

MODELONDERZOEK KLEPSTUWEN

3

ENIGE ALGEMENE OPMERKINGEN

NOTA 29

Laboratorium voor
Hydraulica en Afvoerhydrologie
Landbouwhogeschool
januari 1974
(71-54)

INHOUD

	<u>Pag.</u>
1. Inleiding	3
2. Modelonderzoek	3
2.1. De metingen	4
2.2. Stoorelement en ophangconstructie	7
3. Slotopmerkingen	8

BIJLAGEN

I. Meetcijfers

7 figuren

1. INLEIDING

Deze derde nota inzake een onderzoek naar de invloed van de kruinvorm op de afvoerrelatie bij klepstuwen is een aanvulling op de nota's 27 en 28, en handelt over de modelmetingen, die in het Hydraulica Laboratorium van de Landbouwhogeschool werden verricht aan een vijftal stuwkleppen met verschillende kruinvormen. Onder meer wordt aandacht besteed aan de invloed van stoorelement(en) en ophangconstructie op de afvoerrelatie.

De bedoeling van het onderzoek was, om de eigenschappen van de verschillende kruinvormen onderling te vergelijken. In drie van de vijf gevallen werd hierbij gebruik gemaakt van de modelijkingen beschreven in de nota's 24, 27 en 28. In de 2 overige gevallen werd wel de stuwklep op schaal nagebootst, maar geplaatst in het aanvoerkanaal van een van de andere klepstuwen. De resultaten van deze metingen mogen dus niet als modelijking worden opgevat. Ook in de overige gevallen dient men voorzichtig te zijn met het overdragen van ijkresultaten op andere situaties.

Het onderzoek werd in samenwerking met Rijkswaterstaat verricht. De leiding berustte bij Ir. R.H. Pitlo.

2. MODELONDERZOEK

Bij het modelonderzoek aan de verschillende kleppen werd in beginsel gebruik gemaakt van het in nota no. 24^{*}) beschreven aanvoerkanaal van de klepstuw in de Groenlose Slinge bij Beekvliet. Wel werd in een tweetal gevallen waarbij het modelijkingen betrof (stuw in sluis I en stuw bij Diepenveen, zie resp. nota 27 en 28) het originele aanvoerkanaal nagebootst, maar de modellen van de stuwkleppen in sluis III en bij Boskamp werden uitsluitend onderzocht in het aanvoerkanaal van Beekvliet. In tabel 1 is een overzicht van het onderzoek opgenomen.

tabal 1. Onderzochte klepstuwen

Omschrijving	model schaal	modelijking	onderzoek invloed	
			stoorelement	ophangconstr.
Beekvliet	1:10	+	+	-
Boskamp	1:5	-	-	-
Diepenveen	1:8	+	+	+
Sluis I	1:12	+	-	-
Sluis III	1:7	-	-	-

+ = wel onderzocht - = niet onderzocht

^{*}) Modelonderzoek Klepstuw in de Groenlose Slinge bij Beekvliet nota no.24, Laboratorium voor Hydraulica en Afvoerhydrologie, Landbouwhogeschool, juni 1972.

De onderzochte klepvormen zijn weergegeven in figuur 1 en op de fotopagina. Het vergelijkend onderzoek werd beperkt tot ongestuwde afvoeren. De overstorthoogte van het water werd in alle gevallen gemeten in eenzelfde bovenstrooms gelegen meetpunt (in nota 24: h_B ; in de nota's 27 en 28: h_1).

2.1. DE METINGEN.

Ziet men in eerste instantie af van een mogelijke invloed van stoorelement(en) en ophangconstructie op de afvoerrelatie, dan is elk van de onderzochte klepstuwen in feite een overlaat met horizontale kruin. In 't algemeen kan hiervoor de volgende afvoerformule worden gebruikt:

$$Q = C_v \cdot C_d \cdot B_r \cdot (2/3)^{3/2} \cdot g^{1/2} \cdot h_B^{3/2} \dots \dots \dots (1)$$

Hierin is: Q = debiet ($m^3 \cdot s^{-1}$)

C_v = $(\frac{H}{h_B})^{3/2}$

C_d = afvoercoëfficiënt (dimensieloos)

