

M 973

STUW

DOORLAATCAISSONS  
BROUWERSHAVENSEGAT

RAPPORT MODELONDERZOEK

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM  
DELFT

M 973

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

DOORLAATCAISSONS BROUWERSHAVENSE GAT

Rapport Modelonderzoek

M 973

augustus 1968

## Inhoud.

	Blz.
1. Inleiding.	1
1.1. Opdracht.	1
1.2. Gegevens	1
1.3. Onderzoek.	1
1.4. Samenvatting van de resultaten.	2
2. Model.	3
2.1. Schalen.	3
2.2. Uitvoering.	3
2.3. Te meten grootheden.	3
2.4. Berekening afvoercoëfficiënt.	4
3. Metingen	5
3.1. Oorspronkelijk ontwerp.	5
3.2. Afronding van de tralies	5
3.3. Schuifspinningen in het hart van de caisson.	6
3.4. Balken op kopeinden van de tussenschotten.	6
3.5. Opvullen van de bodembak tot N.A.P. -7,50 m.	6
3.6. Overzicht van de resultaten.	7
3.7. Berekening van de verliescoëfficiënten.	7
4. Meting afvoercoëfficiënt bij neergelaten benedenschuiven.	9
4.1. Inleiding.	9
4.2. Model.	9
4.3. Berekening afvoercoëfficiënt.	10

## Figuren

1. Ontwerp doorlaatcaisson.
2. Overzicht model.
3. Drempel met en zonder caisson in stroom.
- 3a. Waterstanden nabij de caisson.
4. Meting caisson zonder schuifspanningen.
- 4a. Rechte tralies.
- 4b. Afgeronde tralies.
- 4c. Afgeronde tralies en balken op kopeinden tussenschotten.
5. Meting caisson met schuifspanningen.
- 5a. Rechte tralies.
- 5b. Afgeronde tralies.
- 5c. Afgeronde tralies en balken op kopeinden tussenschotten.
6. Metingen aan definitief ontwerp met afgeronde tralies en schuifspanningen.
7. Verband tussen waterstanden en debieten.
8. Verband tussen  $\mu$  resp.  $\frac{du}{d\xi}$  en  $\xi$ .
9. Caisson met neergelaten benedenschuiven, afvoercoëfficiënt als functie van het verval.
10. Caisson met neergelaten benedenschuiven, afvoercoëfficiënt als functie van het verval.
11. Caisson met gesloten benedenschuiven, verband tussen waterstanden en debieten.

## Doorlaatcaissons Brouwershavense Gat.

### 1. Inleiding.

#### 1.1. Opdracht.

Door het hoofd van de Waterloopkundige Afdeling van de Rijkswaterstaat te 's-Gravenhage werd aan het Waterloopkundig Laboratorium opdracht gegeven een onderzoek in te stellen naar de afvoercharacteristieken van de doorlaatcaissons voor de afsluiting van het Brouwershavense Gat (sluitgat kous). Het onderzoek is in de periode september 1967 tot juli 1968 uitgevoerd door ir. Th. M. Andriessen, die tevens het rapport samenstelde.

#### 1.2. Gegevens.

Het onderzoek werd begonnen met metingen aan de caisson volgens figuur 1. De caissons worden geplaatst op een drempel met een kruinbreedte van 30 m en taluds onder helling 1 : 6, terwijl de kruin op N.A.P. -10,00 m ligt en de bodem op N.A.P. -12,00 m tot N.A.P. -14,00 m. De drempel is bestort met stenen 60 - 300 kg, de bodem aan weerszijden tot ca. 100 m uit de teen van de drempel met stenen 10 - 300 kg. De dichtheid van de stortsteen bedraagt ca. 2600 kg/m<sup>3</sup>. De extreme buitenwaterstand bij vloed bedraagt N.A.P. +3,00 m; het verval is daarbij maximaal 2,50 m. De laagste binnenwaterstand is N.A.P.; hierbij is de laagste buitenwaterstand bij eb N.A.P. -2,00 m.

#### 1.3. Onderzoek.

Het doel van het onderzoek was het bepalen van de afvoercoëfficiënt van de caissons afhankelijk van de waterstanden, het verval, bodemhoogte en bodemruwheid. Daartoe zijn series metingen verricht waarbij genoemde factoren gevarieerd zijn.

Bovendien zijn, met het doel de afvoercoëfficiënt te verhogen, metingen verricht waarbij enige wijzigingen aan de caisson zelf werden aangebracht. Deze wijzigingen bestonden uit:

1. Het afronden van de tralies ter vermindering van de weerstand.
2. Het wegnemen van de buiten de wand uitstekende stalen schuifspinningen.
3. Het plaatsen van balken op de einden van de tussenschotten ter ver-

betering van het stroombeeld ter plaatse.

4. Het opvullen van de bodembak tot N.A.P. -7,50 m.
5. Combinaties van de punten 1 t/m 4.

#### 1.4. Samenvatting van de resultaten.

Uit het onderzoek blijkt dat de afvoercoëfficiënt vrijwel onafhankelijk is van het verval, en in geringe mate van de benedenwaterstand. Bij verhoging van de benedenwaterstand wordt een iets hogere afvoercoëfficiënt gemeten. Wijzigingen in hoogteligging en ruwheid van de bodem hebben geen meetbare verschillen opgeleverd.

Verder is gebleken dat de vorm van de traliedoorsnede een grote invloed op de afvoercoëfficiënt heeft. Door de tralies af te ronden met halfcirkelvormige profielen wordt de afvoercoëfficiënt ruim 10 % hoger. Het wegnemen van de schuifspinningen heeft een verhoging van 3 à 4 % tot gevolg, terwijl ook een kleine verbetering - ca. 2 % - wordt verkregen door het aanbrengen van rechthoekige balken op de kopeinden van de tussenschotten. (zie figuur 1). Het opvullen van de bodembak tot N.A.P. -7,50 m had geen meetbaar effect.

Naar aanleiding van de meetresultaten is de definitieve vorm van de caisson bepaald volgens figuur 1 waarbij de tralies met halfcirkelvormige profielen zijn afgerond. De hydraulische voordelen van het weglaten van de schuifspinningen en het aanbrengen van de balken op de kopeinden van de tussenschotten bleken niet op te wegen tegen de constructieve bezwaren hiervan, zodat van deze beide maatregelen is afgezien.

In figuur 6 zijn de meetresultaten van het definitieve ontwerp gegeven. De gemiddelde waarde van de afvoercoëfficiënt bedraagt 0,82.

Figuur 7 geeft direct het verband tussen boven- en benedenwaterstand bij diverse debieten.

Naderhand zijn metingen verricht naar de afvoer indien de benedenschuiven van de caisson neergelaten zijn. In dat geval is de afvoercoëfficiënt zowel van de benedenwaterstand als van het verval afhankelijk. Het verband tussen waterstand en debieten is gegeven in figuur 11.

## 2. Model.

### 2.1. Schalen.

Voor de lengte schaal is 1 : 30 gekozen.

Volgens de schaalregels van Froude wordt nu:

$$\text{Lengteschaal} : n_L = 30$$

$$\text{Snelheidsschaal} : n_V = n_g^{\frac{1}{2}} n_L^{\frac{1}{2}} = 5,48$$

$$\text{Debietschaal} : n_Q = n^2 n_V = 4930$$

(De zwaartekracht is voor model en prototype gelijk, zodat  $n_g = 1$ ).

In het navolgende zijn alle maten en waarden tot prototype omgerekend.

### 2.2. Uitvoering.

Van een caisson (zie fig. 1) is de helft in model gebracht en in een goot geplaatst (fig. 2). Het model is vervaardigd uit trovidur. Bodem en drempel zijn met behulp van grind in de goot aangebracht. Er is voor gezorgd dat de drempel ondoorlatend is door in de as een muurtje te metselen. De tralies zijn rechthoekig van doorsnede omdat uit voorgaande onderzoeken (Volkerakcaissons) gebleken is dat deze vereenvoudiging van te verwaarlozen invloed is.

Om een goede regelmatige aanstroming te verkrijgen zijn bovenstrooms in de goot roosters van geperforeerde stenen en van houten latten aangebracht.

Waterstand en verval zijn regelbaar door bovenstrooms het debiet en benedenstrooms-aan het einde van de goot de afsluiters in te stellen.

### 2.3. Te meten grootheden.

Het debiet werd gemeten met behulp van een moetbocht. Tevens werd het debiet enige malen bepaald uit snelheidsmetingen met een micromolen. De waterstanden werden op ca. 100 m boven- en benedenstrooms gemeten met behulp van statische buizen. Deze afstanden zijn gekozen omdat dit de randvoorwaarden voor de caisson met bestorting zijn. Benedenstrooms hiervan is de snelheid weer regelmatig over de vertikaal verdeeld, zodat de waterspiegel niet meer oploopt. (zie fig. 3<sup>A</sup>).

Het "verval" is bepaald door bij het verschil van boven- en benedenwaterstand de snelheidshoogte bovenstrooms op te tellen, dus:

$$z = h_1 + v_1^2/2g - h_2 = H_1 - h_2, \text{ waarin}$$

$z$  = verval in m.

$h_1$  = bovenwaterstand in m t.o.v. een horizontaal vergelijkingsvlak, waarvoor de bovenkant van de caissondrempel, die op N.A.P.  $-7,50$  m ligt, is gekozen..

$h_2$  = benedenwaterstand t.o.v. hetzelfde horizontale vergelijkingsvlak.

$v_1$  = gemiddelde snelheid bovenstrooms. Deze wordt bepaald uit

$$v_1 = Q/F_1, \text{ waarin:}$$

$Q$  = debiet in  $m^3/s$ .

$F_1 = b_1 \cdot w_1$  waarin:

$b_1$  = totale lengte van de caisson, d.w.z. de hart op hart afstand van de voegen tussen de caissons ( $b_1 = 65,4$  m).

$w_1$  = waterdiepte bovenstrooms.

#### 2.4. Berekening afvoercoëfficiënt.

Voor een overlaat geldt bij verwaarlozing van de wrijving:

$$H = h + v^2/2g. \quad [1] \text{ (zie figuur 3)}$$

Hierin is:

$H$  = energiehoogte bovenstrooms in m.

$h$  = waterhoogte boven de overlaat in m.

$v$  = gemiddelde snelheid boven de overlaat in m/s.

$$\text{Uit [1] volgt: } v = \sqrt{2g(H-h)} \text{ dus: } q = h \sqrt{2g(H-h)} \quad [2]$$

waarin  $q$  de afvoer per m damlengte is.

Omdat de waterhoogte boven de dam i.h.a. niet of moeilijk te meten is wordt in formule [2]  $h$  vervangen door  $h_2$ . De hierdoor ontstane fout wordt gecorrigeerd door het invoeren van een factor  $M$ . Dit geeft:

$$q = M \cdot h_2 \cdot \sqrt{2g(H-h_2)} \quad [3] \text{ waarin } M > 1 \text{ omdat } h_2 > h.$$

Wordt op de dam een caisson geplaatst, dan blijft formule [3] gelden mits  $H$  en  $h_2$  gemeten worden t.o.v. de bovenkant van de caissondrempel.



Formule [3] wordt voor één caisson:

$$M = \frac{Q}{bh_2 \sqrt{2gz}} \quad [4], \text{ waarin}$$

$Q$  = debiet door één caisson in  $m^3/s$ .

$z$  = verval in m.  $z = H - h_2 = h_1 + v_1^2/2g - h_2$ .

$h_1$  = waterhoogte bovenstrooms t.o.v. caissondrempel (N.A.P. -7,50 m).

