VOORLOPIG VERSLAG

IJking van de stuw in de Aastrang bij Voorst

Nota no. 7

Hydraulica Laboratorium Landbouwhogeschool

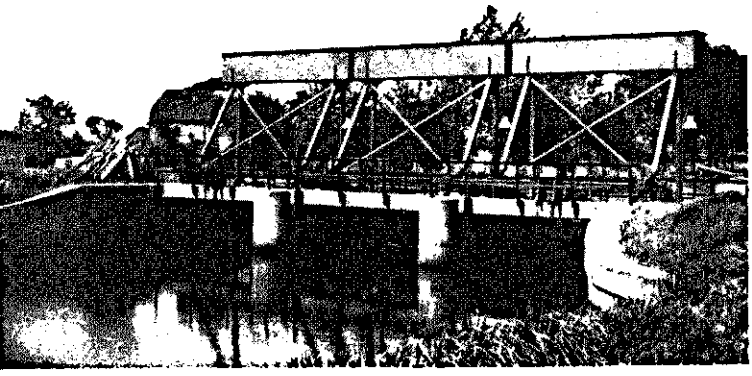
januari 1967

(66 - 52)

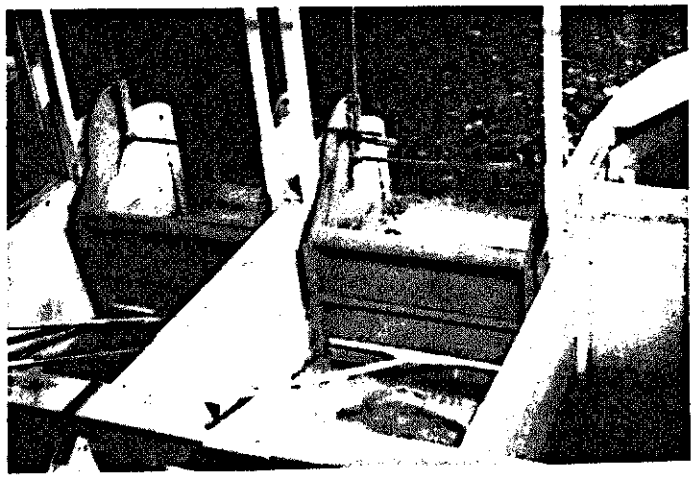
INHOUD

		pag.
1.	Inleiding	1
2.	Beschrijving van het onderzoek	1
3.	Bespreking meetresultaten	2
4.	Konklusie	4

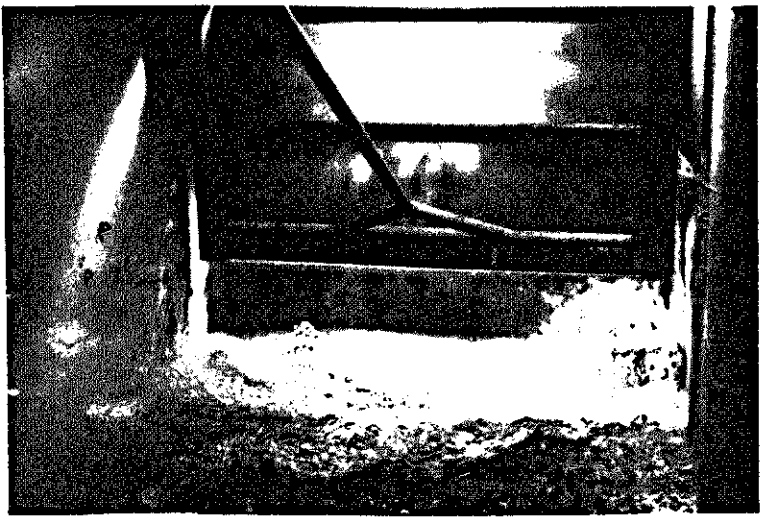
Bijlagen: 6 grafieken



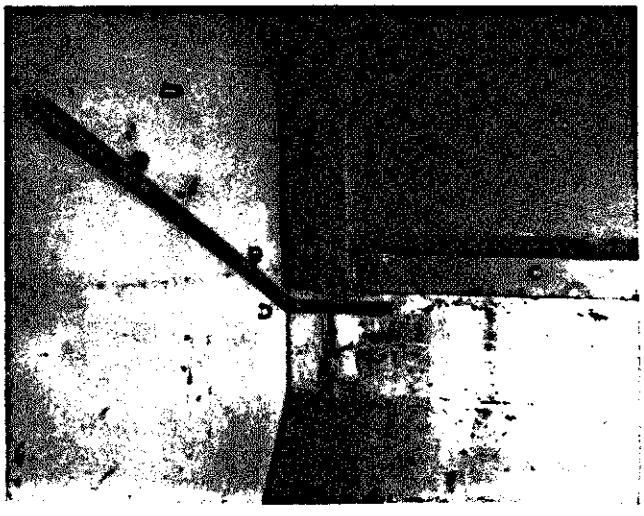
1.



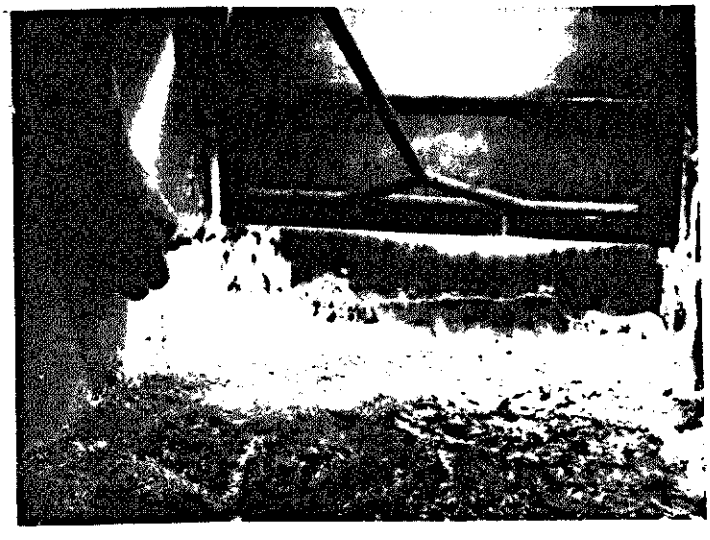
2.



