

Q3632






DG Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

HYDRA-K – versie 2.05b

Invoeren buistoten, bui-oscillaties en lange golven in HYDRA-K

rapport
mei 2004

wl | delft hydraulics

	bibliotheek postbus 177-2010 GAH Delft waterbouw@wv.wv.nl
	61966
	Q 3632
	WL Delft Hydraulics
	
	C 145060

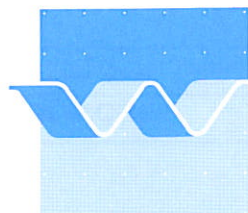
DG Rijkswaterstaat
Rijksinstituut voor Kust en Zee

HYDRA-K – versie 2.05b

Invoeren buistoten, bui-oscillaties en lange golven in HYDRA-K

F.L.M. Diermanse, R. Morelissen en A.R. van Dongeren

rapport
mei 2004



wl | delft hydraulics



OPDRACHTGEVER: DG Rijkswaterstaat, RIKZ

TITEL: Invoeren buistoten, bui-oscillaties en lange golven in HYDRA-K

SAMENVATTING:

In het kader van de voorbereidingen voor het hydraulische randvoorwaardenboek wordt momenteel een rekenprogramma ontwikkeld door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ). Tot dusver is in HYDRA-K (tot aan versie 2.05) geen rekening gehouden met de mogelijke invloed van buistoten, bui-oscillaties en lange golven op de hydraulische randvoorwaarden. In dit project is het rekenprogramma HYDRA-K uitgebreid met een aantal functionaliteiten waarmee het effect van buistoten, bui-oscillaties en lange golven op de hydraulische randvoorwaarden berekend kan worden. Dit effect wordt in rekening gebracht middels een toeslag die door de gebruiker ingevoerd wordt. De gebruiker beschikt daarbij over drie mogelijkheden voor het doorvoeren van de toeslag:

- I. toeslag op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties;
- II. toeslag op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties; en
- III. lange golven met een toeslag op de waterstand.

De bestaande user-interface van HYDRA-K is uitgebreid met een aantal functionaliteiten om de toeslagen op gebruikersvriendelijke wijze te kunnen invoeren. Er is aangenomen dat lange golven te schematiseren zijn als een blokgolf. De aanname van een blokgolf impliceert dat gedurende de helft van de tijd sprake is van een constante positieve waterstandstoelage die gelijk is aan de amplitude van de lange golf en gedurende de andere helft van de tijd sprake is van een constante negatieve waterstandstoelage die eveneens gelijk is aan de amplitude van de lange golf. In de geïmplementeerde procedure wordt eerst voor beide toestanden apart de hydraulische belasting berekend en vervolgens daarvan het gemiddelde bepaald.

Met het nieuwe model is een aantal testberekeningen uitgevoerd om te controleren of het model consistente uitkomsten levert. Uit de berekeningen is gebleken dat het effect van de toeslag consequent maximaal is wanneer deze wordt toegepast op de waterstand voor het effect van buistoten/bui-oscillaties (optie II), hetgeen geheel volgens verwachting is. In vergelijking met optie I heeft de toeslag op de waterstand namelijk een dubbel effect omdat niet alleen de waterstand wordt verhoogd maar indirect ook de golfhogte. In vergelijking met optie III is het effect groter omdat bij lange golven ook het waterstandsverlagend effect wordt meegenomen voor de periode dat de lange golf zich op de laagste stand bevindt.

REFERENTIES:

VER.	AUTEUR	DATUM	OPMERK.	REVIEW	GOEDKEURING
01	F. Diermanse et al.	03-05-2004		R. Morelissen	C. Bons

PROJECTNUMMER H4304 Q 3632

TREFWOORDEN: HYDRA-K, randvoorwaarden, belastingmodellen, buistoten, bui-oscillaties, lange golven

AANTAL BLADZIJDEN 55

VERTROUWELIJK JA, tot (datum) NEESTATUS: VOORLOPIG CONCEPT DEFINITIEF

Inhoud

1	Inleiding	1—1
2	Fysische achtergronden	2—1
2.1	Inleiding.....	2—1
2.2	Buistoten en bui-oscillaties	2—1
2.3	Lange golven	2—1
3	Keuzes bij de implementatie van de toeslagen.....	3—1
3.1	Inleiding.....	3—1
3.2	Keuze voor de plaats van de waterstandstoeslag in het rekenschema	3—2
3.3	Keuze voor de plaats van de lus in het rekenschema	3—2
3.4	Keuze voor de middelingsmethode bij lange golven	3—5
3.4.1	Inleiding	3—5
3.4.2	Golfoverslag.....	3—5
3.4.3	Golfoploop	3—6
4	Opzetten van een onderzoeksmodel	4—1
4.1	Inleiding.....	4—1
4.2	Aanpassingen aan de user-interface.....	4—1
4.3	Belangrijkste aanpassingen aan de rekenmodule	4—3
4.3.1	Inleiding	4—3
4.3.2	Toeslag/reductie op de kruinhoogte (voor buistoten/bui-oscillaties)	4—3
4.3.3	Toeslag op de waterstand/golfhoogte	4—4
5	Testberekeningen	5—1
5.1	Inleiding.....	5—1

5.2	Consistentietesten op tussenresultaten.....	5—1
5.3	Consistentie-testen op de uitvoer.....	5—3
5.3.1	Referentieberekeningen: geen toeslag.....	5—3
5.3.2	Ontwerpberekeningen.....	5—4
5.3.3	Faalfrequentie-berekeningen	5—6
6	Samenvatting en conclusies	6—1
7	Referenties	7—1
Bijlagen:		
A	Aanpassingen in de code	A—1
B	Tabellen batchberekeningen.....	B—1
C	Figuren batchberekeningen (I)	C—1
D	Figuren batchberekeningen (II).....	D—1

I Inleiding

Algemeen

In het kader van de voorbereidingen voor het hydraulische randvoorwaardenboek wordt momenteel een rekenprogramma ontwikkeld door het Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ). De voornaamste functionaliteiten van dit rekenprogramma (HYDRA-K) zijn:

- het berekenen van hydraulische randvoorwaarden langs de kust, die bestaan uit een combinatie van de waterstand en golfparameters (het zogenaamde “ontwerppunt” of “toetspunt”) en dienen als invoer voor een toets op de veiligheid;
- het berekenen van een faalkans van een waterkering; en
- het berekenen van de benodigde sterkte en/of dimensie van de waterkering voor een gegeven veiligheids criterium.

Probleemstelling

Volgens de leidraad toetsen op veiligheid (TAW, 1999) moeten bij het berekenen van kruinhoogten extra waterstandsverhogingen in de vorm van buistoten, bui-oscillaties en lokale opwaaiing als kruinhoogte worden verdisconteerd. Er zijn ook andere waterstandsverhogingen die helemaal niet als toeslag worden meegenomen in de leidraad toetsen, zoals bijvoorbeeld het mogelijke effect van lange golven met perioden in de orde van grootte van minuten.

Tot dusver is in HYDRA-K (tot aan versie 2.05) geen rekening gehouden met de mogelijke invloed van buistoten, bui-oscillaties en lange golven op de hydraulische randvoorwaarden. RIKZ heeft aangegeven dat hier (op termijn) wel behoefte aan bestaat.

Doelstelling

Het doel van dit project is om HYDRA-K uit te breiden met functionaliteiten waarmee het effect van buistoten, bui-oscillaties en lange golven op de hydraulische randvoorwaarden berekend kan worden. Het in rekening brengen van dit effect moet voor de gebruiker een keuzemogelijkheid zijn, waarbij de grootte van de invloed middels een toeslag op de kruinhoogte of waterstand door de gebruiker aangestuurd kan worden. De toeslagen worden alleen toegepast bij berekeningen met de faalmechanismen “golfoploop” en “golfoverslag”.

Auteurs en organisatie

Dit rapport is opgesteld door dr.ir. Ferdinand Diermanse (projectleider), ir. Robin Morelissen en dr.ir. Ap van Dongeren (allen WL | DELFT HYDRAULICS). Het voorliggende rapport is één van de producten van het project, zoals verwoord in RIKZ-opdrachtnummer 71031222 d.d. 30 oktober 2003. Het andere product is een cd met daarop de versie van HYDRA-K die in het kader van dit project is ontwikkeld, dus met functionaliteiten waarmee het effect van buistoten, bui-oscillaties en lange golven op de hydraulische randvoorwaarden kan worden berekend.

2 Fysische achtergronden

2.1 Inleiding

De waterstand waarin korte golven zich voorplanten is over het algemeen niet constant in de tijd. Het is onderhevig aan variaties op lange tijdschalen zoals getijden, maar ook op kortere tijdschalen door seiches (vooral in havens), stormopzet door opwaaïing, buistoten, bui-oscillaties en surfbeat door lange golven. De tijdschalen van deze processen variëren van ongeveer 20 seconden tot 20 minuten. Omdat seiches vooral in havens optreden en bepaald worden door de geometrie van het havenbassin worden ze hier niet beschouwd.

2.2 Buistoten en bui-oscillaties

Buistoten en bui-oscillaties zijn veranderingen in de gemiddelde waterstand die teweeg worden gebracht door (plotselinge) veranderingen in de luchtdruk. Buistoten treden op bij een overtrekkend koufront (een zgn. "squal line") en uiten zich als eenmalige ("solitaire") veranderingen in de waterstand op open zee. Bui-oscillaties treden op door grootschalige variaties in een buiensysteem (de zgn. convectiecellen) en laten een variërende (oscillerende) waterstand zien. Wemelsfelder (1957) heeft dit al onderkend, terwijl de generatiemechanismen zijn uitgewerkt door De Jong et al. (2003). De tijdschalen zijn orde 20 minuten.

2.3 Lange golven

Surfbeat is het patroon van gedeeltelijk staande golven aan de kust. Het opwekkingsmechanisme is als volgt: in diep water kan een golf met een bepaald frequentie opgevat worden als een sinusgolf die zich onafhankelijk van andere golven voortplant. In de natuur bestaat een golfveld uit een groot aantal van deze golven. Als deze golven opgeteld worden ontstaat een patroon waarbij de golven elkaar op bepaalde locaties versterken en op andere locaties elkaar uitdoven. Met andere woorden: er ontstaan pieken en dalen in de totale golfhoogte. Dit patroon, dat een golfgroep wordt genoemd, plant zich voort als een golf. Daarnaast wordt door niet-lineaire processen onder de hoge golven de waterstand naar beneden gedrukt terwijl de waterstand iets hoger is onder de knoop van de golfgroep. Deze verhoging en verlaging van de waterstand is zelf een golf, loopt mee met de golfgroepen en is als het ware daaraan gebonden. Deze golven worden daarom ook "gebonden lange golven" genoemd.

In diep water is de lange golfhoogte hoogstens centimeters maar richting de kust worden deze golven versterkt door energietoevoer van de korte golven naar de lange golven in het proces van shoalen en breken van de korte golven. De golfhoogte van de lange golven kan aldus oplopen tot orde een halve meter. Vergeleken met de steeds kleiner wordende stilwaterdiepte wordt de hoogte van de lange golf dus snel relatief steeds belangrijker. Daarbij komt dat zoals hierboven geschetst op diep water de lange golf 180 graden uit fase is met de golfgroepen: het dal van de lange golven treedt op als de korte golven hoog zijn.

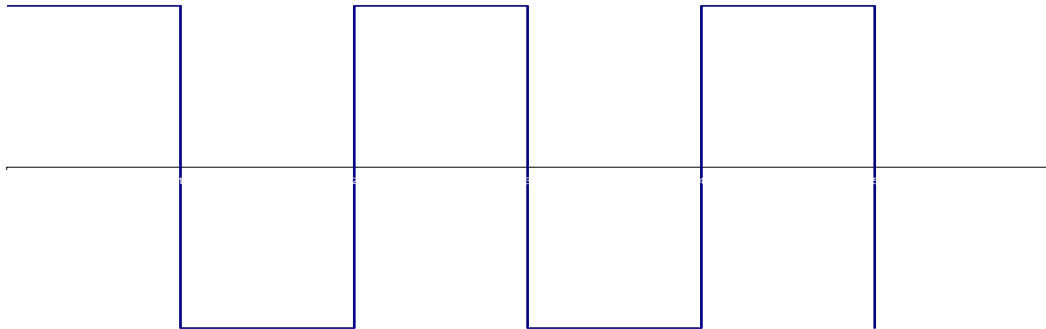
In het shoalings en brekingsproces van de korte golven treedt hierin juist een verandering op. Metingen in het veld en in het laboratorium tonen aan dat bij de kustlijn de hoogste korte golven optreden bij de top van de lange golf. Anders gezegd: omdat de lange golf de waterstand tijdelijk verhoogt kunnen de hogere korte golven doordringen tot aan de kust. Voor details wordt verwezen naar Van Dongeren et al. (2002), Janssen et al. (2003) en Battjes et al. (2003) en referenties daarin.

Bovenstaande processen spelen zich af op verschillende tijdschalen maar zorgen beiden voor een tijdelijke verhoging van de waterstand. Hierdoor kunnen niet alleen hogere korte golven doordringen tot aan de kust maar wordt ook de golfhoogte-verdeling aan de kust verandert zodat hogere golven vaker kunnen optreden.

3 Keuzes bij de implementatie van de toeslagen

3.1 Inleiding

Aangenomen wordt dat lange golven te schematiseren zijn als een blok golf (zie Figuur 3.1). De amplitude en periode van deze blok golf kunnen door de gebruiker worden opgegeven. De aanname van een blok golf impliceert dat gedurende de helft van de tijd sprake is van een constante *positieve* waterstandstoeslag die gelijk is aan de amplitude van de lange golf en gedurende de andere helft van de tijd sprake is van een constante *negatieve* waterstandstoeslag die eveneens gelijk is aan de amplitude van de lange golf.



Figuur 3.1 Geschematiseerde weergave van een blok golf

Het effect van de toeslag wordt berekend middels een “lus” die bestaat uit twee stappen. In de eerste stap is sprake van een positieve toeslag op de waterstand en in de tweede stap is sprake van een negatieve toeslag op de waterstand. De toeslag wordt zodanig verdisconteerd in de waterstand dat het effect ervan ook doorwerkt op de golfhoogte aan de teen van de dijk (zie paragraaf 3.2). Vervolgens worden resultaten van de twee stappen samengevoegd, in die zin dat de gemiddelde waarde wordt berekend (zie paragraaf 3.3). De wijze van middelen is beschreven in paragraaf 3.4.

Probleemstelling

De uitkomsten van de twee rekenstappen uit de lus moeten door middeling worden samengevoegd tot één resultaat. Bij het implementeren van de middelingsmethode spelen drie essentiële vraagstukken:

- Waar in het rekenschema wordt de toeslag op de waterstand doorgevoerd?
- Welke stappen in het bestaande rekenschema worden opgenomen in de lus?
- Welke middelingsmethode wordt toegepast na uitvoering van de lus?

Het eerste vraagstuk is ook van belang voor de waterstands-toeslag die voor buistoten en bui-oscillaties wordt toegepast. In dit hoofdstuk worden de drie vraagstukken nader beschreven en wordt een oplossing aangedragen.

3.2 Keuze voor de plaats van de waterstandstoeslag in het rekenschema

Zowel voor lange golven als voor buistoten/bui-oscillaties (tenzij de optie “kruinhoogte” gekozen wordt, zie hoofdstuk 0), wordt de door de gebruiker opgegeven toeslag uitgevoerd op de waterstand. Als gevolg van deze toeslag moet de golfbelasting (golfhoogte en -periode) toenemen. Dit betekent dat de applicatie van de toeslag ergens moet plaatsvinden in het traject waar de vertaalslag van de offshore-condities (wind en waterstand) naar de nearshore belasting (waterstand en golfbelasting) plaats vindt, ofwel in de module *Offshore2Nearshore.m*. In deze module worden (samengevat) de volgende stappen uitgevoerd:

1. Inlezen van de database RAND2001.
2. Vertalen van de offshore waterstand naar de nearshore waterstand doormiddel van triangulaire interpolatie. Daartoe worden de volgende stappen uitgevoerd:
 - a) Berekenen van de overschrijdingsfrequentie, f , van de ingevoerde offshore waterstand, h_o met de frequentieverdelingsfunctie van de waterstand.
 - b) Selectie van drie meetstations (“steunpunten”) waarmee de triangulaire interpolatie wordt uitgevoerd.
 - c) Bepalen van de waterstand in elk van de drie steunpunten op basis van frequentie f en de inverse van de frequentieverdelingsfunctie die voor het betreffende station is afgeleid.
 - d) Bepalen van de nearshore waterstand, h_n middels triangulaire interpolatie van de drie waterstanden van de vorige stap.
3. Bepalen van de nearshore golfbelasting uit de heersende windsnelheid, windrichting en waterstand, h_n , op basis van SWAN-berekeningen uit database RAND2001.

Om aan de voorwaarde te voldoen dat de golfbelasting (golfhoogte en -periode) toeneemt als gevolg van een toeslag op de waterstand, moet de toeslag plaatsvinden voordat stap 3 wordt uitgevoerd, aangezien in stap 3 de link wordt gelegd tussen waterstand enerzijds en de golfbelasting anderzijds. Besloten is om de toeslag toe te passen direct voorafgaand aan stap 3, d.w.z. ná uitvoering van stap 2d. Dit betekent dat de toeslag op de nearshore waterstand wordt toegepast (en dus niet op de offshore waterstand). Met deze keuze is het effect van de toeslag onafhankelijk van de vertaalslag naar de frequentie (stap 2a en 2c) en de triangulaire interpolatie (stap 2d). Dit maakt de analyse van het effect van de waterstands-toeslag op de nearshore golfbelasting eenvoudiger en inzichtelijker.

3.3 Keuze voor de plaats van de lus in het rekenschema

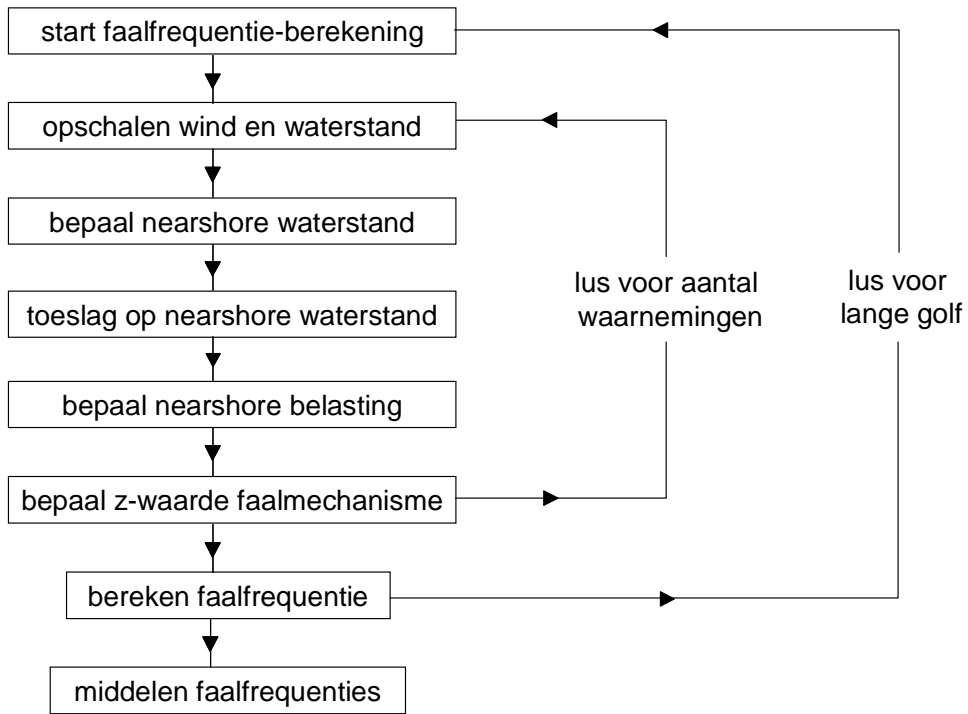
In principe komen twee opties in aanmerking voor het implementeren van de lus voor lange golven:

1. lus voor de complete faalfrequentieberekening (of kruinhoogteberekening); of
2. lus voor het berekenen van de hydraulische belasting.

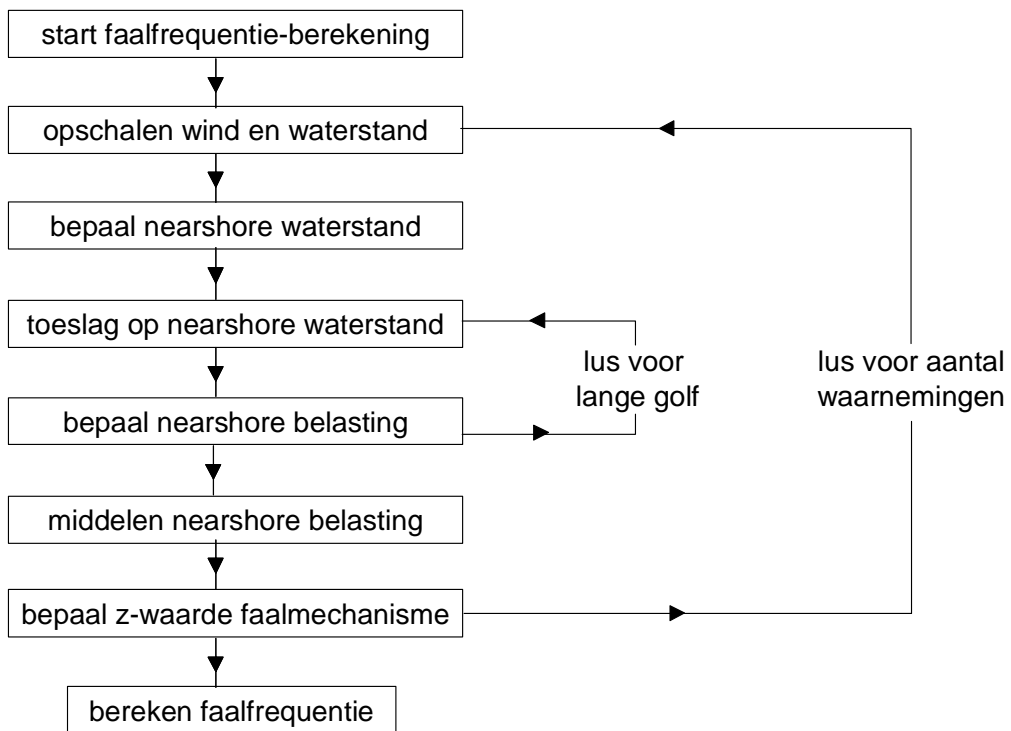
In het eerste geval bestaan de twee stappen van de lus uit complete berekeningen van de faalfrequentie en/of de kruinhoogte. In de eerste berekening wordt voor alle simultane waarnemingen een constante toeslag ter grootte van de amplitude van de lange golf *opgeteld* bij de (opgeschaalde) waterstanden op diep water, terwijl in de tweede berekening deze toeslag juist wordt *afgetrokken* van de waterstand. De uitkomst van de beide berekeningen bestaat uit een kruinhoogte en/of faalfrequentie waarover vervolgens wordt gemiddeld (zie Figuur 3.2).

In het tweede geval bestaan de twee stappen van de lus uit het bepalen van de hydraulische belasting voor een (opgeschaalde) simultane waarneming van wind en waterstand. Wederom wordt in de eerste stap de toeslag *opgeteld* bij de (opgeschaalde) waterstanden op diep water, terwijl in de tweede berekening deze toeslag wordt *afgetrokken* van de waterstand. De twee berekende hydraulische belastingen worden vervolgens gemiddeld tot een representatieve hydraulische belasting voor de bewuste simultane waarneming. Deze procedure wordt voor alle waarnemingen uitgevoerd, waarna de faalfrequentie berekend wordt (zie Figuur 3.3).

