

**Werkwijze bepaling
hydraulische
ontwerprandvoorwaarden**

ten behoeve van nHWBP 2014 projecten



Werkwijze bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden

ten behoeve van nHWBP 2014 projecten

J.P. den Bieman
A.J. Smale

1208992-000

Titel

Werkwijze bepaling hydraulische ontwerprandvoorwaarden

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat

Project

1208992-000

Kenmerk

1208992-000-HYE-0008

Pagina's

45

Trefwoorden

WTI, Ontwerpinstrumentarium, nHWBP

Samenvatting

In het voorliggende rapport wordt een werkwijze beschreven voor het afleiden van hydraulische ontwerprandvoorwaarden ten behoeve van nHWBP 2014 projecten, zodanig dat deze ontwerpen niet bij de eerstvolgende toetsronde worden afgekeurd. Hierbij is zoveel mogelijk geprobeerd om aan te sluiten bij de voorziene ontwikkelingen binnen WTI2017. Er is per faalmechanisme, per watersysteem een recept gegeven waarmee ontwerprandvoorwaarden kunnen worden afgeleid.

Referenties

Aanbieding OIKT 2014, 1208992-000-HYE-004

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
5	aug. 2014	J.P. den Bieman		J.P. de Waal		M.R.A. van Gent	
		A.J. Smale					

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
1.1 Probleemstelling	1
1.2 Doel	1
1.3 Afbakening	1
1.4 Relatie met andere projecten	1
1.5 Aanpak	2
1.6 Leeswijzer	2
2 Generiek recept voor afleiden ontwerprandvoorwaarden	3
2.1 Aannames en uitgangspunten	5
2.1.1 Instrumenten	5
2.1.2 Normen	5
2.1.3 Zichtjaar	5
2.1.4 Klimaatscenario	5
2.1.5 Robuustheidstoets	6
2.2 Beschikbare sporen voor afleiding ontwerprandvoorwaarden	6
2.3 Generieke aanpassingen Hydra-K	6
2.3.1 Aanpassen terugkeertijd	6
2.4 Generieke aanpassingen Hydra-Zoet	7
2.4.1 Deltamodel modus	8
2.4.2 Aanpassen rivierafvoer en meerpeil	8
2.4.3 Ruimte voor de Rivier maatregelen Rijntakken	11
2.5 Instellingen per project	11
3 Hydraulisch belasting niveau (HBN)	15
3.1 Westerschelde	15
3.2 Oosterschelde	16
3.3 IJsseldelta	18
3.4 Vechtdelta	20
3.5 Kadoelermeer	22
3.6 Veluwerandmeren	24
3.7 Amertak en Geertruidenberg	25
4 Maatgevende hoogwaterstand (ontwerppeil)	27
4.1 Westerschelde	27
4.2 Oosterschelde	28
4.3 IJsseldelta	29
4.4 Vechtdelta	30
4.5 Kadoelermeer	31
4.6 Veluwerandmeren	33
4.7 Amertak en Geertruidenberg	34

5	Golfcondities voor bekledingen	37
5.1	Westerschelde	37
5.2	Oosterschelde	38
5.3	IJsseldelta	39
5.4	Vechtdelta	40
5.5	Kadoelermeer	41
5.6	Veluwerandmeren	41
5.7	Amertak en Geertruidenberg	42
6	Referenties	45
	Bijlage(n)	
A	Robuustheidstoeslag	A-1
B	De overschrijdingskans van de ontwerpbelasting	B-1
C	Effecten Reevediep	C-1
D	Bepaling effectieve strijklengtes en bodemhoogtes	D-1
E	Toeslag op hydraulisch belastingniveau t.g.v. toetspeilcorrectie	E-1

1 Inleiding

In het kader van het nHWBP dienen in 2014 een aantal dijkontwerpen te worden gemaakt voor secties die in eerdere toetsrondes niet zijn goedgekeurd. Voor deze dijkontwerpen zijn hydraulische ontwerprandvoorwaarden benodigd. Voor de nabije toekomst is besloten om een ontwerpinstrumentarium op te stellen dat gebruik maakt van de meest recente kennis en vervolgens te anticiperen op toekomstige kennis (bijvoorbeeld de overstap van overschrijdingskansen naar overstromingskansen). Voor de lange termijn wordt voorzien dat er in 2018 een nieuw ontwerpinstrumentarium beschikbaar is.

1.1 Probleemstelling

Een aantal nHWBP projecten gaan in 2014 al de ontwerpfase in. Omdat toetsmethodiek van WTI2017 nog niet definitief is vastgesteld, biedt dit geen zekerheid voor het afleiden van ontwerprandvoorwaarden. Parallel hieraan wordt voorzien dat er zowel een overstap van overschrijdingskansen naar overstromingskansen als een wijziging van de getalswaarde normen plaatsvindt. Tegelijkertijd moet worden voorkomen dat de nieuw ontworpen projecten bij de eerstvolgende toetsronde worden afgekeurd, zonder dat er overconservatief wordt ontworpen.

1.2 Doel

Het voorliggend rapport heeft als doel een werkwijze voor het afleiden van ontwerprandvoorwaarden te beschrijven, zodat hiermee in 2014 het ontwerp van nHWBP projecten kan starten. Deze ontwerprandvoorwaarden moeten zodanig zijn dat de nieuw ontworpen nHWBP projecten niet bij de eerstvolgende toetsronde (WTI2017) worden afgekeurd.

1.3 Afbakening

Vanwege de beperkte doorlooptijd beslaat dit rapport slechtst die nHWBP projecten waarvan het ontwerp in 2014 van start gaat. Verder gaat dit rapport alleen in op de belasting en niet op de sterkte.

1.4 Relatie met andere projecten

Dit rapport is een onderdeel van het 'Achtergrondrapport Ontwerpinstrumentarium 2014', dat hoort bij de 'Handreiking ontwerpen met overstromingskansen' (RWS WVL, 2013b resp. 2013a). Daarmee maakt het dus onderdeel uit van het ontwerpinstrumentarium voor de nHWBP projecten in 2014. Daarnaast wordt geprobeerd zoveel mogelijk aan te sluiten op de ontwikkelingen binnen WTI2017.

1.5 Aanpak

Om tot hydraulische ontwerprandvoorwaarden te komen moet een aantal stappen worden doorlopen. Deze stappen worden beschreven in recepten voor drie soorten belastingen:

- 1 Hydraulisch belastingniveau (HBN) voor faalmechanisme overslag (zie hoofdstuk 3)
- 2 Ontwerppeil voor diverse faalmechanismen, zoals hoogte, macrostabiliteit en piping (zie hoofdstuk 4)
- 3 Golfcondities gegeven een bepaalde waterstand ten behoeve van het faalmechanisme instabiliteit bekledingen (zie hoofdstuk 5)

In deze recepten wordt gebruik gemaakt van bestaande instrumenten en data. In de recepten zijn de uitkomsten van een expertsessie en overleg met ENW Techniek meegenomen.

Wanneer er bij de ontwerper onverhoopt toch onduidelijkheid bestaat over het afleiden van ontwerprandvoorwaarden met dit rapport, dan kan er contact worden opgenomen met de Helpdesk Water (www.helpdeskwater.nl).

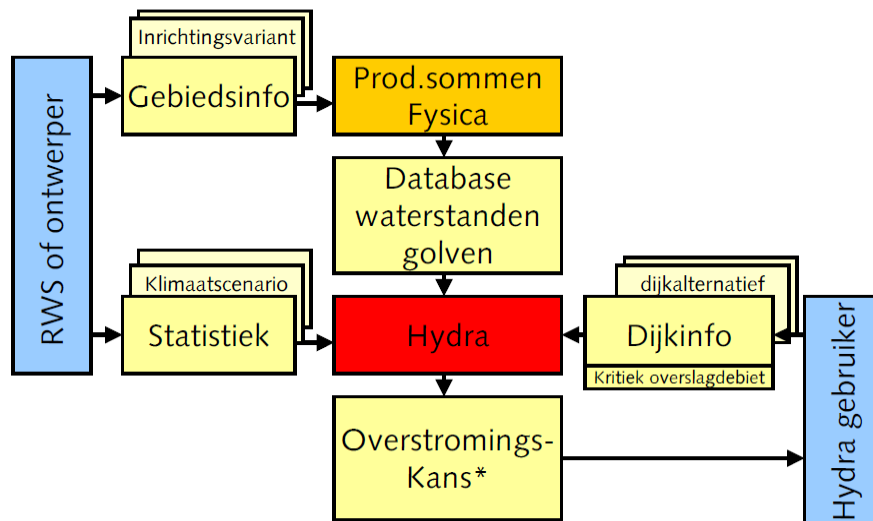
1.6 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft achtereenvolgens de generieke aanpak voor het afleiden van ontwerprandvoorwaarden en de watersysteem specifieke afleiding van (i) hydraulische belastingniveau's (HBN), (ii) ontwerppeilen en (iii) ontwerp golfcondities voor bekledingen. De beschreven aanpak wordt gevat in een recept.

2 Generiek recept voor afleiden ontwerprandvoorwaarden

De afleiding van ontwerprandvoorwaarden is gebaseerd op de afleiding van hydraulische randvoorwaarden die worden gebruikt bij de toetsing van waterkeringen. Figuur 2.1 geeft een weergave van de wijze waarop normaliter ten behoeve van de toetsing de hydraulische randvoorwaarden worden afgeleid. De kern van deze afleiding wordt gevormd door de zogenaamde Hydra-modellen, waarmee op probabilistische wijze de hydraulische randvoorwaarden worden bepaald. Als input voor deze bepaling wordt (verwerkte) gebiedsinformatie, statistiek en dijk informatie gebruikt. Ten behoeve van de toetsing wordt deze input gebaseerd op de situatie geldig voor de toetsperiode: over het algemeen een zichtperiode van 6 à 7 jaar. Voor het ontwerp dient deze input aangepast te worden, zodanig dat de toekomstige situatie wordt beschreven. Dit betekent onder meer dat de statistiek van zeewaterstanden en rivierafvoeren aangepast dient te worden. Dit betekent echter ook dat (indien relevant) de gebiedsinformatie aangepast dient te worden, bijvoorbeeld om Ruimte voor de Rivier maatregelen mee te nemen.

Aspecten zoals verandering van dijkprofiel en wijziging van normfrequentie zijn vaak relevant voor zowel toetsen en het ontwerpen van dijken. Omdat deze informatie lokaal gebonden is, wordt deze informatie niet opgenomen in databases: de gebruiker kan deze informatie bij iedere berekening specificeren. Voor het ontwerp kan dan ook eenvoudig voor een alternatief dijkprofiel of aangepaste normfrequentie worden gekozen.



Figuur 2.1 Weergave van reguliere werkwijze om tot hydraulische randvoorwaarden te komen. *De Hydra's leveren niet direct een overstromingskans

De inhoud van de recepten verschilt voor verschillende belastingtypen (HBN, Ontwerppeil, etc.) en verschillende watersystemen. Over het algemeen kan echter gesteld worden dat de recepten de volgende opbouw hebben:

- 1 Indien relevant en mogelijk, aanpassen statistiek en gebiedsinformatie welke als input dient voor het Hydra-model voor het beschouwde watersysteem.
- 2 Afleiden hydraulische randvoorwaarden met behulp van het Hydra-model voor het beschouwde watersysteem en de aangepaste input.
- 3 Correctie van de hydraulische randvoorwaarden voor klimaatverandering (indien niet reeds in het Hydra-model meegenomen) en gebiedsinformatie welke niet aangepast kunnen worden in het Hydra-model.
- 4 Correctie van de hydraulische randvoorwaarden met een robuustheidstoeslag:

Watersysteem	Parameter	Robuustheidstoeslag 2009	Nieuwe robuustheidstoeslag
Rivieren	Waterstand	+ 0,30m	+ 0,30m
Meren (exclusief Ketelmeer)	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,20m + 10% + 10%	+ 0,40m + 10% + 10%
Ketelmeer	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,20m + 10% + 10%	+ 0,70m + 10% + 10%
Benedenrivieren (Haringvliet en Hollandsch Diep)	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,30m	+ 0,40m + 10% + 10%
Waddenzee en Kust, Westerschelde en Oosterschelde	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,10m + 10% + 10%	+ 0,40m + 10% + 10%

Voor de afleiding van de hydraulische ontwerprandvoorwaarden zijn bij het schrijven van dit rapport de volgende Hydra modellen op aanvraag beschikbaar:

- Kust en estuaria: Hydra-K versie 3.6.5 (met extra opties)
- Zoete wateren (rivieren en meren): Hydra-Zoet versie 1.6.3
- Hollandsche IJssel: Hydra-BS versie 1.2.0

Voor elk van deze Hydra modellen zijn zogenaamde databases fysica beschikbaar waarin de gebiedsinformatie is opgenomen. Standaard worden de Hydra modellen beschikbaar gesteld met de vigerende databases (HR2006) of de concept vernieuwde databases (CR2011). Naast deze databases zijn er ook databases beschikbaar waarin gebiedsingrepen zijn verwerkt, bijvoorbeeld alle Ruimte voor de Rivier ingrepen. Afhankelijk van het watersysteem en de planperiode dient de bijbehorende database te worden opgevraagd en gebruikt in combinatie met het vigerende Hydra model.

In dit rapport wordt per faalmechanisme en per watersysteem een recept gepresenteerd voor het afleiden van hydraulische ontwerprandvoorwaarden.

2.1 Aannames en uitgangspunten

Onderstaand worden de algemeen geldende aannames en uitgangspunten beschreven.

2.1.1 Instrumenten

Er zal, mede ingegeven door de beperkte doorlooptijd, met bestaande (versies van) instrumenten en databases worden gewerkt. Dit betekent ook dat eventuele effecten door verandering van klimaat of omgeving ofwel in de invoer of naderhand als nabewerking moeten worden meegenomen. Onderstaand worden alle benodigde instrumenten waarin in dit rapport naar wordt verwezen opgesomd.

- Hydra-K versie 3.6.5 Extra Opties
- Hydra-Zoet versie 1.6.3
- WindWater versie 2004
- PC-Overslag
- Golfbelasting in havens en afgeschermd gebied
- Fetch
- Fetch2GIS
- Baseline
- Hydra-Zoet databases fysica
 - OI2016_Riv_Rijn_oever_a_v01.mdb
 - OI2016_BenR_Rijndom_oever_a_v01.mdb
 - CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_09_Bretsn_v02.mdb
 - CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_10_Bretsn_v02.mdb
 - CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_53_v02.mdb
 - CR2011_Meer_Veluwerandmeren_oever_c_08-11-45_v02.mdb
 - HR2006_VIJD_Vechtdelta_oever_c_07-09_v01.mdb

De bovengenoemde instrumenten zijn op aanvraag bij Helpdesk Water verkrijgbaar (www.helpdeskwater.nl).

2.1.2 Normen

RWS WVL (2013b) geeft een uitgebreide beschrijving van de verschillen tussen de overschrijdings- en overstromingskansnorm en hoe hiermee om te gaan bij het ontwerpen. Hierbij dient de overstromingskansnorm per faalmechanisme vertaald te worden naar een faalkanseis op doorsnedeniveau, rekening houdend met het lengte effect en de faalkansruimte gereserveerd voor het beschouwde faalmechanisme. Er wordt onderscheid gemaakt tussen golfoverslag en alle andere faalmechanismen, omdat alleen golfoverslag geen gebruik maakt van het ontwerppeil (de waterstand met een overschrijdingskans die getalsmatig overeen komt met de normhoogte). Een nadere toelichting over deze vertaalslag is te vinden in Bijlage B. Meer informatie over verwachte overstromingskansnormen is verkrijgbaar bij de Helpdesk Water (www.helpdeskwater.nl).

2.1.3 Zichtjaar

Het zichtjaar waarvoor de ontwerprandvoorwaarden worden bepaald hangt nauw samen met de levensduur van het ontwerp en daarmee ligt de keuze voor een zichtjaar dus bij de ontwerper (wel kan er een uiterst zichtjaar gedefinieerd worden).

2.1.4 Klimaatscenario

Voor alle projecten wordt het klimaatscenario W+ (KNMI, 2006) gebruikt, dit komt overeen met de Deltascenario's Stoom en Warm (Deltares, 2011).

