

Ontgrondingen door vallende stralen

G.J.C.M Hoffmans

december 1994

W-DWW-94-302



INHOUDSOPGAVE

1.	Inleiding	
1.1	Probleemstelling	3
1.2	Doelstelling	3
1.3	Afbakening en werkwijze	3
2.	Databestand	
2.1	Inleiding	3
2.2	Experimentele gegevens	4
3.	Wijze van toetsen	
3.1	Inleiding	6
3.2	Gemiddelde	6
3.3	Discrepantie verhouding	7
4.	Theoretische achtergronden	
4.1	Inleiding	7
4.2	Impulsvergelijking	7
4.3	Calibratie nieuwe voorspeller	8
5.	Evaluatie	
5.1	Verificatie ontgrondingsformules	9
5.2	Conclusies	10

SYMBOLLEN 11

LITERATUUR 12

BIJLAGEN 14

A	Ontgrondingsformules
B	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Schoklitsch, 1932)
C	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Veronese, 1937)
D	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Eggenberger, 1944)
E	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Doddiah, 1953)
F	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Hartung, 1957)
G	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Kotoulas, 1967)
H	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Martins, 1973)
I	Calibratie (214 gootexperimenten)
J	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Rajaratnam, 1982)
K	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Mason, 1983)
L	Calibratie (26 prototype experimenten)
M	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Bormann, 1991)
N	Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Stein, 1993)
O	Toetsing ontgrondingsformules (databestand/fijn zand): Stein, 1993)
P	Verificatie nieuwe voorspeller
Q	Verificatie voorspeller Patrashew
R	Verificatie voorspeller Schoklitsch
S	Verificatie voorspeller INCYTH
T	Verificatie voorspeller Mason
U	Verificatie voorspeller Bormann
V	Verificatie voorspeller Damle
W	Experimentele data



1. Inleiding

1.1 Probleemstelling

In het handboek ontgrondingen van Breusers en Raudkivi (1991) worden grondslagen van het sedimenttransport behandeld. Tevens wordt een uitgebreid overzicht van de beschikbare literatuur over lokale ontgrondingen gegeven. Diverse formules voor het beschrijven van het erosieproces achter waterbouwkundige constructies worden besproken. Veelal zijn deze ontgrondingsformules van empirische aard en sommige formules bevatten coëfficiënten die niet dimensieloos zijn. Breusers voert een discussie omtrent de berekeningsresultaten van deze relaties van de evenwichtsdiepte en concludeert dat deze voorspellingen onderling een grote spreiding vertonen.

Voor een ontwerper is het niet eenvoudig om in een oriënterende studie een goede afschatting van de dimensies van een ontgrondingskuil te geven. De ontwerper kan immers kiezen uit een groot aantal ontgrondingsformules. Vrijwel alle ontgrondingsformules zijn geschikt voor die experimenten waarop ze zijn gecalibreerd. Indien deze relaties buiten het bereik van de geijkte hydraulische condities worden toegepast, zijn de berekeningsresultaten onbetrouwbaar vanwege het empirische karakter.

1.2 Doelstelling

Het handboek ontgrondingen beoogt een instrument te zijn om de grootte van lokale ontgrondingskuilen rondom brugpijlers, kribben, achter drempels met of zonder bodembescherming, uitlaatconstructies, strandmuren, strandhoofden, etc. te voorspellen. Met het handboek kunnen ontwerpers en adviseurs een eerste schatting van het ontgrondingsproces maken.

In het kader van het afronden van het handboek ontgrondingen worden verschillende deelstudies uitgevoerd. In deze deelstudie worden empirische ontgrondingsformules getoetst die de evenwichtsdiepte achter dammen bepalen. Naast deze verificatie wordt ook een ontgrondingsformule gebaseerd op de impulsvergelijking (Fahlbusch, 1994) gemodificeerd.

1.3 Afbakening en werkwijze

De studie beperkt zich tot lokale ontgrondingen achter dammen die door vallende stralen teweeg worden gebracht. Verschillende straaltypen zijn onderzocht te weten: klassieke overlaat (overflow), uitstroming onder druk, skischans overlaat en verticale vlakke stralen.

Het tijdsafhankelijke ontgrondingsproces wordt niet bediscussieerd. In deze studie wordt uitsluitend aandacht besteed aan de maximaal optredende ontgrondingskuil in de evenwichtsfase.

Een databestand van ontgrondingsproeven is gemaakt. Dit bestand bevat hydraulische en morfologische gegevens (afvoeren, waterstanden, evenwichtsdiepten, korrelgrootte) en de tijdsduur van beproeven.

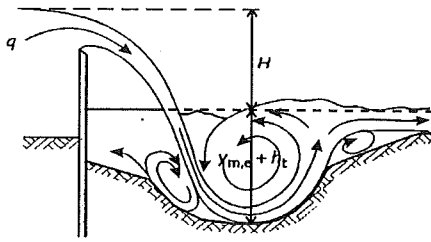
Voor het ijken van de nieuwe voorspeller zijn a priori ontgrondingsproeven van het type overflow geselecteerd. De overige experimenten zijn voor de verificatie aangewend.

Ongeveer 30 ontgrondingsformules zijn op hun voorspellingskracht getoetst. In deze studie wordt niet op de theoretische achtergronden van deze relaties ingegaan. Voor meer informatie hierover wordt naar de desbetreffende literatuur verwezen.

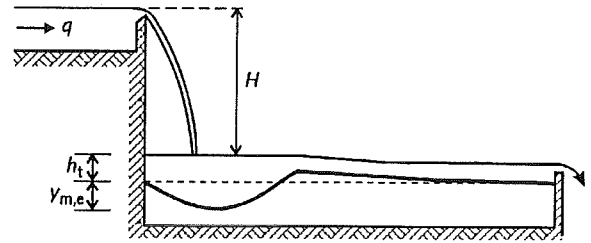
2. Databestand

2.1 Inleiding

In zijn algemeenheid zijn goed gedocumenteerde gegevens van experimenten schaars. In publicaties worden vaak experimentele grootheden in dimensieloze vorm gepresenteerd, waardoor de grootte van de

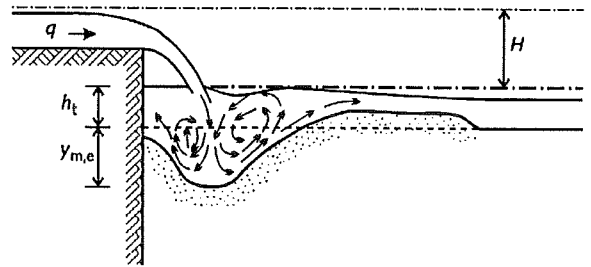


Figuur 1a Overflow (Schoklitsch, 1932)



Figuur 1b Overflow (Veronese, 1937)

fysische parameters niet altijd is af te leiden. Verschillende onderzoekers (Schoklitsch 1932, Veronese 1937, Eggenberger 1944, Doddiah 1953, Hartung 1957, Kotoulas 1967, Martins 1973, Stein 1993) hebben het ontgrondingsproces benedenstrooms van dammen bestudeerd (figuur 1). De bijbehorende rapportages munten uit in het beschrijven van de experimenten. Soms kan men zich afvragen of geen schijnnaauwkeurigheid wordt geïntroduceerd als de evenwichtsdiepte in tiende van millimeters wordt gegeven (b.v. Eggenberger, 1944).



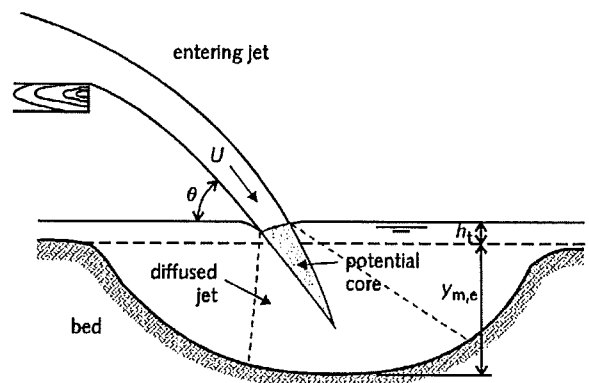
Figuur 1c Overflow (Kotoulas, 1967)

Rajaratnam heeft ondermeer het ontgrondingsproces rondom kribben en achter uitlaten (horizontale stralen) nader onderzocht. Enkele ontgrondingsproeven van Rajaratnam (1982) aangaande verticale (2D) stralen (figuur 2) zijn in deze studie gebruikt voor het toetsen van ontgrondingsformules. De benedenstroomse waterdiepte in deze experimenten was minimaal en twee verschillende zandmengsels werden nader beproefd.

Mason (1983) heeft data van gootexperimenten en experimenten op prototype schaal (figuur 3) verzameld door verschillende onderzoeksinstellingen uit de gehele wereld aan te schrijven. Het databestand van Mason is uitvoerig gedocumenteerd en bevat experimentele gegevens met een relatief groot bereik. Het ontgrondingsproces achter drempels zonder bodembescherming (figuur 4) is geanalyseerd door Bormann (1991). De stroming boven de drempel was zowel subkritisch als superkritisch. Totaal werden 88 experimenten door Bormann uitgevoerd.

2.2 Experimentele gegevens

Het databestand bevat de volgende hydraulische variabelen: korreldiameter (d), benedenstroomse waterdiepte (h_t), verval (H) of snelheid van neervallende straal (U), debiet (q), hoek van de neervallende straal (θ) en evenwichtsdiepte ($y_{m,e}$). In de proevenseries van respectievelijk Schoklitsch (1932), Hartung (1957), Kotoulas (1967) en Stein et al. (1993) was de benedenstroomse waterdiepte minimaal en niet specifiek gegeven. In deze gevallen



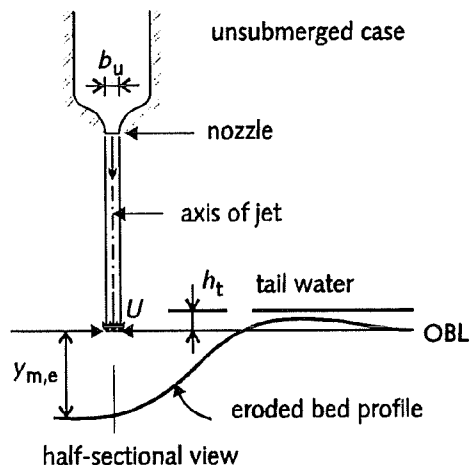
Figuur 1d Overflow (Stein et al., 1993)

onderzoeker	type	d (mm)	h_t (m)	H (m)	U (m/s)	q (m ² /s)	t (uren)	θ (rad)
Schoklitsch (1932)	Fig.1	0.5-15	-	0.06-0.32	-	0.009-0.07	-	-
Veronese (1937)	Fig.1	9.1-36	0.02-0.25	1.0	-	0.002-0.17	-	-
Eggenberger (1944)	Fig.1	0.9-7.6	0.10-0.21	0.19-0.35	-	0.006-0.02	>100	-
Doddiah (1953)	Fig.1	4.8-12	0.04-0.31	0.14-1.19	-	0.011-0.05	-	-
Hartung (1957)	Fig.1	2.5-9.7	-	0.01-0.14	-	0.006-0.037	-	-
Kotoulas (1967)	Fig.1	5.2-25	-	0.20-0.40	-	0.02-0.08	24	-
Martins (1973)	(3D)	30-47	0.06-0.40	0.91-2.10	-	-	-	0.7-1.2
Rajaratnam (1982)	Fig.2	1.2-2.4	0.01-0.02	-	2.4-3.6	0.006-0.009	>24	1.56
Mason (1983)	Fig.3	1-41	0.03-42.	0.33-109	-	0.009-220	-	0.4-1.5
Bormann (1991)	Fig.4	0.3-1.7	0.24-1.65	-	0.9-4.7	0.290-2.47	-	0.1-1.0
Stein et al. (1993)	Fig.1	0.1-2.1	-	-	0.7-1.2	0.002-0.005	-	0.5-1.0

Tabel 1 Overzicht databestand

is h_t berekend en gelijkgesteld aan de energiehogte gerekend vanaf de bovenkant van de stuw wat volgens Kotoulas (1967) voor vallende stralen (overflow) een redelijke aanname is.

$$h_t = \left(\frac{q}{c_f}\right)^{2/3} \quad c_f = \frac{2}{3}\mu\sqrt{2g} \quad (\mu = 0.7) \quad (1)$$



Figuur 2 Vertikale straal (Rajaratnam, 1982)

In zulke gevallen is de invloed van θ op de evenwichtsdiepte te verwaarlozen, terwijl voor θ kleiner dan 45° een significante reductie van de evenwichtsdiepte optreedt. In hoofdstuk 4 'Theoretische achtergronden' wordt hierop teruggekomen.

In vergelijking (1) is g de zwaartekracht en μ de afvoercoëfficiënt van een stuw.

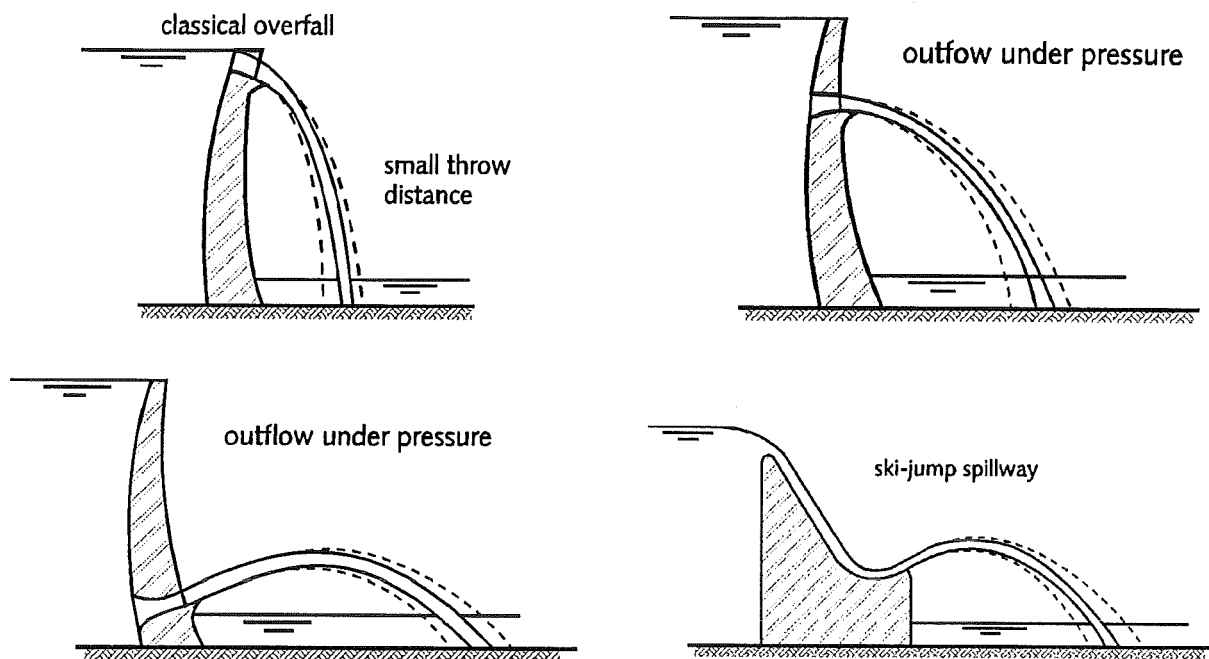
In het databestand zijn of het verval (verschil tussen de bovenstroomse en benedenstroomse waterstand) of de snelheid van de neervallende straal ter hoogte van de benedenstroomse waterstand opgenomen.

Beide parameters zijn als volgt met elkaar gerelateerd:

$$U = c_\phi \sqrt{2gH} \quad c_\phi = 1.0 \quad (2)$$

waarin c_ϕ een constante (-) is.

Tot begin jaren zeventig werd voor overflow ontgroningen de hoek van de neervallende straal niet gerapporteerd (tabel 1). Voor dit type ontgroning varieert de hoek θ van 60° tot 90° . In



Figuur 3 Verschillende straal typen (Mason, 1983)

3. Wijze van toetsen

3.1 Inleiding

Voor het ijken van de nieuwe voorspeller zijn a priori experimenten geselecteerd die betrekking hebben op overflow ontgrondingen (figuur 1). De overige experimenten zijn voor de verificatie. Technieken uit de statistiek (gemiddelde en discrepantieverhouding) zijn toegepast voor het interpreteren van de berekeningsresultaten versus metingen.

3.2 Gemiddelde

De algemene ligging van een reeks waarnemingen wordt meestal door een representatief getal aangegeven in de vorm van een gemiddelde. Voor het toetsen van de betrouwbaarheid van ontgrondingsformules is een gemiddelde (x_m) gebruikt dat als volgt is weergegeven:

$$x_m = \frac{\sum_{i=1}^n (y_{m,e} + h_t)_{i,berekend}}{\sum_{i=1}^n (y_{m,e} + h_t)_{i,gemeten}} \quad (3)$$

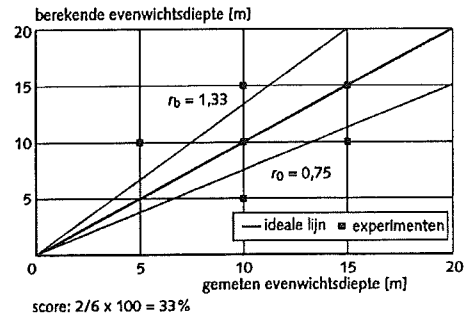
In vergelijking (3) is h_t de benedenstroomse waterdiepte, n is het aantal experimenten en $y_{m,e}$ is de evenwichtsdiepte.

Feitelijk zou de berekende evenwichtsdiepte moeten worden getoetst in relatie tot de gemeten

evenwichtsdiepte. Omdat verschillende onderzoekers (Schoklitsch, Kotoulas, Hartung) alleen de maximale waterdiepte ($y_{m,e} + h_t$) hebben gemeten, is hier gekozen voor het toetsen van de maximale waterdiepte in de evenwichtsfase.

3.3 Discrepantieverhouding

Aangezien een eerste orde moment niets over de spreiding van de waarnemingen zegt wordt een percentage berekend dat kenmerkend is voor het aantal waarnemingen dat binnen een gedefinieerd gebied ligt. Dit gebied heeft een ondergrens (r_o) en een bovengrens (r_b) die beiden arbitrair worden bepaald. De discrepantieverhouding (r) is het quotiënt van de berekende en gemeten waterdiepte in de evenwichtsfase (figuur 5).



