

**MEETSTUW IN DE ST. KRUIKREEK, ZEEUWS-VLAANDEREN  
ONTWERP EN CONSTRUCTIE VAN EEN LANGE OVERLAAT**

**ONDERZOEKSVERSLAG NR. 91**

Ing. W. Boiten

Vakgroep Hydraulica en afvoerhydrologie  
Landbouwuniversiteit Wageningen, 1989

276205

1911

1912

1913

1914

1915

1916

1917

1918

1919

1920

1921

1922

1923

1924

1925

1926

1927

1928

1929

1930

1

2

3

4

## INHOUD

	Blz.
1 INLEIDING	3
2 WATERPEILEN OP DE ST. KRUIKREEK	3
3 ONTWERP MEETSTUW	4
4 AFVOERRELATIES	5
5 VOORWAARDEN BENEDENSTROOMS PEIL	7
6 BETROUWBAARHEID VAN DE AFVOERMETINGEN	8
7 GEBRUIK VAN DE MEETSTUW	9
8 SAMENVATTING	10
LITERATUUR	10

## FIGUREN

- 1 ONTWERP LANGE OVERLAAT
- 2 AFVOERRELATIE ONGESTUWDE AFVOER
- 3 REDUCTIEFACTOR F VOOR GESTUWDE AFVOER
- 4 LIJNEN VAN GELIJK DEBIET ALS FUNCTIE VAN DE PEILEN IN DE WINTERPERIODE
- 5 LIJNEN VAN GELIJK DEBIET ALS FUNCTIE VAN DE PEILEN IN DE ZOMERPERIODE
- 6 MAXIMUM BENEDENPEIL TIJDENS DE WINTER- EN DE ZOMERPERIODE OM DEBIETEN OVER DE LANGE OVERLAAT TE KUNNEN METEN

- 0,60 m)
- zomerperiode  $h_k = \text{NAP} - 0,78 \text{ m}$ 
  - bij  $Q_{\text{max}} = 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$  hoort een overstorthoogte  $h_1 = 0,229 \text{ m}$ , waardoor
  - mits de benedenwaterstand voldoende laag is - het peil op de St. Kruiskreek  $\text{WS} = \text{NAP} - 0,551 \text{ m}$  wordt (voorwaarde was  $\text{WS}_{\text{max}} = \text{NAP} - 0,55 \text{ m}$ )

De houten damwand/schotbalk zal zo goed mogelijk waterdicht moeten zijn langs de bodem en in de zijspanningen. De bovenkant van de onderste plaat komt op  $\text{NAP} - 1,06 \text{ m}$  en blijft gedurende zomer- en winterperiode in functie.

Het nauwkeurig stellen van de meetstuw kan worden gerealiseerd door het plaatsen van een extra balk (hoogteligging kruinblad) en het vastzetten van de zijschermen in de sponningen (horizontaal nastellen kruinblad in de stroomrichting)

#### 4 AFVOERRELATIES

Voor het bepalen van de debieten uit de gemeten waterstanden, bovenstrooms en benedenstrooms is de volgende formule gebruikt:

$$Q = 1,7 \cdot B \cdot C_D \cdot f \cdot h_1^{1,50}$$

waarin:

- Q debiet ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
- 1,7 numerieke constante  $(2/3)^{3/2} \cdot (g)^{1/2}$  in  $\text{m}^{1/2}/\text{s}$
- B breedte van de overlaat, gekozen  $B = 4,40 \text{ m}$
- $C_D$  afvoercoëfficiënt (-)  
deze is nauwkeurig bekend uit onderzoek
- f reductie factor voor gestuwde afvoer (-)  
eveneens redelijk goed bekend uit de literatuur, f is een functie van de verdrinkingsgraad S
- $h_1$  overstorthoogte bovenstrooms (m)  
 $h_1 = \text{WS}_1 - h_k$  ( $h_k$  = hoogte kruinblad)
- $h_2$  hoogte benedenstrooms (m)  
 $h_2 = \text{WS}_2 - h_k$

$S$  verdrinkingsgraad,  $s = 100 h_2/h_1$  (%)

Met dit ontwerp kunnen de debieten redelijk goed worden bepaald mits aan de voorwaarden voor de benedenwaterstand wordt voldaan (par. 5).

Ongestuwde afvoer treedt op voor  $S \leq 70\%$ , dan is  $f = 1$

Gestuwde afvoer doet zich voor als  $S > 70\%$  is, dan is  $f < 1$

Figuur 2 geeft de afvoerrelatie voor ongestuwde afvoer.

De afvoerende breedte  $B = 4,40$ . De afvoercoëfficiënt  $C_D$  is ontleend aan het artikel "De Hobrad stuw" [1].

Figuur 3 geeft de reductiefactor  $f$  voor gestuwde afvoer als een functie van de verdrinkingsgraad  $S$ .

Op basis van de figuren 2 en 3 kan het debiet worden berekend voor ongestuwde afvoer en voor gestuwde afvoer.

In de figuren 4 en 5 is dit gedaan voor de winter- en de zomerperiode. (Er wordt met nadruk op gewezen, dat deze figuren uitsluitend exact toepasbaar zijn, als de kruinbladen ook inderdaad de aangegeven waarden hebben!)

Figuur 4 geeft voor de winterperiode een aantal lijnen van gelijk debiet in het bereik  $0,06 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 1,90 \text{ m}^3/\text{s}$ .