2.1.5 Robuustheidstoetslag

De robuustheidstoetslag die in dit document wordt aangehouden is een andere dan in het vigerende ontwerpinstrumentarium; nu wordt namelijk naast de modelonzekerheid ook de statistische onzekerheid in de toetslag verdisconteerd (zie Bijlage A).

2.2 Beschikbare sporen voor afleiding ontwerpandvoorwaarden

Voor het afleiden van ontwerpandvoorwaarden in een gegeven zichtjaar zijn twee mogelijke sporen beschikbaar:

- 1 Lineaire interpolatie: Eerst worden de ontwerpandvoorwaarden bepaald in de 2015, 2050 of 2100 (de twee die om het zichtjaar heen liggen). Daarna worden deze lineair geïnterpoleerd naar het zichtjaar¹. De benodigde Hydra-Zoet invoerbestanden voor de jaren 2015, 2050 en 2100 zijn reeks beschikbaar.
- 2 Afleiding in het zichtjaar: de ontwerpandvoorwaarden worden direct voor het gewenste zichtjaar afgeleid. Hierbij dienen Hydra-Zoet invoerbestanden te worden aangepast om deze representatief te maken voor het zichtjaar.

De benodigde invoer voor spoor 1 is samengevat in paragraaf 2.5. Eveneens is daar een kort voorbeeld van spoor 1 uitgewerkt.

2.3 Generieke aanpassingen Hydra-K

Hydra-K is het vigerende toetsinstrument voor harde keringen langs de zoute wateren. Het programma is geschikt voor probabilistische toetsing van deze keringen en het bepalen van Hydraulische Randvoorwaarden bij een bepaalde herhalingstijd. Hierbij worden de faalmechanismen instabiliteit van bekledingen, golfoploop en –overslag. Voor uitleg over de basisfunctionaliteit van Hydra-K, zie HKV (2012c).

Omdat voor het ontwerp van nieuwe waterkeringen, anders dan bij toetsing, het zichtjaar relatief ver in de toekomst ligt, zal er voor het bepalen van ontwerpandvoorwaarden rekening moeten worden gehouden met klimaatverandering (en dus o.a. zeespiegelstijging). Om hiermee te kunnen rekenen is er een aangepaste versie ontwikkeld: Hydra-K versie 3.6.5 Extra Opties. Hierbij kan in het invoerbestand zowel een zeespiegelstijging worden opgegeven als de toetspeilcorrectie (zie onderstaand grijs kader) worden uitgeschakeld (zie Figuur 2.2).

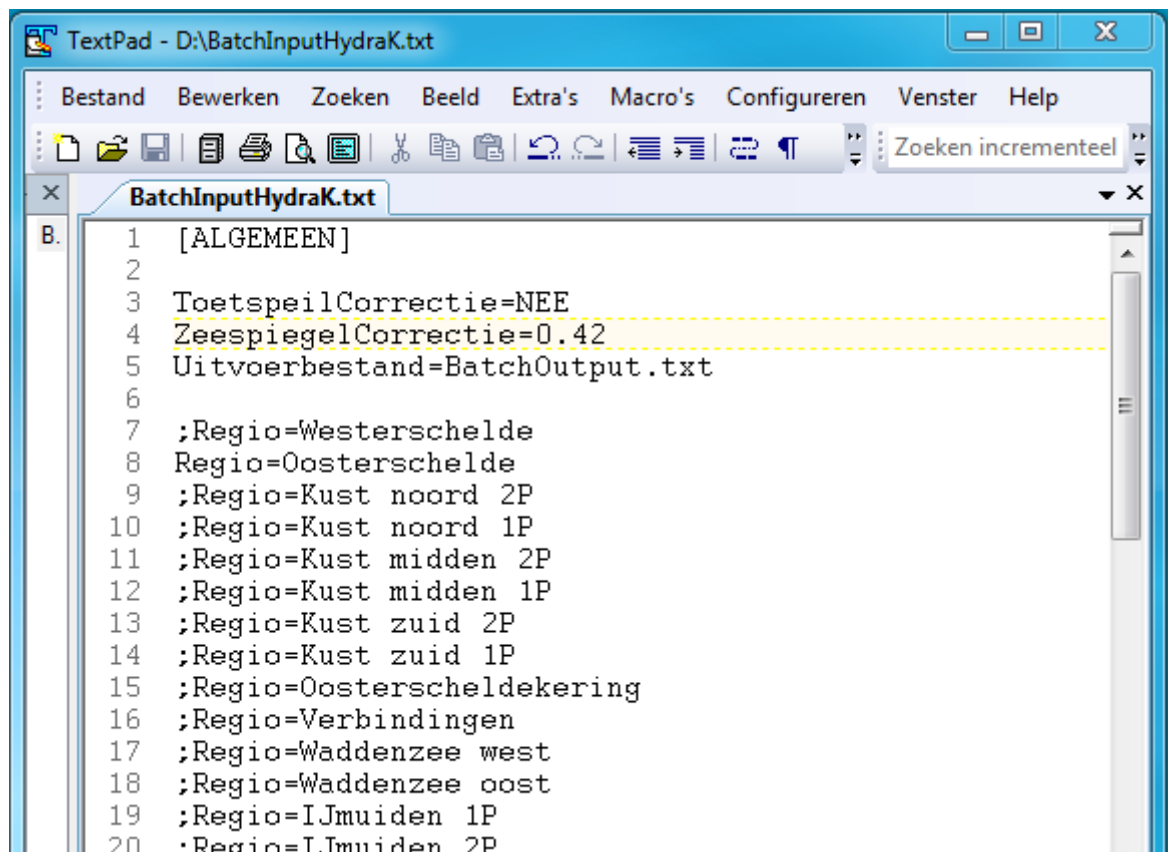
In het kader van HR2006 is ervoor gekozen om de waterstand in de ontwerpberekening en de berekende illustratiepunten (lees: uitvoer van Hydra-K) aan te laten sluiten bij de toetspeilen. Vanwege de verschillen tussen de statistische methoden gebruikt binnen Hydra-K en de afleiding van de toetspeilen, ontstaan er ook verschillen in de berekende waterstanden/toetspeilen. Om ervoor te zorgen dat Hydra-K, omwille van consistentie, hetzelfde toetspeil berekent als volgens de oorspronkelijke toetspeilberekeningen, wordt de statistiek gebruikt in Hydra-K aangepast. Deze aanpassing wordt de toetspeilcorrectie genoemd.

2.3.1 Aanpassen terugkeertijd

Het aanpassen van de normfrequentie bij voor een Hydra-K simulatie in batch modus dient direct in de achterliggende database te gebeuren. Maak daarom eerst een kopie van de

¹ Wanneer het zichtjaar 2015, 2050 of 2100 is dan hoeft er uiteraard geen lineaire interpolatie meer plaats te vinden, en kunnen de resultaten voor dat jaar direct worden gebruikt als ontwerpandvoorwaarden.

database 'profielen.mdb' (aanwezig in de map 'data') en hernoem deze kopie naar 'profielen_origineel.mdb'. Open daarna 'profielen.mdb' en pas voor de beschouwde locaties zowel de 'Terugkeertijd' aan in de tabel 'Terugkeertijden' als de 'Overschrijdingskans' in de tabel 'Locatie' en sla de database op. Vervolgens zal Hydra-K gebruik maken van de nieuwe terugkeertijden en overschrijdingskansen.



Figuur 2.2 Screenshot van een Hydra-K invoerbestand.

2.4 Generieke aanpassingen Hydra-Zoet

Hydra-Zoet is binnen WTI2011 ontwikkeld voor het (semi-)probabilistisch toetsen en afleiden van Hydraulische Randvoorwaarden voor harde keringen langs de zoete wateren. Omdat het zichtjaar bij het bepalen van ontwerprandvoorwaarden relatief ver in de toekomst ligt, zijn verscheidene programma's die invloed hebben op waterstanden en afvoerdebieten (zoals Ruimte voor de Rivier) in het zichtjaar al gerealiseerd. Om de waterbewegingsdatabases te kunnen benutten waarin de effecten van deze maatregelen zijn meegenomen wordt een specifieke versie van het programma gebruikt: Hydra-Zoet versie 1.6.3. Voor uitleg over de basisfunctionaliteit van Hydra-Zoet, zie HKV (2012a, 2012b).

Onderstaand wordt beschreven welke stappen moeten worden doorlopen om de effecten van klimaatscenario's op afvoerdebiet, meerpeil of zeespiegel mee te nemen.

2.4.1 Deltamodel modus²

Om veranderingen in rivierafvoeren en/of meerpeilen mee te kunnen nemen in een Hydra-Zoet berekening moet het programma in Deltamodel modus worden gebruikt, zie HKV (2012b).

2.4.2 Aanpassen rivierafvoer en meerpeil

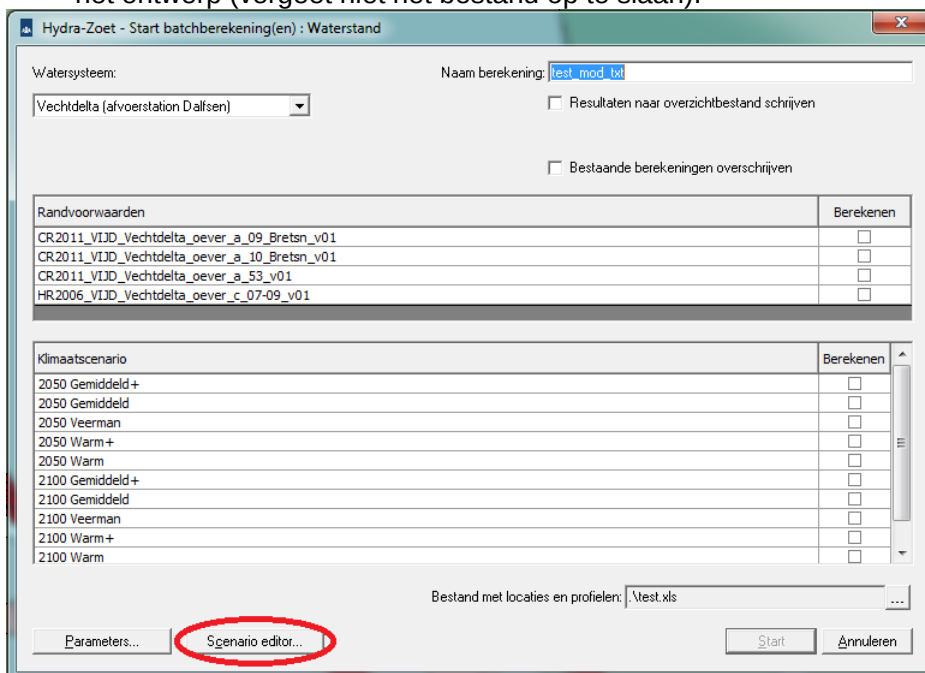
Door ingrepen in het watersysteem of het wijzigen in het beheer kan het nodig zijn om de extremen in de rivierafvoer of het meerpeil in Hydra-Zoet aan te passen. Zoals bovenstaand al is aangegeven kan dit alleen wanneer Hydra-Zoet in Deltamodel modus wordt gebruikt. Voor enkele voorbeelden, zie HKV(2012e).

Rivierafvoer

Ga naar de installatiemap van Hydra-Zoet en navigeer naar het volgende bestand (afhankelijk van het watersysteem horende bij de uit te voeren berekening):

..\data\invoer\{watersysteem}\Ovkans_{watersysteem}_piekafvoer_2050_W+.txt

- Dit bestand bevat piekafvoer debieten gegeven bepaalde overschrijdingskansen. Maak een kopie van dit bestand (in dezelfde map) en geef deze kopie een herkenbare naam.
- Open de kopie met een tekstverwerker. Verander de onderste piekafvoer (met de kleinste overschrijdingskans) naar de eerder bepaalde piekafvoer in het zichtjaar van het ontwerp (vergeet niet het bestand op te slaan).



Figuur 2.3 Screenshot van het scherm 'Start batchberekeningen'.

Nu de piekafvoer aangepast is dient dit aangepaste bestand gebruikt te worden in de berekening.

Ga voor het uitvoeren van de berekening naar het kopje 'Berekening', 'Start batchberekening(en)', 'Scenario editor', 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer',

² In Hydra-Zoet zijn er t.b.v. het Deltamodel een aantal geavanceerde opties beschikbaar gesteld onder de noemer 'Deltamodel modus'. Voor een uitgebreide beschrijving, zie HKV (2012b).

'Bladeren'. Selecteer het nieuw aangemaakte bestand met de piekafvoer in het zichtjaar. Klik op 'Ok' (zie ook Figuur 2.4).

Figuur 2.4 Screenshot van de scenario editor, het opgeven van meerpeilstijging en het instellen van de bestanden met overschrijdingskansen piekafvoer.

Aftoppen rivierafvoer

Wanneer er sprake is van een fysisch limiet aan de rivierafvoer, kan er in Hydra-Zoet een aftopniveau (in m³/s) worden gespecificeerd dat als maximumwaarde wordt gehanteerd. De te hanteren maximumwaarde (behorend bij deltasceario "Stoom en Warm") kan worden overgenomen uit onderstaande tabel.

Zichtjaar	Rijn	Maas	Vecht
2015	16500 m ³ /s	4600 m ³ /s	550 m ³ /s
2050	17000 m ³ /s	4600 m ³ /s	583 m ³ /s
2100	18000 m ³ /s	4600 m ³ /s	629 m ³ /s

- Ga voor het uitvoeren van de berekening naar het kopje 'Berekening', 'Start batchberekening(en)', 'Scenario editor', 'Aftopniveau afvoer'. Vink de checkbox aan en vul het gewenste aftopniveau in. Druk vervolgens op 'Ok'.

Meerpeil

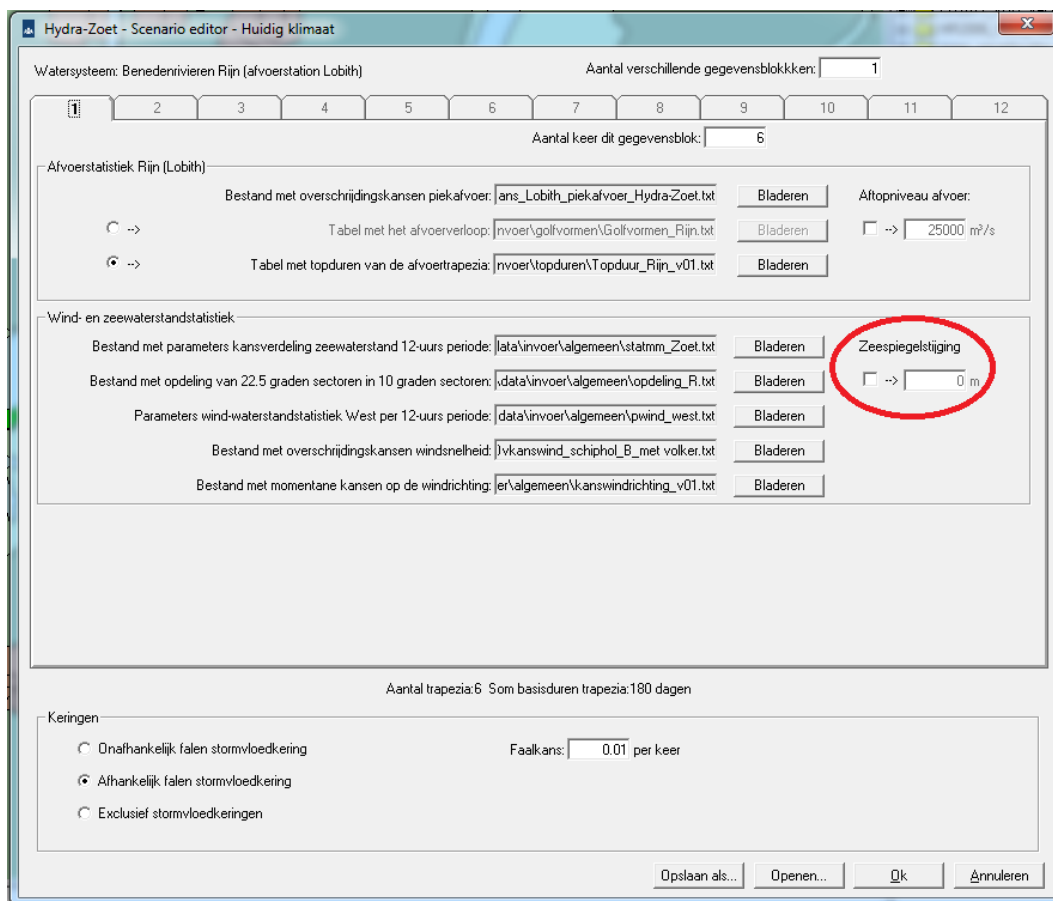
In de scenario editor is een optie opgenomen om een verandering van het meerpeil mee te nemen. Volg hiervoor de volgende stappen:

Ga voor het uitvoeren van de berekening naar het kopje 'Berekening', 'Start batchberekening(en)', 'Scenario editor', 'Meerpeilstijging'. Vink de optie aan en vul de gewenste meerpeilstijging (in meters) in (zie Figuur 2.4).