3.



4.



5.

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

1. Inleiding.

Op verzoek van de Commissie Waterbehoefte Gelderland wordt in het laboratorium voor Hydraulica van de Landbouwhogeschool 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. Het onderzoek dat onder leiding van Ir. R.H. Pitlo wordt verricht kon nog niet worden afgesloten.

2. Beschrijving van het onderzoek.

Het 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 instroom zijde van de goot werd zodanig verbeterd, dat een schommelingsvrije gelijkmatige toestroming naar het model is verzekerd. Een lengtedoorsnede van de stuw is weergegeven in figuur 1.

De metingen waarop dit verslag betrekking heeft werden, gezien in de stroomrichting van het water, verricht aan de linkerklep. De stuw is symmetrisch van bouw, zodat mag worden verwacht, dat de meetresultaten tevens gelden voor de rechterklep. De afwijkende aanstroming naar de middelste klep werd apart onderzocht. Nader moet nog worden bekeken of afwijkingen van de gevonden debietkrommen optreden, bij het gelijktijdig geopend zijn van de drie kleppen. Door middel van stroomsnelheidsmetingen moet nog worden nagegaan of het model een goede benadering is van de werkelijkheid.

In de aanvang van het onderzoek werd geen beluchting van de waterstraal aan de benedenstroomse zijde van de stuw toegepast. 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 (3) zal nader op de beluchting worden ingegaan.

In verband met waterstandsschommelingen konden in het model geen peilschalen worden toegepast. De peilen werden met behulp van peilnaalden gemeten in buizen welke in verbinding stonden met in de wanden

van het model geboorde gaten op de plaatsen waar in werkelijkheid peilschalen voorkomen. Door deze wijze van meting kunnen afwijkingen ontstaan t.o.v. de werkelijkheid doordat in feite het piezometrische niveau wordt gemeten en niet de waterspiegelhoogte.

3. Bespreking meetresultaten.

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.

De genoemde verschijnselen bleken 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.

De meetresultaten werden eerst als volgt in een grafiek uitgezet. Horizontaal de afvoer (m^3/sec) en vertikaal de waterdiepte bovenstrooms van de stuw gemeten in meters t.o.v. de stuwdrempel (= 13.25 m + NAP).

+) 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.

Voor klephoeken van 1, 3, 6, 9, 12, 15 en 18° 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 de reproduceerbaarheid van de gemeten debietkrommen 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. Door de aldus verkregen punten werden vloeiende lijnen getrokken. Het verband tussen afvoer (Q) en klephoek (α) bleek voor de verschillende bovenwaterstanden (H_1) rechtlijnig te zijn. Alleen indien bij een bepaalde bovenwaterstand de klephoek α zeer groot wordt treden afwijkingen van het gevonden rechtlijnige verband tussen Q en α op. Deze situatie kan zich voordoen indien de stuw wordt opengetrokken en gefixeerd (b.v. bij ijsafvoer gedurende de winter).

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 correctie 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 en 1^B samengesteld. In het model werden bij 7 klephoeken en een aantal debieten telkens de benedenwaterstanden (H_2) trapsgewijze verhoogd. De gevonden afwijkingen van de oorspronkelijke debietkrommen bij de verschillende verhoudingen (H_2/H_1) werden in de rechterhelft van de grafieken 1^A en 1^B uitgezet. Door de op deze wijze bepaalde punten werden lijnen getrokken voor H_2/H_1 respectievelijk gelijk aan: 0,1 ; 0,2 ; 0,3 ; 0,4 ; 0,5 en 0,6. Uitgaande van de ongestuwde afvoer kan 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 beiden worden gemeten t.o.v. de stuwdrempel (13,25 + N.A.P.) en dus niet de afgelezen waterpeilen zijn.

Zoals hierboven werd beschreven werden de lijnenbundels in de grafieken 1^A en 1^B verkregen door vloeiende lijnen te trekken door de punten welke de meetresultaten weergeven. Teneinde de betrouwbaarheid van de aldus verkregen grafieken na te gaan werden in de grafieken 2^A en 2^B de in het model ingestelde debieten uitgezet tegen de, uit de gra-

fieken 1^A en 1^B -- met behulp van de in het model afgelezen H_1 , H_2 en α -- bepaalde debieten. Dit werd voor 150 willekeurig gekozen debieten gedaan. In 4% van de gevallen bleek een afwijking van 3-5% van het ingestelde debiet op te treden, terwijl in resp. 62 en 79% van de gevallen voor de grafieken 1^A resp. 1^B de afwijking niet meer dan 2% bedroeg. Op grond hiervan kan worden gekonkludeerd, dat de gekonstrueerde grafieken een goede weergave van de modelmetingen vormen. Hierbij moet nog worden opgemerkt, dat in deze percentages ook de afwijkingen t.g.v. onnauwkeurige klepinstellingen en peilaflezingen zijn verdiskonteerd.

Aangezien de aanstroming naar de middelste klep enigszins afwijkt van die welke optreedt bij de linkerklep (waaraan de metingen zijn verricht) werden bij gelijke Q en α voor beide kleppen niet gelijke waarden van H_1 gevonden. Bij deze proef werden de zijklep en de middenklep beurtelings geopend en gesloten. Deze situatie zal zich in de praktijk echter niet voordoen, tenzij een van de kleppen defect is, er wordt hier verder niet op ingegaan.

Wel van belang is de vraag of de gevonden resultaten in de grafieken 1^A en 1^B ook gelden indien de drie kleppen gelijktijdig geopend zijn. Enkele oriënterende metingen bij gelijktijdig geopende midden- en zijklep toonden aan, dat in dit geval de bovenwaterstand lager is dan bij metingen aan de linkerklep alleen. De afwijkingen namen toe naarmate het debiet groter werd en traden op bij alle klephoeken. De grootste afwijking welke tot op heden werd gevonden bedroeg ongeveer 4%. Verdere metingen zullen moeten aantonen of nog grotere afwijkingen kunnen voorkomen.