In de figuur zijn de volgende meetgebieden aangegeven:

- ongestuwde afvoer (links boven de stippellijn)

Het debiet is uitsluitend afhankelijk van de bovenwaterstand.

Echter: de benedenwaterstand moet relatief laag worden gehouden.

- gestuwde afvoer voor afvoeren  $> 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  (tussen de stippellijn en de dik getrokken lijn)

Nu zijn beide waterstanden bepalend voor het debiet.

Terwille van de gewenste nauwkeurigheid verdient het aanbeveling, het waterstandverschil niet kleiner te hebben dan  $\Delta h = h_1 - h_2 = 0,05 \text{ m}$ .

- afvoermeting niet goed mogelijk, omdat  $\Delta h < 0,05$  is geworden, of omdat bij lage afvoeren  $Q < 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$  gestuwde afvoer optreedt.

Figuur 5 geeft voor de zomerperiode een aantal lijnen van gelijk debiet in het bereik  $0,06 \text{ m}^3 < Q < 0,80 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Ook nu zijn weer de drie reeds genoemde meetgebieden aangegeven.

Teneinde met de voorgestelde meetstuw redelijk nauwkeurig te kunnen meten, moeten aan het peil benedenstrooms duidelijke voorwaarden worden gesteld. Deze zijn in par. 5 aan de orde gesteld.

## 5 VOORWAARDEN, BENEDENSTROOMS PEIL

Uit de voorgaande paragraaf volgde dat - zowel in de winterperiode als in de zomerperiode debietmeting mogelijk is, mits de benedenwaterstand een bepaalde grenswaarde niet overschrijdt.

Figuur 6 geeft de grenswaarde aan voor de:

- winterperiode, met het kruinblad op NAP - 1,00 m
- zomerperiode, met het kruinblad op NAP - 0,78 m

Deze grenswaarde voldoet aan twee voorwaarden:

- $S < 70\%$  aan te houden voor debieten  $Q < 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- $\Delta h \geq 0,05 \text{ m}$  (terwille van de meetnauwkeurigheid) voor  $Q > 0,5 \text{ m}^3/\text{s}$

In het schrijven 12217 d.d. 23 december 1988 wordt ten aanzien van het benedenstrooms peil meegedeeld, dat het waterschap bereid is, dit bij lage afvoeren 5 cm te verlagen.

Met behulp van figuur 6 kan worden afgeleid voor welk afvoerbereik de peilverlaging met 5 cm zinvol is.

periode	debiet ( $\text{m}^3/\text{s}$ )	streefpeil benedenstrooms
winter	$Q > 0,4$	NAP - 0,90 m
	$0,14 < Q < 0,4$	NAP - 0,95 m
zomer	$Q > 0,3$	NAP - 0,70 m
	$0,06 < Q < 0,3$	NAP - 0,75 m

Als bovengenoemde streefpeilen worden gehandhaafd, dan is het meten van afvoeren met de ontworpen meetstuw in de zomerperiode over het gehele meetbereik  $0,06 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 0,8 \text{ m}^3/\text{s}$  mogelijk, en in de winterperiode over vrijwel het gehele meetbereik  $0,14 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 1,90 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Bij een verlaging van het benedenstrooms peil met 7 cm in de winterperiode tot NAP - 0,97 m zou het gehele meetbereik  $0,06 \text{ m}^3/\text{s} < Q < 1,90 \text{ m}^3/\text{s}$  bemeetbaar worden.

## 6 BETROUWBAARHEID VAN DE AFVOERMETINGEN

De betrouwbaarheid in de bepaling van het debiet wordt doorgaans aangegeven met de grootst te verwachten fout  $X_Q(\%)$ .

$$X_Q = \sqrt{X_c^2 + X_f^2 + (1,5 X_h)^2}$$

waarin:

$X_Q$  de procentuele fout in het debiet

$X_c$  de onbetrouwbaarheid in de afvoercoëfficiënt  $C_D$ , geschat op 3%

$X_f$  de onbetrouwbaarheid in de reductiefactor  $f$  voor gestuwde afvoer, geschat 5%

$X_h$  de procentuele fout in de gemeten overstorthoogte  $h_1$

$$x_{h_1} = 100 \delta_h / h_1$$

$\delta_h$  absolute fout in de meting van  $h_1$ , gesteld op  $\delta_h = 0,004 \text{ m}$  mits de de meting zorgvuldig wordt uitgevoerd.

Voor een aantal debieten wordt hieronder de fout  $X_Q$  uitgerekend bij ongestuwde afvoer.

$Q(\text{m}^3/\text{s})$	$h_1(\text{m})$	$X_h(\%)$	$X_Q(\%)$
0,06	0,041	9,8	14,9
0,15	0,075	5,3	8,5
0,40	0,144	2,8	5,1
0,80	0,229	1,7	4,0
1,20	0,300	1,3	3,6
1,90	0,405	1,0	3,3

benedenstrooms is dan NAP - 0,90 m voor  $Q > 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$  en NAP - 0,95 m voor  $Q < 0,4 \text{ m}^3/\text{s}$ . In de zomerperiode is de kruinhoogte NAP - 0,78 m. Het streefpeil benedenstrooms is dan NAP - 0,70 voor  $Q > 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$  en NAP - 0,75 m voor  $Q < 0,3 \text{ m}^3/\text{s}$ .

