

Genees 7

1944

DI: 172118

**VERSLAG MODELONDERZOEK
VOEDINGSDUIKER BIJ MAASTRICHT.
M.223.**

AF 9903 LB

WATERLOOPKUNDIG LABORATORIUM.

VERSLAG MODELONDERZOEK VOEDINGSDUIKER
BIJ MAASTRICHT.

A N W
documentatie
AF 9903
BIBLIOTHEEK
RIJKSWATERSTAAT
directie Limburg

Modelonderzoek nr. 223.

K 9153.

I N H O U D.

	blz.
1. Opdracht en gegevens.....	1
2. Het model.....	1
3. De uitvoering en bewerking der metingen.....	3
4. Het vereffenen en het samenstellen der afvoergrafieken.	5

-0-0-0-

F I G U R E N.

1. Situatie.
2. Doorsneden van den duiker.
3. Het model.
4. Fotos van het model.
5. Stroomtypen.
6. Verzamelgrafiek voor de werkschuif.
7. Verzamelgrafiek voor de reserveschuif.
8. Verband tusschen afvoer en verval bij stroomtype a.
9. Werkschuif. Afvoer bij gemiddeld kanaalpeil.
10. Reserveschuif. Afvoer bij gemiddeld kanaalpeil.

-o-o-o-o-

1. Opdracht en gegevens.

In den brief nr. 80 van 9 Januari 1943 is door den Hoofdingenieur van den Rijkswaterstaat in het Arrondissement Maastricht opdracht gegeven tot een onderzoek ter bepaling van de standen, welke de schuiven van den voedingsduiker van de Zuid-Willemsvaart te Maastricht moeten hebben, om bij variabel verval afvoeren van precies $10, 7\frac{1}{2}$ en $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ te verkrijgen.

De duiker is gelegen even ten Noorden van de schutsluis 19 van de Zuid-Willemsvaart en vormt de scheiding tusschen dit kanaal en het in open verbinding met de Maas staande Voedingskanaal. De situatie is aangegeven in figuur 1.

De duiker bestaat uit vier openingen, elk voorzien van twee schuiven. De schuiven bevinden zich aan de bovenstroomsche zijde van den duiker in een 4 m lange koker, breed 1,1 m, hoog gedeeltelijk 1,75 m en gedeeltelijk 1,65 m, afgedekt met een gewelf met een straal van 1,2 m. De slagdorpels van de binnenschuiven liggen op N.A.P. + 39,25 m. De koker mondt uit in een 37,0 m lang riool met een breedte van 4 m en een hoogte van 3,5 m, afgedekt met een half cirkelvormig gewelf. De vloer van dit riool ligt op N.A.P. + 37,8 m. De afstand der kokers hart op hart is 5,2 m. In figuur 2 zijn de vorm en de afmetingen van den duiker weergegeven.

Voor het doorlaten van water wordt in het algemeen gebruikt de benedenstroomsche schuif (werkschuif). De andere dient als reserveschuif.

De waterstand aan de bovenstroomsche zijde van den duiker komt, afgezien van een gering verval in het Voedingskanaal, overeen met den rivierstand. Deze is na het in bedrijf stellen van de stuw te Borgharen in normale omstandigheden (gestuwde rivier) N.A.P. + 44,0 m (stuwpeil). De metingen moeten zich echter uitstrekkentot hogere en lagere rivierstanden, welke kunnen voorkomen resp. bij grooten afvoer en bij ijsgang. Vroeger wisselde de stand met den rivierafvoer; in den regel was het peil lager dan het tegenwoordige stuwpeil. MR was ongeveer + 41,5 m; de hoogst bekende stand is N.A.P. + 46,9 m, de laagste N.A.P. + 40,15 m.

De waterstand in de Zuid-Willemsvaart varieert tusschen N.A.P. + 40,35 m en N.A.P. + 40,43 m. Kanaalpeil is N.A.P. + 40,39 m.

De peilschalen welke dienen voor het meten van het verval, bevinden zich bij de zuidelijke opening tegen den oostelijken frontmuur van den duiker en aan het benedenhoofd van sluis 19.

2. Het model.

Voor den opzet van het model was het van groot belang te weten of aan het benedenstroomsche einde van den duiker de stroomverdeling in elk der kokers gelijkmatig is. Indien dit zoo is, treedt het water met geringe snelheid in de Zuid-Willemsvaart. Men kan dan aannemen dat de vier openingen elkaar niet beïnvloeden en vooral dat er weinig verschil zal zijn tusschen den waterstand dicht bij den duiker en bij de peilschaal aan het benedenhoofd van sluis 19. In dat geval zou het geoorloofd zijn te volstaan met het maken van het model van een der kokers, terwijl het anders noodzakelijk zou zijn den geheelen of minstens den halven duiker met een

deel van het aansluitende kanaal in model te brengen. In verband met de beschikbare ruimte zou in het tweede geval een belangrijk grootere schaalverhouding moeten worden toegepast, hetgeen de nauwkeurigheid, zoowel van de uitvoering van het model als van de waarnemingen ongunstig zou beïnvloeden.

Om hierover zekerheid te verschaffen is in een eenvoudig houten model een beginselproef gedaan. Deze gaf aanwijzing dat een gelijkmatige stroomverdeling aan het eind van de riolen te verwachten is. Bij een bezoek ter plaatse op 23 Februari 1943 is dit door globale waarnemingen bevestigd.

Op grond hiervan is het model beperkt tot één koker met een inloop- en uitloopruimte.

De beschikbare ruimte liet in dat geval toe een modelschaal van $7\frac{1}{2}$. Deze schaal geldt voor alle lengte- en hoogtematen.

Het model is weergegeven in figuur 3. Het is opgesteld in een bestaande goot met betonnen vloer. Het nauwe gedeelte met de schuifkokers is gemaakt van paraffine, opgesloten tusschen twee gemetselde muurtjes. Het riool is slechts opgetrokken tot even boven den hoogsten benedenwaterstand; het middelste gedeelte van het gewelf is dus weggelaten. De wanden zijn van beton gegoten tusschen een gemetseld steunmuurtje aan de buitenzijde en een houten bekisting aan de binnenzijde. De vloer van de goot vormt tevens de vloer van het riool; de overgang naar den vloer van het nauwe deel is in cementmortel onder profiel gebracht op een vulling van puin en zand.

De schuif is vervaardigd van een houten raam met een metalen plaat. Zij kan op en neer worden bewogen door middel van een schroefstang (fig. 4a).

Aan de bovenstroomsche zijde van het model bevindt zich een gemetselde inloopbak, lang $3\frac{1}{2}$ m, breed 1 m en hoog ruim 1,2 m. Hierin wordt water gevoerd door een standaard-meetgoot met cirkelvormige meetstuw, straal 0,18 m. Voor het verkrijgen van een rustige toestrooming was op 2 m afstand voor het kunstwerk een 0,34 m hoge drempel geplaatst en op 1,2 m een gemetseld rooster.

Aan het benedenstroomsche einde mondt het riool uit in de 1 m breede goot, aan het einde waarvan zich een regelbare overlaat bevindt, waarmede de benedenwaterstand op de gewenschte hoogte kan worden ingesteld.

