



Stabiliteit steenzettingen berekenen met spectrale golfperiode i.p.v. piekperiode



Stabiliteit steenzettingen berekenen met spectrale golfperiode i.p.v. piekperiode

G.C. Mourik
M. Klein Breteler

1206424-012

Titel

Stabiliteit steenzettingen berekenen met spectrale golfperiode i.p.v. piekperiode

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Waterdienst	1206424-012	1206424-012-HYE-0002-	20

Trefwoorden

Steenzetting, dijkbekleding, golfklappen, golfperiode

Samenvatting

In het huidige onderzoek is bekeken in hoeverre het wenselijk is om de stabiliteit van steenzettingen onder golfaanval te berekenen op basis van de spectrale golfperiode $T_{m-1,0}$ als karakteristieke maat voor de golfperiode, in plaats van met de piekperiode T_p . De definities voor de verschillende periodematen zijn gegeven in bijlage A.

Het probleem dat opgelost kan worden door over te stappen op $T_{m-1,0}$ is de gevoeligheid van de huidige methode voor dubbeltoppige spectra. In zo'n geval kan de T_p sterk in waarde veranderen als het spectrum een klein beetje verandert, omdat dan niet de ene top maar de andere top net iets hoger is. Bij gebruik van de $T_{m-1,0}$ in de berekeningen treedt dit probleem niet op.

Het onderzoek is uitgevoerd met de metingen die ten grondslag liggen aan een aantal belasting gerelateerde formules in Steentoets, en bovendien met de Deltagootproeven die uiteindelijk gebruikt zijn voor het valideren van de eindresultaten van Steentoets.

Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd in het kader van het meerjarige project 'Advisering steenbekledingen Zeeland' voor het Projectbureau Zeeweringen (PBZ). Dit projectbureau is opgericht ten behoeve van de renovatie van de steenzettingen in Zeeland en is een samenwerking van Rijkswaterstaat Zeeland en het Waterschap Scheldestromen. Contractueel is de Waterdienst van Rijkswaterstaat de opdrachtgever namens PBZ voor het onderhavige onderzoek. Het deel van het project dat gericht is op kennisontwikkeling sluit aan op het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen dat uitgevoerd is in de periode van 2003-2009 in opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat namens PBZ.

Referenties

Waterdienst zaaknummer 31068749 / 4500196054, van 7 mei 2012

Contactpersoon Waterdienst: dhr. K. Saathof

Contactpersoon Projectbureau Zeeweringen van RWS: dhr. Y. Provoost

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1	nov. 2012	G.C. Mourik		R. 't Hart		K.J. Bos	
2	feb. 2013	G.C. Mourik		R. 't Hart		M.R.A. van Gent	

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Problematiek en doel	1
1.2 Opzet van het onderzoek	2
2 Verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$	5
2.1 Inleiding	5
2.2 Vuistregel voor het berekenen van $T_{m-1,0}$	5
2.3 Gemiddelde verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$	8
3 Inventarisatie op basis van golfbelastinggrafieken	11
3.1 Inleiding	11
3.2 Golfbelastinggrafieken gebaseerd op T_p	11
3.3 Golfbelastinggrafieken gebaseerd op $T_{m-1,0}$ in vergelijking tot die met T_p	12
4 Inventarisatie op basis van validatiegrafieken	15
4.1 Inleiding	15
4.2 Analyse van de figuren	15
5 Conclusies	17
6 Referenties	19

Bijlage(n)

A Definitie van golfperiodematen	A-1
B Figuren van gemeten golfbelastingkarakteristieken	B-1
C Figuren van gemeten stabiliteit in grootschalig modelonderzoek in vergelijking tot Steentoets	C-1
D Tabellen	D-1

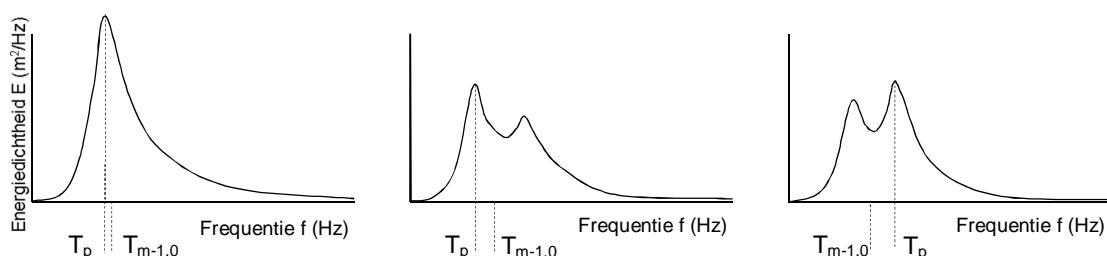
1 Inleiding

1.1 Problematiek en doel

De stabiliteit van een steenzetting is, naast constructieve en geometrische eigenschappen van de steenzetting, onder meer afhankelijk van het optredende golfspectrum. Tot nu toe wordt het golfveld, waarmee steenzettingen worden doorgerekend, altijd gekarakteriseerd door de significante golfhoogte H_s en de golfperiode bij de piek van spectrum T_p . Zolang het golfspectrum slechts één top heeft, werkt dit uitstekend. In diverse andere gevallen is gebruik van de T_p waarschijnlijk echter niet juist.

De wijze waarop T_p bepaald wordt, is niet altijd hetzelfde. In het kader van het bepalen van de hydraulische randvoorwaarden voor het Wettelijk Toetsinstrumentarium (WTI) werd in het verleden voor veel watersystemen bijvoorbeeld gebruik gemaakt van de T_{pm} (gemiddelde piekperiode) als maat voor T_p . De T_{pm} is de periode in het zwaartepunt van het deel van het spectrum rond de top. Bij dubbeltoppige spectra wordt het spectrum in tweeën gesplitst en wordt de T_{pm} met een formule bepaald (zie bijlage A voor de definities van de in dit rapport genoemde periodematen). Echter, recent is met ingang van de HR2011 voor veel watersystemen (waaronder de Waddenzee en Westerschelde) overgestapt van de T_{pm} naar een T_{ps} (smoothed piekperiode) als maat voor T_p . De T_{ps} is het hoogste punt van een afgevlakt spectrum waar door filtering alle piekjes uit gehaald zijn. Hoewel de exacte bepaling van de piekperiode verschilt, is het principe echter altijd hetzelfde: een indicatie voor het hoogste punt van het spectrum. Opmerkelijk is dat de T_{pm} en de T_{ps} in Zeeland behoorlijk kunnen verschillen. Gemakshalve worden zowel T_{pm} , T_{ps} als T_p in deze rapportage voortaan aangeduid als piekperiode T_p , tenzij anders vermeld.

De keuze om te werken met T_p is waarschijnlijk niet altijd juist. Het is gebleken dat op sommige locaties (zoals een deel van Westerschelde en de Waddenzee langs Oost Friesland en Groningen) dubbeltoppige spectra optreden. De golfperiode bij het hoogste punt van het spectrum is dan geen goede maat meer voor het karakteriseren van het golfveld. De grootte van de T_p is er dan sterk van afhankelijk of de ene of de andere top net iets groter is dan de andere. Dat maakt dat een kleine verandering in het spectrum een grote sprong in de waarde van T_p kan geven.



Figuur 1.1 Verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$ bij enkeltoppige en dubbeltoppige spectra (schematisch).

Mede om die reden is voor golfoploop en golfoverslag al enige tijd geleden de overstep gemaakt naar het karakteriseren van het golfveld met de spectrale periodemaat $T_{m-1,0}$. Zie ook Van Gent (1999 en 2001), waarin de $T_{m-1,0}$ de juiste periodemaat bleek te zijn voor het beschrijven van de invloed van golfenergiespectra op golfoploop en golfoverslag. In latere

onderzoeken bleek deze golfperiode eveneens de meest geschikte met betrekking tot golfreflectie, de stabiliteit van taluds met breuksteen en duinerosie (Van Gent e.a., 2008).

De $T_{m-1,0}$ wordt op eenduidige wijze berekend uit het spectrum en heeft geen last van het al dan niet dubbeltoppig zijn van het spectrum. De $T_{m-1,0}$ wordt standaard geleverd door het WTI ten behoeve van de toetsing van de dijken, en is derhalve voor alle dijkvakken beschikbaar.

In Mourik (2012) is een ‘workaround’ ontwikkeld om het hoofd te bieden aan de meest extreme situaties waarbij T_p duidelijk veel te groot of te klein is. Deze tijdelijke noodoplossing heeft echter ook de noodzaak van een meer degelijke oplossing aan het licht gebracht.

In de onderhavige rapportage is de problematiek daarom geanalyseerd vanuit de kant van de stabiliteit van steenzettingen. Het rapport brengt in kaart wat de consequenties zijn voor de formules in Steentoets, voor het geval wordt overgestapt van T_p naar $T_{m-1,0}$ als karakteristieke maat voor de golfperiode. De conclusie van het onderzoek bevat een advies over het gebruik van periodematen bij het berekenen van de stabiliteit van steenzettingen.

Het onderhavige onderzoek is uitgevoerd in het kader van het meerjarige project ‘Advisering steenbekledingen Zeeland’ voor het Projectbureau Zeeweringen (PBZ). Dit projectbureau is opgericht ten behoeve van de renovatie van de steenzettingen in Zeeland en is een samenwerking van Rijkswaterstaat Zeeland en het Waterschap Scheldestromen. Contractueel is de Waterdienst van Rijkswaterstaat de opdrachtgever namens PBZ voor het onderhavige onderzoek. Het deel van het project dat gericht is op kennisontwikkeling sluit aan op het Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen dat uitgevoerd is in de periode van 2003-2009 in opdracht van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde van Rijkswaterstaat namens PBZ.

1.2 Opzet van het onderzoek

In het kader van de toetsing van waterkeringen zoals voorgeschreven in de Waterwet dienen steenzettingen elke zes jaar getoetst te worden. De stabiliteit van steenzettingen wordt conform de VTV berekend met het daarvoor ontwikkelde computerprogramma Steentoets (Klein Breteler, 2012a). Vooralsnog wordt in Steentoets gerekend met formules die gebaseerd zijn op T_p . De consequenties van de eventuele overstap van T_p naar $T_{m-1,0}$ zijn op twee manieren in kaart gebracht. De eerste manier richt zich op de consequenties voor afzonderlijke golfbelastingformules. De tweede richt zich op de consequenties voor de eindresultaten van totale Steentoetsberekeningen en betreft in feite een validatie van Steentoets.

1 Op basis van golfbelastinggrafieken (zie hoofdstuk 3):

Een groot deel van de formules in Steentoets is empirisch vastgesteld op basis van metingen uit groot- en kleinschalig modelonderzoek. Zo zijn veel formules voor het kwantificeren van golfbelastingen ontwikkeld in grafieken in Klein Breteler e.a. (2012b). De grafieken, gebaseerd op T_p , bevatten zowel de meetpunten als de resulterende formules. De relevante grafieken uit Klein Breteler e.a. (2012b) zijn weergegeven in bijlage B (figuren met toevoeging ‘a’) van het onderhavige rapport.

Dezelfde grafieken zijn in bijlage B (figuren met toevoeging ‘b’) nogmaals weergegeven, maar dan gebaseerd op $T_{m-1,0}$. Door beide figuren te vergelijken wordt zichtbaar of inderdaad beter $T_{m-1,0}$ kan worden gebruikt als karakteristieke periodemaat. De verwachting is dat bij $T_{m-1,0}$ de meetpunten minder spreiding vertonen en daardoor een robuustere basis vormen voor de formules.

2 *Op basis van validatiegrafieken (zie hoofdstuk 4):*

In Klein Breteler (2012c) is een uitgebreide validatie van Steentoets uitgevoerd. In die validatie zijn zowel meetresultaten van grootschalige modelproeven als resultaten van Steentoetsberekeningen geplot in grafieken en met elkaar vergeleken. De validatiegrafieken uit dat rapport, gebaseerd op T_p , zijn in het onderhavige rapport opgenomen in bijlage C (figuren met toevoeging 'a'). Dezelfde grafieken zijn in bijlage C (figuren met toevoeging 'b') nogmaals weergegeven, maar dan gebaseerd op $T_{m-1,0}$. Door beide figuren te vergelijken wordt zichtbaar of $T_{m-1,0}$ mag worden gebruikt als karakteristieke periodemaat.

De bovenstaande aanpak vereist dat van de beschouwde modelproeven zowel de T_p als de $T_{m-1,0}$ beschikbaar is. De T_p is van alle proeven beschikbaar. Echter, de $T_{m-1,0}$ wordt pas sinds circa tien jaar geleden bepaald. Om de oudere proeven toch in de onderhavige analyse te kunnen beschouwen, is eerst in hoofdstuk 2 op basis van relatief recente proeven een eenvoudige vuistregel ontwikkeld om bij de oudere proeven de $T_{m-1,0}$ te kunnen berekenen uit de T_p .

2 Verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$

2.1 Inleiding

Met oog op het analyseren van de consequenties van de overstap van T_p naar $T_{m-1,0}$ zijn van alle beschouwde proeven zowel de T_p als $T_{m-1,0}$ benodigd. De T_p is bij alle proeven reeds in het verleden bepaald, maar de $T_{m-1,0}$ wordt pas bepaald sinds circa tien jaar geleden. Voor oudere proeven zijn er twee voor de hand liggende opties:

- 1 de $T_{m-1,0}$ alsnog bepalen door de oorspronkelijke meetdata te heranalyseren met de door Deltares ontwikkelde meetsignaalverwerkingssoftware AUKE,
- 2 een vuistregel ontwikkelen waarmee $T_{m-1,0}$ eenvoudig berekend kan worden uit hydraulische condities die wèl bekend zijn, zoals de T_p , golfsteilheid s_{op} en het type golfspectrum.

De eerste optie is arbeidsintensief en tijdrovend. Daarom is eerst conform de tweede optie gezocht naar een eenvoudige vuistregel, waarmee de $T_{m-1,0}$ kan worden berekend (zie paragraaf 2.2). De ontwikkelde vuistregel geeft een bevredigend resultaat, waardoor optie 1 (heranalyseren van de oorspronkelijke meetdata) niet meer noodzakelijk blijkt.

2.2 Vuistregel voor het berekenen van $T_{m-1,0}$

Het ontwikkelen van de vuistregel is gedaan op basis van metingen in de Delta- en Scheldegoot van Deltares. Doordat veel Steentoetsformules gebaseerd zijn op diezelfde metingen resulteert dat in een vuistregel die nauw aansluit op de basis van Steentoets.

De periodematen T_p en $T_{m-1,0}$ zijn afhankelijk van de vorm van het golfspectrum. Per type golfspectrum (zoals Jonswap of Pierson Moskowitz) zijn T_p en $T_{m-1,0}$ evenredig met elkaar: zo heeft voor alle zuivere Jonswap-spectra $T_p/T_{m-1,0}$ een bepaalde constante waarde, evenals voor alle Pierson Moskowitz-spectra.

Bij modelproeven is gewoonlijk gebruik gemaakt van Pierson Moskowitz of Jonswap-spectra. Tot circa eind 90'er jaren was Jonswap het meest gebruikte type golfspectrum, daarna vooral Pierson Moskowitz.

Hoewel tijdens modelproeven door het golfschot een mooi Jonswap- of Pierson Moskowitz-spectrum de goot wordt ingestuurd, treedt naarmate de golven de constructie naderen een lichte verandering op in de spectrumvorm als gevolg van energieverlies en golfbreking. Omdat Steentoetsformules zijn gebaseerd op de gemeten golfperioden nabij de constructie, is ook de vuistregel gebaseerd op de bij de teen gemeten spectra.

Uit het voorgaande volgt dat de $T_{m-1,0}$ al vrij goed bepaald kan worden als het ingestuurde type spectrum en de gemeten T_p bij de constructie bekend zijn. Er moet echter nog gecorrigeerd worden voor de kleine spectrumveranderingen tussen het golfschot en de constructie.

Verwacht wordt dat de verhouding $T_p/T_{m-1,0}$ afhankelijk is van de golfsteilheid. Bij windgolven geldt dat golven sneller breken naarmate ze steiler zijn. Door golfbreking neemt hoogfrequente energie in verhouding meer af dan laagfrequente energie. Ofwel, bij steile golven neemt het rechterdeel van het spectrum relatief meer af dan het linkerdeel. Daardoor wordt de $T_{m-1,0}$ groter, terwijl T_p nauwelijks verandert. Kortom, hoe steiler de ingestuurde golven, des te kleiner wordt de verhouding $T_p/T_{m-1,0}$ richting de constructie. Deze redenering

is specifiek van toepassing op windgolven. Doordat in de golfgoten windgolven worden gesimuleerd, wordt verwacht dat dit eveneens van toepassing is op de situatie in de golfgoten.

Voor het ontwikkelen van de vuistregel zijn van 7 onderzoeken (zie Tabel 2.1) in totaal 99 proeven beschouwd. Er zijn zowel proeven uit de Deltagoot (DG) als de Scheldegoot (SG) beschouwd. Van alle proeven zijn zowel de gemeten inkomende T_p , $T_{m-1,0}$, s_{op} als het ingestuurde type golfspectrum bekend. De T_p betreft in werkelijkheid overigens een T_{pd} (zie bijlage A).

De waarden van $T_{m-1,0}$ zijn bepaald met golffoogtesignaal-verwerkingssoftware AUKE. Deze software bepaalt van het inkomende spectrum de $T_{m-1,0}$ voor het frequentiebereik $f > 0$, nadat de zeer lange golven eruit gefilterd zijn. De energie in de golven bij lage frequenties is gering. Deze werkwijze komt praktisch gezien overeen met die aangehouden wordt in het WTI, omdat ook daar de energie van zeer lange golven eruit wordt gefilterd bij het berekenen van de $T_{m-1,0}$.

Onderzoek	Bekleding	Goot	talud
Klein Breteler e.a. (2012b)	Hydroblocks	DG	1:3,5
Van der Werf e.a. (2007)	C-Star	DG	1:3
Van Steeg (2012)	RonaTon+	DG	1:3
Wolters (2010)	Hillblocks	DG	1:3
Wolters e.a. (2011)	Basalton	DG	1:3,5
Kuiper e.a. (2003)	Betontalud	SG	1:3
Kuiper e.a. (2003)	Betontalud	SG	1:4

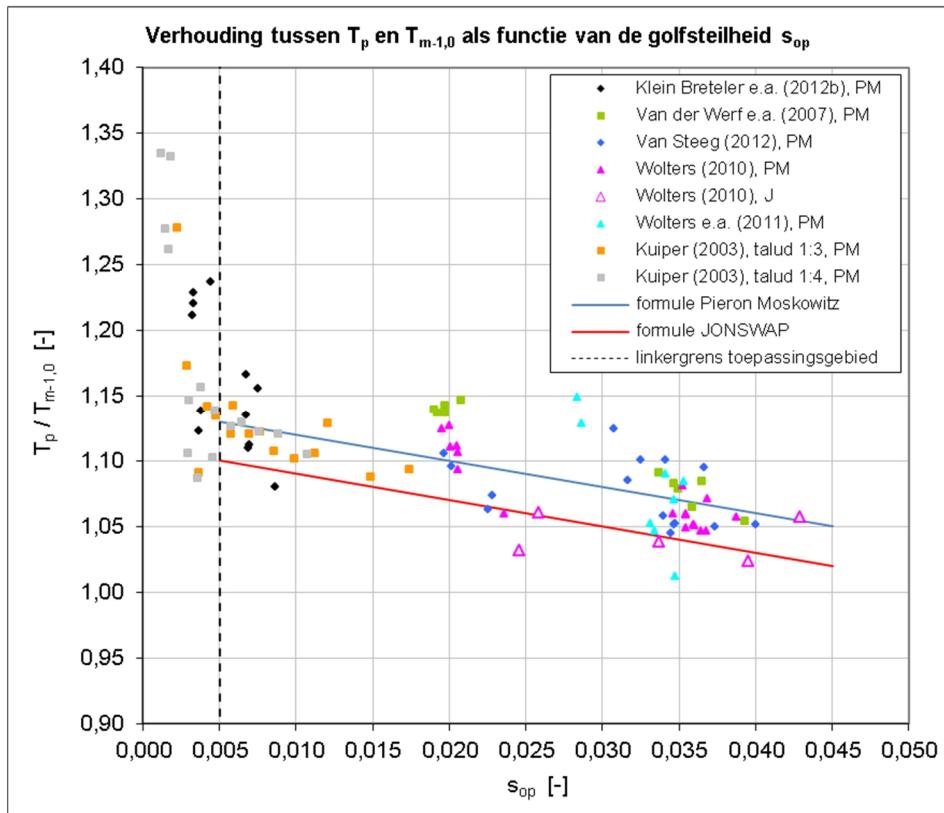
Tabel 2.1 Overzicht beschouwde onderzoeken

In Figuur 2.1 is van alle proeven de verhouding tussen de T_p en $T_{m-1,0}$ uitgezet tegen de golfsteilheid s_{op} . Om de invloed van de golfsteilheid goed in beeld te krijgen, zijn proeven gebruikt met een brede range aan golfsteilheden.

Vrijwel alle proeven hebben betrekking op een Pierson Moskowitz-spectrum (PM: dichte meetpunten) en slechts een aantal op Jonswap-spectra (J: open meetpunten). Wegens het grote aantal proeven met een Pierson Moskowitz-spectrum is de vuistregel eerst bepaald op basis van die proeven.

De figuur toont inderdaad een invloed van de golfsteilheid. Naarmate de golfsteilheid groter is, neemt de verhouding $T_p/T_{m-1,0}$ af. Opmerkelijk zijn de grote waarden van $T_p/T_{m-1,0}$ bij zeer kleine golfsteilheden (circa $s_{op} < 0,005$). In het kader van dit onderzoek is het niet nodig om golfsteilheden kleiner dan 0,005 te beschouwen, omdat de vuistregel in dit onderzoek niet toegepast wordt bij dergelijk lage golfsteilheden: alle proeven waarvoor $T_{m-1,0}$ bepaald is met de vuistregel hebben een golfsteilheid $s_{op} > 0,005$. De vuistregel is dus ontwikkeld voor proeven met $s_{op} \geq 0,005$.

Voor Pierson Moskowitz-spectra is de vuistregel gegeven door de blauwe lijn. Voor Jonswap-spectra is een vuistregel gegeven met dezelfde richtingscoëfficiënt, maar met een lagere ligging (rode lijn). De lagere ligging van de Jonswap-meetpunten wordt veroorzaakt doordat Jonswap-spectra aanzienlijk smaller zijn dan Pierson Moskowitz-spectra. Hoe smaller het spectrum, des te dichter nadert $T_p/T_{m-1,0}$ naar 1.



Figuur 2.1 Verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$ als functie van de golfsteilheid s_{op} .

Omdat het niet logisch is dat $T_p/T_{m-1,0}$ kleiner wordt dan 1, wordt aan $T_p/T_{m-1,0}$ een ondergrens gesteld: $T_p/T_{m-1,0}$ mag niet kleiner worden dan 1.

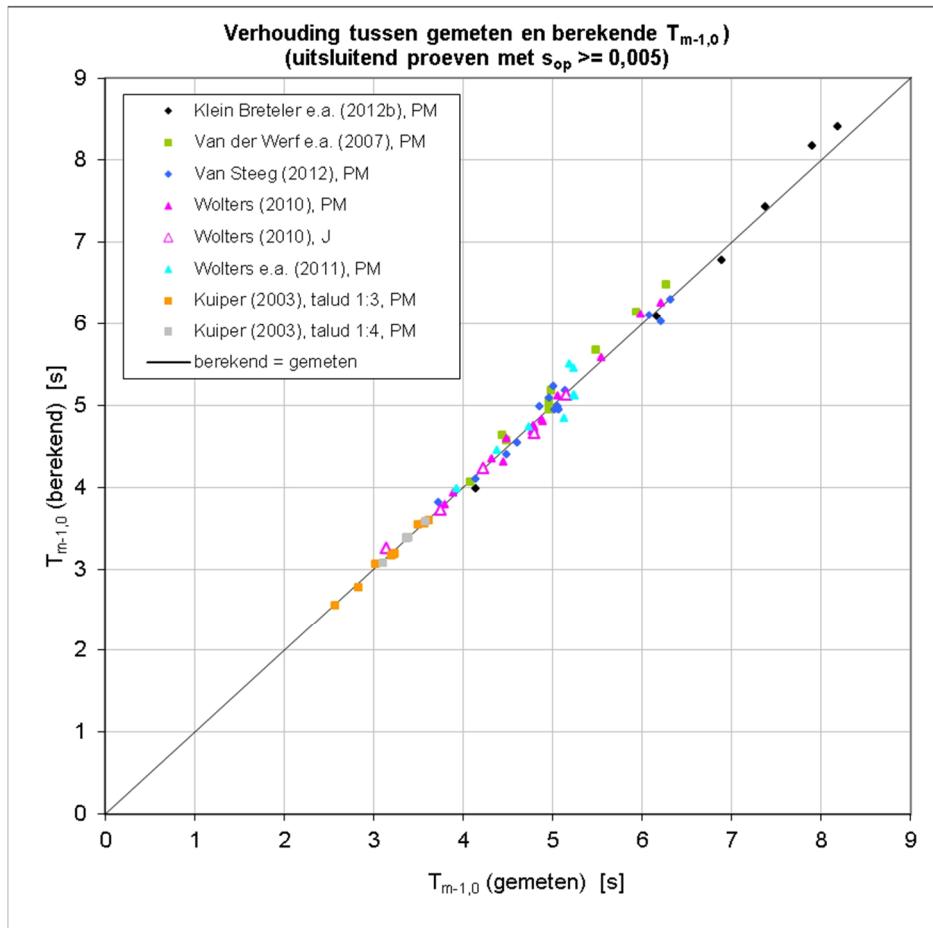
Het bovenstaande resulteert in de volgende vuistregels. Die vuistregels kunnen binnen dit onderzoek gebruikt worden om van modelproeven de $T_{m-1,0}$ te bepalen uit de T_p , s_{op} en het type spectrum, in het geval $s_{op} \geq 0,005$:

Als $s_{op} \geq 0,005$, dan:

$$\text{Jonswap: } T_{m-1,0} = \min\left(\frac{T_p}{-2 \cdot s_{op} + 1,11}; T_p\right) \quad (2.1)$$

$$\text{Pierson Moskowitz: } T_{m-1,0} = \min\left(\frac{T_p}{-2 \cdot s_{op} + 1,14}; T_p\right) \quad (2.2)$$

Ter controle is in Figuur 2.2 van alle proeven met $s_{op} \geq 0,005$ de gemeten $T_{m-1,0}$ uitgezet tegen de $T_{m-1,0}$ die met de vuistregel berekend is. De vuistregel geeft een bevredigend resultaat.



Figuur 2.2 Verhouding tussen de gemeten en berekende $T_{m-1,0}$ (alleen proeven beschouwd met $s_{op} \geq 0,005$)

2.3 Gemiddelde verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$

In paragraaf 2.2 werd aan de hand van 99 proeven een vuistregel ontwikkeld voor het bepalen van $T_{m-1,0}$ uit de T_p , s_{op} en het type spectrum, in het geval de $T_{m-1,0}$ niet bekend is, zoals bij oude modelproeven.

De 99 proeven worden in de onderhavige paragraaf nogmaals gebruikt, nu voor het bepalen van een gemiddelde verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$. Die verhouding wordt gebruikt in de analyse, zoals beschreven in hoofdstuk 3 en 4. De verhouding wordt gebruikt als factor om de formules van Steentoets (gebaseerd op T_p) eenvoudig om te zetten naar formules met de $T_{m-1,0}$.

De gemiddelde verhouding tussen T_p en $T_{m-1,0}$ is voor de belangrijkste range van golfsteilheden ($s_{op} > 0,01$) en het meest voorkomende golfspectrum (PM): $T_p/T_{m-1,0} = 1,084$.

Deze factor is specifiek bepaald voor gebruik in Steentoets, en is niet bedoeld voor gebruik bij andere bekledingstypen en faalmechanismen van waterkeringen.

De factor geeft nauwkeurige resultaten in het midden van de range en slechts een kleine fout van enkele procenten daarbuiten. Deze fout is zo klein ten opzichte van de spreiding van de meetpunten dat het een verwaarloosbare invloed heeft op de huidige analyse. Het volstaat daarom om te werken met een factor in plaats van een formule.

Doordat de factor is bepaald op basis van de range veelvoorkomende golfsteilheden is die nauwkeurig voor de meest voorkomende belasting gevallen. In hoofdstuk 4 wordt, naast het controleren van de veiligheid van Steentoets voor veelvoorkomende golfsteilheden, onderzocht of de factor ook veilige Steentoetsresultaten oplevert voor de paar proeven met uitzonderlijk lage golfsteilheden.

Door in Steentoets T_p te vervangen door $1,084 \cdot T_{m-1,0}$ wordt in feite gerekend met een op $T_{m-1,0}$ gebaseerde fictieve T_p , waarmee de stabiliteit van steenzettingen bij brede en dubbeltoppige spectra beter berekend kan worden. Vanzelfsprekend kan die fictieve T_p bij brede of dubbeltoppige spectra afwijken van de werkelijk gemeten T_p .

3 Inventarisatie op basis van golfbelastinggrafieken

3.1 Inleiding

Zoals genoemd in paragraaf 1.2 zijn de consequenties van de eventuele overstep van T_p naar $T_{m-1,0}$ op twee manieren in kaart gebracht. De eerste manier (zie onderhavige hoofdstuk) richt zich op de consequenties voor afzonderlijke golfbelastingformules. De tweede manier (zie hoofdstuk 4) richt zich op de consequenties voor de eindresultaten van totale Steentoetsberekeningen en betreft in feite een validatie van Steentoets.

De eerste manier wordt uitgevoerd door op T_p gebaseerde meetdata te vergelijken met op $T_{m-1,0}$ gebaseerde meetdata.

Vooralsnog wordt in Steentoets gerekend met formules die gebaseerd zijn op T_p . Een groot deel van die formules is empirisch vastgesteld op basis van metingen uit groot- en kleinschalig modelonderzoek. Voor het kwantificeren van golfbelastingen zijn veel formules ontwikkeld op basis van grafieken in Klein Breteler e.a. (2012b). Die grafieken, gebaseerd op T_p , bevatten zowel de achterliggende meetpunten als de resulterende formules. Enkele grafieken uit Klein Breteler e.a. (2012b), die relevant zijn voor deze analyse, zijn weergegeven in bijlage B (de figuren met toevoeging 'a') van het onderhavige rapport.

Dezelfde grafieken zijn in bijlage B nogmaals weergegeven (nu met toevoeging 'b'), maar dan gebaseerd op $T_{m-1,0}$. Door beide figuren te vergelijken worden de consequenties van de overstep van T_p naar $T_{m-1,0}$ zichtbaar.

3.2 Golfbelastinggrafieken gebaseerd op T_p

Het uitgangspunt voor de onderhavige analyse wordt gevormd door Klein Breteler e.a. (2012b): een uitgebreid onderzoek waarin de meetdata van een groot aantal groot- en kleinschalige modelproeven op vele manieren in grafieken zijn uitgezet, teneinde trends te bepalen voor de karakteristieke golfbelasting beschrijvende parameters. Op deze grafieken zijn de huidige stabilitetsformules gebaseerd. In de grafieken is als periodemaat steeds gebruik gemaakt van T_p . In het onderzoek is gebruik gemaakt van series grootschalige Deltagootproeven uit 1991, 1992, 1997/1998 en 2004. Daarnaast is gebruik gemaakt van series kleinschalige Scheldegootproeven uit 1993 en 2003. In de figuren is de meetdata gebruikt van in totaal 78 proeven.

Een selectie van de grafieken is in het onderhavige rapport bijgevoegd in de bijlagen B (de figuren met toevoeging 'a'). Gelet op het doel van het onderzoek zijn uitsluitend de grafieken opgenomen waarin een relatief duidelijke trend zichtbaar is en waarin T_p op minimaal één van de assen is uitgezet. In de geselecteerde grafieken is T_p steeds indirect verwerkt in de brekerparameter ξ_{op} op de horizontale as. Er geldt immers het volgende:

$$\xi_{op} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{1,56 \cdot T_p^2}}} \quad (3.1)$$

Met:

- ξ_{op} = brekerparameter op basis van T_p (-)
- α = taludhelling ($^{\circ}$)
- H_s = significante golfhoogte bij de teen van het talud (m)
- T_p = golfperiode bij de piek van het spectrum (s)

In de grafieken is onderscheid gemaakt tussen meetpunten van Delta- en Scheldegootproeven, waarbinnen vervolgens onderscheid is gemaakt in de taludhelling. In de grafieken in bijlagen B.1a en B.2a zijn per proef steeds twee meetpunten gegeven: één voor fronten en één voor klappen. In de overige grafieken zijn per proef drie meetpunten gegeven voor de drie overschrijdings-frequenties 0% (maximale waarde), 2% en 10%.

De trendlijnen in de grafieken zijn bepaald op basis van de meetpunten die betrekking hebben op 2%-waarden (dichte meetpunten).

Voor een uitgebreide beschrijving van de grafieken, de achterliggende modelproeven en de achterliggende rekenprocessen wordt verwezen naar Klein Breteler e.a. (2012b). Met oog daarop is in de bijlagen van het onderhavige rapport tevens de nummering van Klein Breteler e.a. (2012b) vermeld.

De meetdata van de modelproeven is destijds uit de gemeten drukken bepaald met de enkele jaren geleden ontwikkelde golfanalysesoftware AnalyseWave. Deze software bepaalt per proef allereerst het totale aantal golven ter plaatse van de constructie. Het programma bepaalt voor elke golf of er behalve een golffront tevens een golfklap is. Voor elke afzonderlijke klap en voor elk front bepaalt AnalyseWave vervolgens de karakteristieke parameters. Voor een uitgebreide beschrijving van het rekenproces in AnalyseWave wordt verwezen naar bijlage G van Klein Breteler e.a. (2012b).

3.3 Golfbelastinggrafieken gebaseerd op $T_{m-1,0}$ in vergelijking tot die met T_p

De in paragraaf 3.2 genoemde grafieken zijn op dezelfde wijze nogmaals geplot, maar nu met $T_{m-1,0}$ in plaats van T_p als gehanteerde periodemaat. Deze figuren zijn bijgevoegd in bijlage B met toevoeging 'b' in het figuurnummer. Voor een goede vergelijking zijn de b-figuren steeds weergegeven naast de bijbehorende a-figuren.

Van 48 van de in totaal 78 beschouwde proeven is de $T_{m-1,0}$ in het verleden reeds bepaald. Van de overige 30 proeven is de $T_{m-1,0}$ bepaald met de in paragraaf 2.2 ontwikkelde vuistregel.

In een aantal grafieken is de golfperiode niet direct zichtbaar, maar vormt het een onderdeel van de brekerparameter:

$$\xi_{om} = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H_s}{1,56 \cdot T_{m-1,0}^2}}} \quad (3.2)$$

Met:

- ξ_{om} = brekerparameter op basis van $T_{m-1,0}$ (-)
- $T_{m-1,0}$ = spectrale golfperiode (s)

De figuren met toevoeging 'b' zijn geplot met dezelfde parameters op de assen als in de figuren met toevoeging 'a', behalve de T_p : die is vervangen door $T_{m-1,0}$. De meetpunten in de

figuren zijn gebaseerd op de gemeten waarden van $T_{m-1,0}$ voor zover deze bekend waren. Voor sommige meetwaarden is gebruikgemaakt van formule (2.1) en (2.2). De trendlijnen zijn getekend met dezelfde formules als in Klein Breteler e.a. (2012b), waarbij nu echter T_p is vervangen door $1,084 \cdot T_{m-1,0}$, zoals dat is afgeleid uit de proeven in paragraaf 2.3. Dit geeft nauwkeurige resultaten in de range van $1,5 < \xi < 2,0$, en slechts een kleine fout van enkele procenten daarbuiten. Deze fout is zo klein ten opzichte van de spreiding van de meetpunten dat het een verwaarloosbare invloed heeft op de huidige analyse.

In figuur B.1a tot en met B.2b is het gemeten aantal golfklappen (N_{klap}) en golffronten (N_{front}) weergegeven. Als we de figuren B.1b en B.2b (rechter figuren) vergelijken met de figuren B.1a en B.2a (linker figuren) dan valt op dat de punten iets naar links zijn verschoven. Dat is logisch, omdat steeds geldt dat $T_{m-1,0} < T_p$.

Verder valt op dat de trend in het aantal golffronten (open symbolen) niet is veranderd, hetgeen te verwachten was omdat er geen afhankelijkheid van de golfperiode is.

In de verzameling meetpunten van de golfklappen van de Scheldegoot op een talud van 1:4 (dichte driehoeken) is in de linker figuren te zien dat er twee metingen zijn die volledig buiten de trend vallen ter hoogte van $N_{klap}/N = 0,6$. Deze proeven zijn uitgevoerd met een dubbeltoppig spectrum. In de rechter figuren, gebaseerd op $T_{m-1,0}$, liggen ze echter keurig in de trend van de overige punten.

Tenslotte kunnen we zien dat de spreiding bij een gering percentage golfklappen ($N_{klap}/N < 0,3$) nog steeds vrij groot is. In Klein Breteler e.a. (2012b) waren daarom de conclusies vooral gebaseerd op de Scheldegootmetingen, die het nauwkeurigst zijn uitgevoerd en de kleinste spreiding laten zien.

Net als in figuur B.1a tot en met B.2b is in de overige figuren van bijlage B te zien dat sommige uitschieters (vooral bij dubbeltoppige spectra) wat beter in de trend komen te liggen. Verder valt op dat de spreiding ongeveer gelijk blijft of iets kleiner wordt als uitsluitend de Scheldegootmetingen beschouwd worden. De meetpunten sluiten nog steeds goed aan op de getekende trendlijnen.

Zo zien we bijvoorbeeld in figuur B.4a bij $\xi_{op} = 4,3$ een meetpunt buiten de trend liggen bij de dimensieloze ϕ_{dip} van $8 \cdot 10^{-2}$ (dichte driehoek). Dat meetpunt ligt keurig tussen de overige Scheldegootmetingen in figuur B.4b.

Hetzelfde is te zien in figuur B.8a, waar een dichte driehoek bij $\xi_{op}/\tan\alpha = 17$ helemaal buiten de trend ligt, terwijl dat meetpunt in figuur B.8b netjes bij de overige Scheldegootmetingen ligt.

Ook voor de hoogte van het golffront met 2% overschrijdingsfrequentie (bovenste figuur in figuur B.12a en B.12b) en de locatie van het golffront met 2% overschrijdingsfrequentie (bovenste figuur in figuur B.15a en B.15b) is de spreiding wat minder als de $T_{m-1,0}$ wordt gebruikt.

Op basis van bovenstaande analyse kan geconcludeerd worden dat de formules uit Steentoets gemakkelijk omgezet kunnen worden naar formules met de $T_{m-1,0}$ in plaats van de T_p . Dit kan met de verhouding $T_{m-1,0} = T_p / 1,084$. De formules sluiten dan nog net zo goed aan op de meetpunten, terwijl de spreiding soms iets kleiner wordt.

4 Inventarisatie op basis van validatiegrafieken

4.1 Inleiding

Het rekenmodel Steentoets is geverifieerd aan de hand van een groot aantal resultaten van grootschalig modelonderzoek (Klein Breteler en Mourik 2012c). In dit hoofdstuk is gekeken of Steentoets nog steeds goed overeenkomt met de proefresultaten als de $T_{m-1,0}$ gebruikt wordt in de berekeningen en voor het weergeven van de meetpunten.

Bij de recente meetpunten is niet alleen de T_p beschikbaar, maar ook de waarde van $T_{m-1,0}$. Daardoor kunnen deze metingen vrij gemakkelijk worden weergegeven in een $H_s/(\Delta D)$ - ξ_{om} grafiek, waarin ξ_{om} bepaald is met de gemeten $T_{m-1,0}$.

Voor de oude meetpunten is hier gebruikgemaakt van de relatie die is afgeleid in paragraaf 2.2, namelijk formule (2.1) en (2.2).

Alle Steentoetsberekeningen zijn uitgevoerd met de gemiddelde verhouding die in paragraaf 2.3 is vastgesteld, namelijk $T_p/T_{m-1,0} = 1,084$. Dit geeft nauwkeurige resultaten in de range van $1,5 < \xi < 2,0$, waar de meeste meetpunten liggen, en slechts een kleine fout van enkele procenten daarbuiten. Deze fout is zo klein ten opzichte van de spreiding van de meetpunten dat het een verwaarloosbare invloed heeft op de huidige analyse.

In bijlage C is het resultaat gegeven. Steeds is op de linker pagina een figuur gegeven met ξ_{op} op de horizontale as (waarin T_p is verwerkt), terwijl op de rechter pagina dezelfde data is gepresenteerd, maar dan met ξ_{om} op de horizontale as (waarin $T_{m-1,0}$ is verwerkt). De linker figuur heeft een nummer dat eindigt op a, de rechter eindigt op b. Verder is de nummering hetzelfde als in (Klein Breteler en Mourik 2012c).

4.2 Analyse van de figuren

De figuurparen in bijlage C laten in één oogopslag de verschillen en overeenkomsten zien bij het gebruik van $T_{m-1,0}$ in plaats van T_p . Het is te verwachten dat een bepaald meetpunt in de rechter figuur iets verder naar links ligt dan in de linker figuur, omdat steeds geldt dat $T_{m-1,0} < T_p$ en de grootte van de brekerparameter evenredig is met de golfperiode.

In figuur C.1b liggen de meetpunten rond $\xi_{om} = 1,5$ ongeveer op dezelfde locatie als in figuur C.1a. Bij grotere waarden van ξ_{om} is er wel een verschil te zien, waarbij de punten in figuur C.1b iets naar links verschoven zijn ten opzichte van die van figuur C.1a.

De met Steentoets berekende lijnen zijn wel voor alle ξ -waarden naar links verschoven.

Het blijkt dat de verschuivingen zo klein zijn, dat ook met $T_{m-1,0}$ Steentoets uitstekend aansluit op de meetpunten.

Ook in figuur C.2 en C.3 zien we een kleine verschuiving naar links als $T_{m-1,0}$ wordt gebruikt, maar zowel de meetpunten als de berekende lijnen verschuiven ongeveer evenveel.

Dat is ook voor de meeste punten en lijnen het geval in figuur C.4. Alleen voor het rode hokje (Deltagoot 1997, 6o21, schade=a) is er een grote verschuiving te zien. Deze proef was uitgevoerd met een bijzonder breed en meertoppig spectrum. In dat geval heeft het overstappen naar $T_{m-1,0}$ een grote verschuiving in de figuur tot gevolg.

Ondanks de grote verschuiving van dit meetpunt sluiten de berekende lijnen nog steeds even goed aan op de metingen.

In figuur C.5 tot en met C.25 zijn de verschuivingen van de meetpunten en de lijnen zeer vergelijkbaar, waardoor Steentoets nog steeds prima aansluit op de metingen. Dit geldt ook voor de proeven met zeer kleine golfsteilheden.

Voor havendammen is de golfperiode van ondergeschikt belang. Figuur C.26 en C.27 hebben daarom geen brekerparameter op de horizontale as, maar de dimensioeloze kruinhoogte. Hier is daardoor geen verandering door de introductie van $T_{m-1,0}$.

Uit de analyse van de verschillen en overeenkomsten tussen de metingen in grootschalig modelonderzoek en de berekeningen met Steentoets kan geconcludeerd worden dat de nauwkeurigheid van Steentoets niet beïnvloed wordt door een overstap naar $T_{m-1,0}$, als de Steentoetsberekeningen worden uitgevoerd met $T_p/T_{m-1,0} = 1,084$.

5 Conclusies

In het huidige onderzoek is bekeken in hoeverre het wenselijk is om de stabiliteit van steenzettingen onder golfaanval te berekenen op basis van de spectrale golfperiode $T_{m-1,0}$ als karakteristieke maat voor de golfperiode, in plaats van met de piekperiode T_p . De definities voor de verschillende periodematen zijn gegeven in bijlage A.

Het probleem dat opgelost kan worden door over te stappen op $T_{m-1,0}$ is de gevoeligheid van de huidige methode voor dubbeloppige spectra. In zo'n geval kan de T_p sterk in waarde veranderen als het spectrum een klein beetje verandert, omdat dan niet de ene top maar de andere top net iets hoger is. Bij gebruik van de $T_{m-1,0}$ in de berekeningen treedt dit probleem niet op.

Het onderzoek is uitgevoerd met de metingen die ten grondslag liggen aan een aantal belasting gerelateerde formules in Steentoets, en bovendien met de Deltagootproeven die uiteindelijk gebruikt zijn voor het valideren van de eindresultaten van Steentoets.

Het is gebleken dat de formules in Steentoets gemakkelijk omgezet kunnen worden naar het gebruik van $T_{m-1,0}$ als karakteristieke maat voor de golfperiode. Dit kan door in elke formule T_p te vervangen door $1,084 \cdot T_{m-1,0}$. Deze verhouding is in dit onderzoek bepaald op basis van metingen uit het belangrijkste toepassingsgebied van het rekenmodel: een golfsteilheid groter dan 1% en een PM-spectrum. Uit de validatie in hoofdstuk 4 blijkt dat Steentoets, uitgaande van de $T_{m-1,0}$, ook bij lagere golfsteilheden en andere spectra goed aansluit op de metingen. De verhouding $T_p/T_{m-1,0} = 1,084$ is specifiek bepaald voor gebruik in Steentoets, en is niet bedoeld voor gebruik bij andere bekledingstypen en faalmechanismen van waterkeringen.

Door deze aanpassing blijken de meetpunten die gebruikt zijn voor het afleiden van de formules minstens zo goed aan te sluiten op de berekende lijnen als voorheen bij enkeltoppige spectra. In geval van dubbeloppige spectra is een duidelijke verbetering te zien: de meetpunten liggen duidelijk beter bij de berekende lijn dan wanneer T_p wordt gebruikt. Door te rekenen met $1,084 \cdot T_{m-1,0}$ wordt in feite gerekend met een op $T_{m-1,0}$ gebaseerde fictieve T_p , waarmee de stabiliteit van steenzettingen bij brede en dubbeloppige spectra nauwkeuriger kan worden bepaald. Vanzelfsprekend kan die fictieve T_p bij brede of dubbeloppige spectra afwijken van de werkelijk gemeten T_p .

Uit de analyse van de verschillen en overeenkomsten tussen de metingen in grootschalig modelonderzoek en de berekeningen met Steentoets kan geconcludeerd worden dat de nauwkeurigheid van Steentoets niet beïnvloed wordt door een overstap naar $T_{m-1,0}$, als de Steentoetsberekeningen worden uitgevoerd met $T_p/T_{m-1,0} = 1,084$.

Gezien deze resultaten wordt geadviseerd om Steentoets geschikt te maken voor het rekenen met $T_{m-1,0}$.

6 Referenties

- Klein Breteler, M. (2012a), *Documentatie Steentoets 2008 en Steentoets2010, Excel-programma voor het berekenen van de stabiliteit van steenzettingen*, Deltires, rapport 1204727-009-HYE-0001, versie 1.11/1.09, februari 2012
- Klein Breteler, M., Van der Werf, I. en Wenneker, I. (2012b), *Kwantificering golfbelasting en invloed lange golven, Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen*, Deltires, rapport 1204727-009-HYE-0007, versie 1, maart 2012
- Klein Breteler, M. en Mourik, G.C. (2012c), *Validatie van Steentoets2010, Stabiliteit van steenzettingen*, Deltires, rapport 1204727-009-HYE-0009, versie 2.1, mei 2012
- Kuiper, C. en Van Vossen, B. (2003), *Golfdrukken op het talud ten gevolge van lange golven, Onderzoeksprogramma Kennisleemtes Steenbekledingen*, WL | Delft Hydraulics, rapport H4329, versie 2, december 2003
- Mourik, G.C. (2012), *Invloed van dubbeltoppige golfspectra op de stabiliteit van steenzettingen*, Deltires, rapport 1204727-005-HYE-0004, versie 3.0, mei 2012
- Steeg, P. van (2012), *Stabiliteit van taludbekledingen met Hillblocks bij golfaanval, Grootchalig modelonderzoek in de Deltagoot*, Deltires, rapport 1202901-000-HYE-0014, versie 3, januari 2012
- Van Gent, M.R.A. (1999), *Physical model investigations on coastal structures with shallow foreshores; 2D model tests with single and double-peaked wave energy spectra*, Delft Hydraulics Report H3608, December 1999, Delft
- Van Gent, M.R.A. (2001). *Wave run-up on dikes with shallow foreshores*, Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering, ASCE, Vol.127, No.5, Sept/Oct 2001, pp.254-262
- Van Gent, M.R.A., J.S.M. van Thiel de Vries, E.M. Coeveld, J.H. de Vroeg and J. van de Graaff (2008), *Large-scale dune erosion tests to study the influence of wave periods*, Elsevier, Coastal Engineering, Vol.55, pp.1041-1051
- Werf, I. van der, en M. Klein Breteler (2007), *Stabiliteit van C-Star taludbekleding onder golfaanval*, WL | Delft Hydraulics, concept verslag H 4885, juni 2007
- Wolters, G. (2010), *Rona®Ton+ proeven in de Deltagoot*, Deltires, rapport 1201537, versie 1.3, juni 2010
- Wolters, G. en Klein Breteler, M. (2011), *Onderzoeksprogramma 'Sterkte & Belasting Waterkeringen', Reststerkte van een dijk met steenzetting op een kleilaag, Meetverslag Deltagootproeven SBW-Reststerkte*, Deltires, rapport 1202122.002, versie 3.0, november 2011

A Definitie van golfperiodematen

Deze bijlage geeft een definitie van de golfperiodematen die in deze rapportage genoemd worden.

Spectrale periode $T_{m-1,0}$

De spectrale golfperiode $T_{m-1,0}$ is als volgt gedefinieerd:

$$T_{m-1,0} = \frac{m_{-1}}{m_0} \quad (\text{A.1})$$

Met:

$$m_n = \int f^n E(f) df \quad (\text{A.2})$$

Piekperiode T_p

De piekperiode T_p betreft de golfperiode behorend bij de piekfrequentie f_p van het ongesmoothed (is: niet afgevlakte) golfspectrum. Merk op dat de T_p bij een dubbeltoppige spectrum de piekperiode van of de ene of de andere top is. Er geldt:

$$T_p = \frac{1}{f_p} \quad (\text{A.3})$$

Smoothed piekperiode T_{ps}

De smoothed piekperiode T_{ps} betreft de golfperiode behorend bij de piekfrequentie f_{ps} van het gesmoothed (is: afgevlakte) golfspectrum. Merk op dat de T_{ps} bij een dubbeltoppige spectrum de piekperiode van of de ene of de andere top is. Er geldt:

$$T_{ps} = \frac{1}{f_{ps}} \quad (\text{A.4})$$

Dominante piekperiode T_{pD}

De dominante piekperiode T_{pD} is als volgt gedefinieerd:

$$T_{pD} = \frac{m_0^*}{m_1^*} \quad (\text{A.5})$$

Met:

$$m_n^* = \int_{f1}^{f2} f^n E(f) df \quad (\text{A.6})$$

Bij T_{pD} worden de momenten berekend voor het frequentiedomein waarvoor geldt dat de energiedichtheid E groter is dan 80% van de maximale energiedichtheid (van f_1 tot f_2). Wanneer bij een dubbeltoppige spectrum twee toppen hoger zijn dan 80% van de maximale energiedichtheid, dan worden de frequentiedomeinen van beide toppen in de berekening meegenomen.

Gemiddelde piekperiode T_{pm}

De gemiddelde (mean) piekperiode T_{pm} is als volgt gedefinieerd:

$$T_{pm} = \max(T_{pb}, T_{pbeq}) \quad (A.7)$$

Met:

$$T_{pb} = \frac{m_{-1}^*}{m_0^*} \quad (A.8)$$

waarin:

$$m_n^* = \int_{f1}^{f2} f^n E(f) df \quad (A.9)$$

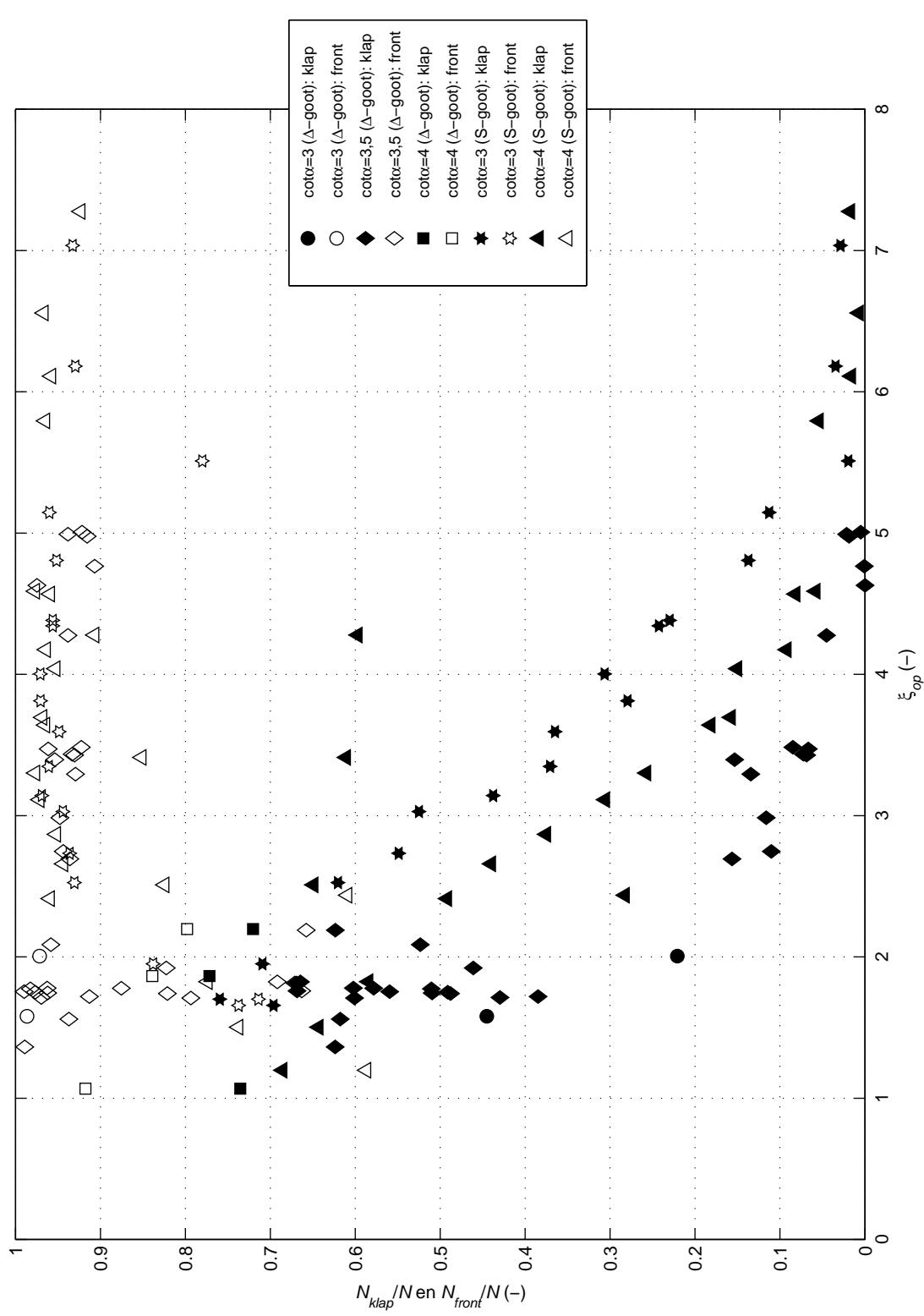
En:

$$T_{pbeq} = \sqrt[4]{T_{pb1}^4 \frac{m_0^{(1)}}{m_0} + T_{pb2}^4 \frac{m_0^{(2)}}{m_0}} \quad (A.10)$$

Bij de blok-piekperiode T_{pb} worden de momenten berekend voor het frequentiedomein waarvoor geldt dat de energiedichtheid E groter is dan 40% van de maximale energiedichtheid (van f_1 tot f_2). Wanneer sprake is van een dubbeltoppige spectrum wordt uitsluitend het frequentiedomein rond de hoogste top in de berekening meegenomen. Het gebied rond laagste top wordt dan niet beschouwd.

Bij het berekenen van de equivalentie blok-piekperiode T_{pbeq} wordt bij dubbeltoppige spectra eerst het spectrum verdeeld in twee individuele subspectra. Daarna wordt T_{pbeq} berekend, waarin T_{pb1} en T_{pb2} de blok-piekperioden zijn van de afzonderlijke subspectra, m_0 het moment van het totale spectrum en $m_0^{(1)}$ en $m_0^{(2)}$ de momenten van de beide subspectra.

