Kruinhoogten en ruimtebeslag van de waterkering Buitenhaven Vlissingen

herberekening volgens nieuwe inzichten

maart 2002

DWW-2002-024
ing. J.E. Venema

Ministerie van Verkeer en Waterstaat

Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
Dienst Weg- en Waterbouwkunde

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave		**3**
1	**Samenvatting**	**5**
2	**Inleiding**	**7**
3	**Situatie**	**9**
4	**Hydraulische belastingen**	**11**
4.1	Golfbelastingen	11
4.2	Minimum waakhoogte	15
4.3	Ruimtebeslag	16
5	**Golfoploopberekeningen**	**17**
5.1	Invloed taludhellingen op de golfoploop	17
5.2	Invloed taludhellingen met ruwheid op de golfoploop	18
5.3	Invloed taludhellingen met berm op de golfoploop	21
6	**Conclusies en aanbevelingen**	**25**
7	**Literatuur**	**27**

Bijlagen:

1.	Golfoploop berekeningen	**29**
2.	Golfbelastingen	**30**
3.	Kruinhoogte en ruimtebeslag bij een glad talud	**36**
4.	Kruinhoogte en ruimtebeslag bij talud met ruwheid	**38**
5.	Kruinhoogte en ruimtebeslag bij talud met berm	**40**

1 Samenvatting

De Dienst Weg- en Waterbouwkunde heeft in opdracht van Rijkswaterstaat Directie Zeeland de benodigde dijktafelhoogten en het benodigde ruimtebeslag voor de verbetering van de waterkering rond de Buitenhaven Vlissingen opnieuw vastgesteld, met als uitgangspunt de eerdere rapportage uit 1994 [4]. Hierbij is gebruik gemaakt van hydraulische belastingen die recent zijn berekend met het model SWAN. Ook zijn nieuwe inzichten ten aanzien van de golfoploopformulering toegepast

De dijktafelhoogten zijn berekend met het in Zeeland gebruikelijke 2%-golfoploopcriterium, en een minimale waakhoogte van 1 meter. Hierbij zijn de taludhellingen gevarieerd, en zijn er berekeningen gemaakt met ruwheid en/of een berm.

Voor enkele uitvoerpunten (voorin het bekken) aan de oostrand zijn de indicatieve kruinhoogten vrij hoog. Dit komt waarschijnlijk door de reflecties tegen de naastgelegen dijk, evenzo een uitvoerpunt aan het einde van het havenbekken, wat weer te maken heeft met refractie en concentratie van golfenergie over het relatief vlakke voorland.

De reductie van de waterstand voor oostenwinden, heeft een zeer gunstig effect op de maatgevende golfrandvoorwaarden langs de westrand van de Buitenhaven

De resultaten van de uitgevoerde berekeningen geven aan dat het ruwer maken van het buitentalud en/of toepassen van een berm niet altijd een oplossing geeft om de kruinhoogte en het ruimtebeslag te verminderen. Gezien de ontwikkelingen in de oploopformuleringen en de hoogwaterstijging wordt geadviseerd om nu voldoende ruimtebeslag in te bouwen zodat toekomstige dijkversterking mogelijk blijft.

2 Inleiding

Voor de deltaversterking van de waterkering rond de Buitenhaven Vlissingen zijn reeds eerder dijktafelhoogten bepaald. [1,2,3,4].

Dit advies hanteert dezelfde uitgangspunten en geometrie als de bestaande adviezen. De belastingen zijn ten aanzien van de waterstand veranderd, en de golfgegevens zijn opnieuw berekend door Alkyon [5]. De oploopformule is gewijzigd op onderdelen ten opzichte van [4]. Bovendien zal worden ingegaan op nieuwe ontwikkelingen bij ondiepe voorlanden (zie: bijlage 1)

De originele vakindeling (figuur 1) wordt niet aangehouden, aangezien er op meer locaties randvoorwaarden zijn aangeleverd. Hierdoor ontstaat er een completer beeld van de dijktafelhoogten en het ruimtebeslag.

Om de hoogte van de dijktafel te beperken, en derhalve het ruimtebeslag, zijn er berekeningen gemaakt met verschillende taludhellingen, een ruwer buitentalud en met een berm op het ontwerppeil, en vergeleken met de resultaten uit [4].

3 Situatie

Figuur 1: Buitenhaven van Vlissingen

Figuur 1 geeft de situatie van de Buitenhaven Vlissingen weer [overgenomen uit 9]. De haven is een nagenoeg rechthoekig bekken met de opening naar het zuiden. Deze opening is aan de westzijde gedeeltelijk afgesloten door een havendam. Om de haven bevinden zich haventerreinen met een breedte variërend tussen 120 meter (west- en oostzijde) tot 280 meter (noordzijde) op een hoogte van ca. NAP +4,00 – 4,50 meter. Om het haventerrein liggen de dijken (zwarte lijn).

4 Hydraulische belastingen

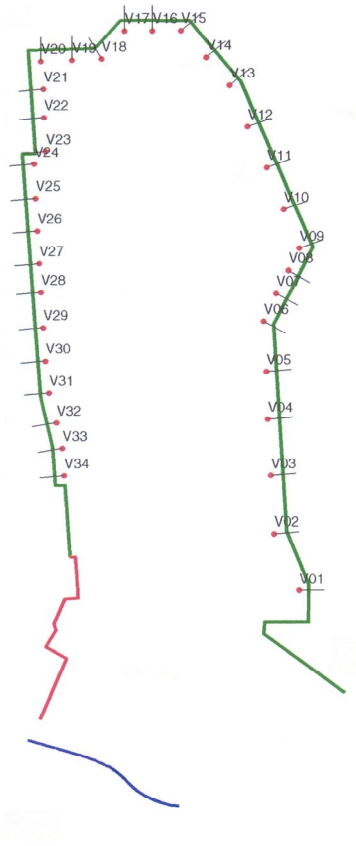
4.1 Golfbelastingen

Door Alkyon [5] zijn de golfbelastingen bepaald voor maatgevende omstandigheden aan de teen van de dijken rondom de Buitenhaven van Vlissingen. De hydraulische belastingen zijn niet opgenomen in [5], maar apart toegeleverd. Ze zijn vermeld in bijlage 2. De gegevens die hieruit zijn gebruikt staan op de volgende pagina in tabel 2. Hierin zijn tevens de belastingen gegeven die gebruikt zijn in [4].

Op de uitvoerpunten zijn de golfcondities gegeven als 2D golfspectra (frequentie en richting). Van deze spectra zijn de volgende gegevens gebruikt voor de kruinhoogte berekeningen:

- H_s = significante golfhoogte [m]. Deze is bepaald uit het oppervlak, m_0, van het spectrum: $H_s = 4 \cdot \sqrt{m_0}$
- T_p = piekperiode [sec]. Deze is gelijkgenomen aan de equivalente blokpiekperiode, T_{pbeq}. De blokperiode wordt vaak gebruikt als het spectrum geen duidelijke pieken meer heeft.
- Bèta = hoek tussen de windrichting en de normaal van de dijk [graden]

De golfbelastingen zijn berekend met het SWAN 40.11 golvenmodel. Deze zijn bepaald door transformatie van de golfcondities op de Westerschelde naar de Buitenhaven van Vlissingen. In de haven zijn de reflecties tegen de dijken meegenomen. Daarnaast is bijzondere aandacht gegeven aan het effect van de havendam die de Buitenhaven aan de zuidwest zijde afschermt tegen hoge golven op de Westerschelde. Bij transmissie van golven over de havendam wordt een deel van de golven gedissipeerd. De golfgroei door lokale wind is apart gemodelleerd. Hierna zijn de resultaten, in termen van golfenergiespectra, bij elkaar opgeteld.

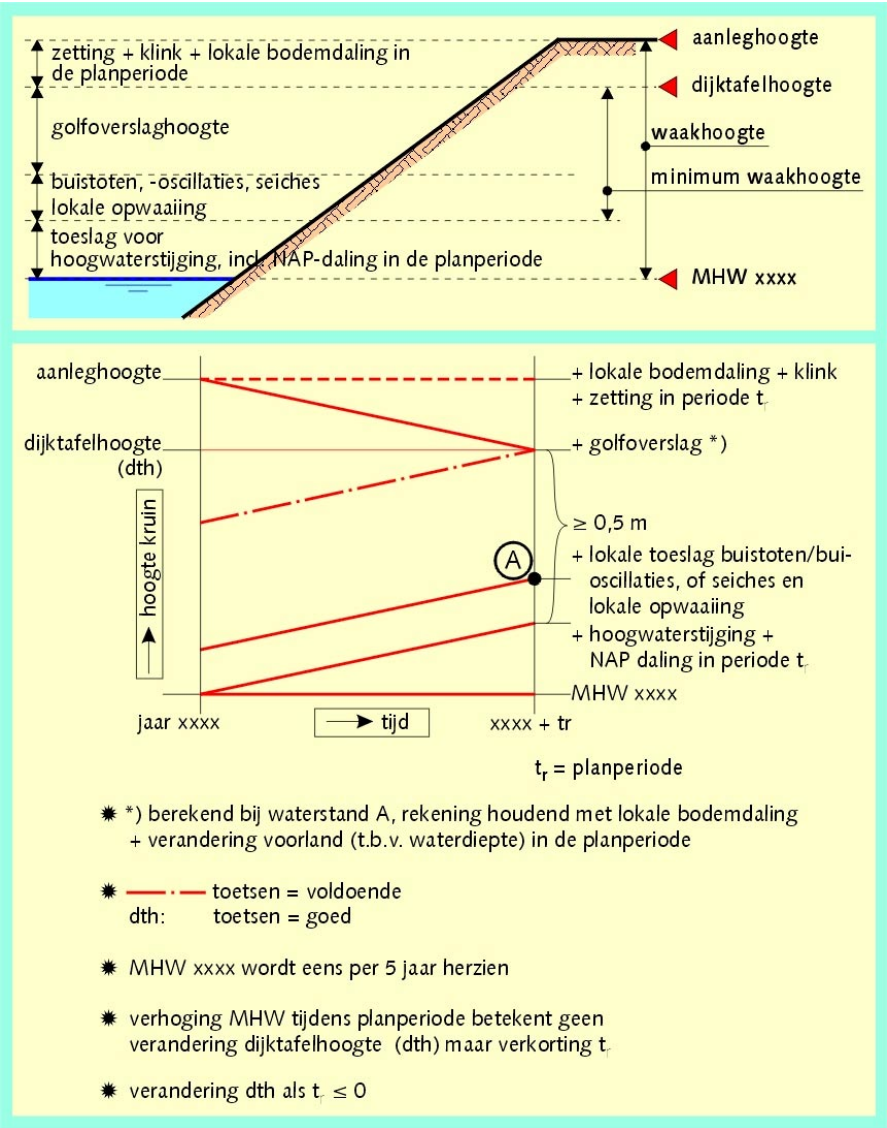
Figuur met uitvoerpunten	Uitvoerpunt (zie figuur)	H_s [m]	T_{pbeq} [s]	Bèta [°]	Hoogte maaiveld [m +NAP] Voorland	Hoogte maaiveld [m +NAP] Achterland	Randvoorwaarden 1994[1] H_s	Randvoorwaarden 1994[1] T_s	Randvoorwaarden 1994[1] Bèta
	V01	0,781	8,531	10,734	4,70	0,30	1,22; 0,60	9,0; 2,8	40; 90 zuid 50; 90 noord
	V02	0,702	8,378	1,585	4,20	0,30			
	V03	0,601	7,501	1,688	4,20	0,30			
	V04	0,568	5,599	24,456	4,20	0,30	0,60; 0,60	6,0; 2,8	45; 45
	V05	0,581	6,178	1,911	4,20	0,30			
	V06	0,526	6,380	7,201	4,40	0,30			
	V07	0,529	6,701	34,306	4,40	0,30	-; 0,60	-; 2,8	-; 10
	V08	0,457	5,801	8,162	4,40	0,30			
	V09	0,461	6,850	10,905	4,20	0,30			
	V10	0,409	7,260	12,499	4,20	0,30	0,80; 0,60	6,0; 2,8	35; 50
	V11	0,473	5,564	17,985	4,20	0,30			
	V12	0,466	4,361	17,103	4,20	0,30			
	V13	0,453	4,151	5,725	4,20	0,30			
	V14	0,505	5,523	19,007	4,20	0,30	0,60; -	6,0; -	45; -
	V15	0,493	5,350	21,435	4,20	0,30			
	V16	0,493	4,992	17,917	4,35	0,70			
	V17	0,585	8,538	2,605	4,35	0,70	0,60; -	6,0; -	90; -
	V18	0,432	7,320	38,992	4,10	4,13			
	V19	0,427	4,396	15,034	4,10	4,13	0,60; -	6,0; -	90; -
	V20	0,305	5,272	7,347	4,10	4,13			
	V21	0,215	6,343	63,368	3,50	3,83	-; 0,60	-; 2,8	-; 75
	V22	0,218	6,569	64,259	3,50	3,83			
	V23	0,242	7,362	58,230	3,50	3,83			
	V24	0,234	6,753	57,682	3,50	3,83			
	V25	0,256	6,315	48,514	3,50	3,83			
	V26	0,269	6,173	50,328	3,50	3,83	-; 0,60	-; 2,8	-; 75
	V27	0,309	8,783	42,476	3,50	3,83			
	V28	0,290	6,550	49,206	3,50	3,83			
	V29	0,298	5,500	50,721	3,50	3,83			
	V30	0,298	5,843	51,790	3,50	3,83			
	V31	0,314	6,398	50,029	3,50	3,83			
	V32	0,337	6,126	49,721	3,50	3,83			
	V33	0,335	6,857	49,184	3,50	3,83			
	V34	0,329	6,087	46,288	3,50	3,83			

tabel 2: Gebruikte hydraulische randvoorwaarden

[1] De eerste waarde is de doorgedrongen golf vanuit zee, de tweede waarde is de lokaal opgewekte golf.

