Ha 02
1(0)

IJking van de stuw in de Aastrang te Voorst

Nota no 8

Hydraulica Laboratorium Landbouwhogeschool

september 1967
(66 - 52)

INHOUD

		pag.
1.	Inleiding	1
2.	Beschrijving van het onderzoek	1
3.	Bespreking meetresultaten	2
	a beluchting	2
	b ongestuwde afvoer	3
	c gestuwde afvoer	6
	d nauwkeurigheidskontrole	6
	e verband tussen waterstandenen klephoeken	7
	f. afwijking klepstanden	7
	g stroomsnelheidsmetingen	7
	h aanslibbing	8
4.	Konklusies	8

Bijlagen: 7 grafieken.

1. Inleiding

In het laboratorium voor Hydraulica van de Landbouwhogeschool werd op verzoek van de Commissie Waterbehoefte Gelderland een modelonderzoek verricht naar het verband tussen afvoer, klepstanden en waterpeilen bij de klepstuw in de Aastrang te Voorst (foto 1). Tekeningen van de stuw werden beschikbaar gesteld door eerder genoemde commissie en door het ingenieursbureau v/h J. van Hasselt en de Koning te Nijmegen. In het veld werden enkele aanvullende detailmetingen verricht. Het onderzoek stond onder leiding van Ir. R.H. Pitlo.

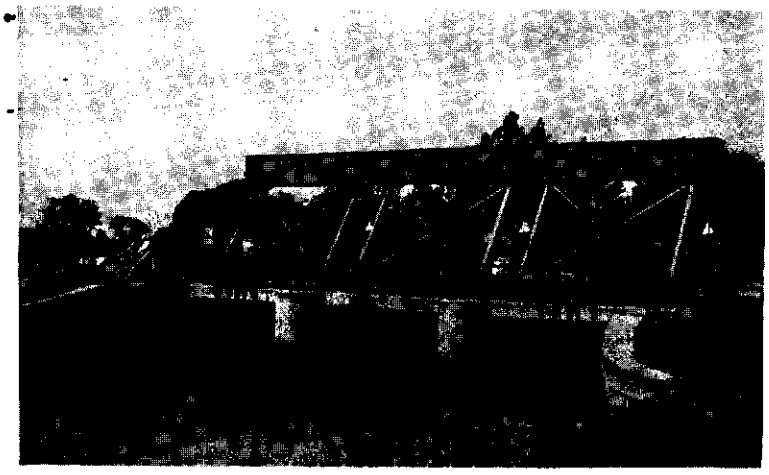
2. Beschrijving van het onderzoek

Een model van de stuw (foto 2) werd op een schaal 1:10 gebouwd in een goot welke reeds in nota no 3 van het Hydraulica Laboratorium werd beschreven. Alleen de instroomzijde van de goot werd zodanig verbeterd, dat een vrijwel schommelingsvrije gelijkmatige toestroming naar het model werd verkregen (foto 6). Een lengtedoorsnede van het stuwmodel is weergegeven in figuur 1. De stuw bestaat uit drie openingen, elk afgesloten door een klep die draaibaar is om een hooggelegen horizontale as. In het model werden, gezien in de stroomrichting van het water, alleen de linker- en de middenklep aangebracht. De derde opening werd afgesloten. Gezien de symmetrische bouw van de stuw, werd aangenomen, dat de meetresultaten voor de linkerklep tevens zullen gelden voor de rechterklep. Deze aanname is in het model getoetst. Aanvankelijk werden de metingen uitsluitend uitgevoerd aan de linkerklep *). Het afwijkende stromingsbeeld bij geopende middenklep en de hiermee verband houdende afwijkende meetuitkomsten, maakten systematische metingen aan gelijktijdig geopende midden- en zijklep noodzakelijk. In verband met het maximaal beschikbare debiet in het laboratorium konden deze metingen niet worden voortgezet voor klephoeken groter dan ongeveer 15°.

Door middel van stroomsnelheidsmetingen zowel in het prototype als in het model, werd de geometrie van het stromingsbeeld in model en werkelijkheid onderzocht. Het feit dat geen volledige overeenstemming werd gevonden kan althans gedeeltelijk worden toegeschreven aan de gebrekkige nauwkeurigheid van de klephoekaflezing.

---

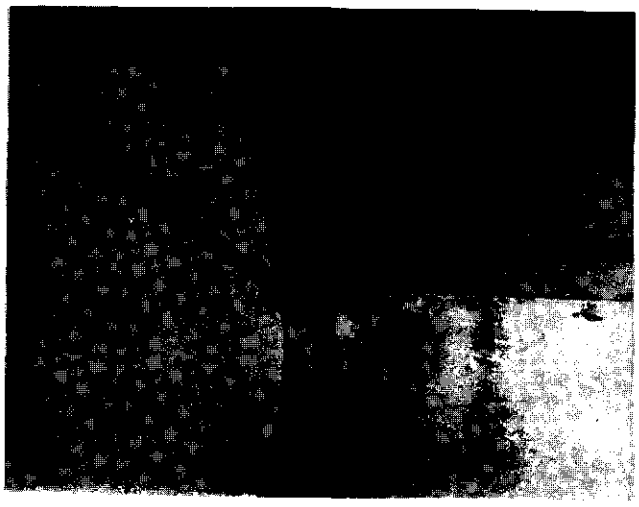
*) Voorlopig verslag, IJking van de stuw in de Aastrang te Voorst. Nota no 7. Hydraulica Laboratorium, januari 1967.



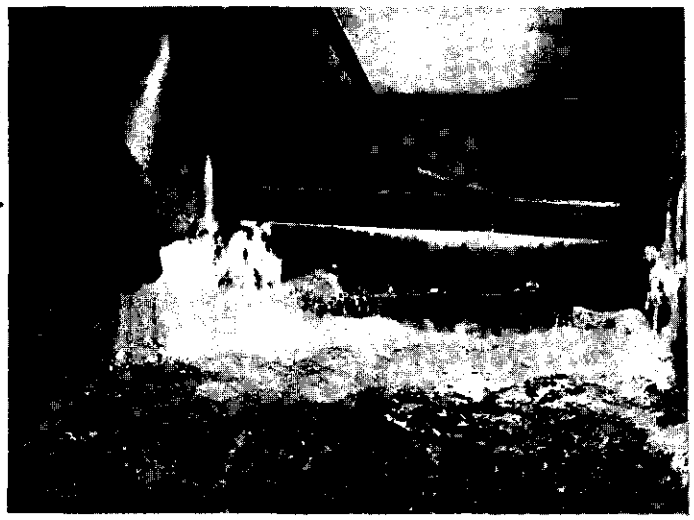
1.

2.

3.



4.



5.

1. Prototype bovenstroomse zijde
2. Model (schaal 1:10)
3. Onbelucht
4. Beluchtings pijpje
5. Belucht

In de aanvang van het onderzoek werd de waterstraal aan de benedenstroomse zijde van de stuwopening niet belucht. Uit het verloop van de metingen bleek echter de noodzaak van beluchting. Aan de benedenstroomse zijde van de stuw, juist onder de drempel, werden hiertoe een 2-tal buisjes aangebracht (zie figuur 2 en foto 4). Bij de bespreking van de meetresultaten zal nader op de beluchting worden ingegaan.

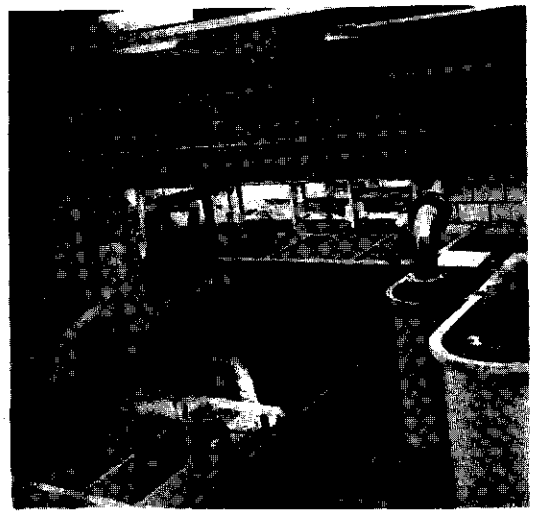
In verband met waterstandsschommelingen in het model en de noodzaak om peilen tot op 0,1 mm nauwkeurig te kunnen aflezen, konden geen peilschalen zoals in het prototype worden toegepast. De peilen in het model werden met behulp van peilnaalden gemeten in buizen welke in verbinding stonden met in de wanden van het model geboorde gaten op plaatsen waar in werkelijkheid peilschalen voorkomen. Door deze wijze van meten wordt dus in feite het piëzometrische niveau gevonden, hetgeen overeenkomt met de peilschaalaflezingen in werkelijkheid.

