

MODELONDERZOEK

STUW IN DE GROESBEEK

NOTA no. 17

Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie

Landbouwhogeschool

juli 1970

(69-51)

INHOUD:

	pag.:
1. Inleiding	1
2. Beschrijving van de meetinrichting	1
3. Het modelonderzoek	1, 2 en 3
4. Konklusies	4

Bijlagen.

3 grafieken

2 figuren

1 tabel (meetcijfers)

## 1. Inleiding

In samenwerking met de Provinciale Waterstaat van Gelderland werd in het Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen een schaalmodel van een stuw in de Groesbeek geijkt (foto 1). Behalve de normale oppervlakte afvoer, voert deze beek ook het water af van een rioolwaterzuiveringsinstallatie die zich op enige afstand bovenstrooms van de stuw bevindt.

Tengevolge van deze situatie kunnen vrij plotselinge veranderingen in het debiet optreden, terwijl de beek bij hoge afvoeren regelmatig buiten zijn oevers treedt.

In het model werd, naast de ijking van de bestaande situatie (een rechthoekige opening in een betonnen damwand), de mogelijkheid onderzocht om door toepassing van een in de damwand geplaatste gladde metalen overlaat, te komen tot een nauwkeuriger bepaling van de afvoer. Voorwaarde hierbij was, dat de bovenstroomse waterstand geen stijging mocht ondergaan.

Het onderzoek werd verricht door de heer A. Dommerholt en stond onder/leiding van ir.R.H.Pitlo.

## 2. Beschrijving van de meetinrichting

De stuw wordt gevormd door een betonnen wand, waarin een rechthoekige opening is uitgespaard (zie fig. 1 en foto 1).

Het geheel bevindt zich in een vrij nauwe leiding tussen twee duikers. Het beton is door verwerking vrij ruw geworden.

De boven- en benedenstroomse waterpeilen (resp.  $h_1$  en  $h_2$ ) kunnen op vaste peilschalen (P.S. in fig. 1) worden afgelezen, maar worden bovendien geregistreerd.

Tengevolge van de geringe afmetingen van de aanvoerleiding mag worden verwacht, dat de wandruwheid van invloed zal zijn op het stromingsbeeld en op de relatie tussen overstorthoogte en debiet.