Zeespiegelstijging

Na het bepalen van de zeespiegelstijging dient deze te worden ingevoerd in de interface.

Ga voor het uitvoeren van de berekening naar het kopje 'Berekening', 'Start batchberekening(en)', 'Scenario editor', 'Zeespiegelstijging'. Vink de optie aan en vul de gewenste zeespiegelstijging (in meters) in (zie Figuur 2.5).



Watersysteem: Benedenrivieren Rijn (afvoerstation Lobith) Aantal verschillende gegevensblokken: 1

Aantal keer dit gegevensblok: 6

Afvoerstatistiek Rijn (Lobith)

Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer: ans_Lobith_piekafvoer_Hydra-Zoet.txt Bladeren Aftopniveau afvoer: 25000 m³/s

Tabel met het afvoerverloop: invoer\golfvormen\Golfvormen_Rijn.txt Bladeren

Tabel met topduren van de afvoertreuzia: invoer\topduren\Topduur_Rijn_v01.txt Bladeren

Wind- en zeevaterstandstatistiek

Bestand met parameters kansverdeling zeevaterstand 12-uurs periode: data\invoer\algemeen\statmm_Zoet.txt Bladeren

Bestand met opdeling van 22.5 graden sectoren in 10 graden sectoren: data\invoer\algemeen\opdeling_Ri.txt Bladeren

Parameters wind-vaterstandstatistiek West per 12-uurs periode: data\invoer\algemeen\pwind_west.txt Bladeren

Bestand met overschrijdingskansen windsnelheid: jvkanswind_schiphof_B_met volker.txt Bladeren

Bestand met momentane kansen op de windrichting: er\algemeen\kanswindrichting_v01.txt Bladeren

Aantal treuzia: 6 Som basisduren treuzia: 180 dagen

Keringen

Onafhankelijk falen stormvloedkering Faalkans: 0.01 per keer

Afhankelijk falen stormvloedkering

Exclusief stormvloedkeringen

Opslaan als... Openen... Ok Annuleren

Figuur 2.5 Screenshot van de Scenario editor waarin de gewenste zeespiegelstijging kan worden ingevoerd.

2.4.3 Ruimte voor de Rivier maatregelen Rijntakken

In de randvoorwaarden database 'rijn_oeverlocaties.mdb' is de invloed van een groot aantal Ruimte voor de Rivier maatregelen meegenomen. Welke maatregelen dit precies betreft is onderstaand opgesomd (voor een beschrijving van de individuele maatregelen, zie <http://www.ruimtevoorderivier.nl/waar-doen-we-dit/projecten/>).

- Dijkteruglegging Lent
- Kribverlaging Waal en langsdammen
- Uiterwaardvergraving Millingerwaard
- Uiterwaardvergraving Munnikenland
- Uiterwaardvergraving Avelingen
- Uiterwaardvergraving Huissensche Waarden
- Uiterwaardvergraving Meinerswijk
- Uiterwaardvergraving Doorwerthsche Waarden
- Uiterwaardvergraving Middelwaard
- Uiterwaardvergraving De Tollewaard
- Obstakelverwijdering Elst
- Dijkverlegging Cortenoever
- Dijkverlegging Voorsterklei
- Uiterwaardvergraving Bolwerksplas, Worp en Ossenwaard
- Uiterwaardvergraving Keizers- en Stobbenwaarden en Olsterwaarden
- Hoogwatergeul Veessen Wapenveld
- Uiterwaardvergraving Scheller en Oldener Buitenwaarden
- Dijkverlegging Westenholte
- Ruimte voor de Rivier IJsseldelta (zomerbedverlaging)

2.5 Instellingen per project

In de onderstaande overzichtstabel wordt per project aangegeven welke instellingen en invoerbestanden gebruikt dienen te worden. De invoer is gegeven voor de zichtjaren 2015, 2050 en 2100. Wanneer het werkelijke zichtjaar van een project tussen deze jaren in ligt, dienen de resultaten (bijv. HBN, waterstand, golfhoogte en -periode) lineair geïnterpoleerd te worden op basis van de twee omliggende zichtjaren. Zie ook het onderstaande *fictieve* voorbeeld:

Voor het project Emanuelpolder moeten het HBN en bijbehorende golf-randvoorwaarden worden afgeleid voor het zichtjaar 2038 op een bepaalde locatie. Hiertoef worden HBN en golf-randvoorwaarden eerst afgeleid voor de jaren 2015 en 2050. Voor 2015 en 2050 wordt het volgende gevonden:

Parameter	2015	2015 corr.	2050	2050 corr.
HBN	7,30 m	7,30 m	9,61 m	9,61 m
h	6,48 m	6,88 m	8,33 m	8,73 m
H _{m0}	4,10 m	4,51 m	6,31 m	6,94 m
T _{m-1,0}	10,30 s	11,33 s	12,67 s	13,94 s
T _p	12,50 s	13,75 s	13,91 s	15,30 s
θ _m	350 °	350 °	25 °	25 °

Nu dient er nog lineair geïnterpoleerd te worden naar het zichtjaar 2038. Dit kan volgens:

$$C_{2038} = C_{2015} + 23(C_{2050} - C_{2015})/35$$

Dit resulteert in de volgende geïnterpoleerde waarden in het zichtjaar:

Parameter	2038
HBN	8,82 m
h	8,10 m
H _{m0}	6,11 m
T _{m-1,0}	13,05 s
T _p	14,77 s
θ _m	13 °

Let op bij lineaire interpolatie van de hoek van golfval, hierbij kan het nodig zijn om met negatieve hoeken te werken om tot het goede antwoorde te komen (in dit voorbeeld door 350 ° te schrijven als -10 °).

Projecten	2015	2050	2100
Zuid-Beveland West Emanuelpolder (zie paragrafen 3.1, 4.1 en 5.1)	ZeespiegelCorrectie = 0 m	ZeespiegelCorrectie = 0,35 m	ZeespiegelCorrectie = 0,85 m
	Alle zichtjaren Robuustheidstoetslag: h +0,40 m H _{m0} +10% T _{m-1,0} +10% T _p +10%	Regio = Westerschelde Toetspeilcorrectie = NEE AutoKappa = Nee Kappa = 50 Afhankelijkheid = Waarnemingen	SelectieWaarnemingen = Hoogste waterstand Faalmechanisme = Golfoverslag (/ Instabiliteit bekleding)
Burghsluis- Schelphoek Boerderij de Ruyter Zierikzee/Bruinisse (zie paragrafen 3.2, 4.2 en 5.2)	ZeespiegelCorrectie = 0 m	ZeespiegelCorrectie = 0,35 m	ZeespiegelCorrectie = 0,85 m
	Alle zichtjaren Robuustheidstoetslagen: h +0,40 m H _{m0} +10% T _{m-1,0} +10% T _p +10% HBN (zie Bijlage D)	Regio = Oosterschelde Toetspeilcorrectie: NEE AutoKappa = Nee Kappa = 50 Afhankelijkheid = Waarnemingen	SelectieWaarnemingen = Hoogste waterstand Faalmechanisme = Golfoverslag
Loswal Hattem en Apeldoorns Kanaal (zie paragrafen 3.3, 4.3 en 5.3)	Afvoer: Ovkans_Lobith_piekafvoer _Hydra-Zoet.txt Aftopniveau Lobith = 16500 m³/s Correctie Reevediep, zie Bijlage B	Afvoer: Ovkans_Lobith_piekafvoer _2050_W+.txt Aftopniveau Lobith = 17000 m³/s Correctie Reevediep, zie Bijlage B	Afvoer: Ovkans_Lobith_piekafvoer _2100_W+.txt Aftopniveau Lobith = 18000 m³/s Correctie Reevediep, zie Bijlage B
	Alle zichtjaren Randvoorwaarden database: OI2016_Riv_Rijn_oever_a_v01.mdb Robuustheidstoetslag: h + 0,30 m		
Dalfsen Zwolle Genemuiden (zie paragrafen 3.4, 4.4 en 5.4)	Peilstijging IJsselmeer = 0 m Afvoer: Ovkans_Vecht_piekafvoer _Hydra-Zoet.txt Aftopniveau Vecht = 550 m³/s	Peilstijging IJsselmeer = 0m Afvoer: Ovkans_Vecht_piekafvoer _2050_W+.txt Aftopniveau Vecht = 583 m³/s	Peilstijging IJsselmeer = 0,5 m Afvoer: Ovkans_Vecht_piekafvoer _2100_W+.txt Aftopniveau Vecht = 629 m³/s
	Alle zichtjaren Randvoorwaarden database: CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_09_Bretsn_v02.mdb, CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_10_Bretsn_v02.mdb, CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_53_v02.mdb Robuustheidstoetslag: h + 0,30 m Correctie invloed Ruimte voor de Vecht op h		

Randmeerdijk Noordoostpolder (zie paragrafen 0, 4.5 en 5.5)r	Peilstijging IJsselmeer = 0 m Afvoer: Ovkans_Vecht_piekafvoer _Hydra-Zoet.txt Aftopniveau Vecht = 550 m ³ /s	Peilstijging IJsselmeer = 0 m Afvoer: Ovkans_Vecht_piekafvoer _2050_W+.txt Aftopniveau Vecht = 583 m ³ /s	Peilstijging IJsselmeer = 0,5 m Afvoer: Ovkans_Vecht_piekafvoer _2100_W+.txt Aftopniveau Vecht = 629 m ³ /s
	Alle zichtjaren Randvoorwaarden database: HR2006_VIJD_Vechtdelta_oever_c_07-09_v01.mdb Robuustheidstoelag: h + 0,40 m H _{m0} +10% T _{m-1,0} +10% T _p +10%		
Randmeerdijk ZZL/DR7 ZZL/DR8 (zie paragrafen 3.6, 4.6 en 5.6)	Peilstijging Veluwerandmeer = 0 m	Peilstijging Veluwerandmeer = 0 m	Peilstijging Veluwerandmeer = 0,50 m
	Alle zichtjaren Randvoorwaarden database: CR2011_Meer_Veluwerandmeren_oever_c_08-11-45_v02.mdb Robuustheidstoelag: h +0,40 m H _{m0} +10% T _{m-1,0} +10% T _p +10%		
Amertak (zie paragrafen 3.7, 4.7 en 5.7)	Zeespiegelstijging = 0 m Afvoer: Ovkans_Lobith_piekafvoer _Hydra-Zoet.txt Aftopniveau Lobith = 16500 m ³ /s	Zeespiegelstijging = 0,35 m Afvoer: Ovkans_Lobith_piekafvoer _2050_W+.txt Aftopniveau Lobith = 17000 m ³ /s	Zeespiegelstijging = 0,85 m Afvoer: Ovkans_Lobith_piekafvoer _2100_W+.txt Aftopniveau Lobith = 18000 m ³ /s
	Alle zichtjaren Randvoorwaarden database: OI2016_BenR_Rijndom_oever_a_v01.mdb Robuustheidstoelag: h +0,20 m H _{m0} +10% T _{m-1,0} +10% T _p +10% HBN -0,10 m		

3 Hydraulisch belasting niveau (HBN)

Met HBN wordt het hydraulisch belasting niveau door golfoverslag bedoeld. Dit is de kruinhoogte die hoort bij de normfrequentie, uitgaande van een maximum overslagdebiet van 1 l/m/s. De waterstand en golfcondities die bij het HBN horen worden vervolgens bij het ontwerpen gebruikt.

Let op: er zijn grote overeenkomsten in de handelingen en berekeningen met Hydra modellen tussen het bepalen van het HBN (beschreven in dit hoofdstuk) en het ontwerppeil (beschreven in hoofdstuk 4).

3.1 Westerschelde

Voor de onderstaande nHWBP projecten langs de Westerschelde begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Zuid Beveland west
- Emanuelpolder



24S Zuid-Beveland west



24AB Emanuelpolder

Figuur 3.1 Kaarten van de projecten Zuid-Beveland west en Emanuelpolder langs de Westerschelde.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken langs de Westerschelde wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen input Hydra-K

- Bepaal de te hanteren norm voor het beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.

- Uitgaande van klimaatscenario W+ en de beoogde levensduur van de versterking kan de mee te nemen zeespiegelstijging worden vastgesteld met Deltares (2011).
- 2 Bepaling HBN met Hydra-K versie 3.6.5 Extra opties (incl. effect zeespiegelstijging)
- Zorg dat de instellingen in BatchInputTemplate.txt overeenkomen met de onderstaande tabel. Let op: de regels in BatchInputTemplate.txt die beginnen met een puntkomma (;) worden genegeerd!
 - Run 'Hydra_K_Batch_V3.6.5.exe', de resultaten worden opgeslagen in 'WesterscheldeOutputOI2014.txt'.

Parameternaam	Waarde
ToetspeilCorrectie	NEE
ZeespiegelCorrectie	[bepalen met scenario W+]
Uitvoerbestand	WesterscheldeOutputOI2014.txt
Regio	Westerschelde
Faalmechanisme	Golfoverslag
AutoKappa	NEE
Kappa	50
Afhankelijkheid	Waarnemingen
SelectieWaarnemingen	Hoogste waterstand

Uit de resultatenfile dienen voor de locaties gelegen bij de projectlocatie de volgende kolommen te worden gebruikt voor het ontwerp:

Waterstand: W_{ln}
 Significante golfhoogte (H_{m0}): H_{sn}
 Gemiddelde golfperiode ($T_{m-1,0}$): $T_{m1,0n}$
 Gemiddelde golfrichting (θ_m): θ_{hn}
 Piek golfperiode (T_p): T_{pn}

3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

Niet noodzakelijk

4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De waterstand en golfcondities horende bij het HBN dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Westerschelde +0,40 m op de waterstand en +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

3.2 Oosterschelde

Voor de onderstaande nHWBP projecten langs de Oosterschelde begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Burghsluis-Schelphoek
- Boerderij de Ruyter
- Zierikzee-Bruinisse



24I Burghsluis-Schelphoek



24J Boerderij de Ruyter

Figuur 3.2 Kaarten van de projecten Burghsluis-Schelphoek en Boerderij de Ruyter langs de Oosterschelde.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken langs de Oosterschelde wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input Hydra-K
 - Bepaal de te hanteren norm voor het beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.
 - Uitgaande van klimaatscenario W+ en de beoogde levensduur van de versterking kan de mee te nemen zeespiegelstijging worden vastgesteld met Deltares (2011).
- 2 Bepaling HBN met Hydra-K versie 3.6.5 Extra opties (incl. effect zeespiegelstijging)
 - Zorg dat de instellingen in BatchInputTemplate.txt overeenkomen met de onderstaande tabel. Let op: de regels in BatchInputTemplate.txt die beginnen met een puntkomma (;) worden genegeerd!
 - Run 'Hydra_K_Batch_V3.6.5.exe', de resultaten worden opgeslagen in 'OosterscheldeOutputOI2014.txt'.

Parameternaam	Waarde
ToetspeilCorrectie	NEE
ZeespiegelCorrectie	[bepalen met scenario W+]
Uitvoerbestand	OosterscheldeOutputOI2014.txt
Regio	Oosterschelde
Faalmecanisme	Golfoverslag
AutoKappa	NEE
Kappa	50
Afhankelijkheid	Waarnemingen
SelectieWaarnemingen	Hoogste waterstand

Uit de resultatenfile dienen voor de locaties gelegen bij de projectlocatie de volgende kolommen te worden gebruikt voor het ontwerp:

Waterstand:	Wln
Significante golfhoogte (H_{m0}):	Hsn
Gemiddelde golfperiode ($T_{m-1,0}$):	Tm1,0n
Gemiddelde golfrichting (θ_m):	Thn
Piekgolfperiode (T_p):	Tpn

3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

Het in stap 2 afgeleide HBN dient gecorrigeerd te worden zodanig dat het HBN met zeespiegelstijging en zonder toetspeilcorrectie niet lager is dan het HBN bepaald zonder zeespiegelstijging en met toetspeilcorrectie. Hiertoe is voor iedere locatie een correctie vastgesteld, welke van toepassing is op het HBN. Deze correctie dient opgeteld te worden bij het in stap 3 bepaalde HBN. De waarde van deze correctie is per uitvoerlocatie te vinden in Bijlage D.

