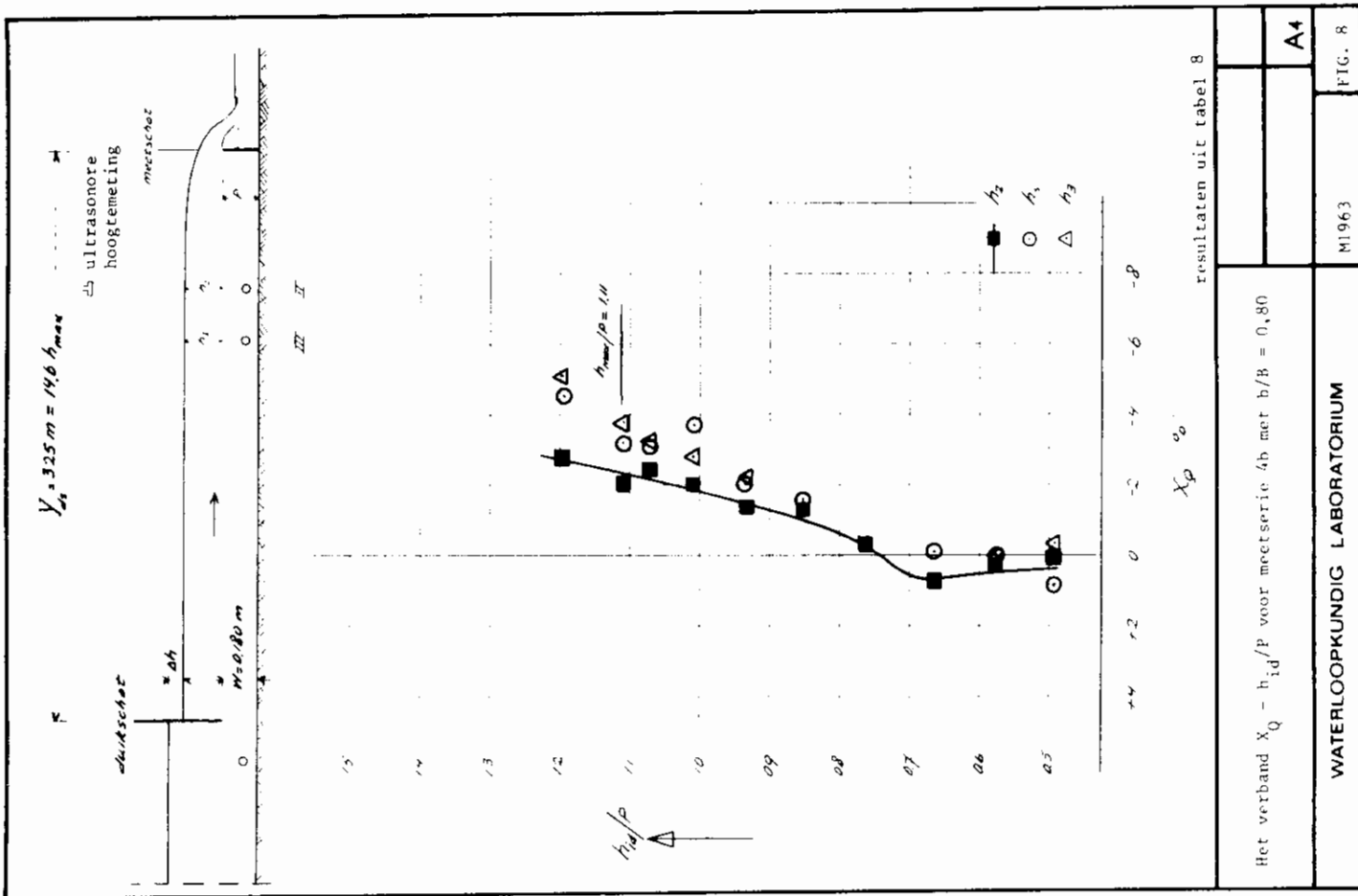
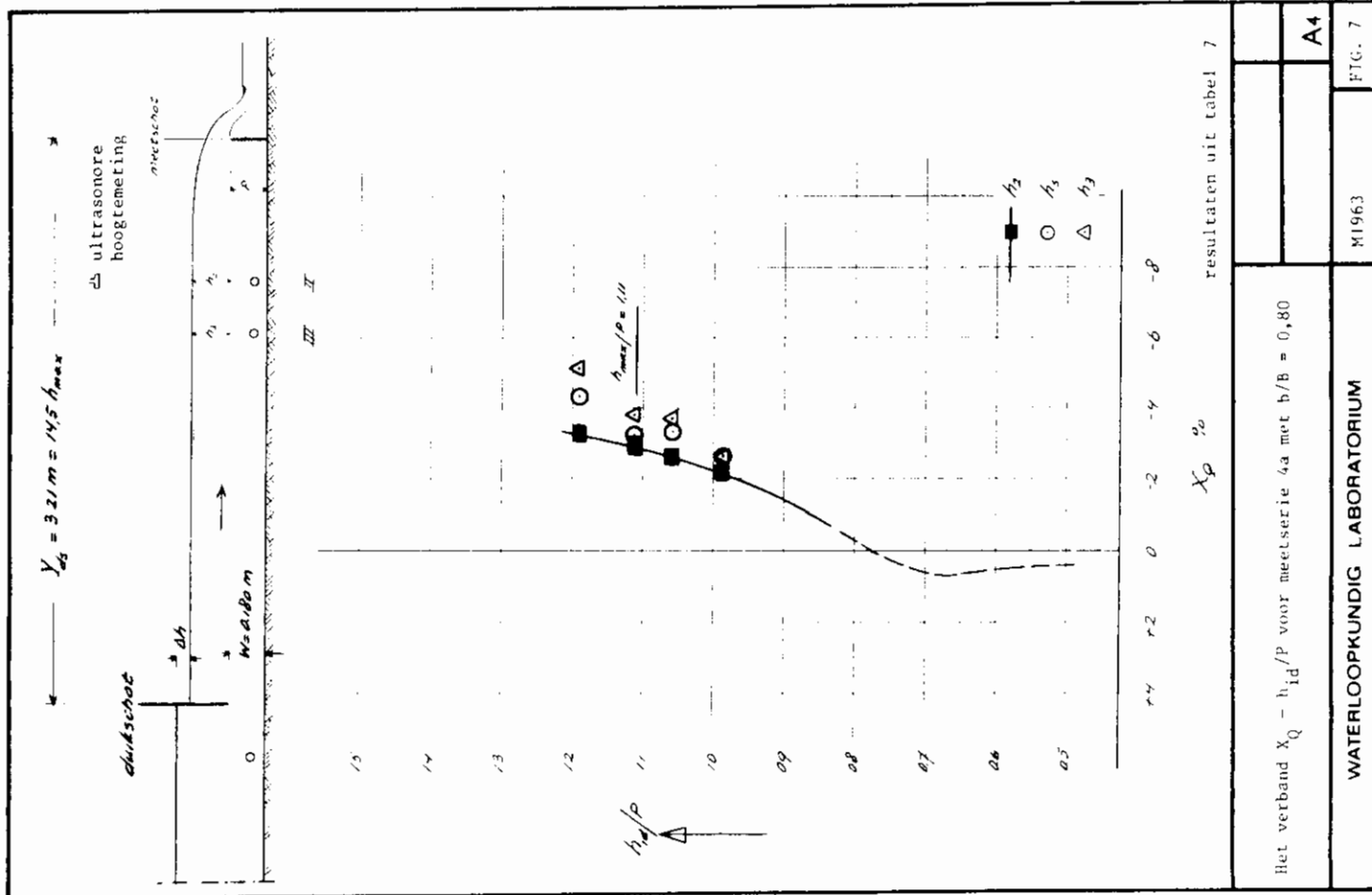
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

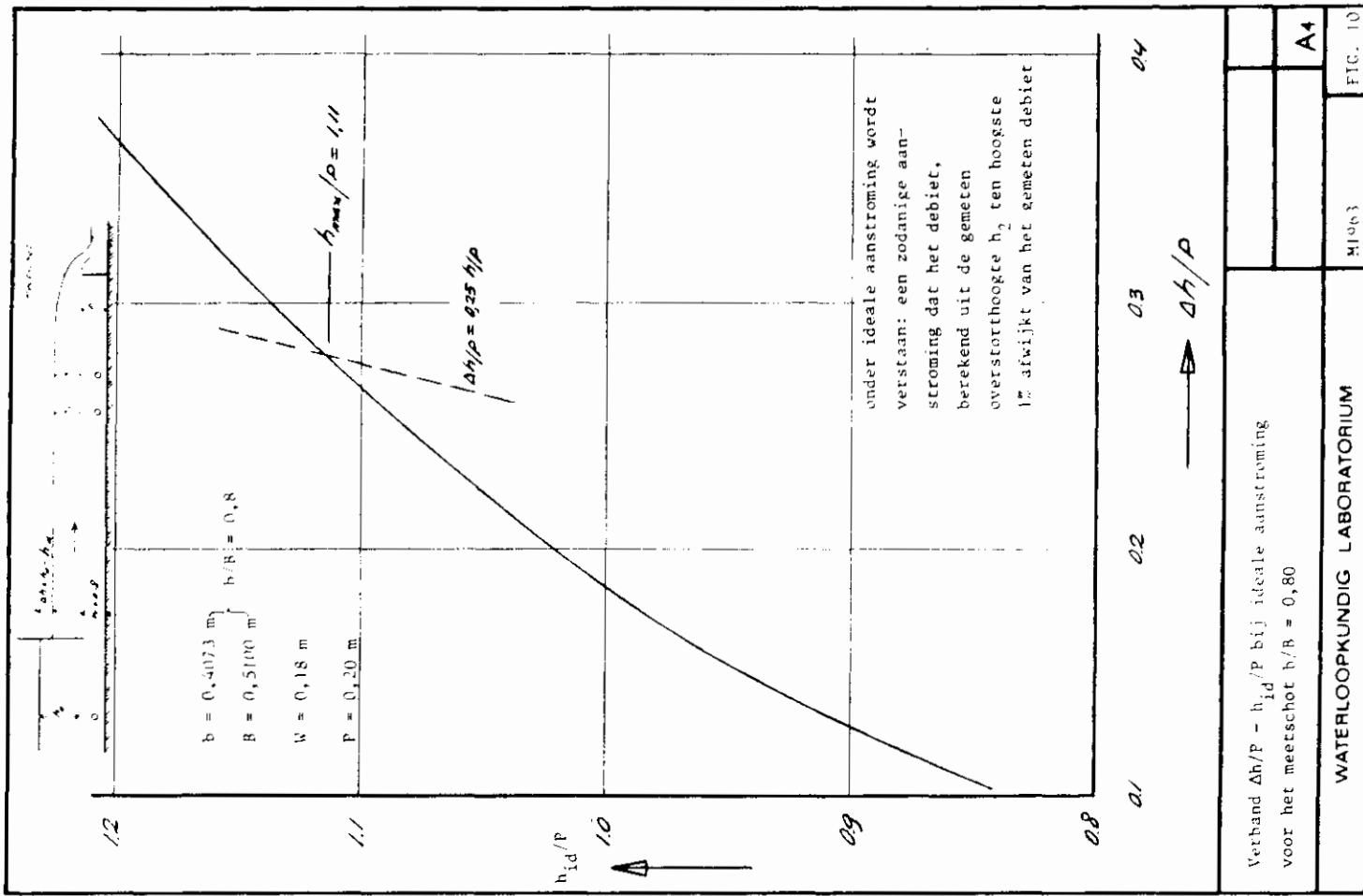
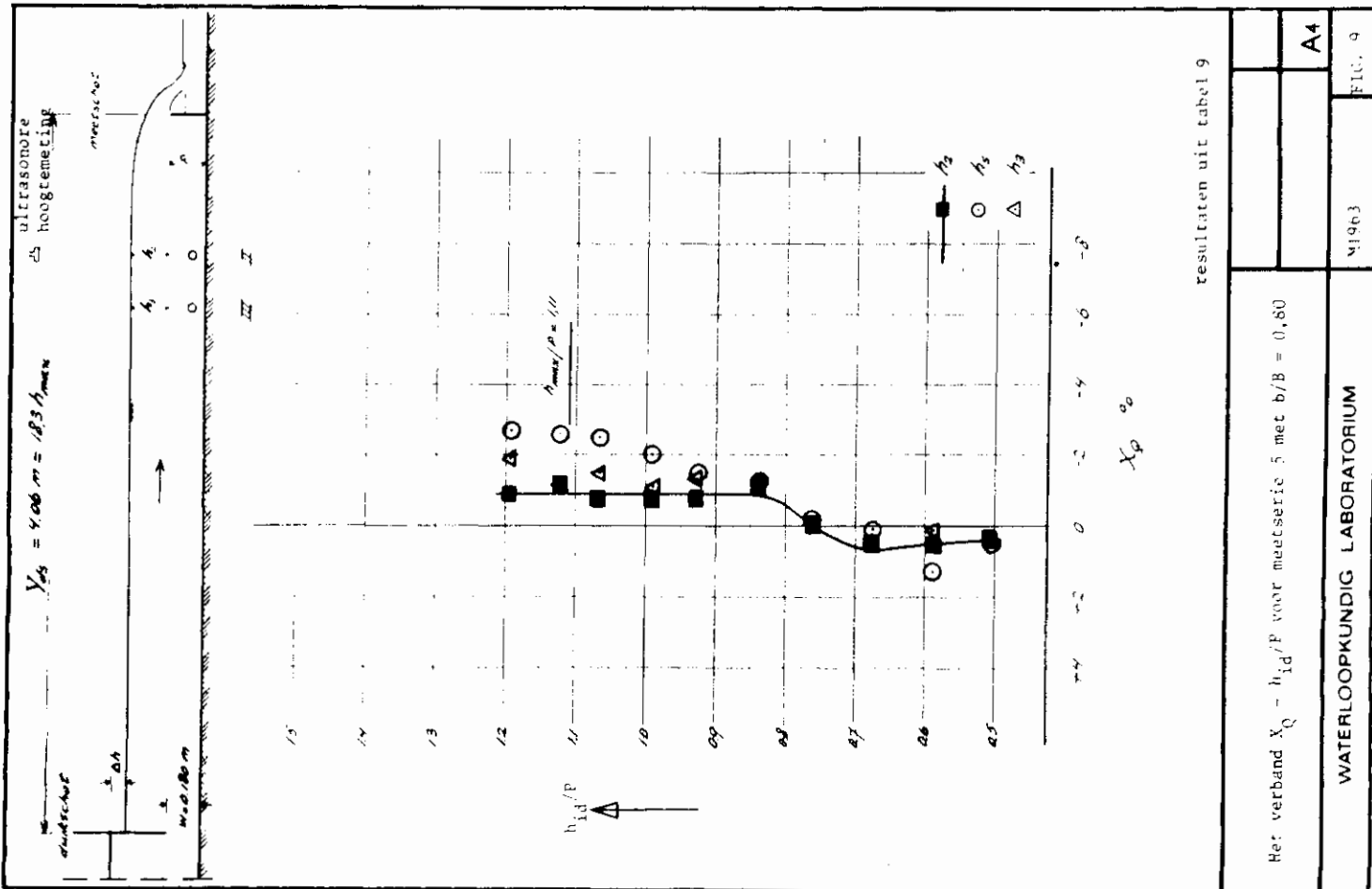
M1963

FIG. 4

A4





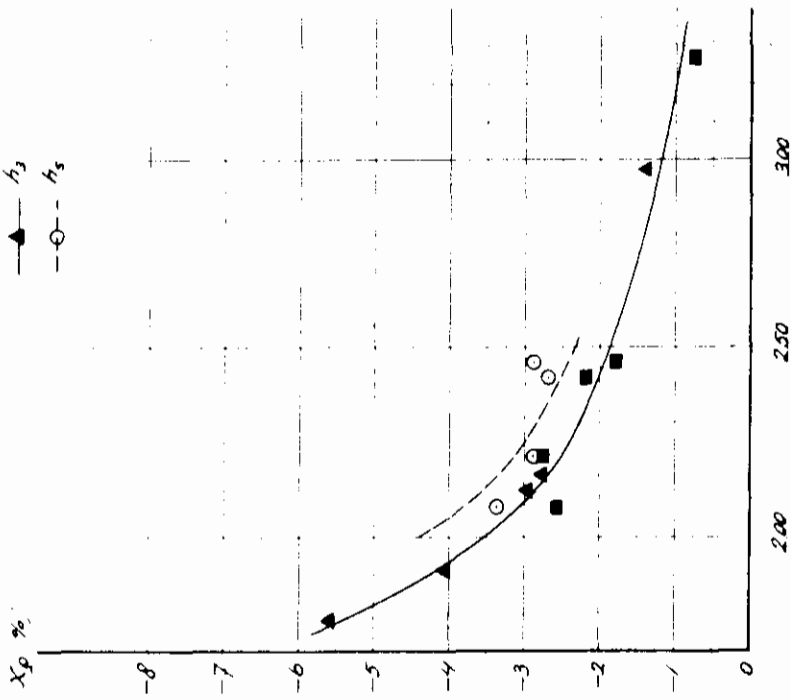


$b = 0,4073 \text{ m}$
 $B = 0,5100 \text{ m}$
 $P = 0,200 \text{ m}$
 $w = 0,180 \text{ m}$

