

NOTA 1266

Instituut voor Cultuurtechniek en Waterhuishouding
Wageningen

METINGEN TER BEPALING VAN Q/h-RELATIES VOOR ENKELE
STUWEN IN HET GEBIED 'DE MONDEN'

ing. F. Homma

Nota's van het Instituut zijn in principe interne communicatie-
middelen, dus geen officiële publikaties.
Hun inhoud varieert sterk en kan zowel betrekking hebben op een
eenvoudige weergave van cijferreeksen, als op een concluderende
discussie van onderzoeksresultaten. In de meeste gevallen zullen
de conclusies echter van voorlopige aard zijn omdat het onderzoek
nog niet is afgesloten.
Bepaalde nota's komen niet voor verspreiding buiten het Instituut
in aanmerking

I N H O U D

	Blz.
1. INLEIDING	1
2. MEETMETHODEN	3
2.1. Overstorthoogtemetingen	3
2.2. Debietmetingen	5
3. BESCHRIJVING VAN DE GEMETEN STUWEN	7
4. MEETRESULTATEN	10
4.1. Stuwen met scherpe kruin	10
4.2. Stuwen met getande kruin	11
5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES	16
LITERATUUR	18

1. INLEIDING

Door het steeds schaarser worden van water van voldoende kwaliteit en het feit dat steeds meer belangengroepen een aanspraak maken op dit water is een waterbeheersplan noodzakelijk. Deze noodzaak geldt niet alleen op landelijk en provinciaal niveau, maar eveneens voor de kleinere eenheden zoals waterschappen en zelfs voor bedrijven afzonderlijk. Om een optimaal waterbeheersingsplan te kunnen opstellen is het noodzakelijk over gegevens van aan- en afvoer, neerslag en verbruik te beschikken.

In de Drentse Veenkoloniën is een deel van het waterschap 'De Veenmarken' aangewezen als proefgebied (fig. 1) om de resultaten van een waterbeheersplan te bestuderen. De verkregen gegevens moeten dienen om een waterbalans op te stellen. Uit de verwerking van de gegevens dient tevens een advies te worden opgesteld voor een optimaal beheer. Om de aan- en afvoer van het gebied te kunnen regelen zijn een aantal stuwen gebouwd, voor het inlaten van water uit het zuidelijker gelegen gebied en voor het lozen van overtollig water naar een kanaal, dat afvoert via de provincie Groningen. In het gebied zelf zijn nog een aantal extra stuwen gebouwd om voor de verschillende vakken een zo gunstig mogelijke waterstand te kunnen realiseren.

Een van de posten van de waterbalans is de hoeveelheid aan- en afgevoerd water via open leidingen in het systeem. De inlaatwerken zijn alle voorzien van Romijn-Vluchteplaten, waarvan de relatie tussen overstorthoogte en debiet bekend is.

Enkele van de uitlaatstuwen waren voorzien van getande kruinen om trillingen van de klep te voorkomen. Omdat de tophoek van de door de tanden gevormde V-schotten met de draaiing van de klep verandert, is voor dit soort stuwen geen éénduidige relatie vast te stellen voor de afvoer als functie van de overstorthoogte. Ten behoeve van de

metingen zijn daarom de uitlaatstuw voorzien van een scherpe kruin. Hiervan is bekend dat de Q/h relatie een exponentiele functie is waarvan de coëfficiënt en de exponent door ijkmetingen bepaald kunnen worden.

Voor de peilbeheersing binnen het gebied zijn de stuwen met getande kruin gehandhaafd. Bij een stuw met scherpe kruin en drie met getande kruinen zijn ijkmetingen uitgevoerd.