Het additioneel verdisconteren van klimaatverandering is niet noodzakelijk.

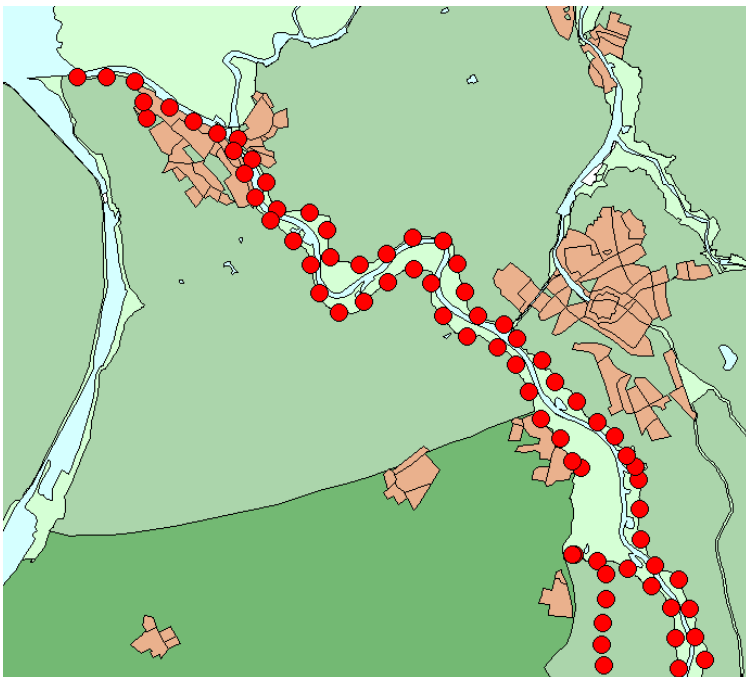
4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De waterstand en golfcondities horende bij het HBN dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Oosterschelde +0,40 m op de waterstand en +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

3.3 IJsseldelta

Voor de onderstaande nHWBP projecten in de IJsseldelta begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Loswal Hattem & Apeldoorns Kanaal

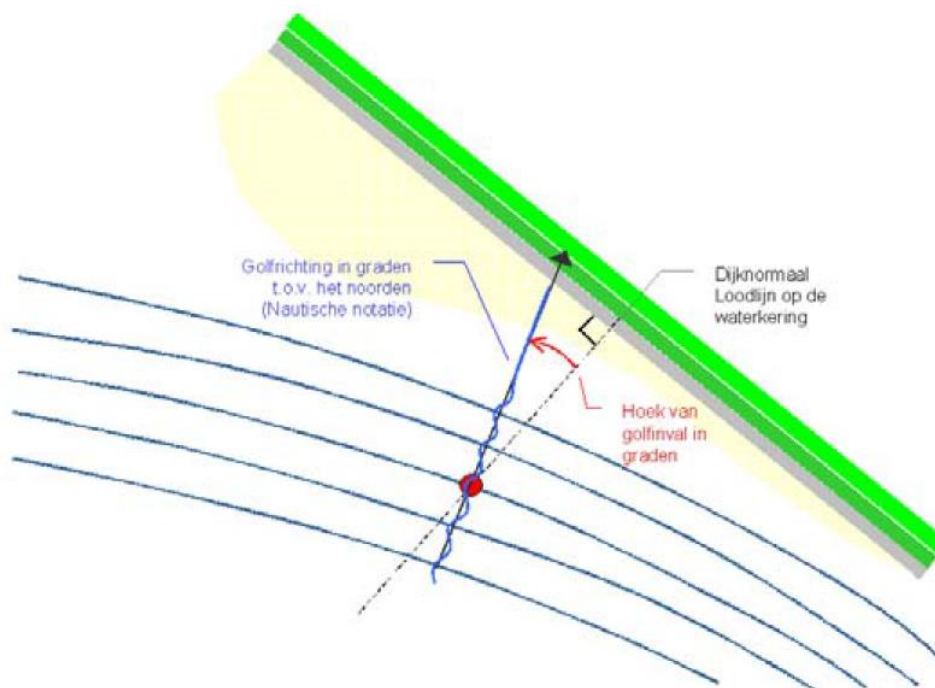


Figuur 3.3 Kaart met randvoorwaardenlocaties in OI2016_Riv_Rijn_oever_a_v01.mdb.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken in de IJsseldelta wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input Hydra-Zoet:
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal verandering in afvoer van de Rijn bij Lobith in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Lobith_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
- 2 Bepaling HBN met Hydra-Zoet (RvR databases en statistiek)
 - Gebruik 'OI2016_Riv_Rijn_oever_a_v01.mdb' als randvoorwaarden database, hierin zijn de effecten van Ruimte voor de Rivier projecten meegenomen.
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
- 3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie:
 - Bepaal invloed van het Reevediep op de waterstand volgens bijlage B en pas deze correctie toe op het HBN.
- 4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De waterstand horende bij het HBN dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de IJsseldelta +0,30 m op de waterstand (zie Bijlage A).

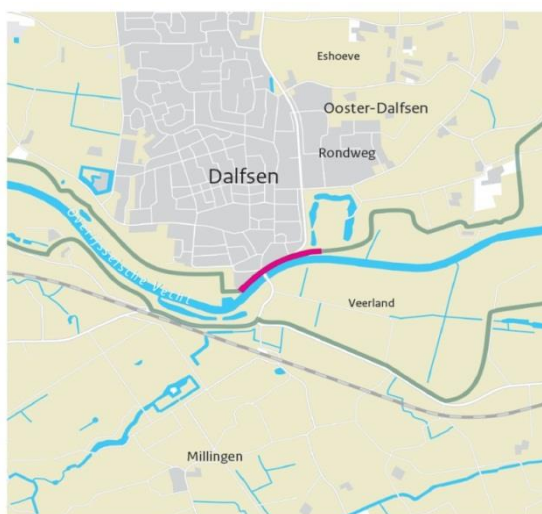


Figuur 3.4 Schematische weergave van de dijknormaal (in graden t.o.v. noord), golfrichting en hoek van golfval, uit Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007). In dit voorbeeld is de oriëntatie van de dijknormaal 225 ($^{\circ}$ N) en de golfrichting in de rode stip 200 ($^{\circ}$ N), de hoek van golfval is 25 graden.

3.4 Vechtdelta

Voor de onderstaande nHWBP projecten in de Vechtdelta begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Dalfsen
- Zwolle
- Genemuiden



15A Dalfsen



15E Zwolle

Figuur 3.5 Kaarten van de projecten Dalfsen en Zwolle in de Vechtdelta.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken in de Vechtdelta wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen input Hydra-Zoet:

- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
- Bepaal verandering in afvoer van de Vecht in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Vecht_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
- Bepaal verandering IJsselmeerpeil in het zichtjaar (na 2050, uitgaande van klimaatscenario W+, zie Figuur 3.8). Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.

2 Bepaling HBN met Hydra-Zoet (gefilterde CR2011 databases en statistiek)

- Gebruik 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_09_Bretsn_v02.mdb', 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_10_Bretsn_v02.mdb' of 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_53_v02.mdb' als randvoorwaarden database.
- Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).

3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

- Er zijn binnen het programma Ruimte voor de Vecht verscheidene projecten die invloed hebben op de waterstanden in de Vecht. Ten tijde van het schrijven van dit rapport is alleen het effect van het Waterpark Vechtvliet bij Dalfsen bekend en deze is verwaarloosbaar (HKV, 2012d). De ontwerper is verantwoordelijk voor het controleren van de laatste stand van zaken rondom effecten van Ruimte voor de Vecht. Let op dat het niet meenemen van Ruimte voor de Vecht effecten conservatief is.

4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De waterstand horende bij het HBN dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Vechtdelta +0,30 m op de waterstand (zie Bijlage A).

3.5 Kadoelermeer

Voor de onderstaande nHWBP projecten aan het Kadoelermeer begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Randmeerdijk Noordoostpolder



27A Randmeerdijk Noordoostpolder

Figuur 3.6 Kaart van het project Randmeerdijk Noordoostpolder aan het Kadoelermeer.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken langs het Kadoelermeer³ wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input HR-C:
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal verandering in afvoer van de Vecht in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkan_Vecht_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil in het zichtjaar (na 2050, uitgaande van klimaatscenario W+, zie Figuur 3.8). Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.
- 2 Bepaling HBN met HR-C (HR2006 databases en statistiek)
 - Gebruik 'HR2006_VIJD_Vechtdelta_oever_c_07-09_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Uitgaande van een huidige meerpeilstatistiek tot 2050
 - Bepaal de effectieve strijklengtes met behulp van Bijlage C.

³ In Hydra-Zoet wordt de Kadoelersluis niet gemodelleerd.

- Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
- 3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie
 - Niet van toepassing.
- 4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De waterstand en golfcondities horende bij het HBN dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in het Kadoelermeer +0,40 m op de waterstand en +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

3.6 Veluwerandmeren

Voor de onderstaande nHWBP projecten aan de Veluwerandmeren begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Randmeerdijk
- ZZL/DR7
- ZZL/DR8



25L Randmeerdijk



27B Randmeerdijk Flevoland

Figuur 3.7 Kaarten van de projecten Randmeerdijk en Randmeerdijk Flevoland aan de Veluwerandmeren.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken langs de Veluwerandmeren wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

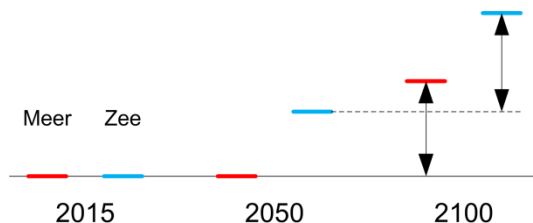
1 Aanpassen input HR-C:

- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
- Bepaal de levensduur van de versterking (maximaal 50 jaar)
- Bepaal verandering IJsselmeerpeil
- Bepaal invloed van veranderd IJsselmeerpeil op het randmeerpeil. Tot 2050 wordt er geen stijging aangenomen in zowel het IJsselmeer als de Veluwerandmeren. Na 2050 wordt aangenomen dat de meerpeilstijging op de Veluwerandmeren gelijk is aan de meerpeilstijging op het IJsselmeer⁴ (zie Figuur 3.8).
- Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.

⁴ Tussen 2050 en 2100 stijgt het meerpeil mee met de zeespiegel, dit betekent dat de verschillen in meerpeil en zeespiegel gelijk zijn. Let op dat de totale zeespiegelstijging en meerpeilstijging t.o.v. het heden wel verschillend zijn.

- 2 Bepaling HBN met HR-C (gefilterde CR2011 databases en statistiek)
 - Gebruik 'CR2011_Meer_Veluwerandmeren_oever_c_08-11-45_v02.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Uitgaande van een huidige meerpeilstatistiek tot 2050
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
- 3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie
 - Niet van toepassing.
- 4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De waterstand en golfcondities horende bij het HBN dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Veluwerandmeren +0,40 m op de waterstand en +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

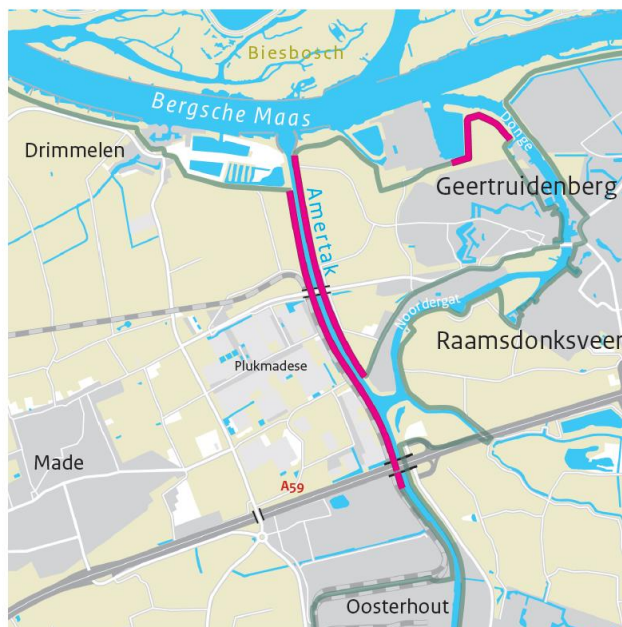


Figuur 3.8 Het meerpeil blijft tot 2050 constant. Pas van 2050 tot 2100 stijgt het meerpeil mee met de zeespiegel. De stijging tussen 2050 en 2100 is dus hetzelfde, maar de totale stijging in 2100 t.o.v. 2015 niet.

3.7 Amertak en Geertruidenberg

Voor de onderstaande nHWBP projecten in de Amertak en bij Geertruidenberg begint de ontwerpprocedure in 2014:

- Amertak



14A Amertak

Figuur 3.9 Kaart van het project Amertak.

Voor de bepaling van het hydraulisch belastingniveau (en geassocieerde waterstands- en golfcondities) voor dijken langs Amertak en bij Geertruidenberg wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen input Hydra-Zoet

- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
- Bepaal de levensduur van de versterking (maximaal 50 jaar)
- Bepaal verandering in afvoer van de Rijn bij Lobith in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Lobith_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
- Bepaal de zeespiegelstijging in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+. Vul de zeespiegelstijging in onder de 'Scenario editor' (zie paragraaf 2.4).

2 Bepaling HBN met Hydra-Zoet en PC-Overslag

- Gebruik 'OI2016_BenR_Rijndom_oever_a_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
- Gebruik voor Geertruidenberg de dichtstbijzijnde beschikbare oeverlocatie.
- Voeg hieraan het betreffende (voorlopig) ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie (behorende bij het te ontwerpen profiel voor Amertak/Geertruidenberg) toe.
- Er wordt aangenomen dat de Amertak geen waterstandsverhang kent, dus de waterstand in het Hydra-Zoet punt in de Bergsche Maas is dezelfde als in de hele Amertak geldt.
- Vertaal de golfparameters van Bergsche Maas naar de Amertak. Gebruik hiervoor 'Golfbelasting in havens en afgeschermd gebied'. Houdt bij Geertruidenberg rekening met de invloed van dammen⁵.
- Gebruik PC-Overslag in combinatie met de hierboven afgeleide waterstand en golfbelasting voor bepaling van het HBN.

3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

- Ten gevolge van de Ruimte voor de Rivier maatregel Waterberging Volkerak-Zoommeer wordt er ten hoogte van de Amertak/Geertruidenberg een waterstandsverlaging gerealiseerd. Deze maatregel is niet meegenomen in de Hydra-Zoet databases dus dient het HBN gecorrigeerd te worden met -0,10 m (RWS RIZA, 2004).

4 Correctie resultaten met robuustheidstoets

De waterstand en golfcondities horende bij het HBN dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoets, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoets voor alle projecten in de Amertak en Geertruidenberg +0,20 m op de waterstand en +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

⁵ Een alternatief voor deze werkwijze is het vullen van een nieuwe Hydra-Zoet database voor de Amertak, zodat de bepaling van de golfbelasting geheel binnen Hydra-Zoet kan worden gedaan.

4 Maatgevende hoogwaterstand (ontwerppeil)

De maatgevende hoogwaterstand is de extreme waterstand die hoort bij de normfrequentie van de waterkering. Deze waterstand wordt onder andere gebruikt bij de berekening van het faalmechanisme macrostabiliteit. Omdat er onderstaand ontwerprandvoorwaarden worden afgeleid zal in het vervolg gesproken worden over het ontwerppeil.

Let op: er zijn grote overeenkomsten in de handelingen en berekeningen met Hydra-modellen tussen het bepalen van het ontwerppeil (beschreven in dit hoofdstuk) en het HBN (beschreven in hoofdstuk 3).