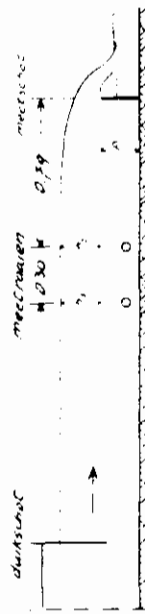
$h_{\text{max}}/P = 1,00$

De punten zijn ontleend aan tabel 10

\blacksquare — h_2
 \blacktriangle — h_3
 \circ — h_3



afstand (m) tussen duikschot en meetraai



Meetafwijking X_0 met $b/B = 0,80$ als functie van de afstand tussen duikschot en b-meetraai voor $h_{\text{max}}/P = 1,00$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M 1963

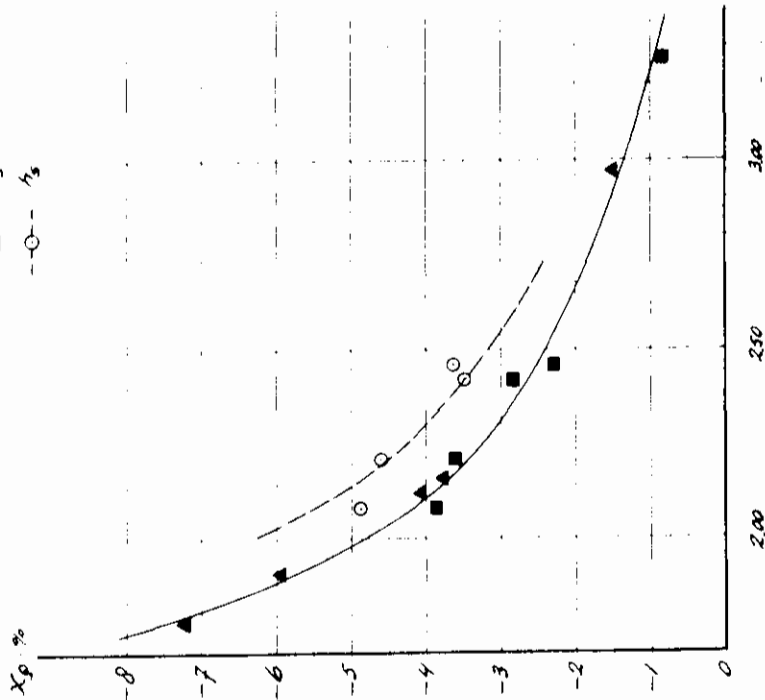
FIG. 11

$b = 0,4073 \text{ m}$
 $B = 0,5100 \text{ m}$
 $P = 0,200 \text{ m}$
 $w = 0,180 \text{ m}$

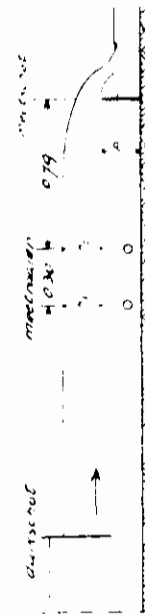
$h_{\text{max}}/P = 1,11$

De punten zijn ontleend aan tabel 10

\blacksquare — h_2
 \blacktriangle — h_3
 \circ — h_3



afstand (m) tussen duikschot en meetraai

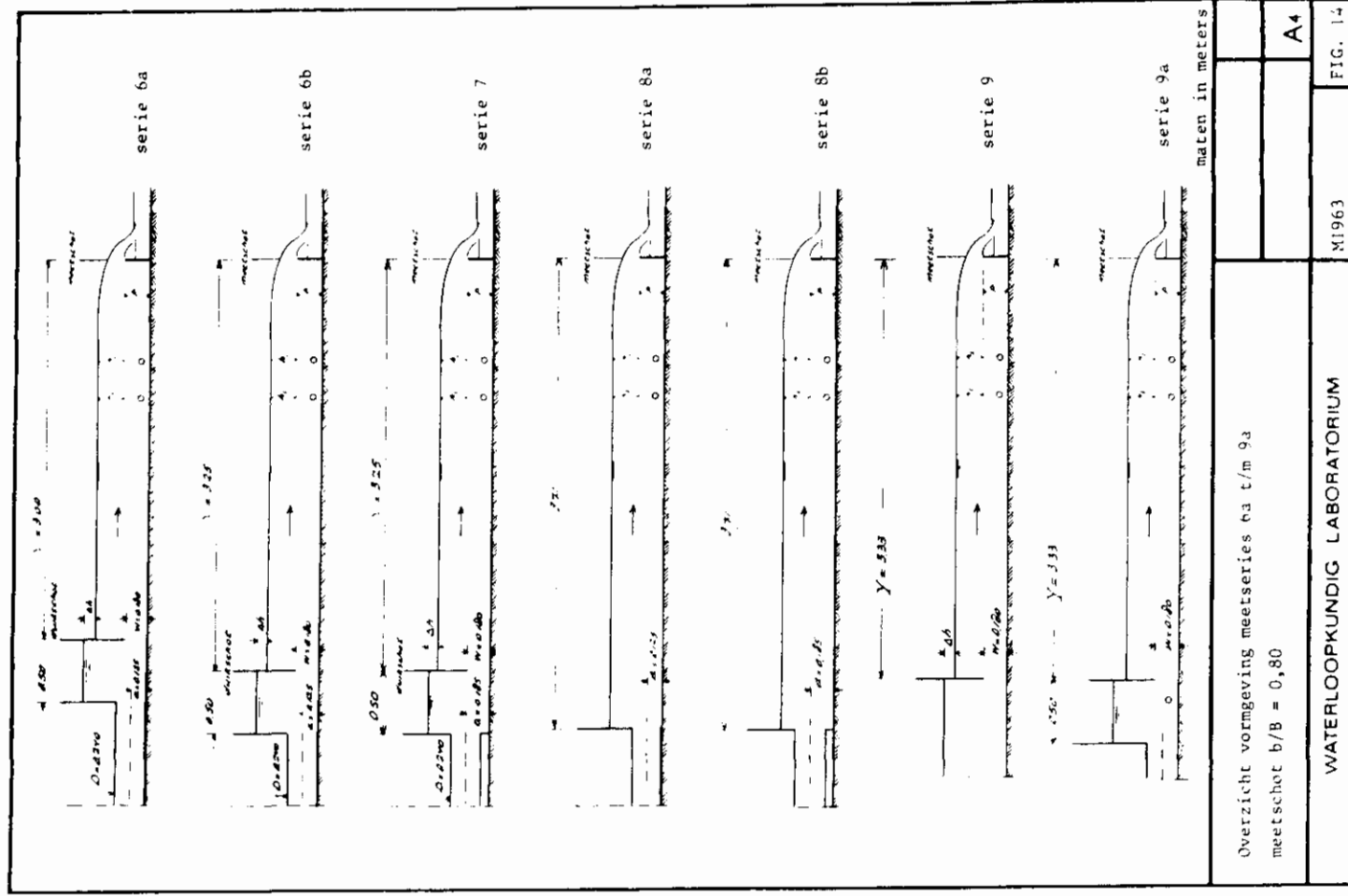
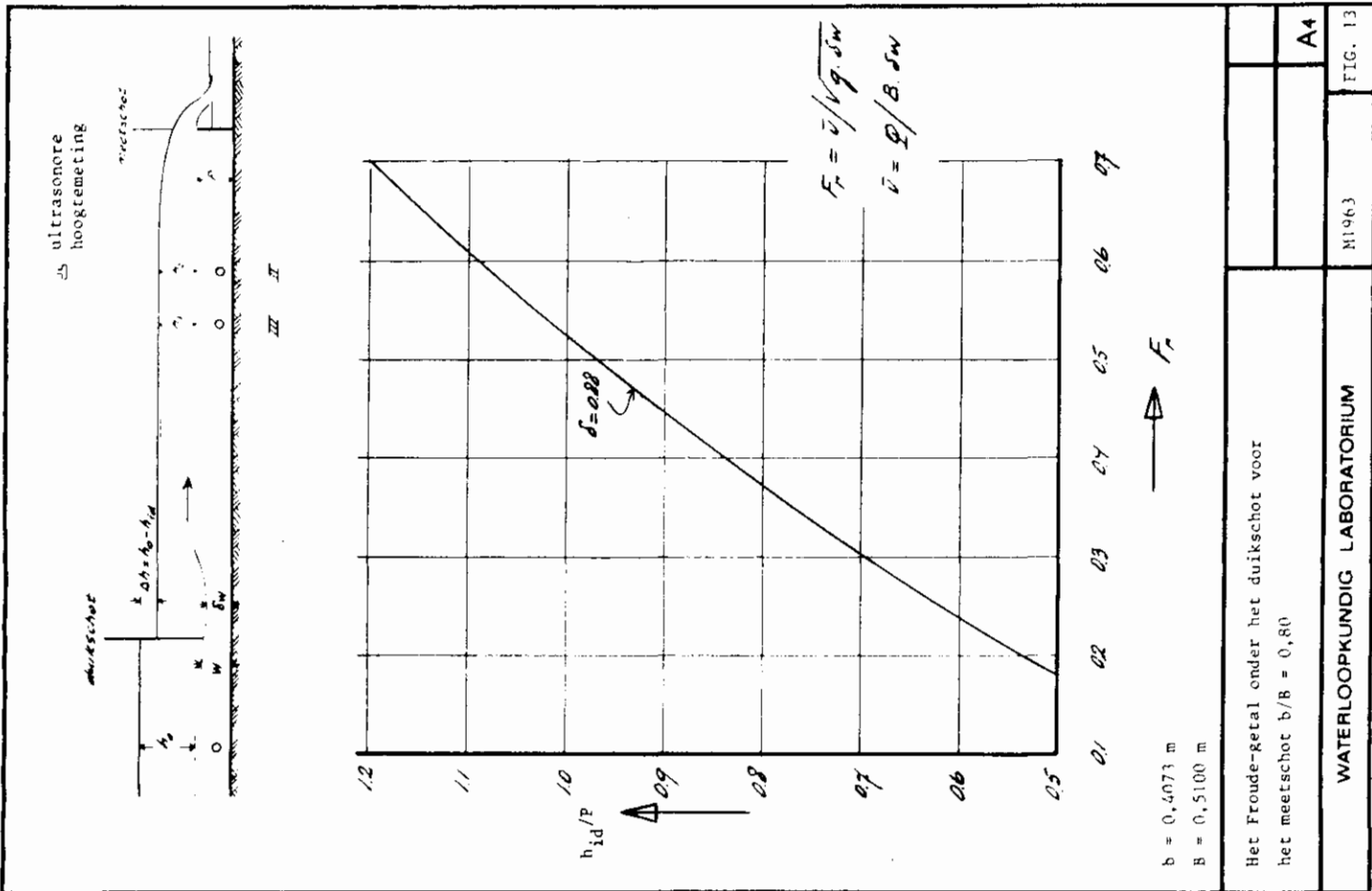


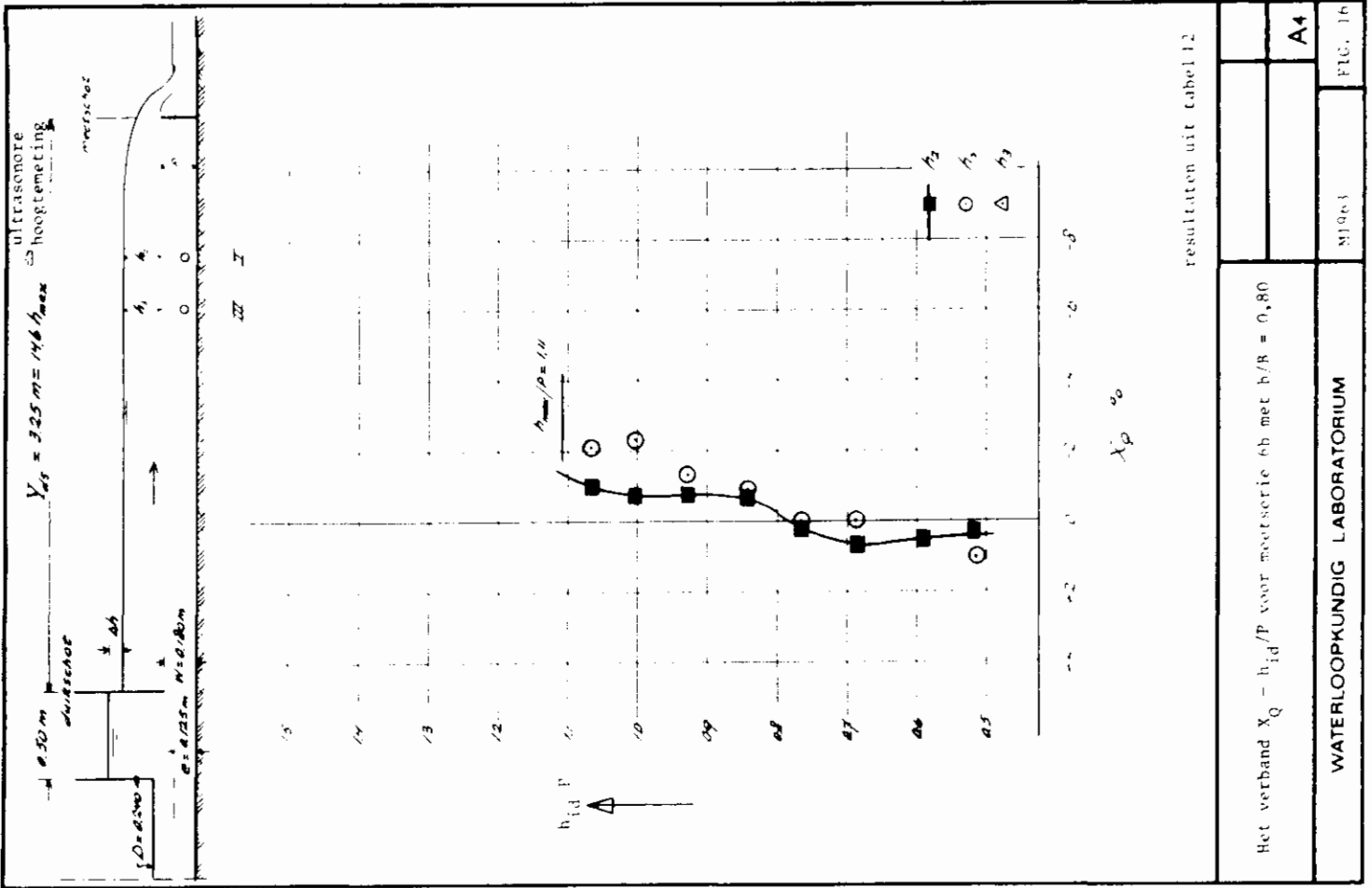
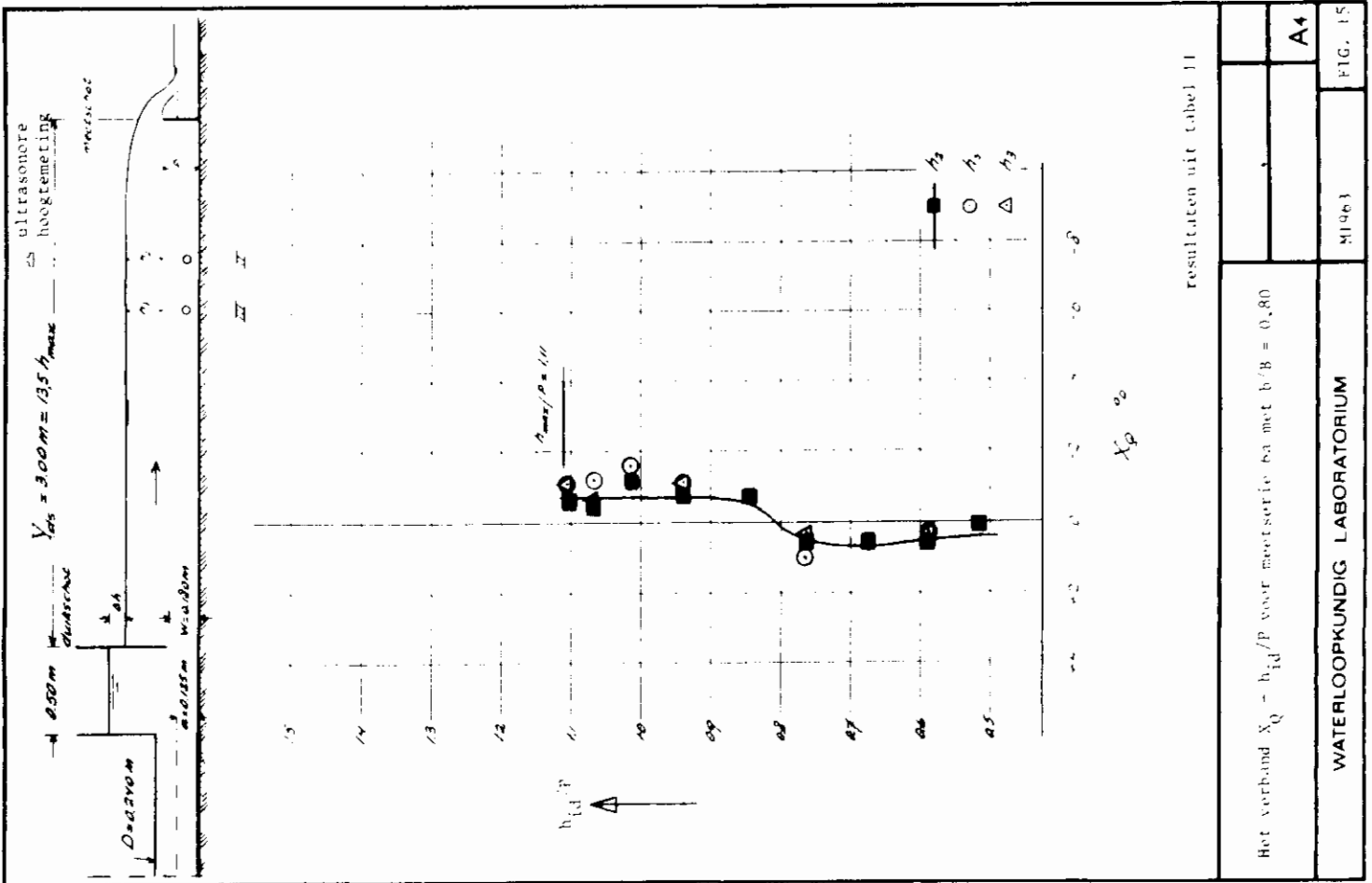
Meetafwijking X_0 met $b/B = 0,80$ als functie van de afstand tussen duikschot en b-meetraai voor $h_{\text{max}}/P = 1,11$