Figuur 5 Discrepantieverhouding r

4. Theoretische achtergronden

4.1 Inleiding

Het modelleren van de evenwichtsdiepte benedenstrooms van civieltechnische constructies heeft vele waterbouwers beziggehouden. In 1932 ontwikkelde Schoklitsch een empirische relatie voor het beschrijven van het erosieproces achter stuwdammen. Schoklitsch baseerde zijn bevindingen op gootexperimenten waarin het verval, de afvoer en de materiaaleigenschappen werden gevarieerd. Niet alleen Schoklitsch maar ook andere onderzoekers hebben getracht het erosieproces te modelleren getuige de grote verscheidenheid aan empirische ontgrondingsformules (bijlage A).

4.2 Impulsvergelijking

Voor het voorspellen van de maximale waterdiepte in de evenwichtsfase van het ontgrondingsproces worden de volgende uitgangspunten gehanteerd. De Eulerse benadering wordt hier toegepast op een gebied dat de ontgrondingskuil omsluit. De vallende straal is vlak (twee-dimensionaal). De weerstandscoefficiënt van het materiaal is gerelateerd aan de kinematische viscositeit, de korreldiameter en de relatieve dichtheid.

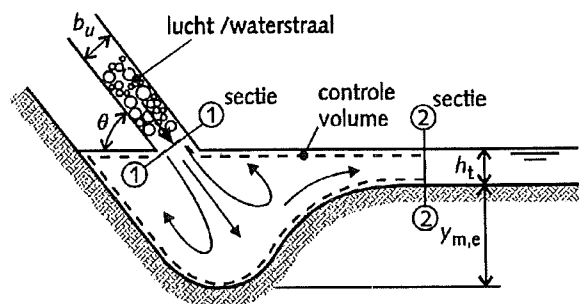
Fahlbusch (1994) paste de impulsvergelijking als volgt toe (figuur 6).

$$\left((1 - \epsilon) \rho g U + p b_u \right) \sin \theta = F + \frac{1}{2} \rho g h_t^2 + \rho q U_2 \quad (4)$$

De kracht F die door de bodem op het controlevolume wordt uitgeoefend wordt gegeven door:

$$F = \frac{1}{2} \rho g \left(\beta (y_{m,e} + h_t)^2 - h_t^2 \right) \quad (5)$$

waarin b_u de dikte van de straal is, g is de zwaartekracht, h_t is de benedenstroomse waterdiepte, p is de gemiddelde druk in de straal, q is het debiet, U is de snelheid van de straal ter hoogte van het



Figuur 6 Impulsbalans (Fahlbusch, 1994)

wateroppervlak, U_2 is de dieptegemiddelde snelheid ter hoogte van de uitsroomrand, $y_{m,e}$ is de evenwichtsdiepte, β is de weerstandscoefficiënt van het materiaal, ϵ is de volumetrische concentratie van lucht in het lucht/water mengsel, θ is de hoek van de neervallende straal met de horizontaal en ρ is de dichtheid van water.

De snelheid van de straal U (doorsnede 1) is meestal een orde groter dan de uittredende snelheid in doorsnede 2. Aanemende dat dit zo is en wordt bovendien de druk p in de straal verwaarloosd dan kan vergelijking (4) worden vereenvoudigd tot:

$$y_{m,e} + h_t = c_F \sqrt{qU \sin \theta / g} \quad c_F = \sqrt{2(1 - \epsilon) / \beta} \quad (6)$$

Het combineren van vergelijking (2) en (6) leidt tot ($c_\phi = 1.0$):

$$y_{m,e} + h_t = c_F \sqrt{q \sin \theta \sqrt{2H/g}} \quad (7)$$

waarin c_F een constante is en H het verval.

Voor het evalueren van vergelijking (6) nam Fahlbusch zowel gootexperimenten als experimenten op prototype schaal en vond voor c_F een gemiddelde waarde van $c_F = 2.79$.

De weerstand van niet cohesief materiaal wordt in deze studie door de volgende parameters bepaald:

$$\beta = f(D_{90}, \Delta) \quad D_{90} = d_{90} (\Delta g / \nu^2)^{1/3} \quad (8)$$

waarin d de korreldiameter is, D_{90} is een karakteristieke sedimentologische korreldiameter, Δ is de relatieve dichtheid en ν is de kinematische viscositeit.

4.3 Calibratie nieuwe voorspeller

Verscheidene gootexperimenten met betrekking tot het type ontgroning dat achter dammen optreedt zoals weergegeven in figuur 1 (overflow) zijn aangewend om de onbekende c_F te ijken. Voor deze exercitie is gebruik gemaakt van ruim 200 experimenten (59 experimenten van Schoklitsch, 33 experimenten van Doddiah, 74 experimenten van Hartung en 48 experimenten van Kotoulas).

Bij het ijken zijn de experimenten van Veronese, Eggenberger en Martins niet meegenomen. Hoogstwaarschijnlijk zijn de experimenten van Veronese niet tot een evenwichtsfase doorgezet. In de proeven van Eggenberger is benedenstrooms van de ontgrondingskuil de opeenhoping van zand zo nu en dan kunstmatig verwijderd. Door dit ingrijpen neemt de ontgrondingscapaciteit toe waardoor een relatief diepere ontgrondingskuil wordt verkregen. Aangezien het stromingsbeeld in de experimenten van Martins een duidelijke driedimensionaal karakter had, zijn deze experimenten buiten beschouwing gelaten.

Voor 1970 is de hoek van de neervallende straal (θ) veelal niet in publicaties opgenomen. In deze studie is aangenomen dat θ voor overflow ontgrondingen gelijk is aan 90° . Uit fotomateriaal kan worden afgeleid dat deze hoek in de range van 60° tot 90° ligt. In het ongunstigste geval wanneer θ gelijk is aan 60° dan is de overschatte waarde van de evenwichtsdiepte relatief klein ($\Delta y_{m,e} = 0.07 y_{m,e}$). In vergelijking met skischans overlaten waar θ kleiner is dan 60° zou $\Delta y_{m,e}$ bij $\theta = 30^\circ$ gelijk zijn aan $0.4 y_{m,e}$.

Het fitten van 214 gootexperimenten en 26 experimenten op prototypeschaal heeft de volgende waarden van c_F opgeleverd (tabel 2). Omdat in prototype situaties de ondergrond vaak uit rotsachtig materiaal (graniet, gneis) bestaat is verondersteld dat in dergelijke gevallen de korreldiameter groter is dan 12.5 mm. Deze aanname is gedaan vanwege het ontbreken van specifieke informatie omtrent de gradering van de

$c_F = 20/D_{90}^{1/3}$ ($d_{90} \leq 12.5$ mm) $c_F = 2.9$ ($d_{90} > 12.5$ mm) ($\Delta = 1.65, \nu = 10^{-6}$ m ² /s)	d_{90} (mm)							
	0.1	0.25	0.5	1	2.5	5	10	25
c_F (-)	14.7	10.8	8.6	6.8	5.0	4.0	3.2	2.9

Tabel 2 c_F -waarde versus korreldiameter

eroderende bodem. Bij de calibratie is eveneens aangenomen dat de relatieve dichtheid gelijk is aan 1.65 en de kinematische viscositeit gelijk is aan $\nu = 10^{-6}$ m²/s.

Model ($n = 214$)	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Hoffmans	86%	100%	100%	0.96
Patrashew	87%	100%	100%	0.92
Schoklitsch	79%	100%	100%	0.82
Bormann (B)	70%	100%	100%	0.91
Mason (C)	64%	99%	100%	0.87
Veronese (B)	38%	82%	99%	0.70
INCYTH	16%	65%	97%	0.57
Damle	0%	0%	2%	0.15
Prototype ($n = 26$)	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Damle	69%	96%	100%	0.95
Mason (B)	62%	100%	100%	1.01
Hoffmans	62%	92%	100%	0.92
INCYTH	58%	88%	100%	0.84
Veronese (B)	46%	85%	100%	1.21

Tabel 3 Toetsing ontgrondingsformules (calibratie nieuwe voorspeller)

5. Evaluatie

5.1 Verificatie ontgrondingsformules

Algemeen is voor het inventariseren van ontgrondingsformules de oorspronkelijke literatuur geraadpleegd. Enkele formules van met name russische en spaanstalige onderzoekers komen uit tweede hand. De formules van Mikhalev, Patrashew, Tschopp-Bizas en Machado worden in Whittaker en Schleiss (1984) besproken. In Mason (1983), (1985) wordt aandacht besteed aan ontgrondingsformules van INCYTH en Yen. In bijlage A is een overzicht van de getoetste ontgrondingsformules gegeven.

Baserend op diverse experimenten van Rajaratnam (1982), Mason (1983) en Stein et al. (1993) zijn deze formules en de geijkte 'nieuwe voorspeller' geverifieerd. Bovendien zijn ontgrondingsformules getoetst aan

gemeten ontgrondingen die achter drempels zonder bodembescherming optreden (Bormann, 1991). In tabel 4 zijn de berekeningsresultaten van de verificatie weergegeven. Hierin zijn ontgrondingsformules opgenomen die relatief de minst grote spreiding vertonen. Een grafische weergave van de voorspellingskracht van deze formules is in bijlagen P t/m W gegeven. Hierbij dient te worden opgemerkt dat de korrelgrootte voor prototype ontgrondingen is aangenomen ($d = 0.25$ m). Meer informatie over de scores van de overige formules en de toetsing van de experimenten van Rajaratnam kunnen in de bijlagen worden gevonden.

Mason en Stein ($n = 71$)	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Hoffmans	68%	99%	100%	1.06
Patrasheew	66%	96%	99%	1.15
Schoklitsch	69%	96%	100%	1.02
Bormann (B)	49%	77%	94%	0.92
Mason (C)	25%	75%	100%	1.28
Veronese (B)	42%	63%	79%	0.94
INCYTH	44%	59%	77%	0.77
Damle	1%	13%	41%	0.31

Bormann ($n = 88$)	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Hoffmans	75%	100%	100%	1.02
Patrasheew	13%	56%	99%	1.89
Schoklitsch	6%	23%	89%	2.39
Bormann (B)	63%	99%	100%	1.27
Mason (C)	5%	9%	74%	2.69
Veronese (B)	74%	99%	100%	1.09
INCYTH	61%	91%	100%	0.78
Damle	0%	1%	18%	0.25

Tabel 4 Toetsing ontgrondingsformules (verificatie nieuwe voorspeller)

5.2 Conclusies

Overall geeft de nieuwe voorspeller voor gootexperimenten een redelijk resultaat (tabel 2) en doet niet onder voor de geavanceerde uitdrukking van Mason. Ofschoon voor prototype experimenten de nieuwe voorspeller en de ontgrondingsformules van respectievelijk Mason (B), Damle en INCYTH relatief de minst grote spreiding vertonen, geven ze geen van allen het ontgrondingsproces goed weer. Mogelijke redenen hiervoor zijn:

- Het maatgevend debiet in de rivier is ten gevolge van hoogwatergolven niet constant zoals in de

berekening wordt aangenomen.

- De materiaaleigenschappen en de invloed van lucht in het lucht-water mengsel worden verwaarloosd.
- In prototype situaties ontstaan geen twee- maar driedimensionale ontgrondingen.

De verificatie is geslaagd voor de experimenten van Mason (1983), Bormann (1991) en Stein et al. (1993), echter voor de proevenserie van Rajaratnam (1982) had het resultaat beter moeten zijn.

De verificatie is min of meer geslaagd voor mengsels van zand en water. De suggestie wordt gewekt dat de nieuwe voorspeller ook geldig zou zijn voor andere mengsels bijvoorbeeld voor polystyreen en water. De relatieve dichtheid en de kinematische viscositeit zitten namelijk in de nieuwe voorspeller opgesloten. Momenteel is de voorspellingskracht voor academische mengsels nog niet nader geanalyseerd.

De voorspellingskracht van de ontgrondingsformules van respectievelijk Damle en INCYTH is voor prototype situaties redelijk, terwijl deze voor gootexperimenten te wensen over laat. Het hoe en waarom is hier niet verder onderzocht.

Vele van de hier onderzochte formules hebben een geheel empirisch karakter. De formules van Patrashew, INCYTH en Hoffmans zijn op de impulsvergelijking gebaseerd. De ontgrondingsformule van Bormann is gebaseerd op 'jet tractory' en 'particle stability'.

De ontgrondingsformules van Schoklitsch, Veronese (B) en Damle voldoen niet aan de dynamische gelijkvormigheid. Het toepassen van deze formules buiten de geijkte hydraulische en morfologische condities leidt ongetwijfeld tot schaaleffecten.

De formules van Eggenberger en Franke geven een bovengrens van de evenwichtsdiepte.

De overige formules, die in deze analyse nader op hun voorspellingskracht zijn onderzocht, geven een middelmatige score en zijn daarom niet interessant om in het handboek ontgrondingen te worden opgenomen.

Symbolen

b_u	=	dikte van de straal (m)
b_s	=	maximale ontgrondingsbreedte (m)
c_i	=	coëfficiënt (-)
d	=	korreldiameter (m) (niet in mm!!)
g	=	9.81 m/s ² , zwaartekracht
h_t	=	tailwaterdiepte (m)
H	=	verval (m)
p	=	gemiddelde druk in de straal (N/m ²)
q	=	debiet (m ² /s)
Q	=	debiet (m ³ /s)
r	=	discrepantieverhouding (-)
t	=	tijdsduur ontgroningproef
U	=	snelheid van de straal ter hoogte van het wateroppervlak (m/s)
U_2	=	dieptegemiddelde snelheid (m/s)
w_s	=	gemiddelde valsnelheid (m/s)
x_m	=	gemiddelde (-)
$y_{m,e}$	=	evenwichtsdiepte (m)
z_2	=	hoogteverschiltussen bovenstroomse wateroppervlak (in reservoir) en uitlaat (m)
β	=	weerstandscoefficiënt van het materiaal (-)
Δ	=	relatieve dichtheid (zand/water: $\Delta = 1.65$)

Symbolen (vervolg)

ϵ	=	volumetrische concentratie van lucht in het lucht/water mengsel (-)
θ	=	hoek van de neervallende straal met de horizontaal
μ	=	afvoercoëfficiënt stuw (-)
ν	=	kinematische viscositeit (water: $\nu = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$)
ϕ	=	hoek van inwendige wrijving of constante

Literatuur

- Bormann, N.E., 1988, Physical model of local scour at grade control structures, Proceedings ASCE, National Conference on Hydraulic Engineering ASCE, pp.1129-1124.
- Bormann, N.E. and P.Y. Julien, 1991, Scour downstream of grade-control structures, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.117, No.5, pp.579-594.
- Breusers, H.N.C. and A.J. Raudkivi, 1991, Scouring, Hydraulic Structures Design Manual, IAHR, Balkema, Rotterdam.
- Chee, S.P. and P.V. Padiyar, 1969, Erosion at the base of flip buckets, Engineering Journal, Vol.52, No.111, pp.22-24.
- Chee, S.P. and T. Kung, 1971, Stable profiles of plunge basins, Water Resources Bulletin, Vol.7, No.2, pp.303-308.
- Chian Min Wu, 1973, Scour at downstream end of dams in Taiwan, Proc. IAHR Symp. on river mechanics, Bangkok, paper A13.
- Damle, P.M., Venkatraman and S.C. Desai, 1966, Evaluation of scour below ski-jump buckets of spillways, Proc. Golden Jubilee Symp., Poona, pp.154-164.
- Doddiah, D., Albertson, M.L. and R. Thomas, 1953, Scour from jets, 5th IAHR-congress, Minneapolis, USA, pp.161-169.
- Eggenberger, W. and R. Müller, 1944, Experimentelle und theoretische Untersuchungen über das Kolkproblem, Mitteilungen aus der Versuchsanstalt für Wasserbau, Nr.5, Zürich.
- Fahlbusch, F.E., 1994, Scour in rock riverbeds downstream of large dams, The International Journal on Hydropower & Dams, IAHR, Vol.1, No.4, pp.30-32.
- Franke, P.G., 1960, Über Kolkbildung und Kolkformen, Österreichische Wasserwirtschaft, Heft 1, pp.11-16.
- Hartung, W., 1957, Die Gesetzmäßigkeit der Kolkbildung hinter überströmten Wehren, Dissertation, Technischen Hochschule Braunschweig.
- Jaeger, C., 1939, Über die Ähnlichkeit bei fließbaulichen Modellversuchen, Wasserwirtschaft und Wassertechnik 34, No.23/27.
- Kotoulas, D., 1967, Das Kolkproblem unter besonderer Berücksichtigung der Faktoren Zeit und Geschiebemischung im Rahmen der Wildbachverbauung, Dissertation, Prom. Nr.3983, Technischen Hochschule Zürich.
- Martins, R.B.F., 1973, Contribution to the knowledge on the scour action of free jets on rocky river-beds, Proc. 11th Congress on large dams, Madrid, pp.799-814.
- Martins, R.B.F., 1975, Scouring of rocky riverbeds by free-jet spillways, Water Power & Dam Construction, pp.152-153.
- Mason, P.J., 1983, Scour downstream of energy dissipating spillways, Thesis submitted for the degree of master of philosophy, City University London, Department of Civil Engineering.
- Mason, P.J. and K. Arumugam, 1985, Free jet scour below dams and flip buckets, Journal of Hydraulic Engineering, ASCE, Vol.111, No.2, pp.220-235. Discussion and reply, pp.1192-1205.

- Mirtskhoulava, Ts.E., 1967, Mechanism and computation of local and general scour in non-cohesive, cohesive soils and rock beds, 12th IAHR-congress, Fort Collins, paper C20.
- Rajaratnam, N., 1982, Erosion by unsubmerged plane water jets, In: Applying Research to Hydraulic Practise, Jackson, ASCE, New York, pp.280-288.
- Schoklitsch, A., 1932, Kolkbildung unter Ueberfallstrahlen, Die Wasserwirtschaft, Nr.24, pp.341-343.
- Stein, O.R., Julien, P.Y. and C.V. Alonso, 1993, Mechanics of jet scour downstream of a headcut, Journal of Hydraulic Research, Vol.31, No.6, pp.723-738.
- Veronese, A., 1937, Erosioni di fondo a valle di uno scarico, Annali dei Lavori Pubblici, Vol.75, No.9, pp.717-726.
- Whittaker, J.G. and A. Schleiss, 1984, Scour related to energy dissipators for high head structures, Nr 73 Mitteilungen der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, Technischen Hochschule Zürich.