4.2 Minimum waakhoogte

In het verleden zijn de dijken berekend met het 2%-golfoploopcriterium, de golfoploop die door 2% van de invallende golven wordt overschreden. De Leidraad Zee- en meerdijken [6] schrijft dat een overslag van 10 l/s per m' toelaatbaar is als het niet noodzakelijk wordt geacht dat de kruin van de dijk onder maatgevende omstandigheden begaanbaar is, en er speciale eisen worden gesteld aan het binnentalud. Om een vergelijking mogelijk te maken met het adviesrapport van de Dienst Weg- en Waterbouwkunde uit 1994 [4], zijn er alleen kruinhoogte berekeningen gemaakt met het 2%-golfoploop-criterium, dat in de Buitenhaven overeenkomt met ca. 0,1 l/s per m'.



Figuur 3: **Bijdragen aan de aanleghoogte van een grondconstructie. Gewijzigde figuur B3.2.1 uit het Basisrapport van de Leidraad Zee- en Meerdijken.**

In figuur 3 kan het volgende ingevuld worden:

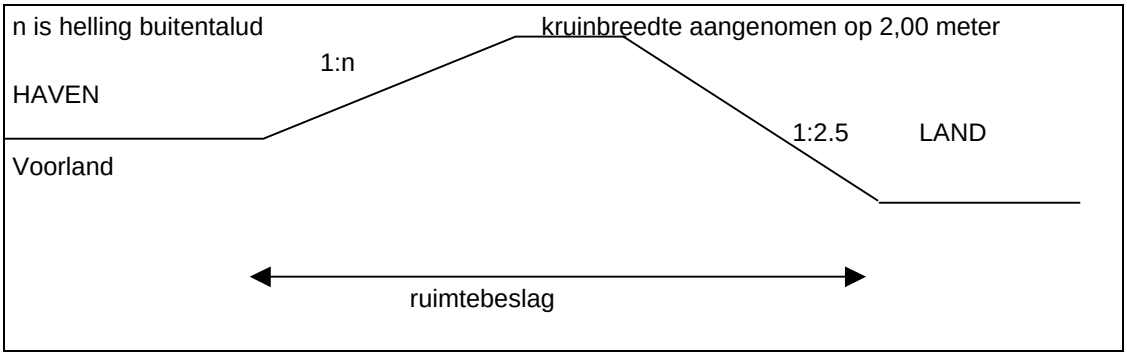
"jaar xxxx":	Het jaar waarvoor de Toetspeilen gelden, "jaar 2000";
"MHW xxxx":	Het toetspeil 2000.0; dit is voor de Buitenhaven NAP +5,30 meter [7];
"Toeslag voor hoogwaterstijging, incl. NAP-daling in planperiode":	Voor Vlissingen 0,15 m voor 50 jaar planperiode;
"Buistoten, -oscillaties, seiches en lokale opwaaiing":	In [4] wordt voor buistoten en -oscillaties en voor seiches 0,20 m in rekening gebracht;
"Minimum waakhoogte":	In afwijking van de elders gebruikelijke minimum waakhoogte van 50 cm, wordt in de monding van de Westerschelde een minimum waakhoogte van 100 cm gehanteerd vanwege onzekerheden in waterstanden en golfklimaat;
"A"	De waterstand die gebruikt wordt om de golfoploop te berekenen is : NAP+(5,30+0,15+0,15+0,20) = NAP +5,80 m
"Dijktafelhoogte":	De minimale dijktafelhoogte is: NAP+(5,30+0,15+1,00) = NAP+6,45 m

De minimale dijktafelhoogte wordt gebruikt als de golfoploophoogte lager is dan 0,65 m.

Aangezien in dit rapport ontwerpberekeningen worden gemaakt, dient er voor de planperiode van 50 jaar nog een marge opgeteld te worden bij de berekende dijktafelhoogte om tot de aanleghoogte te komen. Deze marge bestaat uit de lokaal verwachte bodemdaling in de planperiode en de zetting en klink van het dijklichaam. Aangezien hier geen rekening mee is gehouden in [4], wordt deze marge ook in dit rapport niet meegenomen. Per 10 cm extra kruinhoogte bedraagt het extra ruimtebeslag bij een 1:2 buitentalud 45 cm, tot 85 cm bij een 1:6 buitentalud.

4.3 Ruimtebeslag

Om het ruimtebeslag te kunnen uitrekenen is de definitieschets uit [4] gebruikt. De hoogte van de buiten- en binnenteen is afhankelijk van het dijkvak, en gegeven in figuur 2. De breedte van de kruin is constant, en bedraagt 2,0 meter. De hellingen van het buitentalud variëren, de helling van het binnentalud bedraagt 1:2.5:

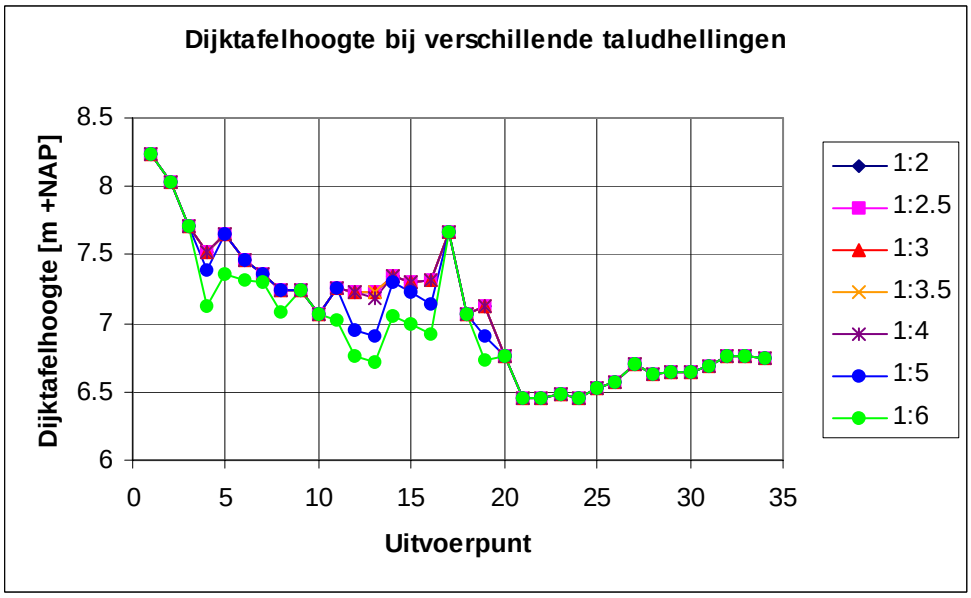


figuur 4: definitieschets

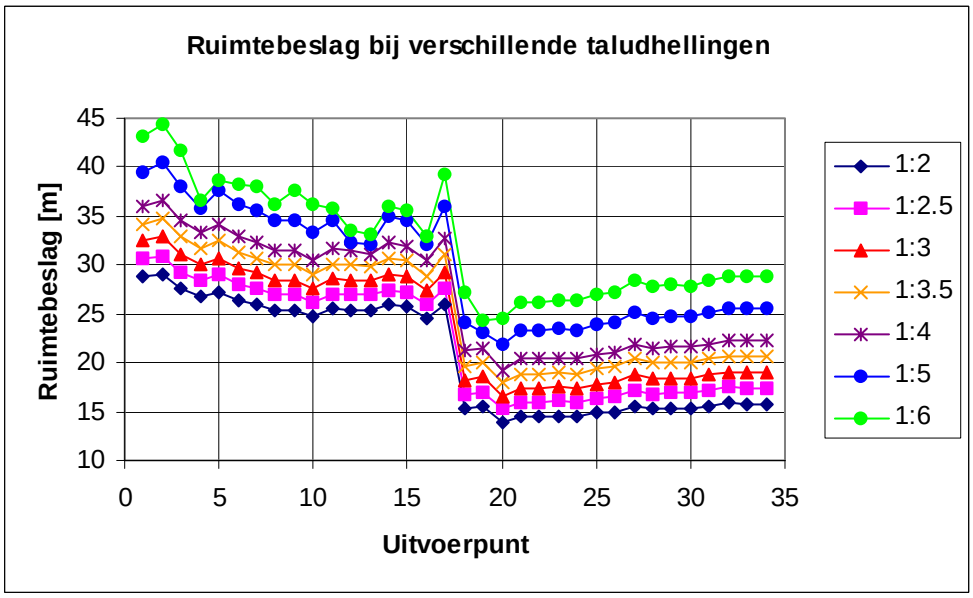
5 Golfoploopberekeningen

5.1 Invloed taludhellingen op de golfoploop

De hellingen van het buitentalud zijn gevarieerd tussen 1:2 en 1:6. Ter bepaling van de kruinhoogte is het 2%-golfoploopcriterium gebruikt. De waarden van de uitkomsten worden gepresenteerd in bijlage 3:

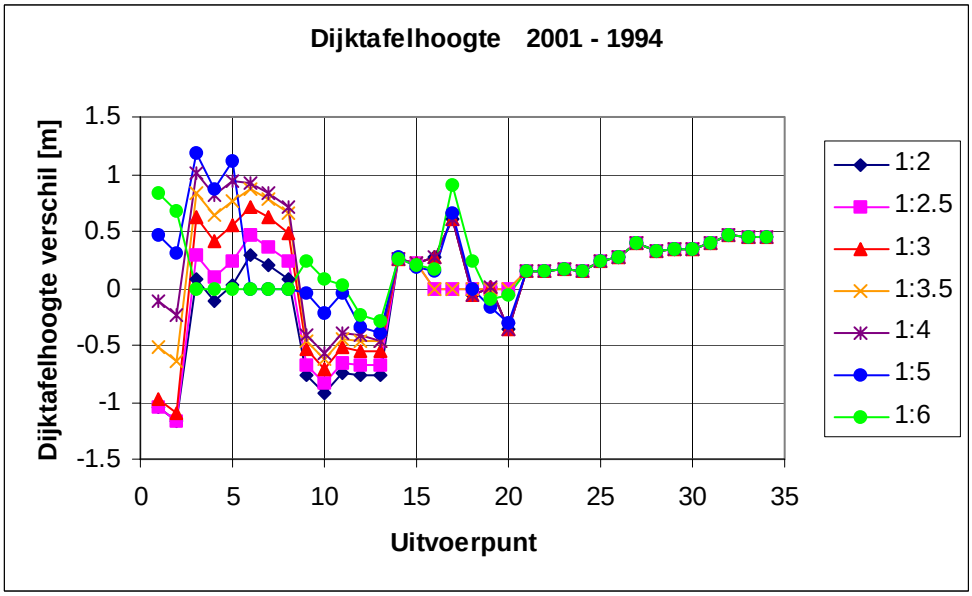


Figuur 5: Dijktafelhoogte bij glad talud



Figuur 6: Ruimtebeslag bij glad talud

De hoogst benodigde kruin wordt gevonden bij de steilste taludhelling. De formules voor golfoploop stellen echter een maximum bij een brekerparameter van 2 of hoger. Hierdoor worden de waarden van het ruimtebeslag niet evenredig groter met een flauwere taludhelling. De plotselinge verkleining van het ruimtebeslag bij uitvoerpunt 18 worden veroorzaakt door het hoger gelegen achterland. De Dijktafelhoogte is in de meeste berekeningen hoger dan de minimale dijktafelhoogte van NAP +6,45 m.