B Figuren van gemeten golfbelastingkarakteristieken

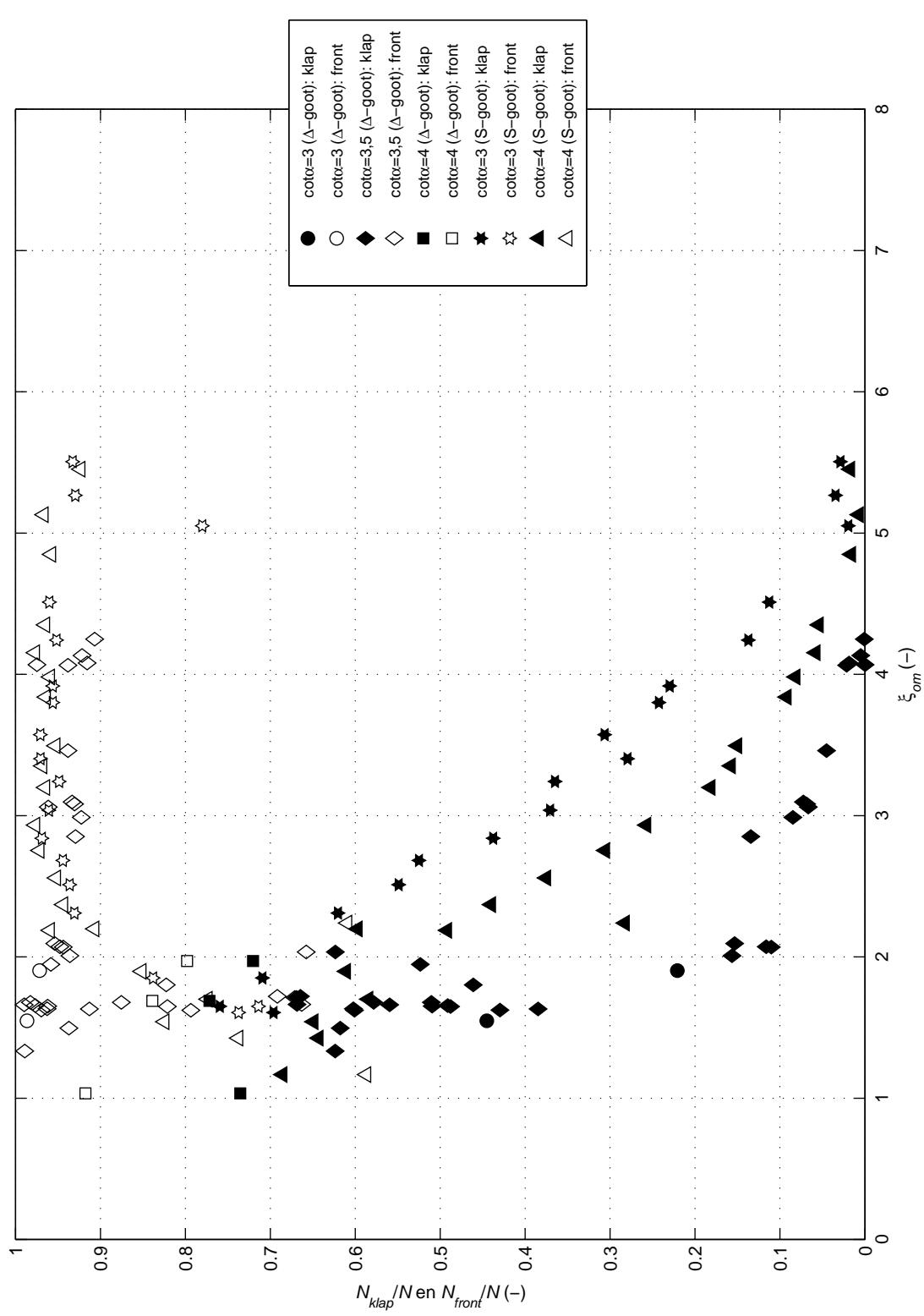


Aantal golfklappen en golffronten per aantal golven
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.27)

Deltares

1206424.012

Fig. B.1a

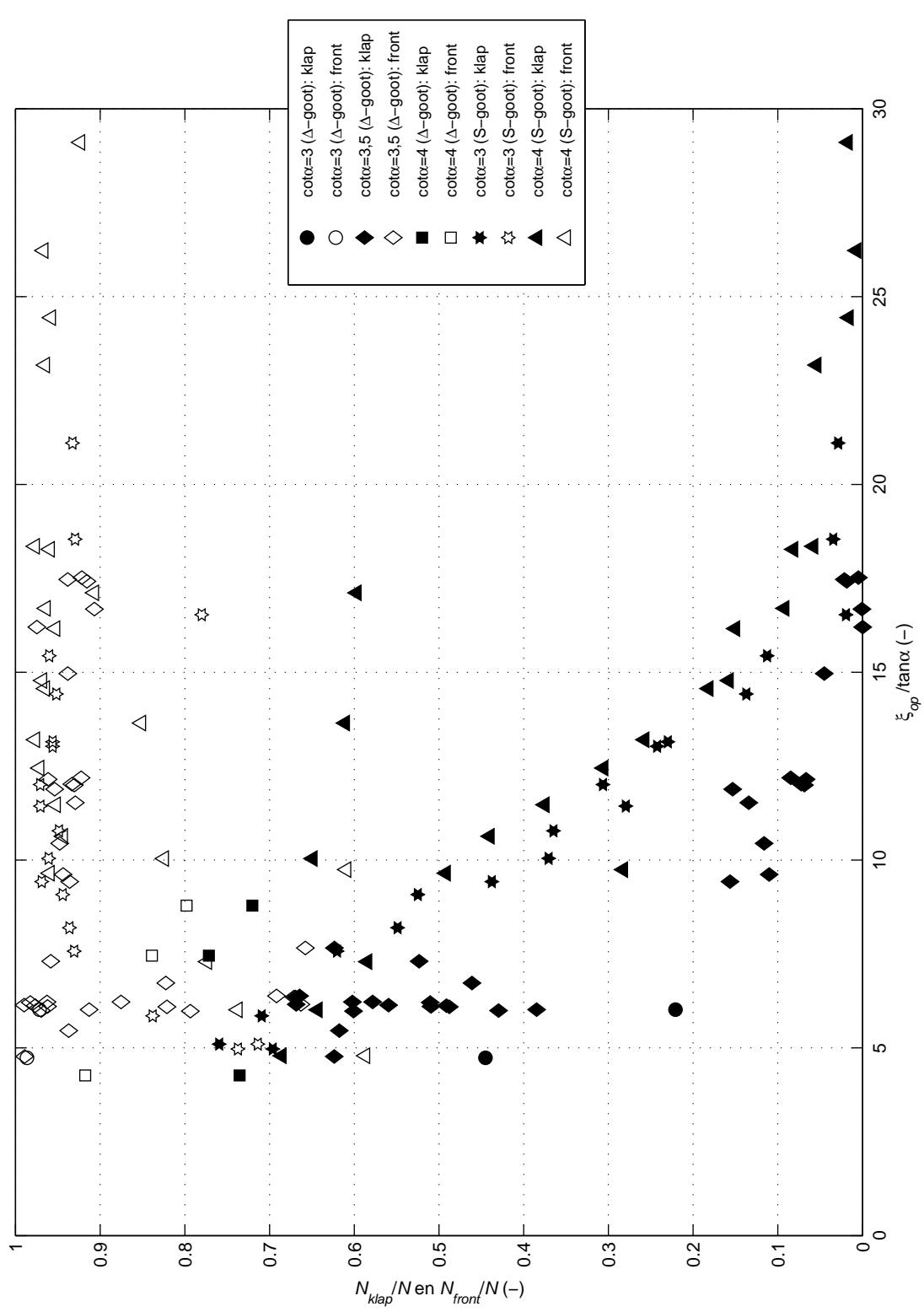


Aantal golfklappen en golffronten per aantal golven
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.27)

Deltares

1206424.012

Fig. B.1b

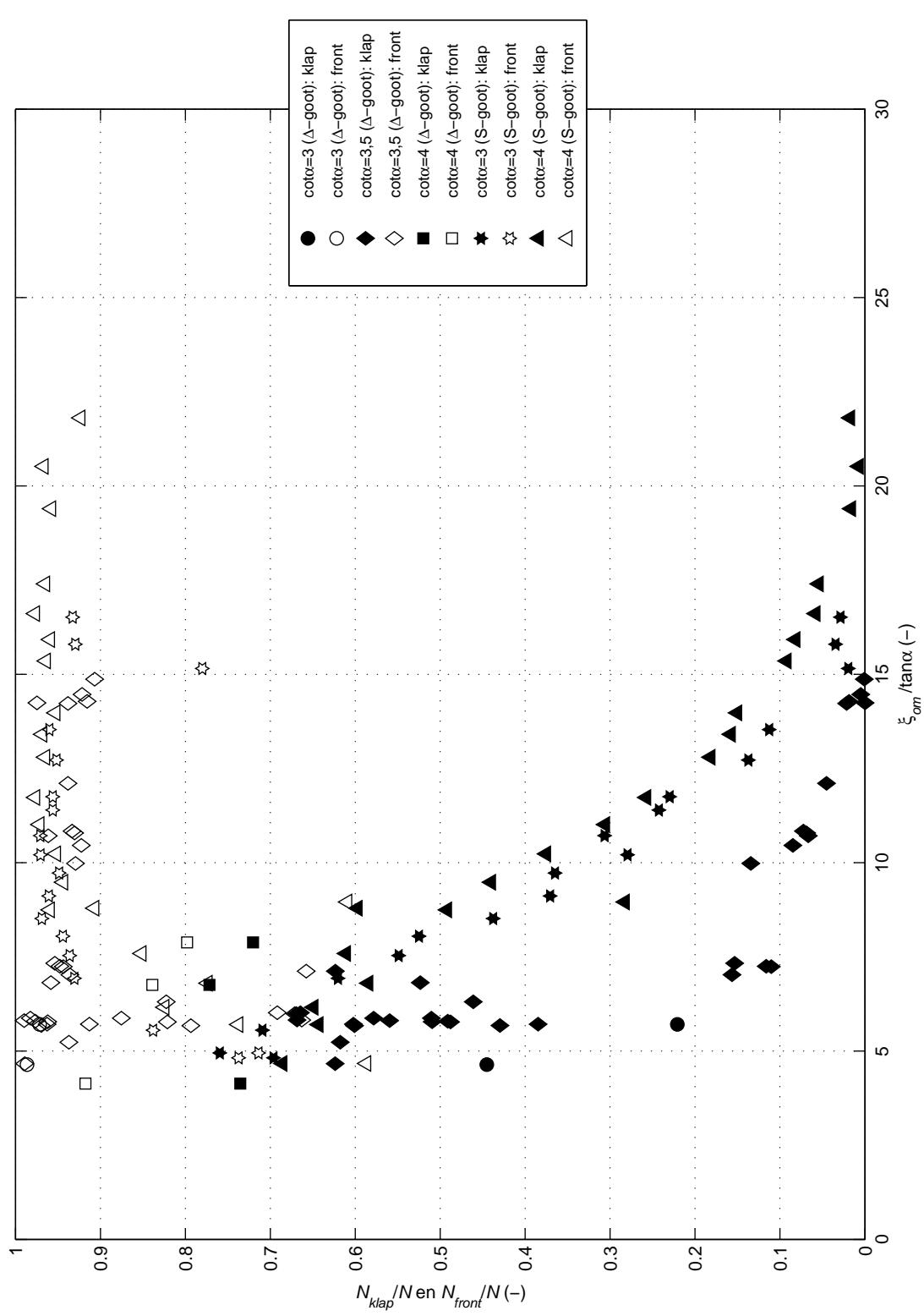


Aantal golfklappen en golffronten per aantal golven tegen golfsteilheid
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.28)

Deltares

1206424.012

Fig. B.2a

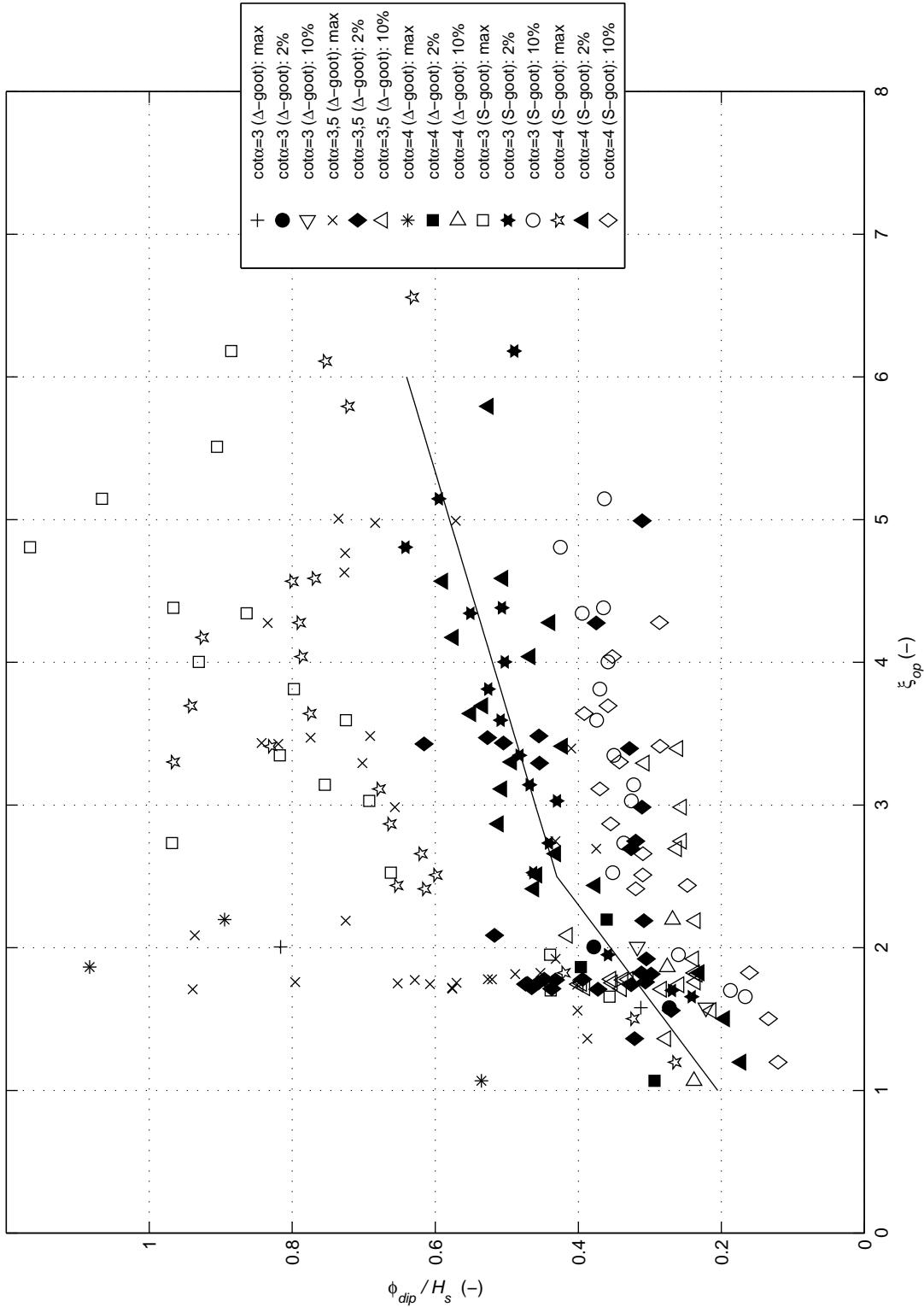


Aantal golfklappen en golffronten per aantal golven tegen golfsteilheid
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.28)

Deltares

1206424.012

Fig. B.2b

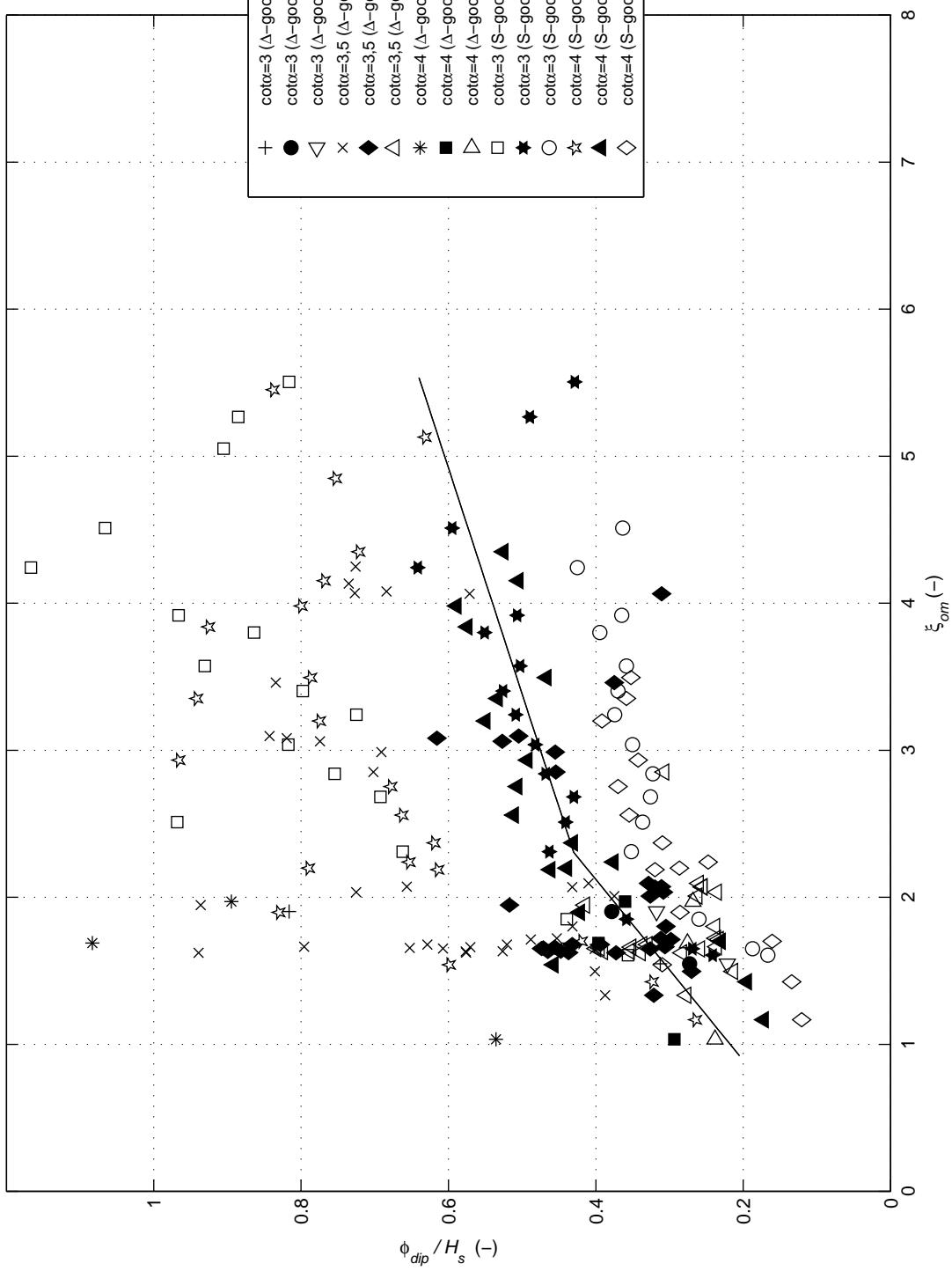


Gediptheid tijdens golffront (ϕ_{dip})
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.42)

Deltares

1206424.012

Fig. B.3a

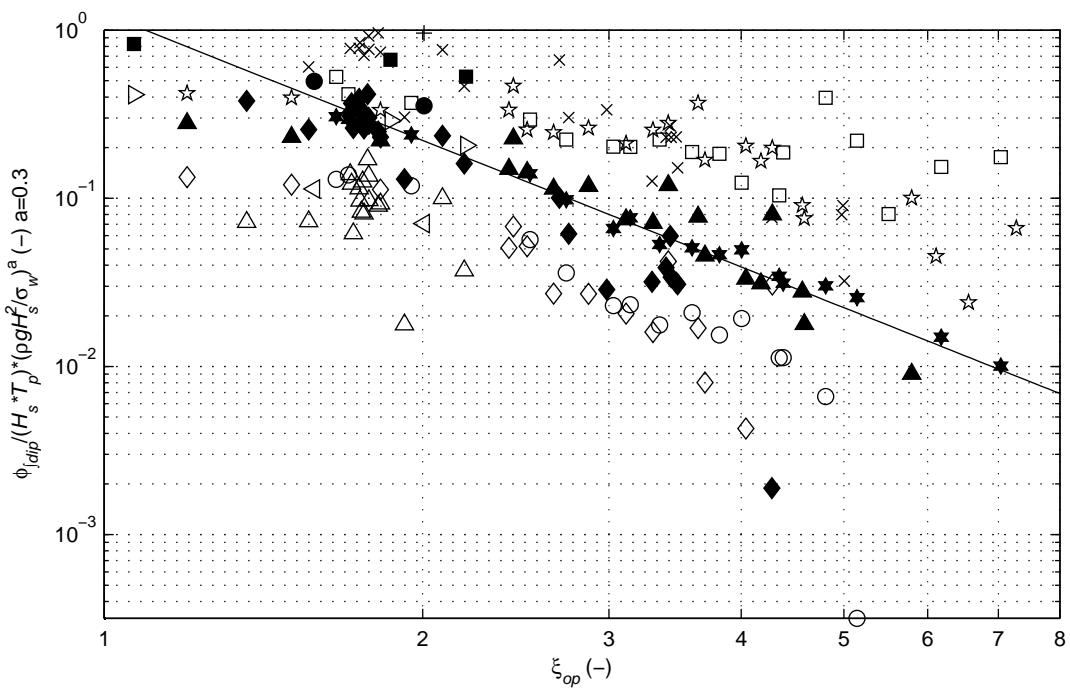
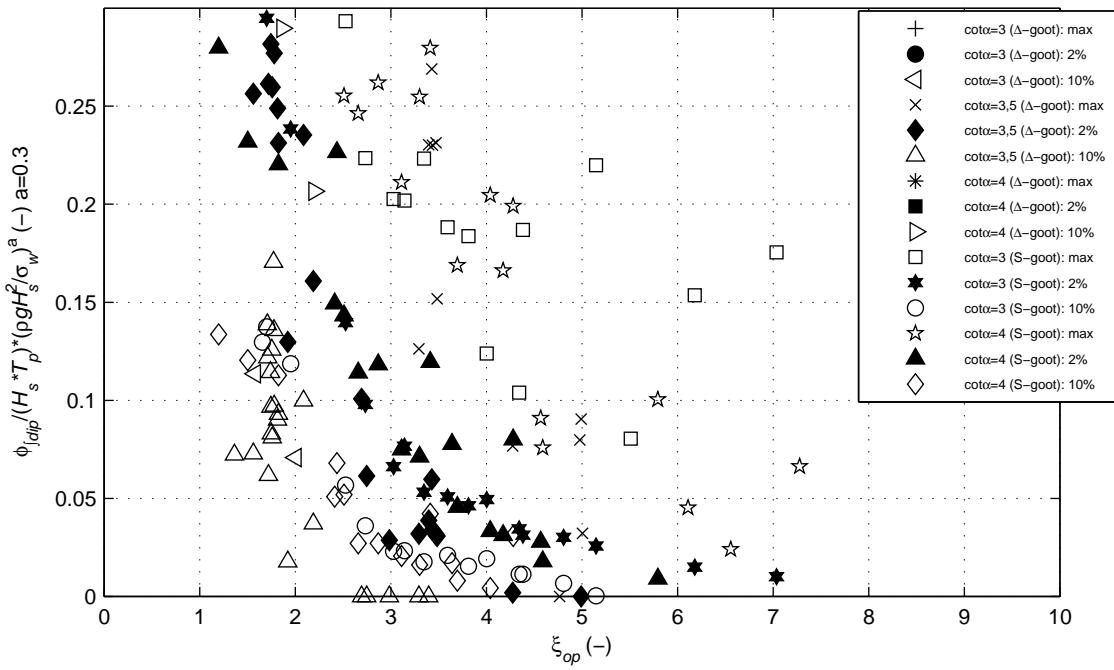


Gediptheid tijdens golffront (ϕ_{dip})
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.42)

Deltares

1206424.012

Fig. B.3b



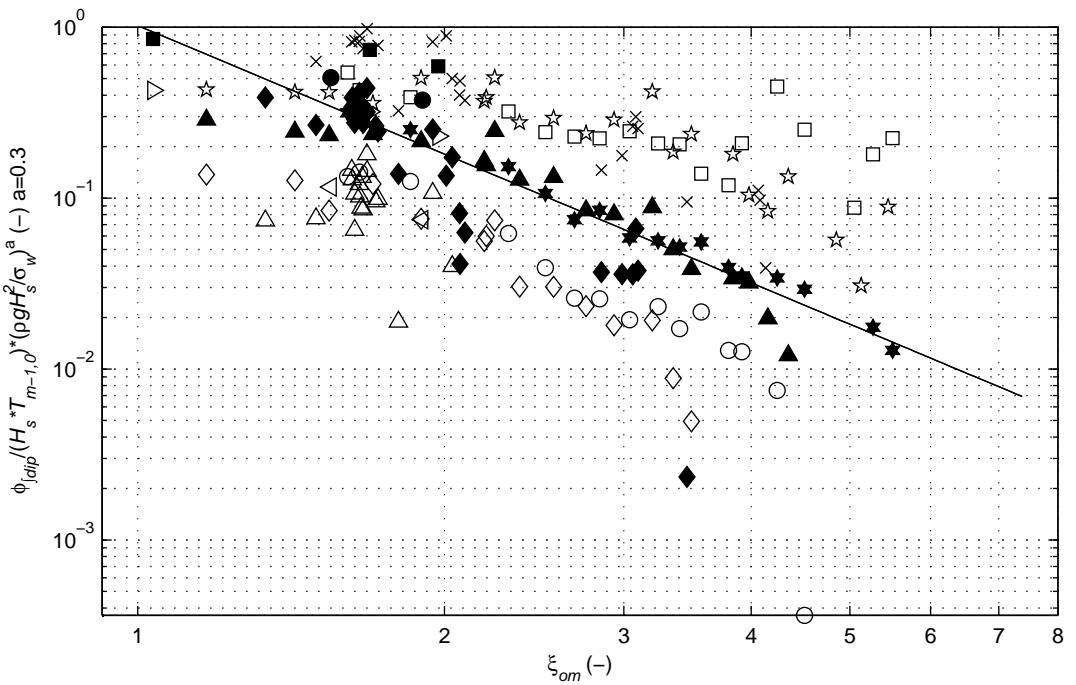
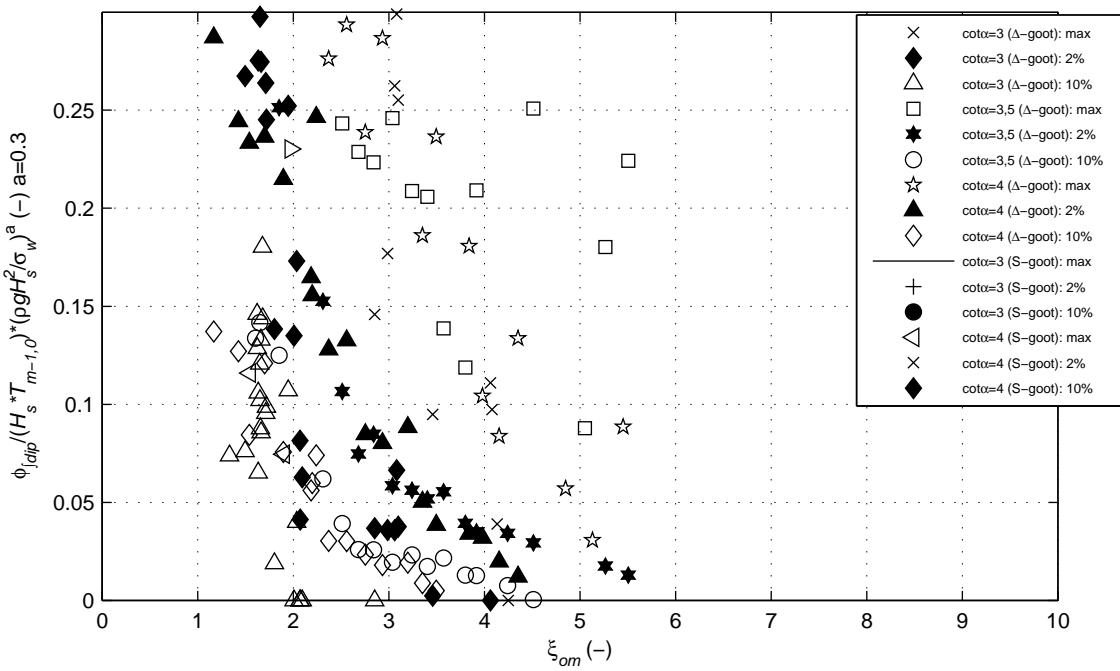
Geintegreerde gediptheid tijdens golfklap ($\phi_{dip}/H_s T_p$)
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.46)

Weber schaling

Deltas

1206424.012

Fig. B.4a



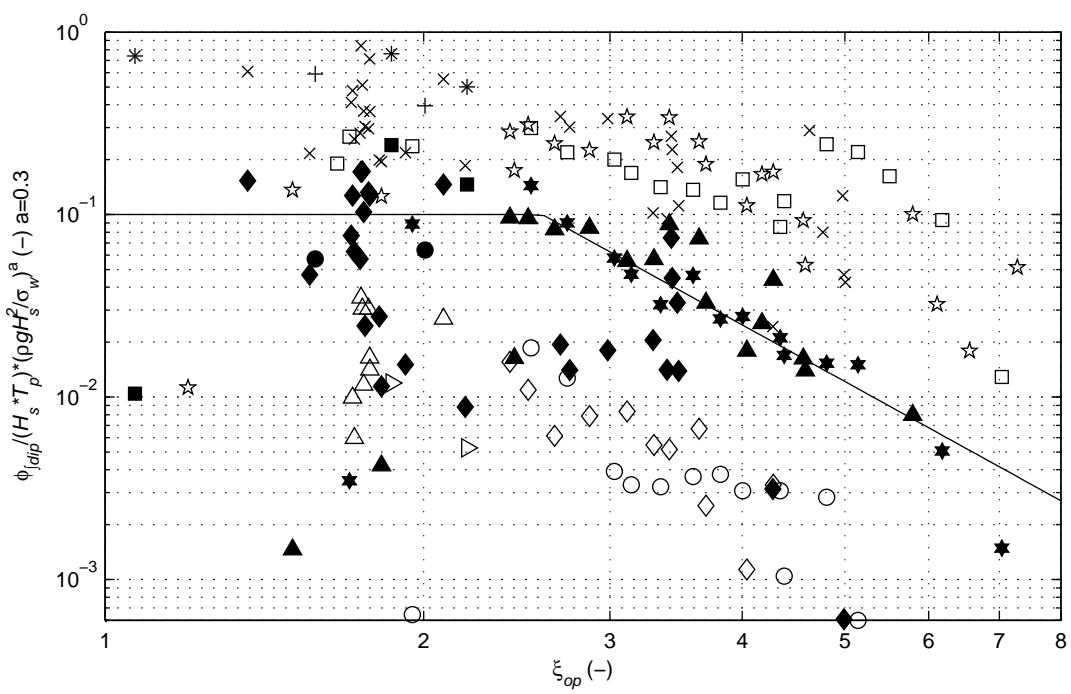
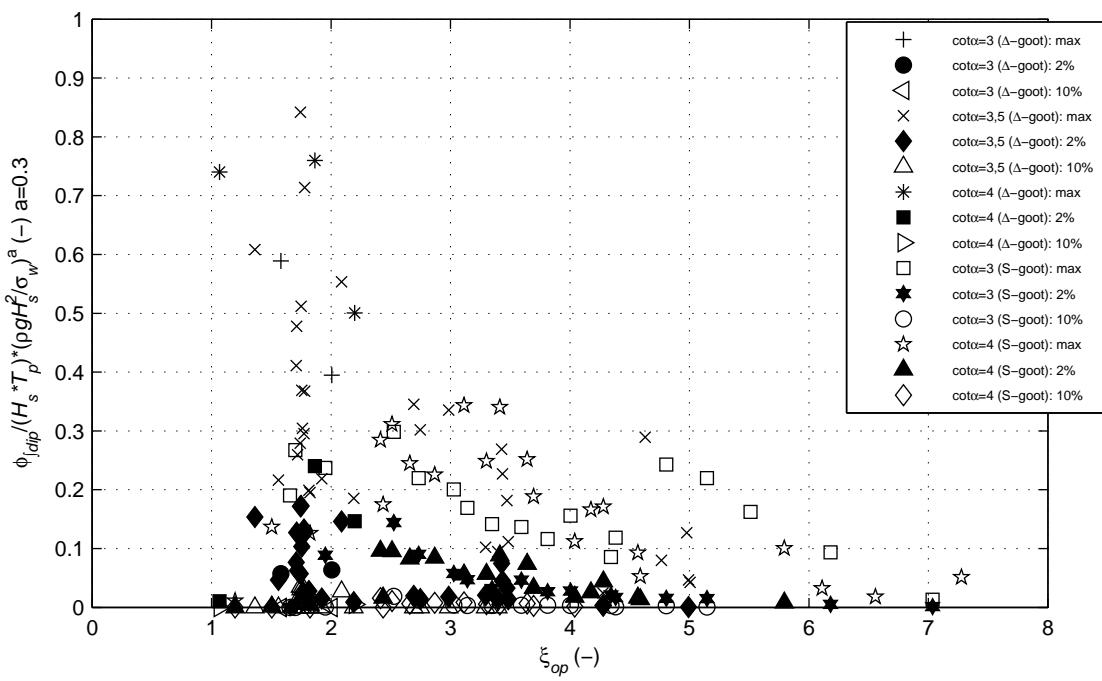
Geïntegreerde gediptheid tijdens golfklap ($\phi_{dip}/H_s T_{m-1,0}$)
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.46)

Weber schaling

Deltas

1206424.012

Fig. B.4b



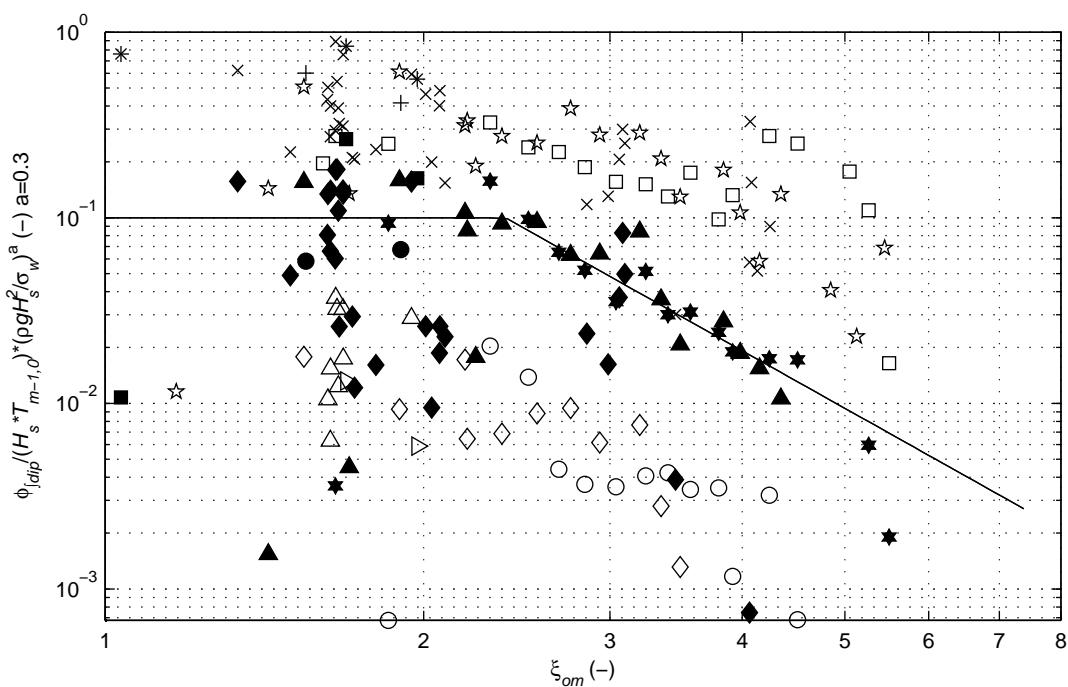
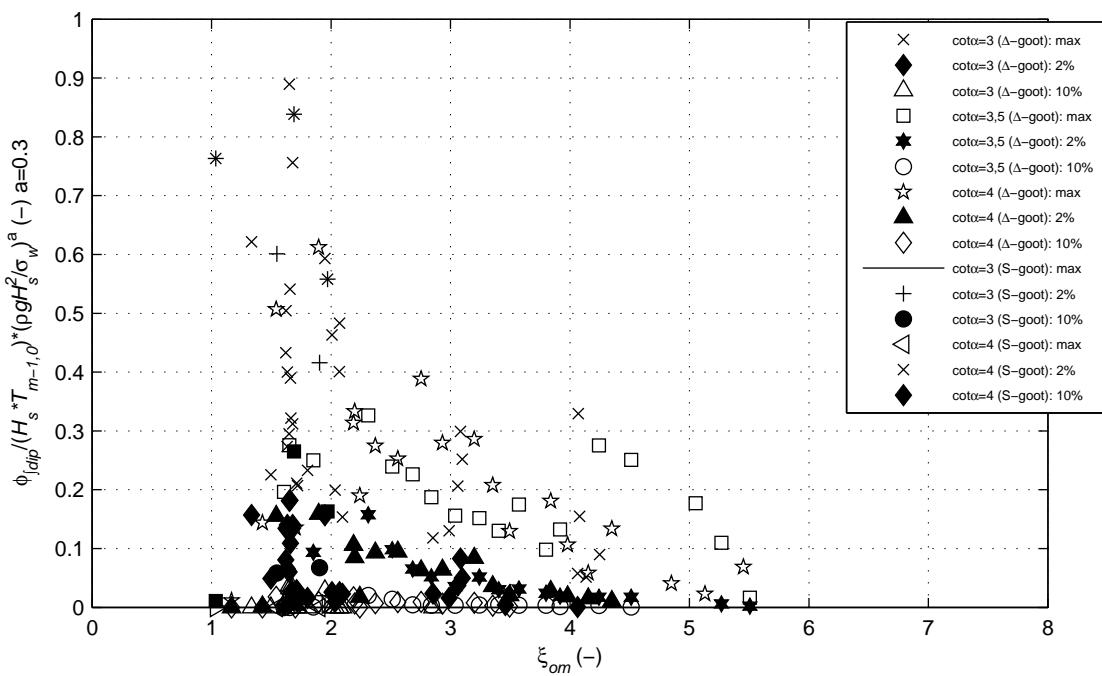
Geintegreerde gediptheid tijdens golffront ($\phi_{dip} / H_s T_p$)
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.48)

Weber-schaling

Deltas

1206424.012

Fig. B.5a



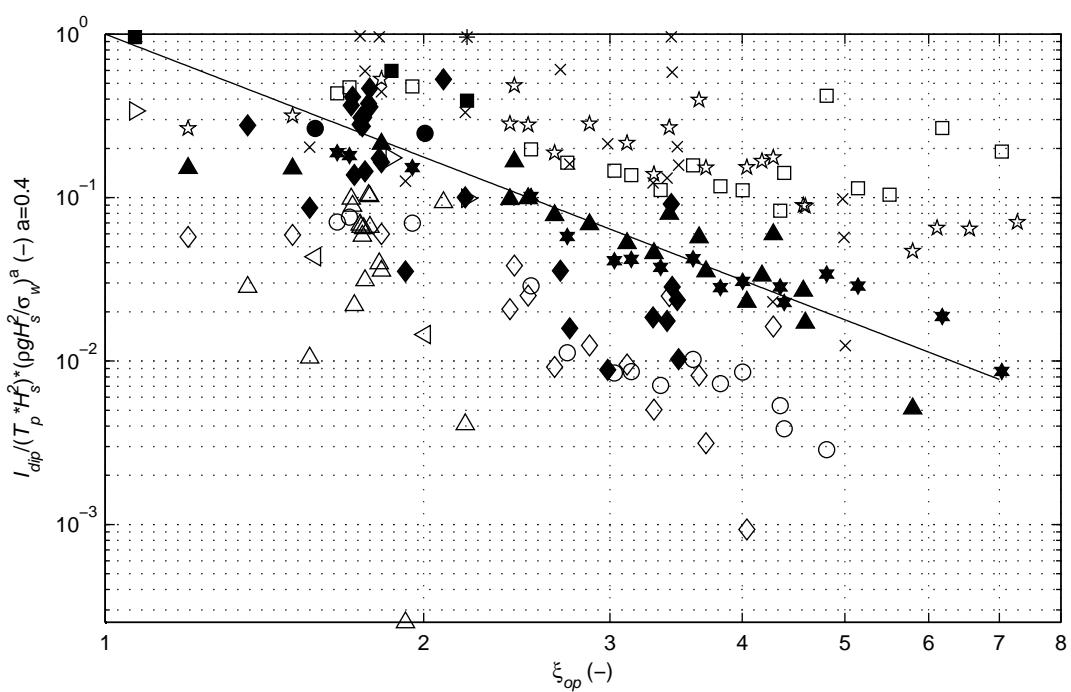
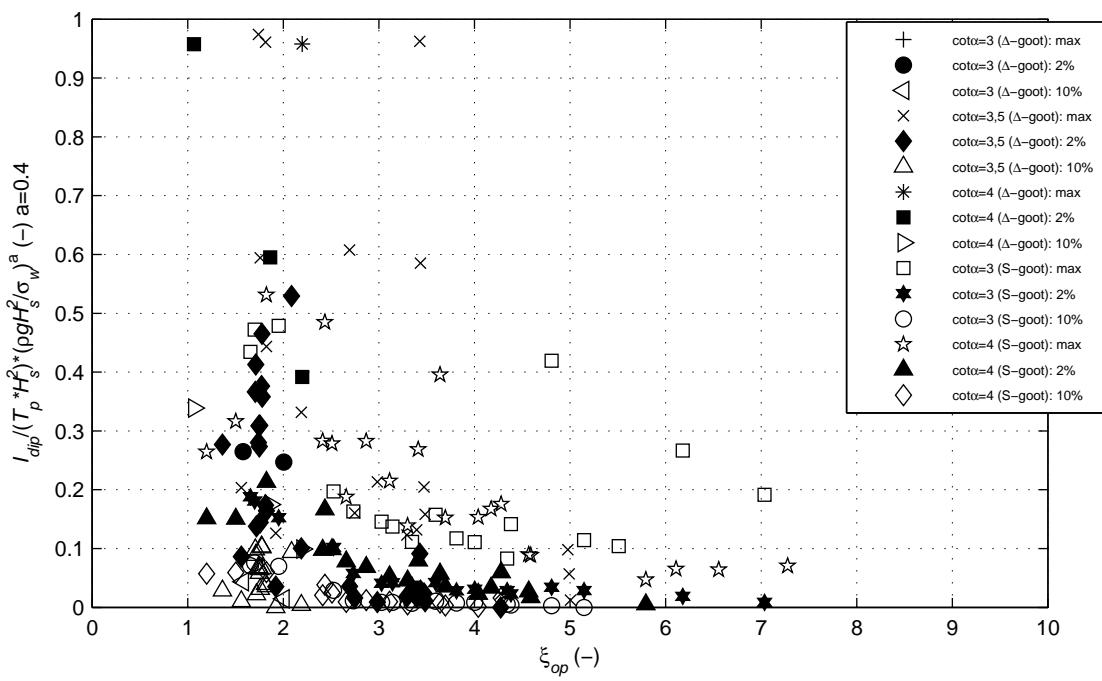
Geintegreerde gediptheid tijdens golffront ($\phi_{dip}/H_s T_{m-1,0}$)
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.48)

Weber-schaling

Deltares

1206424.012

Fig. B.5b



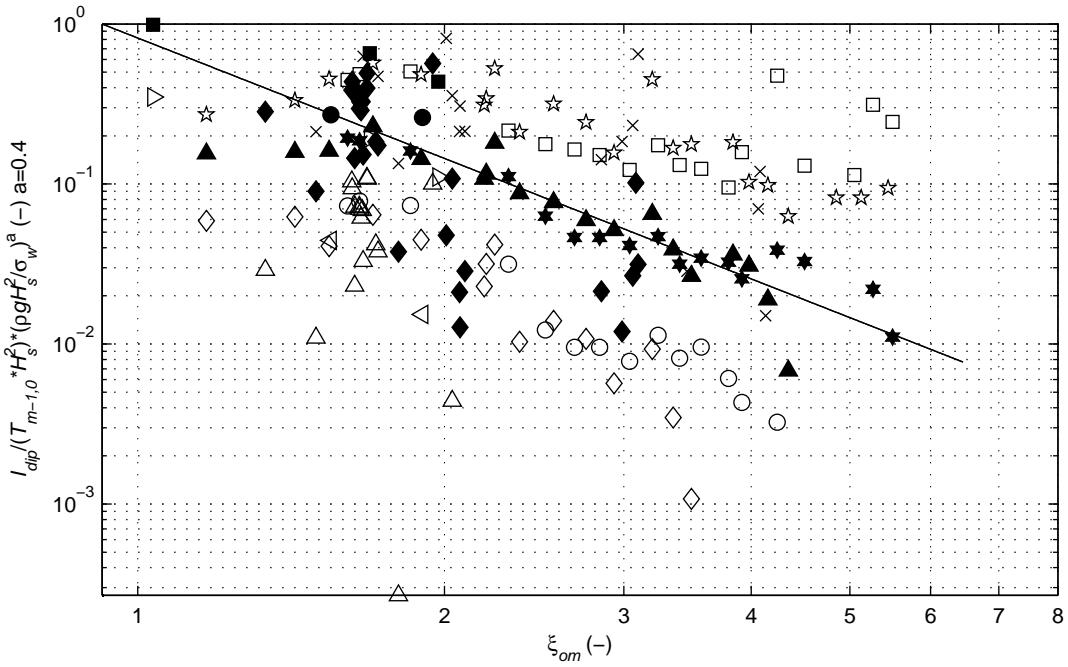
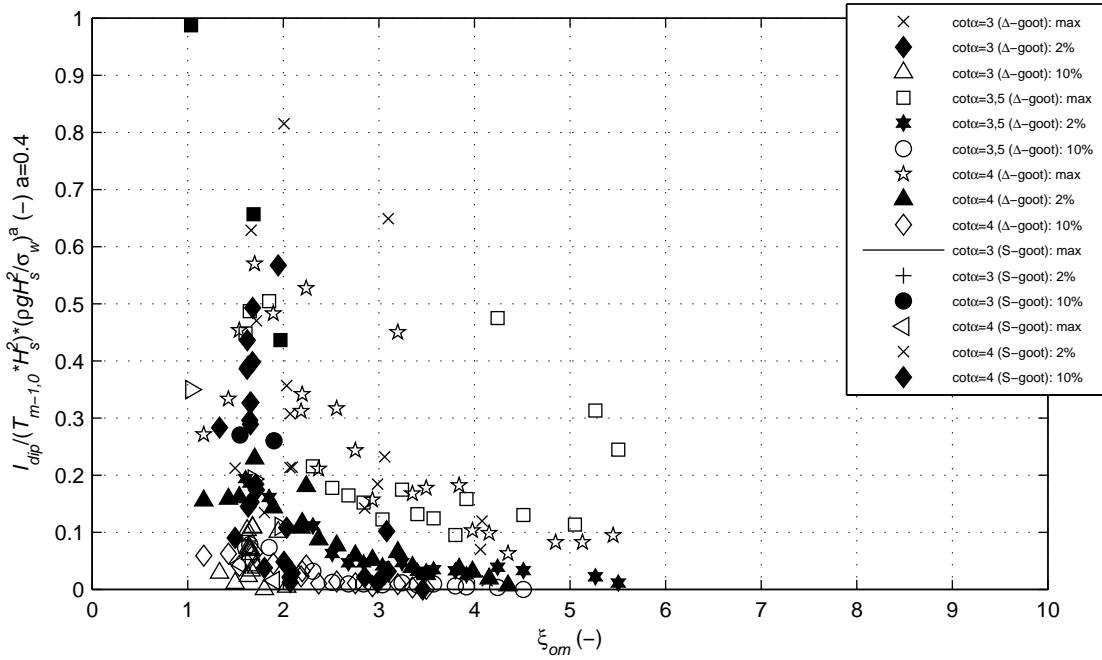
Dipimpuls tijdens golfklap (I_{dip})
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.55)

Weber-schaling

Deltas

1206424.012

Fig. B.6a



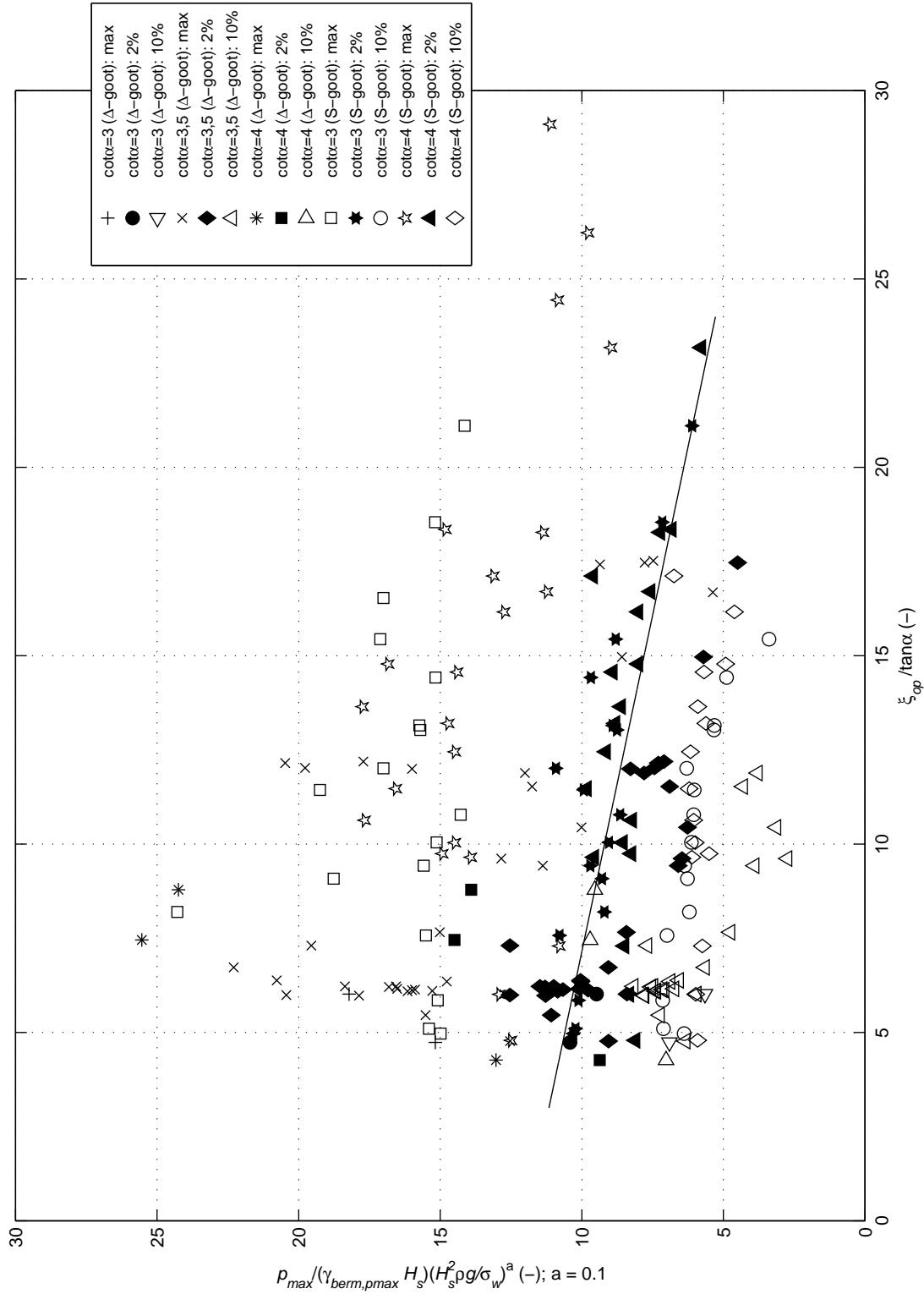
Dipimpuls tijdens golfklap (I_{dip})
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.55)

Weber-schaling

Deltares

1206424.012

Fig. B.6b



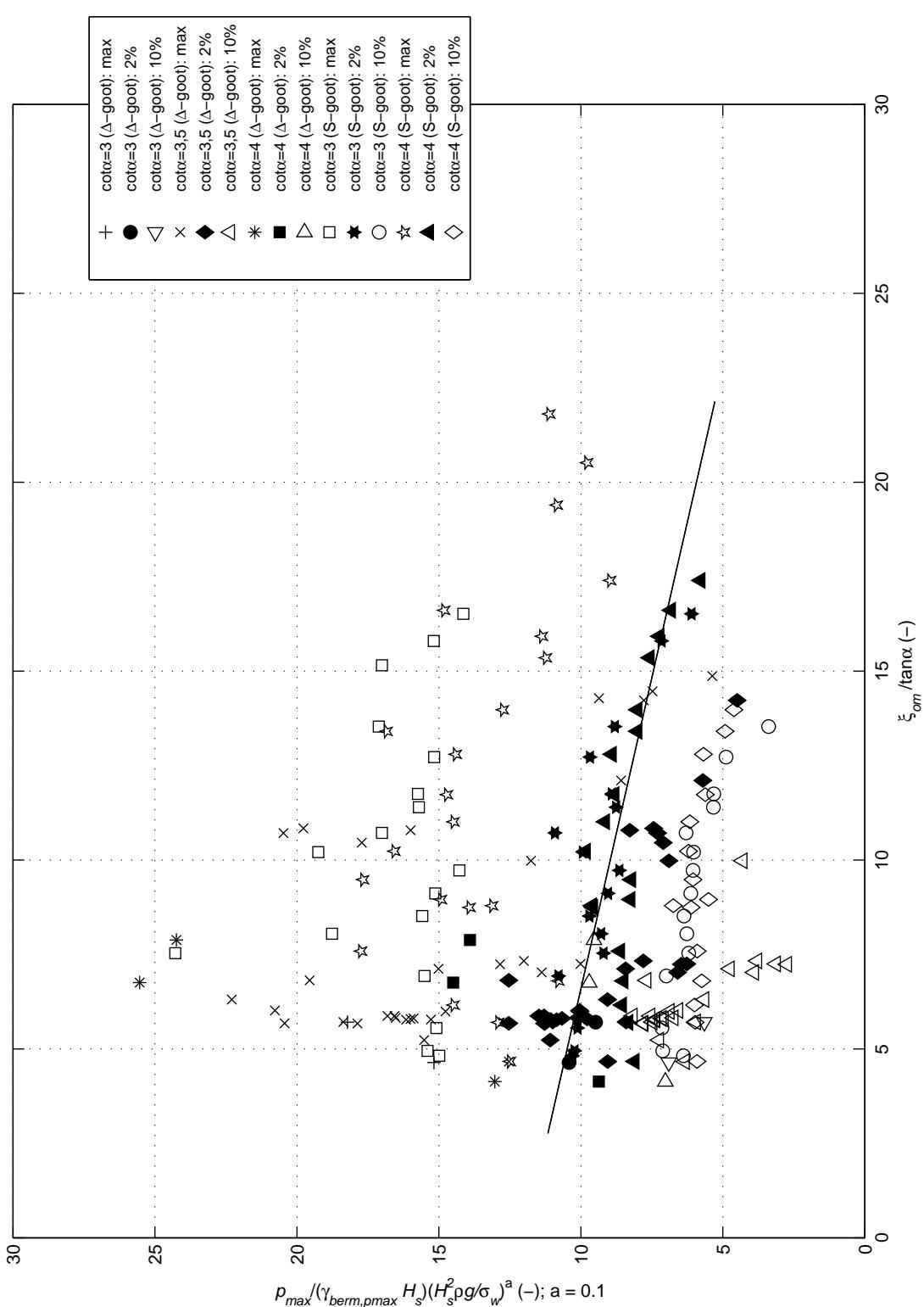
Maximale druk t.o.v. het talud (p_{max}) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.59)

Weber-schaling

Deltares

1206424.012

Fig. B.7a



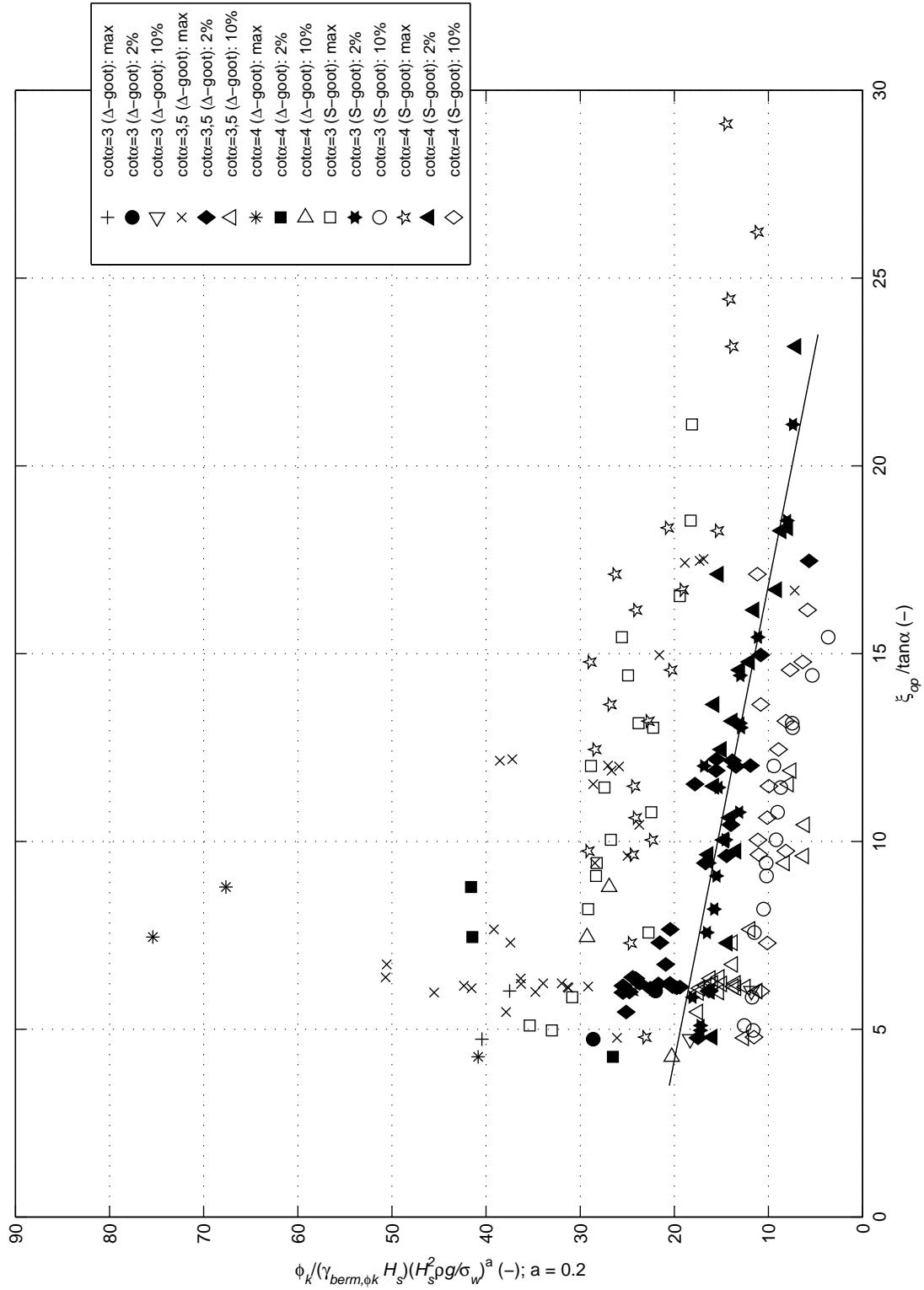
Maximale druk t.o.v. het talud (p_{max}) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.59)

Weber-schaling

Deltares

1206424.012

Fig. B.7b



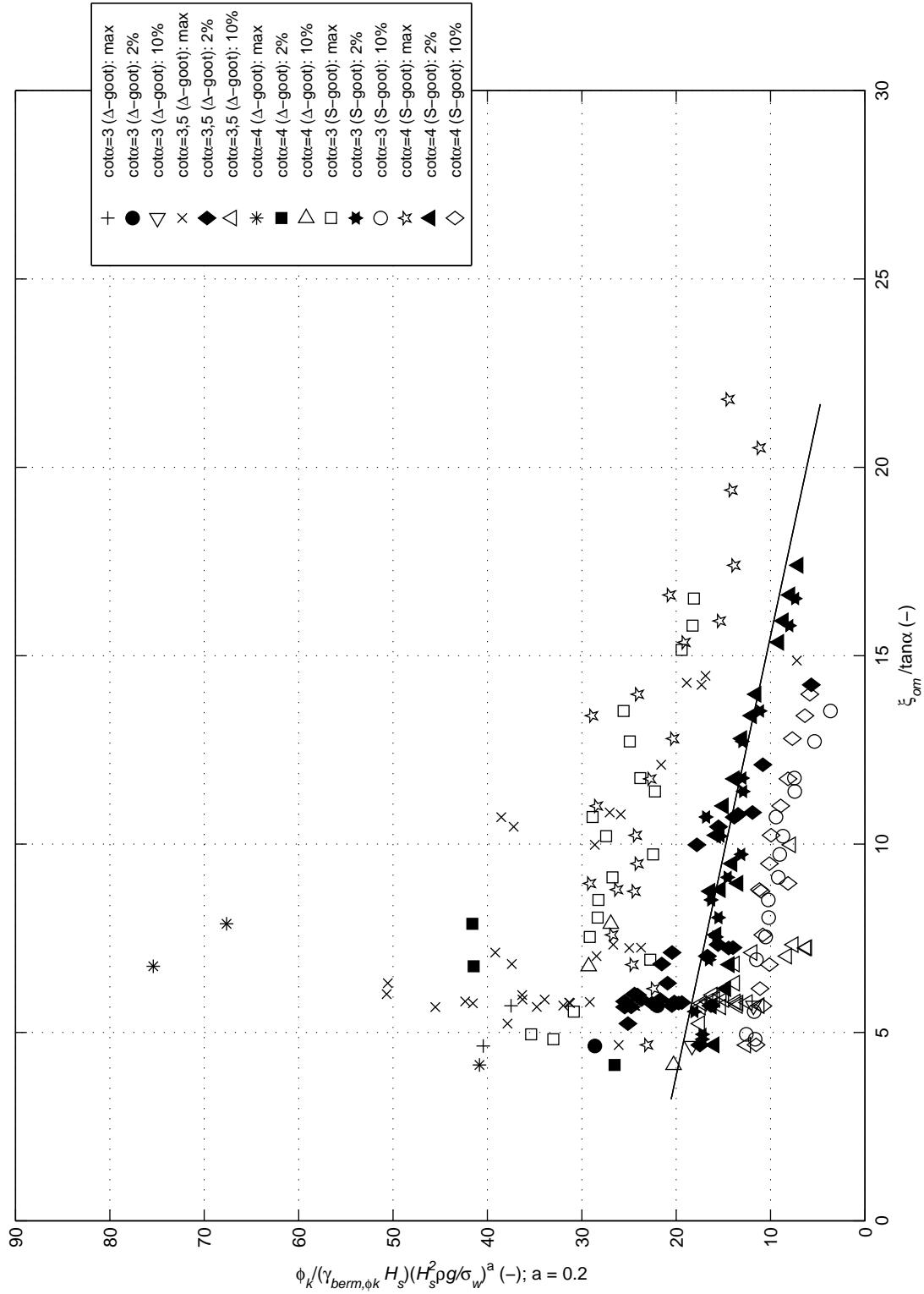
Maximale stijghoogte ten opzichte van trog (ϕ_k) tegen golfsteilheid
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.62)