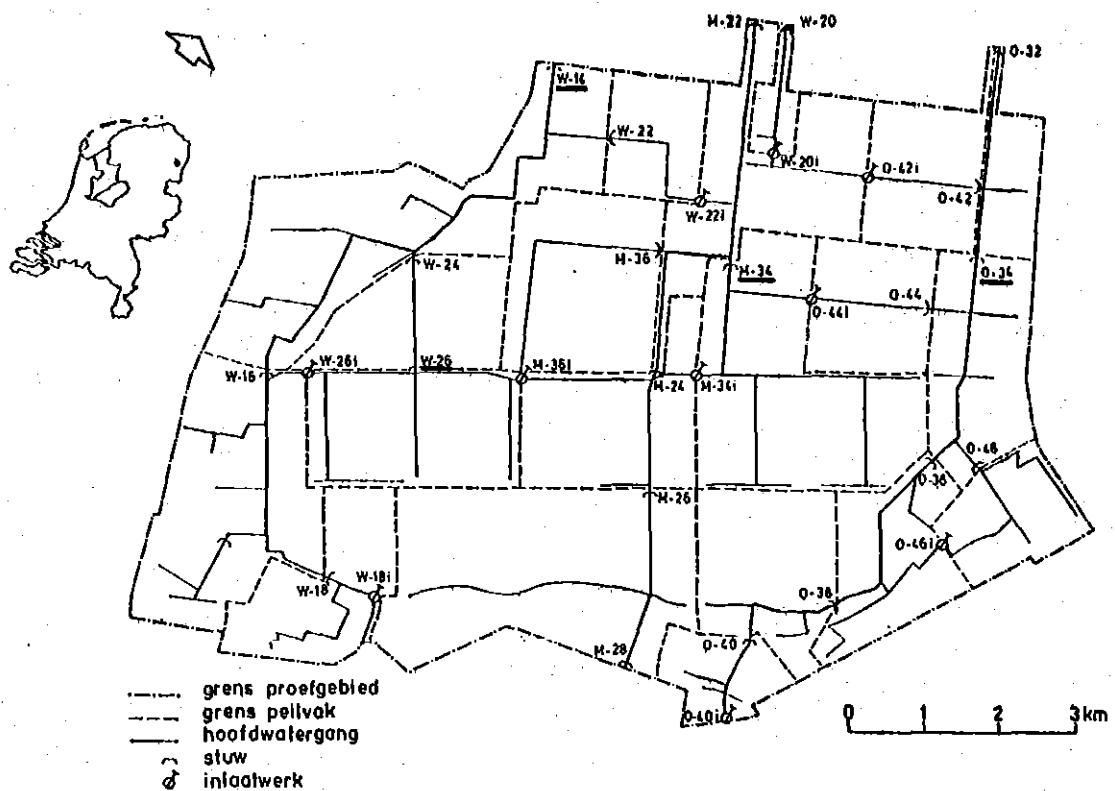


Fig. 1. Het 'Monden' gebied van het Waterschap 'de Veenmarken' met stuwen en inlaatwerken

2. MEETMETHODEN

2.1. Overstorthoogtemeting

De overstorthoogtes werden op verschillende manieren gemeten. Voor de kleine debieten werd een maatband loodrecht op de kruin van de stuw gezet. De overstorthoogte kan dan zeer nauwkeurig worden afgelezen door de vlakke waterspiegel op ooghoogte af te lezen op de maatband (fig. 2). Deze methode kan echter alleen worden toegepast bij windstil weer en er moet een mogelijkheid zijn of gemaakt kunnen worden (bijvoorbeeld met een ladder) om achter de stuw te kunnen staan. Bij overstorten groter dan 3 cm gaat de maatband trillen en wordt de aflezing minder nauwkeurig.

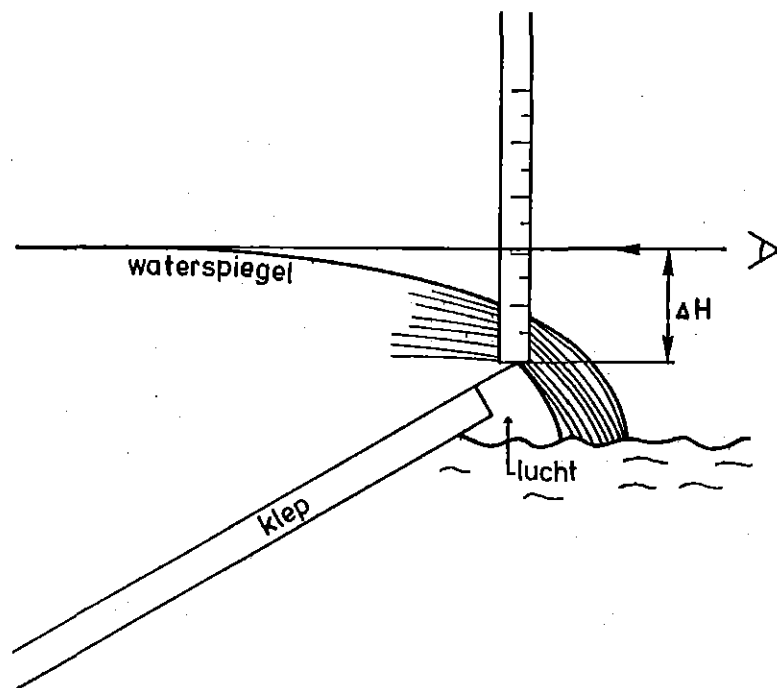


Fig. 2. Het meten van overstorthoogtes met behulp van een maatband

Is aflezing op ooghoogte niet mogelijk dan kan de maatband met de holle kant in de stroomrichting op de kruin worden geplaatst. De kinetische energie van het aanstromende water wordt hierdoor omgezet in een drukhoogte, zodat de overstorthoogte kan worden afgelezen. Bij debieten met een overstortende straal van meer dan 2 cm geeft deze methode een te lage waarde. Naarmate de hoogte toeneemt, neemt ook de fout toe doordat het water gaat afbuigen om de betrekkelijk smalle maatband.

Voor de wat grotere overstorten werd oorspronkelijk gebruik gemaakt van de door Bon ontwikkelde overstorthoogtemeter (BON, 1965). Om de problemen van het gebruik van deze meter te ondervangen, speciaal met betrekking tot de horizontaalstelling is een nieuw type meter ontwikkeld (fig. 3).