B_r = kruinbreedte (m)

g = versnelling van de zwaartekracht ($m \cdot s^{-2}$)

h_B = overstorthoogte (m)

H = hoogte bovenstroom energieniveau t.o.v. de kruin (m)

Formule (1) kan ook vereenvoudigd worden geschreven: $Q = A \cdot h_B^B$ (2)

Door middel van een regressie berekening met behulp van logarithmen werden voor elk van de onderzochte kleppen de waarden van A en B berekend. Deze waarden bleken voor eenzelfde klep niet constant te zijn, maar te variëren met de klephoek *). Gemeten werd telkens bij klephoeken van 30° , 45° , 60° , 75° en $82,5^\circ$. Het verband tussen de bovengenoemde exponent B en de klephoek α is weergegeven in tabel 2 en fig. 2. De waarde van A is hierbij niet vermeld, aangezien deze waarde onder meer afhangt van de breedte (B_r) van de kruin, die bij elk van de onderzochte kleppen verschillend is.

N.B. Bij klepstuw Beekvliet (in tabel 2 gemerkt met +) waren de onderzochte klephoeken (α) iets verschillend van de bovenvermelde: resp. $31,5^\circ$; $45,8^\circ$; $60,8^\circ$; $75,8^\circ$ en 86° .

*) De klephoek werd telkens gemeten tussen de vertikaal en een raaklijn aan de klep ter plaatse van de kruin (zie fig.1)

Tabel 2 verband tussen α en B (gemiddeld)

α ($^{\circ}$)	Beekvliet ⁺	Boskamp	Diepenveen	Sluis I	Sluis III
30	1.645	1.476	1.635	1.466	1.667
45	1.646	1.458	1.689	1.484	1.638
60	1.621	1.497	1.677	1.494	1.535
75	1.609	1.510	1.675	1.503	1.542
82,5	1.592	1.495	1.664	1.508	1.505

Uit tabel 2 blijkt dat alleen in de gevallen waarbij de overstortende straal geheel vrij springt van de kruin (Boskamp, Sluis I en Sluis III bij 82,5 $^{\circ}$), en de stuwklep dus een scherpe overlaat benadert, de exponent B weinig afwijkt van de theoretische waarde (1,5). In de overige gevallen bepaalt de kruinvorm mede het stromingsbeeld. Aangezien deze kruinvorm in afhankelijkheid van de klephoek de vorm van het stromingsbeeld mede bepaalt kan hier de oorzaak in liggen, dat de exponent B niet constant is.

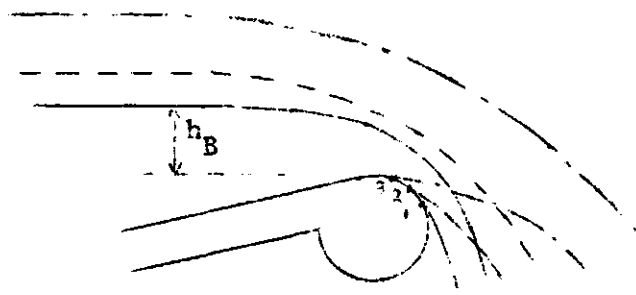
Vervolgens werden voor elk van de onderzochte kleppen de coëfficiënten C_v en C_d berekend uit formule (1). Bij deze berekening werd telkens uitgegaan van de theoretische waarde (1,5) van de exponent B. De berekende waarden van de afvoercoëfficiënt C_d zijn als functie van de dimensieloze grootte h_B/p * uitgezet en weergegeven in de figuren 3 t/m 7. Tevens zijn de getallen waarden van C_v en C_d vermeld in bijlage I.

