IJKING PARSHALL FLUME

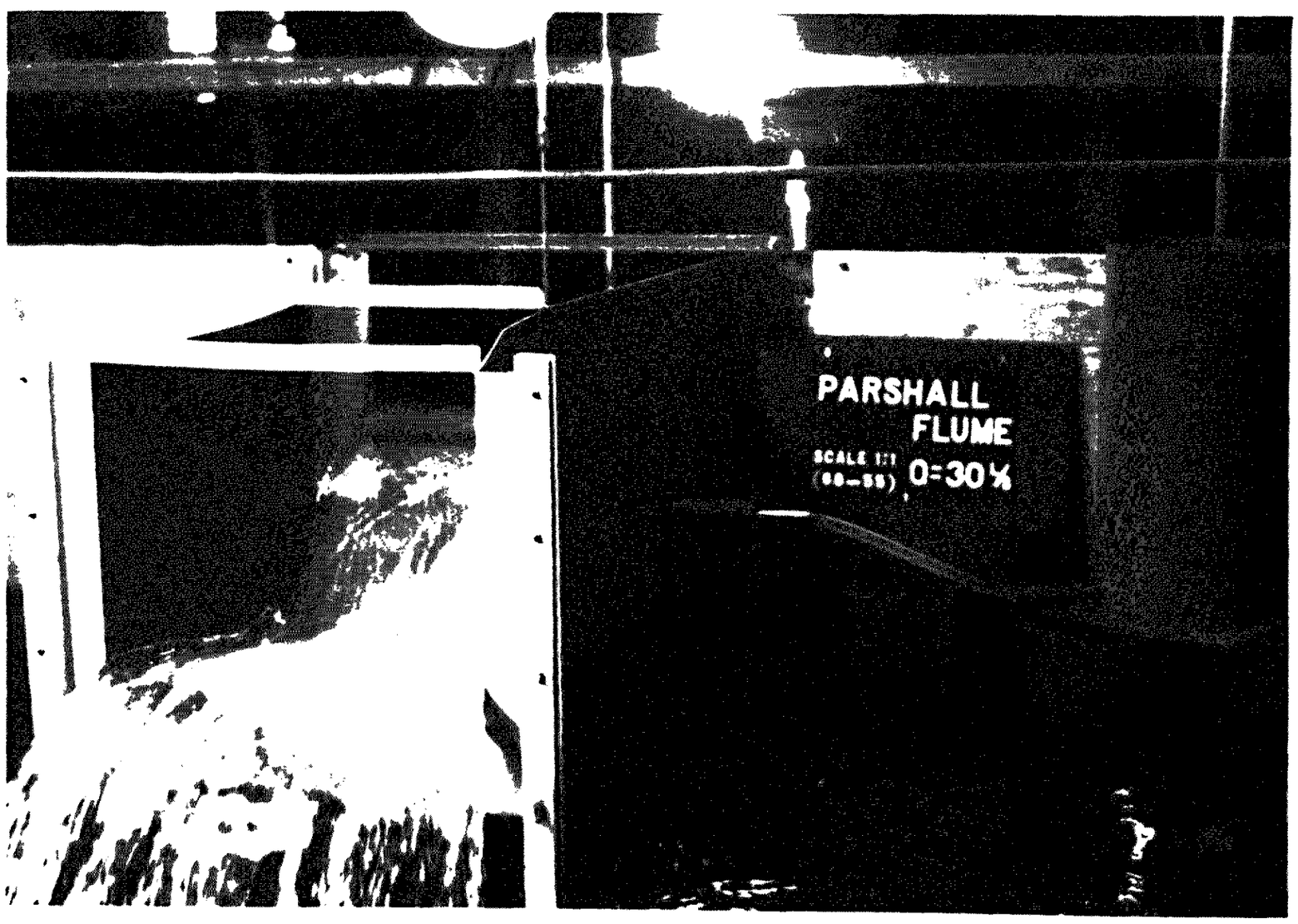
Nota No. 11

Hydraulica Laboratorium
Landbouwhogeschool
December 1968
(68-55)