3. Bespreking meetresultaten

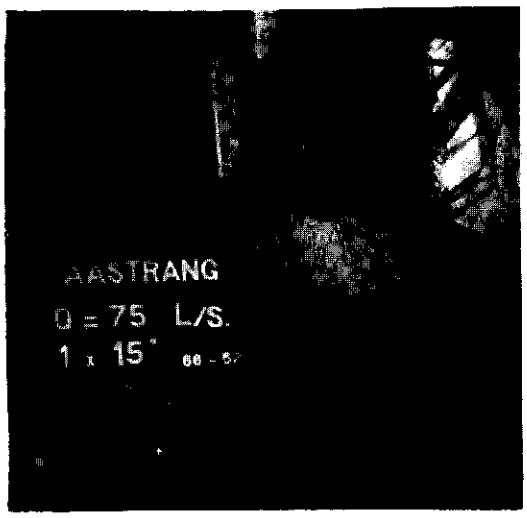
a. Beluchting

Aanvankelijk werd geen beluchting van de overstortende straal toegepast (foto 3). Na een aantal metingen bleek echter, dat zonder beluchting geen duidelijk verband tussen bovenwaterstand, klephoek en afvoer was vast te stellen. Als voorbeeld is grafiek 4 opgenomen, waarin voor een klephoek van 9° het verband tussen overstorthoogte en afvoer is weergegeven. In het algemeen bleek, dat bij lage benedenwaterstanden (b.v. 12,50 m + NAP) en kleine afvoeren de overstortende straal voor alle klephoeken belucht was zonder dat pijpjes waren aangebracht. De bovenwaterstand (H_1) bleek dan stabiel en reproduceerbaar (zie grafiek 4 voor lage waarden van H_1). Steeg nu de benedenwaterstand (H_2) tot enige afstand onder de drempel dan verdween de beluchting waardoor de bovenwaterstand (H_1) bij gelijkblijvende afvoer daalde. Bij verdere stijging van de benedenwaterstand (H_2) tot boven de stuwdrempel begon de bovenwaterstand (H_1) weer te stijgen t.g.v. gestuwde afvoer.

Bij grote afvoeren en lage benedenwaterstanden bleek de overstortende straal soms wel en soms niet of slechts gedeeltelijk belucht te zijn. Bij gelijke afvoer bleek dit verschijnsel grote schommelingen in de bovenwaterstand te veroorzaken (zie grafiek 4 de onbeluchte punten). Bij stijging van de benedenwaterstand begon de bovenwaterstand reeds te stijgen vóór dat het benedenpeil op drempelhoogte was.

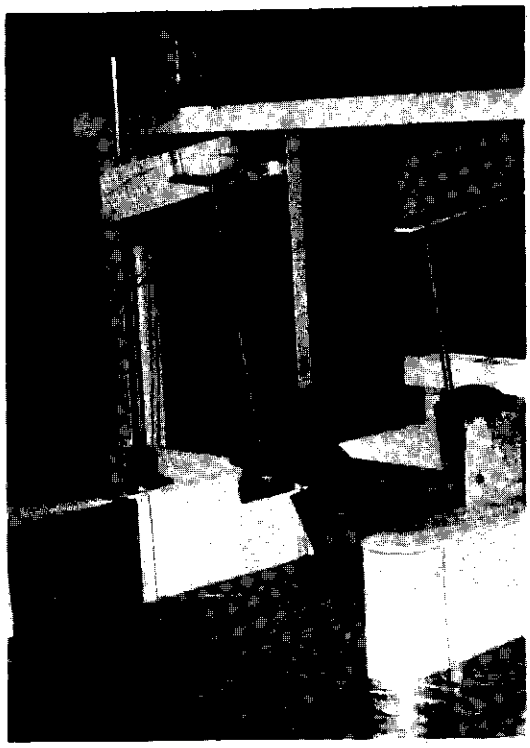


6.



7.

8.



9.

6. Verbeterde toevoer naar het model
7. Aanstroming linkerklep bij gesloten midden klep
8. Gradenboog prototype
9. Gradenboog model

De genoemde verschijnselen bleken in het model na het aanbrengen van een tweetal beluchtingspijpjes vrijwel te zijn verdwenen *). Een uitzondering vormt de klephoek van 1°. Ook na het aanbrengen van de beluchtingspijpjes was voor deze klephoek de overstortende straal niet steeds belucht. De spreiding in de metingen bleek zo groot te zijn, dat afwijkingen tot 5% van de gekonstrueerde debietkromme kunnen voorkomen (zie grafiek 3). Bij alle overige klephoeken werden deze afwijkingen niet gekonstateerd.

b. Ongestuwde afvoer

De meetresultaten van de linkerklep werden tot overeenkomstige grootheden voor het prototype omgerekend en als volgt in een grafiek uitgezet (vgl. grafiek 4). Horizontaal de afvoer Q (m^3/sec) en vertikaal de waterdiepte H_1 bovenstrooms van de stuw, gemeten in meters t.o.v. de bovenzijde stuwdrempel (= 13,25 m + NAP). Voor klephoeken van 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 en 24° werd in deze grafiek het verband tussen overstorthoogte en afvoer uitgezet. Het vinden van de afvoerkrommen voor andere klephoeken door interpolatie tussen de gemeten afvoerkrommen bleek niet nauwkeurig mogelijk te zijn. Bovendien liet in enkele gevallen de reproduceerbaarheid te wensen over, doordat het niet steeds mogelijk bleek nauwkeurig eenzelfde klephoek opnieuw in te stellen. Dientengevolge waren de afstanden tussen de opeenvolgende Q-H krommen niet regelmatig verdeeld. Teneinde deze onregelmatigheid op te heffen werden voor telkens één waarde van de bovenwaterstand, de debieten tegen de klephoeken uitgezet (zie grafieken 1^{A} t/m 1^{C}). Door de aldus verkregen punten werden vloeiende lijnen getrokken.

Veronderstelt men een uitstroming door een opening onder water die evenredig is met de klephoek α, dan verwacht men voor een bepaalde bovenwaterstand H_1 een rechtlijnig verband tussen Q en H_1. Dit verband blijkt inderdaad in aanleg aanwezig te zijn. De relatie tussen de ongestuwde afvoer Q_3 door 3 klepopeningen, de gemiddelde klephoek $\bar{\alpha}$ en de bovenwaterstand H_1 kan dan als eerste benadering worden weergegeven door:

$$Q_3 = 3{,}6\ \bar{\alpha}\ H_1^{0.55}\ m^3/sec.$$

*) Let in foto 5 (belucht) op de onregelmatig verlopende witte lijn welke de begrenzing vormt van de lucht die zich onder de overstortende straal bevindt. Nadat overeenkomstige beluchtingspijpen aan het prototype waren aangebracht werd ook daar een krachtige luchtaanvoer waargenomen.

De genoemde verschijnselen bleken in het model na het aanbrengen van een tweetal beluchtingspijpjes vrijwel te zijn verdwenen *). Een uitzondering vormt de klephoek van 1°. Ook na het aanbrengen van de beluchtingspijpjes was voor deze klephoek de overstortende straal niet steeds belucht. De spreiding in de metingen bleek zo groot te zijn, dat afwijkingen tot 5% van de gekonstrueerde debietkromme kunnen voorkomen (zie grafiek 3). Bij alle overige klephoeken werden deze afwijkingen niet gekonstateerd.

b. Ongestuwde afvoer

De meetresultaten van de linkerklep werden tot overeenkomstige grootheden voor het prototype omgerekend en als volgt in een grafiek uitgezet (vgl. grafiek 4). Horizontaal de afvoer Q (m^3/sec) en vertikaal de waterdiepte H_1 bovenstrooms van de stuw, gemeten in meters t.o.v. de bovenzijde stuwdrempel (= 13,25 m + NAP). Voor klephoeken van 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21 en 24° werd in deze grafiek het verband tussen overstorthoogte en afvoer uitgezet. Het vinden van de afvoerkrommen voor andere klephoeken door interpolatie tussen de gemeten afvoerkrommen bleek niet nauwkeurig mogelijk te zijn. Bovendien liet in enkele gevallen de reproduceerbaarheid te wensen over, doordat het niet steeds mogelijk bleek nauwkeurig eenzelfde klephoek opnieuw in te stellen. Dientengevolge waren de afstanden tussen de opeenvolgende Q-H krommen niet regelmatig verdeeld. Teneinde deze onregelmatigheid op te heffen werden voor telkens één waarde van de bovenwaterstand, de debieten tegen de klephoeken uitgezet (zie grafieken 1^{A} t/m 1^{C}). Door de aldus verkregen punten werden vloeiende lijnen getrokken.

Veronderstelt men een uitstroming door een opening onder water die evenredig is met de klephoek α, dan verwacht men voor een bepaalde bovenwaterstand H_1 een rechtlijnig verband tussen Q en H_1. Dit verband blijkt inderdaad in aanleg aanwezig te zijn. De relatie tussen de ongestuwde afvoer Q_3 door 3 klepopeningen, de gemiddelde klephoek $\bar{\alpha}$ en de bovenwaterstand H_1 kan dan als eerste benadering worden weergegeven door:

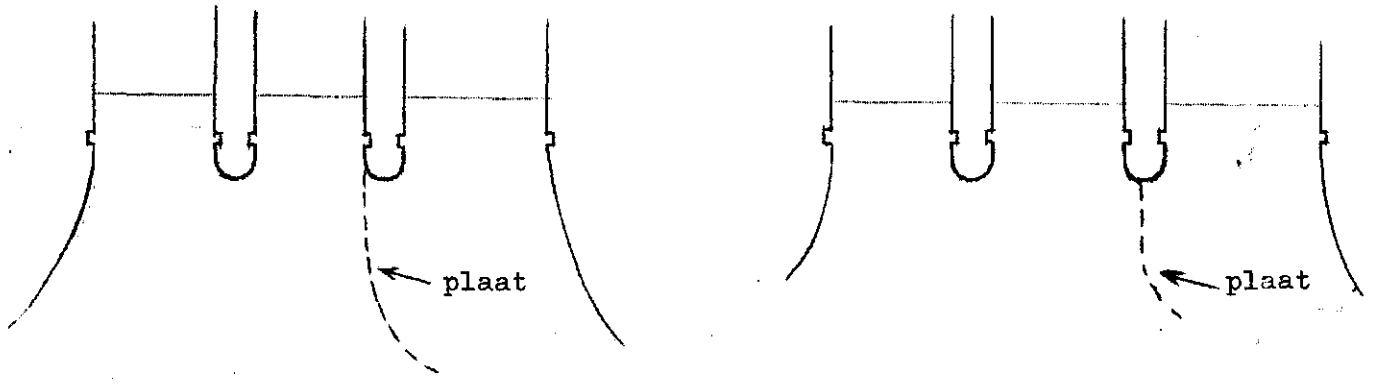
$$Q_3 = 3{,}6\ \bar{\alpha}\ H_1^{0.55}\ m^3/sec.$$

*) Let in foto 5 (belucht) op de onregelmatig verlopende witte lijn welke de begrenzing vormt van de lucht die zich onder de overstortende straal bevindt. Nadat overeenkomstige beluchtingspijpen aan het prototype waren aangebracht werd ook daar een krachtige luchtaanvoer waargenomen.