Weber-schaling

Deltares

1206424.012

Fig. B.8a



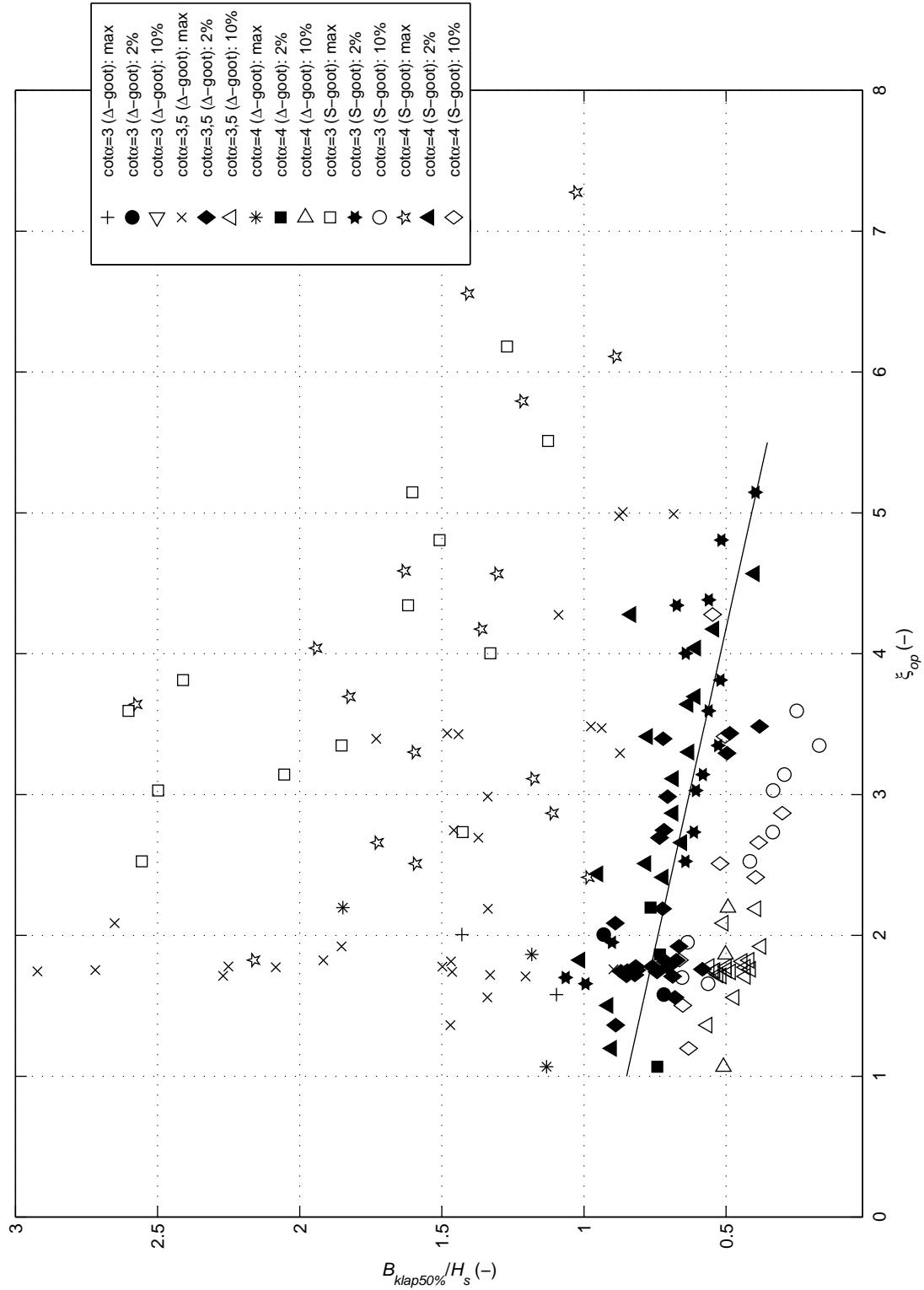
Maximale stijghoogte ten opzichte van trog (ϕ_k) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.62)

Weber-schaling

Deltares

1206424.012

Fig. B.8b



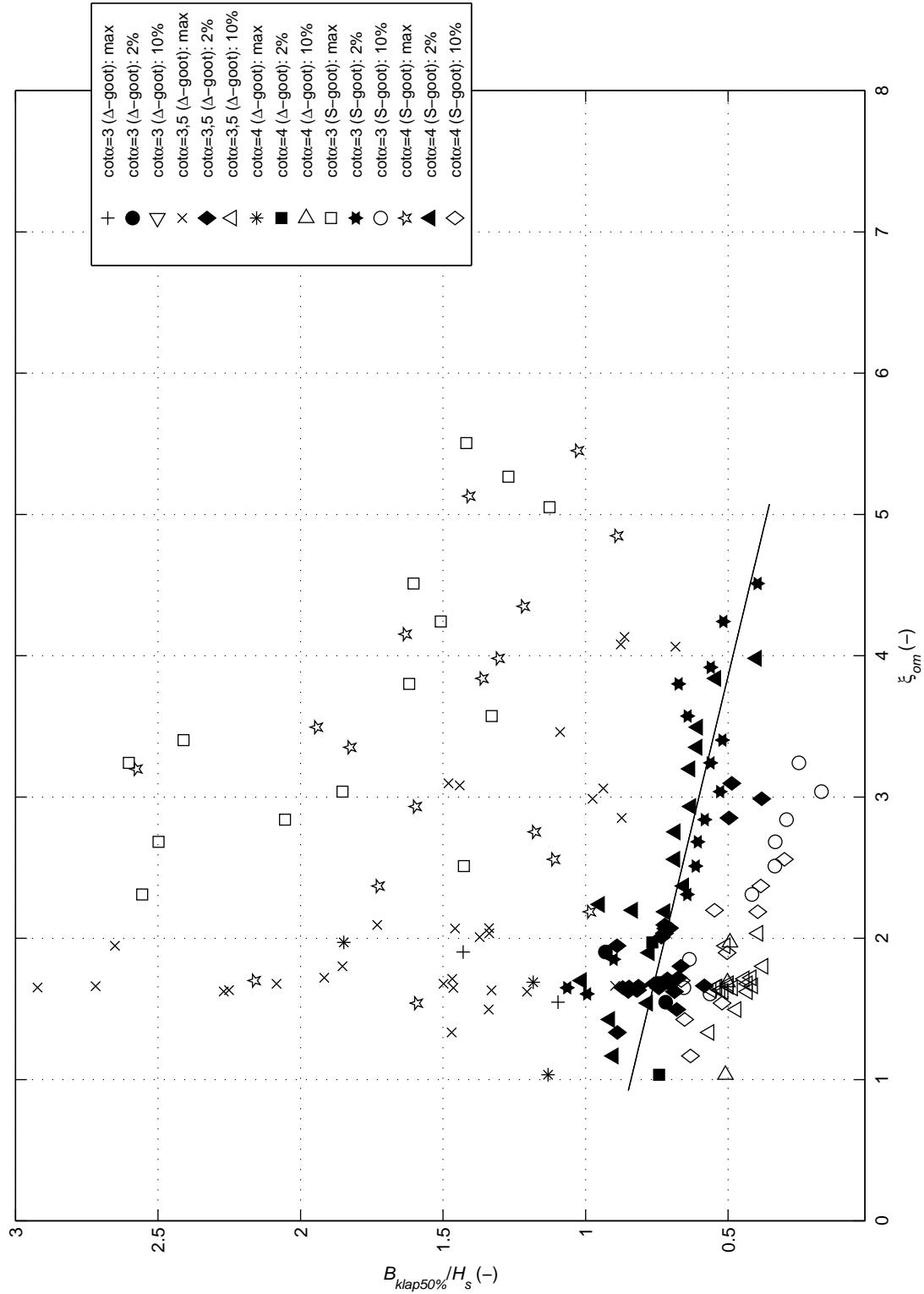
Golfklapbreedte ($B_{klap50\%}$)
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.71)

Grootste 33 % van ϕ_k

Deltares

1206424.012

Fig. B.9a



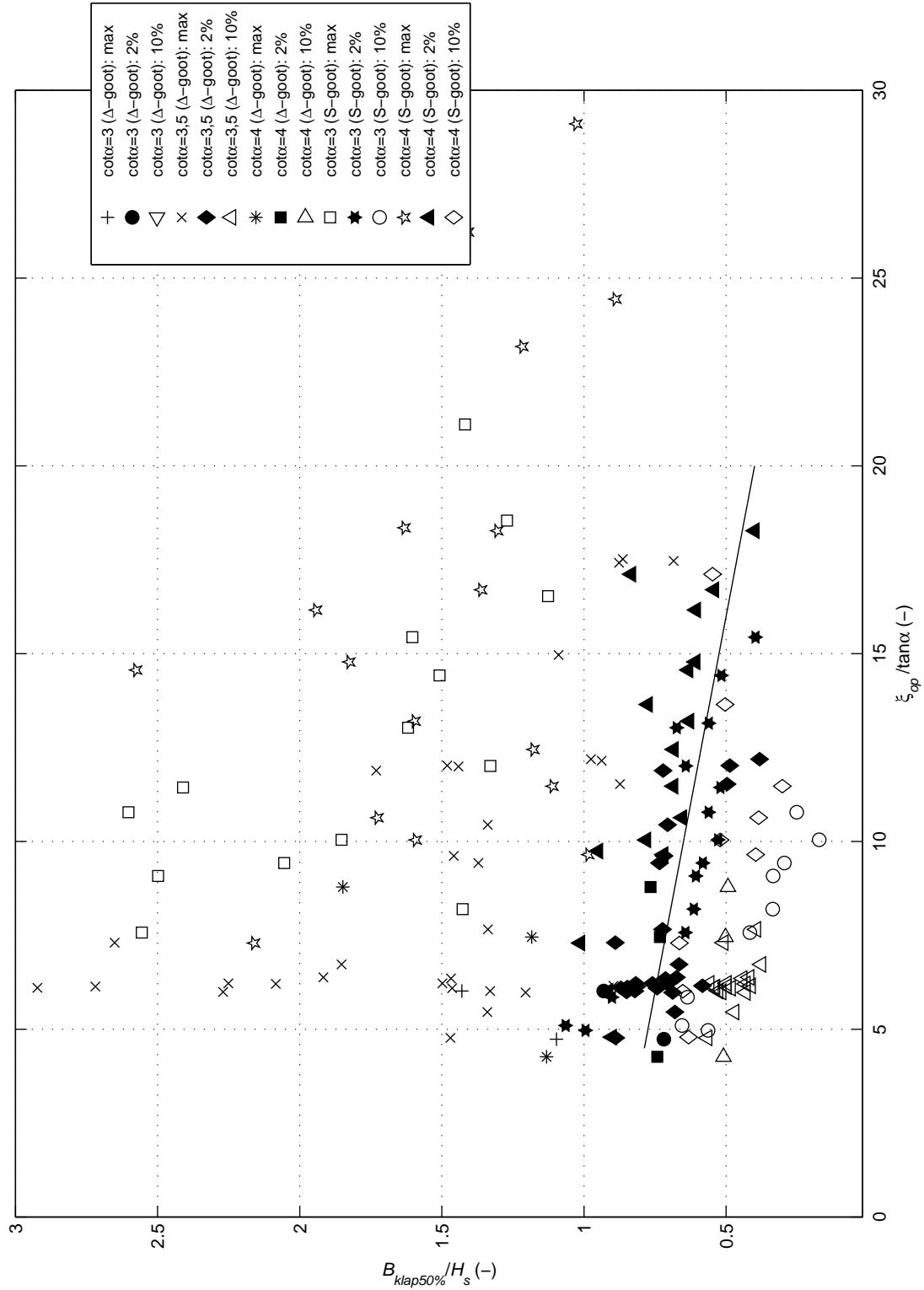
Golfklapbreedte ($B_{klap50\%}$)
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.71)

Grootste 33 % van ϕ_k

Deltares

1206424.012

Fig. B.9b



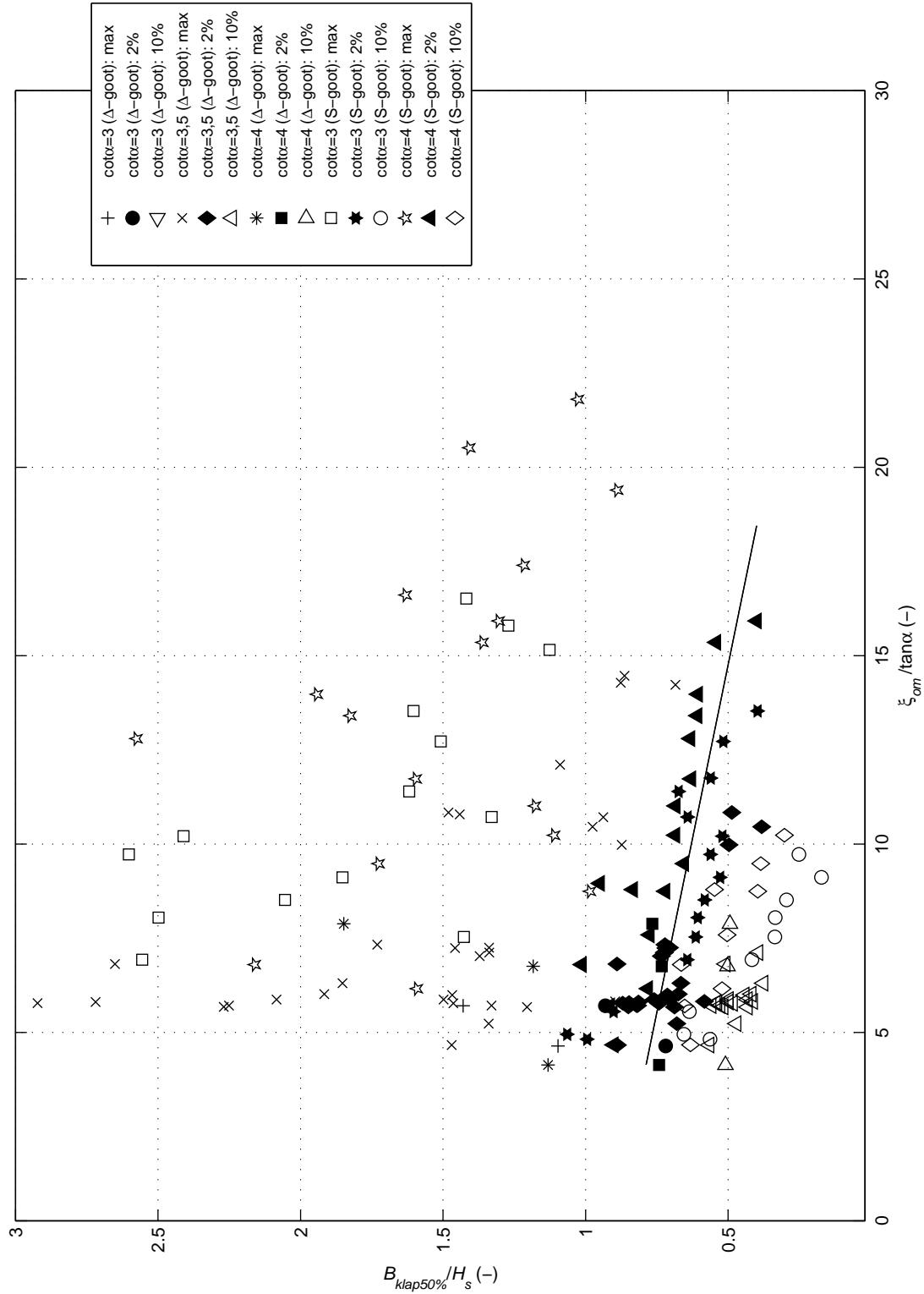
Golfklapbreedte ($B_{klap50\%}$) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.72)

Grootste 33 % van ϕ_k

Deltares

1206424.012

Fig. B.10a



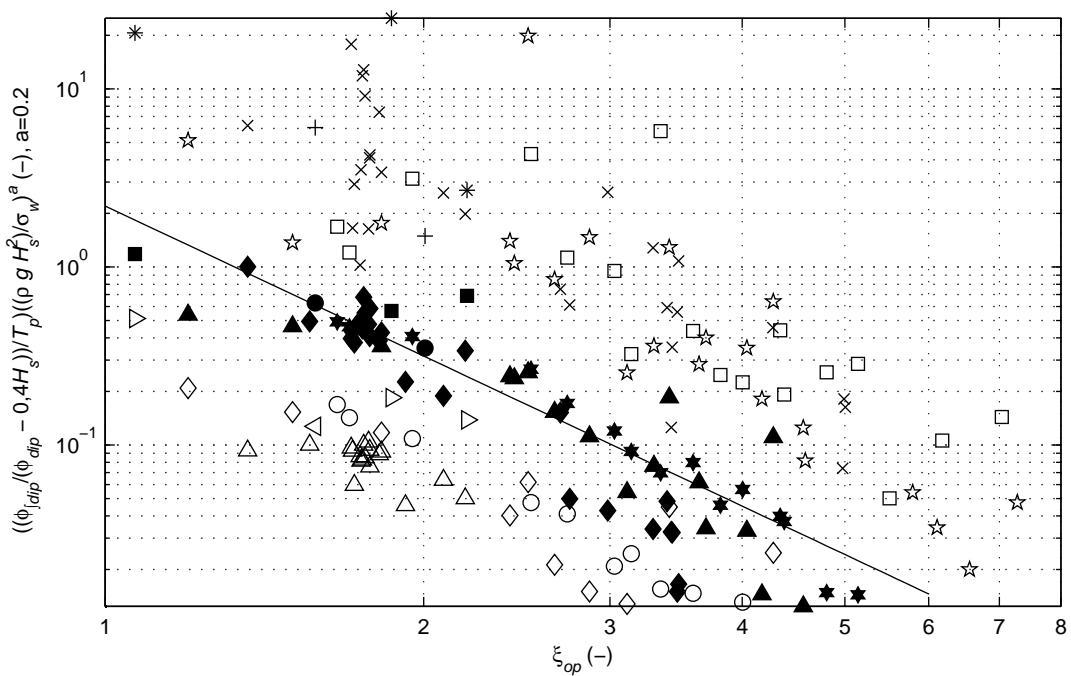
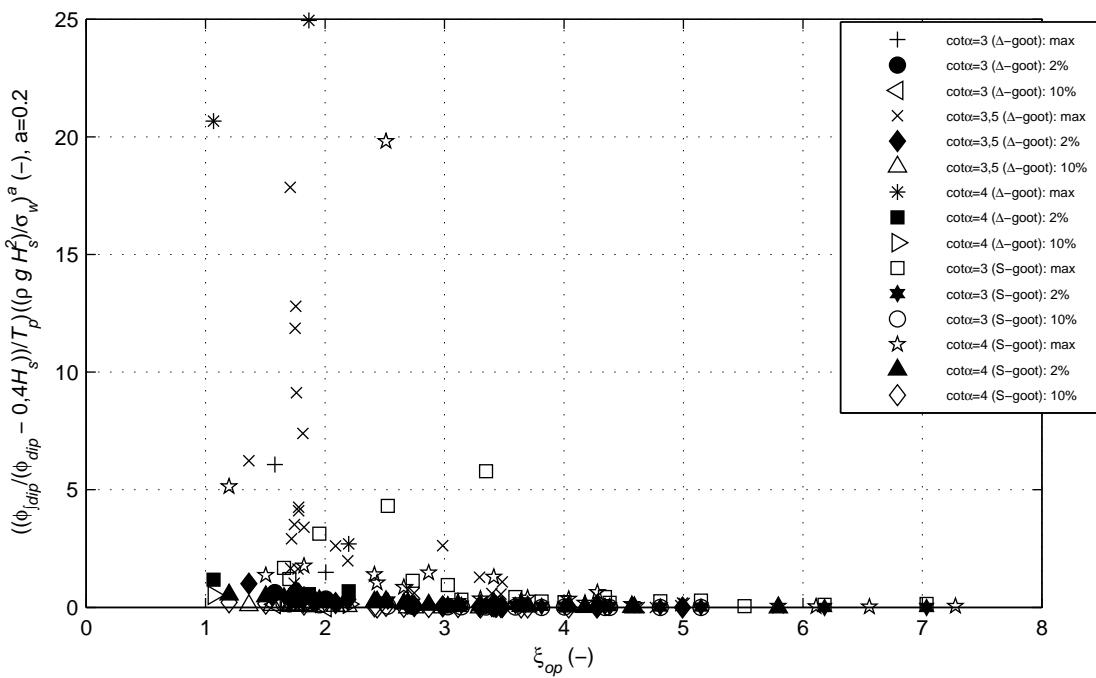
Golfklapbreedte ($B_{klap50\%}$) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.72)

Grootste 33 % van ϕ_k

Deltares

1206424.012

Fig. B.10b



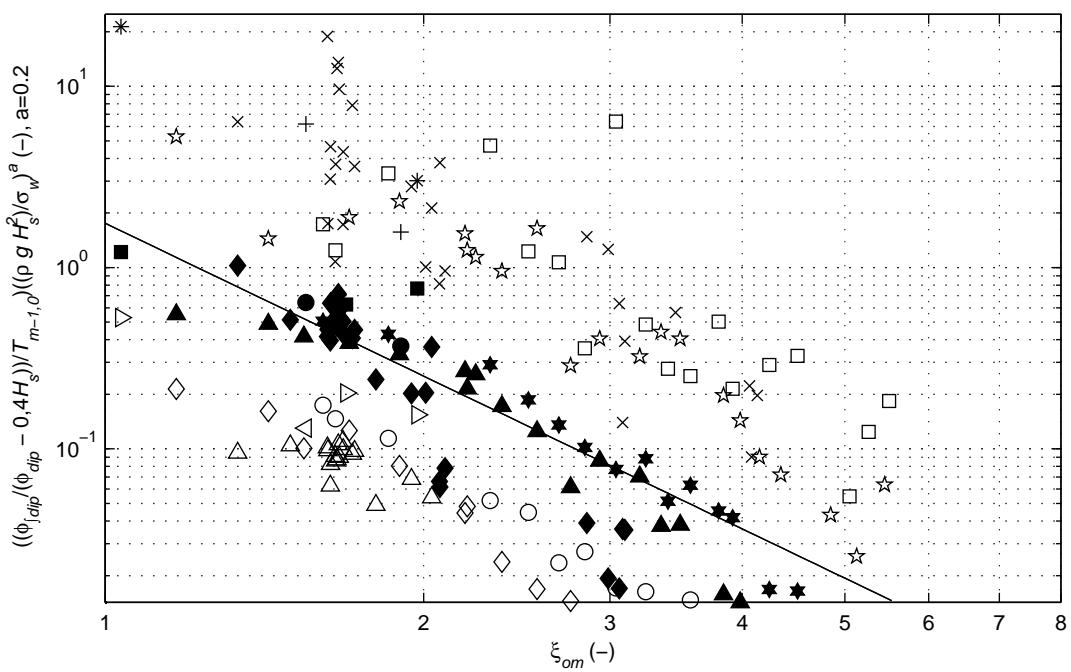
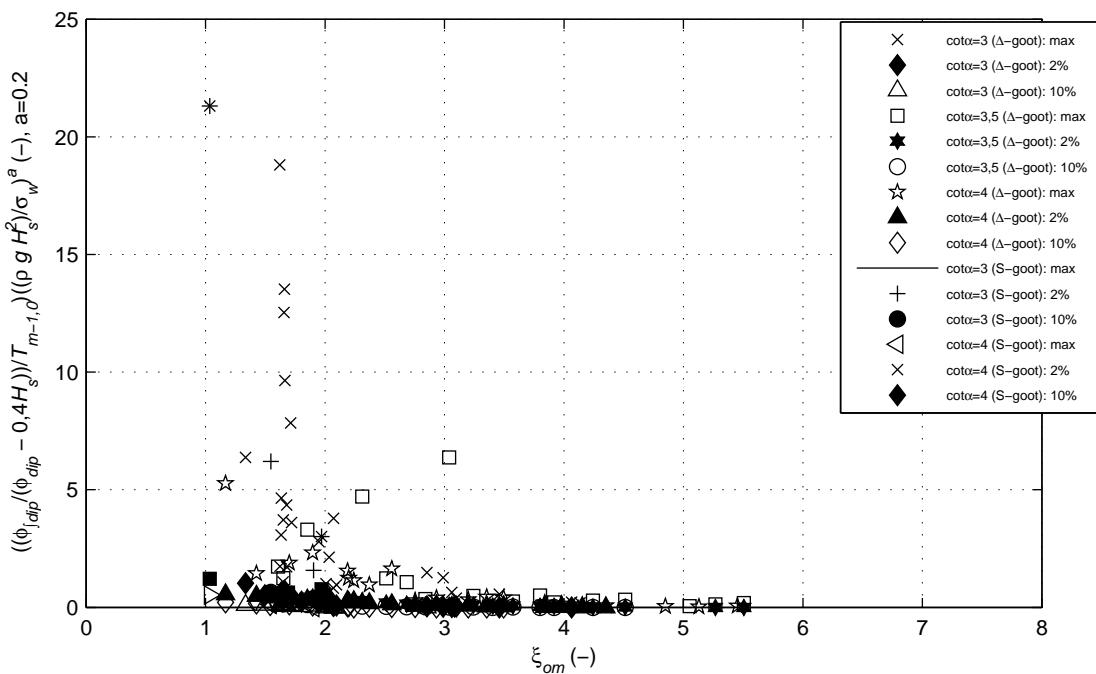
Belastingsduur ($\phi_{dip}/(\phi_{dip} - 0.4H_s)$) tijdens golfklap, Weber-schaling
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.85)

Grootste 33 % van ϕ_k

Deltares

1206424.012

Fig. B.11a



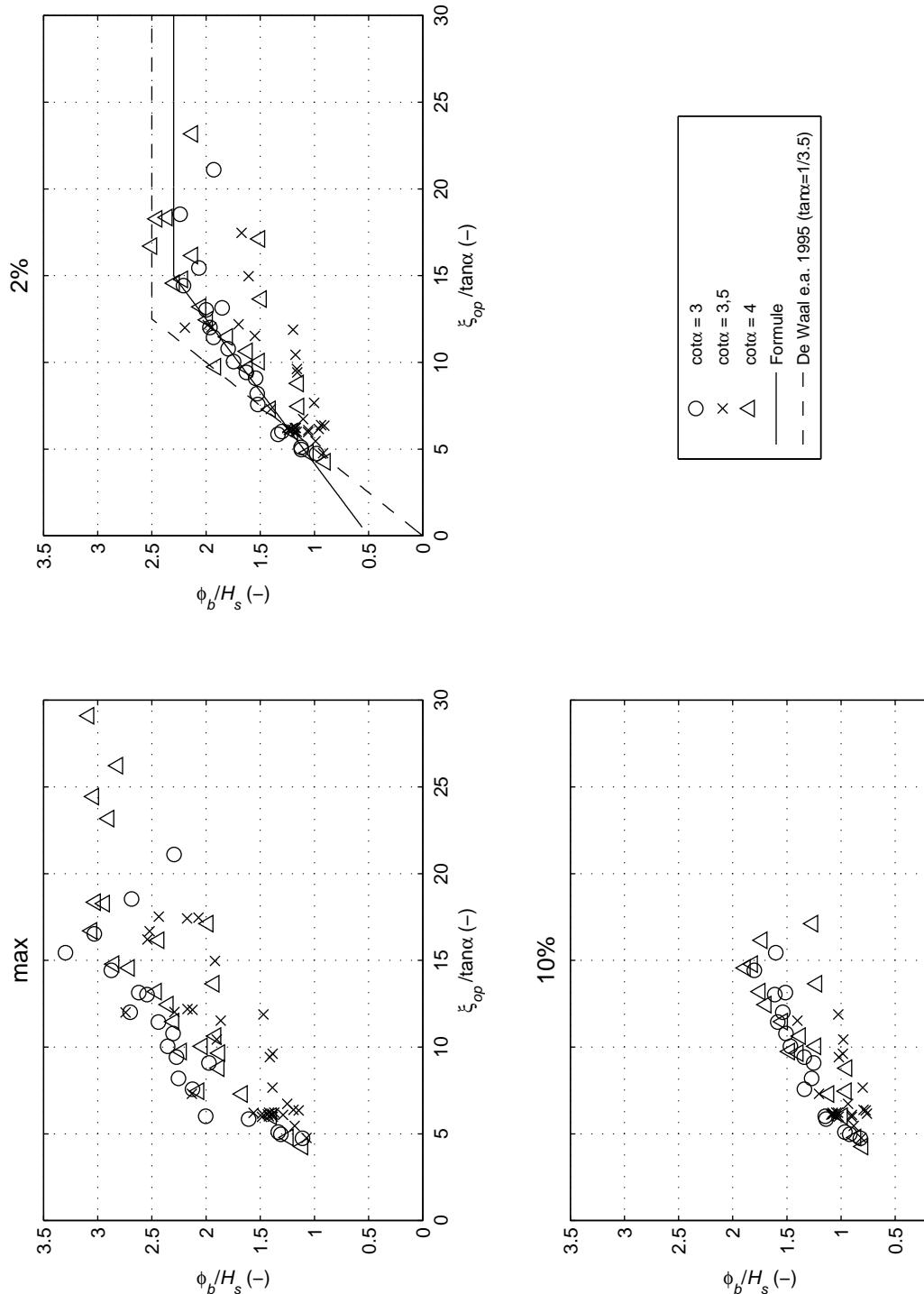
Belastingsduur ($\phi_j/dip / (\phi_{dip} - 0,4H_s)$) tijdens golfklap, Weber-schaling
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.85)

Grootste 33 % van ϕ_k

Deltas

1206424.012

Fig. B.11b

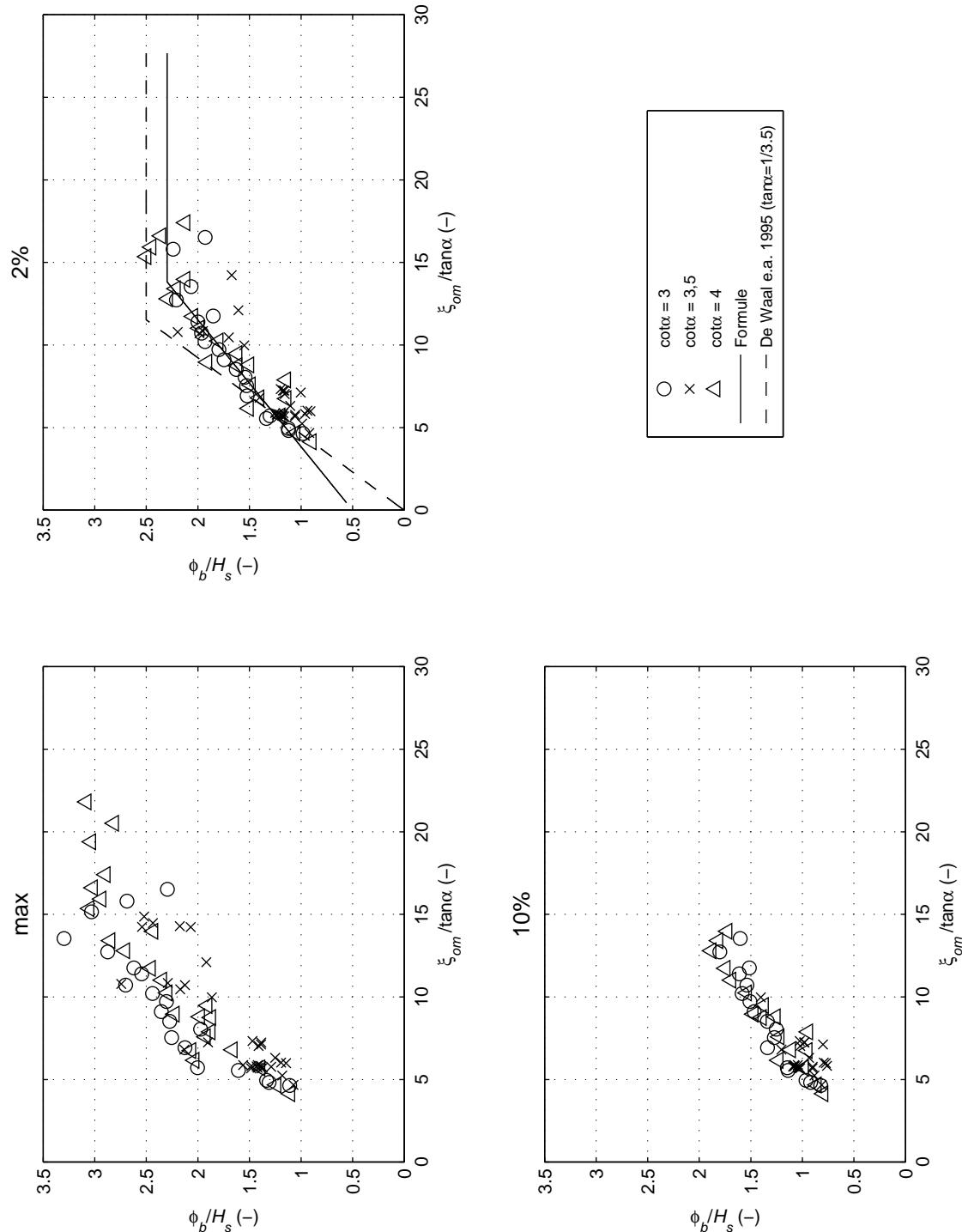


Hoogte van het golffront (ϕ_b) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.90)

Deltares

1206424.012

Fig. B.12a

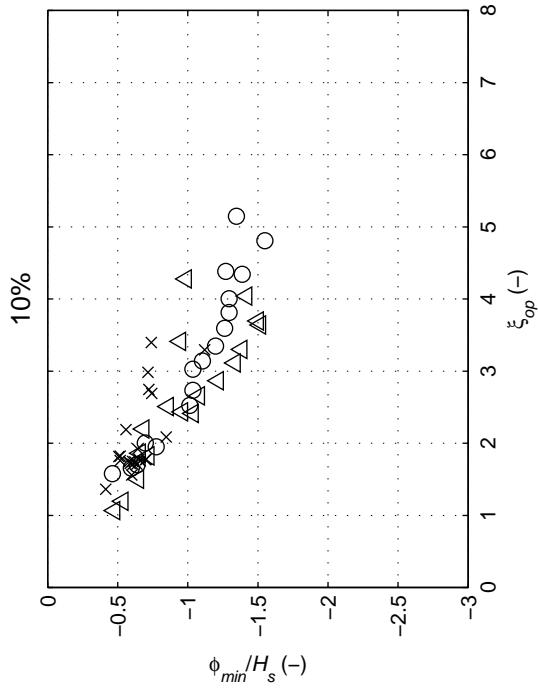
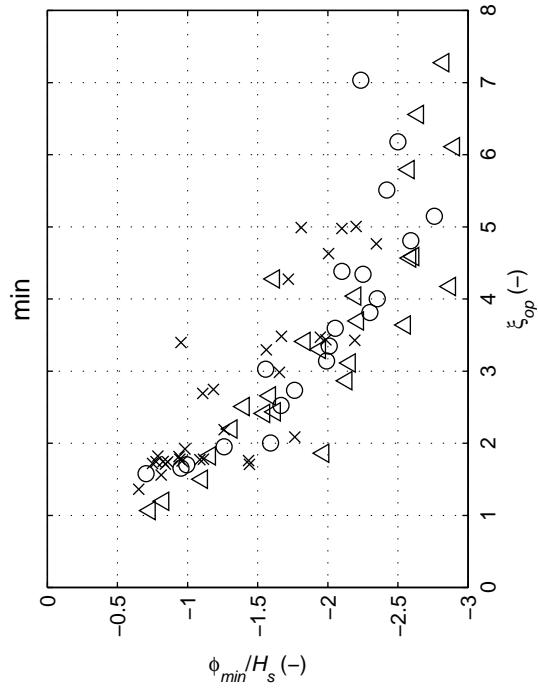
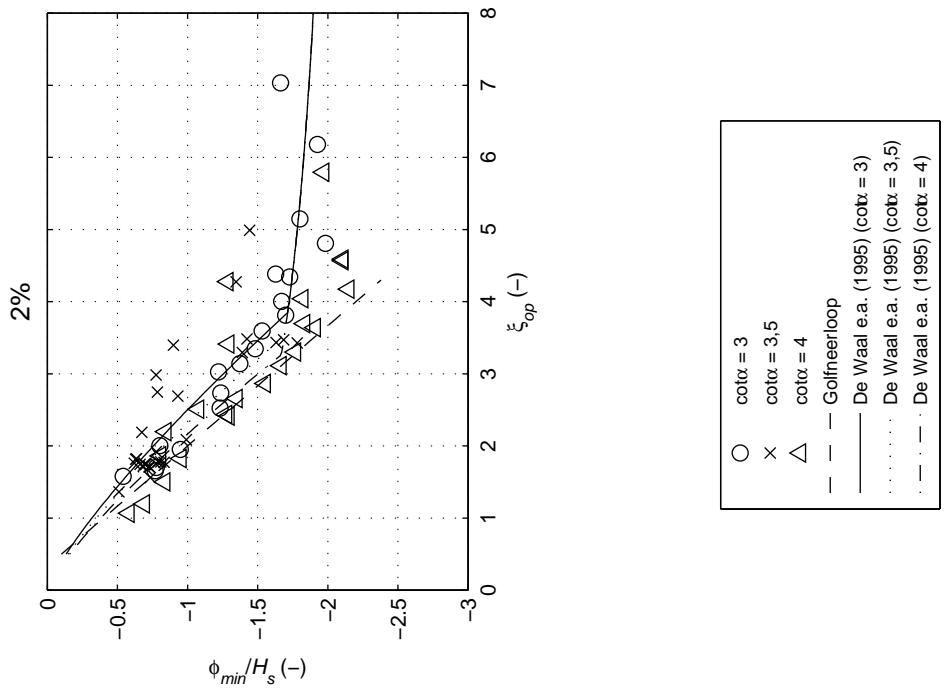


Hoogte van het golffront (ϕ_b) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.90)

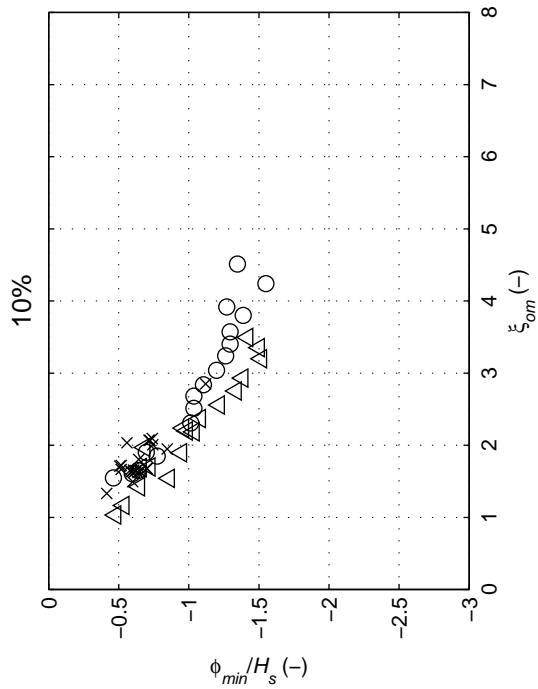
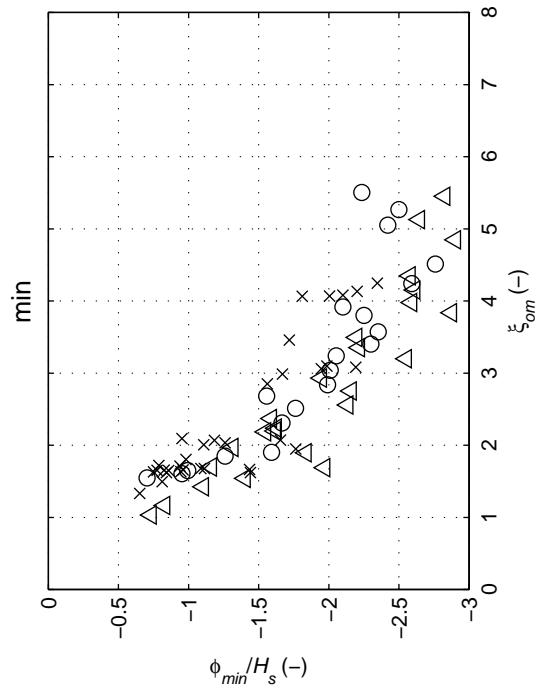
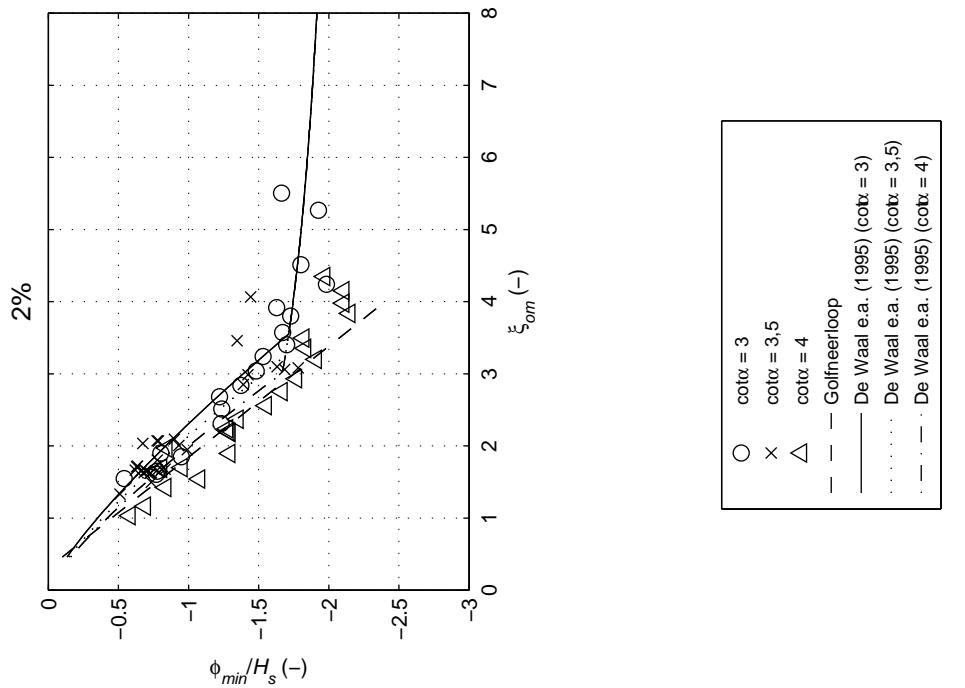
Deltares

1206424.012

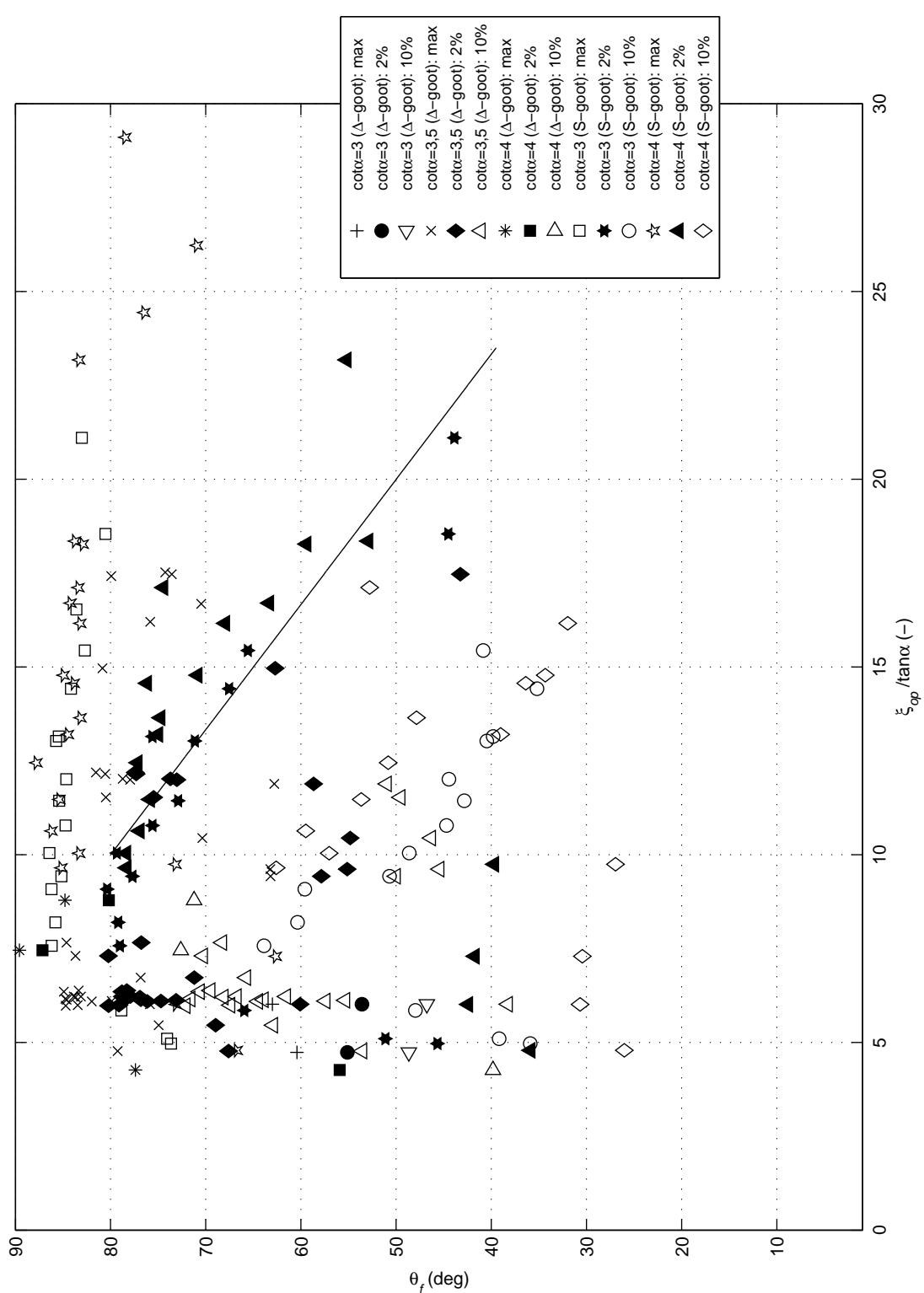
Fig. B.12b



Diepte van het golffront (ϕ_{min})
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.91)



Diepte van het golffront (ϕ_{min})
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.91)



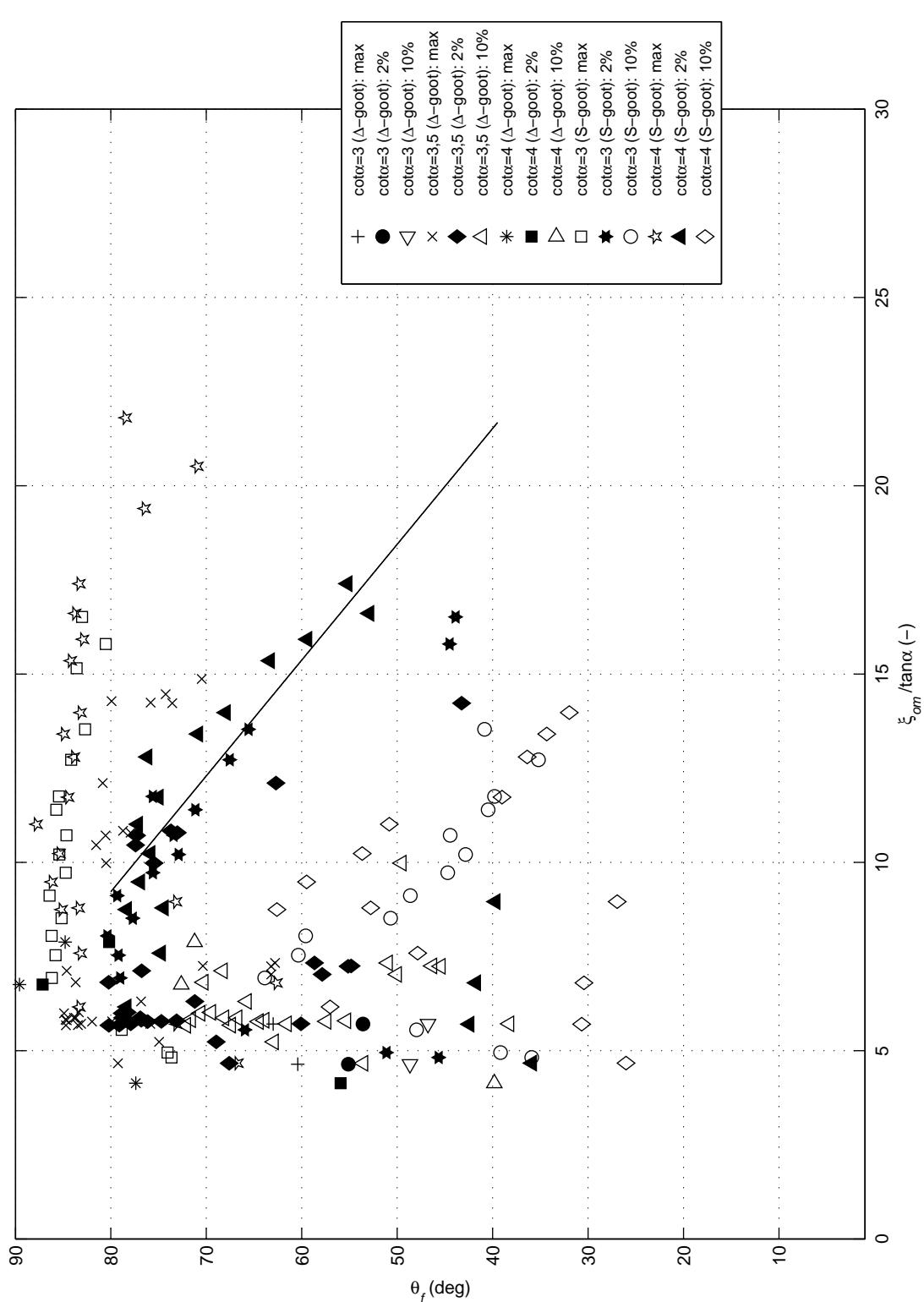
Helling van het golffront (θ_f) tegen golfsteilheid
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.92)

Grootste 33 % van ϕ_b

Deltas

1206424.012

Fig. B.14a



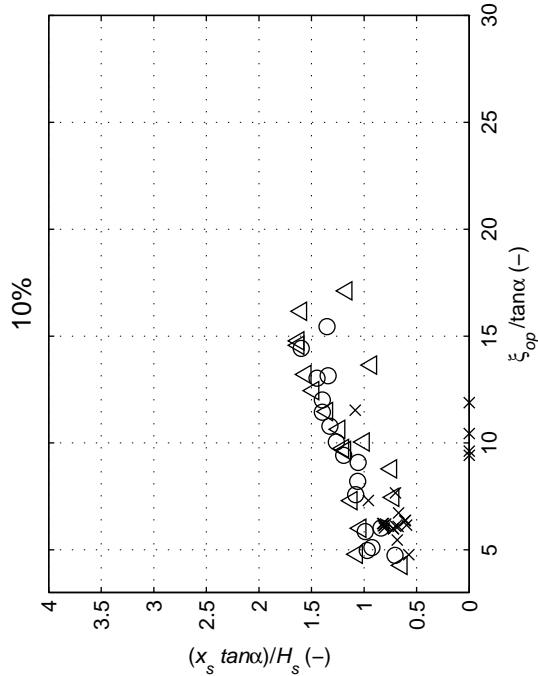
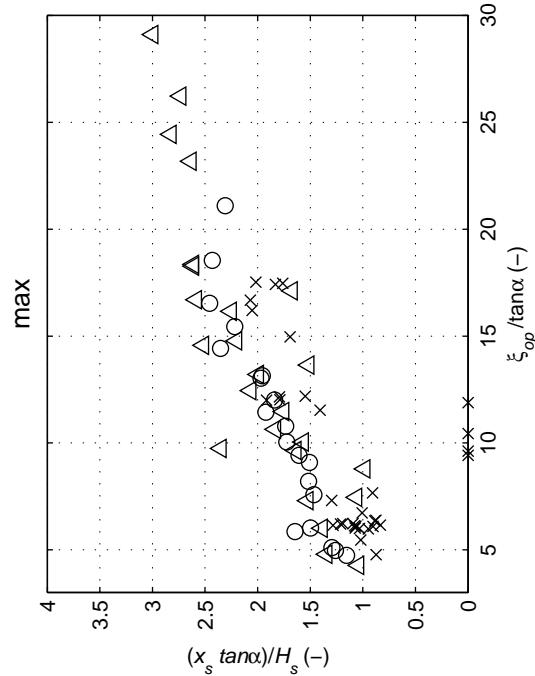
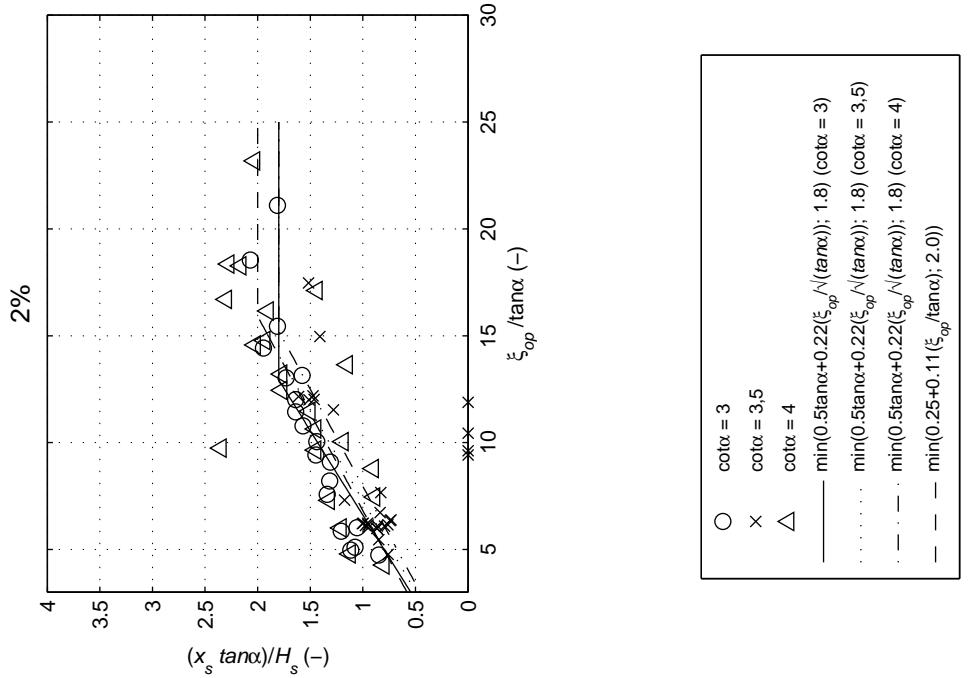
Helling van het golffront (θ_f) tegen golfsteilheid
 (Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.92)

Grootste 33 % van ϕ_b

Deltas

1206424.012

Fig. B.14b



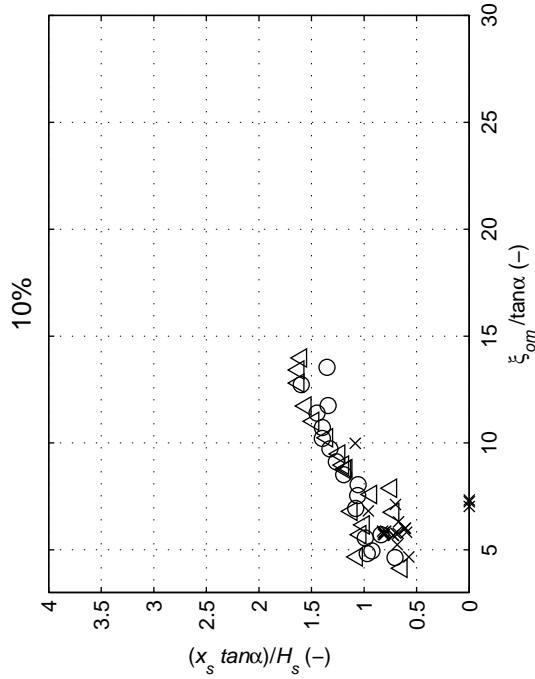
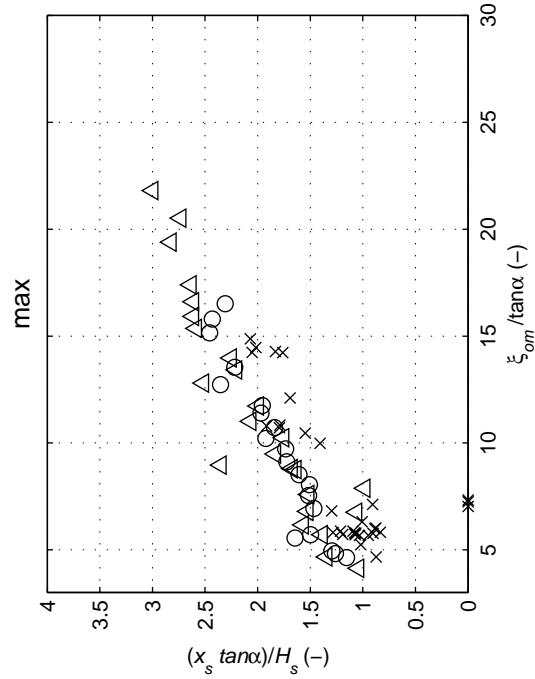
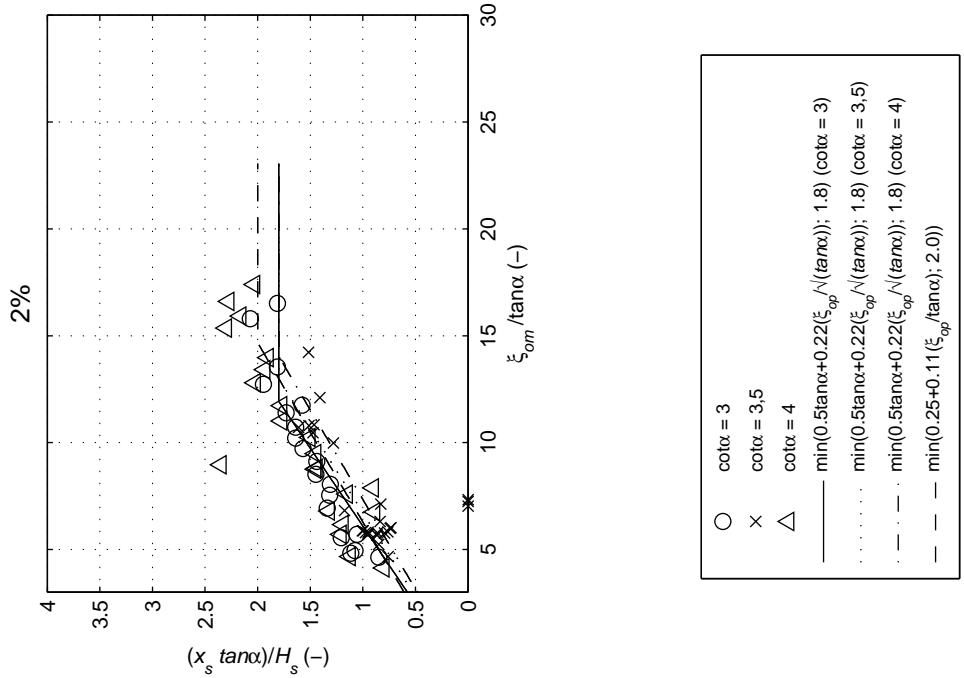
Locatie van het golffront (ϕ_b) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.94)