BIJLAGEN

- A Ontgrondingsformules
- B Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Schoklitsch, 1932)
- C Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Veronese, 1937)
- D Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Eggenberger, 1944)
- E Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Doddiah, 1953)
- F Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Hartung, 1957)
- G Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Kotoulas, 1967)
- H Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Martins, 1973)
- I Calibratie (214 gootexperimenten)
- J Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Rajaratnam, 1982)
- K Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Mason, 1983)
- L Calibratie (26 prototype experimenten)
- M Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Bormann, 1991)
- N Toetsing ontgrondingsformules (databestand: Stein, 1993)
- O Toetsing ontgrondingsformules (databestand/fijn zand): Stein, 1993)
- P Verificatie nieuwe voorspeller
- Q Verificatie voorspeller Patrashew
- R Verificatie voorspeller Schoklitsch
- S Verificatie voorspeller INCYTH
- T Verificatie voorspeller Mason
- U Verificatie voorspeller Bormann
- V Verificatie voorspeller Damle
- W Experimentele data

Schoklitsch (1932)*

$$y_{m,e} + h_t = 0.52 q^{0.57} H^{0.2} / d_{90}^{0.32}$$

Veronese (1937/A)*

$$y_{m,e} + h_t = 0.20 q^{0.54} H^{0.225} / d_{50}^{0.42} \quad d_{50} \geq 0.005 \text{ m}$$

Veronese (1937/B)*

$$y_{m,e} + h_t = 1.90 q^{0.54} H^{0.225} \quad d_{50} < 0.005 \text{ m}$$

Jaeger (1939)

$$y_{m,e} + h_t = 1.08 q^{0.50} H^{0.25} h_t^{0.33} / (g^{0.25} d_{50}^{0.33})$$

Eggenberger (1944)

$$y_{m,e} + h_t = 2.86 q^{0.6} H^{0.5} / (g^{0.30} d_{90}^{0.4})$$

Hartung (1957)

$$y_{m,e} + h_t = 2.82 q^{0.64} H^{0.36} / (g^{0.32} d_{85}^{0.32}) \quad (d_{85} \approx d_{90})$$

Franke (1960)

$$y_{m,e} + h_t = 2.42 q^{2/3} H^{0.5} / (g^{1/3} d_{90}^{0.5})$$

Mikhalev (1960)

$$y_{m,e} + h_t = 5.65 q (d_{90} / h_t)^{1/6} / \sqrt{g d_{90}} - 9 b_u \quad b_u \approx 0.8 q / \sqrt{2 g H} \quad \theta > 60^\circ$$

Patrashev (1960)*

$$y_{m,e} + h_t = 5.21 q^{0.5} H^{0.25} / (g d_{90} / d_{ref})^{0.25} \quad (d_{ref} = 0.003 \text{ m})$$

Damle (1966)*

$$y_{m,e} + h_t = 0.55 q^{0.5} H^{0.5}$$

Mirtskhulava et al. (1967)

$$y_{m,e} + h_t = q \left(c_n / (\Delta d_{90})^{0.5} - 4.24 / H^{0.5} \right) / g^{0.5} + 0.25 h_t \quad (\text{model: } c_n = 3.37) \quad \theta > 60^\circ$$

Kotoulas (1967)

$$y_{m,e} + h_t = 1.73 q^{0.7} H^{0.35} / (g^{0.35} d_{90}^{0.4})$$

Chee en Padiyar (1969)*

$$y_{m,e} + h_t = 2.13 q^{0.67} H^{0.18} / d_{50}^{0.063}$$

Chee en Kung (1971)

$$y_{m,e} + h_t = 3.30 q^{0.6} H^{0.2} / (g^{0.3} d_{50}^{0.1})$$

Tschopp-Bisaz (1972)

$$y_{m,e} + h_t = 4.88 q^{0.5} H^{0.25} / g^{0.25} - 7.125 d_{90}$$

Chian Min Wu (1973)

$$y_{m,e} + h_t = 2.11 q^{0.51} H^{0.235} / g^{0.255}$$

Martins (1973/A)

$$y_{m,e} + h_t = 0.14N + 1.70h_t - 0.73h_t^2/N \quad \text{met} \quad N = Q^{3/7} H^{3/14} / d_{50}^{2/7}$$

Martins (1975/B)

$$y_{m,e} + h_t = 3.0q^{0.6} z_2^{0.1} / g^{0.3} \quad z_2 \approx H$$

Machado (1982/A)

$$y_{m,e} + h_t = 2.39 c_v^{0.5} q^{0.5} H^{0.3145} / (g^{0.25} d_{90}^{0.0645}) \quad (c_v \approx 1.0)$$

Machado (1982/B)

$$y_{m,e} + h_t = 5.27 c_v^{0.5} q^{0.5} H^{0.25} / g^{0.25} \quad (c_v \approx 1.0)$$

INCYTH (1982)

$$y_{m,e} + h_t = 2.5q^{0.5} H^{0.25} / g^{0.25}$$

Mason (1985/A)

$$y_{m,e} + h_t = 3.27 q^{0.6} H^{0.05} h_t^{0.15} / (g^{0.30} d_{50}^{0.10})$$

Mason (1985/B)*

$$y_{m,e} + h_t = (6.42 - 3.1H^{0.1}) q^{0.6 - H/300} H^{0.05 + H/200} h_t^{0.15} / (g^{0.30} d_{50}^{0.10}) \quad \text{met} \quad d_{50} = 0.25\text{m}$$

Mason (1985/C)*

$$y_{m,e} + h_t = (6.42 - 3.1H^{0.1}) q^{0.6 - H/300} H^{0.05 + H/200} h_t^{0.15} / (g^{0.30} d_{50}^{0.10})$$

Yen (1985)*

$$y_{m,e} + h_t = 25 \left(q^2/g \right)^{1/3} \left(v^2/gH^3 \right)^{1/15} \left(H/d_{50} \right)^{1/10} \left(h_t/H \right)^{3/20} \left(gH^3/q^2 \right)^{(20+H)/600}$$

Bormann (1988)

$$y_{m,e} + h_t = 0.7 q^{0.45} U h_t^{0.12} (\sin\theta)^{0.66} / \left(g^{0.73} d_{50}^{0.30} \right) + h_t$$

Bormann (1991)

$$y_{m,e} + h_t = c_d^2 (\sin\phi/\sin(\phi + \theta))^{0.8} q^{0.6} U \sin\theta / \left((2\Delta g)^{0.8} d_{90}^{0.4} \right) + h_t \quad (c_d \approx 1.8, \phi \approx 25^\circ)$$

De coëfficiënten in de formules van Schoklitsch, Veronese, Damle, Chee en Padiyar, Mason (B), Mason (C) en Yen (formules met een *) zijn niet dimensieloos. De ontgrondingsformule van Patrashew is hier aangepast met d_{ref} . Dan heeft de constante 5.21 in de ontgrondingsformule van Patrashew geen dimensie. Voor de duidelijkheid wordt nog opgemerkt dat eenheden uit het Internationaal Eenhedenstelsel dienen te worden gebruikt. Het kan dus voorkomen dat de formules die hier worden gegeven niet geheel overeenkomen met de oorspronkelijke formules die door de onderzoekers zelf zijn gegeven.

Om zo volledig mogelijk te zijn volgen hieronder nog enkele formules die overigens in deze studie niet nader zijn onderzocht (Mason, 1983).

Thomos (1953)

$$y_{m,e} + h_t = h_t + \frac{2}{3} h_t \left(q/(Hw_s) \right)^{2/3} \left(H/h_t \right)^2 \left(q/(Hw_s) \right)^{1/6}$$

Mikhalev (1960)

$$y_{m,e} + h_t = \left(5.65q (d_{90}/h_t)^{1/6} / \sqrt{gd_{90}} - 9b_u \right) \sin\theta / (1 - 0.215 \cot\theta) \quad b_u \approx 0.8q/\sqrt{2gH}$$

Mirtskhulava et al. (1967)

$$y_{m,e} + h_t = q \sin\theta / (1 - 0.175 \cot\theta) \left(c_n / (\Delta d_{90})^{0.5} - 4.24/H^{0.5} \right) / g^{0.5} + 0.25h_t \quad (\text{model: } c_n = 3.37)$$

Taraimovich (1978)*

$$y_{m,e} + h_t = 0.633 q^{0.67} H^{0.25}$$

SOFRELEC (1980)

$$y_{m,e} + h_t = 4.6q^{0.6} z_2^{0.1} / g^{0.3} \quad z_2 \approx H$$

De franse formule (SOFRELEC) komt nagenoeg overeen met die van Martins (B). Het verschil tussen deze twee formules is de grootte van de constante. SOFRELEC geeft een ruime bovengrens van de evenwichtsdiepte.

Whittaker en Schleiss (1984) berichtten dat Mirtskhulava naast een ontgrondingsformule voor niet-cohesief materiaal ook een voor rotsachtige bodems heeft afgeleid. De formules van Studenichikov (1962), Rubenstein (1963) en Zvorykin et al. (1975) vereisen gedetailleerde informatie inzake de civieltechnische constructie.

Gegevens:	d_{50}	=	0.5, 0.9, 2.5, 1.5, 1.5, 6.0, 3.0, 14 mm
	d_{90}	=	0.6, 1.5, 3.0, 4.5, 6.0, 6.3, 10, 15 mm
	h_i	=	niet gerapporteerd (berekend)
	H	=	0.056-0.32 m
	q	=	0.0088-0.07 m ² /s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	niet gerapporteerd ($\theta = 90^\circ$)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	100%	100%	100%	0.97
Veronese (A)	83%	100%	100%	0.99
Veronese (B)	49%	83%	97%	0.69
Jaeger	51%	88%	100%	0.74
Eggenberger	0%	53%	100%	2.05
Hartung	34%	100%	100%	1.43
Franke	0%	39%	100%	2.17
Mikhalev	49%	100%	100%	1.38
Patrashew	100%	100%	100%	1.02
Damle	0%	0%	0%	0.14
Mirtskhulava	64%	100%	100%	0.98
Kotoulas	100%	100%	100%	1.04
Chee en Padiyar	59%	88%	100%	0.79
Chee en Kung	83%	97%	100%	0.95
Tschopp-Bisaz	83%	98%	100%	0.93
Chian Min Wu	0%	47%	83%	0.47
Martins (B)	5%	76%	95%	0.57
Machado (A)	34%	86%	100%	0.66
Machado (B)	51%	100%	100%	1.18
INCYTH	0%	80%	95%	0.56
Mason (A)	63%	90%	100%	0.83
Mason (B)	22%	73%	92%	0.61
Mason (C)	76%	100%	100%	0.99
Yen	51%	95%	100%	1.29
Bormann (A)	81%	100%	100%	1.00
Bormann (B)	97%	100%	100%	0.91
Hoffmans	98%	100%	100%	1.08

Opmerkingen:

- 1) De scores betreffende de ontgrondingsformules van Schoklitsch, Patrashew, Kotoulas, Bormann (B) en Hoffmans zijn uitstekend. De ontgrondingsformule van Schoklitsch voldoet niet aan de dynamische gelijkvormigheid (schaaleffecten).
- 2) De experimentele data van Schoklitsch is niet goed gedocumenteerd. De evenwichtsdiepte en het verval zijn uit grafieken afgelezen (afleesfouten voor zowel $y_{m,e}$ als H zijn op 1 cm geschat). In de studie is aangenomen dat de hoek θ gelijk is aan 90° . De benedenstroomse waterdiepte is berekend. Het debiet en zeefkrommes zijn expliciet gegeven.
- 3) Er is geen informatie over de tijdsduur van beproeven. Op basis van de goede score van Kotoulas $x_m = 1.04$ mag worden aangenomen dat de proeven voldoende lang hebben geduurd om een evenwichtskuil te verkrijgen. De experimenten die door Kotoulas zijn uitgevoerd zijn na 24 uur beëindigd (bijlage G).



Gegevens:	d_{50}	=	9.1, 14.2, 21, 36.2 mm
	d_{90}	=	niet gerapporteerd ($d_{90} = 2d_{50}$)
	h_i	=	0.02-0.25 m
	H	=	1 m
	q	=	0.002-0.1656 m ² /s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	niet gerapporteerd ($\theta = 90^\circ$)

	0.75 < r < 1.33	0.50 < r < 2.00	0.33 < r < 3.00	x_m
Schoklitsch	30%	91%	98%	1.48
Veronese (A)	72%	93%	100%	1.14
Veronese (B)	0%	47%	91%	2.05
Jaeger	28%	93%	100%	1.42
Eggenberger	0%	0%	0%	4.96
Hartung	0%	0%	33%	3.26
Franke	0%	0%	2%	4.61
Mikhalev	16%	51%	98%	2.07
Patrashew	0%	47%	91%	1.84
Damle	23%	100%	100%	0.65
Mirtskhulava	58%	100%	100%	1.21
Kotoulas	0%	37%	95%	2.11
Chee en Padiyar	0%	40%	93%	2.15
Chee en Kung	0%	16%	91%	2.30
Tschopp-Bisaz	9%	49%	98%	2.01
Chian Min Wu	47%	91%	98%	1.37
Martins (B)	42%	93%	100%	1.42
Machado (A)	0%	49%	91%	1.98
Machado (B)	0%	0%	14%	3.54
INCYTH	2%	77%	91%	1.68
Mason (A)	0%	74%	100%	1.72
Mason (B)	49%	95%	100%	1.36
Mason (C)	0%	74%	98%	1.76
Yen	0%	72%	95%	1.80
Bormann (A)	0%	0%	86%	2.65
Bormann (B)	0%	16%	91%	2.27
Hoffmans	0%	14%	84%	2.37

Opmerkingen:

- 1) De experimentele data van Veronese is goed gedocumenteerd. De gegevens zijn uit tabellen overgenomen (geen afleesfouten). De d_{90} en θ zijn echter niet gegeven. Hiervoor zijn aannames gedaan; $d_{90} = 2d_{50}$ en $\theta = 90^\circ$.
- 2) De voorspeller van Veronese (A) geeft in deze serie van experimenten het beste resultaat.
- 3) De tijdsduur van experimenten is niet gerapporteerd. Omdat vrijwel alle ontgrondingsformules (uitgezonderd die van Damle) een overschatte waarde van de evenwichtsdiepte berekenen is hoogstwaarschijnlijk de evenwichtssituatie niet bereikt. Daarom zijn deze experimenten niet gebruikt voor hetijken van de nieuwe voorspeller.

Gegevens:	d_{90}	=	0.9, 3.1, 6.5 mm
	d_{50}	=	1.2, 3.6, 7.6 mm
	h_i	=	0.10-0.21 m
	H	=	0.19-0.35 m
	q	=	0.006-0.024 m ² /s
	t	=	100 uur
	θ	=	niet gerapporteerd ($\theta = 90^\circ$)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	0%	0%	100%	0.39
Veronese (A)	0%	0%	24%	0.31
Veronese (B)	0%	0%	34%	0.28
Jaeger	0%	0%	86%	0.36
Eggenberger	100%	100%	100%	1.00
Hartung	0%	100%	100%	0.61
Franke	100%	100%	100%	1.01
Mikhalev	0%	0%	38%	0.32
Patrashev	0%	24%	100%	0.45
Damle	0%	0%	0%	0.07
Mirtskhulava	0%	0%	59%	0.35
Kotoulas	0%	0%	100%	0.42
Chee en Padiyar	0%	0%	24%	0.27
Chee en Kung	0%	0%	55%	0.34
Tschopp-Bisaz	0%	0%	86%	0.39
Chian Min Wu	0%	0%	0%	0.19
Martins (B)	0%	0%	0%	0.20
Machado (A)	0%	0%	38%	0.30
Machado (B)	0%	55%	93%	0.50
INCYTH	0%	0%	3%	0.24
Mason (A)	0%	0%	34%	0.30
Mason (B)	0%	0%	14%	0.23
Mason (C)	0%	0%	66%	0.35
Yen	0%	28%	90%	0.42
Bormann (A)	38%	100%	100%	0.72
Bormann (B)	24%	100%	100%	0.67
Hoffmans	0%	38%	100%	0.48

Opmerkingen:

1) De experimentele gegevens zijn uit tabellen overgenomen (geen afleesfouten). De hoek θ is geschat ($\theta = 90^\circ$). De tijdsduur van elke proef bedroeg ongeveer 100 uur, wat relatief lang is voor een gootexperiment. Derhalve zijn de proeven vrijwel zeker tot een evenwichtssituatie doorgezet.

2) De voorspellingskracht van de ontgrondingsformules van respectievelijk Eggenberger en Franke is uitmuntend. De overige formules scoren relatief slecht. De formules van Eggenberger en Franke voorspellen ten opzichte van de overige formules een overschatte waarde van de evenwichtsdiepte. Tijdens het onderzoek heeft Eggenberger benedenstrooms van de ontgrondingskuil de opeenhoping van zand regelmatig verwijderd. Hierdoor neemt de ontgrondingscapaciteit toe waardoor een relatief grotere kuil wordt verkregen.

Gegevens:	d_{50}	=	4.8, 9.5 mm
	d_{90}	=	7.1, 12.5 mm
	h	=	0.037-0.305 m
	H	=	0.137-1.19 m
	q	=	0.0110-0.0472 m ² /s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	niet gerapporteerd ($\theta = 90^\circ$)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	36%	100%	100%	0.69
Veronese (A)	18%	67%	100%	0.54
Veronese (B)	30%	82%	100%	0.61
Jaeger	15%	82%	100%	0.59
Eggenberger	9%	52%	82%	2.02
Hartung	55%	88%	100%	1.24
Franke	6%	52%	82%	1.99
Mikhalev	52%	100%	100%	0.73
Patrashew	48%	100%	100%	0.81
Damle	0%	0%	12%	0.17
Mirtskhulava	0%	82%	100%	0.59
Kotoulas	64%	100%	100%	0.84
Chee en Padiyar	27%	88%	100%	0.61
Chee en Kung	48%	100%	100%	0.72
Tschopp-Bisaz	61%	100%	100%	0.81
Chian Min Wu	0%	36%	85%	0.42
Martins (B)	0%	45%	97%	0.43
Machado (A)	39%	85%	100%	0.63
Machado (B)	61%	100%	100%	1.08
INCYTH	24%	55%	100%	0.51
Mason (A)	6%	79%	100%	0.59
Mason (B)	0%	42%	91%	0.45
Mason (C)	24%	91%	100%	0.65
Yen	48%	97%	100%	0.74
Bormann (A)	61%	97%	100%	1.10
Bormann (B)	70%	100%	100%	1.02
Hoffmans	58%	100%	100%	0.81

Opmerkingen:

- 1) De experimentele gegevens (d , H , q , $y_{m,e}$) zijn uit tabellen overgenomen (geen afleesfouten). De hoek θ is aangenomen ($\theta = 90^\circ$).
- 2) De formule van Bormann (B) geeft relatief het beste resultaat; score is ruim voldoende. De nieuwe voorspeller scoort voldoende.