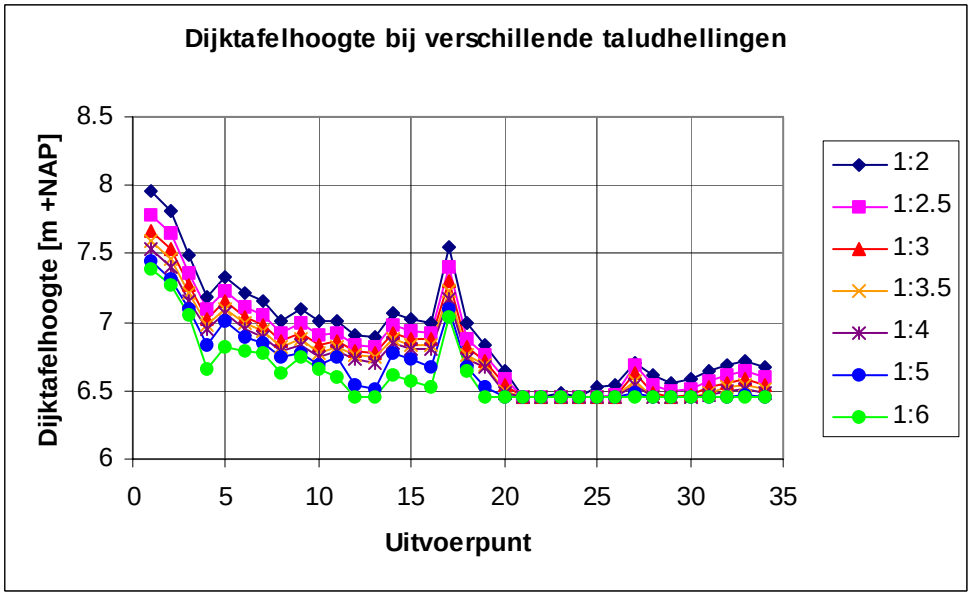


Figuur 7: Verschil in kruinhoogte bij glad talud

Een vergelijking met de resultaten uit 1994 [4] laat zien dat de berekende kruinhoogte maximaal ca. 1,2 meter afwijkt. De afwijkingen worden veroorzaakt door de andere golfbelastingen, en vooral door de hogere piekperiode. Voor de oostelijke vakken, vanaf uitvoerpunt 21, loopt het verschil op tot een halve meter. Dat is het verschil in de minimale dijktafelhoogte, veroorzaakt door het waterstandsverschil.

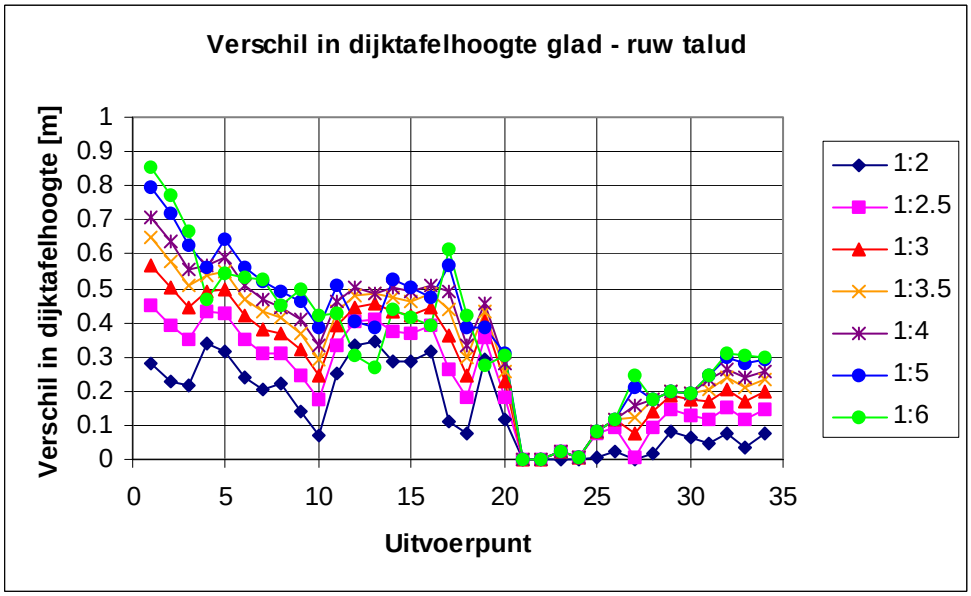
5.2 Invloed taludhellingen met ruwheid op de golfoploop

Een verruwing van het buitentalud zorgt voor een reducerende werking van de golfoploop. In [4] is niet duidelijk aangegeven welke ruwheid in rekening is gebracht. In de volgende berekeningen wordt uitgegaan van een steenbestorting met een ruwheid van 0,65. Dit betekent niet dat de golfoploop met 35% afneemt, want de invloed van ruwheid neemt af bij een brekerparameter groter dan 2, en wordt door de golf niet meer gevoeld bij een brekerparameter groter dan 8 [7]. De waarden van de uitkomsten worden gepresenteerd in bijlage 4:

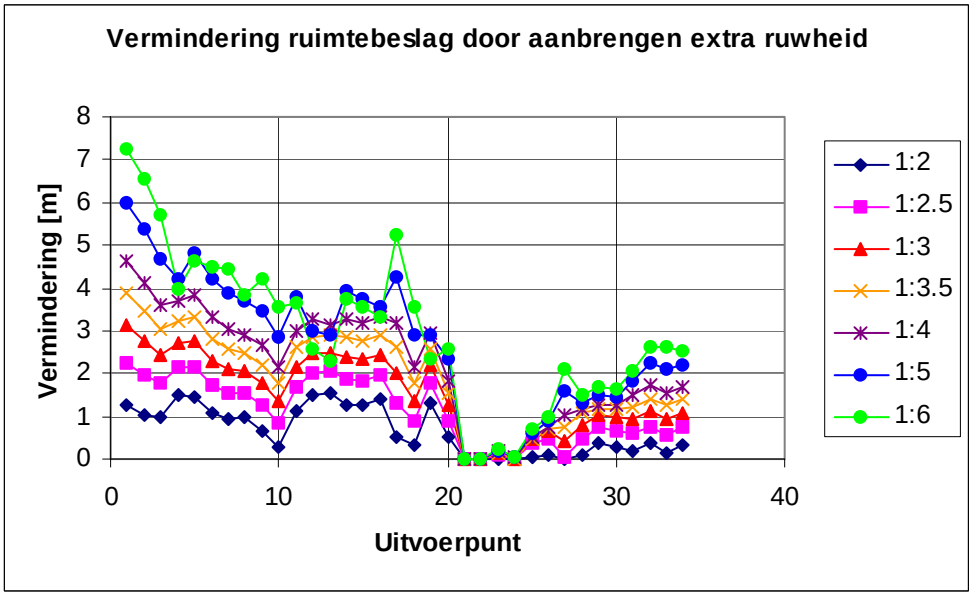


Figuur 8: Dijktafelhoogte bij ruw talud

Ten opzichte van figuur 5 neemt de gemiddelde dijktafelhoogte af met 30 cm (alle berekeningen). De gemiddelde afname van de dijktafelhoogte is voor een 1:2 talud 15 cm en neemt toe tot 35 cm voor een 1:6 talud:

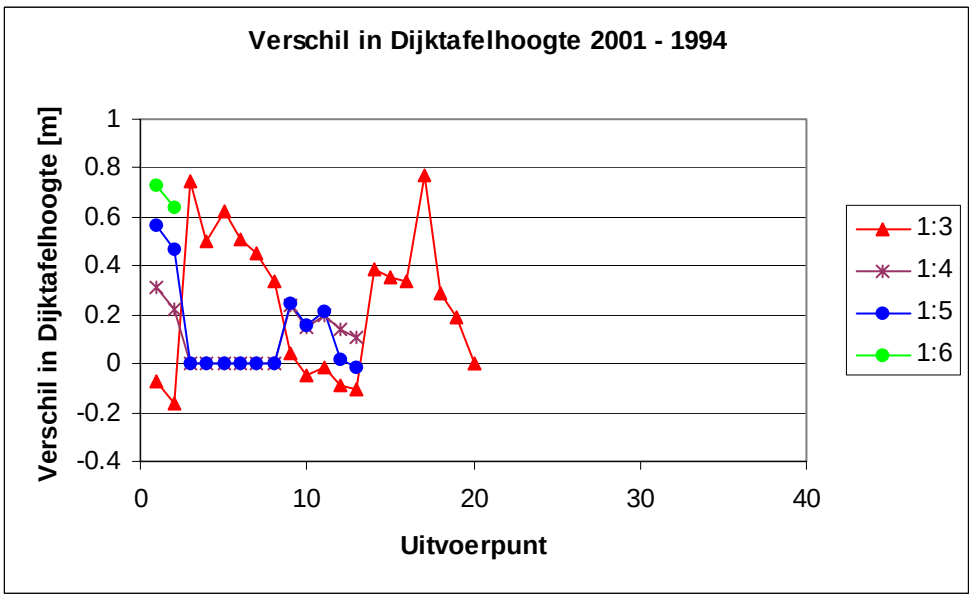


Figuur 9: Verschil in dijktafelhoogte tussen een glad- en ruw talud



Figuur 10: Vermindering ruimtebeslag bij ruw talud

De vermindering van het ruimtebeslag door het aanbrengen van ruwheid, heeft het meeste effect bij flauwere taludhellingen. Door de grote breker-parameter is de afname bij de steilere taludhellingen klein.

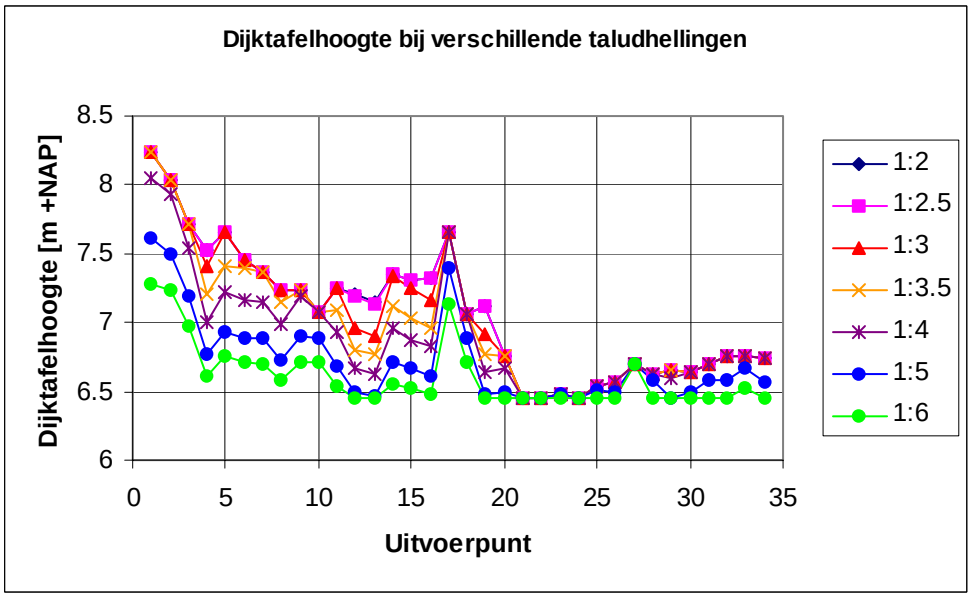


Figuur 11: Verschil in dijktafelhoogte bij ruw talud

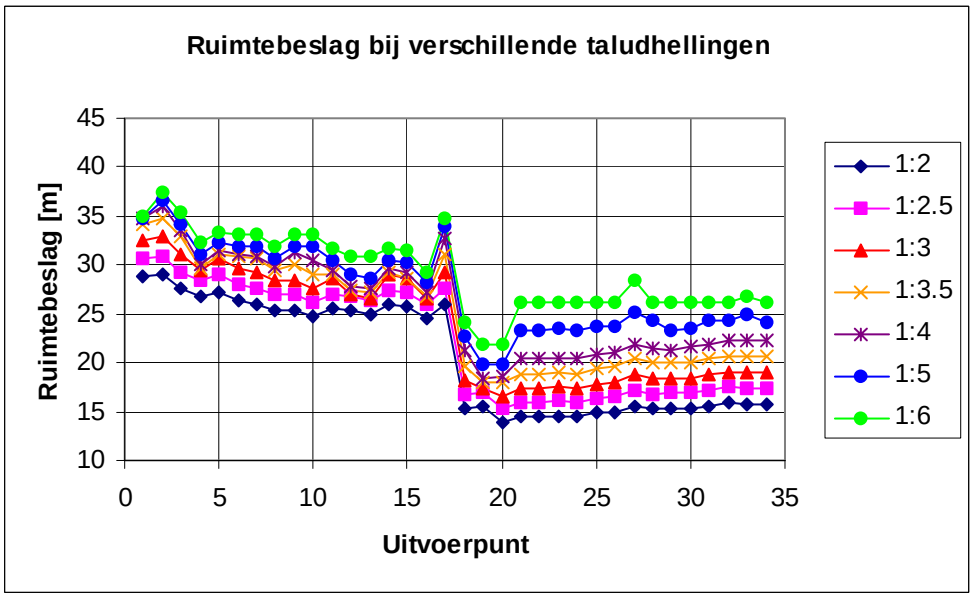
In [4] zijn voor enkele taludhellingen en uitvoerpunten berekeningen gemaakt met extra ruwheid. Doordat de formules betreffende de invloed van ruwheid op een taluds zijn aangescherpt, is er minder invloed aanwezig dan in 1994.