4. Konklusie.

Uit het onderzoek is het volgende gebleken.

1°. Om een definitieve uitspraak over de bruikbaarheid van de grafieken 1^A en 1^B te kunnen geven moeten de reeds beschikbare metingen systematisch worden vergeleken met nog te verrichten gelijktijdige metingen aan meer dan één klep.

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

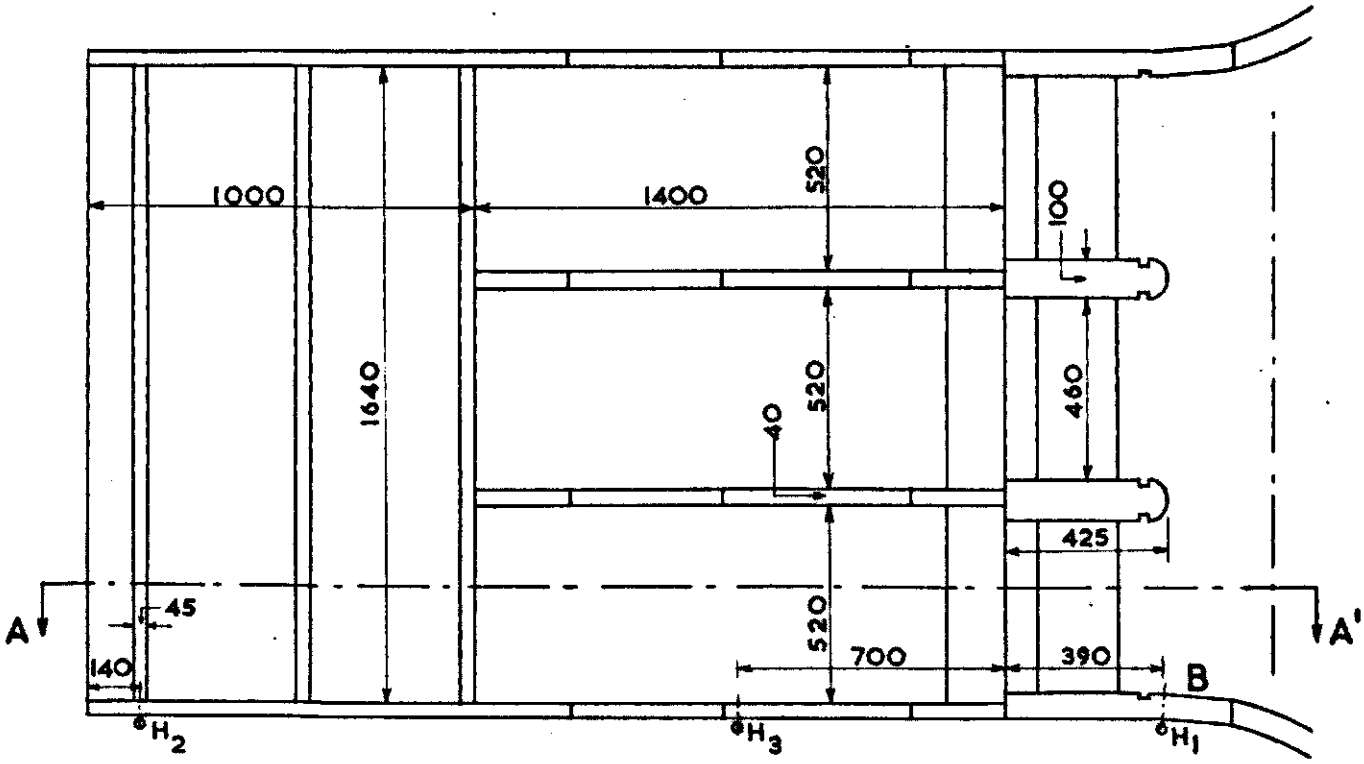
3°. Systematische snelheidsmetingen zowel in het veld als in het model bij verschillende waarden van α en H_1 zullen de juiste dimensionering van het model moeten bevestigen.

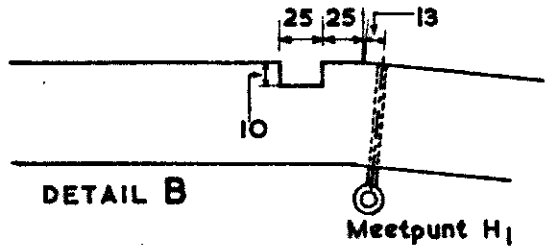
4°. Het effect van zandafzettingen bij de openingen is nog niet onderzocht.

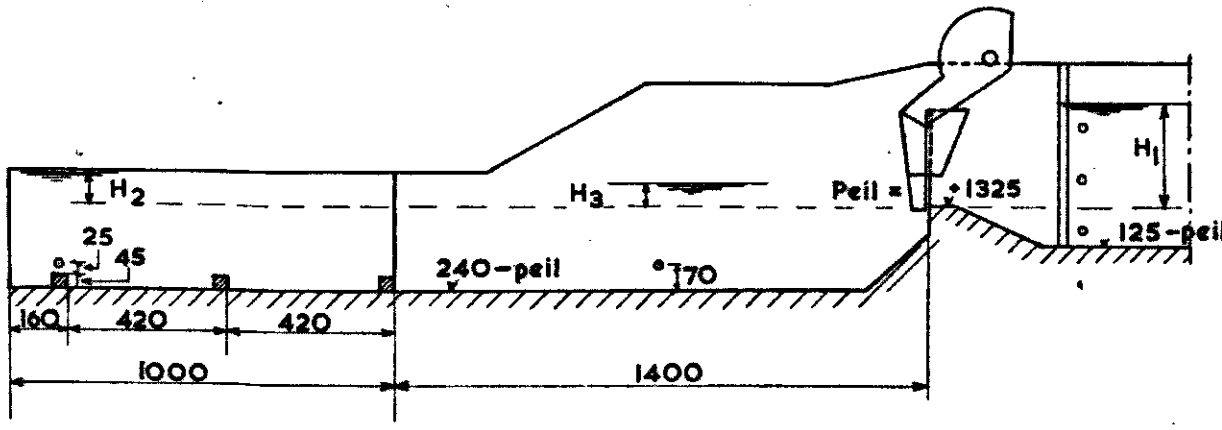
5°. Teneinde de stuw als meetinrichting te kunnen gebruiken is het noodzakelijk dat de aanwijzing van de klephoek nauwkeurig geschiedt. De gevoeligheid voor een juiste aflezing blijkt o.a. uit grafiek 1.