Gegevens:	d_{50}	=	2.5, 4.0, 6.0, 8.5 mm
	d_{90}	=	2.9, 4.8, 6.8, 9.7 mm
	h_i	=	niet altijd gerapporteerd (berekend)
	H	=	0.012-0.14 m
	q	=	0.0059-0.0374 m ² /s
	t	=	geëxtrapoleerd naar evenwicht
	θ	=	niet gerapporteerd ($\theta = 90^\circ$)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	66%	100%	100%	0.74
Veronese (A)	0%	78%	100%	0.55
Veronese (B)	1%	70%	100%	0.55
Jaeger	0%	19%	100%	0.43
Eggenberger	59%	100%	100%	1.28
Hartung	91%	100%	100%	0.95
Franke	66%	100%	100%	1.26
Mikhalev	57%	82%	97%	0.75
Patrashew	86%	100%	100%	0.82
Damle	0%	0%	0%	0.09
Mirtskhulava	1%	41%	93%	0.51
Kotoulas	0%	91%	100%	0.65
Chee en Padiyar	1%	74%	99%	0.55
Chee en Kung	22%	96%	100%	0.68
Tschopp-Bisaz	0%	92%	100%	0.66
Chian Min Wu	0%	4%	81%	0.38
Martins (B)	0%	39%	96%	0.47
Machado (A)	0%	62%	100%	0.52
Machado (B)	96%	100%	100%	0.97
INCYTH	0%	36%	96%	0.46
Mason (A)	12%	81%	100%	0.61
Mason (B)	3%	55%	100%	0.53
Mason (C)	51%	100%	100%	0.78
Yen	80%	96%	100%	1.11
Bormann (A)	31%	100%	100%	0.75
Bormann (B)	28%	100%	100%	0.75
Hoffmans	85%	100%	100%	0.84

Opmerkingen:

1) De experimentele gegevens (d , H , q , $y_{m,e}$) zijn uit zowel tabellen als grafieken overgenomen (afleesfout voor $y_{m,e}$ wordt op 1 cm geschat). De hoek θ is aangenomen ($\theta = 90^\circ$). In het systematisch onderzoek van Hartung zijn ongeveer 600 experimenten uitgevoerd. Niettemin worden in het proefschrift van Hartung 74 experimenten (25 in tabellen en 49 in grafieken) uitvoerig gedocumenteerd. Hartung heeft de experimenten in 7 series onderverdeeld. In elke serie zijn diverse langeduurproeven (80 uur) uitgevoerd. Op basis van deze resultaten zijn de korteduurproeven (2 uur) gecorrigeerd. Volgens Hartung is de dan gemaakte fout tussen de gemeten en berekende $y_{m,e}$ kleiner dan 5% (dus na extrapolatie).

2) De formule van Machado (B) scoort uitmuntend. De formules van respectievelijk Hartung, Patrashew en Hoffmans geven zeer goede resultaten.

Gegevens:	d_{50}	=	5.2, 8.6, 9.5 mm
	d_{90}	=	10.5, 19.0, 25.0 mm
	h	=	niet gerapporteerd (berekend)
	H	=	0.2-0.4 m
	q	=	0.02-0.08 m ² /s
	t	=	24 uur
	θ	=	niet gerapporteerd ($\theta = 90^\circ$)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	100%	100%	100%	0.86
Veronese (A)	52%	100%	100%	0.74
Veronese (B)	88%	100%	100%	0.90
Jaeger	23%	100%	100%	0.71
Eggenberger	0%	23%	100%	2.11
Hartung	0%	100%	100%	1.50
Franke	0%	46%	100%	2.04
Mikhalev	88%	100%	100%	1.22
Patrashev	100%	100%	100%	0.99
Damle	0%	0%	0%	0.21
Mirtskhulava	31%	83%	100%	0.71
Kotoulas	100%	100%	100%	1.01
Chee en Padiyar	100%	100%	100%	0.98
Chee en Kung	88%	100%	100%	1.11
Tschopp-Bisaz	94%	100%	100%	1.01
Chian Min Wu	10%	88%	100%	0.60
Martins (B)	38%	100%	100%	0.70
Machado (A)	83%	100%	100%	0.84
Machado (B)	17%	94%	100%	1.54
INCYTH	56%	100%	100%	0.73
Mason (A)	94%	100%	100%	0.92
Mason (B)	40%	98%	100%	0.72
Mason (C)	94%	100%	100%	1.03
Yen	67%	100%	100%	1.22
Bormann (A)	96%	100%	100%	1.10
Bormann (B)	100%	100%	100%	0.97
Hoffmans	92%	100%	100%	1.05

Opmerkingen:

1) De experimentele gegevens zijn uit tabellen overgenomen (geen afleesfouten). De benedenstroomse waterdiepte is berekend. In de studie is aangenomen dat $\theta = 90^\circ$.

2) Alle ontgrondingsproeven zijn na ongeveer 24 uur beëindigd. Volgens Kotoulas was dit voldoende lang om een evenwichtssituatie te bereiken.

3) De formules van respectievelijk Schoklitsch, Patrashev, Kotoulas, Chee & Padiyar, Bormann (A) en Bormann (B) scoren uitmuntend. De coëfficiënten in de ontgrondingsformules van Schoklitsch en Chee & Padiyar zijn niet dimensieloos (schaaleffecten!). De nieuwe voorspeller scoort zeer goed.

Gegevens:	b	=	0.325-0.746 m (maximale ontgrondingsbreedte)
	d_s	=	30, 47 mm ($d_{50} = d_{90}$, kubusl)
	h	=	0.06-0.40 m
	H	=	0.911-2.104 m
	Q	=	0.0105-0.0371 m ³ /s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	0.70-1.22 (rad)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	31%	72%	100%	0.69
Veronese (A)	14%	38%	67%	0.41
Veronese (B)	34%	87%	100%	0.99
Jaeger	33%	73%	100%	0.61
Eggenberger	1%	32%	59%	2.64
Hartung	40%	62%	86%	1.57
Franke	17%	43%	63%	2.32
Mikhalev	20%	56%	82%	0.64
Patrashev	37%	89%	100%	0.94
Damle	14%	34%	57%	0.37
Mirtskhulava	19%	46%	96%	0.49
Kotoulas	37%	87%	100%	0.96
Chee en Padiyar	31%	81%	100%	0.88
Chee en Kung	32%	87%	100%	0.98
Tschopp-Bisaz	31%	74%	100%	0.93
Chian Min Wu	31%	74%	99%	0.68
Martins (A)	98%	100%	100%	0.94
Martins (B)	29%	60%	97%	0.61
Machado (A)	38%	84%	100%	1.03
Machado (B)	29%	56%	80%	1.79
INCYTH	32%	80%	100%	0.85
Mason (A)	37%	81%	100%	0.69
Mason (B)	33%	61%	100%	0.57
Mason (C)	39%	79%	100%	0.69
Yen	36%	81%	100%	0.67
Bormann (A)	38%	87%	99%	1.43
Bormann (B)	57%	91%	100%	1.23
Hoffmans	41%	84%	98%	1.07

Opmerkingen:

1) De voorspeller van Martins (A) geeft het beste resultaat.

2) De experimentele gegevens zijn uit tabellen overgenomen (geen afleesfouten). Het specifieke debiet q is als volgt berekend $q = Q/b_s$ (b_s is de maximale ontgrondingsbreedte). De breedte van de straal ter hoogte van het wateroppervlak is kleiner dan de maximale ontgrondingsbreedte. Feitelijk zou hiervoor moeten worden gecorrigeerd. In deze studie is hiervan afgezien. Omdat de tijdsduren van de experimenten niet zijn vermeld en gezien de onzekerheid omtrent de omzetting van Q naar q zijn de experimenten van Martins niet gebruikt voor het calibreren van de nieuwe voorspeller.

De nieuwe voorspeller is gecalibreerd door gebruik te maken van ongeveer 200 gootexperimenten (59 experimenten van Schoklitsch, 33 experimenten van Doddiah, 74 experimenten van Hartung en 48 experimenten van Kotoulas. De proeven van Veronese, Eggenberger en Martins zijn niet in deze analyse meegenomen. Redenen zijn:

Veronese: De experimenten zijn niet doorgezet tot de evenwichtsfase.

Eggenberger: Tijdens het onderzoek van Eggenberger is benedenstrooms van de ontgrondingskuil de opeenhoping van zand regelmatig verwijderd. Hierdoor neemt de ontgrondingscapaciteit toe waardoor een relatief grotere kuil wordt verkregen.

Martins: De tijdsduren van de experimenten zijn niet vermeld en er is onzekerheid omtrent de omzetting van Q naar q.

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	79%	100%	100%	0.82
Veronese (A)	37%	87%	100%	0.72
Veronese (B)	38%	82%	99%	0.70
Jaeger	21%	66%	100%	0.62
Eggenberger	22%	62%	97%	1.87
Hartung	49%	98%	100%	1.29
Franke	24%	64%	97%	1.88
Mikhalev	61%	94%	99%	1.04
Patrashew	87%	100%	100%	0.92
Damle	0%	0%	2%	0.15
Mirtskhulava	25%	73%	98%	0.71
Kotoulas	60%	97%	100%	0.90
Chee en Padiyar	43%	86%	100%	0.75
Chee en Kung	57%	98%	100%	0.88
Tschopp-Bisaz	53%	97%	100%	0.86
Chian Min Wu	2%	40%	86%	0.47
Martins (B)	10%	64%	97%	0.55
Machado (A)	34%	81%	100%	0.67
Machado (B)	60%	99%	100%	1.21
INCYTH	16%	65%	97%	0.57
Mason (A)	43%	87%	100%	0.75
Mason (B)	16%	68%	96%	0.59
Mason (C)	64%	99%	100%	0.87
Yen	64%	97%	100%	1.11
Bormann (A)	64%	100%	100%	0.99
Bormann (B)	70%	100%	100%	0.91
Hoffmans	86%	100%	100%	0.96

Gegevens:	d_{50}	=	1.2, 2.38 mm
	d_{90}	=	niet gerapporteerd ($d_{90} = 2d_{50}$)
	h_i	=	0.01-0.02 m
	q	=	0.0055-0.0086 m ² /s
	U	=	2.41-3.64 m/s
	t	=	> 24 uur

	0.75 < r < 1.33	0.50 < r < 2.00	0.33 < r < 3.00	x_m
Schoklitsch	19%	100%	100%	1.42
Veronese (A)	14%	100%	100%	1.51
Veronese (B)	100%	100%	100%	0.89
Jaeger	100%	100%	100%	0.86
Eggenberger	0%	0%	0%	4.31
Hartung	0%	0%	100%	2.31
Franke	0%	0%	0%	4.36
Mikhalev	67%	100%	100%	1.25
Patrashew	0%	100%	100%	1.69
Damle	0%	0%	0%	0.25
Mirtskhulava	86%	100%	100%	0.85
Kotoulas	0%	100%	100%	1.59
Chee en Padiyar	95%	100%	100%	0.82
Chee en Kung	100%	100%	100%	1.14
Tschopp-Bisaz	29%	100%	100%	1.38
Chian Min Wu	0%	100%	100%	0.63
Martins (B)	0%	100%	100%	0.58
Machado (A)	100%	100%	100%	1.05
Machado (B)	0%	100%	100%	1.66
INCYTH	67%	100%	100%	0.79
Mason (A)	24%	100%	100%	0.70
Mason (B)	0%	33%	100%	0.46
Mason (C)	67%	100%	100%	0.78
Yen	95%	100%	100%	0.88
Bormann (A)	0%	100%	100%	1.77
Bormann (B)	0%	100%	100%	1.63
Hoffmans	0%	81%	100%	1.86

Opmerkingen:

1) De experimentele data van Rajaratnam is goed gedocumenteerd (tabellen). De d_{90} is geschat ($d_{90} = 2d_{50}$). De berekende evenwichtsdiepte is getoetst in relatie tot de dynamische evenwichtsdiepte (dus niet de statische evenwichtsdiepte).

2) De verificatie betreffende de nieuwe voorspeller is voor deze serie experimenten deels geslaagd; het resultaat had beter moeten zijn.

Gegevens:	d_{50}	=	1-28 mm
	d_{90}	=	6-41 mm
	h	=	0.033-0.561 m
	H	=	0.325-2.150 m
	q	=	0.0093-0.4198 m ² /s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	0.44-1.48 (rad)

	0.75 < r < 1.33	0.50 < r < 2.00	0.33 < r < 3.00	x_m
Schoklitsch	66%	94%	100%	1.03
Veronese (A)	45%	85%	100%	0.74
Veronese (B)	64%	96%	100%	1.05
Jaeger	64%	98%	100%	1.02
Eggenberger	2%	6%	32%	3.90
Hartung	11%	34%	79%	2.34
Franke	2%	9%	32%	4.05
Mikhalev	36%	72%	96%	1.53
Patrashew	53%	94%	98%	1.19
Damle	2%	19%	62%	0.35
Mirtskhulava	53%	81%	98%	1.24
Kotoulas	28%	72%	98%	1.65
Chee en Padiyar	53%	98%	100%	1.15
Chee en Kung	49%	94%	100%	1.25
Tschopp-Bisaz	32%	85%	96%	1.41
Chian Min Wu	40%	89%	98%	0.70
Martins (B)	43%	91%	100%	0.72
Machado (A)	62%	91%	100%	1.08
Machado (B)	11%	60%	94%	1.80
INCYTH	66%	89%	100%	0.86
Mason (A)	74%	100%	100%	0.98
Mason (B)	45%	89%	100%	0.73
Mason (C)	74%	100%	100%	1.00
Yen	77%	100%	100%	1.02
Bormann (A)	26%	85%	98%	1.55
Bormann (B)	38%	91%	100%	1.40
Hoffmans	57%	98%	100%	1.06

Opmerkingen:

- 1) Er zijn geen afleesfouten met betrekking tot de experimentele gegevens. Mason heeft diverse instanties uit de gehele wereld aangeschreven. Op deze manier heeft hij een databestand van betrouwbare gegevens opgebouwd. Hij heeft zelf geen proeven uitgevoerd.
- 2) De ontgrondingsformules van Mason (model en prototype) en Yen geven relatief de beste score. De mathematische uitdrukking van Yen is gekijkt met de verzamelde data van Mason. De nieuwe voorspeller scoort voldoende.

Gegevens:	d_{50}	=	niet gerapporteerd
	d_{90}	=	niet gerapporteerd
	h_1	=	1.00-42.1 m
	H	=	15.8-109 m ²
	q	=	2.36-220 m ² /s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	0.35-1.13 rad

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Veronese (B)	46%	85%	100%	1.21
Damle	69%	96%	100%	0.95
Chian Min Wu	35%	88%	100%	0.69
Martins (B)	27%	92%	100%	0.73
Machado (B)	15%	54%	85%	1.78
INCYTH	58%	88%	100%	0.84
Mason (B)	62%	100%	100%	1.01
Hoffmans	62%	92%	100%	0.92

Opmerkingen:

- 1) De experimentele data is zeer goed gedocumenteerd.
- 2) Diverse voorspellers waarin de korreldiameter in voorkomt zijn in de analyse weggelaten, omdat geen specifieke informatie over de materiaal eigenschappen is verstrekt.
- 3) Veelal bestaat de ondergrond in prototype situaties uit rotsachtig materiaal (graniet, gneis). In zulke situaties wordt verondersteld dat de d_{90} groter is dan 1.25 cm wat op zich geen onredelijke aanname is.
- 4) Ofschoon de nieuwe voorspeller en de ontgrondingsformules van respectievelijk Mason (B), Damle en INCYTH relatief de minst grote spreiding vertonen, beschrijven ze geen van allen het ontgrondingsproces goed. Redenen hiervoor zijn:
 - het maatgevende debiet in de rivier is niet constant zoals in de berekening wordt aangenomen
 - de materiaaleigenschappen en de invloed van lucht in het lucht/water mengsel worden verwaarloosd
 - in prototype situaties ontstaan geen twee maar drie-dimensionale ontgrondingskuilen.

Verder kan men zich afvragen of het ontgrondingsproces daadwerkelijk in de evenwichtsfase bevindt, omdat geen tijdsduren van de experimenten worden vermeld.

Gegevens:	d_{50}	=	0.30, 0.45 mm
	d_{90}	=	1.58, 1.71 mm
	h_i	=	0.24-1.65 m
	q	=	0.29-2.47 m ² /s
	U	=	0.88-4.65 m/s
	t	=	niet gerapporteerd
	θ	=	0.13-0.97 (rad)

	$0.75 < r < 1.33$	$0.50 < r < 2.00$	$0.33 < r < 3.00$	x_m
Schoklitsch	6%	23%	89%	2.39
Veronese (A)	1%	10%	45%	3.11
Veronese (B)	74%	99%	100%	1.09
Jaeger	0%	6%	18%	4.23
Eggenberger	0%	1%	5%	8.68
Hartung	0%	2%	13%	5.56
Franke	0%	0%	1%	13.4
Mikhalev	0%	0%	2%	10.7
Patrashew	13%	56%	99%	1.89
Damle	0%	1%	18%	0.25
Mirtskhulava	0%	0%	0%	15.5
Kotoulas	0%	2%	15%	5.48
Chee en Padiyar	8%	40%	94%	2.18
Chee en Kung	8%	40%	95%	2.18
Tschopp-Bisaz	33%	89%	100%	1.52
Chian Min Wu	31%	80%	98%	0.66
Martins (B)	86%	98%	100%	1.00
Machado (A)	61%	98%	100%	1.07
Machado (B)	22%	83%	100%	1.65
INCYTH	61%	91%	100%	0.78
Mason (A)	5%	10%	83%	2.58
Mason (B)	35%	98%	100%	1.41
Mason (C)	5%	9%	74%	2.69
Yen	2%	6%	45%	3.16
Bormann (A)	49%	90%	99%	0.98
Bormann (B)	63%	99%	100%	1.27
Hoffmans	75%	100%	100%	1.02

Opmerkingen:

- 1) Uit de verificatie blijkt dat de nieuwe voorspeller niet onderdoet voor de ontgrondingsformule van Bormann.