4.1 Westerschelde

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken langs de Westerschelde wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input Hydra-K
 - Bepaal de te hanteren norm voor het beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.
 - Uitgaande van klimaatscenario W+ en de beoogde levensduur van de versterking kan de mee te nemen zeespiegelstijging worden vastgesteld met Deltares (2011).
- 2 Bepaling ontwerppeil met Hydra-K versie 3.6.5 (incl. effect zeespiegelstijging)
 - Zorg dat de instellingen in BatchInputTemplate.txt overeenkomen met de onderstaande tabel. Let op: de regels in BatchInputTemplate.txt die beginnen met een puntkomma (;) worden genegeerd!
 - Run 'Hydra_K_Batch_V3.6.5.exe', de resultaten worden opgeslagen in 'WesterscheldeOutputOI2014.txt'.

Parameternaam	Waarde
ToetspeilCorrectie	NEE
ZeespiegelCorrectie	[bepalen met scenario W+]
Uitvoerbestand	WesterscheldeOutputOI2014.txt
Regio	Westerschelde
Faalmechanisme	Golfoverslag
AutoKappa	NEE
Kappa	50
Afhankelijkheid	Waarnemingen
SelectieWaarnemingen	Hoogste waterstand

Uit de resultatenfile dienen voor de locaties gelegen bij de projectlocatie de volgende kolommen te worden gebruikt voor het ontwerp:
ontwerppeil: NPWI

- 3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie
Niet noodzakelijk

4 Correctie resultaten met robuustheidstoets

Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoets, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoets voor alle projecten in de Westerschelde +0,40 m (zie Bijlage A).

4.2 Oosterschelde



24L Zierikzee/Bruinisse

Figuur 4.1 Kaart van het project Zierikzee/Bruinisse langs de Oosterschelde

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken langs de Oosterschelde wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen input Hydra-K

- Bepaal de te hanteren norm voor het beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.
- Uitgaande van klimaatscenario W+ en de beoogde levensduur van de versterking kan de mee te nemen zeespiegelstijging worden vastgesteld met Deltares (2011).

2 Bepaling ontwerppeil met Hydra-K versie 3.6.5 (incl. effect zeespiegelstijging)

- Zorg dat de instellingen in BatchInputTemplate.txt overeenkomen met de onderstaande tabel. Let op: de regels in BatchInputTemplate.txt die beginnen met een puntkomma (;) worden genegeerd!
- Run 'Hydra_K_Batch_V3.6.5.exe', de resultaten worden opgeslagen in 'OosterscheldeOutputOI2014.txt'.

Parameternaam	Waarde
ToetspeilCorrectie	NEE
ZeespiegelCorrectie	[bepalen met scenario W+]
Uitvoerbestand	OosterscheldeOutputOI2014.txt
Regio	Oosterschelde
Faalmecanisme	Golfoverslag
AutoKappa	NEE
Kappa	50
Afhankelijkheid	Waarnemingen
SelectieWaarnemingen	Hoogste waterstand

Uit de resultatenfile dienen voor de locaties gelegen bij de projectlocatie de volgende kolommen te worden gebruikt voor het ontwerp:
ontwerppeil: NPWI

3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

Het in stap 3 afgeleide ontwerppeil dient gecorrigeerd te worden zodanig dat het HBN zonder zeespiegelstijging en zonder toetspeilcorrectie niet lager is dan het HBN bepaald zonder zeespiegelstijging en met toetspeilcorrectie. Hiertoe is voor iedere locatie een correctie vastgesteld, welke van toepassing is op het ontwerppeil. Deze correctie dient opgeteld te worden bij het in stap 3 bepaalde ontwerppeil. De waarde van deze correctie is per uitvoerlocatie te vinden in Bijlage D.

Het additioneel verdisconteren van klimaatverandering is niet noodzakelijk.

4 Correctie resultaten met robuustheidstoetslag

Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoetslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoetslag voor alle projecten in de Oosterschelde +0,40 m (zie Bijlage A).

4.3 IJsseldelta

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken in de IJsseldelta wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen input Hydra-Zoet

- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
- Bepaal verandering in afvoer van de Rijn bij Lobith in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Lobith_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.

2 Bepaling ontwerppeil met Hydra-Zoet (RvR databases en statistiek)

- Gebruik 'OI2016_Riv_Rijn_oever_a_v01.mdb' als randvoorwaarden database, hierin zijn de effecten van Ruimte voor de Rivier projecten meegenomen.

3 Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijk normaal toe (zie Figuur 3.4).

- 4 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie
 - Bepaal invloed van het Reevediep op de waterstand volgens bijlage B en pas deze correctie toe op het HBN.
- 5 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag
 Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de IJsseldelta +0,30 m.

4.4 Vechtdelta



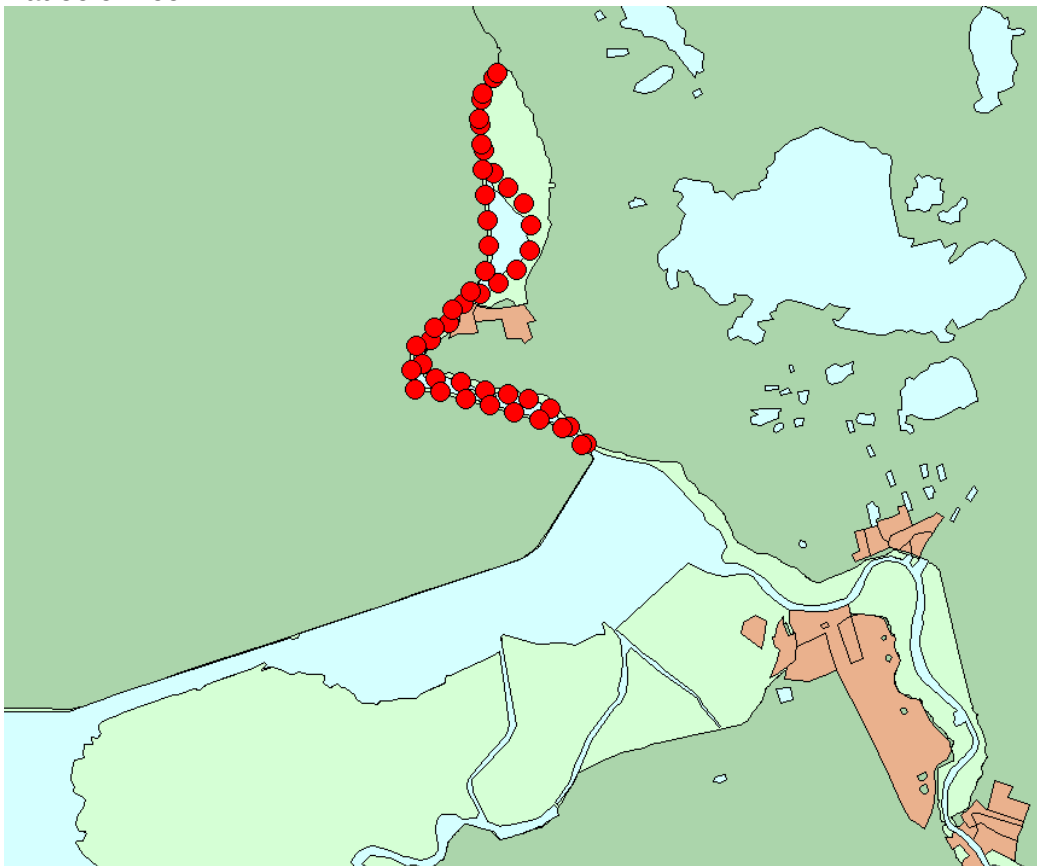
Figuur 4.2 Kaart met randvoorwaardenlocaties in CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_09_Bretsn_v01.mdb.

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken langs de Vechtdelta wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input Hydra-Zoet:
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal verandering in afvoer van de Vecht in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Vecht_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil in het zichtjaar (na 2050, uitgaande van klimaatscenario W+). Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.

- 2 Bepaling ontwerppeil met Hydra-Zoet (gefilterde CR2011 databases en statistiek)
 - Gebruik 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_09_Bretsn_v02.mdb', 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_10_Bretsn_v02.mdb' of 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_53_v02.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
- 3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie
 - Er zijn binnen het programma Ruimte voor de Vecht verscheidene projecten die invloed hebben op de waterstanden in de Vecht. Ten tijde van het schrijven van dit rapport is alleen het effect van het Waterpark Vechtvliet bij Dalfsen bekend en deze is verwaarloosbaar (HKV, 2012d). De ontwerper verantwoordelijk is voor het controleren van de laatste stand van zaken rondom effecten van Ruimte voor de Vecht. Let op dat het niet meenemen van Ruimte voor de Vecht effecten conservatief is.
- 4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag
 Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Vechtdelta +0,30 m (zie Bijlage A).

4.5 Kadoelermeer



Figuur 4.3 Kaart met randvoorwaardenlocaties in HR2006_VIJD_Vechtdelta_oever_c_07-09_v01.mdb.

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken langs het Kadoelermeer wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input HR-C
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal verandering in afvoer van de Vecht in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Vecht_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil in het zichtjaar (na 2050, uitgaande van klimaatscenario W+). Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.
- 2 Bepaling ontwerppeil met HR-C (HR2006 databases en statistiek)
 - Gebruik 'HR2006_VIJD_Vechtdelta_oever_c_07-09_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
- 3 Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
- 4 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie
 - Niet van toepassing
- 5 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag
 Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in het Kadoelermeer +0,40 m (zie Bijlage A).

4.6 Veluwerandmeren



Figuur 4.4 Kaart met randvoorwaardenlocaties in CR2011_Meer_Veluwerandmeren_oever_c_08-11-45_v01.mdb.

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken langs de Veluwerandmeren wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input HR-C
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal de levensduur van de versterking (maximaal 50 jaar)
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil
 - Bepaal invloed van veranderd IJsselmeerpeil op het randmeerpeil. Tot 2050 wordt er geen stijging aangenomen in zowel het IJsselmeer als de Veluwerandmeren. Na 2050 wordt aangenomen dat de meerpeilstijging op de Veluwerandmeren gelijk is aan de meerpeilstijging op het IJsselmeer.
 - Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.
- 2 Bepaling ontwerppeil met HR-C (gefilterde CR2011 databases en statistiek)
 - Gebruik 'CR2011_Meer_Veluwerandmeren_oever_c_08-11-45_v02.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Uitgaande van een huidige meerpeilstatistiek tot 2050
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).

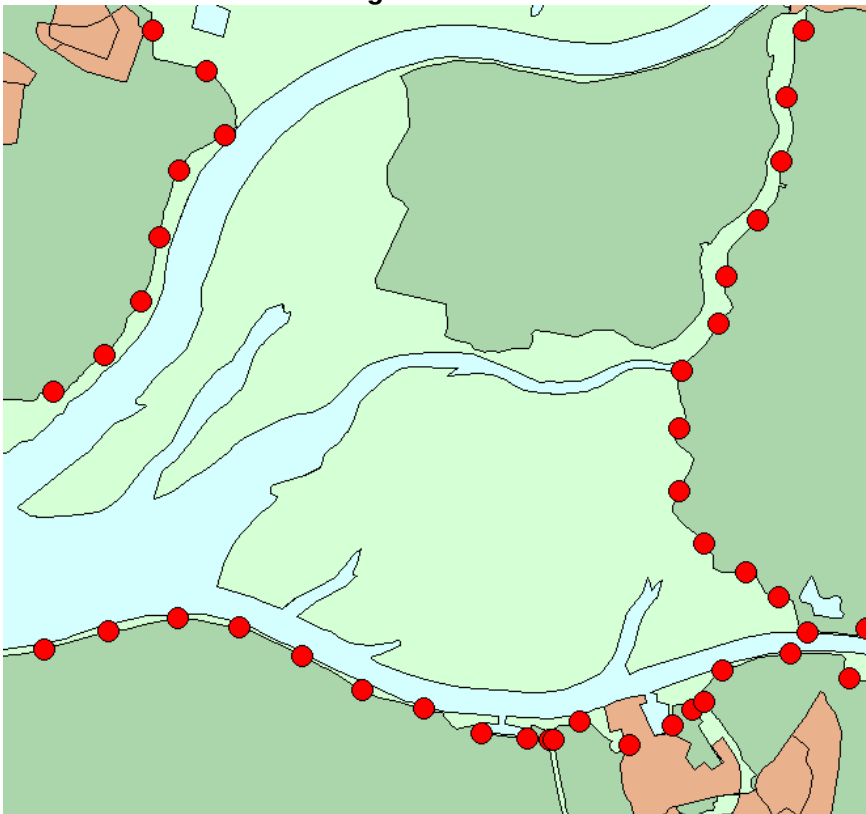
3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

- Niet van toepassing

4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Veluwerandmeren +0,40 m (zie Bijlage A).

4.7 Amertak en Geertruidenberg



Figuur 4.5 Kaart met randvoorwaardenlocaties in OI2016_BenR_Rijndom_oever_a_v01.mdb.

Voor de bepaling van het ontwerppeil voor dijken langs de Amertak en bij Geertruidenberg wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen invoer Hydra-Zoet

- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
- Bepaal de levensduur van de versterking (maximaal 50 jaar)
- Bepaal verandering in afvoer van de Rijn bij Lobith in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Lobith_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
- Bepaal de zeespiegelstijging in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+. Vul de zeespiegelstijging in onder de 'Scenario editor' (zie paragraaf 2.4).

2 Bepaling HBN met Hydra-Zoet

- Gebruik 'OI2016_BenR_Rijndom_oever_a_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
- Voeg hieraan het betreffende (voorlopig) ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie (behorende bij het te ontwerpen profiel voor Amertak/Geertruidenberg) toe.
- Er wordt aangenomen dat de Amertak geen waterstandsverhang kent, dus de het ontwerppeil in het Hydra-Zoet punt in de Amer is dezelfde als in de hele Amertak geldt.

3 Correctie resultaten voor klimaatverandering en gebiedsinformatie

- Ten gevolge van de Ruimte voor de Rivier maatregel Waterberging Volkerak-Zoommeer wordt er ten hoogte van de Amertak/Geertruidenberg een waterstandsverlaging gerealiseerd. Deze maatregel is niet meegenomen in de Hydra-Zoet databases dus dient het HBN gecorrigeerd te worden met -0,10 m (RWS RIZA, 2004).

4 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

Het ontwerppeil dient tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Amertak en Geertruidenberg +0,20 m (zie Bijlage A).

5 Golfcondities voor bekledingen

Voor het ontwerp van een voldoende sterke en stabiele bekleding ontwerpen is kennis van de verwachte golfbelasting bij de normfrequentie benodigd. Omdat deze normbelasting varieert met de waterstand (en de hoogste waterstand niet per definitie het maatgevende geval betreft) worden de golfcondities voor bekledingen bepaald voor een bepaald bereik aan waterstanden. Hierna wordt pas duidelijk welke combinatie van waterstand en golfcondities maatgevend is.



Figuur 5.1 Schematische weergave instabiliteit van bekleding, uit Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007)

5.1 Westerschelde

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen langs de Westerschelde wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input Hydra-K
 - Bepaal de te hanteren norm voor het beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.
 - Uitgaande van klimaatscenario W+ en de beoogde levensduur van de versterking kan de mee te nemen zeespiegelstijging worden vastgesteld met Deltares (2011).
- 2 Bepaling golfcondities met Hydra-K versie 3.6.5 (incl. effect zeespiegelstijging)
 - Zorg dat de instellingen in BatchInputTemplate.txt overeenkomen met de onderstaande tabel. Let op: de regels in BatchInputTemplate.txt die beginnen met een puntkomma (;) worden genegeerd!
 - Run 'Hydra_K_Batch_V3.6.5.exe', de resultaten worden opgeslagen in 'WesterscheldeOutputOI2014.txt'.

