

MODELONDERZOEK DEBIETMEETINRICHTING

GULPEN

NOTA 59

Laboratorium voor Hydraulica en  
Afvoerhydrologie  
Landbouwhogeschool, Wageningen  
Augustus 1982  
(81-51)

## INHOUD

bladzijde

1. INLEIDING . . . . .	1
2. MODELONDERZOEK . . . . .	2
2.1. Probleemstelling . . . . .	2
2.2. Ongestuwde afvoeren . . . . .	2
2.3. Gestuwde afvoeren . . . . .	5
2.4. Referentieniveau waterstandsmeting . . . . .	5
2.5. Nauwkeurigheid van de debietmeting . . . . .	6
3. SAMENVATTING EN CONCLUSIES . . . . .	8

BIJLAGE I      Meetcijfers      I-1 t/m

I-4

Figuren (8)

Fotopagina (1)

## 1. INLEIDING

Na eerdere verkenningen in samenwerking met de vakgroep Bodemkunde en Geologie werd in de periode van 1 tot 12 juni 1981 overgegaan tot het maken van de laatste meetinrichting ten behoeve van afvoermetingen van het stroomgebied bij Gulpen. Het betrof hier het geschikt maken van een bestaande meetinrichting in de Gulp te Gulpen voor voldoende nauwkeurige afvoermetingen. Hiertoe werd aan de rechterzijde van de beek over een afstand van 7 meter een betonnen wand gestort, die vervolgens met een bakstenen muur werd bekleed (zie fotopagina). De bestaande bodemval werd van een betonnen drempel voorzien, zodat een goed gedefinieerd dwarsprofiel werd verkregen. Een nieuw meetstation met 3 recorders (ten behoeve van 2 bovenstroomse meetpunten en 1 benedenstrooms meetpunt) werd ingericht (fig. 1 t/m 4). Genoemde werkzaamheden werden in eigen beheer uitgevoerd door de vakgroepen Bodemkunde en Geologie en Hydraulica en Afvoerhydrologie en de Provinciale Waterstaat van Limburg. De Bescherming Bevolking te Gulpen verleende materiële en personele steun. De vorm van de debietmeetinrichting was niet gestandaardiseerd, waardoor een modelijking noodzakelijk was. Deze ijking werd uitgevoerd in het Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie.

## 2. MODELONDERZOEK

### 2.1. Probleemstelling

In een schaalmodel 1 : 3 werd het verband tussen de afvoer per tijdseenheid ( $Q$ ) en de waterstand ( $h$ ) onderzocht. In figuur 1 is de situatie bij de meetinrichting weergegeven. Door het aanzienlijke verhang van de bodem stroomopwaarts van de meetinrichting bleken vrij grote stroomsnelheden op te treden in de meetsectie. Het getal van Froude ( $= \bar{v}/\sqrt{gy}$ , met  $\bar{v}$  is gemiddelde stroomsnelheid in dwarsprofiel,  $g$  is versnelling van de zwaartekracht en  $y$  is de waterdiepte) bereikte waarden van 0,8 à 0,9, dus zeer dicht tegen de grens van stromen naar schieten, waardoor staande golven optraden en het wateroppervlak niet stabiel was.

Een ander probleem van deze grote stroomsnelheden is dat gemakkelijk bodemmateriaal kan worden meegenomen bij hoge afvoeren of afgezet bij kleine afvoeren, dus geen stabiele bodem. Vooral bij hoge stroomsnelheden heeft verandering van de bodemligging vrij veel invloed op de hoogte van de waterspiegel.

Aangezien het aanbrengen van een vaste bodem ter plaatse van de meetsectie een ingrijpende en dus relatief dure zaak zou worden, is besloten om met behulp van regelmatige waterpassingen een indruk te krijgen van de veranderingen in de bodemligging en tevens om in het model een aantal  $Q$ - $h$  relaties te bepalen voor verschillende bodemhoogtes. In de figuren 5 en 6 zijn een aantal lengte-bodemprofielen weergegeven. Dit zijn steeds de gemiddelde waarden van een dwarsprofiel.