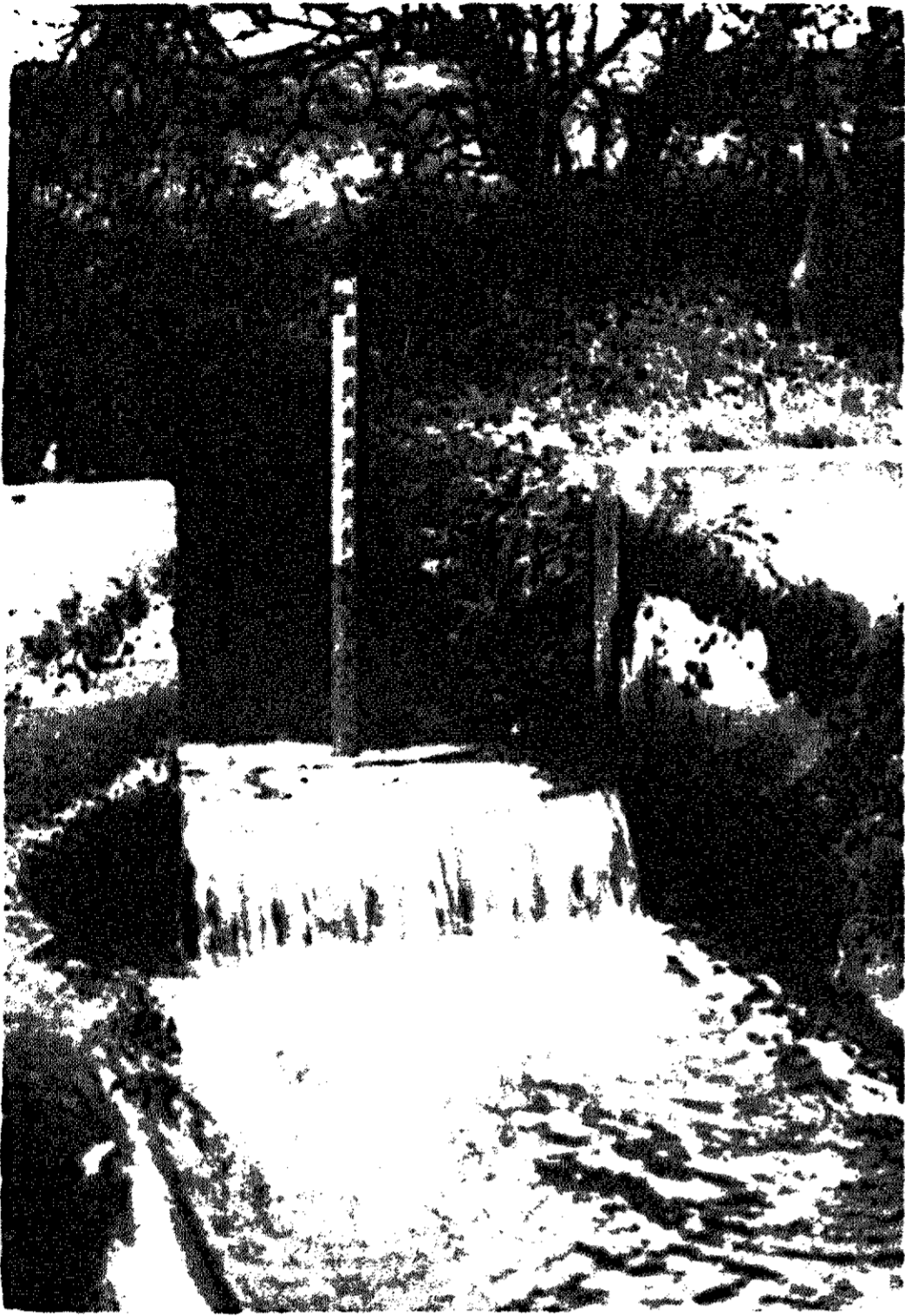
## 3. Het modelonderzoek

### a. bestaande stuw.

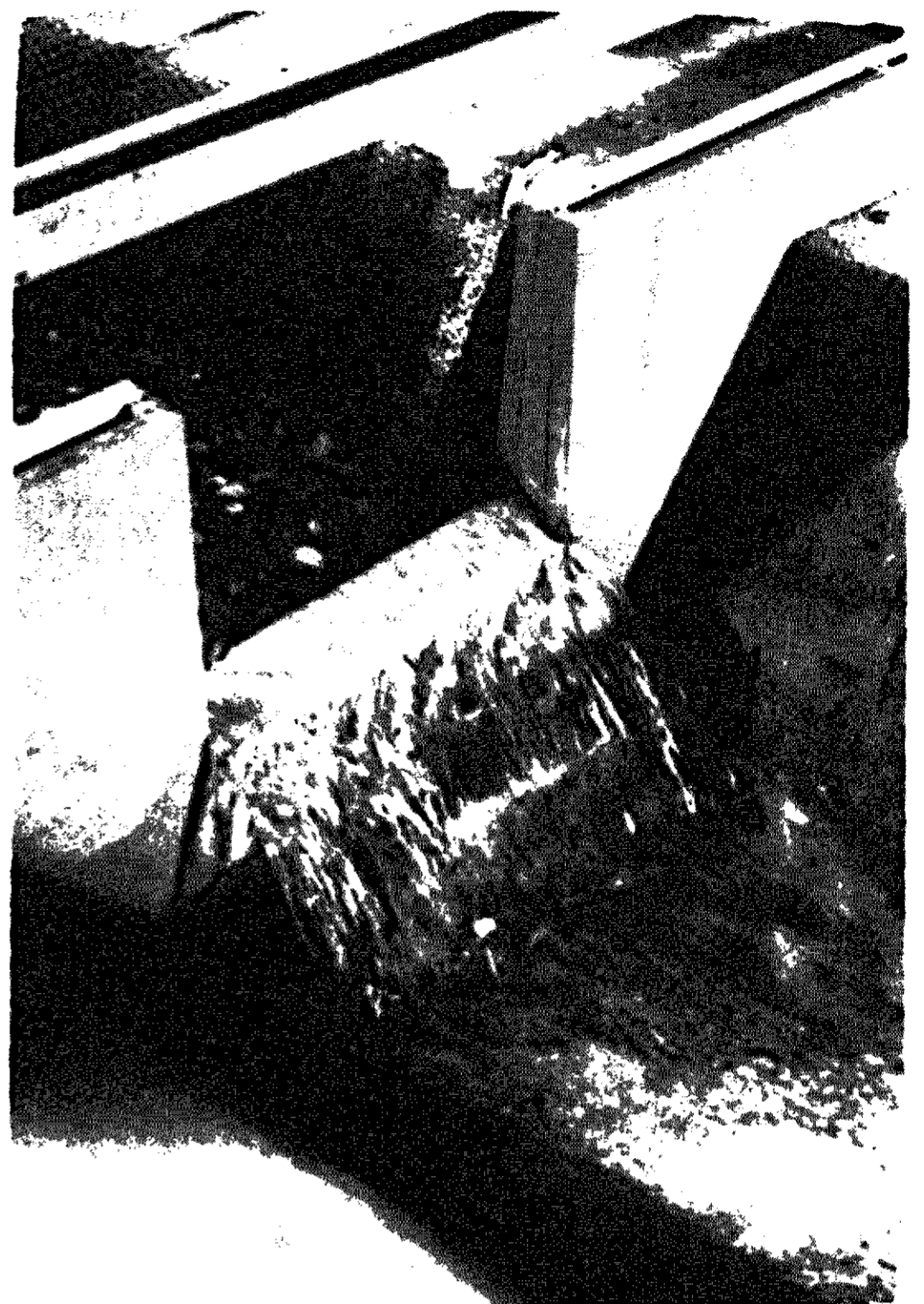
Van de meetinrichting werd een schaalmodel (1:2½) gebouwd (foto 2). De betonnen damwand werd nagebootst met behulp van een gladde watervaste houtsoort.

Hierbij werd als nul-niveau aangenomen de gemiddelde kruinhoogte. Het gleufje in het midden van de kruin (zie fig. 1) werd buiten beschouwing gelaten.

Bij de eerste serie metingen werd gewerkt met een "schone" aanvoerleiding, d.w.z. met glad afgesmeerde cement zonder uitstekende delen.

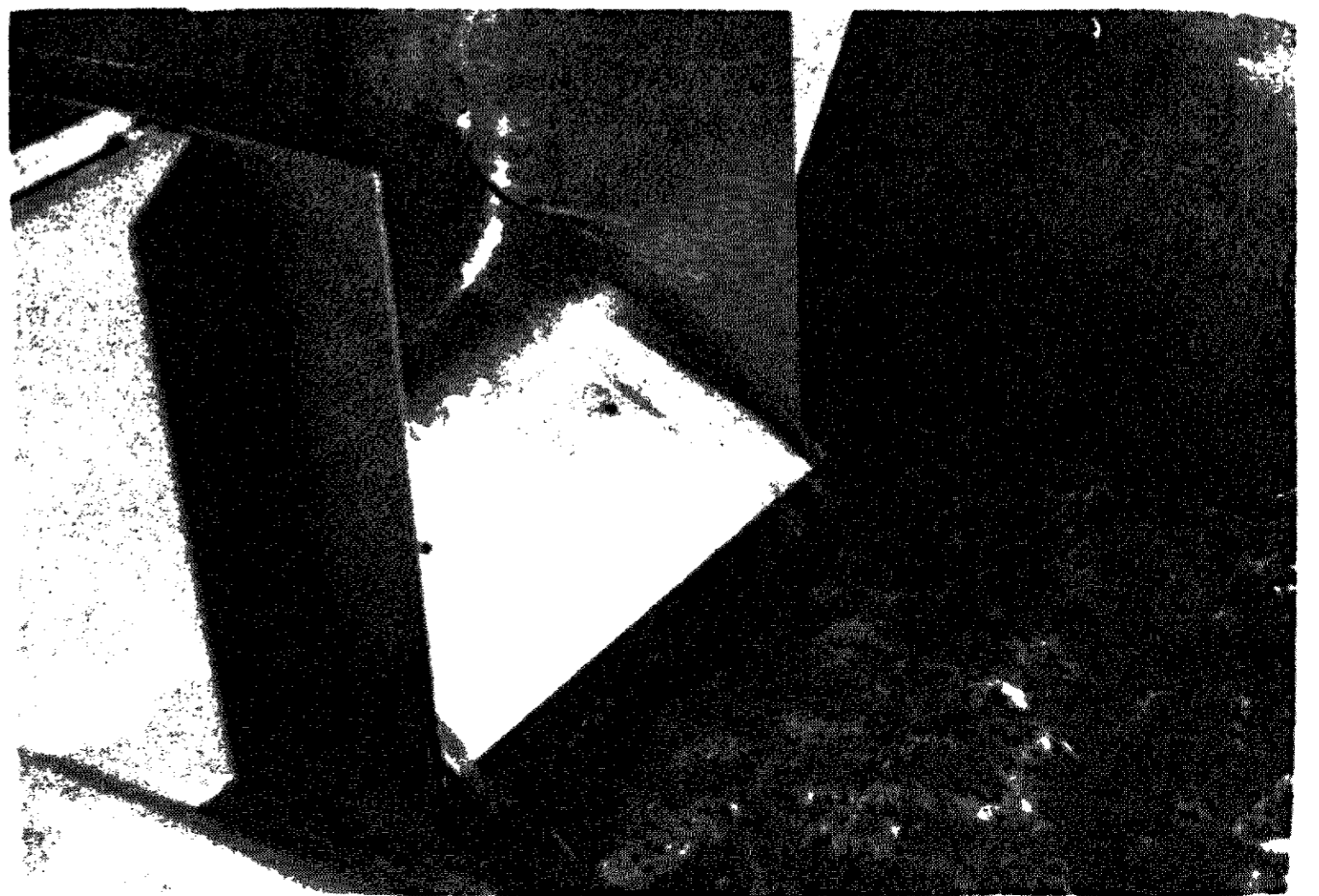


1.