Indien bij een bepaalde bovenwaterstand de klephoek (α) groter wordt, treedt echter geleidelijk een afwijking van het gevonden rechtlijnige verband tussen Q en α op. Dit is in sterke mate het geval wanneer de stuw wordt opengetrokken en gefixeerd (b.v. bij ijsafvoer gedurende de winter). Voor volledig vrije uitstroming is het verband tussen de afvoer per opening en de bovenwaterstand als op grafiek 5 aangegeven.

Systematische metingen bij gelijktijdig geopende midden- en zijklep en verdubbeld debiet toonden aan, dat de daarbij optredende bovenwaterstand (H_1) lager is dan wanneer alleen de linkerklep geopend is. De afwijkingen van H_1 namen toe naarmate het debiet bij een bepaalde klephoek groter werd en traden op bij alle onderzochte klephoeken. Werden de metingen van de bovenwaterstand in het model bij gelijktijdig geopende midden- en zijklep betrokken op het energieniveau bovenstrooms (H_e) dan werden bij overeenkomstig debiet geen betekenende verschillen gevonden vergeleken met de metingen van H_e aan midden- of zijklep apart. De metingen van H_e werden direkt bovenstrooms van de stuw verricht op een plaats waar in het model de stroomsnelheid verwaarloosbaar was. Uit het resultaat van deze metingen kan worden afgeleid, dat de gevonden verschillen in H_1 worden veroorzaakt door het verschil tussen energiehoogte en hoogte van het piëzometrische niveau van het stromende water bij de peilschaal. Het al dan niet geopend zijn van de middenklep veroorzaakt bij de peilschaal verschillen in het stromingsbeeld. Zo zal bij een gesloten middenklep door een sterke zijdelingse aanstroming een scheef stromingsbeeld voor de linkerklep worden veroorzaakt (zie foto 7). De rechterklep bevindt zich zover van de peilschaal, dat geen betekenende wijziging van het stromingsbeeld bij de peilschaal is te verwachten. Om dit te kontroleren, werd aan de peiler tussen de midden- en rechterklep een plaat bevestigd welke in verschillende standen kon worden geplaatst (fig. 3).

Fig. 3



Aldus konden verschillende stromingsbeelden worden geforceerd. De aanwezigheid van de plaat en de stand ervan bleek niet van invloed te zijn op de peilaflezing (H_1). De meetresultaten van gelijktijdig geopende

midden- en zijklep kunnen daarom representatief worden geacht voor de gehele stuw.

Een moeilijkheid deed zich nog voor bij grote klephoeken. Gezien het maximaal beschikbare debiet van 150 l/sec. in het laboratorium, konden voor hoeken groter dan 15° geen metingen worden verricht bij twee gelijktijdig geopende kleppen. Voor de grote klephoeken werd daarom uitgegaan van de meetresultaten bij geopende linkerklep. Deze resultaten werden vergeleken met de meetresultaten van twee kleppen. Bij overeenkomstige debieten bleken de bovenwaterstanden (H_1) bij geopende linkerklep gemiddeld 7 cm hoger te liggen dan de bovenwaterstanden bij twee geopende kleppen. Daarom werd besloten om voor de linkerklep een grafiek te tekenen van het verband tussen afvoer (Q) en klephoek (α) bij telkens 7 cm lagere waarden van H_1. Deze "verschoven" grafiek voor de linkerklep werd voor klephoeken tot 15° opnieuw vergeleken met de grafiek voor beide kleppen. In grafiek 6 is deze vergelijking weergegeven. Uitgaande van telkens gelijke waarden van α en H_1 werden de debieten verkregen uit de verschoven grafiek voor de linkerklep (Q_1) uitgezet tegen de debieten uit de grafiek voor beide kleppen (Q_2). Het bleek dat geen grotere afwijkingen optraden dan 2%. Op grond van dit gunstige resultaat werd verondersteld dat ook de relaties tussen α, H_1 en Q voor klephoeken tussen 15° en 24° met redelijke nauwkeurigheid kunnen worden verkregen uit de verschoven grafiek voor de linkerklep. Aangezien de aldus door extrapolatie ontstane relaties niet rechtstreeks uit metingen zijn verkregen, zijn de desbetreffende lijngedeelten in de grafieken 1^{B} en 1^{C} gestippeld weergegeven.

De aandacht wordt er op gevestigd, dat in de grafieken 1^{A} t/m 1^{C} het verband is weergegeven tussen bovenwaterstand H_1, klephoek (α) en de afvoer Q <u>per klep</u>. De totale stuwafvoer zou dus het drievoud bedragen indien alle drie kleppen evenver geopend zouden zijn. In de praktijk zullen de drie kleppen meestal niet precies evenver geopend zijn.

Er wordt echter niet verwacht, dat kleine onderlinge verschillen afwijkingen van de gevonden relaties zullen veroorzaken.

Teneinde ook voor de kleine debieten een redelijke afleesnauwkeurigheid te verkrijgen is daarvoor de relatie tussen H_1, α en Q op grafiek 1^{A} afzonderlijk gegeven.

c. Gestuwde afvoer

Vervolgens werd de invloed van het benedenwater op de afvoer onderzocht. Aangezien frequent benedenwaterstanden voorkomen welke hoger zijn dan de stuwdrempel, is het noodzakelijk om een korrektie aan te brengen voor de hierdoor optredende afwijkingen van de gevonden relaties tussen Q, α en H_1 voor ongestuwde afvoer. Hiertoe werd het rechter gedeelte van de grafieken 1^A t/m 1^C samengesteld. In het model werden bij verschillende klephoeken en een aantal debieten telkens de benedenwaterstanden (H_2) trapsgewijze verhoogd. Hierdoor neemt bij gelijkblijvende afvoer de bovenwaterstand H_1 toe. In de grafieken 1^A t/m 1^C werd telkens de optredende afvoer uitgezet tegen de ongestuwde afvoer welke uit de optredende H_1 is af te leiden in de linker helft van de grafiek. Bij elk verkregen punt werd de verhouding H_2/H_1 aangetekend. Door de op deze wijze bepaalde puntenzwerm, werden lijnen getrokken voor H_2/H_1 respectievelijk gelijk aan 0,1; 0,2; 0,3; 0,4 en 0,5. Uitgaande van de ongestuwde afvoer kon nu voor verschillende waarden van H_2/H_1 de werkelijke (of gestuwde) afvoer worden gevonden. Er wordt de aandacht op gevestigd, dat H_2 en H_1 beide worden gemeten t.o.v. de bovenkant stuwdrempel (= 13,25 m + NAP) en dus niet de afgelezen waterpeilen zijn. De herleidingstaten zijn op de rechterzijde van de grafieken aangegeven.

De invloed van het benedenwater op de afvoer bleek bij 2 gelijktijdig geopende kleppen geringer te zijn dan bij één klep. Voor het samenstellen van de grafieken werden de gevonden resultaten voor gelijktijdig geopende midden- en zijklep gebruikt en voor debieten groter dan 24 m^3/sec (overeenkomende met het grootste model-debiet) werden de lijnen voor de verschillende H_2/H_1 verhoudingen (gestippeld) doorgetrokken.

d. Nauwkeurigheidskontrole

Zoals hierboven werd beschreven, werden de lijnenbundels in de grafieken 1^A t/m 1^C verkregen door vloeiende lijnen te trekken tussen de punten welke de meetresultaten weergeven. Tengevolge van deze bewerking en bovendien door de beperkte instel- en meetnauwkeurigheid aan het model zijn een aantal foutenbronnen geïntroduceerd. Teneinde de betrouwbaarheid van de grafieken 1^A t/m 1^C na te gaan, werden in de grafieken 2^A en 2^B de in het model ingestelde debieten uitgezet tegen de, uit de grafieken 1^A t/m 1^C -- met behulp van de in het model afgelezen H_1, H_2 en α -- bepaalde debieten. Dit werd voor 75 willekeurig gekozen debieten gedaan. In 5% van de gevallen bleek een afwijking van 3-5% van het ingestelde debiet op te treden terwijl in 75% van de gevallen de afwijking

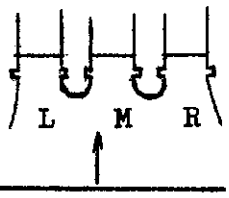
niet meer bedroeg dan 2%. Op grond van deze resultaten kan worden gekonkludeerd, dat de gevonden grafieken een goede weergave van de modelmetingen vormen.

e. Verband tussen waterstanden en klephoeken bij prototype

Aan de hand van ruim 200 veldwaarnemingen van α, H_1 en H_2, kon in de grafieken 1^A en 1^B een gebied worden aangegeven waarbinnen de meest waarschijnlijke kombinaties van α en Q zullen liggen. Dit gebied is gearceerd aangegeven. Veld gegevens betreffende klephoeken groter dan $\pm 13^\circ$ waren niet beschikbaar.

f. Afwijking klepstanden

Bij controlemetingen aan het prototype bleek dat de aangebrachte gradenbogen (zie foto 8) te hoge waarden voor de optredende klephoeken aanwijzen. Deze afwijkingen hebben vooral bij kleine klephoeken een grote invloed op het uit de grafieken bepaalde debiet. De gemeten afwijkingen zijn in het onderstaande overzicht gerangschikt.