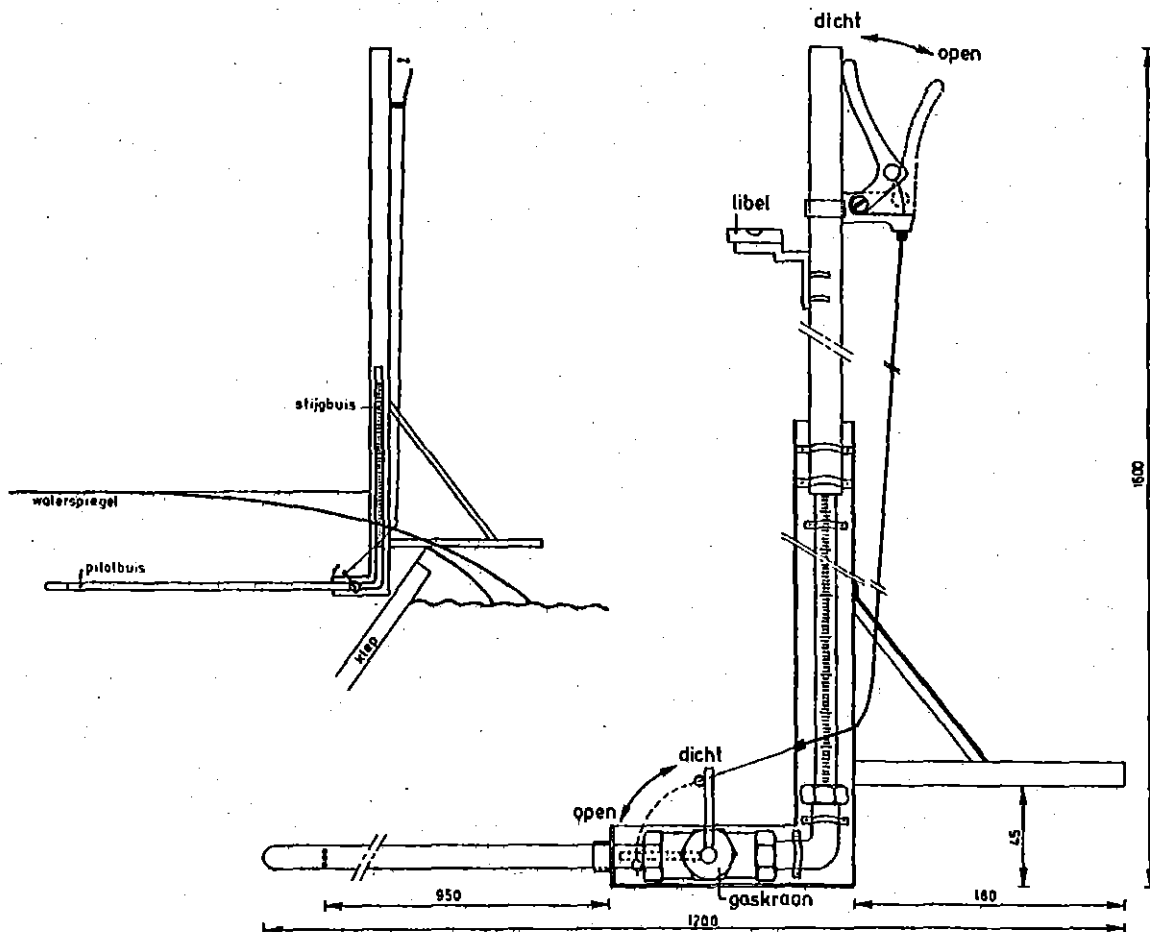


Fig. 3. Overstorthoogtemeter

Het hoofdbestanddeel van deze overstorthoogtemeter wordt gevormd door een L-vormige buis, waarvan de horizontale arm door middel van een kraan afsluitbaar is. Langs de verticale arm is een maatverdeling aangebracht, waarvan het 0-punt overeenkomt met de hoogte van het steunpunt waarmee de meter op de kruin van de stuw wordt geplaatst. De meter wordt in een schuine stand eerst gedeeltelijk onder water gedompeld om de luchtbellen uit de buizen te verdrijven. Daarna wordt de steun op de kruin geplaatst, waarbij met behulp van een libel de staande arm globaal verticaal wordt gesteld. Pas bij een afwijking groter dan 8° wordt de afleesfout groter dan 1%. Met de handgreep wordt de kraan gesloten en de meter kan van de stuw worden genomen en afgelezen.

Bij overstorten groter dan 8 cm geeft deze methode fouten omdat de waterspiegel dan op het einde van de horizontale arm niet meer vlak is. Uit controlemetingen is gebleken dat de overstorthoogtemeter boven deze waarde voor iedere cm meer circa 12% te weinig aanwijst.

Voor het meten van de hogere afvoeren werd gebruik gemaakt van een waterpasinstrument, een baak en een stilling well op voldoende afstand van de stuw. Door bij de 0-stand zowel de klephoogte als de bovenkant van de stilling well te meten liggen deze punten ten opzichte van elkaar vast. Bij verschillende klepstanden werd met de baak de hoogte van de kruin bepaald. Het waterpeil in de stilling well werd met een peilstok met elektrische indicatie gemeten ten opzichte van de bovenkant. Bij gebruik van een baak en peilstok met mm-verdeling is de overstorthoogte op een mm nauwkeurig te bepalen. Deze methode is erg tijdrovend en is daarom alleen toegepast voor de hogere debieten.

2.2. D e b i e t m e t i n g e n

Voor de debietmetingen werden eveneens verschillende methodes toegepast, afhankelijk van het debiet. De meest juiste methode is een directe meting van de totale hoeveelheid overstortend water. Alleen speciale constructies, zoals onder andere toegepast door de Provinciale Waterstaat in Drente, maken het mogelijk deze methode te gebruiken. Omdat de overstortende straal over de gehele breedte van de stuw nagenoeg dezelfde is, behalve bij de geleide- en hefarm en de stroomonderbrekers, kan ook een deel van de straal worden gemeten.

De randeffecten moeten dan in rekening worden gebracht. Deze zijn echter niet voldoende bekend en hebben daardoor een nadelige invloed op de nauwkeurigheid van de uit de gegevens berekende Q/h relatie.

Voor de lage debieten is deze methode toegepast. Via een trechter van 20 of 10 cm breedte werd de straal opgevangen in een emmer met geijkte maatverdeling. De hoeveelheid in een bepaalde tijd kan worden gemeten tot een maximum van circa 10 lt in 3 seconden. Daarboven wordt de tijdmeting te onnauwkeurig.