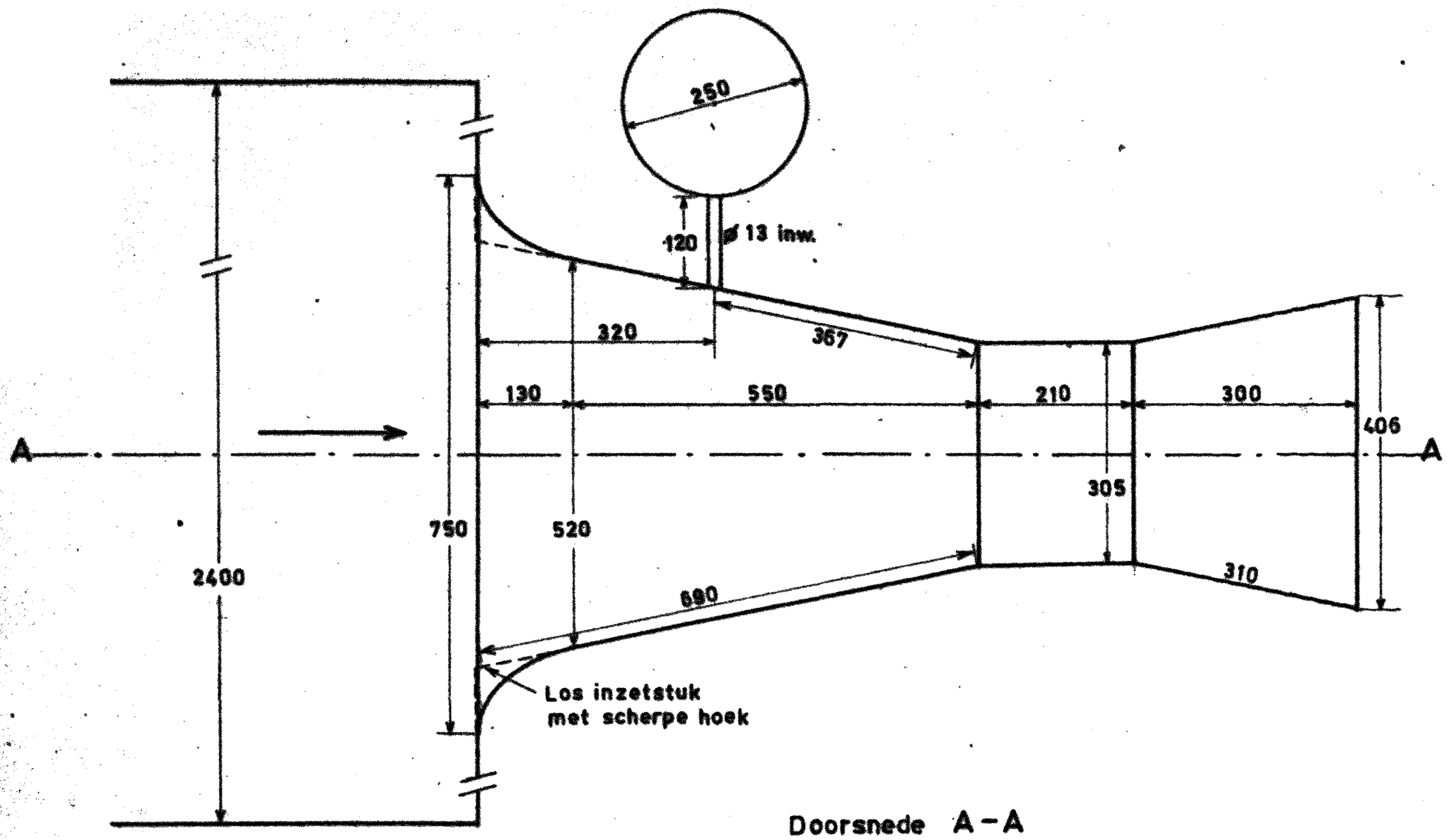
INHOUD:

1. Inleiding	blz. 1.
2. Beschrijving van het onderzoek	" 1.
3. Bespreking meetresultaten	" 3.
4. Conclusies	" 4.

Bijlage: IJking V-Romijn.



meetopstelling



Doorsnede A-A

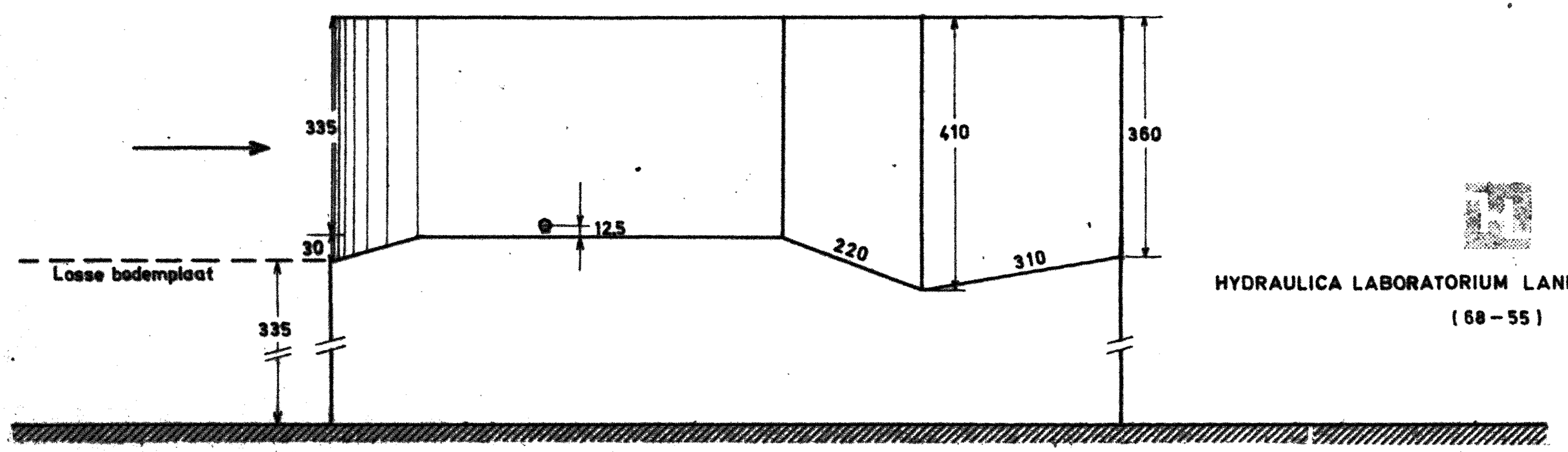


Fig. 1

PARSHALL FLUME

maten in mm

HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL

(68-55)