In de figuren 3 t/m 7 valt op, dat de afvoercoëfficiënten v.d. "scherpe" overlaten (Sluis I en Boskamp) bij een toenemende overstorthoogte voor de meeste klephoeken eerst kleiner worden en vervolgens constant blijven. Het blijkt, dat dit verschijnsel alleen optreedt bij die klephoeken waarbij de exponent B (uit formule (2)) gemiddeld kleiner is dan 1,5 dus bij 30; 45 en 60 $^{\circ}$ (zie tabel 2). Voor deze hoeken neemt B eerst toe met de overstorthoogte tot ongeveer 1,5 en blijft vervolgens constant. Aangezien bij de berekening van C_d werd uitgegaan van $B=1,5$ zal C_d dus eerst afnemen en vervolgens constant worden. De oorzaak van deze afwijking in B moet worden toegeschreven aan een complex van factoren zoals: de invloeden op het stromingsbeeld van: de klepstand, de stoorelementen en ophangconstructie (zie 2.2), beluchting, aanstroming naar de klep enz.

* p is de verticale afstand van de overstortrand van de klep tot de bodem van het aanvoerkanaal ter plaatse van het meetpunt h_B .

Om over elk van deze invloeden afzonderlijk een uitspraak te kunnen doen is verder onderzoek noodzakelijk.

Bij de parabolische en cirkelvormige kruinvormen is de exponent B uit de formule (2) steeds groter dan 1,5. Houdt men bij de berekening van Cd weer 1,5 aan voor B, dan zal Cd een functie zijn van de overstorthoogte tot de macht: (B-1,5). Bij de parabolische en cirkelvormige kruinen blijkt de overstortende straal niet zoals bij de vorige groep van "scherpe" overlaten op één punt los te springen van de kruin, waar dit loslaten geschiedt bij eenzelfde klepstand verder stroomopwaarts naarmate de overstorthoogte toeneemt. zie fig. A.



Sluis III ($\alpha = 32,5^\circ$)

Loslaten van overstortende straal
bij h_B : 30, 45 en 70 cm
(resp. 1, 2 en 3).

Fig. A.

Tenslotte wordt de onderdruk onder de overstortende straal zó groot, dat alle lucht verdwijnt. Ook met behulp van extra beluchtungs pijpen kan geen lucht meer onder de overstortende straal worden gebracht. Is deze situatie bereikt, dan blijkt Cd niet verder toe te nemen maar constant te worden of zelfs iets te dalen. De exponent B heeft nu een waarde van ongeveer 1,5.

De gevonden uitkomsten van Cd vertonen vooral bij kleine overstorthoogten een tamelijk grote spreiding. Bovendien blijken de afvoercoëfficiënten van kleppen met overeenkomstige kruinvorm soms vrij ver uiteen te liggen. Voegt men hierbij het praktische probleem van het bepalen van de klephoek in het veld, dan volgt hieruit, dat klepstuwen minder geschikt zijn voor nauwkeurige afvoermetingen. Alleen na ijking is het mogelijk om met behulp van een klepstuw de afvoeren bij benadering vast te stellen. Het overdragen van ijkresultaten op andere kleppen met een overeenkomende kruinvorm moet sterk worden ontraden. Bovendien heeft een vergelijking plaats gehad tussen stuwmodellen op verschillende modelschalen.

Recente onderzoeken van het Waterloopkundig Laboratorium hebben aangetoond, dat bij sterke schaalverkleining (1:10 of 1:12) toenemende afwijkingen in de uitkomsten van Cd kunnen worden verwacht. De in deze nota weergegeven cijfers hebben daarom een overwegend kwalitatieve betekenis.

2.2. Stoorelement en ophangconstructie.

In het model van de klepstuw Diepenveen werd de invloed onderzocht van het stoorelement en de ophangconstructie (zie fig. 1) op de afvoerrelatie.

Bij klephoeken van 30, 45, 60 en 75° werden achtereenvolgens verschillende debieten ingesteld. Het stoorelement werd telkens aangebracht en verwijderd zonder dat het debiet werd veranderd of de klep werd versteld. De bijbehorende gemeten overstorthoogten waren voor klephoeken tm. 60° systematisch lager indien het stoorelement was verwijderd. Bij een klephoek van 30° veroorzaakte het stoorelement bij eenzelfde overstorthoogte een gemiddeld bijna 3% lagere afvoer. Bij 45 en 60° was de afvoer gemiddeld 2% lager. Hierbij viel op, dat voor een klephoek van 60° en overstorthoogte groter dan overeenkomende met ca. 45 cm in werkelijkheid, de invloed van het stoorelement op de afvoerrelatie snel afnam tot minder dan 1% bij ongeveer 60 cm overstorthoogte.