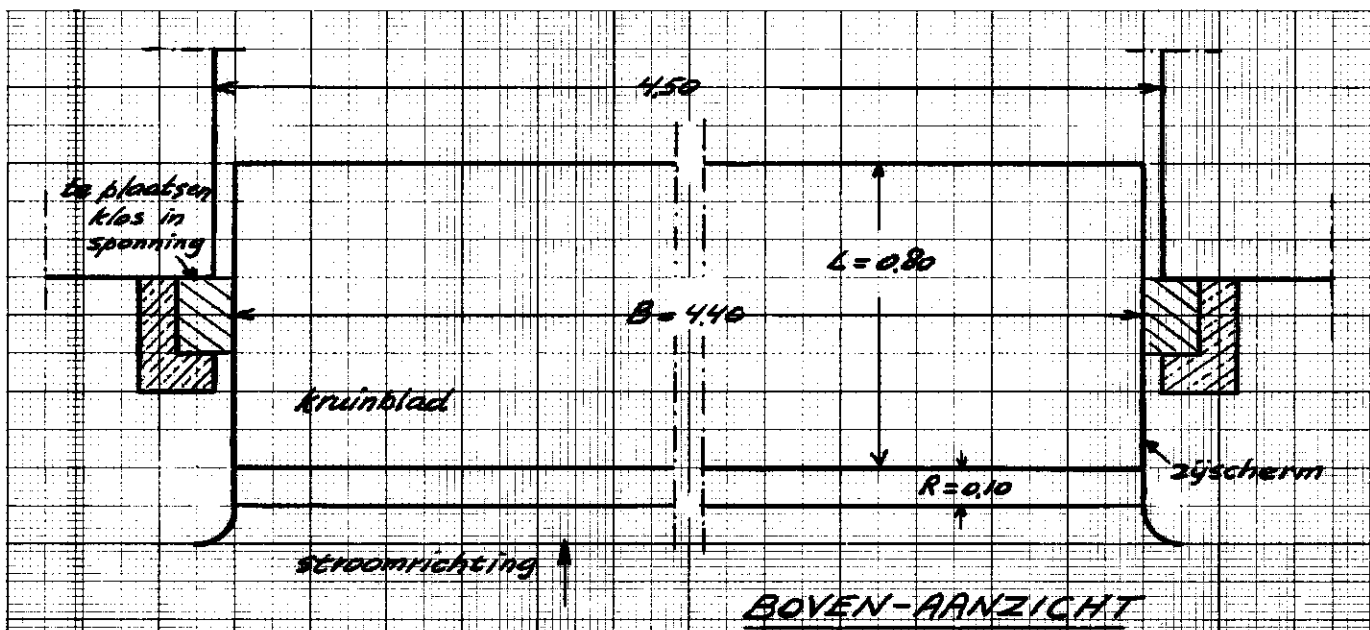
2. De debieten voor ongestuwde afvoer kunnen worden ontleend aan fig. 2. Bij gestuwde afvoer is tevens gebruik van fig. 3 noodzakelijk (gebruik van de figuren 4 en 5 is mogelijk voor een globale schatting van de afvoer).

Hoewel gestuwde afvoer - bij het handhaven van de streefpeilen - waarschijnlijk weinig voorkomt, verdient het aanbeveling de waterstanden zowel bovenstrooms als benedenstrooms, continu waar te nemen.

