

Qu 136

**IJKING KLEPSTUW "MARMELHORST"
IN DE KEIZERSBEEK**

Nota No. 10



HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL

IJking klepstuw "Marnelhorst"
in de Keizersbeek

Nota no. 10

Hydraulica Laboratorium
Landbouwhogeschool
Mei 1969
(67-60)

INHOUD

1. Inleiding	blz. 1
2. Beschrijving van het onderzoek	1
3. Bespreking meetresultaten	
a. ongestuwde afvoeren	2
b. gestuwde afvoeren	5
4. Nauwkeurigheidskontrolle	5
5. Samenvatting en konklusie	6

BIJLAGEN

- I Verband tussen kruinhoogte en klephoek
 - II Gestuwde afvoeren
 - III Fortran rekenprogramma (Z)
 - IV Fortran rekenprogramma (α)
- 4 grafieken, 1 tekening

1. Inleiding.

De klepstuw "Marmelhorst" bevindt zich in de Keizersbeek ter hoogte van de kruising van deze beek met de Rijksweg Ulft-Dinxperlo. De stuw dient voor de waterregulatie in een pand van de Keizersbeek en bestaat uit een betonnen kunstwerk waarin een, om een laaggelegen horizontale as draaibare klep is aangebracht (zie fig. 1 en foto 1).

Teneinde de stuw tevens te kunnen gebruiken voor afvoermetingen, vond op verzoek van de Provinciale Waterstaat van Gelderland een modelonderzoek plaats in het Hydraulica Laboratorium van de Landbouwhogeschool te Wageningen. Tekeningen van het kunstwerk werden door genoemde dienst beschikbaar gesteld. Aanvullende gegevens werden verstrekt door het Waterschap van de Oude IJssel te Terborg. Tenslotte zijn in het veld enige opmetingen verricht. Het onderzoek werd geleid door ir. R.H. Pitlo.

2. Beschrijving van het onderzoek

Het modelonderzoek werd in twee gedeelten uitgevoerd.

a. Het eerste gedeelte betrof het ijken van de stuw bij verschillende klepstanden voor benedenwaterstanden welke steeds lager waren dan de stuwkruin. In verband met de vereiste nauwkeurigheid en het beschikbare maximale debiet in het laboratorium, werd een model op schaal 1 : 6 gekozen. Het gedeelte benedenstrooms van de klep werd hierbij weggelaten. (foto 2)

Oriënterende metingen toonden aan, dat de huidige peilschaal juist bovenstrooms van de klep (fig. 1) ongeschikt is voor het meten van het bovenstroomse energieniveau:

1. door een verlaging van de waterspiegel bij de stuw vooral bij grote afvoeren.
2. door het loslaten van de stroomlijnen van de wand bij de instroomzijde van het kunstwerk. De peilschaal bevindt zich in een neer. Een bevredigende oplossing werd verkregen bij "meetpunt H_1 " zoals weergegeven in fig. 1. Hierbij bleek, dat een geperforeerd buisje stabielere metingen opleverde dan een buis loodrecht op de stroomrichting.

b. De klepstuw bevindt zich in een lange betonnen goot welke onder de Rijksweg Ulft-Dinxperlo doorgaat (fig. 1). De benedenwaterstanden konden alleen worden gemeten nabij de uitmonding van deze goot in het benedenpand van de beek.

Teneinde de invloed van hoge benedenwaterstanden op de gevonden relaties tussen afvoeren en bovenwaterstanden te kunnen nagaan, diende het gehele kunstwerk in model te worden nagebootst. Door de beperkte lengte van de proefgoot kon dit pas bij een modelschaal van 1 : 12 worden gerealiseerd.



Foto 1 prototype



Foto 3 model schaal 1 : 12

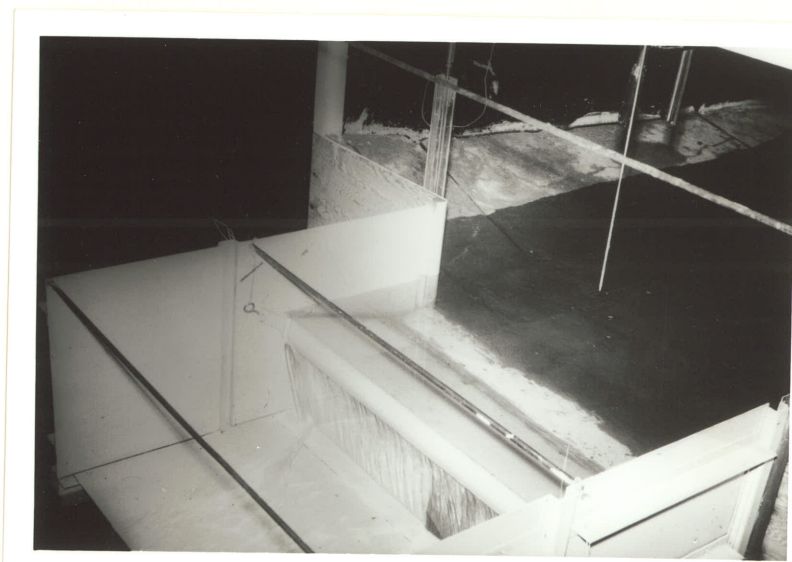


Foto 2 model schaal 1 : 6

Om deze reden werd een tweede model gebouwd op de halve grootte van het oorspronkelijke model. Voor de ongestuwde afvoeren bood deze werkwijze het voordeel, dat ook het eventuele effect van schaalverkleining kon worden onderzocht.

3. Bespreking meetresultaten

a. Ongestuwde afvoeren, modellen 1 : 6 en 1 : 12.

Hoewel de stuwkruin is afgerond, blijkt bij niet te kleine afvoeren de overstortende straal vrij te springen. Men heeft hier in beginsel te doen met een overlaat met horizontale kruin tussen verticale zijwanden. De straal wordt belucht door een verbreking van de straal bij de ophangkonstruktie ter weerszijden van de klep.

De afvoerformule luidt:

$$Q = C_d \cdot B_r \cdot \sqrt{g} \cdot H_1^{3/2} \dots\dots\dots (1)$$

Hierin is: Q = afvoer (m^3/sec)

C_d = afvoercoefficient (dimensieloos)

B_r = kruinbreedte (m)

H_1 = overstorthoogte gemeten t.o.v. bovenkant klep (m)

g = versnelling van de zwaartekracht (m/sec^2)

Gewoonlijk schrijft men echter:

$$Q = C \cdot B_r \cdot H_1^{3/2} \checkmark \dots\dots\dots (2)$$

waarin C een niet dimensieloze afvoercoefficient voorstelt.

Voor het bepalen van de overstorthoogte is het noodzakelijk, om twee metingen te verrichten:

- 1^e. Het niveau in het bovenstroomse pand t.o.v. een bepaald referentie niveau
- 2^e. het niveau van de stuwkruin t.o.v. hetzelfde referentie niveau (Z). Voor dit referentie niveau is b.v. aan te nemen de bovenkant van het betonwerk aan één kant van de klep. Uiteraard bestaat er een samenhang tussen het hierboven sub. 2 genoemde niveau van de stuwkruin, en de hoek tussen klep en vertikaal.

Deze samenhang tussen de kruinhoogte en de klephoek wordt door de afmetingen van de konstruktie bepaald en is uit te drukken in de formule:

$$Z = T - p = T - L \cos \alpha - (R_1 - m)(1 - \sin \alpha) \dots\dots\dots I \checkmark$$

of $Z = A' + B' \cos \alpha + C' \sin \alpha \checkmark \dots\dots\dots I^A$

Voor de afleiding van de formule en de betekenis van de symbolen wordt verwezen naar bijlage I (en fig. A op pag. 3). Bij de pogingen om de waarden van A' , B' en C' rechtstreeks uit de konstruktie af te leiden bleek echter, dat enerzijds de maten van het kunstwerk niet nauwkeurig met die van de tekeningen overeen kwamen en anderzijds dat alle benodigde maten niet direkt in het kunstwerk konden worden bepaald. Daarom werd overgegaan tot een regressie berekening.

In het prototype werden 8 bijeenbehorende waarden voor Z en α opgemeten. In vergelijking I^A werden vervolgens A' , B' en C' zodanig bepaald, dat de beste aansluiting bij de waarnemingen werd verkregen. Grafiek 4 geeft het aldus gevonden verband tussen Z en α grafisch weer.