Voor het meten van den waterstand aan de bovenstroomsche zijde was tegen den frontmuur van den duiker (waar zich in werkelijkheid de peilschaal bevindt) een buis met openingen in den wand aangebracht, welke in verbinding stond met een peilglas aan de buitenzijde van de goot. Op overeenkomstige wijze kon de benedenwaterstand worden bepaald op ongeveer 4 m (werkelijkheid 30 m) voorbij het einde van het riool (fig. 4c).

Bij het gereedkomen van het van paraffine vervaardigde gedeelte (de nauwe koker waarin zich de schuiven bevinden) bleek de breedte hiervan te zijn 0,148 m in plaats van $1,1:7\frac{1}{2} = 0,147$ m. Dit is slechts een gering verschil (0,7 procent), dat desnoods had kunnen worden geaccepteerd. Er was echter in dat stadium van den bouw van het model een eenvoudig middel om de afwijking te corrigeren. Men kan het namelijk zoo opvatten, dat de schaal is $1,1:0,148 = 7,45$ in plaats van 7,5 en ook de andere afmetingen in overeenstemming met de schaal 7,45 brengen. Daarbij behoort dan de snelheidschaal $\sqrt{7,45} = 2,73$ en de afvoerschaal $7,45^{5/2} = 151,5$. De figuren 4a t/m f geven een beeld van het model en zijn onderdeelen.

3. De uitvoering en bewerking der metingen.

De gang van zaken bij de metingen was als volgt. Na het instellen van een bepaalden afvoer werd de overlaat aan de benedenstroomsche zijde zoodanig geregeld, dat de benedenwaterstand lag op een peil tusschen N.A.P. + 40.35 en + 40,43 m. Bij een reeks verschillende standen van de schuif werd dan telkens de bovenwaterstand bepaald.

Voor den opdrachtgever zijn het meest van belang de afvoeren van 15, 10, $7\frac{1}{2}$ en 6 m³/sec, waarbij zoowel drie als vier openingen in gebruik kunnen zijn. Hierbij behooren als afvoeren per opening respectievelijk 5 m³/sec (15:3), 3,75 m³/sec (15:4), 3,33 m³/sec (10:3), 2,5 m³/sec (10:4 = $7\frac{1}{2}$:3), 2 m³/sec (6:3), 1,88 m³/sec ($7\frac{1}{2}$:4) en 1,5 m³/sec (6:4). Het is niet noodzakelijk, dat de metingen nauwkeurig bij al deze afvoeren worden gedaan, maar het is voldoende, wanneer de metingen zoo verdeeld liggen, dat voor elke van belang zijnde afvoer de gewenschte gegevens kunnen worden afgeleid. Daartoe zijn bij de proeven met de werkschuif de afvoeren bij de verschillende meetreeksen gekozen nabij 5-3,33-2,5-2-1,5 en 1 m³/sec. Met de reserveschuif is gemeten bij afvoeren in de nabijheid van 5-3,33-2 en 1 m³/sec. In elke reeks is de schuif achtereenvolgens op zeven tot tien verschillende hoogten gesteld.

De uitkomsten van alle metingen zijn samengevoegd in de tabellen 1 en 2. Zij kunnen in dien vorm niet worden gebruikt voor het beoogde doel; een verdere bewerking is noodzakelijk om uit de meetcijfers het verband af te leiden tusschen den schuifstand, de waterstanden en den afvoer, wanneer deze afwijken van de rechtstreeks gemeten waarden. Daartoe is gebruik gemaakt van de afvoerformule:

$$Q = \mu F \sqrt{2gz} \dots\dots\dots(1)$$

Hierin is

Q de afvoer in m³/sec,

F de maatgevende doorsnede in m²,

z het maatgevende verval in m,

g de versnelling van de zwaartekracht in m/sec² en

μ een dimensielooze afvoercoëfficiënt.

De doorsnede F en het verval z worden niet steeds op dezelfde manier bepaald. Dit hangt af van de wijze waarop het water door het kunstwerk stroomt. Zoowel bij het gebruik van de werkschuif als van de reserveschuif kwamen in het

door de metingen bestreken gebied verschillende stroomingstypen voor waartusschen in dit opzicht onderscheid moet worden gemaakt. Deze typen zijn, voor zoover zij voor het uitwerken van belang zijn, schematisch aangegeven in figuur 5.

In de eerste plaats is bij hoogen schuifstand en lagen bovenwaterstand het water niet in aanraking met de schuif. Hiermede ligt de stroomingstoestand nog niet vast, omdat ten eerste de waterspiegel al dan niet met de bovenzijde van het smalle deel van den duiker in aanraking kan zijn en ten tweede in een aantal gevallen de toestand van maximum-afvoer zal optreden, in andere gevallen daarentegen niet. Bij het stroomen zonder aanraken van de schuif zou men dus verschillende stroomingsgevallen moeten onderscheiden, in elk waarvan F en z in formule (1) verschillend moeten worden uitgedrukt. Bij het uitwerken der proeven is dit echter niet gedaan, omdat het aantal metingen in dit gebied te klein is om de gevallen te kunnen onderscheiden. Zij zijn alle samengevat onder stroomtype a, waarbij de schuif zich dus boven het water bevindt.

De afvoer is bij dit stroomtype uiteraard niet afhankelijk van de schuifhoogte (mits deze hoog genoeg is), maar uitsluitend van den bovenwaterstand of, wat bij constanten benedenwaterstand op hetzelfde neerkomt, van het verval. Bij deze metingen is eenvoudigheidshalve afgezien van het berekenen en vereffenen van den afvoercoëfficiënt μ , zooals zal blijken konden zij rechtstreeks worden vereffend door uitzetten als functie van \sqrt{z} .

Wanneer het water wel in aanraking is met de schuif, moet nog onderscheid worden gemaakt tusschen twee verschillende afvoergevallen. In het eerste, aangeduid als stroomtype b, is de benedenstroomsche zijde van de schuif vrij van het water. Het water schiet onder de schuif door en ondergaat een zekere contractie. Het hangt af van de hoogte van den onderkant van de schuif ten opzichte van het benedenwater of verderop een watersprong ontstaat. De doorsnede die bepalend is voor den afvoer, is niet de schuifopening, maar ligt even verder benedenstrooms, waar de contractie het sterkst is. Voor F in formule (1) moet daarom worden genomen $B \times m a$ (B = rioolwijdte ter plaatse van de schuif, a = schuifhoogte, m = contractiecoëfficiënt). Het verval, dat den afvoer beheerscht, is in dit geval $H - ma$, zoodat de afvoerformule wordt:

$$Q = \mu m B a \sqrt{2g(H - ma)} \dots\dots\dots (1b)$$

De contractiecoëfficiënt m is bij de metingen niet bepaald. Bij het uitwerken der metingen is genomen: $m = 0,7$.

Met behulp van formule (1b) is bij elke meting met het stroomtype b de waarde van μ uitgerekend. De uitkomsten zijn opgenomen in de laatste kolom van de

tabellen 1 en 2.