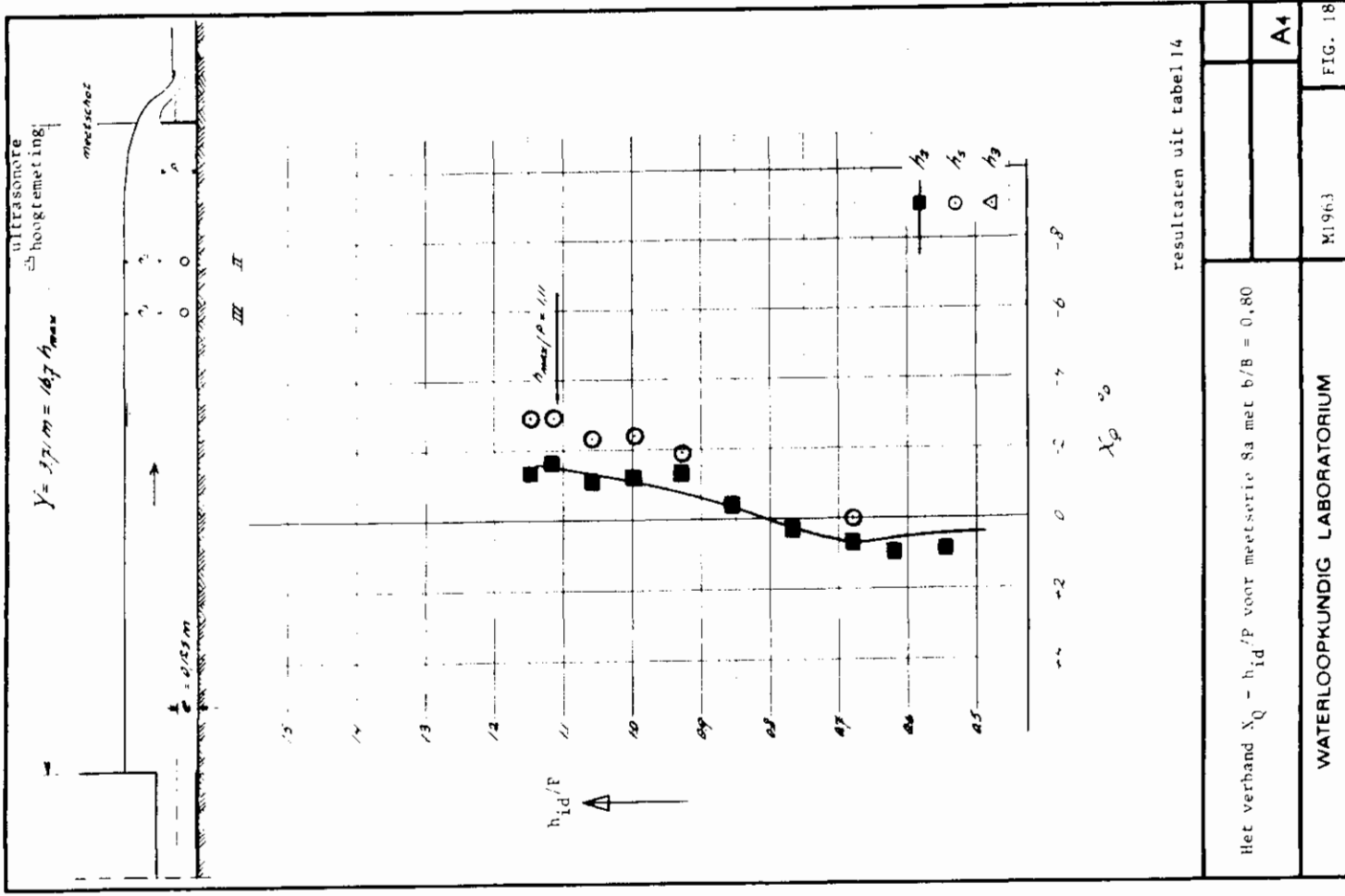
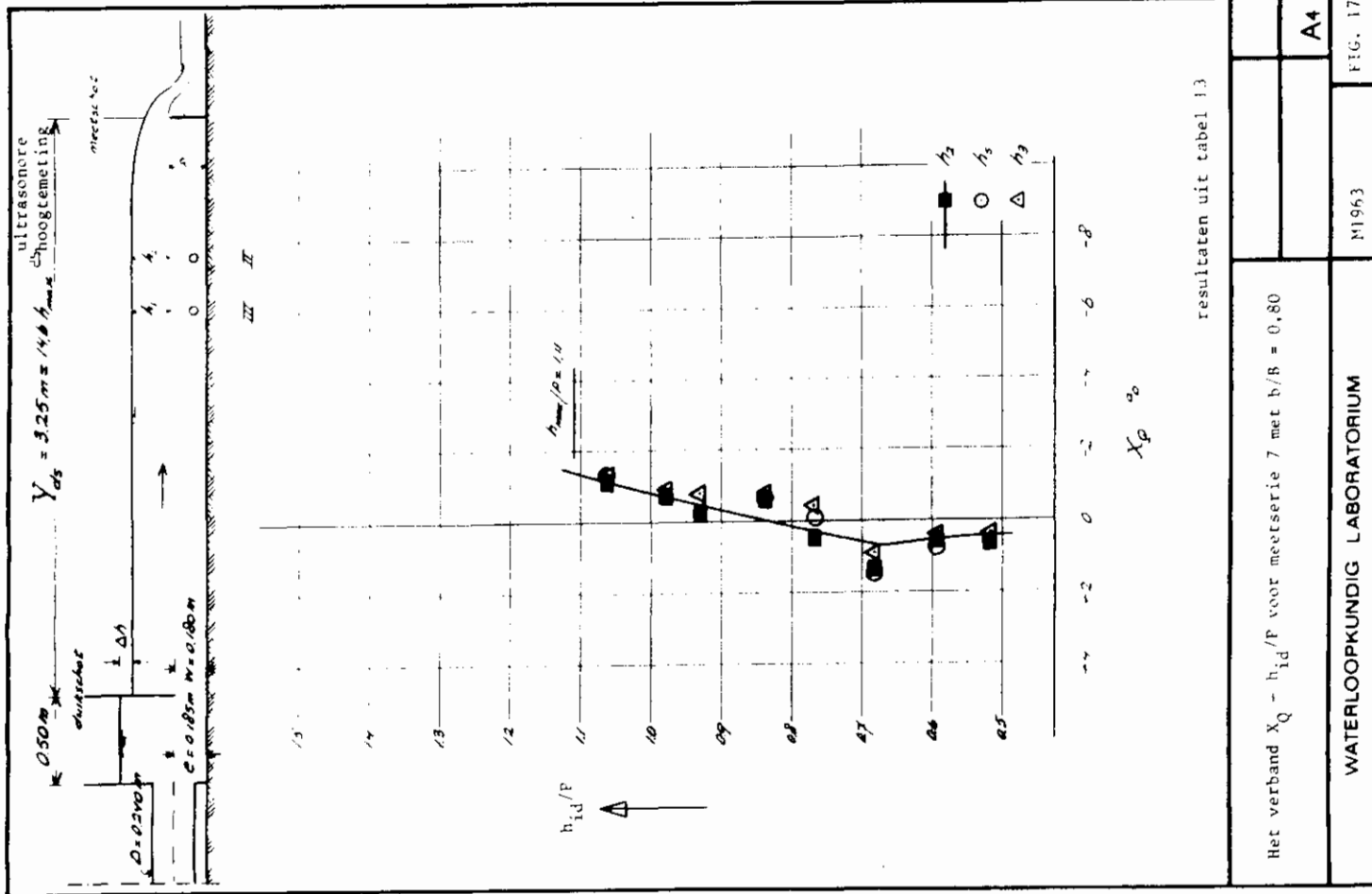
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

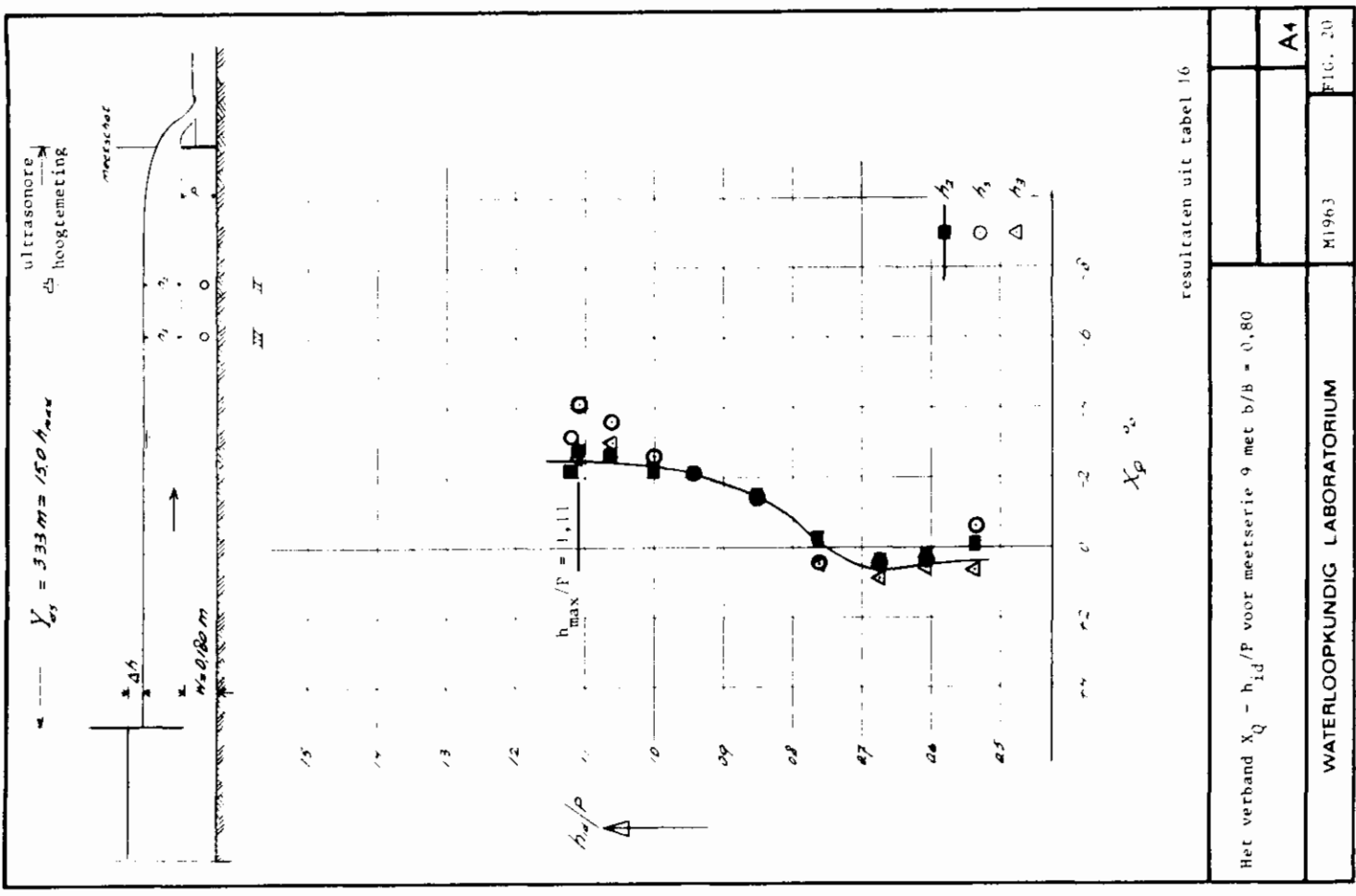
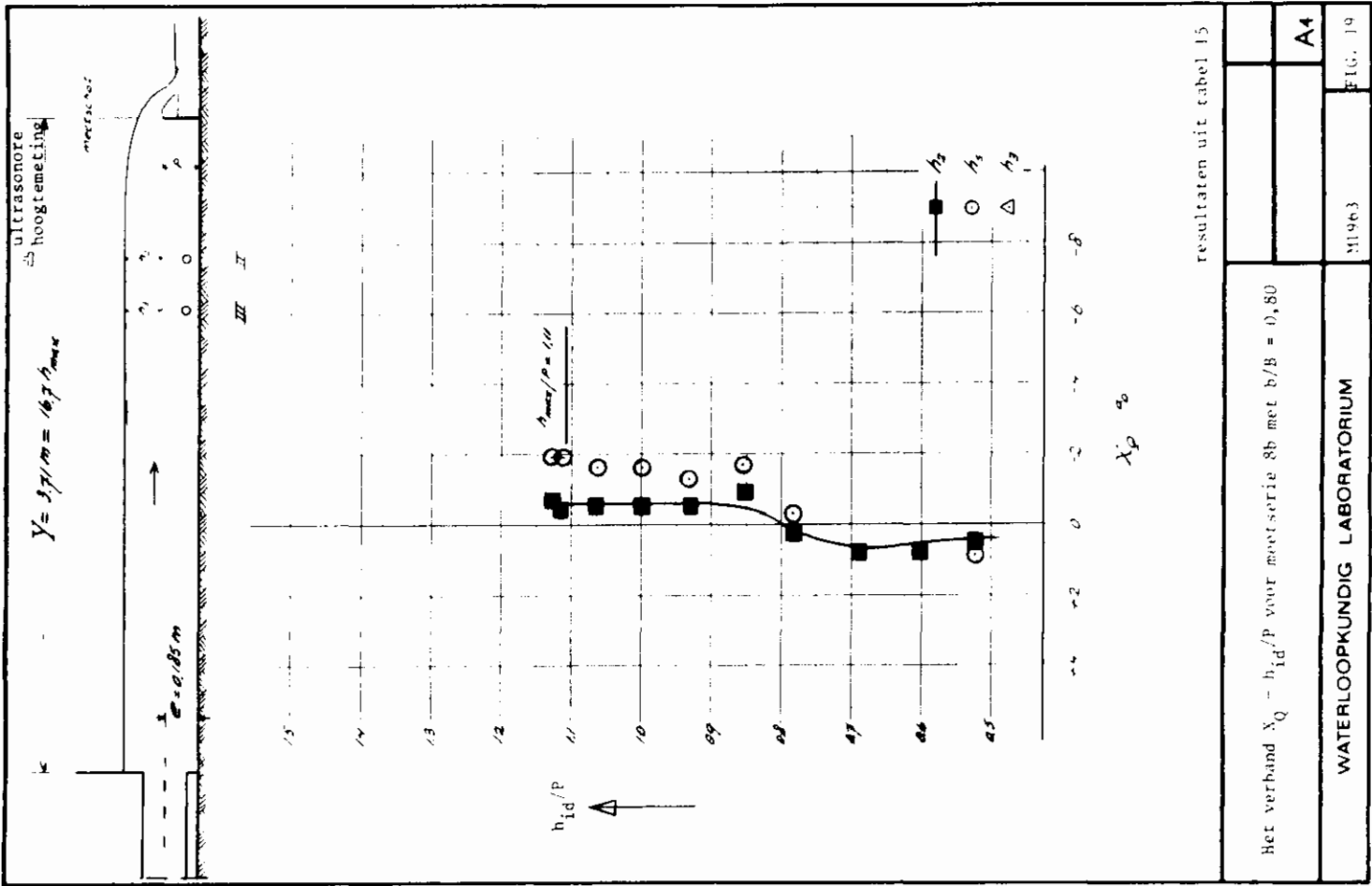
M 1963