Er is voor gekozen om de tweede procedure toe te passen, d.w.z. middeling van de hydraulische belasting per stormgebeurtenis. De reden hiervoor is dat deze procedure beter aansluit bij wat er in werkelijkheid gebeurt, hetgeen als volgt wordt beargumenteerd: De simultane waarnemingen worden binnen HYDRA-K beschouwd als de representatieve offshore toestand voor de periode van één uur. Gedurende deze periode van één uur wordt meerdere keren de lange golf cyclus voltooid. De waterstand en de golfbelasting fluctueren derhalve tijdens deze periode. In de tweede procedure wordt deze fluctuatie geschematiseerd, in tegenstelling tot de eerste procedure.



Figuur 3.2 Bepalen van de invloed van lange golven op de faalfrequentie door middeling over de twee berekende faalfrequenties.



Figuur 3.3 Bepalen van de invloed van lange golven op de faalfrequentie door middeling over de belasting aan de teen van de dijk.

3.4 Keuze voor de middelingsmethode bij lange golven

3.4.1 Inleiding

Uitgaande van de keuze voor methode 2 in de vorige paragraaf moet een methode beschikbaar zijn waarmee de hydraulische belasting voor de twee situaties (positieve toeslag en negatieve toeslag voor lange golven) gemiddeld wordt. Idealiter wordt het gemiddelde zó gekozen dat voldaan wordt aan het volgende criterium:

“De mate van beschadiging aan de dijk onder constante belasting van het berekende gemiddelde dient gelijk te zijn aan de beschadiging die veroorzaakt wordt door de (onder invloed van lange golven) fluctuerende belasting”.

Hier doemt echter gelijk een probleem op, aangezien de mate van beschadiging aan de dijk zonder verdere kennis van de bekleding en de onderlaag niet direct is af te leiden uit de golfoploop-hoogte of het golfoverslag-debiet. Het gevolg is dat er binnen de huidige versie van HYDRA-K geen directe relatie bestaat tussen de golfoploop-hoogte of het golfoverslag-debiet enerzijds en de beschadiging van de bekleding anderzijds. Golfoploop en golfoverslag zijn weliswaar gedefinieerd als faalmechanismen, maar in feite zijn het twee testcriteria met als filosofie dat als aan de gewenste criteria wordt voldaan de dijk zeker bestand is tegen de heersende hydraulische belasting. Indien niet voldaan wordt aan de criteria, d.w.z. de kritieke golfoploop-hoogte of het kritieke golfoverslag-debiet wordt overschreden, is het wel/niet bezwijken van de kering afhankelijk van specifieke kenmerken zoals de sterkte van de bekleding en de onderlaag.

3.4.2 Golfoverslag

Bij het definiëren van een middelingsprocedure wordt dus idealiter de beschrijving van het proces van beschadiging aan de dijk expliciet in de berekeningswijze opgenomen. In deze studie zal dat echter achterwege gelaten worden omdat ten eerste deze processen (faalmechanismen) vooralsnog onvoldoende in HYDRA-K zijn beschreven en ten tweede omdat expliciet in de doelstelling van dit project is opgenomen dat alleen de faalmechanismen golfoploop en golfoverslag in de analyses toegepast worden. Aanbevolen wordt om in de toekomst, zodra HYDRA-K is uitgebreid met meerdere faalmechanismen, middelingsprocedures te implementeren waarbij het beschadigingsproces wel expliciet in opgenomen is.

Voor de onderhavige studie dient op pragmatische gronden overgegaan te worden op een eenvoudige middelingsprocedure waaraan uiteraard wel de eis gesteld wordt dat deze een representatieve waarde oplevert. De volgende opties liggen daarbij voor de hand:

- Het geometrisch gemiddelde van de hydraulische belasting.
- Het maximum van de hydraulische belasting.

De eerste optie is vooral relevant voor faalmechanismen waar de duur van de belasting een rol speelt, zoals stroming op grasbekleding. De tweede optie is vooral relevant voor faalmechanismen waar de piekbelasting representatief is, zoals golfklappen op steenbekleding.

Voor het faalmechanisme golfoverslag is gekozen om het geometrisch gemiddelde (van het overslagdebiet) te implementeren, omdat deze maatgevend is voor de totale hoeveelheid water die gedurende een gegeven periode per strekkende meter over de dijk slaat.

3.4.3 Golfploop

Voor het faalmechanisme golfploop is het geometrisch gemiddelde (van de oploophoogte) geen geschikte keuze. Testberekeningen hebben namelijk aangetoond dat bij deze keuze geen effect wordt waargenomen voor lange golven. Dit is als volgt te verklaren:

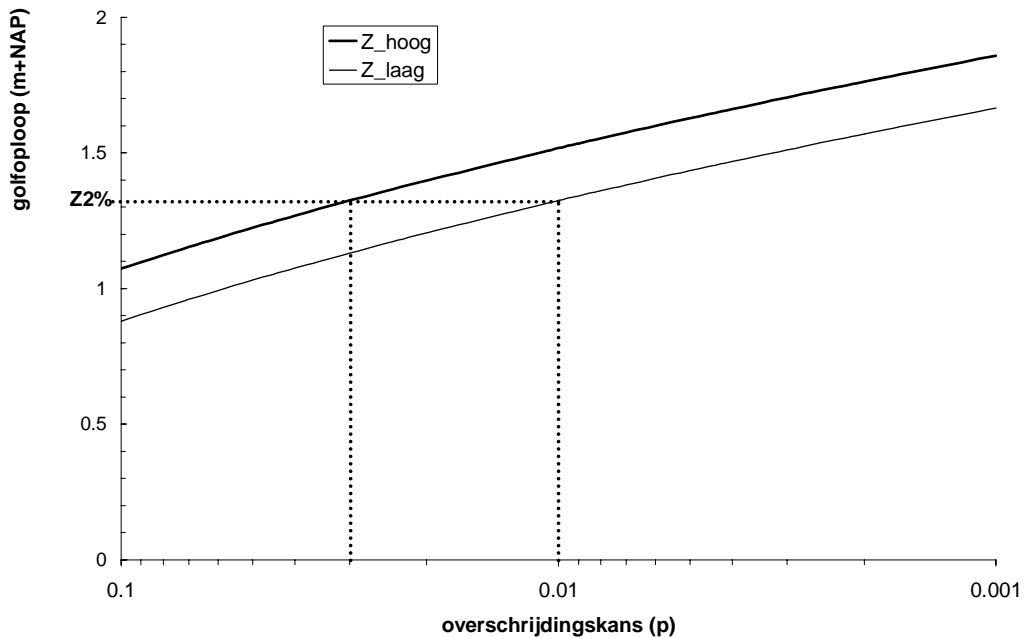
Indien het effect van lange golven wordt doorgerekend, wordt zowel een negatieve als een positieve toeslag doorgerekend. Voor beide situaties wordt de golfploop-hoogte berekend en deze wordt vervolgens gemiddeld. De gemiddelde golfploop-hoogte blijkt telkens gelijk aan de golfploop-hoogte die berekend wordt in het geval geen toeslag wordt toegepast. Kortom, het *verhogende* effect van de positieve waterstandstoeslag op de golfploop-hoogte is even groot als het *verlagende* effect van de negatieve waterstandstoeslag. Bij het faalmechanisme golfoverslag is dat duidelijk anders, d.w.z. het *verhogende* effect van de positieve waterstandstoeslag op het golfoverslagdebiet is veel groter dan het *verlagende* effect van de negatieve waterstandstoeslag.

Toepassen van het geometrisch gemiddelde leidt er dus toe dat er geen effect wordt waargenomen, en dat is niet realistisch. In plaats van het geometrisch gemiddelde is daarom een andere (geavanceerdere) methode ontwikkeld. Deze methode is gebaseerd op het principe dat voor de periode van de lange golf (met lage een hoge waterstand) als geheel de 2% golfploop wordt bepaald, d.w.z. die oploophoogte die over de gehele tijdsduur gemiddeld 2% wordt overschreden.

Indien de amplitude van de lange golf relatief groot is zal de bijdrage van de periode van de lage waterstand verwaarloosbaar zijn. In dat geval is de 2% golfploophoogte over de hele periode gelijk aan de 4% golfploophoogte van de periode dat de lange golf op de hoge waterstand zit. Immers, gezien de aanname van een blok golf houdt de hoge waterstand de helft van de tijd aan, dus over het geheel genomen wordt de bewuste 4% golfploop gedurende 2% van de tijd overschreden. Bij kleinere amplitudes kan het zijn dat de bijdrage van de lage waterstand niet verwaarloosbaar is. In dat geval kan bijvoorbeeld de 1% golfploophoogte van de lage waterstand gelijk zijn aan de 3% golfploophoogte van de hoge waterstand. De bewuste oploophoogte wordt dan gedurende 2% van de tijd overschreden (gemiddelde van 1% en 3%) en is dus de gezochte 2%-golfploop (zie Figuur 3.4).

Om de percentages zoals beschreven in bovenstaande voorbeelden voor alle situaties te kunnen bepalen moet een aantal berekeningen uitgevoerd worden. Definieer daartoe:

symbool	eenheid	betekenis
H_g	m+NAP	gemiddelde waterstand van de lange golf
A	m	amplitude van de lange golf
z_p^L	m+NAP	de golfploophoogte met een overschrijdingskans van p , gedurende de periode dat de lange golf op de lage waterstand ($H_g - A$) zit
z_p^H	m+NAP	de golfploophoogte met een overschrijdingskans van p , gedurende de periode dat de lange golf op de hoge waterstand ($H_g + A$) zit
\bar{z}_p^L	m	idem als z_p^L , maar dan ten opzichte van stilwaterlijn $H_g - A$
\bar{z}_p^H	m	idem als z_p^H , maar dan ten opzichte van stilwaterlijn $H_g + A$
$z_{2\%}$	m+NAP	de golfploophoogte met een overschrijdingskans van 2%, gemeten over de gehele periode
P^L	-	te bepalen overschrijdingskans van niveau $z_{2\%}$ gedurende de periode dat de lange golf op de lage waterstand zit
P^H	-	te bepalen overschrijdingskans van niveau $z_{2\%}$ gedurende de periode dat de lange golf op de hoge waterstand zit



Figuur 3.4 Hypothetische kansverdelingsfuncties voor golfploophoogte gedurende periodes van lage resp. hoge waterstand van de lange golf.

Uit de definities kunnen direct de volgende vergelijkingen opgesteld worden:

$$p^H + p^L = 0.04 \quad (3.1)$$

$$0 \leq p^L \leq 0.02 \quad (3.2)$$

$$0.02 \leq p^H \leq 0.04 \quad (3.3)$$

$$z_{2\%} = z_{p^L}^L = z_{p^H}^H \quad (3.4)$$

Vergelijking (3.1) geeft aan dat de overschrijdingspercentages gemiddeld gelijk moeten zijn aan 2% en dus opgeteld gelijk aan 4%. Omdat de bijdrage van de hoge waterstand altijd groter is, is volgt dat p^L kleiner is dan 2% en p^H groter dan 2%, hetgeen aangegeven is in

vergelijking (3.2) en (3.3). Vergelijking (3.4) geeft aan dat het 2% oplooptniveau, $z_{2\%}$, een overschrijdingskans van p^L heeft gedurende de periode dat de lange golf op de lage waterstand zit en een overschrijdingskans van p^H gedurende de periode dat de lange golf op de hoge waterstand zit. Het zij nogmaals herhaald dat p^H en p^L de percentages zijn die bepaald moeten worden en waaruit de uiteindelijke gemiddelde waarde $z_{2\%}$ bepaald wordt.

Uitschrijven van vergelijking (3.4) geeft:

$$z_{2\%} = H_g - A + \bar{z}_{p^L}^L = H_g + A + \bar{z}_{p^H}^H \Rightarrow \bar{z}_{p^L}^L - \bar{z}_{p^H}^H = 2A \quad (3.5)$$

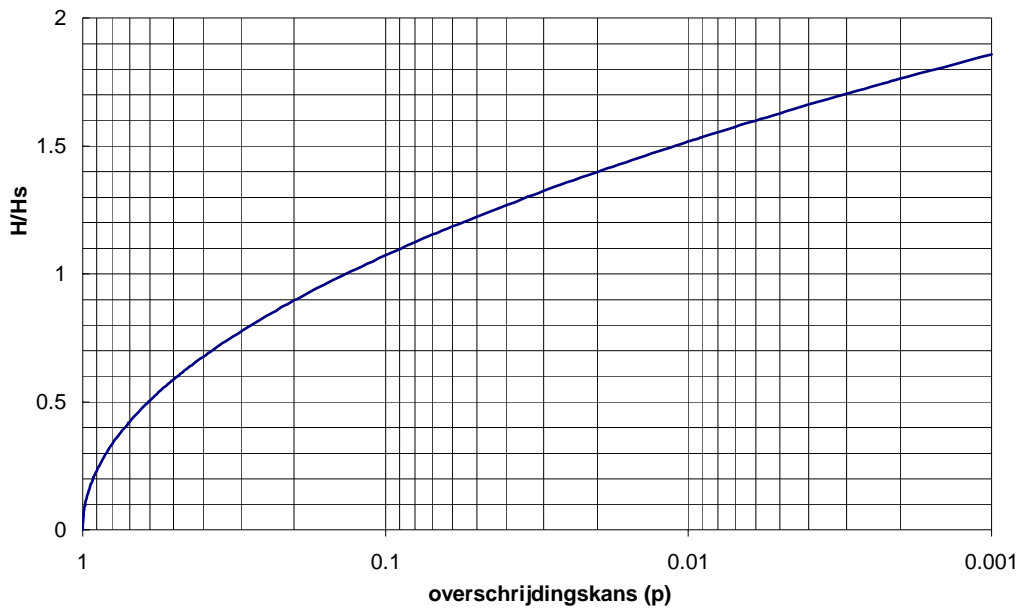
Deze vergelijking is als volgt te interpreteren: Het verschil in waterstand tussen de periode van lage resp. hoge waterstand is gelijk aan twee maal de amplitude van de lange golf. Dat betekent dat het verschil in golfoploophoogte boven de stilwaterlijn eveneens twee maal de amplitude moet zijn om tot dezelfde oploophoogte ($z_{2\%}$) te komen.

Om de percentages p^H en p^L te kunnen bepalen moet de kansverdelingsfunctie van de golfoploophoogte bekend zijn. Zolang golven nog niet breken, kan de golfhoogteverdeling goed benaderd worden door de Rayleigh-verdeling. De significante golfhoogte, H_s , is dan gelijk aan de hoogte die door 13,5% van de golven overschreden wordt. Voor golven met een andere overschrijdingskans geldt:

$$\frac{H_{p\%}}{H_s} = \sqrt{\frac{-\ln(p)}{2}} \quad (3.6)$$

waarin $H_{p\%}$ de golfhoogte is met een overschrijdingskans van p . Voor twee willekeurige overschrijdingskansen p_1 en p_2 geldt dan (zie Figuur 3.5):

$$\frac{H_{p_1}}{H_{p_2}} = \sqrt{\frac{\ln(p_1)}{\ln(p_2)}} \quad (3.7)$$



Figuur 3.5 De Rayleigh verdeling voor golfhoogten

We nemen aan dat deze verhouding ook voor de golfploophoogte geldt:

$$\frac{\bar{z}_{p^L}^L}{\bar{z}_{2\%}^L} = \sqrt{\frac{\ln(p^L)}{\ln(0.02)}} \Rightarrow \bar{z}_{p^L}^L = \frac{\bar{z}_{2\%}^L}{\sqrt{-\ln(0.02)}} \sqrt{-\ln(p^L)} \quad (3.8)$$

$\bar{z}_{2\%}^L$ is de golfploophoogte (ten opzichte van de stilwaterlijn) met een overschrijdingskans van 2% gedurende de periode dat de lange golf op de lage waterstand zit. Deze waarde wordt door HYDRA-K berekend en is dus voorafgaand aan de middelingsprocedure bekend. De breuk in vergelijking (3.8) kan dus als een constante beschouwd worden:

$$\bar{z}_{p^L}^L = C^L \sqrt{-\ln(p^L)} \quad ; C^L = \frac{\bar{z}_{2\%}^L}{\sqrt{-\ln(0.02)}} \quad (3.9)$$

Op dezelfde wijze kan gedefinieerd worden:

$$\bar{z}_{p^H}^H = C^H \sqrt{-\ln(p^H)} \quad ; C^H = \frac{\bar{z}_{2\%}^H}{\sqrt{-\ln(0.02)}} \quad (3.10)$$

Substitueren van deze laatste twee vergelijkingen in vergelijking (3.5) geeft:

$$C^L \sqrt{-\ln(p^L)} - C^H \sqrt{-\ln(p^H)} = 2A \quad (3.11)$$

Gebruikmakend van vgl (3.1) volgt hieruit:

$$C^L \sqrt{-\ln(p^L)} - C^H \sqrt{-\ln(0.04 - p^L)} = 2A \quad (3.12)$$

Dit is een vergelijking met één onbekende (p^L) waarvan de gezochte waarde ergens tussen 0 en 0.02 ligt (zie vergelijking (3.2)).

De middelingsprocedure voor golfoploop bestaat nu hierin, dat eerst vergelijking (3.12) opgelost wordt en vervolgens middels vergelijking (3.4) de 2% golfoploop bepaald wordt. Deze procedure wordt voor elke stormgebeurtenis uitgevoerd, zoals aangegeven in Figuur 3.3.

4 Opzetten van een onderzoeksmodel

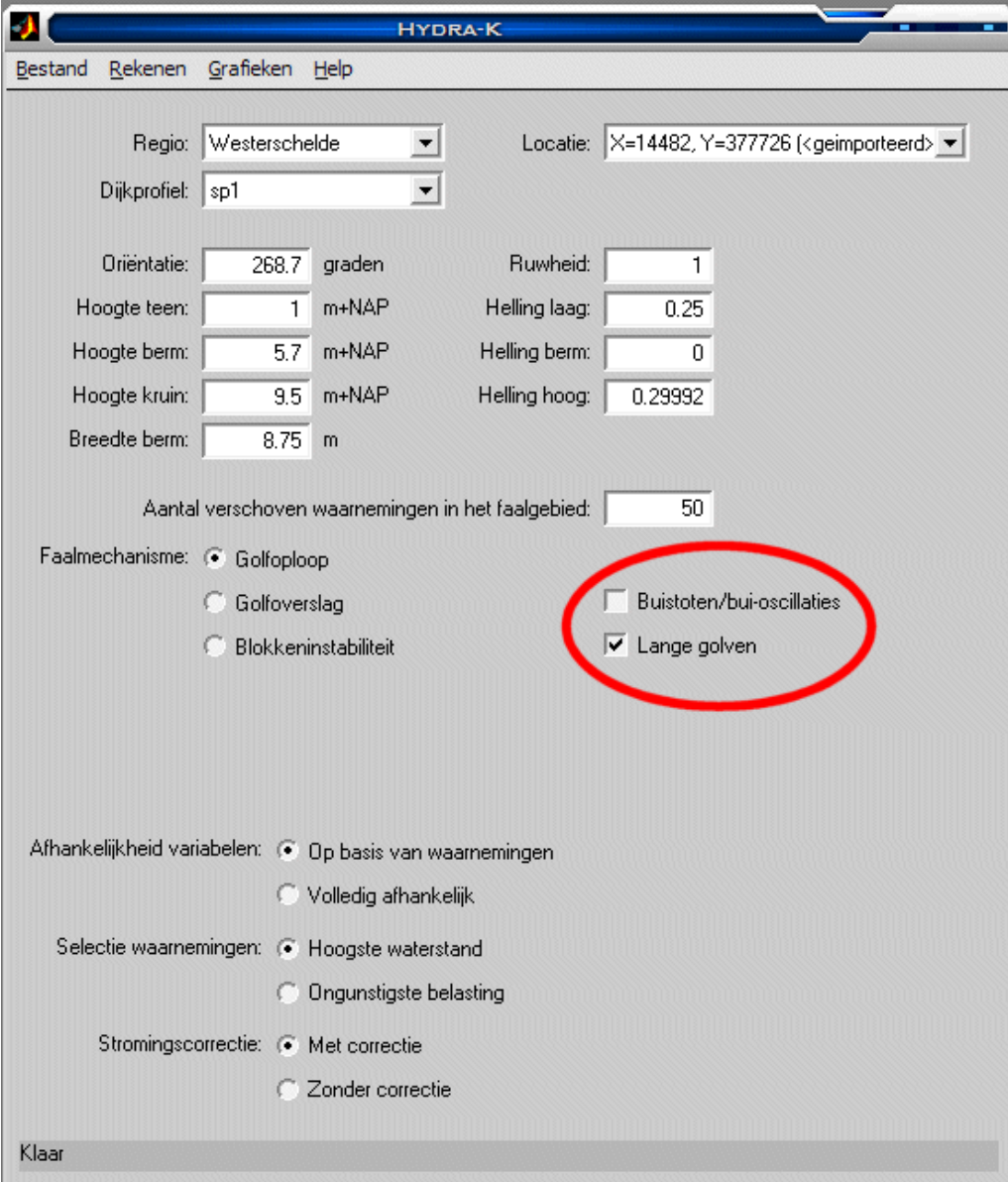
4.1 Inleiding

Het onderzoeksmodel is opgezet op basis van versie 2.05 van HYDRA_K. Dit hoofdstuk beschrijft de *belangrijkste* aanpassingen aan de code en waar nodig worden deze beargumenteerd. We maken hierbij onderscheid tussen de aanpassingen aan de user-interface (paragraaf 4.2) en de aanpassingen aan de rekenmodule (paragraaf 4.3). Voor een meer gedetailleerde beschrijving van de aanpassingen in de code wordt geïnteresseerde lezer verwezen naar bijlage A.

4.2 Aanpassingen aan de user-interface

Figuur 4.1 toont het hoofdscherm van HYDRA-K. Met rood omcirkeld staan de nieuwe knoppen aangegeven. De functionaliteit van de extra toeslag op de waterstand door lange golven is te activeren door eerst het faalmechanisme ‘golfoploop’ of ‘golfoverslag’ aan te vinken en vervolgens de optie ‘lange golven’ aan te vinken (zie Figuur 4.1). Bij het aanvinken wordt een dialoogvenster geopend waar de lange golf amplitude en periode kan worden gespecificeerd. Met de periode wordt vooralsnog niets gedaan, maar deze is toegevoegd voor eventuele toekomstige toepassingen (zie Figuur 4.2).

Op dezelfde manier als bij de toeslag ten gevolge van lange golven, kan een toeslag worden toegepast als gevolg van buistoten/bui-oscillaties. Bij het aanvinken van de betreffende ‘checkbox’ in Figuur 4.1 komt ook een dialoogvenster op (zie Figuur 4.3). Hier kan de toeslag in meters worden opgegeven. Verder kan de gebruiker aangeven of deze toeslag uitgevoerd moet worden op de kruinhoogte of op de waterstand.