Grootste 33% van ϕ_b

Deltas

1206424.012

Fig. B.15a



Locatie van het golffront (ϕ_b) tegen golfsteilheid
(Nummering Klein Breleter e.a. (2006): A.94)

Grootste 33% van ϕ_b

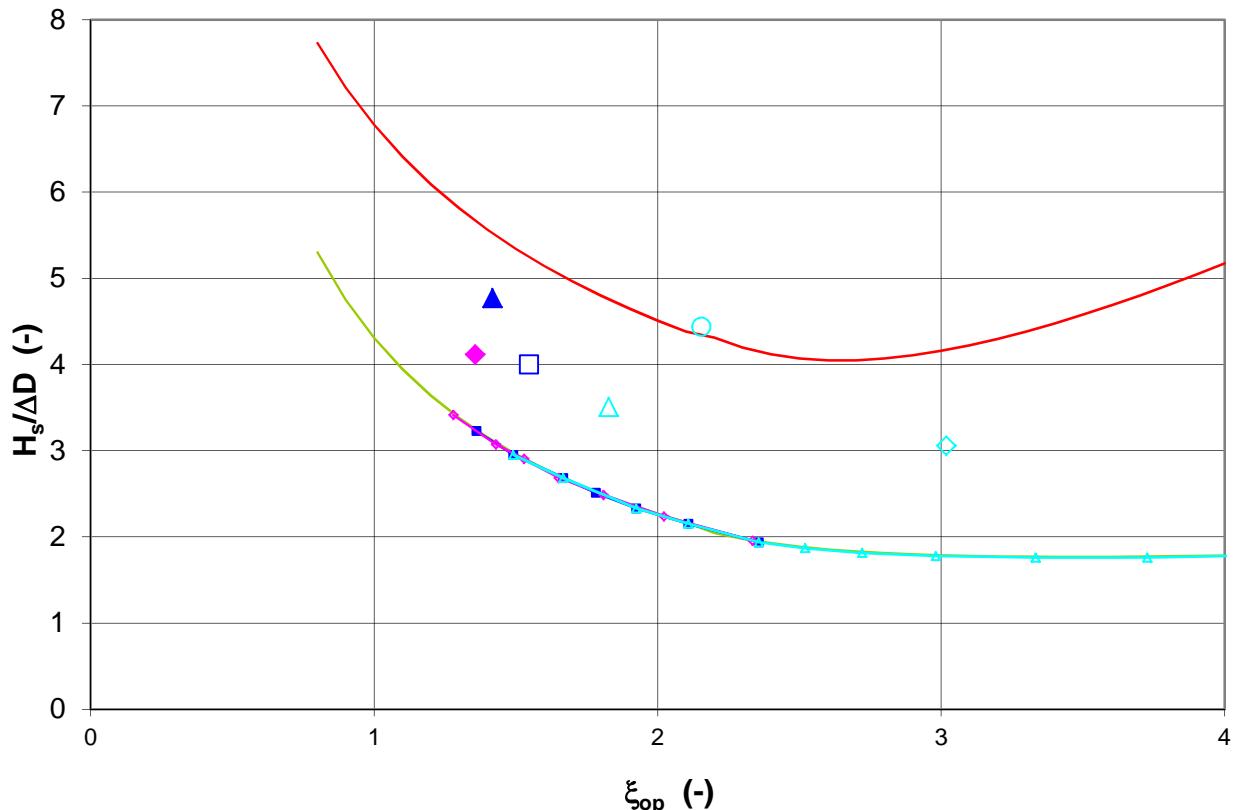
Deltas

1206424.012

Fig. B.15b

C Figuren van gemeten stabiliteit in grootschalig modelonderzoek in vergelijking tot Steentoets

Black box type 1



- VTV ondergrens
- VTV bovengrens
- Steentoets2010: Basalton op zand
- Basalton op zand, DGB10, schade=a
- ▲ Basalton op zand, DGB12, schade=d
- ◆ Steentoets2010: basalton op zandasfalt, berm op +5m
- ◆ basalton op zandasfalt, 2001, schade=d
- ▲ modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4, testsectie 1)
- ◇ modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1); 16; schade = a
- modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1); 17+19+22; schade = a
- △ modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1); 14+18+20+21+25; schade = a

Black box type 1 (steenzettingen op zand en zandasfalt)

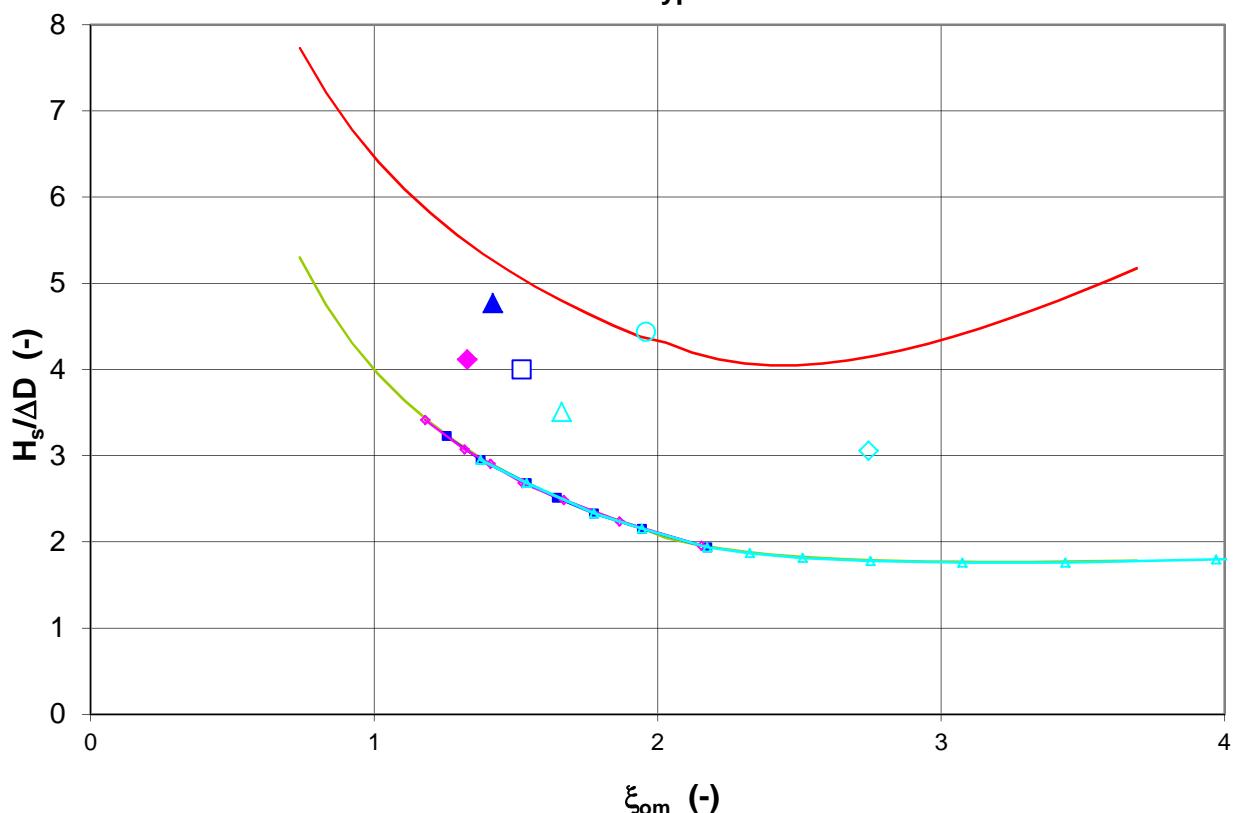
gebaseerd op T_p

Deltares

1204727-009

FIG. C.1a

Black box type 1

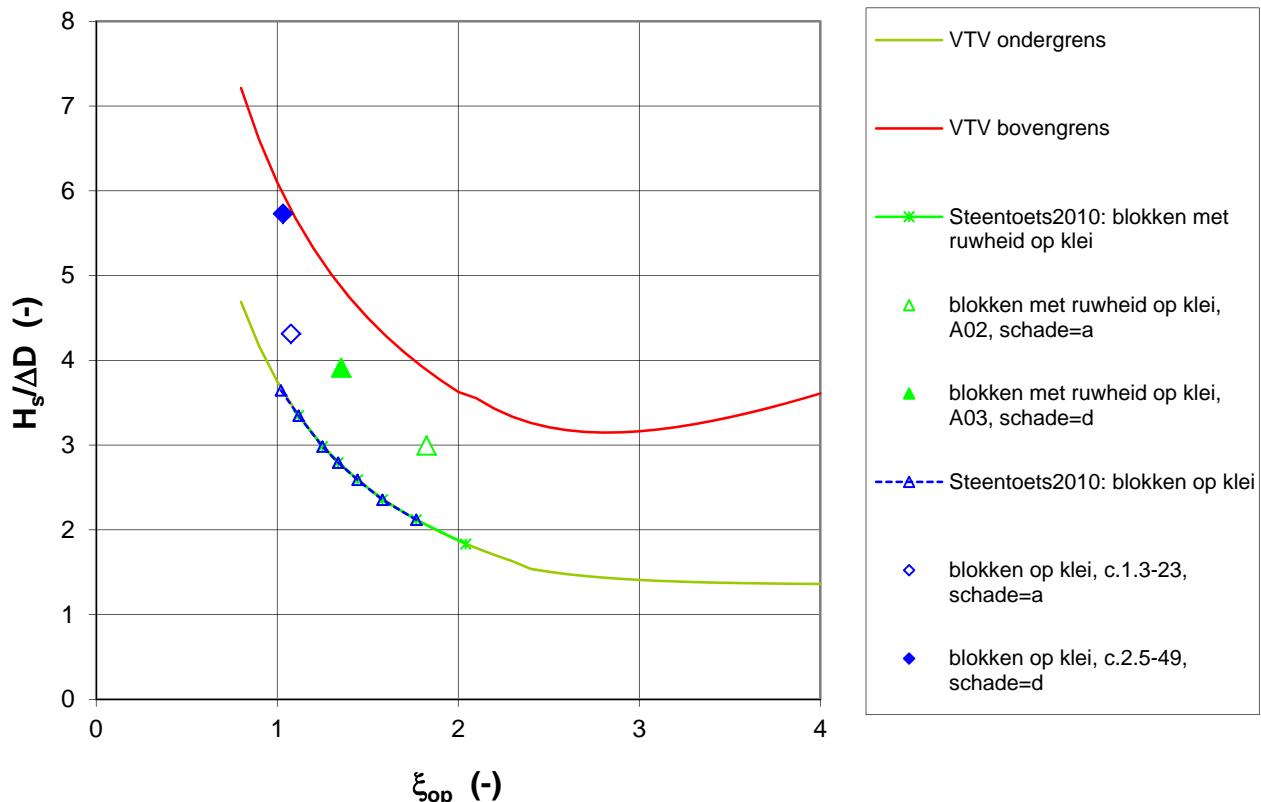


- VTV ondergrens
- VTV bovengrens
- Steentoets2010: Basalton op zand
- Basalton op zand, DGB10, schade=a
- ▲ Basalton op zand, DGB12, schade=d
- ◆ basalton op zandasfalt, 2001, schade=d
- ▲ modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4, testsectie 1)
- ◇ modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1); 16; schade = a
- modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1); 17+19+22; schade = a
- △ modifizierte Verkalit-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1); 14+18+20+21+25; schade = a

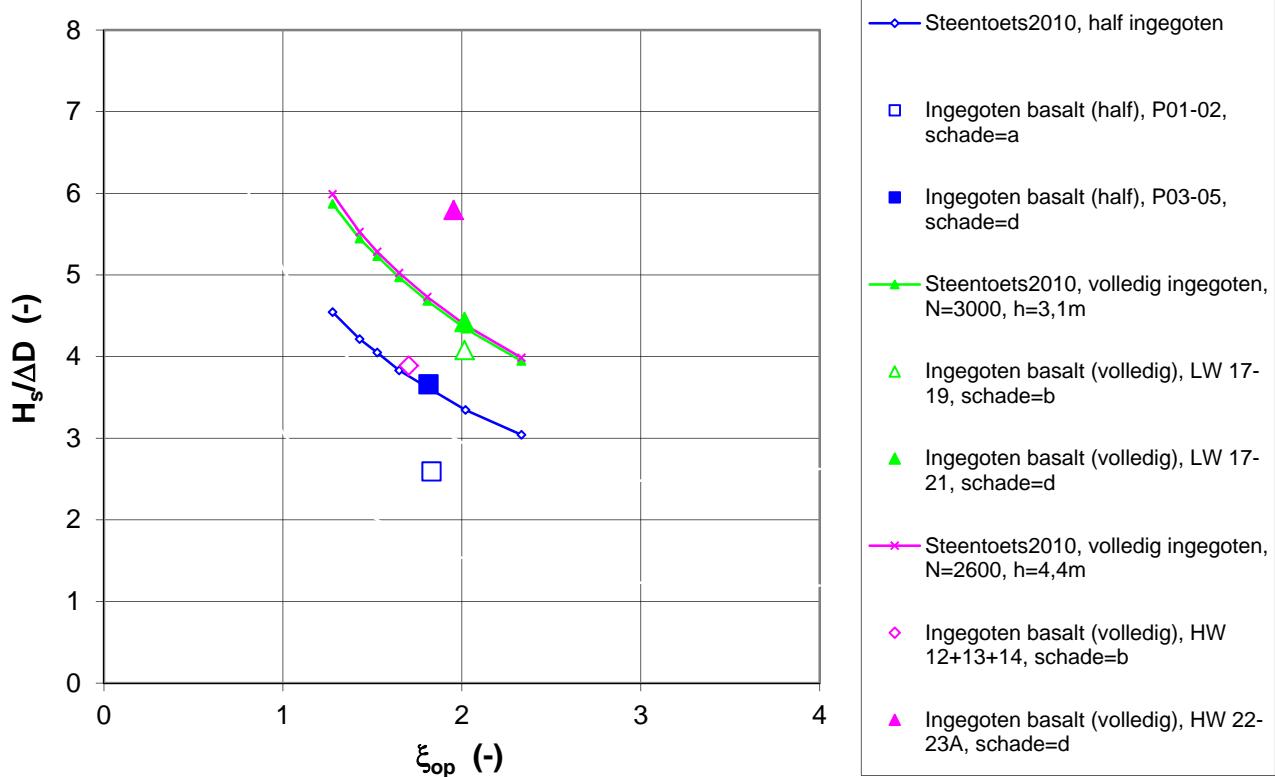
Black box type 1 (steenzettingen op zand en zandasfalt)

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Black box type 2



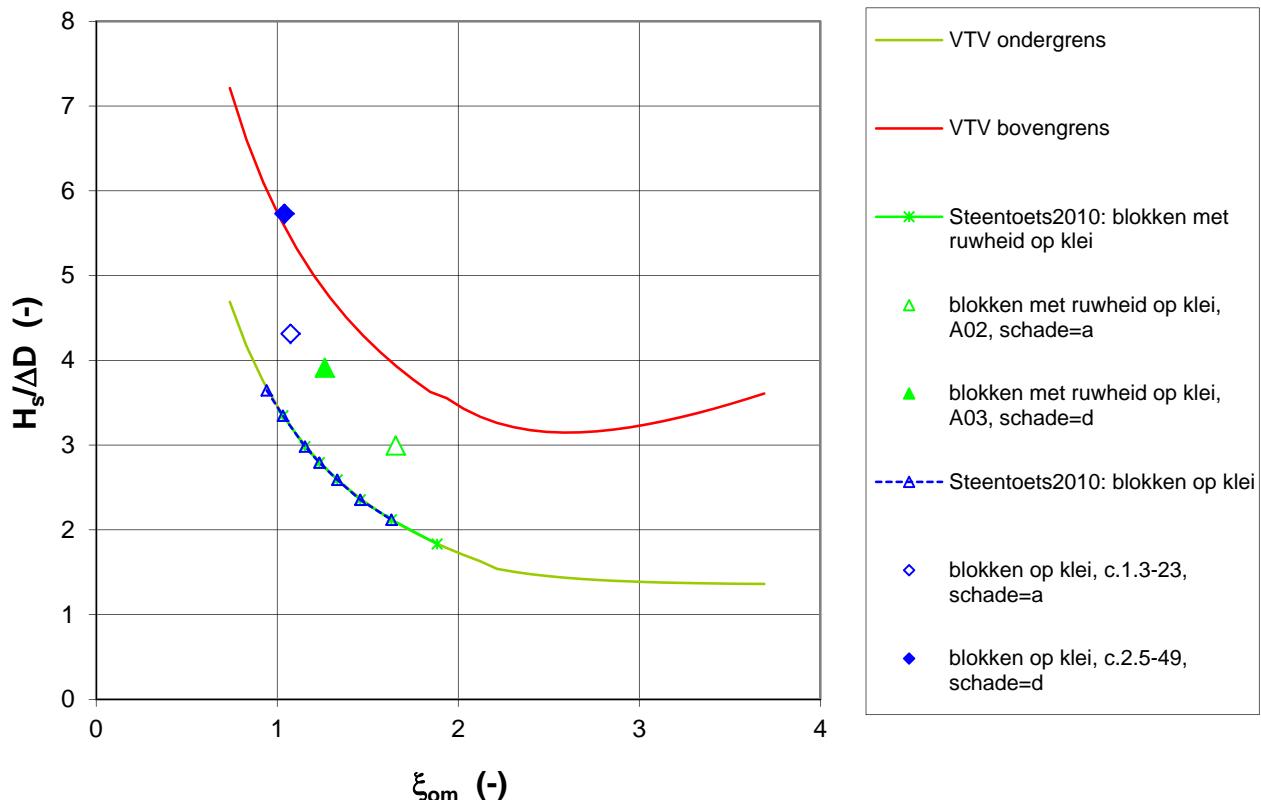
goed ingegoten basalt



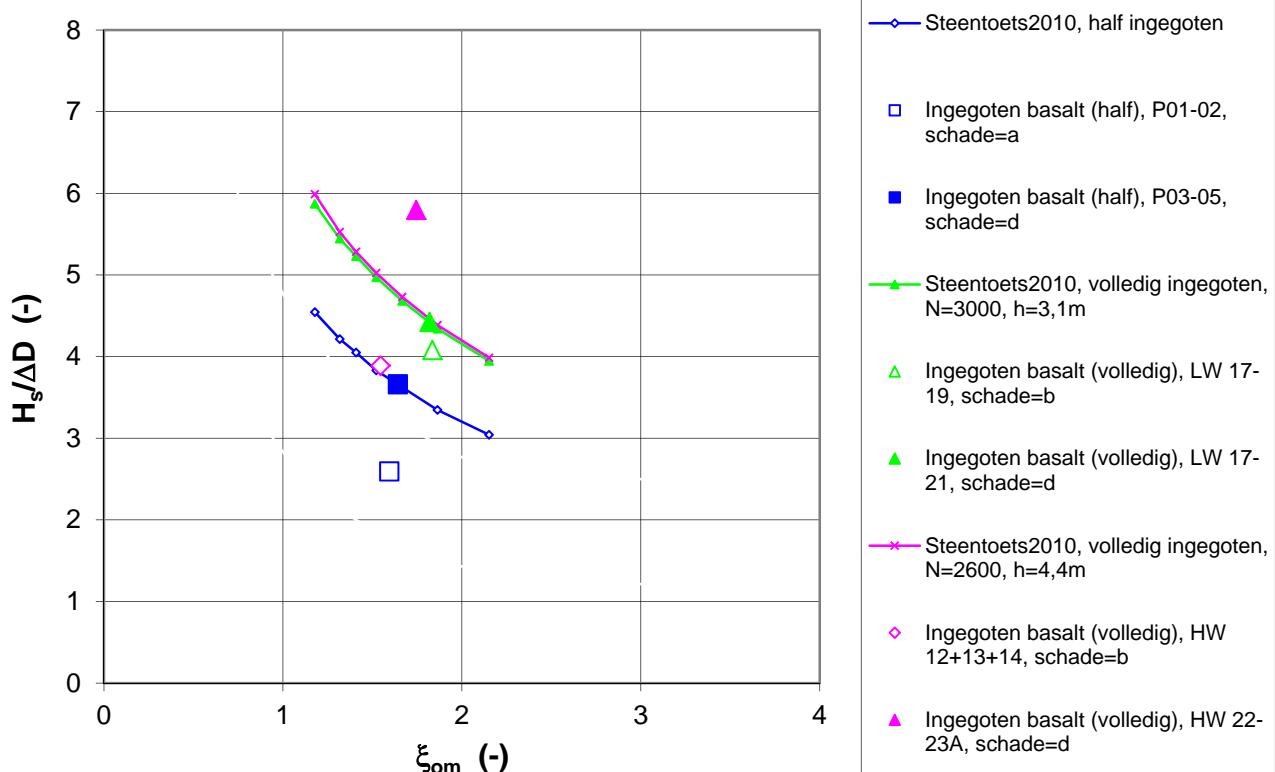
Boven: Black box type 2 (steenzettingen op klei)
Onder: Black box (ingegeten en overgoten steenzettingen)

gebaseerd op T_p

Black box type 2



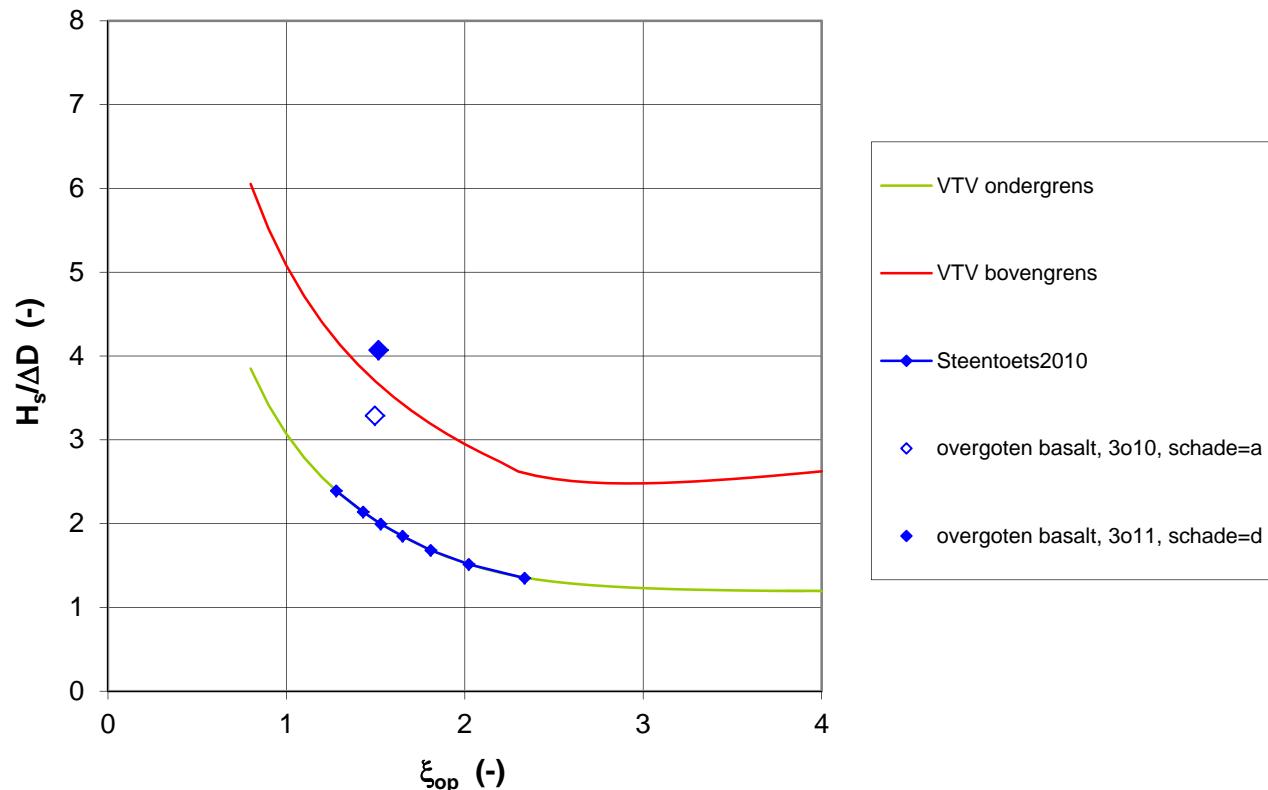
goed ingegoten basalt



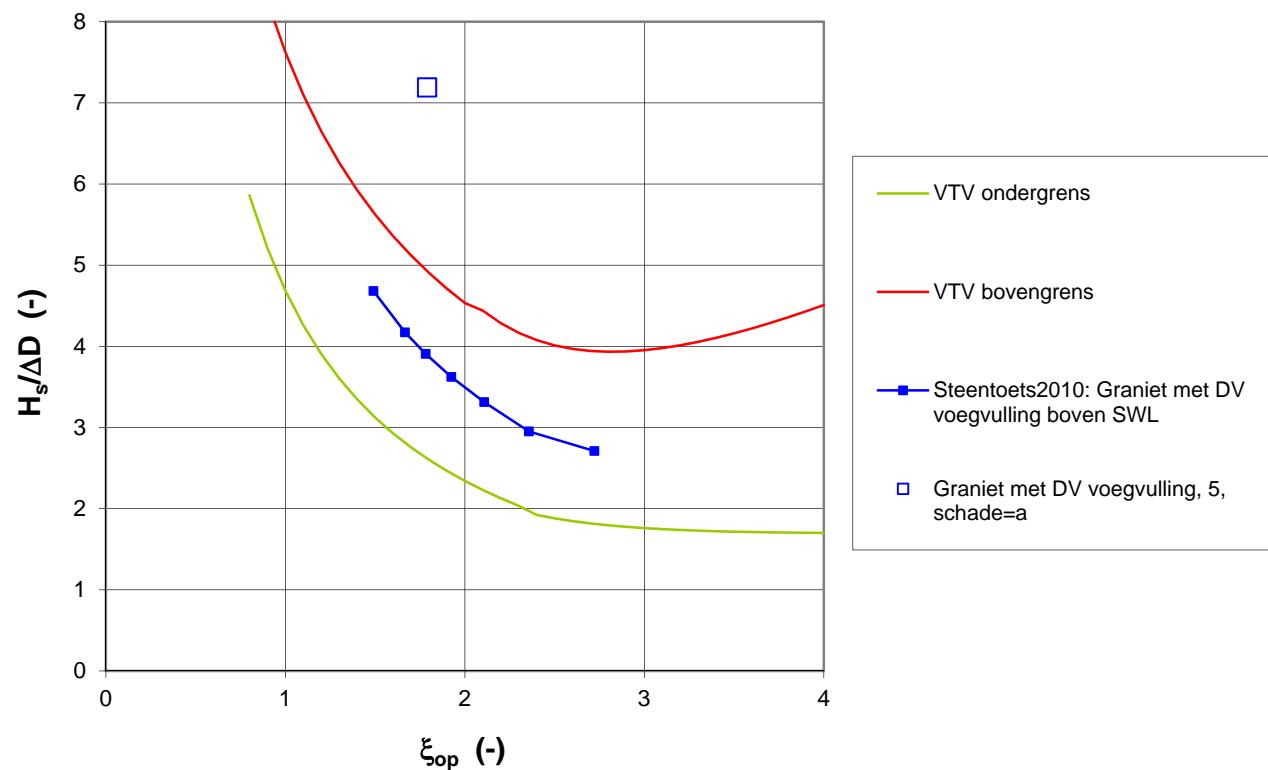
Boven: Black box type 2 (steenzettingen op klei)
Onder: Black box (ingegeten en overgoten steenzettingen)

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Overgoten basalt (Black box type 3c)



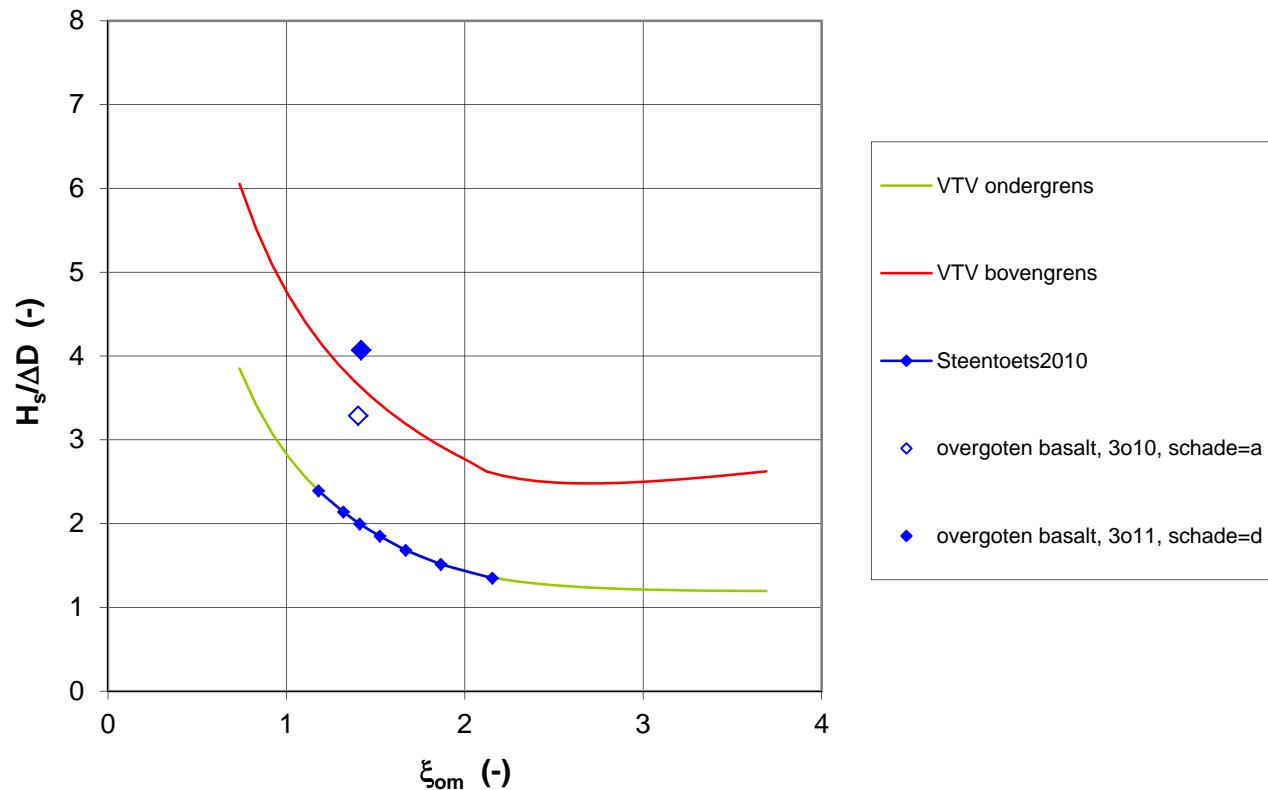
Graniet met DV-voegvulling boven SWL (Black box type 2)



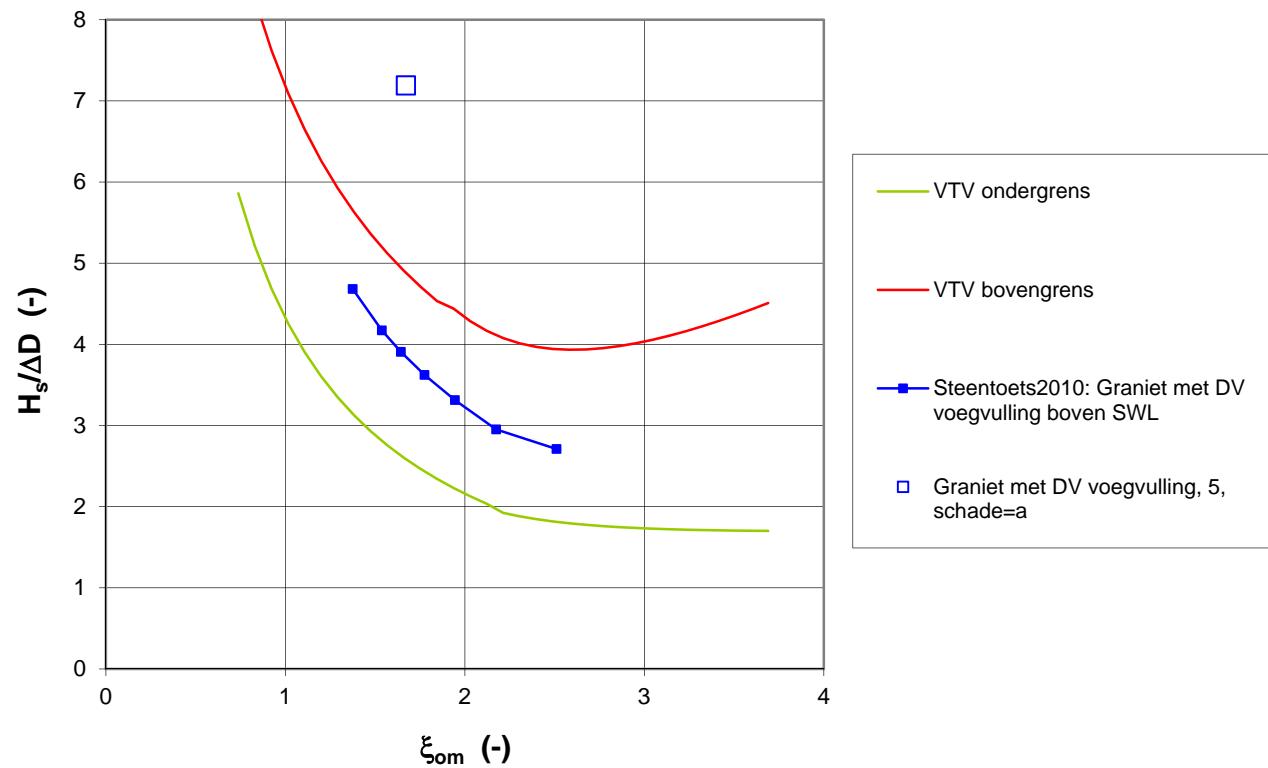
Boven: Black box type 3c (overgoten asfalt)
Onder: Black box type 2 (steenverzet boven SWL)

gebaseerd op T_p

Overgoten basalt (Black box type 3c)



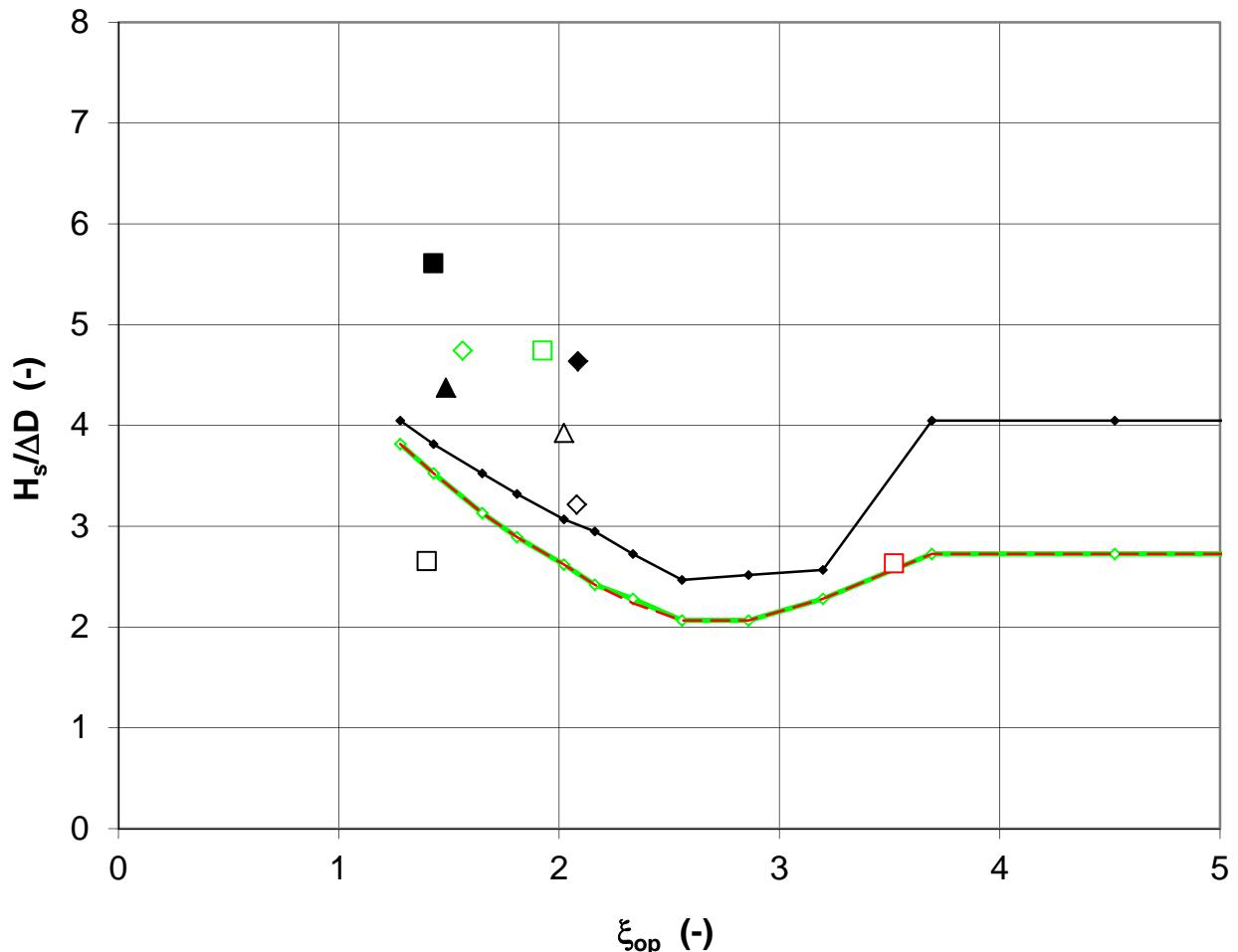
Graniet met DV-voegvulling boven SWL (Black box type 2)



Boven: Black box type 3c (overgoten asfalt)
Onder: Black box type 2 (steenverzet boven SWL)

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

plat gezette blokken 1997

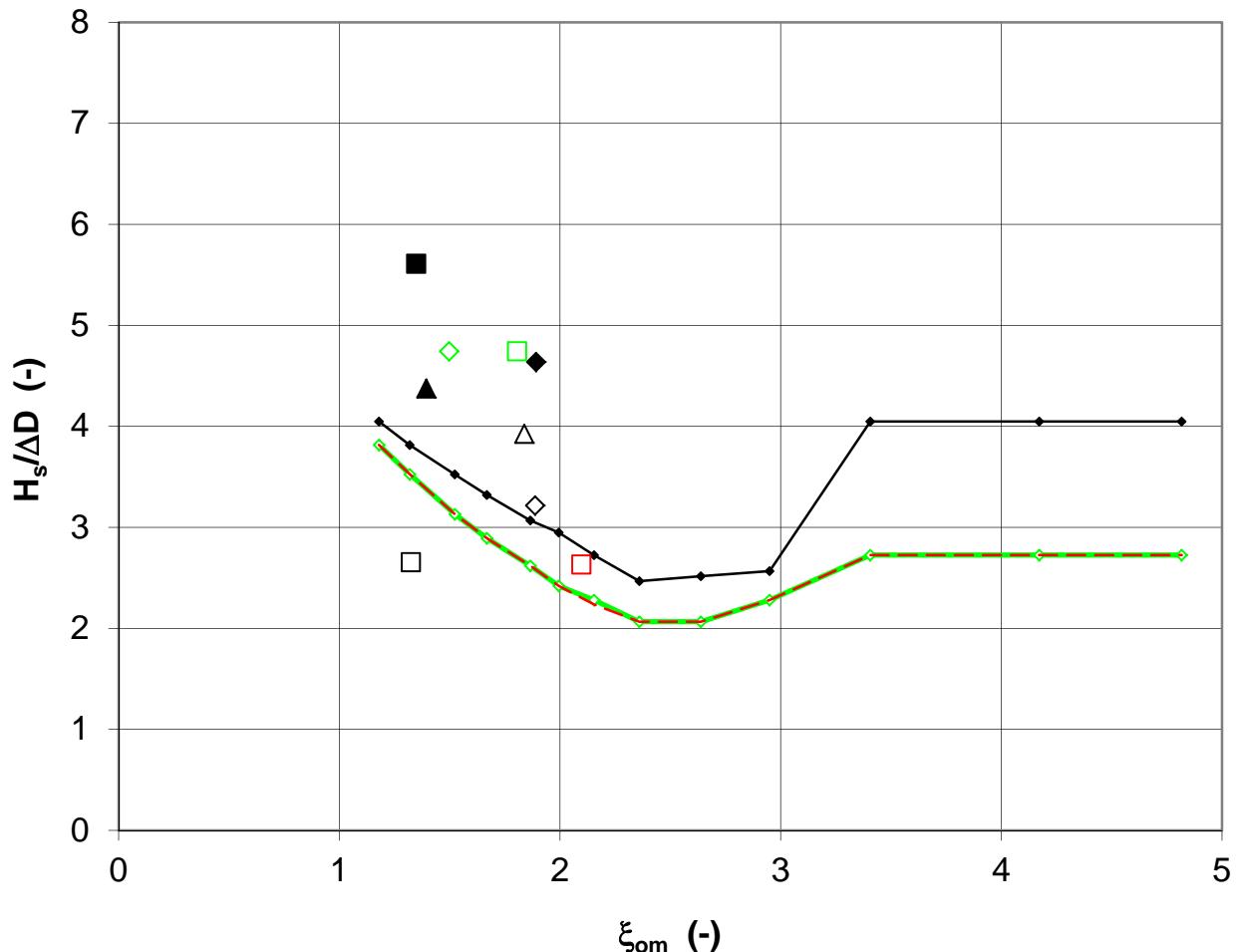


- ♦— Deltagoot 1997, wel/niet dichtgeslibte betonblokken, dicht filter, berm op +5, D = 20 cm
- ◊ Deltagoot 1997, 4bo06, schade=a
- Deltagoot 1997, 4co01, schade=a
- △ Deltagoot 1997, 4co07, schade=a
- ▲ Deltagoot 1997, 4co08, schade=c
- ◆ Deltagoot 1997, 4co09, schade=c
- Deltagoot 1997, 4co13, schade=d
- ♦— Deltagoot 1997 serie 5, blokken op mijnsteen, berm op +5, D = 25 cm
- ◊ Deltagoot 1997, 5o05, schade=a
- Deltagoot 1997, 5o06, schade=b
- Deltagoot 1997 serie 6, blokken op mijnsteen, berm op +5, lage waterstand, D = 25 cm
- Deltagoot 1997, 6o21, schade=a

Plat gezette blokken op filter (1997)
blokken van 50x50 cm²

gebaseerd op T_p

plat gezette blokken 1997



- Deltagoot 1997, wel/niet dichtgeslibte betonblokken, dicht filter, berm op +5, D = 20 cm
- ◊ Deltagoot 1997, 4bo06, schade=a
- Deltagoot 1997, 4co01, schade=a
- △ Deltagoot 1997, 4co07, schade=a
- ▲ Deltagoot 1997, 4co08, schade=c
- ◆ Deltagoot 1997, 4co09, schade=c
- Deltagoot 1997, 4co13, schade=d
- ♦— Deltagoot 1997 serie 5, blokken op mijnsteen, berm op +5, D = 25 cm
- ◊ Deltagoot 1997, 5o05, schade=a
- Deltagoot 1997, 5o06, schade=b
- Deltagoot 1997 serie 6, blokken op mijnsteen, berm op +5, lage waterstand, D = 25 cm
- Deltagoot 1997, 6o21, schade=a

Plat gezette blokken op filter (1997)
blokken van $50 \times 50 \text{ cm}^2$

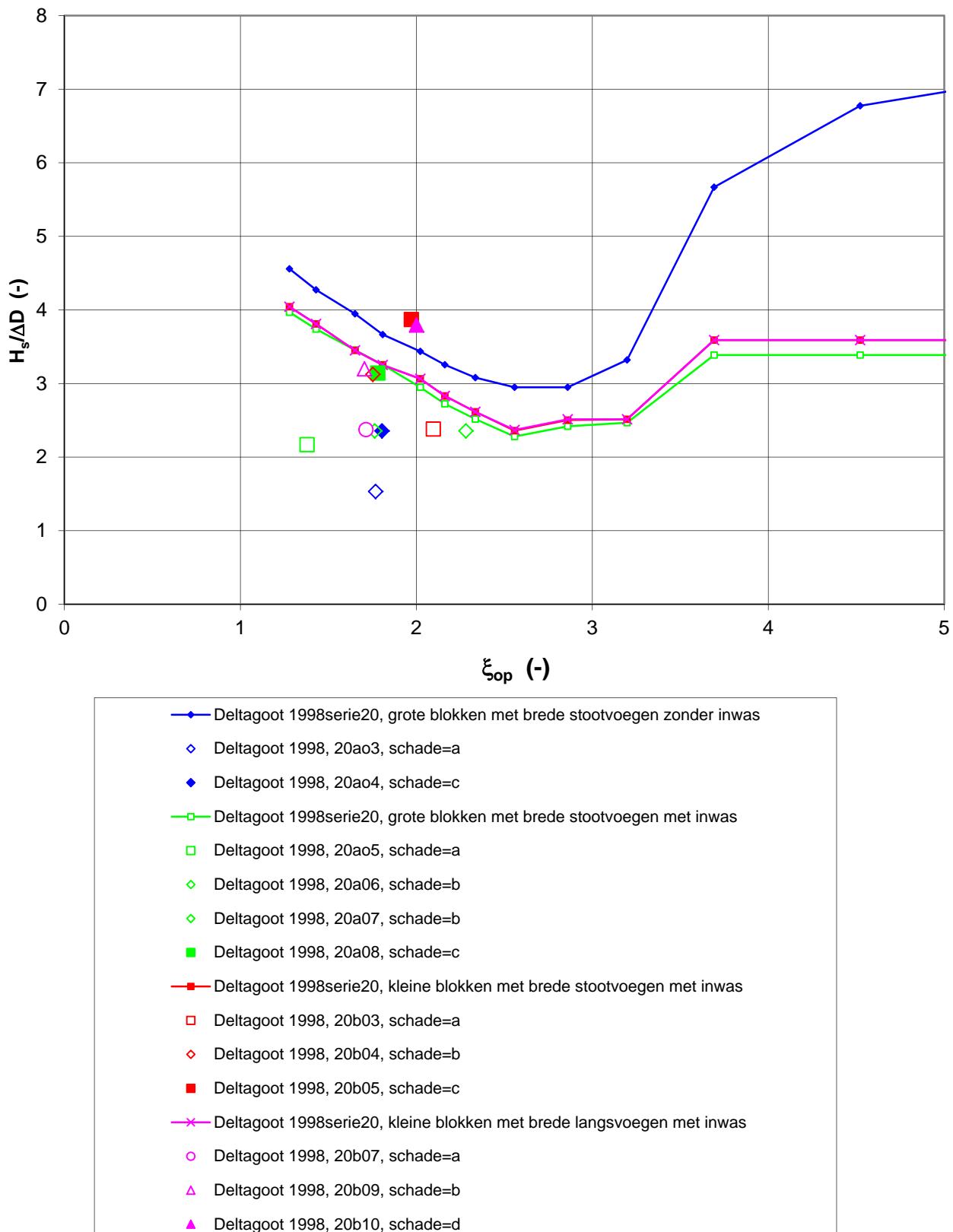
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.4b

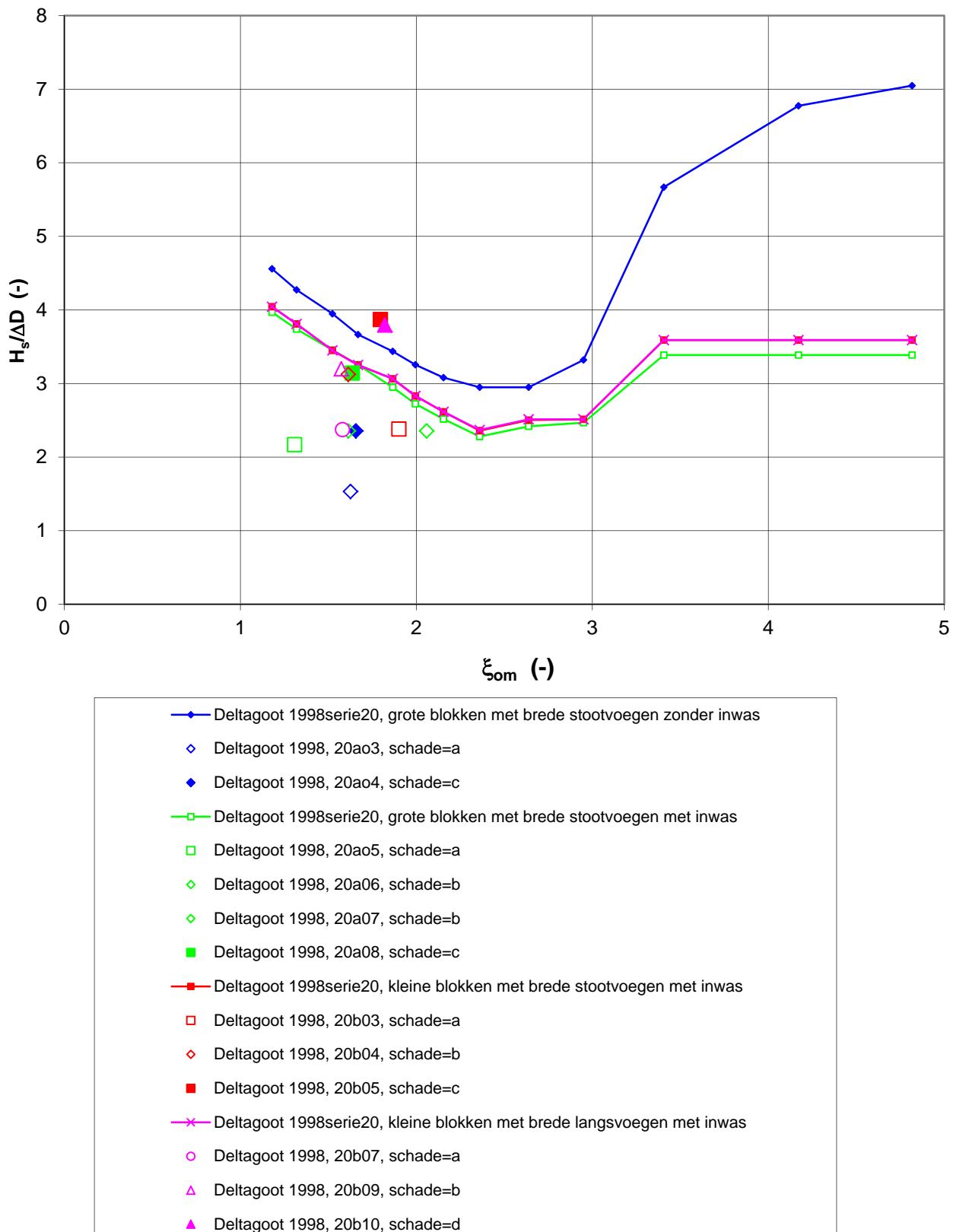
plat gezette blokken 1998, serie 20



Plat gezette blokken op filter (1998)
blokken van 50x50 en 25x25 cm²

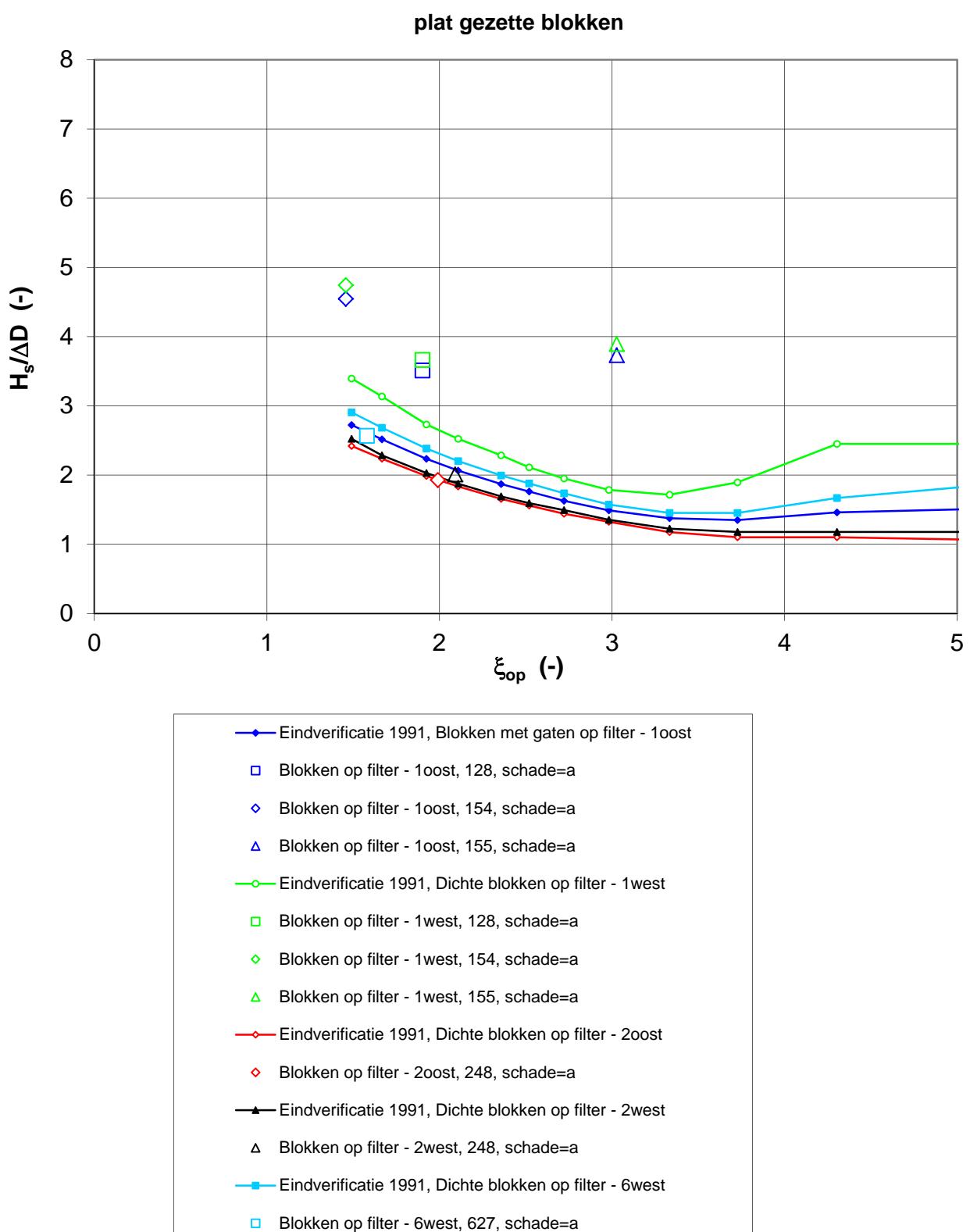
gebaseerd op T_p

plat gezette blokken 1998, serie 20



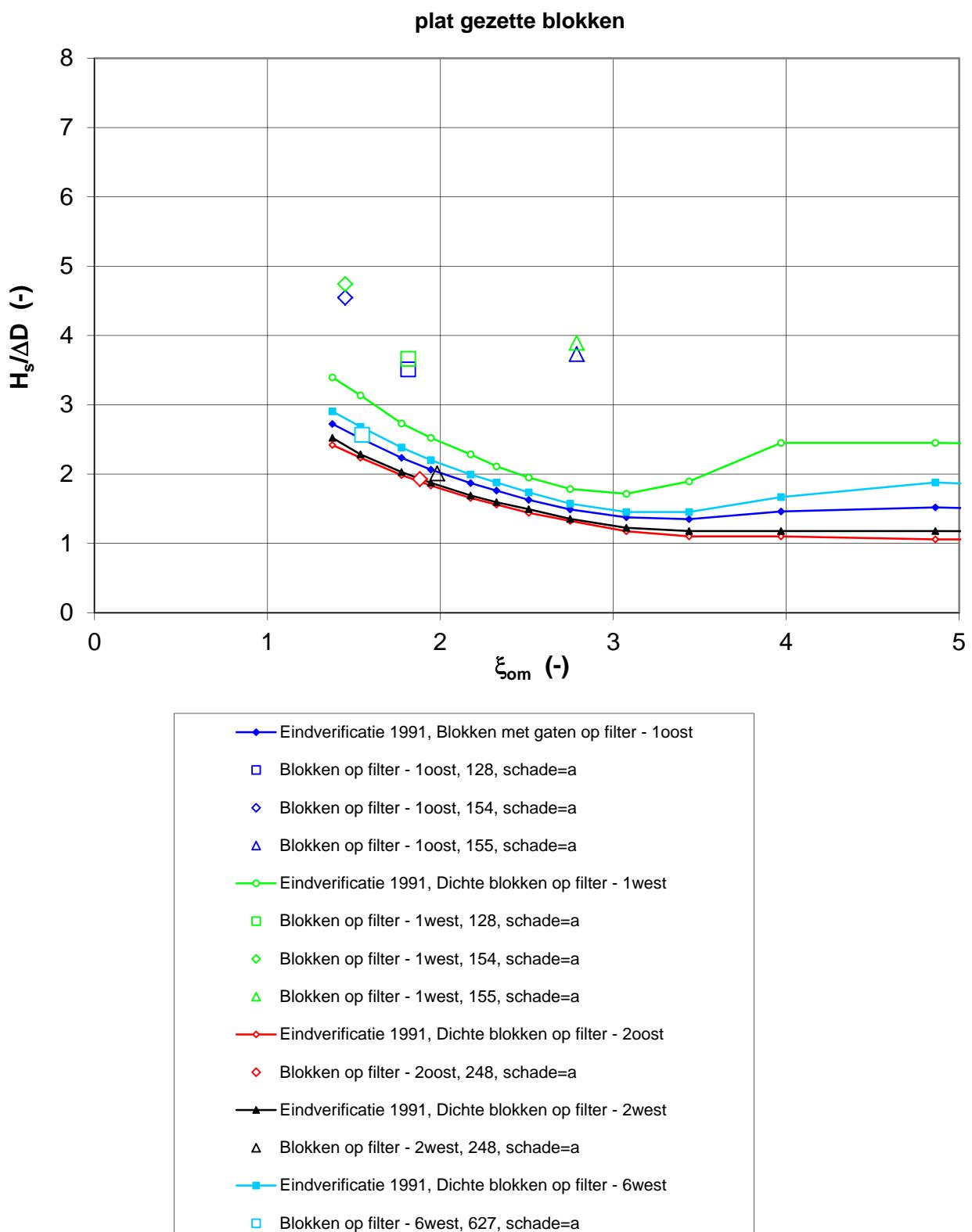
Plat gezette blokken op filter (1998)
blokken van 50x50 en 25x25 cm²

gebaseerd op $T_{m-1,0}$



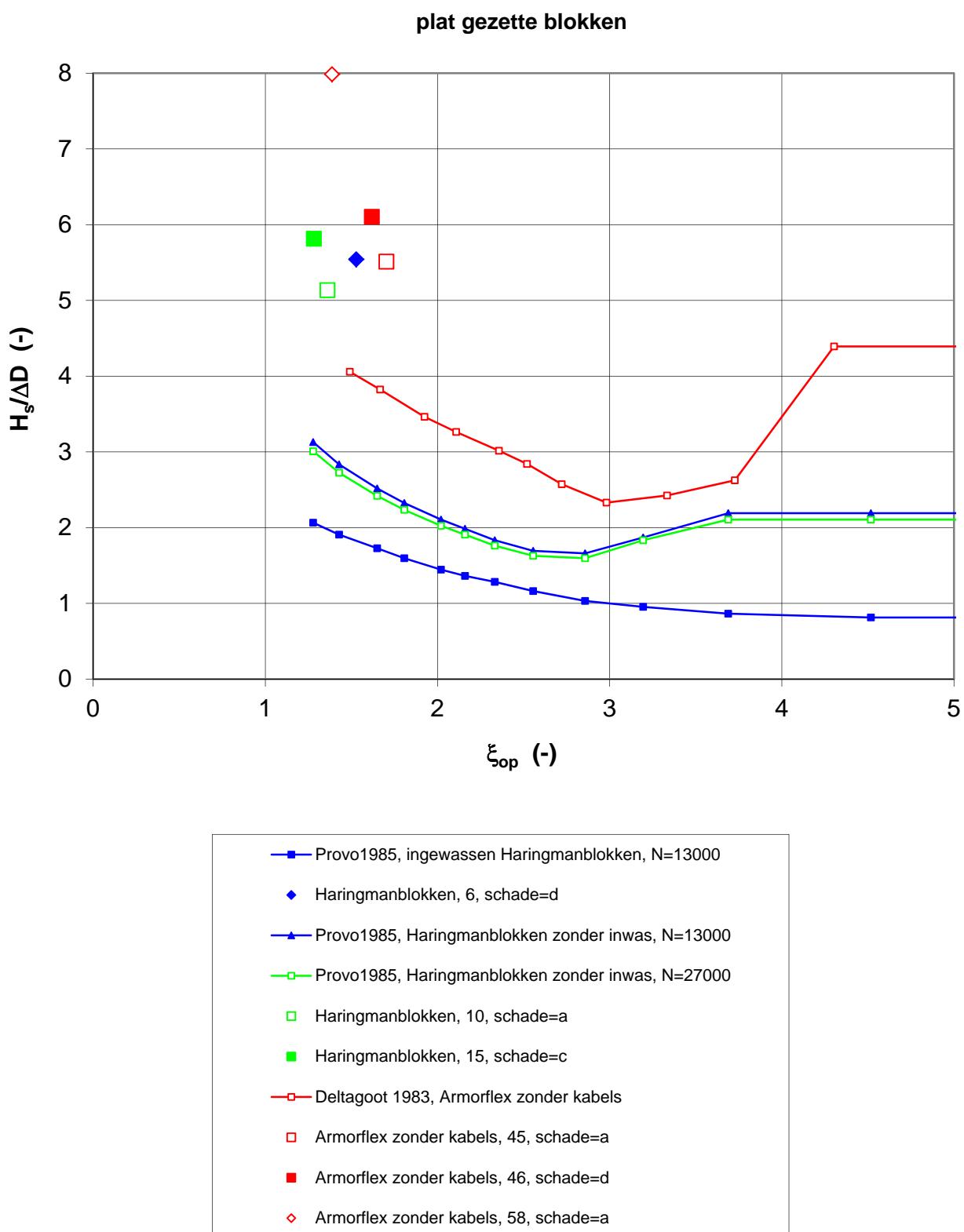
Plat gezette blokken op filter
blokken van 25x30 en 50x50 cm²

gebaseerd op T_p



Plat gezette blokken op filter
blokken van 25x30 en 50x50 cm²

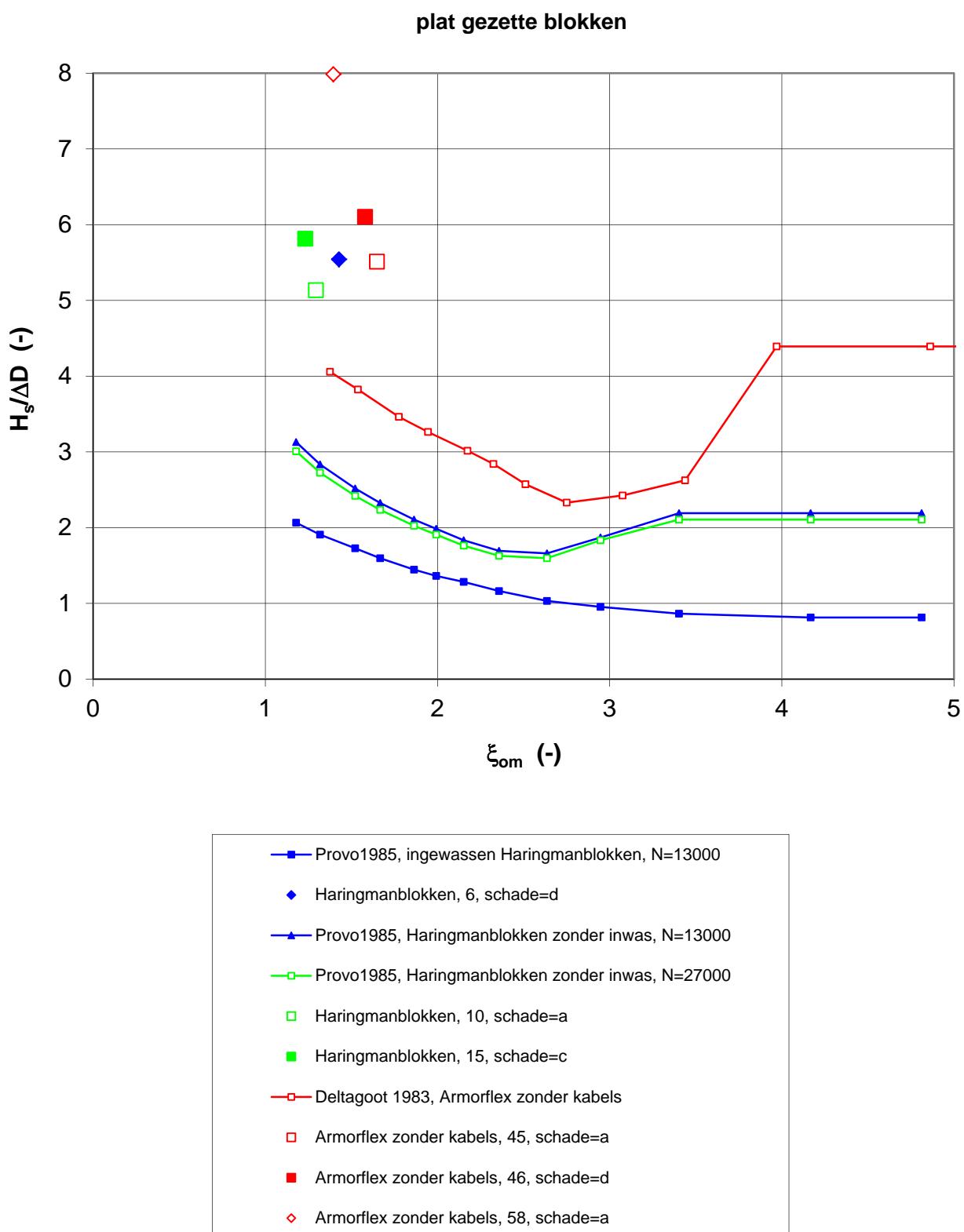
gebaseerd op T_{m-1,0}



- Provo1985, ingewassen Haringmanblokken, N=13000
- ◆ Haringmanblokken, 6, schade=d
- ▲ Provo1985, Haringmanblokken zonder inwas, N=13000
- Provo1985, Haringmanblokken zonder inwas, N=27000
- Haringmanblokken, 10, schade=a
- Haringmanblokken, 15, schade=c
- Deltagoot 1983, Armorflex zonder kabels
- Armorflex zonder kabels, 45, schade=a
- Armorflex zonder kabels, 46, schade=d
- ◇ Armorflex zonder kabels, 58, schade=a