De metingen in het laboratorium werden aanvankelijk verricht aan een model schaal 1 : 6. Gemeten werd bij klephoeken α (zie fig. A) van 30° , 45° en 60° , overeenkomende met Z resp. 0,429, 0,773 en 1,223 m.

Bij elk van deze klephoeken werd een serie bijeen behorende waarden van Q en H_1 (zie fig. A) bepaald. Uit formule (2) werden vervolgens de waarden van C berekend. Hierna werden overeenkomstige metingen verricht aan een model schaal 1 : 12 (foto 3)

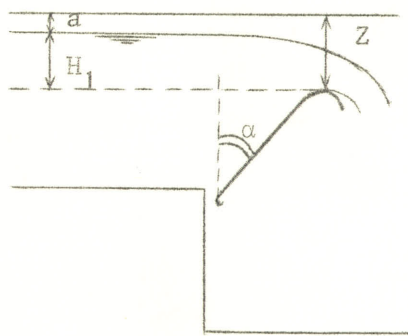


Fig. A.

Klephoek α gemeten t.o.v. vertikaal door het draaipunt. Bovenwaterstand H_1 gemeten t.o.v. bovenkant klep.

Z = verschil tussen bovenkant klep en bovenkant beton ter linker zijde van de klep.

$$H_1 = Z - a$$

Tussen beide series metingen werden geen systematische afwijkingen gevonden. Op grond hiervan kan worden gekonkludeerd, dat schaalverkleining geen effect had op de uitkomsten van het modelonderzoek, zij het, dat in absolute zin de nauwkeurigheid van de uitkomsten bij een kleinere schaal lager liggen. Aangezien de metingen aan het 1 : 12 model ook de gestuwde afvoeren omvatten, werd besloten om voor het rapport slechts de meetresultaten van dit model te gebruiken.

In het model (schaal 1 : 12) werden bij een reeks afvoeren telkens de overstort-
 hoogten gemeten. Dit werd gedaan bij klephoeken van: 15°, 30°, 45°, 60°, 67½°, 75°
 en 82½°. *) Uit formule (2) werd steeds voor bijeen behorende waarden van Q en H₁ de
 afvoercoëfficiënt C berekend. De resultaten zijn weergegeven in de grafieken 1 en 2.
 Uit grafiek 2 blijkt, dat voor debieten groter dan ongeveer 2 m³/sec in werkelijkheid
 en bij klephoeken kleiner dan 60° de waarden van C bij benadering konstant zijn en
 bovendien ^{weinig} afhankelijk van de klephoek. De gemiddelde gevonden waarde van C bedraagt
 2,22.

Op grond van dit gunstige resultaat kan de volgende relatie voor ongestuwde
 afvoer worden opgesteld:

Normale formule $Q = 1,7 m B H^{3/2}$ m is veelal ± 1,1

$$Q = 2,22 \cdot B_r \cdot H_1^{3/2} \text{ m}^3/\text{sec} \quad \leftarrow \begin{matrix} \text{m is hier veel gunstiger n.l. } \pm 1,3 \\ \dots\dots\dots (3) \end{matrix}$$

grote dan 2 m³

klein afveeren < 0,30m overstort. C van 1,6 tot 2,2 of m van 0,95 tot 1,3

de

begrenzungen: $Q \geq 2 \text{ m}^3/\text{sec}$
 $\alpha \leq 60^\circ$ ($z < 1,223$)

Bij een stuwbreedte van 6 meter volgt:

$$Q = 13,32 H_1^{3/2} \text{ m}^3/\text{sec} \quad \dots\dots\dots (4)$$

De afwijkingen tussen de met behulp van deze formule berekende debieten en de
 in het model gemeten debieten bedragen blijkens grafiek 2 niet meer dan ± 2%. Voor
 debieten kleiner dan 2 m³/sec in werkelijkheid, zou men het onderste gedeelte van de
 Q-H kromme van grafiek 1 kunnen raadplegen.

De afvoercoëfficiënt C bereikt blijkens grafiek 2 bij klephoeken groter dan 60°
 ($z > 1,223$) pas bij hogere debieten dan 2 m³/sec een konstante waarde. Bij geheel
 gestreken klep ($\alpha = 90^\circ$) bleek het niet mogelijk te zijn om in dit model een stabiele
 relatie tussen afvoer en peilaflezingen (H₁ en H₂) te vinden.

In grafiek 3 is het verband weergegeven tussen de klephoek (α) en het debiet (Q)
 voor verschillende waarden van de bovenwaterstand (H₁) bij ongestuwde afvoer.
 Uit deze grafiek valt af te leiden, dat bij kleine overstorthoogten het verband tus-
 sen afvoer en overstorthoogte niet wordt beïnvloed door de ingestelde klephoek. Bij
 toenemende overstorthoogte blijkt Q steeds sterker toe te nemen met de klephoek.
 Aangezien echter grote overstorthoogten bij kleine klephoeken in de praktijk niet
 voorkomen (het water treedt dan buiten de oevers), valt in grafiek 3 aan de linker
 zijde een deel van het praktische geldigheidsgebied van formule 4 weg. Samenvattend
 kan worden opgemerkt, dat formule (4) voor klephoeken kleiner dan 60° toegepast kan
 worden, mits het water bovenstrooms van de klep niet buiten de oevers treedt.

Teneinde ook voor klephoeken groter dan 60° bij benadering de afvoeren te kunnen
 berekenen, werd met behulp van grafiek 2 de volgende relatie tussen C en α afgeleid:

$$C = 0,0083 \alpha + 1,72 \quad \dots\dots\dots (5)$$

*) overeenkomende met Z resp.: 0,216; 0,429; 0,773; 1,223; 1,479; 1,750 en 2,031.

Ook voor de relatie tussen C en Z kan men bij benadering een lineair verband afleiden:

$$C = 0,24 \cdot Z + 1,93 \quad \dots\dots\dots (5a)$$

De beide bovengenoemde betrekkingen zijn uiteraard benaderend men mag hieruit dan ook niet afleiden, dat er een algemeen geldende lineaire betrekking tussen Z en α zou bestaan (zie vergelijking I^A).

Ingevuld in formule (2) geven deze relaties voor afvoeren groter dan 3 à 4 m³/sec bevredigende resultaten.

3b. Gestuwde afvoeren, model 1 : 12

Het is mogelijk gebleken om de invloed van de opstuwingsgraad H_2/H_1 op de relatie tussen debiet en overstorthoogte in afhankelijkheid van de klephoek te bepalen.

De in formule (2) gegeven relatie voor de ongestuwde afvoer krijgt nu de volgende gewijzigde vorm:

$$Q_{\text{gestuwd}} + 1 = (Q_{\text{ongest.}} + 1) (1 - R) \text{ m}^3/\text{sec} \dots\dots\dots (6)$$

In deze formule is R een functie van de opstuwingsgraad (H_2/H_1) en de klephoek (α). Voor de afleiding wordt verwezen naar bijlage II.

4. Nauwkeurigheidskontrolé

Teneinde na te gaan in hoeverre de gegeven formules en grafieken in overeenstemming zijn met de modelmetingen, werd in 248 gevallen het, met behulp van de formules berekende, debiet vergeleken met het in het model ingestelde debiet. Het betreft hier zowel gestuwde- als ongestuwde afvoeren. De procentuele afwijking t.o.v. het ingestelde debiet werd berekend. De berekeningen werden uitgevoerd op de IBM 1620 computer van de afdeling Wiskunde van de Landbouwhogeschool^{*}). De resultaten van de berekeningen zijn in onderstaande tabel weergegeven.

Klephoek (Z) α°	aantal punten met een procentuele afwijking van :					
	0 - 2	2 - 3	3 - 4	4 - 5	>5	totaal
15 (0,216)	4	5	1	-	-	10
30 (0,429)	32	21	5	-	-	58
45 (0,773)	14	4	1	1	-	20
60 (1,223)	38	12	5	-	-	55
67,5 (1,479)	24	1	1	-	-	26
75 (1,750)	27	6	6	2	2	43
82,5 (2,031)	9	6	17	1	3	36
Totaal	148	55	36	4	5	248

^{*}) In de bijlagen III en IV zijn een tweetal Fortran rekenprogramma's weergegeven met behulp waarvan uit Z, H_1 en H_2 resp. uit α , H_1 en H_2 de afvoeren kunnen worden berekend.