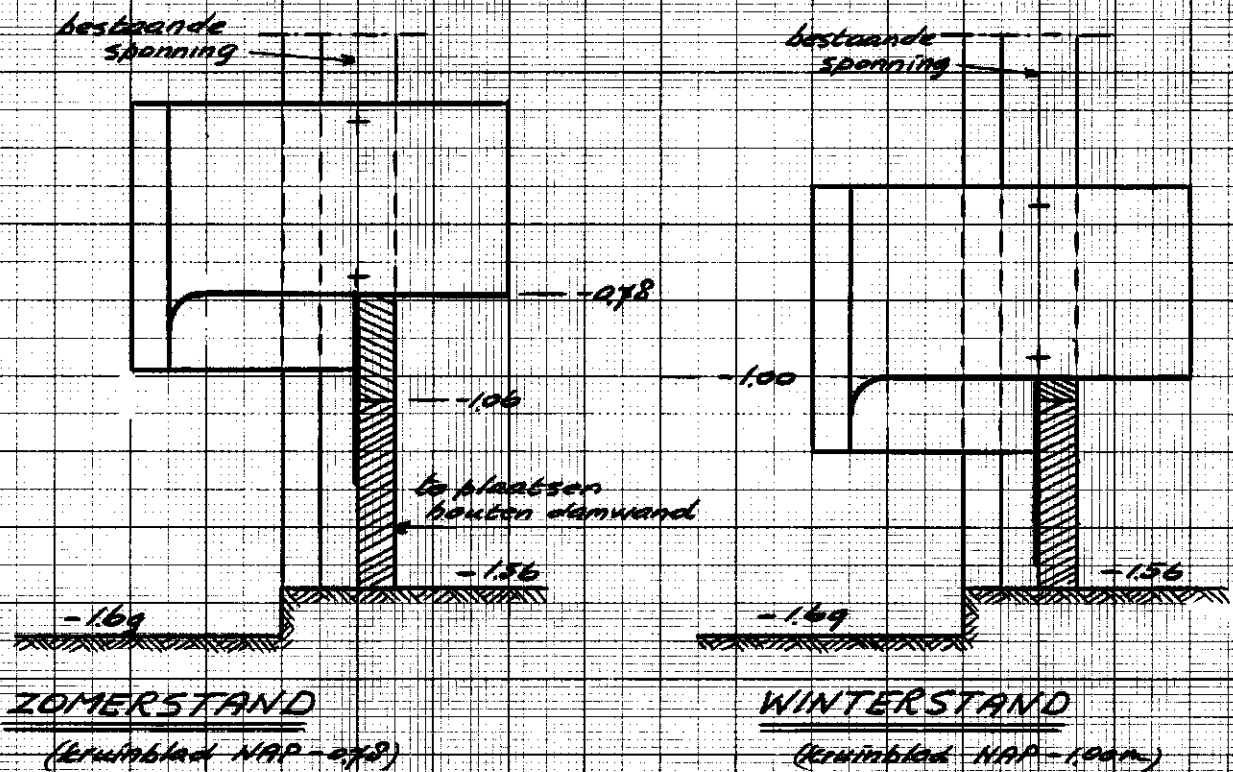
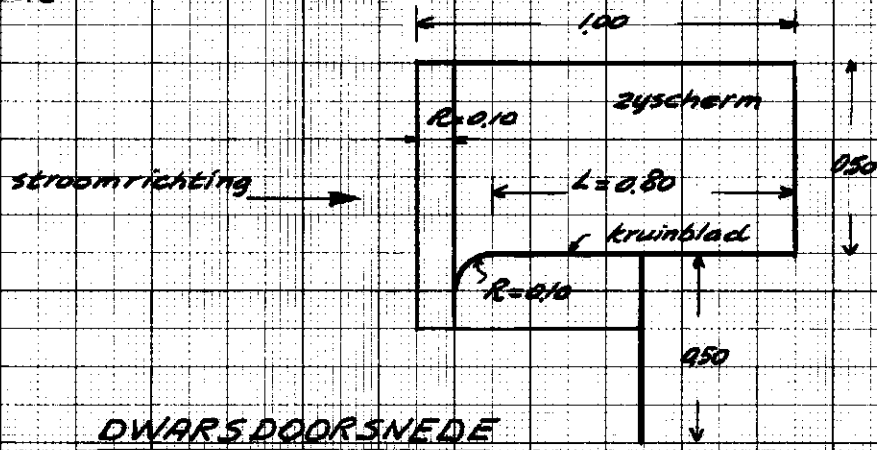
#### LITERATUUR

Boiten, W., 1987. De Hobrad stuw, regelen en meten van debieten. PT/C (41)1.