Parameternaam	Waarde
ToetspeilCorrectie	NEE
ZeespiegelCorrectie	[bepalen met scenario W+]
Uitvoerbestand	WesterscheldeOutputOI2014.txt
Regio	Westerschelde
Faalmechanisme	instabiliteit bekleding
BekledingenWaterstandOndergrens	2
BekledingenWaterstandStapGrootte	0.5
BekledingenWaterstandBovengrens	6.65
Type	[selecteer type bekleding]
AutoKappa	NEE
Kappa	50
Afhankelijkheid	Waarnemingen
SelectieWaarnemingen	Hoogste waterstand

Uit de resultatenfile dienen voor de locaties gelegen bij de projectlocatie de volgende kolommen te worden gebruikt voor het ontwerp:

Waterstand:	Wln
Golfhoogte (H_{m0}):	Hsn
Golfperiode ($T_{m-1,0}$):	Tm1,0n
Golfrichting (θ_m):	Thn
Piekgolfperiode (T_p):	Tpn

Merk op dat de resultaten worden gegeven per beschouwde waterstand. Selecteer de golfcondities voor de van toepassing zijnde waterstanden.

3 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De golfcondities dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Westerschelde +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

5.2 Oosterschelde

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen langs de Oosterschelde wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

Merk op dat het uitrekenen van golfbelasting op bekledingen voor de Oosterschelde niet is geïmplementeerd in Hydra-K. Daarom is hierbij het programma WindWater nodig, en zijn er dus significante verschillen met de bepaling van golfcondities voor bekledingen voor de Westerschelde (paragraaf 5.1). Dit zorgt er tevens voor de eerste twee onderstaande stappen overeenkomen met de bepaling van het hydraulisch belasting niveau voor de Oosterschelde (beschreven in paragraaf 3.2).

1 Aanpassen input Hydra-K

- Bepaal de te hanteren norm voor het beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in paragraaf 2.3.1.
- Uitgaande van klimaatscenario W+ en de beoogde levensduur van de versterking kan de mee te nemen zeespiegelstijging worden vastgesteld met Deltares (2011).

2 Bepaling golfcondities met Hydra-K versie 3.6.5 (incl. effect zeespiegelstijging)

- Zorg dat de instellingen in BatchInputTemplate.txt overeenkomen met de onderstaande tabel. Let op: de regels in BatchInputTemplate.txt die beginnen met een puntkomma (;) worden genegeerd!
- Run 'Hydra_K_Batch_V3.6.5.exe', de resultaten worden opgeslagen in 'OosterscheldeOutputOI2014.txt'.

Parameternaam	Waarde
ToetspeilCorrectie	NEE
ZeespiegelCorrectie	[bepalen met scenario W+]
Uitvoerbestand	OosterscheldeOutputOI2014.txt
Regio	Oosterschelde
Faalmechanisme	Golfoverslag
AutoKappa	NEE
Kappa	50
Afhankelijkheid	Waarnemingen
SelectieWaarnemingen	Hoogste waterstand

Uit de resultatenfile dienen voor de locaties gelegen bij de projectlocatie de volgende kolommen te worden gebruikt voor het ontwerp:

HBN: resultaat

3 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

Het ontwerppeil dient gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag op het ontwerppeil voor alle projecten in de Oosterschelde +0,40 m (zie Bijlage A).

4 Golfcondities voor bekledingen met WindWater

- Voer het HBN in als 'maximale waterstand' in WindWater.
- Voer een berekening uit voor de drie verschillende belastingfuncties (z_1 , z_2 en z_3) voor de waterstanden 2 tot en met 4 m +NAP, met stappen van 0,5 m. Schakel hierbij de reductiefactor ten gevolge van golfinvalshoek, $\gamma(\beta)$, uit.
- De resulterende waarden van de belastingfuncties worden per dijkvak gegroepeerd, en kunnen worden gebruikt voor het ontwerp van de steenbekleding.
- Corrigeer de uiteindelijke golfcondities met een robuustheidstoeslag; voor alle projecten in de Oosterschelde +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

5.3 IJsseldelta

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen in de IJsseldelta wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

1 Aanpassen input Hydra-Zoet

- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
- Bepaal verandering in afvoer van de Rijn bij Lobith in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Lobith_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.

2 Bepaling 'Golfcondities bekledingen' met Hydra-Zoet (WTI2011 databases en statistiek)

- Gebruik 'OI2016_Riv_Rijn_oever_a_v01.mdb' als randvoorwaarden database, hierin zijn de effecten van Ruimte voor de Rivier projecten meegenomen.

- Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
 - Reken met laagste waterstand 0 m +NAP, hoogste waterstand gelijk aan het lokale toetspeil⁶ en een stapgrootte van 0,5 m.
- 3 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag
 Voor projecten in de IJsseldelta is geen robuustheidstoeslag op golfhoogte of –periode van toepassing.

5.4 Vechtdelta



15D Genemuiden

Figuur 5.2 Kaart van het project Genemuiden in de Vechtdelta.

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen in de Vechtdelta wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input Hydra-Zoet:
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal verandering in afvoer van de Vecht in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Vecht_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil in het zichtjaar (na 2050, uitgaande van klimaatscenario W+). Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.

⁶ Voor waterstanden boven toetspeil kunnen nog steeds golven optreden. Echter, de kans van overschrijden van een waterstand boven toetspeil is kleiner dan de normfrequentie

- 2 Bepaling 'Golfcondities bekledingen' met Hydra-Zoet (gefilterde CR2011 databases en statistiek)
 - Gebruik 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_09_Bretsn_v02.mdb', 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_10_Bretsn_v02.mdb' of 'CR2011_VIJD_Vechtdelta_oever_a_53_v02.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
 - Reken met laagste waterstand 0 m +NAP, hoogste waterstand gelijk aan het lokale toetspeil en een stapgrootte van 0,5 m.
- 3 Correctie resultaten met robuustheidstoets
Voor projecten in de IJsseldelta is geen robuustheidstoets op golfhoogte of –periode van toepassing (zie Bijlage A).

5.5 Kadoelermeer

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen aan het Kadoelermeer wordt onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input HR-C
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal verandering in afvoer van de Vecht in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Vecht_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil in het zichtjaar (na 2050, uitgaande van klimaatscenario W+). Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.
- 2 Bepaling 'Golfcondities bekledingen' met HR-C (HR2006 databases en statistiek)
 - Gebruik 'HR2006_VIJD_Vechtdelta_oever_c_07-09_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
 - Bepaal de effectieve strijklengtes met behulp van Bijlage C.
 - Reken met laagste waterstand -1 m +NAP, hoogste waterstand gelijk aan het lokale toetspeil en een stapgrootte van 0,5 m.
- 3 Correctie resultaten met robuustheidstoets
De golfcondities dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoets, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoets voor alle projecten in het Kadoelermeer +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

5.6 Veluwerandmeren

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen aan de Veluwerandmeren wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen input HR-C
 - Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).

- Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal de levensduur van de versterking (maximaal 50 jaar)
 - Bepaal verandering IJsselmeerpeil
 - Bepaal invloed van veranderd IJsselmeerpeil op het randmeerpeil. Tot 2050 wordt er geen stijging aangenomen in zowel het IJsselmeer als de Veluwerandmeren. Na 2050 wordt aangenomen dat de meerpeilstijging op de Veluwerandmeren gelijk is aan de meerpeilstijging op het IJsselmeer.
 - Pas de meerpeilstijging toe zoals beschreven in paragraaf 2.4.
- 2 Bepaling 'Golfcondities bekledingen' met HR-C(gefilterde CR2011 databases en statistiek)
- Gebruik 'CR2011_Meer_Veluwerandmeren_oever_c_08-11-45_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
 - Reken met laagste waterstand -2 m +NAP, hoogste waterstand gelijk aan het lokale toetspeil en een stapgrootte van 0,5 m.
- 3 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag
- De golfcondities dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Veluwerandmeren +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

5.7 Amertak en Geertruidenberg

Voor de bepaling van golfcondities voor bekledingen aan de Amertak en bij Geertruidenberg wordt het onderstaande stappenplan aanbevolen. Kies hierbij uit één van de twee sporen beschreven in paragraaf 2.2. Wanneer voor het spoor lineaire interpolatie wordt gekozen dienen de invoergegevens gehanteerd te worden zoals gespecificeerd in paragraaf 2.5.

- 1 Aanpassen invoer Hydra-Zoet
- Start Hydra-Zoet op in Deltamodel modus (zie paragraaf 2.4).
 - Bepaal de te hanteren norm voor de beschouwde locaties (zie paragraaf 2.1.2). Voer deze in zoals beschreven in HKV (2012a).
 - Bepaal de levensduur van de versterking (maximaal 50 jaar)
 - Bepaal verandering in afvoer van de Rijn bij Lobith in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+ (Deltares, 2011). Pas het 'Bestand met overschrijdingskansen piekafvoer' aan met de afgeleide afvoer (zie paragraaf 2.4), sla het nieuwe bestand op als *Ovkans_Lobith_piekafvoer_{zichtjaar}_W+.txt*.
 - Bepaal de zeespiegelstijging in het zichtjaar, uitgaande van klimaatscenario W+. Vul de zeespiegelstijging in onder de 'Scenario editor' (zie paragraaf 2.4).
- 2 Bepaling 'Golfcondities bekledingen' met Hydra-Zoet (WTI2011 databases en statistiek)
- Gebruik 'OI2016_BenR_Rijndom_oever_a_v01.mdb' als randvoorwaarden database.
 - Voeg hieraan het betreffende ontwerpprofiel en bijbehorende oriëntatie van de dijknormaal toe (zie Figuur 3.4).
 - Reken met laagste waterstand 0 m +NAP, hoogste waterstand gelijk aan het lokale toetspeil en een stapgrootte van 0,5 m.
 - Vertaal de golfcondities van de gebruikte oeverlocatie naar de eigenlijke locatie met behulp van het instrument 'Golfbelasting in havens en afgeschermd gebied'.

3 Correctie resultaten met robuustheidstoeslag

De golfcondities dienen tot slot gecorrigeerd te worden met een robuustheidstoeslag, waarmee de invloed van kennisonzekerheden (model en statistische onzekerheden) verdisconteerd wordt. In dit geval bedraagt de robuustheidstoeslag voor alle projecten in de Amertak en Geertruidenberg +10% op zowel golfhoogte als -periode (zie Bijlage A).

6 Referenties

Deltares, 2011. Deltascenario's: Verkenning van mogelijke fysieke en sociaaleconomische ontwikkelingen in de 21^{ste} eeuw op basis van KNMI'06 en WLO-scenario's, voor gebruik in Deltaprogramma 2011-2012. Projectnummer 1204151.002

Deltares, 2013a. Effect statistische en modelonzekerheid op de hydraulische randvoorwaarden. Memo 1207805-003-ZWS-0002

Deltares, 2013b. Doelbereik innovatieve dijkconcepten DP Wadden. Rapport 1207459-002-ZKS-0002

HKV, 2002. FETCH, Programma voor het berekenen van effectieve strijklengtes. PR559

HKV, 2010. Effect onzekerheden op de hydraulische randvoorwaarden.

HKV, 2012a. Hydra-Zoet Gebruikershandleiding – versie 1.6. PR1564

HKV, 2012b. Hydra-Zoet Handleiding geavanceerde gebruikers – versie 1.6. PR1564

HKV, 2012c. Hydra-K versie 3.6.5 Gebruikershandleiding Productieversie WTI-2011. PR1564

HKV, 2012d. Waterpark Vechtvliet – Hydraulische toetsing. PR2336.10

HKV, 2012e. Mogelijke Deltascenario's voor Hydra-Zoet: per scenario bepalen van statistische invoerfiles en berekenen van waterstanden. PR2447.10

KNMI, 2006. KNMI Climate Change Scenarios 2006 for the Netherlands. KNMI Scientific Report WR 2006-01

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. Voorschrift Toetsen op Veiligheid Primaire Waterkeringen (VTV2006).

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. Hydraulische Randvoorwaarden primaire waterkeringen (HR2006).

Oranjewoud, 2009. IJsseldelta-Zuid – Besluit Milieueffectrapportage ten behoeve van de procedure voorontwerp bestemmingsplan gemeente Kampen. Projectnummer 1907-184783

Rijkswaterstaat RIZA, 2004. Verdiepingsslag Volkerak-Zoommeer – Ruimte voor de Rivier. RIZA werkdocument 2004.123x

Rijkswaterstaat WVL, Deltares & projectbureau VNK2, 2013a. Handreiking ontwerpen met overstromingskansen.

Rijkswaterstaat WVL, Deltares & projectbureau VNK2, 2013b. Achtergrondrapport Ontwerpinstrumentarium 2014.

WL | Delft Hydraulics & Witteveen + Bos, 2005. Productieberekeningen Hydraulische Randvoorwaarden 2006 - IJburg en de Eem. Hoofdrapport Q4008

A Robuustheidstoeslag

Ten behoeve van het nHWBP wordt gewerkt aan een Ontwerp Instrumentarium, waarmee ontwerpen kunnen worden gemaakt op basis van de laatste inzichten in belastingen en sterkte. Het ontwikkelen van een dergelijk ontwerpinstrumentarium kent een lange doorlooptijd, waardoor het niet tijdig beschikbaar is voor projecten welke in het kader van nHWBP in 2014 worden uitgevoerd. Om voor de projecten in 2014 toch de beschikking te hebben over een ontwerpinstrumentarium is besloten een korte termijn ontwerp instrumentarium (OI2014) op te stellen. Dit OI2014 komt tot stand door in een beperkte inspanning de reeds beschikbare instrumenten uit WTI2011 en WTI2017 te verzamelen.

Ten behoeve van de belastingen in het OI2014 is voorgesteld om “recepten” op te stellen voor de watersystemen waar in 2014 ontwerpen dienen te worden gemaakt. De recepten geven aan op welke wijze en met welke middelen de hydraulische randvoorwaarden kunnen worden afgeleid. Dit kan vervolgens worden gecombineerd met de recepten ten aanzien van de sterkteberekeningen zodanig dat een robuust ontwerp gemaakt kan worden.

Onderdeel van het recept voor het afleiden van hydraulische randvoorwaarden is het toepassen van een robuustheidstoeslag en het in rekening brengen van klimaatverandering (zeespiegelstijging en/of toename rivierafvoer). Van oudsher wordt de robuustheidstoeslag gehanteerd om modelonzekerheden te verdisconteren. In het kader van WTI2017 wordt echter overwogen om zowel modelonzekerheden als statistische onzekerheden als onderdeel van de hydraulische belastingen mee te nemen. Hierdoor ontstaan na uitwerking van WTI2017 mogelijk zwaardere hydraulische randvoorwaarden, welke in het meest extreme geval zouden kunnen leiden tot een vroegtijdig afkeuren van dijkontwerpen gemaakt in het kader van nHWBP.

Deze bijlage gaat achtereenvolgens in op de huidige robuustheidstoeslagen, de beoogde veranderingen in het kader van WTI2017 en geeft een voorstel voor de wijze waarop in het kader van OI2014 omgegaan kan worden met robuustheidstoeslagen en onzekerheden.

Huidige robuustheidstoeslag voor HR

Voor het ontwerp van dijken wordt in de huidige praktijk gebruik gemaakt van de vigerende Hydraulische Randvoorwaarden (HR2006) aangevuld met de addenda leidraad zee- en meerdijken en leidraad Rivieren, voor de zwakke schakels waren dit brieven). Sinds kort worden voor de Waddenzee ook de CR2011 geleverd. De laatste vooral als duidelijk is dat de hydraulische randvoorwaarden in de toekomst gaan veranderen als gevolg van verbeterde kennis. Vervolgens wordt het effect van klimaatverandering gedurende de planperiode (zeespiegelstijging en/of toename rivierafvoer) verdisconteerd bij de hydraulische randvoorwaarden. Voor eenvoudige watersystemen wordt deze verdiscontering achteraf gedaan, voor meer complexe systemen (bijvoorbeeld Waddenzee) wordt deze verdiscontering binnen de probabilistische omgeving gerealiseerd. Dat laatste is relevant als de invloed van zeespiegelstijging en/of toename van rivierafvoer doorwerkt in andere belastingvariabelen zoals de golfhoogte.

Tot slot wordt voor het ontwerp een robuustheidstoeslag toegevoegd. Deze robuustheidstoeslag is watersysteem afhankelijk en vastgesteld in 2009. De toeslag corrigeert de hydraulische belastingen voor modelonzekerheden. Onder modelonzekerheden wordt verstaan de onzekerheid in de voorspelkracht van het gehanteerde model: bijvoorbeeld de onzekerheid in de voorspelde waterstanden als gevolg van de onzekerheid in modellering van ruwheden. Onder modelonzekerheden wordt niet de onzekerheid in de gefitte kansverdelingen verstaan: dat wordt statistische onzekerheid genoemd. De modelonzekerheden verschillen per watersysteem, waardoor ook de robuustheidstoeslag per watersysteem verschilt. Voor het ontwerp van waterkeringen is sinds 2009 de onderstaande tabel met robuustheidstoeslagen beschikbaar.