De gebruikte formules blijken tot en met een klephoek van 75° een goede benadering van de modelmetingen te vormen.

5. Samenvatting en konklusie

Het onderzoek heeft uitgewezen, dat er voor een niet gestuwde afvoer een eenduidige relatie bestaat tussen het debiet en de overstorthoogte, voor klepstanden die minder dan 60° van de vertikaal afwijken:

$$Q = 2,22 \cdot B_r \cdot H_1^{3/2} \text{ m}^3/\text{sec}$$

De afronding van de bovenrand veroorzaakt een slecht gedefinieerd stromingsbeeld voor debieten kleiner dan $2 \text{ m}^3/\text{sec}$, zodat bovenstaanden betrekking alleen voor grotere debieten geldt.

Voor klephoeken groter dan 60° verandert in bovenstaande formule de afvoercoëfficiënt in afhankelijkheid van deze klephoek:

$$C = 0,0083 \cdot \alpha + 1,72$$

Wenst men inplaats van de klephoek α de verticale afstand tussen stuwkruin en bovenkant betonwerk te gebruiken dan geldt:

$$C = 0,24 \cdot Z + 1,93$$

Wanneer de beneden waterstand de relatie tussen afvoer en overstorthoogte gaat beïnvloeden, blijkt het mogelijk te zijn, om ook dit effect in de afvoerrelatie onder te brengen. Hiertoe is het allereerst nodig om de opstuwingsgraad (H_2/H_1) te corrigeren met een term Δ welke afhankelijk is van de klephoek:

$$P = H_2/H_1 - \Delta$$

Voert men vervolgens een grootheid R in, welke weer een funktie is van P , dan geldt tenslotte:

$$Q_{\text{gestuwd}} + 1 = (Q_{\text{ongestuwd}} + 1)(1 - R) \text{ m}^3/\text{sec}$$

Voor de toepassing van de gevonden afvoerrelaties is het uiteraard noodzakelijk, dat zowel het bovenstroomse waterpeil als de kruinhoogte nauwkeurig t.o.v. de bovenkant van het betonwerk worden bepaald. Uit deze twee grootheden wordt immers de overstorthoogte H_1 afgeleid.

In de bijlagen III en IV zijn Fortran rekenprogramma's opgenomen met behulp waarvan de afvoeren kunnen worden berekend.

Bijlage I.

Verband tussen kruinhoogte en klephoek.

Het principe van de klepconstructie is in figuur B aangegeven.

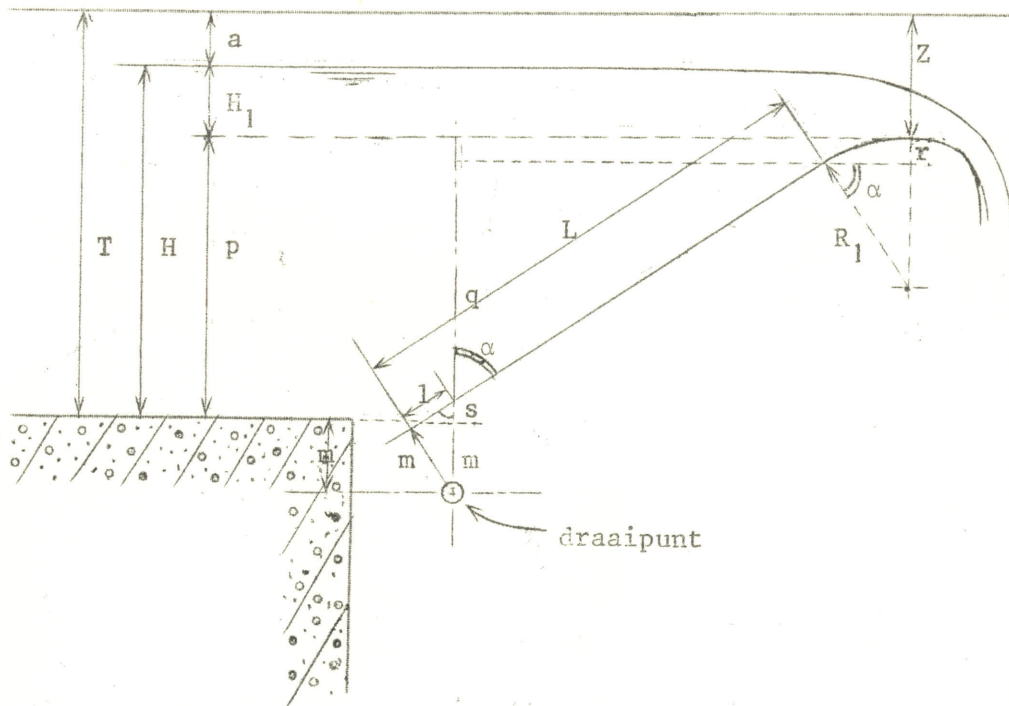


Fig. B

L stelt de lengte voor van het vlakke gedeelte van de klep tussen het draaipunt en het begin van de afgeronde kruin; m is de afstand van het draaipunt tot de bovenzijde van de betonnen drempel. De afrondingsstraal van de kruin is R_1 en de klephoek is α .

De hoogte van de stuwkruin t.o.v. de betonnen drempel $p = q + r + s$

$$\sin \alpha = \frac{m}{m+s}$$

$$s = \frac{m}{\sin \alpha} - m$$

$$\operatorname{tga} = \frac{m}{l}$$

$$l = \frac{m}{\operatorname{tga}}$$

$$\cos \alpha = \frac{q}{L-l} = \frac{q}{L - \frac{m}{\operatorname{tga}}}$$

$$q = \cos \alpha \left(L - \frac{m}{\operatorname{tga}} \right)$$

$$r = R_1 - R_1 \sin \alpha$$

$$p = \frac{m}{\sin \alpha} - m + \left(L - \frac{m}{\operatorname{tga}} \right) \cos \alpha + R_1 - R_1 \sin \alpha =$$

$$= L \cos \alpha - m + \left(\frac{m}{\sin \alpha} - m \frac{\cos^2 \alpha}{\sin \alpha} \right) + R_1 - R_1 \sin \alpha$$

$$p = L \cos \alpha - m + m \sin \alpha + R_1 - R_1 \sin \alpha$$

of
$$p = L \cos \alpha + (R_1 - m)(1 - \sin \alpha)$$

Aangezien de kruinhoogte van de klep wordt bepaald t.o.v. de bovenkant van het betonwerk geldt hiervoor:

$$Z = T - p = T - L \cos \alpha - (R_1 - m)(1 - \sin \alpha) \quad \dots\dots\dots I$$

of

$$Z = A^i + B^i \cos \alpha + C^i \sin \alpha \quad \dots\dots\dots I^A$$

Voor de klepstuw Marmelhorst werden 8 bijeenbehorende waarden voor Z en α in het prototype bepaald. Met behulp van een regressie berekening werden hieruit de volgende waarden voor A^i , B^i en C^i gevonden:

$$A^i = 2,34$$

$$B^i = - 2,19$$

$$C^i = - 0,023$$

Bijlage II

Gestuwde afvoeren

Beneden waterstanden welke hoger zijn dan de stuwkruin vergroten de overstort-hoogte (H_1). De invloed van de beneden waterstand op de relatie tussen afvoer en bovenwaterstand werd, zoals reeds is opgemerkt onder punt 2 onderzocht in een model op schaal 1 : 12. De benedenwaterstand (H_2) t.o.v. de bovenzijde van de stuwkruin werd gemeten nabij de uitmonding van het kunstwerk in het benedenpand van de beek (zie fig. 1). In het prototype bevindt zich ter plaatse een peilschaal.

Nadat in het model een bepaalde klephoek was gekozen ($\alpha = 30^\circ; 45^\circ; 60^\circ; 67,5^\circ; 75^\circ$; in het prototype overeenkomende met Z resp.: 0,429; 0,773; 1,223; 1,479; 1,750 m), werd een bepaald debiet ingesteld. De benedenwaterstand werd hierbij trapsgewijze verhoogd. Na elke verhoging werd eerst het evenwicht afgewacht en werden de waarden voor H_1 en H_2 afgelezen. Uit de grafiek (1) voor ongestuwde afvoeren werd bij de betrokken H_1 de bijbehorende ongestuwde afvoer afgelezen. Vervolgens werden bij een klephoek van 30° ($Z = 0,429$) tegen elkaar uitgezet de ingestelde- (gestuwde-) en de bij H_1 behorende ongestuwde-afvoer.