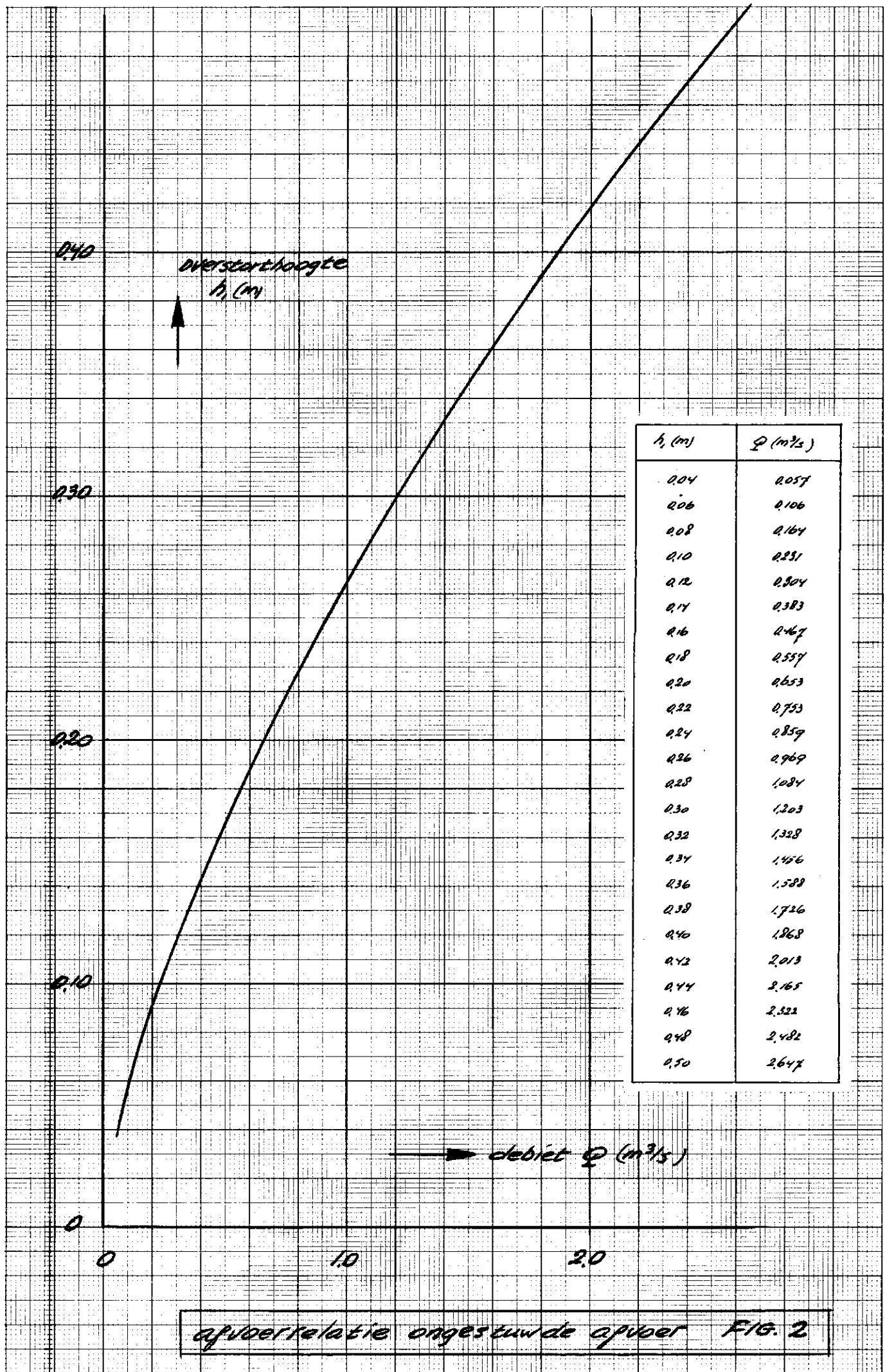


maten in meters



ONTWERP LANGE OVERLAAT

FIG. 1

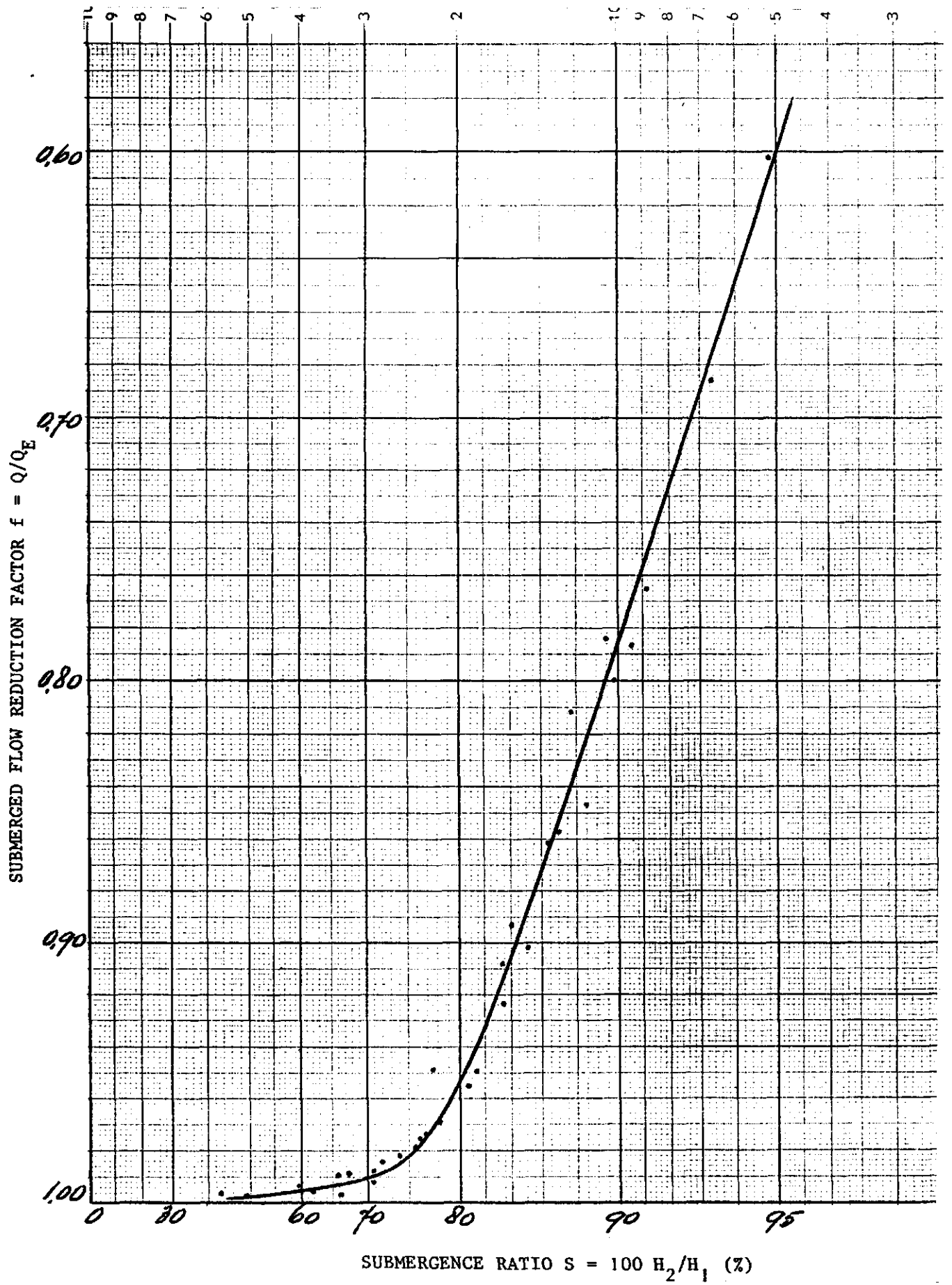


afvoerrelatie ongestuwde afvoer FIG. 2

The following table shows the results of the experiments conducted on the various specimens of the material under test. The specimens were prepared in accordance with the standard specifications and were tested under the following conditions:

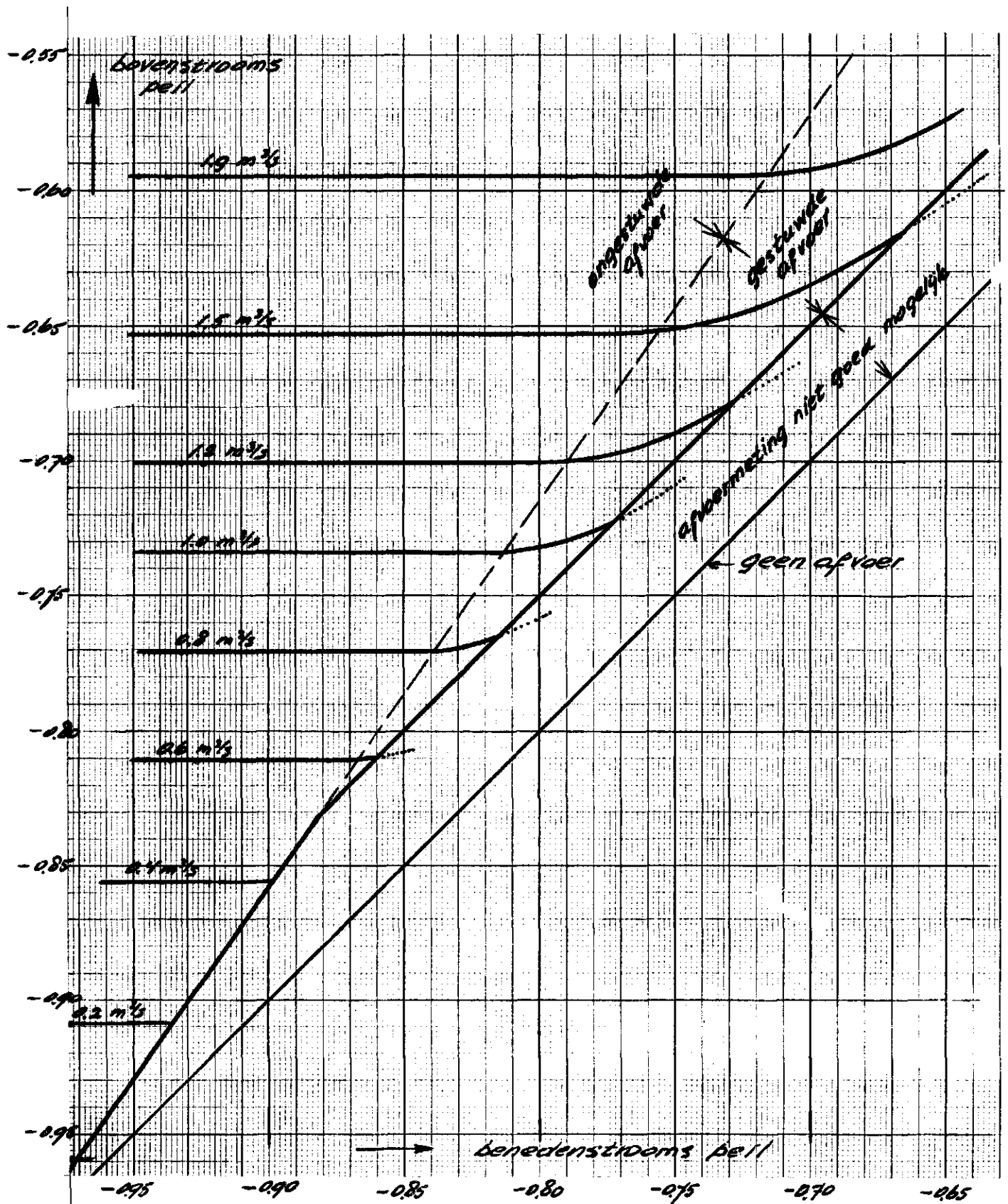
Specimen No.	Material	Temperature (°C)	Strain Rate (mm/min)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)
1	Aluminum	25	0.5	100	150	10
2	Aluminum	50	0.5	95	145	12
3	Aluminum	75	0.5	90	140	15
4	Aluminum	100	0.5	85	135	18
5	Aluminum	125	0.5	80	130	22
6	Aluminum	150	0.5	75	125	28
7	Aluminum	175	0.5	70	120	35
8	Aluminum	200	0.5	65	115	45
9	Aluminum	225	0.5	60	110	60
10	Aluminum	250	0.5	55	105	80
11	Aluminum	275	0.5	50	100	100
12	Aluminum	300	0.5	45	95	150
13	Aluminum	325	0.5	40	90	200
14	Aluminum	350	0.5	35	85	300
15	Aluminum	375	0.5	30	80	500
16	Aluminum	400	0.5	25	75	1000
17	Aluminum	425	0.5	20	70	2000
18	Aluminum	450	0.5	15	65	5000
19	Aluminum	475	0.5	10	60	10000
20	Aluminum	500	0.5	5	55	20000

The above data indicates that the yield strength and tensile strength of the material decrease as the temperature increases, while the elongation increases. This is typical behavior for many materials, particularly those that are ductile at room temperature.