$h_2$  = " " benedenstrooms " " " "

$v_1$  = gemiddelde snelheid bovenstrooms in m/s.

$b$  = lengte van één caisson verminderd met de gesommeerde dikten van de tussenschotten in m.

### 3. Metingen.

#### 3.1. Oorspronkelijk ontwerp.

Het oorspronkelijk ontwerp is weergegeven in figuur 1. Hierbij zijn echter de tralies niet afgerond en zijn er geen buiten de wanden uitstekende schuifspinningen aanwezig. De bodem ligt op N.A.P. -12,00 m. De meetresultaten zijn in figuur 4<sup>A</sup> weergegeven. Zoals blijkt is  $M$  vrijwel onafhankelijk van verval en in geringe mate van de benedenwaterstand. Als afvoercoëfficiënt is het gemiddelde van de meetresultaten aangenomen. Voor het oorspronkelijk ontwerp blijkt dan  $M$  0,75 te bedragen.

#### 3.2. Afronding van de tralies.

Het oorspronkelijk ontwerp werd voorzien van halfcirkelvormige profielen met een diameter gelijk aan de traliebreedte; d.w.z. 0,28 m voor de tralies aan de buitenzijden en 0,24 m voor die in het midden van de caisson. Aangezien in het model steeds in dezelfde richting gestroomd werd zijn de afrondingen alleen aan de bovenstroomse zijden van de tralies aangebracht. De gemiddelde afvoercoëfficiënt van de oorspronkelijke caisson (zonder schuifspinningen) wordt nu ca. 0,85, d.w.z. dat de afrondingen een verhoging van ca. 13 % tot gevolg hebben. De meetresultaten zijn in figuur 4<sup>B</sup> gegeven. Bij de caisson met schuifspinningen wordt 0,818 gevonden, d.w.z. een verhoging van ca 12 %.

### 3.3. Schuifspanningen in het hart van de caisson.

Om constructieve redenen bleek het wenselijk de schuiven te geleiden door middel van sponningen die ongeveer in het hart van de caisson zijn aangebracht en 0,15 m buiten de wanden steken. Deze sponningen zijn in het model aangebracht. De invloed van deze sponningen blijkt uit vergelijking van de meetresultaten van de figuren 4<sup>A</sup> en 5<sup>A</sup> voor de caisson met rechte tralies en van de figuren 4<sup>B</sup> en 5<sup>B</sup> voor de caisson met afgeronde tralies. Voor het geval met rechte tralies wordt 0,75 gevonden bij afwezigheid van schuifspanningen en 0,73 indien wel schuifspanningen aanwezig zijn. Dit betekent een vermindering van de afvoercoëfficiënt van ca. 2,5 %. In het geval de tralies afgerond zijn wordt 0,85 resp. 0,818 gevonden hetgeen een afname van ca. 3,5 % inhoudt.

### 3.4. Balken op kopeinden van de tussenschotten.

Op de kopeinden van de tussenwanden zijn ter vermindering van de contractie die daar optreedt balken met afmetingen 0,15 x 0,32 m geplaatst. Afrondingen waren hier niet mogelijk i.v.m. het feit dat de drijfschotten tegen deze kopeinden geplaatst moeten worden. Hiervoor werd een aanslag van 0,15 m geëist. De wanden zijn 0,45 m dik, zodat de maximale breedte van de balken 0,15 m kon bedragen. De hoogte van de balken moest zodanig zijn, dat de balken niet buiten de drijfschotten uitsteken, d.w.z. dat de maximale afmetingen van de balken 0,15 x 0,32 m konden zijn. De figuren 4<sup>C</sup> en 5<sup>C</sup> geven de resultaten van de proeven. Ten opzichte van de caisson met afgeronde tralies zonder schuifspanningen wordt een verbetering van de afvoercoëfficiënt van 2,7 % gevonden, terwijl voor het geval schuifspanningen aanwezig zijn de verhoging ca. 2 % bedraagt.

### 3.5. Opvullen van de bodembak tot N.A.P. -7,50 m.

Het opvullen van de bodembak had geen meetbare verandering van de afvoercoëfficiënt tot gevolg. Aan de caisson met afgeronde tralies zonder schuifspanningen werd uit een serie metingen bij diverse vervallen een gemiddelde waarop voor de afvoercoëfficiënt  $M = 0,853$  gevonden. Zonder opvullen van de bodembak is  $M = 0,849$  gemeten. De verbetering t.g.v. het opvullen zou dus ca. 0,5 % bedragen, hetgeen binnen de meetnauwkeurigheid valt.

### 3.6. Overzicht van de resultaten.

Hieronder wordt in tabelvorm een overzicht gegeven van de gemiddelde afvoercoëfficiënten, die bij de diverse uitvoeringen van de caisson zijn gevonden:

Toestand	Tralies		Schuifspanningen		Balken		
	Recht	Afgerond	Aanwezig	Afwezig	Afwezig	Aanwezig	
1	X		X		X		0,730
2	X			X	X		0,751
3		X	X		X		<u>0,818</u>
4		X		X	X		0,849
5		X	X			X	0,833
6		X		X		X	0,872

### 3.7. Berekening van de verliescoëfficiënten.

Formule [4] in paragraaf 2.4. is ook te schrijven als

$$M = \frac{Q}{bh_2 \sqrt{2g(H - h_2)}}$$

Stel  $\frac{Q}{bh_2} = v$ ; dan wordt:

$$M = \frac{v}{2g\sqrt{(H - h_2)}}, \text{ of } H - h_2 = \frac{1}{M^2} \cdot \frac{v^2}{2g}.$$

Stellen we:

$M_1$  de afvoercoëfficiënt van de caisson met schuifspanningen

$M_2$  de afvoercoëfficiënt van de caisson zonder schuifspanningen en

$H_s$  het energieverlies ten gevolge van de schuifspanningen, dan wordt indien verondersteld wordt dat de schuifspanningen geen invloed hebben op de snelheid  $v$ :

$$H_s = \frac{1}{M_1^2} \cdot \frac{v^2}{2g} - \frac{1}{M_2^2} \cdot \frac{v^2}{2g} \text{ of: } H_s = \frac{1}{M_1^2} - \frac{1}{M_2^2} \cdot \frac{v^2}{2g} = \xi_s \cdot \frac{v^2}{2g}$$

waarin  $\xi_s$  de verliescoëfficiënt ten gevolge van de schuifspanningen voorstelt.

Uit de gemeten  $M$ -waarden zijn nu de verliescoëfficiënten te berekenen die ontstaan door

1. Het aanbrengen van schuifspanningen,  $\xi_s$
2. Het niet afronden van de tralies;  $\xi_a$
3. Het niet aanbrengen van de balken op de kopeinden van de tussenschotten;  $\xi_b$

Uit de gevallen 1 en 2 (zie tabel in 3,6) volgt:

$$\xi_s = \frac{1}{0,730^2} - \frac{1}{0,751^2} = 0,10; \text{ uit 3 en 4:}$$

$$\xi_s = \frac{1}{0,818^2} - \frac{1}{0,849^2} = 0,10; \text{ uit 5 en 6:}$$

$$\xi_s = \frac{1}{0,833^2} - \frac{1}{0,872^2} = 0,12. \text{ Dus } \xi_s \approx 0,11.$$

Zo volgt uit de gevallen 1 en 3:

$$\xi_a = \frac{1}{0,730^2} - \frac{1}{0,818^2} = 0,38; \text{ uit 2 en 4:}$$

$$\xi_a = \frac{1}{0,751^2} - \frac{1}{0,849^2} = 0,39. \text{ Dus } \xi_a \approx 0,38$$

Uit de gevallen 3 en 5 is te berekenen dat:

$$\xi_b = \frac{1}{0,818^2} - \frac{1}{0,833^2} = 0,05; \text{ uit 4 en 6}$$

$$\xi_b = \frac{1}{0,849^2} - \frac{1}{0,872^2} = 0,07. \text{ Dus } \xi_b \approx 0,06$$

Stelt men de verliescoëfficiënt van de caisson waarbij geen schuifspanningen aanwezig zijn, de tralies zijn afgerond en waarbij tevens de kopeindend van de tussenschotten balken zijn aangebracht op  $M_0$ , dan is deze waarde met behulp van de gemeten  $\xi$ -waarden en de berekende  $\xi_s$ ,  $\xi_a$  en  $\xi_b$  voor alle gevallen te berekenen.

Geval	$M_{\text{gemeten}}$	$\xi_{\text{totaal}} = \frac{1}{M^2}$	$\xi_{\text{tot.}}$	$\xi_s$	$\xi_a$	$\xi_b$
1	0,730	1,88	$\xi_0 = 1,88$	- 0,11	- 0,38	- 0,06 = 1,33
2	0,751	1,78	$\xi_0 = 1,78$		- 0,38	- 0,06 = 1,34
3	0,818	1,49	$\xi_0 = 1,49$	- 0,11		- 0,06 = 1,32
4	0,849	1,39	$\xi_0 = 1,39$			- 0,06 = 1,33
5	0,833	1,44	$\xi_0 = 1,44$	- 0,11		= 1,33
6	0,872	1,32	$\xi_0 = 1,32$			= 1,32

De gemiddelde waarde wordt:  $\xi_0 \text{ gem.} \approx 1,33$

De grootste afwijking wordt gevonden in geval 6:

$$M = \frac{1}{\sqrt{\xi}} \rightarrow M = \frac{1}{\sqrt{1,33}} = 0,868$$

Gemeten was:  $M_6 = 0,872$ . Verschil ca. 0,5 %.

Aangenomen kan dus worden dat de vermindering van de verliescoëfficiënt ten gevolge van een bepaalde verbetering aan de caisson constant is; m.a.w. onafhankelijk is van het feit of andere maatregelen ter verbetering van de afvoer genomen zijn of niet.

Eenzelfde vermindering van de verliescoëfficiënt zal echter een grotere verhoging van  $M$  tot gevolg hebben naarmate kleiner is hetgeen

blijkt uit het verband  $M = \frac{1}{\sqrt{\xi}}$  en dus  $\frac{dM}{d\xi} = \frac{-1}{2\sqrt{\xi^3}}$ .

In figuur 8 is het verband tussen  $M$  resp.  $\frac{dM}{d\xi}$  en  $\xi$  weergegeven.

#### 4. Meting afvoercoëfficiënt bij neergelaten benedenschuiven.

##### 4.1. Inleiding.

De sluiting van de caissons zal in twee etappes geschieden. Eerst worden bij kentering van het getij de benedenschuiven neergelaten. Later worden de bovenschuiven gesloten waarmee de caissons geheel dicht zijn.

Tussen het sluiten van beneden- en bovenschuiven zal nog stroming door de caissons plaatsvinden over de neergelaten benedenschuiven.

De bovenkant van deze schuiven ligt op N.A.P. -2,75 m. De buitenwaterstand kan variëren van N.A.P. +3,00 m tot N.A.P. -2,00 m. Het maximaal verval bedraagt 2,5 m. Gevraagd werd voor deze situatie opnieuw de afvoercoëfficiënten te bepalen.

##### 4.2. Model.

Voor deze metingen werd hetzelfde model gebruikt. In de schuifspinningen werden de in trovidur uitgevoerde benedenschuiven aangebracht.

De proeven zijn alleen verricht met het definitieve ontwerp, dus de caisson met afgeronde tralies en schuifspinningen. De bodembak is dus niet opgeculd en er zijn geen balken op de tussenschotten aangebracht.