Fig. 1 MODEL

STUW AASTRANG TE VOORST





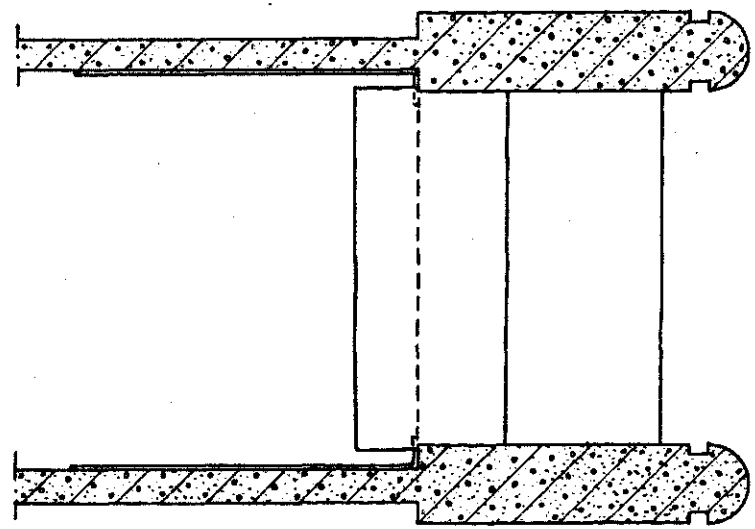


LANGSDOORSNEDE A – A'