	Linkerklep	Middenklep	Rechterklep	
aanwijzing gradenboog bij gesloten klep	+ 0,75°	+ 0,60°	+ 0,80°	

Van de aflezingen van de klephoeken in het veld moeten bovenstaande waarden worden afgetrokken alvorens uit de grafieken 1^A t/m 1^C de afvoeren worden bepaald. Foto's 8 en 9 tonen hoe de klephoek in het prototype en in het model werd afgelezen.

g. Stroomsnelheidsmetingen

Zowel in het prototype als in het model werden stroomsnelheidsmetingen verricht. Van een tweetal metingen zijn in de grafieken 7^A en 7^B de resultaten weergegeven. Opvallend is, dat de laboratoriummetingen omgerekend op het prototype over het algemeen hogere snelheden opleveren. Een mogelijke oorzaak is de instelling van de klephoek. Juist bij kleine klephoeken is deze instelling moeilijk. Voor het debiet zijn de gevolgen van een geringe afwijking bij kleine klephoeken procentueel van betekenis. De resultaten van de metingen bij een hoek van 3° zijn daarom alleen ter oriëntering opgenomen. Gedurende het onderzoek ontbrak de mogelijkheid om snelheidsmetingen in het veld te verrichten bij klephoeken groter dan 6°.

h. Aanslibbing

Afzettingen van materiaal bovenstrooms van de stuwdrempel hebben in principe een storende invloed op het stromingsbeeld en op de peilschaalaflezingen.

In hoeverre hierin een foutenbron kan zijn gelegen werd in het model onderzocht bij klephoeken van 6° en 9°. Uitgaande van een vast ingesteld debiet werd het waterpeil bovenstrooms (H_1) afgelezen bij verschillende ligging van de grindbodem bovenstrooms van de stuwdrempel. De gevonden verschillen in H_1 waren slechts zeer gering. Bij het nabootsen van de bodemligging werd een peiling in het prototype tot uitgangspunt gekozen. De metingen werden verricht bij gelijktijdig geopende midden- en zijklep.

4. Konklusies

Uit het onderzoek valt het volgende af te leiden:

1. De grafieken 1^A, 1^B en 1^C bieden de mogelijkheid om de afvoeren van de stuw te bepalen. Aangenomen mag worden dat de uit de grafieken gevonden debieten niet meer dan 5% zullen afwijken van de werkelijke afvoeren. (De in het voorlopig verslag gegeven grafieken 1^A en 1^B komen te vervallen).

2. Beluchting aan de benedenstroomse zijde van de drempel is noodzakelijk om een eenduidige relatie tussen α, Q en H_1 te kunnen vinden.

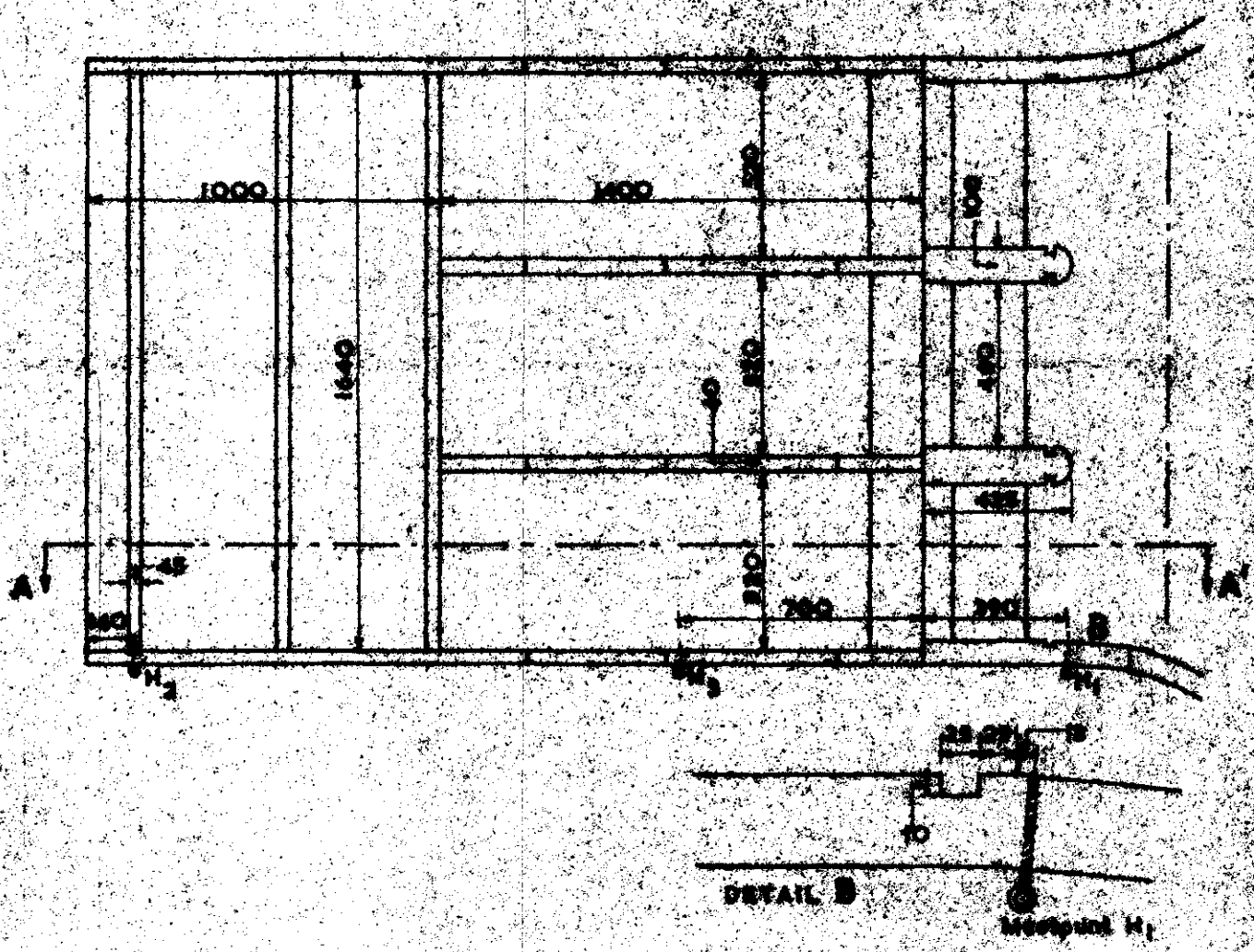
3. Door het geringe aantal beschikbare stroomsnelheidsmetingen ontbreekt de mogelijkheid om daaruit konklusies ~~uit de gevonden resultaten~~ te trekken.

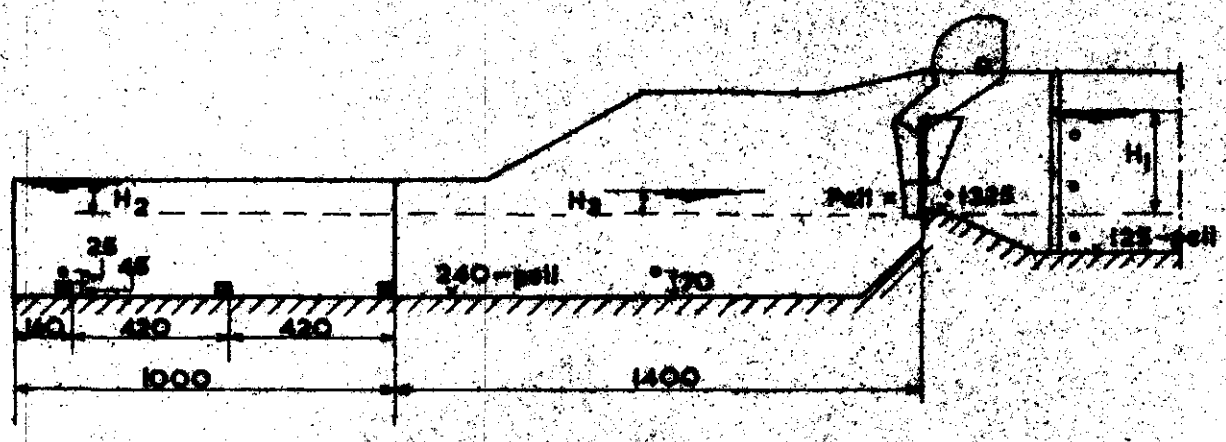
4. Grindafzettingen in het model bovenstrooms van de stuwdrempel veroorzaakten geen significante afwijkingen van de peilschaal-aflezingen.