### 4.3. Berekening afvoercoëfficiënt.

De berekening van de afvoercoëfficiënt  $M$  geschiedde geheel als beschreven onder paragraaf 2.4. De waterhoogte benedenstrooms werd gemeten t.o.v. de bovenkant van de caissondrempel op N.A.P. -7,50 m.

De op deze wijze uit de metingen berekende afvoercoëfficiënten zijn gegeven in figuur 9. Het blijkt dat  $M$  van zowel de benedenwaterstand als van het verval.

Tevens is de afvoercoëfficiënt  $M'$  bepaald waarbij de benedenwaterhoogte  $h_2'$  is gemeten t.o.v. de bovenkant van de neergelaten schuiven, dus t.o.v. N.A.P. -2,75 m.

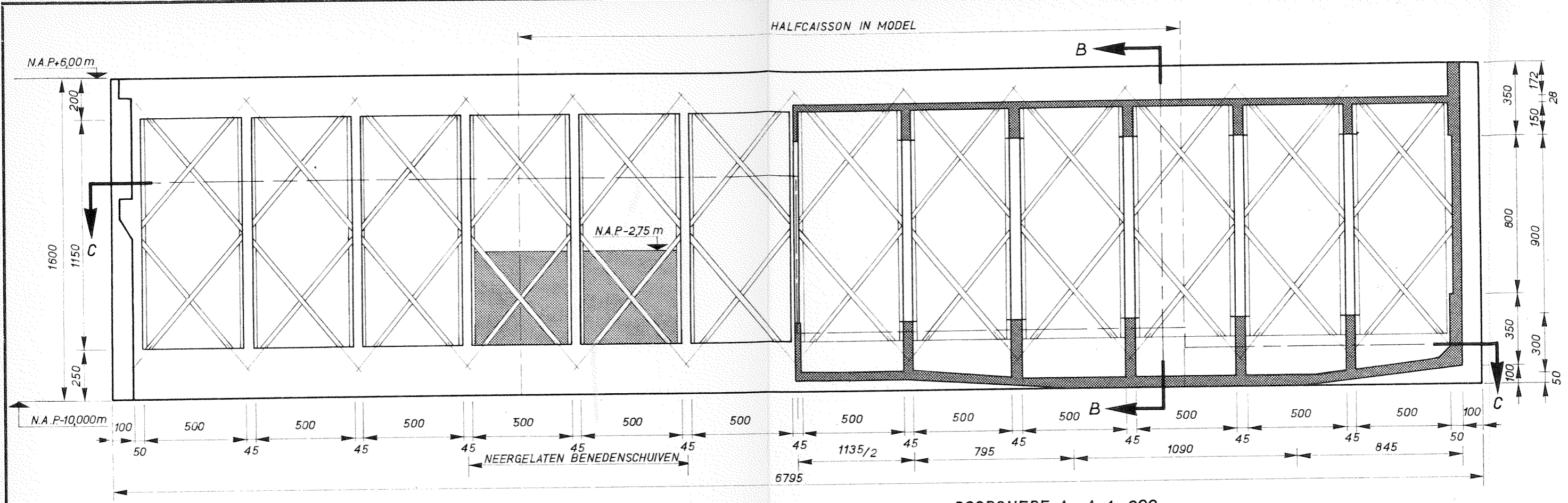
$M'$  is te berekenen uit  $M$ , immers:

$$M = \frac{Q}{bh_2 \sqrt{2gz}} \quad \text{en} \quad M' = \frac{Q}{bh_2' \sqrt{2gz}}, \quad \text{dus} \quad M' = \frac{h_2}{h_2'} M.$$

$$h_2' = h_2 - (7,50 - 2,75) = h_2 - 4,75.$$

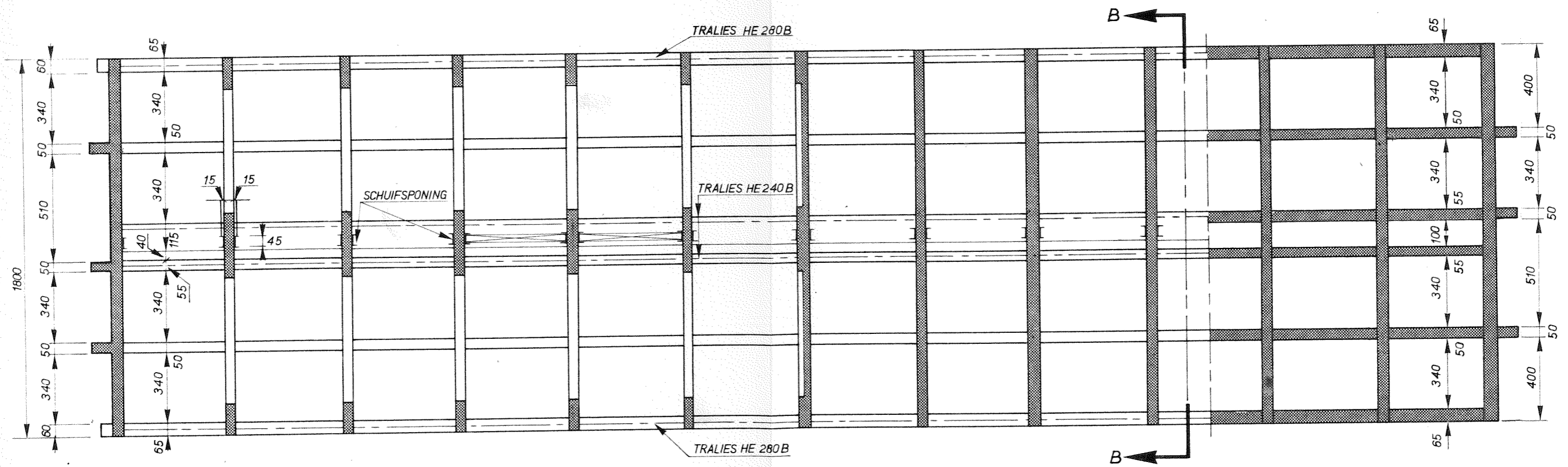
Voor iedere benedenwaterstand is de verhouding  $\frac{h_2}{h_2'}$  te bepalen en hiermee uit de  $M$  - waarden de  $M'$  - waarden. Deze laatste zijn in figuur 10 gegeven.

Tenslotte is in figuur 11 het verband tussen waterstanden en debieten gegeven.



AANZICHT 1:200

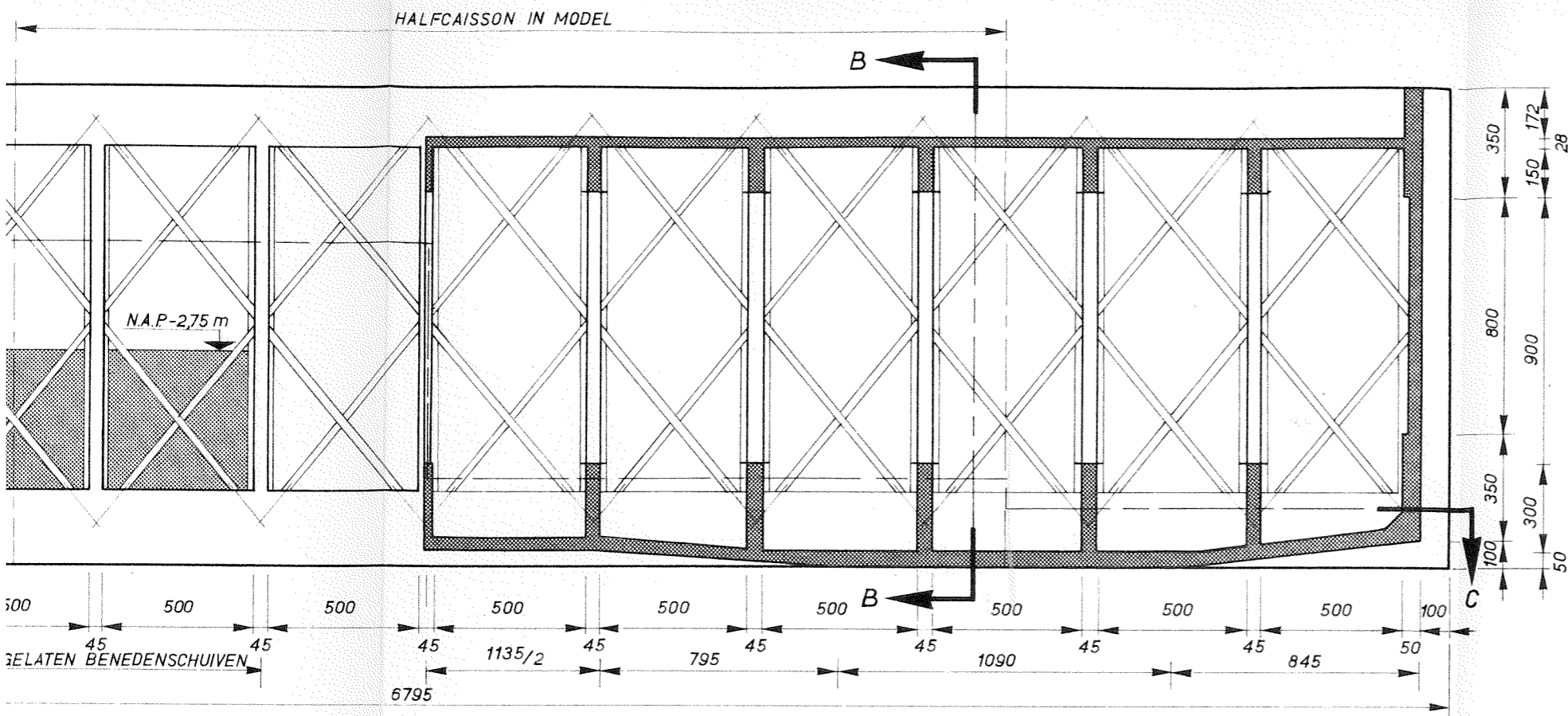
DOORSNEDE A-A 1:200



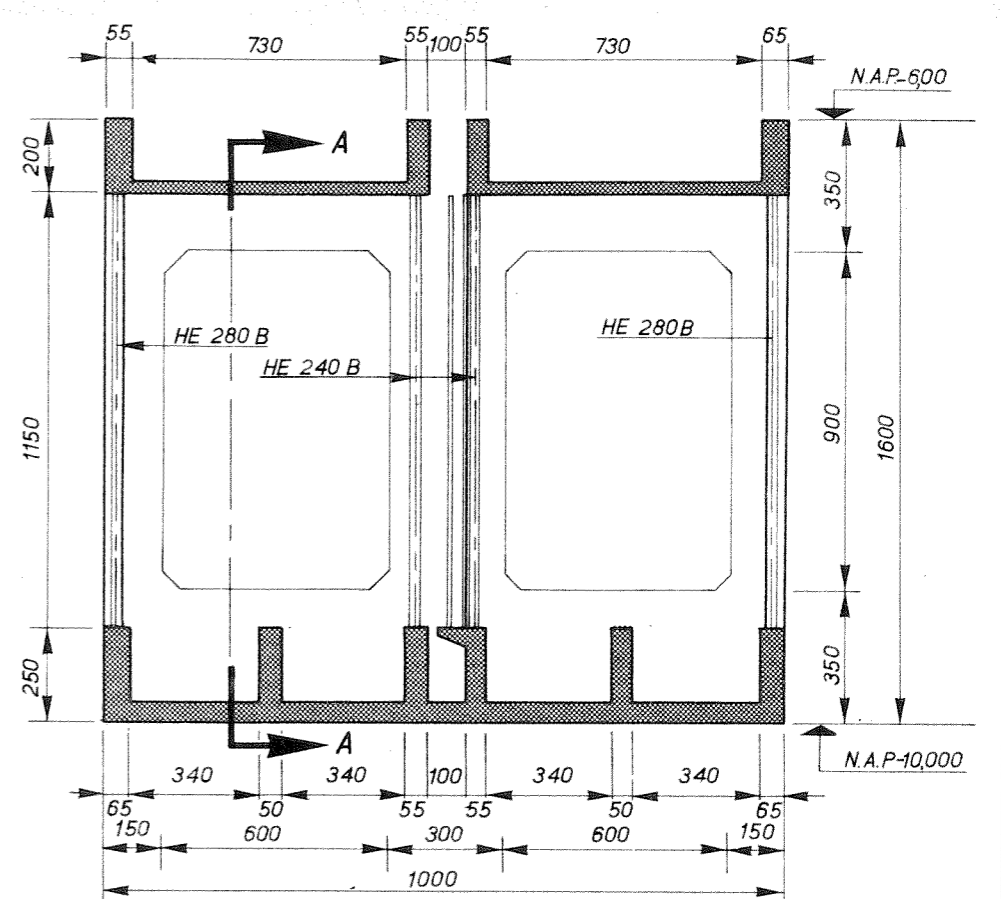
DOORSNEDE C-C 1:200

ONTWERP DOORLAATCAISSON		F
	SCHAAL	A3
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.973-1001	FIG.1