2.

1. Prototype bestaande toestand
2. Model (schaal 1 : 2,5) bestaande toestand
- 3 en 4. Model voorgestelde stuwvorm



Het hierbij gevonden verband tussen overstorthoogte ( $h_1$ ) en debiet is weergegeven in grafiek 1.

Door middel van lineaire regressie met behulp van logaritmen werd uit de metingen de volgende afvoerformule voor ongestuwde afvoer bij een "schone" aanvoerleiding gevonden:

$$Q = 3,23h_1^{1,8} \text{ m}^3/\text{sec}$$

De grootste afwijking tussen de gemeten- en met de formule berekende debieten bedroeg voor overstorthoogten groter dan  $\pm 10$  cm ongeveer 3%.

Ongestuwde afvoer bleek in het model mogelijk tot een debiet overeenkomende met  $\pm 550$  l/sec in werkelijkheid. Bij grotere afvoeren (in figuur 1 gestippeld weergegeven) veroorzaakte de dan geheel gevulde benedenstroomse duiker een zodanige opstuwing, dat de benedenwaterstand ( $h_2$ ) tot boven de stuwkruin steeg. Aangezien de stuw het meest overeenkomt met een scherpe overlaat, is de gevoeligheid voor verdrinking vrij groot. Blijkens grafiek 1 veroorzaakt een verdrinkingsgraad ( $h_2/h_1$ ) van 0,3 reeds een verschuiving van de afvoercurve in de richting van lagere debieten.

Bij een hoger debiet dan overeenkomt met  $\pm 200$  l/sec in werkelijkheid; werd in het model een duidelijke invloed op de debietkromme gekonstateerd van aangebrachte ruwheid in de aanvoerleiding. De debietkromme in fig. 1 moet daarom vooral bij grote debieten met de nodige voorzichtigheid worden gehanteerd. Er dient in het veld steeds op te worden gelet, dat de bovenstroomse leiding vrij is van obstakels en/of sterke begroeiing.

De ruwe betonwand is moeilijk nauwkeurig op schaal na te bootsen, terwijl bovendien de gevoeligheid voor verdrinking vrij groot is. Om deze redenen werd besloten om in het model te zoeken naar een alternatieve stuwvorm die aan genoemde bezwaren tegemoet komt.

Rekening diende hierbij te worden gehouden met de eis, dat wijziging van de stuw geen extra opstuwing bovenstrooms mag veroorzaken.

Twee alternatieven werden onderzocht:

b. lange overlaat van het type Romijn.

c. lange overlaat met hellende kruin (voorgestelde stuwvorm).

In fig. 2 zijn b en c weergegeven.

#### ad. b. Romijn overlaat.

In de opening van de betonnen damwand werd een gladde metalen Romijn-overlaat geplaatst met een kruinlengte overeenkomende met 40 cm in werkelijkheid (zie fig. 2)

Een betere zijdelingse toestroming werd verkregen door de zijwanden aan de bovenstroomse zijde via een bocht met een straal van 25 cm door te laten lopen tot in het talud. (zie fig. 2). Uit grafiek 3 blijkt, dat bij toepassing van een Romijn meetstuw iets hogere bovenwaterstanden optreden dan bij de bestaande toestand.

#### ad.c. Voorgestelde stuwvorm.

De kruin van de Romijn-overlaat werd vervolgens onder een hoek van  $30^{\circ}$  met de horizontaal geplaatst (zie fig. 2 en de foto's 3 en 4).

Deze situatie was, voor wat betreft de optredende bovenwaterstanden, aanzienlijk gunstiger dan zowel de bestaande toestand als de Romijn-overlaat (zie grafiek 3). In grafiek 3 zijn de afvoerrelaties weergegeven van de 3 stuwvormen gebaseerd op gelijke hoogte van het nul-niveau van de kruin.

Bij toepassing van de voorgestelde stuwvorm moet voor het bereiken van eenzelfde kruinhoogte als in de bestaande situatie de kruin van de betonnen damwand ongeveer 5 cm worden verlaagd. Een verlaging van ongeveer 2,5 cm is echter reeds voldoende om, in vergelijking met de huidige toestand voor debieten groter dan ongeveer 300 l/sec in werkelijkheid geen bovenstroomse peilverhoging te veroorzaken. De geringe bovenstroomse peilverhoging die in dit laatste geval ontstaat voor de lage debieten is van weinig betekenis.

De voorgestelde stuw is minder gevoelig voor verdrinking dan de bestaande stuw. Bij een verdrinkingsgraad van 0,4 à 0,5 wordt een bovenstroomse peilverhoging merkbaar. Evenals bij de oorspronkelijke stuw geldt, dat een ongestuwde afvoer slechts kan worden verwacht voor debieten lager dan overeenkomende met 550 l/sec in werkelijkheid.

In grafiek 2 is het verband tussen overstorthoogte en debiet bij een "schone" aanvoerleiding weergegeven. De ongestuwde afvoerrelatie is om de bovenvermelde reden voor debieten groter dan 550 l/sec gestippeld weergegeven.

Op dezelfde wijze als is beschreven onder 3a werd voor de afvoerformule bij ongestuwde afvoer en een "schone" aanvoerleiding gevonden:

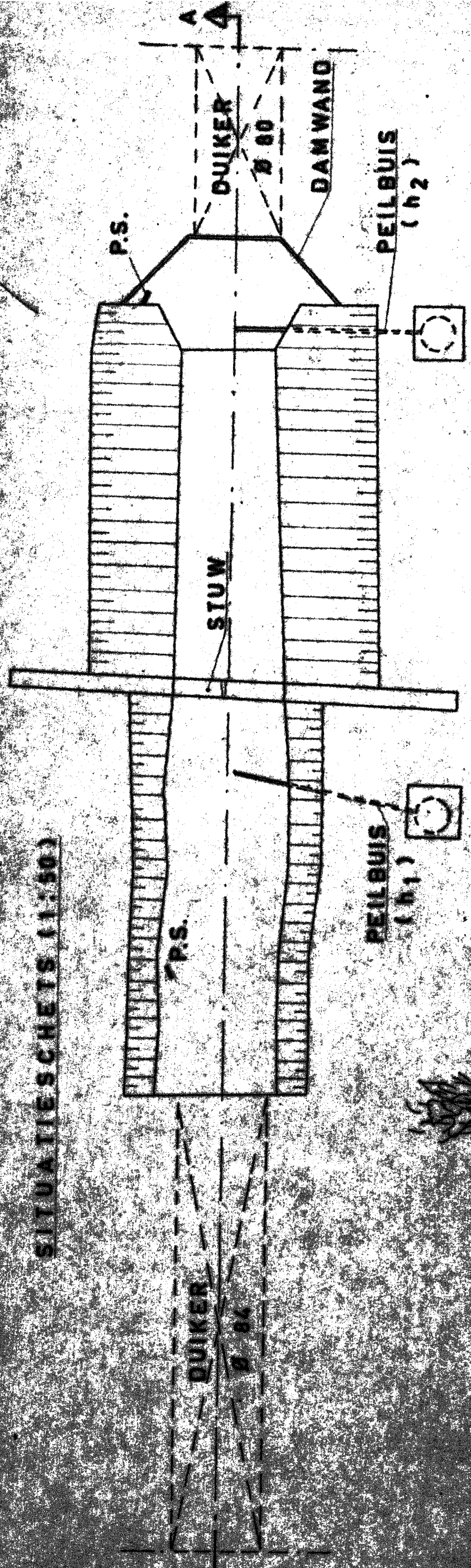
$$Q = 3,4 \times h^{1,73} \text{ m}^3/\text{sec}$$

De grootste afwijking t.o.v. de meetpunten bedroeg voor overstorthoogten groter dan 7,5 cm ongeveer 2%. Indien de formule wordt toegepast voor overstorthoogten kleiner dan 7,5 cm, moet rekening worden gehouden met veel grotere verschillen (tot maximaal 10%) tussen gemeten en met de formule berekende debieten.

#### 4. Konklusies

1. Gezien de resultaten van het modelonderzoek wordt aanbevolen om in de bestaande damwand een stalen meetinrichting te plaatsen van een vorm zoals is weergegeven in fig. 2 (voorgestelde stuwvorm).
2. Bij de voorgestelde stuwvorm kan de afvoerrelatie, voor overstorthoogten groter dan ongeveer 7,5 cm, bevredigend door een afvoerformule worden weergegeven.
3. De aanvoerleiding naar de meetinrichting dient regelmatig te worden geïnspecteerd en zonodig te worden ontdaan van obstakels.

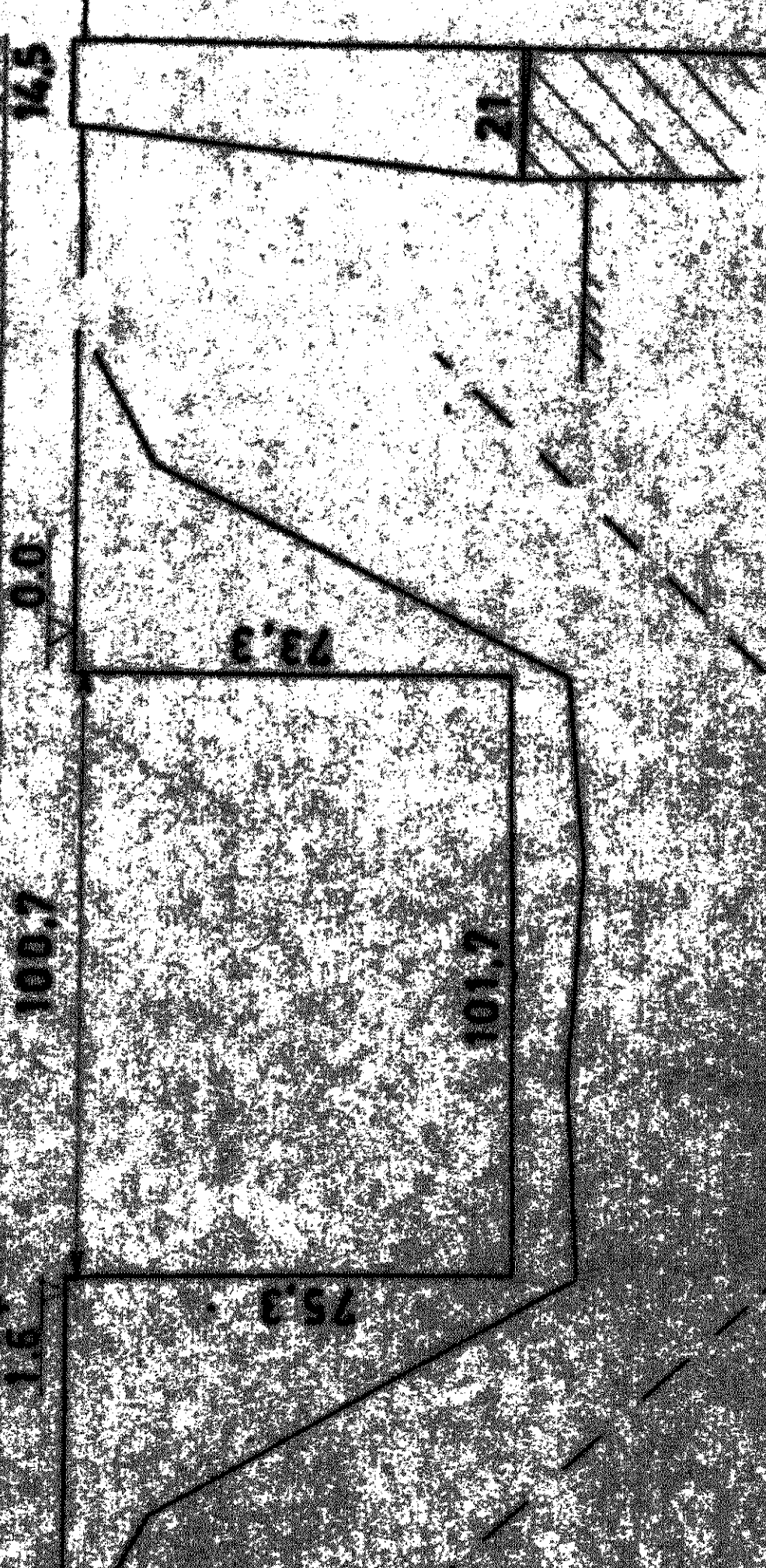
SITUATIESCHETS (1:50)



DOORSNEDE A-A



DETAIL STUW (1:20)



<b>FIGUUR 1</b>		No. 70-4-06
LANDBOUWHOGESCHOOL		D.D. 10-6-'70
HYDRAULICA		Project 69-51
LABORATORIUM		Gez.
Blad - 1 van 1	Maten: in cm.	Schaal 1:20,50
Rev.	Omschr.: STUW GROESBEEK	File