Nr. I is het profiel dat ontstaan is na de uitgevoerde werkzaamheden. Later in het jaar is getracht een stabiele bodem aan te brengen door grof grind te storten tot op een hoogte van  $\pm 10$  cm onder het niveau van de drempel (waterpassing d.d. 12-10-'81, Nr. VI). Na een aantal hoge afvoeren bleek deze bodem verre van stabiel. Waterpassingen op 8-1-'82 en 24-6-'82 gaven een beeld, dat gemiddeld weinig van elkaar verschilt, ondanks behoorlijke afvoeren in de periode tussen deze twee waterpassingen. Het ziet er daarom naar uit dat zich een soort evenwicht ingesteld heeft. Toch is het aan te bevelen regelmatig waterpassingen te blijven uitvoeren.

### 2.2. Opgestuwde afvoeren

Voor 10 verschillende bodemliggingen werd een  $Q$ - $h$  relatie bepaald (figuren 5 en 6)

Profiel I: Oorspronkelijk profiel na werkzaamheden

Profiel II: Laagste gedeelten van I opgevuld tot 27 cm (prototype) onder drempel

Profiel IIIA: Profiel I en II gedeeltelijk opgevuld tot 18 cm onder de drempel

Profiel IIIB: idem.

Profiel IV : Opgevuld tot 18 cm onder drempel

Profiel VA : Profiel I en IV gedeeltelijk opgevuld tot 9 cm onder drempel

Profiel VB : idem

Profiel VC : idem

Profiel VI : Opgevuld tot 9 cm onder drempel

Profiel VII : Gemiddelde van waterpassingen d.d. 8-1-82 en 24-6-82

Het gevonden verband tussen de bovenstroomse waterstand ( $h_1$ ) en het debiet ( $Q$ ) zijn weergegeven in figuren 7 en 8 (voor de meetcijfers zie bijlage I; hierin zijn beide bovenstroomse meetpunten  $h_1$  en  $h_2$  weergegeven).

De verschillen in debiet bij eenzelfde overstorthoogte zijn aanzienlijk op het eerste gezicht. Beschouwen wij echter de verschillende bodemliggingen (figuren 5 en 6), dan is het, gezien de snelle verandering in ligging op 12-10-81 (VI) naar de ligging op 8-1-82 (en 24-6-82) vrij aannemelijk dat de situaties VC en VI niet voor zullen komen.

Door middel van regressieberekening met behulp van logarithmen werd uit de meetcijfers het volgende verband tussen het debiet ( $Q$ ) en de overstorthoogte ( $h$ ) gevonden:

$$\log Q = a + b \log(h) + c (\log h)^2 \quad (Q \text{ in } m^3 s^{-1} \text{ en } h \text{ in } m)$$

In tabel I is voor enkele waterhoogtes weergegeven hoe groot de maximale afwijking in het gemeten debiet is t.o.v. een berekend debiet uit de regressielijn door alle meetcijfers, uitgezonderd de situaties VC en VI.

h (m)	$Q_{\text{regressie}} (m^3 s^{-1})$	Max. afwijking (%)
0,20	0,404	+ 3
0,30	0,794	+ 4,5
0,40	1,327	+ 6
0,50	2,000	+ 7,5
0,60	2,817	+ 9

Tabel I.

De waarden van a, b en c waren:

$h_1 < 0,25 \text{ m}$	$h_1 \geq 0,25 \text{ m}$	$h_2 < 0,25 \text{ m}$	$h_2 \geq 0,25 \text{ m}$
a = 0,5986	a = 0,8823	a = 0,6062	a = 0,8830
b = 1,2257	b = 2,0014	b = 1,2390	b = 1,9687
c = -0,2763	c = 0,2330	c = -0,2730	c = 0,1776

In tabel II en III zijn de waarden van a, b en c gegeven voor resp.  $h_1$  en  $h_2$ , voor alle onderzochte bodemliggingen.

Bodemligging	$h_1 < 0,25 \text{ m}$			$h_1 \geq 0,25 \text{ m}$		
	a	b	c	a	b	c
I	0,6027	1,2539	-0,2513	0,8642	2,0793	0,3892
II	0,6300	1,3144	-0,2259	0,8819	2,0701	0,3330
IIIA	0,5713	1,1579	-0,8406	0,8852	2,0799	0,3542
IIIB				0,9006	2,1149	0,3821
IV	0,6047	1,2146	-0,8434	0,9104	2,0977	0,3374
VA				0,9254	2,1209	0,3258
VB	0,6531	1,3290	-0,2281	0,9506	2,2215	0,4361
VC	0,6844	1,3546	-0,2321	0,9931	2,3065	0,4945
VI	0,7822	1,5113	-0,1615	1,3297	3,5129	1,7139
VII	0,6897	1,4351	-0,1549	0,9026	2,0749	0,3147