Plat gezette blokken op filter
Haringmanblokken van $50 \times 50 \text{ cm}^2$ en Armorflex

gebaseerd op T_p



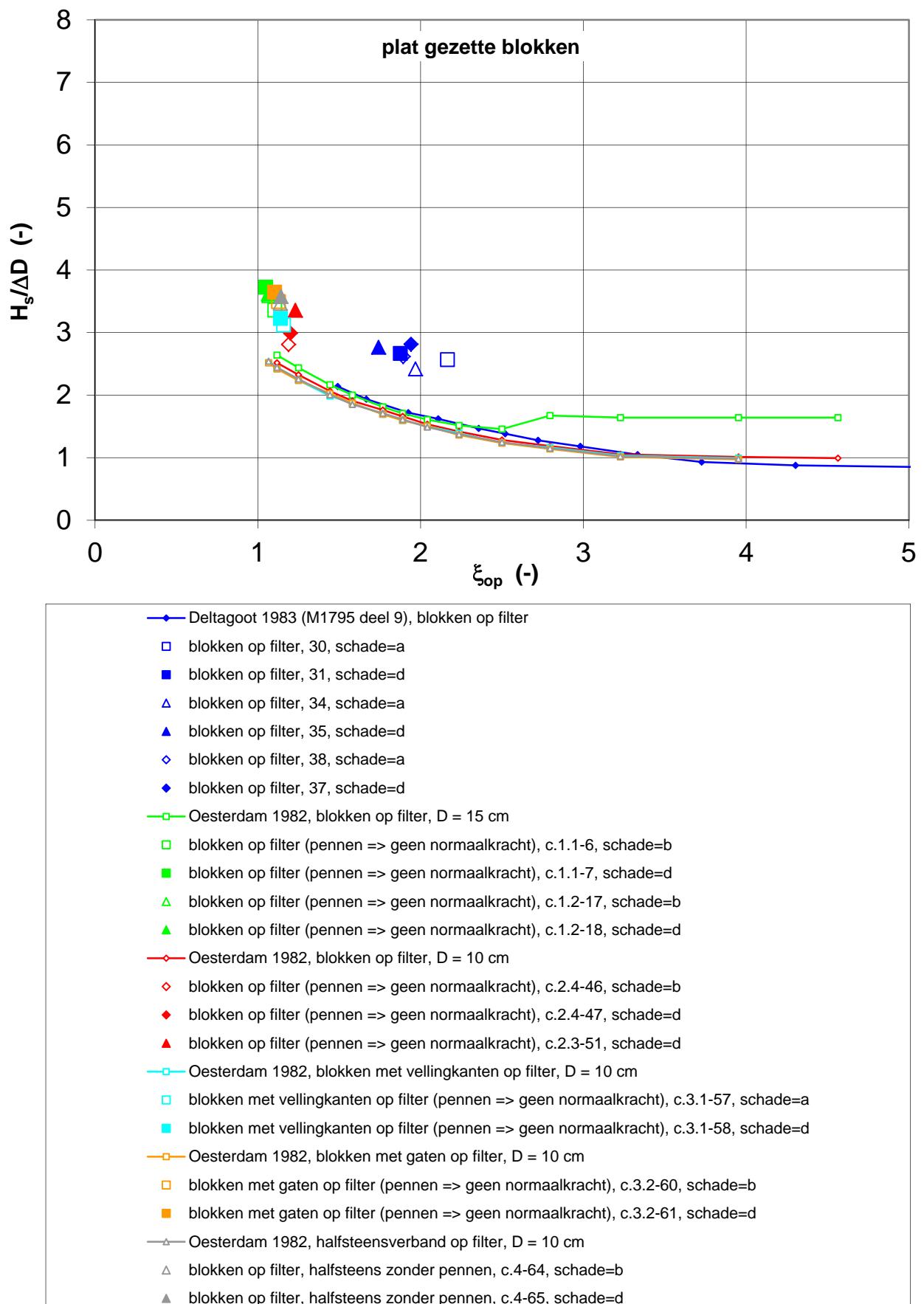
Plat gezette blokken op filter
Haringmanblokken van $50 \times 50 \text{ cm}^2$ en Armorflex

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

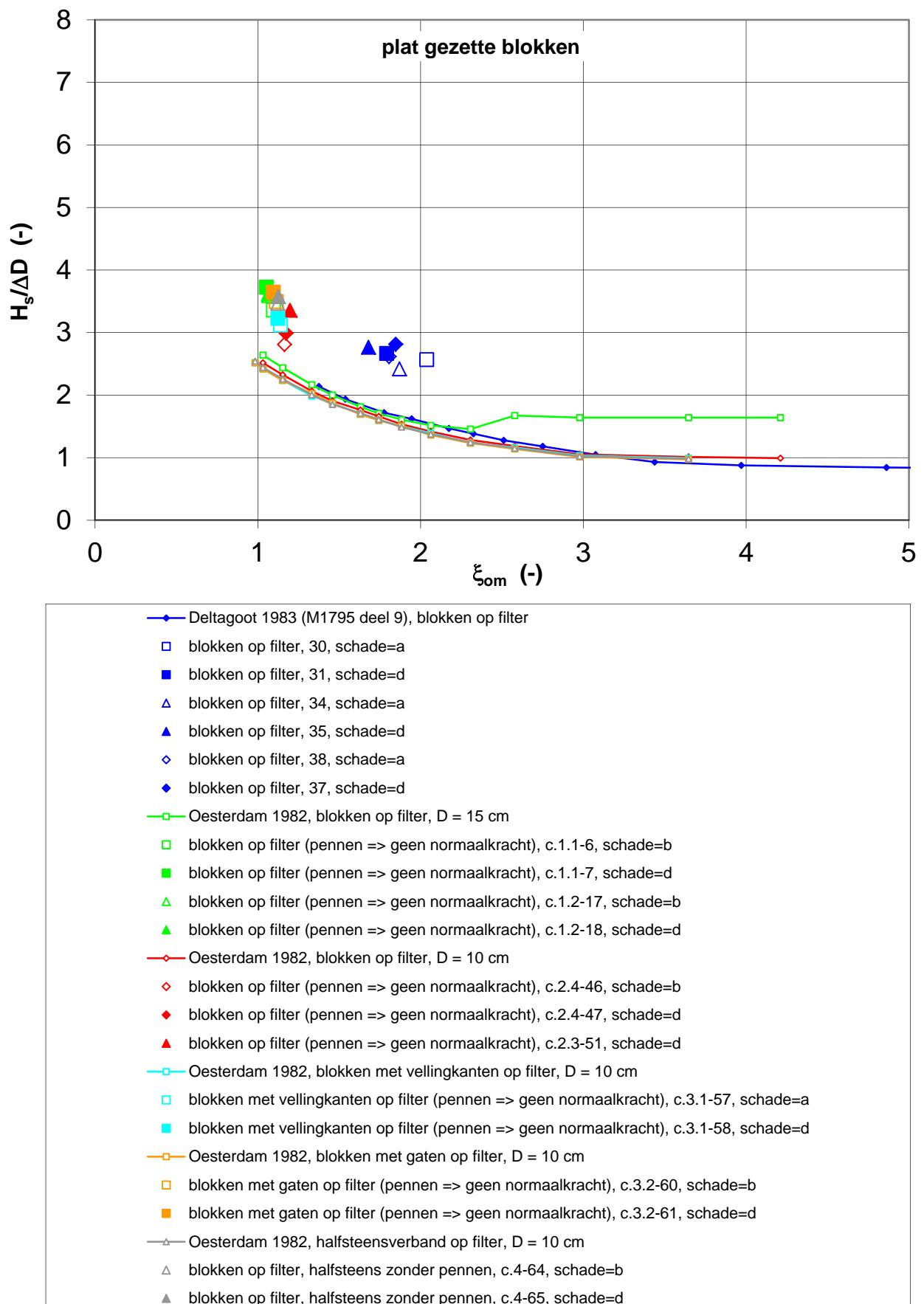
1204727-009

FIG. C.7b



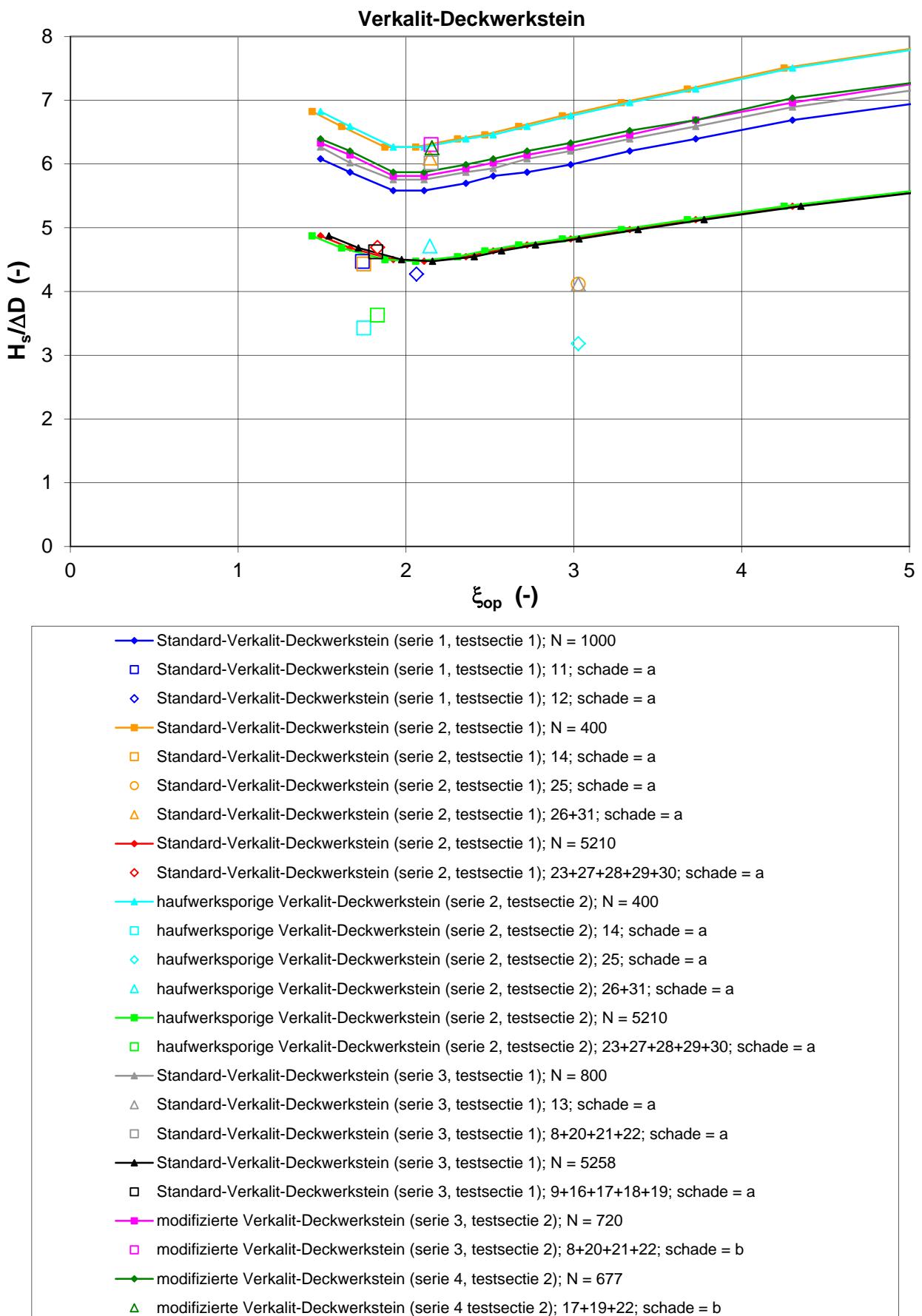
Plat gezette blokken op filter
Oesterdam en Gidsonderzoek

gebaseerd op T_p



Plat gezette blokken op filter
Oesterdam en Gidsonderzoek

gebaseerd op $T_{m-1,0}$



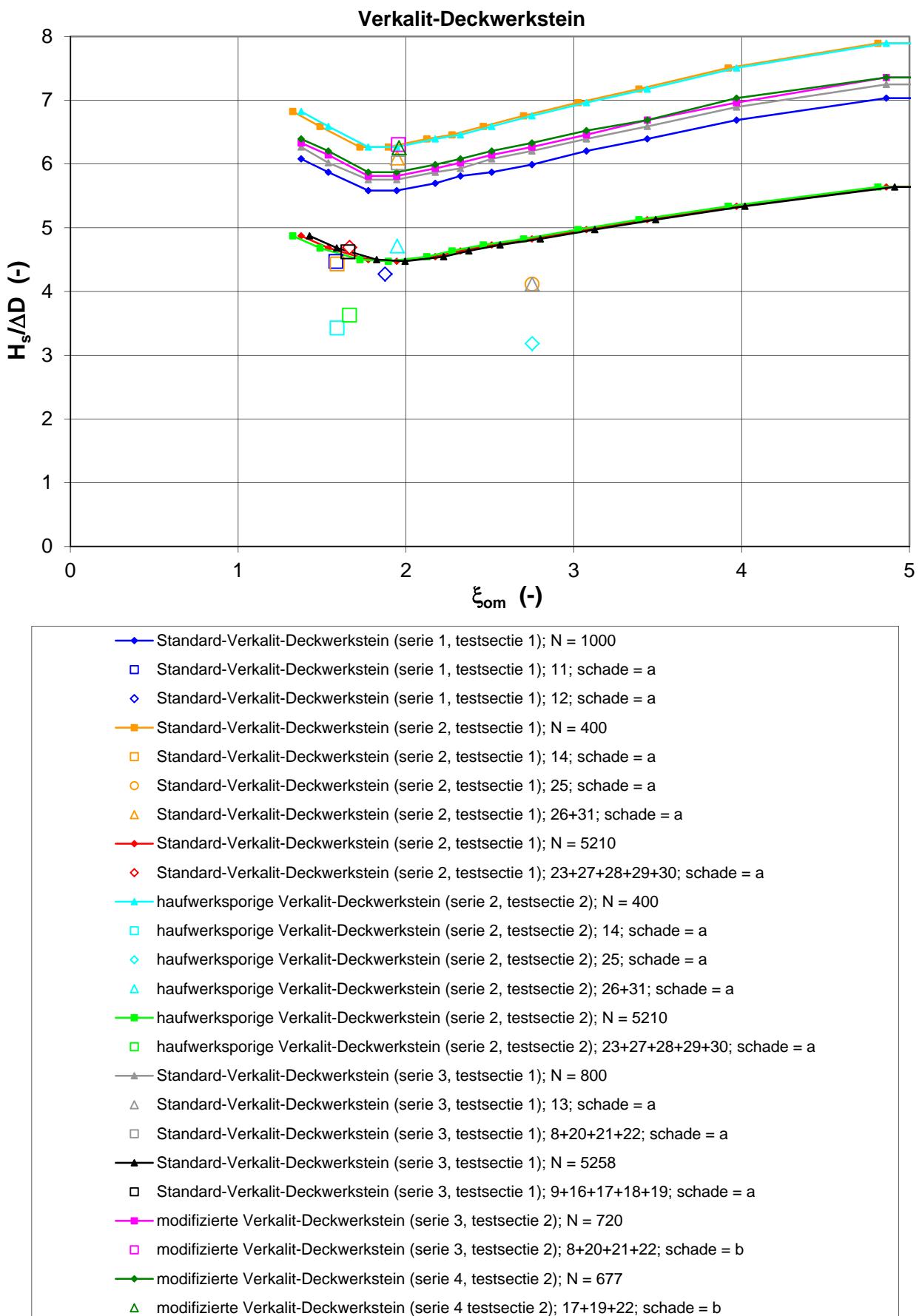
Verkalit-Deckwerkstein

gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.9a



Verkalit-Deckwerkstein

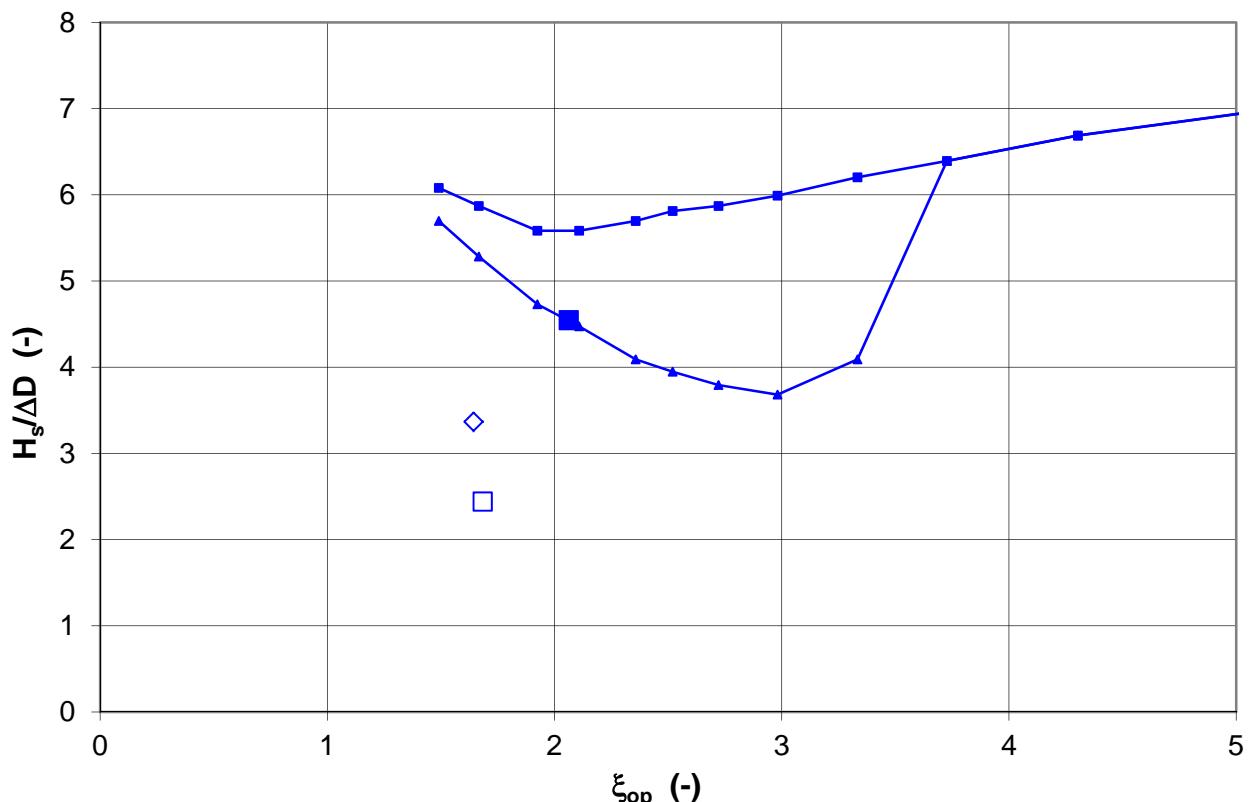
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.9b

Pflasterstein



- Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); N = 1000
- Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); 5; schade = a
- ◊ Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); 7; schade = b
- Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); 12; schade = d
- ▲ Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); n = 0,35; D15 = 5; N = 1000

Pflasterstein

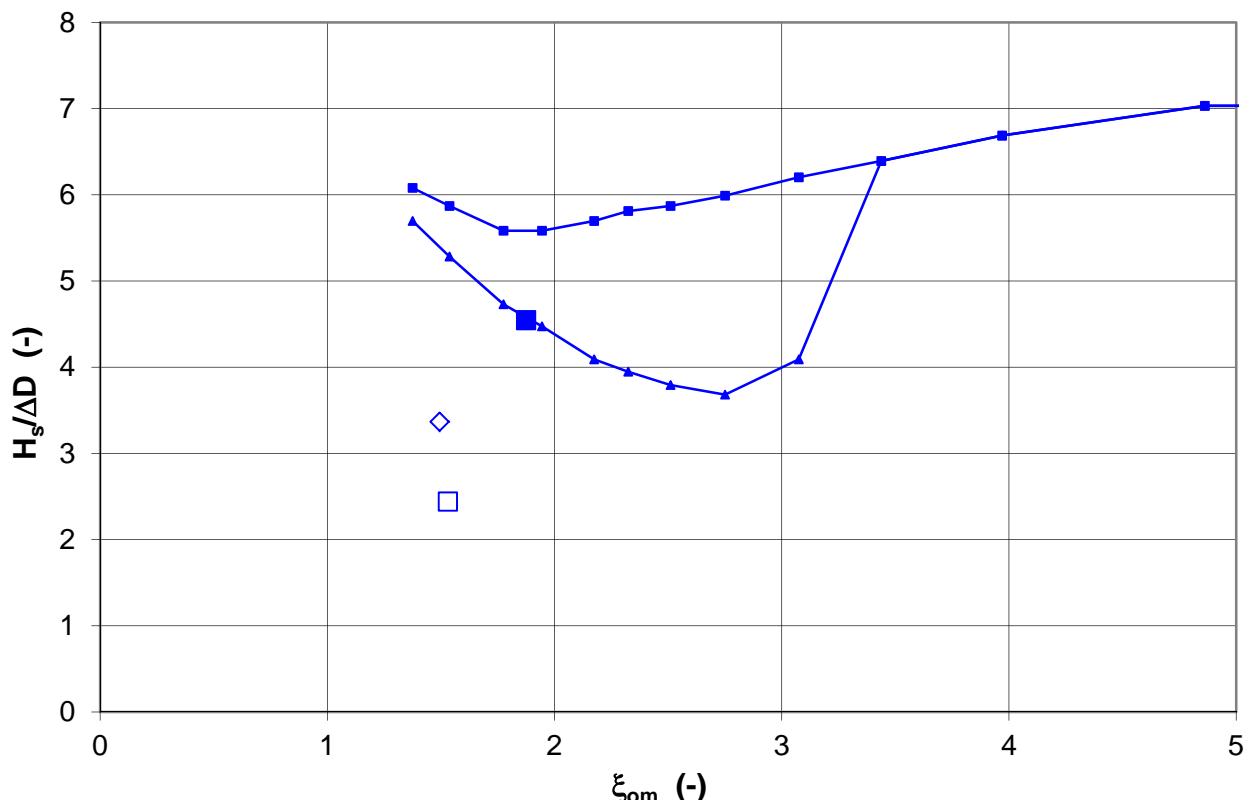
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.10a

Pflasterstein



- Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); N = 1000
- Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); 5; schade = a
- ◊ Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); 7; schade = b
- Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); 12; schade = d
- ▲ Pflasterstein (serie 1, testsectie 2); n = 0,35; D15 = 5; N = 1000

Pflasterstein

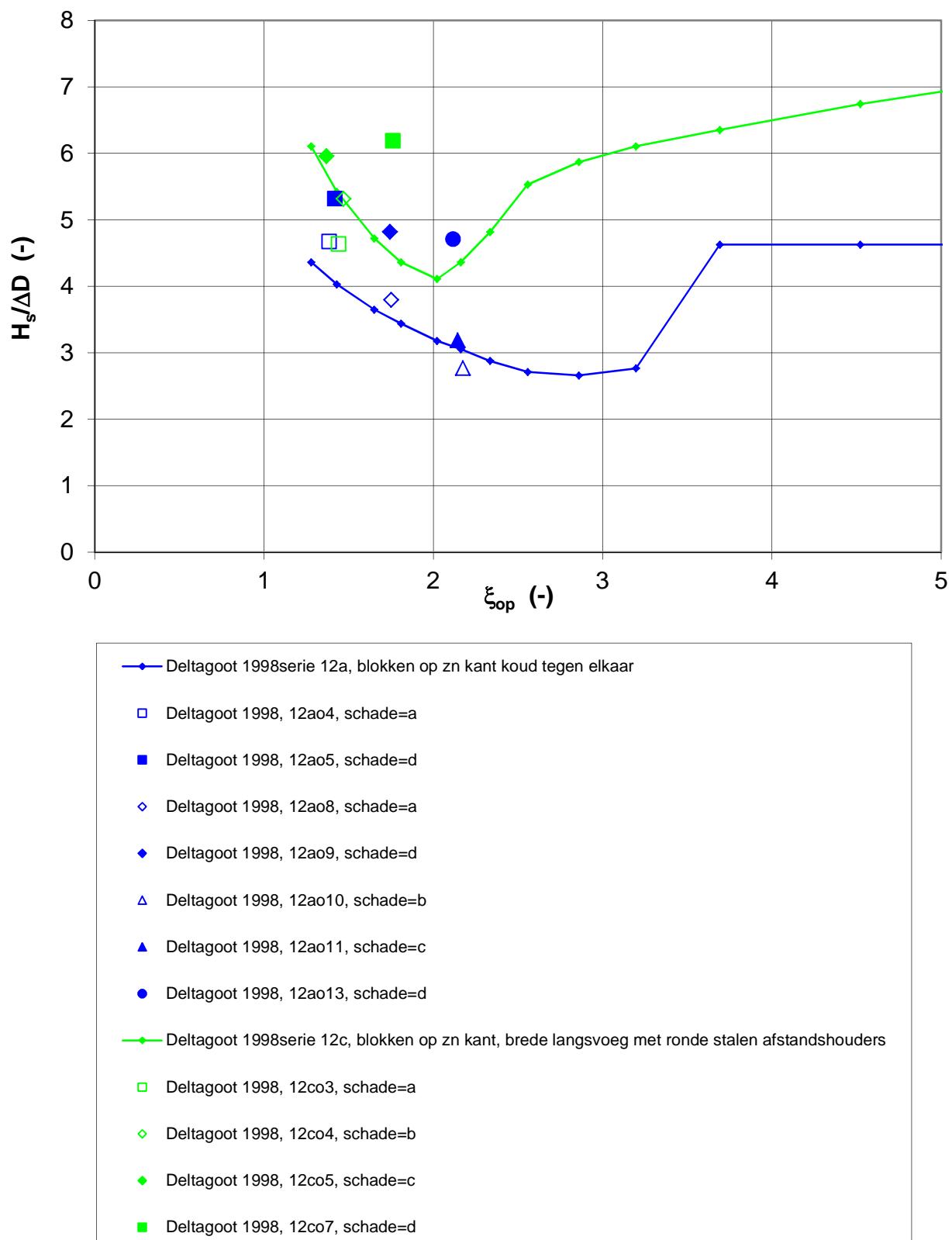
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.10b

blokken op hun kant 1998, 12a en 12c



- ◆ Deltagoot 1998serie 12a, blokken op zn kant koud tegen elkaar
- Deltagoot 1998, 12ao4, schade=a
- Deltagoot 1998, 12ao5, schade=d
- ◇ Deltagoot 1998, 12ao8, schade=a
- ◆ Deltagoot 1998, 12ao9, schade=d
- △ Deltagoot 1998, 12ao10, schade=b
- ▲ Deltagoot 1998, 12ao11, schade=c
- Deltagoot 1998, 12ao13, schade=d
- ◆— Deltagoot 1998serie 12c, blokken op zn kant, brede langsvoeg met ronde stalen afstandshouders
- Deltagoot 1998, 12co3, schade=a
- ◇ Deltagoot 1998, 12co4, schade=b
- ◆ Deltagoot 1998, 12co5, schade=c
- Deltagoot 1998, 12co7, schade=d

Blokken op hun kant
Deltagoot 1998, serie 12a en 12c

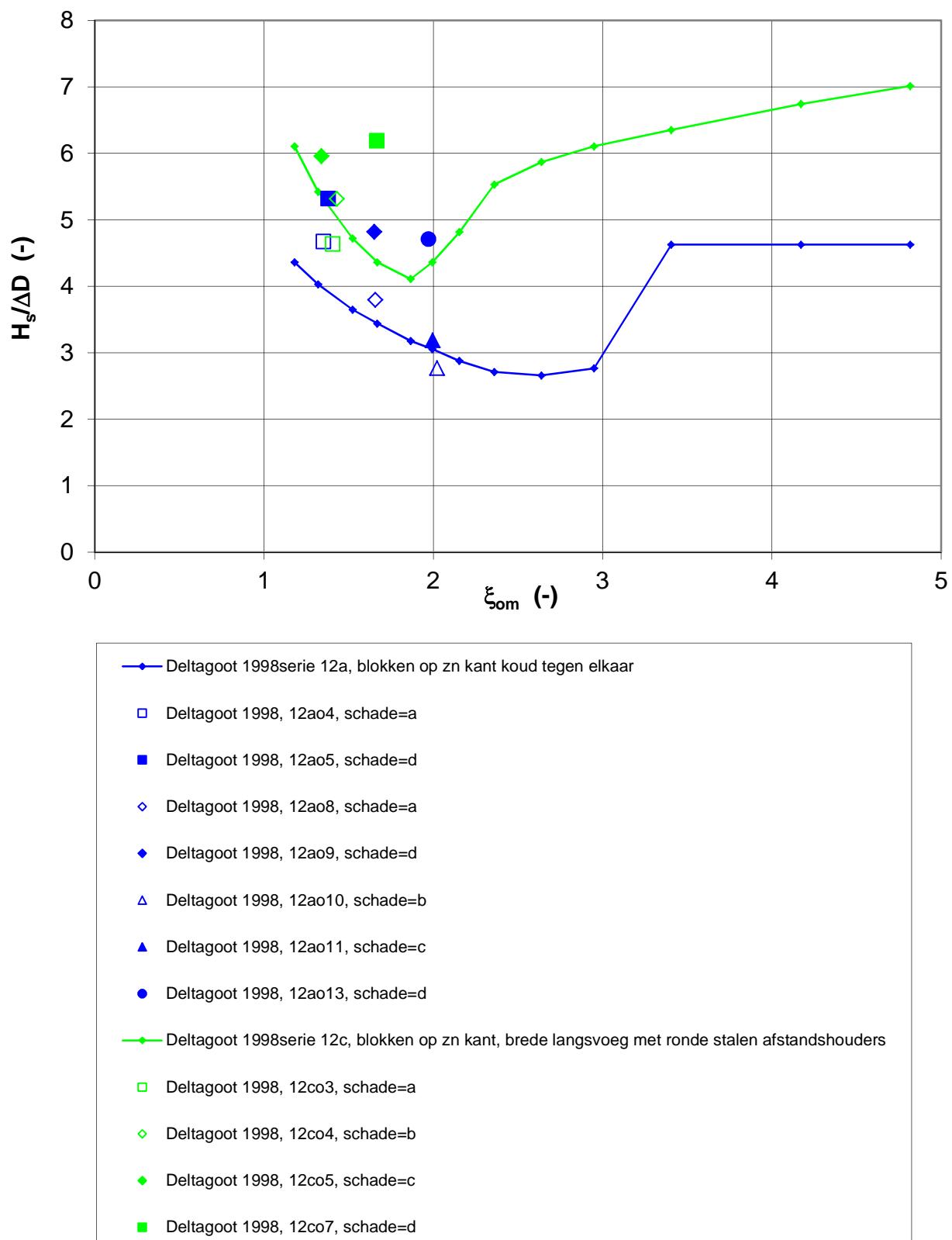
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.11a

blokken op hun kant 1998, 12a en 12c



- ◆ Deltagoot 1998serie 12a, blokken op zn kant koud tegen elkaar
- Deltagoot 1998, 12ao4, schade=a
- Deltagoot 1998, 12ao5, schade=d
- ◇ Deltagoot 1998, 12ao8, schade=a
- ◆ Deltagoot 1998, 12ao9, schade=d
- △ Deltagoot 1998, 12ao10, schade=b
- ▲ Deltagoot 1998, 12ao11, schade=c
- Deltagoot 1998, 12ao13, schade=d
- ◆ Deltagoot 1998serie 12c, blokken op zn kant, brede langsvoeg met ronde stalen afstandshouders
- Deltagoot 1998, 12co3, schade=a
- ◇ Deltagoot 1998, 12co4, schade=b
- ◆ Deltagoot 1998, 12co5, schade=c
- Deltagoot 1998, 12co7, schade=d

Blokken op hun kant
Deltagoot 1998, serie 12a en 12c

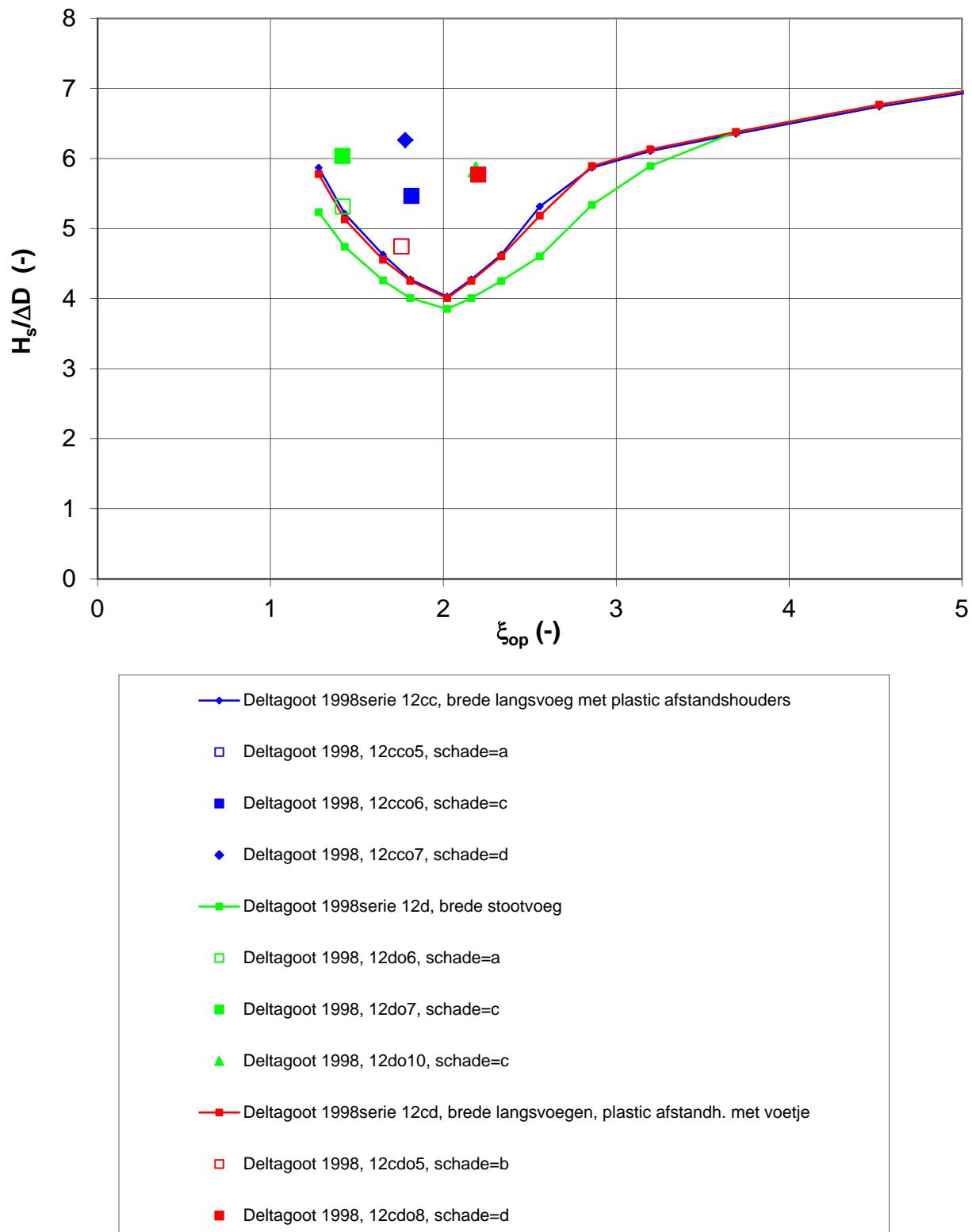
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.11b

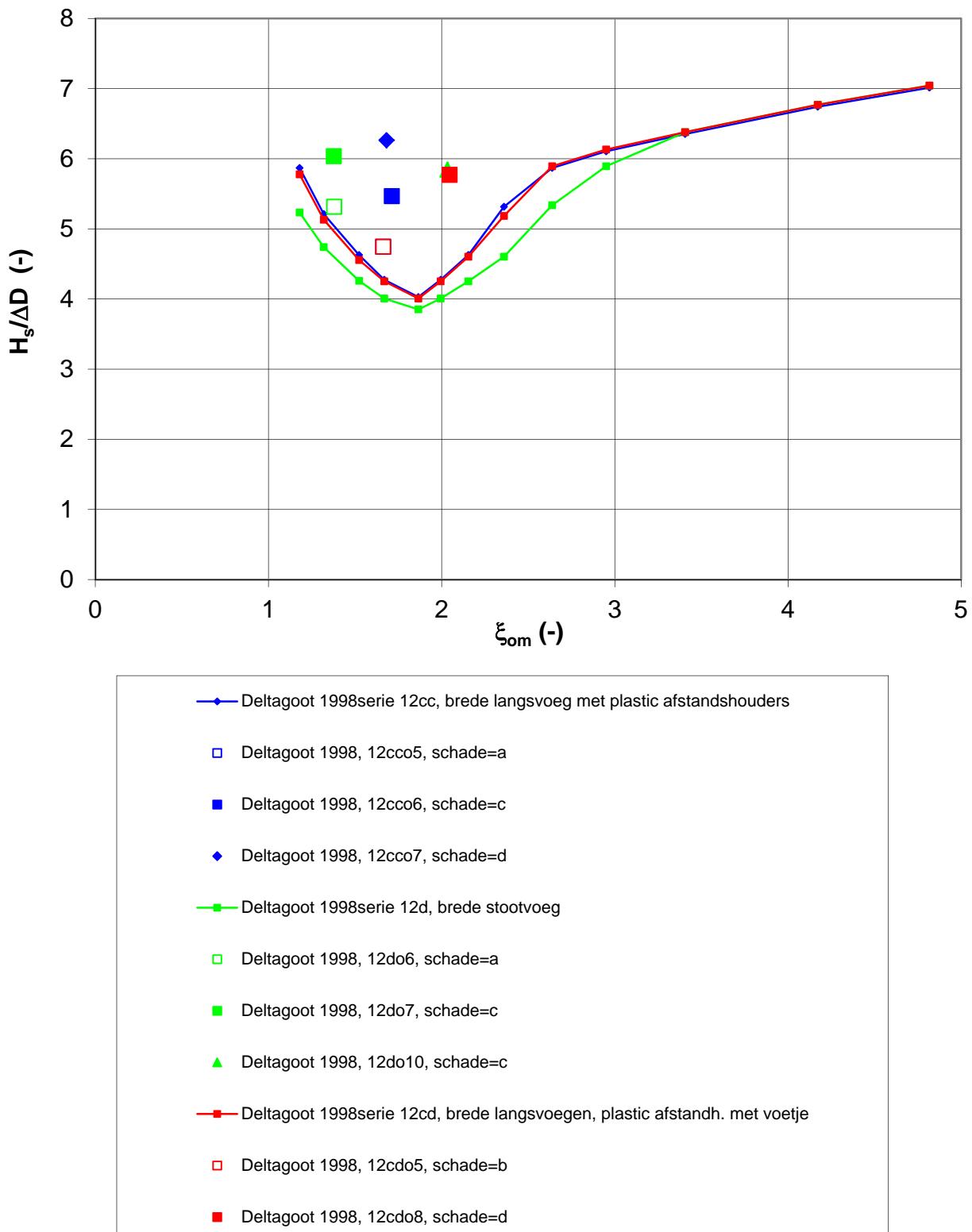
blokken op hun kant 1998, 12cc, 12d en 12cd



Blokken op hun kant
Deltagoot 1998, serie 12cc, 12d en 12cd

gebaseerd op T_p

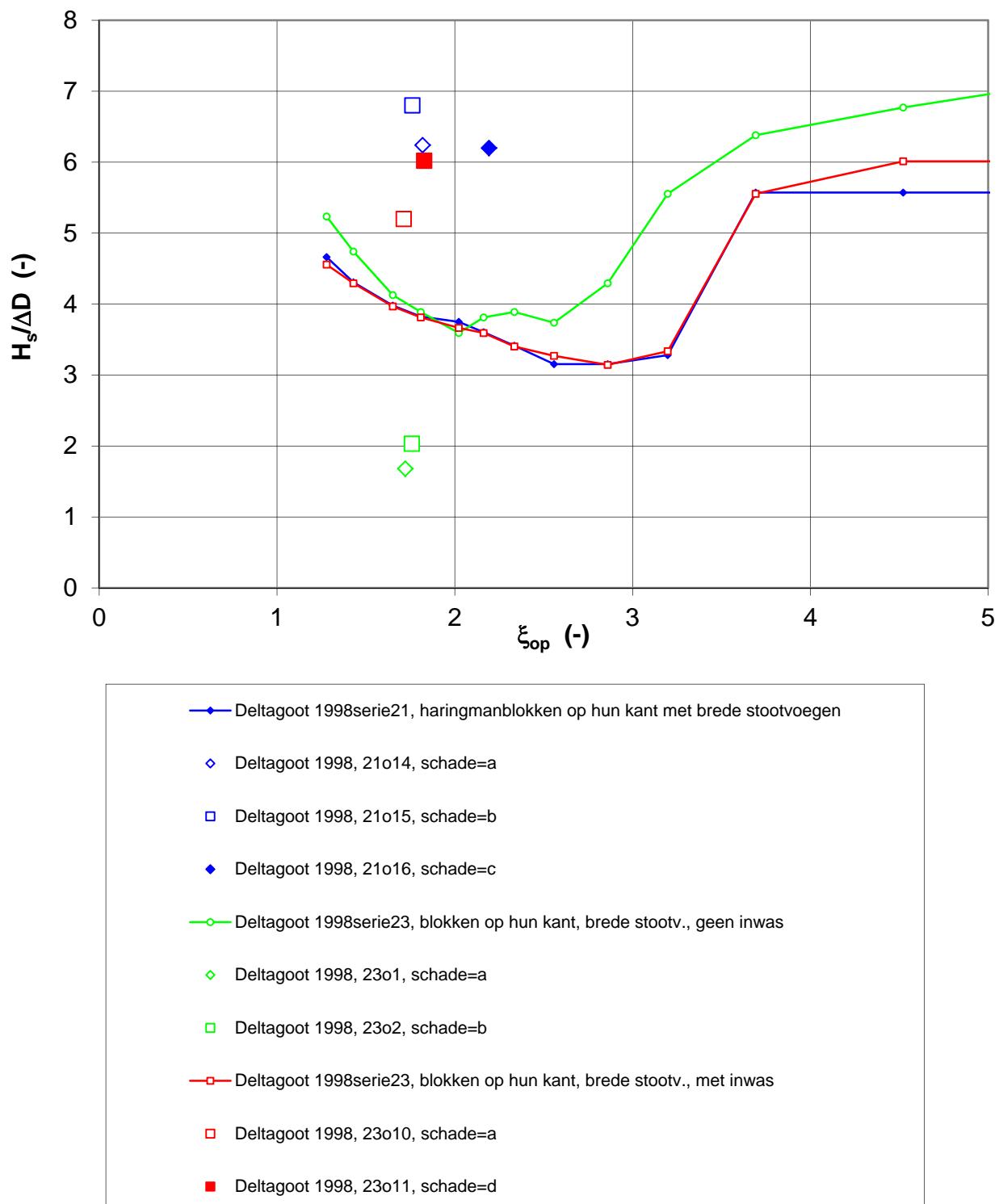
blokken op hun kant 1998, 12cc, 12d en 12cd



Blokken op hun kant
Deltagoot 1998, serie 12cc, 12d en 12cd

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

blokken op hun kant 1998, serie 21 en 23



—♦— Deltagoot 1998serie21, haringmanblokken op hun kant met brede stootvoegen

◊ Deltagoot 1998, 21o14, schade=a

□ Deltagoot 1998, 21o15, schade=b

◆ Deltagoot 1998, 21o16, schade=c

—○— Deltagoot 1998serie23, blokken op hun kant, brede stootv., geen inwas

◊ Deltagoot 1998, 23o1, schade=a

□ Deltagoot 1998, 23o2, schade=b

—□— Deltagoot 1998serie23, blokken op hun kant, brede stootv., met inwas

□ Deltagoot 1998, 23o10, schade=a

■ Deltagoot 1998, 23o11, schade=d

Blokken op hun kant
Deltagoot 1998, serie 21 en 23

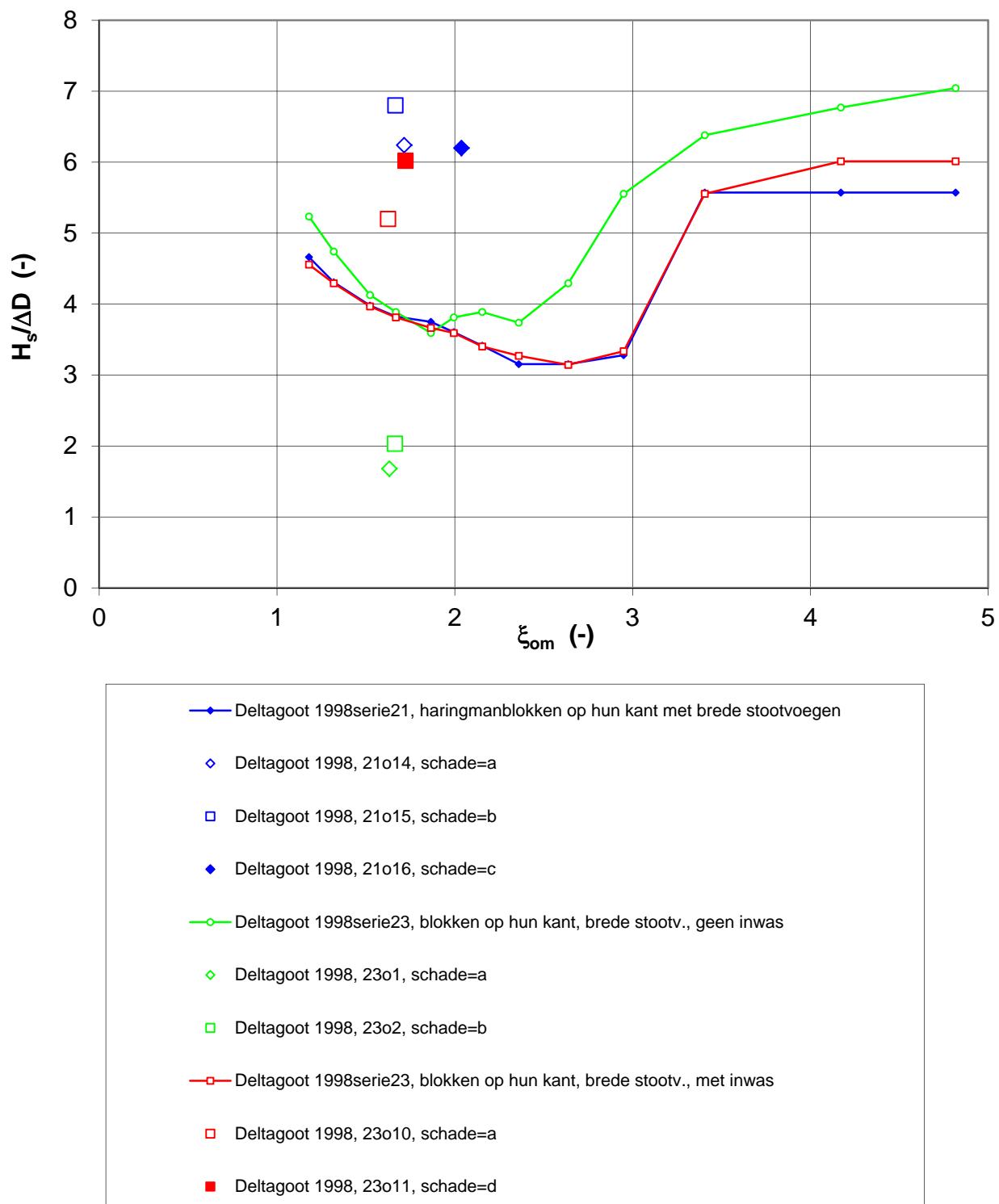
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.13a

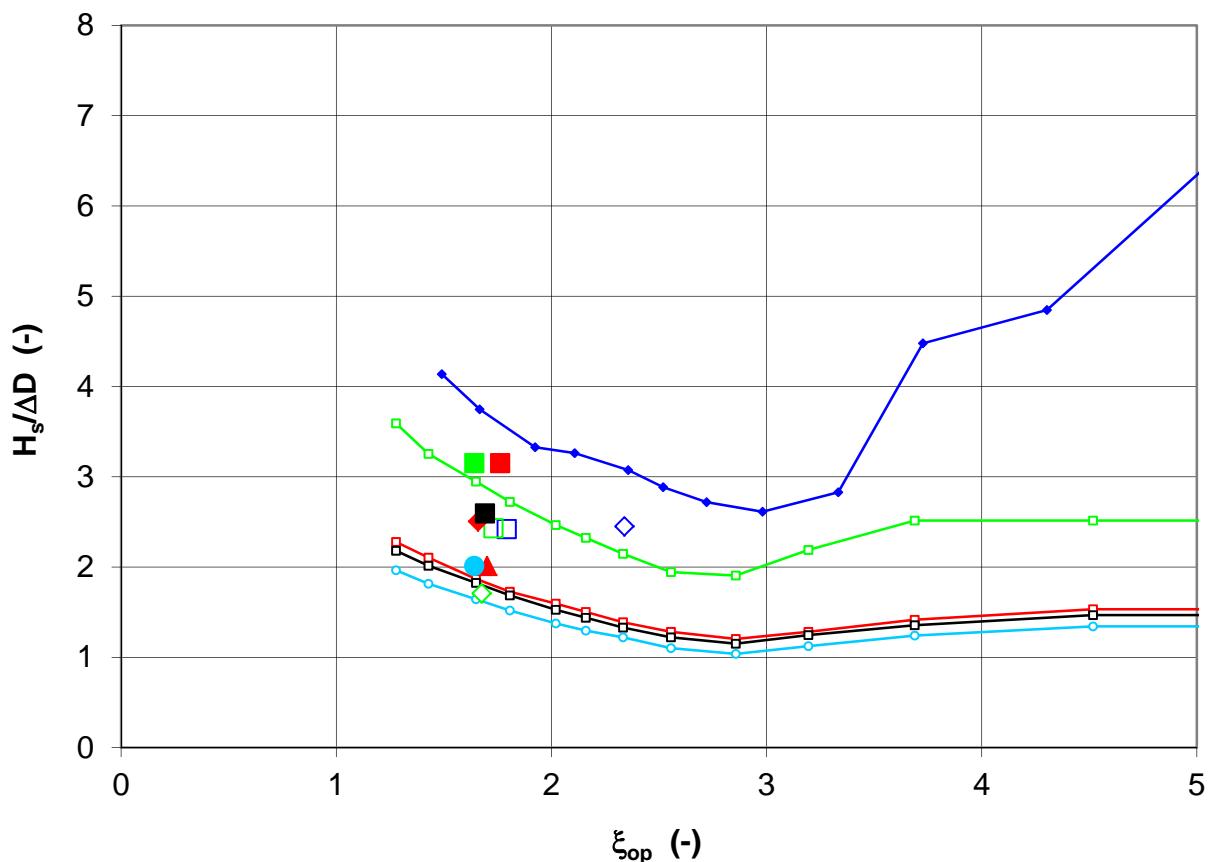
blokken op hun kant 1998, serie 21 en 23



