

INHOUD

	Pag.
1. INLEIDING	1
2. BESCHRIJVING VAN HET MODEL	1
3. AFVOERFORMULES	1
4. MEETRESULTATEN	2
5. CONCLUSIE	3
6. LITERATUUR	3

BIJLAGEN:

4 FIGUREN

MEETCIJFERS

1. INLEIDING

In het Hydraulica laboratorium van de Landbouwhogeschool werden in het kader van een onderzoek naar de eigenschappen van kunstwerken enkele aanvullende metingen verricht aan een model van een V-vormige lange overlaat. Het verband werd bepaald tussen de bovenstroomse energiehogte (H_1) en het debiet (Q). Verder werd de invloed van de benedenwaterstand, uitgedrukt in de energiehogte (H_2), op de gevonden relatie tussen H_1 en Q onderzocht. Het onderzoek werd verricht onder leiding van Ir. R.H. Pitlo.

2. BESCHRIJVING VAN HET MODEL

Een model van de V-vormige lange overlaat met een knikhoek van 120° werd geplaatst in een aanvoerkanaal met rechthoekige doorsnede (zie figuur 1). Het model was in hoogte verstelbaar. Gemeten werd bij twee kruinstanden resp. 76 en 40 cm boven de bodem van het aanvoerkanaal. Aan de benedenstroomse zijde van het model werd een uitwoelbak aangebracht met verticale zijwanden (zie fig. 1). Aansluitend aan de woelbak bevond zich een puin bestorting en vervolgens een trapeziumvormig kanaal. In dit kanaal werd op een afstand van ongeveer 54 cm benedenstrooms van de puin bestorting de waterstand (h_2) gemeten. De benedenwaterstanden konden met behulp van een kleppenwand trapsgewijze worden ingesteld.

De debieten in het model werden gemeten met behulp van een elektromagnetische debietmeter welke volumetrisch was geijkt. Debieten kleiner dan 6 liter per seconde werden met een doorstroommeter (flowmeter) bepaald.

3. AFVOERFORMULES

Voor een lange overlaat met driehoekig dwarsprofiel geldt de formule:

$$Q = C_d \cdot C_v \cdot \frac{16}{25} \sqrt{2/5 g} \cdot \text{tg} \left(\frac{\theta}{2} \right) \cdot h_1^{5/2} \quad \dots (1)$$

Hierin is Q = debiet (m^3/s)

C_d = afvoercoëfficiënt (-)

C_v = correctiecoëfficiënt voor de snelheidshogte = $\left(\frac{H_1}{h_1} \right)^{5/2}$

g = versnelling van de zwaartekracht ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

θ = knikhoek van de stuwkruin ($^\circ$)

h_1 = overstorthoogte (m)

Formule (1) is geldig zolang de grensdiepte optreedt binnen het driehoekige deel van de overlaat. Aangezien $H_1 = 5/4 Y_g$ geldt dus:

$$H_1 \leq 1,25 H_b$$

H_1 = bovenstroomse energiehogte

Y_g = grensdiepte

H_b = verschil tussen hoogste en laagste peil van de driehoekige kruin (hier: $H_b = 0,1155$ m).

Voor $H_1 > 1,25 H_b$ kan de volgende formule worden toegepast:

$$Q = C_d \cdot C_v \cdot B \cdot 2/3 \sqrt{2/3 g} (h_1 - 1/2 H_b)^{3/2} \dots (2)$$

Hierin is B = breedte rechthoekige dwarsprofiel boven de kruin (m)

$$C_v = \left\{ \frac{(H_1 - 1/2 H_b)^{3/2}}{(h_1 - 1/2 H_b)} \right\}$$

4. MEETRESULTATEN

Met behulp van de formules (1) en (2) werd bij een kruinhoogte (p) van 76 cm voor 11 debieten en bij een kruinhoogte (p) van 40 cm voor 20 debieten de waarde van C_d gemeten. Het resultaat is weergegeven in figuur 2 waarin C_d is uitgezet als functie van $H_1/L+R$.

De lengte (L) van het vlakke deel van de kruin bedroeg 0,375 m, de afron- dingsstraal (R) was 0,075 m (zie fig. 1).