Wanneer het water ook met de benedenstromsche zijde van de schuif in aanraking is, treedt stroomtype c op. Voor de maatgevende doorsnede F geldt dan hetzelfde als bij type b. Het bepalende verval is hier echter het verschil tusschen boven- en benedenwaterstand H-h, zoodat de afvoerformule luidt:

$$Q = \mu m B a \sqrt{2g(H-h)} \dots \dots \dots (1c)$$

Ook in dit geval is genomen $m = 0,7$. De met (1c) berekende afvoercoëfficiënten zijn evenzoo in de tabellen 1 en 2 opgenomen.

De metingen zijn niet alle gedaan bij den gemiddelden benedenwaterstand van N.A.P. + 40,39 m; afwijkingen hiervan tot ruim 0,1 m komen voor. Om een goede vereffening mogelijk te maken, dienen eerst alle uitkomsten te worden herleid tot den gemiddelden benedenwaterstand. Dat wil zeggen dat moet worden nagegaan hoe groot het debiet of de afvoercoëfficient bij den gegeven schuifstand en bovenwaterstand (of verval) zou zijn bij het gemiddelde benedenpeil.

Bij de metingen met stroomtype a levert dit geen groote moeilijkheden. Bij het meerendeel hiervan was de afvoer van dien aard dat de hoogte van den benedenwaterstand boven den drempel tevens de hoogte van het maatgevende doorstromingsprofiel is. In dat geval moet bij een afwijking Δh van den benedenwaterstand de gemeten afvoer worden vermenigvuldigd met $(1 - \frac{\Delta h}{h})$ om den afvoer te vinden welke bij hetzelfde verval en den gemiddelden benedenwaterstand zou optreden.

Bij enkele metingen, nl. die met het grootste debiet, kwam het geval van maximum afvoer voor. Daarbij hebben afwijkingen van den benedenwaterstand geen invloed op het debiet; deze metingen kunnen dus zonder meer worden beschouwd als te gelden voor een benedenwaterstand N.A.P. + 40,39 m. Herleiden is daarbij niet noodig.

Ditzelfde geldt uiteraard voor stroomtype b, waar eveneens de toestand van maximum afvoer aanwezig is.

Bij stroomtype c is uit een aantal metingen met eenzelfde schuifstand en debiet en een varieerenden benedenwaterstand (waarbij uiteraard ook de bovenstand verandert) gebleken, dat μ onder den invloed staat van, zelfs kleine, afwijkingen van het benedenpeil en wel zoo dat μ toeneemt naarmate h lager is. Men kan uit de betreffende metingen afleiden, dat een daling van 1 cm gemiddeld een toenemen van μ met 0,001 tengevolge heeft. De herleiding bestaat bij deze groep van metingen dus hierin dat μ wordt verminderd met 0,1 Δh . De herleide waarde geldt dan voor de gemeten schuifhoogte bij het gemeten verval en den gemiddelden benedenstand.

4. Het vereffenen en het samenstellen der afvoergrafieken.

Alle met de werkschuif verrichte metingen zijn uitgezet in figuur 6, die met de reserveschuif in figuur 7. Beide hebben als ordinaat de schuifhoogte. Als abscis dient de wortel uit het verval, waarvoor bij de metingen b en voor de metingen a, vallende in het gebied van maximalen afvoer, is genomen H-40,39 m, voor de overige metingen a en voor c

het gemeten verval H-h. De afwijking in cm van het benedenpeil t.o.v. N.A.P. + 40,39 is bij elke meting geschreven. De drie stroomtypen zijn op verschillende wijzen aangegeven, zoodat het gemakkelijk valt de grenzen tusschen de verschillende gebieden aan te geven.

Wat de grens van het gebied van type a betreft, moet hierbij nog rekening worden gehouden met de afwijkingen van den gemiddelden benedenwaterstand bij de afzonderlijke metingen.

De grens tusschen a en b is niet ondubbelzinnig bepaald, omdat de twee gebieden elkaar min of meer kunnen overlappen, zoodat er een overgangszône is, waar beide stroomtypen mogelijk zijn. In de praktijk zal in die zône in den regel geval b optreden, om welke reden de grens tusschen a en b aan de bovenzijde ervan is geteekend.

In de gebieden der typen b en c, waar voor elke meting de afvoercoëfficiënt μ is bepaald, zijn deze bij de meetpunten geschreven. Bij de metingen volgens stroomtype c is hiervoor genomen de op het gemiddelde benedenpeil herleide waarde van μ .

Op grond van de bijgeschreven μ -waarden zijn in de beide figuren lijnen getrokken van gelijke μ . Hieruit kan door interpolatie voor elke binnen het door de metingen bestreken gebied vallende combinatie van schuifstand en verval de bijbehorende afvoercoëfficiënt worden afgelezen, waarna met een der formules (1b) of (1c) de afvoer kan worden berekend.

Voor het stroomtype a is anders tewerk gegaan. Het water raakt hier de schuif niet, zoodat het voor den afvoer geen verschil maakt welke schuif wordt gebruikt (wel ten aanzien van de ligging van de grens). In figuur 8 is voor alle metingen met dit stroomingsgeval de afvoer uitgezet als functie van \sqrt{z} , waarbij weer voor z is genomen H-40,39 m bij de metingen met maximalen afvoer en H-h bij de overige. De afvoer is bij de laatste groep metingen herleid tot een benedenpeil van N.A.P. + 40,39 m op de in de vorige paragraaf beschreven wijze.

Het blijkt mogelijk de afzonderlijke punten in de figuur te verbinden door een vloeiende lijn, welke weinig van een rechte afwijkt. Alleen de meetpunten bij klein verval, die het minst betrouwbaar zijn, vertoonen eenige strooïing. Uit de verbindingslijn kan bij elk verval rechtstreeks de afvoer worden bepaald (geldende bij gemiddeld kanaalpeil).

Met behulp van de figuren 6, 7 en 8 zijn in fig. 9 en 10 de gecombineerde afvoergrafiek^{en} voor de beide schuiven samengesteld. Hierin zijn met den waterstand in het voedingskanaal als abscis en de schuifstand als ordinaat lijnen getrokken van gelijken afvoer. Deze gelden bij den gemiddelden waterstand N.A.P. + 40,39 op de Zuid-Willemsvaart. Bij elke combinatie van schuifstand en bovenpeil kan door interpoleeren de

bijbehorende afvoer worden gevonden. Ook kan worden opgezocht hoe de schuif moet worden gesteld om een bepaalden afvoer te verkrijgen. Om dit te vergemakkelijken zijn **uitsluitend de** lijnen geteekend voor de in paragraaf 3 genoemde speciaal van belang zijnde afvoeren.

Wanneer het peil in de Zuid-Willemsvaart afwijkt van den gemiddelden stand, kan een correctie noodig zijn. Dit is niet het geval bij grooten afvoer per opening, omdat daarbij steeds de toestand van maximalen afvoer aanwezig is en de benedenstand dus geen invloed heeft. De grens ligt ongeveer bij een bovenwaterstand N.A.P. + 41 m in het gebied van stroomtype a en bij een debiet van 2 tot 3 m³/sec in de gevallen dat de schuif het water raakt. Rechts van deze grens kan dus ook bij afwijkend benedenpeil de grafiek rechtstreeks worden toegepast. Links ervan is een correctie noodig, welke kan worden bepaald volgens de in paragraaf 3 gegeven richtlijnen. Bij aanwezigheid van stroomtype a moet de afvoer worden vermenigvuldigd met $(1 + \frac{dh}{h})$. Ligt het geval in het gebied van stroomtype c, dan wordt in de eerste plaats het bovenpeil verhoogd of verlaagd met de afwijking van het benedenpeil. Bovendien moet dan de zoo gevonden afvoer feitelijk nog worden gecorrigeerd wegens de verandering van en wel met een procent voor elke decimeter waarmede de stand in de Zuid-Willemsvaart afwijkt van het kanaalpeil van μ N.A.P. + 40,39 m. De correctie is negatief ingeval van een te hoog en positief ingeval van een te laag peil.