Boven dit debiet zijn andere methoden gebruikt. De grootte van de duikers ten opzichte van de stuwten was meestal van dien aard dat de stroomsnelheden in de duikers bij debieten van iets groter dan 10 liter per 3 seconden per 10 cm kruin-breedte te laag waren om met een Ott-molen te kunnen meten. Verdunningsmethoden van zoutoplossingen of het toevoegen van kleurstoffen gaf door de afmetingen van de duikers ook geen redelijke resultaten. De stroomsnelheid in de duikers is voor deze gevallen daarom bepaald met behulp van drijvers van electriciteitsbuis. De lengte van de drijvers werd zo gekozen, dat deze iets kleiner was dan de waterdiepte in de duikers. De drijvers werden daarna aan de onderzijde verzwaard en dan zover met water gevuld dat een paar cm boven water bleef uitsteken. Door op verschillende plaatsen in de duiker en met de nodige herhalingen te meten kon een redelijk juiste waarde voor de stroomsnelheid in de duiker worden bepaald.

Bij grotere stroomsnelheden werd met de Ott-molen gemeten. De metingen met de Ott-molen en de methode met de drijvers gaven in dit gebied geen meetbare systematische verschillen te zien. Een controle van de drijvers bij kleinere debieten was niet mogelijk, omdat in die gevallen de drijver niet volgens een rechte lijn door de duiker ging. Bij deze methode is geen rekening gehouden met de lagere stroomsnelheden langs de kanten van de duiker, waardoor de gemeten gemiddelde stroomsnelheden iets te groot zullen zijn.

Omdat directe metingen, ook van zelfs een deel van de straal, de meest nauwkeurige resultaten geven, is het wenselijk een meetstelsel te ontwikkelen met een nog nauwer spleet en het water op te vangen in een grote drijvende bak. Bij een spleet van 2 cm en een bak met een inhoud van 50 liter kan het debiet bij een overstorthoogte van 25 cm nog worden gemeten. Over deze laatste meetmethode is contact opgenomen met de Provinciale Waterstaat van Drente, die dit idee zal trachten om te zetten in een bruikbare methode voor veldmetingen.

3. BESCHRIJVING VAN DE GEMETEN STUWEN

Daar veel ijkmetingen indirect zijn uitgevoerd door de debieten te meten in een duiker achter de stuw is het niet alleen nodig de vorm en de afmetingen van de stuw te kennen, maar ook de vorm en afmeting van de duiker en de mate van vervuiling (fig. 4).

Van een viertal stuwen in het gebied zijn ijkcurves vastgesteld. Voor de stuwen met een scherpe kruin is verondersteld dat hiervoor gelijke ijkcurves gelden, waarvan er één is gemeten. Van de stuwen met vertandingen zijn er in totaal drie gemeten. Het 'Monden'gebied is in drie aanvoerstroken verdeeld, namelijk het westelijk, het midden en het oostelijk gebied. De nummering van de stuwen duidt op het gebied waarin zij zijn gelegen. Zo is bijvoorbeeld W 14 een van de stuwen in het westelijk gebied.

W 14

W 14 is een automatische klepstuw met een electrisch systeem en is voorzien van een rechte scherpe kruin. De overstortbreedte is door de hef- en geleidearm niet voor alle debieten gelijk. Voor de lage debieten bedraagt de breedte 4,18 m en voor de hoge debieten wordt dit 4,48 m, waarbij de stroom nog wel gedeeltelijk wordt onderbroken door de hefarm, zodat met een effectieve breedte van 4,36 m moet worden gerekend. Achter deze stuw ligt een rechthoekige betonnen duiker onder de weg door. Deze duiker is 1,50 m hoog, 2,50 m breed en 26,8 m lang. De bodem van deze duiker is in geringe mate vervuild, terwijl in de hoeken iets meer zand ligt.

W 26

W 26 is een automatische klepstuw met een hydraulisch systeem. De kruin heeft een vertanding met 13 tanden van 10 cm breedte aan de voet en een hoek van 90 graden. De geleidingen zijn elk 8 cm breed en de hefarm is 14 cm. De constructie tussen de betonwanden is 1,51 m. Achter deze stuw ligt een wijk van circa 3 m breed en 400 m lang. Aan het einde van deze wijk ligt een dam met een ovale betonnen duiker van 90 x 130 cm. Deze duiker was vrij sterk vervuild en langs de randen overgroeid met gras.