Gegevens:	d_{50}	=	0.05 (cohesief materiaal), 0.15, 1.5 mm
	d_{90}	=	0.09 (cohesief materiaal), 0.21, 2.1 mm
	h_t	=	niet gerapporteerd (berekend)
	q	=	0.0015-0.0049 m ² /s
	t	=	geëxtrapoleerd naar evenwicht
	U	=	0.68-1.20 m/s
	θ	=	0.49-1.03 (rad)

	0.75 < r < 1.33	0.50 < r < 2.00	0.33 < r < 3.00	x_m
Schoklitsch	75%	100%	100%	0.97
Veronese (A)	50%	92%	100%	1.20
Veronese (B)	0%	0%	38%	0.27
Jaeger	4%	25%	83%	0.45
Eggenberger	25%	75%	100%	1.84
Hartung	92%	100%	100%	1.05
Franke	25%	54%	83%	2.32
Mikhalev	54%	100%	100%	1.03
Patrashew	92%	100%	100%	0.92
Damle	0%	0%	0%	0.04
Mirtskhulava	38%	71%	96%	1.02
Kotoulas	50%	96%	100%	0.87
Chee en Padiyar	0%	0%	42%	0.28
Chee en Kung	0%	42%	96%	0.43
Tschopp-Bisaz	0%	38%	92%	0.43
Chian Min Wu	0%	0%	17%	0.20
Martins (B)	0%	0%	17%	0.22
Machado (A)	0%	13%	42%	0.32
Machado (B)	25%	42%	96%	0.50
INCYTH	0%	0%	33%	0.24
Mason (A)	0%	0%	42%	0.31
Mason (B)	0%	0%	17%	0.21
Mason (C)	0%	33%	83%	0.44
Yen	25%	71%	100%	0.66
Bormann (A)	0%	46%	100%	0.50
Bormann (B)	0%	42%	100%	0.51
Hoffmans	88%	100%	100%	1.06

Opmerkingen:

- 1) De experimentele gegevens zijn uit tabellen overgenomen (geen afleesfouten). De benedenstroomse waterdiepte is berekend.
- 2) De gemeten ontgrondingsdiepte aan het einde van het experiment is geëxtrapoleerd naar een evenwichtsdiepte. Voor meer informatie zie paper van Stein et al.
- 3) De ontgrondingsformules van Hartung, Patrashew en de nieuwe voorspeller scoren zeer goed.

Gegevens:	d_{50}	=	0.05 (cohesief materiaal), 0.15 mm
	d_{90}	=	0.09 (cohesief materiaal), 0.21 mm
	h_i	=	niet gerapporteerd (berekend)
	q	=	0.0015-0.0049 m ² /s
	U	=	0.68-1.19 m/s
	t	=	geëxtrapoleerd naar evenwicht
	θ	=	0.49-1.03 (rad)

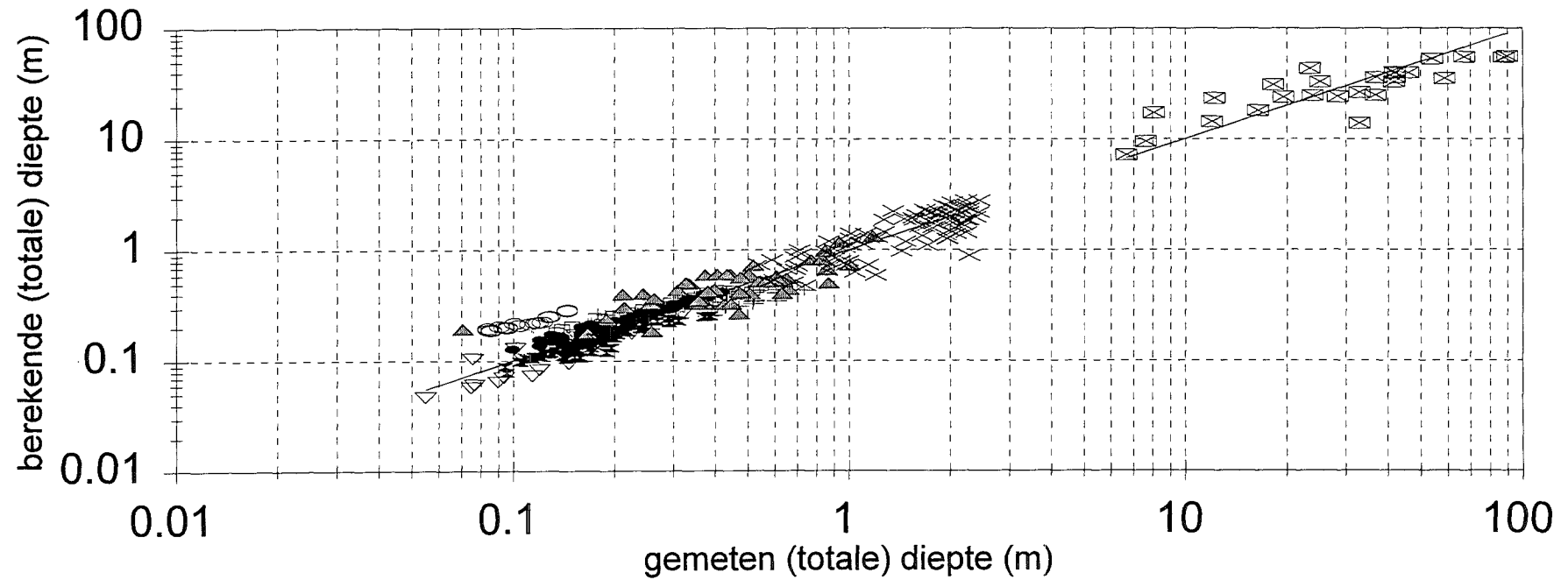
	0.75 < r < 1.33	0.50 < r < 2.00	0.33 < r < 3.00	x_m
Schoklitsch	88%	100%	100%	1.02
Veronese (A)	50%	88%	100%	1.33
Veronese (B)	0%	0%	6%	0.23
Jaeger	6%	38%	94%	0.48
Eggenberger	0%	63%	100%	2.00
Hartung	88%	100%	100%	1.10
Franke	0%	31%	75%	2.61
Mikhalev	69%	100%	100%	1.11
Patrashev	88%	100%	100%	0.93
Damle	0%	0%	0%	0.04
Mirtskhulava	56%	94%	100%	1.19
Kotoulas	75%	100%	100%	0.94
Chee en Padiyar	0%	0%	13%	0.25
Chee en Kung	0%	13%	94%	0.39
Tschopp-Bisaz	0%	6%	88%	0.38
Chian Min Wu	0%	0%	0%	0.16
Martins (B)	0%	0%	0%	0.19
Machado (A)	0%	0%	13%	0.28
Machado (B)	0%	13%	94%	0.42
INCYTH	0%	0%	0%	0.20
Mason (A)	0%	0%	13%	0.28
Mason (B)	0%	0%	0%	0.18
Mason (C)	0%	13%	75%	0.40
Yen	13%	56%	100%	0.60
Bormann (A)	0%	50%	100%	0.50
Bormann (B)	0%	63%	100%	0.53
Hoffmans	81%	100%	100%	1.12

Opmerkingen (zie ook bijlage N):

- 1) Er zijn zestien experimenten geselecteerd. Het ontgrondingsmateriaal bestaat uit fijn en heel fijn zand.
- 2) De nieuwe voorspeller scoort voor relatief fijn materiaal goed.

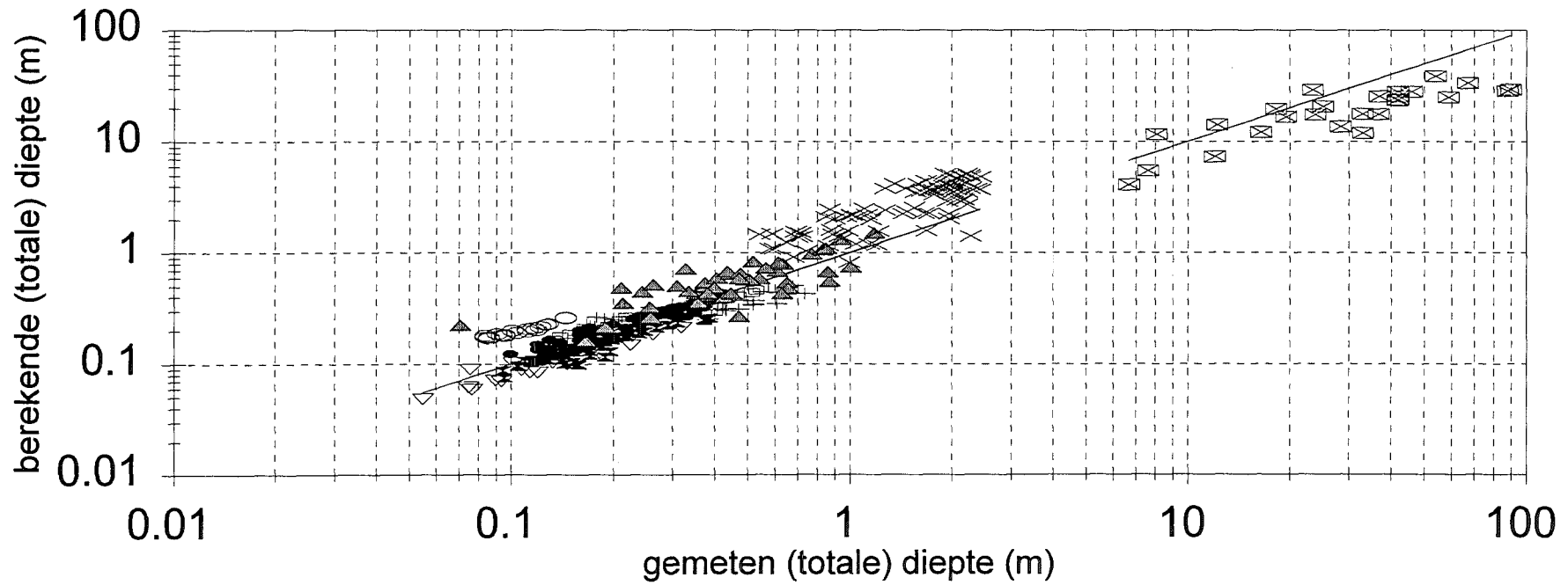


Verificatie nieuwe voorspeller



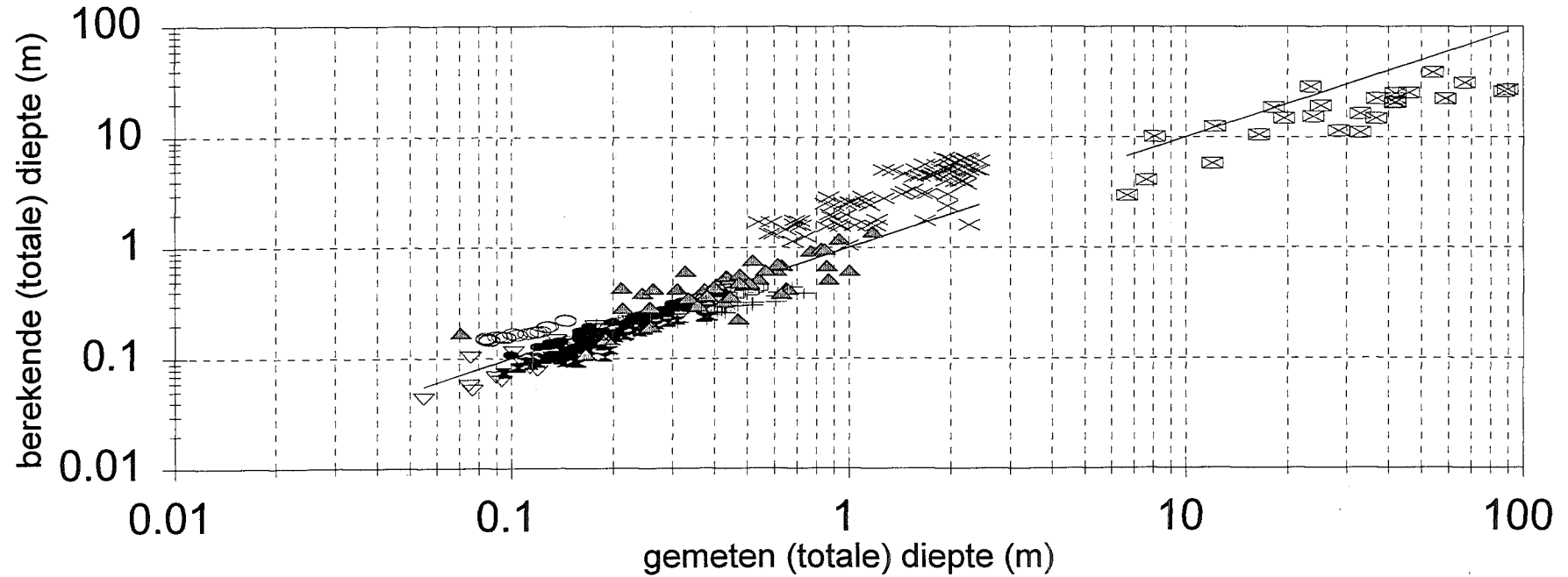
- | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|-------------|---|---------|---|---------|---|------------|
| — | Ideale lijn | ● | Schoklitsch | + | Doddiah | ⊠ | Hartung | □ | Kotoulas |
| ○ | Rajaratnam | ▲ | Mason | × | Bormann | ▽ | Stein | ⊞ | Prototypen |

Verificatie van voorspeller Patrashew



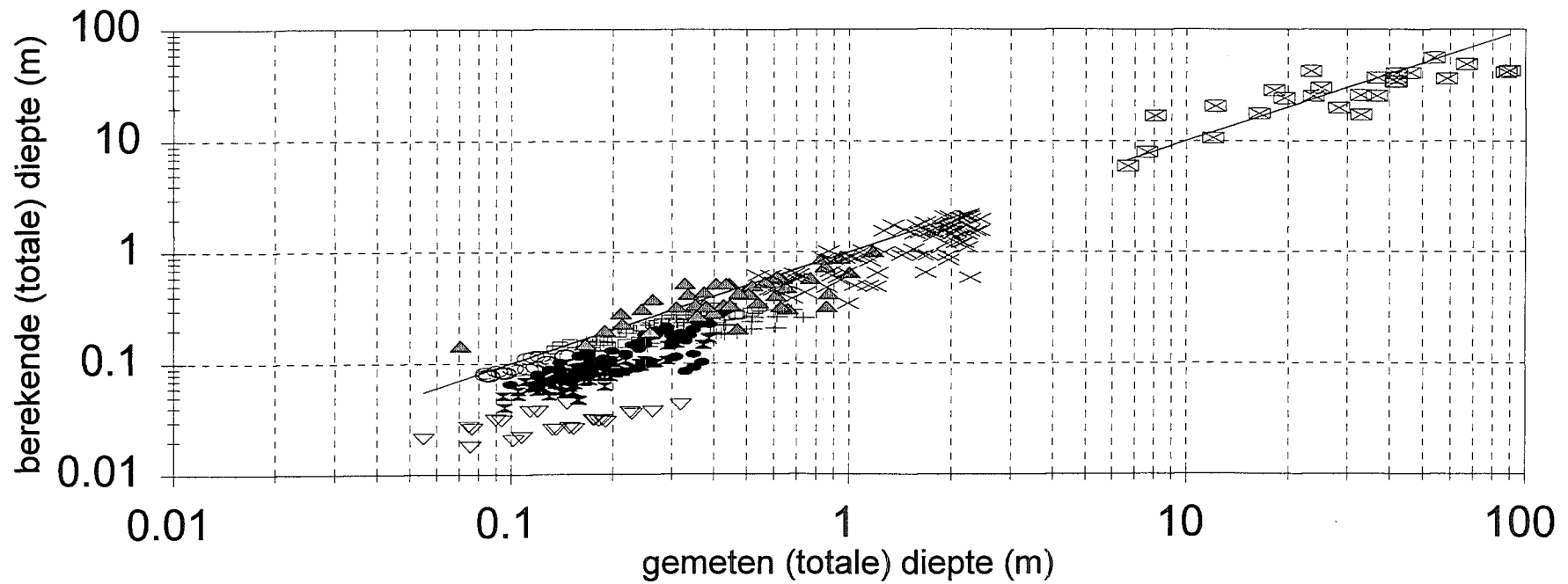
- | | | | | |
|---------------|---------------|-----------|-----------|--------------|
| — Ideale lijn | ● Schoklitsch | + Doddiah | x Hartung | □ Kotoulas |
| ○ Rajaratnam | ▲ Mason | × Bormann | ▽ Stein | ⊠ Prototypen |

Verificatie van voorspeller Schoklitsch



- | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|-------------|---|---------|---|---------|---|------------|
| — | Ideale lijn | ● | Schoklitsch | + | Doddiah | * | Hartung | □ | Kotoulas |
| ○ | Rajaratnam | ▲ | Mason | × | Bormann | ▽ | Stein | ⊠ | Prototypen |

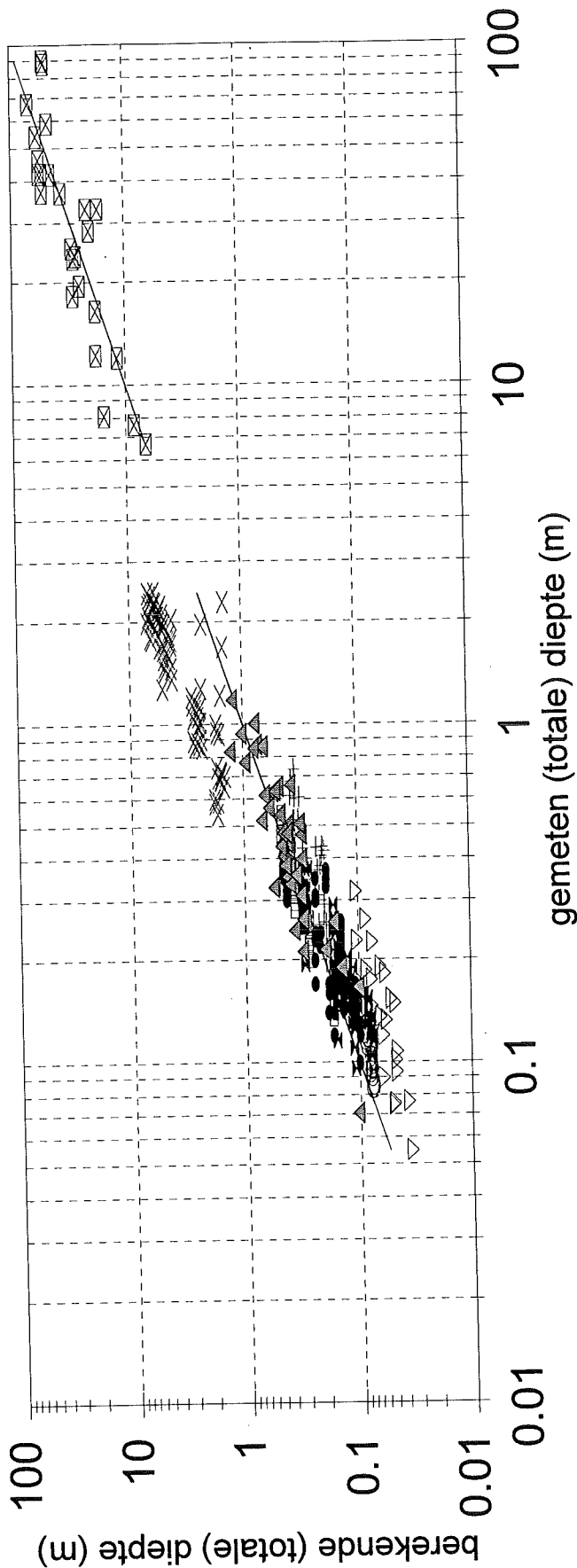
Verificatie van voorspeller INCYTH



- | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|-------------|---|---------|---|---------|---|------------|
| — | Ideale lijn | ● | Schoklitsch | + | Doddiah | x | Hartung | □ | Kotoulas |
| ○ | Rajaratnam | ▲ | Mason | × | Bormann | ▽ | Stein | ⊠ | Prototypen |