Tabel II

Bodemligging	$h_2 < 0,25 \text{ m}$			$h_2 \geq 0,25 \text{ m}$		
	a	b	c	a	b	c
I	0,6064	1,2788	-0,2356	0,8613	2,0490	0,3398
II	0,5565	1,1438	-0,3227	0,8849	2,0825	0,3432
IIIA	0,5900	1,2016	-0,2936	0,8917	2,0907	0,3557
IIIB				0,9024	2,1185	0,3772
IV	0,6101	1,2185	-0,2964	0,9484	2,2055	0,4144
VA				0,9476	2,1541	0,3344
VB	0,6689	1,3511	-0,2226	0,9744	2,2595	0,4488
VC	0,6896	1,3682	-0,2252	1,0172	2,4044	0,5915
VI	0,7793	1,4921	-0,1783	1,2961	3,2421	1,3079
VII	0,6843	1,4197	-0,1669	0,9117	2,1095	0,3454

Tabel III

De met behulp van deze formules berekende debieten bleken maximaal 2% af te wijken van de in het model ingestelde debieten. Aangezien bij toenemende waterhoogten ook de verschillen in debiet (in %) toenemen tussen de Q-h curves, is het niet mogelijk om één afvoerformule te geven die bij een bepaalde gemid-

delde bodemligging behoort en deze met een bepaald percentage te verhogen of te verlagen voor andere gemiddelde bodemliggingen.

In figuren 7 en 8 is bij een aantal curves vermeld bij welke gemiddelde bodemligging deze behoren. Dit gemiddelde is bepaald vanaf de drempel tot 8 m stroomopwaarts van de drempel. Over deze afstand kwamen namelijk de onderlinge verschillen tussen de gemiddelde bodemhoogten redelijk overeen met de verschillen tussen de afvoercurves. De vorm van het bodemprofiel, in het bijzonder ter plaatse van de meetopeningen is hierbij echter ook van belang, zodat deze gemiddelde hoogten slechts een indicatie geven over de wijze van interpoleren tussen de verschillende Q-h relaties.

### 2.3. Gestuwde afvoeren

De invloed van de benedenwaterstand ( $h_3$ ) op de relatie tussen afvoer en overstorthoogte werd in het model voor 2 bodemliggingen onderzocht (situatie I en VI). De benedenwaterstand werd trapsgewijze verhoogd. Telkens na het bereiken van een evenwicht werden de waarden van  $h_1$ ,  $h_2$  en  $h_3$  afgelezen.

Uit waarnemingen bleek dat de bovenstroomse bodemligging invloed had op het gedrag bij verdrinking. Bij situatie VI (extreem hoge bodemligging) werden bij de bovenstroomse meetpunten  $h_1$  en  $h_2$  zeer grote stroomsnelheden bereikt, terwijl het benedenstroomse meetpunt ( $h_3$ ) zich in een neer bevindt, waarin een lage snelheid aanwezig is. Bij grote stroomsnelheden daalt het piëzometrisch niveau (= de waterspiegel), dus de waarden van  $h_1$  en  $h_2$ . Het gevolg was verdrinkingsgraden ( $h_3/h_1$ , of  $h_3/h_2$ )  $> 1,0$ , hetgeen vreemd lijkt, maar op bovenstaande wijze te verklaren is. Bij situatie I kwam dit niet voor. Ten einde zeer veel metingen te vermijden, wordt hier volstaan met het maken van enkele opmerkingen aan de hand van de resultaten van de 2 onderzochte situaties. Voor verdrinkingsgraden  $< 0,7$  is de reductie van het debiet bij een constante overstorthoogte minder dan 1%, zodat de meetgoot hiervoor modulair is. Bij een verdrinkingsgraad van 0,8 is de reductie  $\pm 2\%$  voor situatie VI en  $\pm 4\%$  voor situatie I.

### 2.4. Referentieniveau waterstandsmeting

Aangezien de drempel niet volledig horizontaal tot stand is gekomen, is het nodig een referentiepunt te kiezen ten opzichte waarvan de waterhoogtes  $h_1$ ,  $h_2$  en  $h_3$  vastgelegd worden. In figuur 3 is dit punt weergegeven. Het is dus noodzakelijk voor het instellen van de recorders dit punt als 0-punt te nemen. Voor een snelle controle is een messing plaatje aangebracht op de gemetselde rand boven de meetpunten  $h_1$  en  $h_2$ , waarop het hoogteverschil met het 0-punt staat vermeld.