Blokken op hun kant
Deltagoot 1998, serie 21 en 23

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

blokken op hun kant, lange duur



- Deltagoot 2007, grote blokken op hun kant, N = 20000
- Deltagoot 2007, T13-17, schade=a
- ◊ Deltagoot 2007, T22-26, schade=a
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=1000
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4120, schade=c
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4931, schade=a
- ◊ Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4040, schade=a
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=3700
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4120-4122, schade=d
- ◆ Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4931-4932, schade=c
- ▲ Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4140+4141, schade=c
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=6800
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4931-4934, schade=d
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=48000
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4140-4541, schade=c

Blokken op hun kant
Langeduurproeven

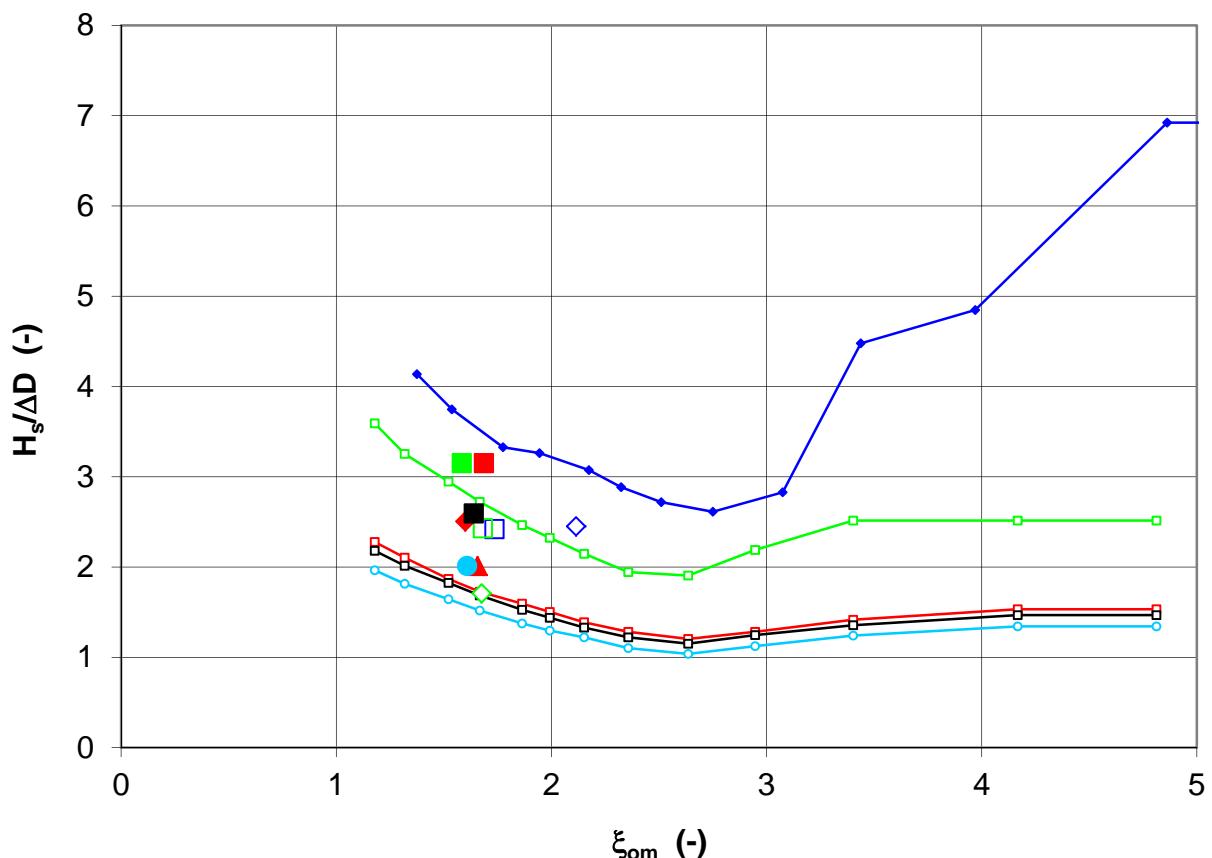
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.14a

blokken op hun kant, lange duur



- Deltagoot 2007, grote blokken op hun kant, N = 20000
- Deltagoot 2007, T13-17, schade=a
- ◊ Deltagoot 2007, T22-26, schade=a
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=1000
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4120, schade=c
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4931, schade=a
- ◊ Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4040, schade=a
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=3700
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4120-4122, schade=d
- ◆ Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4931-4932, schade=c
- ▲ Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4140+4141, schade=c
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=6800
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4931-4934, schade=d
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, N=48000
- Blokjes op hun kant, langeduurproeven, 4140-4541, schade=c

Blokken op hun kant
Langeduurproeven

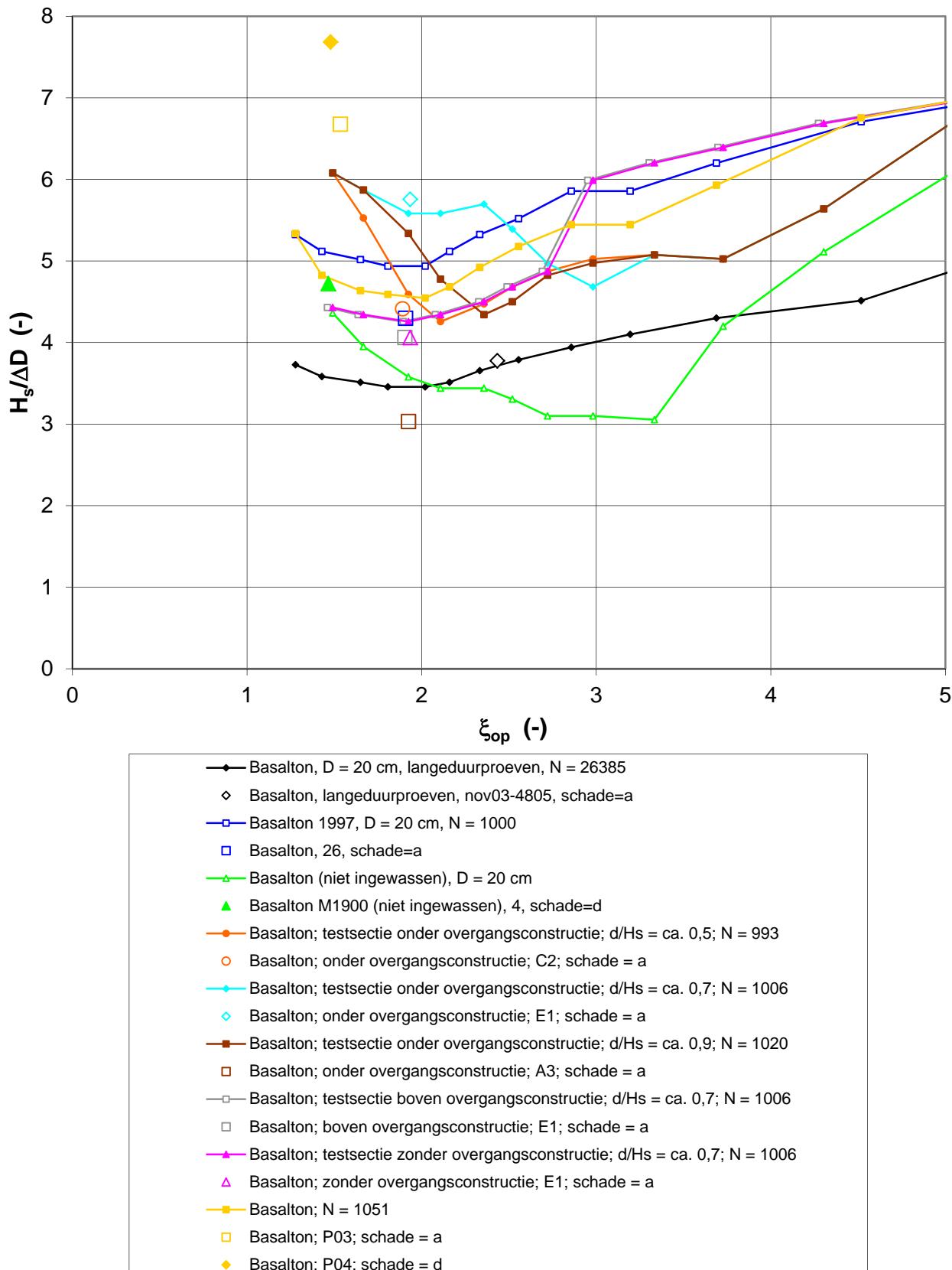
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.14b

Basalton



Basalton

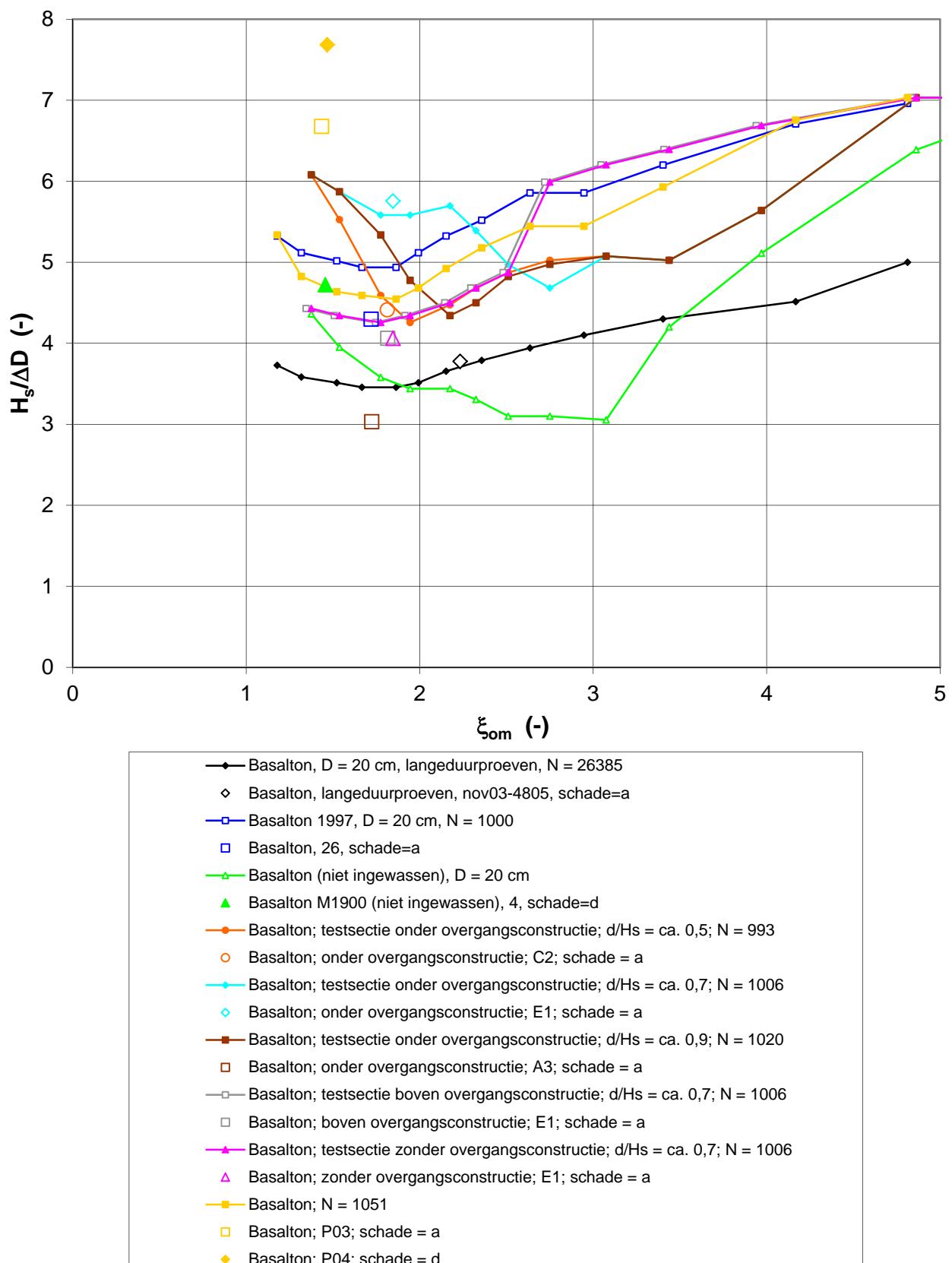
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.15a

Basalton



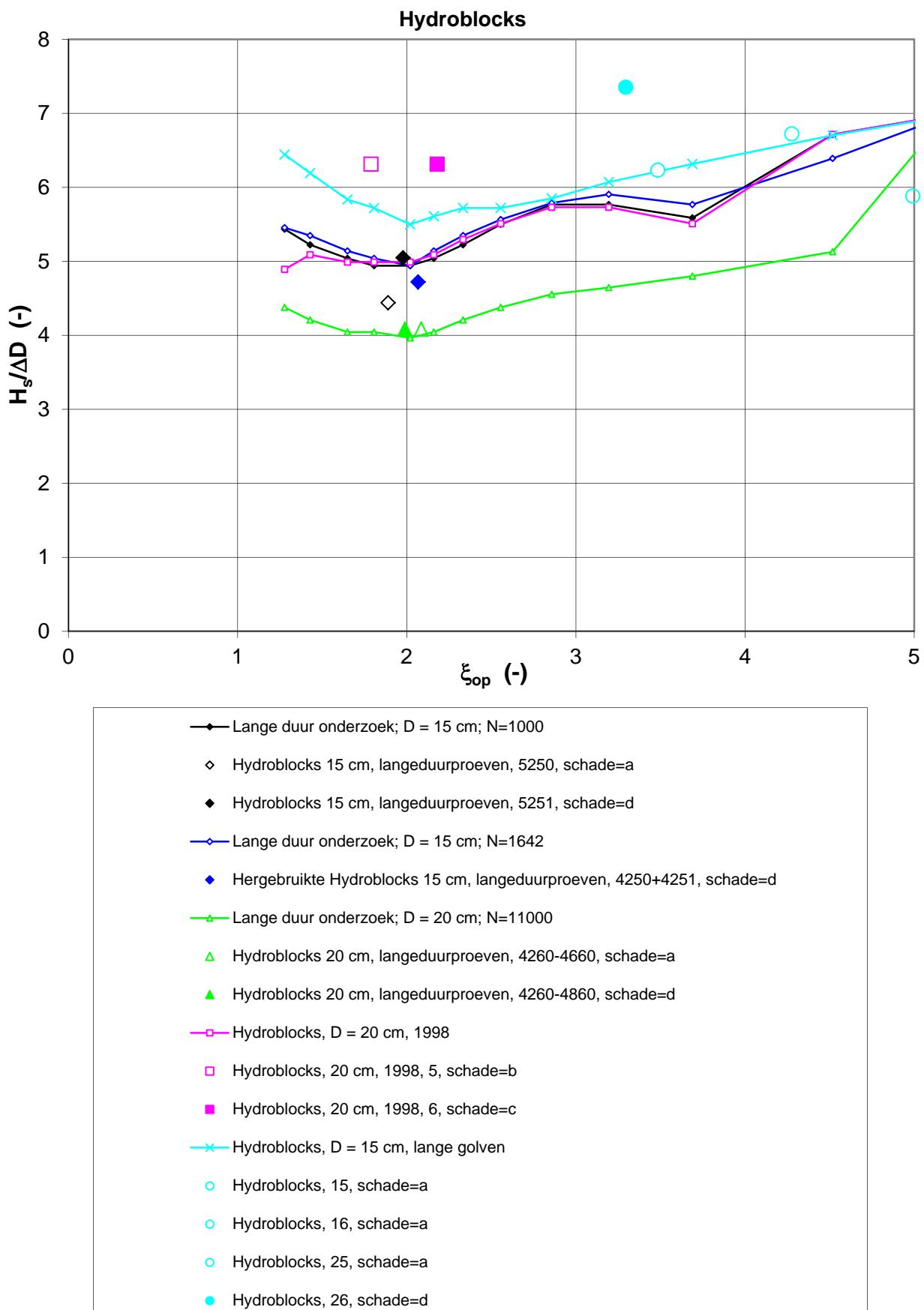
Basalton

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.15b



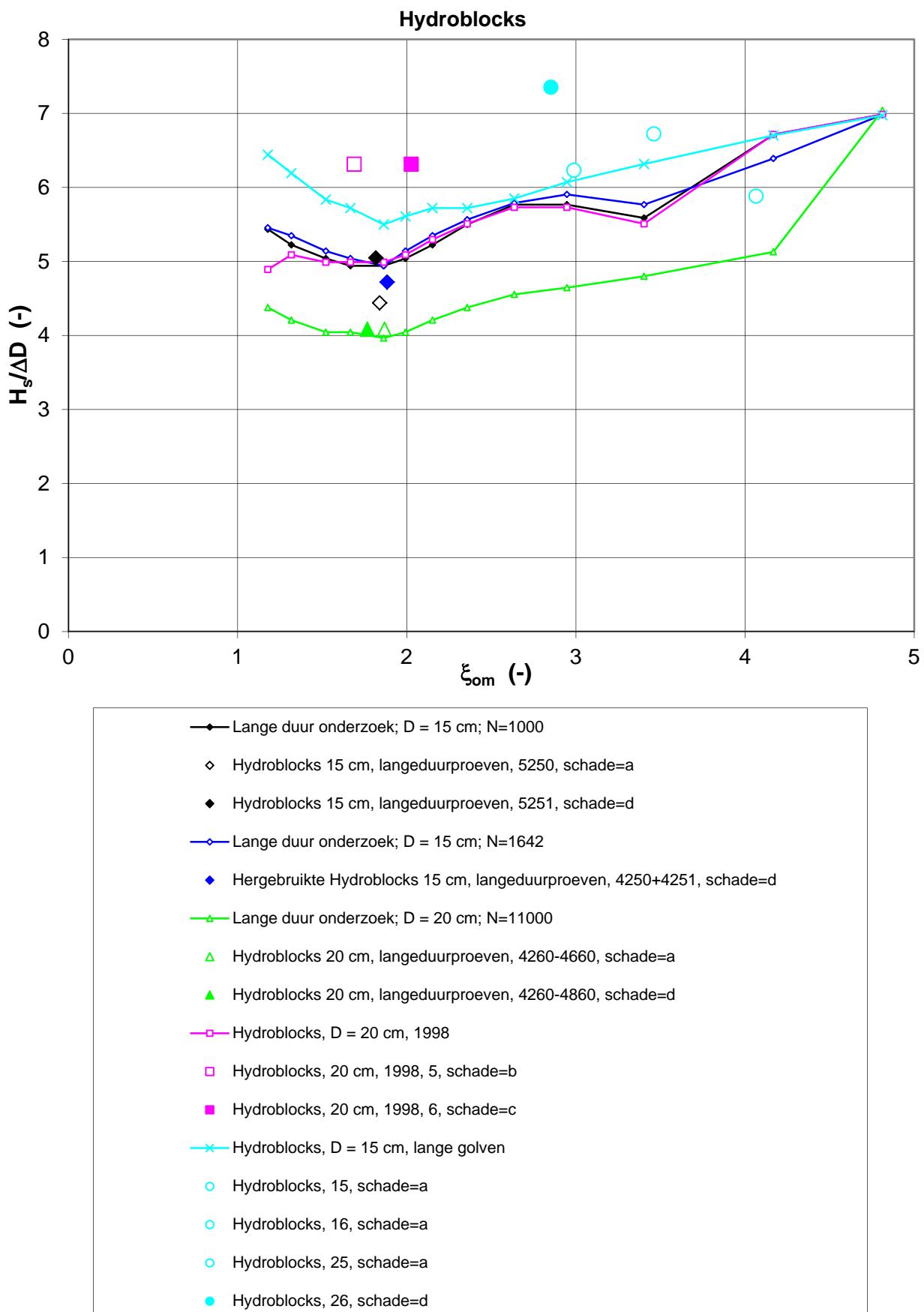
Hydroblock

gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.16a



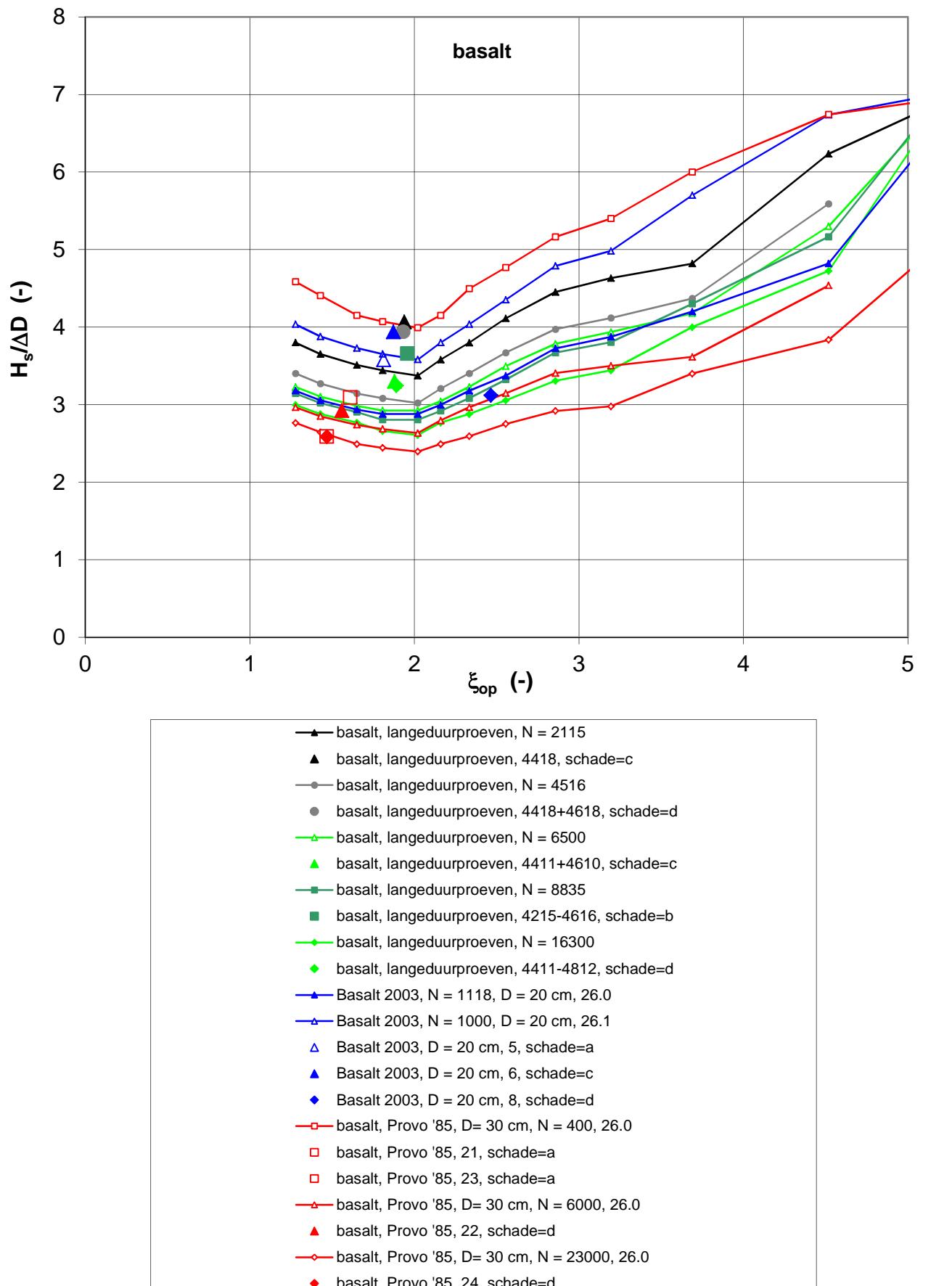
Hydroblock

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.16b



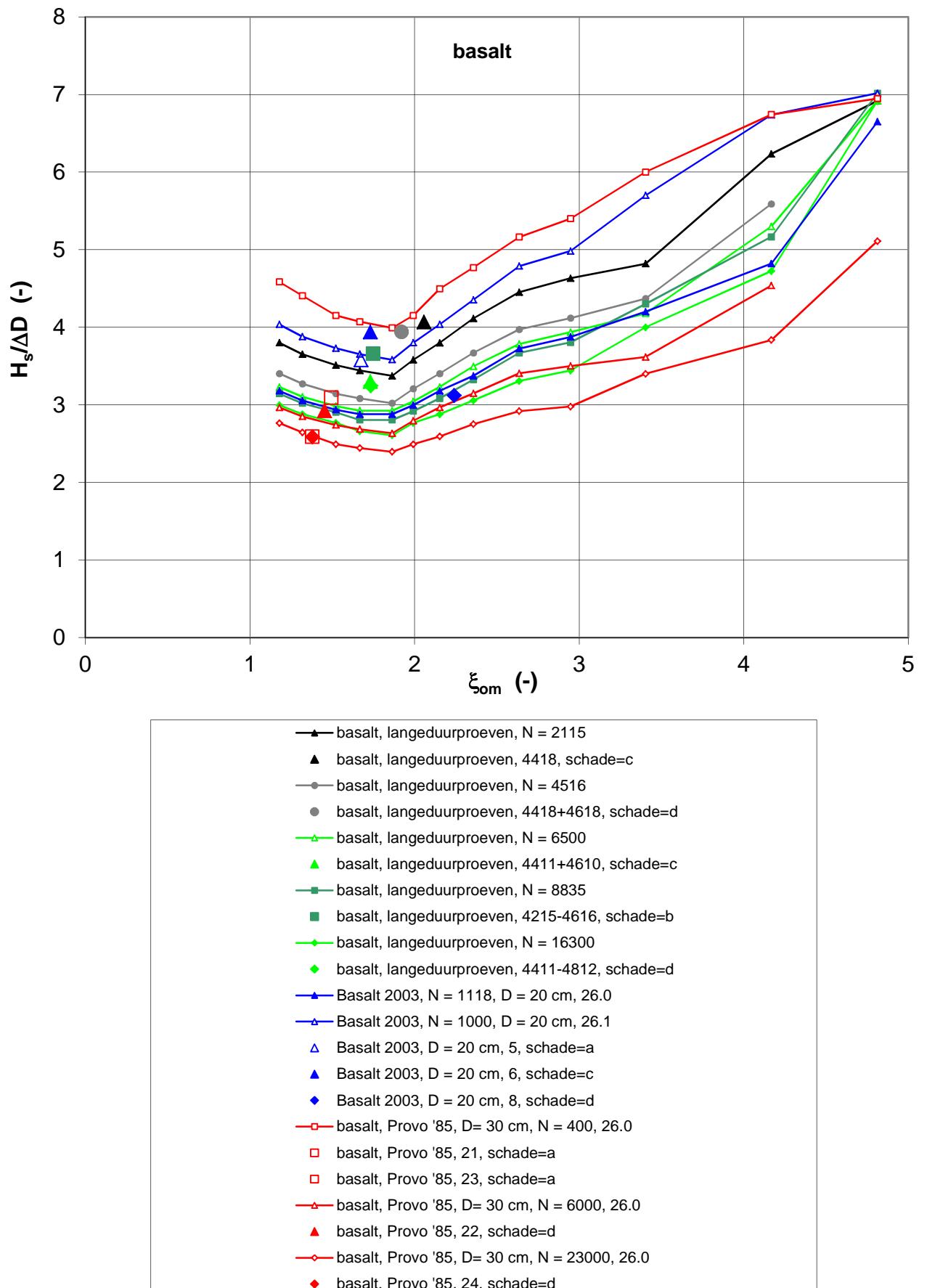
basalt

gebaseerd op T_p

Deltares

1204727-009

FIG. C.17a



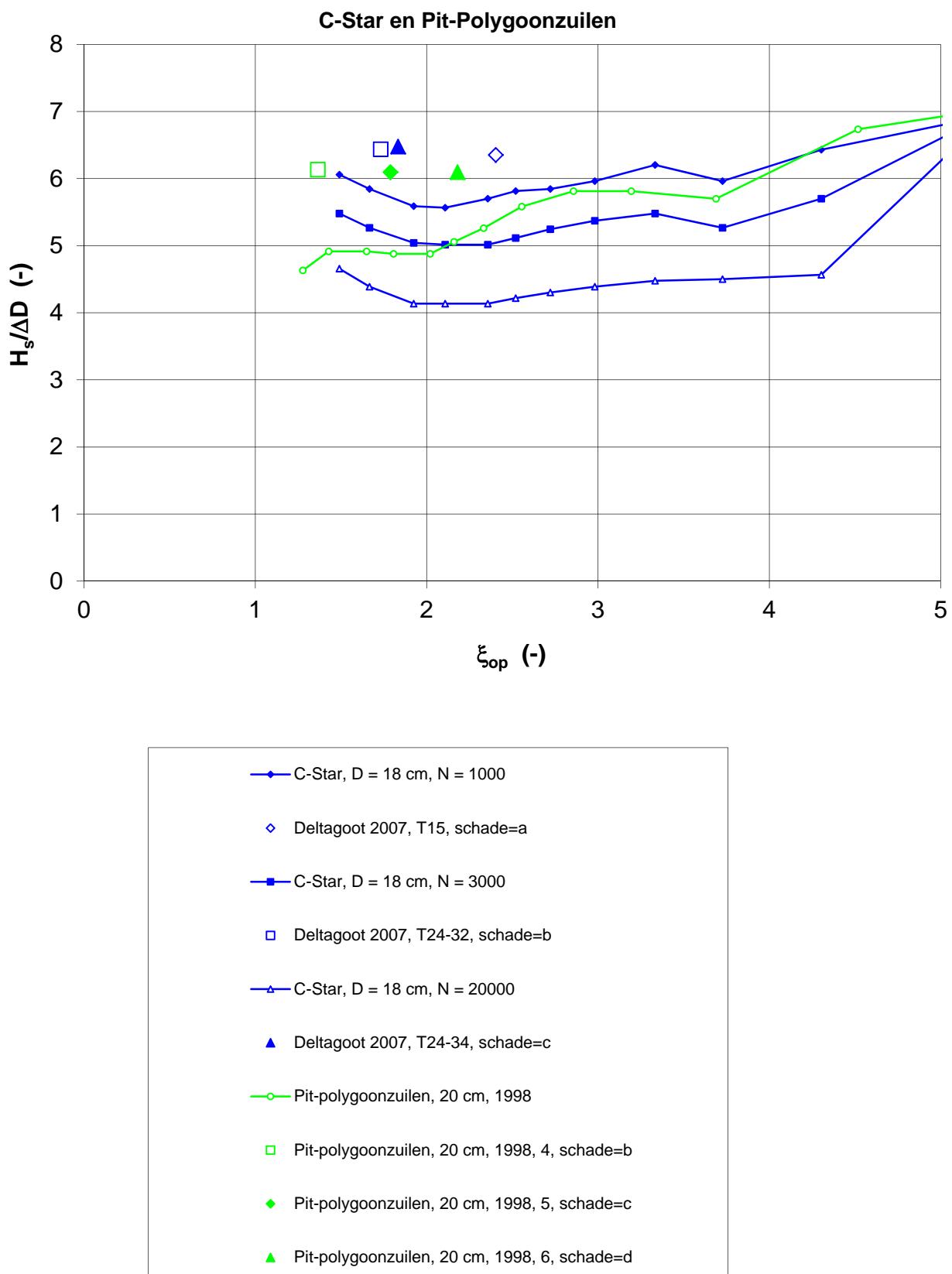
basalt

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

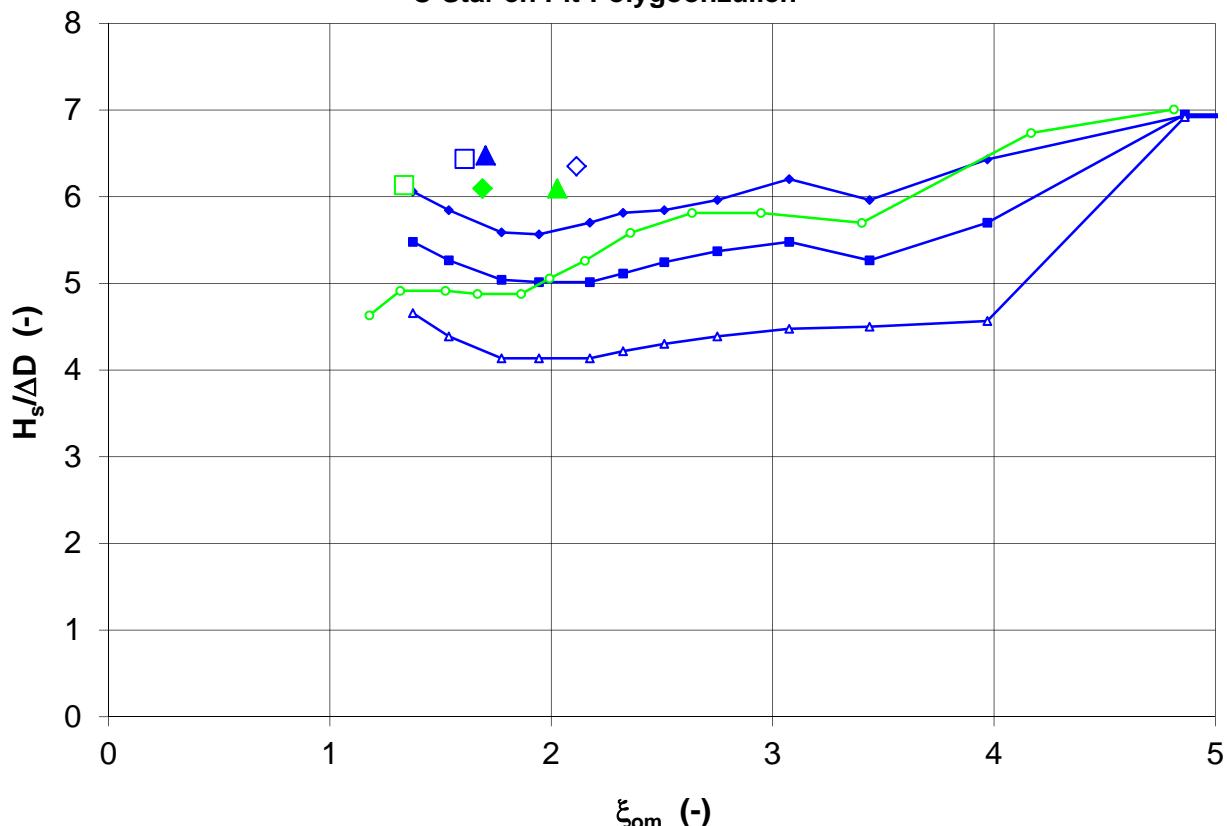
Deltares

1204727-009

FIG. C.17b



C-Star en Pit-Polygoonzuilen



- C-Star, D = 18 cm, N = 1000
- ◊ Deltagoot 2007, T15, schade=a
- C-Star, D = 18 cm, N = 3000
- Deltagoot 2007, T24-32, schade=b
- ▲— C-Star, D = 18 cm, N = 20000
- ▲ Deltagoot 2007, T24-34, schade=c
- Pit-polygoonzuilen, 20 cm, 1998
- Pit-polygoonzuilen, 20 cm, 1998, 4, schade=b
- ◆ Pit-polygoonzuilen, 20 cm, 1998, 5, schade=c
- ▲ Pit-polygoonzuilen, 20 cm, 1998, 6, schade=d

C-Star en Pit-polygoonzuilen

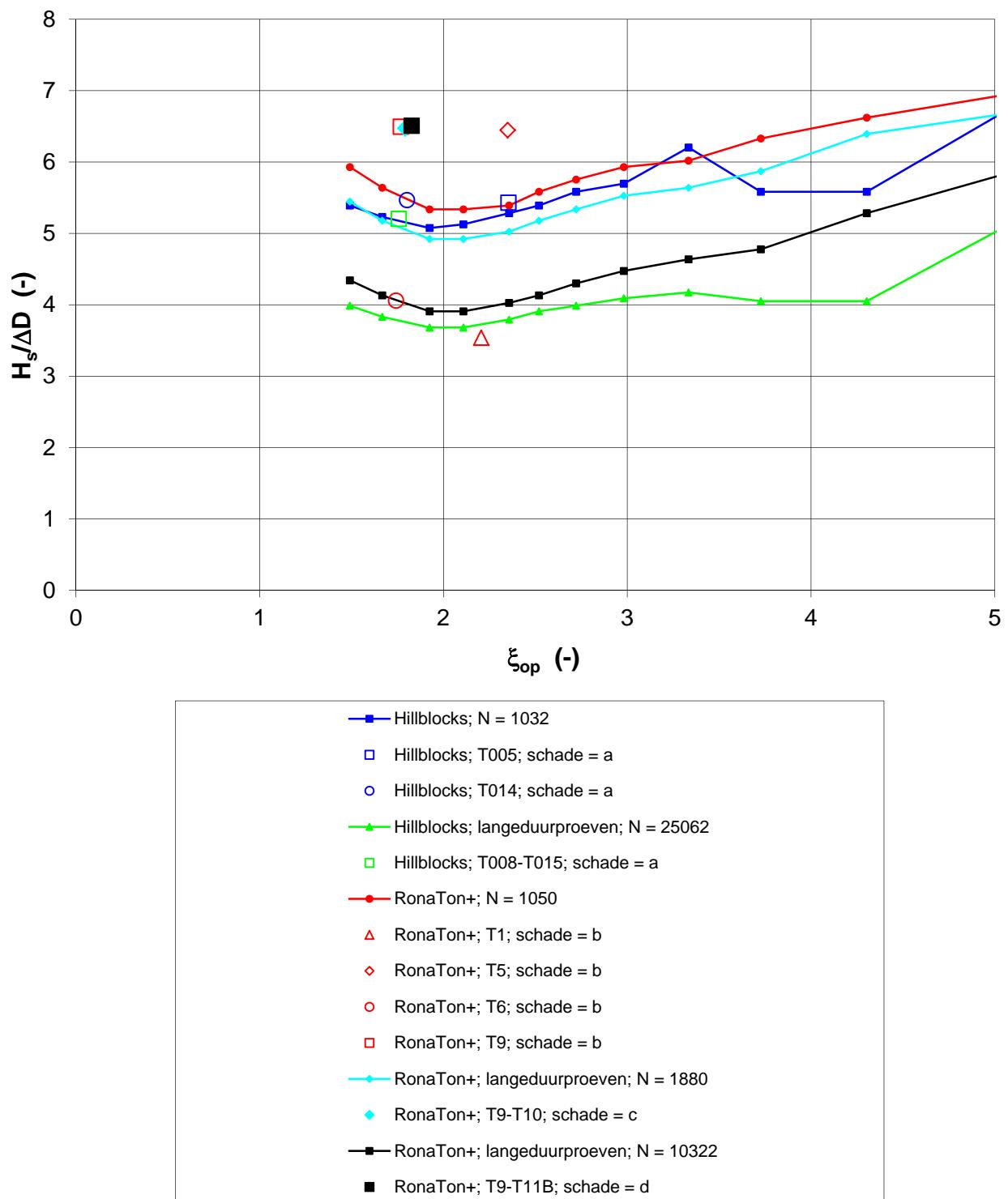
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.18b

Hillblocks en RonaTon+



Hillblocks en RonaTon+

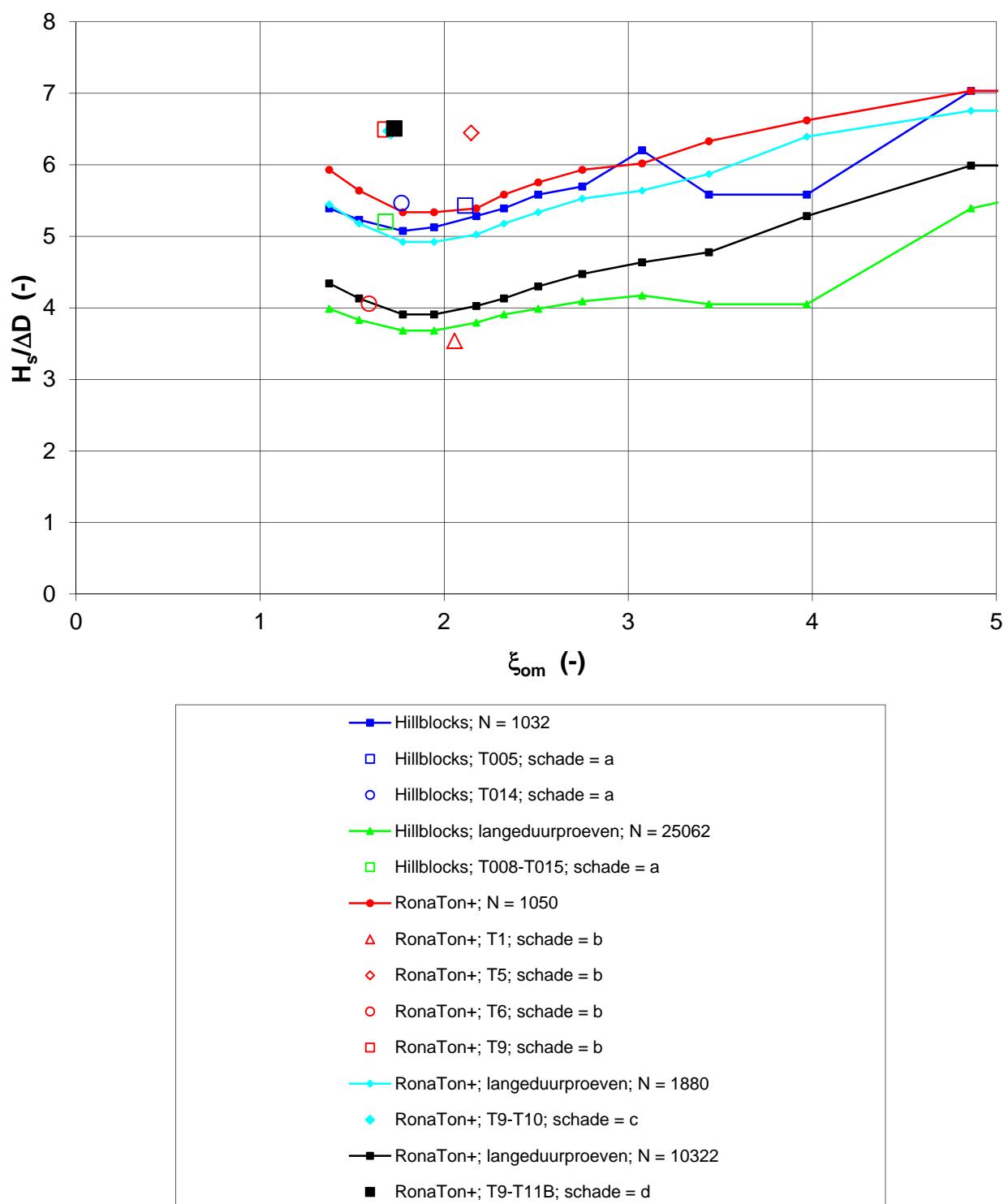
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.19a

Hillblocks en RonaTon+



Hillblocks en RonaTon+

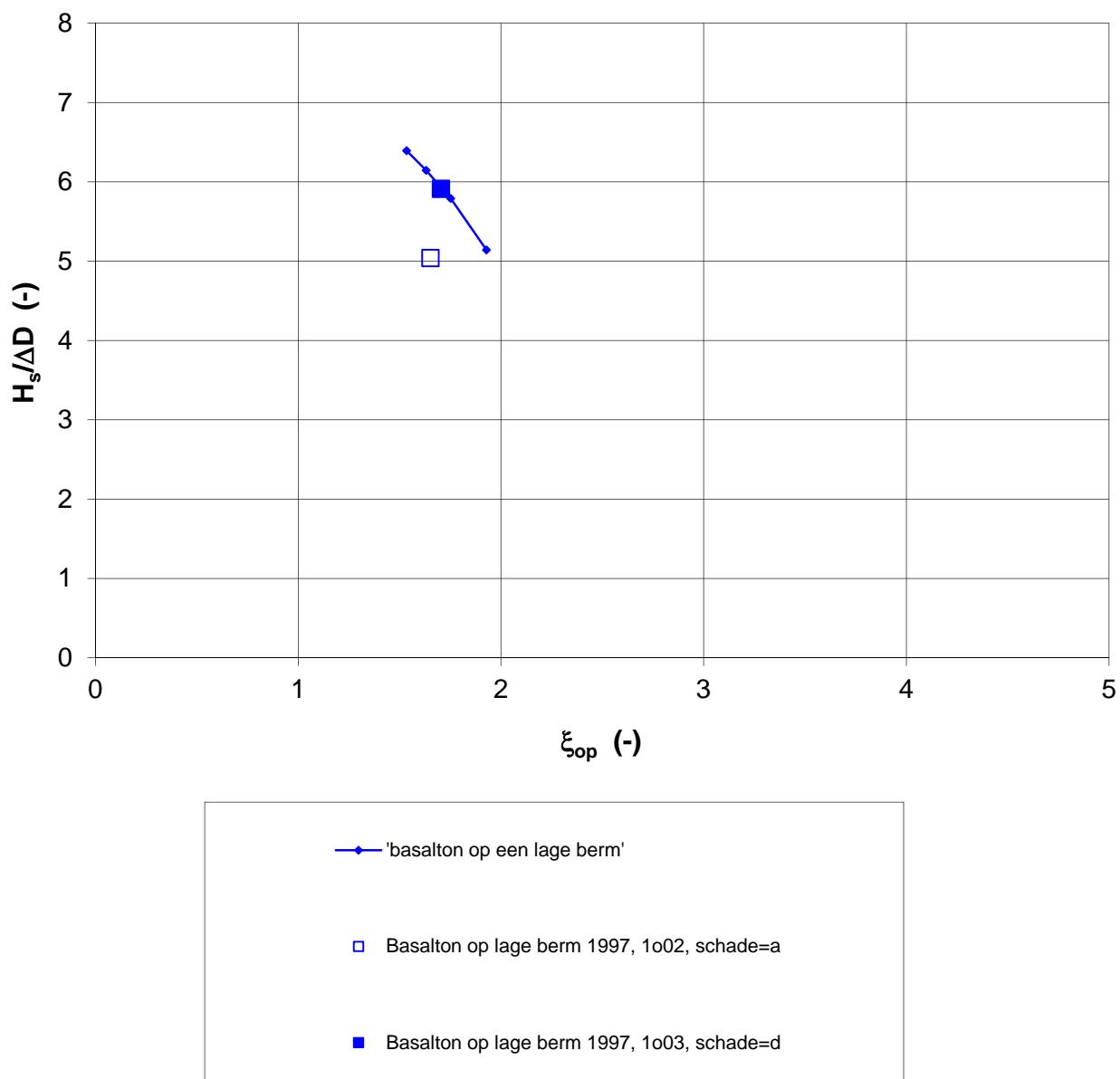
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.19b

Basalton op berm



Basalton op een berm

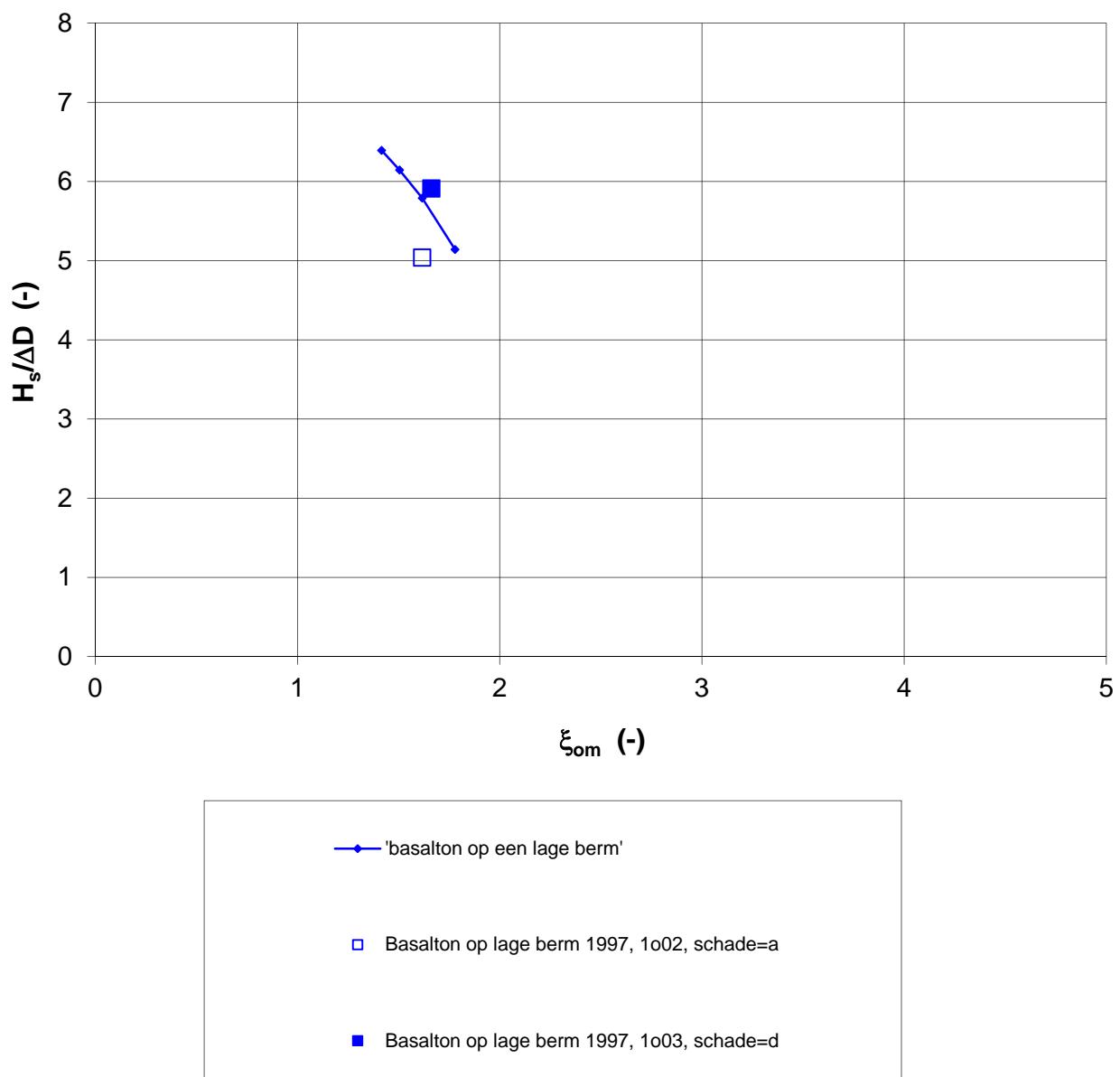
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.20a

Basalton op berm



Basalton op een berm

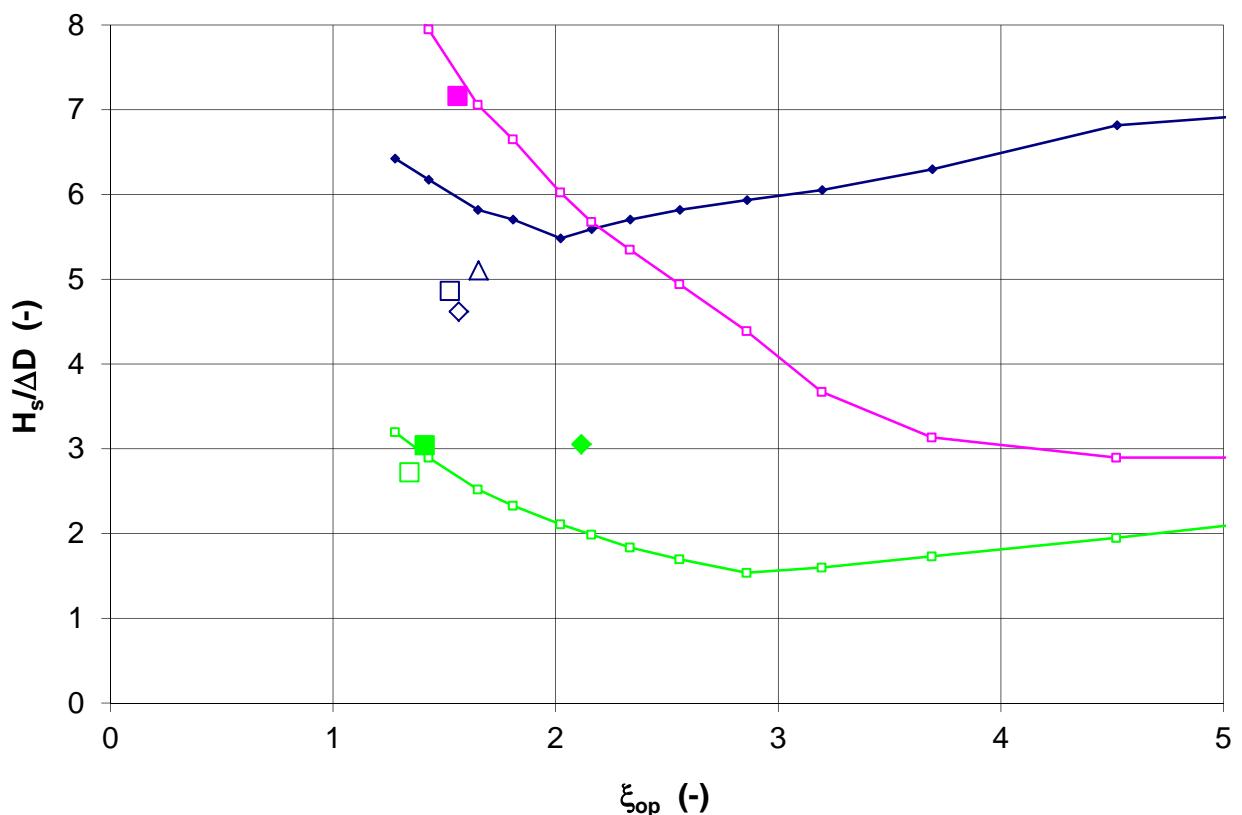
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.20b

granietblokken en Vilvoordse steen



- Dichtgeslibte granietblokken 1997, dicht filter, berm op +5
- ◊ Deltagoot 1997, 4ao06, schade=a
- Deltagoot 1997, 4ao07, schade=b
- △ Deltagoot 1997, 4do10, schade=a
- Vilvoordse steen, Provo '85, Dn50 = 16 cm
- Vilvoordse steen (plat) met Dn50, 26, schade=a
- Vilvoordse steen (rond) met Dn50, 1, schade=d
- ◆ Vilvoordse steen (rond) met Dn50, 3, schade=d
- Vilvoordse steen, Provo '85, Dn50 = 16 cm; diep onder water
- Vilvoordse steen (plat) met Dn50, schade=d

Granietblokken en Vilvoordse steen

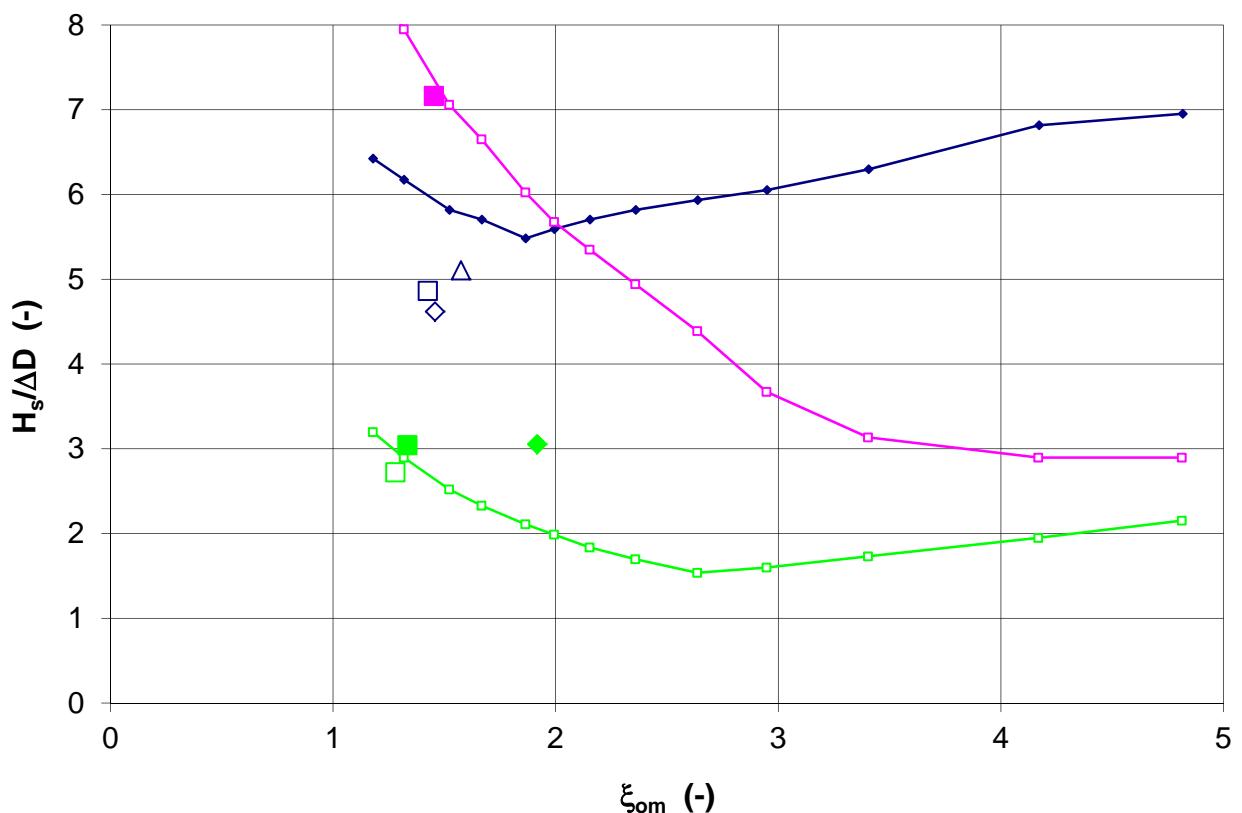
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.21a

granietblokken en Vilvoordse steen



- Dichtgeslibte granietblokken 1997, dicht filter, berm op +5
- ◊ Deltagoot 1997, 4ao06, schade=a
- Deltagoot 1997, 4ao07, schade=b
- △ Deltagoot 1997, 4do10, schade=a
- Vilvoordse steen, Provo '85, Dn50 = 16 cm
- Vilvoordse steen (plat) met Dn50, 26, schade=a
- Vilvoordse steen (rond) met Dn50, 1, schade=d
- ◆ Vilvoordse steen (rond) met Dn50, 3, schade=d
- Vilvoordse steen, Provo '85, Dn50 = 16 cm; diep onder water
- Vilvoordse steen (plat) met Dn50, schade=d