De beide series metingen geven ongeveer hetzelfde resultaat, hoewel $p = 76$ cm systematisch iets hogere uitkomsten voor C_d oplevert. De verschillen zijn echter kleiner dan 1%.

De gevonden waarden van C_d liggen 1 à 2% hoger dan een lijn die kan worden getrokken als een soort "gemiddelde" door enige reeksen waarnemingen die uit de literatuur ¹⁾ bekend zijn. De metingen van verschillende onderzoekers blijken nogal ruim gespreid te liggen rondom genoemde lijn.

In figuur 3 is het verband weergegeven tussen Q en de energiehogte H_1 voor ongestuwde en gestuwde afvoeren.

Het effect van verdrinking op de afvoer blijkt ook uit figuur 4, hierin is H_2/H_1 uitgezet tegen F , de "drowned flow reduction factor". $F = \frac{Q_D}{Q_M}$, waarin Q_M het module debiet en Q_D het gereduceerde debiet bij gelijke overstort- hoogte voorstelt. Uit de figuur blijkt, dat tot een verhouding H_2/H_1 van on- geveer 0,5 de reductie van het module debiet minder dan 1% bedraagt.

5. CONCLUSIE

Uit het onderzoek is gebleken, dat de meetuitkomsten minder dan 2% afwijken van een lijn die door de metingen van andere onderzoekers kan worden getrokken. Gezien de grote spreiding in de afzonderlijke metingen staat echter de betrouwbaarheid van deze "gemiddelde" lijn ter discussie.

De grote spreiding wordt mogelijk veroorzaakt door schaalears effecten en verschillen in ruwheid tussen de afzonderlijke modellen. Een systematisch onderzoek van een reeks modellen op dezelfde schaal met verschillende kruinhoeken en vervaardigd uit hetzelfde materiaal[⊠] kan hierover mogelijk uitsluitel geven.

6. LITERATUUR

1. Bos, M.G.,

Discharge Measurement Structures, Working Group on Small Hydraulic Structures, Rapport No. 4 Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie, 1976.

2. Smith, C.D. and Liang, W.S.,

Triangular broad-crested weir, Journal of the Irrigation and Drainage Division No. IR4, December 1969. (Discussion December 1971).

[⊠] Het in deze nota beschreven model bestond uit gecadmeerd staalplaat.

BIJLAGE I: MEETCIJFERS

Ongestuwde afvoeren p = 0.40 m

Q (l/s)	h_1 (dm)	H_1 (dm)	$H_1/L+R$	C_d	
1.02	0.481	0.481	0.1069	0.915	
1.91	0.623	0.623	0.1384	0.943	
2.99	0.732	0.732	0.1627	0.941	
4.96	0.892	0.892	0.1983	0.951	
7.96	1.074	1.075	0.2389	0.957	
9.86	1.168	1.169	0.2598	0.961	
11.84	1.251	1.253	0.2783	0.971	
13.91	1.331	1.333	0.2962	0.976	
16.06	1.407	1.410	0.3133	0.980	
18.16	1.474	1.478	0.3284	0.986	† formule (1)

18.16	1.474	1.478	0.3284	0.986	† formule (2)
20.07	1.538	1.542	0.3427	0.982	
22.13	1.603	1.608	0.3573	0.981	
24.08	1.659	1.665	0.3699	0.985	
28.09	1.775	1.783	0.3961	0.985	
38.08	2.037	2.049	0.4554	0.989	
59.79	2.525	2.552	0.5670	0.999	
79.44	2.899	2.941	0.6535	1.014	
98.97	3.225	3.285	0.7300	1.030	
119.55	3.537	3.617	0.8037	1.046	
159.60	4.098	4.222	0.9380	1.064	† formule (2)