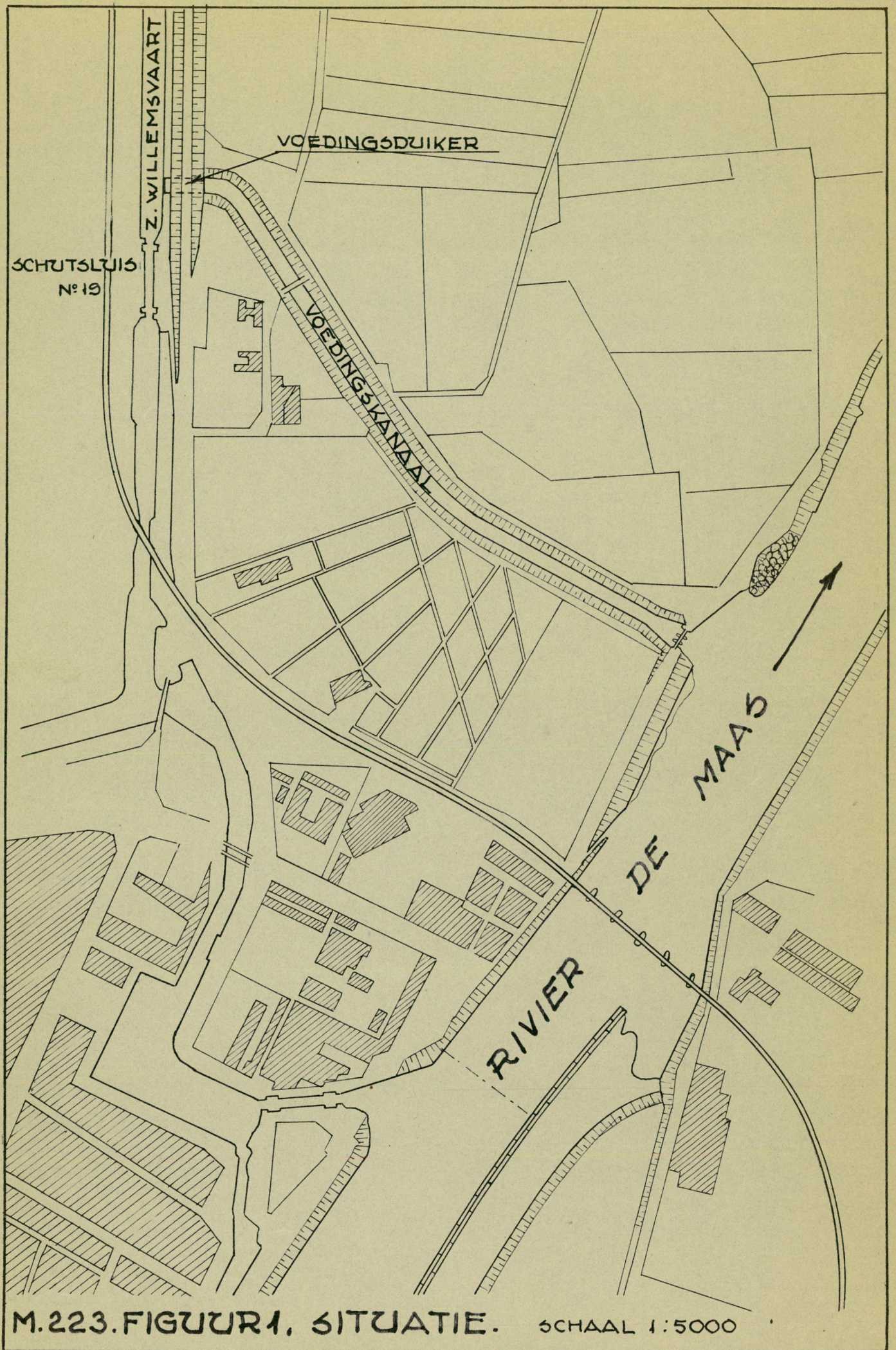
DELFT, Juni 1944.

TABEL I. Werkschuif.

Afvoer m ³ /sec	Schuif- hoogte m	Onderkant schuif m t.o.v.NAP	Boven- water m+NAP	Beneden- water m+NAP	Verval m	Stroom- beeld	u
5,08	1,304	40,55	41,22	40,41	0,806	a	-
	1,304	40,55	41,22	40,37	0,845	a	-
	1,304	40,55	41,40	40,38	1,025	b	1,028
	1,289	40,54	41,43	40,38	1,048	b	1,025
	1,118	40,37	41,67	40,38	1,286	b	1,042
	0,931	40,18	42,27	40,38	1,887	b	1,04
	0,745	40,00	43,64	40,38	3,255	b	1,015
	0,633	39,88	45,05	40,37	4,68	b	1,015
	0,559	39,81	46,48	40,37	6,11	b	1,018
	3,35	1,304	40,55	40,77	40,31	0,457	a
1,304		40,55	40,79	40,37	0,420	a	--
1,266		40,52	40,82	40,37	0,452	b	0,938
1,118		40,37	40,94	40,36	0,584	b	0,925
0,931		40,18	41,16	40,36	0,803	b	0,94
0,745		40,00	41,58	40,37	1,210	b	0,982
0,559		39,81	42,77	40,33	2,443	b	0,992
0,447		39,70	44,50	40,33	4,17	b	0,99
0,372		39,62	46,38	40,33	6,05	b	1,008
2,595		1,192	40,44	40,61	40,35	0,260	a
	1,118	40,37	40,62	40,35	0,271	b	0,89
	0,931	40,18	40,75	40,35	0,400	b	0,888
	0,745	40,00	41,08	40,35	0,732	b	0,892
	0,559	39,81	41,81	40,35	1,461	c	1,128
	0,447	39,70	42,67	40,35	2,32	c	1,12
	0,447	39,70	42,55	40,26	2,29	c	1,125
	0,372	39,62	43,82	40,35	3,47	c	1,10
	0,298	39,55	45,90	40,35	5,45	c	1,095
	2,046	1,266	40,52	40,52	40,38	0,145	a
1,118		40,37	40,52	40,38	0,145	c	1,41
0,931		40,18	40,65	40,39	0,256	c	1,274
0,745		40,00	40,91	40,39	0,520	c	1,118
0,559		39,81	41,37	40,39	0,981	c	1,085
0,372		39,62	42,67	40,39	2,277	c	1,068
0,298		39,55	43,84	40,39	3,45	c	1,085
0,298		39,55	43,94	40,44	3,50	c	1,078
0,224		39,47	46,00	40,39	5,61	c	1,135
1,508		1,118	40,37	40,44	40,36	0,078	a
	0,745	40,00	40,64	40,36	0,282	c	1,12
	0,559	39,81	40,90	40,36	0,535	c	1,085
	0,372	39,62	41,58	40,36	1,220	c	1,078
	0,298	39,55	42,21	40,36	1,850	c	1,092
1,49	0,224	39,47	43,44	40,36	3,085	c	1,13
	0,224	39,47	43,40	40,36	3,045	c	1,12
1,508	0,186	39,44	44,54	40,36	4,18	c	1,165
	0,149	39,40	46,05	40,36	5,69	c	1,248
1,047	1,230	40,48	40,44	40,42	0,022	a	-
	1,118	40,37	40,38	40,34	0,045	c	-

