

Modelonderzoek
overlaat in de Veengoot

Nota 21

Laboratorium voor Hydraulica en
Afvoerhydrologie.
Augustus 1971
(70-62)

100 05 27

Inhoud:

	pag.:
1. Inleiding	1
2. Beschrijving van de overlaat	1
3. Het modelonderzoek	1
4. Konklusies	4

Bijlagen:

I	meetcijfers
3	grafieken
2	figuren
1	fotopagina

1. Inleiding.

In samenwerking met de Provinciale Waterstaat van Gelderland werd in het laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie van de Landbouwhogeschool te Wageningen een modelonderzoek verricht van een overlaat in de Veengoot nabij Vorden.

De metingen werden gedaan door A.J.G. van der Maarel, het onderzoek stond onder leiding van Ir. R.H.Pitlo.

2. Beschrijving van de overlaat.

De overlaat (zie fig. 1 en fotopagina) bestaat uit een betonnen sloof die is gestort op een betonnen damwand. Fig. 2 geeft de constructie van de meetinrichting, waarvan de kruin op 2 niveau's is aangelegd; het middengedeelte ter breedte van 3 meter heeft het laagste niveau. Door deze uitvoering strekt het meetbereik van deze overlaat zich ook over de lage afvoeren uit.

Van ongeveer 5 meter bovenstrooms tot 20 meter benedenstrooms van de overlaat zijn de taluds van de Veengoot bekleed met koperslakkeien en de bodem met beton. Dit gedeelte van de leiding is vrij glad en zonder noemenswaardige begroeiing.

De bovenstroomse waterstand in het prototype h_{1A} in fig. 1 wordt gemeten juist bovenstrooms van de damwand onder de betonnensloof in het midden van de overlaat. De benedenstroomse waterstand h_2 wordt in werkelijkheid 0,86 m stroomafwaarts van de damwand gemeten.

Gezien de vorm van de deksloof kan worden verwacht, dat de overlaat zich voor lage afvoeren zal gedragen als een lange overlaat met horizontale kruin. Als gevolg van de trapsgewijze opbouw van de overlaat is het echter niet waarschijnlijk dat er een bruikbare afvoerformule voor het gehele traject van afvoeren kan worden opgesteld.

3. Het modelonderzoek.

a. Model schaal 1 : 10. In het laboratorium werd van de overlaat een model op schaal 1 : 10 gebouwd. Deze schaal werd gekozen, omdat het daarbij nog juist mogelijk was om de volledige overlaat en een voldoende lang gedeelte van de boven- en benedenstroomse leiding in de beschikbare meetgoot onder te brengen.

De plaatsing van de peilbuis in het prototype, zie sub. 2, kan bij nabootsing in het model aanleiding geven tot onnauwkeurige ijkresultaten.

Gemeten wordt in een versnellingsgebied, waar een geringe verschuiving van het meetpunt reeds een andere peilaflezing oplevert. Om deze reden werd in het model op een afstand overeenkomende met 4,2 meter in werkelijkheid een tweede meetpunt (h_1) aangebracht. Na overleg met de Provinciale Waterstaat wordt voorgesteld om het meetpunt voor de bovenwaterstand naar dit punt te verplaatsen.

De waterstanden in het model werden allen gemeten t.o.v. het midden van het laagste kruingedeelte (zie fig.1). De hoogte van dit punt bleek goed overeen te komen met het gemiddelde kruinniveau van de laagste trap. Gezien de situatie in het veld mag worden verwacht, dat bovenstrooms van de stuw geen aanslibbing van enige betekenis zal plaatsvinden. In het model werden daarom alle metingen verricht met een "schone" aanvoerleiding d.w.z. glad afgewerkte cement.

De in het model gevonden relaties tussen overstorthoogte h_1 resp. h_{1A} en debiet Q zijn omgerekend op het prototype weergegeven in de grafieken 2 resp. 3. Een analyse van de meetresultaten met behulp van een regressieberekening toonde aan, dat het zoals reeds werd verwacht niet mogelijk is om voor het gehele traject van afvoeren een (empirische) formule op te stellen die met voldoende nauwkeurigheid de metingen weergeeft.