5.3 Invloed taludhellingen met berm op de golfoploop

De optimale invloed van een berm wordt gevonden door de berm op de waterlijn te leggen (NAP +5,80 m). De optimale lengte van de berm wordt zodanig gekozen zodat de invloed maximaal is. Hierdoor kunnen de bermlengtes wel variëren langs de haven, maar wordt een optimaal ruimtebeslag gevonden. De waarden van de uitkomsten worden gepresenteerd in bijlage 4:



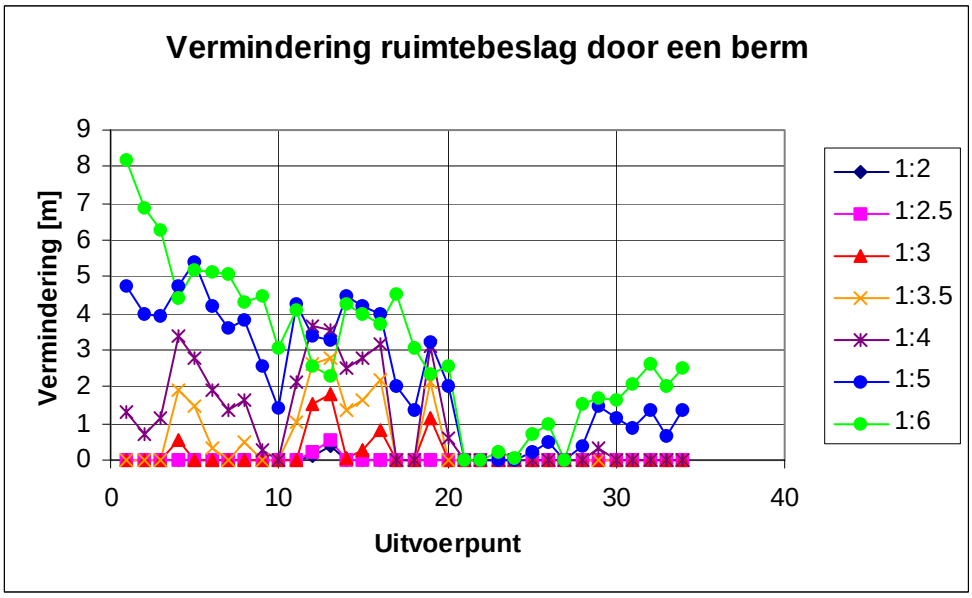
Figuur 12: Dijktafelhoogte bij talud met berm



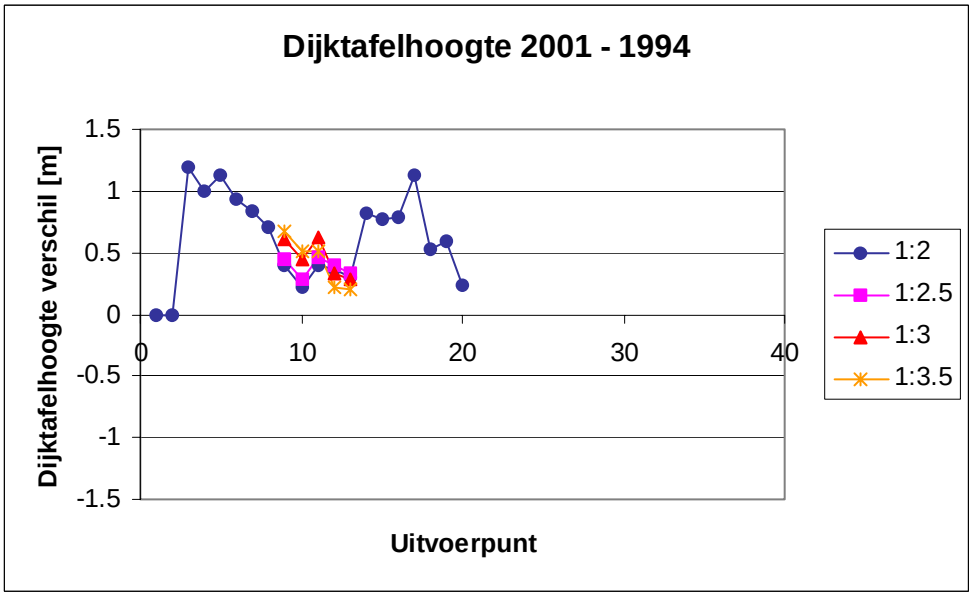
Figuur 13: Ruimtebeslag bij talud met berm

In enkele gevallen is de berekende kruinhoogte gelijk aan de kruinhoogte bij een glad talud (par. 5.1). De oorzaak dat er soms geen invloed wordt gevonden ligt in het feit dat de hoge brekerparameter dit verhindert. Er geldt dat er alleen invloed kan optreden als: $\xi_{op} \cdot \gamma_b < 2$. Dus, bij een maximale invloed van de berm, $\gamma_b = 0{,}6$, moet de brekerparameter, ξ_{op} kleiner zijn dan 3,33. Allen de flauwere taludhellingen kunnen er voor zorgen dat de brekerparameter kleiner wordt: De berekende optimale bermlengte per helling bedraagt::

Helling:	Bermlengte [m]:	Helling:	Bermlengte [m]:
1:2	Geen invloed	1:4	1,50
1:2,5	Geen invloed	1:5	2,50
1:3	0,40	1:6	3,25
1:3,5	0,80		



Figuur 14: Vermindering ruimtebeslag bij talud met berm



Figuur 15: Dijktafelhoogte verschil bij talud met berm

In 1994 zijn er alleen berekeningen met berminvloed gemaakt bij een taludhelling van 1:2, en voor vak 4 (uitvoerpunten 9 t/m 12) bij de hellingen 1:2, 1:2.5, 1:3 en 1:3.5. De toename van de dijktafel wordt voornamelijk veroorzaakt door de hogere piekperiode.

6 Conclusies en aanbevelingen

1. De berekende dijktafelhoogten voor gladde taluds zijn maximaal 1,25 meter hoger dan uit de studie van 1994 [4]. Dit komt enerzijds door de hogere waterstanden, en anderzijds doordat de belastingen anders zijn bepaald. Hierdoor kan het voorkomen dat er ook verlagingen van de dijktafelhoogte te zien zijn. Ten aanzien van de verschillen in de ruwheid kan geconstateerd worden dat door de aanscherping van de formules, de invloed van ruwheid verminderd is.

2. De berekeningen zijn uitgevoerd met behulp van het concept-Technisch rapport Golfoploop en golfoverslag bij dijken [7]. De formules om de golfoploop te berekenen zijn toepasbaar voor alle situaties, maar niet geijkt voor hogere brekerparameters. De brekerparameter kan, afhankelijk van de taludhelling, waarden tussen de 5 en 10 hebben (het golftype van een zgn. deinende breker). Recente onderzoeken naar ondiepe voorlanden geven aan dat de berekende golfoploop te laag kan zijn. Voor gladde taluds zonder bermen en loodrecht invallende golven bedraagt dit maximaal ca. 25%. Aanbevolen wordt om met een verhoging van de dijktafel te rekenen van maximaal 60 cm ten opzichte van de gepresenteerde getallen, en met een extra ruimtebeslag van 2,70 meter tot 5,10 meter, afhankelijk van de taludhelling.

3. "De zee is de afgelopen eeuw 20 cm gestegen. In de komende eeuw is de stijging naar verwachting groter. De gemiddelde verwachting is 60 cm per eeuw". Dit is het kabinetsstandpunt over het waterbeleid in de 21ste eeuw [10], en zal worden overgenomen door de Minister. Omdat gerekend is met de uitgangspunten en aannamen uit 1994 (30 cm per eeuw) betekent dit voor Vlissingen een extra verhoging van 15 cm (planperiode van 50 jaar). Aanbevolen wordt om hier al vast rekening mee te houden, en hiervoor een extra dijktafelhoogte van 20 cm te reserveren, en voor het ruimtebeslag 0,90 meter tot 1,70 meter, afhankelijk van de taludhelling.

4. Het programma SWAN geeft als uitvoer de H_{m0} en de T_{pbeq}. Het is bekend dat deze parameters niet gelijk zijn aan de H_s en T_p die gebruikt zijn om de golfoploop te bepalen. Er bestaat echter geen constante omrekenfactor om toe te passen, en derhalve zijn in dit rapport de aangeleverde randvoorwaarden overgenomen. De onnauwkeurigheid hiervan wordt verondersteld verdisconteerd te zijn in de minimum waakhoogte.

Gezien bovenstaande conclusies en aanbevelingen is het wenselijk dat reeds bij aanleg rekening wordt gehouden met de toekomstige ontwikkelingen.

7 Literatuur

[1] Vereiste kruinhoogten waterkering Buitenhaven Vlissingen, fase 1: dijkgedeelte, Dienst Getijdewateren [thans: RIKZ], P. Roelse, GWWS-90.13127, 13 juli 1990

[2] Deltaversterking van de waterkering rond de Buitenhaven van Vlissingen, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, J. Niemeijer, WBA-N-90157, 17 oktober 1990

[3] Ontwerphoogte Waterkering Buitenhaven Vlissingen, fase 2, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, J. Niemeijer, WBA-N-91001, 22 januari 1991

[4] Kruinhoogte Buitenhaven Vlissingen, Dienst Weg- en Waterbouwkunde, M.R. Tonneijck, W-DWW-94-282, 16 juni 1994

[5] Hydraulische randvoorwaarden Buitenhaven Vlissingen, Alkyon, G.Ph. van Vledder, A677, 6 januari 2001

[6] Leidraad Zee- en meerdijken, basisrapport, TAW, december 1999

[7] Technisch rapport Golfoploop en golfoverslag bij dijken, concept, TAW, december 1999

[8] Physical model investigations on coastal structures with shallow foreshores, WLIDelft Hydraulics, M.R.A. van Gent, december 1999

[9] Hydraulische randvoorwaarden voor primaire waterkeringen, Rijkswaterstaat, september 1996

[10] Anders omgaan met water, Waterbeleid in de 21ste eeuw. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, december 2000

Bijlage 1: Golfoploop berekeningen

Alle berekeningen zijn gemaakt met het concept Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij dijken uit 1999 [7], met de volgende golfoploopformule:

$z_{2\%} = 1{,}6 \cdot H_s \cdot \gamma_b \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta \cdot \xi_{op}$ met een maximum van $z_{2\%} = 3{,}2 \cdot H_s \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta$

Recent onderzoek op ondiepe voorlanden heeft aangetoond dat de bovengenoemde formule niet voldoet wanneer de brekerparameter, ξ_{op}, groter wordt dan 3 a 4. Er is daarom besloten de golfoploop- en golfoverslagformules te wijzigen. Derhalve zal in het voorjaar van 2002 het nieuwe Technisch Rapport "Golfoploop en golfoverslag bij dijken" uitkomen, met de volgende golfoploopformule:

$z_{2\%} = 1{,}77 \cdot H_{m0} \cdot \gamma_b \cdot \gamma_f \cdot \gamma_\beta \cdot \xi_o$ met een maximum van: $z_{2\%} = \gamma_f \cdot \gamma_\beta \cdot H_{m0} \cdot (4{,}3 - 1{,}6/\sqrt{\xi_o})$

met: z2% = waakhoogte voor 2%-golfoploop [m]

ξ_o = brekerparameter = $\tan\alpha \Big/ \sqrt{\dfrac{2\pi H_{m0}}{g T_{m-1,0}^2}}$

H_{m0} = significante golfhoogte [m]

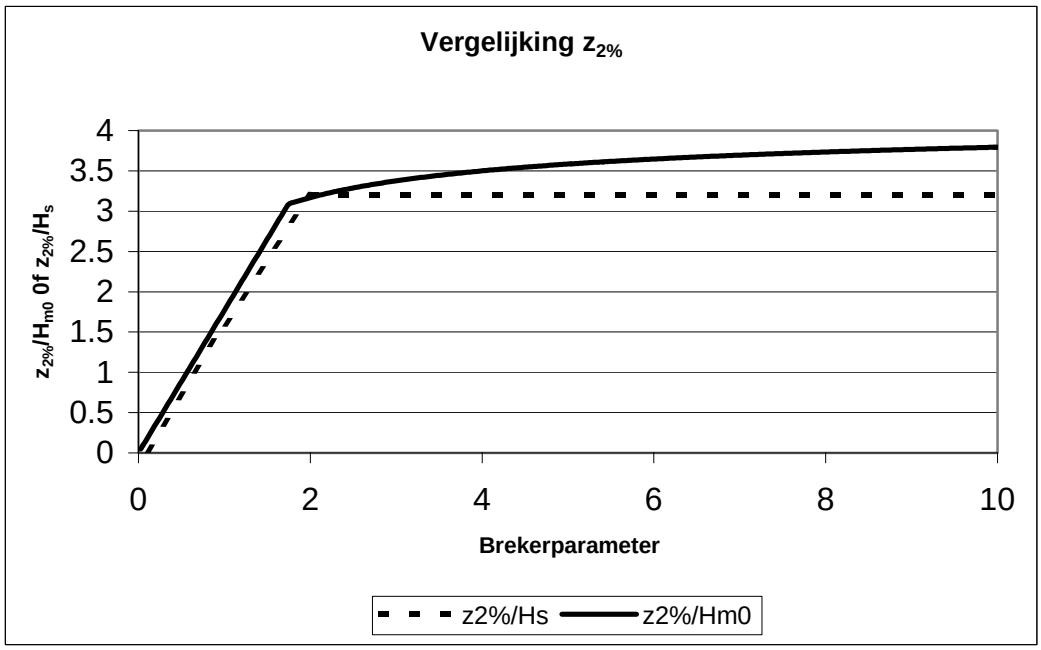
γ_b = invloedsfactor voor een berm (maximaal γ_b =0,6)

γ_f = invloedsfactor voor de wrijving op het talud (bij ξ >10 dan γ_f =1)

γ_β = invloedsfactor voor scheve golfaanval

De hydraulische randvoorwaarden die in dit rapport worden gebruikt, geven vaak hoge waarden voor de brekerparameter, orde 5 – 10. In dit gebied heeft het, volgens bovenstaande formule, geen invloed om een berm of ruwheid toe te passen. Uit onderzoek is gebleken dat de invloed van ruwheid verdwenen is als de brekerparameter groter is dan 10, en een berm heeft alleen invloed als de $\xi * \gamma$ <1,8, dus bij een ξ < 3,0.

In de figuur zijn beide formules tegen elkaar uitgezet (gladde taluds, geen berm, loodrechte golfaanval):



Bij ξ =5 bedraagt de toename van $z_{2\%}/H_{m0}$ = 12%, en bij ξ =10 bedraagt de toename 19% ten opzichte van de gebruikte formule.

Bijlage 2: Hydraulische randvoorwaarden

ipnt	ilev (°N)	idir (m)	wind (m)	dir (s)	level (-)	hs (°N)	tpbeq (°C)	xi (°C)	ndir (°)	vdir (m)	mdir (m)	beta	z2%	kruin
	1	3	9	270	5	0.486	7.687	6.889	262.209	0.1	7.791	7.691	1.529	6.529
	1	4	9	270	5.5	0.713	7.812	5.78	260.088	0.1	9.912	9.812	2.232	7.732
	1	5	9	270	6	0.827	9.01	6.19	258.551	0.1	11.449	11.349	2.58	8.58
	1	6	9	270	5.3	0.622	7.762	6.148	260.936	0.1	9.064	8.964	1.952	7.252
	1	7	9	270	5.45	0.69	7.799	5.865	260.3	0.1	9.7	9.6	2.162	7.612
	1	8	9	270	5.8	0.781	8.531	6.029	259.166	0.1	10.834	10.734	2.441	8.241
	1	9	9	270	5.8	0.781	8.531	6.029	259.166	0.1	10.834	10.734	2.441	8.241
	2	3	9	270	5	0.351	7.923	8.355	281.201	5	348.799	16.201	1.083	6.083
	2	4	9	270	5.5	0.613	8.353	6.665	268.663	5	1.337	3.663	1.946	7.446
	2	5	8	240	6	0.79	7.202	5.062	244.935	5	25.065	20.065	2.416	8.416
	2	6	8	240	5.3	0.512	7.281	6.36	254.862	5	15.138	10.138	1.601	6.901
	2	7	8	240	5.45	0.597	7.204	5.824	252.208	5	17.792	12.792	1.858	7.308
	2	8	9	270	5.8	0.702	8.378	6.245	263.415	5	6.585	1.585	2.24	8.04
	2	9	9	270	5.8	0.702	8.378	6.245	263.415	5	6.585	1.585	2.24	8.04
	3	3	9	270	5	0.326	8.664	9.48	272.378	5	357.622	7.378	1.026	6.026
	3	4	9	270	5.5	0.509	7.778	6.811	267.696	5	2.304	2.696	1.619	7.119
	3	5	9	270	6	0.663	7.316	5.613	260.39	5	9.61	4.61	2.1	8.1
	3	6	8	240	5.3	0.438	7.138	6.735	247.444	5	22.556	17.556	1.349	6.649
	3	7	8	240	5.45	0.498	6.639	5.877	243.907	5	26.093	21.093	1.52	6.97
	3	8	9	270	5.8	0.601	7.501	6.043	263.312	5	6.688	1.688	1.917	7.717
	3	9	9	270	5.8	0.601	7.501	6.043	263.312	5	6.688	1.688	1.917	7.717
	4	3	8	240	5	0.286	8.231	9.616	256.416	5	13.584	8.584	0.898	5.898
	4	4	9	270	5.5	0.466	7.429	6.799	271.204	5	358.796	6.204	1.471	6.971
	4	5	9	270	6	0.621	6.74	5.344	263.444	5	6.556	1.556	1.98	7.98
	4	6	9	270	5.3	0.394	8.055	8.021	272.321	5	357.679	7.321	1.239	6.539
	4	7	9	270	5.45	0.448	7.585	7.081	271.483	5	358.517	6.483	1.413	6.863
	4	8	8	240	5.8	0.568	5.599	4.642	240.544	5	29.456	24.456	1.719	7.519
	4	9	8	240	5.8	0.568	5.599	4.642	240.544	5	29.456	24.456	1.719	7.519
	5	3	9	270	5	0.361	6.741	7.009	271.673	5	358.327	6.673	1.138	6.138
	5	4	9	270	5.5	0.528	6.066	5.216	266.411	5	3.589	1.411	1.684	7.184
	5	5	9	270	6	0.616	6.252	4.977	260.875	5	9.125	4.125	1.953	7.953
	5	6	8	240	5.3	0.465	6.86	6.287	241.285	5	28.715	23.715	1.409	6.709
	5	7	8	240	5.45	0.517	6.645	5.772	240.202	5	29.798	24.798	1.565	7.015
	5	8	9	270	5.8	0.581	6.178	5.064	263.089	5	6.911	1.911	1.851	7.651
	5	9	9	270	5.8	0.581	6.178	5.064	263.089	5	6.911	1.911	1.851	7.651

6	3	10	285	5	0.361	6.793	7.064	275.317	330	354.683	24.683	1.092	6.092
6	4	10	285	5.5	0.495	6.334	5.625	277.121	330	352.879	22.879	1.504	7.004
6	5	11	300	6	0.557	6.388	5.348	294.602	330	335.398	5.398	1.761	7.761
6	6	10	285	5.3	0.441	6.518	6.129	276.399	330	353.601	23.601	1.339	6.639
6	7	10	285	5.45	0.482	6.38	5.744	276.941	330	353.059	23.059	1.463	6.913
6	8	11	300	5.8	0.526	6.38	5.495	292.799	330	337.201	7.201	1.657	7.457
6	9	11	300	5.8	0.526	6.38	5.495	292.799	330	337.201	7.201	1.657	7.457
7	3	11	300	5	0.289	7.967	9.259	281.419	330	348.581	18.581	0.887	5.887
7	4	11	300	5.5	0.443	7.002	6.573	291.01	330	338.99	8.99	1.39	6.89
7	5	9	270	6	0.574	6.525	5.381	264.835	330	5.165	35.165	1.695	7.695
7	6	11	300	5.3	0.381	7.388	7.474	287.174	330	342.826	12.826	1.186	6.486
7	7	11	300	5.45	0.428	7.098	6.782	290.051	330	339.949	9.949	1.338	6.788
7	8	9	270	5.8	0.529	6.701	5.755	265.694	330	4.306	34.306	1.566	7.366
7	9	9	270	5.8	0.529	6.701	5.755	265.694	330	4.306	34.306	1.566	7.366
8	3	11	300	5	0.171	7.209	10.892	263.231	330	6.769	36.769	0.503	5.503
8	4	11	300	5.5	0.368	6	6.179	292.754	330	337.246	7.246	1.159	6.659
8	5	11	300	6	0.516	5.668	4.93	291.227	330	338.773	8.773	1.619	7.619
8	6	13	330	5.3	0.255	6.51	8.057	297.318	330	332.682	2.682	0.811	6.111
8	7	10	285	5.45	0.349	6.196	6.555	273.747	330	320.253	9.747	1.092	6.542
8	8	11	300	5.8	0.457	5.801	5.362	291.838	330	338.162	8.162	1.436	7.236
8	9	11	300	5.8	0.457	5.801	5.362	291.838	330	338.162	8.162	1.436	7.236
9	3	9	270	5	0.13	7.961	13.795	249.803	20	20.197	0.197	0.416	5.416
9	4	8	240	5.5	0.373	7.594	7.768	225.645	20	44.355	24.355	1.13	6.63
9	5	9	270	6	0.529	6.365	5.467	262.055	20	7.945	12.055	1.648	7.648
9	6	9	270	5.3	0.267	7.731	9.341	255.429	20	14.571	5.429	0.845	6.145
9	7	9	270	5.45	0.336	7.616	8.208	258.241	20	11.759	8.241	1.056	6.506
9	8	9	270	5.8	0.461	6.85	6.303	260.905	20	9.095	10.905	1.44	7.24
9	9	9	270	5.8	0.461	6.85	6.303	260.905	20	9.095	10.905	1.44	7.24
10	3	9	270	5	0.052	9.185	25.165	239.561	20	30.439	10.439	0.163	5.163
10	4	9	270	5.5	0.302	8.197	9.319	264.227	20	5.773	14.227	0.936	6.436
10	5	9	270	6	0.48	6.635	5.983	261.347	20	8.653	11.347	1.498	7.498
10	6	9	270	5.3	0.202	8.592	11.944	254.361	20	15.639	4.361	0.64	5.94
10	7	9	270	5.45	0.277	8.296	9.848	261.76	20	8.24	11.76	0.863	6.313
10	8	9	270	5.8	0.409	7.26	7.094	262.499	20	7.501	12.499	1.272	7.072
10	9	9	270	5.8	0.409	7.26	7.094	262.499	20	7.501	12.499	1.272	7.072
11	3	8	240	5	0.185	6.867	9.975	246.942	20	23.058	3.058	0.588	5.588
11	4	9	270	5.5	0.378	6.091	6.19	267.673	20	2.327	17.673	1.163	6.663
11	5	8	240	6	0.537	5.303	4.521	231.966	20	38.034	18.034	1.65	7.65
11	6	8	240	5.3	0.3	6.32	7.206	238.03	20	31.97	11.97	0.935	6.235
11	7	9	270	5.45	0.359	6.131	6.393	268.354	20	37.645	17.645	1.104	6.554
11	8	8	240	5.8	0.473	5.564	5.054	232.015	20	37.985	17.985	1.454	7.254
11	9	8	240	5.8	0.473	5.564	5.054	232.015	20	37.985	17.985	1.454	7.254