Bij een klephoek van 75° tenslotte werd geen significante invloed van het stoorelement op de afvoerrelatie meer gevonden.

Len zelfde onderzoek naar de invloed van stoorelementen op de afvoerrelatie werd uitgevoerd in het model van de klepstuw Beekvliet. In tegenstelling tot het voorgaande werd hierbij geen significante invloed van de stoorelementen op de afvoerrelatie gevonden. De verklaring hiervoor moet worden gezocht in de aanzienlijk kleinere afmetingen en de gestroomlijnde vorm van de toegepaste stoorelementen, terwijl bovendien de kruinbreedte van de klep te Beekvliet groter is dan die van Diepenveen.

Bij het onderzoek naar de invloed van de ophangconstructie op de afvoerrelatie uitgevoerd aan de klepstuw Diepenveen, was geen rechtstreekse vergelijking mogelijk tussen de klep met- en zonder ophangblokken. Het verwijderen van de ophangblokken bleek in het model niet mogelijk zonder dat de klep werd versteld. Bij 30, 45 en 60° werden daarom twee reeksen metingen vergeleken: de eerste met- de tweede zonder ophangblokken en stoorelement.

Bij de telkens ingestelde debieten werden de overstorthoogten afgelezen. Met behulp van de in nota 28 weergegeven afvoerrelaties voor de klepstuw Diepenveen werden de debieten ook uit de afgelezen overstorthoogten berekend. Vervolgens werden bij 2 zo goed mogelijk met elkaar overeenkomende ingestelde debieten (dus met- en zonder ophangblokken) de afwijkingen t.o.v. de berekende debieten vergeleken.

Bij een klephoek van 30° veroorzaakten ophangblokken en stoorelement tezamen bij eenzelfde overstorthoogte een gemiddeld 12,5% lagere afvoer. Bij 45° was de afvoer gemiddeld 6,5% en bij 60° nog ruim 5% lager.

Uiteraard hebben de bovengenoemde afwijkingspercentages uitsluitend betrekking op de afvoer van de klepstuw te Diepenveen. Zoals reeds bleek uit de metingen aan de klep te Beekvliet, spelen afmetingen en vorm van het stoorelement en de ophangblokken maar ook de kruinbreedte hierbij een rol. Wel kan worden geconcludeerd, dat stoorelementen bij klephoeken van 60° en groter een vrijwel te verwaarlozen invloed hebben op de afvoerrelatie van een klepstuw. Zij bevinden zich dan benedenstrooms van de plaats boven de kruin waar de kritische diepte optreedt.

Betreffende de ophangconstructie werd gevonden, dat de invloed ervan op de afvoerrelatie kleiner wordt bij toenemende klephoek, maar ook bij 60° nog significant merkbaar blijft.

3. Slotopmerkingen.

Uit het onderzoek komen de volgende punten naar voren.

1. Klepstuwen zijn minder geschikt voor het nauwkeurig meten van afvoeren.
2. De afvoercoëfficiënt van een klepstuw kan alleen door ijking voldoende nauwkeurig worden vastgesteld. Gebruikt men hiertoe schaalmodellen, dan dient de modelschaal niet te sterk te worden verkleind.
3. Op de afvoerrelatie van klepstuwen zijn, naast de klepvorm, ook de vorm en afmetingen van stoorelementen en ophangsonstructie, de aanstroming naar de klep en de beluchting van de ruimte onder de overstortende straal van duidelijke invloed gebleken. Om de invloed van elk van deze punten afzonderlijk te kunnen weergeven is een gedetailleerd nader onderzoek vereist.
4. Gezien de gevoeligheid van het stromingsbeeld boven de klep voor de aanstromingscondities kunnen ijkresultaten niet zondermeer worden overgedragen op andere soortgelijke kleppen.

BIJLAGE I

Klepstuw BEEKVLIET

I..