5. Teneinde de stuw als meetinrichting te kunnen gebruiken, dient de klephoekaanwijzing nauwkeurig te geschieden. In verband hiermede wordt aangeraden om de huidige aanwijsinrichting te verbeteren.

Fig. 1 MODEL

STUW AASTRANG TE VOORST





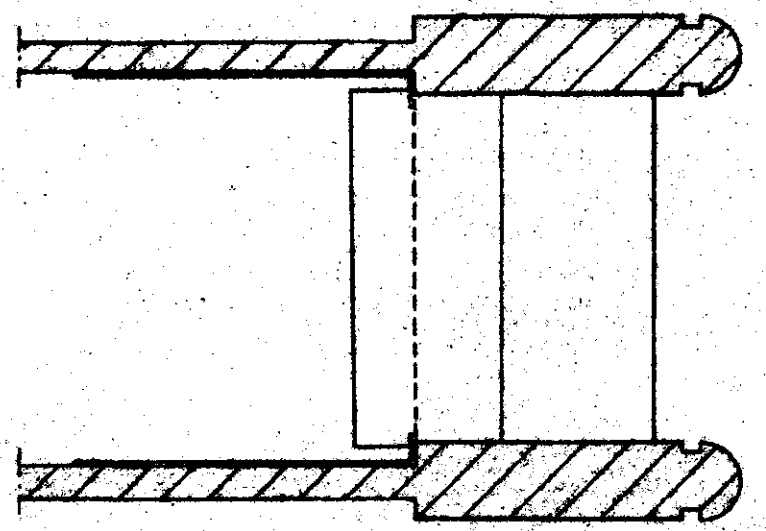
LANGSDOORSNEDE A – A'

MATEN IN mm

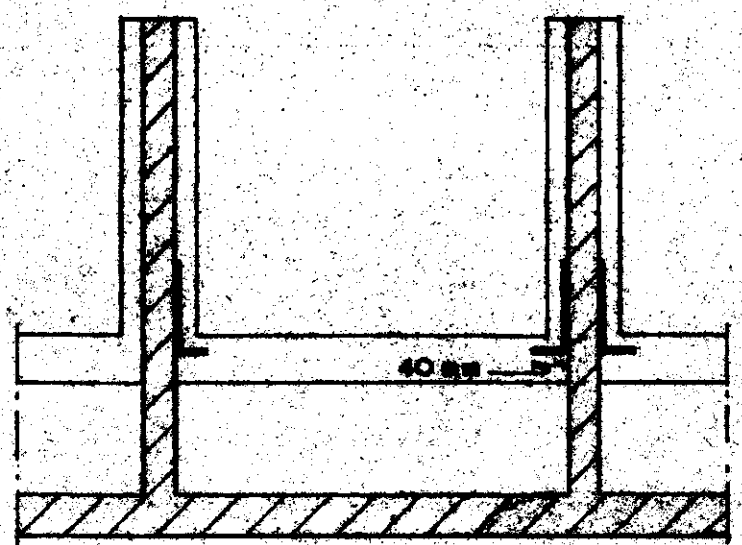
HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (86-52) Sept. '67

Fig. 2

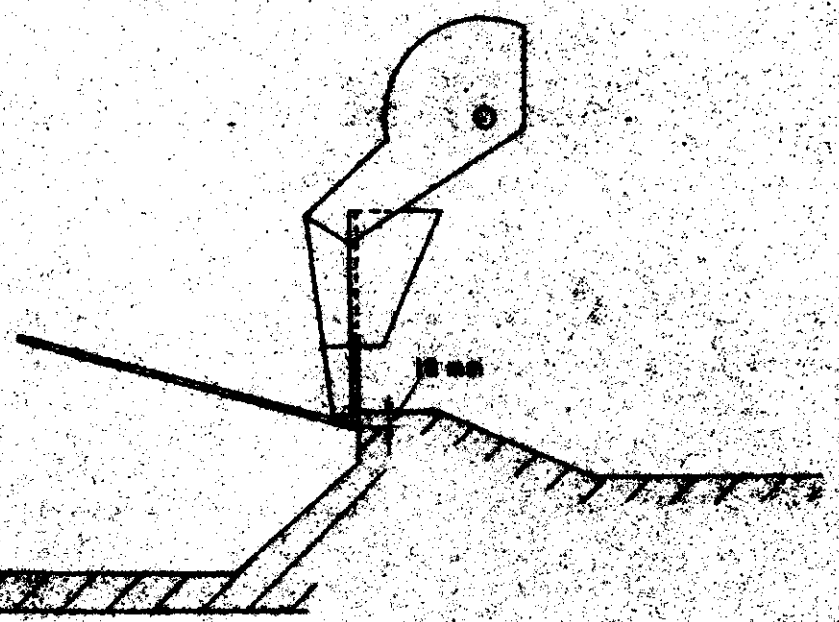
MODEL MET BELUCHTINGSPIJPJES



BOVENAANZICHT



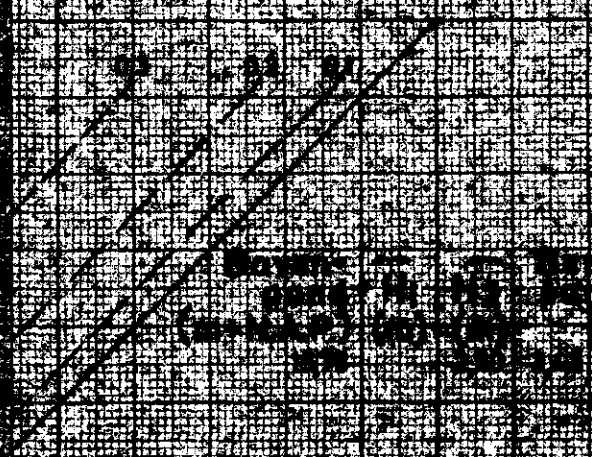
VOORAANZICHT
ZONDER KLEP



DOORSNEDE

HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (88-121 Spl. 27

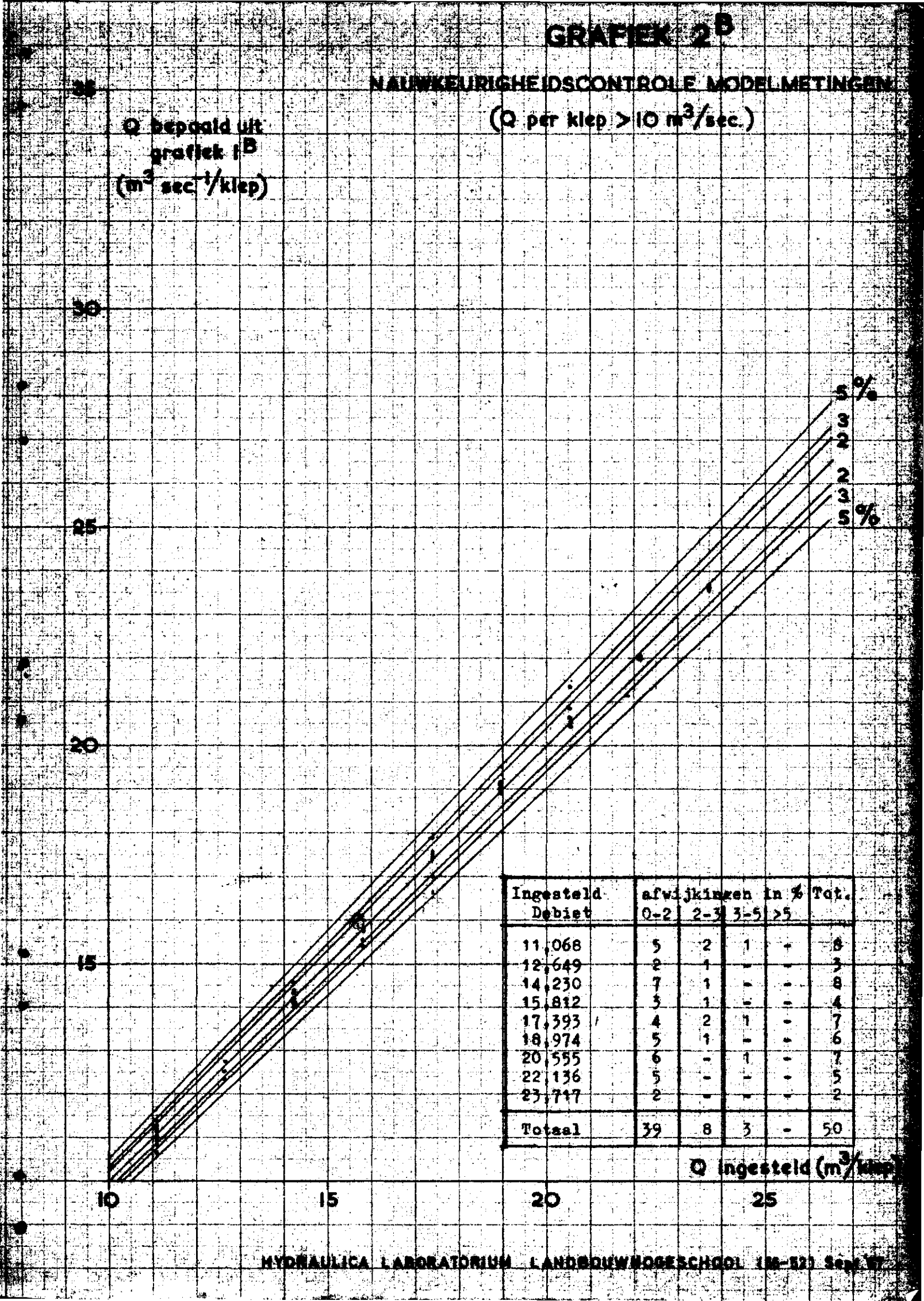
EN WATERSTOFGEN (H_2 EN H_2)