Wel bleek het mogelijk om met behulp van een regressie berekening voor overstorthoogten tussen 0,3 en 0,9 meter een formule te vinden van de vorm: $Q = a \cdot h_1^b$ welke met redelijke nauwkeurigheid aansluit bij de meetpunten. Extrapolatie van deze formule buiten de aangegeven grenzen veroorzaakt echter belangrijke afwijkingen.

Om deze reden wordt aanbevolen, om de grafieken 2 en 3 uit te zetten op een groot formaat met behulp van de in bijlage I gegeven meetcijfers. In deze grafieken kunnen de bijbehorende waarden van Q en h_1 resp. Q en h_{1A} worden afgelezen met stappen van bv. $\Delta h = 1$ cm. De verkregen Q - h_1 tabel kan nu door een computer worden ingelezen en lineair worden geïnterpoleerd.

Vooraf in het overgangsgebied van beide stuwtrappen ($0,10 < h_1 < 0,30$ m) verdient deze methode aanbeveling.

Vervolgens werd in het model de gevoeligheid voor verdrinking onderzocht. De resultaten hiervan zijn weergegeven in grafiek 2. Bij toenemend debiet blijkt de gevoeligheid voor verdrinking toe te nemen, doordat het stromingsbeeld boven de kruin dan meer gaat afwijken van het beeld bij een lange overlaat. Opgemerkt dient nog te worden, dat in het model de overstortende waterstraal de peilaflezing van de benedenwaterstand (h_2) beïnvloedde. De peilbuis is geplaatst in een zône van sterke turbulentie, zodat een nauwkeurige peil-

aflezing werd bemoeilijkt.

Vooraf de in grafiek 2 weergegeven lijnen voor de hogere verdrinkingsgraden (0,7 en 0,8) moeten daarom als een globale benadering worden gehanteerd.

Door de kleine modelschaal (1 : 10) en dus zeer kleine debietenschaal ($1 : 10^{5/2} = 1 : 316,23$) bleek het niet mogelijk om in het lage middengedeelte nauwkeurige metingen te verrichten. In een model (schaal 1 : 2) werd daarom dit middengedeelte apart onderzocht.

b. Model schaal 1 : 2.

Dit model bestond uit het lage middengedeelte met aansluitend aan weerszijden delen van de 1e trap (zie fotopagina). De overstorthoogte bij dit model werd evenals bij het model schaal 1 : 10 gemeten op 2 plaatsen, te weten onder de deksloof (h_{1A}) en op een afstand overeenkomende met 4,2 m stroomopwaarts in werkelijkheid (h_1). Tussen beide meetpunten werden voor de betrekkelijk lage afvoeren welke het middengedeelte van de overlaat passeren geen significante peilverschillen gevonden. Dit is echter geen bewijs, dat de plaatsen van de peilbuizen onder de sloof in model en prototype nauwkeurig overeenkomen, zodat op verplaatsing van het meetpunt in het prototype moet worden aangedrongen.

De resultaten van de metingen zijn weergegeven in grafiek 1. Voor niet te kleine overstorthoogten kan het middengedeelte van de overlaat bij benadering worden beschouwd als een horizontale lange overlaat met rechthoekig dwarsprofiel. Het verband tussen Q en h_1 resp. h_{1A} luidt dan:

$$Q = m \cdot B \cdot \left(\frac{2}{3}\right)^{3/2} \cdot g^{1/2} \cdot h^{3/2}$$

waarin m = afvoercoëfficiënt

B = breedte van de stuwopening (hier 3 meter)

g = versnelling van de zwaartekracht

Met behulp van een regressieberekening werd gevonden:

$$Q = 4,64 h^{3/2} \text{ m}^3/\text{sec} \text{ of } Q = 1,55 \cdot B \cdot h_1^{3/2} \text{ m}^3/\text{sec}$$

$$\text{begrenzing: } 0,04 < h_1 < 0,11 \text{ m}$$

De grootste afwijking van deze formule t.o.v. de gemeten punten bedraagt: 1,2 %.