Bij elk punt werd de opstuwingsgraad P^* genoteerd.

Door de aldus verkregen puntenwolk werden lijnen getrokken voor konstante waarden van P . In het 2^e kwadrant van grafiek 1 is een en ander weergegeven.

De getrokken lijnen bleken een bundel rechten te vormen welke voldoet aan de formule:

$$Q_{\text{gestuwd}} + 1 = (Q_{\text{ongest.}} + 1)(1 - R) \text{ m}^3/\text{sec} \dots\dots\dots (6)$$

In deze formule is R een van P afhankelijke functie.

Door middel van regressie met behulp van logaritmen werd het volgende verband tussen R en P gevonden:

$$\log R = A'' + B'' \log (P) + C'' \{ \log (P) \}^2 \dots\dots\dots (7)$$

$$\text{met: } A'' = - 0,288$$

$$B'' = 2,361$$

$$C'' = 0,863$$

Begrenzingsen van deze formule:

$$P \geq 0,01$$

$$\text{en } H_2/H_1 \leq 0,8$$

*) Voor een klephoek van 30° geldt: $P = H_2/H_1$; voor grotere klephoeken geldt: $P = H_2/H_1 - \Delta$ waarin Δ een van de klephoek afhankelijke correctie voorstelt (zie tekst).

zodat: $0,8 - \Delta \geq P \geq 0,01$

(R = 0 indien $P \leq 0,01$)

Uit de metingen aan klephoeken groter dan 30° is gebleken, dat bij een konstante waarde van $\frac{Q_{gest.}}{Q_{ongest.}}$ de waarde van P toeneemt met de klephoek. Zonder korrektie (Δ)

is daarom de rechter helft van grafiek 1 alleen bruikbaar voor een klephoek van 30° of kleiner. ($\Delta = 0$ voor $\alpha \leq 30^\circ$) Uit de modelproeven werd het volgende verband gevonden tussen de klephoek α en de op P toe te passen korrektie (Δ):

$$\Delta = 0,234 \cdot 10^{-10} \cdot \alpha^{5,46} \dots\dots\dots (8)$$

$$(\text{of } \Delta = 0,06 \cdot Z^{3,419}) \dots\dots\dots (8a)$$

In de inzet van grafiek 1 is dit verband weergegeven.

BIJLAGE III

3400032007013600032007024902402511963611300102

ZZJOB

ZZFORX 4

C L.H. NR.554 (MAART1969)
 C AFD.HYDRAULICA (PROJECT 67-60) IR.PITLO.
 C BEREKENING AFVOER KLEPSTUW MARMELHORST UIT Z EN WATERPEILEN
 C INDIEN OVERSTORTHOOGTE KLEINER DAN 0.30M,Q=*
 C N.B. VOOR TOEPASSING OP ANDERE STUWEN FUNCTIES MET Z WIJZIGEN
 C

PUNCH 103

F=1./LOG(10.)

A=-0.288

B=2.361

C=0.863

1 READ 100,NR,Z,H1,H2

DELH=0.06*Z**3.419

IF(Z-0.429)4,4,5

4 P=H2/H1

GO TO 6

5 P=H2/H1-DELH

6 IF(P-0.01)8,8,7

7 X1=LOG(P)*F

X2=X1**2

Y=A+B*X1+C*X2

R=10.**Y

8 IF(H1-0.30)9,9,10

9 PUNCH 101,NR,Z,H1,H2,P

GO TO 1

10 IF(P-0.01)11,11,12

11 R=0.

12 IF(Z-1.223)14,14,13

13 CD=0.24*Z+1.93

GO TO 15

14 CD=2.22

15 QBER=(CD*6.00*H1**1.5+1.0)*(1.0-R)-1.0

IF(H2/H1-0.8)16,16,9

16 PUNCH 102,NR,Z,H1,H2,P,QBER

GO TO 1

C

100 FORMAT(I5,3F10.4)

101 FORMAT(I5,4F10.4,9X1H*)

102 FORMAT(I5,5F10.4)

103 FORMAT(/1X2HNR,9X1HZ,8X2HH1,8X2HH2,8X1HP,6X4HQBER/)

END

C VOORBEELDEN

C GEGEVENS

2 .2159 .4248 -1.0000

5 .2159 .2124 -1.0000

110 .4293 .5424 .0840

C UITKOMSTEN

NR	Z	H1	H2	P	QBER
2	.2159	.4248	-1.0000	-2.3540	3.6879
5	.2159	.2124	-1.0000	-4.7080	*
110	.4293	.5424	.0840	.1515	5.1771

BIJLAGE IV

8400032007013600032007024902402511963611300102

ZZJOB

ZZFORX 4

C L.H. NR.554 (MAART1969)
 C AFD.HYDRAULICA (PROJECT 67-60) IR.PITLO.
 C BEREKENING AFVOER KLEPSTUW MARMEHORST UIT KLEPHOEK EN WATERPEILEN
 C INDIEN OVERSTORTHOOGTE KLEINER DAN 0.30M,Q=*
 C

PUNCH 103
 F=1./LOG(10.)

A=-0.288

B=2.361

C=0.863

D=0.234/10.**10.

1 READ 100,NR,HOEK,H1,H2

DELH=D*HOEK**5.46

IF(HOEK-30.)4,4,5

4 P=H2/H1

GO TO 6

5 P=H2/H1-DELH

6 IF(P-0.01)8,8,7

7 X1=LOG(P)*F

X2=X1**2

Y=A+B*X1+C*X2

R=10.**Y

8 IF(H1-0.30)9,9,10

9 PUNCH 101,NR,HOEK,H1,H2,P

GO TO 1

10 IF(P-0.01)11,11,12

11 R=0.

12 IF(HOEK-60.)14,14,13

13 CD=0.0083*HOEK+1.72

GO TO 15

14 CD=2.22

15 QBER=(CD*6.00*H1**1.5+1.0)*(1.0-R)-1.0

IF(H2/H1-0.8)16,16,9

16 PUNCH 102,NR,HOEK,H1,H2,P,QBER

GO TO 1

C

100 FORMAT(I5,3F10.4)

101 FORMAT(I5,4F10.4,9X1H*)

102 FORMAT(I5,5F10.4)

103 FORMAT(/1X2HNR,6X4HHOEK,8X2HH1,8X2HH2,8X1HP,6X4HQBER/)

END

C VOORBEELDEN

C GEGEVENS

2 15. 0.4248 -1.

5 15. 0.2124 -1.