α = klephoek

p = kruinhoogte t.o.v. bodem bij meetpunt h_B

$\alpha = 31,5^\circ$; $p = 2.915$ m

h_B (m)	C_v	C_d	h_B (m)	C_v	C_d
0.2600	1.0000	1.0688	0.7620	1.0063	1.1123
0.3490	1.0000	1.1209	0.8740	1.0075	1.1230
0.5280	1.0001	1.1659	0.9790	1.0086	1.1384

$\alpha = 60,8^\circ$; $p = 1.955$ m

h_B (m)	C_v	C_d	h_B (m)	C_v	C_d
			1.0860	1.0095	1.1397
			1.1790	1.0103	1.1439
			1.2570	1.0110	1.1529
0.4540	1.0003	1.1336	1.3660	1.0118	1.1597
0.5780	1.0005	1.1644	1.3590	1.0120	1.1692
0.7070	1.0007	1.1773	1.4260	1.0126	1.1798
0.8370	1.0010	1.1813	1.5060	1.0132	1.1870
0.8640	1.0011	1.1872	1.5830	1.0137	1.1915
0.9490	1.0014	1.1958	1.6630	1.0142	1.1924
0.9960	1.0015	1.1932	1.7520	1.0145	1.1908
1.0700	1.0017	1.2029	1.8490	1.0148	1.1859
1.1470	1.0019	1.2071	1.9270	1.0152	1.1901
			1.3470	1.0118	1.1642
			1.5620	1.0135	1.1855
			1.8380	1.0149	1.1920
			1.8450	1.0148	1.1854

$\alpha 75.8^\circ$; $p = 1.27$ m

h_B (m)	C_v	C_d
0.5420	1.0012	1.1198
0.9340	1.0033	1.1525
1.1550	1.0047	1.1902
1.3960	1.0061	1.2116
1.6480	1.0071	1.1934
1.9350	1.0088	1.2355
2.2290	1.0098	1.2324

$\alpha 86^\circ$; $p = 0.77$ m

h_B (m)	C_v	C_d
0.3180	1.0014	1.0288
0.4900	1.0032	1.0684
0.6390	1.0048	1.0885

BIJLAGE I

Klepstuw BOSKAMP

T-2

α = klephoek

p = kruinhoogte t.o.v. bodem bij meetpunt h_1 ($=h_B$)

$\alpha = 30^\circ$; $p = 1.285$ m

h_1 (m)	C_v	C_d	h_1 (m)	C_v	C_d
0.1365	1.0000	1.1286	0.2565	1.0008	1.2186
0.1570	1.0000	1.1131	0.2960	1.0011	1.2194
0.1770	1.0001	1.1148	0.3345	1.0014	1.2206
0.1960	1.0001	1.1229	0.3720	1.0018	1.2342
0.2185	1.0001	1.1042	0.4085	1.0021	1.2267
0.2375	1.0001	1.1069	0.4395	1.0024	1.2479
0.2545	1.0001	1.1112	0.4760	1.0029	1.2798
			0.5000	1.0033	1.3203

$\alpha = 45^\circ$; $p = 1.050$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.1035	1.0000	1.2131
0.1170	1.0000	1.2027
0.1270	1.0001	1.2141
0.1395	1.0001	1.1931
0.1540	1.0001	1.1805
0.1655	1.0001	1.1803
0.1780	1.0001	1.1804
0.1915	1.0002	1.1845
0.2090	1.0002	1.1830

$\alpha = 75^\circ$; $p = 0.385$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.1815	1.0005	1.2114
0.960	1.0007	1.2250
0.1120	1.0010	1.2479
0.1260	1.0013	1.2505
0.1410	1.0016	1.2440
0.1600	1.0020	1.2291
0.1800	1.0026	1.2351
0.1965	1.0031	1.2519
0.2275	1.0038	1.2306
0.2550	1.0045	1.2229
0.2925	1.0056	1.2392
0.3300	1.0066	1.2393
0.3680	1.0076	1.2489
0.3975	1.0087	1.2711
0.4280	1.0096	1.2860
0.4730	1.0105	1.2747
0.5100	1.0112	1.2674
0.5505	1.0119	1.2655
0.5950	1.0126	1.2603
0.6420	1.0133	1.2538
0.6855	1.0133	1.2269