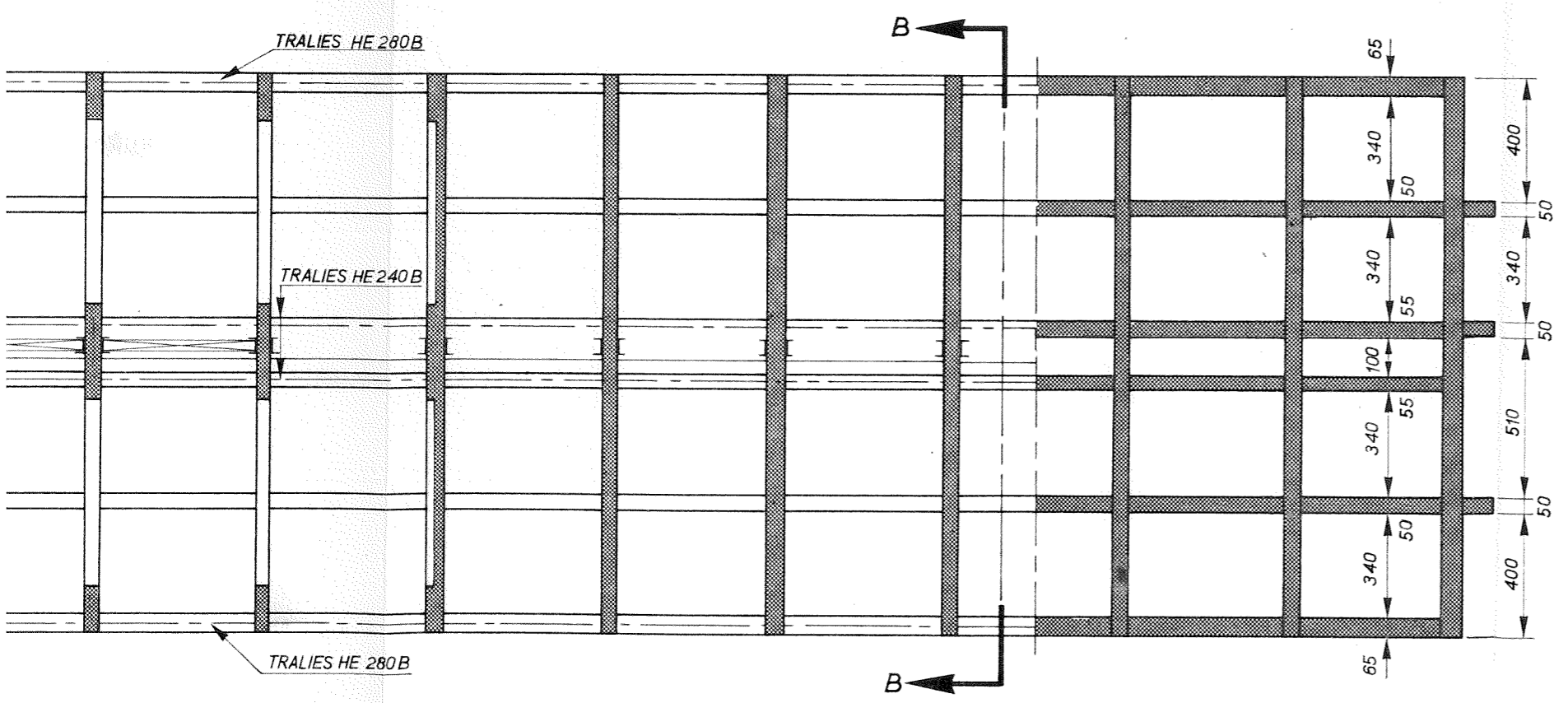
MATEN IN cm (PROTOTYPE)  
PEILEN IN m. T.O.V. N.A.P.



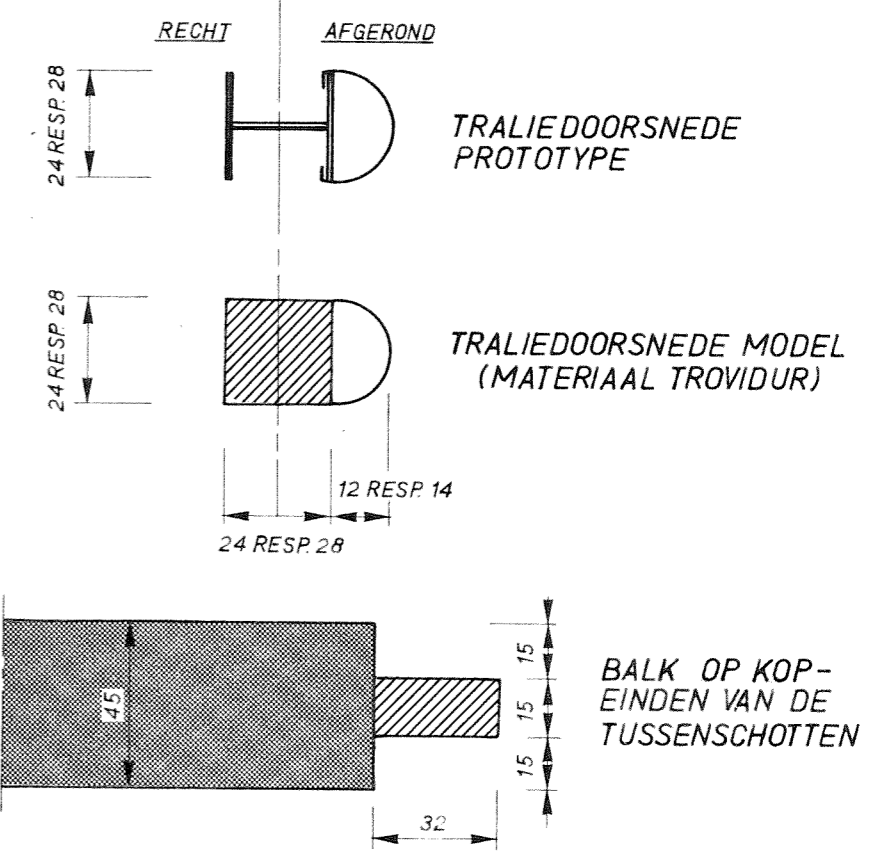
DOORSNEDE A-A 1:200



DOORSNEDE B-B 1:200



DOORSNEDE C-C 1:200

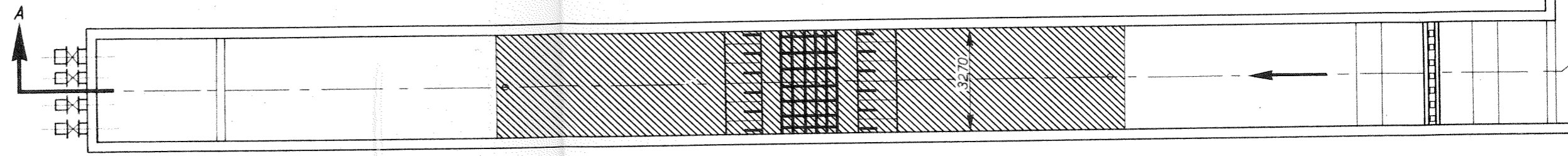


ONDERZOCHT WIJZIGINGEN  
SCHAAL 1:20 (T.O.V. PROTOTYPE)

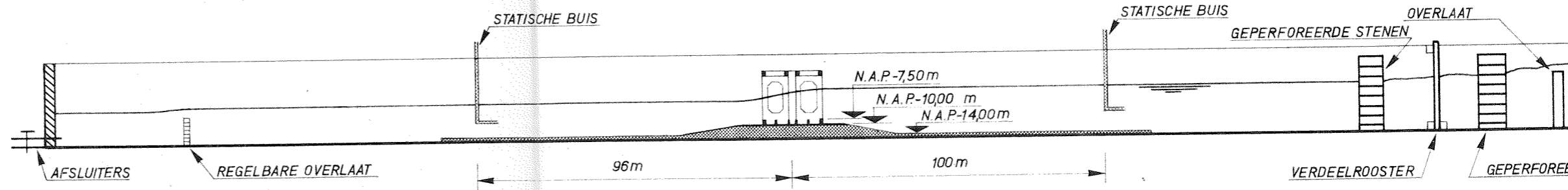
		F
CHAAL	t.o.v. PROT. 1:200, 1:20 t.o.v. MODEL 1:667, 1:0,667	A3
1.973-1001	FIG.1	

MATEN IN cm.(PROTOTYPE)  
PEILEN IN m. T.O.V. N.A.P.