1. Inleiding.

Een Parshall flume op ware grootte werd op verzoek van de Commissie Waterbehoefte Gelderland in het Hydraulica Laboratorium van de Landbouwhogeschool te Wageningen geijkt. De flume werd voor dit doel door eerder genoemde commissie beschikbaar gesteld. Het onderzoek werd verricht onder leiding van ir. R.H. Pitlo.

2. Beschrijving van het onderzoek.

De Parshall flume (zie fig.1 en foto) werd opgesteld in een reeds in nota no. 3 beschreven meetgoot. Volgens de verstrekte gegevens zou bij elk debiet in dit type "Critical depth flume" de grensdiepte inderdaad worden bereikt, m.a.w. er is altijd een vrije uitstroming en het stromingsbeeld in de vernauwing wordt niet door het benedenstroomse waterpeil beinvloed.

Het aanvoerkanaal had een breedte van 2,40 m. en een rechthoekige doorsnede.

De peilaflezing (H_1) in de flume vindt plaats t.o.v. het horizontale gedeelte van de flumebodem (zie fig. 1). De meting geschiedde in een peilbuis met een diameter van 25 cm. welke d.m.v. een buisje en een opening in een der vertikale zijwanden met de flume in verbinding stond.

Het eerste gedeelte van het onderzoek betrof de keuze van de diameter van de opening in de zijwand en van het verbindingsbuisje tussen flume en peilbuis. Een grote diameter van verbindingsbuis en opening veroorzaakt een snelle reaktie in de peilbuis op niveauvariaties in de flume. Plotseling optredende afvoerpieken worden goed gevolgd. Hiertegenover staat echter, dat oppervlaktegolving van het water in de flume (b.v. door windinvloeden) aanleiding geeft tot hinderlijke schommelingen in de peilbuis. De diameter van de verbindingsbuis moet daarom zó worden gekozen, dat peilschommelingen in de flume voldoende worden gedempt, terwijl afvoerpieken toch snel genoeg worden gevolgd. Een reaktietijd van ongeveer 40 sec. voor een plotselinge niveauverandering in de flume van 10 cm. werd nog aanvaardbaar geacht. Dit wil zeggen, dat 40 sec. na een plotselinge niveauverandering van 10 cm. in de flume het water in de peilbuis op 1 mm. na deze verandering heeft gevolgd.

Proef ondervindelijk werd vastgesteld, welke diameter van de verbindingsbuis aan deze eis voldoet. De lengte van de verbindingsbuis bedroeg 12 cm. Indien de peilbuis een doorsnede van Ø 25 cm. heeft, bedraagt bij een doorsnede van de verbindingsbuis van Ø 13 mm. (handelsmaat) de reaktietijd bijna 45 sec. Deze maat werd aangehouden.

Vervolgens werden bij een reeks bekende debieten telkens de waterniveau's in de peilbuis afgelezen. De resultaten van deze metingen zijn in tabel 1 en grafiek 1 weergegeven.

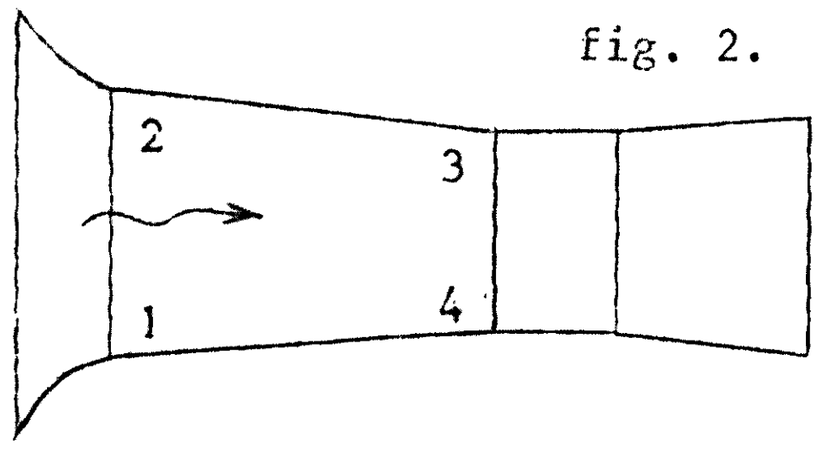
Tabel 1. IJkresultaten Parshall flume met horizontale bodem.