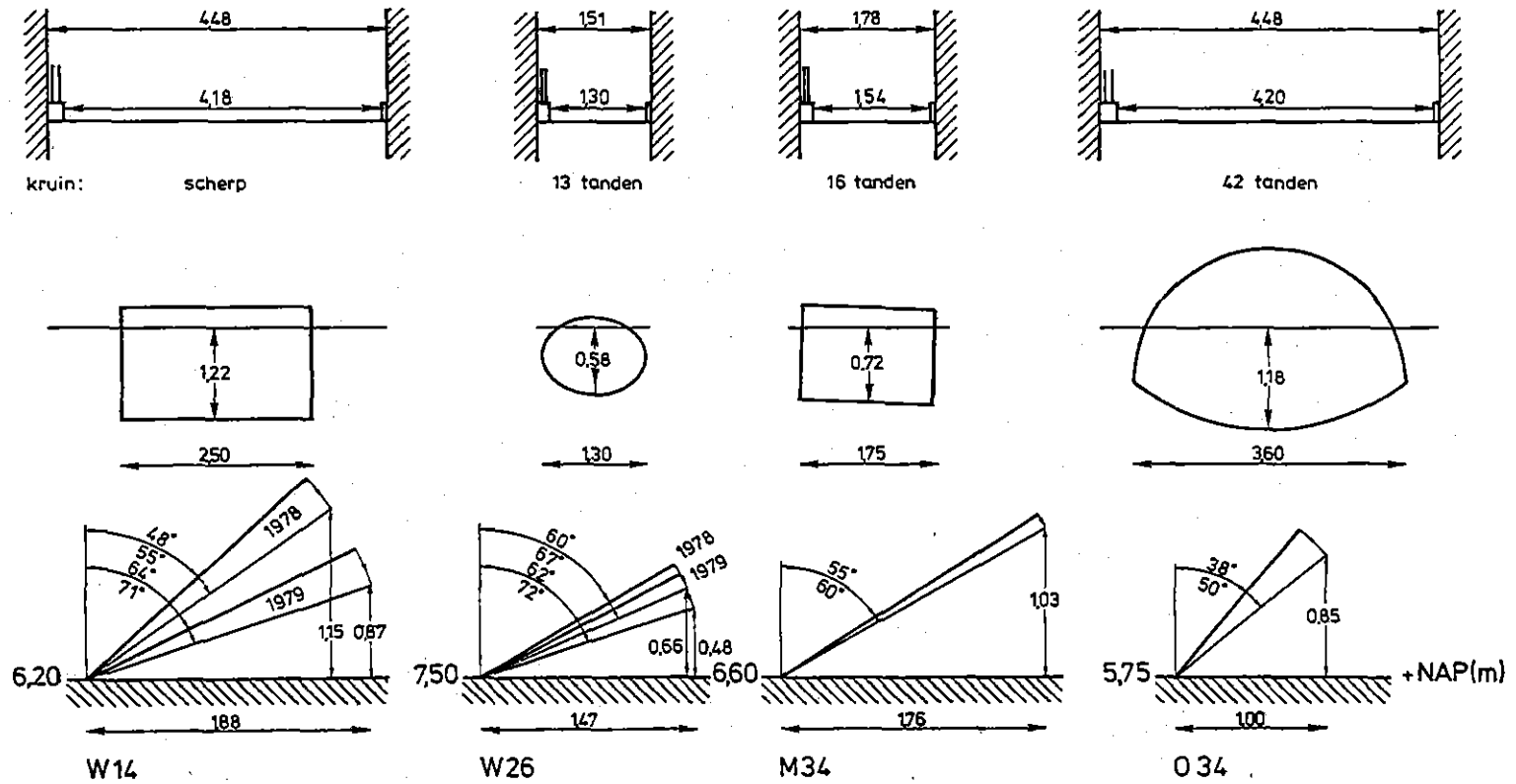


Fig. 4. Afmetingen van stuwen en achterliggende duikers en klepstanden tijdens de ijkmetingen

M 34

M 34 is een zelfde soort stuw als W 26. De kruin is voorzien van 15 tanden. De geleidingen zijn elk 9 cm en de hefarm is 15 cm breed. Voor de lagere overstorten is de breedte 154 cm en voor de hogere 170 cm met een onderbreking door de hefarm. Direct achter de stuw ligt een betonnen rechthoekige duiker van 175 x 150 cm met een lengte van 14 m. De duiker is iets scheef gezakt en was tijdens de metingen redelijk schoon.

O 34

O 34 is een stuw in de aanvoerleiding van het oostelijk gebied met een automatisch systeem met elektrische bediening. De kruin is voorzien van 42 tanden van dezelfde afmetingen als de hiervoor genoemde stuwen. De overstortbreedte voor de lage debieten is 4,20 m en voor de hoge 4,38 m. Twee stroomonderbrekers zijn direct achter de vertanding geplaatst. Achter deze stuw ligt een Armco-duiker met een grootste breedte van 3,60 m en een lengte van 21,30 m.

Bij de hydraulisch werkende automatische stuwen is een omloopleiding aangebracht waarin een molen is geplaatst. Via een oliedrukreservoir zorgt deze molen voor de energie die nodig is om de klep op en neer te bewegen. Gezien de grote hoeveelheden water die via de omloopleiding van het bovenstroomse naar het benedenstroomse pand gaan zijn deze stuwsystemen niet bruikbaar voor debietmetingen.

Het is moeilijk vast te stellen hoe lang de schuif in de omloopleiding open moet staan om de benodigde energie te leveren. Wel is vastgesteld dat de hoeveelheid doorstromend water groter kan zijn dan de hoeveelheid welke over de stuw wordt afgevoerd. Om deze reden zijn alle hydraulische klepstuwen gedurende de onderzoeksperiode op handbediening ingesteld waarbij het omloopkanaal automatisch wordt afgesloten.

Ook de stuwen met elektrische automatische bediening zijn op handbediening ingesteld ten behoeve van het meetsysteem. Daar de bovenstroomse waterhoogte met onder meer Fisher en Porter registratie apparatuur wordt gemeten is het nodig de hoogte van de klep te weten om de overstorthoogte te kunnen afleiden. Bij een automatisch werkende stuw zijn zonder verdere metingen de tijdstippen en grootte van klepstandveranderingen niet vast te stellen.

4. MEETRESULTATEN

De verschillende overstorthoogten konden alleen worden gerealiseerd door verandering van de klepstand. Vanwege de grote berging in het leidingvak voor de stuwen was het niet mogelijk te wachten tot weer een evenwicht was ingetreden. De fout die hierdoor zou kunnen ontstaan is zoveel mogelijk vermeden door zowel voor als na elke debietmeting de overstorthoogte te meten. Grote verschillen zijn hierbij niet geconstateerd, evenmin als een toe- of afname van het debiet bij enkele direct achter elkaar uitgevoerde metingen.

Hoewel rekening dient te worden gehouden met een eventuele scheefstand van de klep door de wrijving aan de geleide kant blijkt deze toch van weinig invloed te zijn op het afgevoerde debiet. Bij een klepbreedte van 4,50 m is een verschil in overstorthoogte gemeten van slechts 1 cm. Daar voor de ijkmetingen steeds de hoogte in het midden van de klep is gemeten wordt de fout nog kleiner. Uit berekeningen blijkt bovendien dat de fout in het totale debiet ten opzichte van zuiver horizontaal liggende kruin in deze gevallen verwaarloosbaar is.