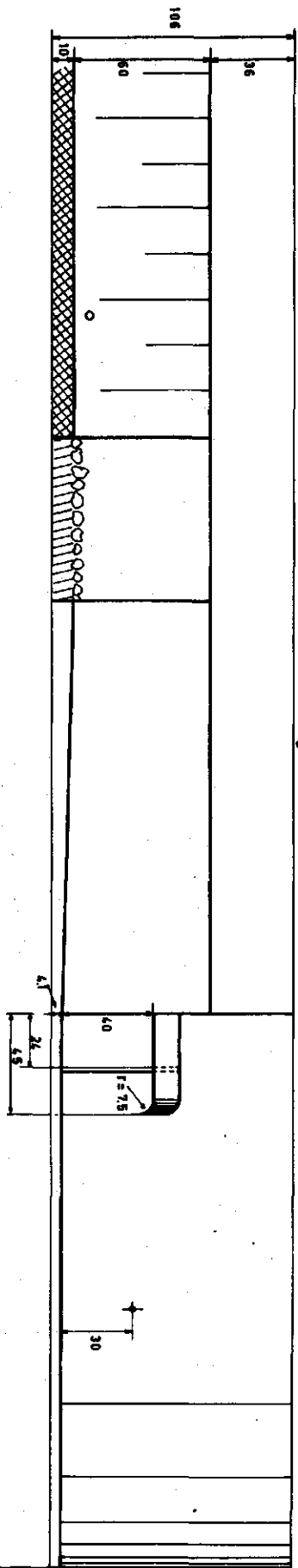
Ongestuwde afvoeren p = 0.76 m

8.38	1.092	1.092	0.2420	0.968	† formule (1)
10.34	1.184	1.184	0.2630	0.976	
12.22	1.264	1.265	0.2810	0.978	
14.24	1.339	1.340	0.2977	0.987	
16.26	1.409	1.410	0.3130	0.992	
18.22	1.477	1.478	0.3284	0.988	† formule (1)
20.24	1.540	1.542	0.3426	0.991	† formule (2)
22.18	1.598	1.600	0.3551	0.995	
24.20	1.662	1.664	0.3692	0.991	
26.20	1.719	1.722	0.3825	0.993	
28.20	1.775	1.778	0.3950	0.994	