Granietblokken en Vilvoordse steen

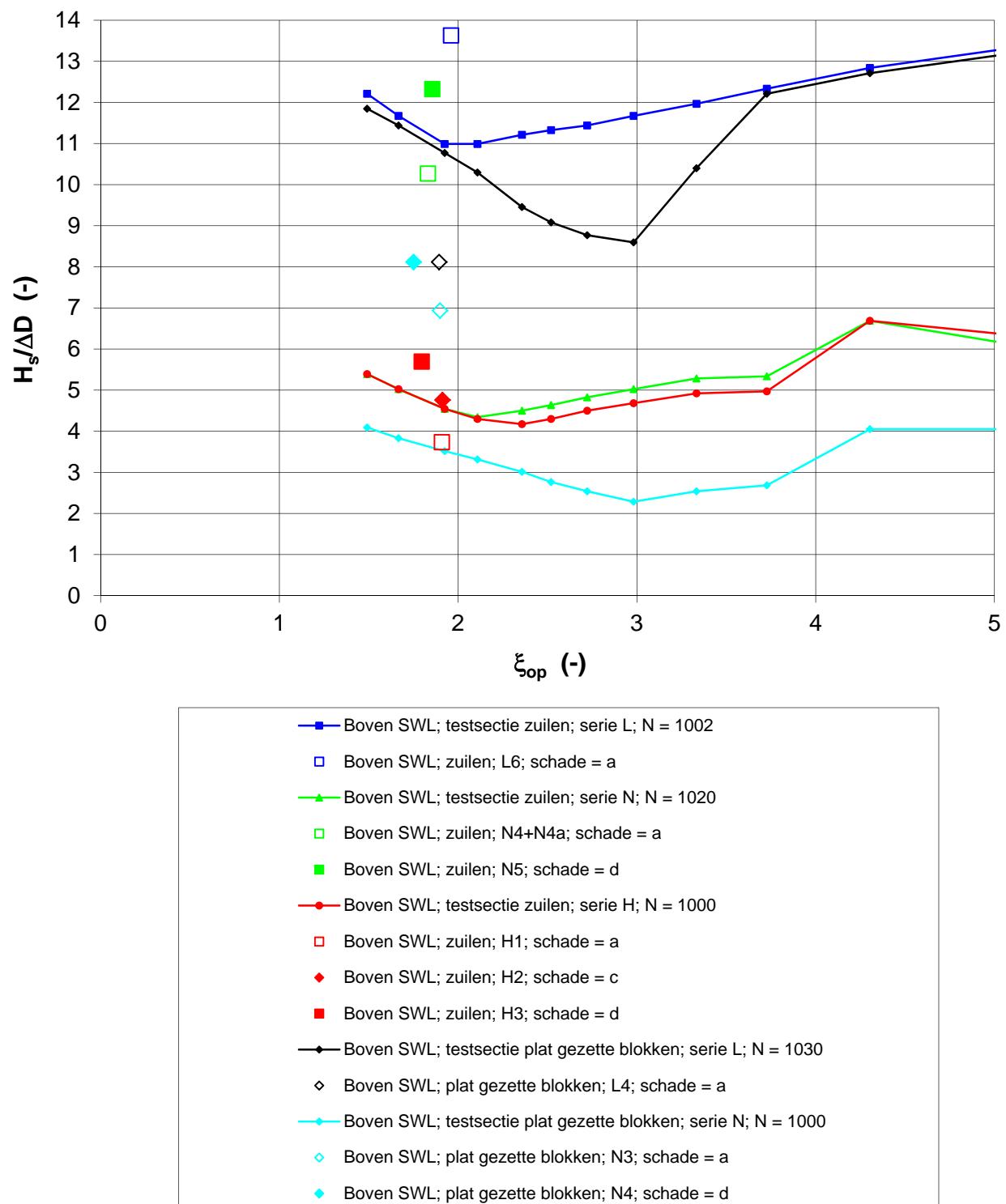
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.21b

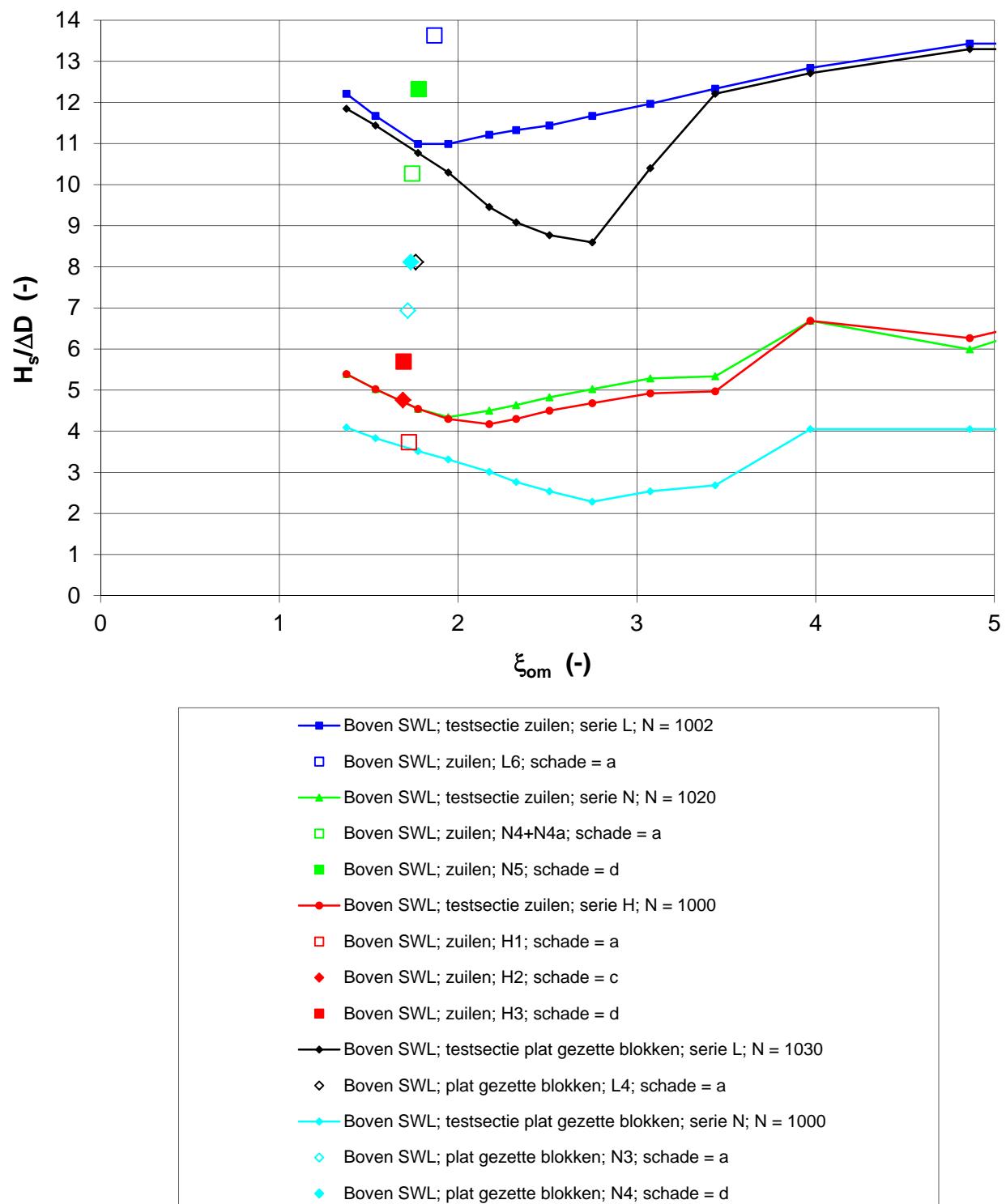
Steenzetting boven SWL



Steenzetting boven SWL

gebaseerd op T_p

Steenzetting boven SWL



Steenzetting boven SWL

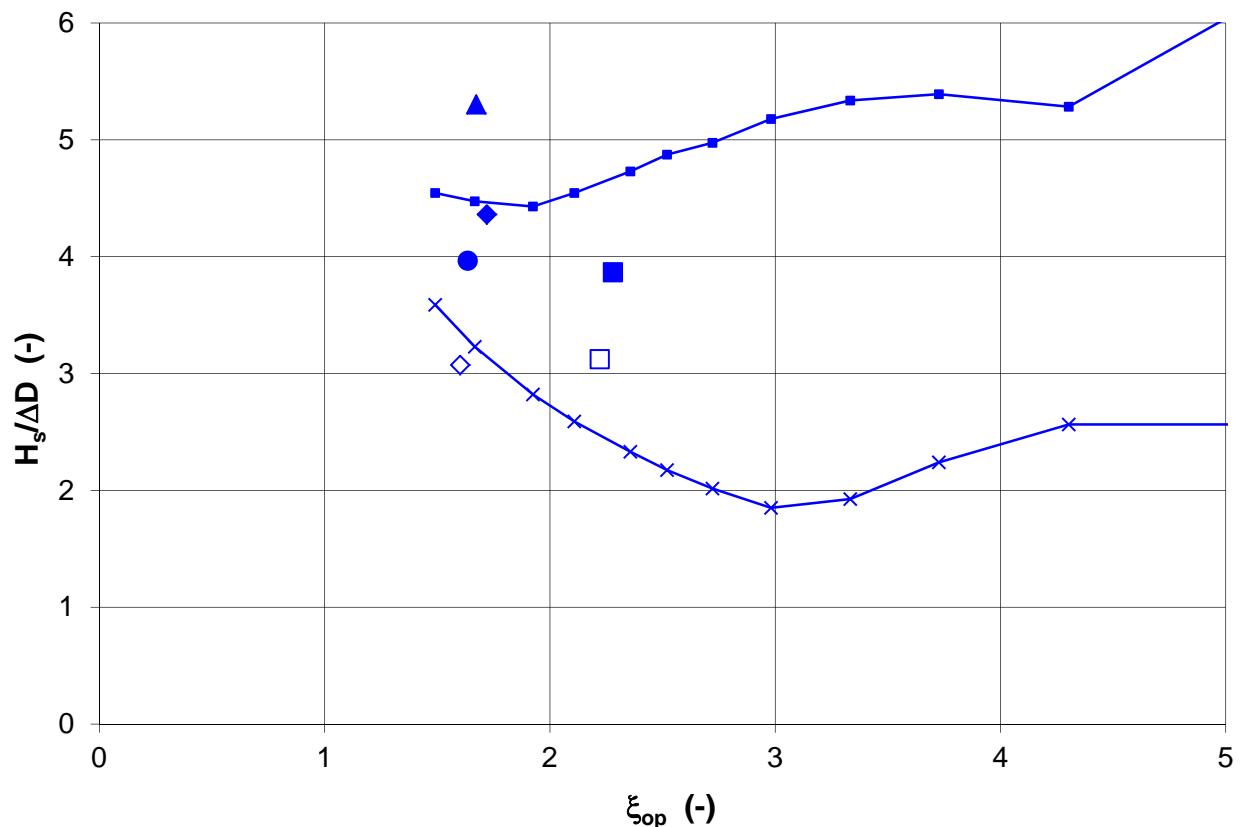
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.22b

Dubbele steenzetting



- Equivalent voor dubbele steenzetting; basalton (met klemming); N = 950
- Dubbele steenzetting; basalton; T5; schade = a
- Dubbele steenzetting; basalton; T6; schade = c
- ◇ Dubbele steenzetting; basalton; T4; schade = a
- ◆ Dubbele steenzetting; basalton; T8; schade = c
- ▲ Dubbele steenzetting; basalton; T9; schade = d
- Dubbele steenzetting; basalton; T1; schade = d
- ✖ Equivalent voor dubbele steenzetting; basalton (zonder klemming); N = 950

Dubbele steenzetting

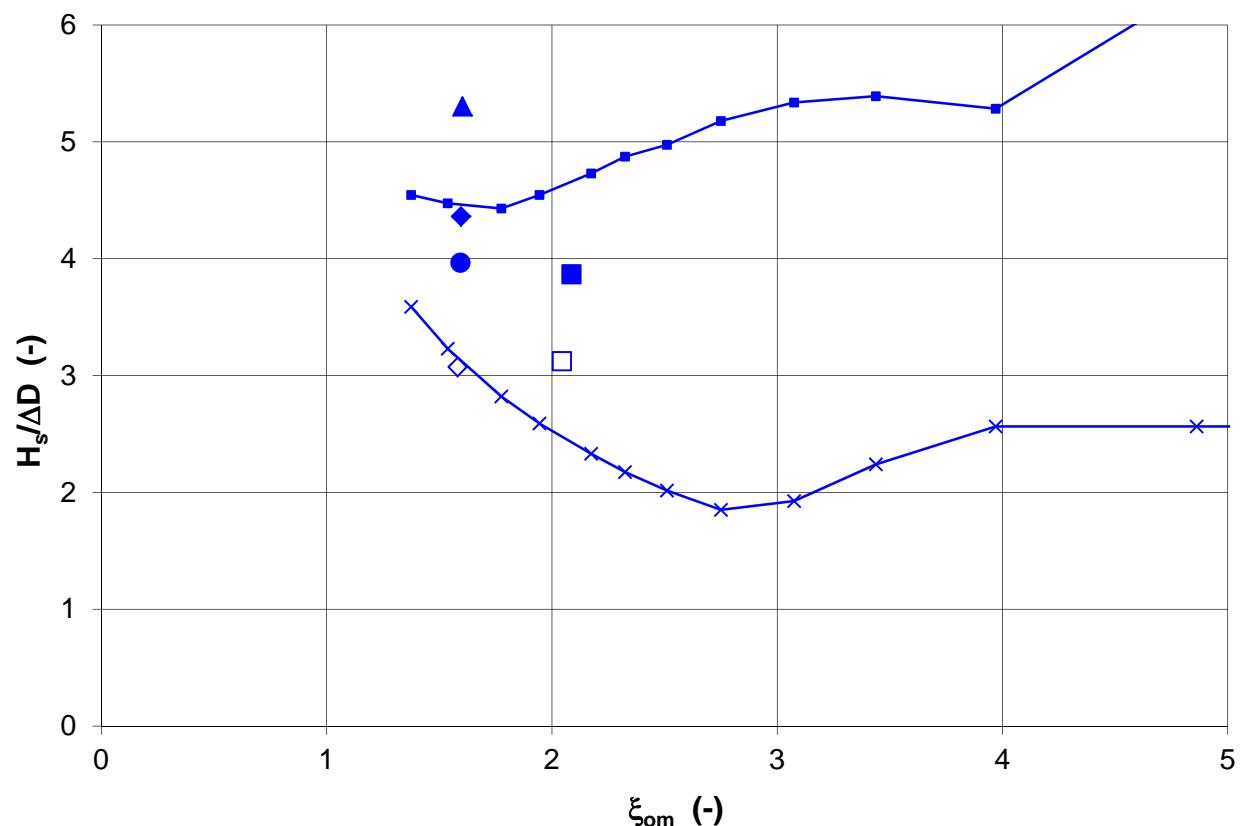
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.23a

Dubbele steenzetting



- Equivalent voor dubbele steenzetting; basalt (met klemming); N = 950
- Dubbele steenzetting; basalt; T5; schade = a
- Dubbele steenzetting; basalt; T6; schade = c
- ◇ Dubbele steenzetting; basalt; T4; schade = a
- ◆ Dubbele steenzetting; basalt; T8; schade = c
- ▲ Dubbele steenzetting; basalt; T9; schade = d
- Dubbele steenzetting; basalt; T1; schade = d
- ✖ Equivalent voor dubbele steenzetting; basalt (zonder klemming); N = 950

Dubbele steenzetting

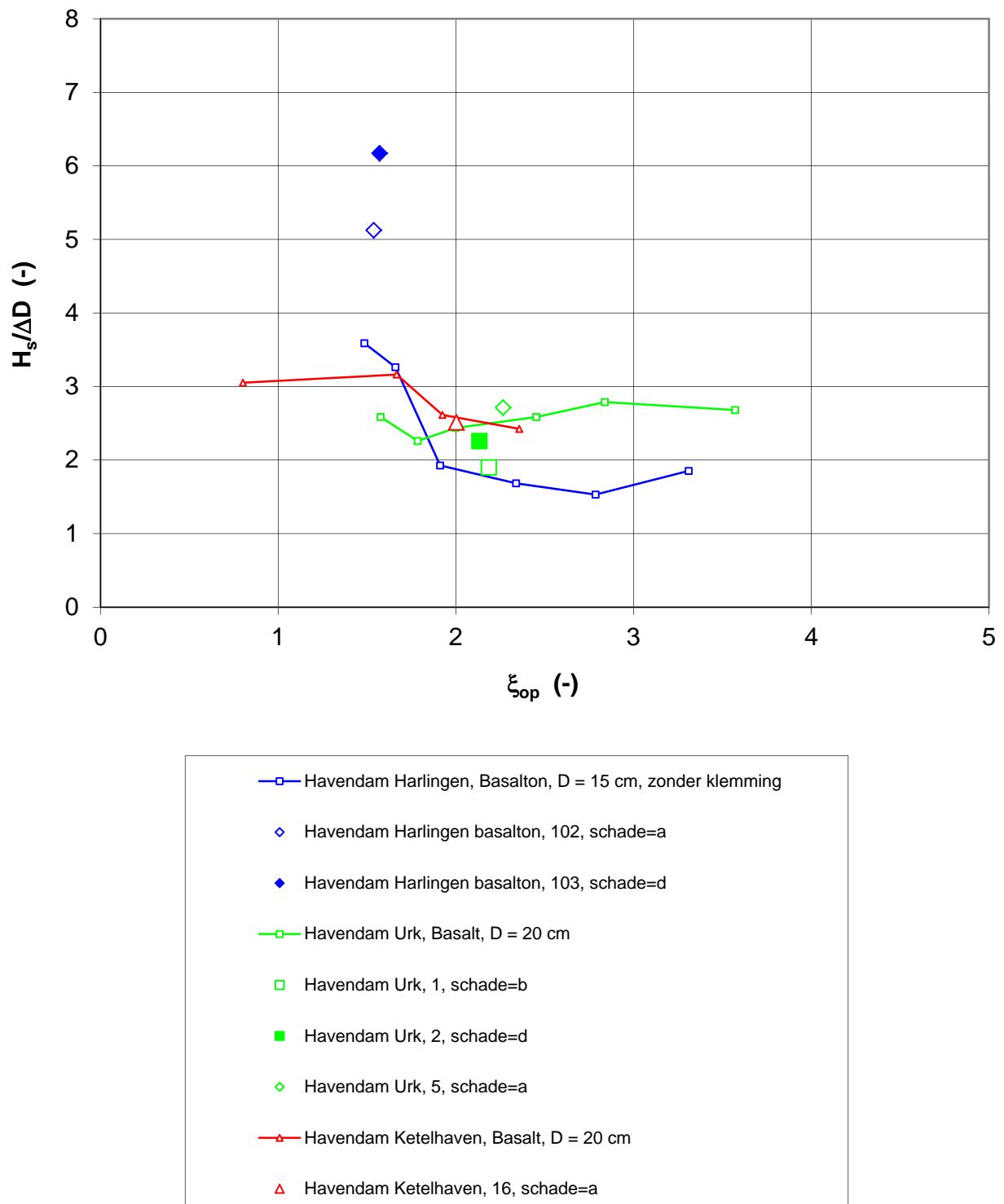
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.23b

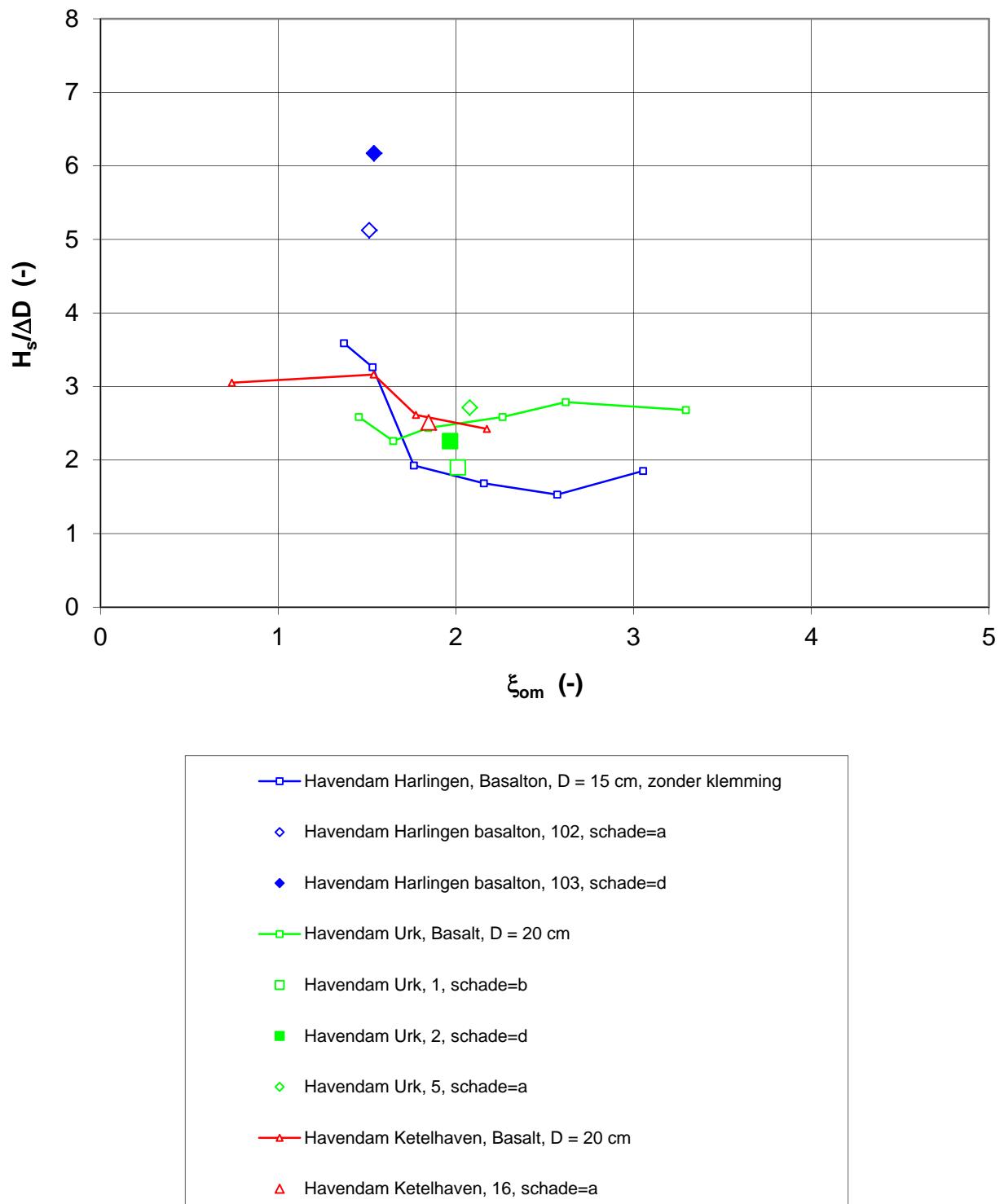
Havendam, buitentalud met zuilen



Buitentalud van havendam
Basalton en basalt

gebaseerd op T_p

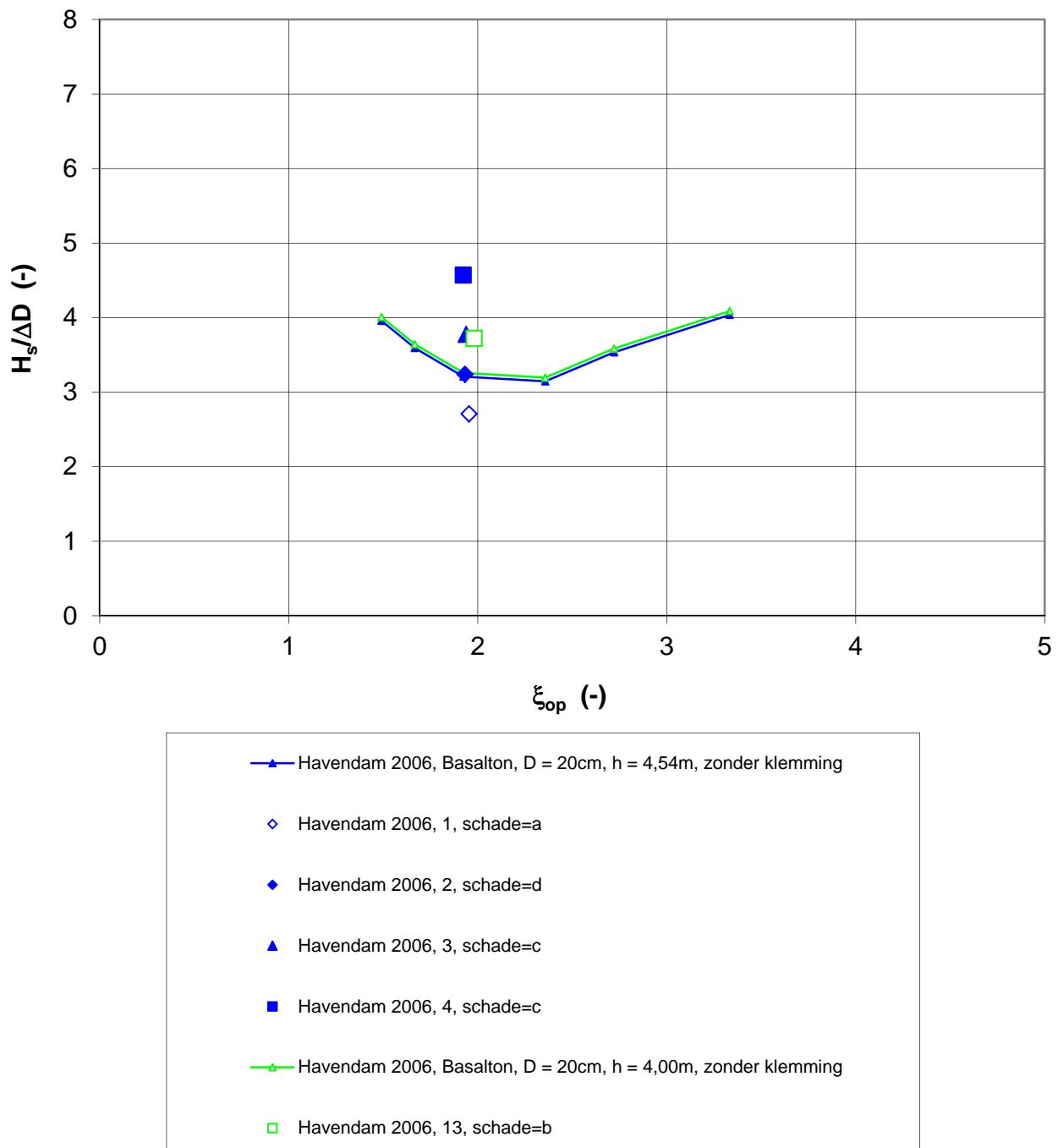
Havendam, buitentalud met zuilen



Buitentalud van havendam
Basalton en basalt

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Havendam, Deltagoot 2006, buitentalud met Basalton



Buitentalud van havendam
Basalton

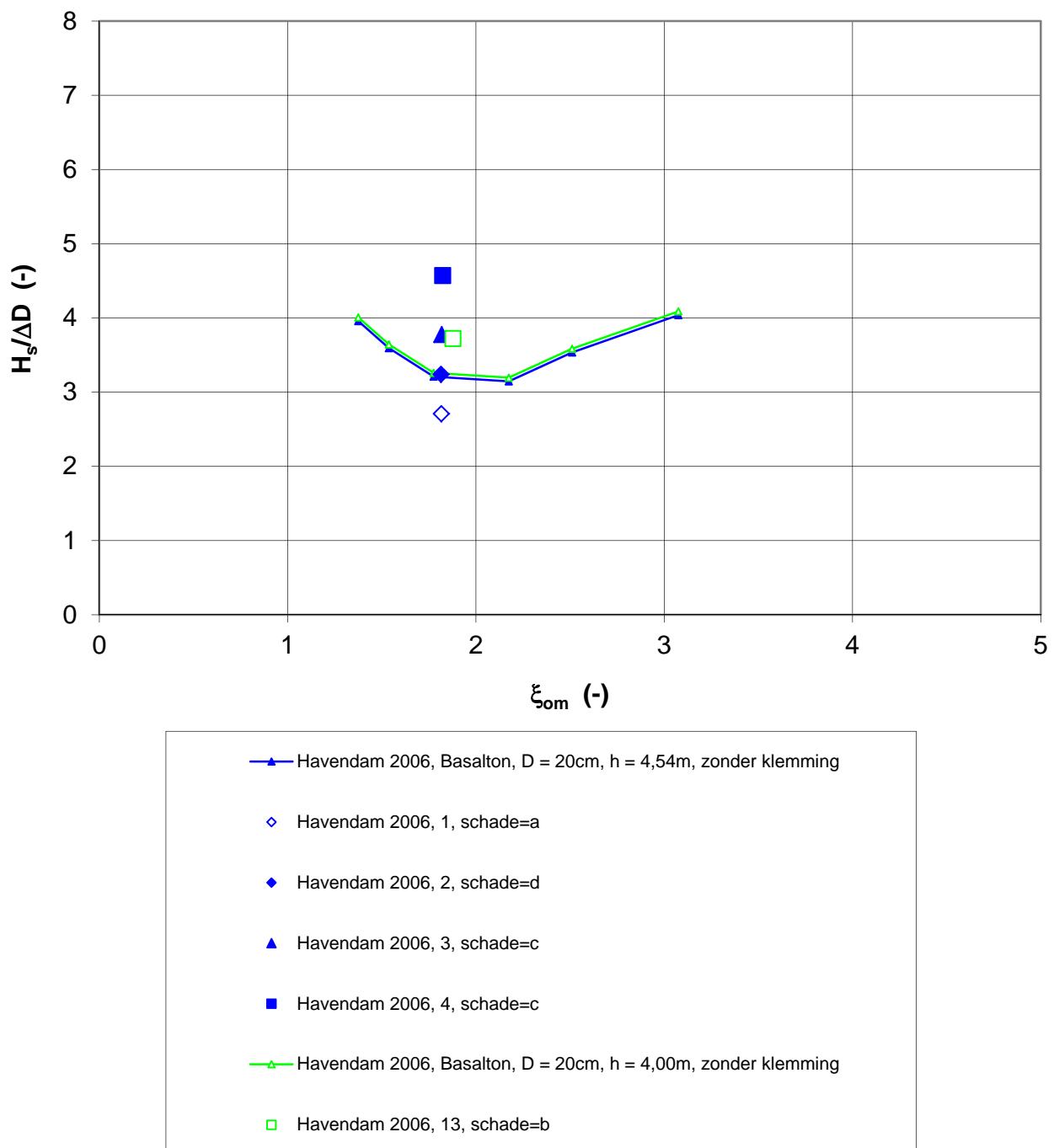
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.25a

Havendam, Deltagoot 2006, buitentalud met Basalton



Buitentalud van havendam
Basalton

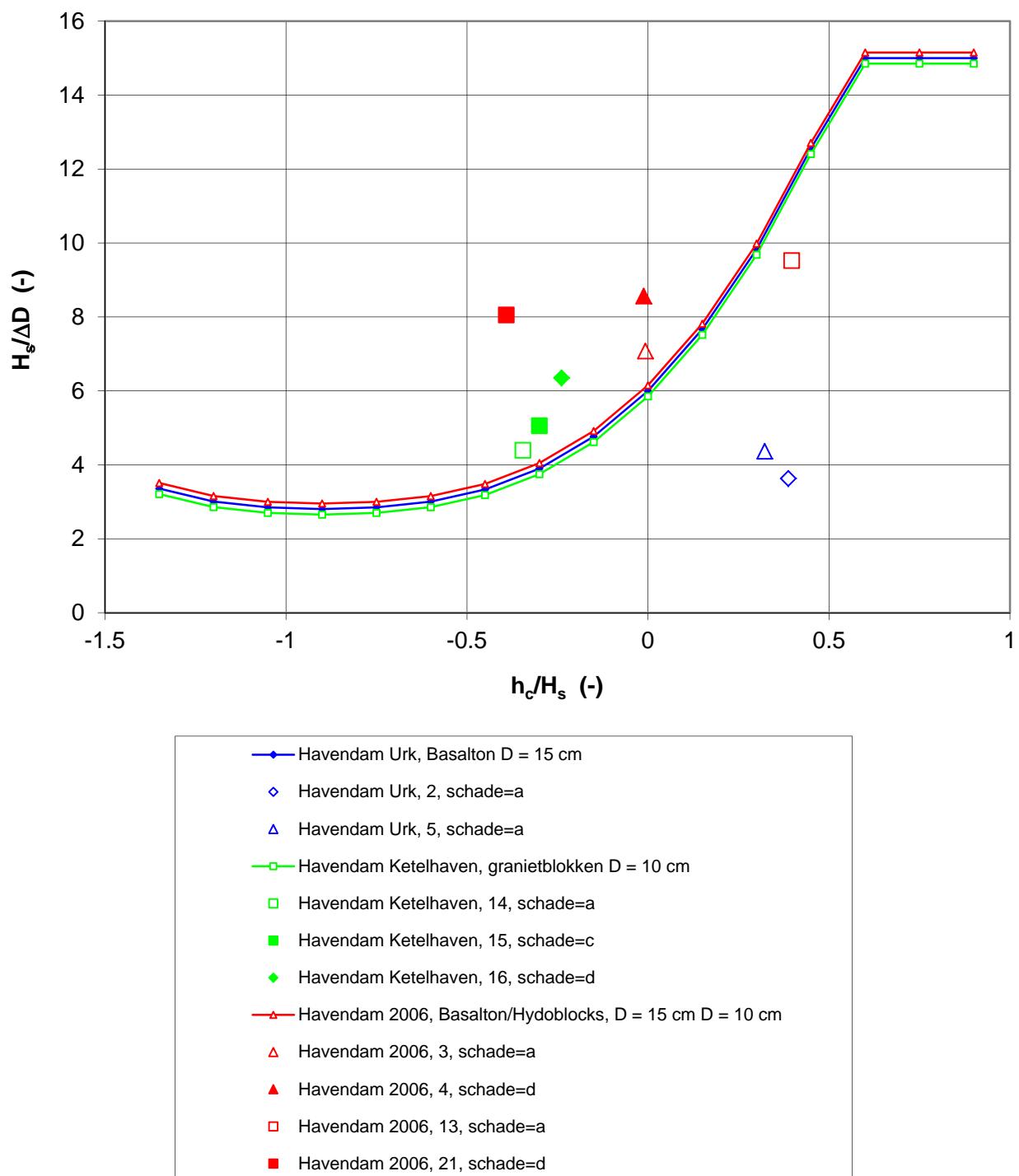
gebaseerd op $T_{m-1,0}$

Deltas

1204727-009

FIG. C.25b

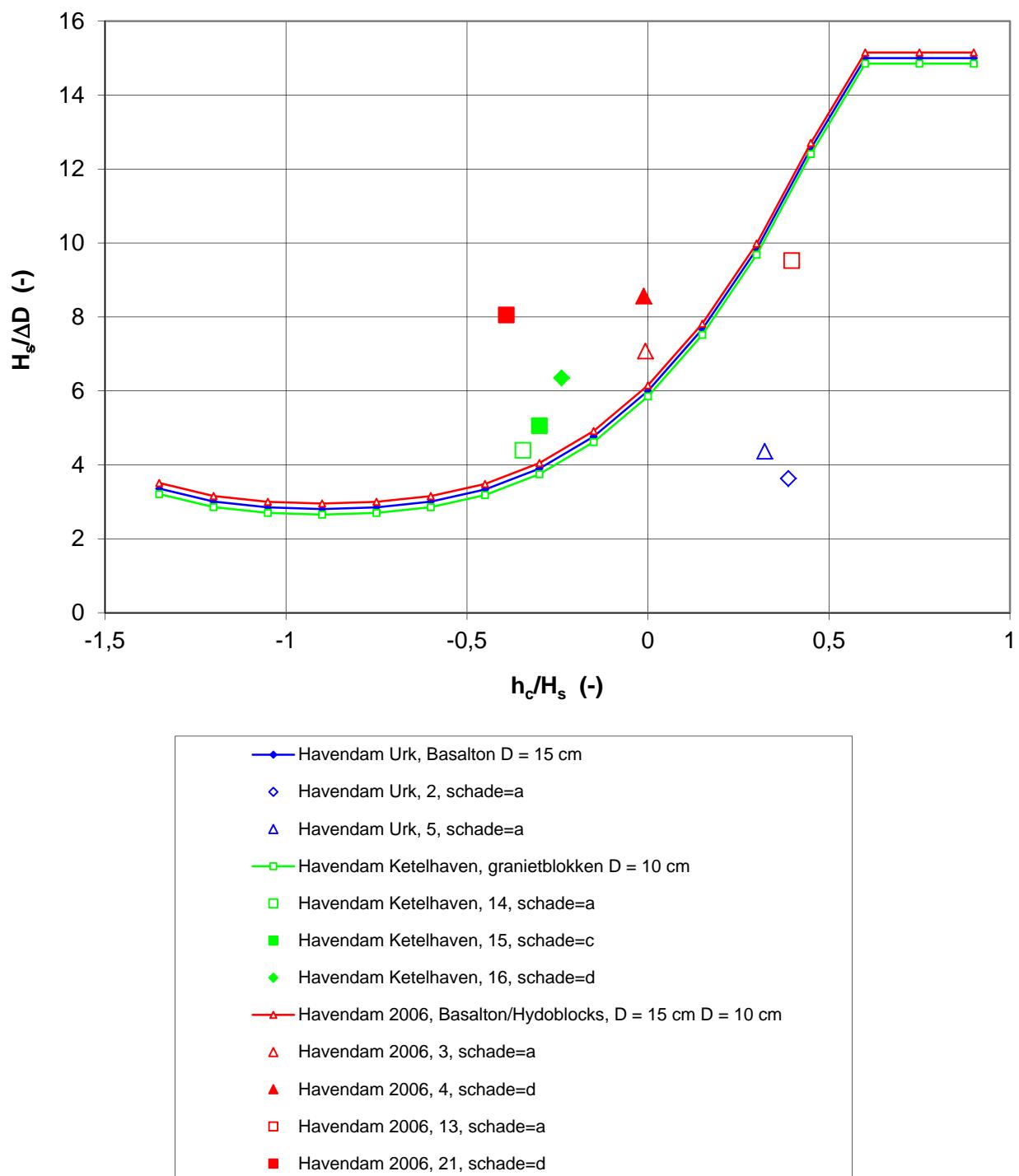
Kruin van havendam



Kruin van havendam

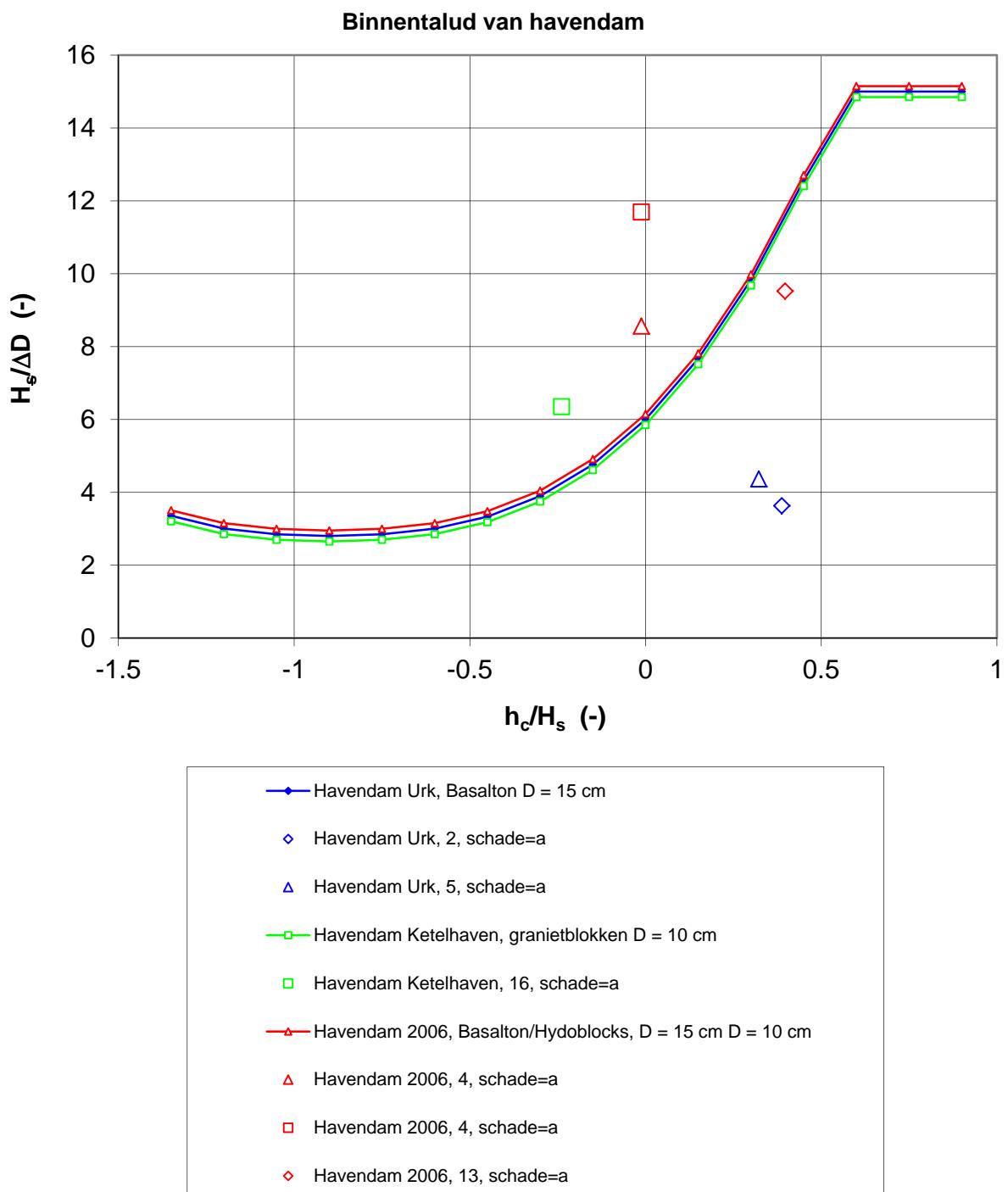
gebaseerd op T_p

Kruin van havendam



Kruin van havendam

gebaseerd op $T_{m-1,0}$



Binnentalud van havendam

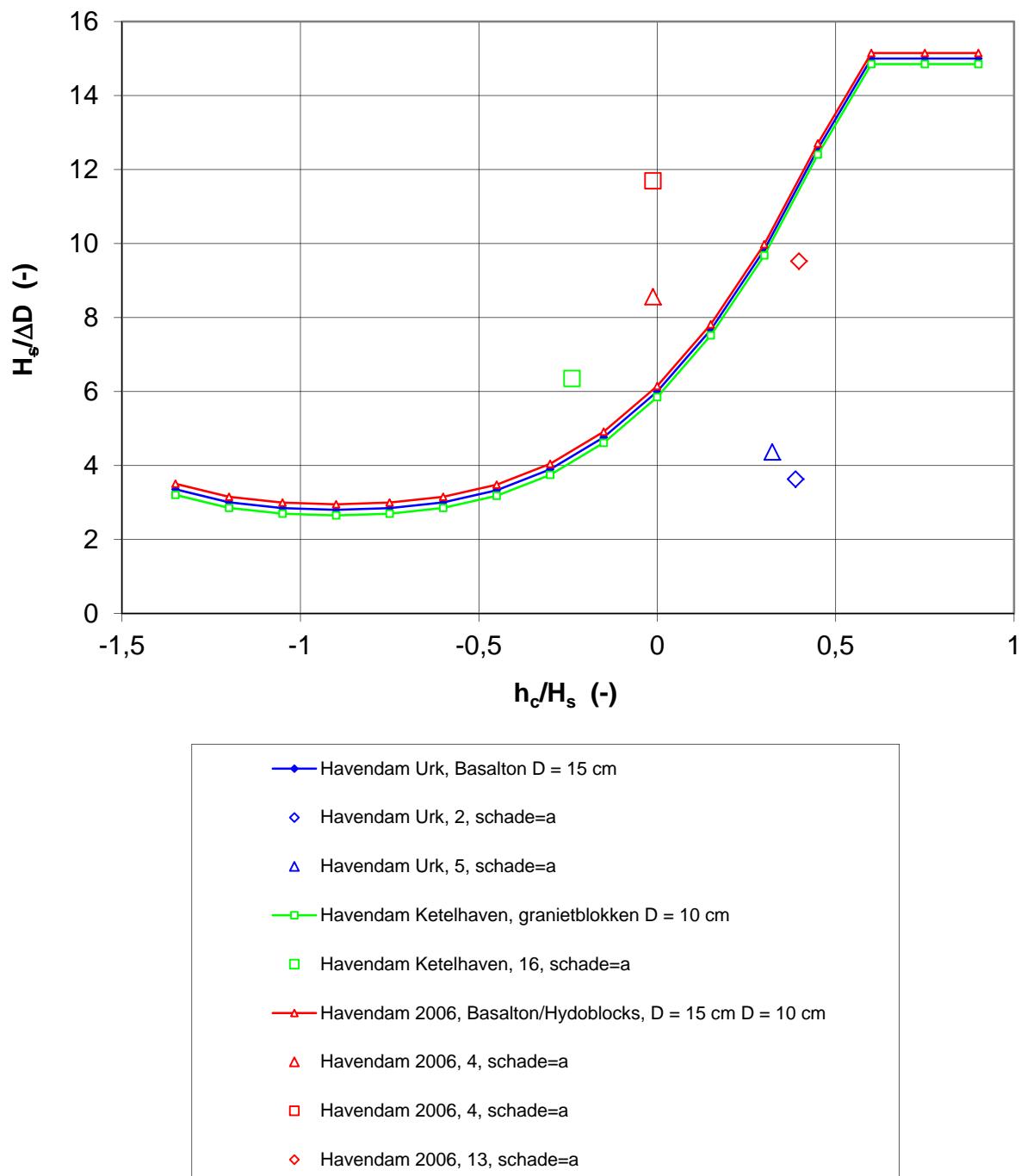
gebaseerd op T_p

Deltas

1204727-009

FIG. C.27a

Binnentalud van havendam



Binnentalud van havendam

gebaseerd op $T_{m-1,0}$

D Tabellen

project	proefnr	omschrijving	voorland								TOPLAAG							
			niveau bij teen (m NAP)	niveau onder grond (m NAP)	niveau boven- grens (m NAP)	talud heiling	toplaag tann.	onderr- lagen	D	B	L	spat- breedte (mm)	open oppervlak (%)	p	inwas	ingegeven toplaag diepte D ₁₅ [mm]	VGD (GPa)	b
Smith e.a. (2000) 2001		basalt op zandafsluit, berm op +5m	3,00	5,00	0,286	27,11 as			15	2376					0,050	0	0,075	4,0
Smith e.a. (2000) 3010		overgieten en ingezand basalt, berm op +5	2,00	5,00	0,286	27,11 sv k1			13	2955					0,050	0	0,075	4,0
Smith e.a. (2000) 3011		overgieten en ingezand basalt, berm op +5	2,50	5,00	0,286	27,11 sv k1			13	2955								
Holland e.a. (2006) P01-02		Ingegoten basalt (half)	1,60	6,00	0,286	26,01 si ge k1			13	3033					0,085	0,5	0,079	5,6
Holland e.a. (2006) P03-05		Ingegoten basalt (half)	1,60	6,00	0,286	26,01 si ge k1			13	3033					0,085	0,5	0,079	5,6
Holland e.a. (2006) LW 17-19		Ingegoten basalt (volledig)	1,60	6,00	0,286	26,01 si ge k1			13	3033					0,129	10,5	0,079	5,6
Holland e.a. (2006) LW 17-21		Ingegoten basalt (volledig)	1,60	6,00	0,286	26,01 si ge k1			13	3033					0,129	10,5	0,079	5,6
Holland e.a. (2006) HW 12+3+14		Ingegoten basalt (volledig)	1,60	6,00	0,286	26,01 si ge k1			13	3033					0,129	10,5	0,079	5,6
Holland e.a. (2006) HW 22-23A		Ingegoten basalt (volledig)	1,60	6,00	0,286	26,01 si ge k1			13	3033					0,129	10,5	0,079	5,6
Klein Breiteler (2007b) 5		Graniet met DV vulling	4,80	5,45	0,333	28,52 za k1			10	2635						0,061		
Wouters (1993) A02		blokken met uwheid op klei	2,00	6,50	0,250	11 k1			2	2380								
Wouters (1993) A03		blokken met uwheid op klei	2,00	6,50	0,250	11 k1			2	2380								
Lindenberg (1988) DGB10		Basalt op zand	0,50	7,00	0,333	27,1 ge			14	2300								
Lindenberg (1988) DGB12		Basalt op zand	0,50	7,00	0,333	27,1 ge			14	2300								
Den Boer (1982) c.:1-23		blokken op klei	3,40	4,50	0,250	10 k1			1,5	2360								
Den Boer (1982) c.2-49		modificeerde Vertak-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	3,40	4,50	0,250	10 k1			1,5	2370								
RWTH (2011) 16		modificeerde Vertak-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	2	0,05	2,00	7,00	0,333	29 ge	0,250	0,29	0,29	5,8	2360					
RWTH (2011) 17+19+22		modificeerde Vertak-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	2	0,05	2,00	7,00	0,333	29 ge	0,250	0,29	0,29	5,8	2360					
RWTH (2011) 14+18+20+21+25		modificeerde Vertak-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	2	0,05	2,00	7,00	0,333	29 ge	0,250	0,29	0,29	5,8	2360					

Tabel D.1, Grootschalige modelproeven met steenzettingen zonder filter en ingegeven bekledingen (constructie-eigenschappen)

project	proefnr	omschriving	HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN										Schaade					
			talud	type	toplaag	onder-lagen	D	spieel-breedte [mm]	open oppervlak [%]	waterstand [m]	Zb [m]	Hs [m]	Tp	T _{m+1,0}	L _{soep} [-]	H/AD	Duur	N
Smith e.a. (2000)	2001	basalt op zandafsluit, berm op +5m	0,286	27,1 as	0,150	5,00	0,00	0,85	3,50	3,43	1,36	4,12	0,9	1045	d			
Smith e.a. (2000)	3010	overgoot en ingezand basalt, berm op +5	0,286	27,11 st v k	0,196	13	4,39	0,61	1,26	4,70	4,41	1,50	3,29	1,2	1045	a		
Smith e.a. (2000)	3011	overgoot en ingezand basalt, berm op +5	0,286	27,11 st v k	0,196	13	4,39	0,61	1,56	5,30	4,96	1,52	4,07	1,3	1045	a		
Holland e.a. (2006)	P01-02	Ingegoten basalt (half)	0,286	26,01 st g e k	0,129	13	3,90	2,10	0,68	4,23	3,68	1,83	2,59	5,0	4894	a		
Holland e.a. (2006)	P03-05	Ingegoten basalt (half)	0,286	26,01 st g e k	0,129	13	3,90	2,10	0,96	4,98	4,51	1,81	3,66	5,2	4323	d		
Holland e.a. (2006)	LW 17-19	Ingegoten basalt (volledig)	0,286	26,01 st g e k	0,129	13	3,07	2,93	1,07	5,84	5,32	2,01	4,08	3,4	2403	b		
Holland e.a. (2006)	LW 17-21	Ingegoten basalt (volledig)	0,286	26,01 st g e k	0,129	13	3,23	2,77	1,16	6,08	5,49	2,01	4,42	5,6	3779	d		
Holland e.a. (2006)	LW 12+13+14	Ingegoten basalt (volledig)	0,286	26,01 st g e k	0,129	13	4,16	1,84	1,02	4,82	4,37	1,70	3,89	3,5	2963	b		
Holland e.a. (2006)	HW 22-23A	Ingegoten basalt (volledig)	0,286	26,01 st g e k	0,129	13	4,70	1,30	1,52	6,75	6,03	1,95	5,80	3,6	2202	d		
Klein Breiteler (2007b)	5	Graniet met DV voegvulling	0,333	28,52 za k	0,117	10		4,75	0,70	1,38	5,05	4,72	1,79	7,19	1,1	926	a	
Wouters (1993)	A02	blokken met ruwheid op klei	0,250	11 k	0,150	2		5,00	1,50	0,62	4,60	4,17	1,82	3,00	1,4	1278	a	
Wouters (1993)	A03	blokken met ruwheid op klei	0,250	11 k	0,150	2		5,00	1,50	0,81	3,90	3,64	1,35	3,91	0,8	858	d	
Lindenberg (1988)	DGB10	Besaltion op zand	0,333	27,1 ge	0,200	14	4,50	2,50	1,04	3,79	3,73	1,55	4,00	1,0	1092	a		
Lindenberg (1988)	DGB12	Basaltion op zand	0,333	27,1 ge	0,200	14	4,50	2,50	1,24	3,79	3,73	1,42	4,77	0,3	364	d		
Den Boer (1982)	c.1.3-23	blokken op klei	0,250	10 k	0,150	1,5		4,01	0,50	0,88	3,23	3,23	1,08	4,31	8,0	10249	a	
Den Boer (1982)	c.2.5-49	blokken op klei	0,250	10 k	0,100	1,5		4,00	0,50	0,79	2,93	2,95	1,03	5,73	2,0	2828	d	
RWTH (2011)	16	modifizierte Vertikalt-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	0,333	29 ge	0,250	5,8	4,50	-4,50	1,04	7,39	6,72	3,02	3,06	2,2	1028	a		
RWTH (2011)	17+19+22	modifizierte Vertikalt-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	0,333	29 ge	0,250	5,8	4,50	-4,50	1,51	6,36	5,78	2,15	4,44	1,2	677	a		
RWTH (2011)	14+18+20+21+25	modifizierte Vertikalt-Deckwerkstein (serie 4 testsectie 1)	0,333	29 ge	0,250	5,8	4,50	-4,50	1,19	4,79	4,36	1,83	3,51	6,1	4814	a		

Tabel D.2, Grootchalige modelproeven met steenzettingen zonder filter en ingegoten bekledingen (hydraulische randvoorwaarden en schade)

project	proefnr.	omschrijving	TOPLAAG										FILTERLAAG			
			niveau onder- grond [m NAP]	niveau boven- grens [m NAP]	talud helling tanα	toplaag ondre- lagen	D [m]	B [m]	L [m]	slecht- breedte [mm]	open oppervlak langs [%]	Gattype 1 grootte aantal [cm2]	p [kg/m3]	inwaas D15 [mm]	b [m]	b D15 [mm]
Smith e.a. (2000)	4b006	niet dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	2,00	5,00	0,286	11 ge st my	0,200	0,50	1,75	1,75	0,05	2,8	0,8	2,3		
Smith e.a. (2000)	4c001	dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	2,00	5,00	0,286	11 ge st my	0,200	0,50	1,75	1,75	0,05	2,8	0,8	2,3		
Smith e.a. (2000)	4c007	dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	2,00	5,00	0,286	11 ge st my	0,200	0,50	1,75	1,75	0,05	2,8	0,8	2,3		
Smith e.a. (2000)	4c008	dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	2,00	5,00	0,286	11 ge st my	0,200	0,50	1,75	1,75	0,05	2,8	0,8	2,3		
Smith e.a. (2000)	4c013	dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	2,00	5,00	0,286	11 ge st my	0,200	0,50	1,75	1,75	0,05	2,8	0,8	2,3		
Smith e.a. (2000)	5a005	blokken op minsteem met uitvulllaag, berm op +5	0,50	5,00	0,286	11 st my ge	0,250	0,50	2	1,6	0,05	7,1	0,8	2,8		
Smith e.a. (2000)	5a006	blokken op filter met ondiepwater, golfdelast, berm op +5	0,50	5,00	0,286	11 st my ge	0,250	0,50	2	1,6	0,05	7,1	0,8	2,8		
Smith e.a. (2000)	6a21	blokken op filter met ondiepwater, golfdelast, berm op +5	0,50	5,00	0,286	11 st my ge	0,250	0,50	2	1,6	0,05	7,1	0,8	2,8		
Smith e.a. (2000)	20a03	grote blokken van 50x50x20 cm3, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11 st ge N	0,200	0,50	26	1	5,2	2337	0,10	18,6		
Smith e.a. (2000)	20a04	grote blokken van 50x50x20 cm3	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,200	0,50	26	1	5,2	2337	0,10	18,6		
Smith e.a. (2000)	20a05	grote blokken van 50x50x20 cm3	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,200	0,50	26	1	5,2	2337	15,7	0,10	18,6	
Smith e.a. (2000)	20a06	grote blokken van 50x50x20 cm3	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,200	0,50	26	1	5,2	2337	15,7	0,10	18,6	
Smith e.a. (2000)	20a07	grote blokken van 50x50x20 cm3	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,200	0,50	26	1	5,2	2337	15,7	0,10	18,6	
Smith e.a. (2000)	20a08	grote blokken van 50x50x20 cm3	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,200	0,50	26	1	5,2	2337	15,7	0,10	18,6	
Smith e.a. (2000)	20b03	kleine blokken van 25x25x10, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,100	0,25	13,1	0,8	0,8	2344	8,3	0,05	10,8	
Smith e.a. (2000)	20b04	kleine blokken van 25x25x10	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,100	0,25	13,1	0,8	0,8	2344	8,3	0,05	10,8	
Smith e.a. (2000)	20b05	kleine blokken van 25x25x10	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,100	0,25	13,1	0,8	0,8	2344	8,3	0,05	10,8	
Smith e.a. (2000)	20b07	kleine blokken van 25x25x10	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,100	0,25	13,1	0,8	0,8	2344	8,3	0,05	10,8	
Smith e.a. (2000)	20b09	kleine blokken van 25x25x10	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,100	0,25	13,1	0,8	0,8	2344	8,3	0,05	10,8	
Smith e.a. (2000)	20b10	kleine blokken van 25x25x10	3,00	5,00	0,286	11 st ge k	0,100	0,25	13,1	0,8	0,8	2344	8,3	0,05	10,8	
Wouters (1991)	128	Blokken op filter - losst	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,151	0,25	0,30	2	2	12,566	2	2375	0,50	3,6
Wouters (1991)	154	Blokken op filter - losst	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,151	0,25	0,30	2	2	12,566	2	2375	0,50	3,6
Wouters (1991)	155	Blokken op filter - losst	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,151	0,25	0,30	2	2	12,566	2	2375	0,50	3,6
Wouters (1991)	128	Blokken op filter - i-west	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,147	0,25	0,30	2	2	2354	0,25	3,6		
Wouters (1991)	154	Blokken op filter - i-west	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,147	0,25	0,30	2	2	2354	0,25	3,6		
Wouters (1991)	155	Blokken op filter - i-west	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,147	0,25	0,30	2	2	2354	0,25	3,6		
Wouters (1991)	248	Blokken op filter - 2oost	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,150	0,50	0,30	2	2	2354	0,50	9,2		
Wouters (1991)	248	Blokken op filter - 2west	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,147	0,25	0,30	2	2	2354	0,50	9,2		
Wouters (1991)	627	Blokken op filter - f-west	0,00	8,50	0,333	11 st ge	0,229	0,50	0,50	3,8	3,8	2376	0,35	17,3		
Burger (1985)	10	Hangingmanblokken	3,50	8,50	0,286	11 st my	0,200	0,50	0,50	2	2	2290	1	0,04	9	1
Burger (1985)	15	Hangingmanblokken	3,50	8,50	0,286	11 st my	0,200	0,50	0,50	2	2	2290	0,04	9	1	3
Lindenberg (1983)	45	Armonflex zonder kabels	2,60	8,75	0,333	10 st	0,108	0,30	0,30	22	22	2411	0,25	25		
Lindenberg (1983)	46	Armonflex zonder kabels	2,60	8,75	0,333	10 st	0,108	0,30	0,30	22	22	2411	0,25	25		
Lindenberg (1983)	58	Armonflex zonder kabels	2,60	8,75	0,333	10 st	0,108	0,30	0,30	22	22	2411	7	25		
Burger (1983)	30	blokken op filter	3,00	4,40	0,333	10 st	0,150	0,25	0,25	1	1	2350	0,35	25		
Burger (1983)	31	blokken op filter	3,00	4,40	0,333	10 st	0,150	0,25	0,25	1	1	2350	0,35	25		
Burger (1983)	34	blokken op filter	3,00	4,40	0,333	10 st	0,150	0,25	0,25	1	1	2350	0,35	25		
Burger (1983)	35	blokken op filter	3,00	4,40	0,333	10 st	0,150	0,25	0,25	1	1	2350	0,35	25		
Burger (1983)	38	blokken op filter	3,00	4,40	0,333	10 st	0,150	0,25	0,25	1	1	2350	0,35	25		
Burger (1983)	37	blokken op filter	3,00	4,40	0,333	10 st	0,150	0,25	0,25	1	1	2350	0,35	25		