$\alpha = 60^\circ$; $p = 0.750$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.0785	1.0001	1.2880
0.9035	1.0001	1.2798
0.1105	1.0001	1.2638
0.1250	1.0002	1.2551
0.1430	1.0002	1.2245
0.1605	1.0003	1.2255
0.1805	1.0004	1.2258
0.2000	1.0005	1.2150
0.2280	1.0006	1.2147

h_1 (m)	C_v	C_d
0.7325	1.0142	1.2387
0.7750	1.0145	1.2292
0.8225	1.0150	1.2304
0.8600	1.0150	1.2164
0.8935	1.0154	1.2184

$\alpha = 82,5$; $p = 0.214$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.0665	1.0014	1.1914
0.0785	1.0021	1.2258
0.0975	1.0032	1.2024
0.1135	1.0042	1.2056
0.1285	1.0055	1.2317
0.1450	1.0070	1.2572
0.1675	1.0085	1.2312
0.1860	1.0099	1.2337
0.2100	1.0113	1.2156
0.2390	1.0133	1.2197
0.2660	1.0152	1.2298
0.3000	1.0168	1.2176
0.3270	1.0185	1.2313
0.3715	1.0203	1.2290
0.4070	1.0220	1.2474
0.4435	1.0227	1.2413
0.4805	1.0234	1.2367
0.5260	1.0233	1.2136
0.5685	1.0237	1.2078
0.6185	1.0246	1.2160
0.6635	1.0241	1.1942
0.7100	1.0246	1.1954
0.7550	1.0244	1.1841
0.7925	1.0244	1.1791
0.8795	1.0242	1.1686
0.9195	1.0244	1.1706
0.9565	1.0245	1.1712
0.9890	1.0248	1.1783
1.0315	1.0247	1.1734
1.0945	1.0245	1.1707

BIJLAGE I

Klepstuw DIEPENVEEN

 α = klephoekp = kruinhoogte t.o.v. bodem bij meetpunt $h_1 (= h_B)$ $\alpha = 30^\circ$; p = 1.455 m $\alpha = 60^\circ$; p = 0.864 m

h_1 (m)	C_v	C_d	h_1 (m)	C_v	C_d
0.104	1.0000	0.9024	0.064	1.0000	0.8033
0.126	1.0000	0.9332	0.078	1.0000	0.8398
0.190	1.0001	0.9773	0.096	1.0001	0.8843
0.227	1.0002	0.9827	0.109	1.0001	0.9098
0.262	1.0002	1.0235	0.142	1.0003	0.9621
0.285	1.0003	1.0353	0.175	1.0005	0.9805
0.323	1.0004	1.0498	0.207	1.0008	1.0208
0.362	1.0005	1.0604	0.234	1.0011	1.0474
0.412	1.0007	1.0832	0.266	1.0015	1.0747
			0.309	1.0021	1.0991
			0.390	1.0035	1.1464
			0.551	1.0068	1.2009
0.092	1.0000	0.8087	0.666	1.0092	1.2266
0.121	1.0000	0.8410	0.785	1.0117	1.2547
0.151	1.0001	0.8848	0.886	1.0137	1.2705
0.241	1.0003	0.9635			
0.301	1.0005	1.0132			
0.334	1.0006	1.0384			
0.364	1.0008	1.0496	0.120	1.0002	0.9068
0.394	1.0010	1.0696	0.179	1.0005	0.9687
0.423	1.0011	1.0815	0.226	1.0010	1.0270
0.452	1.0013	1.0626	0.260	1.0014	1.0657
0.471	1.0015	1.1079	0.337	1.0025	1.1121
0.559	1.0022	1.1420	0.420	1.0041	1.1596
0.642	1.0029	1.1669	0.527	1.0063	1.1928
0.701	1.0034	1.1828	0.614	1.0081	1.2150
0.758	1.0039	1.1893	0.698	1.0098	1.2303
0.828	1.0045	1.2048	0.824	1.0123	1.2532