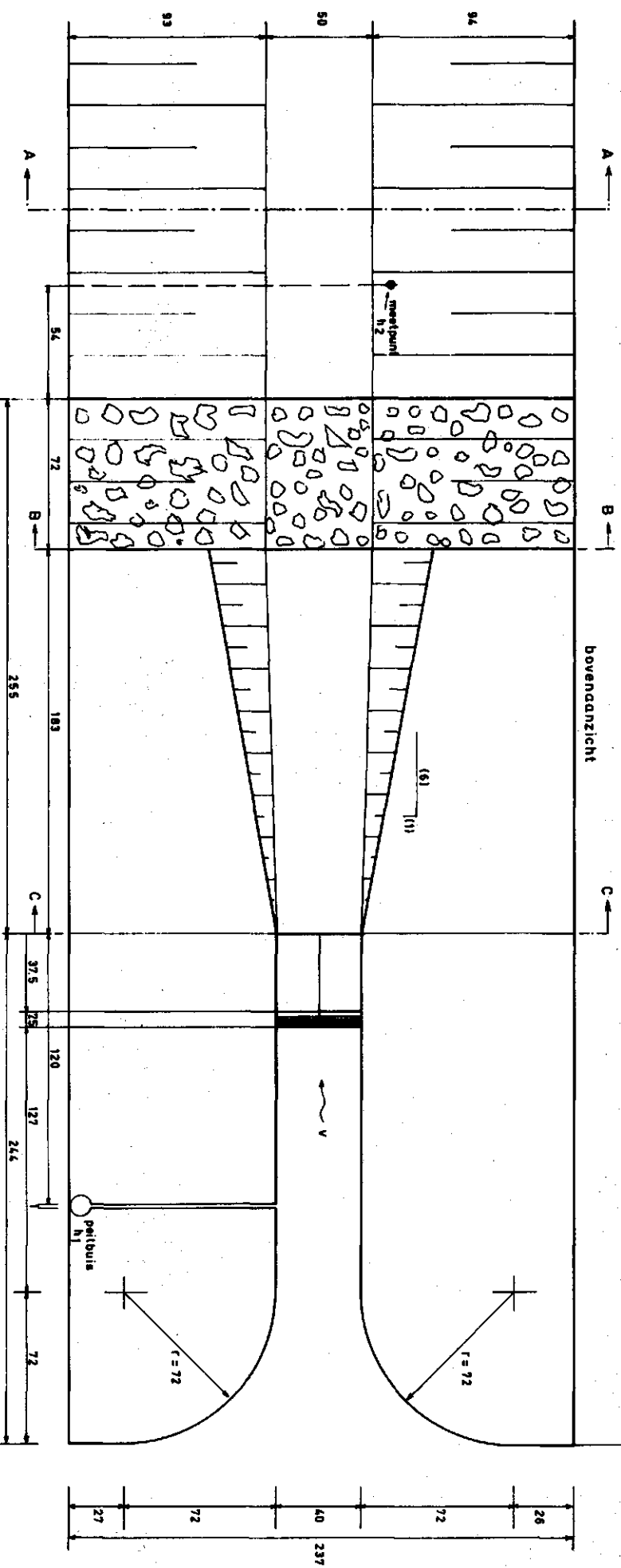
Gestuwde afvoeren p = 0.40 m

Q (1/s)	h ₁ (dm)	h ₂ (dm)	Q (1/s)	h ₁ (dm)	h ₂ (dm)
8.1	1.087	-	80.0	2.940	1.876
"	1.087	0.039	"	2.957	2.096
"	1.087	0.253	"	2.999	2.434
"	1.087	0.453	"	3.037	2.589
"	1.087	0.643	"	3.105	2.751
"	1.087	0.845	119.7	3.541	-
"	1.097	0.949	"	3.538	0.071
"	1.145	1.051	"	3.538	0.379
"	1.226	1.164	"	3.540	0.683
12.2	1.264	-	"	3.543	0.976
"	1.265	0.050	"	3.541	1.173
"	1.265	0.252	"	3.547	1.371
"	1.267	0.444	"	3.557	1.572
"	1.267	0.650	"	3.565	1.781
"	1.267	0.844	"	3.577	1.997
"	1.265	0.954	"	3.601	2.255
"	1.266	1.056	"	3.634	2.586
"	1.293	1.158	"	3.689	2.910
37.9	2.025	-	"	3.771	3.229
"	2.026	0.064	"	3.928	3.547
"	2.039	1.437	159.7	4.097	-
"	2.042	1.548	"	4.095	0.080
"	2.048	1.650	"	4.093	0.475
"	2.061	1.760	"	4.093	0.887
"	2.100	1.862	"	4.109	1.223
80.0	2.901	-	"	4.108	1.373
"	2.902	0.072	"	4.111	1.567
"	2.911	0.378	"	4.120	1.774
"	2.907	0.679	"	4.133	2.070
"	2.914	0.976	"	4.154	2.342
"	2.919	1.176	"	4.179	2.591
"	2.922	1.378	"	4.219	2.983
"	2.923	1.501	"	4.294	3.397
"	2.930	1.678	"	4.423	3.820