Q(l/sec)	H_1(dm)	Q(l/sec)	H_1(dm)
2,58	0,262	39,96	1,456
5,30	0,417	49,23	1,659
8,27	0,549	60,35	1,893
9,74	0,606	69,94	2,087
10,07	0,617	71,10	2,118
15,45	0,803	81,90	2,330
20,08	0,949	91,90	2,513
30,02	1,216	100,03	2,662
		106,63	2,784

De onderzochte Parshall flume blijkt een nauwkeurig schaalmodel (schaal 1:3) te zijn van een in het veld opgestelde 3 ft. Parshall flume. De ijkresultaten kunnen daarom ook voor dit prototype worden toegepast.

Aangezien de bodem van het prototype enigszins is verzakt, waardoor het horizontale bodemgedeelte hellend is komen te liggen, diende het model bij overeenkomstige bodemligging te worden geijkt. Hierbij kon worden nagegaan of de reeds gevonden relatie tussen afvoer en peilaflezing door een hellende bodemligging wordt beinvloed. In fig. 2 is de ligging van de flume-bodem weergegeven zoals deze in het veld werd opgemeten.

fig. 2.



Hoogte (m. + N.A.P.)

1 23,344
2 23,357
3 23,369
4 23,369

De peilaflezing (H_1) bij een hellende bodem werd in het model verricht t.o.v. punt 3 (=4) van de bodem (zie fig. 2). De resultaten van de metingen bij een hellende bodem zijn (tevens ongerekend op het prototype), weergegeven in tabel 2 en in de grafieken 1 en 2.

Tabel 2 IJkresultaten Parshall flume met hellende bodem.

a. Model

Q (l/sec)	H(dm)	Q(l/sec)	H(dm)
1,35	0,180	40,30	1,476
2,75	0,279	50,60	1,607
5,30	0,418	60,74	1,918
7,68	0,529	70,73	2,115
10,16	0,627	83,45	2,373
15,14	0,802	90,53	2,515
19,91	0,950	95,53	2,606
29,88	1,220	100,53	2,695

b. Prototype

Q (l/sec)	H(dm)	Q(l/sec)	H(dm)
21,05	0,540	628,23	4,428
42,87	0,837	788,80	5,091
82,62	1,254	946,87	5,754
119,72	1,587	1102,60	6,345
158,38	1,881	1300,89	7,119
236,02	2,406	1411,26	7,545
310,37	2,850	1489,21	7,818
465,80	3,660	1567,15	8,085

De invloed van de bodemdiepte in het aanvoerkanaal werd onderzocht door het aanbrengen van een bodemplaat aansluitend aan de flumebodem (zie fig. 1). Er werden geen significante afwijkingen van de reeds gevonden relatie tussen afvoer en peilaflezing gemeten.

De invloed van de afrondingen van de vertikale zijwanden bij de instroomzijde van de flume werd onderzocht door het aanbrengen van losse inzetstukken met een scherpe hoek (zie fig. 1). De gevonden relatie tussen afvoer en peilaflezing werd niet significant beinvloed.

3. Bespreking meetresultaten.

Zoals blijkt uit grafiek 1, vertonen de meetresultaten bij een hellende bodem een geringe systematische afwijking t.o.v. de meetresultaten bij een vlakke bodem. Zo wordt bij 100 l/sec (overeenkomende met 1559 l/sec in werkelijkheid) met een hellende bodem een ongeveer 1½ % lagere afvoer gemeten. Bij kleinere debieten neemt deze afwijking geleidelijk iets af.

Afvoerformule.

Uit de literatuur*) is de volgende afvoerformule voor een 1 ft Parshall flume bij ongestuwde afvoer bekend:

$$Q = 4{,}00\ H_1^{\ 1{,}52}\ \text{ft}^3/\text{sec}$$

$$\text{of } Q = 0{,}689\ H_1^{\ 1{,}52}\ \text{m}^3/\text{sec}. \qquad (1)$$

Bij gelijke afvoeren levert deze formule, behalve voor kleine debieten, vergeleken met de ijkresultaten een hogere waarde van H_1 op (zie grafiek). Het onderzochte model is echter geen 1 ft Parshall flume, maar een schaalmodel 1:3 van een 3 ft flume. Hoewel de keelbreedte in beide gevallen 1 ft bedraagt, verschillen de overige afmetingen [2]. De meetresultaten dienen daarom vergeleken te worden met de afvoerformule voor een 3 ft Parshall flume:

$$Q = 12{,}00\ H_1^{\ 1{,}56}\ \text{ft}^3/\text{sec}$$

$$\text{of } Q = 2{,}168\ H_1^{\ 1{,}56}\ \text{m}^3/\text{sec} \qquad (2)$$

Bij omrekenen naar het model (schaal 1:3)moet worden bedacht, dat de coefficient 2,168 niet dimensieloos is, er ontstaat:

$$Q_{mod.} = 0{,}772\ H_{mod.}^{\ 1{,}56}\ \text{m}^3/\text{sec} \qquad (3)$$

Deze formule sluit beter aan bij de waarnemingen dan formule (1). Het grootste verschil (bij ± 50 l/sec) bedraagt ruim 4 %. Dit verschil kan worden verklaard uit enkele afwijkingen in de voorgeschreven maatvoering.