4.1. S t u w e n m e t s c h e r p e k r u i n

Voor stuwen met een rechte kruin bestaat een eenvoudige relatie tussen de gemeten overstorthoogte en de afvoer (BOS, 1975). Deze relatie is echter niet eenduidig, daar zowel de coëfficiënt als de exponent afhankelijk zijn van de klephoek, overstorthoogte en vorm van de stuw (LAB. VOOR HYDRAULICA LH). Uit door BON en HUMBERT (1975) verzamelde gegevens blijkt dat zonder uitgebreide veldmetingen of modelonderzoek niet is vast te stellen welke relaties in deze gevallen dienen te worden gehanteerd. Het blijkt echter dat voor kleine variaties in klephoek en overstorthoogte de afvoerrelatie met goede benadering kan worden gegeven door:

$$Q = A B h^x \quad (1)$$

waarin: $Q =$ gemeten debiet in $m^3 \cdot s^{-1}$

$A =$ verzameling van alle wel dan niet afhankelijke stuwfactoren in $m^{2/x} \cdot s^{-1}$

$B =$ breedte van de stuw in m'

$h =$ overstorthoogte in m'

$x =$ exponent h afhankelijk van de stuw enz. (meestal $\neq 1,5$)

Voor W 14, de enige gemeten stuw met een rechte kruin zijn de ijkingen twee maal uitgevoerd, namelijk één bij het gemiddelde zomerpeil en één bij het gemiddelde winterpeil (fig. 4). Hoewel de verschillen in meetwaarden tot een overstorthoogte van 20 cm niet erg groot waren (tabel 1), zijn voor deze stuw toch afzonderlijke afvoerformules afgeleid voor de twee perioden, namelijk voor de zomerstand bij een klephoek $< 55^\circ$: (h in cm)

$$q = 2,18 h^{1,510} \quad 1, s^{-1} \cdot m^{-1} \quad (2a)$$

en voor de winterstand bij een klephoek $> 60^\circ$:

$$q = 2,88 h^{1,595} \quad 1, s^{-1} \cdot m^{-1} \quad (2b)$$

4.2. S t u w e n m e t g e t a n d e k r u i n

Bij lage debieten bij een stuw met getande kruin kan deze worden beschouwd als een stel parallel geschakelde V-schotten. Voor het berekenen van de afvoer zijn zij echter niet geschikt omdat:

- a. de aanvoer niet loodrecht op de schotten staat
- b. de opening te groot is ten opzichte van de breedte van het schot
- c. de tophoek verandert met de klephoek

Een theoretische afleiding van het debiet als functie van de overstorthoogte is daarom nauwelijks mogelijk. Voor vertande stuwen zal daarom gebruik moeten worden gemaakt van ijkcurven, waarbij echter wel bedacht dient te worden dat de gevonden curve alleen nauwkeurig is voor de klepafstand waarbij de meting is uitgevoerd.

Uit de metingen (tabel 1) blijkt dat de curve geen eenduidig exponentieel verloop heeft, maar bij benadering uit drie delen kan worden samengesteld. Voor de lage debieten, waarbij het water alleen

Tabel 1. Gemeten debieten, omgerekend per m stuwbreedte bij verschillende overstorthoogten bij diverse stuwen

W 14				W 26				O 34		M 34	
zomer		winter		zomer		winter		zomer		zomer	
Δh cm	q $l.s^{-1}.m^{-1}$	Δh cm	q $l.s^{-1}.m^{-1}$	Δh cm	q $l.s^{-1}.m^{-1}$	Δh cm	q $l.s^{-1}.m^{-1}$	Δh cm	q $l.s^{-1}.m^{-1}$	Δh cm	q $l.s^{-1}.m^{-1}$
1,2	3,26	0,25	0	1,2- 1,4	0,61	1,3	0,63	1,9	1,62	1,5	1,07
1,6	5,39	0,35- 0,5	0,33	1,4- 1,5	0,82	1,6- 1,7	0,72	2,0	1,78	1,6	1,06
1,9- 2,0	6,25	1,2 - 1,3	2,79	1,7	1,20	2,3- 2,4	4,59	2,1	1,82	2,3	3,55
3,1- 3,2	11,63	1,7 - 1,8	4,90	1,8	1,52	5,2	20,73	3,1- 3,2	6,70	2,4	3,64
5,2- 5,8	22,74	2,5 - 2,7	10,09	2,0- 2,1	2,65	7,9	36,96	4,2- 4,3	11,38	3,8- 3,9	10,48
6,0	27,61	3,2 - 3,7	13,23	2,1	2,95	10,8- 9,9	54,22	5,4	17,33	6,0	23,74
10,2-11,0	72,53	3,9 - 4,1	14,43	2,3	3,85	16,4-15,4	124,14	6,1- 6,4	21,83	10,2-10,3	77,70
14,2	117,75	4,8 - 4,9	21,12	2,5	4,19	19,3	160,07	9,3- 9,5	54,68	10,2-10,3	84,70
17,6-18,3	150,54	5,8	27,00	3,0- 3,1	7,74			9,8	56,49	12,8	118,20
18,0-18,2	181,49	7,4 - 7,7	35,89	3,1	7,58			11,4-11,9	74,11	13,4	112,50
18,3-18,7	183,77	8,6 - 9,3	68,41	3,2	8,07			14,6	98,22		
		11,7 -12,2	98,94	4,0- 4,1	12,32			14,8	93,55		
		14,0 +14,4	124,78	4,1	13,29			18,6	139,74		
		17,5 -18,8	191,91	4,9	18,35						
		19,5 -20,0	216,24	5,2	21,19						
				5,3	21,32						
				7,9	42,45						
				9,3	60,80						
				13,6-13,2	102,86						
				16,6-15,8	139,10						
				18,7-18,1	167,10						

tussen de tanden doorstroomt, wordt voor de Q/h-relatie een grote exponent gevonden, in de orde van grootte zoals wordt gevonden bij metingen met V-schotten. Bij de hogere debieten verdwijnt de invloed van de vertanding geleidelijk, waardoor de exponent in de buurt van 1,5 terecht komt. Tussen deze twee gebieden ligt een overgangszone, welke bij benadering ook kan worden opgevat als een exponentiële functie.