Langsdoorsnede

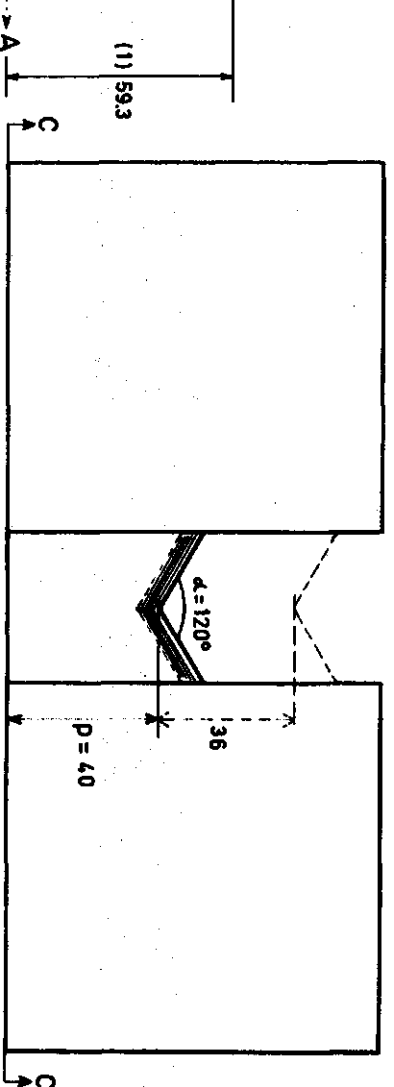
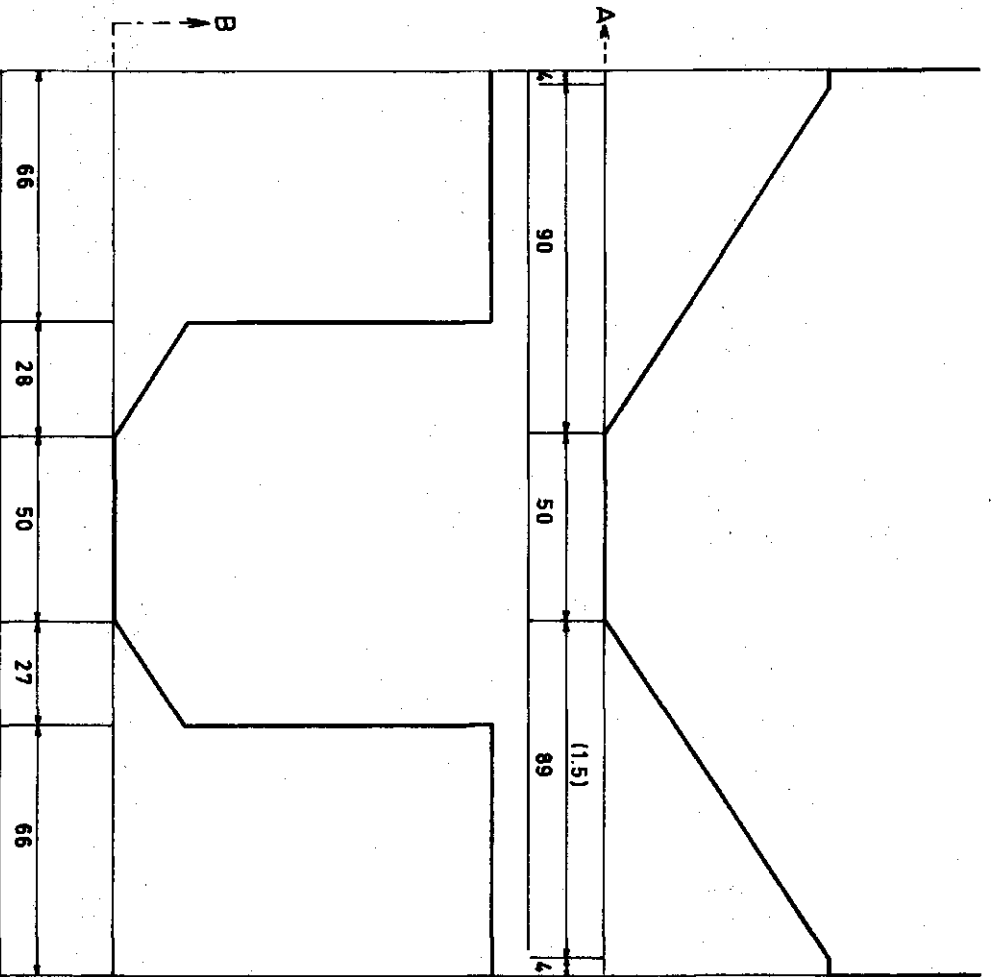