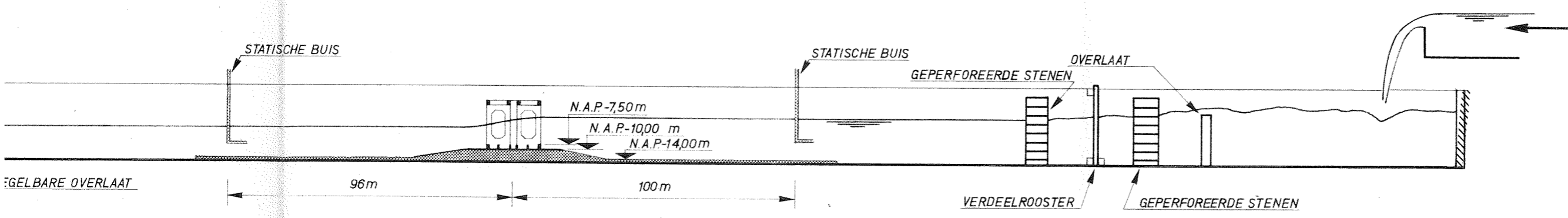
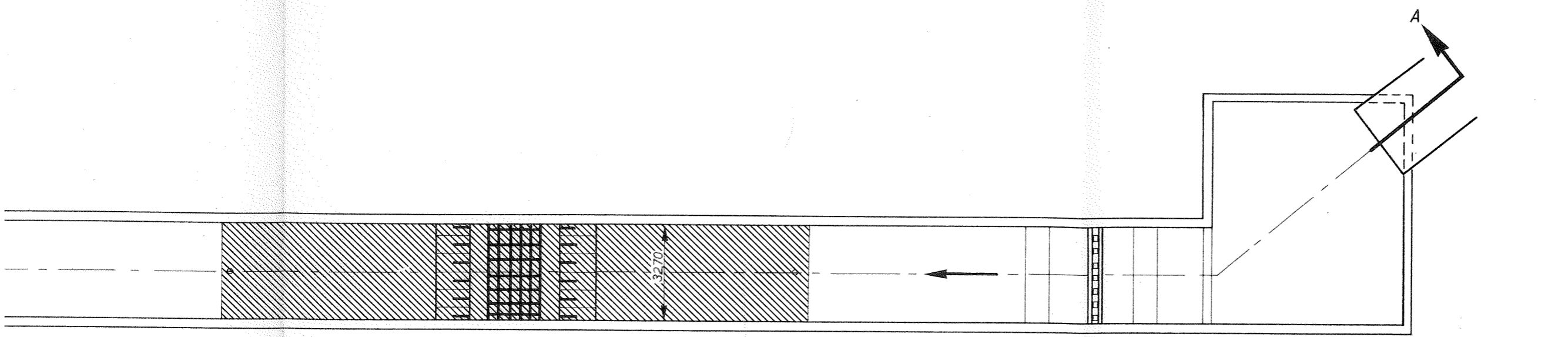
BOVENAANZICHT



DOORSNEDE A - A

MATEN IN m. (PROTOTYPE)

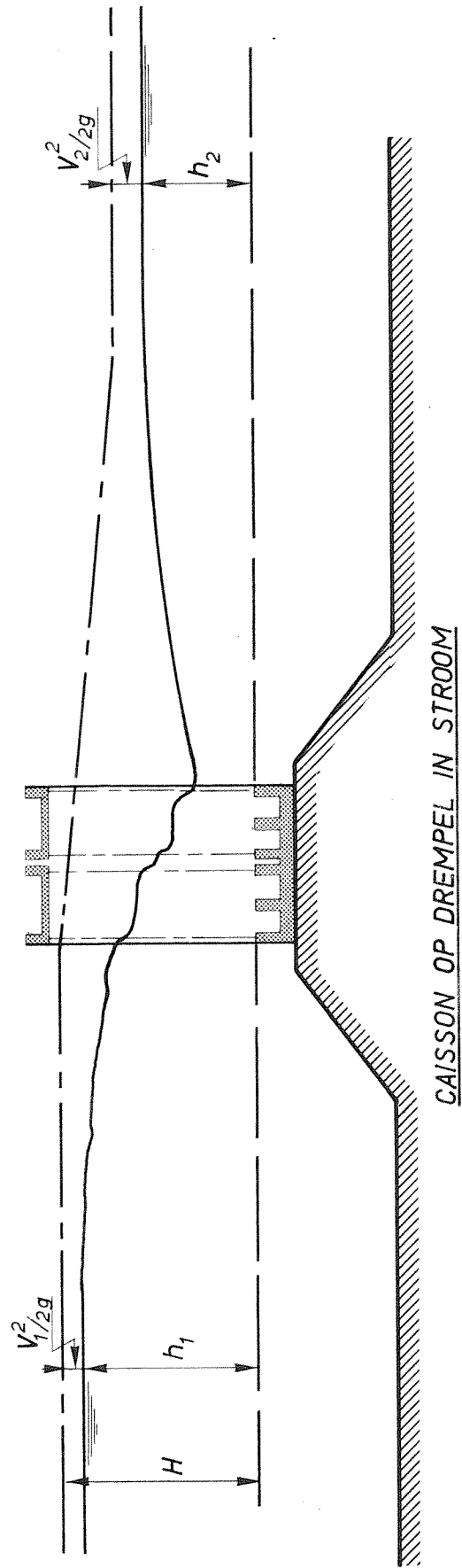
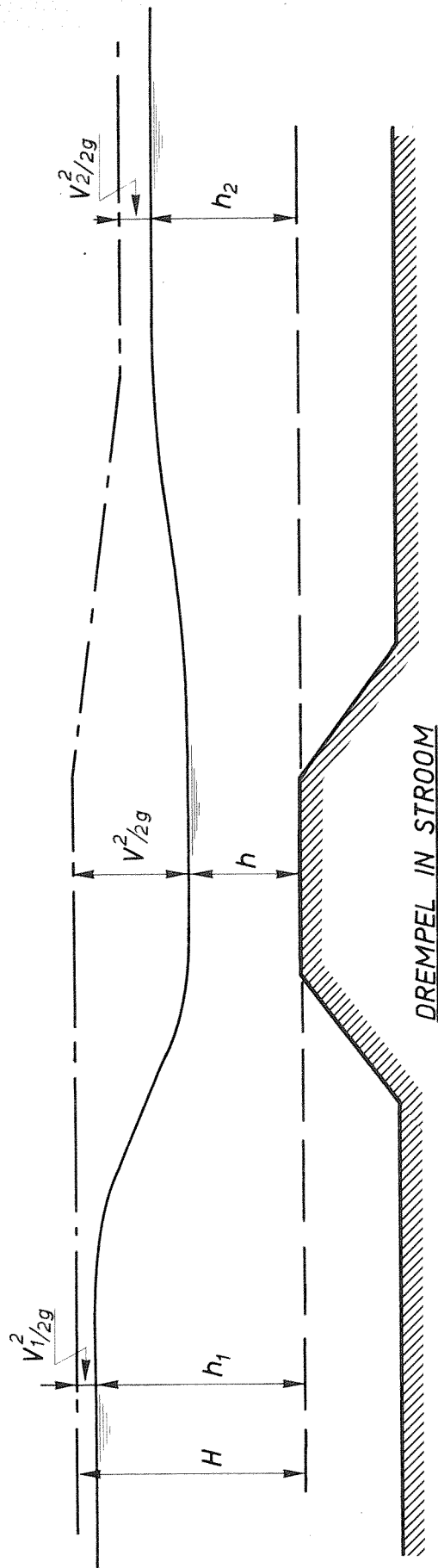
OVERZICHT MODEL			F
	SCHAAL:	t.o.v. PROT. 1:1500 t.o.v. MODEL 1:50	A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.973-1002	FIG.2	



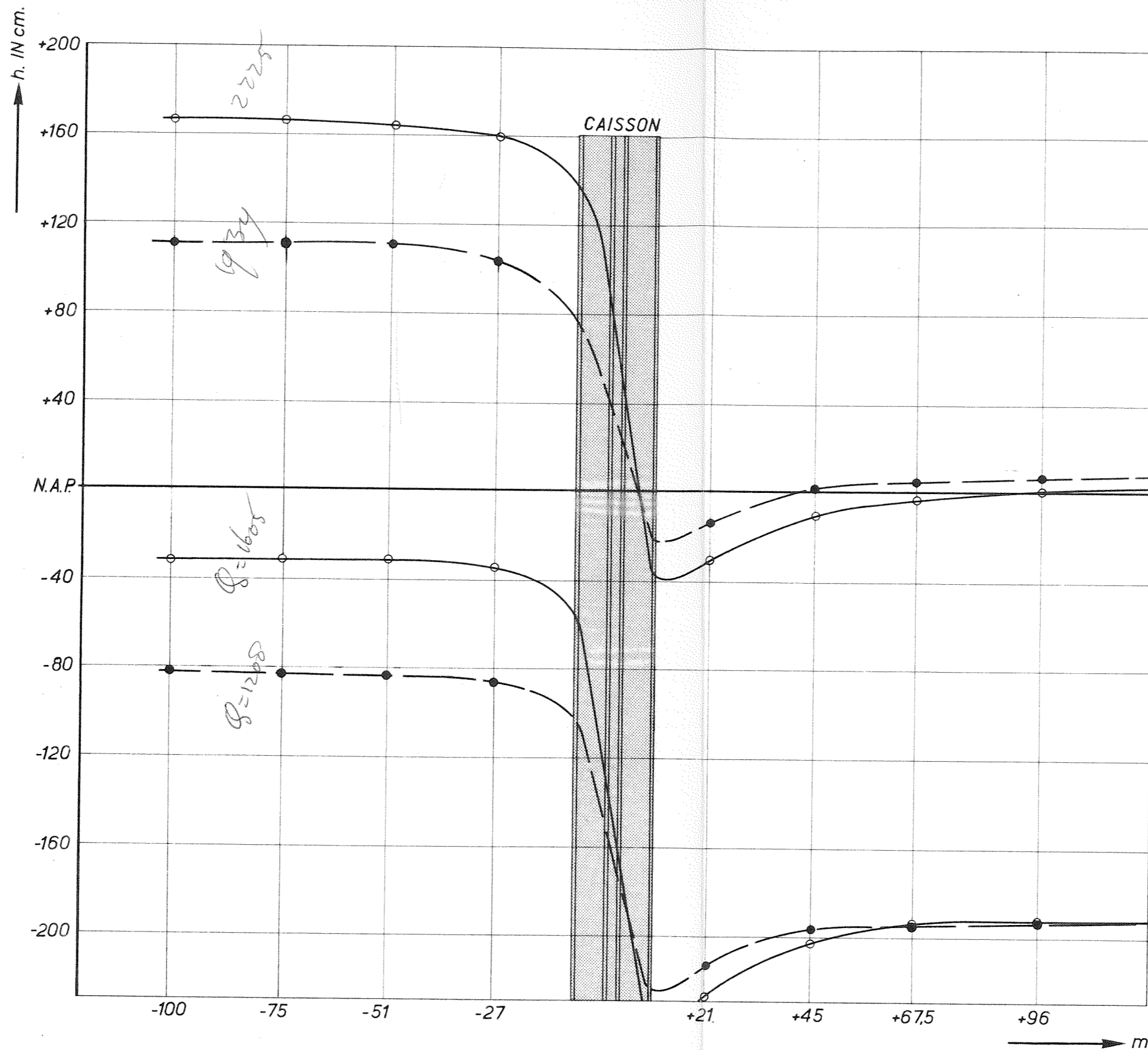
DOORSNEDE A - A

MATEN IN m. (PROTOTYPE)

		F
CHAAL	t.o.v. PROT. 1: 1500 t.o.v. MODEL 1: 50	A3'
1.973-1002	FIG. 2	



DREMPEL MET EN ZONDER CAISSON IN STROOM.



WATERSTANDEN NABIJ DE CAISSON.