Tabel D.3, Grootschalige modelproeven met plat gezette blokken (constructie-eigenschappen)

project	proefnr.	omschrijving	TOPLAAG										HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN						Schade	
			talud	helling	toplaag	onder-lagen	D	spat-eind-	breedte	water-stand	Zb	Hs	Tp	T _{m-1,0}	ζ_{cap}	H _s /AD	Duur	N		
			taar.					open	[mm]	[m]	[m]	[m]	[s]	[s]	[s]	[h]	[h]	[h]		
Smith e.a. (2000) 4b006		niet dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	11 st my	0,200	1,75	1,75			2337	3,77	1,23	0,86	5,40	4,90	2,08	3,22	1,4	1000 a	
Smith e.a. (2000) 4c001		dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	11 st my	0,200	1,75	1,75			2337	3,77	1,23	0,71	3,30	3,12	0,8	2,66	0,8	1000 a	
Smith e.a. (2000) 4c007		dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	11 st my	0,200	1,75	1,75			2337	3,78	1,22	1,05	5,80	5,27	2,02	3,93	1,5	1000 a	
Smith e.a. (2000) 4c008		dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	11 st my	0,200	1,75	1,75			2337	3,77	1,23	1,17	4,50	4,22	1,49	4,38	1,1	1000 c	
Smith e.a. (2000) 4c013		dichtgeslitte betonblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	11 st my	0,200	1,75				2337	4,04	0,96	1,50	4,90	4,62	1,43	5,61	1,2	1000 d	
Smith e.a. (2000) 5d005		blokken op minsteennet uitvulllaag, berm op +5	0,286	11 st my ge	0,250	2	1,6			2383	4,02	0,98	1,64	5,80	5,37	1,56	4,74	1,4	1000 a	
Smith e.a. (2000) 5d006		blokken op minsteennet uitvulllaag, berm op +5	0,286	11 st my ge	0,250	2	1,6			2383	4,00	1,00	1,64	6,90	6,47	1,92	4,74	1,7	1000 b	
Smith e.a. (2000) 6d21		blokken op filter met ondiepwater golfbelast, berm op +5	0,286	11 st my ge	0,250	2	1,6			2383	2,23	2,77	0,91	9,40	5,60	3,52	2,63	2,4	1000 a	
Smith e.a. (2000) 20a03		grote blokken van 50x50x20 cm3, berm op +5	0,286	11 st ge kl	0,200	26	1			2337	4,15	0,85	0,41	2,17	1,53	0,8	1,80	2,36	1,0	1000 a
Smith e.a. (2000) 20a04		grote blokken van 50x50x20 cm3	0,286	11 st ge kl	0,200	26	1			2337	4,20	0,80	0,63	4,01	3,68	1,80	2,17	0,7	1000 c	
Smith e.a. (2000) 20a05		grote blokken van 50x50x20 cm3	0,286	11 st ge kl	0,200	26	1			2337	4,00	1,00	0,58	2,94	2,79	1,38	2,28	1,3	1000 a	
Smith e.a. (2000) 20a06		grote blokken van 50x50x20 cm3	0,286	11 st ge kl	0,200	26	1			2337	4,23	0,77	0,63	5,07	4,57	3,70	1,76	2,36	1,0	1000 b
Smith e.a. (2000) 20a07		grote blokken van 50x50x20 cm3	0,286	11 st ge kl	0,200	26	1			2337	4,17	0,83	0,63	4,03	3,70	1,76	2,36	1,0	1000 b	
Smith e.a. (2000) 20a08		grote blokken van 50x50x20 cm3	0,286	11 st ge kl	0,200	26	1			2337	4,28	0,72	0,84	4,57	4,20	1,78	3,14	1,2	1000 c	
Smith e.a. (2000) 20b03		kleine blokken van 25x25x10, berm op +5	0,286	11 st ge kl	0,100	13,1	0,8			2344	4,58	0,42	0,32	3,32	3,01	2,10	2,38	0,8	1000 a	
Smith e.a. (2000) 20b04		kleine blokken van 25x25x10	0,286	11 st ge kl	0,100	13,1	0,8			2344	4,58	0,42	0,42	3,18	2,93	1,75	3,13	0,8	1000 b	
Smith e.a. (2000) 20b05		kleine blokken van 25x25x10	0,286	11 st ge kl	0,100	13,1	0,8			2344	4,61	0,39	0,52	3,98	3,63	1,97	3,87	1,0	1000 c	
Smith e.a. (2000) 20b07		kleine blokken van 25x25x10	0,286	11 st ge kl	0,100	0,8	13,1			2344	3,62	1,38	0,32	2,71	2,50	1,71	2,37	0,7	1000 a	
Smith e.a. (2000) 20b09		kleine blokken van 25x25x10	0,286	11 st ge kl	0,100	0,8	13,1			2344	3,77	0,23	0,43	3,13	2,89	1,71	3,20	0,8	1000 b	
Smith e.a. (2000) 20b10		kleine blokken van 25x25x10	0,286	11 st ge kl	0,100	0,8	13,1			2344	3,76	1,24	0,51	4,00	3,64	2,00	3,79	1,0	1000 d	
Wouters (1991) 128		Blokken op filter - 1oost	0,333	11 st ge	0,151	2	2			2375	4,99	0,73	0,73	3,90	3,72	1,90	3,51	1,1	1179 a	
Wouters (1991) 154		Blokken op filter - 1oost	0,333	11 st ge	0,151	2	2			2375	4,73	0,94	0,78	3,40	3,38	1,46	4,55	0,9	1000 a	
Wouters (1991) 155		Blokken op filter - 1oost	0,333	11 st ge	0,151	2	2			2375	4,74	0,78	0,60	5,89	3,03	3,73	1,6	1000 a		
Wouters (1991) 128		Blokken op filter - 1west	0,333	11 st ge	0,147	2	2			2354	4,99	0,73	0,73	3,90	3,72	1,90	3,66	1,1	1179 a	
Wouters (1991) 154		Blokken op filter - 1west	0,333	11 st ge	0,147	2	2			2354	4,73	0,94	0,94	3,40	3,38	1,46	4,74	0,9	1000 a	
Wouters (1991) 155		Blokken op filter - 1west	0,333	11 st ge	0,147	2	2			2354	4,74	0,78	0,60	5,89	3,03	3,89	1,6	1000 a		
Wouters (1991) 248		Blokken op filter - 2oost	0,333	11 st ge	0,150	2	2			2383	4,77	0,40	0,30	2,93	1,93	0,8	1113 a			
Wouters (1991) 248		Blokken op filter - 2west	0,333	11 st ge	0,147	2,5	2,5			2354	4,77	0,40	0,30	2,93	2,09	2,01	0,8	1113 a		
Wouters (1991) 627		Blokken op filter - 6west	0,333	11 st ge	0,259	3,8	3,8			2376	4,94	1,06	0,36	3,90	3,82	1,58	2,57	1,1	1123 a	
Burger (1985) 6		Haringmanblokken	0,286	11,1 st my	0,200	2	2			2290	5,00	3,50	1,43	5,12	4,78	1,53	5,54	1,7	13746 d	
Burger (1985) 10		Haringmanblokken	0,286	11,1 st my	0,200	2	2			2290	5,00	3,50	1,33	4,38	4,17	1,36	5,14	2,90	27349 a	
Burger (1985) 15		Haringmanblokken	0,286	11,1 st my	0,200	2	2			2290	5,00	3,50	1,50	4,40	4,23	1,28	5,81	1,0	941 c	
Lindenberg (1983) 45		Armorflex zonder kabels	0,333	10 st	0,108	22	22			2411	5,00	3,75	0,93	3,75	3,63	1,62	5,52	0,5	552 a	
Lindenberg (1983) 46		Armorflex zonder kabels	0,333	10 st	0,108	22	22			2411	5,00	3,75	1,22	3,98	3,70	1,39	7,99	0,7	750 a	
Lindenberg (1983) 58		Armorflex zonder kabels	0,333	10 st	0,108	22	22			2411	5,00	3,75	1,22	3,98	3,70	1,39	7,99	0,7	750 a	
Burger (1983) 30		blokken op filter	0,333	10 st	0,150	1	1			2350	4,50	-0,10	0,52	3,75	3,53	2,17	2,57	1,1	1111 a	
Burger (1983) 31		blokken op filter	0,333	10 st	0,150	1	1			2350	4,50	-0,10	0,54	3,31	3,14	1,88	2,67	1,1	1111 d	
Burger (1983) 34		blokken op filter	0,333	10 st	0,150	1	1			2350	4,50	-0,10	0,49	3,31	3,14	1,97	2,42	0,9	1111 a	
Burger (1983) 35		blokken op filter	0,333	10 st	0,150	1	1			2350	4,50	-0,10	0,56	3,13	3,02	1,74	2,77	0,9	1111 d	
Burger (1983) 38		blokken op filter	0,333	10 st	0,150	1	1			2350	4,50	-0,10	0,53	3,31	3,16	1,89	2,62	0,9	1111 a	
Burger (1983) 37		blokken op filter	0,333	10 st	0,150	1	1			2350	4,50	-0,10	0,57	3,52	3,35	1,94	2,81	1,0	1111 d	

Tabel D.4. Grootchalige modelproeven met plat gezette blokken (hydraulische randvoorwaarden en schade)

Plat gezette blokken, proeven met onregelmatige golven	project	proefnr.	omschrijving	voorland		niveau bij teen [m NAP]	helling taarntoedem [m NAP]	niveau boven- grens onder- lagen [m NAP]	niveau teud helling taarntoedem [m NAP]	TOPLAG			FILTERLAAG						
				D	B					spleet, breedte langs [mm]	open oppervlak [%]	Gattype 1 [cm²]	p aantal	D ₁₅ [mm]	b [m]	D ₁₅ [mm]			
Den Boer (1982)	c.1.1-6		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.1.1-7		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.1.2-17		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.1.2-18		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.2.4-46		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.2.4-47		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.2.3-51		blokken op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	0.15	0.35	5			
Den Boer (1982)	c.3.1-57		blokken met vellingkant op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	50	1	2410	0.15	0.35	5
Den Boer (1982)	c.3.1-58		blokken met vellingkant op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	50	1	2410	0.15	0.35	5
Den Boer (1982)	c.3.2-60		blokken met gaten op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	28.274	1	2330	0.15	0.35	5
Den Boer (1982)	c.3.2-61		blokken met gaten op filter (penmen => geen normaalkracht)	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	28.274	1	2330	0.15	0.35	5
Den Boer (1982)	c.4-64		blokken op filter, halsteens zonder penmen	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	2370	0.15	0.35	5		
Den Boer (1982)	c.4-65		blokken op filter, halsteens zonder penmen	2.750	0.033	3.40	4.50	0.250	0.150	0.25	1.5	1.5	1.5	2370	0.15	0.35	5		
RWTH (2011)	11	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 1, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	12	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 1, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	14	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	25	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	26+31	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	23+27+28+29+30	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	14	haftwerksporen Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2815	0.10	3			
RWTH (2011)	25	haftwerksporen Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2815	0.10	3			
RWTH (2011)	26+31	haftwerksporen Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2815	0.10	3			
RWTH (2011)	23+27+28+29+30	haftwerksporen Verkant-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2815	0.10	3			
RWTH (2011)	13	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	8+20+21+22	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	9+6+17+18+19	Standard-Verkant-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 1)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2404	0.10	3			
RWTH (2011)	8+20+21+22	modificeerde Verkant-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	29.1st ge	0.180	0.30	0.30	3	3	2340	0.10	17			
RWTH (2011)	17+19+22	modificeerde Verkant-Deckwerkstein (serie 4, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	11 st ge	0.180	0.30	0.30	5.8	5.8	2340	0.12	17			
RWTH (2011)	5	Plasterstein (serie 1, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	11 st ge	0.180	0.30	0.30	3.33	3.33	2320	0.10	3			
RWTH (2011)	7	Plasterstein (serie 1, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	11 st ge	0.180	0.30	0.30	3.33	3.33	2320	0.10	3			
RWTH (2011)	12	Plasterstein (serie 1, testsectie 2)	2.000	0.050	2.00	7.00	0.333	11 st ge	0.180	0.30	0.30	3.33	3.33	2320	0.10	3			

Tabel D.5, Grootchalige modelproeven met plat gezette blokken (constructie-eigenschappen)

project	proefnr.	omschrijving	TOPLAAG										HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN						Schade		
			talud	helling	toplaag	onderlagen	D	spiegeldiepte	langs	open oppervlak	waterstand	Zb	Hs	Tp	T _{m,1,0}	ζ_{op}	H _s /A/D	Dur	N		
Den Boer (1982)	c.1.1-6	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.150	1.5	1.5	0.150	1.5	0.52	2360	3.99	0.69	2.93	2.91	1.10	3.36	0.7	1000	b	
Den Boer (1982)	c.1.1-7	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.150	1.5	1.5	0.150	1.5	0.49	2360	4.01	0.76	2.94	2.93	1.05	3.73	0.7	1000	d	
Den Boer (1982)	c.1.2-17	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.150	1.5	1.5	0.150	1.5	0.27	2360	4.23	0.73	2.93	2.93	1.07	3.59	0.7	1000	b	
Den Boer (1982)	c.1.2-18	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.150	1.5	1.5	0.150	1.5	0.25	2360	4.26	0.74	2.93	2.93	1.06	3.62	2.2	2000	d	
Den Boer (1982)	c.2.4-46	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.52	2370	3.99	0.52	2.36	2.31	1.19	2.81	0.6	1000	b	
Den Boer (1982)	c.2.4-47	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.52	2370	3.98	0.52	0.41	2.46	2.40	1.20	2.99	0.6	1000	d
Den Boer (1982)	c.2.3-51	blokken op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.25	2370	4.26	0.46	2.67	2.60	1.23	3.36	0.7	1000	d	
Den Boer (1982)	c.3.1-57	blokken met vellingdiktes op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.44	2410	4.01	0.50	2.46	2.42	1.16	3.12	0.6	1000	a	
Den Boer (1982)	c.3.1-58	blokken met vellingdiktes op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.46	2410	4.00	0.50	2.45	2.43	1.14	3.23	0.6	1000	d	
Den Boer (1982)	c.3.2-60	blokken met gaten op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.50	2330	4.00	0.50	0.47	2.46	2.43	1.13	3.50	0.6	1000	b
Den Boer (1982)	c.3.2-61	blokken met gaten op filter (pennen => geen normaalkracht)	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.51	2330	4.00	0.51	0.49	2.46	2.44	1.10	3.65	0.6	1000	d
Den Boer (1982)	c.4-64	blokken op filter, halfsteens zonder pennen	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.48	2370	4.02	0.49	2.51	2.48	1.14	3.47	0.6	1000	b	
Den Boer (1982)	c.4-65	blokken op filter, halfsteens zonder pennen	0.250	10 gr my	0.100	1.5	1.5	0.100	1.5	0.49	2370	4.01	0.49	2.56	2.52	1.14	3.58	0.6	1000	d	
RWTH (2011)	11	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 1, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.13	4.44	4.04	1.74	4.47	1.2	1016	a			
RWTH (2011)	12	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 1, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.08	5.15	4.68	2.06	4.27	1.1	843	a			
RWTH (2011)	14	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.12	4.44	4.04	1.72	4.43	1.2	1051	a			
RWTH (2011)	25	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.04	7.41	6.74	3.03	4.12	2.2	1020	a			
RWTH (2011)	26+31	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.54	6.39	5.81	2.14	6.09	3.03	383	a			
RWTH (2011)	23+27+28+29+30	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.19	4.79	4.35	1.83	4.69	3.43	5210	a			
RWTH (2011)	14	hauwierspringe Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2815	4.50	2.50	1.12	4.44	4.04	1.75	4.44	1.2	1051	a			
RWTH (2011)	25	hauwierspringe Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2815	4.50	2.50	1.04	7.41	6.74	3.03	3.18	2.2	1020	a			
RWTH (2011)	26+31	hauwierspringe Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2815	4.50	2.50	1.54	6.39	5.81	2.14	4.71	3.83	383	a			
RWTH (2011)	23+27+28+29+30	hauwierspringe Verkalit-Deckwerkstein (serie 2, testsectie 2)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2815	4.50	2.50	1.19	4.50	4.04	7.41	6.74	3.03	5210	a			
RWTH (2011)	13	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.19	4.79	4.35	1.83	4.69	3.43	1.2	1051	a		
RWTH (2011)	8+20+21+22	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.12	4.44	4.04	1.75	4.44	1.2	1051	a			
RWTH (2011)	9+16+17+18+19	Standard-Verkalit-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 1)	0.333	29 st ge	0.180	3	3	2404	4.50	2.50	1.04	7.41	6.74	3.03	3.18	2.2	1020	a			
RWTH (2011)	8+20+21+22	modificeerde Verkalit-Deckwerkstein (serie 3, testsectie 2)	0.333	29 st ge	0.180	5.8	3	2815	4.50	2.50	1.19	4.79	4.35	1.83	3.63	3.63	5210	a			
RWTH (2011)	17+19+22	modificeerde Verkalit-Deckwerkstein (serie 4, testsectie 2)	0.333	29 st ge	0.180	5.8	3	2815	4.50	2.50	1.04	7.41	6.74	3.03	3.18	2.2	1026	a			
RWTH (2011)	5	Plasterstein serie 1, testsectie 2)	0.333	11 st ge	0.180	3.33	3.33	2320	4.50	2.50	0.58	3.08	2.80	1.68	2.44	0.8	998	a			
RWTH (2011)	7	Plasterstein serie 1, testsectie 2)	0.333	11 st ge	0.180	3.33	3.33	2320	4.50	2.50	1.08	5.15	4.68	2.06	4.55	1.1	843	d			
RWTH (2011)	12	Plasterstein serie 1, testsectie 2)	0.333	11 st ge	0.180	3.33	3.33	2320	4.50	2.50	1.08	5.15	4.68	2.06	4.55	1.1	843	d			

Tabel D.6, Grootchalige modelproeven met plat gezette blokken (hydraulische randvoorwaarden en schade)

Blokkens op hun kant, proeven met onregelmatige golven			TOPLAAG										FILTERLAAG			
project	proefnr.	omschrijving	niveau onder-grens [m NAP]	niveau boven-grens [m NAP]	talud helling	toplaag	onder-lagen	D	B	L	spleet-breedte [mm]	open oppervlak [%]	ρ	inwas D ₁₅ [mm]	b	D ₁₅ [mm]
Smith e.a. (2000)	12a04	blokkens op kant, koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12a05	blokkens op kant koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12a08	blokkens op kant koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12a09	blokkens op kant koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12a010	blokkens op kant koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12a011	blokkens op kant koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12a013	blokkens op kant koud tegen elkaar, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12c03	blokkens op kant, brede langsvoeg met ronde stalen afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12c04	blokkens op kant, brede langsvoeg met ronde stalen afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12c05	blokkens op kant, brede langsvoeg met ronde stalen afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12c07	blokkens op kant, brede langsvoeg met ronde stalen afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12cc05	blokkens op kant, brede langsvoeg met plastic afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12cc06	blokkens op kant, brede langsvoeg met plastic afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12cc07	blokkens op kant, brede langsvoeg met plastic afstandshouders	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12d06	blokkens op kant, brede stootvoegen, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12d07	blokkens op kant, brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12d010	blokkens op kant, brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	12cd08	blokkens op kant, brede langsvoeg met plastic afstandshouders met voetje	3,00	5,00	0,286	11,5 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,8	0,8	0,8	0,8	2317	0,05	7,2
Smith e.a. (2000)	21014	haringsmanblokken op hun kant met brede stootvoegen, berm op +5	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2250	0,06	8,0
Smith e.a. (2000)	21015	haringsmanblokken op hun kant met brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2250	0,06	8,0
Smith e.a. (2000)	21016	haringsmanblokken op hun kant met brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2250	0,06	8,0
Smith e.a. (2000)	2301	vlakke blokken op hun kant met brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2279	0,06	8,0
Smith e.a. (2000)	2302	vlakke blokken op hun kant met brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2279	0,06	8,0
Smith e.a. (2000)	23011	vlakke blokken op hun kant met brede stootvoegen	3,00	5,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,6	0,6	0,6	0,6	2279	0,06	8,0
Klein Breiteler e.a. (2007)	T13-17	Blokken op hun kant prototypischaaal	2,24	5,45	0,333	11,4 st ge kl	0,500	0,25	0,50	2,4	2,4	2,4	2,4	2281	0,12	4,5
Klein Breiteler e.a. (2007)	T22-26	Blokken op hun kant prototypischaaal	2,24	5,45	0,333	11,4 st ge kl	0,500	0,25	0,50	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4120	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4120-4122	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4931	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4931-4932	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4931-4934	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4040	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4140-4141	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5
Klein Breiteler e.a. (2005)	4140-4541	Blokjes op hun kant, langeduiproeven	2,00	6,00	0,286	11,4 st ge kl	0,200	0,10	0,20	0,5	0,5	0,5	0,5	2317	0,05	6,5

Tabel D.7, Grootchalige modelproeven met blokken op hun kant (constructie-eigenschappen)

Hydraulische randvoorwaarden												Schade
Toplaag												
Blokken op hun kant, proeven met onregelmatige golven		type		spleet		open		water-		stand		
project	proefnr.	omschrijving	toplaag	onder-	D	breedte	langs	oppervlak	p	inclusie-	water-	
		tank	lagen	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[kg/m ³]	[%]	D15	[m]	
Smith e.a. (2000)	12a04	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	4,65	0,35	1,38
Smith e.a. (2000)	12a05	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	4,80	0,20	1,42
Smith e.a. (2000)	12a08	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	4,71	0,29	1,52
Smith e.a. (2000)	12a09	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	4,91	0,09	1,4
Smith e.a. (2000)	12a010	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	4,70	0,30	1,21
Smith e.a. (2000)	12a011	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	4,81	0,19	0,84
Smith e.a. (2000)	12a013	blokken op kant koud tegen elkaar, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,2	2317	5,00	0,00	1,24
Smith e.a. (2000)	12c03	blokken op kant, brede langsvoeg niet ronde staalafstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,3	2317	5,7	4,79
Smith e.a. (2000)	12c04	blokken op kant, brede langsvoeg niet ronde staalafstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,3	2317	5,7	4,90
Smith e.a. (2000)	12c05	blokken op kant, brede langsvoeg niet ronde staalafstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,3	2317	5,7	4,90
Smith e.a. (2000)	12c07	blokken op kant, brede langsvoeg niet ronde staalafstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,3	2317	5,7	5,03
Smith e.a. (2000)	12c07	blokken op kant, brede langsvoeg niet ronde staalafstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,3	2317	5,7	5,03
Smith e.a. (2000)	12cc05	blokken op kant, brede langsvoeg niet plastic afstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,1	2317	5,7	5,00
Smith e.a. (2000)	12cc06	blokken op kant, brede langsvoeg niet plastic afstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,1	2317	5,7	4,94
Smith e.a. (2000)	12cc07	blokken op kant, brede langsvoeg niet plastic afstandshouders	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,1	2317	5,7	4,95
Smith e.a. (2000)	12d06	blokken op kant, brede stoenvoegen, berm op +5	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,8	2317	5,7	4,90
Smith e.a. (2000)	12d07	blokken op kant, brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,8	2317	5,7	4,90
Smith e.a. (2000)	12d08	blokken op kant, brede stoenvoegen	0,286	11,5 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	9,8	2317	5,7	5,00
Smith e.a. (2000)	21014	hairingmanblokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2317	5,7	4,96
Smith e.a. (2000)	21015	hairingmanblokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2317	5,7	4,96
Smith e.a. (2000)	21016	hairingmanblokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2250	2,6	5,01
Smith e.a. (2000)	2301	vlakke blokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2279	5,00	0,00
Smith e.a. (2000)	2302	vlakke blokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2279	5,00	0,00
Smith e.a. (2000)	23010	vlakke blokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2279	5,00	0,00
Smith e.a. (2000)	23011	vlakke blokken op hun kant met brede stoenvoegen	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,8	0,8	1,06	8,6	2279	5,00	0,00
Klein Breiteler e.a. (2007)	T13-17	Blokken op hun kant prototypeeschaal	0,333	11,4 st ge kI	0,500	2,4	2,4	2,281	4,69	0,76	1,55	5,19
Klein Breiteler e.a. (2007)	T22-26	Blokken op hun kant prototypeeschaal	0,333	11,4 st ge kI	0,500	2,4	2,4	2,281	4,91	0,54	1,57	7,04
Klein Breiteler e.a. (2005)	4120-4122	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,10	1,90	0,83	4,32
Klein Breiteler e.a. (2005)	4931	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,90	1,10	0,64	3,88
Klein Breiteler e.a. (2005)	4931-4932	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,90	1,10	0,66	3,89
Klein Breiteler e.a. (2005)	4931-4934	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,90	1,10	0,67	3,88
Klein Breiteler e.a. (2005)	4040	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,00	2,00	0,45	3,15
Klein Breiteler e.a. (2005)	4140-4141	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,11	1,89	0,53	3,47
Klein Breiteler e.a. (2005)	4140-4541	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,36	0,53	1,62	3,38
Klein Breiteler e.a. (2005)	4140-4541	Blokken op hun kant, langduruproeven	0,286	11,4 st ge kI	0,200	0,5	0,5	2317	4,36	0,53	1,62	3,38

Tabel D.8, Grootchalige modelproeven met blokken op hun kant (hydraulische randvoorwaarden en schade)

project	proefnr.	beschrijving	TOPLAAG										FILTERLAAG			
			niveau onder-grens [m NAP]	niveau boven-grens [m NAP]	helling	type	onderlaag	D	B	L	spleebreedte	open oppervlak [%]	p	inwes D ₁₅	b	D ₁₅ 2e FILTERLAAG
Smith e.a. (2000)	1002	Basalt Basalt op lage berm Basalt asfaltbeton	3 4 4,33 5	4 4,33 5 10	0,286 0,286 0,286 0,286	27,1 27,1 27,1 27,1	st ge st ge st ge st ge	0,150 0,150 0,150 0,150	0,30 0,30 0,30 0,30	[m]	0,30 0,30 0,30 0,30	15 15 15 15	2376 2376 2376 2376	7 7 7 7	0,1 0,1 0,1 0,1	19 19 19 19
Smith e.a. (2000)	1003	Basalt Basalt op lage berm Basalt asfaltbeton	3 4 4,33 5	4 4,33 5 10	0,286 0,286 0,286 0,286	27,1 27,1 27,1 1	st ge st ge st ge st ge	0,150 0,150 0,150 0,150	0,30 0,30 0,30 0,30	[m]	0,30 0,30 0,30 0,18	15 15 15 14	2376 2376 2376 2338	7 7 7 4	0,1 0,1 0,1 0,07	19 19 19 10
Smith e.a. (2000)	4a006	Dichtgelede granietblokken, dicht filter, berm op +5	2,50	5,00	0,286	28,5	st vli k	0,208	0,25	[mm]	0,37	10	2582	9,5	0,042	4
Smith e.a. (2000)	4a007	Dichtgelede granietblokken, dicht filter, berm op +5	2,50	5,00	0,286	28,5	st vli k	0,208	0,25	[mm]	0,25	10	2582	9,5	0,042	4
Smith e.a. (2000)	4d010	Dichtgelede granietblokken, dicht filter, berm op +5	2,00	5,00	0,286	28,5	st my ge	0,208	0,25	[mm]	0,37	20	2582	9,3	0,05	4
vd Welf e.a. (2007)	T15	C-Star	1,90	5,50	0,333	27,5	st ge k	0,180	0,12	[mm]	0,18	14	2338	4	0,07	2,3
vd Welf e.a. (2007)	T24-32	C-Star	1,90	5,50	0,333	27,5	st ge k	0,180	0,12	[mm]	0,18	14	2338	4	0,07	10
Klein Breteler e.a. (2005)	nov03-4805	Basalt, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	27,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2827	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4411+4610	basalt, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4411-4812	basalt, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4215-4616	basalt, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4418	basalt, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4418+4618	Hydroblocks 15 cm, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2005)	5250	Hydroblocks 15 cm, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	27,3	st ge k	0,150	0,25	[mm]	0,25	13	2426	8	0,069	22
Klein Breteler e.a. (2005)	5251	Hergebruikte Hydroblocks 15 cm, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	27,3	st ge k	0,150	0,25	[mm]	0,25	13	2426	8	0,069	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4250+4251	Hydroblocks 20 cm, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	27,3	st ge k	0,200	0,25	[mm]	0,25	13	2359	8	0,097	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4260-4660	Hydroblocks 20 cm, langduurproeven	2,00	6,00	0,286	27,3	st ge k	0,200	0,25	[mm]	0,25	13	2359	8	0,097	22
Klein Breteler e.a. (2005)	4260-4860	Pit-polygoonzullen, 20 cm, 1998	3,00	5,00	0,286	27,2	st ge k	0,200	0,20	[mm]	0,20	14	2337	8,8	0,1	19
Wouters (1998)	4	Pit-polygoonzullen, 20 cm, 1998	3,00	5,00	0,286	27,2	st ge k	0,200	0,20	[mm]	0,20	14	2337	8,8	0,1	19
Wouters (1998)	5	Pit-polygoonzullen, 20 cm, 1998	3,00	5,00	0,286	27,2	st ge k	0,200	0,20	[mm]	0,20	14	2337	8,8	0,1	19
Wouters (1998)	6	Hydroblocks 20 cm, 1998	3,00	5,00	0,286	27,3	st ge k	0,200	0,25	[mm]	0,25	13	2291	8,8	0,1	19
Wouters (1998)	5	Hydroblocks 20 cm, 1998	3,00	5,00	0,286	27,3	st ge k	0,200	0,25	[mm]	0,25	13	2291	8,8	0,1	19
Eysink e.a. (2003)	5	Basalt 2003, D = 20 cm	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	7,5	0,12	22
Eysink e.a. (2003)	6	Basalt 2003, D = 20 cm	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	7,5	0,12	22
Eysink e.a. (2003)	8	Basalt 2003, D = 20 cm	2,00	6,00	0,286	26,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2955	7,5	0,12	22
Eysink e.a. (2003)	26	Basalt	2,00	6,00	0,286	27,1	st ge k	0,200		[mm]		13	2827	8	0,12	22
Klein Breteler e.a. (2006b)	15	Hydroblocks	1,00	3,50	0,286	27,3	st ge k	0,150		[mm]		13	1952	7,5	0,055	22
Klein Breteler e.a. (2006b)	16	Hydroblocks	2,00	6,00	0,286	27,3	st ge k	0,150		[mm]		13	1952	7,5	0,055	22
Klein Breteler e.a. (2006b)	25	Hydroblocks	2,00	6,00	0,286	27,3	st ge k	0,150		[mm]		13	1952	7,5	0,055	22
Burger (1985)	26	Vilvoorde steen (plat) met Dn50	1,00	3,50	0,286	28,1	pu vi k	0,160		[mm]		20	2527	10	0,05	15
Burger (1985)	1	Vilvoorde steen (ronde) met Dn50	1,00	3,50	0,286	28,1	pu vi k	0,160		[mm]		20	2527	10	0,05	15
Burger (1985)	3	Vilvoorde steen (ronde) met Dn50	1,00	3,25	0,286	28,1	pu vi k	0,160		[mm]		20	2527	10	0,05	15
Burger (1985)	21	basalt, Provo 85	6,50	0,286	26	pu vi k	0,300		[mm]		13,5	2996	8	0,12	30	
Burger (1985)	22	basalt, Provo 85	6,50	0,286	26	pu vi k	0,300		[mm]		13,5	2996	8	0,12	30	
Burger (1985)	23	basalt, Provo 85	6,50	0,286	26	pu vi k	0,300		[mm]		13,5	2996	8	0,12	30	
Burger (1985)	24	Basalt M1900 (niet ingewassen)	0,00	8,75	0,333	27,1	st st	0,180		[mm]		13	2400	0,15	25	0,2
vd Weide e.a. (1983)	4															4

Tabel D.9, Grootschalige modelproeven met zullen en natuursteen (constructie-eigenschappen)

project	proefnr.	beschrijving	zuilen en natuursteen, proeven met onregelmatige golven										hydraulische randvoorwaarden								
			helling	toplaag type	onder-lagen	D	stootvoeg breedte	open oppervlak	inwas	waterstand	Zb	Hs	Tp	T _{m-1,0}	ξ_{50}	H _s /AD	Duur	N	Schade		
Smith e.a. (2000)	1002	Basaltlon op lege berm	0.286	27,1	st ge	0,150			15	2376	7	4,95	-0,95	-0,62	1,04	3,9	3,8	5,04	1,0	a	
		Basaltlon op asfaltbeton	0,067	27,1	st ge	0,150			15	2376	7	4,95	0,05	0,05	1,22	4,3	4,2	5,04	1,0	a	
Smith e.a. (2000)	1003	Basaltlon op lege berm	0.286	27,1	st ge	0,150			15	2376	7	4,94	-0,94	-0,61	0,06	1,22	4,3	4,2	5,91	0,8	
		Basaltlon op asfaltbeton	0,067	27,1	st ge	0,150			15	2376	7	4,94	0,06	1,00	1,53	7,14	6,28	4,40	5,91	0,8	
Smith e.a. (2000)	4a006	Dichtgesloten granietblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	28,5	st vl kl	0,208	10	10	2382	9,5	4,04	0,96	1,52	5,03	1,56	4,62	1,4	1045	1,4	a	
		Dichtgesloten granietblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	28,5	st my qe	0,208	20	20	2382	9,5	4,03	0,97	1,60	5,40	5,05	5,52	1,4	1045	1,4	b	
Smith e.a. (2000)	4a007	Dichtgesloten granietblokken, dicht filter, berm op +5	0,286	28,5	st ge k	0,180			14	2338	4	4,50	1,00	1,53	7,14	6,35	4,40	5,11	1,5	1045	a
		C-Star	0,333	27,5	st ge k	0,180			14	2338	4	4,50	1,00	1,55	7,13	6,44	4,40	5,11	1,5	1045	a
vd Werf e.a. (2007)	T15	C-Star	0,333	27,5	st ge k	0,180			14	2338	4	4,50	1,00	1,56	5,35	4,96	4,40	5,11	1,5	1045	a
		C-Star	0,333	27,5	st ge k	0,180			14	2338	4	4,50	1,00	1,56	5,35	4,96	4,40	5,11	1,5	1045	a
vd Werf e.a. (2007)	T24-32	Basaltlon, lange duurproeven	0,286	27,1	st ge k	0,200			13	2327	8	4,70	1,30	1,38	8,01	7,35	2,43	3,78	5,11	20395	a
		basalt, lange duurproeven	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	8	4,50	1,50	1,29	5,98	5,51	1,88	3,30	9,5	6577	c
Klein Breiter e.a. (2005)	4411+4610	basalt, lange duurproeven	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	8	4,70	1,30	1,27	5,97	5,47	1,89	3,25	23,5	16296	d
		basalt, lange duurproeven	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	8	4,50	1,50	1,43	6,36	5,86	1,96	3,66	14,0	8835	b
Klein Breiter e.a. (2005)	4215+4616	basalt, lange duurproeven	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	8	4,42	1,58	1,85	6,85	7,27	1,94	4,07	3,5	2115	c
		basalt, lange duurproeven	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	8	4,50	1,50	1,54	6,72	6,68	1,93	3,94	4,07	4516	d
Klein Breiter e.a. (2005)	4418+4618	basalt, lange duurproeven	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2426	8	5,20	0,80	0,96	5,16	5,02	1,89	4,44	1,3	1019	a
		Hydroblocks 15 cm, lange duurproeven	0,286	27,3	st ge k	0,150			13	2426	8	5,20	0,80	1,08	5,76	5,29	1,98	5,05	1,4	985	d
Klein Breiter e.a. (2005)	5250	Hydroblocks 15 cm, lange duurproeven	0,286	27,3	st ge k	0,150			13	2426	8	4,20	0,80	1,01	5,82	5,31	2,07	4,72	2,4	1672	d
		Hergebruikte Hydroblocks 15 cm, lange duurproeven	0,286	27,3	st ge k	0,200			13	2559	8	4,47	1,53	1,11	6,01	5,37	2,09	4,08	14,0	9658	a
Klein Breiter e.a. (2005)	4280+4660	Hydroblocks 20 cm, lange duurproeven	0,286	27,3	st ge k	0,200			13	2559	8	4,56	1,44	1,11	6,02	5,36	1,99	4,08	19,8	13582	d
		Hydroblocks 20 cm, lange duurproeven	0,286	27,2	st ge k	0,200			14	2337	8,8	5,00	0,00	1,64	4,90	4,79	1,37	6,13	1,2	1045	b
Wouters (1998)	4	Pit-polygoonzullen, 20 cm, 1998	0,286	27,2	st ge k	0,200			14	2337	8,8	5,00	0,00	1,63	6,40	6,04	1,79	6,10	0,8	518	c
		Pit-polygoonzullen, 20 cm, 1998	0,286	27,2	st ge k	0,200			14	2337	8,8	5,00	0,00	1,63	7,80	7,25	1,18	6,10	2,0	1045	d
Wouters (1998)	5	Hydroblocks, 20 cm, 1998	0,286	27,3	st ge k	0,200			13	2291	8,8	5,00	0,00	1,63	6,40	6,04	1,79	6,31	0,8	518	b
		Hydroblocks, 20 cm, 1998	0,286	27,3	st ge k	0,200			13	2291	8,8	4,74	1,26	1,57	6,70	6,04	1,91	4,30	1,5	1045	c
Eysink e.a. (2003)	5	Basalt 2003, D = 20 cm	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	7,5	4,58	1,42	1,40	6,01	5,55	1,81	3,58	1,4	1038	a
		Basalt 2003, D = 20 cm	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	7,5	4,78	1,22	1,54	6,51	6,51	1,87	3,94	1,5	1030	c
Eysink e.a. (2003)	6	Basalt 2003, D = 20 cm	0,286	26,1	st ge k	0,200			13	2355	7,5	4,85	1,15	1,22	6,73	6,94	2,47	3,12	1,8	1118	d
		Basaltlon	0,286	27,1	st ge k	0,200			13	2227	8	4,74	1,26	1,57	6,70	6,04	1,91	4,30	1,5	1042	a
Klein Breiter e.a. (2006b)	15	Hydroblocks	0,286	27,3	st ge k	0,150			13	1952	7,5	5,17	0,83	0,84	12,82	10,44	4,99	5,88	3,1	1000	a
		Hydroblocks	0,286	27,3	st ge k	0,150			13	1952	7,5	5,18	0,82	0,96	11,74	9,50	4,28	6,72	2,8	1000	a
Klein Breiter e.a. (2006b)	16	Hydroblocks	0,286	27,3	st ge k	0,150			13	1952	7,5	4,80	1,20	0,89	7,90	3,48	6,23	2,2	1000	a	
		Hydroblocks	0,286	27,3	st ge k	0,150			13	1952	7,5	4,90	1,10	0,95	9,46	8,19	3,29	7,35	0,9	394	d
Burger (1985)	26	Vilvoordse steen (plat) met Dn50	0,286	28,1	pu v k l	0,160			20	2527	10	2,87	0,63	0,67	3,07	2,93	1,34	2,72	15,0	20228	a
		Vilvoordse steen (ronde) met Dn50	0,286	28,1	pu v k l	0,160			20	2527	10	2,87	0,63	0,74	3,41	3,22	1,41	3,04	1,8	1012	d
Burger (1985)	1	Vilvoordse steen (plat) met Dn50	0,286	28,1	pu v k l	0,160			20	2527	10	2,87	0,63	0,75	5,12	4,64	2,12	3,05	1,0	809	d
		Vilvoordse steen (ronde) met Dn50	0,286	28,1	pu v k l	0,160			20	2527	10	2,87	0,63	0,75	5,39	5,78	3,49	5,78	2,2	10744	d
Burger (1985)	3	basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	404	a
		basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	6088	d
Burger (1985)	22	basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	337	a
		basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	337	a
Burger (1985)	23	basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	337	a
		basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	337	a
Burger (1985)	24	basalt, Provo 85	0,286	26	pu v k l	0,300			13,5	2996	8	5,00	1,50	1,55	5,12	4,81	4,81	2,92	0,5	337	a
		Basaltlon M1900 (niet ingewassen)	0,333	27,1	st st	0,180			13	2400	geen	5,00	3,75	1,19	3,84	3,82	1,47	4,72	1,0	1078	d

Tabel D.10, Grootchalige modelproeven met zuilen en natuursteen (hydraulische randvoorwaarden en schade)

project	proefnr.	beschrijving	TOPLAAG						FILTERLAAG								
			niveau onder-grens [m NAP]	niveau boven-grens [m NAP]	helling tana	toplaag [m]	onder-lagen [m]	D [m]	B [m]	L [m]	spleetbreedte [mm]	stootvoeg langsvoeg [mm]	open oppervlak [%]	p [kg/m³]	inwas D ₁₅ [mm]	b [mm]	D ₁₅ [mm]
Van Steeg e.a. (2009)	L6	Boven SWL; zuilen	4,80	5,49	0,333	27,1	st ge kl	0,080				11,6	2339	5	0,05	13	
Van Steeg e.a. (2009)	N4+N4a	Boven SWL; zuilen	4,80	5,49	0,333	27,1	st ge kl	0,080				11,6	2339	5	0,05	13	
Van Steeg e.a. (2009)	N5	Boven SWL; zuilen	4,80	5,49	0,333	27,1	st ge kl	0,080				11,6	2339	5	0,05	13	
Van Steeg e.a. (2009)	H1	Boven SWL; zuilen	4,80	5,49	0,333	27,1	st ge kl	0,080				11,6	2339	5	0,05	13	
Van Steeg e.a. (2009)	H2	Boven SWL; zuilen	4,80	5,49	0,333	27,1	st ge kl	0,080				11,6	2339	5	0,05	13	
Van Steeg e.a. (2009)	H3	Boven SWL; zuilen	4,80	5,49	0,333	27,1	st ge kl	0,080				11,6	2339	5	0,05	13	
Van Steeg e.a. (2009)	L4	Boven SWL; plat gezette blokken	4,80	5,49	0,333	11	st ge kl	0,100	0,20	0,20	1,3	1,4			2355	0,05	5
Van Steeg e.a. (2009)	N3	Boven SWL; plat gezette blokken	4,80	5,49	0,333	11	st ge kl	0,100	0,20	0,20	1,3	1,4			2355	0,05	5
Van Steeg e.a. (2009)	N4	Boven SWL; plat gezette blokken	4,80	5,49	0,333	11	st ge kl	0,100	0,20	0,20	1,3	1,4			2355	0,05	5
Van Steeg e.a. (2009)	C2	Basaltlon; onder overgangsconstructie	3,46	4,10	0,333	27,1	st ge kl	0,198					12,5	2316	6	0,11	22
Van Steeg e.a. (2009)	E1	Basaltlon; onder overgangsconstructie	3,46	4,10	0,333	27,1	st ge kl	0,198					12,5	2316	6	0,11	22
Van Steeg e.a. (2009)	A3	Basaltlon; onder overgangsconstructie	3,46	4,10	0,333	27,1	st ge kl	0,198					12,5	2316	6	0,11	22
Van Steeg e.a. (2009)	E1	Basaltlon; boven overgangsconstructie	4,10	5,46	0,333	27,1	st ge kl	0,198					12,5	2865	6	0,11	22
Van Steeg e.a. (2009)	E1	Basaltlon; zonder overgangsconstructie	3,46	5,46	0,333	27,1	st ge kl	0,198					12,5	2865	6	0,11	22
Van Steeg (2012)	T005	Hillblocks	2,00	5,50	0,333	27,6	st ge kl	0,200	0,13	0,13			8,5	2372	5	0,07	12
Van Steeg (2012)	T014	Hillblocks	2,00	5,50	0,333	27,6	st ge kl	0,200	0,13	0,13			8,5	2372	5	0,07	12
Van Steeg (2012)	T008-T015	Hillblocks	2,00	5,50	0,333	27,6	st ge kl	0,200	0,13	0,13			8,5	2372	5	0,07	12
Wolters e.a. (2011)	P03	Basaltlon	2,35	4,70	0,286	27,1	st ge kl	0,150					13	2388	8	0,07	15
Wolters e.a. (2011)	P04	Basaltlon	2,35	4,70	0,286	27,1	st ge kl	0,150					13	2388	8	0,07	15
Wolters (2010)	T1	RonaTon+	1,92	5,40	0,333	27,4	st ge kl	0,160					12	2460	8	0,07	12
Wolters (2010)	T5	RonaTon+	1,92	5,40	0,333	27,4	st ge kl	0,160					12	2460	8	0,07	12
Wolters (2010)	T6	RonaTon+	1,92	5,40	0,333	27,4	st ge kl	0,160					12	2460	8	0,07	12
Wolters (2010)	T9	RonaTon+	1,92	5,40	0,333	27,4	st ge kl	0,160					12	2460	8	0,07	12
Wolters (2010)	T9-T10	RonaTon+	1,92	5,40	0,333	27,4	st ge kl	0,160					12	2460	8	0,07	12
Wolters (2010)	T9-T11B	RonaTon+	1,92	5,40	0,333	27,4	st ge kl	0,160					12	2460	8	0,07	12
t Hart e.a. (2012)	T5	Dubbele steenzetting; basaltlon	2,14	5,64	0,333	27,1	st ge kl	0,150					11	2345	7,5	0,179	15
t Hart e.a. (2012)	T6	Dubbele steenzetting; basaltlon	2,14	5,64	0,333	27,1	st ge kl	0,150					11	2345	7,5	0,179	15
t Hart e.a. (2012)	T4	Dubbele steenzetting; basaltlon	2,14	5,64	0,333	27,1	st ge kl	0,150					11	2345	7,5	0,179	15
t Hart e.a. (2012)	T8	Dubbele steenzetting; basaltlon	2,14	5,64	0,333	27,1	st ge kl	0,150					11	2345	7,5	0,179	15
t Hart e.a. (2012)	T9	Dubbele steenzetting; basaltlon	2,14	5,64	0,333	27,1	st ge kl	0,150					11	2345	7,5	0,179	15
t Hart e.a. (2012)	T1	Dubbele steenzetting; basaltlon	2,14	5,64	0,333	27,1	st ge kl	0,150					11	2345	7,5	0,179	15

Tabel D.11, Grootscalige modelproeven met zuilen en natuursteen (constructie-eigenschappen)

project	proefnr.	beschrijving	TOPLAAG								HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN									
			helling	type	onder-lagen	D	stootbreedte	open oppervlak	p	inwas	waterstand	Zb	Hs	Tp	T _{m-1,0}	ξ_{50}	H _s /AD	Duur	N	Schade
tan α	tan α	laag	[m]	[mm]	[mm]	%	[kg/m ³]	[m]	[m]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[s]	[h]	[h]	[h]	
Van Steeg e.a. (2009)	L6	Boven SWL; zuilen	0,333	27,1	st ge k	0,080		11,6	2339	5	4,54	0,95	1,46	5,69	5,42	1,96	13,63	1002	a	
Van Steeg e.a. (2009)	N4+N4a	Boven SWL; zuilen	0,333	27,1	st ge k	0,080		11,6	2339	5	4,84	0,65	1,10	4,61	4,39	1,83	10,27	1020	a	
Van Steeg e.a. (2009)	N5	Boven SWL; zuilen	0,333	27,1	st ge k	0,080		11,6	2339	5	4,84	0,65	1,32	5,12	4,91	1,86	12,32	433	d	
Van Steeg e.a. (2009)	H1	Boven SWL; zuilen	0,333	27,1	st ge k	0,080		11,6	2339	5	5,34	0,15	0,40	2,90	2,62	1,91	3,73	966	a	
Van Steeg e.a. (2009)	H2	Boven SWL; zuilen	0,333	27,1	st ge k	0,080		11,6	2339	5	5,34	0,15	0,51	3,28	2,90	1,91	4,76	1006	c	
Van Steeg e.a. (2009)	H3	Boven SWL; zuilen	0,333	27,1	st ge k	0,080		11,6	2339	5	5,34	0,15	0,61	3,37	3,18	1,80	5,69	330	d	
Van Steeg e.a. (2009)	L4	Boven SWL; plat gezette blokken	0,333	11	st ge k	0,100	1,3	1,4	2355	4	5,54	0,95	1,10	4,77	4,44	1,89	8,12	1030	a	
Van Steeg e.a. (2009)	N3	Boven SWL; plat gezette blokken	0,333	11	st ge k	0,100	1,3	1,4	2355	4	5,84	0,65	0,94	4,42	4,00	1,90	6,94	997	a	
Van Steeg e.a. (2009)	N4	Boven SWL; plat gezette blokken	0,333	11	st ge k	0,100	1,3	1,4	2355	4	5,84	0,65	1,10	4,41	4,37	1,76	8,12	306	d	
Van Steeg e.a. (2009)	C2	Basaltlon; onder overgangsconstructie	0,333	27,1	st ge k	0,198		12,5	2316	6	4,67	-0,57	1,15	4,87	4,67	1,89	4,41	993	a	
Van Steeg e.a. (2009)	E1	Basaltlon; onder overgangsconstructie	0,333	27,1	st ge k	0,198		12,5	2316	6	5,15	-1,05	1,50	5,69	5,43	1,93	5,76	1006	a	
Van Steeg e.a. (2009)	A3	Basaltlon; onder overgangsconstructie	0,333	27,1	st ge k	0,198		12,5	2316	6	4,80	-0,70	0,79	4,11	3,68	1,93	3,03	1020	a	
Van Steeg e.a. (2009)	E1	Basaltlon; boven overgangsconstructie	0,333	27,1	st ge k	0,198		12,5	2365	6	5,15	0,31	1,50	5,69	5,43	1,93	4,06	1006	a	
Van Steeg e.a. (2009)	E1	Basaltlon; zonder overgangsconstructie	0,333	27,1	st ge k	0,198		12,5	2365	6	5,15	0,31	1,50	5,69	5,43	1,93	4,06	1006	a	
Van Steeg (2012)	T005	Hillblocks	0,333	27,6	st ge k	0,200		8,5	2372	5	4,50	1,00	1,49	6,90	6,20	2,35	5,43	1,5	1077	a
Van Steeg (2012)	T014	Hillblocks	0,333	27,6	st ge k	0,200		8,5	2372	5	4,50	1,00	1,43	5,30	5,20	1,80	5,47	1,2	986	a
Van Steeg (2012)	T008-T015		0,286	27,1	st ge k	0,150		13	2388	8	4,60	0,10	1,39	5,07	4,83	1,76	5,20	29,0	25062	a
Wolters e.a. (2011)	P03	Basaltlon	0,286	27,1	st ge k	0,150		13	2388	8	4,70	0,00	1,60	5,24	5,20	1,48	7,68	1051	a	
Wolters e.a. (2011)	P04	Basaltlon	0,333	27,6	st ge k	0,160		12	2460	8	4,50	0,90	0,83	4,62	4,49	2,21	3,54	1,2	1092	b
Wolters (2010)	T1	RonaTon+	0,333	27,4	st ge k	0,160		12	2460	8	4,50	0,90	1,51	6,93	6,33	2,35	6,45	1,7	1036	b
Wolters (2010)	T5	RonaTon+	0,333	27,4	st ge k	0,160		12	2460	8	4,50	0,90	0,95	4,07	3,72	1,74	4,06	1,0	1016	b
Wolters (2010)	T6	RonaTon+	0,333	27,4	st ge k	0,160		12	2460	8	4,50	0,90	1,52	5,29	5,03	1,79	6,49	1,3	1039	b
Wolters (2010)	T9	RonaTon+	0,333	27,4	st ge k	0,160		12	2460	8	4,50	0,90	1,51	5,29	5,05	1,79	6,47	2,3	1880	c
Wolters (2010)	T9-T10	RonaTon+	0,333	27,4	st ge k	0,160		12	2460	8	4,50	0,90	1,52	5,38	5,09	1,82	6,51	12,9	10322	d
Wolters (2010)	T9-T11B	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,30	1,34	0,63	4,24	3,90	2,22	3,12	1,0	972	a
't Hart e.a. (2012)	T5	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,40	1,24	0,78	4,84	4,43	2,28	3,87	1,1	901	c
't Hart e.a. (2012)	T6	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,00	1,64	0,62	3,03	2,99	1,60	3,07	0,7	967	a
't Hart e.a. (2012)	T4	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,25	1,39	0,88	3,88	3,60	1,72	4,36	0,9	899	c
't Hart e.a. (2012)	T8	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,23	1,41	0,07	4,16	3,98	1,67	5,30	0,6	534	d
't Hart e.a. (2012)	T9	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,20	1,44	0,80	3,51	3,43	1,64	3,97	0,7	733	d
't Hart e.a. (2012)	T1	Dubbele steenzetting; basaltlon	0,333	27,1	st ge k	0,150		11	2345	7,5	4,30	1,34	0,63	4,24	3,90	2,22	3,12	1,0	972	a

Tabel D.12, Grootchalige modelproeven met zuilen en natuursteen (hydraulische randvoorwaarden en schade)

project	proefnr.	omschrijving	Havendammen, proeven met onregelmatige geven										TOPLAAG				FILTERLAAG	
			niveau onder-grens [m NAP]	helling	krui-nbreedte [m]	type	D [m]	B [m]	L [m]	spleethoedte [mm]	strooivoeg [mm]	langsvoeg oppervlak [%]	open [kg/m³]	p	Invas. D ₁₅ [mm]	b	D ₁₅ [mm]	
Klein Breiteler e.a. (2003)	102	Havendam Harlingen basalt	0,00 3,23 3,51 3,59	3,23 3,51 3,59 4,20	0,333 0,227 0,091 0,500	27,1 27,1 27,1 27,1	st ge kI st ge kI st ge kI st ge kI	0,150 0,150 0,150 0,150				14	2360 2360 2360 2360	10	0,36 0,36 0,36 0,36	7		
Klein Breiteler e.a. (2003)	103	Havendam Harlingen basalt	0,00 3,23 3,51 3,59	3,23 3,51 3,59 4,20	0,333 0,227 0,091 0,500	27,1 27,1 27,1 27,1	st ge kI st ge kI st ge kI st ge kI	0,150 0,150 0,150 0,150				14	2360 2360 2360 2360	10	0,36 0,36 0,36 0,36	7		
Klein Breiteler (2002)	1	Havendam Urk	0,00 3,42 3,95 3,35	3,42 3,95 0,000 -0,459	0,357 0,284 0,533 27,1	26 27,1 27,1 27,1	st ge kI st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150 0,150				14	3000 2657 2657 2657	10	0,20 0,05 0,05 0,05	25		
Klein Breiteler (2002)	2	Havendam Urk	0,00 3,42 3,95 3,35	3,42 3,95 0,000 -0,459	0,357 0,284 0,533 27,1	26,1 27,1 27,1 27,1	st ge kI st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150 0,150				14	3000 2657 2657 2657	10	0,20 0,05 0,05 0,05	25		
Klein Breiteler (2002)	5	Havendam Urk	0,00 3,42 3,95 3,35	3,42 3,95 0,000 -0,459	0,357 0,284 0,533 27,1	26,1 27,1 27,1 27,1	st ge kI st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150 0,150				14	3000 2657 2657 2657	10	0,20 0,05 0,05 0,05	25		
Klein Breiteler (2002)	14	Havendam Ketelhaven	0,00 2,00 3,99	3,99 0,000 -0,500	0,333 0,284 0,88	26,1 27,1 28,5	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,100 0,20	0,20 0,20 0,30	10 10 10	10 10 10	14	3000 2582 2582	10	0,20 0,10 0,10	22		
Klein Breiteler (2002)	15	Havendam Ketelhaven	0,00 2,00 3,99	3,99 0,000 -0,500	0,333 0,284 0,88	26,1 27,1 28,5	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,100 0,20	0,20 0,20 0,30	10 10 10	10 10 10	14	3000 2582 2582	10	0,20 0,10 0,10	22		
Klein Breiteler (2002)	16	Havendam Ketelhaven	0,00 2,00 3,99	3,99 0,000 -0,500	0,333 0,284 0,88	26,1 27,1 28,5	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,100 0,20	0,20 0,20 0,30	10 10 10	10 10 10	14	3000 2582 2582	10	0,20 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	1	Havendam 2006	2,20 4,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,333 0,333 -0,333	27,1 27,1 27,3	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150				14	2827 2827 2827	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	2	Havendam 2006	2,20 4,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,333 0,333 -0,333	27,1 27,1 27,3	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150				14	2827 2827 2827	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	3	Havendam 2006	2,20 4,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,333 0,333 -0,333	27,1 27,1 27,3	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150				14	2827 2827 2827	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	4	Havendam 2006	2,20 4,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,333 0,333 -0,333	27,1 27,1 27,3	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150				14	2827 2827 2827	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	12	Havendam 2006	2,20 4,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,333 0,333 -0,333	27,1 27,1 27,3	st ge kI st ge kI st ge kI	0,200 0,150 0,150				14	2827 2827 2827	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	13	Havendam 2006	2,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,000 1,00	27,1 27,3	st ge kI st ge kI	0,200 0,150				14	2827 1952 1952	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		
Kuiper e.a. (2006)	21	Havendam 2006	2,20 3,10	4,54 4,54 -0,333	0,000 1,00	27,1 27,3	st ge kI st ge kI	0,200 0,150				14	2827 1952 1952	7,5 7,5 7,5	0,10 0,10 0,10	22		

Tabel D.13, Grootschalige modelproeven met havendammen (constructie-eigenschappen)

Havendammen, proeven met onregelmatige golven																						
project	proefnr.	omschrijving	helling		type		TOPLAAG			HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN												
			toplaag tan α	onderlagen tan α	D spileebreedte [mm]	inwas stochoog langsvoeg [mm]	open oppervlak [%]	ρ	inwas D ₁₅ [mm]	b [mm]	waterstand [m]	Z _b [m]	H _s [m]	T _p [s]	ζ_{op} [-]	H _s /AD [-]	Duur [h]	N	Schade [-]			
Klein Breteleer e.a. (2003)	102	Havendam Harlingen basalt	0,333	27,1	st ge kI	0,150	14	2360	10	0,36	7	3,73	-0,22	1,06	3,79	0,047	1,54	5,12	1,2	1257	a	
Klein Breteleer e.a. (2003)	103	Havendam Harlingen basalt	0,333	27,1	st ge kI	0,150	14	2360	10	0,36	7	3,73	-0,22	1,06	3,79	0,047	1,54	5,12	1,2	1257	a	
Klein Breteleer (2002)	1	Havendam Urk	0,357	26	st ge kI	0,200	14	3000	10	0,20	25	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	1,90	1,90	1,0	1000	a
Klein Breteleer (2002)	2	Havendam Urk	0,357	26	st ge kI	0,200	14	3000	10	0,20	25	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	1,90	1,90	1,0	1000	a
Klein Breteleer (2002)	5	Havendam Urk	0,357	26,1	st ge kI	0,200	14	3000	10	0,20	25	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	1,90	1,90	1,0	1000	a
Klein Breteleer (2002)	14	Havendam Ketehaven	0,333	26,1	st ge kI	0,200	14	3000	10	0,20	22	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	1,90	1,90	1,0	1000	a
Klein Breteleer (2002)	15	Havendam Ketehaven	0,333	26,1	st ge kI	0,200	14	3000	10	0,20	22	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	1,90	1,90	1,0	1000	a
Klein Breteleer (2002)	16	Havendam Ketehaven	0,333	26,1	st ge kI	0,200	14	3000	10	0,20	22	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	-0,18	1,90	1,90	1,0	1000	c
Kuiper e.a. (2006)	1	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	a
Kuiper e.a. (2006)	2	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	d
Kuiper e.a. (2006)	3	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	a
Kuiper e.a. (2006)	4	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	a
Kuiper e.a. (2006)	12	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	a
Kuiper e.a. (2006)	13	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	a
Kuiper e.a. (2006)	21	Havendam 2006	0,333	27,1	st ge kI	0,200	14	2827	7,5	0,10	22	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	-0,24	2,51	2,51	0,3	290	a

Tabel D.14, Grootchalige modelproeven met havendammen (hydraulische randvoorwaarden en schade)