 $\alpha = 45^\circ$; p = 1.293 mhermeting

$$\alpha = 75^{\circ} ; p = 0.416 \text{ m}$$

h_1 (m)	C_v	C_d
0.070	1.0005	0.8669
0.133	1.0030	1.0172
0.185	1.0064	1.0857
0.238	1.0111	1.1548
0.282	1.0141	1.1494
0.317	1.0177	1.1878
0.348	1.0205	1.2037
0.384	1.0231	1.2069
0.422	1.0262	1.2180
0.451	1.0291	1.2400
0.494	1.0315	1.2355
0.530	1.0344	1.2505
0.574	1.0370	1.2567
0.622	1.0397	1.2633
0.669	1.0418	1.2657
0.726	1.0450	1.2802

$$\alpha = 82,5^{\circ} ; p = 0.184 \text{ m}$$

0.092	1.0142	1.0036
0.150	1.0391	1.1170
0.190	1.0513	1.0971
0.222	1.0623	1.1102
0.246	1.0694	1.1162
0.270	1.0777	1.1334
0.286	1.0831	1.1465
0.301	1.0911	1.1738
0.338	1.0996	1.1845
0.372	1.1103	1.2138
0.406	1.1199	1.2406
0.473	1.1288	1.2615
0.538	1.1240	1.2396
0.583	1.1252	1.2447
0.648	1.1236	1.2427
0.711	1.1194	1.2335

Klepstuw Sluis I

α = klephoek

I-6

p = kruinhoogte t.o.v. bodem bij meetpunt h_1 ($= h_B$)

$\alpha = 30^\circ$; $p = 4,24$ m

h_1 (m)	C_v	C_d	h_1 (m); $p = 3,12$ m		
0.107	1.000	1.243	0.714	1.004	1.214
0.168	1.000	1.232	0.864	1.006	1.215
0.218	1.000	1.218	1.001	1.007	1.209
0.282	1.000	1.215	1.127	1.009	1.210
0.353	1.000	1.210	1.246	1.010	1.210
0.452	1.001	1.187	1.356	1.012	1.198
0.557	1.002	1.172	1.559	1.014	1.211
0.731	1.002	1.171			

$\alpha = 45^\circ$; $p = 3,79$ m

0.108	1.000	1.264
0.151	1.000	1.219
0.208	1.000	1.222
0.282	1.000	1.241
0.340	1.000	1.239
0.440	1.001	1.248
0.547	1.002	1.203
0.716	1.003	1.203
0.866	1.004	1.200
1.012	1.005	1.194
1.129	1.006	1.198

$\alpha = 75^\circ$; $p = 2,37$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.133	1.000	1.194
0.271	1.000	1.202
0.343	1.001	1.202
0.451	1.003	1.190
0.548	1.004	1.190
0.719	1.007	1.203
0.877	1.008	1.178
1.008	1.011	1.192
1.138	1.013	1.190
1.267	1.014	1.184
1.432	1.016	1.170
1.658	1.021	1.184
1.825	1.024	1.179
0.198	1.000	1.196

$\alpha = 60^\circ$; $p = 3,12$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.080	1.000	1.198 *
0.109	1.000	1.270
0.173	1.000	1.263
0.208	1.000	1.253
0.275	1.000	1.232
0.336	1.001	1.237
0.437	1.002	1.230
0.542	1.003	1.218

$\alpha = 82,5^\circ$; $p = 1,96$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.115	1.000	1.097 *
0.152	1.000	1.139
0.218	1.001	1.142
0.281	1.002	1.150
0.329	1.002	1.138

*) overstortende straal kleeft

h_1 (m)	C_v	C_d
0.437	1.004	1.138
0.491	1.004	1.127
0.569	1.005	1.130
0.754	1.008	1.113
0.910	1.011	1.122
1.044	1.014	1.125
1.181	1.015	1.121
1.303	1.018	1.127
1.433	1.020	1.125
1.624	1.024	1.141
1.838	1.028	1.148

α = klephoek p = kruinhoogte t.o.v. bodem bij meetpunt h_1 ($= h_B$) $\alpha = 30^\circ$; $p = 1.845$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.0588	1.0000	0.8986
0.0658	1.0000	0.9129
0.0707	1.0000	0.9471
0.0777	1.0000	0.9628
0.0861	1.0000	0.9798
0.0931	1.0000	1.0088
0.1015	1.0000	1.0209
0.1099	1.0000	1.0371
0.1246	1.0000	1.0514
0.1505	1.0000	1.0932
0.2191	1.0000	1.1729
0.2527	1.0001	1.1930
0.2856	1.0001	1.2162
0.3164	1.0001	1.2186
0.3570	1.0002	1.2213
0.4137	1.0002	1.2262