Door middel van een regressie berekening met behulp van logarithmen werd uit de meetpunten bij een vlakke bodemligging de volgende formule voor het model verkregen:

$$\boxed{Q_{mod.} = 0{,}821\ H_{mod.}^{\ 1{,}578}\ \text{m}^3/\text{sec}} \qquad (4)$$

---

*) 1. R.L.Parshall, Measuring water in irrigation channels with Parshall flumes and small weirs circular no. 843, U.S.Dept. of Agriculture, 1950.

2. G.V.Skogerboe e.a., Parshall flumes - part 2 of Design and Calibration of submerged open channel flow measurement structures, Utah State University - Report WG 31-3 March 1967.

Deze formule levert de best mogelijke aansluiting bij de meetpunten op (zie grafiek 1). De maximale afwijking bedraagt niet meer dan ± 2%.

De meetresultaten voor het prototype met hellende bodem zijn weergegeven in grafiek 2. De optimale aansluiting bij de meetpunten vormt de formule:

$$Q = 2{,}26\ H_1^{1{,}59}\ m^3/sec \qquad (5)$$

Het maximale verschil tussen de gemeten en de met deze formule berekende debieten bedraagt 2,7% en treedt op bij ongeveer 1600 l/sec in werkelijkheid.

4. Conclusies.

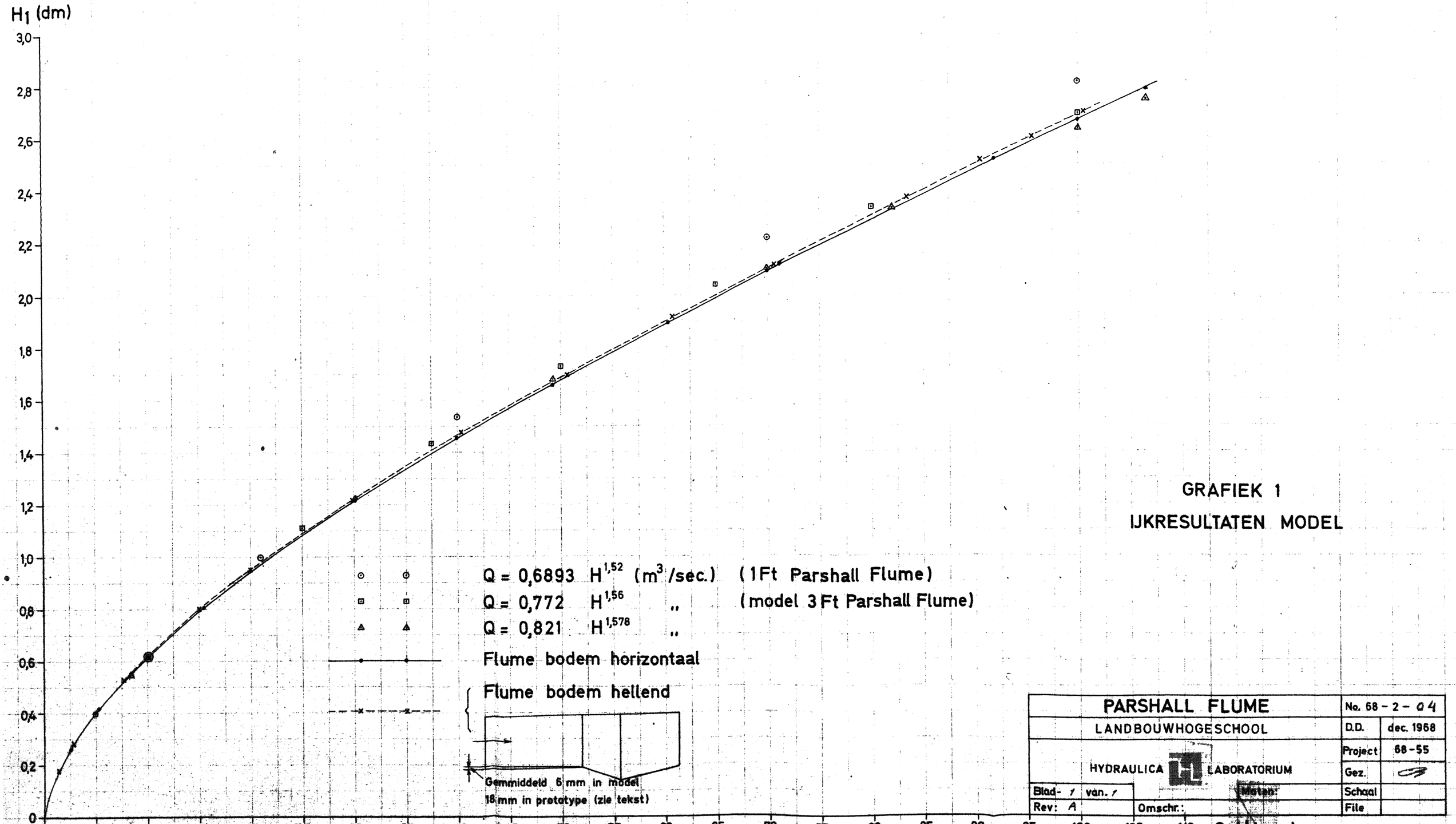
1. De gevonden ijresultaten voor het model van de 3 ft Parshall flume stemmen niet geheel overeen met de uit de literatuur bekende afvoerformule (3). De oorzaak hiervan moet worden gezocht in enkele afwijkingen van de voorgeschreven maatvoering.