Reductie factor  $f$  voor gestuwde afvoer FIG. 3

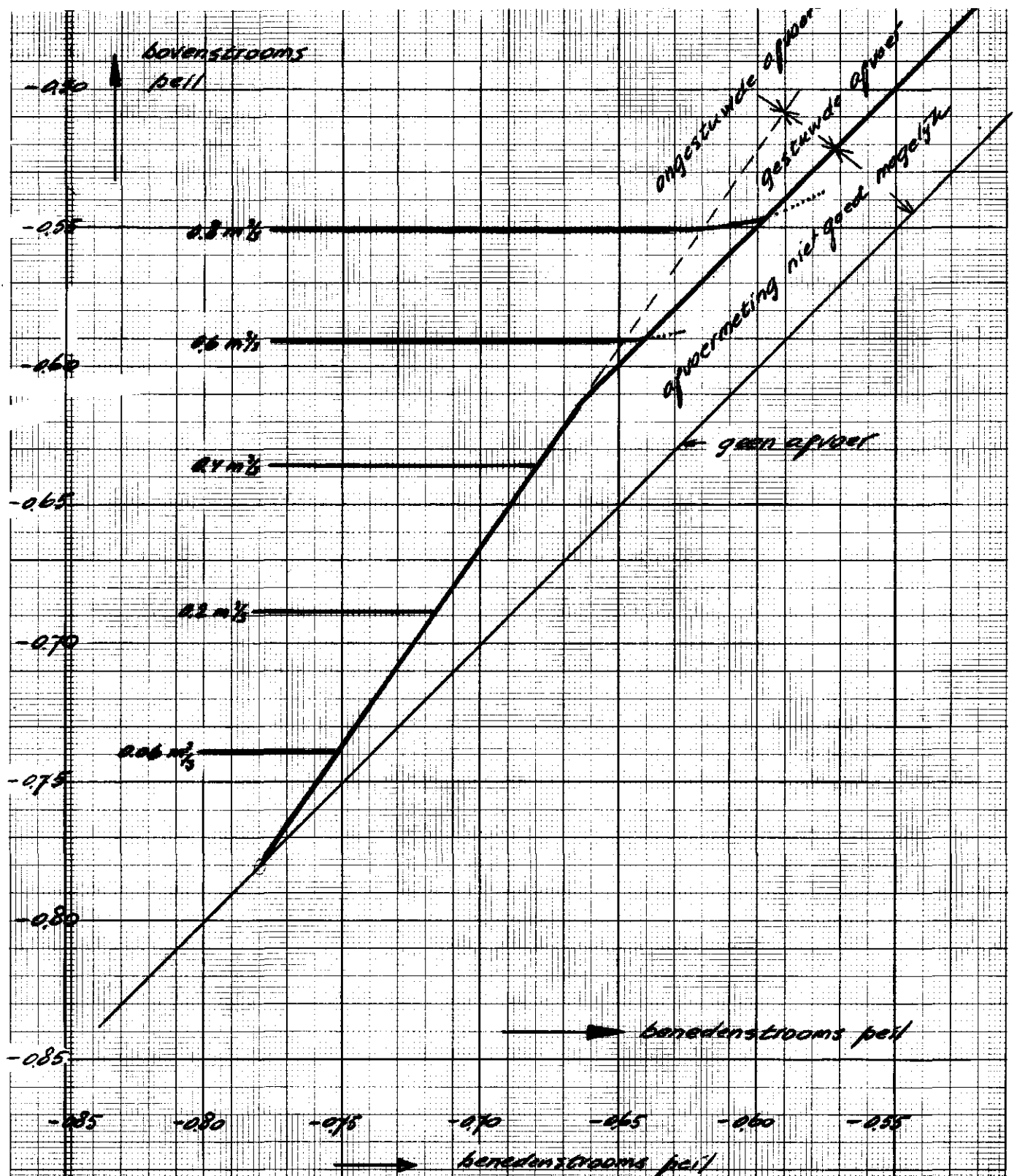
Winterperiode : kruinblad op NAP - 100 m