 $\alpha = 60^\circ$; $p = 1.058$ m

h_1 (m)	C_v	C_d
0.1169	1.0000	1.1083
0.1365	1.0001	1.1450
0.1561	1.0001	1.1793
0.1771	1.0002	1.2059
0.2037	1.0002	1.2349
0.2408	1.0003	1.2271
0.2744	1.0005	1.2382
0.3178	1.0007	1.2378
0.3619	1.0009	1.2446
0.4081	1.0011	1.2413
0.4634	1.0014	1.2434
0.5285	1.0018	1.2332
0.5810	1.0021	1.2363
0.6363	1.0025	1.2473
0.7266	1.0031	1.2369
0.7931	1.0033	1.2100
0.8442	1.0038	1.2304
0.8435	1.0038	1.2320

 $\alpha = 45^\circ$; $p = 1.495$ (m)

h_1 (m)	C_v	C_d
0.0777	1.0000	0.9628
0.0917	1.0000	0.9849
0.1036	1.0000	1.0156
0.1211	1.0000	1.0512
0.1351	1.0000	1.0800
0.1512	1.0000	1.1227
0.1820	1.0000	1.1270
0.2023	1.0001	1.1907
0.2268	1.0001	1.2080
0.2814	1.0002	1.2275
0.3325	1.0003	1.2318
0.3542	1.0003	1.2315
0.4095	1.0004	1.2241
0.4627	1.0006	1.2287
0.5187	1.0007	1.2337

 $\alpha = 75^\circ$; $p = 0.543$ (m)

h_1 (m)	C_v	C_d
0.1176	1.0004	1.0873
0.1351	1.0005	1.0926
0.1505	1.0007	1.1334
0.1645	1.0009	1.1444
0.1778	1.0011	1.1602
0.1981	1.0014	1.1656
0.2177	1.0017	1.1822
0.2450	1.0022	1.1898
0.2758	1.0028	1.1945
0.3080	1.0034	1.2015
0.3598	1.0043	1.1982
0.4004	1.0051	1.2091

h_1, m	C_v	C_d	$h_1 (m)$	C_v	C_d
0.4424	1.0059	1.2163	0.9660	1.0276	1.1751
0.4900	1.0067	1.2130	1.0389	1.0274	1.1688
0.5474	1.0076	1.2095	1.0871	1.0269	1.1569
0.6055	1.0085	1.2123	1.1431	1.0276	1.1693
0.6650	1.0094	1.2099	1.2033	1.0274	1.1657
0.7322	1.0105	1.2207	1.2544	1.0273	1.1644
0.8043	1.0115	1.2261	1.3118	1.0272	1.1614
0.8694	1.0123	1.2291	1.3748	1.0271	1.1615
0.9254	1.0131	1.2380	1.4329	1.0271	1.1630
0.9905	1.0136	1.2304	1.4987	1.0271	1.1646
1.0535	1.0139	1.2215	1.5687	1.0272	1.1700
1.1067	1.0144	1.2228	1.6317	1.0268	1.1645
1.1669	1.0149	1.2258			
1.2222	1.0151	1.2180			
1.2726	1.0153	1.2141			
1.3321	1.0154	1.2031			
1.3720	1.0156	1.2065			

$\alpha = 82,5$; $p = 0.248$ m

$h_1 (m)$	C_v	C_d
0.1414	1.0046	1.1301
0.1631	1.0062	1.1597
0.1911	1.0079	1.1553
0.2156	1.0100	1.1854
0.2548	1.0122	1.1725
0.3136	1.0171	1.2254
0.3507	1.0194	1.2348
0.3955	1.0211	1.2183
0.4424	1.0229	1.2155
0.4956	1.0238	1.1944
0.5509	1.0249	1.1855
0.6034	1.0255	1.1817
0.6594	1.0269	1.1984
0.7098	1.0272	1.1934
0.7637	1.0275	1.1921
0.8253	1.0282	1.1974
0.8904	1.0287	1.2023