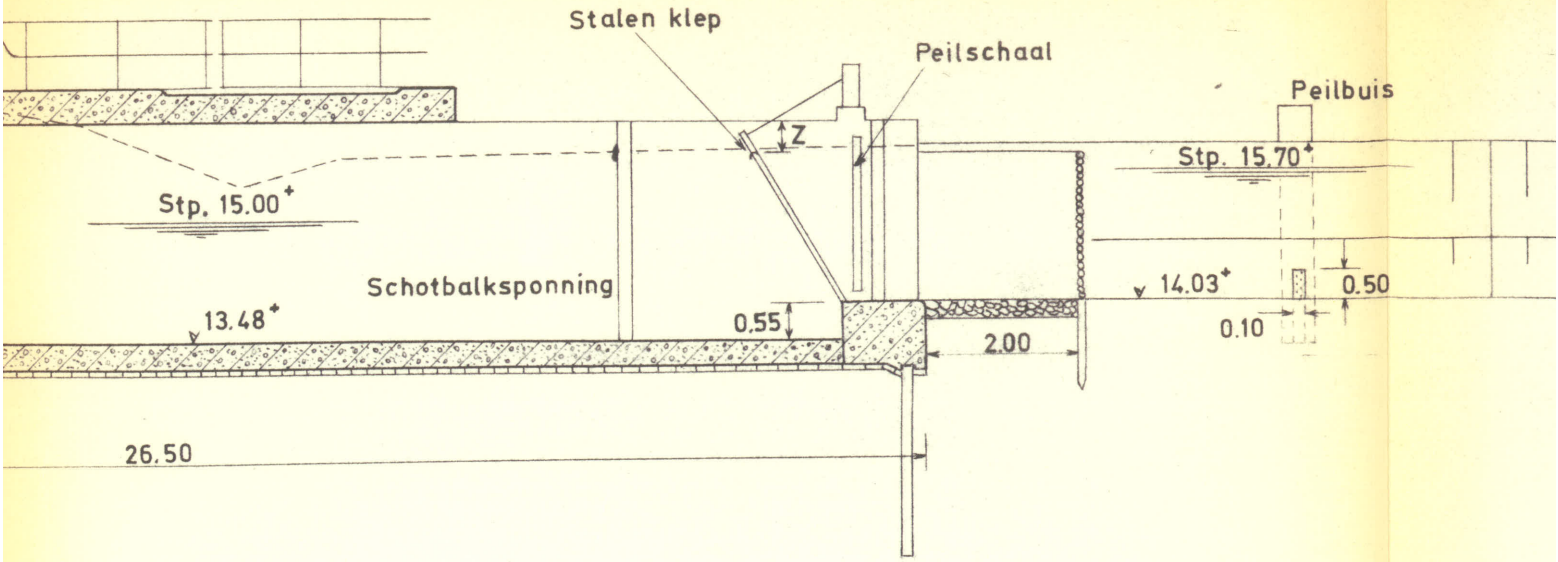
110 30. 0.5424 0.0840

435 67.5 0.5160 0.1284

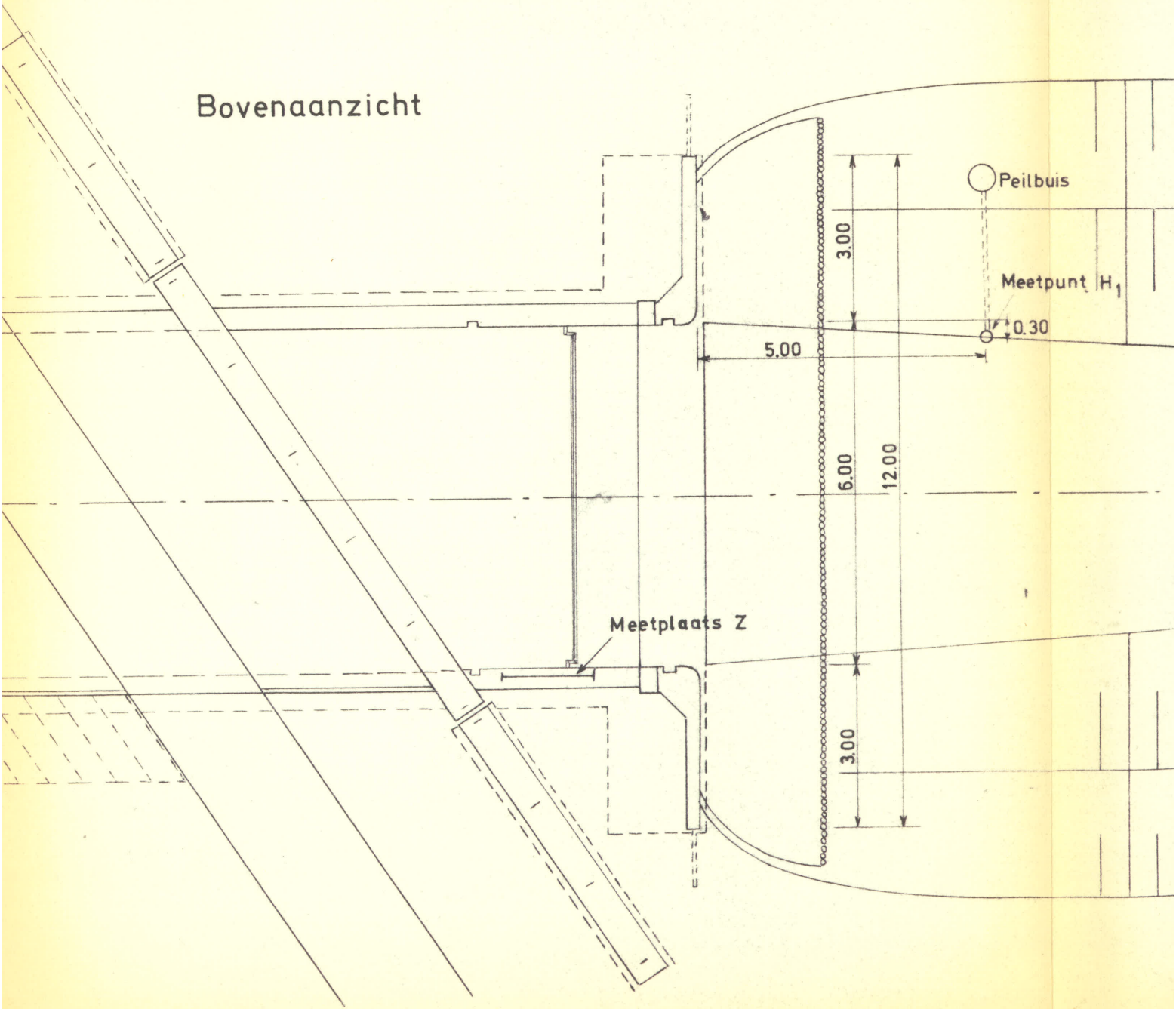
C UITKOMSTEN

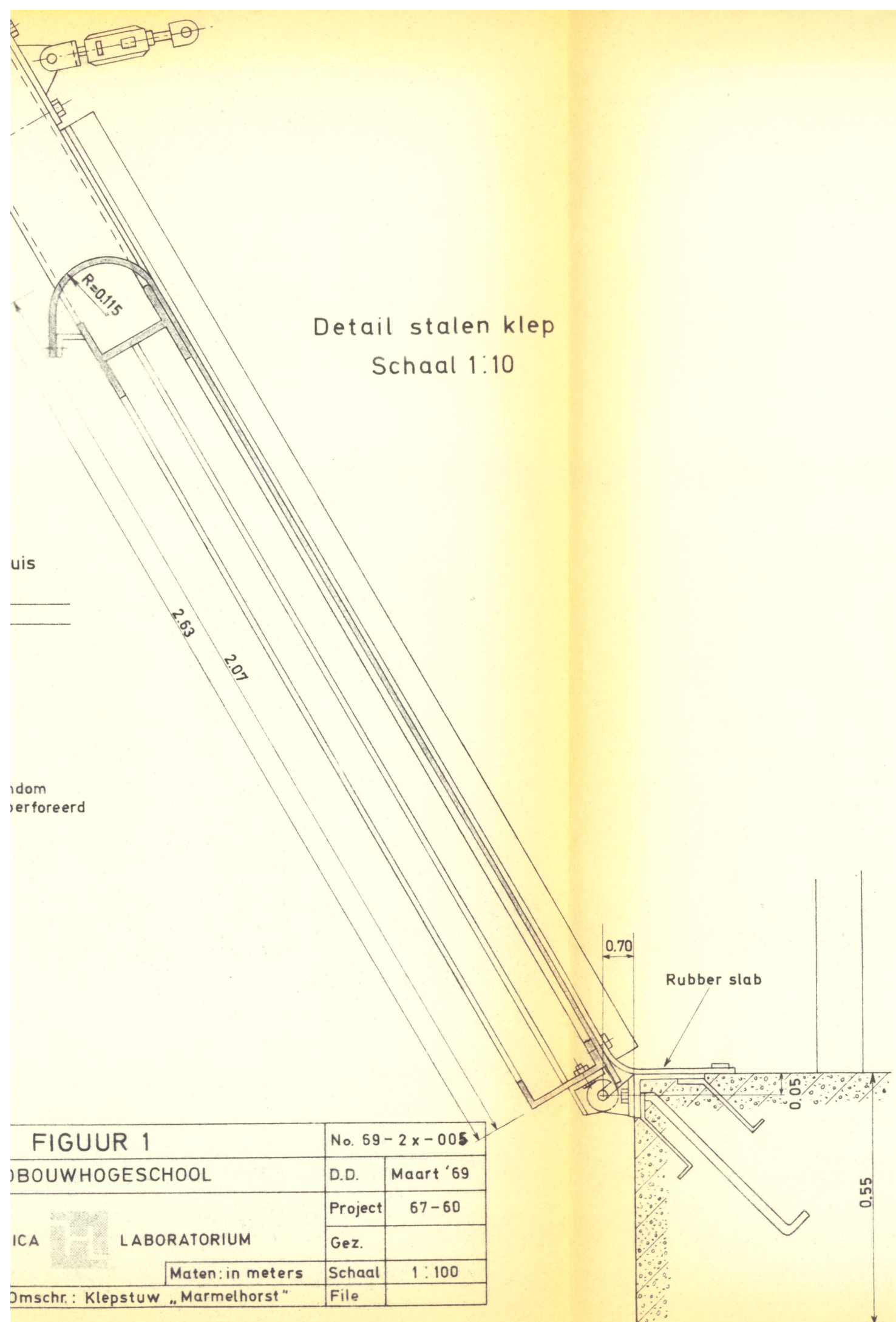
NR	HOEK	H1	H2	P	QBER
2	15.0000	.4248	-1.0000	-2.3540	3.6879
5	15.0000	.2124	-1.0000	-4.7080	*
110	30.0000	.5424	.0840	.1548	5.1741
435	67.5000	.5160	.1284	.0212	4.9797