2. Door middel van een regressie berekening werd voor het model een afvoerformule (4) verkregen welke goed aansluit bij de meetpunten. Indien men de maximaal optredende afwijking die deze formule vertoont (2%) niet toelaatbaar acht, kan men op grond van de gevonden grafiek een nauwkeurige tabel samenstellen en deze voor de berekening gebruiken.

3. Bij een hellende bodem werden in vergelijking met een vlakke bodem bij gelijke peilaflezingen iets lagere debieten gevonden. De afwijking bedroeg niet meer dan 1½ %.

4. De diepte van het aanvoer-kanaal t.o.v. de bodem van de Parshall flume blijkt geen invloed te hebben op het verband tussen afvoer en peilaflezing.

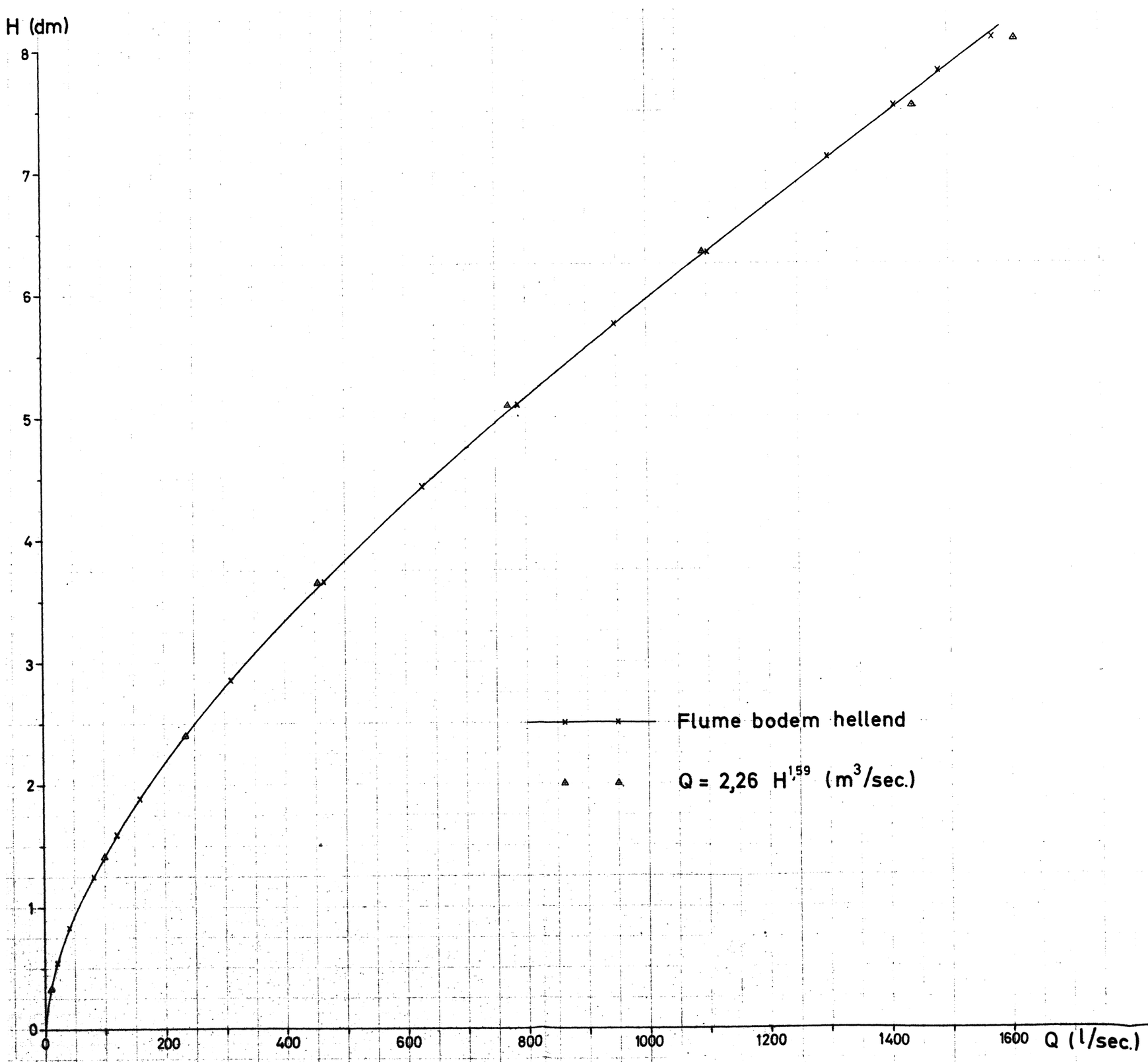
5. Scherpe hoeken i.p.v. afrondingen van de vertikale zijwanden aan de instroomzijde van de Parshall flume veroorzaken geen afwijkingen van de gevonden relatie tussen afvoer en peilaflezing.