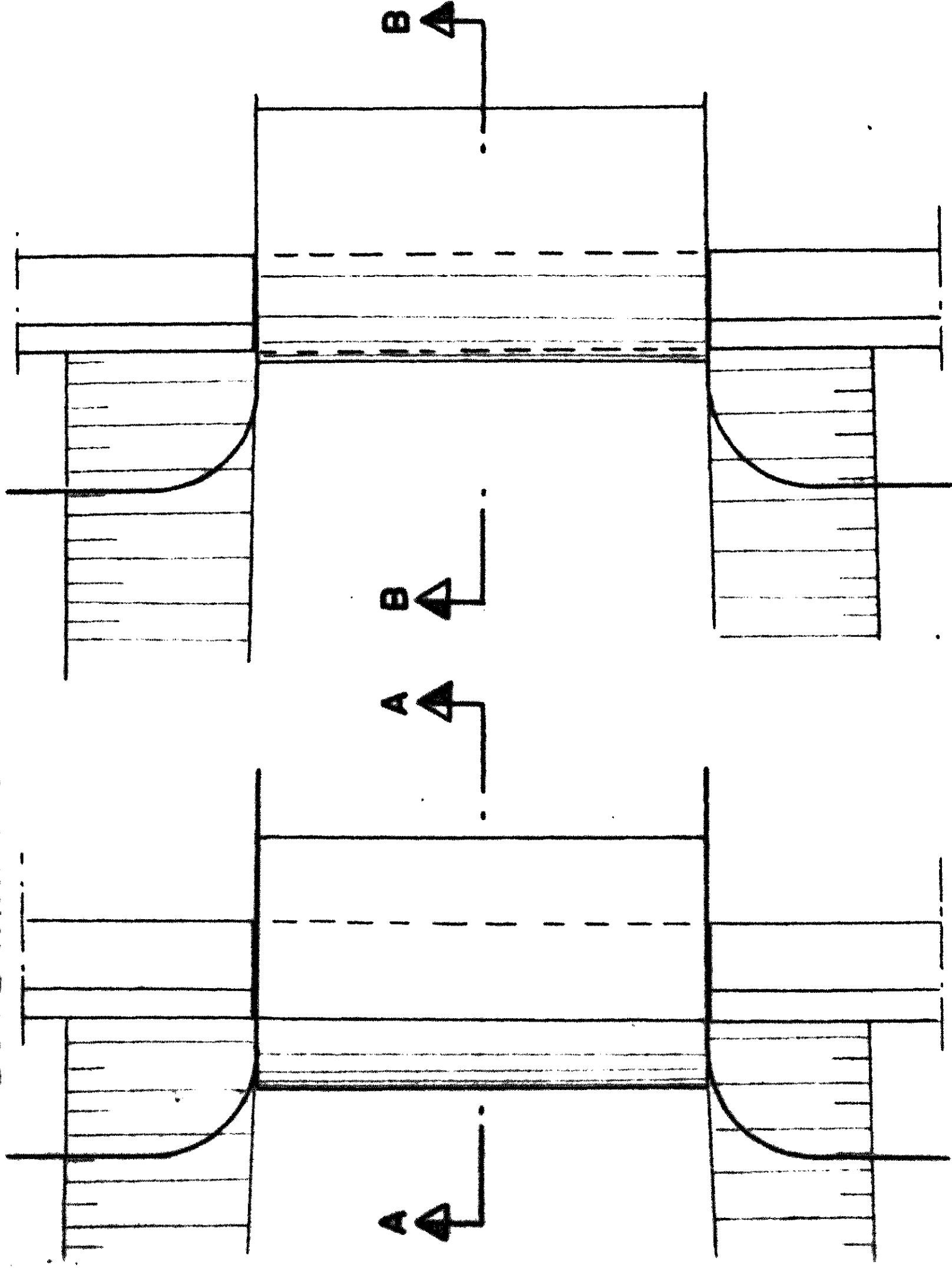


ROMJN\_OVERLAAT VOORGESTELDE STUWVORM

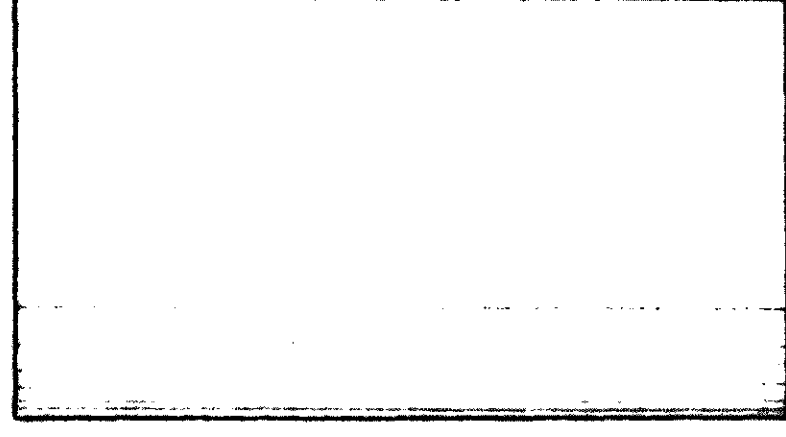
STUW IN ONDERDELEN

BOVENAANZICHT

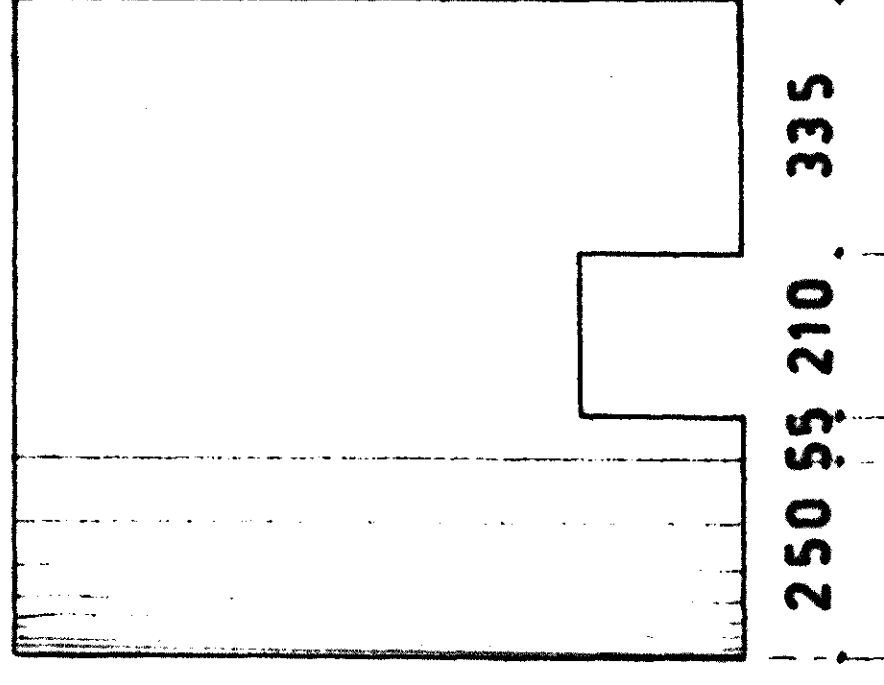
BOVENAANZICHT



KRUIN



ZIJWAND (2 X)