12	3	8	240	5	0.206	4.84	6.662	248.517	20	21.483	1.483	0.657	5.657
12	4	9	270	5.5	0.4	4.41	4.356	268.561	20	1.439	18.561	1.228	6.728
12	5	8	240	6	0.514	4.239	3.694	230.513	20	39.487	19.487	1.574	7.574
12	6	8	240	5.3	0.319	4.662	5.159	241.29	20	28.71	8.71	1.001	6.301
12	7	9	270	5.45	0.382	4.408	4.455	270.986	20	35.014	15.014	1.183	6.633
12	8	8	240	5.8	0.466	4.361	3.991	232.897	20	37.103	17.103	1.435	7.235
12	9	8	240	5.8	0.466	4.361	3.991	232.897	20	37.103	17.103	1.435	7.235
13	3	8	240	5	0.296	4.037	4.636	213.737	40	56.263	16.263	0.913	5.913
13	4	8	240	5.5	0.421	3.955	3.808	223.634	40	46.366	6.366	1.328	6.828
13	5	7	210	6	0.503	2.561	2.256	202.45	40	67.55	27.55	1.512	7.512
13	6	8	240	5.3	0.371	3.988	4.09	219.675	40	50.325	10.325	1.16	6.46
13	7	8	240	5.45	0.408	3.963	3.874	222.644	40	47.356	7.356	1.286	6.736
13	8	8	240	5.8	0.453	4.151	3.852	224.275	40	45.725	5.725	1.433	7.233
13	9	8	240	5.8	0.453	4.151	3.852	224.275	40	45.725	5.725	1.433	7.233
14	3	9	270	5	0.277	5.954	7.068	235.486	40	34.514	5.486	0.876	5.876
14	4	8	240	5.5	0.462	5.629	5.174	212.039	40	57.961	17.961	1.42	6.92
14	5	8	240	6	0.533	5.453	4.666	210.296	40	59.704	19.704	1.632	7.632
14	6	8	240	5.3	0.391	5.719	5.713	207.651	40	62.349	22.349	1.19	6.49
14	7	8	240	5.45	0.444	5.652	5.297	210.942	40	59.058	19.058	1.362	6.812
14	8	8	240	5.8	0.505	5.523	4.858	210.993	40	59.007	19.007	1.547	7.347
14	9	8	240	5.8	0.505	5.523	4.858	210.993	40	59.007	19.007	1.547	7.347
15	3	9	270	5	0.294	5.548	6.393	241.194	40	28.806	11.194	0.918	5.918
15	4	7	210	5.5	0.478	3.542	3.201	194.477	40	75.523	35.523	1.41	6.91
15	5	7	210	6	0.552	3.466	2.915	195.075	40	74.925	34.925	1.631	7.631
15	6	7	210	5.3	0.411	3.653	3.561	193.757	40	76.243	36.243	1.21	6.51
15	7	7	210	5.45	0.461	3.57	3.284	194.297	40	75.703	35.703	1.36	6.81
15	8	7	210	5.8	0.522	3.496	3.022	194.836	40	75.164	35.164	1.542	7.342
15	9	8	240	5.8	0.493	5.35	4.761	208.565	40	61.435	21.435	1.503	7.303
16	3	7	210	5	0.307	3.585	4.042	184.079	90	85.921	4.079	0.974	5.974
16	4	7	210	5.5	0.501	3.741	3.302	185.693	90	84.307	5.693	1.583	7.083
16	5	6	180	6	0.565	3.606	2.997	180.136	90	89.864	0.136	1.807	7.807
16	6	7	210	5.3	0.423	3.679	3.532	185.047	90	84.953	5.047	1.34	6.64
16	7	7	210	5.45	0.482	3.725	3.354	185.532	90	84.468	5.532	1.522	6.972
16	8	7	210	5.8	0.538	3.764	3.207	185.596	90	84.404	5.596	1.699	7.499
16	9	8	240	5.8	0.493	4.992	4.442	197.917	90	72.083	17.917	1.515	7.315
17	3	7	210	5	0.316	5.858	6.511	178.428	90	91.572	1.572	1.008	6.008
17	4	7	210	5.5	0.582	4.455	3.648	177.898	90	92.102	2.102	1.854	7.354
17	5	7	210	6	0.702	4.294	3.202	179.382	90	90.618	0.618	2.243	8.243
17	6	7	210	5.3	0.476	5.016	4.544	178.11	90	91.89	1.89	1.516	6.816
17	7	7	210	5.45	0.555	4.595	3.852	177.951	90	92.049	2.049	1.769	7.219
17	8	7	210	5.8	0.654	4.358	3.367	178.788	90	91.212	1.212	2.087	7.887
17	9	8	240	5.8	0.585	8.538	6.977	182.605	90	87.395	2.605	1.86	7.66

18	3	7	210	5	0.308	3.729	4.198	192.336	120	77.664	42.336	0.894	5.894
18	4	7	210	5.5	0.47	3.583	3.265	186.15	120	83.85	36.15	1.384	6.884
18	5	7	210	6	0.542	3.574	3.033	183.206	120	86.794	33.206	1.608	7.608
18	6	7	210	5.3	0.405	3.641	3.574	188.624	120	81.376	38.624	1.186	6.486
18	7	7	210	5.45	0.454	3.598	3.337	186.769	120	83.231	36.769	1.335	6.785
18	8	7	210	5.8	0.513	3.578	3.12	184.384	120	85.616	34.384	1.518	7.318
18	9	8	240	5.8	0.432	7.32	6.959	188.992	120	81.008	38.992	1.263	7.063
19	3	7	210	5	0.338	2.908	3.125	188.035	90	81.965	8.035	1.062	6.062
19	4	6	180	5.5	0.443	3.015	2.83	175.213	90	94.787	4.787	1.403	6.903
19	5	7	210	6	0.54	3.015	2.563	180.385	90	89.615	0.385	1.727	7.727
19	6	6	180	5.3	0.399	3.023	2.99	177.996	90	92.004	2.004	1.271	6.571
19	7	6	180	5.45	0.432	3.017	2.868	175.909	90	94.091	4.091	1.37	6.82
19	8	7	210	5.8	0.5	2.996	2.647	181.557	90	88.443	1.557	1.595	7.395
19	9	8	240	5.8	0.427	4.396	4.205	195.034	90	74.966	15.034	1.32	7.12
20	3	6	180	5	0.306	3.106	3.508	168.945	90	101.055	11.055	0.955	5.955
20	4	6	180	5.5	0.391	3.029	3.026	163.014	90	106.986	16.986	1.204	6.704
20	5	6	180	6	0.449	3.046	2.84	161.603	90	108.397	18.397	1.379	7.379
20	6	6	180	5.3	0.357	3.06	3.199	165.386	90	104.614	14.614	1.106	6.406
20	7	6	180	5.45	0.382	3.037	3.068	163.607	90	106.393	16.393	1.18	6.63
20	8	6	180	5.8	0.426	3.039	2.91	162.167	90	107.833	17.833	1.309	7.109
20	9	8	240	5.8	0.305	5.272	5.968	172.653	90	97.347	7.347	0.959	6.759
21	3	5	150	5	0.28	4.983	5.883	146.186	185	123.814	61.186	0.775	5.775
21	4	6	180	5.5	0.353	3.344	3.516	147.456	185	122.544	62.456	0.974	6.474
21	5	6	180	6	0.401	3.414	3.368	145.263	185	124.737	60.263	1.113	7.113
21	6	5	150	5.3	0.318	3.109	3.445	142.07	185	127.93	57.07	0.889	6.189
21	7	6	180	5.45	0.345	3.349	3.56	148.015	185	121.985	63.015	0.952	6.402
21	8	6	180	5.8	0.382	3.386	3.424	146.14	185	123.86	61.14	1.057	6.857
21	9	8	240	5.8	0.215	6.343	8.547	148.368	185	121.632	63.368	0.592	6.392
22	3	2	60	5	0.259	2.029	2.491	77.102	185	192.898	7.898	0.814	5.814
22	4	6	180	5.5	0.353	3.316	3.487	146.754	185	123.246	61.754	0.976	6.476
22	5	6	180	6	0.399	3.33	3.294	145.07	185	124.93	60.07	1.108	7.108
22	6	6	180	5.3	0.327	3.317	3.622	148.141	185	121.859	63.141	0.902	6.202
22	7	6	180	5.45	0.347	3.316	3.519	147.101	185	122.899	62.101	0.958	6.408
22	8	6	180	5.8	0.381	3.324	3.367	145.744	185	124.256	60.744	1.055	6.855
22	9	8	240	5.8	0.218	6.569	8.79	149.259	185	120.741	64.259	0.599	6.399
23	3	6	180	5	0.351	3.916	4.13	134.856	185	135.144	49.856	1	6
23	4	6	180	5.5	0.393	3.725	3.712	139.722	185	130.278	54.722	1.106	6.606
23	5	6	180	6	0.429	3.668	3.499	141.226	185	128.774	56.226	1.203	7.203
23	6	6	180	5.3	0.376	3.801	3.872	137.776	185	132.224	52.776	1.064	6.364
23	7	6	180	5.45	0.389	3.744	3.751	139.235	185	130.765	54.235	1.096	6.546
23	8	6	180	5.8	0.415	3.691	3.581	140.624	185	129.376	55.624	1.164	6.964
23	9	8	240	5.8	0.242	7.362	9.342	143.23	185	126.77	58.23	0.676	6.476

24	3	6	180	5	0.328	3.435	3.747	140.25	185	129.75	55.25	0.922	5.922
24	4	6	180	5.5	0.389	3.499	3.505	141.272	185	128.728	56.272	1.091	6.591
24	5	6	180	6	0.433	3.584	3.403	140.867	185	129.133	55.867	1.215	7.215
24	6	6	180	5.3	0.365	3.473	3.594	140.863	185	129.137	55.863	1.023	6.323
24	7	6	180	5.45	0.383	3.493	3.526	141.17	185	128.83	56.17	1.074	6.524
24	8	6	180	5.8	0.415	3.55	3.441	141.029	185	128.971	56.029	1.165	6.965
24	9	8	240	5.8	0.234	6.753	8.722	142.682	185	127.318	57.682	0.654	6.454
25	3	6	180	5	0.357	5.17	5.406	131.595	185	138.405	46.595	1.025	6.025
25	4	6	180	5.5	0.419	3.999	3.86	136.068	185	133.932	51.068	1.19	6.69
25	5	6	180	6	0.447	3.996	3.734	137.855	185	132.145	52.855	1.264	7.264
25	6	6	180	5.3	0.394	4.467	4.445	134.279	185	135.721	49.279	1.125	6.425
25	7	6	180	5.45	0.413	4.116	4.002	135.621	185	134.379	50.621	1.174	6.624
25	8	6	180	5.8	0.436	3.997	3.783	137.14	185	132.86	52.14	1.235	7.035
25	9	14	360	5.8	0.256	6.315	7.8	36.486	185	233.514	48.514	0.731	6.531
26	3	6	180	5	0.332	4.102	4.448	131.857	185	138.143	46.857	0.953	5.953
26	4	6	180	5.5	0.408	3.964	3.877	136.701	185	133.299	51.701	1.157	6.657
26	5	6	180	6	0.45	3.998	3.723	137.677	185	132.323	52.677	1.273	7.273
26	6	6	180	5.3	0.378	4.019	4.086	134.763	185	135.237	49.763	1.076	6.376
26	7	6	180	5.45	0.4	3.978	3.927	136.217	185	133.783	51.217	1.137	6.587
26	8	6	180	5.8	0.433	3.984	3.782	137.287	185	132.713	52.287	1.227	7.027
26	9	14	360	5.8	0.269	6.173	7.442	34.672	185	235.328	50.328	0.764	6.564
27	3	6	180	5	0.373	5.241	5.361	121.682	185	148.318	36.682	1.097	6.097
27	4	6	180	5.5	0.474	5.236	4.751	129.156	185	140.844	44.156	1.369	6.869
27	5	6	180	6	0.494	4.352	3.868	133.936	185	136.064	48.936	1.411	7.411
27	6	6	180	5.3	0.434	5.238	4.97	126.166	185	143.834	41.166	1.262	6.562
27	7	6	180	5.45	0.464	5.236	4.803	128.409	185	141.591	43.409	1.343	6.793
27	8	6	180	5.8	0.486	4.706	4.217	132.024	185	137.976	47.024	1.394	7.194
27	9	8	240	5.8	0.309	8.783	9.878	127.476	185	142.524	42.476	0.895	6.695
28	3	5	150	5	0.341	5.191	5.554	125.155	185	144.845	40.155	0.995	5.995
28	4	6	180	5.5	0.436	5.107	4.832	133.08	185	136.92	48.08	1.248	6.748
28	5	6	180	6	0.461	4.041	3.718	137.222	185	132.778	52.222	1.306	7.306
28	6	6	180	5.3	0.396	5.128	5.089	130.852	185	139.148	45.852	1.141	6.441
28	7	6	180	5.45	0.426	5.112	4.893	132.523	185	137.477	47.523	1.221	6.671
28	8	6	180	5.8	0.451	4.467	4.156	135.565	185	134.435	50.565	1.283	7.083
28	9	14	360	5.8	0.29	6.55	7.594	35.794	185	234.206	49.206	0.829	6.629
29	3	5	150	5	0.329	5.19	5.653	126.307	185	143.693	41.307	0.957	5.957
29	4	6	180	5.5	0.424	5.085	4.879	134.681	185	135.319	49.681	1.209	6.709
29	5	6	180	6	0.484	4.189	3.762	138.854	185	131.146	53.854	1.365	7.365
29	6	6	180	5.3	0.387	5.077	5.1	132.435	185	137.565	47.435	1.109	6.409
29	7	6	180	5.45	0.415	5.083	4.931	134.119	185	135.881	49.119	1.184	6.634
29	8	6	180	5.8	0.46	4.547	4.189	137.185	185	132.815	52.185	1.303	7.103
29	9	14	360	5.8	0.298	5.5	6.299	34.279	185	235.721	50.721	0.846	6.646