Watersysteem	Parameter	Robuustheidstoeslag	Referentie
Rivieren	Waterstand	+ 0,30m	Leidraad Rivieren 2008
Meren	Waterstand golfhoogte ($H_{m,0}$) golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+0,20m +10% + 10%	Addendum op Leidraad Zee- en meerdijken voor meren, 2009 (Waterdienst). Bevestigd door ENW in brief 19 januari 2009 (brief ENW- kerngroep aan DGRW)
Waddenzee en Kust, Afsluitdijk	Waterstand golfhoogte ($H_{m,0}$) golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+0,10m +10% + 10%	Brief van den Hark (RWS, DIJ), apr 2010 ENW brief Ameland, 2007 en brief Bijlsma aug 2010 (Waterdienst)

Tabel A.1 Robuustheidstoeslagen zoals vastgesteld in 2009

De consequenties van de bovengenoemde robuustheidstoeslag voor benodigde kruinhoogte (faalmechanisme overslag) zijn voor de verschillende watersystemen nader in beeld gebracht. Hierbij is op basis van resultaten van WTI2011 de extra benodigde kruinhoogte (golfoverslag) bepaald indien de waterstand en golfcondities worden verhoogd conform Tabel A.1. Het resultaat van deze analyse is weergegeven in Tabel A.1. De figuur laat zien dat de effecten van de robuustheidstoeslag variëren van 0.1 tot ruim 1.0 meter. Deze variatie wordt voornamelijk veroorzaakt door de bijdrage van golfcondities aan de benodigde kruinhoogte: waar deze groot is, is ook het effect van 10% verzwaring van de golfcondities sterk.



Figuur A.1 Effect robuustheidstoetslag op benodigde kruinhoogte (in meters) voor het faalmechanisme golfoverslag.

Ontwikkelingen WTI2017

Incorporatie van onzekerheden in WTI2017

In het kader van WTI2017 wordt de overstap gemaakt van een overschrijdingskansbenadering naar een overstromingskansbenadering. Als onderdeel van deze overstap dienen de onzekerheden in belastingen en sterkte expliciet te worden meegenomen. Hoewel een deel van de onzekerheden reeds impliciet onderdeel uitmaakten van de belasting en sterkteformuleringen is de verwachting dat het toevoegen van onzekerheden leidt tot een verzwaring van de hydraulische randvoorwaarden (meer specifiek: minder gunstig toetsoordeel).

In het kader van WTI2017 is nog niet het besluit genomen of en zo ja welke onzekerheden meegenomen dienen te worden in het belastingmodel⁷. Vooralsnog zijn er de volgende opties:

- 1 Niet meenemen van onzekerheden: HR zullen dan (per herhalingstijd) vergelijkbaar blijven met WTI2011
- 2 Wel meenemen van onzekerheden: HR zullen dan (per herhalingstijd) waarschijnlijk gaan toenemen, afhankelijk van de keuze:
 - Meenemen van zowel statistische als modelonzekerheden (samengevat: kennisonzekerheden)
 - Meenemen van alleen statistische onzekerheid
 - Meenemen van alleen modelonzekerheden

⁷Merk op dat we in het kader van deze studie alleen spreken over modelonzekerheid en statistische onzekerheid. De onzekerheid als gevolg van keuzen in bijvoorbeeld het probabilistische model worden niet meegenomen.

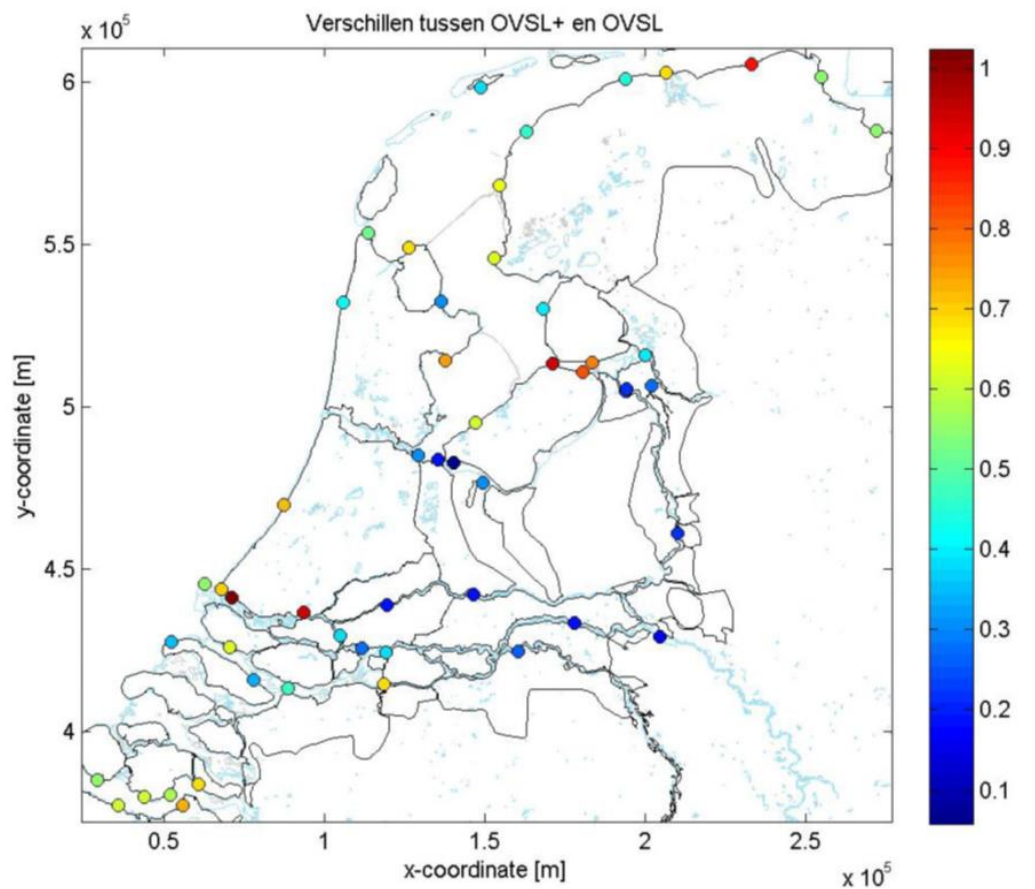
Consequenties meenemen statistische en modelonzekerheid in WTl2017

Het meenemen van zowel statistische als modelonzekerheid (welke in deze bijlage samengevat worden als kennisonzekerheid) zal leiden tot een toename van de benodigde kruinhoogte. In het kader van SBW (Sterkte en Belastingen Waterkeringen) onderzoek is al enkele malen onderzocht wat de consequenties zijn van het meenemen van kennisonzekerheden. In Figuur A.2, afkomstig uit HKV (2010), is het effect van het meenemen van kennisonzekerheid op de benodigde kruinhoogte gepresenteerd voor het faalmechanisme overslag. Let op: dit hierin is de onzekerheid dus uitgeïntegreerd.

Figuur A.2 laat zien dat de invloed van het meenemen van kennisonzekerheid een significant effect kan hebben op de benodigde kruinhoogte (gebaseerd op faalmechanisme golfoverslag). Merk op dat er twijfels zijn ten aanzien van de gepresenteerde effecten voor locaties nabij stormvloedkeringen (Maeslantkering). Echter, zelfs zonder deze locaties is de invloed van de kennisonzekerheid relatief groot. Zo geldt bijvoorbeeld voor de Westerschelde dat de verdiscontering van kennisonzekerheid tot een toename van de benodigde kruinhoogte leidt van orde 0,6 meter. Hetzelfde geldt voor locaties langs de kust en in de Waddenzee en in het Ketelmeer. De oorzaak voor deze grote effecten van het verdisconteren van kennisonzekerheid is de statistische onzekerheid van de zeewaterstand: deze is erg groot en vertaalt bijna 1 op 1 door in een extra benodigde kruinhoogte.

Figuur A.3 laat zien wat het effect van het meenemen van kennisonzekerheid is op de maatgevende hoogwaterstand (MHW). Te zien is dat dit effect over het algemeen beperkt blijft tot orde 0.3 meter. Echter, voor locaties in de meren en de zoute wateren is het effect lokaal groter. Dit wordt veroorzaakt door de invloed van de statistische onzekerheid in de waterstand op de MHW: juist voor deze gebieden is deze statistische onzekerheid groot.

Merk verder op dat de hier gepresenteerde consequenties niet zijn afgeleid met het WTl2017 instrumentarium. De resultaten moeten daarom vooral als indicatief worden geïnterpreteerd en niet als absolute waarde.

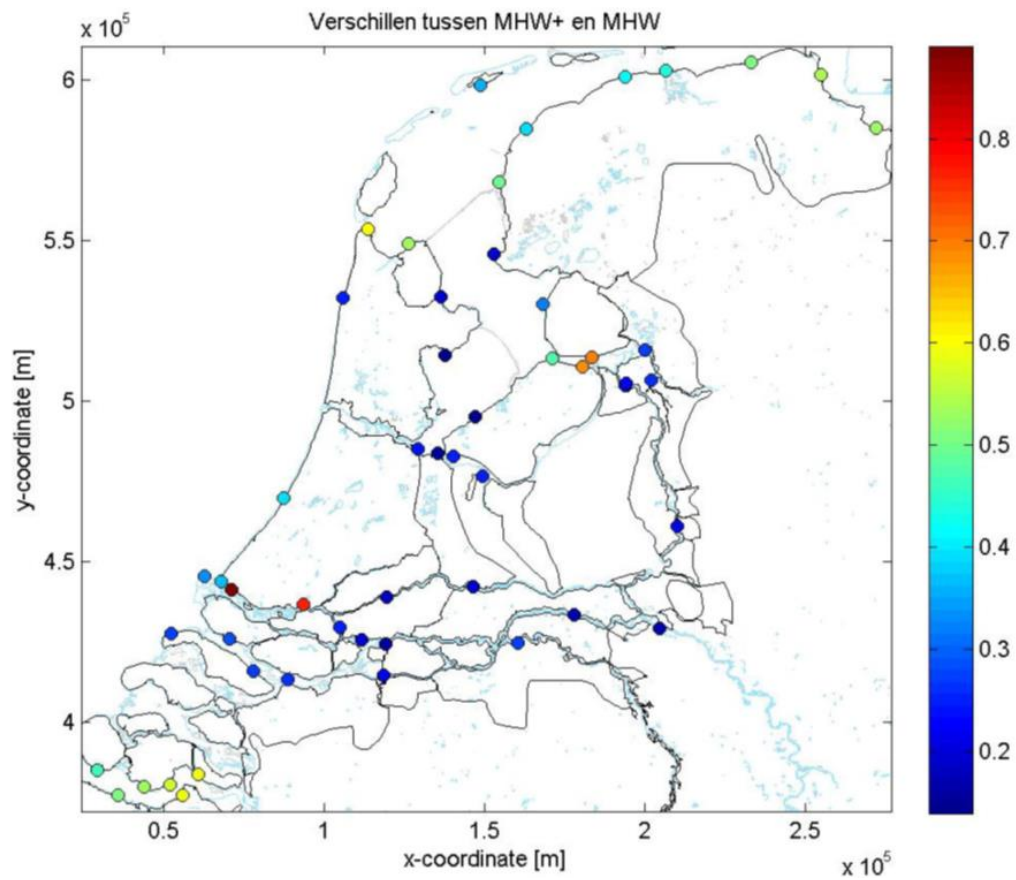


Figuur A.2 Effect meenemen kennisonzekerheid op benodigde kruinhoogte (golfoverslag) (bron: HKV 2010)

Om de informatie uit HKV (2010) door te kunnen vertalen naar de potentiële consequenties van het meenemen van onzekerheden in het kader van WT12017 is het van belang te weten welke onzekerheden zijn meegenomen in de analyse van HKV (2010). In Figuur A.2 is aangegeven welke onzekerheden zijn beschouwd in HKV (2010). Uit deze tabel is af te leiden dat de statistische onzekerheid van de basisstochasten is meegenomen in deze studie, vergelijkbaar met de wijze waarop dit in WT12017 kan worden gedaan.

Verder is in de tabel te zien dat er een aantal modelonzekerheden zijn meegenomen: lokale waterstanden, bodemligging, strijklengte en voorspelling golfcondities. In de kern zijn dit de meest relevante bronnen van modelonzekerheid, welke eveneens in WT12017 opgenomen zouden kunnen worden.

Op basis van deze informatie (maar zonder de waarde van de gehanteerde onzekerheid te kennen), wordt gesteld dat de resultaten gepresenteerd in Figuur A.2 een redelijke eerste orde benadering geven van het effect van het meenemen van kennisonzekerheden (zowel statistische als modelonzekerheden) in de afleiding van de hydraulische randvoorwaarden.



Figuur A.3 Effect meenemen kennisonzekerheid op benodigde kruinhoogte (overloop) (bron: HKV 2010)

	WATERSYSTEEM				
ONZEKERHEIDSRON	BOVENRIVIEREN	BENEDENRIVIEREN	KUST	MEREN	VECHT- EN IJSSELDALTA
Modelonzekerheid lokale waterstand	X	X		X	X
Statistische onzekerheid in rivierafvoer	X	X			X
Statistische onzekerheid in windsnelheid	X	X	X	X	X
Statistische onzekerheid in IJsselmeerpeil				X	X
Statistische onzekerheid in zeewaterstand		X	X		
Bodemligging	X	X	X	X	X
Strijklengte	X	X			X
Fout in golfparameters	X	X	X	X	X

Tabel A.2 Meegenomen statistische en modelonzekerheden in HKV (2010), bron: HKV (2010)

Individuele consequenties van statistische of modelonzekerheid in WTI2017

In de voorgaande paragraaf is geschetst wat de consequenties zijn van het meenemen van zowel modelonzekerheid als kennisonzekerheid. Ten behoeve van de te maken keuzes is het ook relevant te weten wat de bijdragen zijn van de twee losse bijdragen van de onzekerheden (statistische versus model onzekerheid).

In het kader van WTI2017 zijn de resultaten gepresenteerd in Figuur A.2 nader geanalyseerd en uitgesplitst naar statistische en modelonzekerheid (Deltares, 2013a). Het resultaat hiervan is, per watersysteem, gepresenteerd in Tabel A.3. Merk op dat in deze tabel een uitsplitsing gemaakt is naar inherente onzekerheid (de basisstochast zoals deze nu is opgenomen in de Hydra's) en statistische en modelonzekerheid. In het kader van deze studie zijn we vooral geïnteresseerd in de verhouding tussen de bijdragen van statistische en modelonzekerheid.

De resultaten gepresenteerd in Tabel A.3 laten zien dat voor de afvoer gedomineerde gebieden en de meren de bijdrage van statistische en modelonzekerheden van een vergelijkbare orde zijn. Voor de gebieden gedomineerd door de zeewaterstand geldt dat de bijdrage van de statistische onzekerheid significant groter (vaak een orde groter) is dan de modelonzekerheid.

Op basis van het bovenstaande wordt geconcludeerd dat het meenemen van alleen statistische onzekerheid van invloed is op alle watersystemen. De orde grootte van het effect hangt af van het watersysteem: voor gebieden met dominantie van de zeewaterstand is het effect vergelijkbaar met de resultaten gepresenteerd in Figuur A.2, voor de overige gebieden geldt dat het verwachte individuele effect van statistische onzekerheid orde 60% bedraagt van de in Figuur A.2 gepresenteerde waarden (uitgaande van de gelijkwaardige en kwadratisch opgetelde bijdrage van statistische en modelonzekerheid).