de



Bovenaanzicht





Detail stalen klep
Schaal 1:10

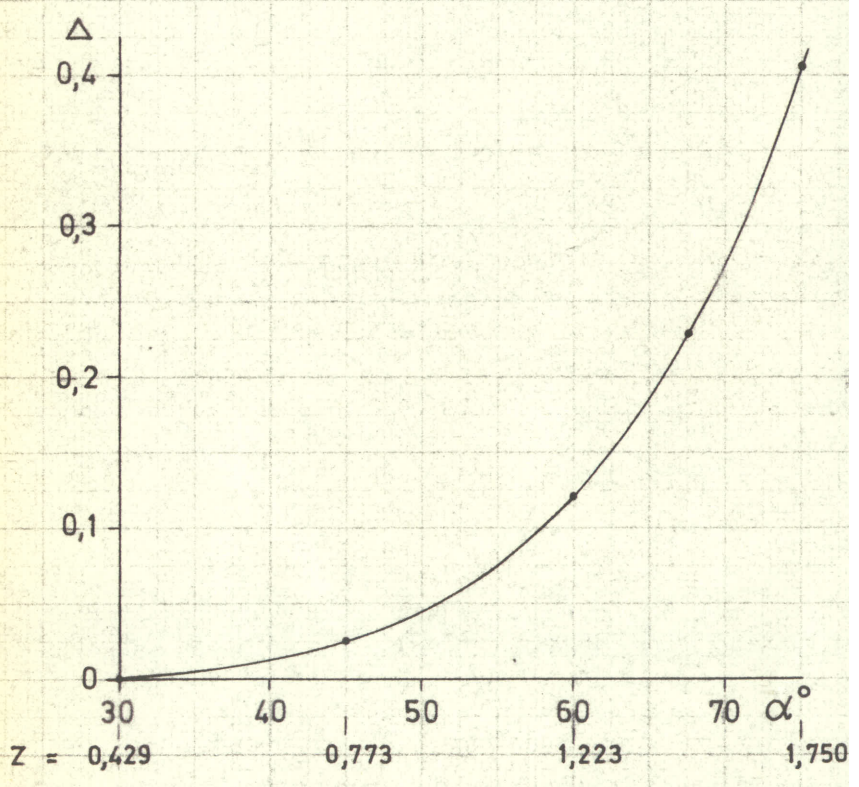
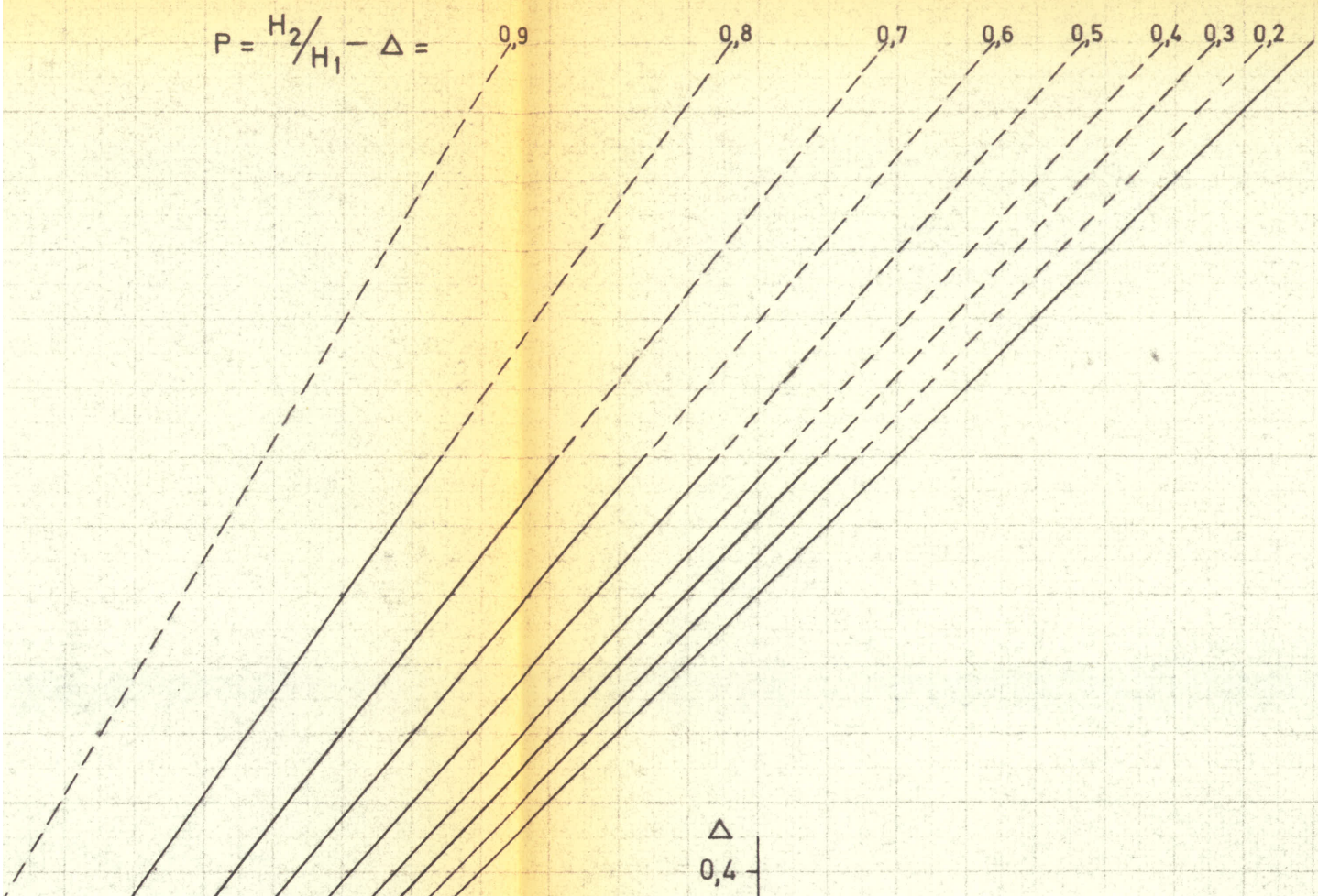
uis


ndom
erforeerd

Rubber slab

FIGUUR 1		No. 69-2x-005	
BOUWHOGESCHOOL		D.D.	Maart '69
ICA LABORATORIUM		Project	67-60
Maten: in meters		Gez.	
Omschr.: Klepstuw „Marmelhorst“		Schaal	1:100
		File	