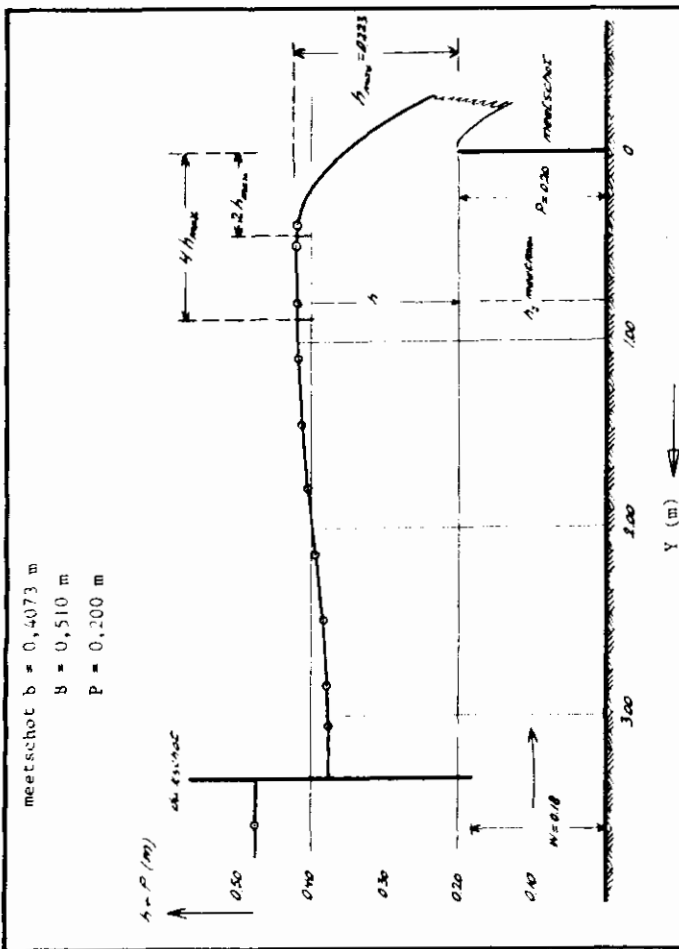
FIG. 12











- deze meting is uitgevoerd in meetserie 9
- gemeten debiet $Q = 0,08368$ m³/s
- volgens ISO 1438/1 is de bijbehorende overstorthoogte $h_{id} = 0,2237$ m
- gemeten overstorthoogte op $Y = 0,79$ m
- via de peilput $h_2 = 0,2206$ m
- ultrasoon $h_3 = 0,2193$ m
- bovenstrooms van het duikschot $h_0 = 0,2727$ m

Y (m)	h (m)
0,375	0,2182
0,49	0,2195
0,79	0,2182
1,09	0,2167
1,44	0,2123
1,79	0,2035
2,14	0,1943
2,49	0,1817
2,84	0,1783
3,05	0,1774

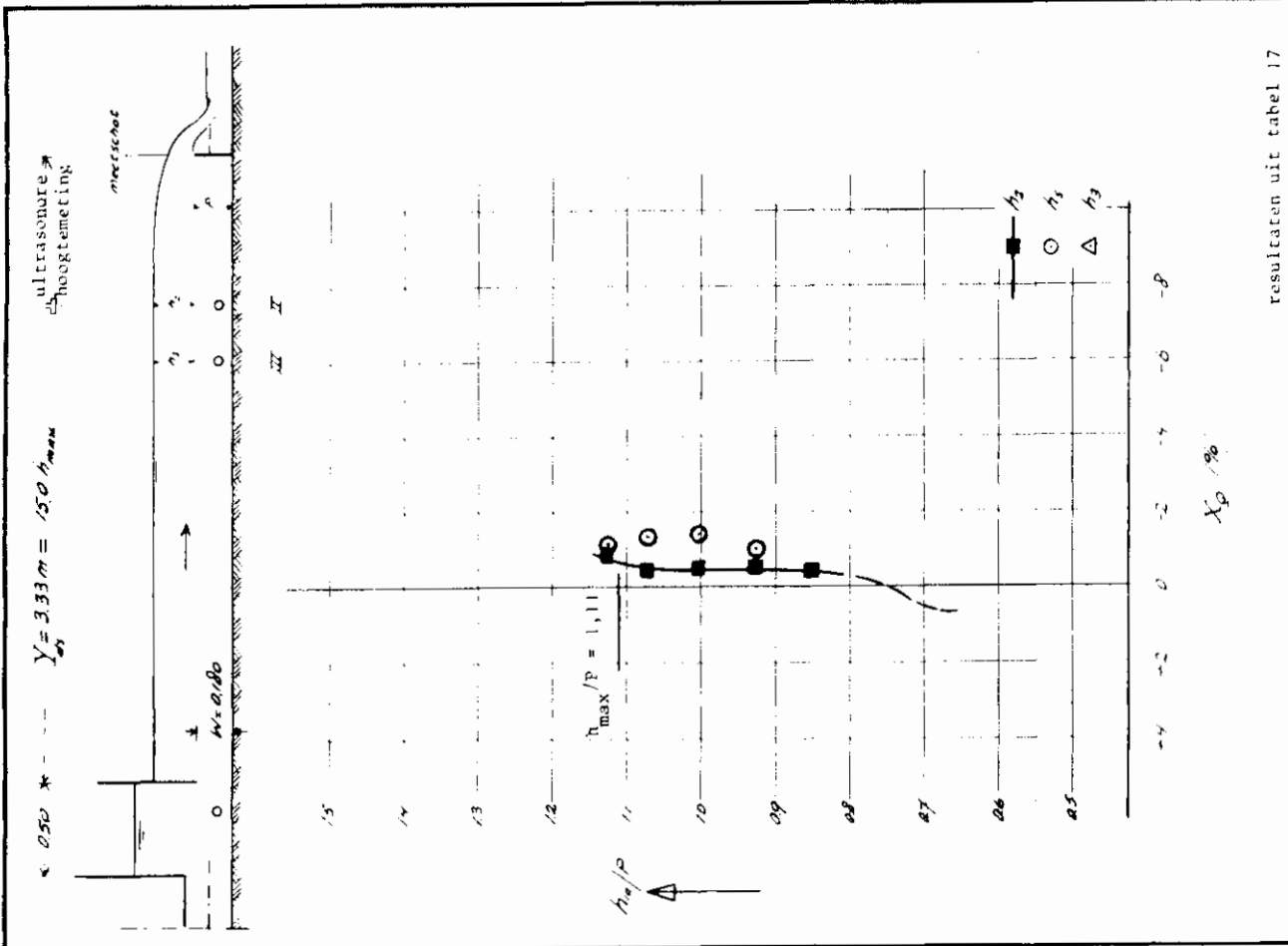
Verloop van de waterspiegel tussen meetschot ($b/B = 0,80$) en duikschot ($V = 3,33$ m) bij $h_0/P = 1,11$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1963

A4

FIG. 21



resultaten uit tabel 17

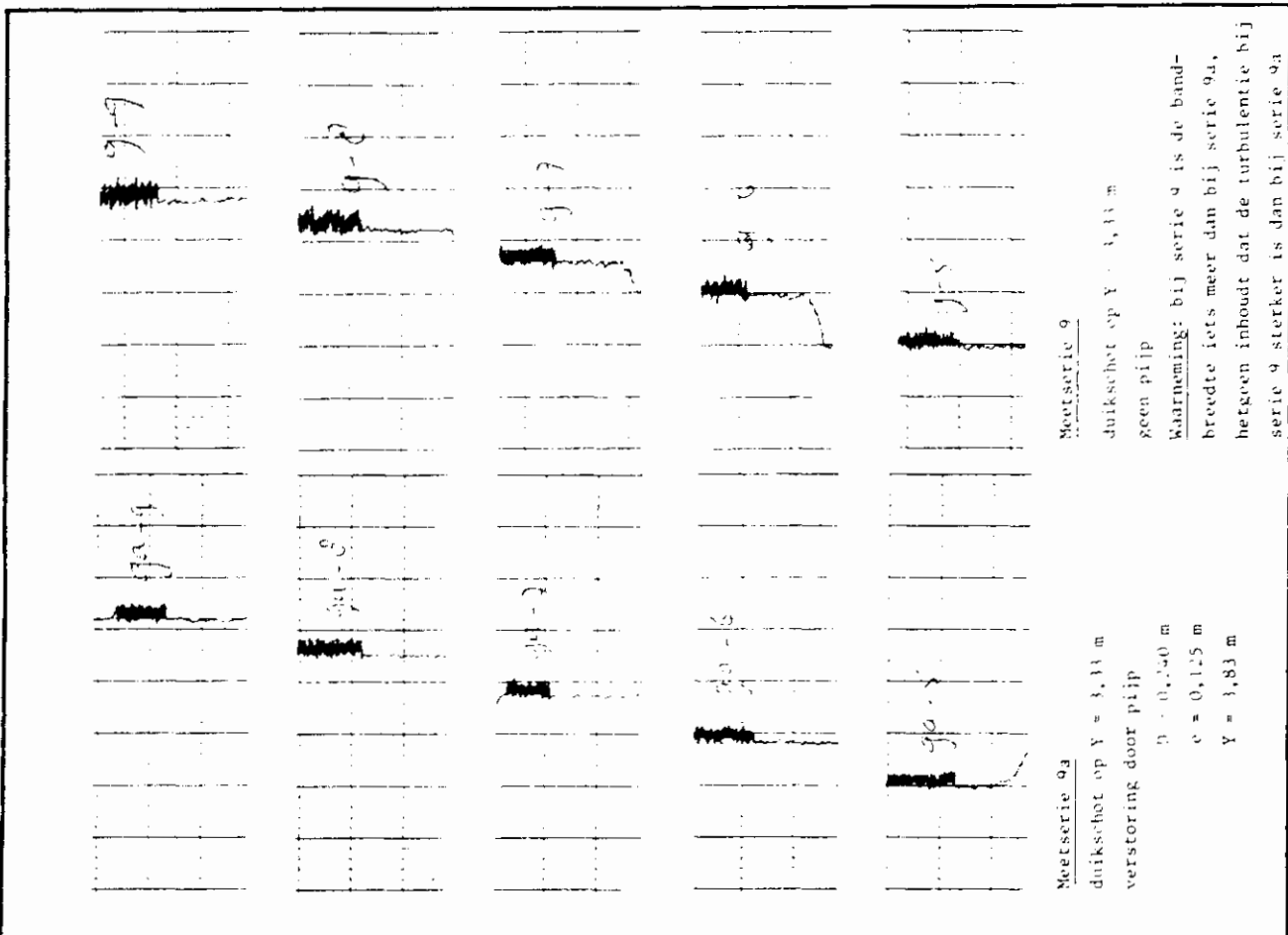
Het verband $X_p - h_{id}/P$ voor meetserie 9a met $b/B = 0,80$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M1963

A4

FIG. 22



Meetserie 9a

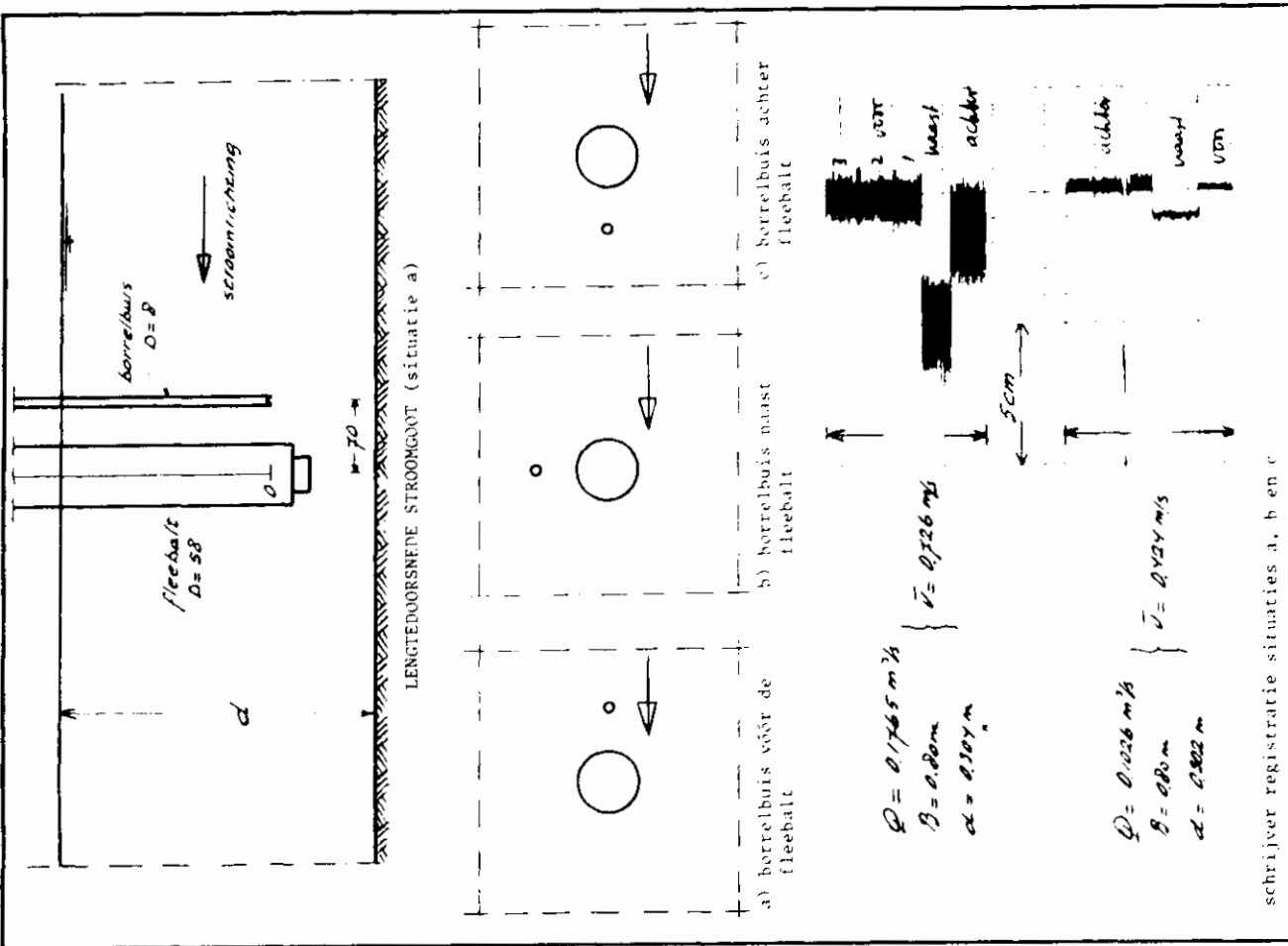
duikschot op $Y = 3,33$ m
 verstoring door pijp
 $D = 0,140$ m
 $e = 0,125$ m
 $Y = 3,83$ m

Meetserie 9

duikschot op $Y = 3,33$ m
 geen pijp
 Waarneming: bij serie 9 is de band-
 breedte iets meer dan bij serie 9a,
 hetgeen inhoudt dat de turbulentie bij
 serie 9 sterker is dan bij serie 9a