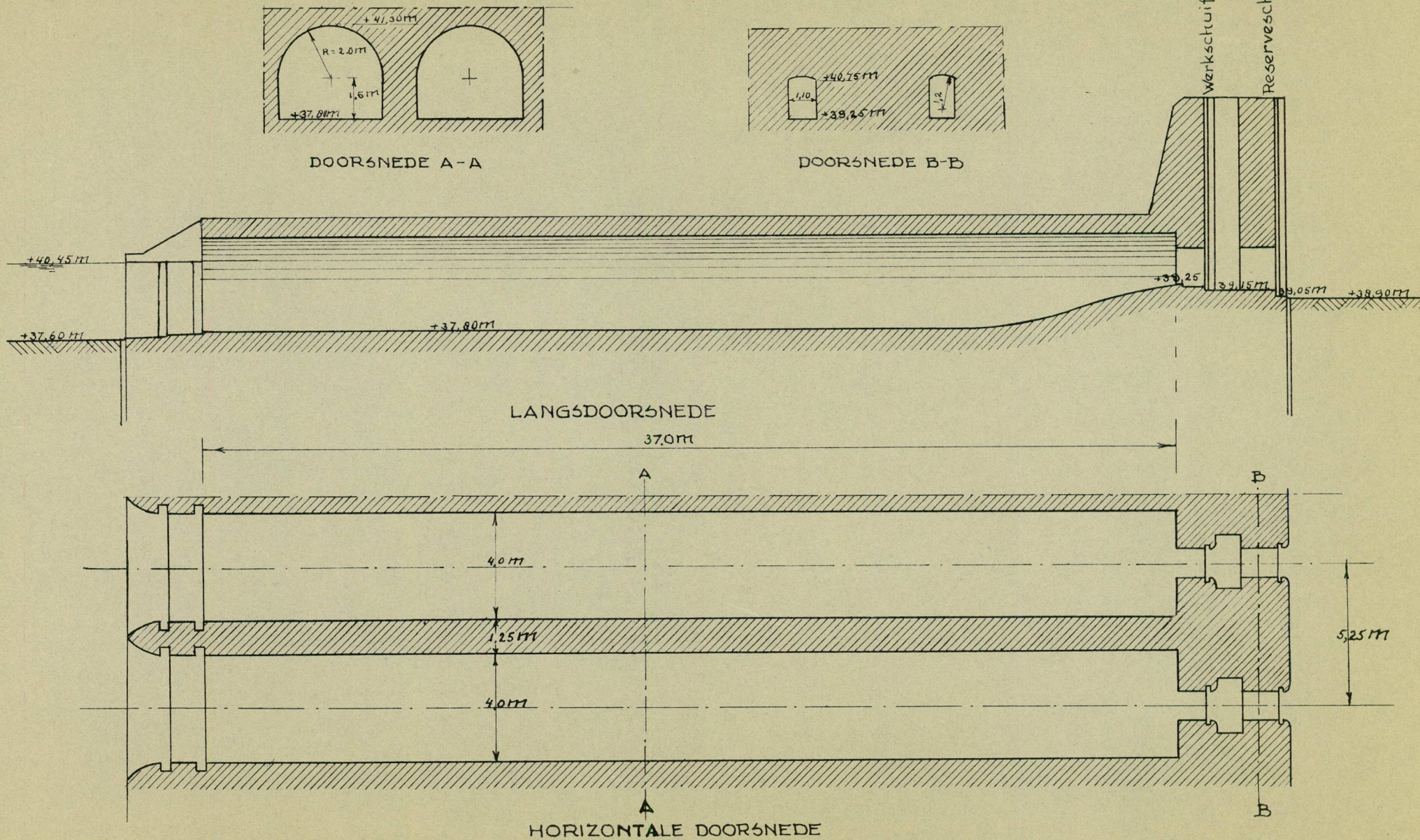
TABEL II. Reserveschuif.

Afvoer m ³ /sec	Schuif- hoogte m	Onderkant schuif m t.o.v. NAP	Boven- water m+NAP	Beneden- water m+NAP	Verval m	Stroom- beeld	<i>h</i>
5,04	1,818	40,97	41,19	40,37	0,817	a	-
	1,676	40,83	41,21	40,37	0,836	a	-
	1,490	40,64	41,26	40,37	0,888	b	0,99
	1,304	40,45	41,40	40,37	1,029	b	0,98
	1,118	40,27	41,70	40,37	1,334	b	0,995
	0,931	40,08	42,28	40,37	1,914	b	1,005
	0,745	39,90	43,39	40,37	3,02	b	1,025
	0,633	39,78	44,69	40,37	4,32	b	1,03
	0,559	39,71	46,10	40,35	5,75	b	1,028
	3,385	1,490	40,64	40,80	40,38	0,420	a
	1,304	40,45	40,82	40,38	0,438	b	0,875
	1,118	40,27	40,86	40,38	0,483	b	0,922
	0,931	40,08	41,01	40,38	0,632	b	0,97
	0,745	39,90	41,48	40,38	1,104	b	0,992
	0,559	39,71	42,62	40,38	2,24	b	1,012
	0,447	39,60	44,09	40,38	3,71	b	1,03
	0,372	39,52	45,47	40,38	5,09	b	1,085
2,023	1,304	40,45	40,52	40,38	0,145	a	-
	1,043	40,19	40,56	40,38	0,182	c	1,335
	0,745	39,90	40,75	40,38	0,368	c	1,315
	0,559	39,71	41,08	40,38	0,703	c	1,268
	0,372	39,52	42,01	40,38	1,631	c	1,248
	0,298	39,45	43,12	40,38	2,743	c	1,205
	0,224	39,37	45,61	40,38	5,23	c	1,162
1,023	1,118	40,27	40,40	40,36	0,045	a	-
	0,745	39,90	40,46	40,36	0,097	c	1,29
	0,372	39,52	40,84	40,36	0,479	c	1,162
	0,224	39,37	41,61	40,36	1,248	c	1,20
	0,149	39,30	42,69	40,35	2,338	c	1,315
	0,119	39,27	43,59	40,36	3,23	c	1,40
	0,097	39,25	45,60	40,34	5,26	c	1,35
	0,097	39,25	45,37	40,36	5,01	c	1,38

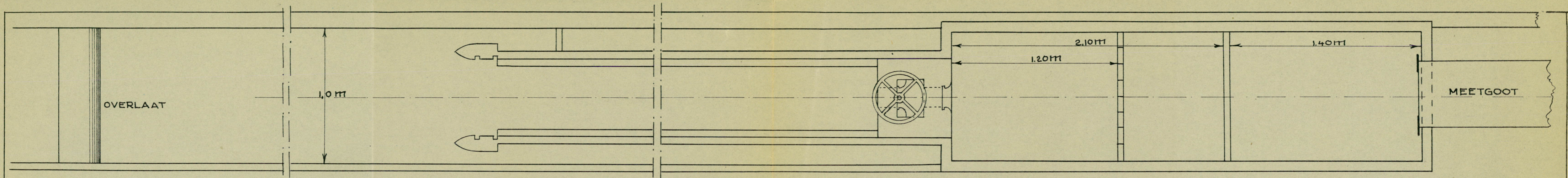


M.223.FIGUUR 1, SITUATIE.