W 26

De metingen bij W 26 zijn eveneens uitgevoerd bij een zomer- en een winterstand (tabel 1). Het verschil in klephoek was niet zodanig dat hieruit verschillen in debieten konden worden vastgesteld bij gelijke overstorthoogten. Een moeilijkheid bij deze metingen was het feit dat de duiker waarin met de Ott-molen kon worden gemeten op ca. 400 m achter de stuw lag. Hierdoor trad in de tussenliggende sloot een bergingsverandering op. Door de tijd tussen klepstandverandering en meting van het debiet vrij lang te nemen is getracht fouten te voorkomen. De uitmonding van de duiker was gedeeltelijk bedekt door begroeiing en hij lag bovendien niet vrij van de slootbodembodem. Mede door de aanwezige vervuiling was het natte oppervlak daardoor niet exact te meten. Daar de uitkomsten van de ijkingen goed overeenkomen met die van een vergelijkbare stuw (M 34) mag toch een redelijke betrouwbaarheid van de metingen worden verondersteld. Als eindresultaat van de ijkingen kunnen de volgende Q/h-relaties worden gegeven:

Voor een overstorthoogte kleiner dan 2,5 cm:

$$q = 0,205 h^{3,50} \quad 1.s^{-1}.m^{-1} \quad (3a)$$

Voor overstorten tussen 2,5 en 6 cm

$$q = 0,815 h^{2,00} \quad 1.s^{-1}.m^{-1} \quad (3b)$$

en voor overstorthoogten groter dan 6 cm:

$$q = 1,87 h^{1,53} \quad 1.s^{-1}.m^{-1} \quad (5c)$$

M 34

Achter deze stuw lag een rechthoekige betonnen duiker, waarvan het natte oppervlak nauwkeurig kon worden bepaald. Deze stuw vertoont veel overeenkomst met W 26, maar is alleen breder. Doordat het aantal metingen aan de lage kant was (tabel 1) kwam hier het verschil in de Q/h -relatie voor de verschillende overstorten niet zo sterk naar voren als bij W 26. De ijkcurve zou hier opgesplitst kunnen worden in twee gebieden.

Een uitzetten van de metingen op de grafiek van W 26 (fig. 5) geeft alleen in het overgangsgebied voor M 34 iets lagere debieten bij overeenkomstige overstorthoogten. Bij het uitzetten van de metingen van W 26 op de voor M 34 berekende grafiek bleek een grotere afwijking op te treden bij de grotere debieten. Daar een opsplitsen van de grafiek in twee delen een plotselinge overgang van de ene naar de andere relatie zou betekenen, wat onlogisch is, zijn mede gelet op de metingen voor M 34 dezelfde afvoerformules als voor W 26 gehandhaafd (3a, 3b en 3c).

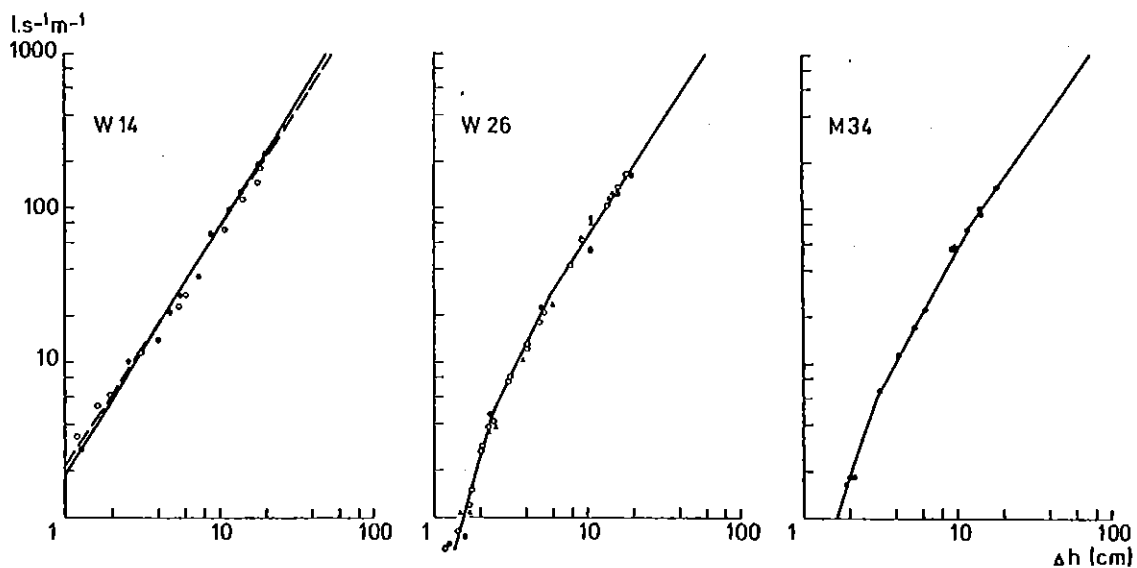


Fig. 5. IJkgrafieken voor de stuwen: W14, W26 en M34

0 34

Door de steilere klepstand (fig. 4) waarbij de metingen (tabel 1) zijn uitgevoerd geeft deze stuw een afwijkende Q/h-relatie ten opzichte van de twee kleinere stuwen met vertanding (W 24 en M 26). Door de steilere stand blijft het water tot grotere hoogte alleen tussen de tanden doorstromen. Het punt waar het overgangsg gebied begint ligt dientengevolge bij een hogere overstort. Tevens is de hoek tussen de tanden kleiner door de steilere klepstand, waardoor de exponent een lagere waarde heeft dan bij de vorige stuwen. Bij die overstorthoogten waar de invloed van de vertanding verwaarloosbaar is blijkt hier de exponent 1,41 te zijn tegenover 1,53 bij de kleine stuwen en 1,510 en 1,595 bij W 14. Voor 034 gelden de volgende afvoerformules:

Voor een overstorthoogte kleiner dan 3 cm

$$q = 136 h^{2,86} \quad 1.s^{-1}.m^{-1}$$

voor overstorten tussen 3 en 10 cm

$$q = 3,83 h^{1,82} \quad 1.s^{-1}.m^{-1}$$

en voor overstorthoogten groter dan 10 cm

$$q = 1,83 h^{1,41} \quad 1.s^{-1}.m^{-1}$$

5. SAMENVATTING EN CONCLUSIES

Voor de verschillende stuwen in het Mondengebied van het Waterschap de 'Veenmarken' zijn ijkings uitgevoerd ter bepaling van de Q/h-relatie. Voor de meting van zowel de overstorthoogten als van de debieten zijn verschillende methoden toegepast, afhankelijk van de waarde van de gemeten grootheden. Een moeilijkheid bij het bepalen van de debieten lag in het feit dat bij het meten met een emmer en het meten met de Ott-molen in de veelal grote duikers geen debiet werd gevonden waar de beide methoden konden worden toegepast. Soms zelfs kon een bepaald debiet met geen van de twee methoden worden bepaald en moest met behulp van drijvers de stroomsnelheid in de duiker worden vastgesteld.

Van de vier gemeten stuwen is een korte beschrijving en de klephoek waarbij gemeten is gegeven.

Voor de stuwen uitgevoerd met Romijn-Vlugte platen zijn geen ijkmetingen uitgevoerd, daar voor deze stuwen de afvoerrelaties voldoende bekend zijn.

Alleen bij de stuw met rechte kruin (W 14) zijn ijkmetingen uitgevoerd bij een hoge en lage klepstand. Voor de geringe spreiding van de meetresultaten per serie was het mogelijk de exponent en de coëfficiënt redelijk nauwkeurig te bepalen, waardoor voor deze verschillende klepstanden afzonderlijk afvoerrelaties konden worden vastgesteld.

Stuwen met getande kruin zijn ongeschikt voor afvoermetingen daar vooral bij lage afvoeren de stroming tussen de tanden sterk afhankelijk is van de klephoek.

Voor de peilbeheersing binnen het onderzoeksgebied worden hoofdzakelijk dat type stuwen gebruikt zodat het toch nodig was ook hiervoor zo goed mogelijk een afvoerrelatie vast te stellen. Bij een klepstand bleek het nodig drie exponentiële afvoerkrommen te moeten opstellen welke afhankelijk van de overstorthoogte toegepast dienen te worden. Voor twee kleine stuwen W 26 en M 34 lagen de meetresultaten zo dicht bij elkaar dat voor beide dezelfde afvoerformules kunnen worden toegepast. Bij de bredere vertande stuw O 34 welke bij kleinere klephoek werd gemeten, werden andere waarden voor de coëf-

ficiënt en de exponent gevonden.

Uit andere onderzoeken is gebleken dat de Q/h-relatie ook bij vlakke kruinen sterk afhankelijk is van onder meer de vorm van stuw, de klepstand en de overstorthoogte. Een gevonden afvoerrelatie geldt daarom alleen voor de gemeten stuw en de omstandigheden waaronder de meting is uitgevoerd. In principe zijn ijkcurven niet overdraagbaar voor soortgelijke stuwen of afwijkende omstandigheden. Deze beperking geldt nog sterker voor stuwen met getande kruin.

Voor kleine variaties in klephoek en vergelijkbare constructie van de stuw kan voor de praktijk echter wel van bovenstaande regel worden afgeweken. In het onderzoeksgebied worden twee peilen gehandhaafd, namelijk een voor de zomer en een voor de winter. De variaties in klepstand voor het handhaven van een van de peilen zijn meestal gering. Ook de constructies van vooral de kleinere stuwen vertonen veel overeenkomst met elkaar. Om deze redenen werd het verantwoord geacht voor de afvoerbepalingen de gevonden ijkcurven voor diverse stuwen te gebruiken. Bij zeer hoge afvoeren zoals in maart 1981, waarbij W 14 bij een grote klephoek overstorten tot 60 cm zijn gemeten, kunnen grote fouten worden gemaakt. Van de getande stuwen zijn geen gegevens bekend van afvoeren bij sterk afwijkende klephoek en zeer grote overstorten, zodat de afwijkingen ten opzichte van de gevonden formules in deze gevallen niet bekend zijn.

LITERATUUR

- BON, J., 1965. Enkele hulpmiddelen voor debietmeting bij stuwen.
Cult. Techn. Tijdschr. 5.2.
- en H. HUMBERT, 1975. Het gebruik van algemene formules voor de
bepaling van afvoer uit overstorthoogten van stuwen.
- BOS, M.G., 1976. Discharge measurement structures. Publ. 20. ILRI.
LABORATORIUM VOOR HYDRAULICA EN AFVOERHYDROLOGIE LH. Diverse
modelonderzoekingen en ijkingen van klepstuwen o.m. nota's
10, 24, 27, 28, 29.