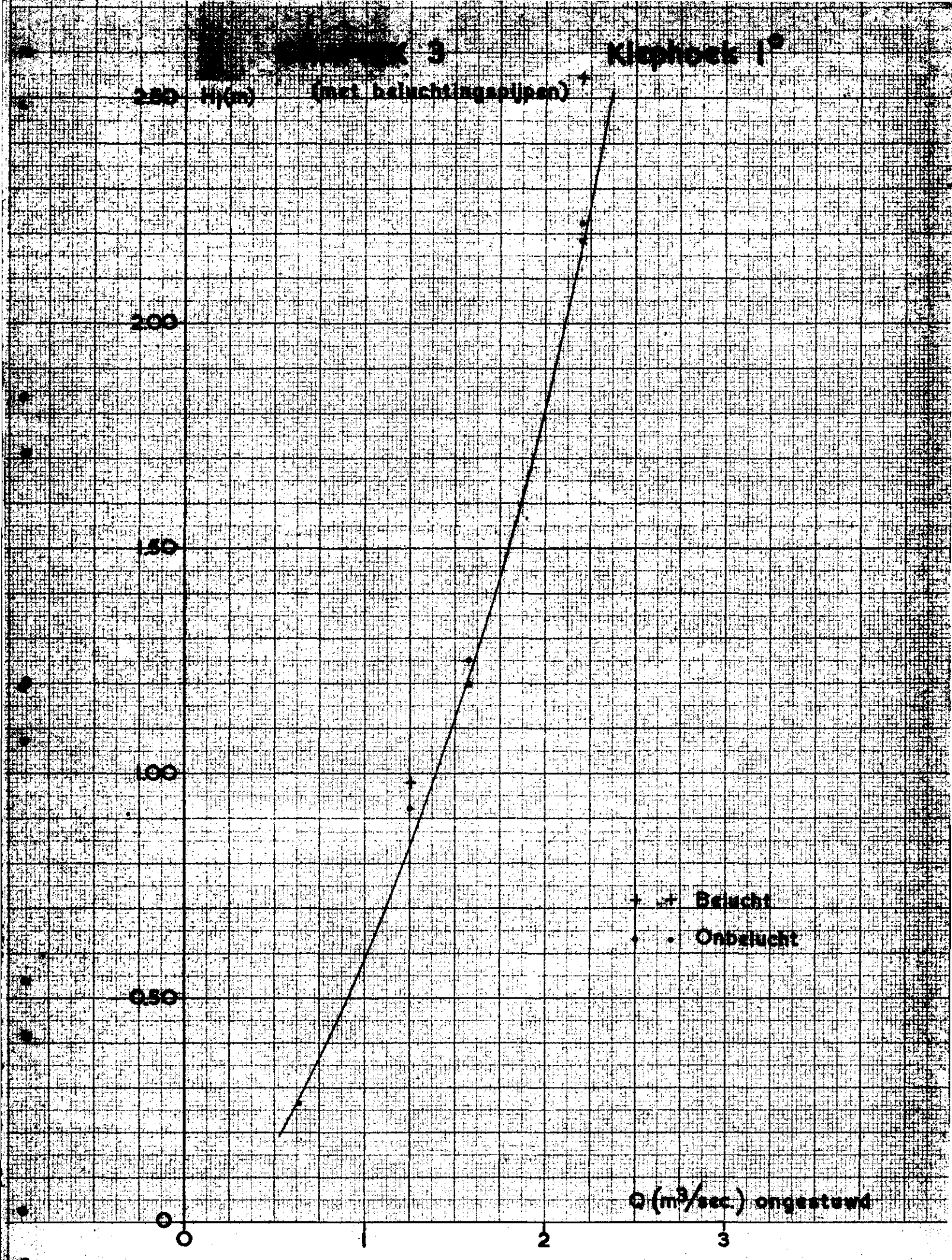
GRAFIEK 2B

NAUWKEURIGHEIDSCONTROLE MODELMETINGEN

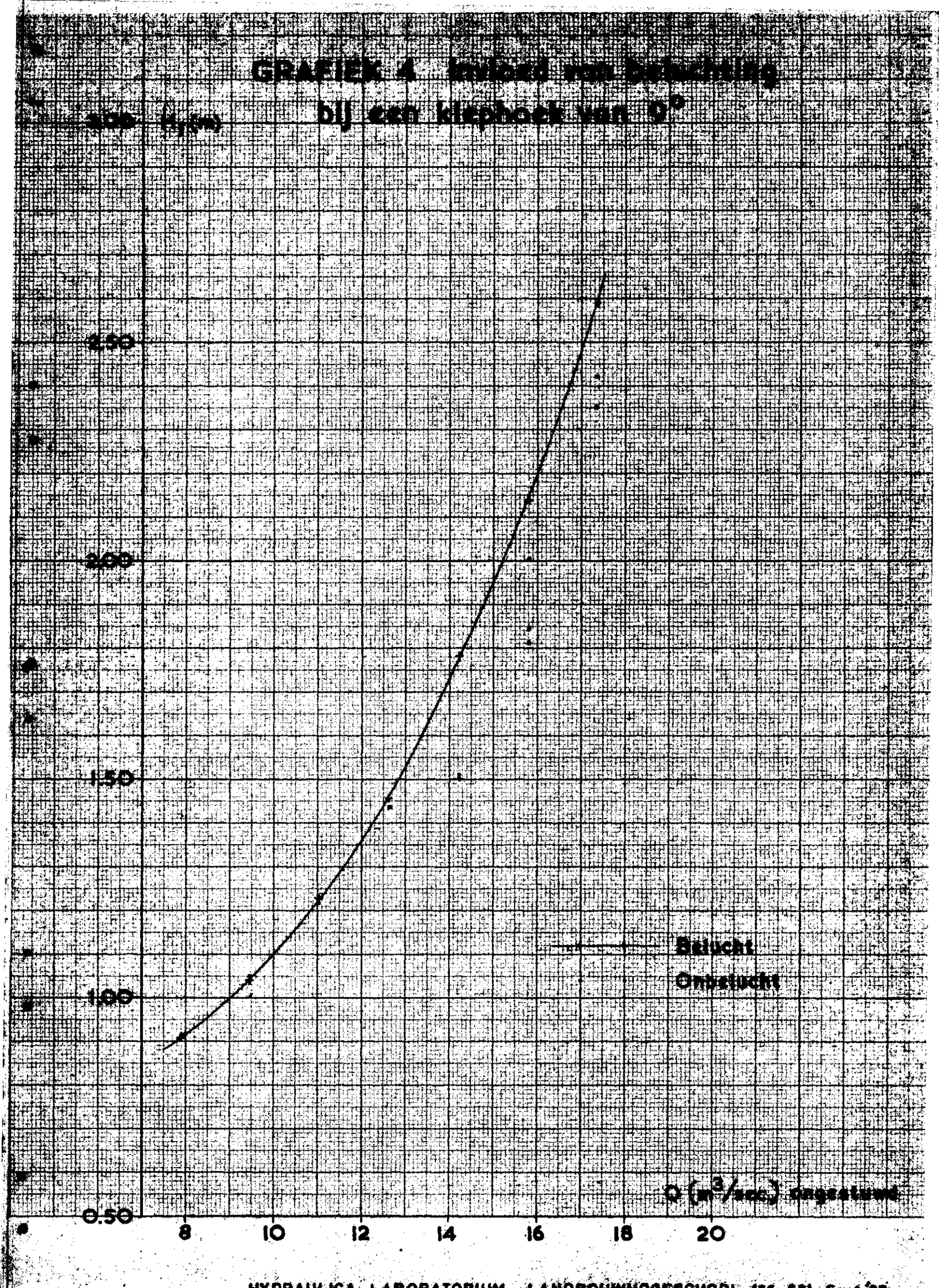
(Q per klep > 10 m^3/sec.)