HYDRA-K

Bestand Rekenen Grafieken Help

Regio: Westerschelde Locatie: X=14482, Y=377726 (<geïmporteerd>)

Dijkprofiel: sp1

Oriëntatie: 268.7 graden Ruwheid: 1

Hoogte teen: 1 m+NAP Helling laag: 0.25

Hoogte berm: 5.7 m+NAP Helling berm: 0

Hoogte kruin: 9.5 m+NAP Helling hoog: 0.29992

Breedte berm: 8.75 m

Aantal verschoven waarnemingen in het faalgebied: 50

Faalmechanisme:

- Golfoploop
- Golfoverslag
- Blokkeninstabiliteit
- Buistoten/bui-oscillaties
- Lange golven

Afhankelijkheid variabelen:

- Op basis van waarnemingen
- Volledig afhankelijk

Selectie waarnemingen:

- Hoogste waterstand
- Ongunstigste belasting

Stromingscorrectie:

- Met correctie
- Zonder correctie

Klaar

Figuur 4.1 HYDRA-K hoofdscherm met lange golven geactiveerd



HYDRA-K (LANGE GOLF)

Golfhoogte [m]: 0.3

Golfperiode [s]: 0

Annuleren Ok

Figuur 4.2 Dialoogvenster voor lange golven.



Figuur 4.3 Dialoogvenster voor buistoten/bui-oscillaties.

4.3 Belangrijkste aanpassingen aan de rekenmodule

4.3.1 Inleiding

Bij het invoeren van de toeslagen is onderscheid gemaakt in *ontwerpberekeningen* enerzijds en *faalfrequentie-berekeningen* anderzijds. In een ontwerpberekening voert de gebruiker een gewenste faalfrequentie in en berekent HYDRA-K vervolgens de benodigde kruinhoogte. In het geval van een faalfrequentie-berekening specificeert de gebruiker het profiel van de kering en berekent HYDRA-K de bijbehorende faalfrequentie¹.

4.3.2 Toeslag/reductie op de kruinhoogte (voor buistoten/bui-oscillaties)

Ontwerpberekeningen

De ontwerpberekeningen voor golfverloop en golfoverslag worden aangestuurd vanuit de module *StatBerekenKruinhoogte.m*. In deze module wordt op iteratieve wijze de kruinhoogte aangepast, totdat de kruinhoogte zodanig is dat de faalkans gelijk is aan de door de gebruiker opgegeven waarde. De toeslag voor buistoten/bui-oscillaties (in m) wordt aan het eind van deze module opgeteld bij de berekende kruinhoogte.

Faalfrequentie-berekening

De faalfrequentie-berekening voor golfverloop en golfoverslag wordt aangestuurd vanuit de module *StatBerekenFaalfrequentie.m*. De toeslag voor buistoten/bui-oscillaties wordt voorafgaande aan de faalfrequentie-berekening van de kruinhoogte afgetrokken.

¹ Deze beschrijving van de ontwerpberekening en faalfrequentie-berekening is specifiek van toepassing op de faalmechanismen “golfverloop” en “golfoverslag”. Bij de overige faalmechanismen spelen andere kenmerken van de kering een rol, zoals de dikte van de bekleding, de kwaliteit van de bekleding, etc.

4.3.3 Toeslag op de waterstand/golfhoogte

Zoals eerder beschreven wordt in deze optie de toeslag in principe op de waterstand uitgevoerd. Echter, een toename van de waterstand brengt automatisch een toename in de golfhoogte aan de teen van de dijk met zich mee. Het is om die reden dat in deze optie ook de term “golfhoogte” genoemd wordt.

De toeslag op de waterstand is geïmplementeerd in de module *Offshore2Nearshore.m*. In deze module worden de relevante variabelen op diep water zoals windrichting, windsnelheid en waterstand vertaald naar de hydraulische belasting aan de teen van de dijk, bestaande uit de waterstand, de golfhoogte, de golfperiode en de golfrichting. Deze vertaling vindt plaats door een meerdimensionale interpolatie uit te voeren op de beschikbare rekenresultaten van het simulatiemodel SWAN.

Eén van de invoervariabelen van de module *Offshore2Nearshore.m* is de waterstand op diep water. Deze waterstand wordt door middel van een triangulaire interpolatie procedure vertaald naar een nearshore waterstand op basis van beschikbare statistieken in een aantal meetstations langs de kust. De toeslag als gevolg van buistoten/bui-oscillaties is toegepast op deze near-shore waterstand.

Opgemerkt wordt dat deze module in de verschillende typen berekeningen (ontwerpberekening en faalfrequentie-berekening) wordt aangeropen. Er hoeft echter geen onderscheid gemaakt te worden bij het toepassen van de beschreven toeslag. Ook met betrekking tot de toelagen voor buistoten/bui-oscillaties enerzijds en lange golven anderzijds hoeft geen onderscheid gemaakt te worden.

5 Testberekeningen

5.1 Inleiding

Voor drie verschillende locaties (zie Tabel 5.1) is een aantal berekeningen uitgevoerd met de nieuwe versie van HYDRA-K om te testen of het model naar behoren functioneert en om inzicht te krijgen in het effect van de toeslagen op de met HYDRA-K berekende faalfrequenties en kruinhoogten. Bij de berekeningen is aangenomen dat de dijken een zogenaamd “standaard profiel” hebben, waarvan Tabel 5.2 de gegevens bevat.

Tabel 5.1 Locaties waarvoor testberekeningen zijn uitgevoerd.

nummer	locatie	x-coördinaat	y-coördinaat	oriëntatie	deelgebied
1	Vlissingen	29571	384983	169.20	Westerschelde
2	Den Helder	111752	553252	359.30	Waddenzee West
3	Petten	104548	527420	281.18	gesloten kust Noord

Tabel 5.2 Parameters van het dijkprofiel per locatie.

parameter	eenheid	waarde		
		Vlissingen	Den Helder	Petten
Hoogte teen:	m+NAP	1.0	1.0	0.0
Hoogte berm:	m+NAP	5.7	5.7	5.13
Hoogte kruin:	m+NAP	9.50	9.50	12.75
Breedte berm:	m.	8.75	8.75	13.00
Ruwheid:	-	1	1	1
Helling laag:	-	0.25	0.25	0.25
Helling berm:	-	0	0	0
Helling hoog:	-	0.29992	0.29992	0.3333

5.2 Consistentietesten op tussenresultaten

In eerste instantie is een aantal tussenresultaten van berekeningen geïnspecteerd om te zien of de toeslagen op correcte wijze doorgevoerd zijn, te weten:

- waterstanden;
- golfhoogten; en
- golfperioden.

In alle gevallen betreft het nearshore waarden die gecontroleerd zijn, omdat daar het effect van de toeslagen merkbaar behoort te zijn.

Waterstand

Voor verschillende waarden van de waterstandstoelage zijn nearshore waterstanden geanalyseerd. Tabel 5.1 bevat de resultaten voor de eerste 10 van de in totaal 1335 stormgebeurtenissen die met HYDRA-K worden doorgerekend. Onderlinge vergelijking van

de nearshore waterstanden laat zien dat deze evenredig toenemen als de toeslag toeneemt. Hoewel dit nogal triviaal is, bleek deze test zeer nuttig omdat hiermee een fout in de programmatuur is ontdekt. Voor negatieve toeslagen (van belang bij lange golven) werd de toeslag niet doorgevoerd als gevolg van een verkeerd “if-statement”. Deze fout is inmiddels aangepast.

Tabel 5.3 Nearshore waterstanden (m+NAP) bij verschillende toeslagen voor de locatie Vlissingen.

toeslag				
-1.0 m	-0.5 m	geen toeslag	0.5 m	1.0 m
3.66	4.16	4.66	5.16	5.66
2.23	2.73	3.23	3.73	4.23
3.77	4.27	4.77	5.27	5.77
2.37	2.87	3.37	3.87	4.37
2.29	2.79	3.29	3.79	4.29
3.55	4.05	4.55	5.05	5.55
3.04	3.54	4.04	4.54	5.04
2.37	2.87	3.37	3.87	4.37
2.59	3.09	3.59	4.09	4.59
2.40	2.90	3.40	3.90	4.40

Golfhoogte en golfperiode

Vervolgens is de nearshore golfbelasting berekend voor verschillende waarden van de toeslag. Tabel 5.4 bevat golfhoogten voor de eerste 10 van de in totaal 1335 stormgebeurtenissen die met HYDRA-K worden doorgerekend; Tabel 5.5 bevat golfperiodes voor dezelfde gebeurtenissen. Onderlinge vergelijking van de tabelwaarden laat zien dat deze consistent zijn, d.w.z. de golfhoogte en golfperiode nemen toe als de toeslag op de waterstand toeneemt.

Tabel 5.4 Nearshore golfhoogte (m) bij verschillende toeslagen voor de locatie Vlissingen.

toeslag				
-1.0 m	-0.5 m	geen toeslag	0.5 m	1.0 m
0.87	0.92	0.98	1.04	1.09
1.50	1.55	1.60	1.65	1.69
1.84	1.91	1.98	2.05	2.12
1.36	1.40	1.45	1.49	1.54
1.43	1.48	1.53	1.58	1.62
1.89	1.97	2.05	2.13	2.21
0.70	0.75	0.80	0.85	0.90
0.65	0.68	0.71	0.74	0.77
1.66	1.73	1.80	1.86	1.91
1.65	1.72	1.79	1.86	1.92

Tabel 5.5 Nearshore golfperioden (s) bij verschillende toeslagen voor de locatie Vlissingen.

toeslag				
-1.0 m	-0.5 m	geen toeslag	0.5 m	1.0 m
5.79	6.04	6.25	6.45	6.66
3.62	3.65	3.68	3.72	3.75
5.70	5.81	5.93	6.04	6.16
4.03	4.06	4.10	4.13	4.19
3.69	3.74	3.78	3.82	3.87
5.39	5.49	5.59	5.69	5.79
5.60	5.85	6.09	6.27	6.46
3.59	3.73	3.87	4.02	4.15
4.11	4.16	4.21	4.27	4.36
4.27	4.33	4.40	4.46	4.55

5.3 Consistentie-testen op de uitvoer

5.3.1 Referentieberekeningen: geen toeslag

In eerste instantie is een aantal berekeningen uitgevoerd waarbij het effect van lange golven en buistoten/bui-oscillaties niet is meegenomen. Berekend is de benodigde dijkhoogte voor herhalingsstijden van $T = 10, 30, 100, 300, 1.000, 2.000, 4.000$ en 10.000 jaar en vier deterministische grenstoestanden: a) golfoploop, b) golfoverslag met $0,1$ liter/m/s, c) golfoverslag met 1 liter/m/s en d) golfoverslag 10 met liter/m/s. De resultaten van de berekeningen staan vermeld in Tabel 5.6.

Vervolgens zijn berekeningen uitgevoerd waarbij de toeslagen wél zijn meegenomen, maar waarbij voor de toeslag een waarde van 0 is ingevoerd. Deze berekeningen zijn uitgevoerd voor:

- I. buistoten/bui-oscillaties met een toeslag op de kruinhoogte;
- II. buistoten/bui-oscillaties met een toeslag op de waterstand; en
- III. lange golven met een toeslag op de waterstand.

De resultaten van deze berekeningen behoren exact gelijk te zijn aan die van Tabel 5.6 en dat bleek inderdaad het geval te zijn. Vanwege de exacte overeenkomst zijn de uitkomsten niet nogmaals expliciet weergegeven in een aparte tabel, maar ze zijn wel terug te vinden in Tabel B.1 t/m B.9 van bijlage B.

Tabel 5.6 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor 3 locaties, waarbij geen toeslag is toegepast

Mechanisme	criterium	T(jaar)	Vlissingen	Den_Helder	Petten
overslag	0.1 l/s/m	10	7.02	5.44	12.31
overslag	0.1 l/s/m	30	7.58	6.06	13.68
overslag	0.1 l/s/m	100	8.23	6.73	15.14
overslag	0.1 l/s/m	300	8.79	7.30	16.42
overslag	0.1 l/s/m	1000	9.36	7.87	17.89
overslag	0.1 l/s/m	2000	9.70	8.16	18.71

Mechanisme	criterium	T(jaar)	Vlissingen	Den_Helder	Petten
overslag	0.1*/l/s/m	4000	10.02	8.47	19.49
overslag	0.1*/l/s/m	10000	10.43	8.87	20.47
overslag	1*/l/s/m	10	6.19	4.78	10.15
overslag	1*/l/s/m	30	6.67	5.32	11.29
overslag	1*/l/s/m	100	7.24	5.91	12.51
overslag	1*/l/s/m	300	7.76	6.43	13.66
overslag	1*/l/s/m	1000	8.28	6.94	14.86
overslag	1*/l/s/m	2000	8.56	7.21	15.56
overslag	1*/l/s/m	4000	8.84	7.48	16.23
overslag	1*/l/s/m	10000	9.21	7.83	17.06
overslag	10*/l/s/m	10	5.33	4.13	7.95
overslag	10*/l/s/m	30	5.77	4.58	8.89
overslag	10*/l/s/m	100	6.25	5.07	9.88
overslag	10*/l/s/m	300	6.68	5.51	10.84
overslag	10*/l/s/m	1000	7.14	5.98	11.82
overslag	10*/l/s/m	2000	7.41	6.22	12.40
overslag	10*/l/s/m	4000	7.67	6.46	12.96
overslag	10*/l/s/m	10000	7.99	6.77	13.65
oploop	nvt	10	6.63	5.18	9.79
oploop	nvt	30	7.16	5.69	10.82
oploop	nvt	100	7.71	6.27	11.91
oploop	nvt	300	8.19	6.79	12.85
oploop	nvt	1000	8.71	7.31	13.89
oploop	nvt	2000	8.99	7.58	14.42
oploop	nvt	4000	9.26	7.85	15.00
oploop	nvt	10000	9.63	8.18	15.73

5.3.2 Ontwerpberekeningen

De volgende consistentietest bestaat uit het stapsgewijs opvoeren van de toeslag voor buistoten/bui-oscillaties en/of de amplitude van de lange golf. Dit is voor dezelfde ontwerpberekeningen als in de vorige paragraaf uitgevoerd. In totaal zijn 14 verschillende waarden voor de toeslag doorgerekend, te weten: 0, 0.01, 0.02, 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, en 1 m. Deze toeslagen zijn weer op drie verschillende manieren toegepast:

- I. buistoten/bui-oscillaties met een toeslag op de kruinhoogte;
- II. buistoten/bui-oscillaties met een toeslag op de waterstand; en
- III. lange golven met een toeslag op de waterstand.

Tabel B.1 t/m Tabel B.9 van bijlage B bevatten de resultaten van deze exercitie voor drie locaties (Vlissingen, Den Helder en Petten) en de drie opties voor het toepassen van de toeslag (optie I t/m III, zie boven). Het stapsgewijs opvoeren van de toeslag moet in alle gevallen leiden tot een toename van de berekende kruinhoogte. Uit de tabellen blijkt dat hieraan vrijwel altijd aan voldaan wordt. De enkele keer dat niet aan deze consistentie-eis wordt voldaan betreft telkens het faalmechanisme golfoploop bij lange golven met een kleine amplitude (≤ 0.1 m). Het verlagende effect op de golfoploophoogte op het moment dat de lange golf zich op de laagste waterstand bevindt, is voor die gevallen groter dan het verhogende effect op het moment dat de lange golf zich op de hoogste waterstand bevindt.

De daling in golfploophoogte betreft telkens hooguit enkele centimeters, en is derhalve niet echt relevant. Voor grotere waarden van de golfamplitude is wel duidelijk een stijgend effect op de berekende kruinhoogte zichtbaar.

De onderlinge verhouding tussen de opties I t/m III is verduidelijkt in Figuur C.1 t/m Figuur C.12 van bijlage C. Deze 12 figuren representeren combinaties van drie locaties en vier verschillende faalcriteria (golfploop en golfoverslag met 0.1 liter/m/s, 1 liter/m/s en 10 met liter/m/s). In elke figuur is de berekende dijkhoogte als functie van de toeslag weergegeven voor elk van de drie opties I t/m III. daarbij is telkens de voor de locatie geldende maatgevende herhalingsstijd aangehouden. Uit de figuren blijkt dat het effect van de toeslag consequent maximaal is wanneer deze wordt toegepast op de waterstand voor het effect van buistoten/bui-oscillaties (optie II), hetgeen geheel volgens verwachting is. In vergelijking met optie I heeft de toeslag op de waterstand namelijk een dubbel effect omdat niet alleen de waterstand wordt verhoogd maar indirect ook de golfhoogte. Verder is in vergelijking met optie III het effect groter omdat bij lange golven ook het waterstandsverlagend effect wordt meegenomen voor de periode dat de lange golf zich op de laagste stand bevindt.

Uit de figuren blijkt verder dat het verloop van de dijkhoogte als functie van de toeslag (vrijwel) lineair is indien de toeslag voor buistoten/ bui-oscillaties wordt toegepast (optie I en II). Bij de toeslag voor lange golven daarentegen is dikwijls een duidelijke curve zichtbaar. Het lineaire verloop bij optie I is overigens geen verassing. Bij deze optie wordt namelijk eerst een reguliere kruinhoogteberekening uitgevoerd en na afloop daarvan wordt de toeslag opgeteld bij de berekende kruinhoogte. De relatie tussen de uitkomst van de berekeningen en de grootte van de toeslag is daardoor nogal voorspelbaar, maar het is desondanks goed om te constateren dat de berekeningen met het model inderdaad dit voorspelbare verloop opleveren. Het lineaire verloop in geval van optie II is daarentegen minder voorspelbaar. De toeslag op de waterstand heeft een effect op de golfbrandvoorwaarden bij de kust en het was vooraf niet ondenkbaar dat dit effect significant niet-lineair doorwerkt op de berekende kruinhoogte. De praktijk wijst dus uit dat dit niet het geval is, al moet wel opgemerkt worden dat de gevonden relatie tussen de toeslag en de kruinhoogte niet exact lineair is.

In de figuren van bijlage D worden de effecten van de toeslag vergeleken voor de vier deterministische grenstoestanden: golfploop, golfoverslag met 0,1 liter/m/s, golfoverslag met 1 liter/m/s en golfoverslag 10 met liter/m/s. In de figuren is de toename in de berekende kruinhoogte als functie van de toeslag afgebeeld. In totaal zijn 9 figuren weergegeven voor combinaties van de 3 locaties en 3 opties voor het toepassen van de toeslag.

Voor optie I zijn de toenames als functie van de toeslag voor de verschillende grenstoestanden exact gelijk (zie Figuur D1, D4 en D7) omdat de toeslag op de berekende kruinhoogte wordt uitgevoerd. Bij optie II en III wordt de toeslag op de waterstand uitgevoerd en zijn er wel verschillen te zien. Bij het faalmechanisme overslag is het effect van de toename van de toeslag maximaal bij de laagste waarde van het toegestane overslagdebiet (0.1 l/m/s) en minimaal voor de hoogste waarde van het toegestane overslagdebiet (10 l/m/s). De grafiek van golfploop zit daar in het geval van de locaties Vlissingen en Den Helder tussenin. Voor de locatie Petten, daarentegen, is het effect voor golfploop kleiner dan voor de drie grenstoestanden voor golfoverslag (zie Figuur D.8 en D9).

5.3.3 Faalfrequentie-berekeningen

Consistentie met ontwerpberekeningen

In de vorige paragraaf zijn *ontwerpberekeningen* uitgevoerd, d.w.z. voor gegeven herhalingstijden/faalfrequenties is bepaald wat de benodigde kruinhoogte is van de dijk. HYDRA-K biedt ook de mogelijkheid om middels *faalfrequentie-berekeningen* de omgekeerde weg te bewandelen, d.w.z. voor een gegeven kruinhoogte kan de faalfrequentie bepaald worden.

Om de twee typen berekeningen op consistentie te testen is nagegaan of de antwoorden redelijkerwijs correspondeerden. Een aantal testberekeningen is uitgevoerd voor de locatie Vlissingen, waarbij telkens de kruinhoogte gelijk is gekozen aan de waarde die in paragraaf 5.3.2 is gevonden bij een herhalingstijd van 4000 jaar. Als het goed is geeft een faalfrequentieberekening een herhalingstijd als uitkomst die in de buurt ligt van 4000 jaar. In Tabel 5.7 staan de resultaten van de testberekeningen en te zien is dat de herhalingstijden inderdaad in de buurt liggen van 4000 jaar.

Tabel 5.7 Uitkomsten faalfrequentie-berekeningen voor locatie Vlissingen. Kruinhoogte is weergegeven in m+NAP, herhalingstijd in jaren.

criterium		Toeslag (m)								
		buistoten; kruinhoogte			buistoten; waterstand			lange golven		
		0	0.5	1	0	0.5	1	0	0.5	1
overslag; 0.1	kruinhoogte:	10.02	10.52	11.02	10.02	10.82	11.64	10.02	10.46	11.24
	herhalingstijd:	4003	4003	4003	4003	4064	4022	4003	4003	3975
overslag; 1	kruinhoogte:	8.84	9.34	9.84	8.84	9.57	10.33	8.84	8.84	9.22
	herhalingstijd	3956	3956	3956	3956	4046	3845	3956	3955	4045
overslag; 10	kruinhoogte:	7.67	8.17	8.67	7.67	8.34	9.04	7.67	8.00	8.65
	herhalingstijd	4033	4033	4033	4033	3977	4004	4033	4007	3954
oploop	kruinhoogte:	9.26	9.76	10.26	9.26	10.01	10.76	9.26	9.63	10.33
	herhalingstijd	4097	4097	4097	4097	4028	3969	4097	4000	3985

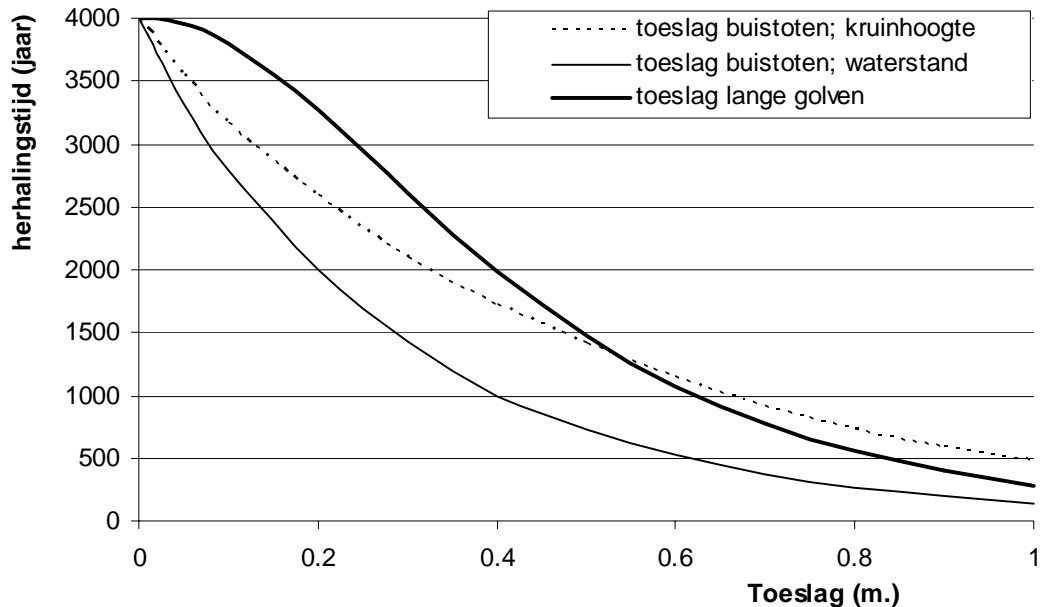
Stapsgewijs opvoeren van de toeslag

Behalve ontwerpberekeningen is ook een aantal faalfrequentie-berekeningen uitgevoerd om deze op onderlinge consistentie te testen. Daarbij zijn beduidend minder berekeningen uitgevoerd dan voor de ontwerpberekeningen omdat voor faalfrequentie-berekeningen geen batch-module beschikbaar is. De berekeningen zijn uitgevoerd voor de locatie Vlissingen en alleen voor het faalmechanisme overslag, met als faalcriterium 0.1 l/s/m. Daarbij is telkens één vast profiel gekozen, nl het profiel dat in paragraaf 5.1 beschreven is.