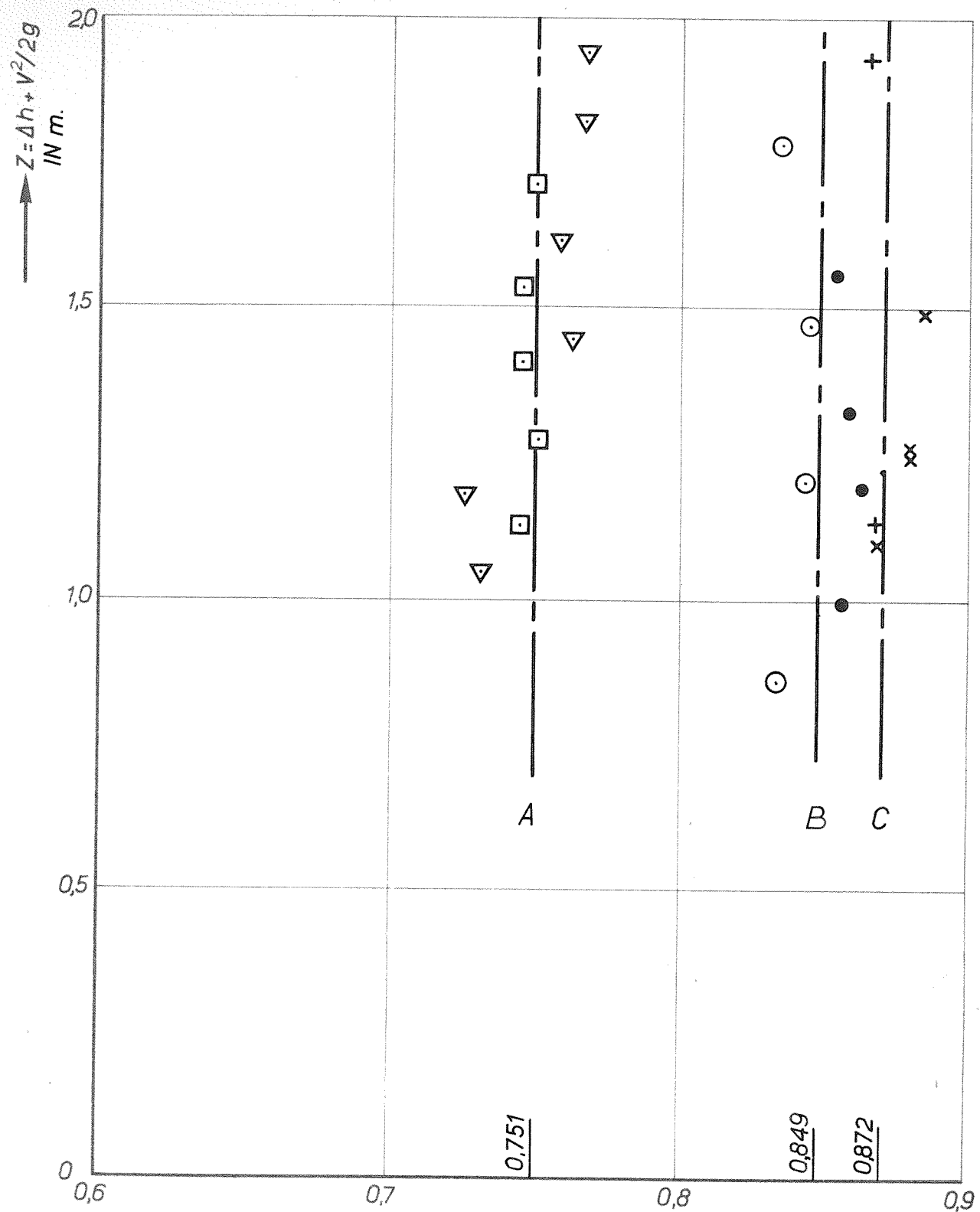
F

A3

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.973 - 1004 FIG.3a

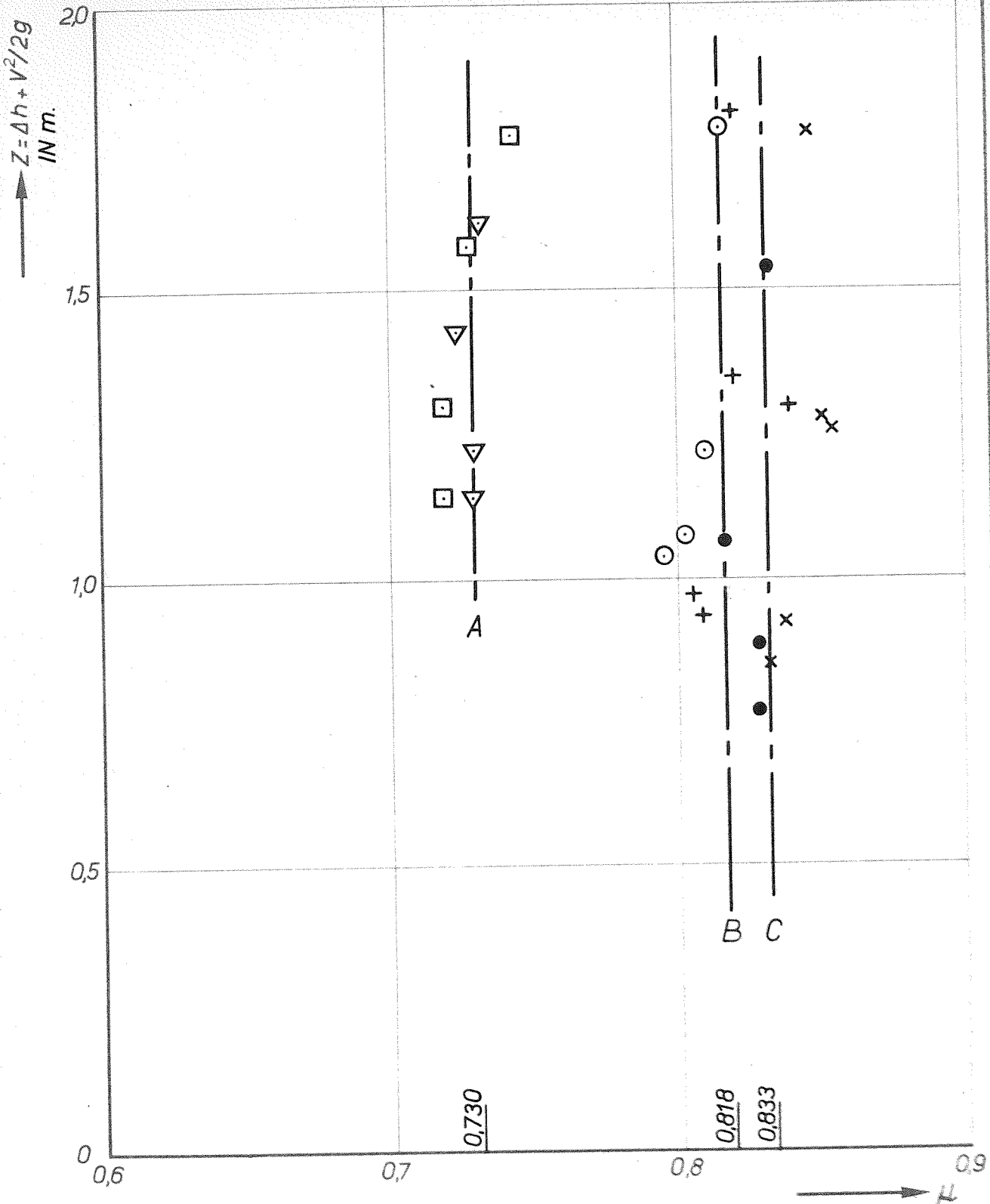
DOORLAATCAISSON BROUWERSHAVENSE GAT  
 GEMETEN WATERSTANDEN BIJ CAISSON MET  
 RECHTE TRALIES.  
 BODEM N.A.P. -12,00 m.



INVLOED TRALIEAFRONINGEN EN BALKEN OP TUSSENSCHOTTEN OP CAISSON ZONDER SCHUIFSPONINGEN.

- |   |               |                     |   |  |                                       |
|---|---------------|---------------------|---|--|---------------------------------------|
| □ | }             | BENEDENWATER N.A.P. | A | □  | RECHTE TRALIES (GEEN SCHUIFSPONINGEN) |
| ● |               |                     |   |  |                                       |
| x | }             | " " N.A.P.-200      | C | " ( " " " " MET BALKEN 15x32 OP TUSSENSCHOTTEN ) |                                       |
| ▽ |               |                     |   |  | " ( " " " " )                         |
| ○ | " ( " " " " ) |                     |   |  |                                       |
| + |               | " ( " " " " )       |   |  |                                       |

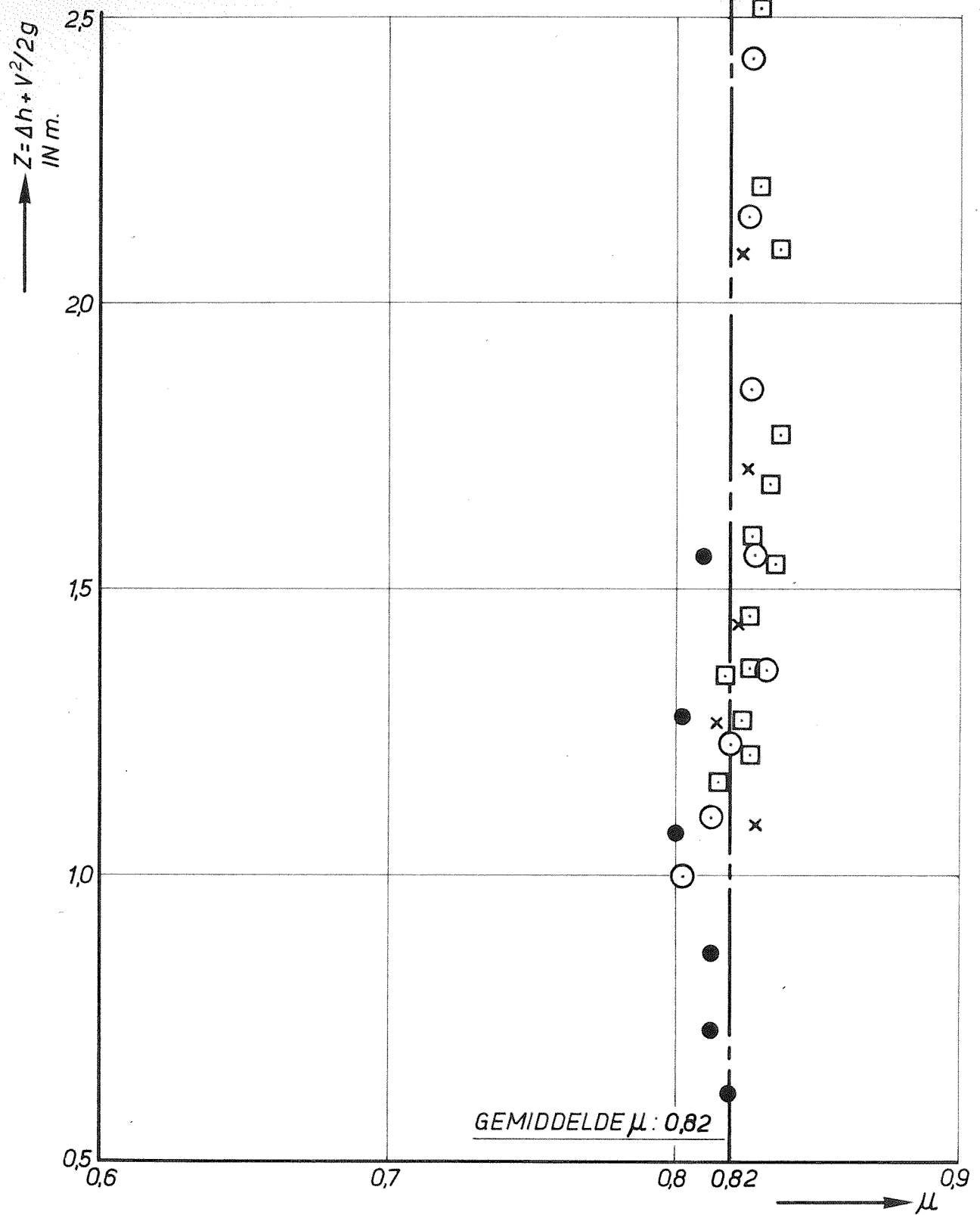
METING CAISSON ZONDER SCHUIFSPONINGEN		F
		A4
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.973-1005	FIG.4



INVLOED TRALIEAFRONINGEN OP CAISSON MET SCHUIFSPONNING (DEFINITIEF ONWERP) EN INVLOED BALKEN OP TUSSENSCHOTTEN.