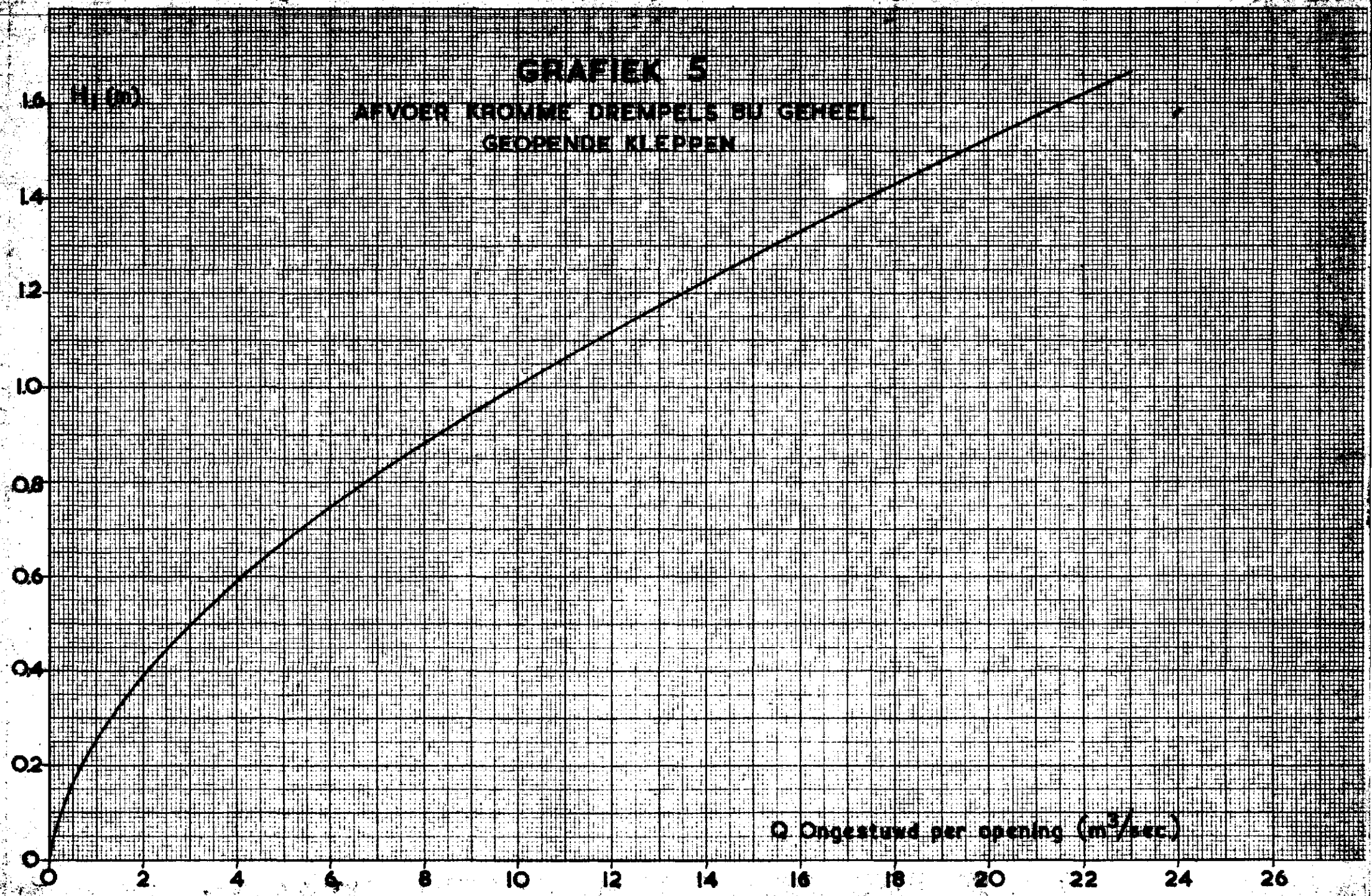
Ingesteld Debiet	afwijkingen in % 0-2	2-3	3-5	>5	Tot.
11,068	5	2	1	-	8
12,649	2	1	-	-	3
14,230	7	1	-	-	8
15,812	3	1	-	-	4
17,393	4	2	1	-	7
18,974	5	1	-	-	6
20,555	6	-	1	-	7
22,136	5	-	-	-	5
23,717	2	-	-	-	2
Totaal	39	8	3	-	50



HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (66-52) Sept.'67



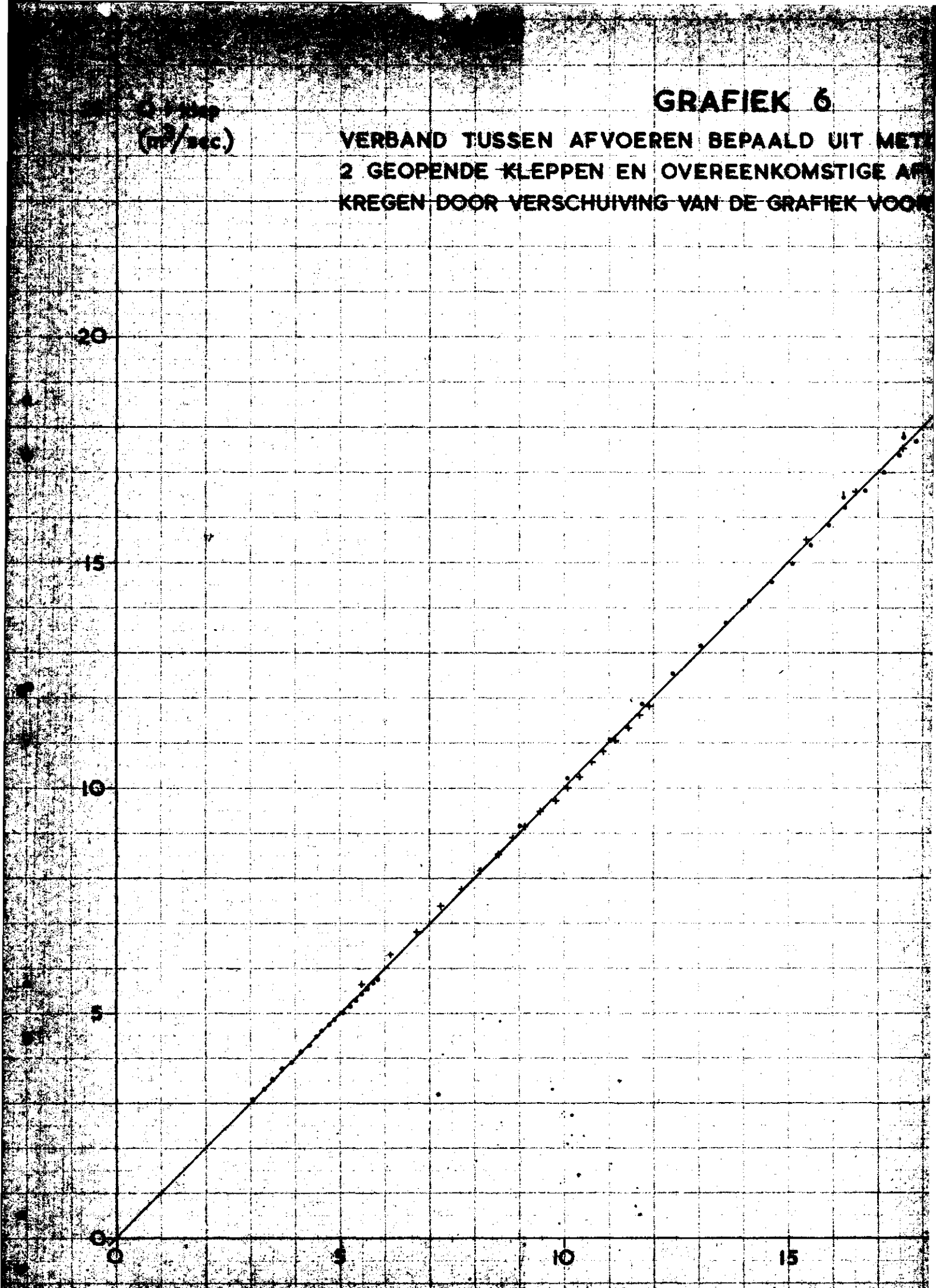
HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (66-521) Sept.'67