### 2.5. Nauwkeurigheid van de debietmeting

In paragraaf 2.2. zijn voor de verschillende situaties de regressielijnen bepaald volgens

$$\log Q = a + b \log h + c \log^2 h$$

Deze lijn komt overeen met de formule:

$$Q = 10^a h^{b+c \log h}$$

Voor elk meetpunt geldt dat deze een afwijking heeft ten opzichte van de regressielijn, stel  $\delta_i$  voor het  $i$ -de meetpunt. Er geldt nu dat:

$$\log Q_i = a + b \log h_i + c \log^2 h_i + \delta_i$$

Bij het bepalen van de regressielijnen is ook de standaardafwijking  $s$  van  $\delta$  berekend. Voor een foutanalyse is echter niet van belang de afwijking  $\delta$  in de logaritmische formule, maar een afwijking  $\epsilon$  in de machtsformule, waarvoor geldt:

$$Q_i = 10^a h_i^{b+c \log h_i} + \epsilon_i$$

Neemt men hiervan de logaritme en ontwikkelt men deze m.b.v. een Taylorreeks, dan volgt hieruit dat:

$$\log Q_i = a + b \log h_i + c \log^2 h_i + \frac{10^{-a} h_i^{-(b+c \log h_i)}}{\ln 10} \epsilon_i$$

Hieruit volgt voor het verband tussen  $\epsilon$  en  $\delta$ :

$$2,3 \delta = \frac{\epsilon}{Q}$$

De relatieve afwijking bedraagt dus 2,3 maal de berekende waarde van  $\delta$ .

Voor situatie VII ( $h \geq 0,25$  m) is berekend dat

$$s_\delta \approx 0,0045$$

zodat:

$$s_{\epsilon/Q} \approx 0,0104$$

Een 95% betrouwbaarheidsinterval wordt bij benadering gegeven door:

$$t_{0,025}^{(n-3)} \sqrt{\frac{n+4}{n-1}} s_{\epsilon/Q}$$

waarin  $t_{0,025}^{(n-3)}$  staat voor de rechter kritieke waarde voor de Student-verdeling met  $(n-3)$  vrijheidsgraden en  $n$  waarnemingen. Voor de 18 waarnemingen in situatie VII betekent dit een betrouwbaarheidsinterval van:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 2,131 \times 1,138 \times 0,0104 = 0,025 \quad (2,5\%) \quad (h \geq 0,25 \text{ m})$$

Voor lage debieten ( $h < 0,25$  m) wordt overeenkomstig gevonden met  $s_\delta = 0,005$  en  $n = 8$ :

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 0,2571 \times 1,309 \times 0,0115 = 0,039 \quad (3,9\%)$$

Voor alle meetpunten samen (uitgezonderd situatie VC en VI) worden deze waarden:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 1,99 \times 1,027 \times 0,0357 = 0,073 \quad (7,3\%) \quad (h \geq 0,25 \text{ m})$$

$$\text{en} \quad \frac{\Delta Q}{Q} = 2,01 \times 1,045 \times 0,0145 = 0,030 \quad (3,0\%) \quad (h < 0,25 \text{ m})$$



Bovengenoemde afwijkingen bij het ijken moeten nog gecombineerd worden met de onnauwkeurigheid in de hoogtemeting.

Voor een afwijking van 3 mm geldt ongeveer:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = b \frac{\Delta h}{h} = 2 \times \frac{3}{250} = 2,4\% \quad (h \geq 0,25 \text{ m})$$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = 1,2 \times \frac{3}{70} = 5,1\% \quad (h < 0,25 \text{ m})$$

In totaal krijgen we nu voor VII:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = (2,5^2 + 2,4^2)^{\frac{1}{2}} = 3,5\% \quad (h \geq 0,25 \text{ m})$$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = (3,9^2 + 5,1^2)^{\frac{1}{2}} = 6,4\% \quad (h < 0,25 \text{ m})$$

en voor alle punten samen:

$$\frac{\Delta Q}{Q} = (7,3^2 + 2,4^2)^{\frac{1}{2}} = 7,7\% \quad (h \geq 0,25 \text{ m})$$

$$\frac{\Delta Q}{Q} = (3,0^2 + 5,1^2)^{\frac{1}{2}} = 5,9\% \quad (h < 0,25 \text{ m})$$