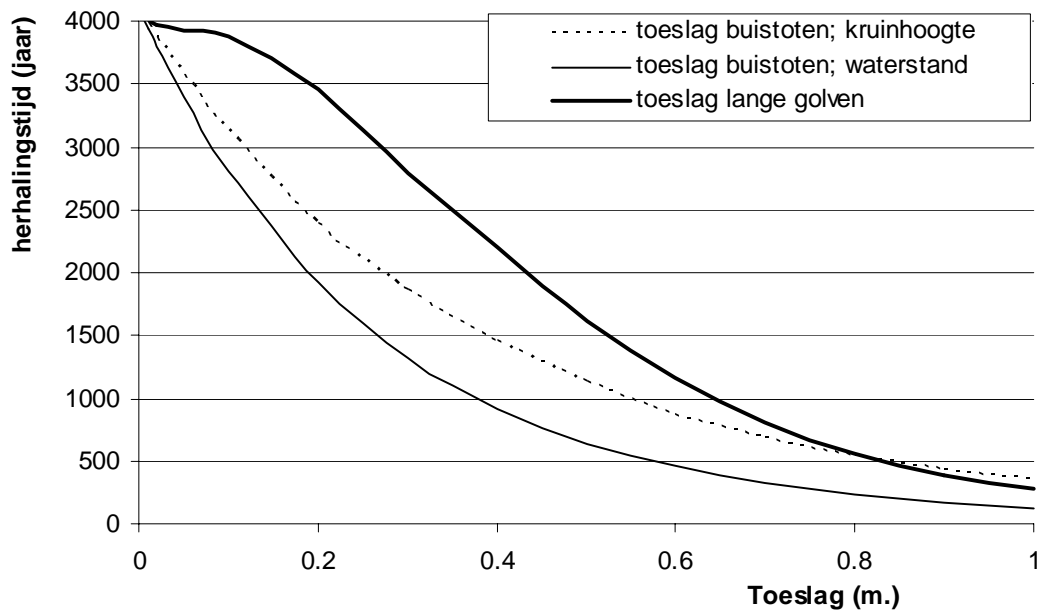
Figuur 5.1 toont het verloop van de berekende herhalingstijd (= de inverse van de faalfrequentie) als functie van de grootte van de toeslag, voor elk van de drie opties voor het toepassen van de toeslag (I t/m III). De kruinhoogte is bij de berekeningen gelijk gekozen aan 10.02 m+NAP, d.w.z. de berekende kruinhoogte bij een herhalingstijd van 4.000 jaar zonder toeslag. Uit de figuur blijkt dat de berekende herhalingstijd consistent afneemt als de

toeslag in grootte toeneemt. Verder blijkt dat net als bij de ontwerpberekeningen de toeslag voor buistoten/bui-oscillaties op de waterstand (optie II) het grootste effect sorteert.

Vervolgens is eenzelfde exercitie uitgevoerd voor het faalmechanisme golfoploop. Daarbij is de kruinhoogte gelijk gekozen aan 9.26 m+NAP, d.w.z de berekende kruinhoogte bij een herhalingsjijd van 4.000 jaar zonder toeslag. Figuur 5.2 toont de resultaten en vertoont grote overeenkomsten met Figuur 5.1. Ook hier is het verloop van de grafieken consistent.



Figuur 5.1 Berekende herhalingsjijd (in jaren) als functie van de toeslag (in m); locatie Vlissingen, faalmechanisme overslag, criterium 0.1 l/s/m, kruinhoogte 10.02 m+NAP.



Figuur 5.2 Berekende herhalingsjijd (in jaren) als functie van de toeslag (in m); locatie Vlissingen, faalmechanisme oploop, kruinhoogte 9.26 m+NAP.

6 Samenvatting en conclusies

In dit project is het rekenprogramma HYDRA-K uitgebreid met een aantal functionaliteiten waarmee het effect van buistoten, bui-oscillaties en lange golven op de hydraulische randvoorwaarden berekend kan worden. Dit effect wordt in rekening gebracht middels een toeslag die door de gebruiker ingevoerd wordt. De gebruiker beschikt daarbij over drie mogelijkheden voor het doorvoeren van de toeslag:

- I. toeslag op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties;
- II. toeslag op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties; en
- III. lange golven met een toeslag op de waterstand.

De bestaande user-interface van HYDRA-K is uitgebreid met een aantal functionaliteiten om de toeslagen op gebruikersvriendelijke wijze te kunnen invoeren. Voor zowel lange golven als buistoten/bui-oscillaties is een “checkbox” gemaakt die geactiveerd wordt door aanvinken met de muis. Bij het aanvinken van de checkbox verschijnt een extra dialoogvenster in beeld waar de toeslag in meters kan worden ingevoerd. In het geval van buistoten/bui-oscillaties dient de gebruiker in dit dialoogvenster tevens aan te geven of de toeslag uitgevoerd moet worden op de kruinhoogte of op de waterstand.

Er is aangenomen dat lange golven te schematiseren zijn als een blokgolf. De aanname van een blokgolf impliceert dat gedurende de helft van de tijd sprake is van een constante positieve waterstandstoetslag die gelijk is aan de amplitude van de lange golf en gedurende de andere helft van de tijd sprake is van een constante negatieve waterstandstoetslag die eveneens gelijk is aan de amplitude van de lange golf. In de geïmplementeerde procedure wordt eerst voor beide toestanden apart de hydraulische belasting berekend en vervolgens daarvan het “gemiddelde” bepaald. Voor het faalmechanisme golfoverslag wordt daarbij het geometrisch gemiddelde van het overslagdebiet genomen, voor golfoploop wordt de oploophoogte bepaald die over de hele periode van de lange golf een overschrijdingskans van 2% heeft. Bij laatstgenoemde middelingsprocedure wordt aangenomen dat golfhoogtes een Rayleigh-verdeling volgen.

Met het nieuwe model is een aantal testberekeningen uitgevoerd om te controleren of het model consistente uitkomsten levert. Tijdens één van de testen is een programmeerfout ontdekt. Nadat deze fout was verholpen, heeft het programma alle consistentietesten met succes doorlopen.

Uit de berekeningen is gebleken dat het effect van de toeslag consequent maximaal is wanneer deze wordt toegepast op de waterstand voor het effect van buistoten/bui-oscillaties (optie II), hetgeen geheel volgens verwachting is. In vergelijking met optie I heeft de toeslag op de waterstand namelijk een dubbel effect omdat niet alleen de waterstand wordt verhoogd maar indirect ook de golfhoogte. In vergelijking met optie III is het effect groter omdat bij lange golven ook het waterstandsverlagend effect wordt meegenomen voor de periode dat de lange golf zich op de laagste stand bevindt.

7 Referenties

- Battjes, J.A., H.J. Bakkenes, T.T. Janssen and A.R. Van Dongeren (2003). "Energetics of Shoaling Infragravity Waves." Proc. IAHR 2003 Long wave symposium, Thessaloniki, Greece, pp. 79-90.
- De Jong, M.P.C., L.H. Holthuijsen and J.A. Battjes (2003). Generation of seiches by cold fronts over the southern North Sea, J. Geoph. Res. 108(C4), doi: 10.1029/2002JC001422.
- HKV, 2000: HYDRA-K, functioneel ontwerp, HKV LIJN IN WATER; december 2000.
- Janssen, T.T., J. A. Battjes and A. R. Van Dongeren (2003). "Long waves induced by short- wave groups over a sloping bottom." J. Geoph. Res, 108, (C8) , 3252, doi:10.1029/2002JC001515
- TAW, 1999: Leidraad toetsen op veiligheid, Technische adviescommissie voor de waterkeringen (TAW), augustus 1999.
- Van Dongeren A.R., H.J. Bakkenes and T.T. Janssen (2002) "Generation of long wave by short wave groups: numerical experiments." Proc. International Conference on Coastal Engineering, Cardiff, pp. 1093-1105.
- Wemelsfelder, P.J., 1957. "Origin and effects of long period waves in ports", Proc. 19th Int. Navigation Congress, London, PIANC,167-176.

BIJLAGEN

A Aanpassingen in de code

Nieuwe routines

In het kader van dit project zijn vier nieuwe routines ontwikkeld:

- *StatMiddelZOverloop.m*: In deze module wordt het gemiddelde bepaald tussen de twee z-waarden van een lange-golf berekening voor het faalmechanisme overloop.
- *StatMiddelZOverslag.m*: In deze module wordt het gemiddelde bepaald tussen de twee z-waarden van een lange-golf berekening voor het faalmechanisme overslag.
- *FGbuihoot.m*: In deze module wordt het scherm voor de invoer van de toeslag voor buistoten en bui-oscillaties aangemaakt en wordt de gebruikersinvoer ingelezen.
- *FGlangezolf.m*: Idem, maar dan voor lange golven.

Aangepaste routines

In vergelijking met HYDRA-K, versie 2.05 zijn de volgende routines aangepast:

- BatchLeesInvoerBestand.m
- BatchRekenen.m
- BepaalCorrectie.m
- StatBerekenBloksterkte.m
- StatBerekenFaalfrequentie.m
- StatBerekenGolfoverslag.m
- StatBerekenKruinhoogte.m
- StatBerekenOntwerppunt.m
- StatBerekenZ.m
- StatBerekenZGolfoploop.m
- StatBerekenZuitNs.m
- StatDataHerhalingstijdFalen.m
- StatFaalFreqMinimizeFunc.m
- StatGrensTContour.m
- StatOffNearShoreData.m
- StatVerschovenWaarnemingen.m
- StatWeibullInv.m
- Offshore2Nearshore.m
- CBcheckbox.m
- CBfaalmechanisme.m
- CBmenu.m
- FG2d.m
- FG2dParameters.m
- FGdeterministischRekenen.m
- FGFaalkans.m
- FGHistogram.m

- FGhydra_k.m
- FGkruinhoogteBlokdikte.m
- FGOffshoreNearshore.m

Slechts een gedeelte van de bovenstaande routines is significant aangepast, d.w.z voor de overige modules betreft het aanpassingen van “administratieve aard” (bijvoorbeeld het doorgeven van variabelen in de aanroep). Onderstaand worden alleen de relevante aanpassingen beschreven.

Inlezen van de door de gebruiker ingevoerde toeslagen

De opties voor de toeslagen (wel of niet meenemen en hoeveelheden) worden geregeld via de INI-file. In *CBMenu.m* zijn voor dit doeleinde de volgende coderegels opgenomen:

```
%Voeg de toeslag op de kruinhoogte toe als deze aangevinkt staat in de GUI
if
strcmp(faalMechanisme.naam,'golfoploop')|strcmp(faalMechanisme.naam,'golfoverslag')
    %Als de buistoot aangevinkt staat en de optie 'kruinhoogte' staat aan, tel dan de
toeslag op
    buiAktief=str2num(IniFile('LEES','userdefaults','buistoot','0'));
    %Kruin of waterstand toeslag wordt gecheckt in StatBerekenKruinhoogte.m
    if buiAktief==1
        buiToeslag=str2num(IniFile('LEES','userdefaults','buitoeslag','0'));
    end
    %Als de lange golf aangevinkt staat
    lgAktief=str2num(IniFile('LEES','userdefaults','langegolf','0'));
    if lgAktief==1
        lgAmplitude=str2num(IniFile('LEES','userdefaults','lgamplitude','0'));
    end
end
end
```

Verder wordt in een aantal routines de waarde van de toeslagen ingelezen. Het betreft de modules *StatBerekenKruinhoogte.m*, *StatBerekenZ.m*, *Offshore2Nearshore.m*, *StatBerekenOntwerppunt.m*. In deze modules is de volgende code-regel opgenomen:

```
kruinAktief = str2num(IniFile('LEES','userdefaults','kruinwater','0'));
```

Lus voor lange golven

De lange golf toeslag wordt in *StatBerekenZ.m* geregeld met onderstaande code:

```
%In geval van lange golven komt deze 2 keer voor in een loop, 1 keer met +amp en een
keer met -amp,
%anders gewoon 1 keer.
%Als de lange golf amplitude groter is dan 0
if lgAmplitude>0
    for i = 1:length(Profiel)

        %LOOP START LG
        for ii=1:2

            if ii==1
                lgAmp=lgAmplitude;
                %disp(sprintf('\n%s', ['Berekening met lange golven: Amplitude = '
num2str(lgAmp) ' m']));
            else
                lgAmp=-lgAmplitude;
```

```

        %disp(sprintf('\n%s', ['Berekening met lange golven: Amplitude = '
num2str(lgAmp) ' m']));
    end

    Var_ne          =          Offshore2Nearshore          (
    Regio, Locatie.x, Locatie.y, correctieRVB, Var_of, StroomCor, faalMechID, buiToeslag, lgAmp, l
    gPeriode);

    switch FaalMechanisme.naam

    case 'golfoploop',

        [alfa_repr, gamma_b, gamma_f, hoogte_2pr, s_op, zeta, z_2pr] ...
        = StatBerekenZGolfoploop (Profiel(i), Var_ne(:,4), Var_ne(:,3),
    Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));

        zLG{ii} = z_2pr;

    case 'waterstand',
        zLG{ii} = FaalMechanisme.golfoploop.Hc(i) - Var_ne(:,1);

    case 'golfoverslag',
        zLG{ii} = StatBerekenZGolfoverslag (    Profiel(i),
    FaalMechanisme.golfoverslag.Qc, ...
        Var_ne(:,4), Var_ne(:,3), Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));

    case 'blokkeninstabiliteit',
        if length(FaalMechanisme.blokkeninstabiliteit.Blok) == 1,
            Z(:,i) = StatBerekenZBlokinstabiliteit (Profiel(i), ...
            FaalMechanisme.blokkeninstabiliteit.Blok, ...
            Var_ne(:,4), Var_ne(:,3), Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));
        else

            Z(:,i) = StatBerekenZBlokinstabiliteit (Profiel(i), ...
            FaalMechanisme.blokkeninstabiliteit.Blok(i), ...
            Var_ne(:,4), Var_ne(:,3), Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));
        end
    end
end

% Middelen van z-waarden voor lange golven. Middelingmethode afhankelijk van
faalmechanisme

switch FaalMechanisme.naam

case 'golfoploop',
    z_2pr = StatMiddelZOoploop(zLG, lgAmplitude); % gemiddelde 2% golfoploop
    boven de stilwaterlijn zonder amplitude

    if buiToeslag>0 & kruinAktief==1
        Z(:,i) = FaalMechanisme.golfoploop.Hc(i) - buiToeslag - lgAmplitude -
    Var_ne(:,1) - z_2pr;
    else
        Z(:,i) = FaalMechanisme.golfoploop.Hc(i) - lgAmplitude - Var_ne(:,1)
    - z_2pr;
    end

case {'golfoverslag', 'waterstand'}
    Z = StatMiddelZOverslag(zLG);

end
end

Z = min(Z, [], 2);
Z = real(Z);
nanind = find(isnan(Z));
Z(nanind) = -Inf;

```

```

else
    Var_ne = Offshore2Nearshore (
    Regio, Locatie.x, Locatie.y, correctieRVB, Var_of, StroomCor, faalMechID, buiToeslag, lgAmpli-
    tude, lgPeriode);

    for i = 1:length(Profiel)

        switch FaalMechanisme.naam

            case 'golfoploop',

                [alfa_repr, gamma_b, gamma_f, hoogte_2pr, s_op, zeta, z_2pr] ...
                = StatBerekenZGolfoploop (Profiel(i), Var_ne(:,4), Var_ne(:,3),
    Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));
                %Hou rekening met een buistoot toeslag op de kruinhoogte?
                if buiToeslag>0&kruinAktief==1
                    Z(:,i) = FaalMechanisme.golfoploop.Hc(i) - buiToeslag - Var_ne(:,1) -
    z_2pr;
                else
                    Z(:,i) = FaalMechanisme.golfoploop.Hc(i) - Var_ne(:,1) - z_2pr;
                end

            case 'waterstand',
                Z(:,i) = FaalMechanisme.golfoploop.Hc(i) - Var_ne(:,1);

            case 'golfoverslag',
                Z(:,i) = StatBerekenZGolfoverslag (Profiel(i),
    FaalMechanisme.golfoverslag.Qc, ...
                Var_ne(:,4), Var_ne(:,3), Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));

            case 'blokkeninstabiliteit',
                if length(FaalMechanisme.blokkeninstabiliteit.Blok) == 1,
                    Z(:,i) = StatBerekenZBlokinstabiliteit (Profiel(i), ...
                FaalMechanisme.blokkeninstabiliteit.Blok, ...
                Var_ne(:,4), Var_ne(:,3), Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));
                else
                    Z(:,i) = StatBerekenZBlokinstabiliteit (Profiel(i), ...
                FaalMechanisme.blokkeninstabiliteit.Blok(i), ...
                Var_ne(:,4), Var_ne(:,3), Var_ne(:,1), Var_ne(:,5));
                end
            end
        end

        Z = min(Z, [], 2);

        Z = real(Z);
        nanind = find(isnan(Z));
        Z(nanind) = -Inf;
    end
end

```

Middelingsprocedures voor lange golven

Voor het faalmechanisme golfoploop wordt de middelingsprocedure uitgevoerd in een (nieuwe) procedure “StatMiddelZOploop”.

```

function z_2pr = StatMiddelZOploop(zLG, lgAmplitude)

%StatMiddelZOploop      berekent de gemiddelde oploophoogte voor lange golven
%
% AANROEP
%   z=StatMiddelZOploop(zLG)
%
% INVOER

```

```

%      zLG:                cell array met de berekende z arrays (2%-golfoploop
boven stilwaterlijn)
%      lgAmplitude:        toeslag voor lange golven
%
%      UITVOER
%      z:                  de gemiddelde resulterende z array (2% golfoploop
t.o.v. NAP)
%
%      EXTERNE FUNCTIES
%
%      Copyright © 2000 Rijkswaterstaat/RIKZ All Rights Reserved.
%
%      Auteur: Ferdinand Diermanse, WL|Delft Hydraulics 2004
%      Procedure beschreven in hoofdstuk 3 van rapport "Invoeren buistoten, bui-
oscillaties en lange golven in HYDRA-K", WL in opdracht van RIKZ

%Maak een matrix van de cell
zS=[zLG{:}];

% bereken constanten CL en CH
C=zS/sqrt(-log(0.02));

% iteratieve zoektocht naar percentage pL
resterend=ones(size(C,1),1);
for pL=0.0005:0.001:0.0205
    LHS = C(:,2)*sqrt(-log(pL)) - C(:,1)*sqrt(-log(0.04-pL));
    erbij = resterend & (LHS < 2*lgAmplitude);
    P(erbij) = pL;
    resterend = resterend & (~erbij);
end

%foutafhandeling als het percentage niet voor elke stormgebeurtenis gevonden is
if any(resterend)
    % oorzaak mogelijk door inconsistente invoer: golfoploop bij lage waterstand >
golfoploop bij hoge waterstand
    if all(zS(resterend,1)<zS(resterend,2))
        fprintf('waarschuwing: lage waterstand van lange golf geeft soms hogere
golfoploop dan de hoge waterstand \n');
        P(resterend)=0.02;
    else
        error('fout in subroutine StatMiddelZOoploop: percentage pL niet voor alle
waarnemingen gevonden');
    end
end

% bepaal gemiddelde golfoploop t.o.v. NAP
z_2pr = C(:,1).*sqrt(-log(0.0405-P))+lgAmplitude;

```

Voor het faalmechanisme golfoverslag wordt de middelingsprocedure uitgevoerd in een (nieuwe) procedure “StatMiddelZOverslag”.

```

function [z, q]=StatMiddelZOverslag(zLG,qLG)

%StatMiddelZOverslag        berekent het gemiddelde overslagdebiet voor lange
golven
%
%      AANROEP
%      z=StatMiddelZoverloop(zLG,qLG)
%
%      INVOER
%      zLG:                cell array met de berekende z arrays
%      qLG:                cell array met de berekende q arrays
%
%      UITVOER
%      z:                  de gemiddelde resulterende z array
%      q:                  de gemiddelde resulterende q array
%

```

```

% EXTERNE FUNCTIES
%
% Copyright © 2000 Rijkswaterstaat/RIKZ All Rights Reserved.
%
% Auteur: Robin Morelissen, WL|Delft Hydraulics 2003

%Maak een matrix van de cell
zS=[zLG{:}];

z=mean(zS,2);

if nargin==2

    qS=[qLG{:}];

    q=mean(qS,2);
else
    q=[];
end

```

Toeslag op de waterstand

De feitelijke toeslag op de waterstanden zit in *Offshore2Nearshore.m*:

```

[SwanInputData] =
WLOffshore2Swan(OffshoreData,MIJNMODEL.X,MIJNMODEL.Y,Regio,correctieRVB);

%-----HIER WORDEN DE TOESLAGEN OP DE WATERSTAND TOEGEVOEGD-----
%Komt er nog een buistoot op de waterstand?
kruinAktief = str2num(IniFile('LEES','userdefaults','kruinwater','0')); %waarde==0
voor waterstand
if buiToeslag>0&kruinAktief==0
    %Optellen van de buistoot toeslag bij de waterstand
    SwanInputData(:,1) = SwanInputData(:,1) + buiToeslag;
    %disp(sprintf('\n%s',['Berekening met buistoot toeslag op de waterstand: '
num2str(buiToeslag) ' m']));
end
%Komt er nog een lange golf toeslag op de waterstand?
if (~lgAmplitude==0)
    SwanInputData(:,1) = SwanInputData(:,1) + lgAmplitude;
end
%-----

NearshoreData = transformeerNaarNearshore (MIJNMODEL,SwanInputData);

```

Toeslag/reductie op de kruinhoogte (voor buistoten/bui-oscillaties)

In de routine *StatBerekenKruinhoogte.m* wordt de *toeslag* voor buistoten en bui-oscillaties op de kruinhoogte (voor ontwerpberekeningen) geregeld met:

```

%Komt er nog een buistoot toeslag op de kruinhoogte?
if buiToeslag>0&kruinAktief==1
    %Optellen van de buistoot toeslag bij de kruinhoogte
    KruinHoogte=KruinHoogte+buiToeslag;
end

```

In de routine *StatBerekenZ.m* wordt de *reductie* op de kruinhoogte (voor faalfrequentieberekeningen) als volgt doorgevoerd:

```
%wordt de kruinhoogte gereduceerd?
if buiToeslag>0&kruinAktief==1
    %aftrekken buistoot toeslag van de kruinhoogte
    Profiel.hoogte_kruin=Profiel.hoogte_kruin-buiToeslag;
End
```

Bug-fix voor Matlab 6.1 in combinatie met Windows XP

Wanneer Matlab 6.1 wordt gebruikt in combinatie met Windows XP's nieuwe layout voor de schermen kan het probleem optreden dat de dialoogvensters veel te klein of deels buiten het scherm worden weergegeven, zodat de inhoud van die vensters niet zichtbaar is (zie Figuur A.1). Deze fout kan ook optreden bij de dialoogvensters van Hydra-K. Dit geldt dus alleen wanneer de nieuwe, karakteristieke Windows XP layout wordt gebruikt, wanneer de klassieke Windows layout wordt gebruikt is dit geen probleem. In Matlab 6.5 is dit probleem opgelost.