- |  |  |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none"> <li><span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> } <i>BENEDENWATER N.A.P.</i></li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black;"></span> } " " "</li> <li><span style="border: 1px solid black; transform: rotate(180deg); display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> } <i>N.A.P.-200</i></li> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> } " " "</li> <li><span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; display: inline-block; width: 10px; height: 10px; background-color: black;"></span> } " " "</li> <li><span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; border-bottom: 1px dashed black;"></span> } " " "</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>A <span style="border: 1px solid black; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> <i>RECHTE TRALIES (MET SCHUIFSPONNINGEN)</i></li> <li>B <span style="border: 1px solid black; border-radius: 50%; display: inline-block; width: 10px; height: 10px;"></span> <i>AFGERONDE " " " "</i></li> <li>C <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border-left: 1px dashed black; border-right: 1px dashed black; border-bottom: 1px dashed black;"></span> <i>" " " ( EN BALKEN 15x32 OP TUSSENSCHOTTEN )</i></li> </ul> |
|--|--|

<i>METING CAISSON MET SCHUIFSPONNINGEN.</i>		F
		A4
<b>WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM</b>	M.973-1006	FIG. 5



DEBIET DOOR 1 CAISSON

- 2255 m<sup>3</sup>/s
  - 1934 m<sup>3</sup>/s
  - x 1582 m<sup>3</sup>/s
  - 1208 m<sup>3</sup>/s
- }  $\mu$  GEM. = 0,82