Registratie van de sensor tijdens de meetseries 9 en 9a

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		N1963	FIG. 23
			A4



LENGTEDOORSNEDIGE STROOMGNOT (situatie a)

a) borrelbuis vóór de fleebalt

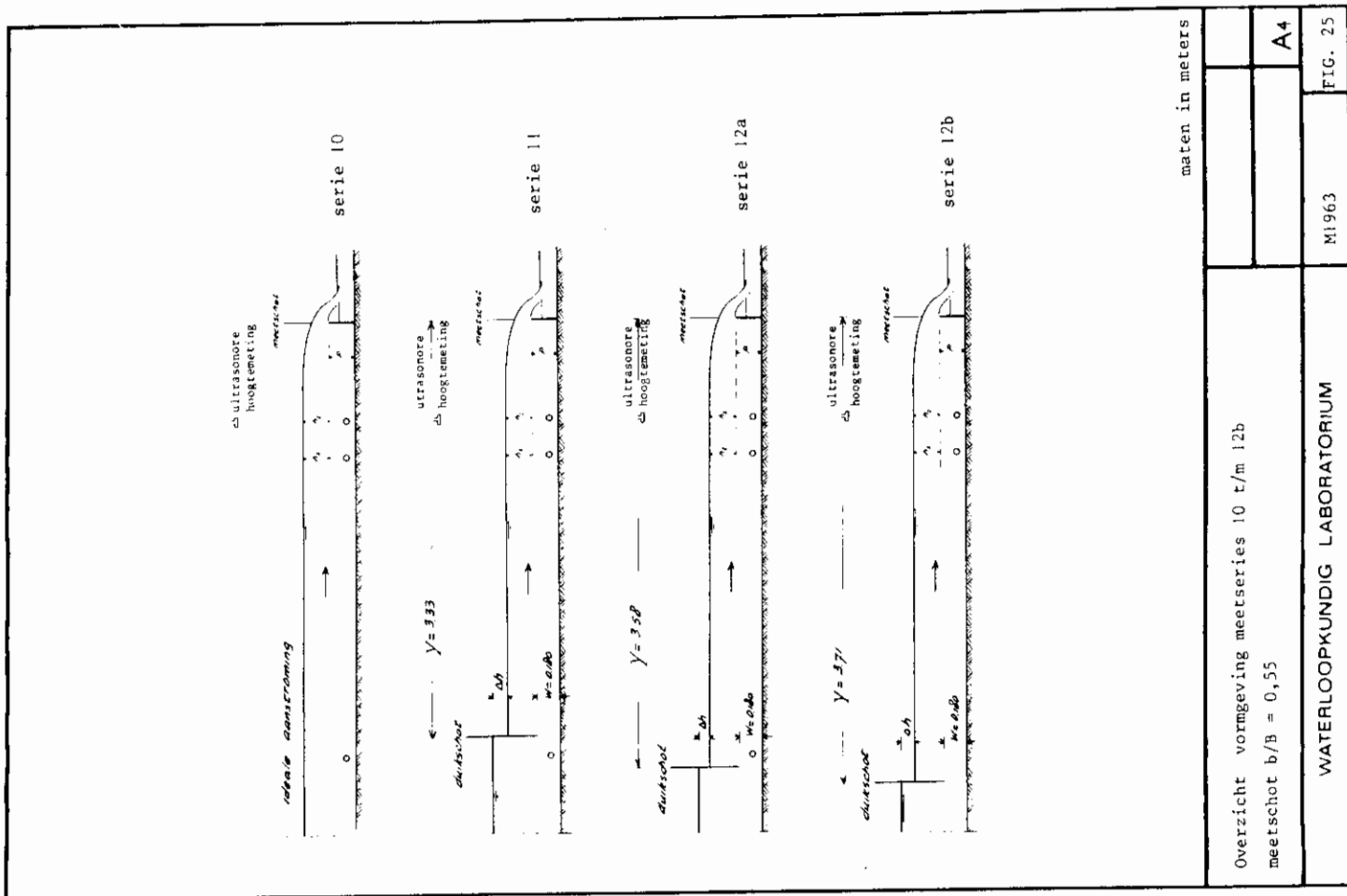
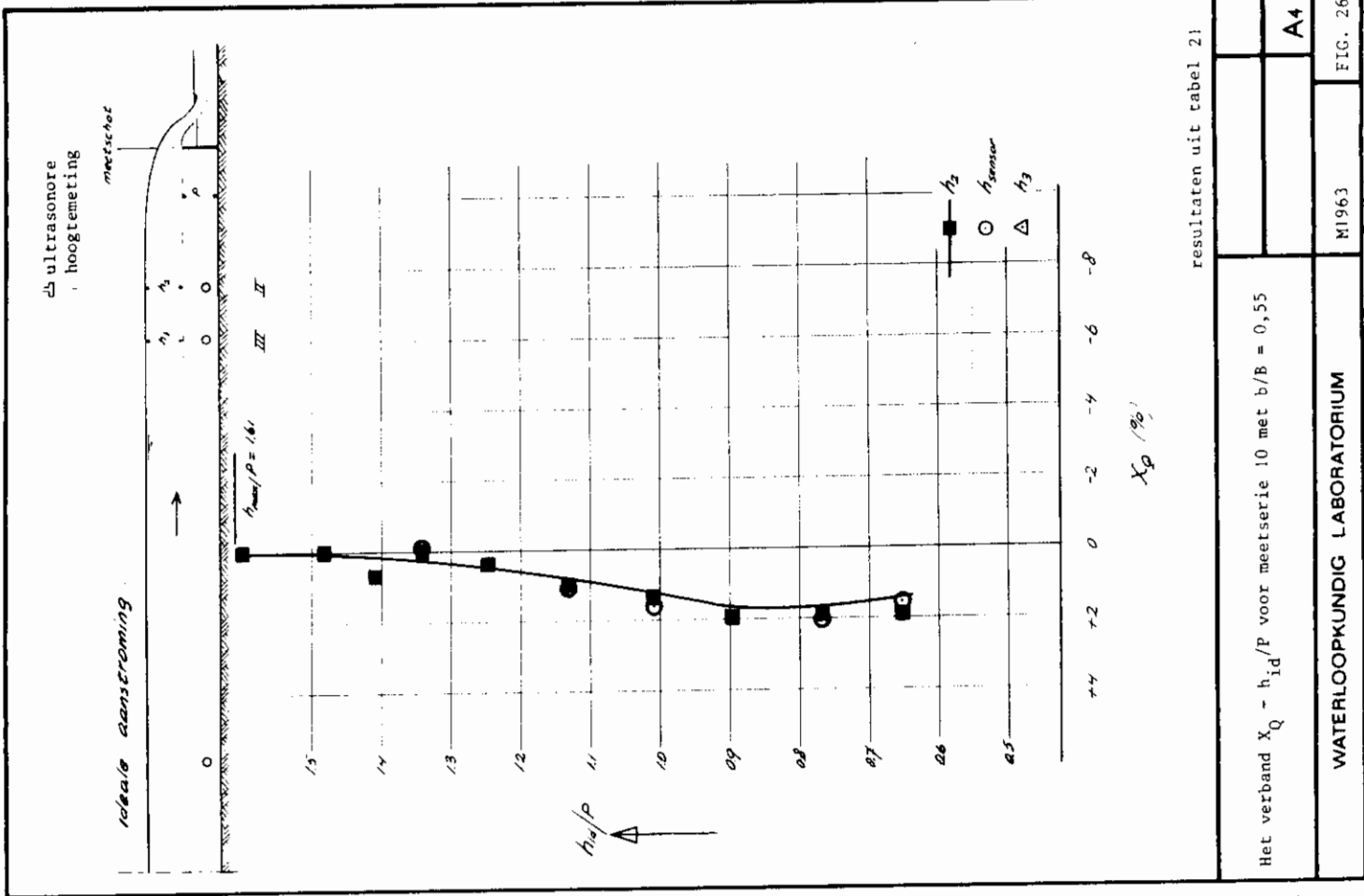
b) borrelbuis naast fleebalt

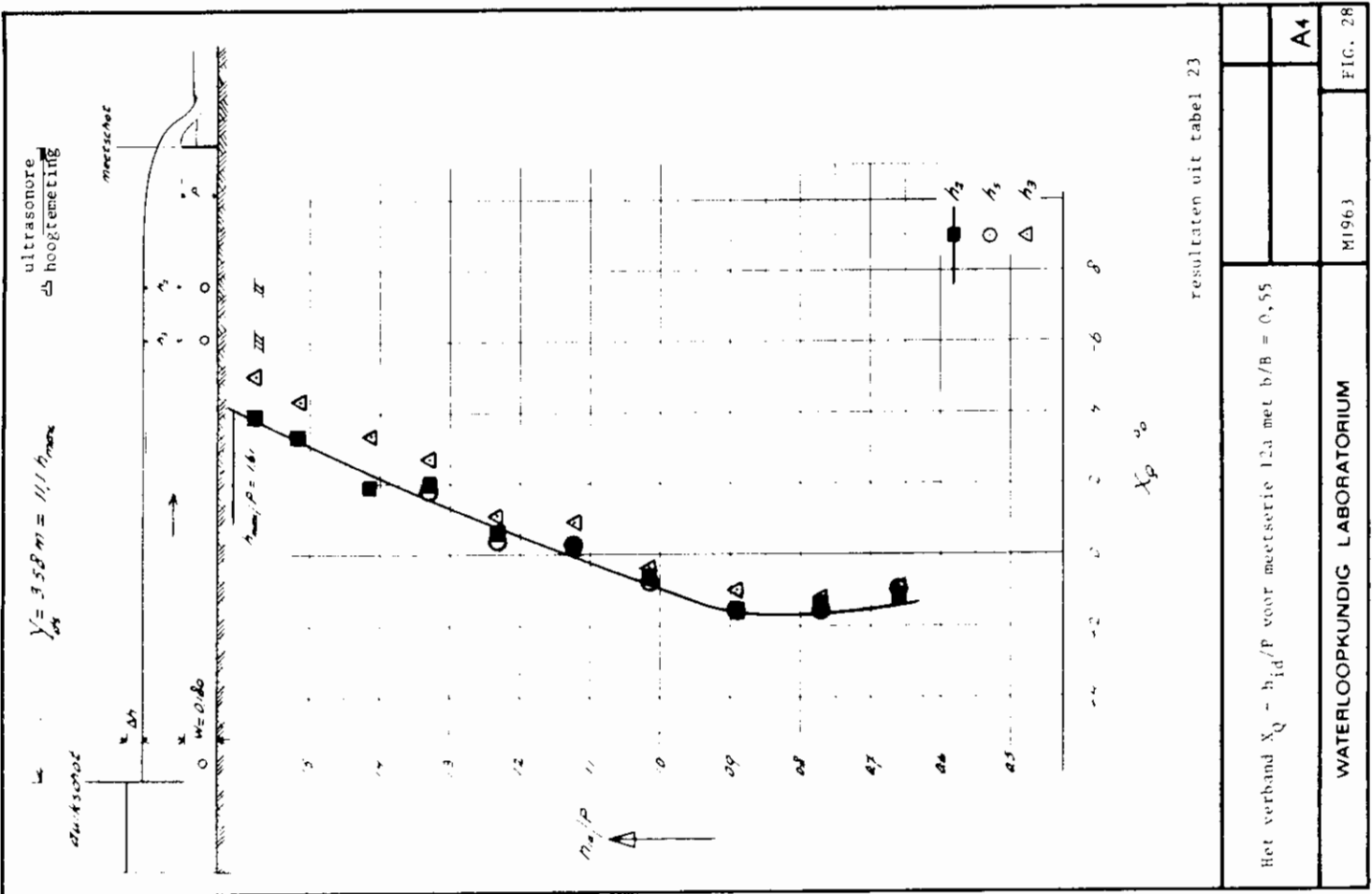
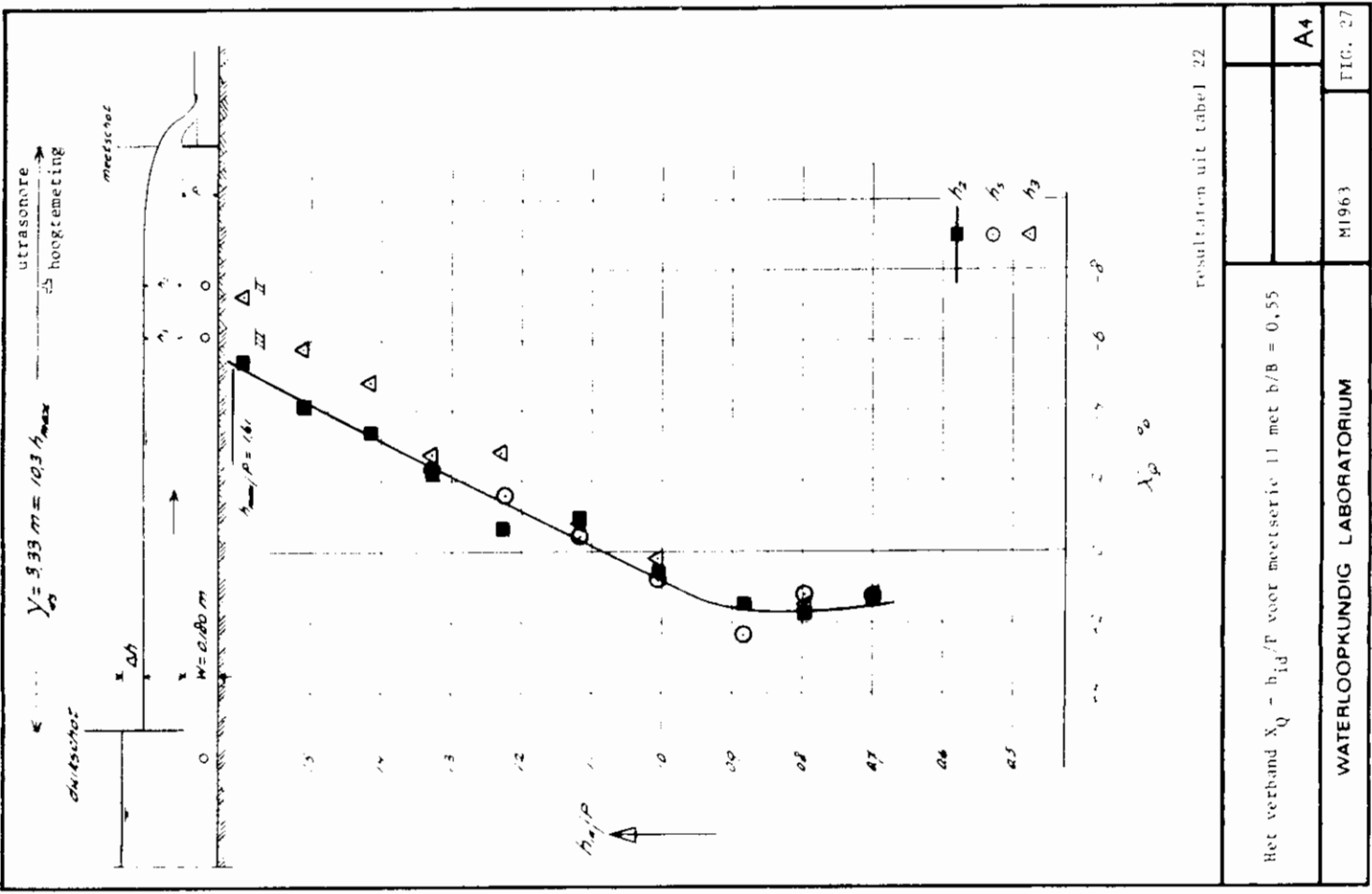
c) borrelbuis achter fleebalt

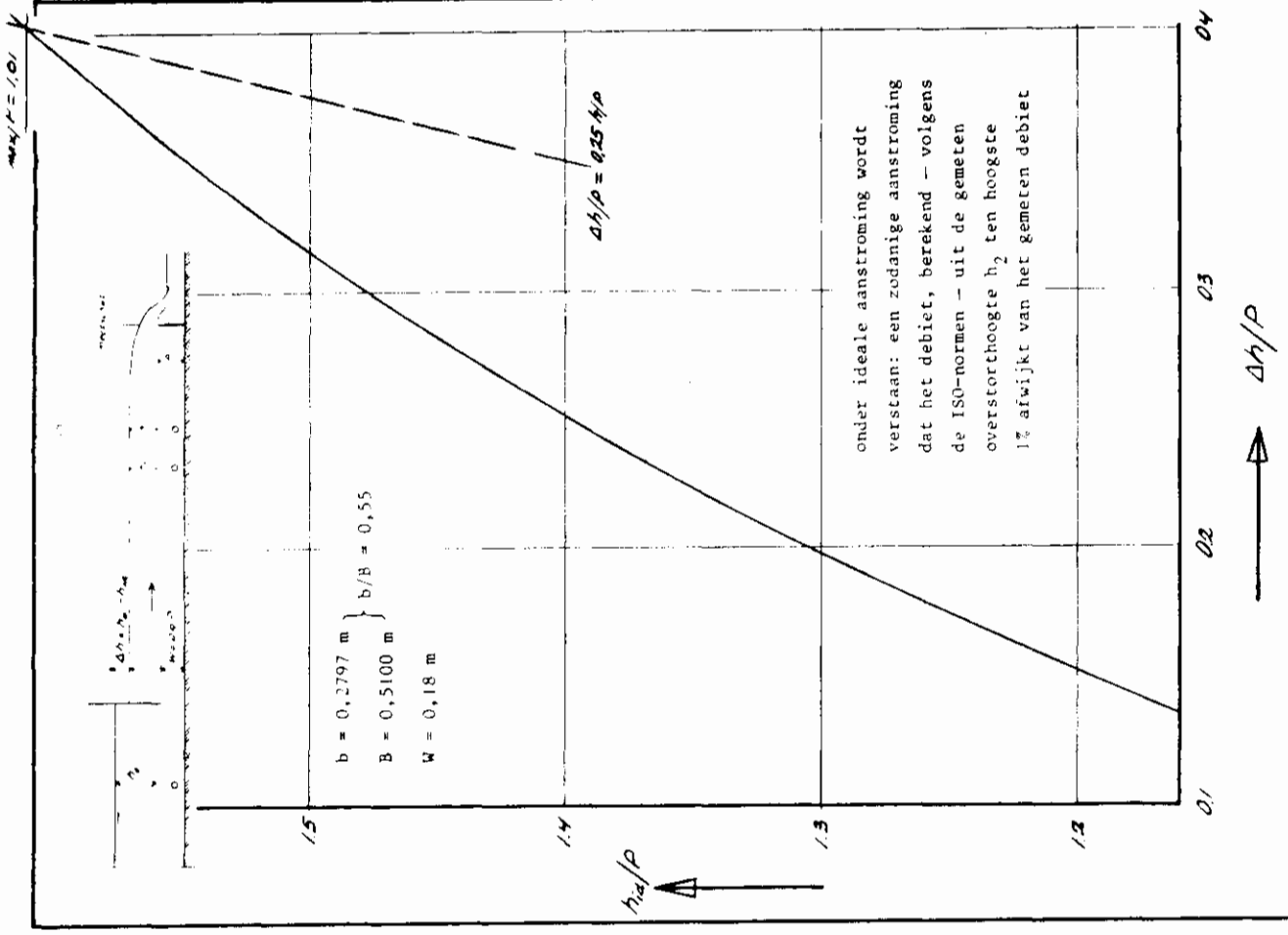
schrijver registratie situaties a, b en c

Inloed van de plaats van de borrelbuis ten opzichte van de fleebalt op de waterstandsregistratie