SCHAAL 1:5000

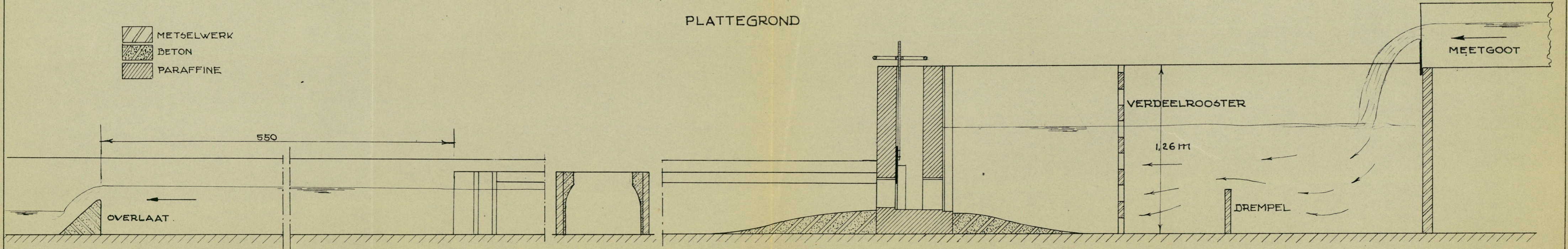


M.223.FIGUUR 2. DOORSNEDEN VAN DEN DUIKER. SCHAAL 1:200.



PLATTEGROND

- METSELWERK
- BETON
- PARAFFINE



LANGSDOORSNEDE

M.223. FIGUUR 3. HET MODEL, SCHAAL 1:20.



a. schuif.