Figure A.1 Foutief venster door Matlab 6.1 bug

Om dit probleem op te lossen zijn de verschillende routines die dialoogvensters of figuren aanmaken, aangepast. Dit is gedaan door tijdens het aanmaken de optie om de vensters van grootte te kunnen veranderen actief te maken en zodra de vensters opgebouwd zijn, deze optie weer inactief te maken. De gebruiker merkt hier niets van. Hieronder staat een voorbeeld van het aanmaken van een dialoogvenster, waar de 'Resize' optie geactiveerd is:

```
h0=dialog(...
    'Visible'           , 'off'           , ...
    'Color'            , [0.8 0.8 0.8]           , ...
    'KeyPressFcn'      , 'eval(''')'           , ...
    'Name'              , 'Hydra-K (Lange golf)' , ...
    'Pointer'          , 'arrow'               , ...
    'Resize'           , 'on'                  , ...
    'Units'            , 'points'              , ...
    'IntegerHandle'    , 'off'                 , ...
    'Position'         , FigPos                 , ...
    'Visible'          , 'off'                 , ...
    'WindowStyle'      , 'modal'               , ...
    'HandleVisibility' , 'callback');
```

Later wordt deze optie weer inactief gemaakt:

```
set(h0,'resize','off!');
```

Deze functionaliteit is aangepast voor alle relevante routines tijdens de uitbreiding van HYDRA-K voor buistoten, bui-oscillaties en lange golven.

B Tabellen batchberekeningen

BI. Toeslag voor buistoten/bui-oscillaties op de kruinhoogte

Tabel B.1 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Vlissingen, waarbij verschillende toeslagen op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	7.02	7.03	7.04	7.07	7.12	7.22	7.32	7.42	7.52	7.62	7.72	7.82	7.92	8.02
OV	0.1.	30	7.58	7.59	7.60	7.63	7.68	7.78	7.88	7.98	8.08	8.18	8.28	8.38	8.48	8.58
OV	0.1.	100	8.23	8.24	8.25	8.28	8.33	8.43	8.53	8.63	8.73	8.83	8.93	9.03	9.13	9.23
OV	0.1.	300	8.79	8.80	8.81	8.84	8.89	8.99	9.09	9.19	9.29	9.39	9.49	9.59	9.69	9.79
OV	0.1.	1000	9.36	9.37	9.38	9.41	9.46	9.56	9.66	9.76	9.86	9.96	10.06	10.16	10.26	10.36
OV	0.1.	2000	9.70	9.71	9.72	9.75	9.80	9.90	10.00	10.10	10.20	10.30	10.40	10.50	10.60	10.70
OV	0.1.	4000	10.02	10.03	10.04	10.07	10.12	10.22	10.32	10.42	10.52	10.62	10.72	10.82	10.92	11.02
OV	0.1.	10000	10.43	10.44	10.45	10.48	10.53	10.63	10.73	10.83	10.93	11.03	11.13	11.23	11.33	11.43
OV	1	10	6.19	6.20	6.21	6.24	6.29	6.39	6.49	6.59	6.69	6.79	6.89	6.99	7.09	7.19
OV	1	30	6.67	6.68	6.69	6.72	6.77	6.87	6.97	7.07	7.17	7.27	7.37	7.47	7.57	7.67
OV	1	100	7.24	7.25	7.26	7.29	7.34	7.44	7.54	7.64	7.74	7.84	7.94	8.04	8.14	8.24
OV	1	300	7.76	7.77	7.78	7.81	7.86	7.96	8.06	8.16	8.26	8.36	8.46	8.56	8.66	8.76
OV	1	1000	8.28	8.29	8.30	8.33	8.38	8.48	8.58	8.68	8.78	8.88	8.98	9.08	9.18	9.28
OV	1	2000	8.56	8.57	8.58	8.61	8.66	8.76	8.86	8.96	9.06	9.16	9.26	9.36	9.46	9.56
OV	1	4000	8.84	8.85	8.86	8.89	8.94	9.04	9.14	9.24	9.34	9.44	9.54	9.64	9.74	9.84
OV	1	10000	9.21	9.22	9.23	9.26	9.31	9.41	9.51	9.61	9.71	9.81	9.91	10.01	10.11	10.21
OV	10	10	5.33	5.34	5.35	5.38	5.43	5.53	5.63	5.73	5.83	5.93	6.03	6.13	6.23	6.33
OV	10	30	5.77	5.78	5.79	5.82	5.87	5.97	6.07	6.17	6.27	6.37	6.47	6.57	6.67	6.77
OV	10	100	6.25	6.26	6.27	6.30	6.35	6.45	6.55	6.65	6.75	6.85	6.95	7.05	7.15	7.25
OV	10	300	6.68	6.69	6.70	6.73	6.78	6.88	6.98	7.08	7.18	7.28	7.38	7.48	7.58	7.68
OV	10	1000	7.14	7.15	7.16	7.19	7.24	7.34	7.44	7.54	7.64	7.74	7.84	7.94	8.04	8.14
OV	10	2000	7.41	7.42	7.43	7.46	7.51	7.61	7.71	7.81	7.91	8.01	8.11	8.21	8.31	8.41
OV	10	4000	7.67	7.68	7.69	7.72	7.77	7.87	7.97	8.07	8.17	8.27	8.37	8.47	8.57	8.67
OV	10	10000	7.99	8.00	8.01	8.04	8.09	8.19	8.29	8.39	8.49	8.59	8.69	8.79	8.89	8.99
OP	nvt	10	6.63	6.64	6.65	6.68	6.73	6.83	6.93	7.03	7.13	7.23	7.33	7.43	7.53	7.63
OP	nvt	30	7.16	7.17	7.18	7.21	7.26	7.36	7.46	7.56	7.66	7.76	7.86	7.96	8.06	8.16
OP	nvt	100	7.71	7.72	7.73	7.76	7.81	7.91	8.01	8.11	8.21	8.31	8.41	8.51	8.61	8.71
OP	nvt	300	8.19	8.20	8.21	8.24	8.29	8.39	8.49	8.59	8.69	8.79	8.89	8.99	9.09	9.19
OP	nvt	1000	8.71	8.72	8.73	8.76	8.81	8.91	9.01	9.11	9.21	9.31	9.41	9.51	9.61	9.71
OP	nvt	2000	8.99	9.00	9.01	9.04	9.09	9.19	9.29	9.39	9.49	9.59	9.69	9.79	9.89	9.99
OP	nvt	4000	9.26	9.27	9.28	9.31	9.36	9.46	9.56	9.66	9.76	9.86	9.96	10.06	10.16	10.26
OP	nvt	10000	9.63	9.64	9.65	9.68	9.73	9.83	9.93	10.03	10.13	10.23	10.33	10.43	10.53	10.63

Mech = faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)
crit = criterium voor overslag in l/m/s
T = herhalingsstijd (jaren)

Tabel B.2 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Den Helder, waarbij verschillende toeslagen op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	5.44	5.45	5.46	5.49	5.54	5.64	5.74	5.84	5.94	6.04	6.14	6.24	6.34	6.44
OV	0.1.	30	6.06	6.07	6.08	6.11	6.16	6.26	6.36	6.46	6.56	6.66	6.76	6.86	6.96	7.06
OV	0.1.	100	6.73	6.74	6.75	6.78	6.83	6.93	7.03	7.13	7.23	7.33	7.43	7.53	7.63	7.73
OV	0.1.	300	7.30	7.31	7.32	7.35	7.40	7.50	7.60	7.70	7.80	7.90	8.00	8.10	8.20	8.30
OV	0.1.	1000	7.87	7.88	7.89	7.92	7.97	8.07	8.17	8.27	8.37	8.47	8.57	8.67	8.77	8.87
OV	0.1.	2000	8.16	8.17	8.18	8.21	8.26	8.36	8.46	8.56	8.66	8.76	8.86	8.96	9.06	9.16
OV	0.1.	4000	8.47	8.48	8.49	8.52	8.57	8.67	8.77	8.87	8.97	9.07	9.17	9.27	9.37	9.47
OV	0.1.	10000	8.87	8.88	8.89	8.92	8.97	9.07	9.17	9.27	9.37	9.47	9.57	9.67	9.77	9.87
OV	1	10	4.78	4.79	4.80	4.83	4.88	4.98	5.08	5.18	5.28	5.38	5.48	5.58	5.68	5.78
OV	1	30	5.32	5.33	5.34	5.37	5.42	5.52	5.62	5.72	5.82	5.92	6.02	6.12	6.22	6.32
OV	1	100	5.91	5.92	5.93	5.96	6.01	6.11	6.21	6.31	6.41	6.51	6.61	6.71	6.81	6.91
OV	1	300	6.43	6.44	6.45	6.48	6.53	6.63	6.73	6.83	6.93	7.03	7.13	7.23	7.33	7.43
OV	1	1000	6.94	6.95	6.96	6.99	7.04	7.14	7.24	7.34	7.44	7.54	7.64	7.74	7.84	7.94
OV	1	2000	7.21	7.22	7.23	7.26	7.31	7.41	7.51	7.61	7.71	7.81	7.91	8.01	8.11	8.21
OV	1	4000	7.48	7.49	7.50	7.53	7.58	7.68	7.78	7.88	7.98	8.08	8.18	8.28	8.38	8.48
OV	1	10000	7.83	7.84	7.85	7.88	7.93	8.03	8.13	8.23	8.33	8.43	8.53	8.63	8.73	8.83
OV	10	10	4.13	4.14	4.15	4.18	4.23	4.33	4.43	4.53	4.63	4.73	4.83	4.93	5.03	5.13
OV	10	30	4.58	4.59	4.60	4.63	4.68	4.78	4.88	4.98	5.08	5.18	5.28	5.38	5.48	5.58
OV	10	100	5.07	5.08	5.09	5.12	5.17	5.27	5.37	5.47	5.57	5.67	5.77	5.87	5.97	6.07
OV	10	300	5.51	5.52	5.53	5.56	5.61	5.71	5.81	5.91	6.01	6.11	6.21	6.31	6.41	6.51
OV	10	1000	5.98	5.99	6.00	6.03	6.08	6.18	6.28	6.38	6.48	6.58	6.68	6.78	6.88	6.98
OV	10	2000	6.22	6.23	6.24	6.27	6.32	6.42	6.52	6.62	6.72	6.82	6.92	7.02	7.12	7.22
OV	10	4000	6.46	6.47	6.48	6.51	6.56	6.66	6.76	6.86	6.96	7.06	7.16	7.26	7.36	7.46
OV	10	10000	6.77	6.78	6.79	6.82	6.87	6.97	7.07	7.17	7.27	7.37	7.47	7.57	7.67	7.77
OP	nvt	10	5.18	5.19	5.20	5.23	5.28	5.38	5.48	5.58	5.68	5.78	5.88	5.98	6.08	6.18
OP	nvt	30	5.69	5.70	5.71	5.74	5.79	5.89	5.99	6.09	6.19	6.29	6.39	6.49	6.59	6.69
OP	nvt	100	6.27	6.28	6.29	6.32	6.37	6.47	6.57	6.67	6.77	6.87	6.97	7.07	7.17	7.27
OP	nvt	300	6.79	6.80	6.81	6.84	6.89	6.99	7.09	7.19	7.29	7.39	7.49	7.59	7.69	7.79
OP	nvt	1000	7.31	7.32	7.33	7.36	7.41	7.51	7.61	7.71	7.81	7.91	8.01	8.11	8.21	8.31
OP	nvt	2000	7.58	7.59	7.60	7.63	7.68	7.78	7.88	7.98	8.08	8.18	8.28	8.38	8.48	8.58
OP	nvt	4000	7.85	7.86	7.87	7.90	7.95	8.05	8.15	8.25	8.35	8.45	8.55	8.65	8.75	8.85
OP	nvt	10000	8.18	8.19	8.20	8.23	8.28	8.38	8.48	8.58	8.68	8.78	8.88	8.98	9.08	9.18
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalingsstijd (jaren)															

Tabel B.3 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Petten, waarbij verschillende toeslagen op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	12.31	12.32	12.33	12.36	12.41	12.51	12.61	12.71	12.81	12.91	13.01	13.11	13.21	13.31
OV	0.1.	30	13.68	13.69	13.70	13.73	13.78	13.88	13.98	14.08	14.18	14.28	14.38	14.48	14.58	14.68
OV	0.1.	100	15.14	15.15	15.16	15.19	15.24	15.34	15.44	15.54	15.64	15.74	15.84	15.94	16.04	16.14
OV	0.1.	300	16.42	16.43	16.44	16.47	16.52	16.62	16.72	16.82	16.92	17.02	17.12	17.22	17.32	17.42
OV	0.1.	1000	17.89	17.90	17.91	17.94	17.99	18.09	18.19	18.29	18.39	18.49	18.59	18.69	18.79	18.89
OV	0.1.	2000	18.71	18.72	18.73	18.76	18.81	18.91	19.01	19.11	19.21	19.31	19.41	19.51	19.61	19.71
OV	0.1.	4000	19.49	19.50	19.51	19.54	19.59	19.69	19.79	19.89	19.99	20.09	20.19	20.29	20.39	20.49
OV	0.1.	10000	20.47	20.48	20.49	20.52	20.57	20.67	20.77	20.87	20.97	21.07	21.17	21.27	21.37	21.47
OV	1	10	10.15	10.16	10.17	10.20	10.25	10.35	10.45	10.55	10.65	10.75	10.85	10.95	11.05	11.15
OV	1	30	11.29	11.30	11.31	11.34	11.39	11.49	11.59	11.69	11.79	11.89	11.99	12.09	12.19	12.29
OV	1	100	12.51	12.52	12.53	12.56	12.61	12.71	12.81	12.91	13.01	13.11	13.21	13.31	13.41	13.51
OV	1	300	13.66	13.67	13.68	13.71	13.76	13.86	13.96	14.06	14.16	14.26	14.36	14.46	14.56	14.66
OV	1	1000	14.86	14.87	14.88	14.91	14.96	15.06	15.16	15.26	15.36	15.46	15.56	15.66	15.76	15.86
OV	1	2000	15.56	15.57	15.58	15.61	15.66	15.76	15.86	15.96	16.06	16.16	16.26	16.36	16.46	16.56
OV	1	4000	16.23	16.24	16.25	16.28	16.33	16.43	16.53	16.63	16.73	16.83	16.93	17.03	17.13	17.23
OV	1	10000	17.06	17.07	17.08	17.11	17.16	17.26	17.36	17.46	17.56	17.66	17.76	17.86	17.96	18.06
OV	10	10	7.95	7.96	7.97	8.00	8.05	8.15	8.25	8.35	8.45	8.55	8.65	8.75	8.85	8.95
OV	10	30	8.89	8.90	8.91	8.94	8.99	9.09	9.19	9.29	9.39	9.49	9.59	9.69	9.79	9.89
OV	10	100	9.88	9.89	9.90	9.93	9.98	10.08	10.18	10.28	10.38	10.48	10.58	10.68	10.78	10.88
OV	10	300	10.84	10.85	10.86	10.89	10.94	11.04	11.14	11.24	11.34	11.44	11.54	11.64	11.74	11.84
OV	10	1000	11.82	11.83	11.84	11.87	11.92	12.02	12.12	12.22	12.32	12.42	12.52	12.62	12.72	12.82
OV	10	2000	12.40	12.41	12.42	12.45	12.50	12.60	12.70	12.80	12.90	13.00	13.10	13.20	13.30	13.40
OV	10	4000	12.96	12.97	12.98	13.01	13.06	13.16	13.26	13.36	13.46	13.56	13.66	13.76	13.86	13.96
OV	10	10000	13.65	13.66	13.67	13.70	13.75	13.85	13.95	14.05	14.15	14.25	14.35	14.45	14.55	14.65
OP	nvt	10	9.79	9.80	9.81	9.84	9.89	9.99	10.09	10.19	10.29	10.39	10.49	10.59	10.69	10.79
OP	nvt	30	10.82	10.83	10.84	10.87	10.92	11.02	11.12	11.22	11.32	11.42	11.52	11.62	11.72	11.82
OP	nvt	100	11.91	11.92	11.93	11.96	12.01	12.11	12.21	12.31	12.41	12.51	12.61	12.71	12.81	12.91
OP	nvt	300	12.85	12.86	12.87	12.90	12.95	13.05	13.15	13.25	13.35	13.45	13.55	13.65	13.75	13.85
OP	nvt	1000	13.89	13.90	13.91	13.94	13.99	14.09	14.19	14.29	14.39	14.49	14.59	14.69	14.79	14.89
OP	nvt	2000	14.42	14.43	14.44	14.47	14.52	14.62	14.72	14.82	14.92	15.02	15.12	15.22	15.32	15.42
OP	nvt	4000	15.00	15.01	15.02	15.05	15.10	15.20	15.30	15.40	15.50	15.60	15.70	15.80	15.90	16.00
OP	nvt	10000	15.73	15.74	15.75	15.78	15.83	15.93	16.03	16.13	16.23	16.33	16.43	16.53	16.63	16.73
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalings-tijd (jaren)															

B2. Toeslag voor buistoten/bui-oscillaties op de waterstand

Tabel B.4 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Vlissingen, waarbij verschillende toeslagen op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	7.02	7.04	7.05	7.10	7.17	7.32	7.48	7.63	7.78	7.93	8.08	8.23	8.38	8.54
OV	0.1.	30	7.58	7.60	7.61	7.66	7.73	7.89	8.05	8.22	8.38	8.54	8.70	8.85	9.01	9.16
OV	0.1.	100	8.23	8.25	8.26	8.31	8.39	8.55	8.71	8.86	9.03	9.19	9.34	9.50	9.66	9.81
OV	0.1.	300	8.79	8.81	8.83	8.88	8.96	9.12	9.28	9.44	9.60	9.75	9.91	10.07	10.23	10.39
OV	0.1.	1000	9.36	9.38	9.39	9.44	9.52	9.69	9.86	10.02	10.18	10.33	10.50	10.67	10.83	10.99
OV	0.1.	2000	9.70	9.71	9.73	9.78	9.86	10.02	10.18	10.35	10.50	10.67	10.82	10.99	11.16	11.31
OV	0.1.	4000	10.02	10.04	10.05	10.10	10.18	10.33	10.50	10.66	10.82	10.99	11.14	11.30	11.46	11.64
OV	0.1.	10000	10.43	10.45	10.47	10.51	10.59	10.75	10.91	11.07	11.22	11.38	11.56	11.72	11.89	12.08
OV	1	10	6.19	6.20	6.21	6.25	6.32	6.45	6.58	6.72	6.85	7.00	7.14	7.28	7.43	7.57
OV	1	30	6.67	6.68	6.70	6.74	6.82	6.96	7.11	7.25	7.40	7.55	7.70	7.85	8.00	8.15
OV	1	100	7.24	7.26	7.27	7.32	7.39	7.54	7.69	7.84	7.99	8.13	8.27	8.41	8.56	8.71
OV	1	300	7.76	7.77	7.78	7.83	7.90	8.03	8.19	8.33	8.47	8.62	8.77	8.92	9.07	9.21
OV	1	1000	8.28	8.29	8.30	8.35	8.42	8.56	8.71	8.86	9.00	9.16	9.30	9.45	9.60	9.75
OV	1	2000	8.56	8.58	8.59	8.64	8.71	8.85	8.99	9.14	9.29	9.44	9.58	9.72	9.87	10.03
OV	1	4000	8.84	8.86	8.87	8.92	8.99	9.13	9.28	9.42	9.57	9.71	9.86	10.02	10.18	10.33
OV	1	10000	9.21	9.22	9.24	9.28	9.35	9.50	9.65	9.79	9.95	10.10	10.26	10.42	10.58	10.74
OV	10	10	5.33	5.34	5.35	5.39	5.45	5.57	5.69	5.82	5.95	6.09	6.22	6.36	6.49	6.63
OV	10	30	5.77	5.78	5.80	5.84	5.90	6.03	6.16	6.29	6.42	6.56	6.70	6.83	6.96	7.10
OV	10	100	6.25	6.26	6.28	6.32	6.38	6.52	6.65	6.79	6.92	7.06	7.20	7.33	7.47	7.60
OV	10	300	6.68	6.70	6.71	6.75	6.82	6.95	7.09	7.22	7.36	7.50	7.63	7.77	7.91	8.04
OV	10	1000	7.14	7.16	7.17	7.21	7.28	7.41	7.55	7.69	7.82	7.96	8.10	8.24	8.37	8.51
OV	10	2000	7.41	7.42	7.43	7.48	7.55	7.68	7.81	7.94	8.08	8.22	8.36	8.50	8.65	8.79
OV	10	4000	7.67	7.68	7.69	7.73	7.80	7.94	8.07	8.21	8.34	8.48	8.62	8.75	8.90	9.04
OV	10	10000	7.99	8.01	8.02	8.06	8.13	8.26	8.40	8.54	8.68	8.82	8.97	9.12	9.26	9.40
OP	nvt	10	6.63	6.64	6.65	6.70	6.76	6.90	7.04	7.18	7.33	7.47	7.62	7.77	7.91	8.06
OP	nvt	30	7.16	7.17	7.18	7.23	7.30	7.45	7.58	7.73	7.87	8.02	8.16	8.31	8.45	8.60
OP	nvt	100	7.71	7.73	7.74	7.78	7.86	8.01	8.15	8.29	8.44	8.58	8.73	8.88	9.03	9.18
OP	nvt	300	8.19	8.20	8.22	8.26	8.34	8.49	8.63	8.78	8.92	9.07	9.22	9.37	9.52	9.67
OP	nvt	1000	8.71	8.73	8.74	8.79	8.86	9.00	9.15	9.29	9.44	9.59	9.73	9.89	10.03	10.18
OP	nvt	2000	8.99	9.01	9.02	9.07	9.14	9.28	9.42	9.56	9.71	9.87	10.02	10.18	10.33	10.49
OP	nvt	4000	9.26	9.27	9.29	9.33	9.41	9.56	9.71	9.86	10.01	10.16	10.31	10.46	10.61	10.76
OP	nvt	10000	9.63	9.65	9.66	9.71	9.78	9.94	10.08	10.23	10.37	10.53	10.68	10.84	11.00	11.16
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalingsstijd (jaren)															