bovendaanzicht



Figuur 1A
Schaal 1:20

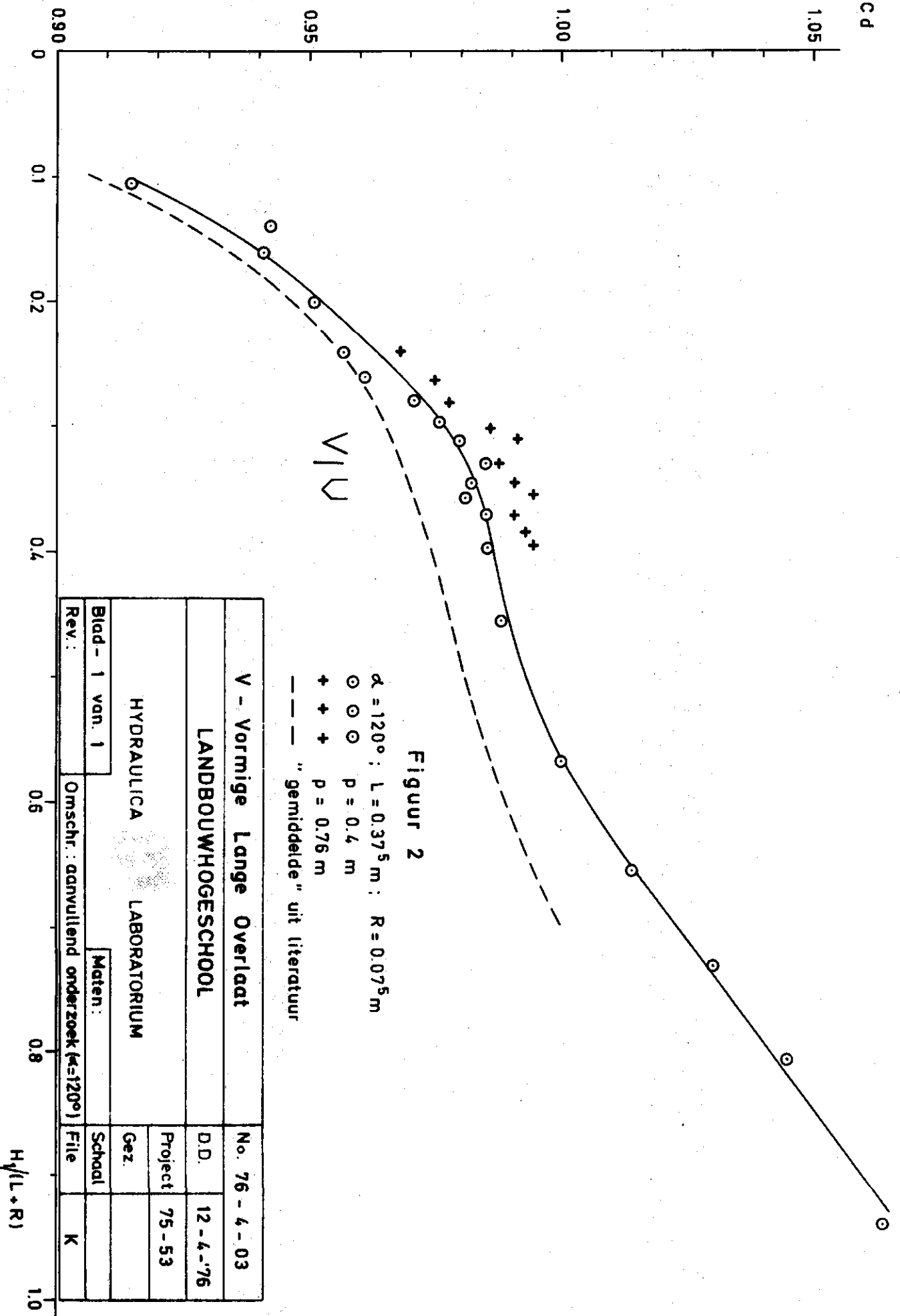
V - Vormige Lange Overlact		No. 76 - 3 - 01	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D. 12 - 4 - '76	
HYDRAULICA	LABORATORIUM	Project	75 - 53
Blad 1 van 2	Maten in cm	Schaal	1 : 20
Rev	Omschr aanvullend onderzoek (ex-120p)		File
			K



Figuur 1 B

V - Vormige Lange Overlaat		No. 76 - 4 - 02
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D. 12-4-'76
HYDRAULICA		Project 75 - 53
LABORATORIUM		Gez.
Blad - 2 van 2	Maten : in cm	Schaal 1 : 20
Rev. :	Omschr. aanvullend onderzoek ($\alpha = 120^\circ$)	File K