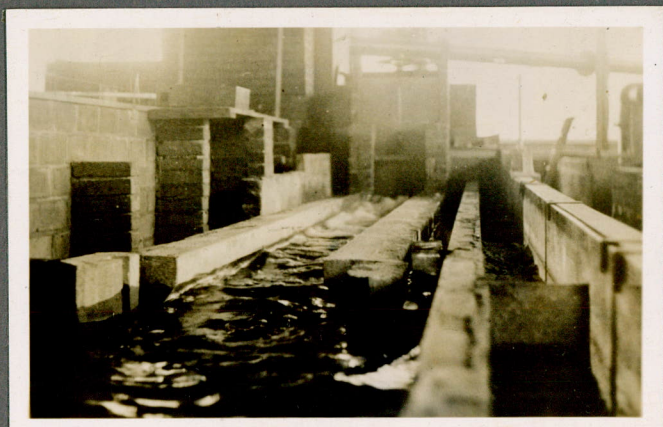
b. bovenaanzicht van de schuifkoker



c. schuifopening van de bovenstroomsche zijde gezien



d. gezicht in het riool

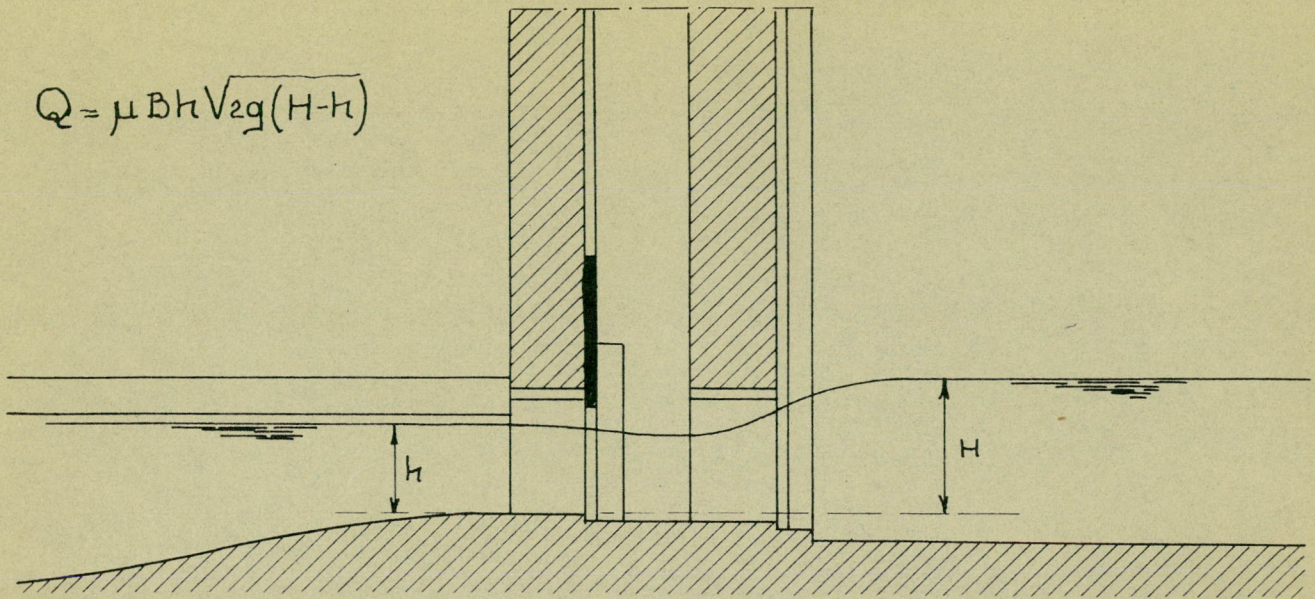


e. model in bedrijf, van de benedenstroomsche zijde gezien



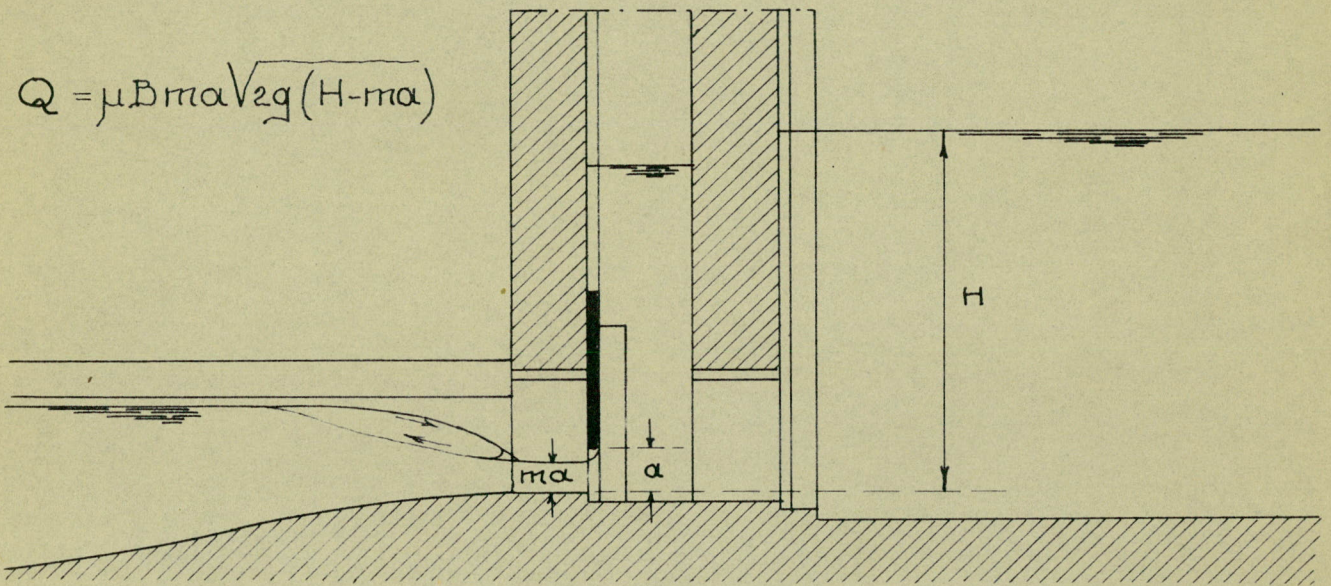
f. uitstrooming in het riool (stroomtype b)

$$Q = \mu B h \sqrt{2g(H-h)}$$



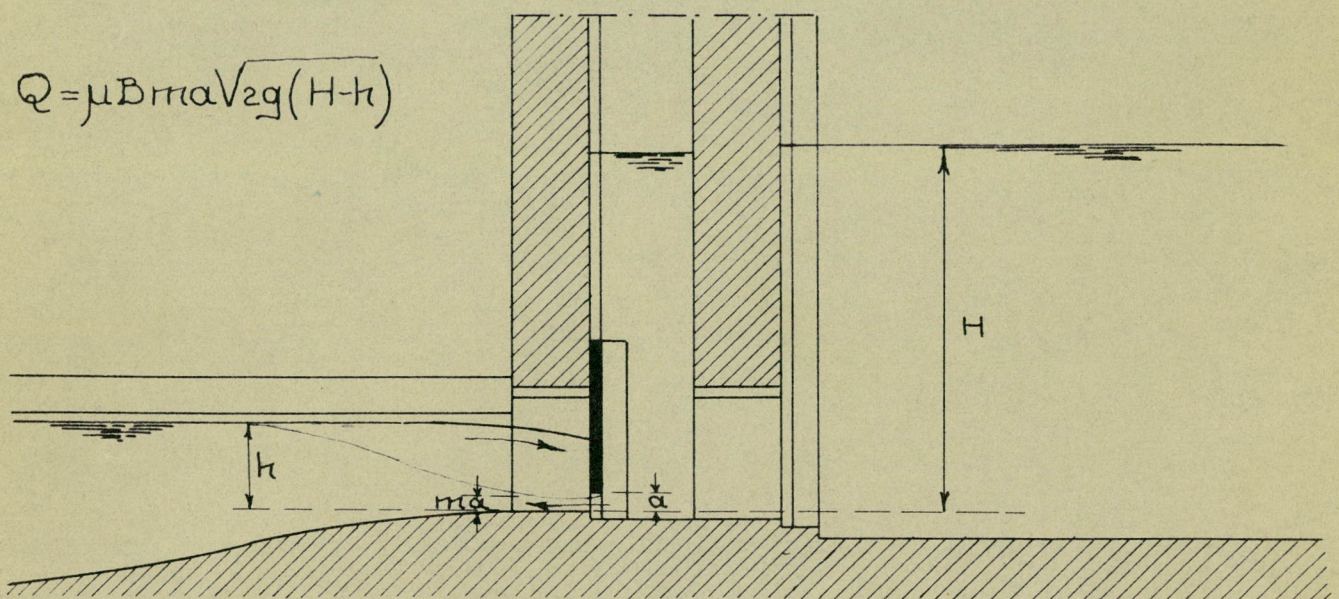
STROOMTYPE a.

$$Q = \mu B m a \sqrt{2g(H-ma)}$$



STROOMTYPE b.

$$Q = \mu B m a \sqrt{2g(H-h)}$$



STROOMTYPE c.

M.223. FIGUUR 5. STROOMTYPEN.

SCHUIFHOOGTE

m

1.7
1.6
1.5
1.4
1.3
1.2
1.1
1.0
0.9
0.8
0.7
0.6
0.5
0.4
0.3
0.2
0.1
0

GRENS a-bc

□ STROOMTYPE a.
+ " b.
o " c.

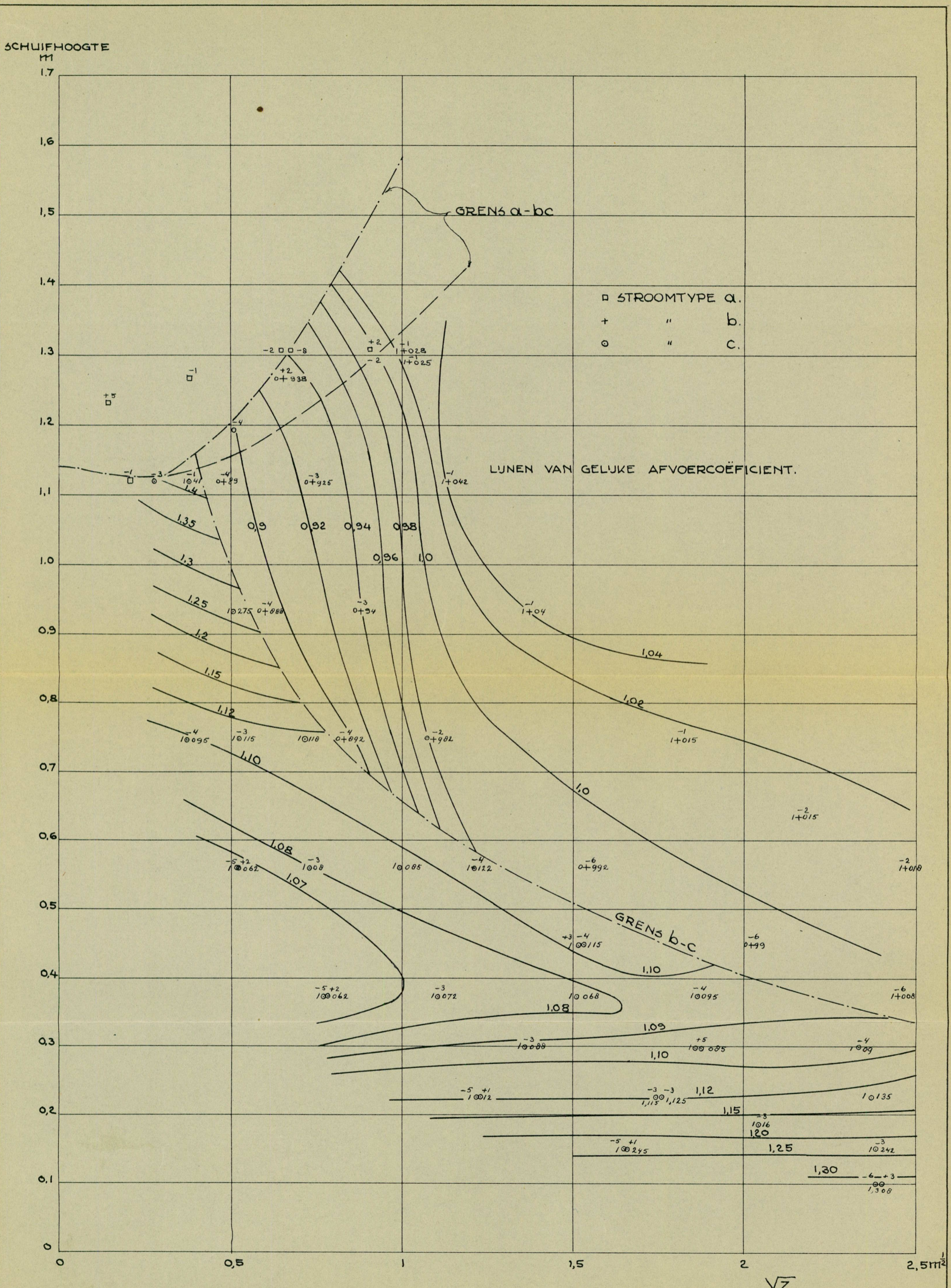
LIJNEN VAN GELIJKE AFVOERCOËFFICIENT.