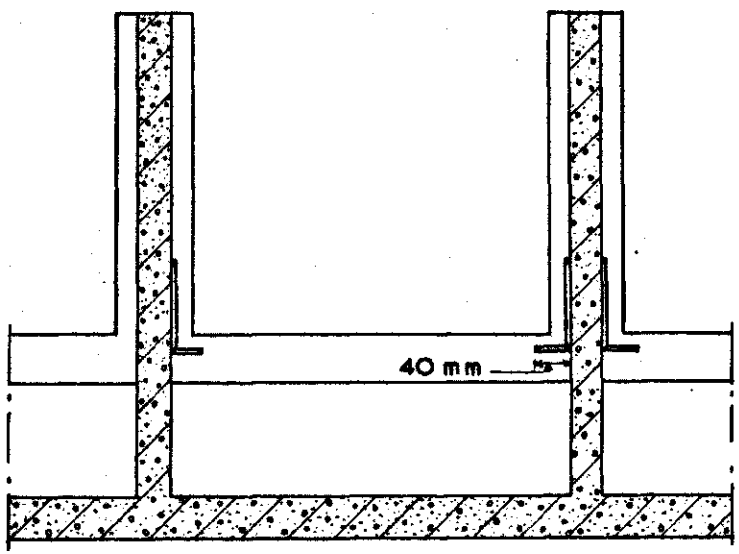
MATEN IN mm

Fig. 2

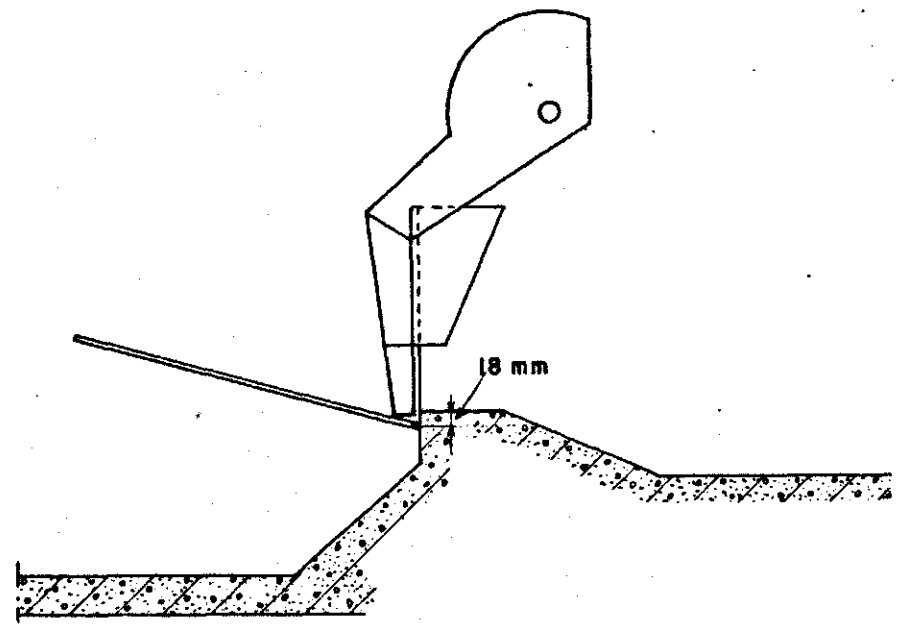
MODEL MET BELUCHTINGSPIJPJES



BOVENAANZICHT

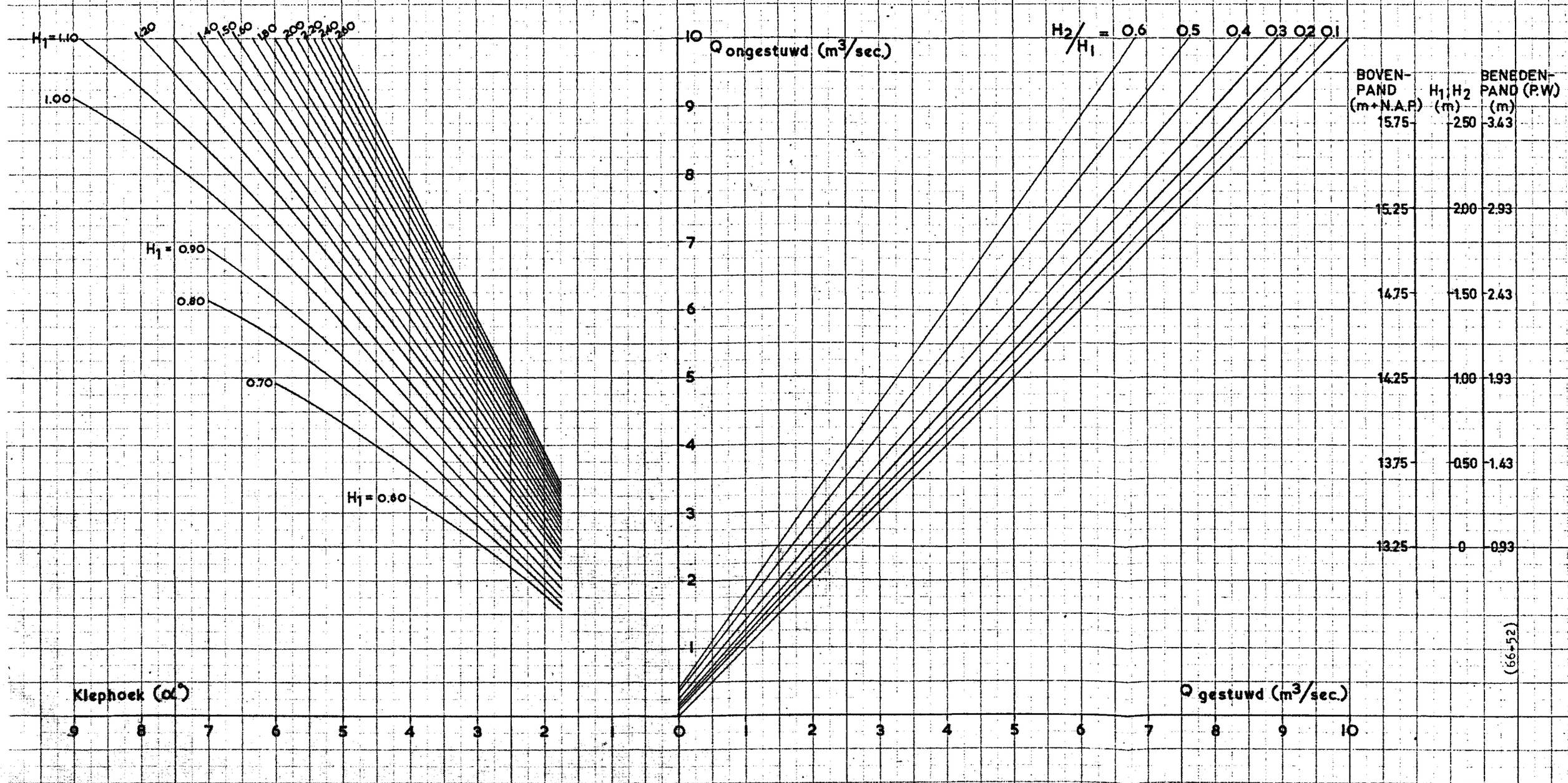


VOORAANZICHT
ZONDER KLEP

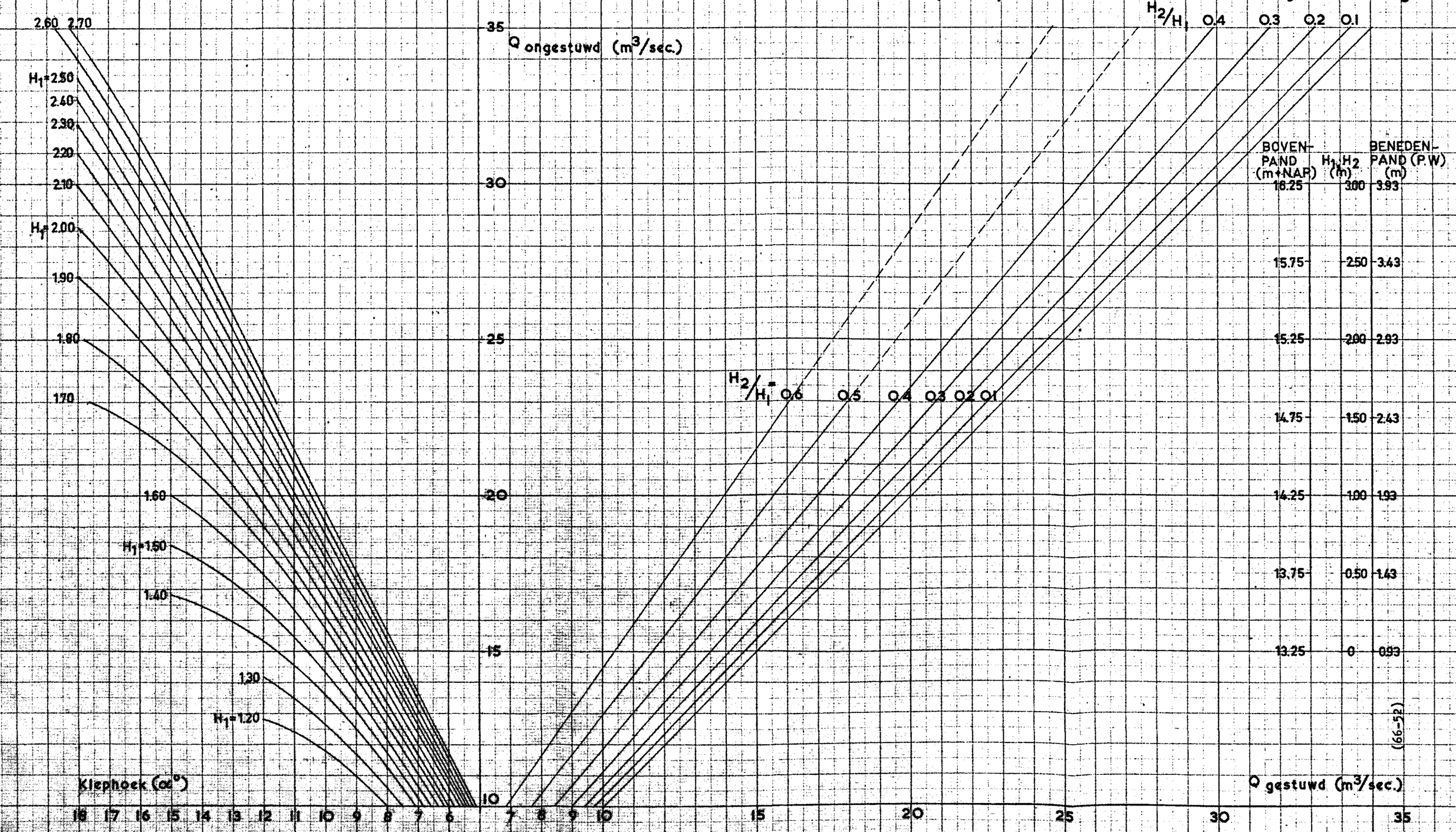