GRAFIEK 1

IJKRESULTATEN MODEL

PARSHALL FLUME		No. 68 - 2 - 04
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D. dec. 1968
HYDRAULICA LABORATORIUM		Project 68-55
		Gez.
Blad- 1 van. 1	Meten:	Schaal
Rev: A	Omschr.:	File



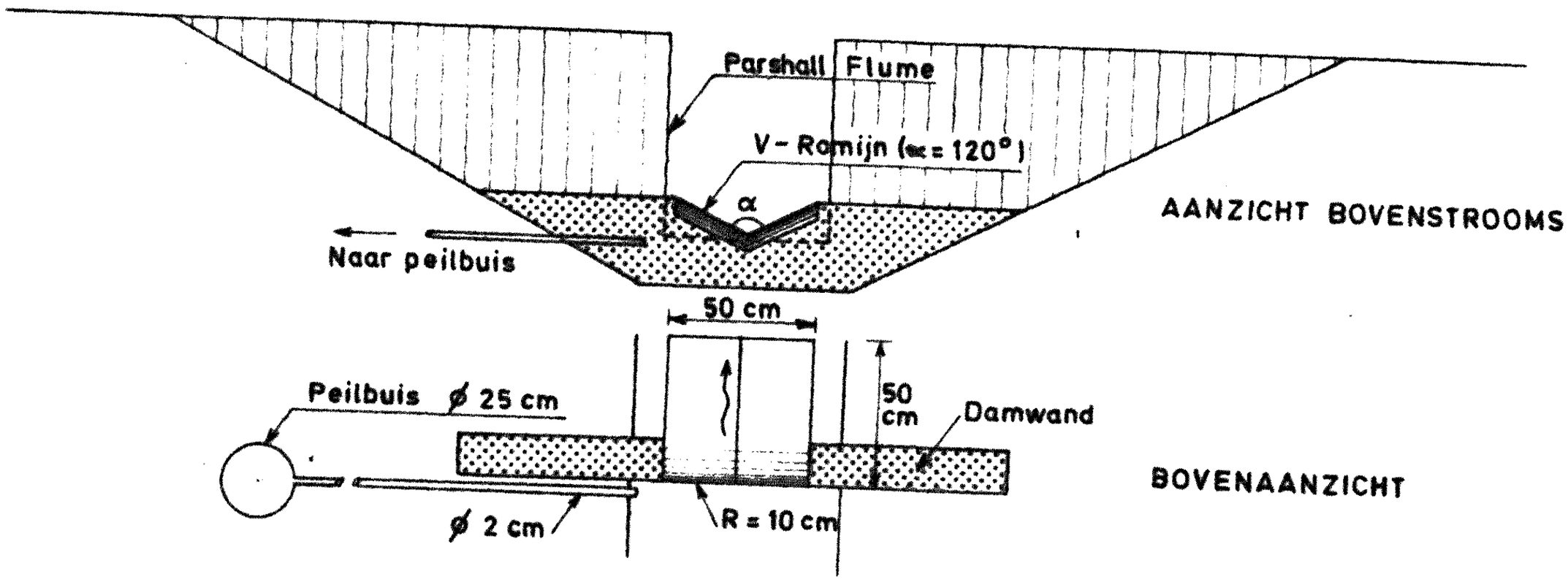
GRAFIEK 2

IJKRESULTATEN PROTOTYPE

PARSHALL Flume		No. 68 – 2 – 05	
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D.	dec. 1968
HYDRAULICA LABORATORIUM		Project	68 – 55
		Gez.	
Blad.- / van. /	Maten:	Schaal	
Rev: –	Omschr:	File	

IJking V-Romijn.

Afvoeren kleiner dan ongeveer 20 l/sec kunnen met het prototype van de in nota no. 11 beschreven Parshall flume niet nauwkeurig worden gemeten. Aangezien men ook deze kleine afvoeren wenst te kennen werd besloten, om hiervoor een aparte meetinrichting te bouwen bovenstrooms van de Parshall flume. Wegens het geringe beschikbare verval wordt voorgesteld, om deze meetinrichting te doen uitvoeren in de vorm van een lange meetoverlaat met V-vormige kruin (V-Romijn), geplaatst in een damwand zoals is weergegeven in bijgaande figuur.



Een V-Romijn met een kruinhoek van 120° is hiertoe door het Hydraulica Laboratorium beschikbaar gesteld.

In onderstaande tabel en in grafiek 3 zijn de ijkresultaten weergegeven. De overstorthoogte h_1 werd gemeten in een peilbuis welke in verbinding stond met een, aan de bovenstroomse zijde tegen de damwand bevestigd, buisje (zie figuur).