### 3. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

- De afvoerrelatie voor het meetpunt te Gulpen is zeer gevoelig voor de bovenstroomse bodemhoogte.
- Bij gebruik van één empirische formule voor alle bodemliggingen kunnen vrij grote fouten voorkomen, vooral bij overstorthoogten  $\geq 0,25$  m. (zie tabel I en paragraaf 2.5).
- Door regelmatige waterpassingen van de bodem tot  $\pm 8$  m stroomopwaarts van de drempel en interpolatie tussen de in figuren 7 en 8 gegeven afvoerrelaties en de daarbij behorende empirische formules (tabel II en III) kan een aanzienlijk grotere nauwkeurigheid bereikt worden.
- De afvoerrelatie bleek weinig gevoelig te zijn voor verdrinking. Voor verdrinkingsgraden  $< 0,7$  was in alle gevallen de reductie van het debiet bij gelijke overstorthoogte minder dan 1%.
- Voor het nulpunt van de niveaumeting ( $h_1$ ,  $h_2$  en  $h_3$ ) is een punt op de drempel gekozen (zie figuur 3).

Bijlage I: Meetcijfers (omgerekend naar prototype).

Serie I

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0702	0,0705	0,0666
0,0849	0,0855	0,0927
0,1044	0,1053	0,1362
0,1278	0,1293	0,1890
0,1476	0,1479	0,2458
0,1755	0,1779	0,3287
0,2097	0,2112	0,4287
0,2427	0,2430	0,5389
0,2685	0,2688	0,6316
0,3039	0,3039	0,7798
0,3459	0,3459	0,9758
0,3930	0,3927	1,2227
0,4401	0,4398	1,4958
0,4860	0,4851	1,7813
0,5172	0,5160	1,9959
0,5535	0,5526	2,2675
0,5868	0,5853	2,5283
0,6267	0,6252	2,8616
0,6468	0,6459	3,0592

Serie II

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0720	0,0723	0,0672
0,0927	0,0927	0,1095
0,1077	0,1080	0,1414
0,1299	0,1299	0,1914
0,1566	0,1563	0,2678
0,1809	0,1809	0,3371
0,2007	0,2010	0,3995
0,2274	0,2277	0,4874
0,2463	0,2466	0,5545
0,2832	0,2835	0,7041
0,3141	0,3144	0,8415
0,3561	0,3561	1,0514
0,3924	0,3924	1,2520
0,4329	0,4335	1,4912
0,4626	0,4626	1,6810
0,5007	0,5004	1,9434
0,5436	0,5430	2,2644
0,5736	0,5727	2,5190
0,6003	0,5997	2,7536
0,6294	0,6294	3,0267

## Bijlage I (vervolg)

Serie III A

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0729	0,0729	0,0703
0,0927	0,0927	0,1073
0,1134	0,1134	0,1539
0,1332	0,1332	0,2079
0,1539	0,1542	0,2653
0,1719	0,1722	0,3175
0,1923	0,1926	0,3787
0,2160	0,2157	0,4560
0,2427	0,2421	0,5467
0,2772	0,2772	0,6856
0,3150	0,3144	0,8523
0,3441	0,3432	0,9943
0,3852	0,3846	1,2134
0,4215	0,4200	1,4326
0,4545	0,4524	1,6394
0,4842	0,4827	1,8415
0,5184	0,5160	2,0946
0,5478	0,5451	2,3230
0,5757	0,5730	2,5468
0,5991	0,5961	2,7629
0,6327	0,6294	3,0484

Serie III B

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,2754	0,2760	0,6856
0,3417	0,3423	0,9943
0,4191	0,4191	1,4326
0,4797	0,4797	1,8415
0,5427	0,5421	2,3230
0,5937	0,5934	2,7629

Serie IV

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0699	0,0705	0,0651
0,0861	0,0864	0,0952
0,1071	0,1074	0,1408
0,1326	0,1329	0,2085
0,1506	0,1512	0,2591
0,1734	0,1734	0,3225
0,2004	0,2007	0,4091
0,2268	0,2262	0,5016
0,2529	0,2523	0,5992
0,2877	0,2865	0,7458
0,3267	0,3249	0,9341
0,3582	0,3555	1,1008
0,3912	0,3885	1,2937
0,4299	0,4269	1,5437
0,4692	0,4638	1,8107
0,5001	0,4938	2,0499
0,5382	0,5280	2,3385
0,5394	0,5289	2,3431
0,5763	0,5646	2,6749
0,6138	0,6018	3,0360