Tabel B.5 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Den Helder, waarbij verschillende toeslagen op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	5.44	5.46	5.47	5.51	5.58	5.72	5.85	5.99	6.12	6.27	6.42	6.57	6.72	6.88
OV	0.1.	30	6.06	6.08	6.09	6.13	6.20	6.35	6.50	6.65	6.80	6.95	7.10	7.25	7.41	7.56
OV	0.1.	100	6.73	6.74	6.76	6.80	6.88	7.03	7.18	7.33	7.48	7.63	7.79	7.94	8.09	8.24
OV	0.1.	300	7.30	7.32	7.33	7.37	7.45	7.60	7.75	7.90	8.05	8.20	8.35	8.50	8.65	8.81
OV	0.1.	1000	7.87	7.89	7.90	7.95	8.02	8.18	8.33	8.48	8.62	8.78	8.93	9.08	9.23	9.38
OV	0.1.	2000	8.16	8.18	8.19	8.24	8.31	8.46	8.61	8.76	8.92	9.07	9.23	9.39	9.54	9.69
OV	0.1.	4000	8.47	8.49	8.50	8.54	8.62	8.77	8.92	9.07	9.22	9.37	9.52	9.68	9.84	10.00
OV	0.1.	10000	8.87	8.89	8.90	8.95	9.02	9.17	9.32	9.47	9.62	9.76	9.92	10.07	10.23	10.39
OV	1	10	4.78	4.80	4.81	4.85	4.91	5.04	5.17	5.29	5.42	5.55	5.68	5.82	5.96	6.11
OV	1	30	5.32	5.33	5.34	5.38	5.44	5.57	5.70	5.84	5.98	6.12	6.27	6.41	6.55	6.69
OV	1	100	5.91	5.93	5.94	5.98	6.05	6.19	6.33	6.47	6.60	6.74	6.88	7.02	7.16	7.30
OV	1	300	6.43	6.44	6.45	6.49	6.56	6.70	6.84	6.98	7.12	7.26	7.40	7.55	7.69	7.83
OV	1	1000	6.94	6.95	6.96	7.01	7.07	7.21	7.36	7.50	7.64	7.78	7.92	8.06	8.20	8.34
OV	1	2000	7.21	7.22	7.24	7.28	7.35	7.50	7.64	7.78	7.92	8.06	8.20	8.34	8.48	8.62
OV	1	4000	7.48	7.49	7.50	7.55	7.62	7.76	7.90	8.04	8.17	8.32	8.47	8.62	8.76	8.90
OV	1	10000	7.83	7.85	7.86	7.90	7.97	8.12	8.26	8.40	8.54	8.69	8.83	8.97	9.12	9.26
OV	10	10	4.13	4.14	4.15	4.18	4.25	4.37	4.49	4.61	4.73	4.85	4.97	5.09	5.21	5.33
OV	10	30	4.58	4.60	4.61	4.64	4.70	4.83	4.95	5.07	5.19	5.31	5.43	5.55	5.67	5.80
OV	10	100	5.07	5.09	5.10	5.13	5.20	5.32	5.44	5.56	5.68	5.81	5.94	6.07	6.20	6.33
OV	10	300	5.51	5.52	5.54	5.57	5.63	5.76	5.89	6.01	6.14	6.27	6.40	6.53	6.66	6.79
OV	10	1000	5.98	5.99	6.00	6.04	6.10	6.23	6.36	6.49	6.62	6.76	6.89	7.02	7.15	7.28
OV	10	2000	6.22	6.23	6.24	6.28	6.35	6.48	6.61	6.74	6.87	7.00	7.13	7.26	7.39	7.53
OV	10	4000	6.46	6.47	6.48	6.52	6.59	6.71	6.84	6.97	7.10	7.22	7.35	7.48	7.62	7.75
OV	10	10000	6.77	6.78	6.80	6.83	6.90	7.02	7.15	7.28	7.42	7.55	7.68	7.81	7.94	8.08
OP	nvt	10	5.18	5.19	5.20	5.24	5.30	5.42	5.55	5.68	5.82	5.96	6.10	6.24	6.38	6.52
OP	nvt	30	5.69	5.70	5.72	5.75	5.82	5.96	6.10	6.24	6.38	6.52	6.67	6.80	6.94	7.08
OP	nvt	100	6.27	6.29	6.30	6.34	6.41	6.55	6.69	6.83	6.97	7.10	7.24	7.38	7.52	7.66
OP	nvt	300	6.79	6.80	6.81	6.86	6.92	7.06	7.20	7.34	7.47	7.61	7.75	7.89	8.03	8.17
OP	nvt	1000	7.31	7.32	7.34	7.38	7.45	7.58	7.72	7.85	7.99	8.12	8.26	8.40	8.53	8.67
OP	nvt	2000	7.58	7.59	7.61	7.65	7.72	7.85	7.99	8.13	8.27	8.40	8.54	8.68	8.83	8.97
OP	nvt	4000	7.85	7.86	7.87	7.91	7.98	8.12	8.26	8.40	8.53	8.67	8.81	8.94	9.08	9.21
OP	nvt	10000	8.18	8.19	8.20	8.24	8.31	8.44	8.58	8.71	8.85	8.99	9.13	9.27	9.41	9.55
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalingsstijd (jaren)															

Tabel B.6 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Petten, waarbij verschillende toeslagen op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	12.31	12.34	12.38	12.50	12.69	13.08	13.41	13.79	14.15	14.50	14.90	15.22	15.62	16.00
OV	0.1.	30	13.68	13.72	13.76	13.88	14.07	14.47	14.87	15.24	15.63	16.04	16.42	16.83	17.19	17.57
OV	0.1.	100	15.14	15.18	15.22	15.35	15.55	15.96	16.37	16.79	17.14	17.50	17.88	18.28	18.66	19.07
OV	0.1.	300	16.42	16.49	16.51	16.63	16.83	17.24	17.63	18.03	18.43	18.83	19.23	19.62	19.99	20.35
OV	0.1.	1000	17.89	17.93	17.97	18.09	18.29	18.69	19.08	19.48	19.85	20.23	20.61	21.01	21.40	21.79
OV	0.1.	2000	18.71	18.75	18.79	18.91	19.10	19.48	19.84	20.21	20.62	21.00	21.38	21.79	22.16	22.53
OV	0.1.	4000	19.49	19.53	19.57	19.68	19.87	20.24	20.61	20.99	21.35	21.74	22.15	22.53	22.93	23.33
OV	0.1.	10000	20.47	20.51	20.55	20.66	20.84	21.23	21.62	22.01	22.40	22.77	23.15	23.56	23.95	24.33
OV	1	10	10.15	10.18	10.21	10.31	10.44	10.78	11.11	11.43	11.72	12.04	12.37	12.66	12.98	13.28
OV	1	30	11.29	11.33	11.36	11.46	11.62	11.96	12.29	12.63	12.95	13.29	13.62	13.96	14.30	14.62
OV	1	100	12.51	12.54	12.58	12.68	12.86	13.21	13.56	13.91	14.25	14.56	14.87	15.19	15.53	15.87
OV	1	300	13.66	13.70	13.73	13.82	13.97	14.31	14.65	14.98	15.32	15.67	16.00	16.34	16.69	17.01
OV	1	1000	14.86	14.89	14.93	15.02	15.20	15.54	15.87	16.21	16.55	16.87	17.19	17.53	17.86	18.20
OV	1	2000	15.56	15.59	15.62	15.72	15.89	16.22	16.55	16.88	17.19	17.53	17.85	18.18	18.53	18.87
OV	1	4000	16.23	16.26	16.29	16.39	16.55	16.88	17.20	17.53	17.86	18.18	18.50	18.84	19.16	19.51
OV	1	10000	17.06	17.09	17.12	17.22	17.38	17.71	18.04	18.38	18.71	19.05	19.39	19.71	20.04	20.38
OV	10	10	7.95	7.97	8.00	8.08	8.22	8.50	8.77	9.05	9.30	9.54	9.81	10.08	10.35	10.62
OV	10	30	8.89	8.92	8.95	9.03	9.17	9.44	9.72	10.00	10.28	10.56	10.82	11.10	11.39	11.66
OV	10	100	9.88	9.91	9.94	10.02	10.16	10.45	10.74	11.03	11.32	11.60	11.87	12.14	12.40	12.67
OV	10	300	10.84	10.87	10.90	10.98	11.13	11.39	11.65	11.94	12.22	12.50	12.79	13.06	13.34	13.63
OV	10	1000	11.82	11.85	11.88	11.96	12.10	12.39	12.68	12.96	13.22	13.50	13.77	14.05	14.33	14.61
OV	10	2000	12.40	12.42	12.45	12.54	12.68	12.97	13.23	13.50	13.78	14.05	14.34	14.60	14.87	15.16
OV	10	4000	12.96	12.99	13.02	13.10	13.23	13.51	13.78	14.06	14.34	14.61	14.88	15.15	15.43	15.72
OV	10	10000	13.65	13.68	13.71	13.79	13.93	14.20	14.48	14.76	15.05	15.32	15.59	15.88	16.17	16.45
OP	nvt	10	9.79	9.82	9.85	9.93	10.07	10.35	10.63	10.90	11.16	11.43	11.70	11.97	12.23	12.50
OP	nvt	30	10.82	10.84	10.87	10.95	11.09	11.37	11.64	11.93	12.21	12.49	12.77	13.05	13.32	13.59
OP	nvt	100	11.91	11.94	11.97	12.06	12.20	12.49	12.76	13.00	13.27	13.52	13.77	14.05	14.32	14.60
OP	nvt	300	12.85	12.88	12.91	12.99	13.12	13.40	13.69	13.96	14.23	14.51	14.78	15.03	15.30	15.55
OP	nvt	1000	13.89	13.92	13.95	14.02	14.15	14.41	14.68	14.96	15.24	15.50	15.76	16.04	16.31	16.58
OP	nvt	2000	14.42	14.45	14.48	14.56	14.70	14.97	15.25	15.52	15.79	16.05	16.33	16.60	16.87	17.14
OP	nvt	4000	15.00	15.03	15.05	15.14	15.27	15.55	15.82	16.09	16.36	16.63	16.89	17.16	17.43	17.69
OP	nvt	10000	15.73	15.76	15.78	15.86	16.00	16.26	16.53	16.79	17.06	17.32	17.59	17.86	18.13	18.40
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalingstijd (jaren)															

B3. Toeslag voor lange golven

Tabel B.7 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Vlissingen, waarbij verschillende toeslagen op de waterstand voor lange golven zijn toegepast.

Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	7.02	7.02	7.03	7.03	7.05	7.14	7.25	7.38	7.52	7.66	7.81	7.95	8.10	8.25
OV	0.1.	30	7.58	7.58	7.58	7.59	7.61	7.69	7.80	7.94	8.09	8.23	8.38	8.54	8.70	8.85
OV	0.1.	100	8.23	8.23	8.23	8.24	8.26	8.33	8.44	8.58	8.73	8.87	9.02	9.17	9.32	9.47
OV	0.1.	300	8.79	8.79	8.79	8.80	8.82	8.90	9.01	9.13	9.27	9.42	9.57	9.73	9.89	10.04
OV	0.1.	1000	9.36	9.36	9.36	9.37	9.38	9.46	9.58	9.70	9.84	9.99	10.15	10.30	10.46	10.62
OV	0.1.	2000	9.70	9.70	9.70	9.70	9.72	9.79	9.90	10.02	10.16	10.31	10.46	10.62	10.77	10.92
OV	0.1.	4000	10.02	10.02	10.02	10.03	10.04	10.10	10.21	10.33	10.46	10.62	10.76	10.91	11.07	11.24
OV	0.1.	10000	10.43	10.43	10.43	10.44	10.46	10.52	10.61	10.73	10.86	11.00	11.17	11.32	11.50	11.68
OV	1	10	6.19	6.19	6.19	6.19	6.21	6.26	6.35	6.47	6.59	6.72	6.86	7.00	7.14	7.28
OV	1	30	6.67	6.67	6.67	6.68	6.70	6.77	6.87	6.99	7.13	7.27	7.40	7.55	7.69	7.83
OV	1	100	7.24	7.24	7.25	7.25	7.27	7.33	7.43	7.56	7.69	7.82	7.95	8.09	8.23	8.38
OV	1	300	7.76	7.76	7.76	7.76	7.78	7.83	7.92	8.03	8.16	8.29	8.44	8.58	8.71	8.85
OV	1	1000	8.28	8.28	8.28	8.28	8.29	8.35	8.44	8.55	8.68	8.81	8.95	9.09	9.23	9.37
OV	1	2000	8.56	8.56	8.56	8.57	8.58	8.64	8.73	8.84	8.96	9.09	9.23	9.36	9.50	9.65
OV	1	4000	8.84	8.84	8.84	8.85	8.86	8.92	9.00	9.10	9.22	9.36	9.50	9.65	9.80	9.96
OV	1	10000	9.21	9.21	9.21	9.21	9.23	9.28	9.37	9.46	9.60	9.74	9.88	10.03	10.18	10.34
OV	10	10	5.33	5.33	5.33	5.33	5.35	5.41	5.48	5.58	5.69	5.81	5.94	6.07	6.20	6.33
OV	10	30	5.77	5.77	5.77	5.78	5.79	5.84	5.93	6.03	6.14	6.25	6.39	6.52	6.64	6.76
OV	10	100	6.25	6.25	6.25	6.25	6.27	6.32	6.40	6.50	6.62	6.74	6.87	7.00	7.13	7.26
OV	10	300	6.68	6.68	6.69	6.69	6.70	6.75	6.82	6.93	7.04	7.16	7.28	7.42	7.55	7.69
OV	10	1000	7.14	7.14	7.14	7.15	7.16	7.21	7.28	7.38	7.49	7.62	7.74	7.87	8.01	8.14
OV	10	2000	7.41	7.41	7.41	7.41	7.42	7.47	7.55	7.65	7.75	7.87	8.00	8.13	8.26	8.39
OV	10	4000	7.67	7.67	7.67	7.67	7.68	7.73	7.80	7.89	8.00	8.10	8.24	8.37	8.51	8.65
OV	10	10000	7.99	7.99	7.99	8.00	8.01	8.05	8.12	8.20	8.33	8.44	8.57	8.71	8.86	9.00
OP	nvt	10	6.63	6.62	6.63	6.64	6.65	6.71	6.80	6.91	7.04	7.19	7.33	7.47	7.61	7.75
OP	nvt	30	7.16	7.15	7.16	7.17	7.18	7.24	7.33	7.44	7.57	7.70	7.84	7.97	8.11	8.25
OP	nvt	100	7.71	7.70	7.72	7.72	7.74	7.78	7.87	7.98	8.11	8.24	8.39	8.53	8.68	8.82
OP	nvt	300	8.19	8.18	8.20	8.20	8.21	8.26	8.35	8.45	8.58	8.72	8.85	9.00	9.14	9.28
OP	nvt	1000	8.71	8.70	8.72	8.71	8.72	8.77	8.86	8.95	9.08	9.21	9.34	9.48	9.63	9.78
OP	nvt	2000	8.99	8.98	9.00	8.99	9.01	9.05	9.12	9.22	9.34	9.48	9.63	9.78	9.92	10.06
OP	nvt	4000	9.26	9.26	9.26	9.27	9.28	9.33	9.41	9.51	9.63	9.76	9.89	10.04	10.18	10.33
OP	nvt	10000	9.63	9.62	9.64	9.63	9.65	9.71	9.77	9.87	9.98	10.11	10.25	10.41	10.57	10.73
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalingsstijd (jaren)															

Tabel B.8 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Den Helder, waarbij verschillende toeslagen op de waterstand voor lange golven zijn toegepast.

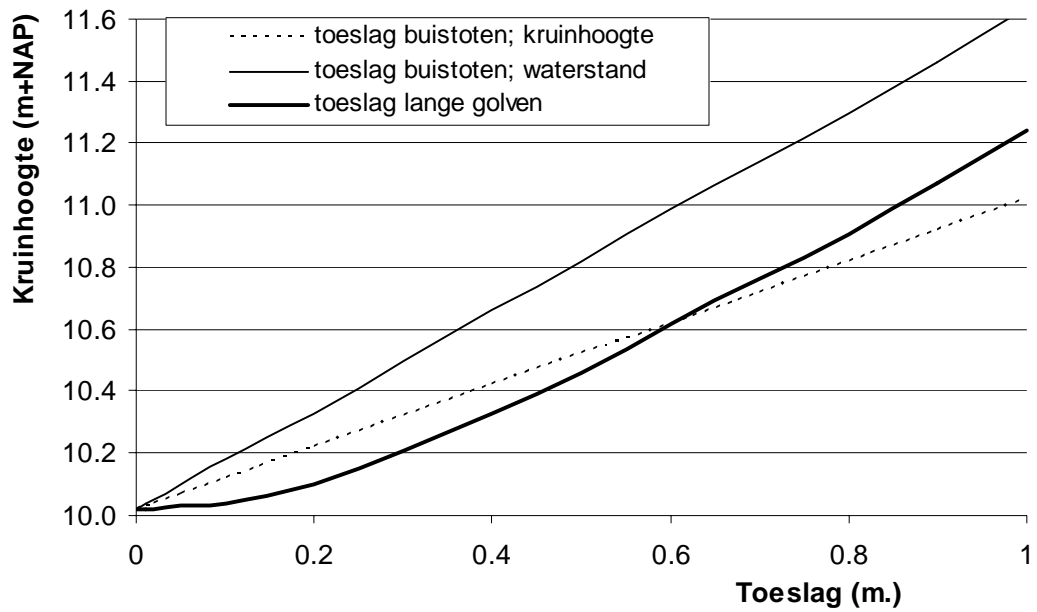
Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	5.44	5.45	5.45	5.45	5.48	5.55	5.66	5.78	5.91	6.06	6.21	6.35	6.50	6.65
OV	0.1.	30	6.06	6.06	6.06	6.07	6.09	6.16	6.30	6.43	6.57	6.72	6.87	7.00	7.16	7.31
OV	0.1.	100	6.73	6.73	6.73	6.74	6.76	6.84	6.96	7.09	7.23	7.38	7.53	7.67	7.82	7.96
OV	0.1.	300	7.30	7.30	7.30	7.31	7.33	7.40	7.51	7.64	7.78	7.93	8.07	8.22	8.37	8.52
OV	0.1.	1000	7.87	7.87	7.87	7.88	7.90	7.97	8.08	8.20	8.33	8.48	8.62	8.77	8.91	9.07
OV	0.1.	2000	8.16	8.16	8.16	8.17	8.19	8.25	8.36	8.49	8.63	8.77	8.92	9.07	9.22	9.37
OV	0.1.	4000	8.47	8.47	8.47	8.48	8.50	8.57	8.67	8.79	8.92	9.06	9.21	9.35	9.51	9.66
OV	0.1.	10000	8.87	8.87	8.87	8.88	8.90	8.96	9.05	9.17	9.31	9.44	9.59	9.75	9.90	10.04
OV	1	10	4.78	4.78	4.79	4.79	4.81	4.88	4.98	5.10	5.22	5.34	5.47	5.59	5.72	5.86
OV	1	30	5.32	5.32	5.32	5.32	5.34	5.41	5.49	5.60	5.72	5.86	5.99	6.13	6.27	6.41
OV	1	100	5.91	5.91	5.91	5.92	5.94	6.00	6.09	6.21	6.33	6.46	6.60	6.73	6.87	7.00
OV	1	300	6.43	6.43	6.43	6.43	6.45	6.51	6.60	6.71	6.84	6.97	7.11	7.25	7.38	7.52
OV	1	1000	6.94	6.94	6.94	6.94	6.96	7.02	7.11	7.22	7.34	7.47	7.60	7.74	7.88	8.02
OV	1	2000	7.21	7.21	7.21	7.21	7.23	7.29	7.38	7.49	7.61	7.74	7.87	8.01	8.15	8.29
OV	1	4000	7.48	7.48	7.48	7.48	7.50	7.56	7.64	7.75	7.88	8.01	8.14	8.28	8.42	8.56
OV	1	10000	7.83	7.83	7.83	7.84	7.86	7.91	8.00	8.10	8.22	8.35	8.49	8.62	8.76	8.90
OV	10	10	4.13	4.13	4.13	4.13	4.15	4.22	4.31	4.41	4.52	4.64	4.76	4.88	4.99	5.11
OV	10	30	4.58	4.58	4.58	4.59	4.61	4.67	4.76	4.86	4.98	5.09	5.21	5.32	5.44	5.56
OV	10	100	5.07	5.07	5.07	5.08	5.10	5.15	5.24	5.33	5.44	5.56	5.67	5.80	5.92	6.05
OV	10	300	5.51	5.51	5.51	5.52	5.53	5.58	5.65	5.76	5.87	5.99	6.11	6.23	6.36	6.49
OV	10	1000	5.98	5.98	5.98	5.98	5.99	6.05	6.13	6.23	6.34	6.46	6.58	6.70	6.83	6.95
OV	10	2000	6.22	6.22	6.22	6.22	6.23	6.29	6.37	6.47	6.58	6.70	6.82	6.95	7.08	7.21
OV	10	4000	6.46	6.46	6.46	6.46	6.47	6.52	6.60	6.69	6.80	6.91	7.04	7.16	7.29	7.42
OV	10	10000	6.77	6.77	6.77	6.77	6.79	6.83	6.91	7.00	7.11	7.23	7.35	7.47	7.60	7.73
OP	nvt	10	5.18	5.18	5.18	5.18	5.20	5.26	5.36	5.47	5.59	5.72	5.86	6.00	6.13	6.27
OP	nvt	30	5.69	5.69	5.69	5.70	5.71	5.78	5.88	6.00	6.13	6.27	6.40	6.54	6.67	6.82
OP	nvt	100	6.27	6.27	6.27	6.27	6.30	6.35	6.44	6.56	6.69	6.82	6.95	7.09	7.23	7.37
OP	nvt	300	6.79	6.78	6.79	6.80	6.80	6.85	6.95	7.05	7.18	7.30	7.43	7.57	7.71	7.84
OP	nvt	1000	7.31	7.30	7.32	7.32	7.32	7.38	7.46	7.56	7.68	7.81	7.94	8.07	8.21	8.34
OP	nvt	2000	7.58	7.57	7.59	7.59	7.59	7.65	7.73	7.84	7.96	8.08	8.21	8.34	8.48	8.61
OP	nvt	4000	7.85	7.84	7.85	7.85	7.86	7.90	7.99	8.09	8.21	8.33	8.46	8.60	8.73	8.87
OP	nvt	10000	8.18	8.17	8.18	8.18	8.18	8.23	8.30	8.40	8.52	8.64	8.77	8.90	9.04	9.18
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalingsstijd (jaren)															

Tabel B.9 Berekende dijkhoogten (m+NAP) voor locatie Petten, waarbij verschillende toeslagen op de waterstand voor lange golven zijn toegepast.