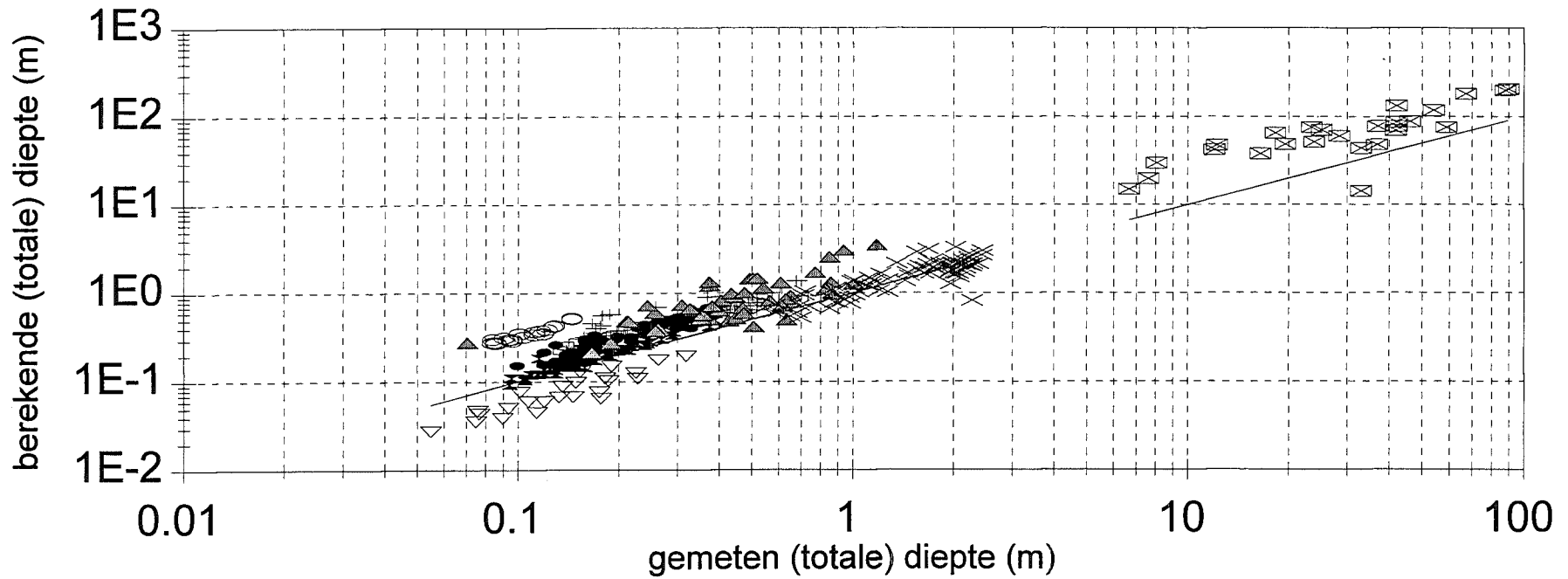
Verificatie van voorspeller

Mason

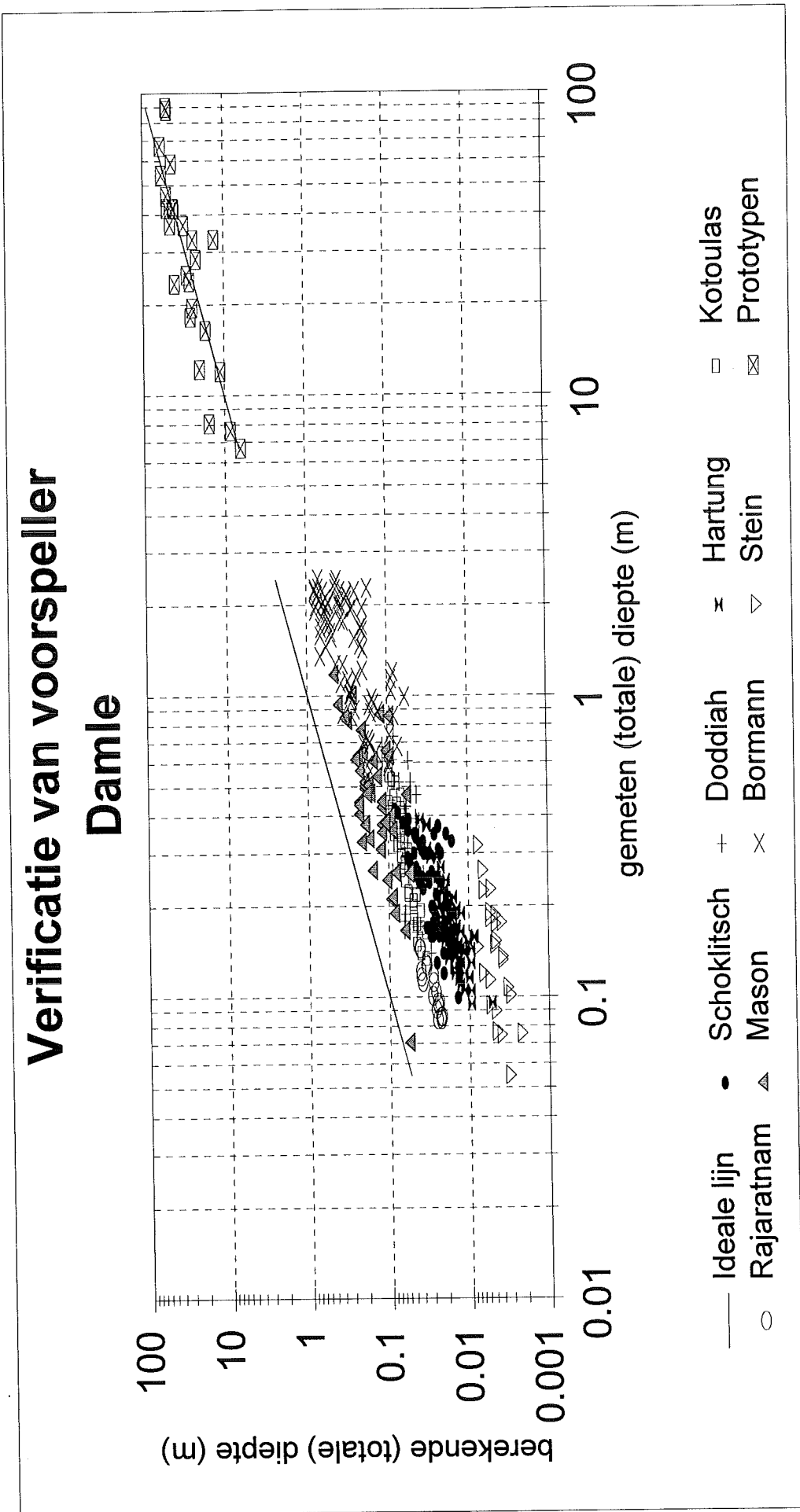


- Ideale lijn
- Rajaratnam
- Schoklitsch
- Mason
- + Doddiah
- × Bormann
- * Hartung
- Kotoulias
- ◇ Stein
- ◇ Prototypen

Verificatie van voorspeller Bormann



- | | | | | | | | | | |
|---|-------------|---|-------------|---|---------|---|---------|---|------------|
| — | Ideale lijn | • | Schoklitsch | + | Doddiah | * | Hartung | □ | Kotoulas |
| ○ | Rajaratnam | ▲ | Mason | × | Bormann | ▽ | Stein | ⊠ | Prototypen |





Experimentele data

Bijlage W

Serie	q (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$Y_{m,e}+h_t$ (m)
Schokli01	0.0088	0.063		0.00250	0.00300	0.130
Schokli02	0.0088	0.095		0.00250	0.00300	0.140
Schokli04	0.0088	0.210		0.00250	0.00300	0.160
Schokli05	0.0088	0.270		0.00250	0.00300	0.170
Schokli06	0.0440	0.140		0.01400	0.01500	0.250
Schokli08	0.0440	0.200		0.01400	0.01500	0.270
Schokli10	0.0440	0.250		0.01400	0.01500	0.290
Schokli11	0.0350	0.089		0.00250	0.00300	0.300
Schokli12	0.0350	0.130		0.00250	0.00300	0.330
Schokli13	0.0154	0.056		0.00050	0.00060	0.330
Schokli14	0.0154	0.076		0.00050	0.00060	0.350
Schokli15	0.0154	0.120		0.00050	0.00060	0.370
Schokli16	0.0148	0.040		0.00150	0.00600	0.120
Schokli17	0.0148	0.070		0.00150	0.00600	0.140
Schokli18	0.0148	0.090		0.00150	0.00600	0.160
Schokli21	0.0148	0.200		0.00150	0.00600	0.160
Schokli22	0.0148	0.250		0.00150	0.00600	0.170
Schokli23	0.0254	0.070		0.00150	0.00600	0.170
Schokli24	0.0254	0.110		0.00150	0.00600	0.200
Schokli25	0.0254	0.180		0.00150	0.00600	0.230
Schokli26	0.0254	0.220		0.00150	0.00600	0.240
Schokli28	0.0377	0.090		0.00150	0.00600	0.250
Schokli29	0.0377	0.200		0.00150	0.00600	0.300
Schokli30	0.0568	0.075		0.00150	0.00600	0.300
Schokli31	0.0568	0.093		0.00150	0.00600	0.320
Schokli32	0.0568	0.130		0.00150	0.00600	0.350
Schokli33	0.0568	0.200		0.00150	0.00600	0.370
Schokli34	0.0608	0.110		0.00150	0.00600	0.350
Schokli35	0.0608	0.170		0.00150	0.00600	0.390
Schokli36	0.0166	0.090		0.00600	0.00630	0.170
Schokli37	0.0166	0.140		0.00600	0.00630	0.190
Schokli38	0.0112	0.110		0.00090	0.00150	0.220
Schokli39	0.0112	0.140		0.00090	0.00150	0.240
Schokli40	0.0112	0.180		0.00090	0.00150	0.250
Schokli41	0.0112	0.240		0.00090	0.00150	0.260
Schokli42	0.0263	0.080		0.00600	0.00630	0.220
Schokli43	0.0263	0.120		0.00600	0.00630	0.240
Schokli44	0.0231	0.070		0.00090	0.00150	0.300
Schokli45	0.0231	0.080		0.00090	0.00150	0.310
Schokli46	0.0231	0.100		0.00090	0.00150	0.350
Schokli47	0.0071	0.090		0.00150	0.00450	0.100
Schokli48	0.0071	0.200		0.00150	0.00450	0.120
Schokli49	0.0071	0.300		0.00150	0.00450	0.130
Schokli50	0.0190	0.075		0.00300	0.01000	0.140
Schokli52	0.0190	0.140		0.00300	0.01000	0.160
Schokli53	0.0190	0.170		0.00300	0.01000	0.170
Schokli55	0.0126	0.130		0.00150	0.00450	0.170
Schokli56	0.0126	0.190		0.00150	0.00450	0.180
Schokli57	0.0400	0.120		0.00300	0.01000	0.250
Schokli58	0.0400	0.150		0.00300	0.01000	0.260
Schokli59	0.0400	0.170		0.00300	0.01000	0.270
Schokli60	0.0400	0.240		0.00300	0.01000	0.280
Schokli62	0.0375	0.100		0.00150	0.00450	0.300
Schokli63	0.0375	0.130		0.00150	0.00450	0.310
Schokli64	0.0375	0.180		0.00150	0.00450	0.340
Schokli65	0.0700	0.150		0.00300	0.01000	0.360
Schokli66	0.0700	0.200		0.00300	0.01000	0.380
Schokli67	0.0700	0.270		0.00300	0.01000	0.410
Schokli68	0.0700	0.320		0.00300	0.01000	0.420

Serie	q (m^2/s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$y_{m,q}+h_t$ (m)
Verones01	0.0480	1.000	0.090	0.03620		0.090
Verones02	0.0748	1.000	0.100	0.03620		0.165
Verones03	0.1032	1.000	0.145	0.03620		0.205
Verones04	0.1240	1.000	0.160	0.03620		0.230
Verones05	0.1488	1.000	0.190	0.03620		0.270
Verones06	0.0540	1.000	0.190	0.03620		0.190
Verones07	0.0840	1.000	0.215	0.03620		0.275
Verones08	0.1100	1.000	0.215	0.03620		0.300
Verones09	0.1292	1.000	0.225	0.03620		0.325
Verones10	0.1480	1.000	0.235	0.03620		0.345
Verones11	0.1656	1.000	0.235	0.03620		0.355
Verones12	0.0280	1.000	0.160	0.02100		0.160
Verones13	0.0600	1.000	0.210	0.02100		0.265
Verones14	0.0944	1.000	0.220	0.02100		0.320
Verones15	0.1192	1.000	0.240	0.02100		0.345
Verones16	0.1316	1.000	0.250	0.02100		0.360
Verones17	0.1482	1.000	0.250	0.02100		0.370
Verones18	0.0200	1.000	0.050	0.02100		0.050
Verones19	0.0432	1.000	0.092	0.02100		0.142
Verones20	0.0728	1.000	0.130	0.02100		0.195
Verones21	0.0944	1.000	0.135	0.02100		0.215
Verones22	0.1140	1.000	0.160	0.02100		0.250
Verones23	0.1300	1.000	0.140	0.02100		0.260
Verones24	0.1492	1.000	0.140	0.02100		0.280
Verones25	0.0160	1.000	0.100	0.01420		0.100
Verones26	0.0448	1.000	0.165	0.01420		0.220
Verones27	0.0756	1.000	0.185	0.01420		0.280
Verones28	0.1024	1.000	0.205	0.01420		0.315
Verones29	0.1292	1.000	0.220	0.01420		0.360
Verones30	0.0060	1.000	0.030	0.01420		0.030
Verones31	0.0246	1.000	0.050	0.01420		0.130
Verones32	0.0442	1.000	0.070	0.01420		0.170
Verones33	0.0662	1.000	0.095	0.01420		0.215
Verones34	0.0856	1.000	0.100	0.01420		0.230
Verones35	0.1024	1.000	0.100	0.01420		0.270
Verones36	0.1156	1.000	0.100	0.01420		0.280
Verones37	0.1300	1.000	0.090	0.01420		0.290
Verones38	0.0020	1.000	0.020	0.00910		0.020
Verones39	0.0458	1.000	0.100	0.00910		0.200
Verones40	0.0580	1.000	0.100	0.00910		0.220
Verones41	0.0880	1.000	0.130	0.00910		0.290
Verones42	0.1072	1.000	0.120	0.00910		0.300
Verones43	0.1214	1.000	0.120	0.00910		0.340
Eggenbr01	0.0200	0.350	0.210	0.00305	0.00350	0.771
Eggenbr02	0.0060	0.350	0.210	0.00305	0.00350	0.376
Eggenbr03	0.0120	0.350	0.210	0.00305	0.00350	0.577
Eggenbr04	0.0060	0.350	0.150	0.00305	0.00350	0.377
Eggenbr05	0.0060	0.260	0.150	0.00305	0.00350	0.324
Eggenbr06	0.0120	0.260	0.150	0.00305	0.00350	0.497
Eggenbr07	0.0180	0.260	0.150	0.00305	0.00350	0.632
Eggenbr08	0.0060	0.190	0.150	0.00305	0.00350	0.284
Eggenbr09	0.0120	0.190	0.150	0.00305	0.00350	0.428
Eggenbr10	0.0180	0.190	0.150	0.00305	0.00350	0.543
Eggenbr11	0.0120	0.350	0.100	0.00305	0.00350	0.573
Eggenbr12	0.0085	0.260	0.100	0.00305	0.00350	0.406
Eggenbr13	0.0060	0.350	0.150	0.00650	0.00755	0.278
Eggenbr14	0.0120	0.350	0.150	0.00650	0.00755	0.428
Eggenbr15	0.0180	0.350	0.150	0.00650	0.00755	0.548