## Bijlage I (vervolg)

Serie V A

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,1677	0,1671	0,2983
0,1917	0,1911	0,3754
0,2277	0,2268	0,4989
0,2538	0,2520	0,5992
0,2904	0,2877	0,7582
0,3270	0,3231	0,9341
0,3558	0,3519	1,0915
0,3888	0,3846	1,2937
0,4260	0,4197	1,5298
0,4653	0,4590	1,8107
0,4971	0,4899	2,0499
0,5304	0,5214	2,3261
0,5745	0,5646	2,7042
0,6078	0,5976	3,0376

Serie V C

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0699	0,0699	0,0641
0,0837	0,0840	0,0908
0,1032	0,1035	0,1334
0,1236	0,1239	0,1818
0,1431	0,1431	0,2389
0,1620	0,1620	0,2945
0,1812	0,1818	0,3548
0,2022	0,2022	0,4256
0,2241	0,2244	0,5082
0,2523	0,2526	0,6224
0,2847	0,2850	0,7690
0,3219	0,3219	0,9526
0,3570	0,3567	1,1548
0,3906	0,3894	1,3616
0,4233	0,4224	1,5761

Serie V B

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0708	0,0711	0,0666
0,0843	0,0843	0,0918
0,1089	0,1089	0,1445
0,1311	0,1311	0,1998
0,1503	0,1503	0,2563
0,1770	0,1761	0,3333
0,2025	0,2019	0,4209
0,2367	0,2352	0,5375
0,2703	0,2682	0,6764
0,3114	0,3081	0,8631
0,3417	0,3422	1,0560
0,3888	0,3837	1,3045
0,4278	0,4221	1,5468
0,4692	0,4635	1,8338
0,5082	0,4992	2,1471
0,5409	0,5307	2,4403
0,5757	0,5661	2,7690
0,5976	0,5880	3,0310

Serie V C (vervolg)

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,4515	0,4506	1,7705
0,4797	0,4782	2,0020
0,5052	0,5031	2,2351
0,5280	0,5262	2,4712
0,5583	0,5544	2,7567
0,5793	0,5760	3,0484

## Bijlage I (vervolg)

Serie VI

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0684	0,0687	0,0632
0,0834	0,0834	0,0921
0,1002	0,1005	0,1303
0,1170	0,1170	0,1700
0,1323	0,1320	0,2138
0,1476	0,1473	0,2619
0,1653	0,1647	0,3178
0,1830	0,1824	0,3771
0,2037	0,2034	0,4554
0,2304	0,2295	0,5653
0,2553	0,2544	0,6795
0,2874	0,2865	0,8446
0,3186	0,3168	1,0221
0,3510	0,3489	1,2366
0,3843	0,3816	1,4696
0,4122	0,4095	1,6965
0,4359	0,4332	1,9310
0,4596	0,4560	2,1687
0,4848	0,4812	2,4511
0,5073	0,5016	2,7536
0,5223	0,5127	3,0468

Serie VII

$h_1$ (m)	$h_2$ (m)	$Q$ ( $m^3 s^{-1}$ )
0,0741	0,0744	0,0737
0,1020	0,1023	0,1318
0,1266	0,1269	0,1874
0,1476	0,1479	0,2492
0,1761	0,1761	0,3287
0,2154	0,2154	0,4569
0,2517	0,2517	0,5899
0,2826	0,2832	0,7258
0,3210	0,3207	0,9001
0,3582	0,3588	1,0961
0,3939	0,3936	1,2952
0,4287	0,4287	1,5113
0,4620	0,4614	1,7366
0,4761	0,4749	1,8446
0,4929	0,4926	1,9897
0,5118	0,5109	2,1502
0,5370	0,5364	2,2968
0,5520	0,5511	2,4696
0,5778	0,5763	2,6378
0,5820	0,5793	2,7659
0,6051	0,6018	2,9079
0,6216	0,6198	3,0252

School 1:100  
 Figuur 1

SITUATIESCHETS

----- meetlijn  
 - - - - - modelgrens  
 I in dwarsprofielen  
 L meetlijn behalve:  
 XI juist voor drempel  
 XII " " na " XII  
 XIII " " na " XIII  
 (voor dwarsprofielen  
 zie fig. 4)