Lijnen van gelijk debiet als functies van de peilen  
in de winterperiode

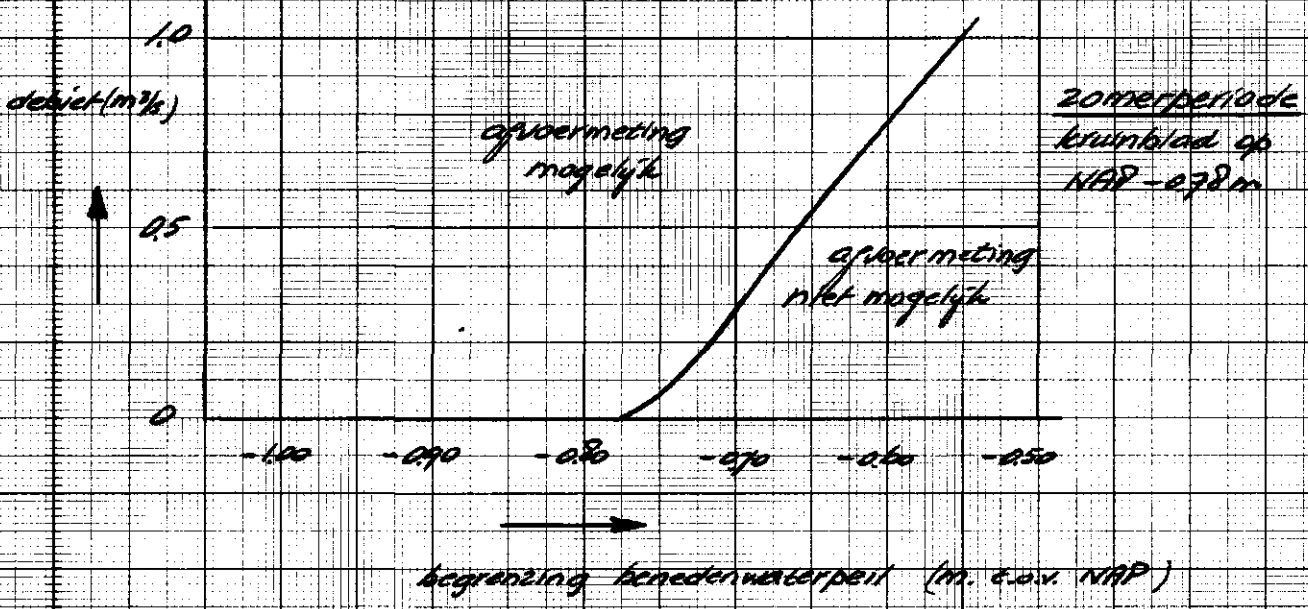
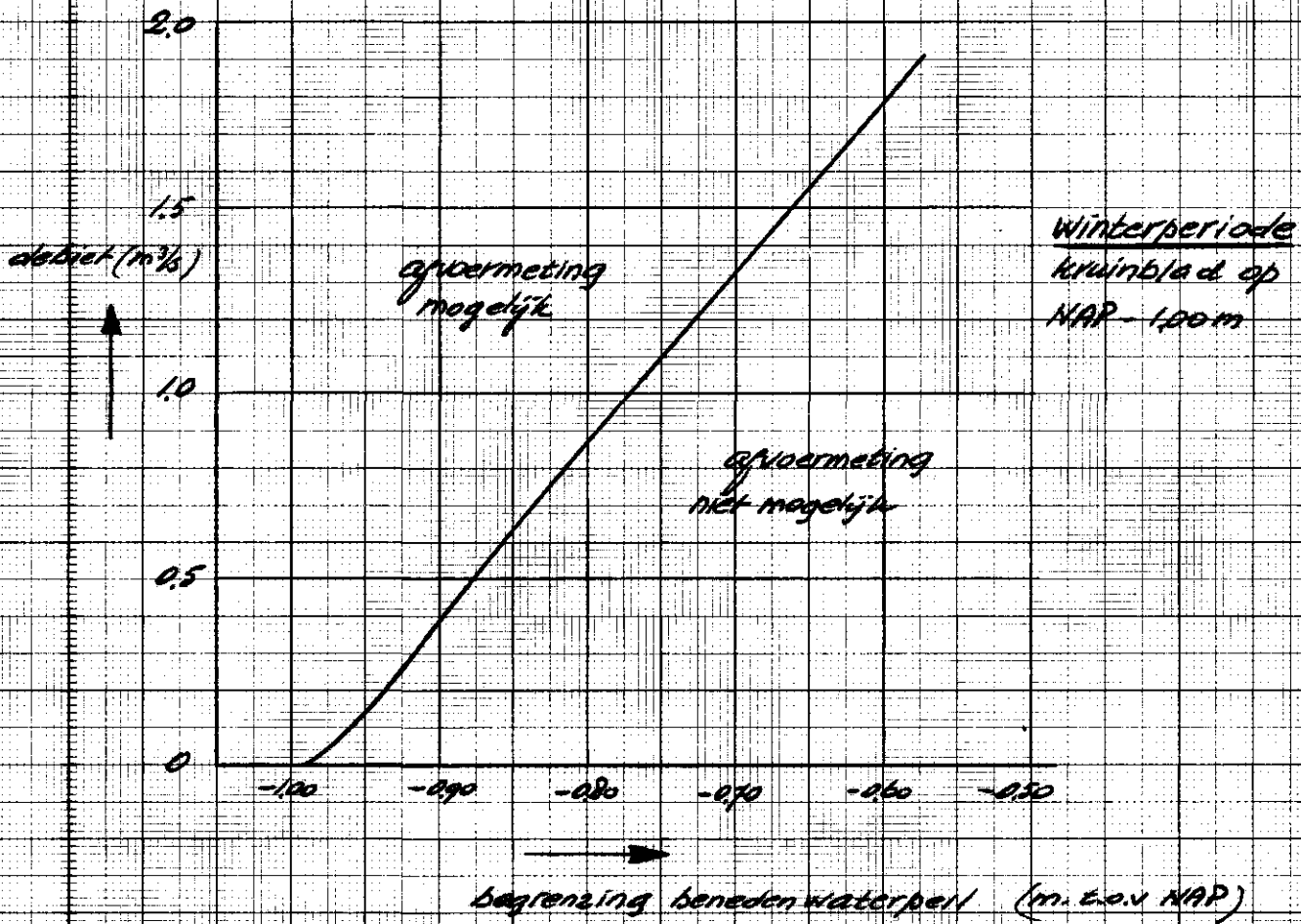
FIG. 4

zomerperiode : kruinblad op NAP - 0.78m



Lijnen van gelijk debiet als functies van de peilen  
in de zomerperiode





Maximaal benedenwaterpeil tijdens de winter- en de zomerperiode om debieten over de lange overlaat te kunnen meten

FIG. 6