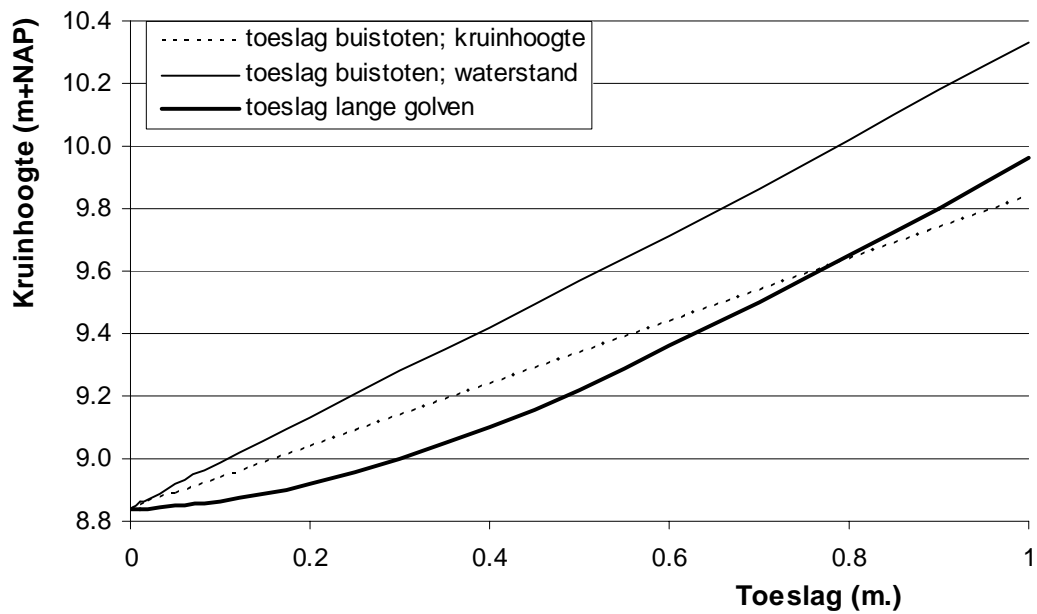
Mech	crit	T	Toeslag (m.)													
			0	0.01	0.02	0.05	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1
OV	0.1	10	12.31	12.31	12.31	12.32	12.37	12.53	12.82	13.10	13.44	13.78	14.13	14.48	14.81	15.19
OV	0.1.	30	13.68	13.68	13.68	13.70	13.74	13.93	14.20	14.50	14.84	15.22	15.59	15.96	16.34	16.68
OV	0.1.	100	15.14	15.14	15.14	15.16	15.20	15.38	15.65	15.98	16.31	16.63	16.97	17.35	17.72	18.11
OV	0.1.	300	16.42	16.42	16.43	16.46	16.48	16.65	16.90	17.19	17.53	17.90	18.27	18.64	19.00	19.34
OV	0.1.	1000	17.89	17.89	17.89	17.90	17.94	18.09	18.31	18.60	18.93	19.25	19.60	19.97	20.34	20.71
OV	0.1.	2000	18.71	18.71	18.71	18.72	18.76	18.89	19.10	19.35	19.65	20.00	20.34	20.71	21.08	21.43
OV	0.1.	4000	19.49	19.50	19.50	19.51	19.54	19.67	19.86	20.10	20.41	20.70	21.07	21.43	21.80	22.18
OV	0.1.	10000	20.47	20.47	20.47	20.48	20.51	20.64	20.83	21.09	21.39	21.72	22.05	22.41	22.78	23.15
OV	1	10	10.15	10.15	10.15	10.16	10.20	10.34	10.51	10.75	11.03	11.30	11.60	11.90	12.19	12.45
OV	1	30	11.29	11.29	11.30	11.30	11.34	11.47	11.66	11.91	12.19	12.48	12.79	13.11	13.42	13.75
OV	1	100	12.51	12.51	12.51	12.52	12.55	12.68	12.88	13.14	13.42	13.70	13.99	14.27	14.59	14.91
OV	1	300	13.66	13.66	13.67	13.67	13.69	13.79	13.96	14.19	14.45	14.75	15.06	15.36	15.68	16.00
OV	1	1000	14.86	14.86	14.86	14.87	14.90	15.00	15.17	15.38	15.64	15.91	16.19	16.49	16.81	17.12
OV	1	2000	15.56	15.56	15.56	15.56	15.59	15.70	15.84	16.05	16.29	16.55	16.83	17.12	17.43	17.76
OV	1	4000	16.23	16.23	16.23	16.23	16.26	16.35	16.50	16.70	16.93	17.19	17.46	17.75	18.05	18.36
OV	1	10000	17.06	17.06	17.06	17.06	17.09	17.18	17.32	17.52	17.75	18.01	18.30	18.60	18.89	19.20
OV	10	10	7.95	7.95	7.95	7.96	7.98	8.07	8.22	8.41	8.63	8.84	9.06	9.29	9.55	9.79
OV	10	30	8.89	8.89	8.89	8.90	8.92	9.01	9.16	9.32	9.53	9.77	10.01	10.24	10.51	10.77
OV	10	100	9.88	9.88	9.88	9.89	9.91	10.00	10.13	10.31	10.52	10.75	10.98	11.22	11.47	11.72
OV	10	300	10.84	10.84	10.84	10.85	10.87	10.95	11.06	11.20	11.40	11.62	11.85	12.10	12.34	12.61
OV	10	1000	11.82	11.82	11.82	11.83	11.84	11.92	12.04	12.20	12.38	12.58	12.81	13.04	13.28	13.54
OV	10	2000	12.40	12.40	12.40	12.40	12.42	12.49	12.61	12.76	12.93	13.12	13.34	13.57	13.81	14.06
OV	10	4000	12.96	12.96	12.96	12.97	12.99	13.05	13.15	13.29	13.46	13.66	13.87	14.09	14.34	14.59
OV	10	10000	13.65	13.66	13.66	13.66	13.68	13.74	13.84	13.98	14.14	14.34	14.57	14.79	15.02	15.28
OP	nvt	10	9.79	9.78	9.81	9.81	9.83	9.93	10.08	10.26	10.48	10.69	10.94	11.20	11.45	11.71
OP	nvt	30	10.82	10.80	10.82	10.82	10.83	10.91	11.06	11.24	11.45	11.70	11.94	12.20	12.47	12.72
OP	nvt	100	11.91	11.89	11.92	11.90	11.95	12.02	12.14	12.31	12.49	12.69	12.90	13.14	13.40	13.66
OP	nvt	300	12.85	12.88	12.85	12.88	12.86	12.94	13.05	13.20	13.38	13.60	13.84	14.07	14.32	14.57
OP	nvt	1000	13.89	13.92	13.89	13.90	13.92	13.95	14.08	14.20	14.37	14.59	14.79	15.04	15.27	15.52
OP	nvt	2000	14.42	14.45	14.41	14.44	14.46	14.51	14.59	14.76	14.90	15.11	15.32	15.55	15.78	16.04
OP	nvt	4000	15.00	15.03	14.99	15.01	15.02	15.07	15.19	15.31	15.48	15.65	15.86	16.10	16.31	16.56
OP	nvt	10000	15.73	15.76	15.71	15.73	15.73	15.79	15.87	16.00	16.14	16.34	16.55	16.76	16.97	17.23
Mech	= faalmechanisme: overslag (OV) of oploop (OP)															
crit	= criterium voor overslag in l/m/s															
T	= herhalings-tijd (jaren)															

C Figuren batchberekeningen (I)

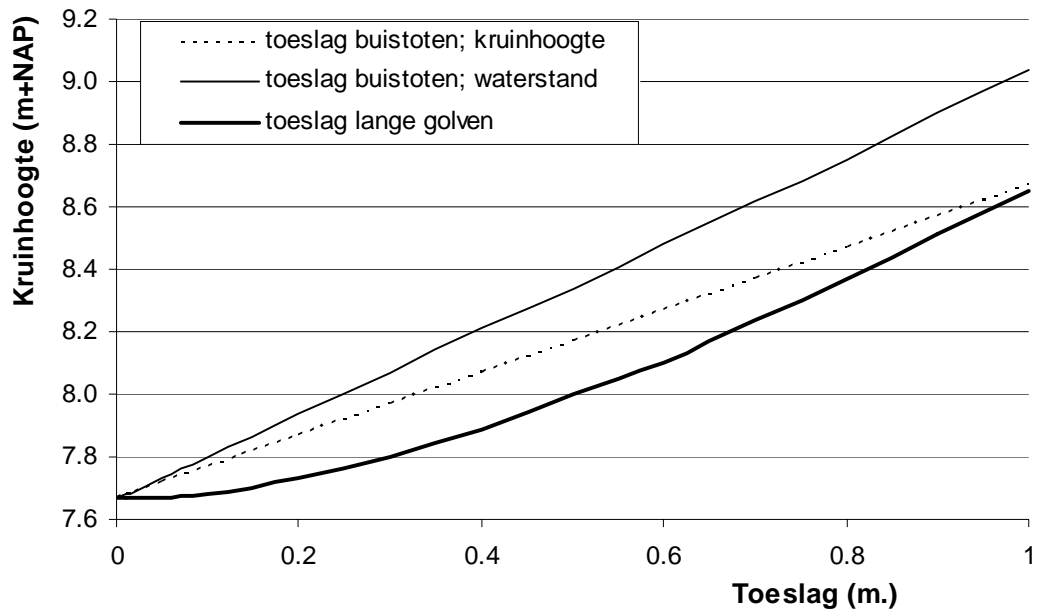
CI. Locatie Vlissingen



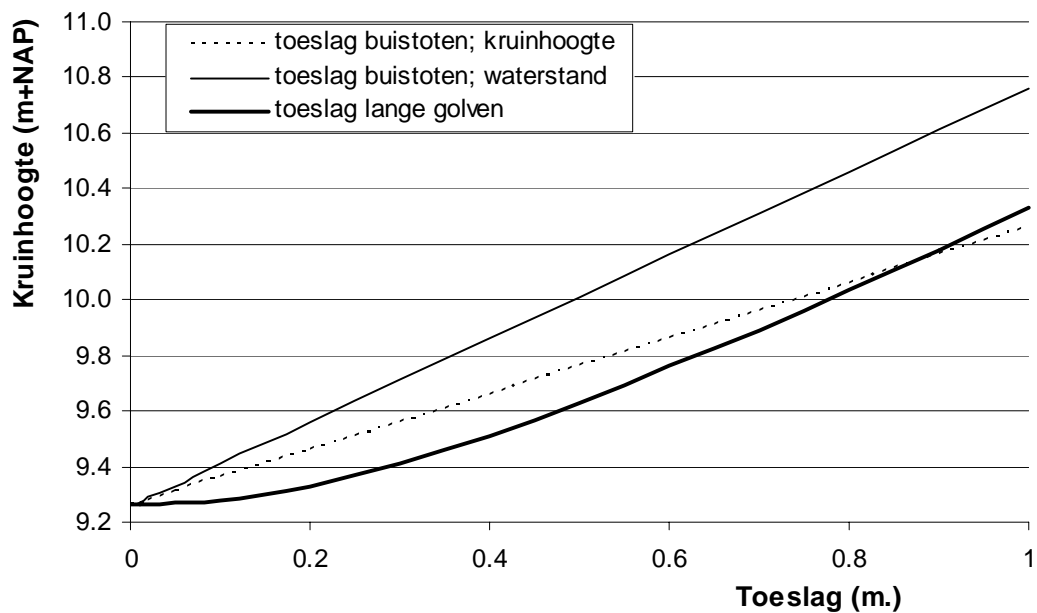
Figuur C.1 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 0.1 l/m/s.



Figuur C.2 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 1 l/m/s.

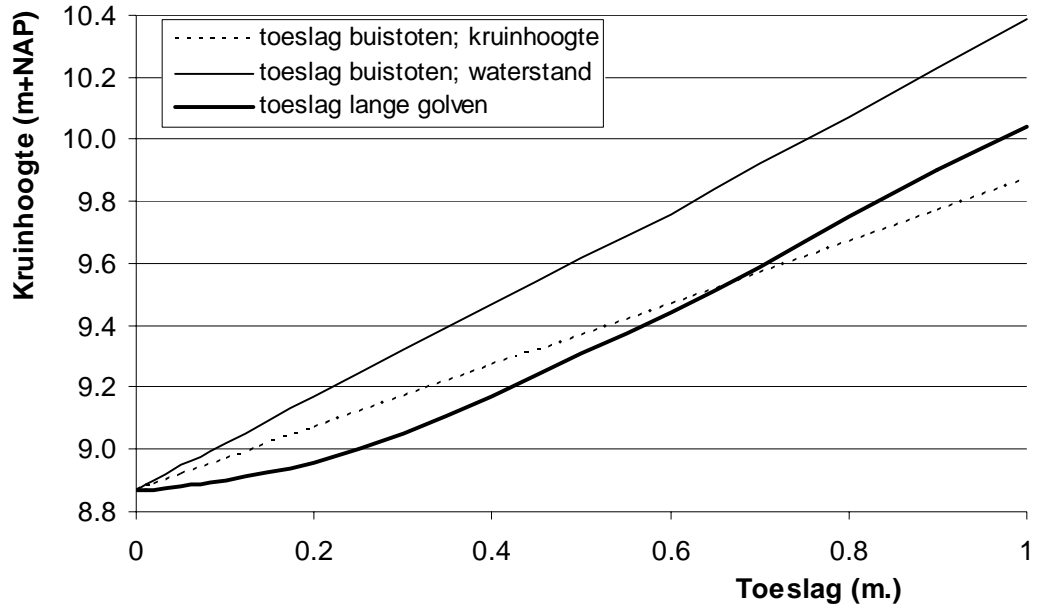


Figuur C.3 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 10 l/m/s.

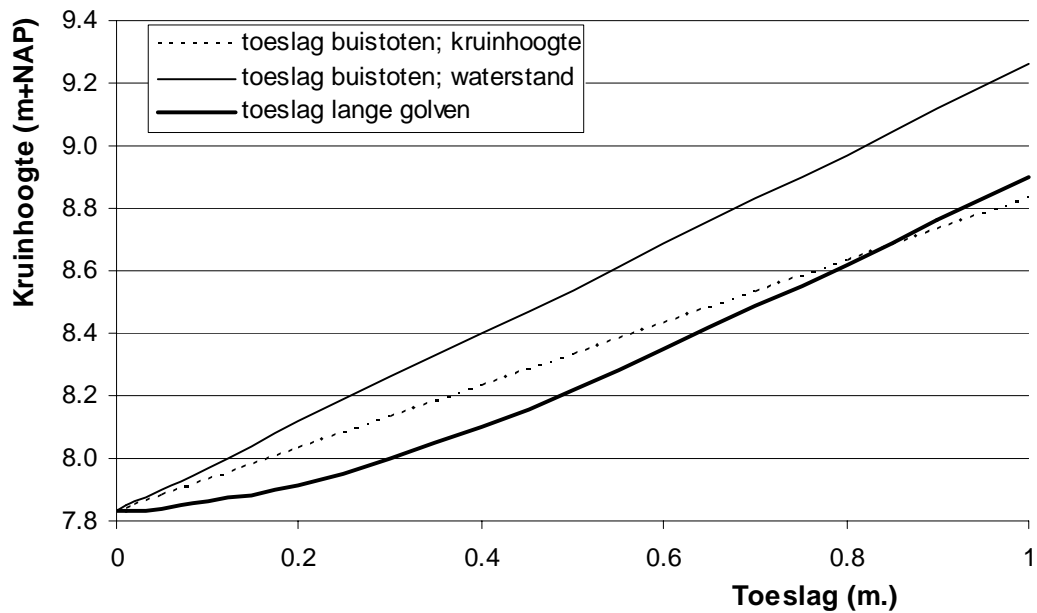


Figuur C.4 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; faalmechanisme oploop.

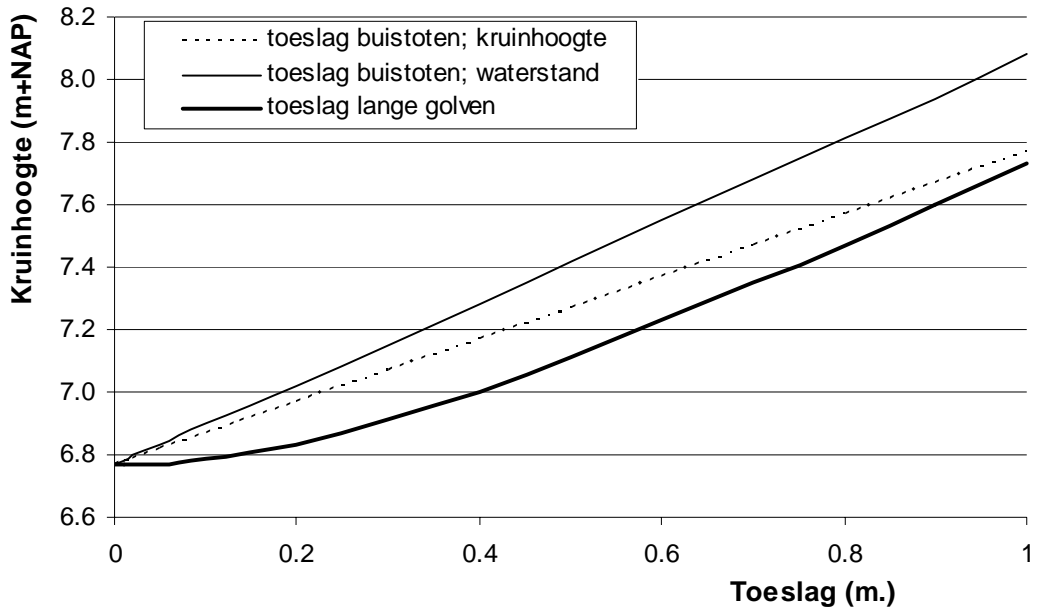
C2. Locatie Den Helder



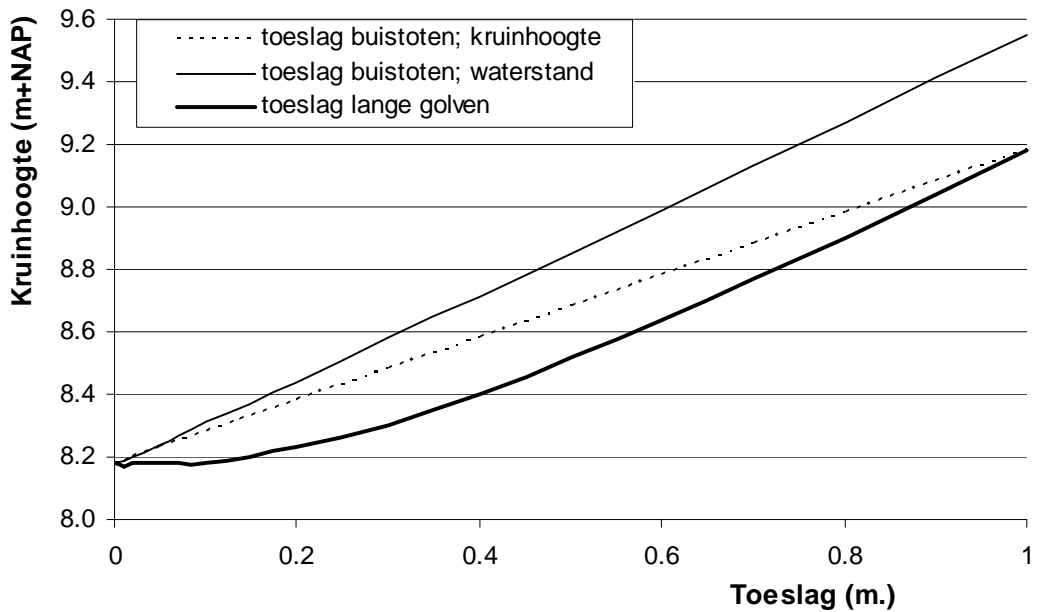
Figuur C.5 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Den Helder; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 0.1 l/m/s.



Figuur C.6 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Den Helder; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 1 l/m/s.

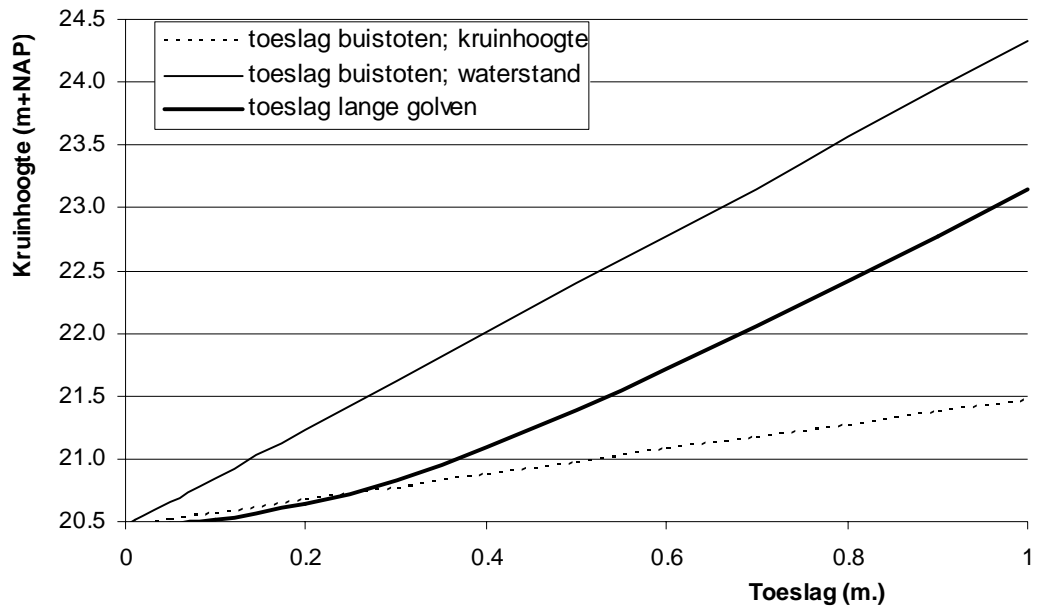


Figuur C.7 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Den Helder; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 10 l/m/s.

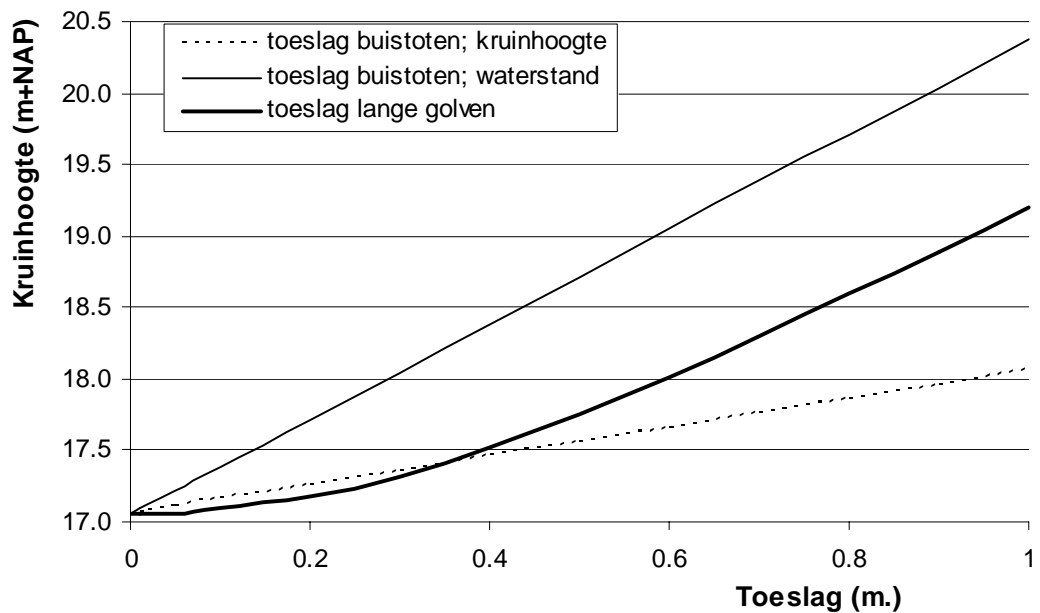


Figuur C.8 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Den Helder; faalmechanisme oploop.