Serie	q (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$y_{m,q}+h_t$ (m)
Eggenbr16	0.0240	0.350	0.150	0.00650	0.00755	0.651
Eggenbr17	0.0060	0.190	0.150	0.00650	0.00755	0.206
Eggenbr18	0.0060	0.260	0.150	0.00650	0.00755	0.241
Eggenbr19	0.0120	0.190	0.150	0.00650	0.00755	0.315
Eggenbr20	0.0120	0.260	0.150	0.00650	0.00755	0.367
Eggenbr21	0.0180	0.190	0.150	0.00650	0.00755	0.402
Eggenbr22	0.0180	0.260	0.150	0.00650	0.00755	0.469
Eggenbr23	0.0240	0.190	0.150	0.00650	0.00755	0.474
Eggenbr24	0.0240	0.260	0.150	0.00650	0.00755	0.560
Eggenbr25	0.0240	0.260	0.210	0.00650	0.00755	0.557
Eggenbr27	0.0060	0.190	0.150	0.00090	0.00122	0.424
Eggenbr28	0.0060	0.260	0.150	0.00090	0.00122	0.504
Eggenbr29	0.0060	0.350	0.150	0.00090	0.00122	0.582
Eggenbr30	0.0120	0.190	0.170	0.00090	0.00122	0.640
Doddia017	0.0116	0.268	0.038	0.00480	0.00710	0.171
Doddia027	0.0121	0.247	0.076	0.00480	0.00710	0.158
Doddia037	0.0233	0.238	0.076	0.00480	0.00710	0.381
Doddia047	0.0235	0.189	0.153	0.00480	0.00710	0.306
Doddia057	0.0463	0.217	0.076	0.00480	0.00710	0.610
Doddia067	0.0464	0.195	0.149	0.00480	0.00710	0.518
Doddia077	0.0465	0.137	0.229	0.00480	0.00710	0.470
Doddia087	0.0114	0.580	0.038	0.00480	0.00710	0.171
Doddia097	0.0114	0.555	0.076	0.00480	0.00710	0.177
Doddia107	0.0240	0.543	0.046	0.00480	0.00710	0.421
Doddia117	0.0231	0.531	0.076	0.00480	0.00710	0.408
Doddia127	0.0233	0.488	0.153	0.00480	0.00710	0.431
Doddia137	0.0468	0.494	0.153	0.00480	0.00710	0.736
Doddia147	0.0464	0.549	0.305	0.00480	0.00710	0.616
Doddia157	0.0117	1.162	0.038	0.00480	0.00710	0.180
Doddia167	0.0110	1.174	0.076	0.00480	0.00710	0.189
Doddia177	0.0230	1.135	0.076	0.00480	0.00710	0.433
Doddia187	0.0230	1.098	0.153	0.00480	0.00710	0.370
Doddia197	0.0460	0.970	0.305	0.00480	0.00710	0.680
Doddia207	0.0116	0.256	0.038	0.00950	0.01250	0.140
Doddia217	0.0233	0.247	0.079	0.00950	0.01250	0.259
Doddia227	0.0233	0.189	0.153	0.00950	0.01250	0.254
Doddia237	0.0472	0.250	0.076	0.00950	0.01250	0.430
Doddia247	0.0462	0.143	0.229	0.00950	0.01250	0.391
Doddia257	0.0117	0.567	0.038	0.00950	0.01250	0.165
Doddia267	0.0113	0.549	0.076	0.00950	0.01250	0.171
Doddia277	0.0233	0.540	0.085	0.00950	0.01250	0.293
Doddia287	0.0230	0.473	0.171	0.00950	0.01250	0.311
Doddia297	0.0465	0.494	0.153	0.00950	0.01250	0.523
Doddia307	0.0462	0.372	0.305	0.00950	0.01250	0.519
Doddia317	0.0115	1.190	0.037	0.00950	0.01250	0.168
Doddia327	0.0231	1.153	0.079	0.00950	0.01250	0.259
Doddia337	0.0460	0.970	0.305	0.00950	0.01250	0.610
Hartung2b	0.0131	0.047	0.078	0.00600	0.00680	0.142
Hartung3b	0.0131	0.068	0.082	0.00600	0.00680	0.159
Hartung4a	0.0131	0.025	0.100	0.00600	0.00680	0.116
Hartung5b	0.0131	0.050	0.100	0.00600	0.00680	0.148
Hartung6b	0.0131	0.075	0.100	0.00600	0.00680	0.166
Hartung7b	0.0131	0.100	0.100	0.00600	0.00680	0.173
Hartung8b	0.0131	0.050	0.125	0.00600	0.00680	0.171
Hartung9b	0.0131	0.075	0.125	0.00600	0.00680	0.187
Hartung10	0.0131	0.050	0.150	0.00600	0.00680	0.197
Hartung11	0.0091	0.050	0.100	0.00600	0.00680	0.141

Serie	q (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$y_{m,e}+h_t$ (m)
Hartung12	0.0091	0.075	0.100	0.00600	0.00680	0.147
Hartung13	0.0091	0.100	0.100	0.00600	0.00680	0.155
Hartung16	0.0091	0.075	0.125	0.00600	0.00680	0.171
Hartung1a	0.0325	0.107	0.121	0.00600	0.00680	0.373
Hartung1b	0.0052	0.045	0.055	0.00250	0.00290	0.159
Hartung2a	0.0325	0.113	0.181	0.00600	0.00680	0.371
Hartung2b	0.0052	0.048	0.077	0.00250	0.00290	0.158
Hartung3a	0.0374	0.024	0.127	0.00850	0.00970	0.195
Hartung3b	0.0074	0.012	0.063	0.00400	0.00480	0.096
Hartung4a	0.0374	0.079	0.124	0.00850	0.00970	0.292
Hartung4b	0.0074	0.039	0.061	0.00400	0.00480	0.144
Hartung5a	0.0374	0.093	0.161	0.00850	0.00970	0.311
Hartung5b	0.0074	0.046	0.079	0.00400	0.00480	0.153
Hartung6a	0.0374	0.140	0.165	0.00850	0.00970	0.386
Hartung6b	0.0074	0.069	0.081	0.00400	0.00480	0.190
HartunF01	0.0059	0.050		0.00250	0.00290	0.130
HartunF02	0.0059	0.075		0.00250	0.00290	0.140
HartunF03	0.0059	0.100		0.00250	0.00290	0.150
HartunF04	0.0059	0.125		0.00250	0.00290	0.155
HartunF05	0.0059	0.050		0.00400	0.00480	0.105
HartunF06	0.0059	0.075		0.00400	0.00480	0.120
HartunF07	0.0059	0.100		0.00400	0.00480	0.125
HartunF08	0.0059	0.125		0.00400	0.00480	0.135
HartunF09	0.0059	0.050		0.00600	0.00680	0.095
HartunF10	0.0059	0.075		0.00600	0.00680	0.105
HartunF11	0.0059	0.100		0.00600	0.00680	0.115
HartunF12	0.0059	0.125		0.00600	0.00680	0.120
HartunF13	0.0091	0.100		0.00250	0.00290	0.190
HartunF14	0.0091	0.100		0.00400	0.00480	0.160
HartunF15	0.0091	0.100		0.00600	0.00680	0.145
HartunF16	0.0106	0.050		0.00250	0.00290	0.165
HartunF17	0.0106	0.075		0.00250	0.00290	0.185
HartunF18	0.0106	0.100		0.00250	0.00290	0.205
HartunF19	0.0106	0.050		0.00400	0.00480	0.145
HartunF20	0.0106	0.075		0.00400	0.00480	0.165
HartunF21	0.0106	0.100		0.00400	0.00480	0.175
HartunF22	0.0106	0.050		0.00600	0.00680	0.130
HartunF23	0.0106	0.075		0.00600	0.00680	0.145
HartunF24	0.0106	0.100		0.00600	0.00680	0.155
HartunF25	0.0106	0.050		0.00850	0.00970	0.110
HartunF26	0.0106	0.075		0.00850	0.00970	0.125
HartunF27	0.0106	0.100		0.00850	0.00970	0.135
HartunF28	0.0130	0.075		0.00250	0.00290	0.210
HartunF29	0.0130	0.100		0.00250	0.00290	0.230
HartunF30	0.0130	0.100		0.00400	0.00480	0.195
HartunF31	0.0130	0.075		0.00600	0.00680	0.163
HartunF32	0.0130	0.100		0.00600	0.00680	0.175
HartunF33	0.0130	0.075		0.00850	0.00970	0.145
HartunF34	0.0130	0.100		0.00850	0.00970	0.155
HartunF35	0.0160	0.050		0.00250	0.00290	0.215
HartunF36	0.0160	0.075		0.00250	0.00290	0.245
HartunF37	0.0160	0.100		0.00250	0.00290	0.270
HartunF38	0.0160	0.125		0.00250	0.00290	0.290
HartunF39	0.0160	0.050		0.00400	0.00480	0.190
HartunF40	0.0160	0.100		0.00400	0.00480	0.240
HartunF41	0.0160	0.125		0.00400	0.00480	0.250
HartunF42	0.0160	0.050		0.00600	0.00680	0.170
HartunF43	0.0160	0.075		0.00600	0.00680	0.185
HartunF44	0.0160	0.100		0.00600	0.00680	0.205
HartunF45	0.0160	0.125		0.00600	0.00680	0.220

Serie	q (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$Y_{m,q}+h_t$ (m)
HartunF46	0.0160	0.050		0.00850	0.00970	0.150
HartunF47	0.0160	0.075		0.00850	0.00970	0.165
HartunF48	0.0160	0.100		0.00850	0.00970	0.185
HartunF49	0.0160	0.125		0.00850	0.00970	0.200
<hr/>						
Kotoul 11	0.0800	0.400		0.00950	0.02500	0.410
Kotoul 12	0.0600	0.400		0.00950	0.02500	0.350
Kotoul 13	0.0400	0.400		0.00950	0.02500	0.265
Kotoul 14	0.0200	0.400		0.00950	0.02500	0.185
Kotoul 21	0.0800	0.332		0.00950	0.02500	0.380
<hr/>						
Kotoul 22	0.0600	0.332		0.00950	0.02500	0.320
Kotoul 23	0.0400	0.332		0.00950	0.02500	0.245
Kotoul 24	0.0200	0.332		0.00950	0.02500	0.150
Kotoul 31	0.0800	0.267		0.00950	0.02500	0.365
Kotoul 32	0.0600	0.267		0.00950	0.02500	0.295
<hr/>						
Kotoul 33	0.0400	0.267		0.00950	0.02500	0.225
Kotoul 34	0.0200	0.267		0.00950	0.02500	0.140
Kotoul 41	0.0800	0.200		0.00950	0.02500	0.325
Kotoul 42	0.0600	0.200		0.00950	0.02500	0.280
Kotoul 43	0.0400	0.200		0.00950	0.02500	0.200
<hr/>						
Kotoul 44	0.0200	0.200		0.00950	0.02500	0.135
Kotoul 51	0.0800	0.400		0.00860	0.01900	0.445
Kotoul 52	0.0600	0.400		0.00860	0.01900	0.375
Kotoul 53	0.0400	0.400		0.00860	0.01900	0.295
Kotoul 54	0.0200	0.400		0.00860	0.01900	0.190
<hr/>						
Kotoul 61	0.0800	0.332		0.00860	0.01900	0.430
Kotoul 62	0.0600	0.332		0.00860	0.01900	0.350
Kotoul 63	0.0400	0.332		0.00860	0.01900	0.280
Kotoul 64	0.0200	0.332		0.00860	0.01900	0.175
Kotoul 71	0.0800	0.267		0.00860	0.01900	0.400
<hr/>						
Kotoul 72	0.0600	0.267		0.00860	0.01900	0.325
Kotoul 73	0.0400	0.267		0.00860	0.01900	0.220
Kotoul 74	0.0200	0.267		0.00860	0.01900	0.170
Kotoul 81	0.0800	0.200		0.00860	0.01900	0.370
Kotoul 82	0.0600	0.200		0.00860	0.01900	0.310
<hr/>						
Kotoul 83	0.0400	0.200		0.00860	0.01900	0.210
Kotoul 84	0.0200	0.200		0.00860	0.01900	0.165
Kotoul 91	0.0800	0.400		0.00520	0.01050	0.545
Kotoul 92	0.0600	0.400		0.00520	0.01050	0.465
Kotoul 93	0.0400	0.400		0.00520	0.01050	0.345
<hr/>						
Kotoul 94	0.0200	0.400		0.00520	0.01050	0.240
Kotoul101	0.0800	0.332		0.00520	0.01050	0.530
Kotoul102	0.0600	0.332		0.00520	0.01050	0.440
Kotoul103	0.0400	0.332		0.00520	0.01050	0.330
Kotoul104	0.0200	0.332		0.00520	0.01050	0.220
<hr/>						
Kotoul111	0.0800	0.267		0.00520	0.01050	0.515
Kotoul112	0.0600	0.267		0.00520	0.01050	0.410
Kotoul113	0.0400	0.267		0.00520	0.01050	0.310
Kotoul114	0.0200	0.267		0.00520	0.01050	0.195
Kotoul121	0.0800	0.200		0.00520	0.01050	0.470
<hr/>						
Kotoul122	0.0600	0.200		0.00520	0.01050	0.375
Kotoul123	0.0400	0.200		0.00520	0.01050	0.285
Kotoul124	0.0200	0.200		0.00520	0.01050	0.165

Serie	θ (rad)	Q (m ³ /s)	b_p (m)	H (m)	h_t (m)	d (m)	$Y_{n,e}$ (m)
Martins01	0.70	0.0146	0.445	1.101	0.300	0.04700	0.097
Martins02	0.70	0.0154	0.528	1.345	0.240	0.04700	0.148
Martins03	0.70	0.0162	0.427	1.487	0.180	0.04700	0.197
Martins04	0.70	0.0170	0.438	1.632	0.120	0.04700	0.149
Martins05	0.70	0.0179	0.393	1.789	0.060	0.04700	0.148
Martins06	0.70	0.0221	0.586	1.229	0.300	0.04700	0.196
Martins07	0.70	0.0235	0.523	1.373	0.240	0.04700	0.246
Martins08	0.70	0.0253	0.513	1.559	0.180	0.04700	0.189
Martins09	0.70	0.0259	0.493	1.677	0.120	0.04700	0.194
Martins10	0.70	0.0270	0.486	1.820	0.060	0.04700	0.150
Martins11	0.70	0.0301	0.579	1.266	0.300	0.04700	0.246
Martins12	0.70	0.0324	0.578	1.413	0.240	0.04700	0.246
Martins13	0.70	0.0343	0.542	1.572	0.180	0.04700	0.196
Martins14	0.70	0.0353	0.485	1.709	0.120	0.04700	0.198
Martins15	0.70	0.0371	0.626	1.851	0.060	0.04700	0.196
Martins16	0.70	0.0132	0.469	0.911	0.400	0.03000	0.064
Martins17	0.70	0.0143	0.517	1.109	0.320	0.03000	0.156
Martins18	0.70	0.0155	0.654	1.297	0.240	0.03000	0.248
Martins19	0.70	0.0168	0.554	1.499	0.160	0.03000	0.218
Martins20	0.70	0.0176	0.459	1.683	0.080	0.03000	0.153
Martins21	0.70	0.0192	0.618	0.954	0.400	0.03000	0.127
Martins22	0.70	0.0212	0.746	1.119	0.320	0.03000	0.218
Martins23	0.70	0.0234	0.718	1.325	0.240	0.03000	0.283
Martins24	0.70	0.0258	0.581	1.542	0.160	0.03000	0.253
Martins25	0.70	0.0271	0.522	1.722	0.080	0.03000	0.189
Martins26	0.70	0.0272	0.715	0.980	0.400	0.03000	0.280
Martins27	0.70	0.0300	0.718	1.173	0.320	0.03000	0.311
Martins28	0.70	0.0322	0.620	1.353	0.240	0.03000	0.284
Martins29	0.70	0.0346	0.568	1.559	0.160	0.03000	0.187
Martins30	0.70	0.0368	0.610	1.745	0.080	0.03000	0.194
Martins31	0.96	0.0134	0.468	1.503	0.300	0.04700	0.152
Martins32	0.96	0.0136	0.446	1.591	0.240	0.04700	0.198
Martins33	0.96	0.0144	0.444	1.695	0.180	0.04700	0.197
Martins34	0.96	0.0146	0.347	1.794	0.120	0.04700	0.148
Martins35	0.96	0.0153	0.341	1.890	0.060	0.04700	0.105
Martins36	0.96	0.0201	0.564	1.528	0.300	0.04700	0.192
Martins37	0.96	0.0208	0.732	1.617	0.240	0.04700	0.245
Martins38	0.96	0.0215	0.445	1.713	0.180	0.04700	0.194
Martins39	0.96	0.0220	0.441	1.812	0.120	0.04700	0.143
Martins40	0.96	0.0226	0.401	1.912	0.060	0.04700	0.148
Martins41	0.96	0.0269	0.647	1.543	0.300	0.04700	0.243
Martins42	0.96	0.0278	0.479	1.641	0.240	0.04700	0.198
Martins43	0.96	0.0289	0.488	1.738	0.180	0.04700	0.199
Martins44	0.96	0.0293	0.492	1.812	0.120	0.04700	0.146
Martins45	0.96	0.0301	0.508	1.929	0.060	0.04700	0.193
Martins46	0.96	0.0124	0.470	1.313	0.400	0.03000	0.129
Martins47	0.96	0.0129	0.515	1.443	0.320	0.03000	0.189
Martins48	0.96	0.0138	0.520	1.575	0.240	0.03000	0.221
Martins49	0.96	0.0143	0.424	1.705	0.160	0.03000	0.160
Martins50	0.96	0.0146	0.396	1.827	0.080	0.03000	0.128
Martins51	0.96	0.0190	0.636	1.338	0.400	0.03000	0.157
Martins52	0.96	0.0201	0.642	1.468	0.320	0.03000	0.278
Martins53	0.96	0.0208	0.663	1.594	0.240	0.03000	0.281
Martins54	0.96	0.0218	0.538	1.728	0.160	0.03000	0.152
Martins55	0.96	0.0222	0.482	1.851	0.080	0.03000	0.096
Martins56	0.96	0.0261	0.742	1.357	0.400	0.03000	0.220
Martins57	0.96	0.0268	0.804	1.488	0.320	0.03000	0.308
Martins58	0.96	0.0288	0.545	1.615	0.240	0.03000	0.189
Martins59	0.96	0.0289	0.466	1.746	0.160	0.03000	0.160
Martins60	0.96	0.0303	0.562	1.876	0.080	0.03000	0.134

Serie	θ (rad)	Q (m ³ /s)	b_f (m)	H (m)	h_t (m)	d (m)	$Y_{p,e}$ (m)
Martins61	1.22	0.0110	0.392	1.768	0.300	0.04700	0.099
Martins62	1.22	0.0112	0.388	1.847	0.240	0.04700	0.155
Martins63	1.22	0.0115	0.296	1.925	0.180	0.04700	0.149
Martins64	1.22	0.0116	0.325	2.000	0.120	0.04700	0.129
Martins65	1.22	0.0119	0.292	2.080	0.060	0.04700	0.097
Martins66	1.22	0.0165	0.438	1.782	0.300	0.04700	0.099
Martins67	1.22	0.0166	0.438	1.859	0.240	0.04700	0.148
Martins68	1.22	0.0171	0.485	1.936	0.180	0.04700	0.149
Martins69	1.22	0.0178	0.390	2.015	0.120	0.04700	0.099
Martins70	1.22	0.0179	0.388	2.092	0.060	0.04700	0.106
Martins71	1.22	0.0221	0.492	1.794	0.300	0.04700	0.104
Martins72	1.22	0.0227	0.536	1.871	0.240	0.04700	0.151
Martins73	1.22	0.0232	0.533	1.950	0.180	0.04700	0.101
Martins74	1.22	0.0229	0.485	2.027	0.120	0.04700	0.150
Martins75	1.22	0.0238	0.484	2.104	0.060	0.04700	0.102
Martins76	1.22	0.0105	0.407	1.629	0.400	0.03000	0.064
Martins77	1.22	0.0109	0.442	1.730	0.320	0.03000	0.128
Martins78	1.22	0.0112	0.458	1.834	0.240	0.03000	0.157
Martins79	1.22	0.0117	0.400	1.936	0.160	0.03000	0.094
Martins80	1.22	0.0117	0.353	2.028	0.080	0.03000	0.068
Martins81	1.22	0.0158	0.472	1.642	0.400	0.03000	0.064
Martins82	1.22	0.0168	0.532	1.748	0.320	0.03000	0.126
Martins83	1.22	0.0166	0.530	1.837	0.240	0.03000	0.124
Martins84	1.22	0.0173	0.530	1.949	0.160	0.03000	0.127
Martins85	1.22	0.0184	0.496	2.077	0.080	0.03000	0.098
Martins86	1.22	0.0214	0.660	1.656	0.400	0.03000	0.033
Martins87	1.22	0.0221	0.662	1.757	0.320	0.03000	0.155
Martins88	1.22	0.0228	0.690	1.860	0.240	0.03000	0.188
Martins89	1.22	0.0234	0.661	1.962	0.160	0.03000	0.127
Martins90	1.22	0.0237	0.617	2.090	0.080	0.03000	0.095