GRENS b-c

2,5 m²

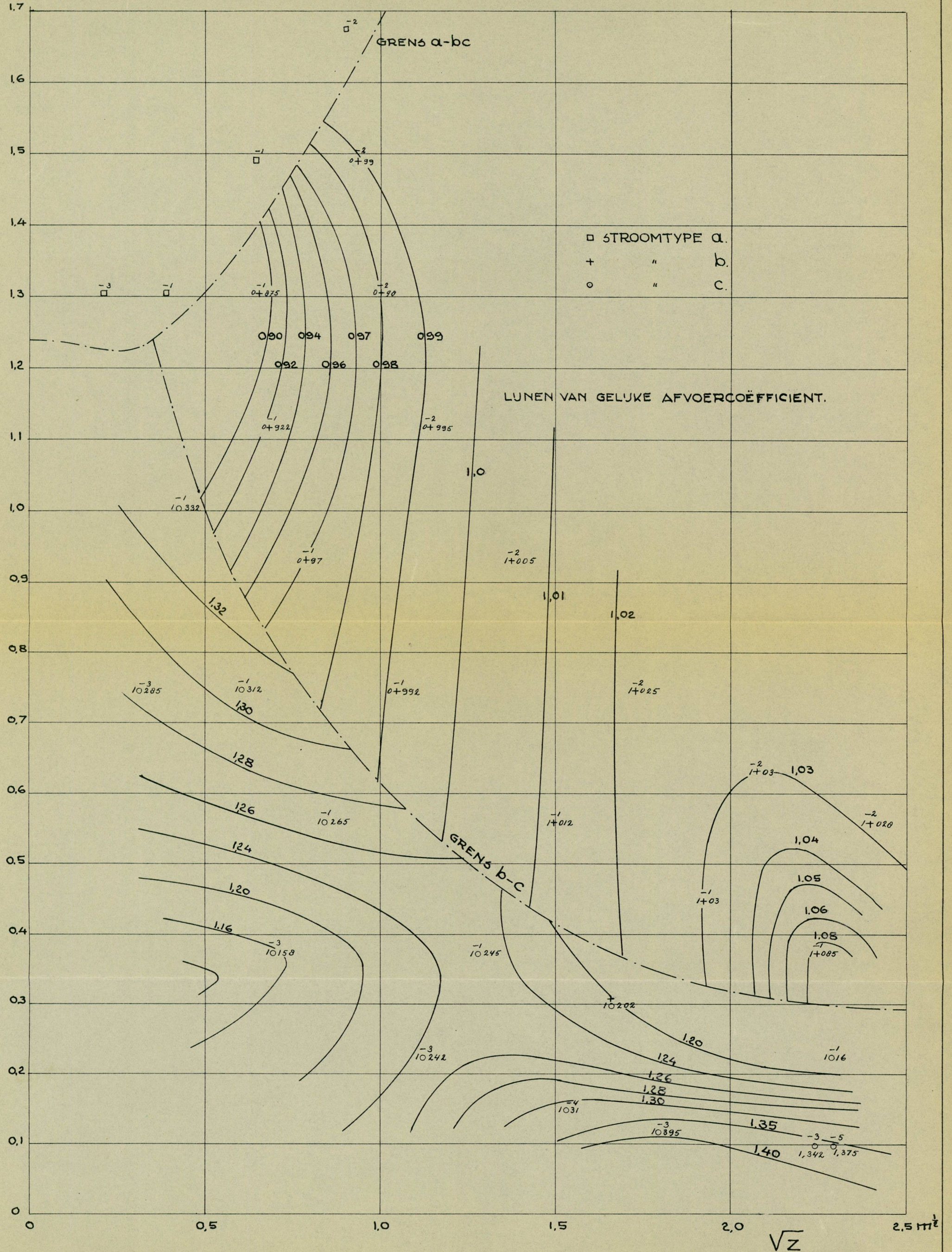
\sqrt{z}

M.223. FIGUUR 6. VERZAMELGRAFIEK VAN DE WERKSCHUIF.



SCHUIFHOOGTE

m



M.223. FIGUUR 7. VERZAMELGRAFIEK VAN DE RESERVE SCHUIF.

SCHUIFHOOGTE

m

1,7

1,6

1,5

1,4

1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0

N.A.P.+ 40,39

41

42

43

44

45

46

47

BOVENWATERSTAND IN M.

$\frac{m^3}{sec.}$

5

4

3

2

1

0

0

0,5

1,0 \sqrt{z}

+ WERKSCHUIF
o RESERVESCHUIF

FIGUUR 8. VERBAND TUSSEN AFVOER EN VERVAL BIJ STROOMTYPE Q.

LIJNEN VAN GELIJKE AFVOER IN $\frac{m^3}{sec.}$

5,0

3,75

3,33

3,0

2,5

2,0

1,875

1,5

M. 223. FIGUUR 9. WERKSCHUIF. AFVOER BIJ GEMIDDELD KANAALPEIL.

SCHUIFHOOGTE

m

1,7

1,6

1,5

1,4

1,3

1,2

1,1

1,0

0,9

0,8

0,7

0,6

0,5

0,4

0,3

0,2

0,1

0

LUNEN VAN GELUKEN AFVOER IN $m^3/sec.$

5,0

3,75

3,33

3,0

2,5

2,0

1,875

1,5

N.A.P.+40,39

41

42

43

44

45

46

47

BOVENWATERSTAND IN m.

M.223. FIGUUR 10. RESERVE-SCHUIF. AFVOER BIJ GEMIDDELD KANAALPEIL.