150 400

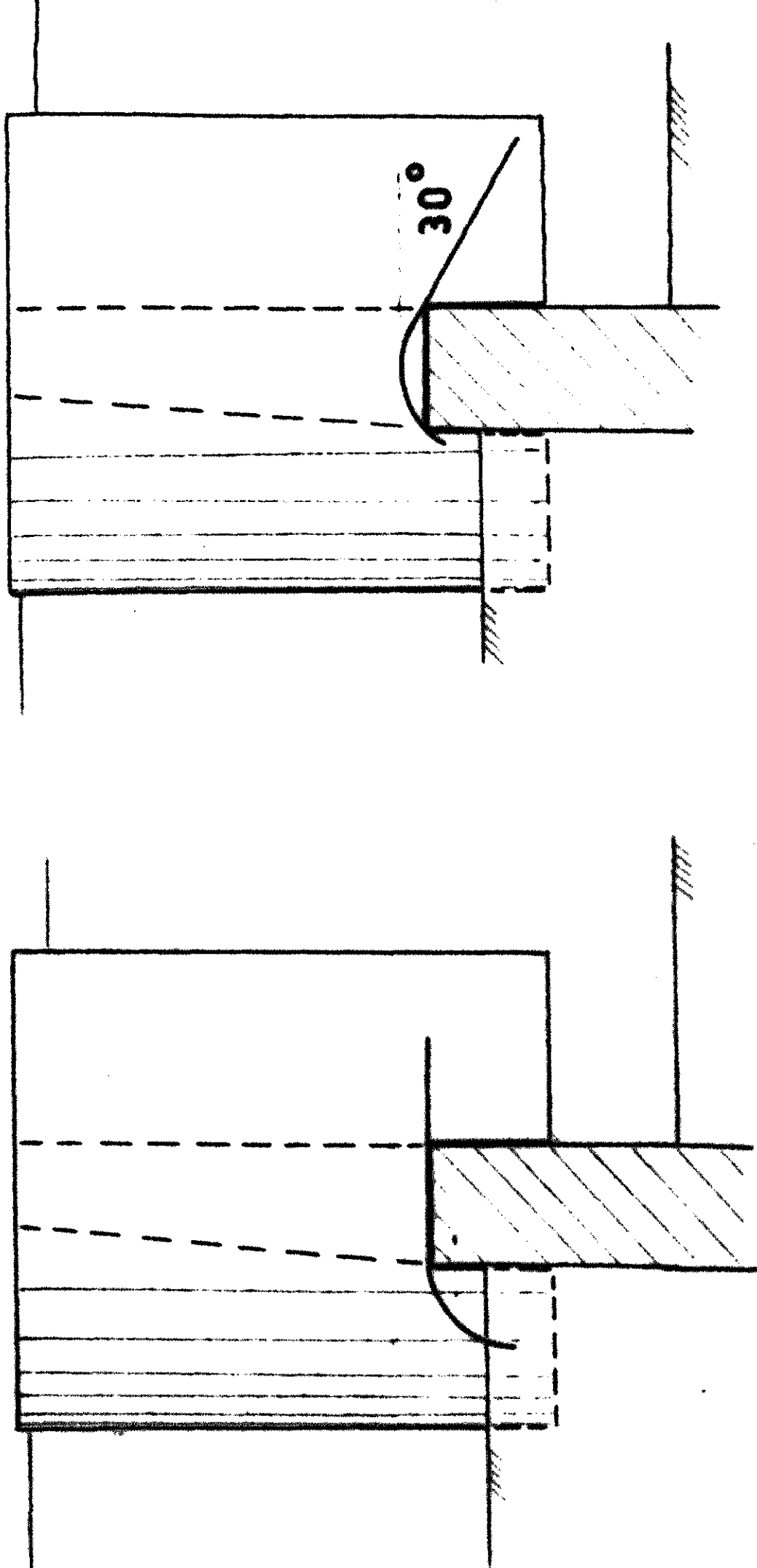
$r=150$   
 $r=150$

$r=250$   
 $r=250$

600

DSN. A-A

DSN. B-B



FIGUUR 2

LANDBOUWHOGESCHOOL

HYDRAULICA

LABORATORIUM

Blad - 1 van 1

Maten: in mm

Schaal 1:20

Rev.:

Omschr. STUW GROESBEEK

No. 70-4-07

D.D. 11-6-'70

Project 69-51

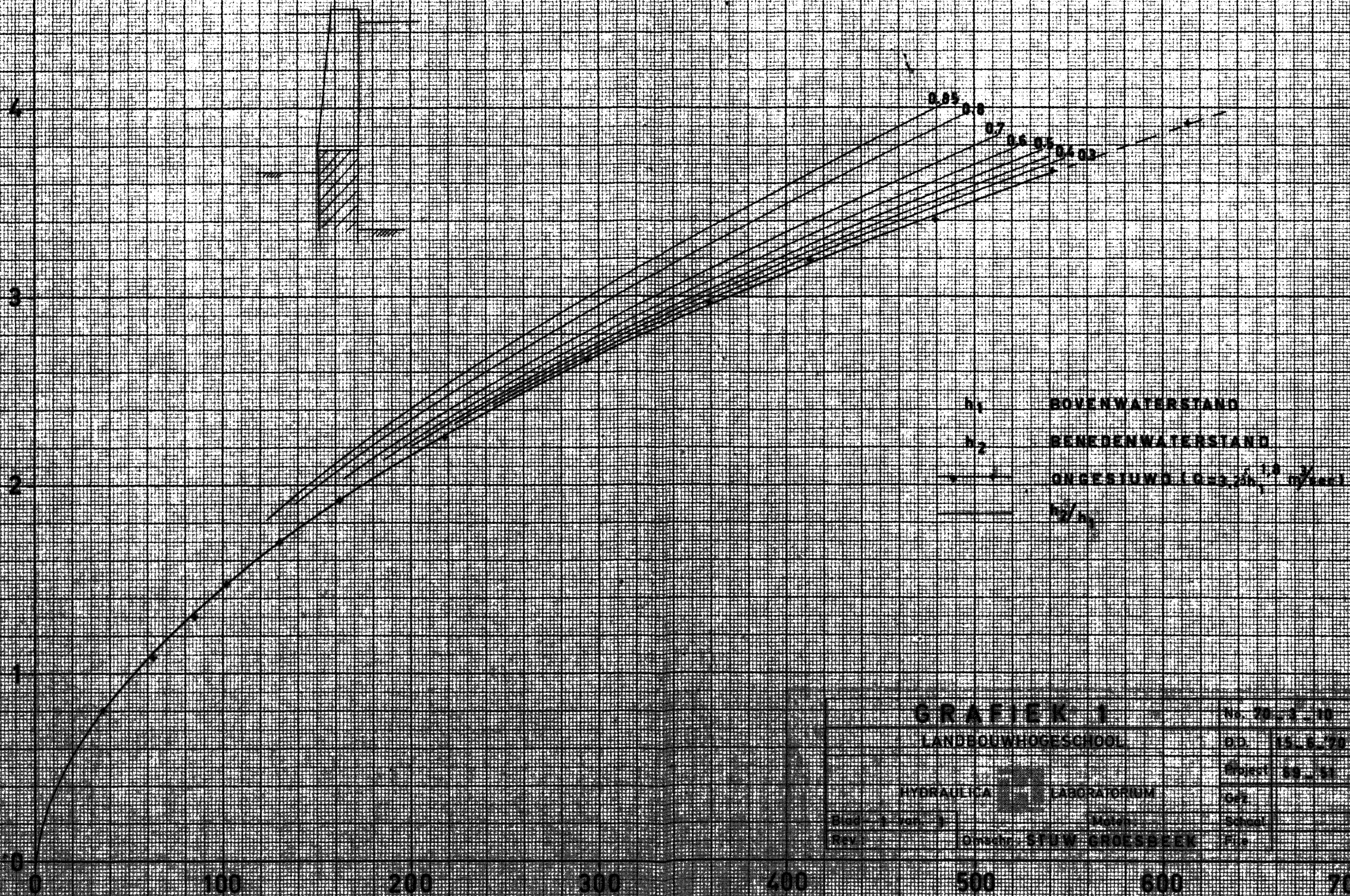
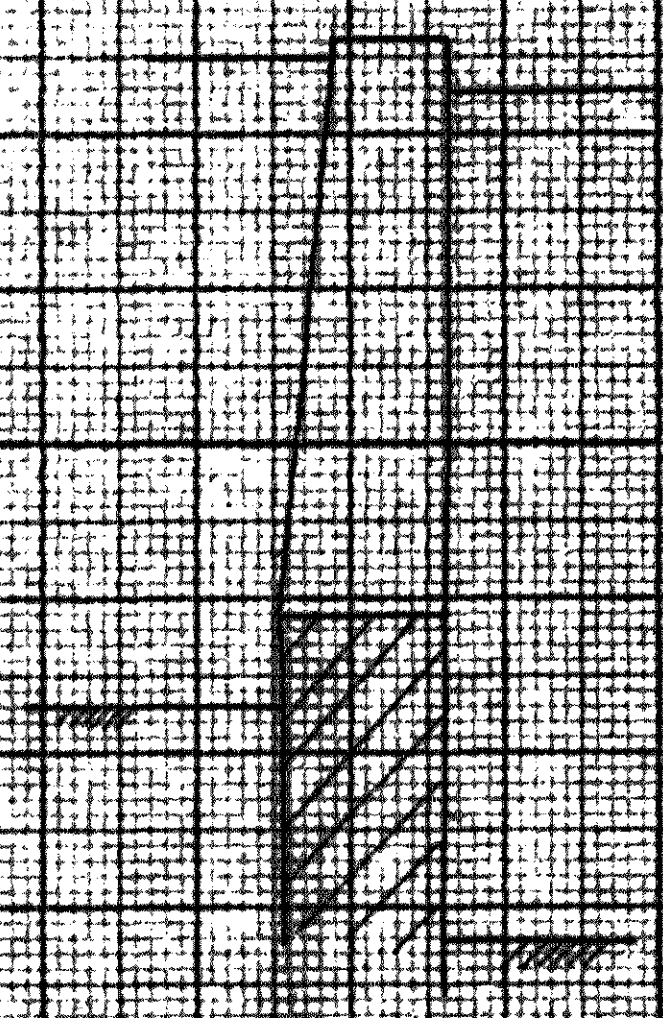
Gez.

File

$h_1$  (dm)

5

BESTAANDE TOESTAND



$h_1$  BOVENWATERSTAND  
 $h_2$  BENEDENWATERSTAND  
 $\frac{h_2}{h_1}$  OF GESTUWD  $\frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{n} \frac{Q}{Q_0}$   
 $\frac{Q}{Q_0}$

**GRAFIEK I**  
 LANDBOUWHOGESCHOOL

HYDRAULICA

LABORATORIUM

Prof. J. J. van  
 der Vliet

Dr. J. J. van  
 der Vliet

Nr. 20.3.10  
 D.D. 15.3.30  
 Drukt. 66.31  
 G.D.  
 Staat  
 P. 16

Q (l/sec)

ROMIN-OVERLAAT (Fig. 2)

BESTAANDE TOESTAND (Fig. 1)

VOORGESTELDE STUWVORM (Fig. 2)

# GRAFIEK 3

LANDBOUWHOOGESCHOOL

No. 70-4-00

D.D. 12-5-71

Project 69-51

Gez.

School

File

HYDRAULICA LABORATORIUM

Maten:

Blad 1 van 1

Omschr: STUW GROESBEEK

100

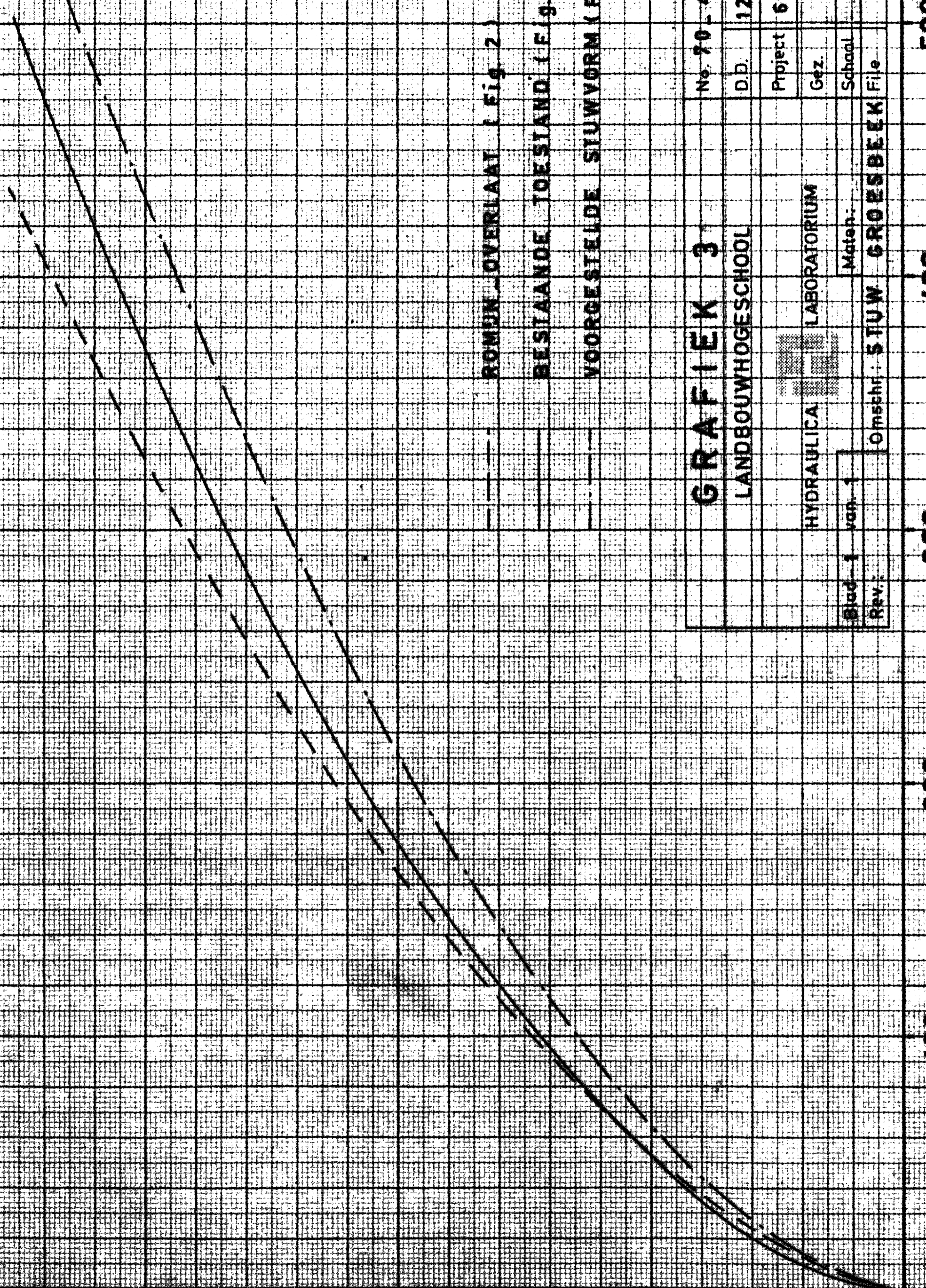
200

300

400

500

500 (W)



Bijlage

Tabel 1

Meetcijfers (prototype)

Meetcijfers (prototype)

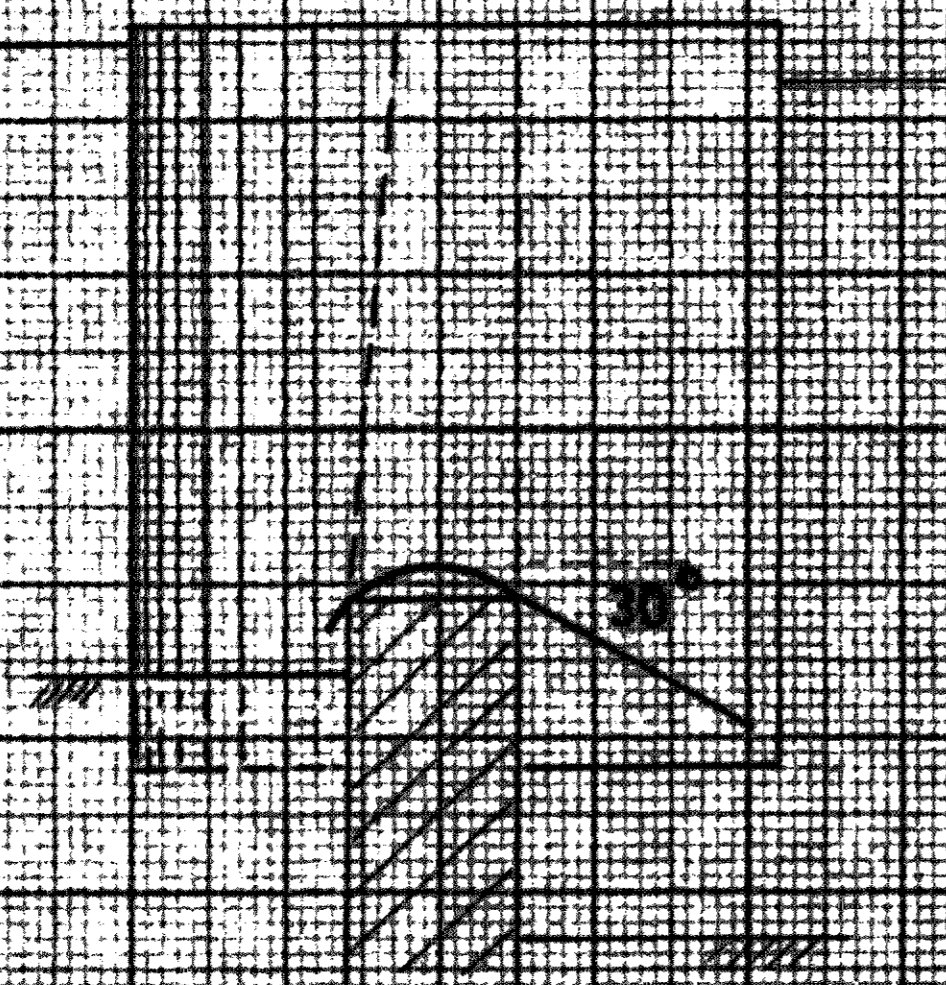
Voorgestelde stuwvorm

Bestaande toestand

$h_1$ (dm)	Q (l/sec)	$h_1$ (dm)	Q (l/sec)
0,26	7,9	0,81	37,5
0,59	27,2	1,00	52,4
0,75	39,5	1,09	60,3
0,78	41,5	1,20	72,1
0,99	62,2	1,22	74,6
1,11	76,6	1,31	84,9
1,19	86,4	1,36	89,4
1,31	101,8	1,45	98,8
1,42	117,5	1,48	100,3
1,47	124,5	1,51	107,7
1,54	136,3	1,59	115,6
1,70	161,0	1,70	130,4
1,72	163,0	1,73	136,3
1,86	188,8	1,92	162,0
1,96	199,6	1,92	163,0
2,05	221,3	2,26	218,4
2,17	245,0	2,67	294,4
2,26	261,8	2,97	359,6
2,37	284,4	3,19	413,0
2,49	313,2	3,41	479,2
2,64	344,0	3,66	541,4
2,66	348,8		
2,74	369,8		
2,90	402,3		
3,00	427,8		
3,06	443,0		
3,22	490,0		
3,34	519,7		
3,39	536,0		

$h_1$  (dm)

VOORGESTELDE STUWVORM



5  
4  
3  
2  
1  
0

$h_1$  BOVENWATERSTAND  
 $h_2$  ONDERWATERSTAND  
 ONGESTUWD  $10 \times 12$  m  $\frac{1}{100}$

**GRAFIEK 2**  
 LANDBOUWHOOGESCHOOL

HYDRAULICA LABORATORIUM

Exempl. nr.		Maat	
Nr.		ONDERSTUW	BOVENSTUW

Nr.	70-7-30
D.D.	11-6-30
Project	40-31
Op.	
Schak.	
Tek.	

$Q$  (l/sec)

700

600

500

400

300

200

100