Serie	q (m ² /s)	U (m/s)	h_t (m)	d_{50} (m)	$Y_{m,s}$ (m)	tijd (uur)
Raj1A17	0.0060	2.480		0.00120	0.086	> 24.0
Raj1A27	0.0058	2.410		0.00120	0.074	> 24.0
Raj1A37	0.0061	2.540		0.00120	0.084	> 24.0
Raj1A47	0.0061	2.540		0.00120	0.084	> 24.0
Raj2A17	0.0055	2.430		0.00120	0.076	> 24.0
Raj2A27	0.0056	2.490		0.00120	0.076	> 24.0
Raj2A37	0.0063	2.860		0.00120	0.102	> 24.0
Raj3A17	0.0059	2.750		0.00120	0.081	> 24.0
Raj3A27	0.0062	2.950		0.00120	0.091	> 24.0
Raj3A37	0.0055	2.750		0.00120	0.074	> 24.0
Raj3A47	0.0068	2.810		0.00120	0.109	> 24.0
Raj4A17	0.0087	3.550		0.00120	0.135	> 24.0
Raj4A27	0.0088	3.620		0.00120	0.135	> 24.0
Raj4A47	0.0062	2.710		0.00120	0.094	> 24.0
Raj5A17	0.0085	3.640		0.00120	0.135	> 24.0
Raj5A27	0.0074	3.280		0.00120	0.119	> 24.0
Raj5A37	0.0074	3.220		0.00120	0.117	> 24.0
Raj5A47	0.0058	2.670		0.00120	0.086	> 24.0
Raj6A17	0.0081	3.470		0.00238	0.102	> 24.0
Raj6A27	0.0084	3.520		0.00238	0.107	> 24.0
Raj6A37	0.0086	3.540		0.00238	0.112	> 24.0

Serie	θ (rad)	q (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d (m)	$y_{m,s}$ (m)
Alder Dam	0.91	23.24	71.62	3.500		24.850
Brazeau 1	0.86	2.36	58.22	2.740		3.960
Brazeau 2	0.86	4.17	58.22	2.740		4.880
CaboBass1	0.80	60.00	99.00	29.000		13.000
CaboBass2	0.72	120.00	102.64	42.100		25.000
GhandiSa1	0.54	42.74	48.16	13.200		6.31
GhandiSa2	0.54	42.60	56.70	13.200		10.67
Grand Rap	0.35	37.93	15.82	4.000		28.96
Hirakud 1	0.68	72.46	32.00	11.500		6.79
Hirakud 2	0.68	72.30	39.70	11.500		13.70
Jaguara 1	0.59	148.00	37.50	1.000		22.50
Jaguara 2	0.59	57.14	34.50	3.500		29.50
Kariba 1	1.13	90.00	93.50	14.000		74.00
Kariba 2	1.13	96.00	91.50	16.000		74.00
Maithon	0.75	33.40	40.84	4.570		7.62
Ottenstei	1.26	7.80	54.00	7.000		5.00
Panchet 1	0.59	25.08	32.62	6.020		2.06
Panchet 2	0.59	25.08	39.01	12.000		4.45
Picote	0.49	220.00	53.00	30.000		24.00
Tarbela 1	0.52	80.60	109.00	13.100		32.90
Tarbela 2	0.52	79.66	109.00	13.000		29.00
Tarbela 3	0.52	66.37	109.00	11.500		30.50
Tarbela 4	0.52	66.37	109.00	11.500		25.50
Tarbela 5	0.52	33.05	100.00	6.300		30.48
Tarbela 6	0.52	58.85	98.00	11.200		30.48
Tarbela 7	0.52	68.15	97.00	12.200		46.57

Serie	θ (rad)	q (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$y_{m,e}$ (m)
AlMassir1	0.52	0.0672	0.72	0.28	0.025	0.029	0.147
AlMassir2	0.52	0.0672	0.72	0.28	0.023	0.025	0.093
AlMassir3	0.52	0.0672	0.72	0.28	0.017	0.021	0.073
AlMassir4	0.52	0.0672	0.72	0.28	0.017	0.021	0.167
Brazeau 1	0.86	0.0093	1.456	0.068	0.019	0.041	0.099
Brazeau 2	0.86	0.0165	1.456	0.068	0.019	0.041	0.122
Brazeau 3	0.86	0.0746	1.372	0.152	0.019	0.041	0.183
Brown Can	1.48	0.0294	0.35	0.092	0.001	0.006	0.165
CabBasso1	0.77	0.0934	1.52	0.387	0.028	0.035	0.267
CabBasso2	0.70	0.1848	1.385	0.561	0.028	0.035	0.440
El Cajon1	1.43	0.0704	1.842	0.233	0.026	0.033	0.140
El Cajon2	1.43	0.0704	1.842	0.233	0.021	0.024	0.140
El Cajon3	1.43	0.0704	1.842	0.233	0.016	0.019	0.260
El Cajon4	1.43	0.0704	1.842	0.233	0.016	0.019	0.270
El Cajon5	0.79	0.0993	1.845	0.155	0.026	0.033	0.250
El Cajon6	0.79	0.0993	1.845	0.155	0.021	0.024	0.290
El Cajon7	0.79	0.0993	1.845	0.155	0.016	0.019	0.280
Hazelmer1	0.93	0.054	0.551	0.042	0.0055	0.0065	0.356
Hazelmer2	0.73	0.054	0.551	0.042	0.0055	0.0065	0.170
Itaipu 1	0.86	0.0614	1.010	0.390	0.0040	0.0070	0.150
Itaipu 2	0.79	0.0887	0.890	0.510	0.0040	0.0070	0.100
Itaipu 3	0.84	0.1207	1.065	0.335	0.0040	0.0070	0.185
Itaipu 4	0.77	0.1827	0.840	0.560	0.0040	0.0070	0.210
Kariba 1	1.13	0.0632	0.584	0.113	0.0105	0.0130	0.132
Kariba 2	1.13	0.0632	0.584	0.113	0.0071	0.0100	0.548
Kariba 3	1.13	0.0504	0.517	0.120	0.0053	0.0180	0.237
Kariba 4	1.13	0.0689	0.585	0.143	0.0053	0.0180	0.237
LowerNot1	0.89	0.0101	1.076	0.033	0.0080	0.0095	0.038
LowerNot2	0.89	0.0251	1.076	0.060	0.0080	0.0095	0.154
LowerNot3	0.89	0.0503	1.076	0.096	0.0080	0.0095	0.214

Serie	θ (rad)	g (m ² /s)	H (m)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$Y_{m,e}$ (m)
LowerNot4	0.89	0.0855	1.076	0.136	0.0080	0.0095	0.340
Mudhiq 1	1.15	0.0364	0.325	0.380	0.0140	0.0180	0.090
Mudhiq 2	0.99	0.0909	0.341	0.410	0.0140	0.0180	0.220
Mudhiq 3	0.87	0.1509	0.345	0.450	0.0140	0.0180	0.420
Mudhiq 4	0.99	0.0909	0.341	0.410	0.0020	0.0030	0.450
Picot	0.49	0.4198	0.815	0.462	0.0200	0.0250	0.369
Tarabela1	0.52	0.0742	1.379	0.033	0.0135	0.0160	0.474
Tarabela2	0.44	0.1485	1.292	0.053	0.0135	0.0160	0.580
Tarabela3	0.52	0.0742	1.528	0.187	0.0135	0.0160	0.286
Tarabela4	0.44	0.1485	1.478	0.236	0.0135	0.0160	0.381
Tarabela5	0.52	0.0604	1.429	0.057	0.0135	0.0160	0.206
Tarabela6	0.52	0.1209	1.311	0.175	0.0135	0.0160	0.153
Tarabela7	0.52	0.0151	1.494	0.221	0.0135	0.0160	0.038
Tarabela8	0.52	0.1209	1.417	0.297	0.0135	0.0160	0.267
Victoria1	1.05	0.1870	2.150	0.350	0.0095	0.0115	0.500
Victoria2	1.03	0.2700	2.113	0.413	0.0095	0.0115	0.525
Victoria3	1.01	0.3540	2.088	0.475	0.0095	0.0115	0.700

Overflow (laag verval)

Serie	θ (rad)	g (m ² /s)	U (m/s)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$Y_{m,e}$ (m)
Bormann01	0.21	2.25	2.38	1.250	0.00030	0.00158	1.120
Bormann02	0.19	2.25	2.38	1.250	0.00030	0.00158	1.020
Bormann03	0.19	2.25	2.38	0.250	0.00030	0.00158	1.020
Bormann04	0.26	2.22	3.92	0.980	0.00030	0.00158	1.460
Bormann05	0.19	2.22	3.92	0.880	0.00030	0.00158	1.400
Bormann06	0.17	1.72	1.95	1.070	0.00030	0.00158	1.010
Bormann07	0.25	1.72	1.95	1.070	0.00030	0.00158	1.100
Bormann08	0.22	1.72	1.95	1.070	0.00030	0.00158	1.080
Bormann09	0.23	1.71	3.58	0.820	0.00030	0.00158	1.160
Bormann10	0.22	1.71	3.58	0.820	0.00030	0.00158	1.070
Bormann11	0.21	1.71	3.58	0.820	0.00030	0.00158	1.140
Bormann12	0.23	1.71	3.58	0.820	0.00030	0.00158	1.280
Bormann13	0.22	1.81	1.52	1.500	0.00030	0.00158	0.720
Bormann14	0.17	1.78	2.38	1.090	0.00030	0.00158	0.980
Bormann15	0.25	1.78	3.84	0.920	0.00030	0.00158	1.300
Bormann16	0.13	2.40	2.07	1.440	0.00030	0.00158	0.550
Bormann17	0.23	2.32	4.23	0.910	0.00030	0.00158	1.320
Bormann18	0.17	1.93	1.65	1.280	0.00030	0.00158	0.660
Bormann19	0.17	2.27	2.87	0.940	0.00030	0.00158	1.080
Bormann20	0.19	2.32	4.27	0.710	0.00030	0.00158	1.210
Bormann21	0.21	1.94	3.73	0.860	0.00030	0.00158	0.970
Bormann22	0.16	1.99	3.76	0.740	0.00030	0.00158	1.260
Bormann23	0.27	2.47	2.19	1.460	0.00045	0.00171	0.960
Bormann24	0.19	2.32	3.97	1.080	0.00045	0.00171	1.060
Bormann25	0.20	2.32	4.23	0.880	0.00045	0.00171	1.390
Bormann26	0.25	1.42	1.37	1.260	0.00045	0.00171	0.700
Bormann27	0.22	1.46	3.40	0.870	0.00045	0.00171	0.890
Bormann28	0.27	1.46	3.70	0.660	0.00045	0.00171	1.100
Bormann29	0.20	0.61	0.88	0.930	0.00045	0.00171	0.270
Bormann30	0.17	0.58	1.71	0.590	0.00045	0.00171	0.290
Bormann31	0.21	0.60	3.00	0.450	0.00045	0.00171	0.560
Bormann32	0.27	0.59	3.11	0.390	0.00045	0.00171	0.620
Bormann33	0.18	0.34	1.36	0.480	0.00045	0.00171	0.100
Bormann34	0.20	0.34	2.47	0.390	0.00045	0.00171	0.150
Bormann35	0.25	0.33	2.80	0.300	0.00045	0.00171	0.390

Serie	θ (rad)	q (m ² /s)	U (m/s)	h_t (m)	d_{50} (m)	d_{90} (m)	$y_{m,e}$ (m)
Bormann36	0.56	0.33	2.87	0.280	0.00045	0.00171	0.930
Bormann37	0.22	2.36	2.01	1.650	0.00045	0.00171	0.580
Bormann38	0.15	2.32	3.97	1.220	0.00045	0.00171	0.940
Bormann39	0.48	1.46	1.71	1.300	0.00045	0.00171	0.250
Bormann40	0.16	1.46	3.41	1.030	0.00045	0.00171	0.590
Bormann41	0.25	1.46	3.77	0.780	0.00045	0.00171	1.050
Bormann42	0.36	1.48	4.22	0.600	0.00045	0.00171	1.430
Bormann43	0.16	0.62	3.90	0.790	0.00045	0.00171	0.310
Bormann44	0.27	0.59	2.96	0.580	0.00045	0.00171	0.470
Bormann45	0.32	0.58	3.27	0.480	0.00045	0.00171	0.640
Bormann46	0.29	0.60	3.74	0.390	0.00045	0.00171	0.880
Bormann47	0.83	0.29	0.91	0.710	0.00045	0.00171	0.280
Bormann48	0.17	0.30	1.39	0.600	0.00045	0.00171	0.140
Bormann49	0.18	0.31	2.45	0.510	0.00045	0.00171	0.180
Bormann50	0.35	0.29	2.61	0.440	0.00045	0.00171	0.280
Bormann51	0.97	0.30	3.20	0.290	0.00045	0.00171	1.390
Bormann52	0.24	0.29	1.13	0.450	0.00045	0.00171	0.230
Bormann53	0.23	0.29	2.09	0.290	0.00045	0.00171	0.360
Bormann54	0.22	0.30	2.45	0.240	0.00045	0.00171	0.460
Bormann55	0.29	0.62	1.34	0.780	0.00045	0.00171	0.110
Bormann56	0.19	0.63	3.71	0.470	0.00045	0.00171	0.400
Bormann57	0.20	0.59	2.68	0.370	0.00045	0.00171	0.530
Bormann58	0.20	1.47	1.46	1.180	0.00045	0.00171	0.290
Bormann59	0.20	1.45	3.86	0.690	0.00045	0.00171	0.770
Bormann60	0.19	0.34	1.36	0.480	0.00045	0.00171	0.120
Bormann61	0.24	0.34	2.50	0.380	0.00045	0.00171	0.210
Bormann62	0.34	0.32	2.80	0.290	0.00045	0.00171	0.420
Bormann63	0.22	0.59	0.94	0.870	0.00045	0.00171	0.170
Bormann64	0.17	0.58	1.66	0.580	0.00045	0.00171	0.400
Bormann65	0.20	0.59	2.92	0.450	0.00045	0.00171	0.520
Bormann66	0.33	0.59	3.11	0.390	0.00045	0.00171	0.620
Bormann67	0.19	1.47	1.34	1.340	0.00045	0.00171	0.370
Bormann68	0.19	1.53	4.45	0.890	0.00045	0.00171	0.700
Bormann69	0.29	1.44	3.59	0.670	0.00045	0.00171	1.040
Bormann70	0.15	1.45	1.34	1.150	0.00045	0.00171	0.280
Bormann71	0.23	1.45	4.65	0.650	0.00045	0.00171	0.700
Bormann72	0.25	0.59	0.88	0.700	0.00045	0.00171	0.160
Bormann73	0.17	0.60	2.84	0.330	0.00045	0.00171	0.520
Bormann74	0.19	2.37	2.01	1.190	0.00045	0.00171	0.600
Bormann75	0.21	2.04	3.79	0.790	0.00045	0.00171	0.890
Bormann76	0.18	2.23	1.89	1.300	0.00045	0.00171	0.470
Bormann77	0.20	2.18	3.89	0.900	0.00045	0.00171	1.160
Bormann78	0.22	2.31	1.98	1.410	0.00045	0.00171	0.590
Bormann79	0.19	2.45	4.05	1.050	0.00045	0.00171	0.940
Bormann80	0.19	2.44	2.16	1.470	0.00045	0.00171	0.590
Bormann81	0.28	1.47	1.34	1.350	0.00045	0.00171	0.300
Bormann82	0.22	1.42	3.36	0.850	0.00045	0.00171	0.710
Bormann83	0.30	0.59	0.94	0.990	0.00045	0.00171	0.150
Bormann84	0.32	0.61	2.53	0.580	0.00045	0.00171	0.570
Bormann85	0.31	0.55	2.91	0.440	0.00045	0.00171	1.520
Bormann86	0.28	0.33	2.08	0.460	0.00045	0.00171	0.480
Bormann87	0.31	0.32	2.41	0.370	0.00045	0.00171	0.560
Bormann88	0.32	2.22	3.92	0.880	0.00030	0.00158	1.400

Serie	θ (rad)	q (m ² /s)	U (m/s)	h_t (m)	d_{s0} (m)	d_{s0} (m)	$Y_{m,1}$ (m)
Stein13	0.72	0.0016	0.680	0.00005	0.00005	0.00009	0.068
Stein12	0.49	0.0049	0.930	0.00005	0.00005	0.00009	0.159
Stein 7	0.89	0.0015	0.810	0.00005	0.00005	0.00009	0.094
Stein34	0.80	0.0023	0.870	0.00005	0.00005	0.00009	0.125
Stein11	0.72	0.0035	0.950	0.00005	0.00005	0.00009	0.173
Stein 6	0.66	0.0045	1.010	0.00005	0.00005	0.00009	0.211
Stein 8	1.03	0.0017	1.040	0.00005	0.00005	0.00009	0.145
Stein 1	0.98	0.0023	1.070	0.00005	0.00005	0.00009	0.180
Stein10	0.89	0.0035	1.140	0.00005	0.00005	0.00009	0.249
Stein 9	0.84	0.0046	1.190	0.00005	0.00005	0.00009	0.302
Stein21	0.87	0.0016	0.820	0.00150	0.00210	0.00210	0.047
Stein20	0.79	0.0026	0.890	0.00150	0.00210	0.00210	0.063
Stein19	0.72	0.0035	0.950	0.00150	0.00210	0.00210	0.076
Stein18	0.65	0.0049	1.040	0.00150	0.00210	0.00210	0.096
Stein14	1.03	0.0017	1.030	0.00150	0.00210	0.00210	0.068
Stein15	0.96	0.0024	1.080	0.00150	0.00210	0.00210	0.083
Stein16	0.89	0.0035	1.140	0.00150	0.00210	0.00210	0.106
Stein17	0.82	0.0048	1.200	0.00150	0.00210	0.00210	0.129
Stein22	0.87	0.0017	0.820	0.00015	0.00021	0.00021	0.099
Stein23	0.80	0.0023	0.870	0.00015	0.00021	0.00021	0.122
Stein24	0.72	0.0035	0.950	0.00015	0.00021	0.00021	0.161
Stein27	1.03	0.0018	1.040	0.00015	0.00021	0.00021	0.140
Stein26	0.96	0.0024	1.080	0.00015	0.00021	0.00021	0.172
Stein25	0.89	0.0034	1.130	0.00015	0.00021	0.00021	0.212