DOORSNEDE

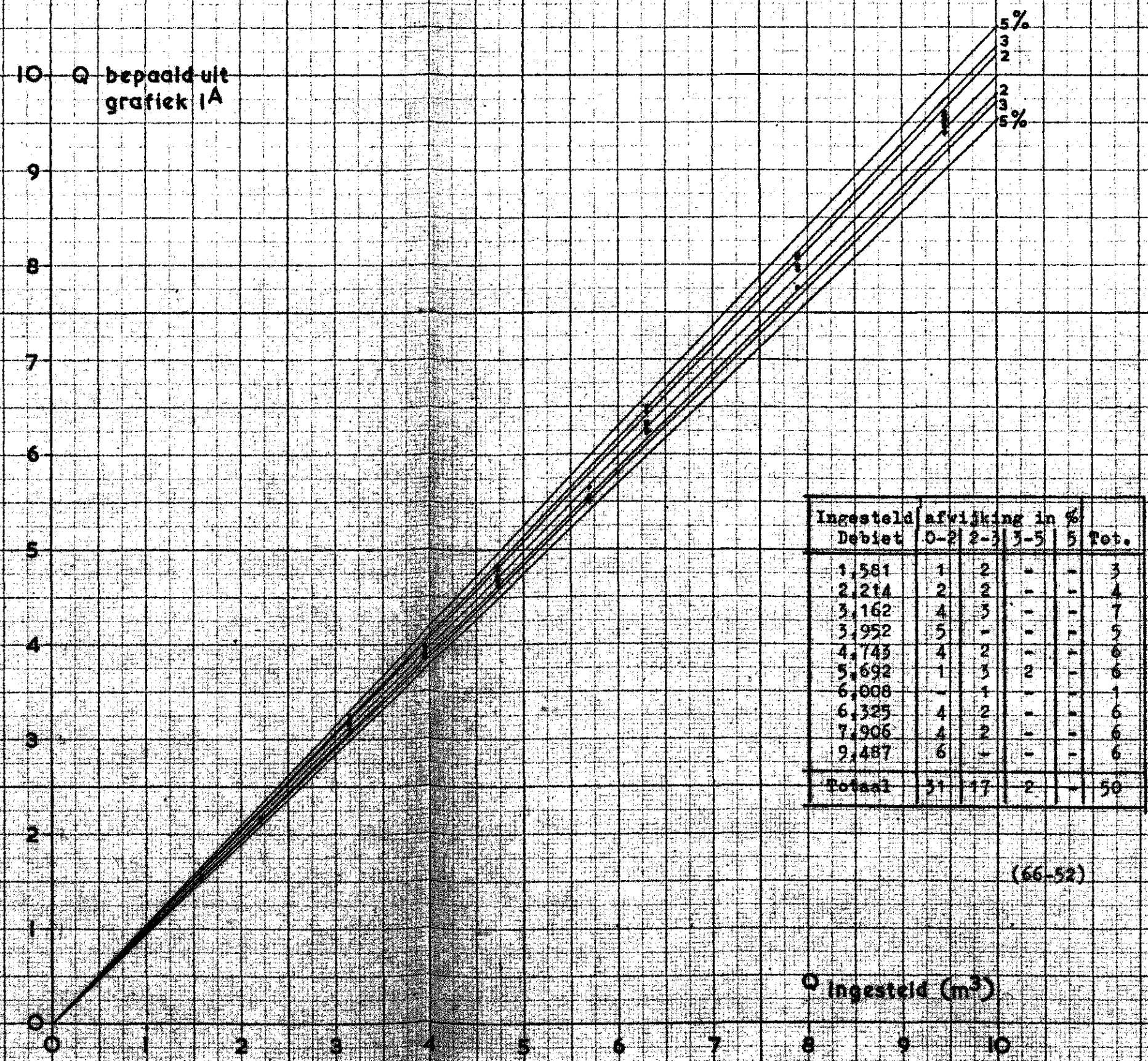
Grafiek 1A KLEPSTUW IN AASTRANG Verband tussen klephoek, waterstanden en afvoer bij beluchting



Grafiek I^B KLEPSTUW IN AASTRANG Verband tussen klephoek, waterstanden en afvoer bij beluchting.