30	3	5	150	5	0.307	5.415	6.106	113.699	185	156.301	28.699	0.92	5.92
30	4	6	180	5.5	0.458	5.143	4.748	129.139	185	140.861	44.139	1.323	6.823
30	5	6	180	6	0.55	4.342	3.658	136.587	185	133.413	51.587	1.56	7.56
30	6	6	180	5.3	0.396	5.144	5.107	124.164	185	145.836	39.164	1.158	6.458
30	7	6	180	5.45	0.442	5.143	4.83	127.895	185	142.105	42.895	1.282	6.732
30	8	6	180	5.8	0.513	4.662	4.066	133.608	185	136.392	48.608	1.467	7.267
30	9	14	360	5.8	0.298	5.843	6.687	33.21	185	236.79	51.79	0.845	6.645
31	3	3	90	5	0.287	6.165	7.19	92.473	185	177.527	7.473	0.903	5.903
31	4	5	150	5.5	0.498	5.544	4.908	123.061	185	146.939	38.061	1.46	6.96
31	5	6	180	6	0.592	4.528	3.677	134.341	185	135.659	49.341	1.689	7.689
31	6	5	150	5.3	0.414	5.518	5.361	119.584	185	150.416	34.584	1.223	6.523
31	7	5	150	5.45	0.477	5.537	5.01	122.192	185	147.808	37.192	1.401	6.851
31	8	6	180	5.8	0.555	4.796	4.021	130.945	185	139.055	45.945	1.597	7.397
31	9	14	360	5.8	0.314	6.398	7.131	34.971	185	235.029	50.029	0.895	6.695
32	3	3	90	5	0.26	6.024	7.381	108.108	190	161.892	28.108	0.781	5.781
32	4	5	150	5.5	0.483	5.476	4.923	129.795	190	140.205	49.795	1.376	6.876
32	5	5	150	6	0.6	5.496	4.433	137.006	190	132.994	57.006	1.679	7.679
32	6	5	150	5.3	0.393	5.44	5.425	128.229	190	141.771	48.229	1.123	6.423
32	7	5	150	5.45	0.46	5.467	5.034	129.403	190	140.597	49.403	1.313	6.763
32	8	5	150	5.8	0.553	5.488	4.61	134.122	190	135.878	54.122	1.559	7.359
32	9	14	360	5.8	0.337	6.126	6.593	30.279	190	239.721	49.721	0.96	6.76
33	3	3	90	5	0.269	5.838	7.032	112.48	190	157.52	32.48	0.799	5.799
33	4	5	150	5.5	0.53	5.574	4.783	131.241	190	138.759	51.241	1.505	7.005
33	5	5	150	6	0.705	5.613	4.177	137.102	190	132.898	57.102	1.973	7.973
33	6	5	150	5.3	0.424	5.525	5.301	128.723	190	141.277	48.723	1.211	6.511
33	7	5	150	5.45	0.503	5.562	4.897	130.612	190	139.388	50.612	1.432	6.882
33	8	5	150	5.8	0.635	5.597	4.388	134.758	190	135.242	54.758	1.787	7.587
33	9	14	360	5.8	0.335	6.857	7.404	30.816	190	239.184	49.184	0.955	6.755
34	3	5	150	5	0.317	5.57	6.181	143.95	185	126.05	58.95	0.883	5.883
34	4	3	90	5.5	0.438	6.059	5.72	118.305	185	151.695	33.305	1.299	6.799
34	5	5	150	6	0.518	5.719	4.964	134.436	185	135.564	49.436	1.477	7.477
34	6	5	150	5.3	0.397	5.631	5.581	140.312	185	129.688	55.312	1.117	6.417
34	7	3	90	5.45	0.422	6.049	5.817	119.743	185	150.257	34.743	1.247	6.697
34	8	5	150	5.8	0.491	5.7	5.081	135.816	185	134.184	50.816	1.396	7.196
34	9	14	360	5.8	0.329	6.087	6.634	38.712	185	231.288	46.288	0.944	6.744

Bijlage 3: Dijktafelhoogten en ruimtebeslag bij een glad talud

Hoogte [m +NAP]		2%-golfoploop [m +NAP]							
Buitenteen	**Binnenteen**	**Uitvoerpunt:**	**1:2**	**1:2.5**	**1:3**	**1:3.5**	**1:4**	**1:5**	**1:6**
4.7	0.3	**1**	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24	8.24
4.2	0.3	**2**	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04	8.04
4.2	0.3	**3**	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72	7.72
4.2	0.3	**4**	7.52	7.52	7.52	7.52	7.52	7.40	7.13
4.2	0.3	**5**	7.65	7.65	7.65	7.65	7.65	7.65	7.36
4.2	0.3	**6**	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.46	7.32
4.2	0.3	**7**	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	7.37	7.30
4.2	0.3	**8**	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.08
4.2	0.3	**9**	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24	7.24
4.2	0.3	**10**	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07
4.2	0.3	**11**	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.25	7.02
4.2	0.3	**12**	7.24	7.24	7.24	7.24	7.23	6.95	6.75
4.2	0.3	**13**	7.23	7.23	7.23	7.23	7.18	6.90	6.72
4.2	0.3	**14**	7.35	7.35	7.35	7.35	7.35	7.30	7.05
4.2	0.3	**15**	7.30	7.30	7.30	7.30	7.30	7.23	6.99
4.35	0.7	**16**	7.32	7.32	7.32	7.32	7.32	7.15	6.92
4.35	0.7	**17**	7.66	7.66	7.66	7.66	7.66	7.66	7.66
4.1	4.13	**18**	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06
4.1	4.13	**19**	7.12	7.12	7.12	7.12	7.12	6.91	6.73
4.1	4.13	**20**	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.75
3.5	3.83	**21**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**22**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**23**	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48
3.5	3.83	**24**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**25**	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53
3.5	3.83	**26**	6.57	6.57	6.57	6.57	6.57	6.57	6.57
3.5	3.83	**27**	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
3.5	3.83	**28**	6.63	6.63	6.63	6.63	6.63	6.63	6.63
3.5	3.83	**29**	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65	6.65
3.5	3.83	**30**	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64
3.5	3.83	**31**	6.69	6.69	6.69	6.69	6.69	6.69	6.69
3.5	3.83	**32**	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76
3.5	3.83	**33**	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76
3.5	3.83	**34**	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75

Hoogte [m +NAP]		Ruimtebeslag [m]:							
Buitenteen	Binnenteen	Uitvoerpunt:	1:2	1:2.5	1:3	1:3.5	1:4	1:5	1:6
4.7	0.3	**1**	28.93	30.70	32.47	34.24	36.01	39.55	43.09
4.2	0.3	**2**	29.02	30.94	32.86	34.78	36.70	40.54	44.38
4.2	0.3	**3**	27.57	29.33	31.09	32.85	34.60	38.12	41.64
4.2	0.3	**4**	26.69	28.35	30.01	31.67	33.33	35.72	36.66
4.2	0.3	**5**	27.28	29.01	30.73	32.46	34.18	37.64	38.63
4.2	0.3	**6**	26.40	28.03	29.66	31.29	32.92	36.17	38.25
4.2	0.3	**7**	25.99	27.58	29.16	30.74	32.32	35.49	38.11
4.2	0.3	**8**	25.41	26.93	28.45	29.97	31.48	34.52	36.26
4.2	0.3	**9**	25.43	26.95	28.47	29.99	31.51	34.55	37.59
4.2	0.3	**10**	24.68	26.11	27.55	28.99	30.42	33.30	36.17
4.2	0.3	**11**	25.49	27.02	28.55	30.07	31.60	34.65	35.76
4.2	0.3	**12**	25.41	26.93	28.44	29.96	31.46	32.34	33.46
4.2	0.3	**13**	25.39	26.91	28.42	29.94	31.11	32.02	33.16
4.2	0.3	**14**	25.92	27.49	29.07	30.64	32.21	35.03	36.00
4.2	0.3	**15**	25.71	27.27	28.82	30.37	31.92	34.48	35.49
4.35	0.7	**16**	24.47	25.95	27.43	28.92	30.40	32.10	32.98
4.35	0.7	**17**	26.03	27.68	29.34	30.99	32.65	35.96	39.27
4.1	4.13	**18**	15.26	16.74	18.23	19.71	21.19	24.15	27.12
4.1	4.13	**19**	15.52	17.03	18.54	20.05	21.56	23.00	24.24
4.1	4.13	**20**	13.90	15.23	16.56	17.89	19.22	21.88	24.49
3.5	3.83	**21**	14.45	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**22**	14.45	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**23**	14.56	16.05	17.54	19.03	20.51	23.49	26.46
3.5	3.83	**24**	14.47	15.94	17.42	18.90	20.37	23.33	26.28
3.5	3.83	**25**	14.82	16.33	17.85	19.37	20.88	23.91	26.95
3.5	3.83	**26**	14.97	16.50	18.04	19.57	21.10	24.17	27.23
3.5	3.83	**27**	15.56	17.16	18.76	20.35	21.95	25.15	28.34
3.5	3.83	**28**	15.25	16.81	18.38	19.94	21.50	24.63	27.76
3.5	3.83	**29**	15.34	16.91	18.48	20.06	21.63	24.78	27.93
3.5	3.83	**30**	15.33	16.90	18.47	20.04	21.62	24.76	27.91
3.5	3.83	**31**	15.55	17.15	18.74	20.34	21.94	25.13	28.33
3.5	3.83	**32**	15.85	17.48	19.11	20.74	22.37	25.63	28.89
3.5	3.83	**33**	15.83	17.46	19.08	20.71	22.34	25.60	28.85
3.5	3.83	**34**	15.78	17.40	19.03	20.65	22.27	25.52	28.76