$$P = \frac{H_2}{H_1} - \Delta =$$



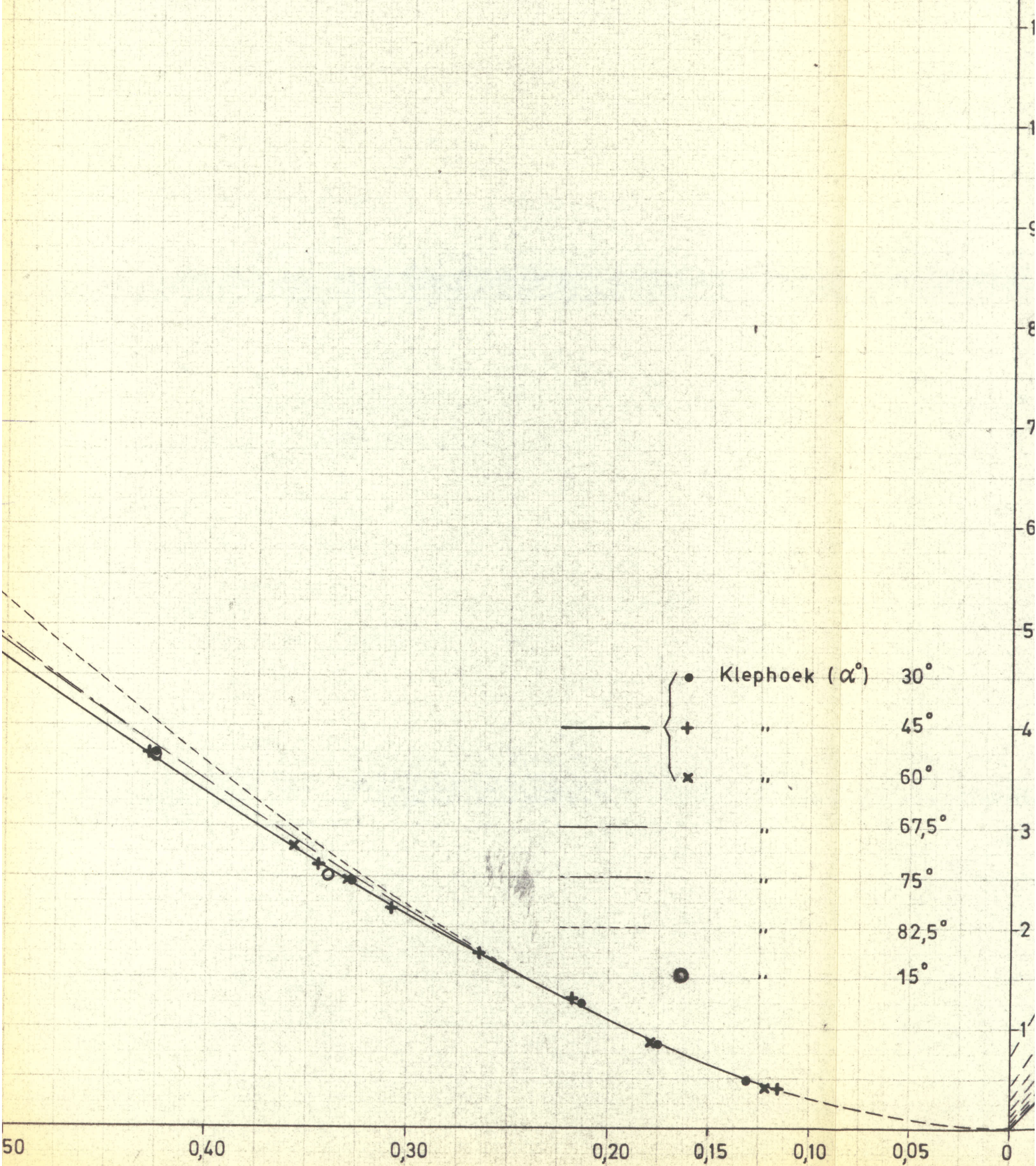
GRAFIEK 1		No. 69 - 2 x - 001	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	Maart '69
HYDRAULICA  LABORATORIUM		Project	67 - 60
Blad- van.		Gez.	
Rev.:	Omschr.: Klepstuw „Marmelhorst”	Schaal	
		File	

4 5 6 7 8 9 10 11 12 13

Q gestuwd ($m^3/sec.$)

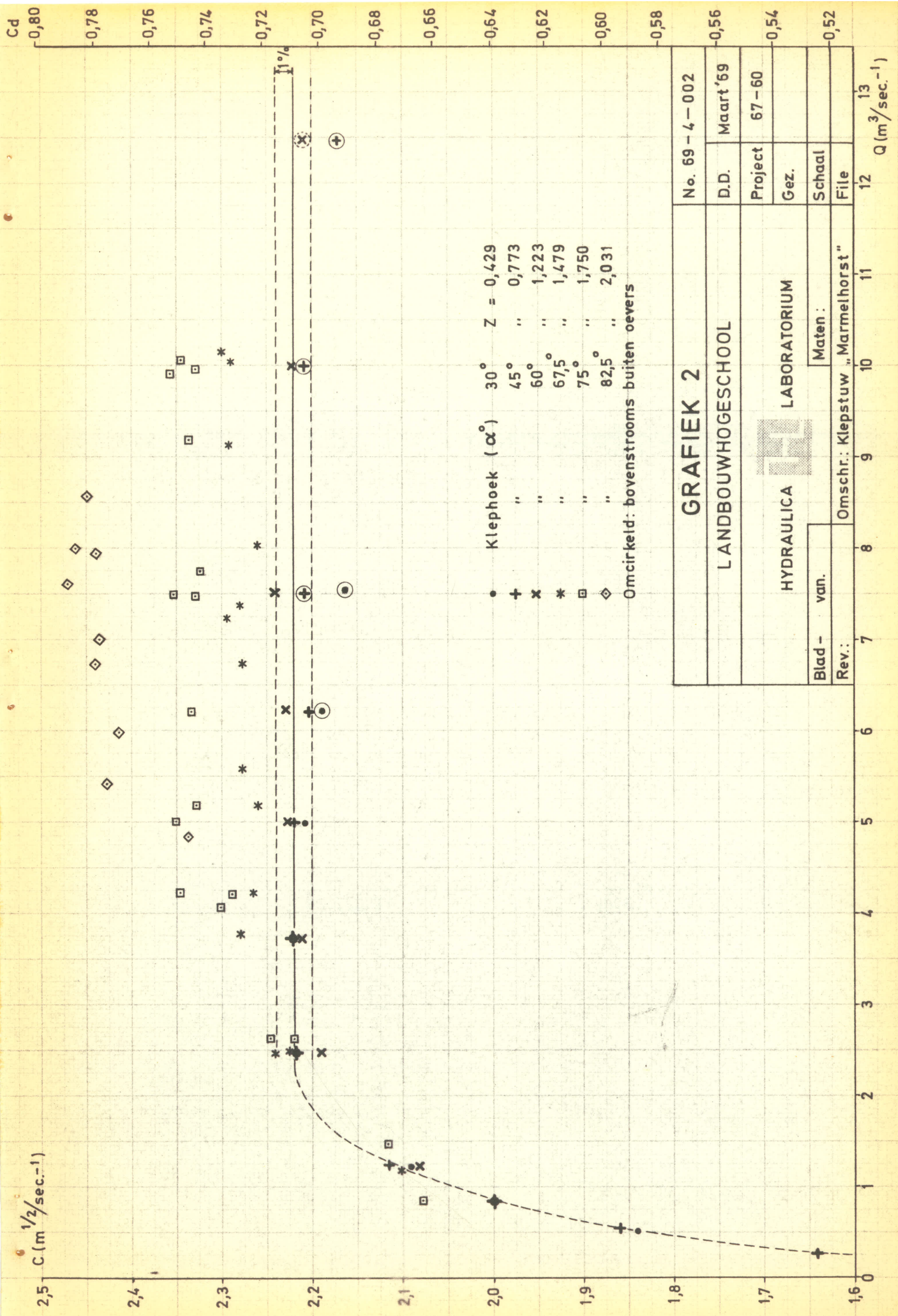
AFIEK

st" - Keizersbeek



0,50 0,40 0,30 0,20 0,15 0,10 0,05 0

10 9 8 7 6 5 4 3 2 1



• Klephoek (α°) 30° Z = 0,429
 + " 45° " 0,773
 x " 60° " 1,223
 * " 67,5° " 1,479
 □ " 75° " 1,750
 ◇ " 82,5° " 2,031

Omcirkeld: bovenstrooms buiten oevers

GRAFIEK 2

LANDBOUWHOGESCHOOL

HYDRAULICA LABORATORIUM

Blad - van.

Rev.:

Maten:

Omschr.: Klepstuw "Marmelhorst"

No. 69-4-002

D.D. Maart '69

Project 67-60

Gez.