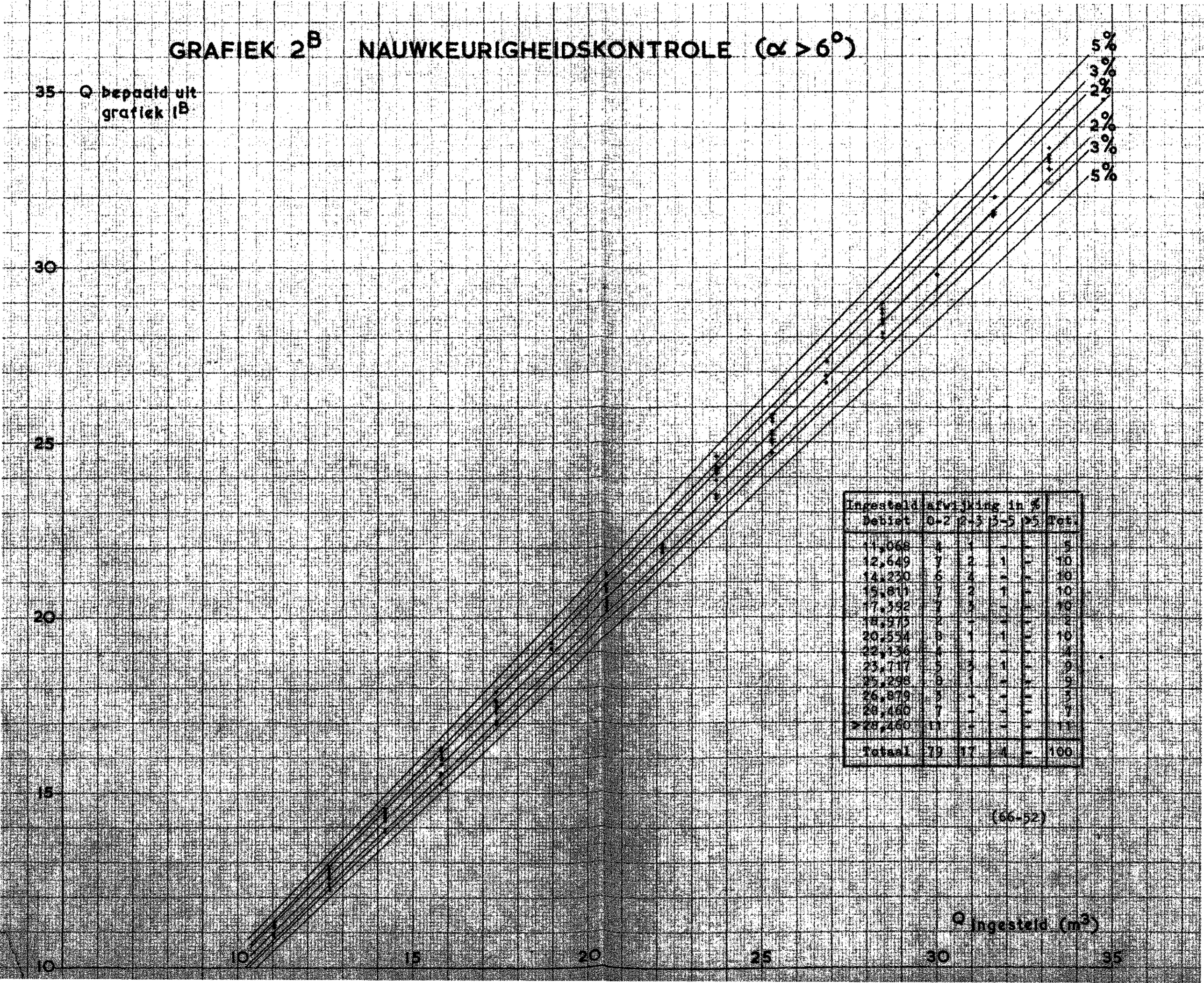
GRAFIEK 2^A NAUWKEURIGHEIDSKONTROLE ($\alpha < 6^\circ$)



Ingesteld Debiet	afwijking in % 0-2	2-3	3-5	5	Tot.
1,581	1	2	-	-	3
2,214	2	2	-	-	4
3,162	4	3	-	-	7
3,952	5	-	-	-	5
4,743	4	2	-	-	6
5,692	1	3	2	-	6
6,008	-	1	-	-	1
6,325	4	2	-	-	6
7,906	4	2	-	-	6
9,487	6	-	-	-	6
Totaal	31	17	2	-	50