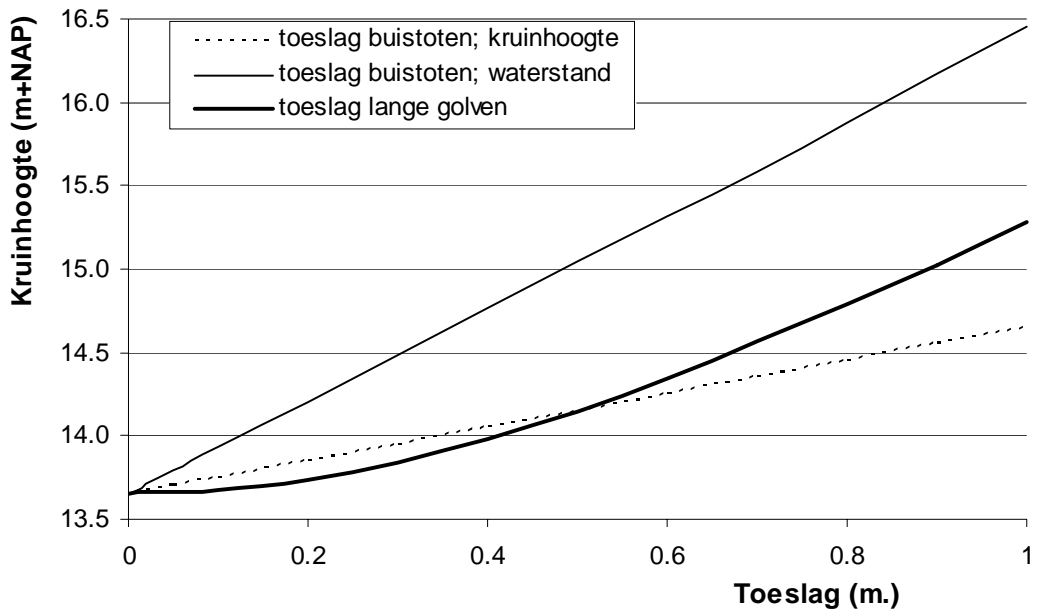
C3. Locatie Petten



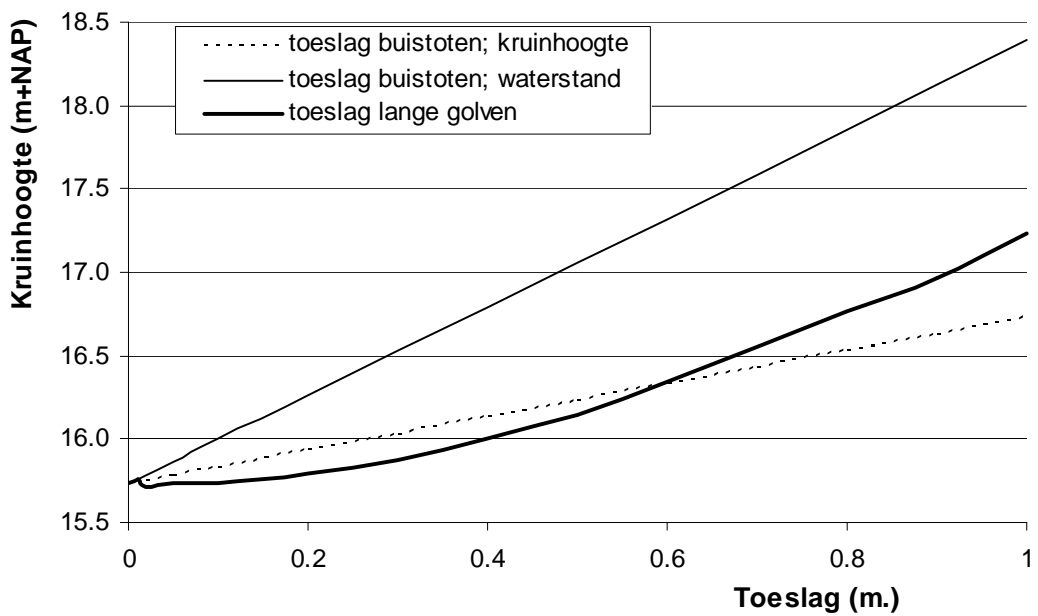
Figuur C.9 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Petten; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 0.1 l/m/s.



Figuur C.10 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Petten; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 1 l/m/s.



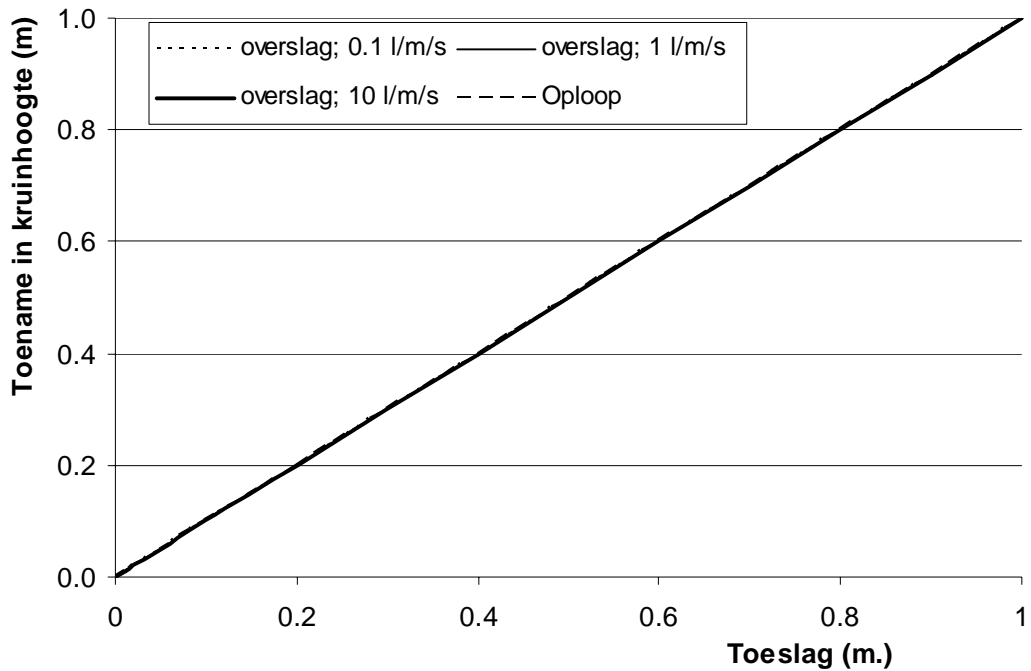
Figuur C.11 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Petten; faalmechanisme overslag, toegestane debiet 10 l/m/s.



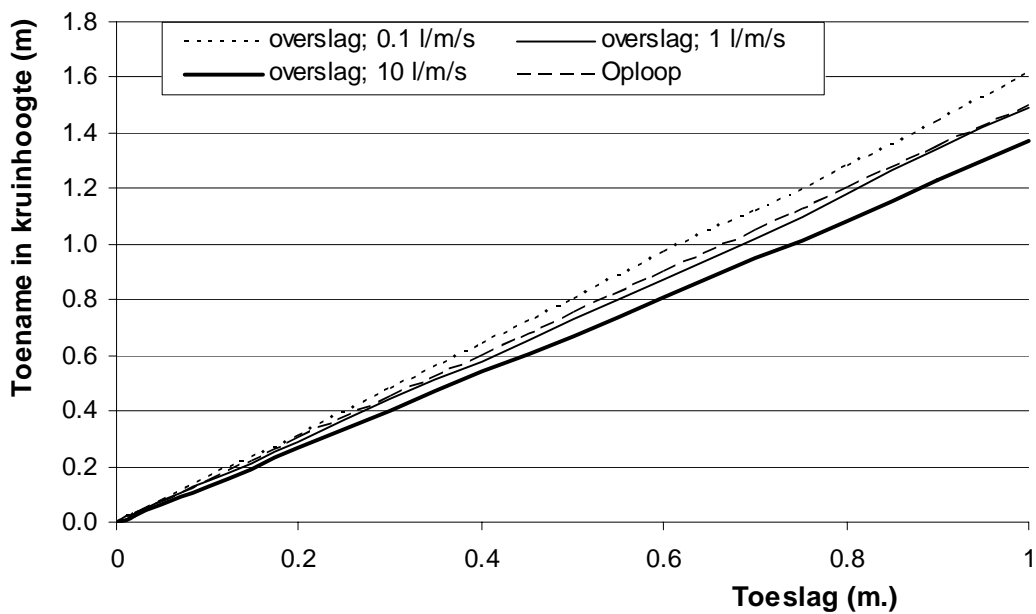
Figuur C.12 Berekende dijkhoogten (m+NAP) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 10.000 jaar voor locatie Petten; faalmechanisme ophoop.

D Figuren batchberekeningen (II)

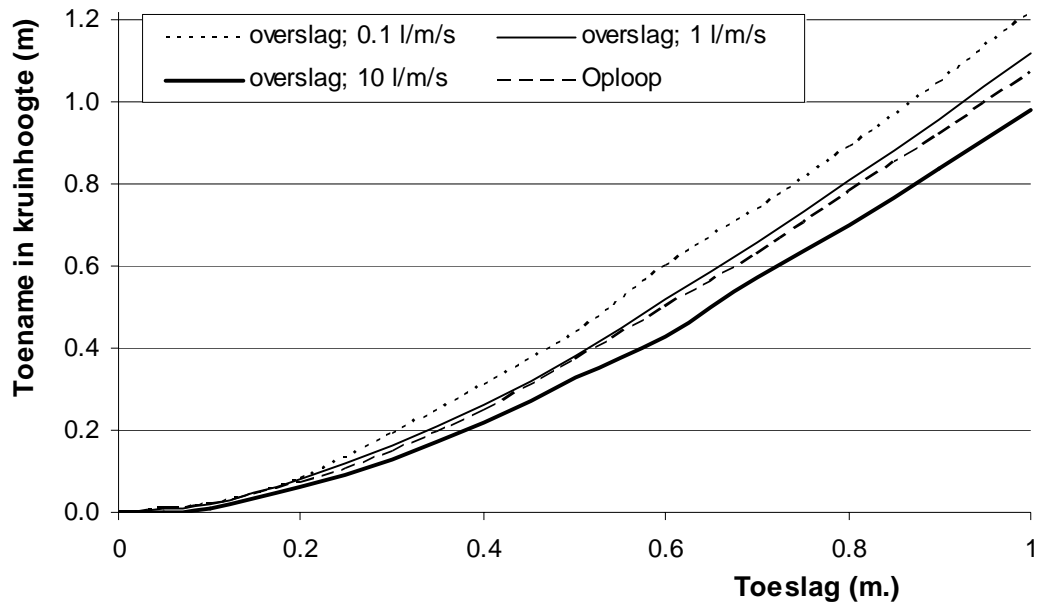
DI. Locatie Vlissingen



Figuur D.1 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingsstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; toeslag op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties.

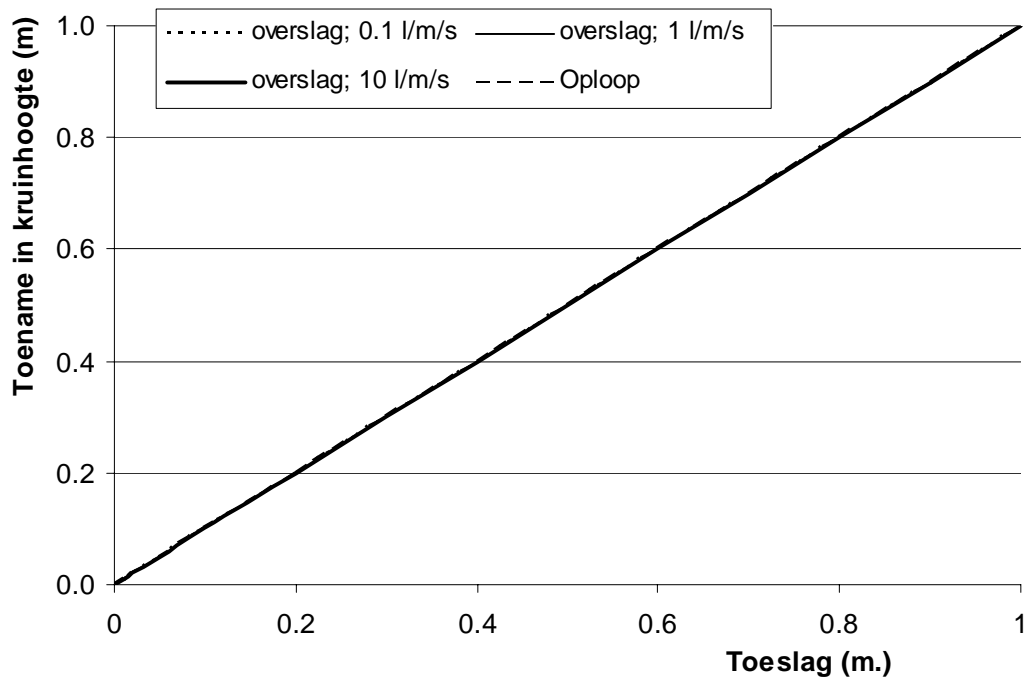


Figuur D.2 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; toeslag op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties.

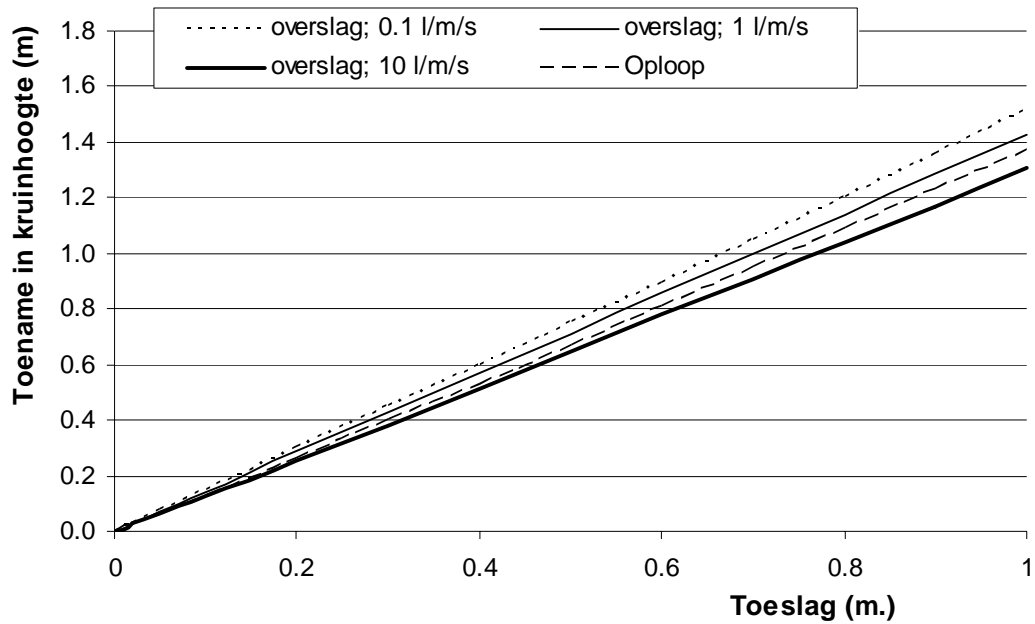


Figuur D.3 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Vlissingen; toeslag op de waterstand voor lange golven.

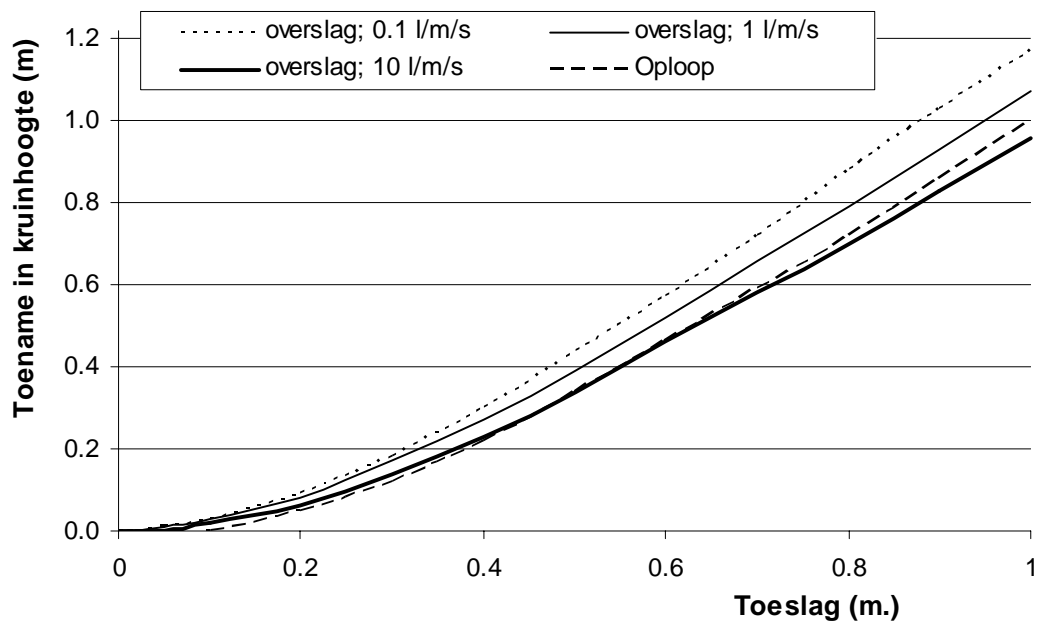
D2. Locatie Den Helder



Figuur D.4 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalings-tijd van 4.000 jaar voor locatie Den Helder; toeslag op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties.

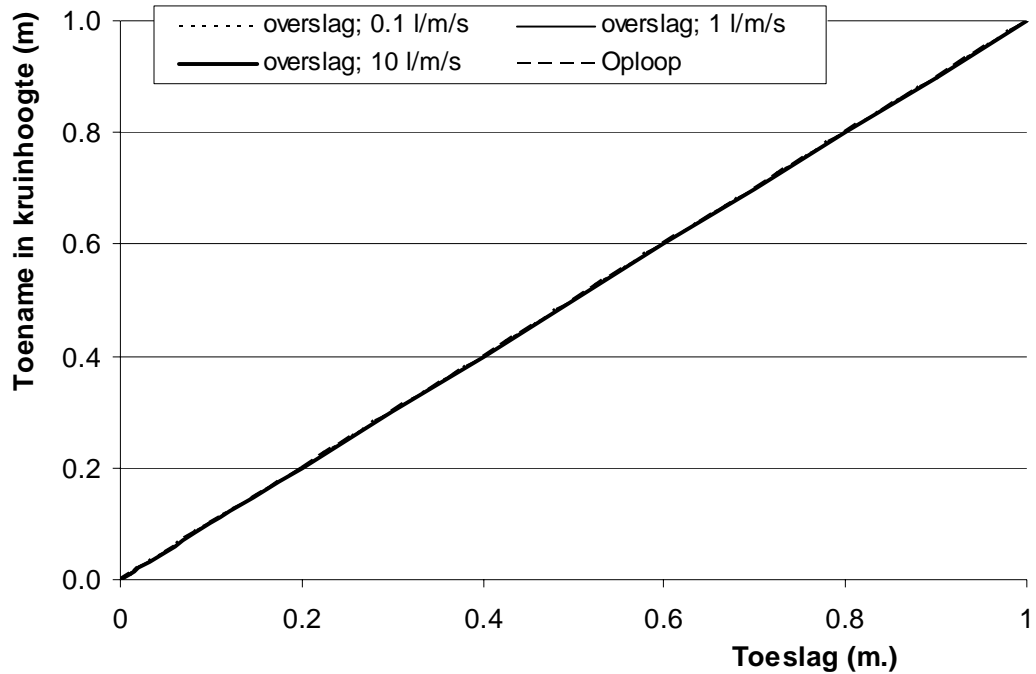


Figuur D.5 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalings-tijd van 4.000 jaar voor locatie Den Helder; toeslag op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties.

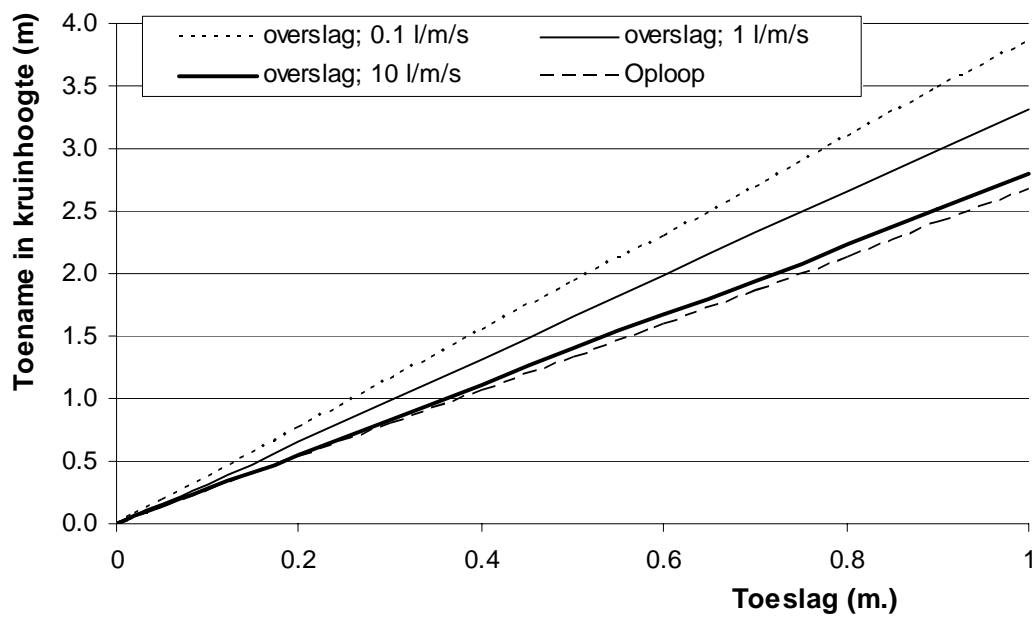


Figuur D.6 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalings-tijd van 4.000 jaar voor locatie Den Helder; toeslag op de waterstand voor lange golven.

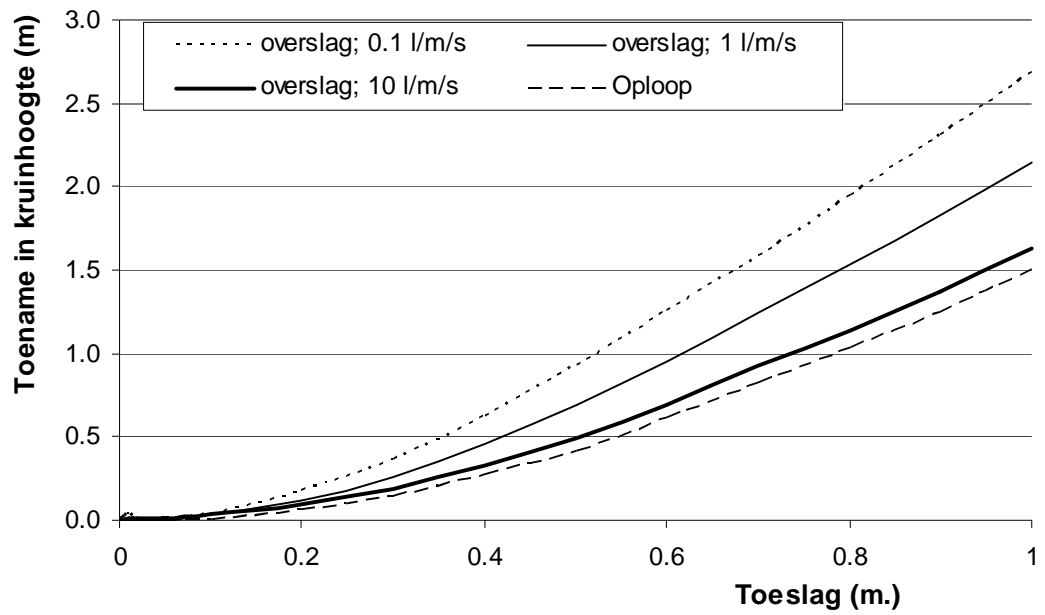
D3. Locatie Petten



Figuur D.7 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Petten; toeslag op de kruinhoogte voor buistoten/bui-oscillaties.



Figuur D.8 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingstijd van 4.000 jaar voor locatie Petten; toeslag op de waterstand voor buistoten/bui-oscillaties.



Figuur D.9 Toename in de berekende kruinhoogte (m) als functie van de grootte van de toeslag bij een herhalingsjijd van 4.000 jaar voor locatie Petten; toeslag op de waterstand voor lange



WL | Delft Hydraulics

**Rotterdamseweg 185
postbus 177
2600 MH Delft
telefoon 015 285 85 85
telefax 015 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl**

**Rotterdamseweg 185
p.o. box 177
2600 MH Delft
The Netherlands
telephone +31 15 285 85 85
telefax +31 15 285 85 82
e-mail info@wldelft.nl
internet www.wldelft.nl**