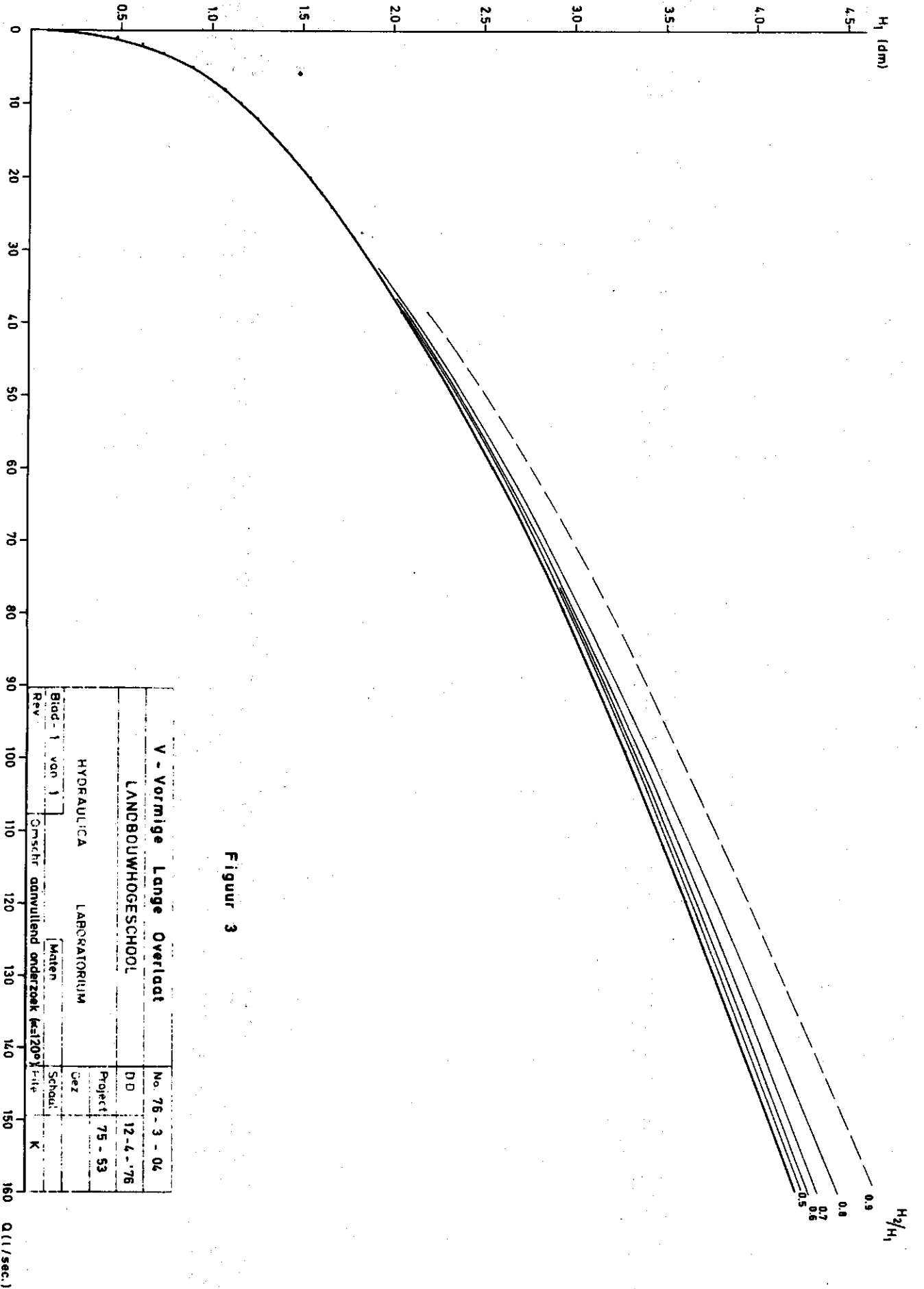
CD



Figuur 2

V - Vormige Lange Overlaat		No. 76 - 4 - 03
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D. 12 - 4 - '76
HYDRAULICA		Project 75 - 53
LABORATORIUM		Gez.
Blad - 1 van 1	Maten:	Schaal
Rev.:	Omschr. : aanvullend onderzoek ($\alpha=120^\circ$)	File
		K

$H_v/(L+R)$



Figuur 3

V - Vormige Lange Overlaat		No. 76 - 3 - 04
LANDBOUWHOGESCHOOL		DD 12-4-'76
HYDRAULICA	LABORATORIUM	Project 75 - 53
		Oez
Bidd. 1 van 1	Maten	Schaal
Rev	Omschr. aanvullend onderzoek (ca. 120e) - file	K

Q (l/sec.)