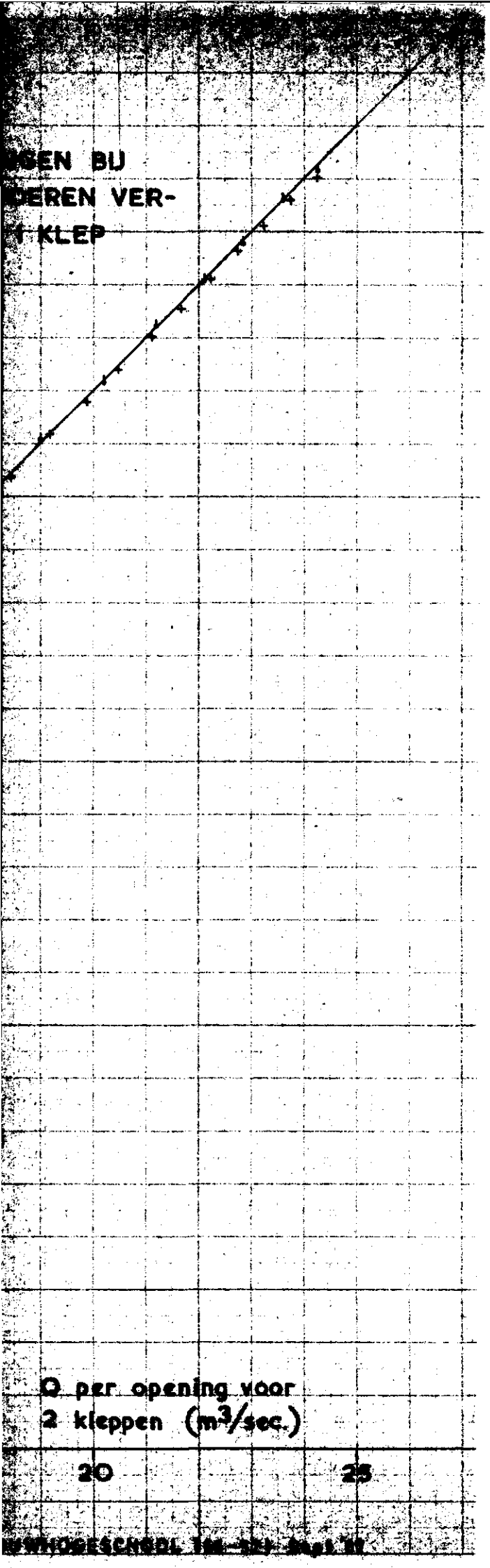


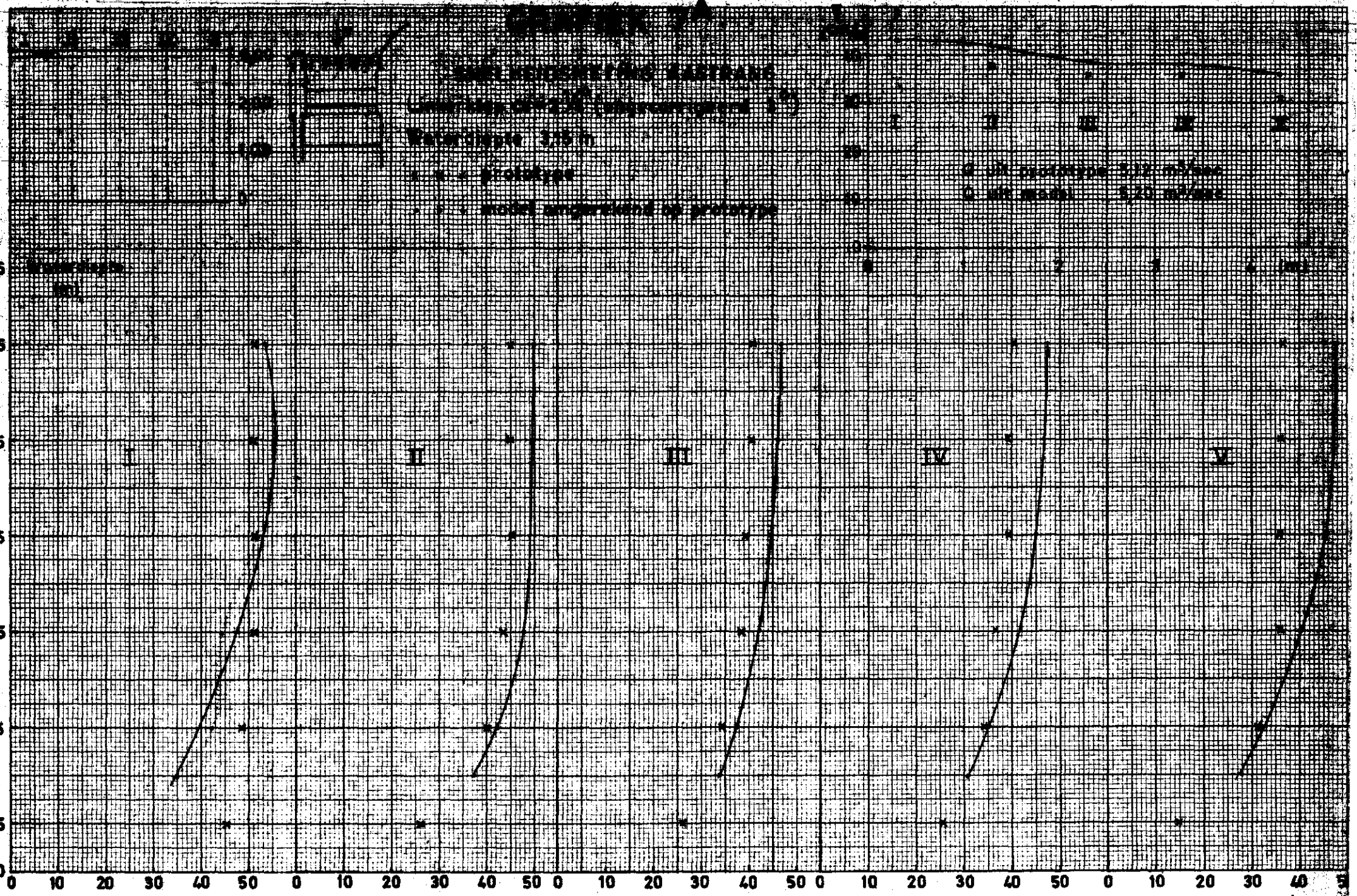
HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (68-52) Sept. '67

GRAFIEK 6

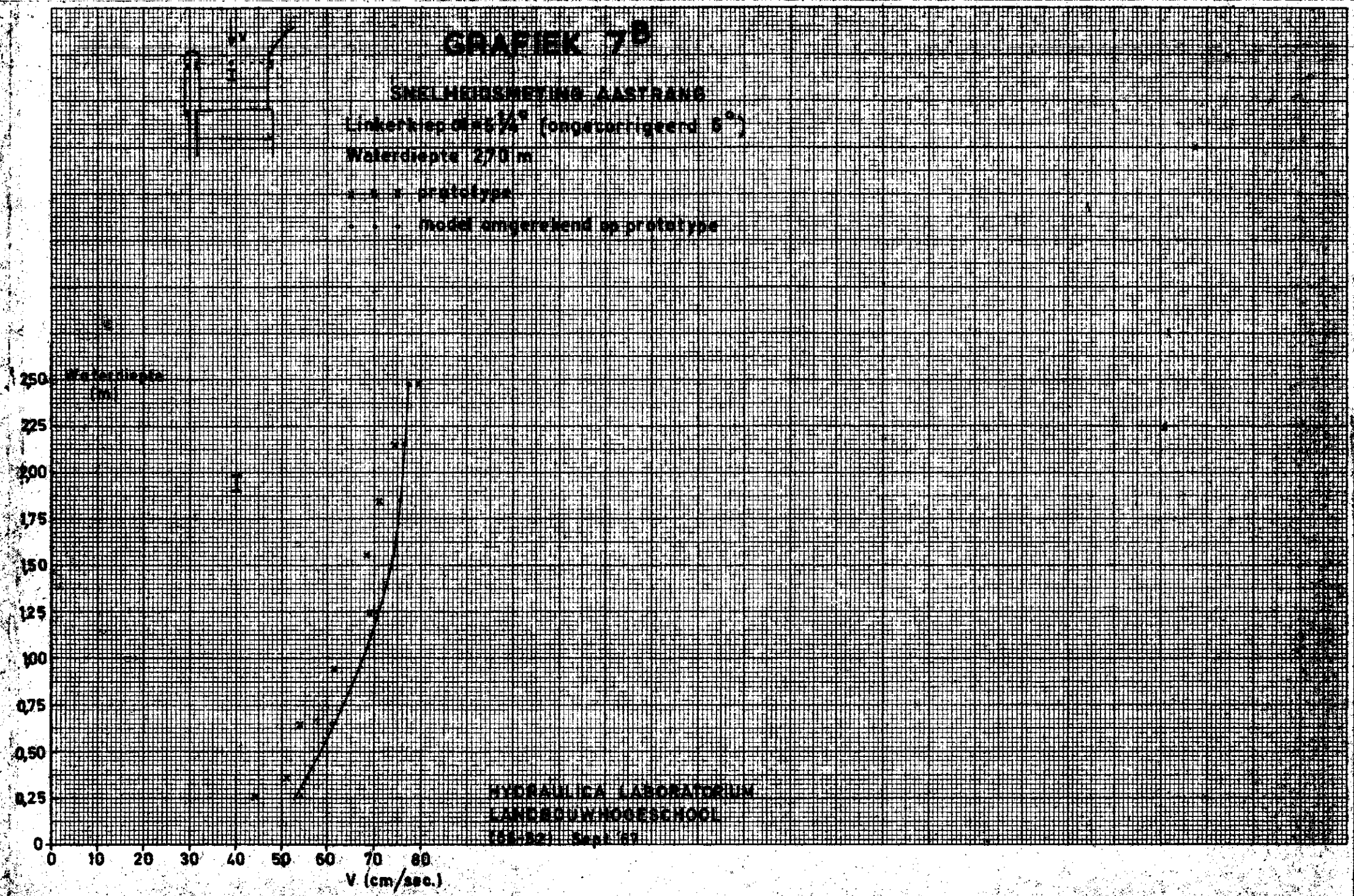
VERBAND TUSSEN AFVOEREN BEPAALD UIT METI
2 GEOPENDE KLEPPEN EN OVEREENKOMSTIGE AF
KREGEN DOOR VERSCHUIVING VAN DE GRAFIEK VOOR




GEN BIJ
DEREN VER-
T KLEP
Q per opening voor
2 kleppen (m³/sec.)
20
25



HYDRAULICA LABORATORIUM LANDBOUWHOGESCHOOL (66-52) Sept.'67


GRAFIEK 7B
SNELHEIDSMETING AASTRANG
Linkerkiep dies 1/4" (ongecorrigeerd 6°)
Waterdiepte 2,70 m
prototype
model omgerekend op prototype
Waterdiepte (m)
2,50
2,25
2,00
1,75
1,50
1,25
1,00
0,75
0,50
0,25
0
0
10
20
30
40
50
60
70
80
V (cm/sec.)
HYDRAULICA LABORATORIUM
LANDBOUWHOGESCHOOL
(56-32) Sept. 69