METINGEN AAN DEFINITIEF ONTWERP MET AFGERONDE TRALIES EN SCHUIFSPONNINGEN

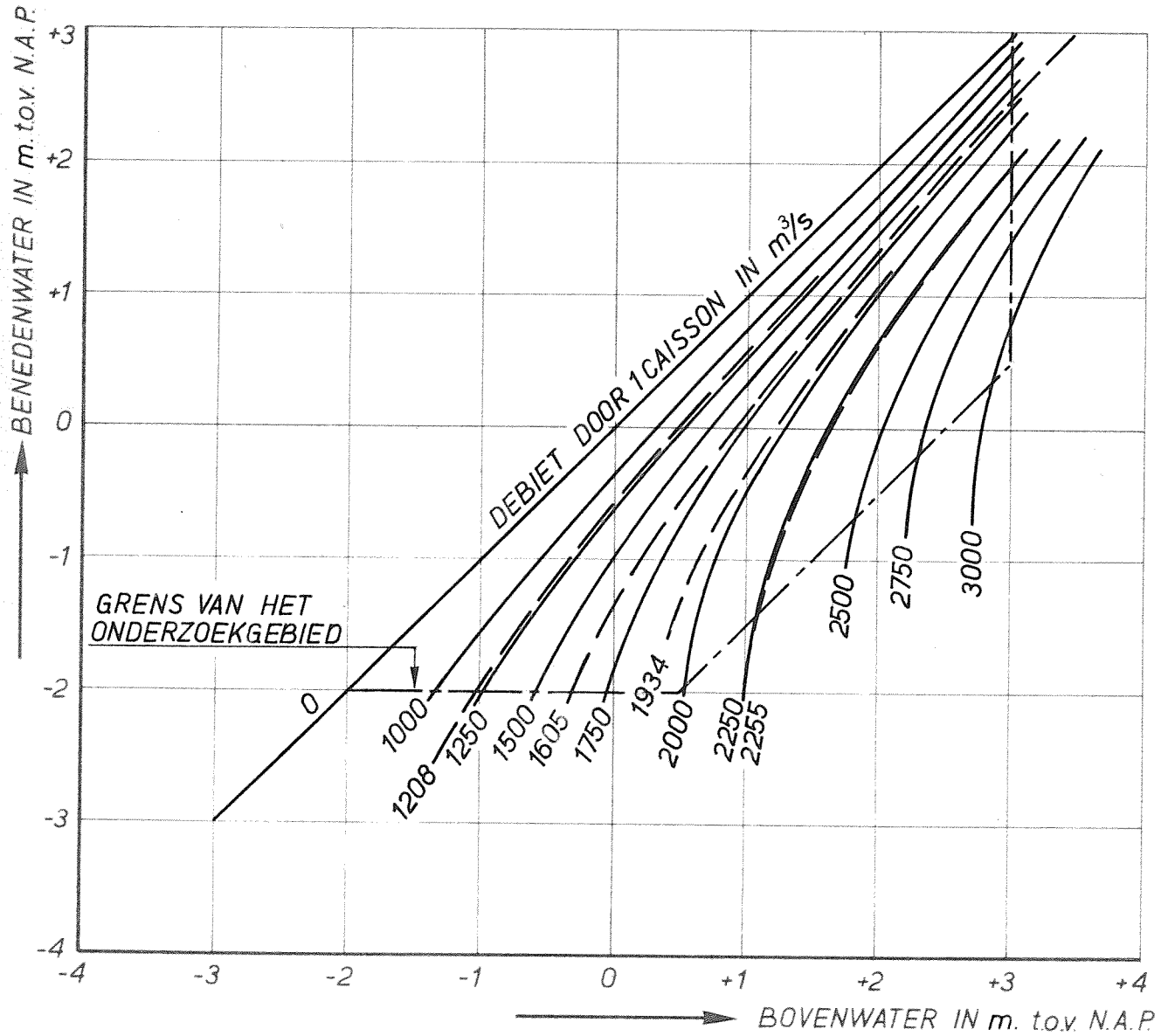
F

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.973-1007

FIG.6



— — — GEMETEN

— — — BEREKEND d.m.v. INTERPOLATIE EN EXTRAPOLATIE VAN DE GEMETEN AFVOERCOEFFICIENTEN

VERBAND TUSSEN WATERSTANDEN EN DEBIETEN

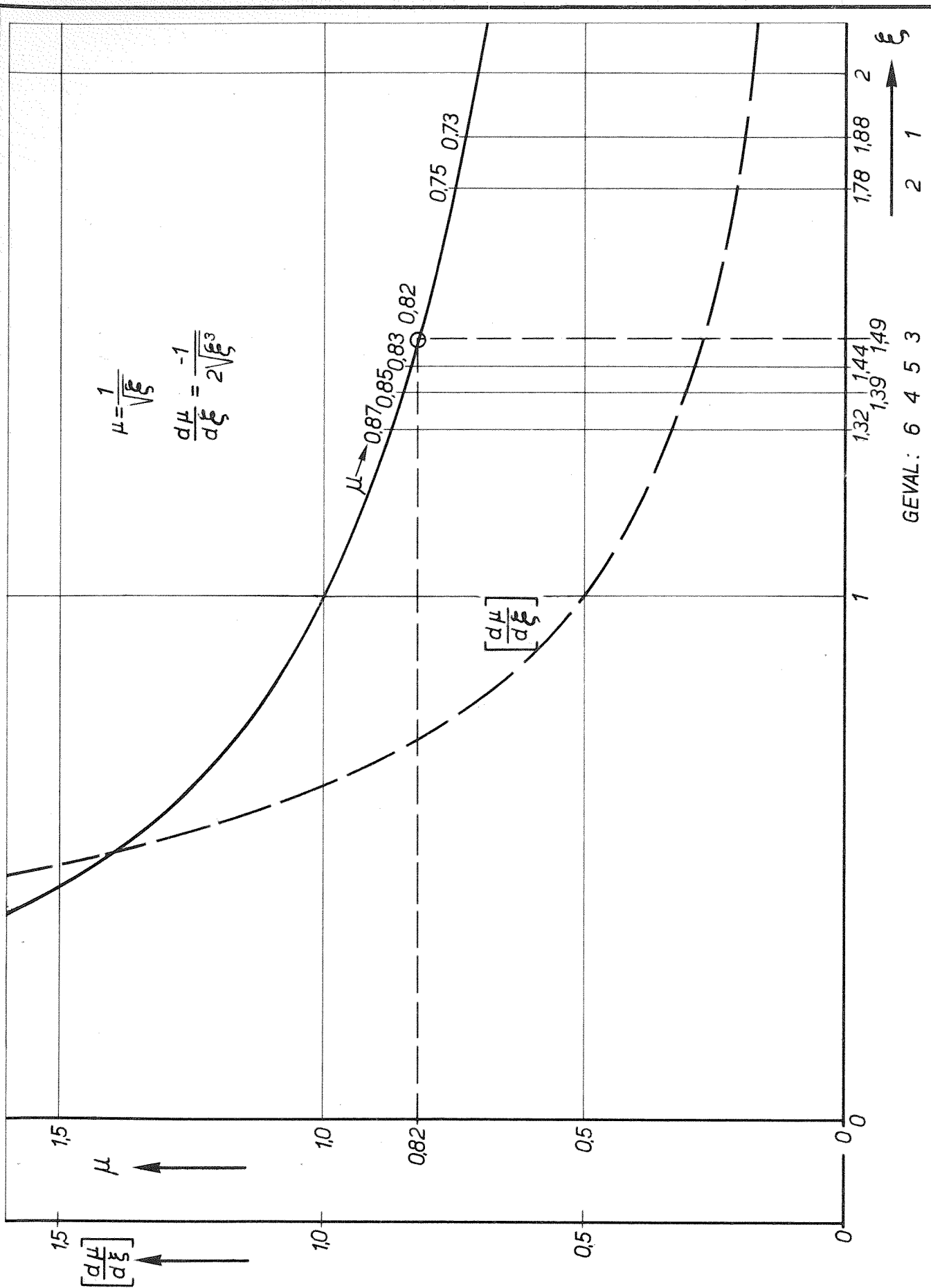
F

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.973-1008 FIG.7

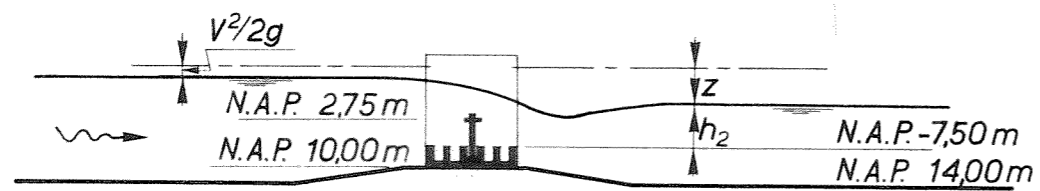




GEVAL: 6 4 5 3

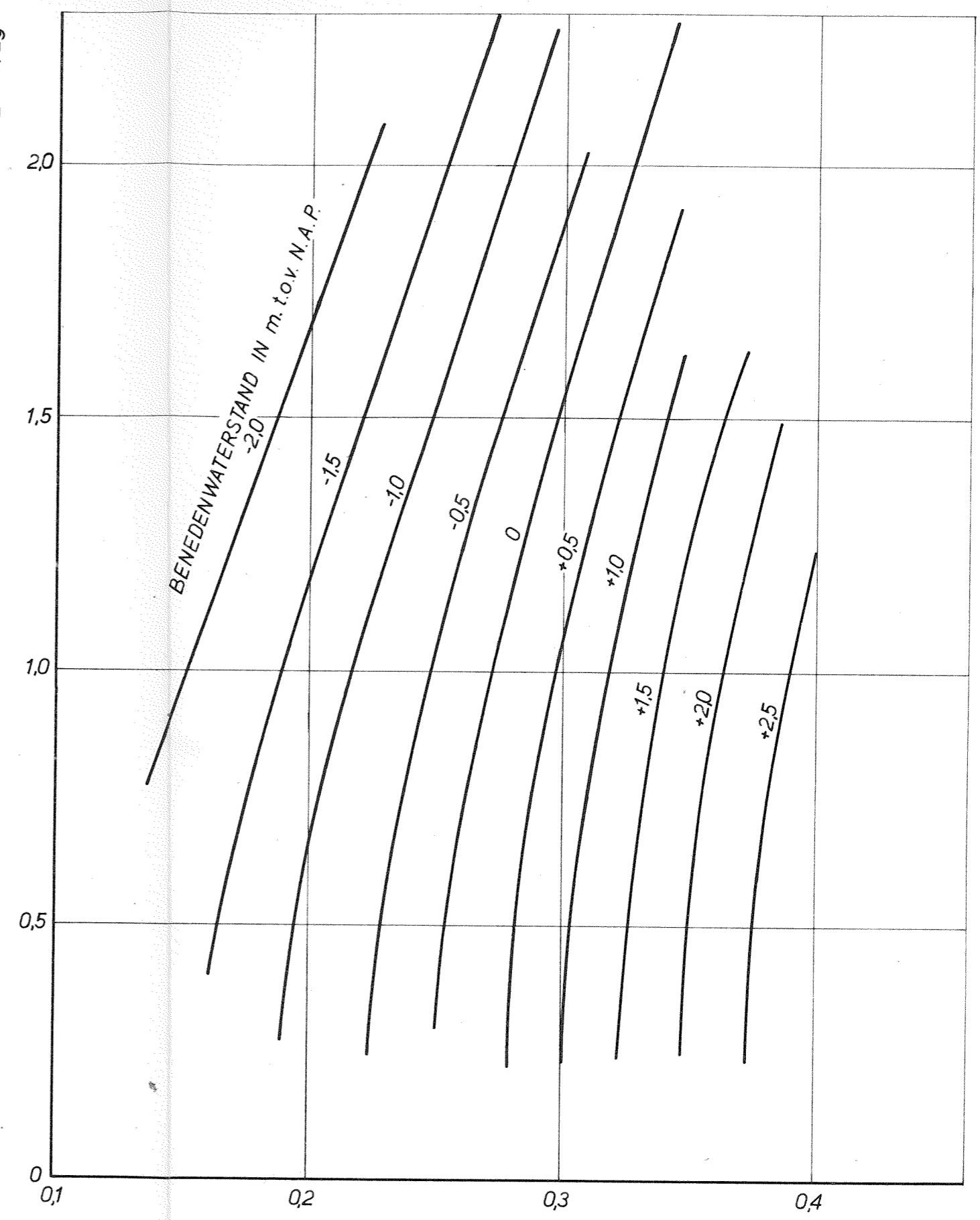
VERBAND TUSSEN  $\mu$  RESP.  $\frac{d\mu}{d\xi}$  EN  $\xi$

F  
A4



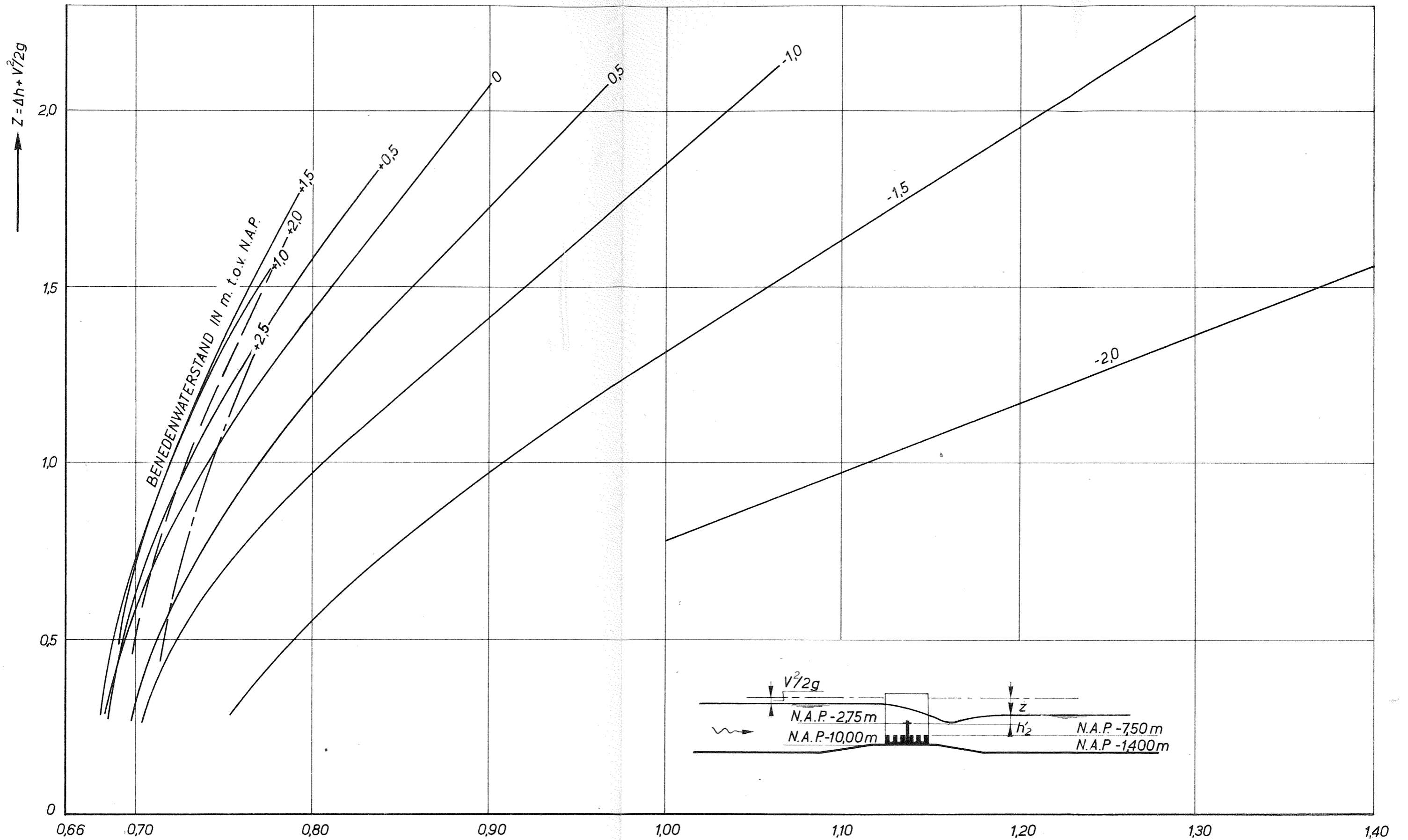
$Q$  = DEBIET IN  $m^3/s$   
 $b$  = TOTALE BREEDTE NETTO TUSSEN DE WANDEN IN m.  
 $h_2$  = BENEDENWATERSTAND IN m. t.o.v. N.A.P. -750m.

$Z = \Delta h + V^2/2g$



$\mu = \frac{Q}{bh_2\sqrt{2g \cdot Z}}$

CAISSON MET NEERGELATEN BENEDENSCHUIVEN AFVOERCOEFFICIENT ALS FUNCTIE VAN HET VERVAL			F
			A3
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.973-1010	FIG.9	



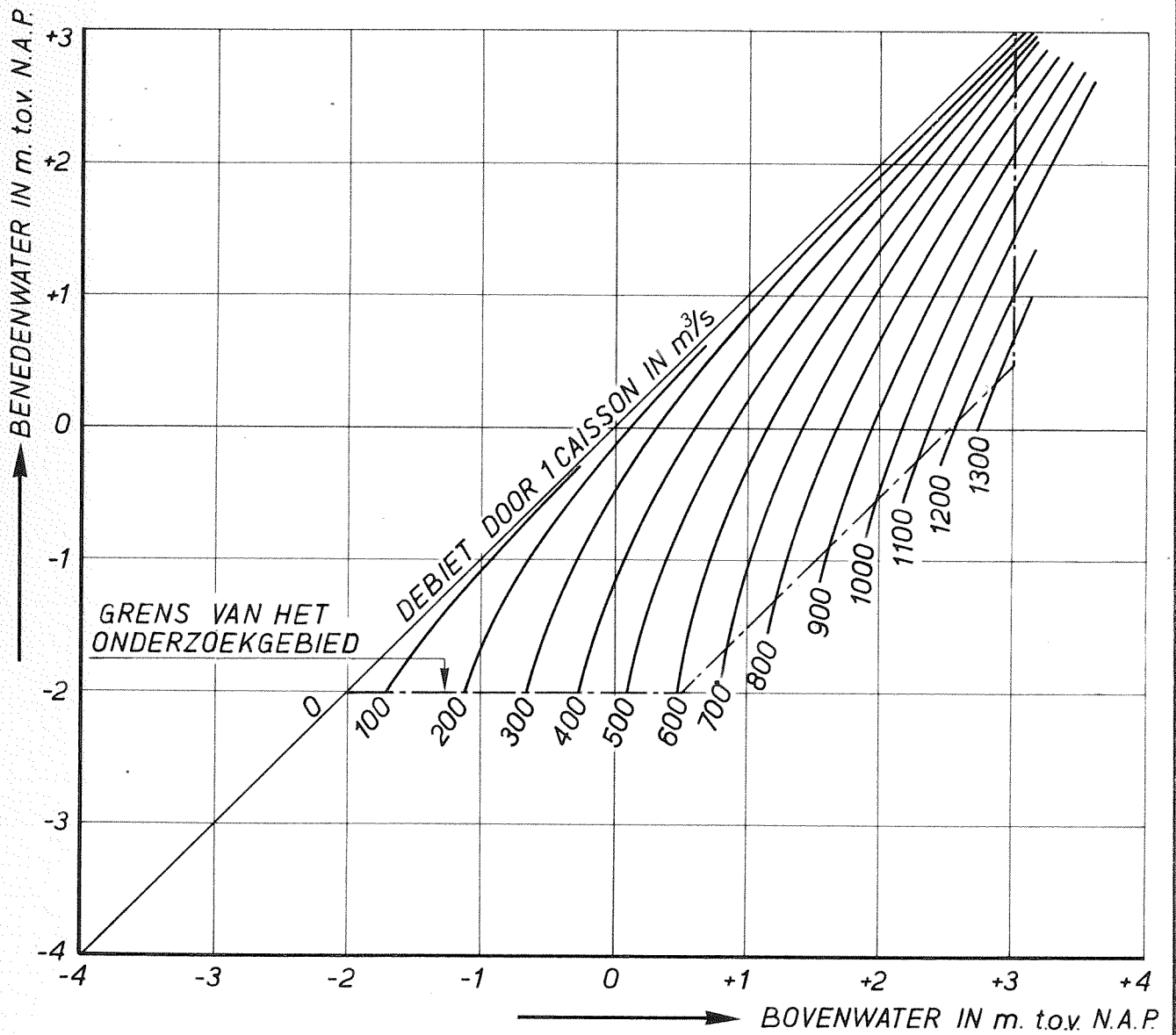
CAISSON MET NEERGELATEN BENEDENSCHUIVEN.  
 AFVOERCOEFFICIENT ALS FUNCTIE VAN HET VERVAL

		F
		A3'
WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM	M.973-1011	FIG.10

$Q =$  DEBIET IN  $m^3/s$

$b =$  TOTALE BREEDTE NETTO  
 TUSSEN DE WANDEN IN m.

$h_2 =$  BENEDENWATERSTAND IN m. t.o.v. N.A.P. -2,75m.



CAISSON MET GESLOTEN BENEDENSCHUIVEN.  
 VERBAND TUSSEN WATERSTANDEN EN DEBIETEN

F

A4

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM

M.973-1012 FIG.11