4. Konklusie.

Uit het modelonderzoek valt af te leiden dat:

1. Zoals ook in het onderhavige geval - zowel voor het bovenstroomse- als voor het benedenstroomse meetpunt - is gebleken bij de keuze van meetplaatsen voor peilaflezing rekening gehouden moet worden met het stromingsbeeld bij de stuw.
2. De relatie tussen Q en h voor het lage middengedeelte van de stuw goed overeenkomt met de afvoerrelatie voor een horizontale lange overlaat met rechthoekig dwarsprofiel.
3. Er geen afvoerformule is op te stellen die met voldoende nauwkeurigheid het gehele traject van afvoeren bestrijkt. Interpolatie van de gegeven meetcijfers verdient aanbeveling.

Bijlage I

Meetcijfers (omgerekend op prototype)

Uit model 1 : 2

Uit model 1 : 10

Q(l/sec)	h_1 (dm)	h_{1A} (dm)	Q(l/sec)	h_1 (dm)	h_{1A} (dm)	h_2 (dm)
6.0 *	0.14	0.14	85.4	0.72*	0.69*	
12.5 *	0.21	0.21	145.5	0.98*	0.91*	
17.0	0.25	0.25	177.0	12.1*	1.23*	
19.7	0.27	0.27	199.2	12.5*	1.23*	
23.0	0.30	0.30	259.3	1.45*	1.38*	
27.5	0.34	0.35	417.4	1.64*	1.58*	
30.3	0.36	0.36	604.0	1.85*	1.79*	
38.5	0.41	0.41	838.0	2.08*	2.02*	
49.8	0.49	0.50	939.2	2.21*	2.16*	
59.4	0.55	0.55	1068.9	2.34*	2.27*	
66.1	0.59	0.59	1201.7	2.48*	2.43*	
72.2	0.62	0.62	1394.6	2.64*	2.61*	
78.7	0.66	0.66	1552.7	2.77	2.73	
93.6	0.74	0.74	2106.1	3.18	3.13	
117.5	0.86	0.86	2688.0	3.57	3.53	
122.6	0.88	0.89	3367.9	3.95	3.91	
129.6	0.92	0.93	4259.6	4.42	4.40	
142.7	0.98	0.99	5085.0	4.82*	4.76	
157.2	1.05	1.05	"	4.83	4.77	0.95
166.6	1.09	1.09	"	4.85	4.80	1.45
			"	4.98	5.01	3.11
			"	5.48	5.55	4.56
			"	5.89	5.91	5.12
			"	7.25	7.28	6.83
			5170.4	4.86	4.83	
			5964.1	5.21	5.20	
			6983.7	5.62	5.60	
			8146.1	6.05	6.06	
			8412.0	6.14		
			"	6.25	6.31	1.59
			"	6.30	6.37	2.56
			"	6.34	6.54	2.71
			"	6.60	6.66	4.61
			"	8.34	8.35	7.30
			"	10.80	10.86	10.23
			9515.4	6.55	6.54	

*) niet gebruikt bij
regressie berekening.

Meetcijfers uit model 1 : 10

$Q(l/sec)$	$h_1(dm)$	$h_{1A}(dm)$	$h_2(dm)$
10862.5	7.03	7.03	
12013.0	7.36		
	7.53	7.62	2.81
	7.59	7.68	3.38
	7.92	8.06	4.93
	8.97	9.02	6.94
	9.43	9.51	7.63
	8.97	9.02	6.94
12418.4	7.49	7.52	
13791.0	7.91	7.96	
15040.0	8.29	8.36	
	8.54	8.55	3.28
	8.62	8.69	4.01
	9.81	9.90	6.92
	10.46	10.51	8.06
16820.0	8.86	9.02	
20169.0	9.73	9.82	