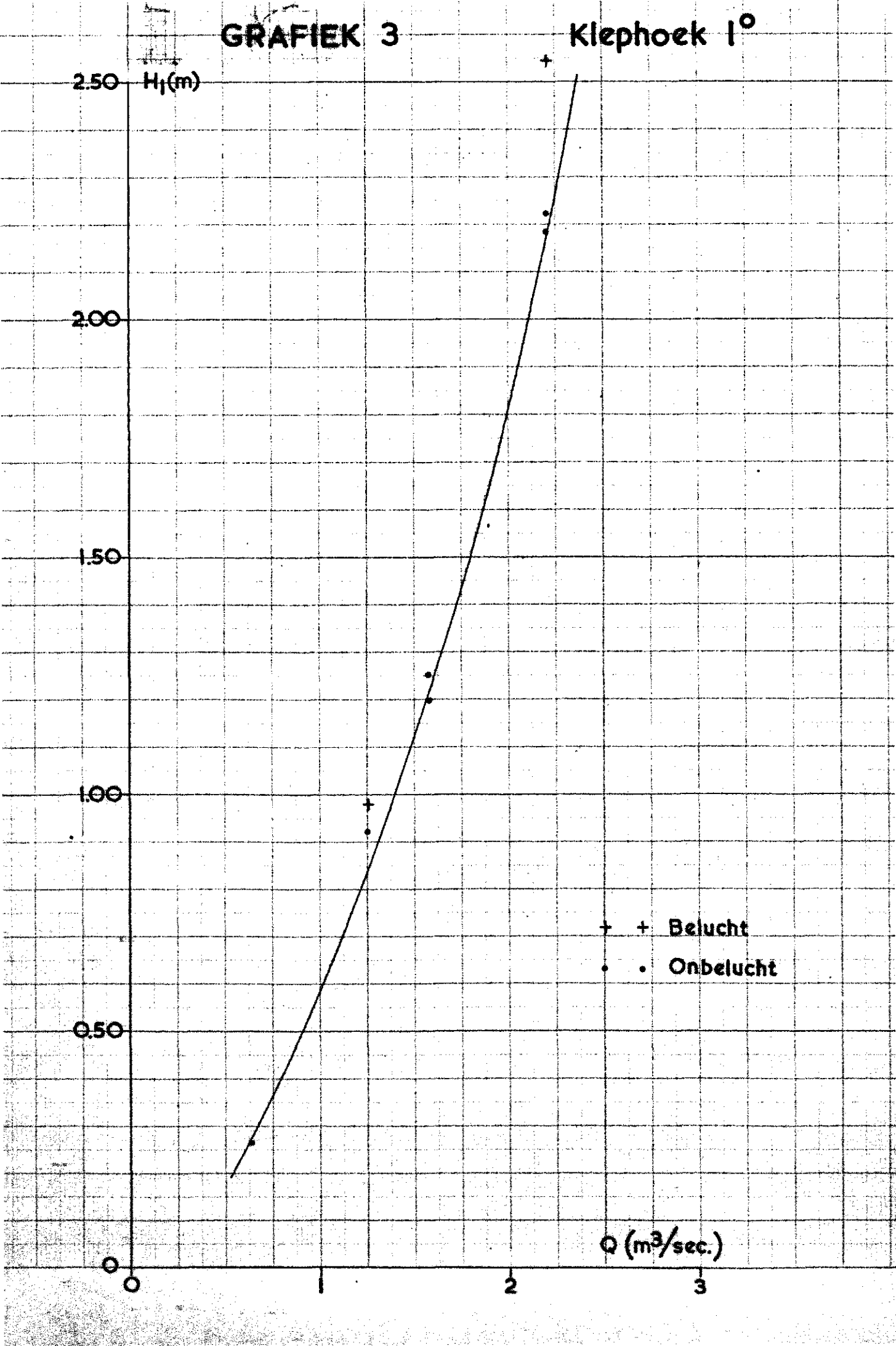
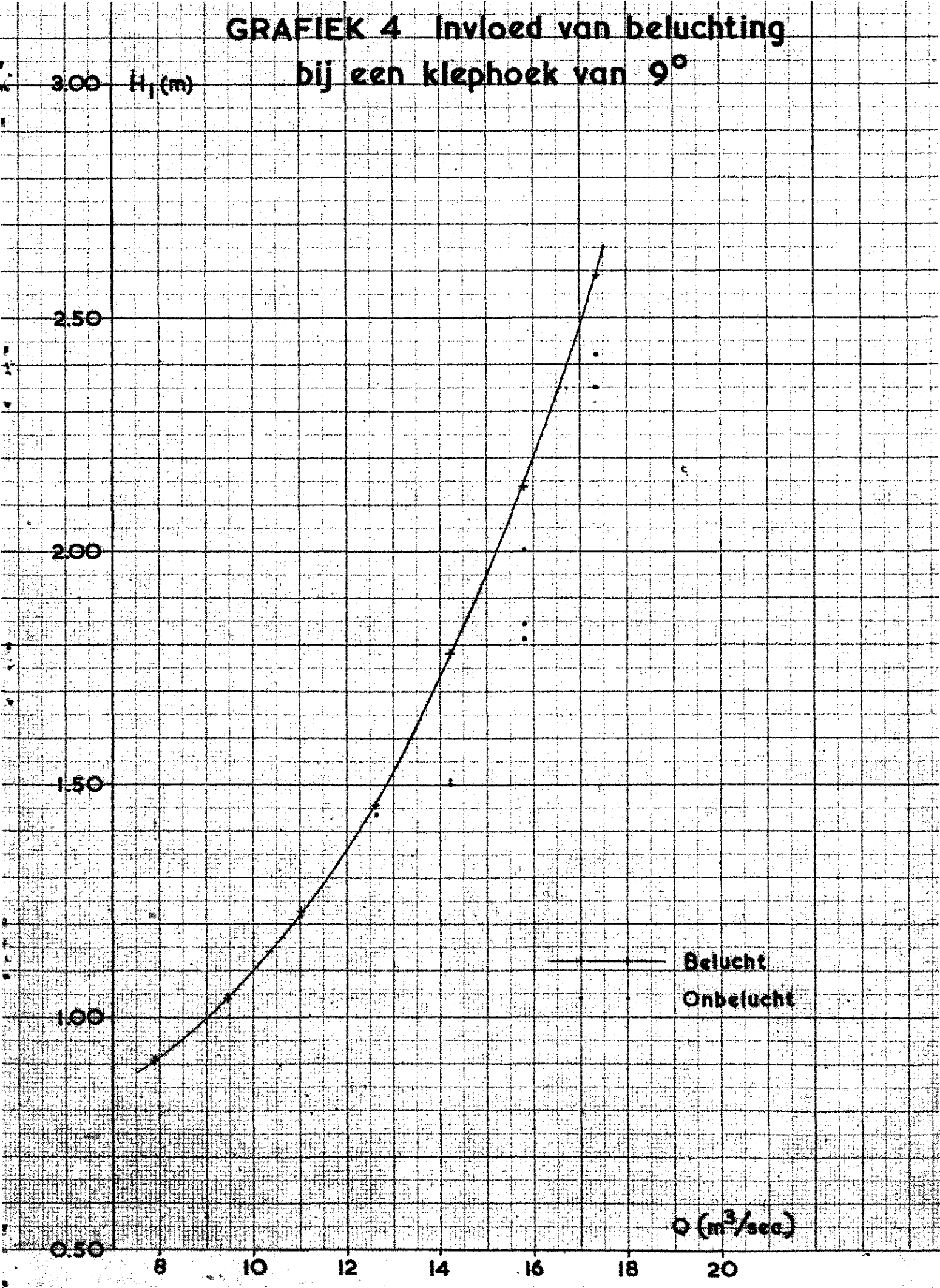
(66-52)

GRAFIEK 2B NAUWKEURIGHEIDSKONTROLE ($\alpha > 6^\circ$)



Ingesteld Debiet	afwijking in % 0-2	2-3	3-5	>5	Tot.
11,068	4	1	–	–	5
12,649	7	2	1	–	10
14,230	6	4	–	–	10
15,811	7	2	1	–	10
17,392	7	3	–	–	10
18,973	2	–	–	–	2
20,554	8	1	1	–	10
22,136	4	–	–	–	4
23,717	5	3	1	–	9
25,298	8	1	–	–	9
26,879	3	–	–	–	3
28,460	7	–	–	–	7
>28,460	11	–	–	–	11
Totaal	79	17	4	–	100

(66-52)


GRAFIEK 3
Klephoek 1°
H1(m)
2.50
2.00
1.50
1.00
0.50
0
0
1
2
3
Q (m3/sec.)
+ + Belucht
• • Onbelucht

GRAFIEK 4 Invloed van beluchting bij een klephoek van 9°