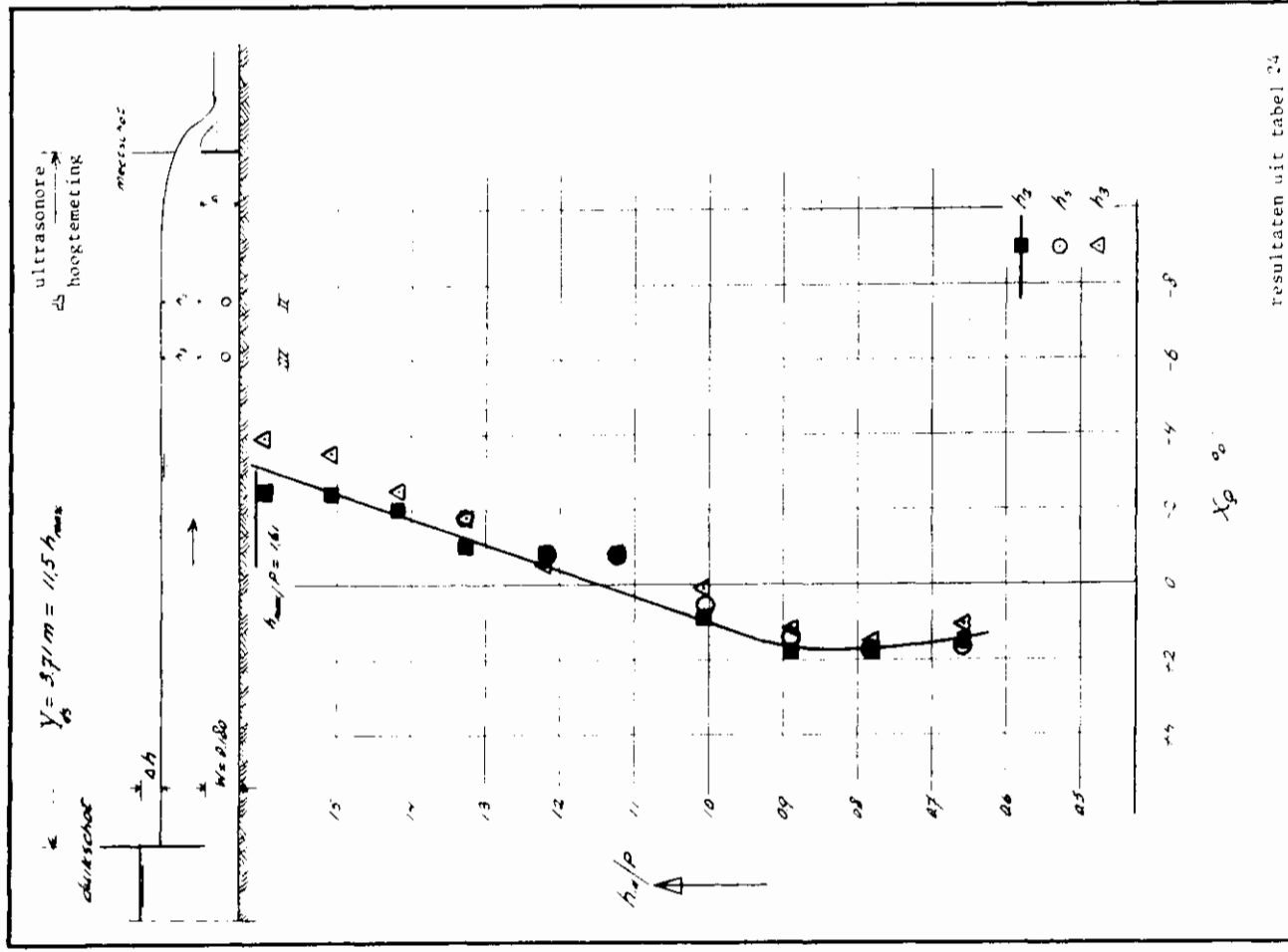
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		N1963	FIG. 24
			A4







WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		M1963	FIG. 30
Verband $h_{id}/P - h_{id}^3/P^3$ bij ideale aanstroming voor het meetschot $b/B = 0,55$			A4



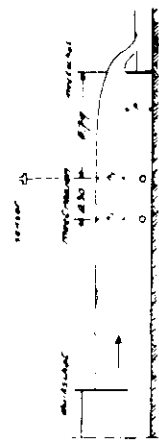
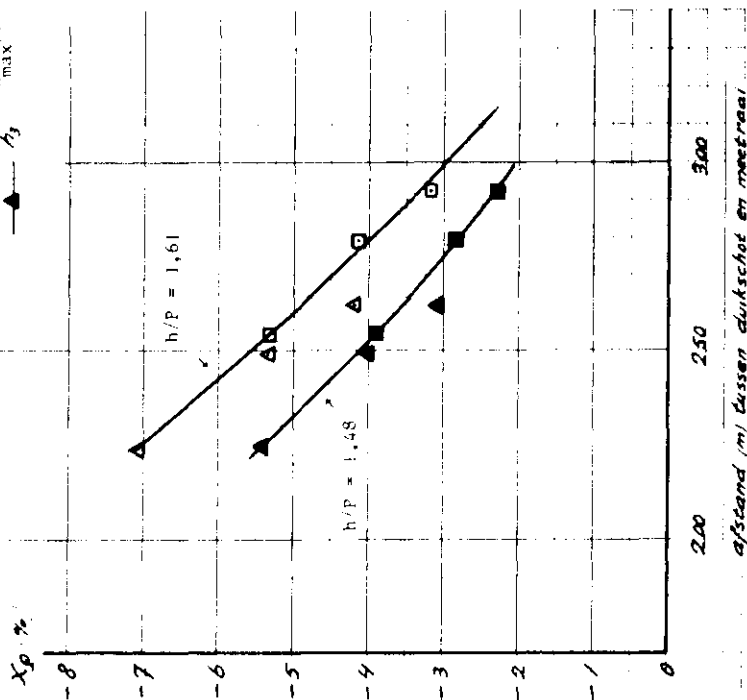
resultaten uit tabel 24

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		M1963	FIG. 29
Het verband $X_p - h_{id}^3/P^3$ voor meetserie 12b met $b/B = 0,55$			A4

$b = 0,2797 \text{ m}$
 $B = 0,5100 \text{ m}$
 $P = 0,200 \text{ m}$
 $W = 0,180 \text{ m}$

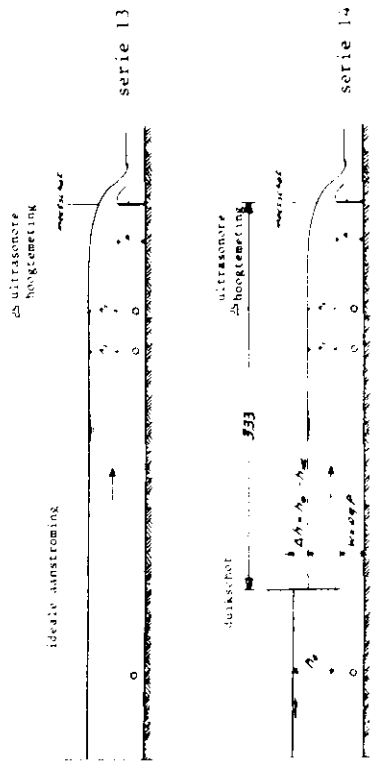
$b/B = 0,55$

- $h_2 > h_{\max}/P = 1,61$
- $h_3 > h_{\max}/P = 1,48$



Meetafwijking X_p met $b/B = 0,55$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 1,48$ en $h/P = 1,61$

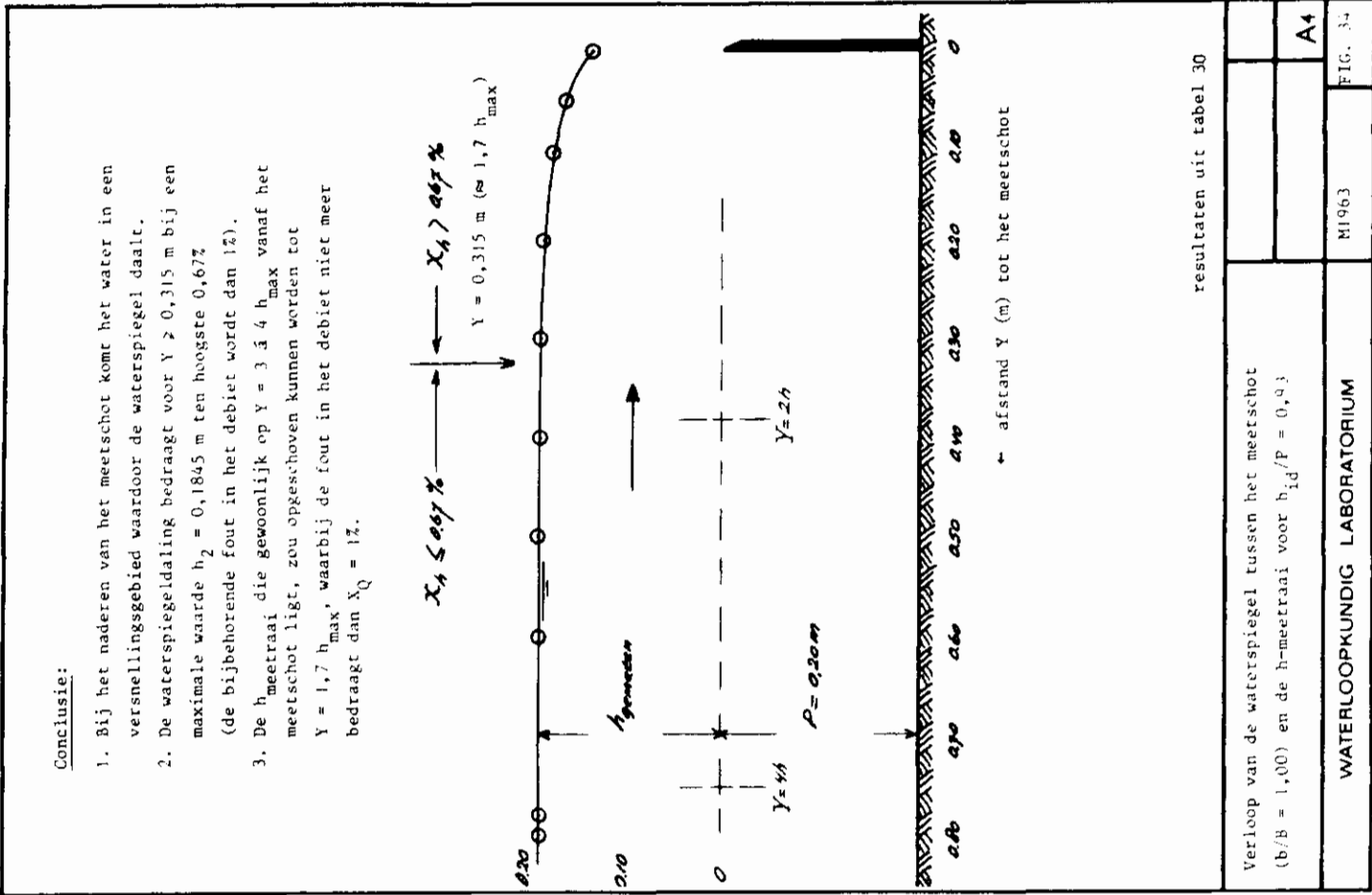
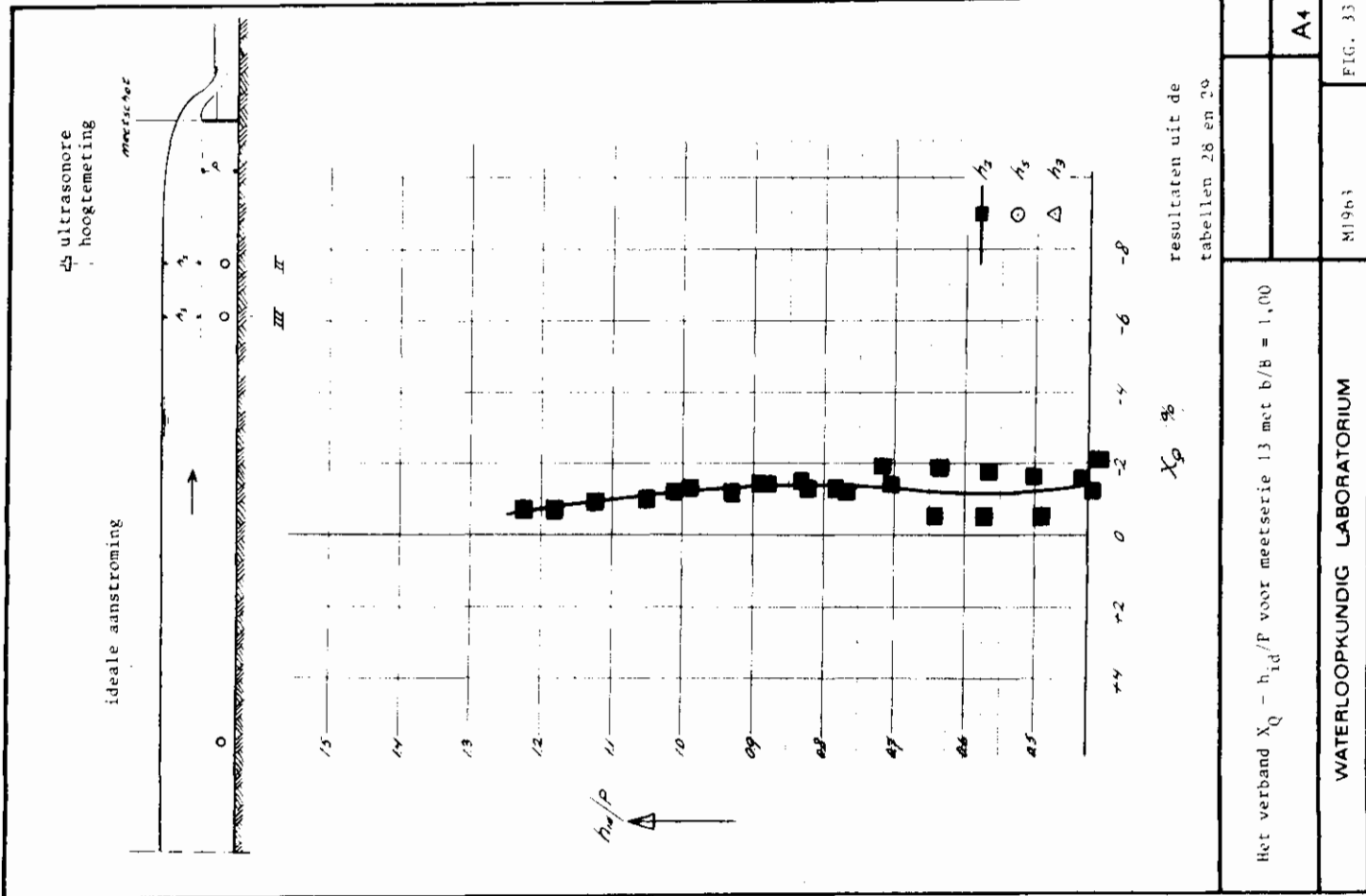
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		M1963	FIG. 31
			A4