Bijlage 4: Dijktafelhoogten en ruimtebeslag bij een glad talud

Hoogte [m +NAP]		2%-golfoploop [m +NAP]							
Buitenteen	**Binnenteen**	**Uitvoerpunt:**	**1:2**	**1:2.5**	**1:3**	**1:3.5**	**1:4**	**1:5**	**1:6**
4.7	0.3	**1**	7.96	7.79	7.67	7.59	7.53	7.44	7.39
4.2	0.3	**2**	7.81	7.65	7.54	7.46	7.40	7.32	7.27
4.2	0.3	**3**	7.50	7.36	7.27	7.21	7.16	7.09	7.05
4.2	0.3	**4**	7.18	7.09	7.03	6.98	6.95	6.84	6.66
4.2	0.3	**5**	7.33	7.22	7.15	7.10	7.06	7.01	6.82
4.2	0.3	**6**	7.21	7.11	7.04	6.99	6.95	6.90	6.79
4.2	0.3	**7**	7.16	7.06	6.98	6.93	6.90	6.84	6.78
4.2	0.3	**8**	7.01	6.93	6.87	6.82	6.79	6.75	6.63
4.2	0.3	**9**	7.10	6.99	6.92	6.87	6.83	6.78	6.74
4.2	0.3	**10**	7.01	6.90	6.83	6.78	6.74	6.69	6.65
4.2	0.3	**11**	7.00	6.92	6.86	6.82	6.79	6.75	6.60
4.2	0.3	**12**	6.90	6.83	6.79	6.76	6.73	6.54	6.45
4.2	0.3	**13**	6.89	6.82	6.78	6.75	6.70	6.52	6.45
4.2	0.3	**14**	7.06	6.98	6.92	6.88	6.85	6.78	6.61
4.2	0.3	**15**	7.02	6.94	6.88	6.84	6.81	6.73	6.58
4.35	0.7	**16**	7.00	6.92	6.87	6.83	6.80	6.67	6.53
4.35	0.7	**17**	7.55	7.40	7.30	7.23	7.17	7.10	7.05
4.1	4.13	**18**	6.99	6.88	6.82	6.77	6.73	6.68	6.64
4.1	4.13	**19**	6.83	6.76	6.72	6.69	6.67	6.52	6.45
4.1	4.13	**20**	6.65	6.58	6.53	6.50	6.48	6.45	6.45
3.5	3.83	**21**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**22**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**23**	6.48	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**24**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**25**	6.52	6.46	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**26**	6.54	6.47	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**27**	6.70	6.69	6.62	6.57	6.54	6.48	6.45
3.5	3.83	**28**	6.61	6.53	6.49	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**29**	6.56	6.50	6.46	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**30**	6.58	6.51	6.47	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**31**	6.65	6.57	6.52	6.49	6.46	6.45	6.45
3.5	3.83	**32**	6.68	6.61	6.56	6.52	6.50	6.46	6.45
3.5	3.83	**33**	6.72	6.64	6.58	6.55	6.52	6.47	6.45
3.5	3.83	**34**	6.67	6.60	6.55	6.51	6.49	6.45	6.45

Hoogte [m +NAP]		Ruimtebeslag [m]:							
Buitenteen	**Binnenteen**	**Uitvoerpunt:**	**1:2**	**1:2.5**	**1:3**	**1:3.5**	**1:4**	**1:5**	**1:6**
4.7	0.3	**1**	27.67	28.44	29.36	30.35	31.40	33.59	35.84
4.2	0.3	**2**	27.99	28.98	30.11	31.31	32.56	35.15	37.81
4.2	0.3	**3**	26.59	27.56	28.65	29.80	30.99	33.44	35.95
4.2	0.3	**4**	25.17	26.20	27.30	28.45	29.63	31.53	32.70
4.2	0.3	**5**	25.85	26.87	27.99	29.15	30.35	32.80	33.98
4.2	0.3	**6**	25.32	26.29	27.36	28.47	29.62	31.97	33.73
4.2	0.3	**7**	25.07	26.03	27.07	28.16	29.28	31.59	33.64
4.2	0.3	**8**	24.42	25.38	26.41	27.49	28.59	30.84	32.44
4.2	0.3	**9**	24.79	25.71	26.71	27.77	28.86	31.10	33.38
4.2	0.3	**10**	24.37	25.25	26.21	27.23	28.27	30.42	32.61
4.2	0.3	**11**	24.37	25.34	26.39	27.47	28.58	30.85	32.11
4.2	0.3	**12**	23.90	24.91	25.98	27.09	28.20	29.33	30.88
4.2	0.3	**13**	23.83	24.85	25.93	27.03	27.97	29.13	30.88
4.2	0.3	**14**	24.64	25.63	26.70	27.81	28.94	31.08	32.27
4.2	0.3	**15**	24.44	25.43	26.49	27.59	28.72	30.73	31.94
4.35	0.7	**16**	23.05	23.99	24.98	26.02	27.08	28.56	29.65
4.35	0.7	**17**	25.52	26.37	27.34	28.38	29.46	31.72	34.03
4.1	4.13	**18**	14.92	15.85	16.86	17.93	19.02	21.27	23.56
4.1	4.13	**19**	14.20	15.24	16.34	17.46	18.61	20.09	21.90
4.1	4.13	**20**	13.38	14.32	15.32	16.34	17.39	19.55	21.90
3.5	3.83	**21**	14.45	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**22**	14.45	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**23**	14.56	15.95	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**24**	14.47	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**25**	14.78	15.96	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**26**	14.86	16.04	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**27**	15.56	17.13	18.35	19.61	20.91	23.56	26.25
3.5	3.83	**28**	15.16	16.35	17.60	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**29**	14.96	16.18	17.45	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**30**	15.04	16.25	17.51	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**31**	15.35	16.55	17.81	19.11	20.43	23.30	26.25
3.5	3.83	**32**	15.49	16.71	18.00	19.31	20.65	23.37	26.25
3.5	3.83	**33**	15.68	16.88	18.14	19.45	20.78	23.49	26.25
3.5	3.83	**34**	15.44	16.66	17.94	19.25	20.59	23.30	26.25

Bijlage 5: Kruinhoogten en ruimtebeslag bij talud met berm

Hoogte [m +NAP]		2%-golfoploop [m +NAP]							
Buitenteen	**Binnenteen**	**Uitvoerpunt:**	**1:2**	**1:2.5**	**1:3**	**1:3.5**	**1:4**	**1:5**	**1:6**
4.7	0.3	**1**	8.24	8.24	8.24	8.24	8.04	7.61	7.28
4.2	0.3	**2**	8.04	8.04	8.04	8.04	7.93	7.50	7.23
4.2	0.3	**3**	7.72	7.72	7.72	7.72	7.54	7.19	6.98
4.2	0.3	**4**	7.52	7.52	7.42	7.20	7.00	6.77	6.61
4.2	0.3	**5**	7.65	7.65	7.65	7.41	7.22	6.93	6.75
4.2	0.3	**6**	7.46	7.46	7.46	7.40	7.17	6.89	6.71
4.2	0.3	**7**	7.37	7.37	7.37	7.37	7.16	6.88	6.70
4.2	0.3	**8**	7.24	7.24	7.24	7.15	6.98	6.73	6.57
4.2	0.3	**9**	7.24	7.24	7.24	7.24	7.20	6.90	6.72
4.2	0.3	**10**	7.07	7.07	7.07	7.07	7.07	6.89	6.71
4.2	0.3	**11**	7.25	7.25	7.25	7.08	6.92	6.69	6.54
4.2	0.3	**12**	7.21	7.19	6.96	6.80	6.67	6.50	6.45
4.2	0.3	**13**	7.15	7.13	6.91	6.77	6.63	6.46	6.45
4.2	0.3	**14**	7.35	7.35	7.34	7.12	6.96	6.71	6.55
4.2	0.3	**15**	7.30	7.30	7.25	7.03	6.88	6.67	6.53
4.35	0.7	**16**	7.32	7.32	7.17	6.95	6.83	6.62	6.48
4.35	0.7	**17**	7.66	7.66	7.66	7.66	7.66	7.39	7.13
4.1	4.13	**18**	7.06	7.06	7.06	7.06	7.06	6.88	6.71
4.1	4.13	**19**	7.12	7.12	6.91	6.77	6.64	6.48	6.45
4.1	4.13	**20**	6.76	6.76	6.76	6.76	6.66	6.49	6.45
3.5	3.83	**21**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**22**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**23**	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.48	6.45
3.5	3.83	**24**	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45	6.45
3.5	3.83	**25**	6.53	6.53	6.53	6.53	6.53	6.50	6.45
3.5	3.83	**26**	6.57	6.57	6.57	6.57	6.57	6.50	6.45
3.5	3.83	**27**	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70	6.70
3.5	3.83	**28**	6.63	6.63	6.63	6.63	6.63	6.58	6.45
3.5	3.83	**29**	6.65	6.65	6.65	6.65	6.60	6.45	6.45
3.5	3.83	**30**	6.64	6.64	6.64	6.64	6.64	6.49	6.45
3.5	3.83	**31**	6.69	6.69	6.69	6.69	6.69	6.58	6.45
3.5	3.83	**32**	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.58	6.45
3.5	3.83	**33**	6.76	6.76	6.76	6.76	6.76	6.67	6.52
3.5	3.83	**34**	6.75	6.75	6.75	6.75	6.75	6.57	6.45

Hoogte [m +NAP]		Ruimtebeslag [m]:							
Buitenteen	**Binnenteen**	**Uitvoerpunt:**	**1:2**	**1:2.5**	**1:3**	**1:3.5**	**1:4**	**1:5**	**1:6**
4.7	0.3	**1**	28.93	30.70	32.47	34.24	34.73	34.81	34.90
4.2	0.3	**2**	29.02	30.94	32.86	34.78	36.00	36.53	37.51
4.2	0.3	**3**	27.57	29.33	31.09	32.85	33.45	34.18	35.37
4.2	0.3	**4**	26.69	28.35	29.44	29.75	29.96	31.00	32.22
4.2	0.3	**5**	27.28	29.01	30.73	31.01	31.41	32.25	33.42
4.2	0.3	**6**	26.40	28.03	29.66	30.95	31.03	31.95	33.09
4.2	0.3	**7**	25.99	27.58	29.16	30.74	30.96	31.88	33.03
4.2	0.3	**8**	25.41	26.93	28.45	29.47	29.83	30.72	31.93
4.2	0.3	**9**	25.43	26.95	28.47	29.99	31.23	32.00	33.14
4.2	0.3	**10**	24.68	26.11	27.55	28.99	30.42	31.91	33.09
4.2	0.3	**11**	25.49	27.02	28.55	29.06	29.45	30.41	31.65
4.2	0.3	**12**	25.31	26.72	26.94	27.32	27.81	28.98	30.88
4.2	0.3	**13**	25.02	26.38	26.63	27.15	27.54	28.73	30.88
4.2	0.3	**14**	25.92	27.49	29.02	29.29	29.70	30.57	31.77
4.2	0.3	**15**	25.71	27.27	28.54	28.71	29.16	30.26	31.52
4.35	0.7	**16**	24.47	25.95	26.61	26.75	27.24	28.12	29.26
4.35	0.7	**17**	26.03	27.68	29.34	30.99	32.65	33.93	34.75
4.1	4.13	**18**	15.26	16.74	18.23	19.71	21.19	22.79	24.08
4.1	4.13	**19**	15.52	17.03	17.39	17.94	18.46	19.78	21.90
4.1	4.13	**20**	13.90	15.23	16.56	17.89	18.59	19.86	21.90
3.5	3.83	**21**	14.45	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**22**	14.45	15.93	17.40	18.88	20.35	23.30	26.25
3.5	3.83	**23**	14.56	16.05	17.54	19.03	20.51	23.49	26.25
3.5	3.83	**24**	14.47	15.94	17.42	18.90	20.37	23.33	26.25
3.5	3.83	**25**	14.82	16.33	17.85	19.37	20.88	23.69	26.25
3.5	3.83	**26**	14.97	16.50	18.04	19.57	21.10	23.66	26.25
3.5	3.83	**27**	15.56	17.16	18.76	20.35	21.95	25.15	28.33
3.5	3.83	**28**	15.25	16.81	18.38	19.94	21.50	24.24	26.25
3.5	3.83	**29**	15.34	16.91	18.48	20.06	21.32	23.31	26.25
3.5	3.83	**30**	15.33	16.90	18.47	20.04	21.62	23.60	26.25
3.5	3.83	**31**	15.55	17.15	18.74	20.34	21.94	24.27	26.25
3.5	3.83	**32**	15.85	17.48	19.11	20.74	22.37	24.28	26.25
3.5	3.83	**33**	15.83	17.46	19.08	20.71	22.34	24.95	26.81
3.5	3.83	**34**	15.78	17.40	19.03	20.65	22.27	24.16	26.25