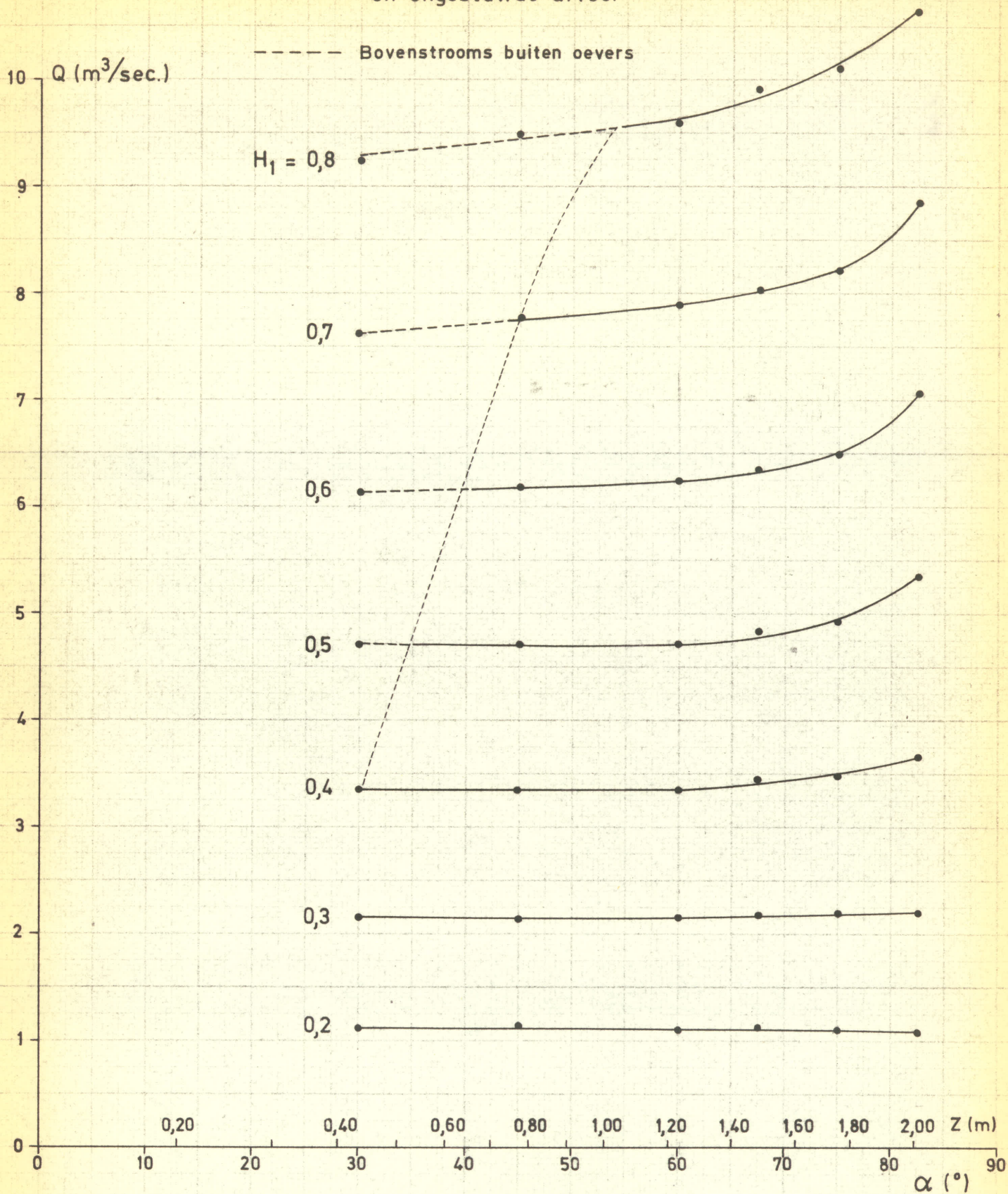
Schaal

File

12

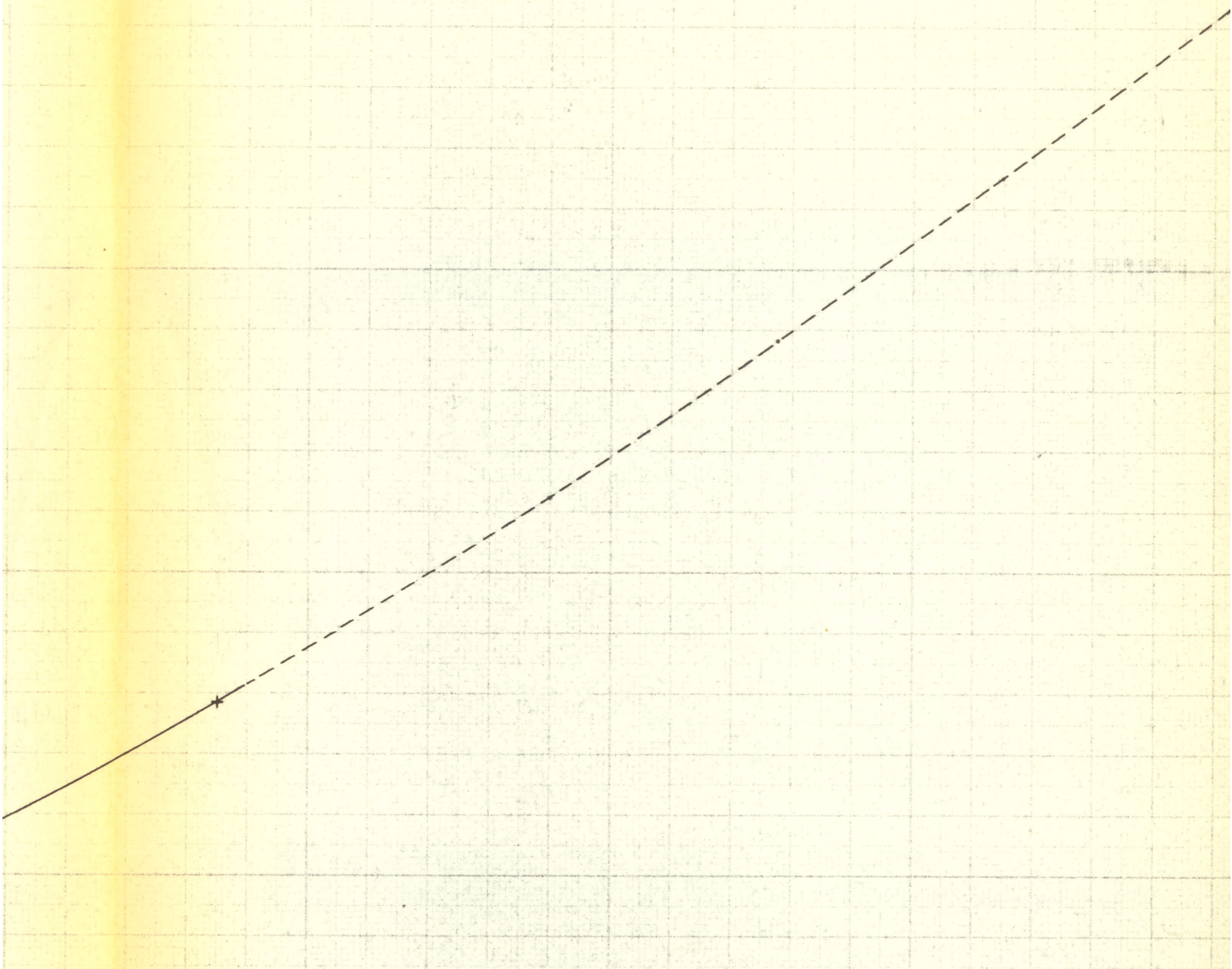
$Q (m^3/sec^{-1})$


Verband tussen klephoek, waterstanden en ongestuwde afvoer



GRAFIEK 3

LANDBOUWHOGESCHOOL		No. 69-4-003	
HYDRAULICA		D.D.	Maart '69
LABORATORIUM		Project	67-60
Blad- van		Gez.	
Rev.:	Omschr.: Klepstuw „Marmelhorst”	Schaal	
		File	



GRAFIEK 4			No. 69-3-004	
LANDBOUWHOGESCHOOL			D.D.	Maart '69
HYDRAULICA  LABORATORIUM			Project	67-60
Blad-	van		Maten :	Schaal
Rev. :		Omschr: Klepstuw	„Marmelhorst“	File

50

60

70

80 α (°)