Tabel IJking V-Romijn kruinhoek 120°

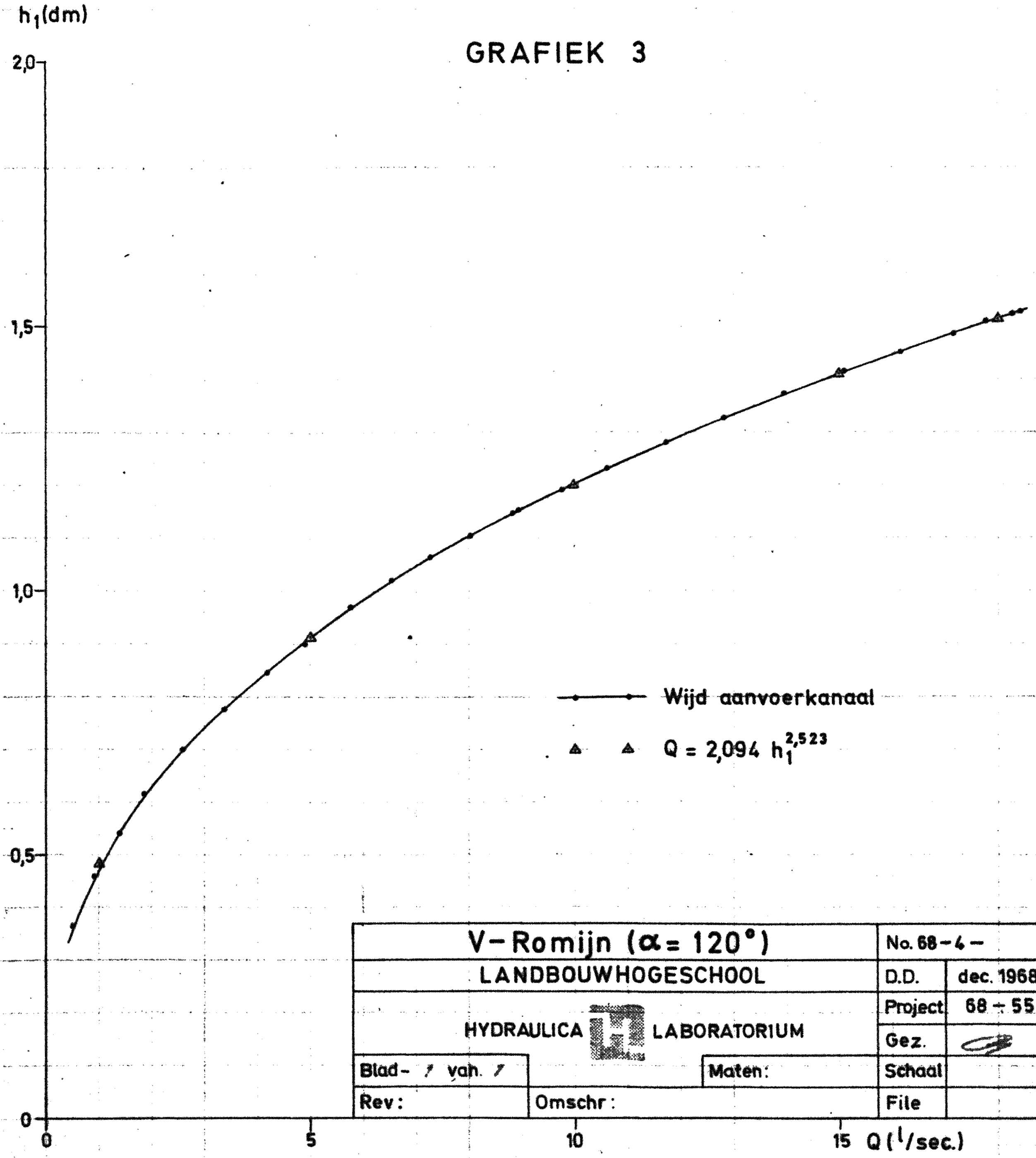
h_1 (dm)	Q(l/sec)	h_1 (dm)	Q(l/sec)	h_1 (dm)	Q(l/sec)
0,364	0,48	0,970	5,75	1,282	11,74
0,458	0,88	1,019	6,52	1,326	12,80
0,541	1,34	1,064	7,27	1,372	13,96
0,614	1,86	1,105	8,02	1,415	15,10
0,698	2,58	1,149	8,83	1,452	16,14
0,778	3,36	1,151	8,98	1,488	17,20
0,845	4,15	1,191	9,78	1,510	17,79
0,900	4,87	1,230	10,62	1,526	18,30
				1,531	18,38

Uit een regressie berekening werd de volgende formule voor de V-Romijn met een kruinhoek van 120° verkregen:

$$Q = 2{,}094\ h_1^{2{,}523}\ m^3/sec.$$

Zoals blijkt uit grafiek 3 sluit deze formule zeer goed aan bij de meetpunten. Voor debieten groter dan 1 l/sec is de afwijking steeds kleiner dan 1%.

GRAFIEK 3


h1(dm)
2,0
1,5
1,0
0,5
0
0
5
10
15
Q (l/sec.)
Wijd aanvoerkanaal
Q = 2,094 h1^2,523
V-Romijn (α = 120°)
No. 68-4-
LANDBOUWHOGESCHOOL
D.D.
dec. 1968
Project
68 - 55
HYDRAULICA LABORATORIUM
Gez.
Blad- van.
Maten:
Schaal
Rev:
Omschr:
File