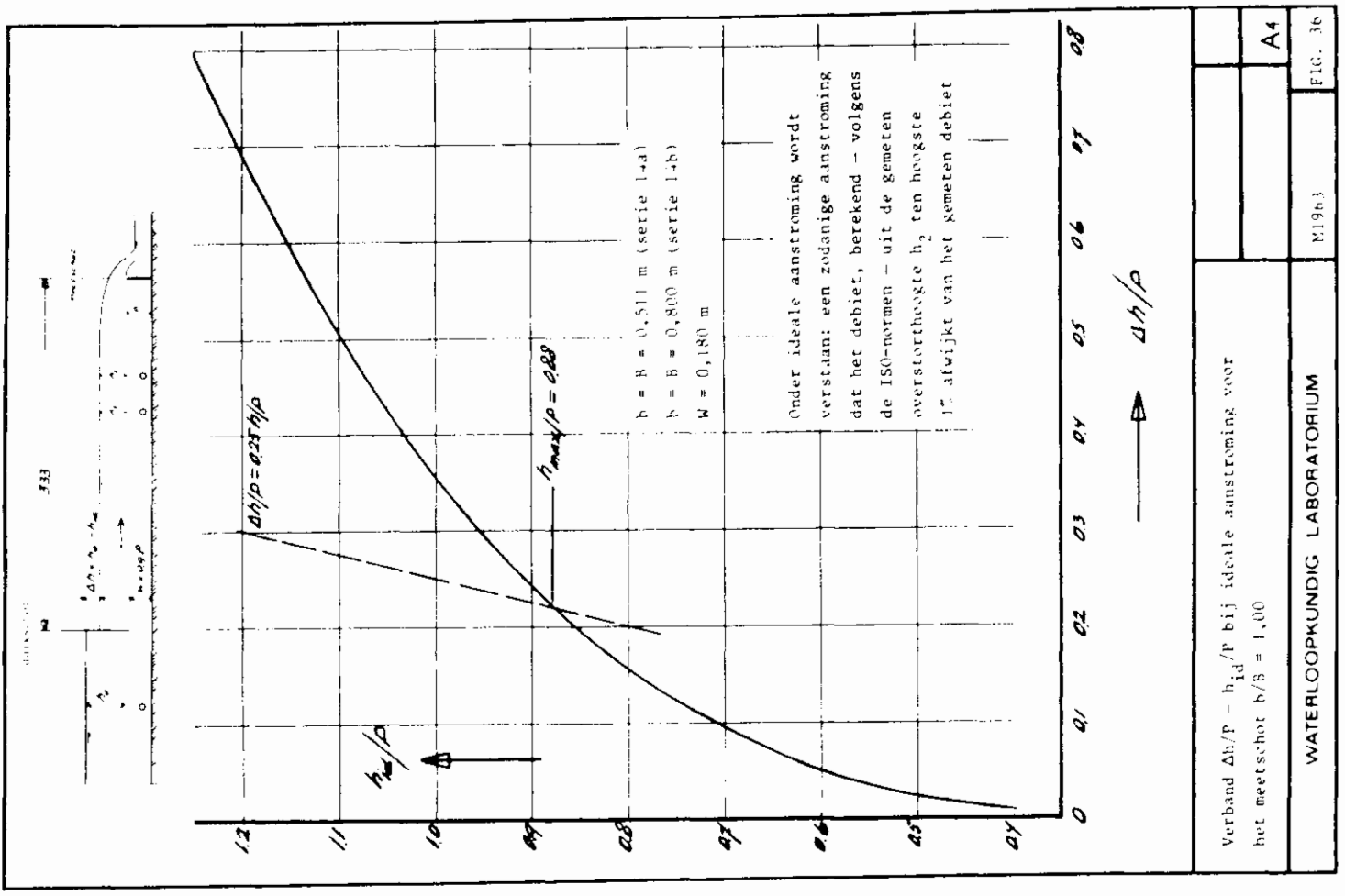
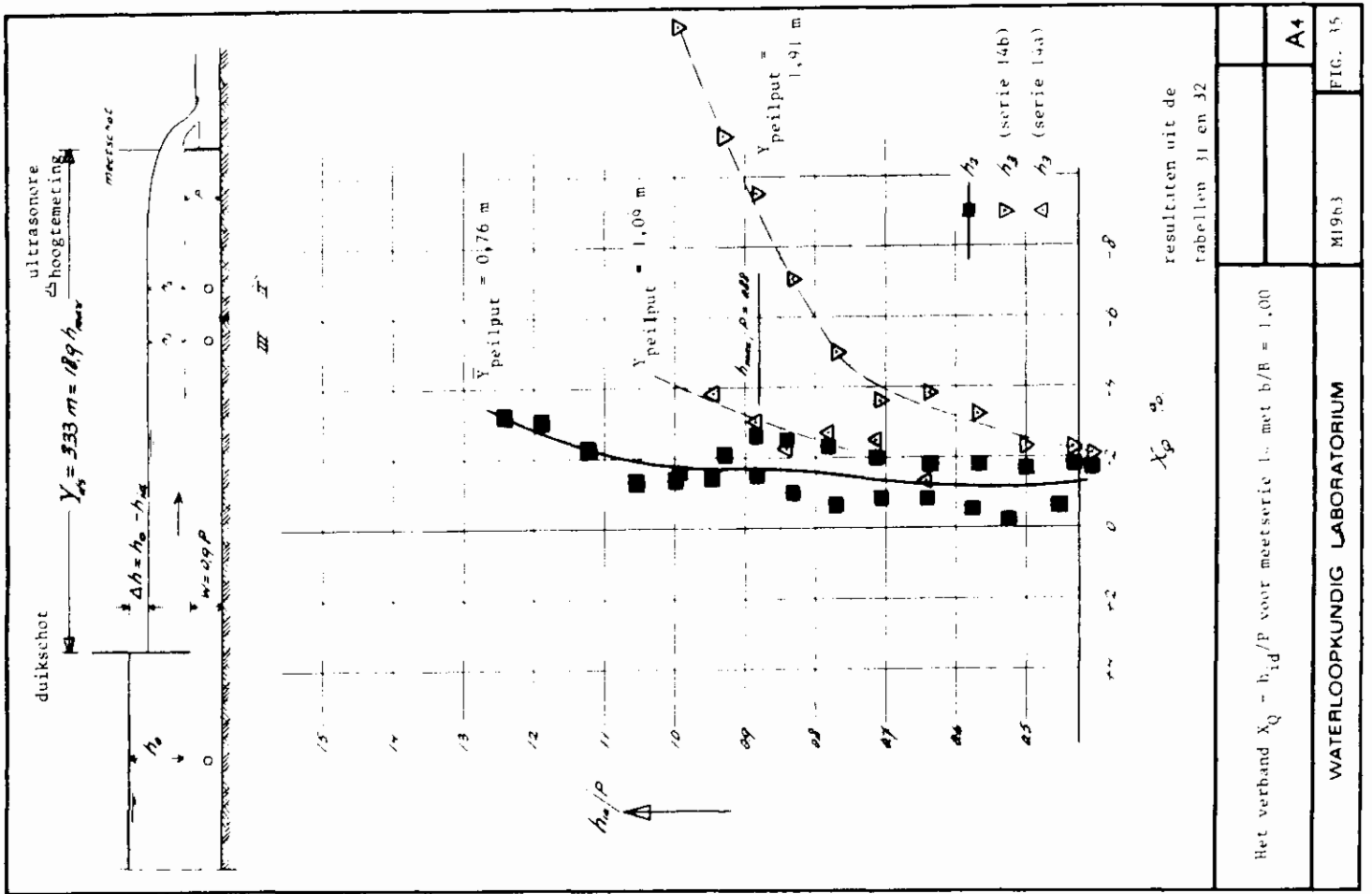


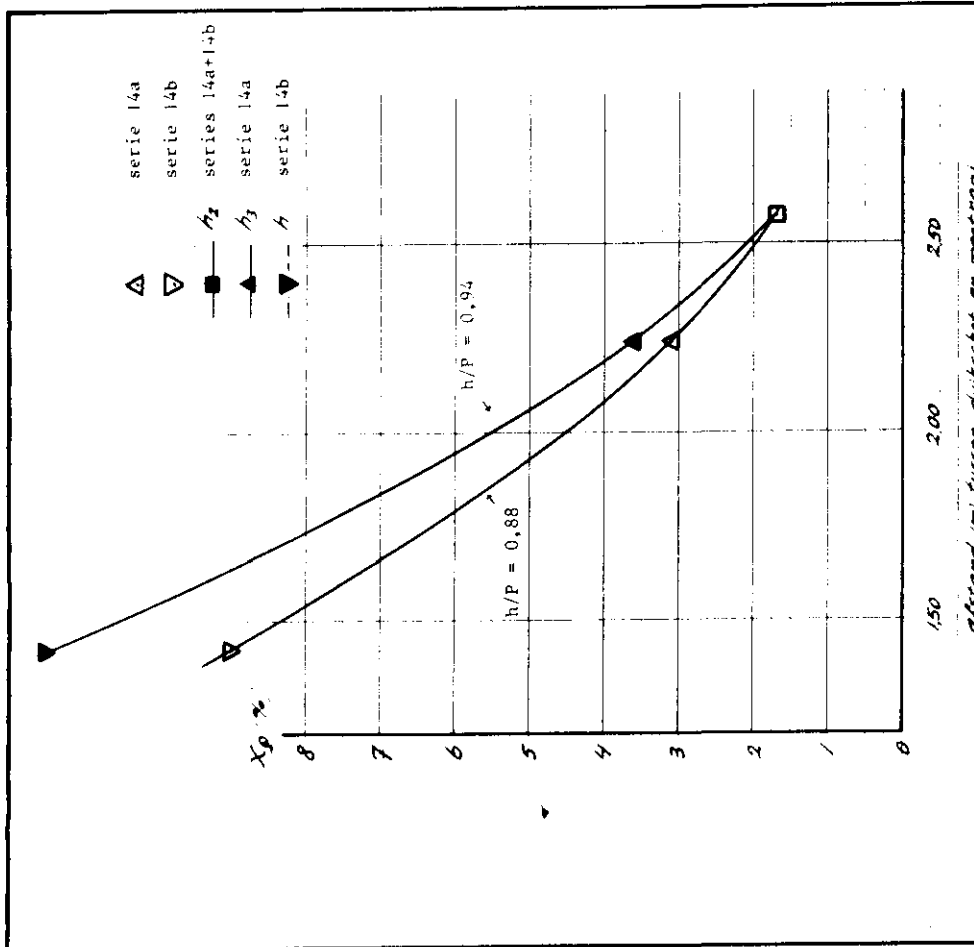
Overzicht meetseries 13 en 14
 Rehbeck meetschot $b/B = 1,0$

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		M1963	FIG. 32
			A4

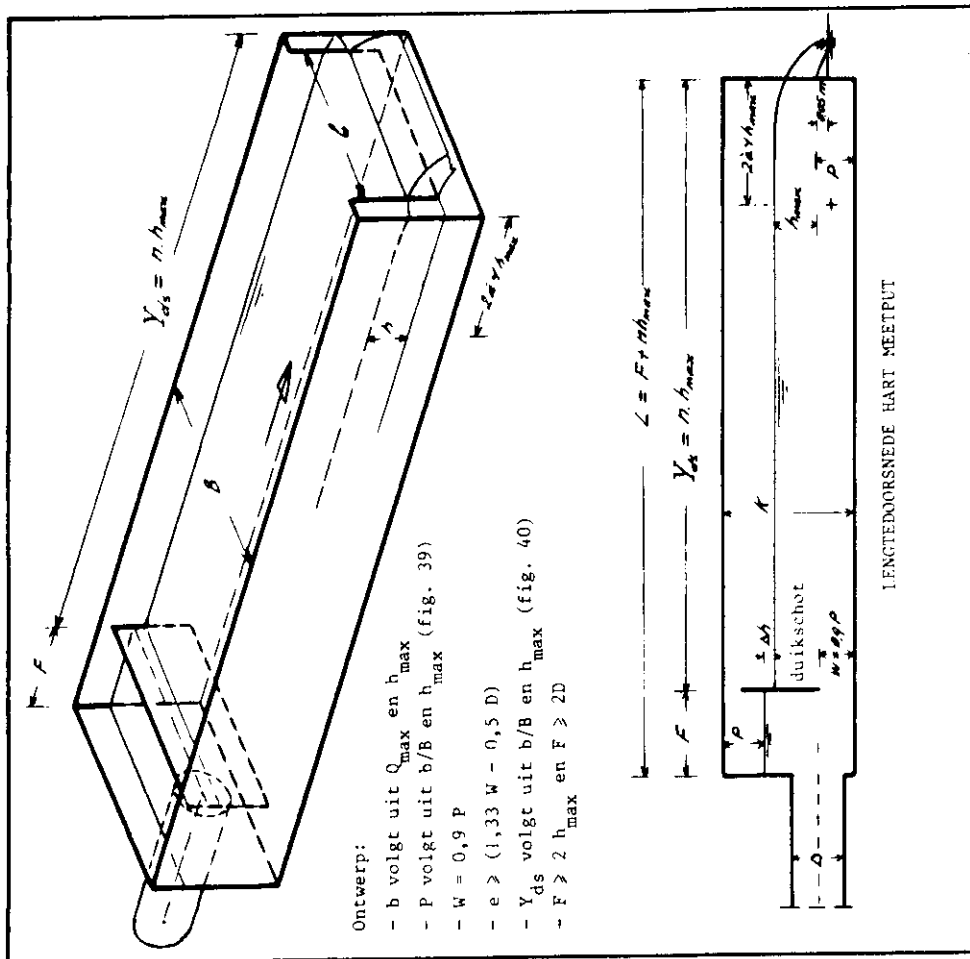
maten in meters



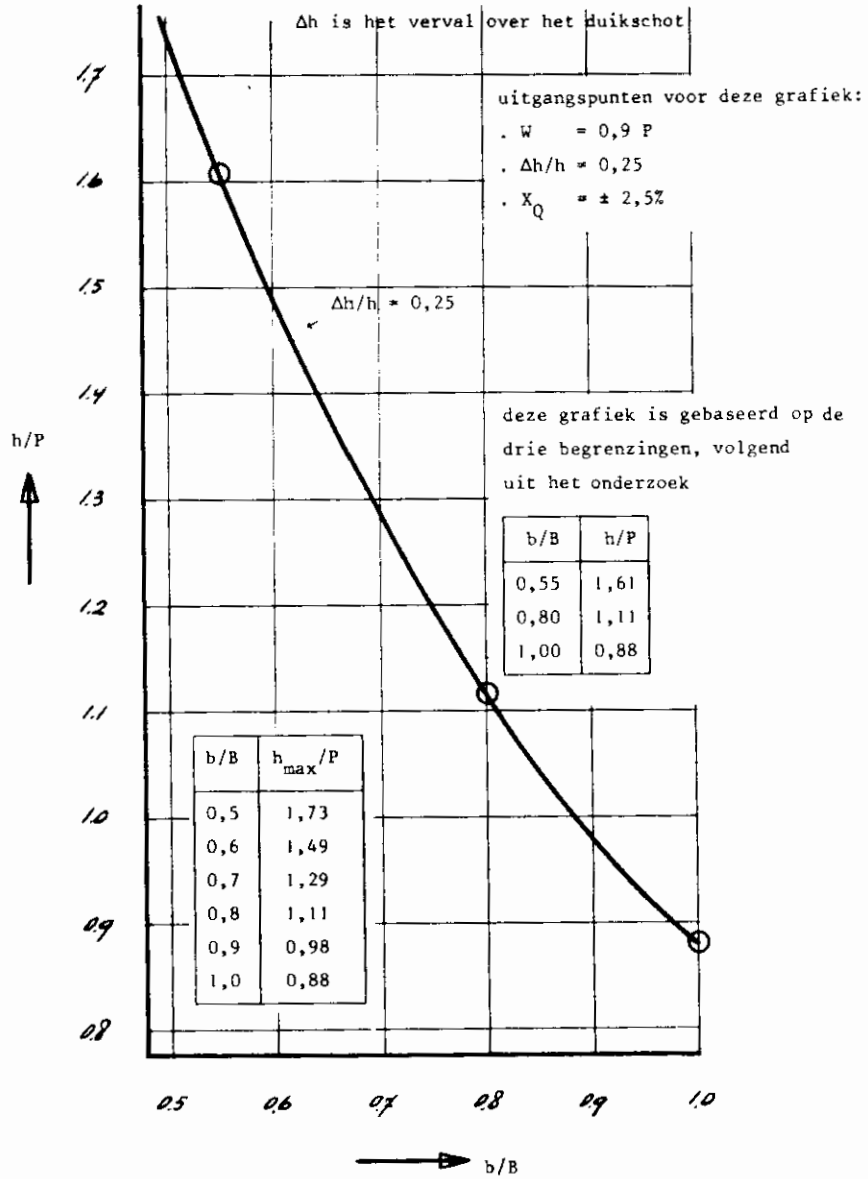




Meetafwijking X_Q met $b/B = 1,00$ als functie van de afstand tussen duikschot en h-meetraai voor $h/P = 0,94$ en $h/P = 0,88$		M1963	FIG. 37
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM			
			A4

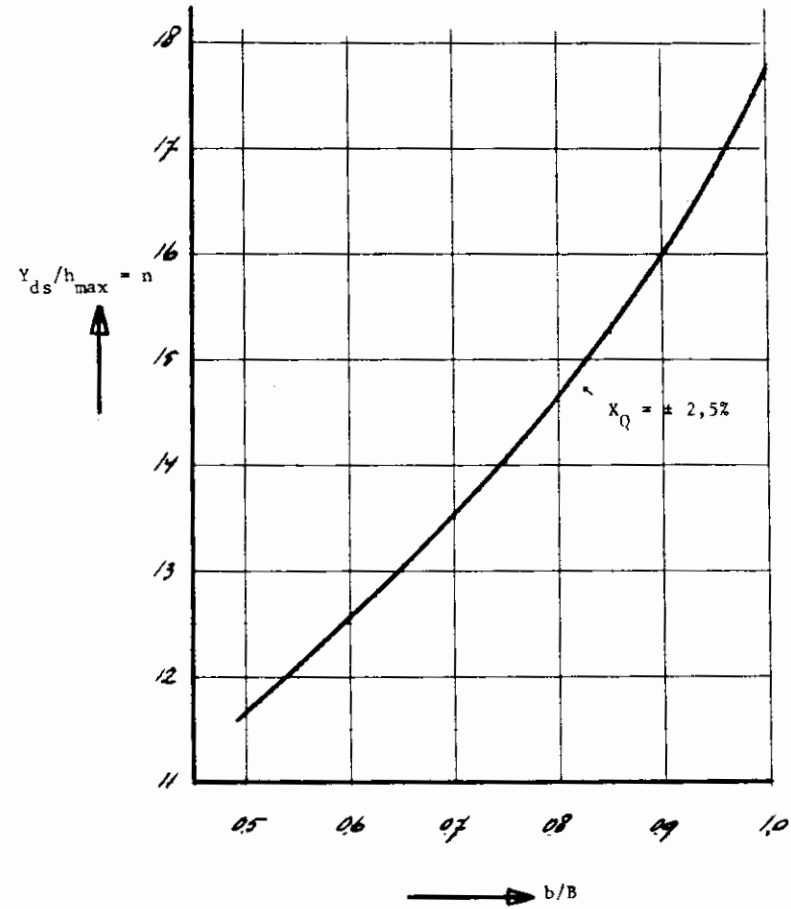


Hoofdafmetingen meetput met rechthoekige scherpe overlaat		M1963	FIG. 38
vooraanzicht achterkant vooraanzicht duikschot vooraanzicht meetrschot			
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM			
			A4



Het verband tussen h/P en b/B voor $\Delta h/h = 0,25$

A4

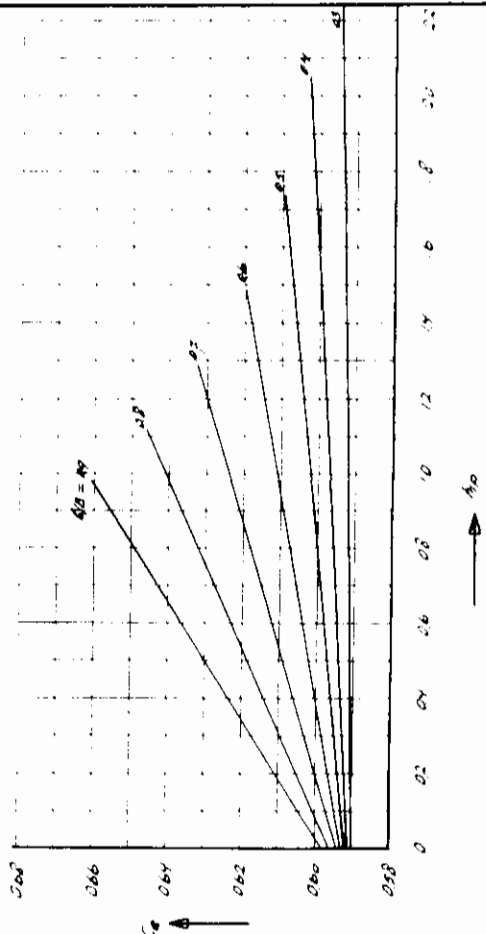


X_Q is gedefinieerd als de meetafwijking in het modelonderzoek door een niet-ideale aanstroming

$$X_Q = 100 \frac{Q_{ber} - Q_{gem}}{Q_{ber}} (\%)$$

De afstand Y_{ds} als functie van b/B en h_{max} voor $X_Q = \pm 2,5\%$

A4



Afvoerformule volgens Kindswater-Carter:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \sqrt{2g} \cdot C_e \cdot b \cdot h_e \cdot l \cdot 50$$

$b_e = b + k_b$ $k_b = f(b/B)$ zie figuur 38

$h_e = h_1 + 0,001 m$

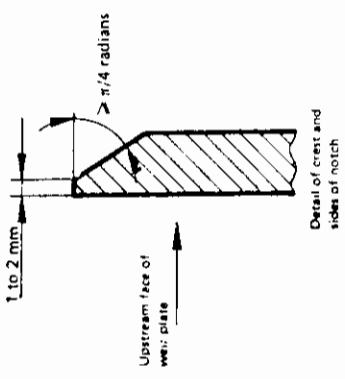
$C_e = f(h_1/P, b/B)$

b/B	C _e
0,3	0,590 + 0,0020 h ₁ /P
0,4	0,591 + 0,0058 h ₁ /P
0,5	0,592 + 0,011 h ₁ /P
0,6	0,593 + 0,018 h ₁ /P
0,7	0,595 + 0,030 h ₁ /P
0,8	0,597 + 0,045 h ₁ /P
0,9	0,599 + 0,064 h ₁ /P

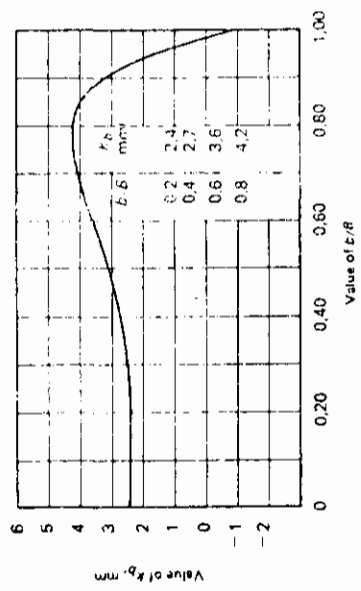
Gegevens overgenomen uit ISO 1438/1 - 1980.

Afvoercoëfficiënt C_e voor gebruik in de formule van Kindswater-Carter, b/B < 1,0

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		M1963	FIG. 51
			A4



Zowel de onderkant (de kruin) als de zijkanen van de rechthoekige scherpe overlaat dienen een metalen rand te hebben volgens nevenstaande detailschets



b/B	k _b (mm)
0,3	2,5
0,4	2,7
0,5	3,0
0,6	3,6
0,7	4,1
0,8	4,2
0,9	3,7

Value of k_b related to b/B

Gegevens overgenomen uit ISO 1438/1 - 1980.

Correctie k_b op de breedte van de rechthoekige scherpe overlaat b/B < 1

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM		M1963	FIG. 52
			A4

BIJLAGE 3

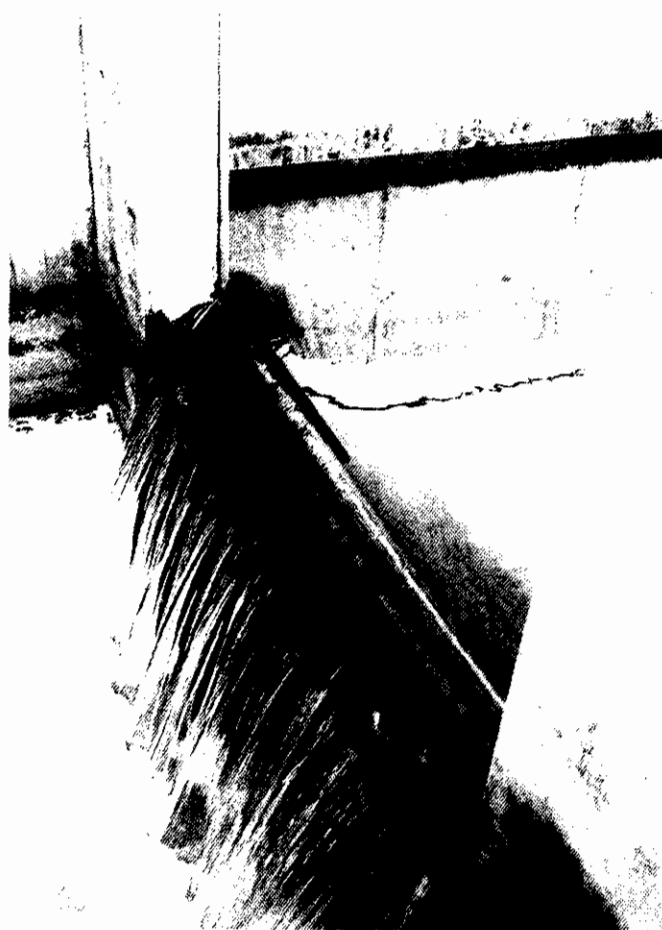
F O T O B L A D E N



meetput in meetkanaal 2, lozing op de IJssel

$b = 2,50 \text{ m}$ $P = 2,915 \text{ m}$ afstand duikschot-meetschot is $9,23 \text{ m}$

$B = 4,664 \text{ m}$ $W_{ds} = 1,014 \text{ m}$



natuurlijke beluchting
van de overstortende
straal

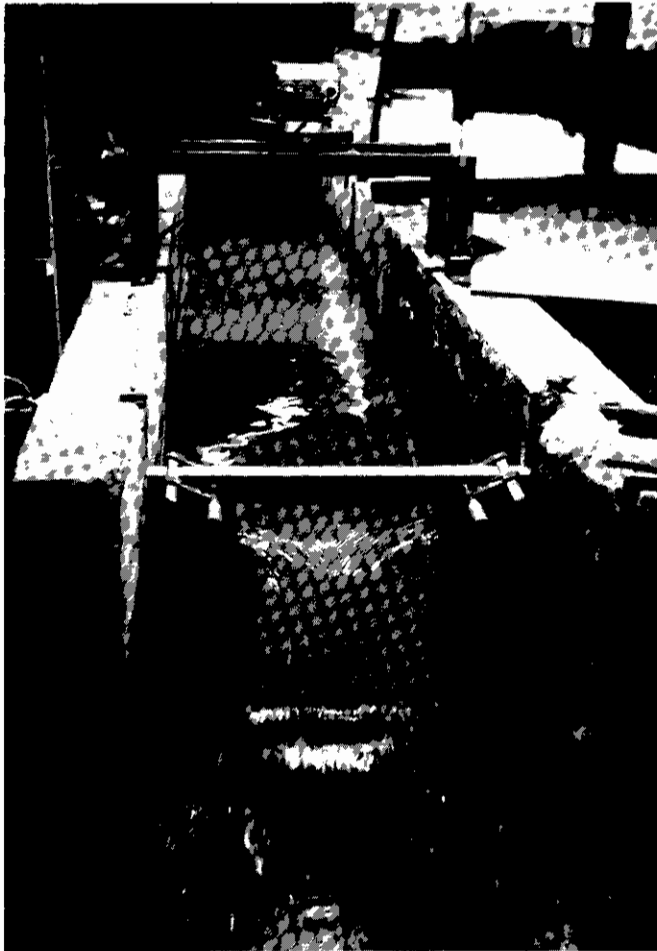
het mes (de overstort-
rand) staat slechts
 $0,105 \text{ m}$ boven de beton-
wand, waardoor de onder-
kant van de overstortende
straal niet vrij valt
bij lage debieten



bij toepassing van een bol-
drijver moet er op worden
gelet dat deze niet door de
wind wordt beïnvloed

het meetschot bevindt zich in de sponning
de overstortende straal wordt belucht via een pijp in de betonwand



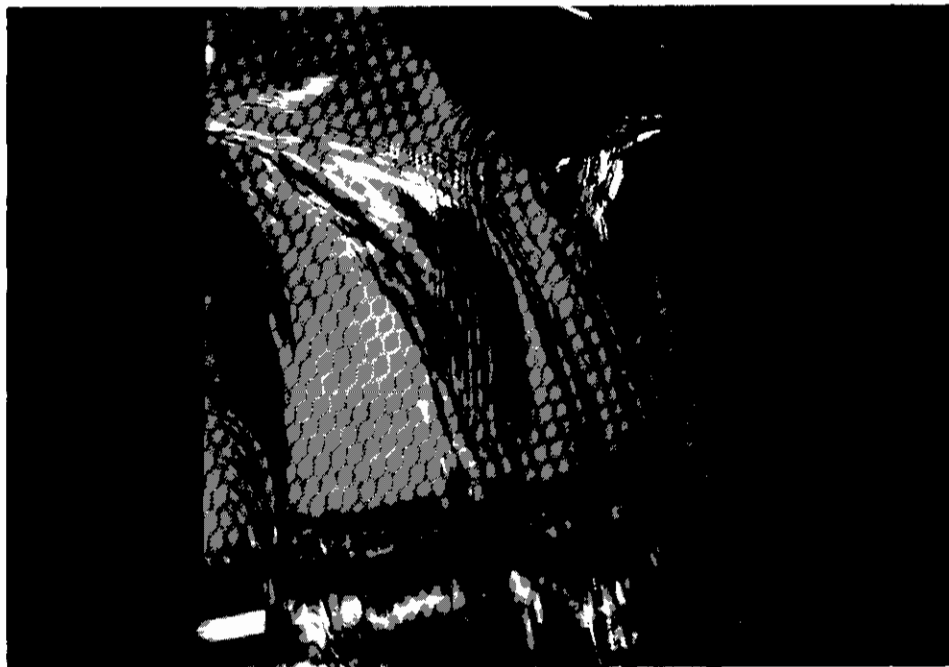


meetschot $b = 0,2797$ m

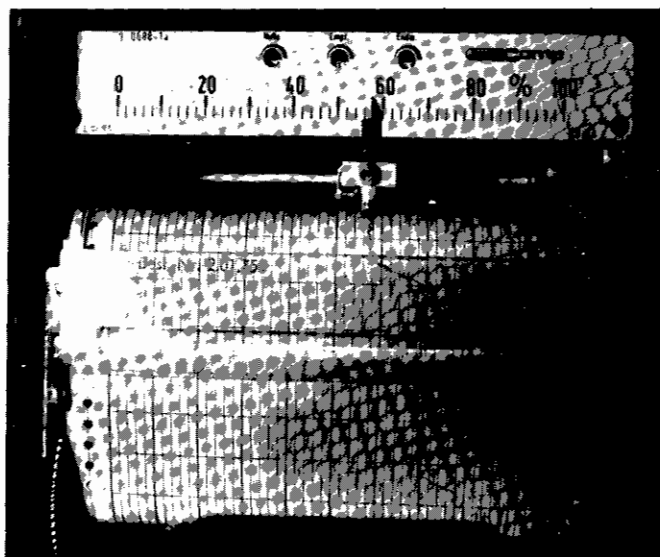
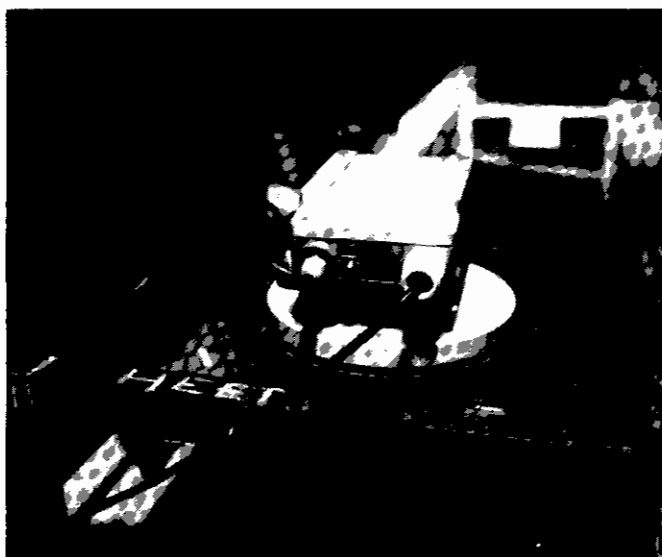
meetgoot $B = 0,511$ m

apexhoogte $P = 0,200$ m

er is een ongestoorde
ideale aanstroming



Rechthoekige scherpe overlaat $b/B = 0,55$ in het laboratorium



de waterstand wordt ultrasonoor gemeten
met een Nivosonic FMU 2780 DU 213

registratie op de schrijver

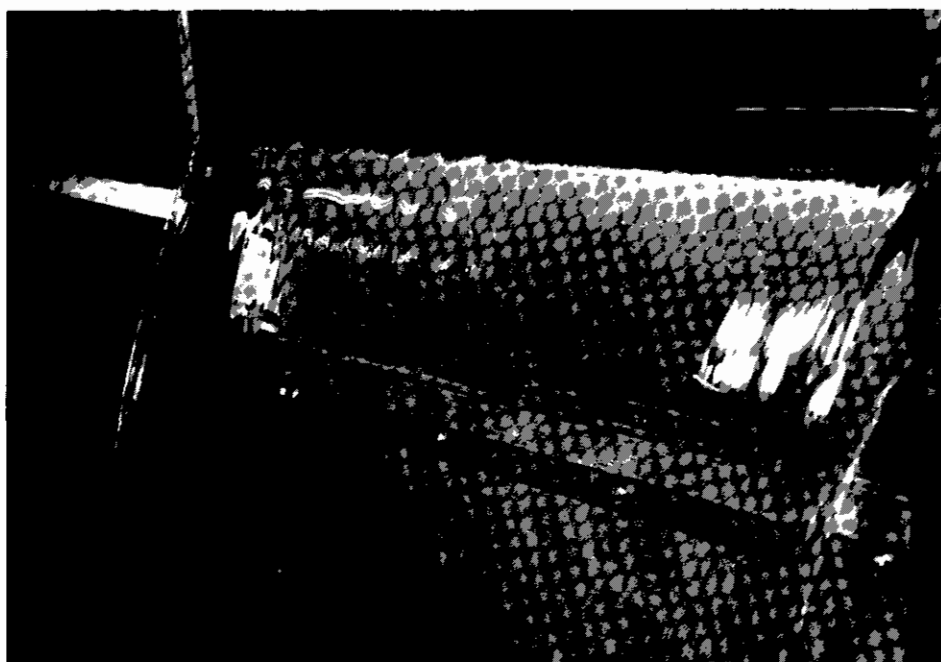
meetschot $b = 0,4073$ m
meetgoot $B = 0,5100$ m
apexhoogte $P = 0,200$ m

de overstortende straal
wordt natuurlijk belucht





bij kleine overstorthoogten $h_1 < 0,03$ m kan de overstortende straal blijven "plakken", als ze onvoldoende is belucht. Bij een geringe verstoring van de plakkende straal, kan ze in de normale vrij-springende vorm overgaan



. hetzelfde debiet als boven, nu met een beluchte vrij-springende straal
. de zijwanden zijn over een afstand $0,3 h_{\max}$ voorbij het meetschot doorgetrokken, in overeenstemming met ISO 1438/1