Watersysteem	Effect model- en statistische onzekerheid op		Belangrijkste bijdragende onzekerheden	
	MHW	HBN	MHW	HBN
Bovenrivieren	ca. 0.3 m	ca. 0.3 m	- Inherente onzekerheid afvoer (ca. 90%) - Statistische onzekerheid afvoer (ca. 5%) - Modelonzekerheid waterstand (ca. 4%)	- Inherente onzekerheid afvoer (ca. 90%) - Statistische onzekerheid afvoer (ca. 5%) - Modelonzekerheid waterstand (ca. 4%)
Benedenrivieren	ca. 0.3 m	ca. 0.3 m, maar kan oplopen tot 0.6 op de bredere wateren	Bijdrage per deelgebied en per locatie verschillend. Afvoer gedomineerde gebieden vertonen overeenkomsten met bovenrivieren en zee-gedomineerde gebieden met kust	Bijdrage per deelgebied en per locatie verschillend. In bredere wateren zijn de onzekerheid in windsnelheid in afwijking in golfrichting de meest bijdragende kennisonzekerheden.
Vecht- en IJsseldelta	Tussen 0.2 en 0.4 m	Tussen 0.2 en 0.6 m	Bijdrage per locatie verschillend, zie ook Benedenrivieren	Bijdrage per locatie verschillend, zie ook Benedenrivieren
Meren	Tussen 0.2 en 0.7 m	Tussen 0.1 en 1.0 m	- Inherente onzekerheid wind (25%) - Inherente onzekerheid meerpeil (per locatie verschillend) - Modelonzekerheid lokale waterstand (25%) - Statistische onzekerheid wind (20 %)	- Inherente onzekerheid wind (25%) - Windrichting (16%) - Modelonzekerheid lokale waterstand (25%) - Statistische onzekerheid wind (20 %)
Hollandse kust	Tussen 0.3 en 0.6 m	tussen 0.3 en 0.9 m	- Inherente onzekerheid zeewaterstand (ca. 65%) - Statistische onzekerheid zeewaterstand (ca. 20%) - Windrichting (ca. 12%)	- Inherente onzekerheid zeewaterstand (ca. 45%) - Statistische onzekerheid zeewaterstand (ca. 16%) - Statistische onzekerheid wind (15%)
Waddenzee	Tussen 0.4 en 0.6 m	Tussen 0.4 en 0.9 m	- Inherente onzekerheid zeewaterstand (ca. 40%) - Statistische onzekerheid waterstand (ca. 50%) - Windrichting (9%)	- Inherente onzekerheid waterstand (ca. 40%) - Statistische onzekerheid zeewaterstand (ca. 40 %) - Windrichting (ca. 12%)
Westerschelde	0.5 á 0.6 m	0.6 á 0.7 m	- Inherente onzekerheid zeewaterstand (ca. 50%) - Statistische onzekerheid zeewaterstand (ca. 40%)	- Inherente onzekerheid zeewaterstand (ca. 50%) - Statistische onzekerheid zeewaterstand (ca. 25%)

Tabel A.3 Uitsplitsing bijdrage inherente, statistische en modelonzekerheden aan maatgevende waterstanden en minimale kruinhoogte, per watersysteem

Voorstel voor anticiperen op ontwikkeling WTIVoorstel voor werkwijze afleiden toeslag voor WTI2017

Voor de nHWBP projecten is het van belang dat de meest recente inzichten in de hydraulische randvoorwaarden worden gebruikt, zodanig dat de versterkte dijkvakken niet binnen afzienbare tijd worden afgekeurd. Dit betekent in het optimale geval dat ontwerp en toetsing worden uitgevoerd met dezelfde instrumenten en hydraulische randvoorwaarden. Dit laatste is echter lastig omdat in het kader van WTI2017 grote veranderingen worden verwacht ten aanzien van onder andere de hydraulische randvoorwaarden. WTI2017 is echter nog in ontwikkeling, waardoor de instrumenten nog niet beschikbaar zijn voor nHWBP.

Om ontwerprandvoorwaarden te krijgen die ertoe leiden dat het dijkontwerp van nHWBP niet wordt afgekeurd gedurende de planperiode dient feitelijk de volgende werkwijze te worden gehanteerd:

- 1 Bepaal hydraulische randvoorwaarden voor de huidige situatie (zonder zeespiegelstijging e.d.), gebruik makend van de huidige inzichten voor het afleiden van hydraulische randvoorwaarden.
- 2 Voer een correctie uit voor de effecten van klimaatverandering gedurende de planperiode.
- 3 Voer een correctie uit voor te verwachten verandering in de afleiding van hydraulische randvoorwaarden ten opzichte van huidige werkwijze/inzichten.

Ten aanzien van het eerste punt is het duidelijk dat het startpunt WTI2011 is, waar HR2006 en CR2006 onderdeel van uit maken. Voor het tweede punt, effect klimaatverandering, geldt dat er recepten zijn voor het bepalen van deze correctie. Hierbij geldt wel dat uitgegaan dient te worden van de voorgeschreven klimaatscenario's. Deze klimaatscenario's zijn echter geen verwachtingswaarden: het betreft hier vaak een naar verwachting conservatieve benadering van de te verwachten effecten.

Het derde punt betreft de veranderingen zoals in sectie 3 is besproken. Dit betreft het meenemen van het effect van de toevoeging van de statistische en modelonzekerheden aan de HR bepaling. Een deel van deze onzekerheden is reeds onderdeel van de bestaande robuustheidstoeslag, zoals beschreven in sectie 2. Het is dus niet noodzakelijk om zowel de robuustheidstoeslag als de correctie voor toepassen van WTI2017, zijnde het in rekening brengen van zowel model- als statistische onzekerheden, toe te passen: dit zou leiden tot over-conservatieve hydraulische randvoorwaarden.

Voorgesteld wordt om voor het derde punt het maximum te kiezen van de robuustheidstoeslag uit 2009 en de toeslag gebaseerd op de verwachte verschillen tussen WTI2011 en WTI2017.

Vergelijking robuustheidstoeslag 2009 met analyse HKV (2010)

Met de gegevens gepresenteerd in secties 2 en 3 is het mogelijk om een analyse van de verschillen tussen de robuustheidstoeslag uit 2009 en de resultaten van HKV (2010) uit te voeren. Hiertoe is in Tabel A.4 de toeslag voor MHW en HBN gespecificeerd voor beide analyses. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen een aantal watersystemen, zodat de verschillen ruimtelijk uitgesplitst kunnen worden. Omdat de Oosterschelde in HKV (2010) niet is beschouwd is deze ook in onderstaande tabel buiten beschouwing gelaten. Merk op dat deze analyse uit gaat van schattingen van de gemiddelde waarden per watersysteem. Lokaal kunnen de verschillen anders uitpakken.

	MHW			HBN		
	2009	HKV (2010)	verschil	2009	HKV (2010)	verschil
Rivieren	0.3	0.3	0.0	0.3	0.3	0.0
Meren (excl. Ketelmeer)	0.2	0.4	0.2	0.5-0.7	0.7-0.8	0.2
Ketelmeer	0.2	0.7	0.5	0.5-0.7	0.8-0.9	0.3
Benedenrivieren	0.2	0.3	0.1	0.5	0.5	0.0
Waddenzee	0.1	0.5	0.4	0.3-0.8	0.6-0.9	0.3
Westerschelde	0.1	0.5	0.4	0.5	0.8	0.3
Gesloten kust	0.1	0.4	0.3	>1.0	0.3-0.9	-0.3

Tabel A.4 Analyse verschillen, in meters, tussen robuustheidstoeslag 2009 en HKV (2010)

Uit de bovenstaande tabel is af te leiden dat de verschillen vastgesteld voor HBN gelijk zijn (of maximaal een decimeter kleiner) dan de verschillen vastgesteld voor MHW. Dit betekent dat de verschillen tussen de 2009 toeslag en HKV (2010) voornamelijk veroorzaakt worden door verschillen in de waterstand en minder door verschillen in de golfcondities. Dit betekent vervolgens dat de bestaande robuustheidstoeslag alleen aangepast hoeft te worden voor waterstandstoelagen en niet voor wat betreft toeslagen op golfhoogte en/of periode.

Voorstel per deelgebied

Op basis van de informatie ten aanzien van de huidige robuustheidstoeslag en de verwachte effecten van het meenemen van kennisonzekerheden in WTI2017 gepresenteerd in de voorgaande secties wordt voorgesteld om watersysteem afhankelijke correcties toe te passen voor de overstap naar WTI2017 (onder de aanname dat zowel statistische en modelonzekerheid meegenomen gaan worden in WTI2017).

Afvoergedomineerde gebieden

Voor de afvoergedomineerde gebieden geldt dat de bestaande robuustheidstoeslag 0.3 meter bedraagt. Uit de resultaten van HKV (2010) blijkt dat de invloed van de combinatie van statistische als modelonzekerheid voor deze gebieden orde 0.3 meter bedraagt. Als aangenomen wordt dat de resultaten van HKV (2010) representatief zijn voor de te verwachten veranderingen in het kader van WTI2017, dan kan worden volstaan met het hanteren van de bestaande robuustheidstoeslag.

Voor de golfcondities wordt geen toeslag voorgesteld vanwege het feit dat (i) de golfcondities mild zijn en (ii) de analyse van HKV (2010) heeft laten zien dat de consequenties van het meenemen van modelonzekerheden (inclusief onzekerheden in de golfcondities) van beperkte invloed zijn op de benodigde kruinhoogte.

Meren (exclusief Ketelmeer)

Voor de meren wordt in de bestaande robuustheidstoeslag een toeslag voorgesteld van 0.2 meter op de waterstand en 10% op zowel golfhoogte als golfperiode. Voor de MHW geldt dan een netto toeslag van 0.2 meter, voor HBN geldt eveneens een verwachte netto toeslag van orde 0.5-0.7 meter (opgebouwd uit 0.2 meter waterstand, orde 0.1 meter toename golfhoogte en orde 0.1 seconde toename golfperiode). Deze netto toeslagen gebaseerd op de robuustheidstoeslag uit 2009 zijn lager dan het in HKV (2010) afgeleide effect van model- en statistische onzekerheid: deze zijn lokaal in de orde van 0.4 meter voor MHW en orde 0.8-0.9 meter voor HBN. Netto betekent dit een toename van orde 0.2 meter voor zowel MHW als HBN. Voorgesteld wordt om de robuustheidstoeslag uit 2009 te verzwaren met een additionele toeslag van 0.2 meter op de waterstand. Omwille van consistentie met de robuustheidstoeslag uit 2009 wordt deze verzwaring ook van toepassing verklaard voor het Haringvliet en Hollandsch Diep.

Ketelmeer

Voor het Ketelmeer geldt dat de invloed van de incorporatie van kennisonzekerheden leidt tot een significante verhoging van zowel MHW en HBN. Ten opzichte van de robuustheidstoeslag uit 2009 dient een extra toeslag van 0.5 meter toegepast te worden op de waterstand om een toeslag vergelijkbaar met HKV (2010) te verkrijgen. Met een dergelijke verzwaring op de waterstand hoeft voor het HBN verder geen aanvullende verzwaring op de golfcondities te worden doorgevoerd.

Benedenrivieren (Haringvliet en Hollandsch Diep)

Voor het benedenrivierengebied geldt dat de toeslagen berekend volgens de robuustheidstoeslag uit 2009 en volgens HKV (2010) vergelijkbaar zijn. Dit betekent dat er vooralsnog geen verzwaring van de robuustheidstoeslag uit 2009 benodigd lijkt: handhaven van de bestaande robuustheidstoeslag uit 2009 volstaat om de invloed van incorporatie van kennisonzekerheid op de hydraulische randvoorwaarden te compenseren. Omwille van consistentie met de meren wordt voorgesteld de robuustheidstoeslag uit 2009 op de waterstand met een extra toeslag van 0,2 meter te verzwaren voor het Haringvliet en Hollandsch Diep.

Gebieden gedomineerd door zeewaterstand

Voor de gebieden gedomineerd door de zeewaterstand geldt dat HKV (2010) laat zien dat hier de toeslag gedomineerd wordt door de statistische onzekerheid. De verschilanalyse gepresenteerd in Tabel A.4 laat zien dat voor alle gebieden gedomineerd door de zeewaterstand geldt dat een toename van orde 0.3-0.4 meter benodigd is om te anticiperen op de incorporatie van statistische onzekerheid in het hydraulische randvoorwaarden. Omdat deze toename gelijk is voor zowel de MHW als de HBN, wordt voorgesteld om een verzwaring van 0.4 meter toe te passen op de robuustheidstoeslag voor waterstand. Dit leidt dan effect tot een toeslag van 0.5 meter op de waterstand (naast de ongewijzigde toeslag van 10% op de golfcondities).

Samenvatting voorstel

Vanaf 2009 is voor het ontwerpen gerekend met een robuustheidstoeslag, waarvan de hier gehanteerde definitie is het verdisconteren van modelonzekerheden. In het kader van WT12017 wordt naar alle waarschijnlijkheid overgestapt naar een aanpak waarin zowel model- als statistische onzekerheid wordt meegenomen. HKV (2010) heeft hiervan de effecten op de MHW en HBN in kaart gebracht. Om gesteld te staan voor de overstap naar WT12017 dient de robuustheidstoeslag te worden aangepast op basis van de verwachte effecten van het in rekening brengen van zowel model als statistische onzekerheden.

In sectie 4 wordt een aanpak voorgesteld welke enerzijds recht doet aan de te verwachten veranderingen als gevolg van de overstap van WT2011 naar WT2017 (en verder), maar voorkomt anderzijds dat te conservatief wordt ontworpen. Verder kan de toeslag zoals bovenstaand gedefinieerd worden vastgesteld op basis van de thans beschikbare informatie, waardoor ook al voor nHWBP projecten in 2014 een toeslag kan worden aangereikt.

In het kort kan de werkwijze voor vaststelling toeslag als volgt worden opgesomd:

- Neem voor de toeslag op de waterstand het maximum van de robuustheidstoeslag uit 2009 en de in HKV (2010) vastgestelde (uitgeïntegreerde) effecten van model en statistische onzekerheid.
- Neem voor de toeslag op het HBN de hiervoor bepaalde toeslag op de waterstand in combinatie met de toeslag op de golfcondities uit 2009 (verschil tussen toeslag voor HBN 2009 en HKV (2010) is bij benadering gelijk aan de toeslag op de watertand).

De huidige en voorgestelde robuustheidstoeslagen zijn gepresenteerd in onderstaande tabel:

Watersysteem	Parameter	Robuustheidstoeslag 2009	Nieuwe robuustheidstoeslag
Rivieren	Waterstand	+ 0,30m	+ 0,30m
Meren (exclusief Ketelmeer)	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,20m + 10% + 10%	+ 0,40m + 10% + 10%
Ketelmeer	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,20m + 10% + 10%	+ 0,70m + 10% + 10%
Benedenrivieren (Haringvliet en Hollandsch Diep)	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,30m	+ 0,40m + 10% + 10%
Waddenzee en Kust, Westerschelde en Oosterschelde	Waterstand Golfhoogte ($H_{m,0}$) Golfperiode ($T_{m-1,0}$)	+ 0,10m + 10% + 10%	+ 0,40m + 10% + 10%

Conclusies en aanbevelingen

In deze bijlage een overzicht gegeven van de bestaande robuustheidstoeslagen, de te verwachten veranderingen ten aanzien van incorporatie van model- en statistische onzekerheden (op basis van reeds beschikbare informatie) als gevolg van WT2017 en de mogelijkheden voor verdiscontering van deze veranderingen in hydraulische ontwerprandvoorwaarden. Feitelijk komt het neer op een beschouwing ten aanzien van de wijze waarop statistische en modelonzekerheden meegenomen dienen te worden in de afleiding van hydraulische ontwerprandvoorwaarden.

Op basis van de beschikbare informatie is voorgesteld om een watersysteem-afhankelijke aanpassing van de robuustheidstoeslag toe te passen. Voor de rivieren en het Benedenrivierengebied betekent dit geen aanpassing, voor de meren en zoute wateren een verandering (verzwaring) van de robuustheidstoeslag voor waterstand.

De voorgestelde incorporatie van statistische onzekerheid is pragmatisch en doet mogelijk geen recht aan de ruimtelijke variaties van de model- en statistische onzekerheden. Hoewel er hierdoor sprake kan zijn van een onderschatting, wordt verwacht dat deze onderschatting er niet toe zal leiden dat een ontwerp direct zal worden afgekeurd na realisatie van WT12017. Voornaamste reden hiervoor is dat voor de toeslag voor klimaatverandering een conservatief scenario ten aanzien van klimaatverandering is gekozen⁸.

Merk op dat het met deze aanpak zo kan zijn dat het ontwerp wordt afgekeurd voordat de beoogde (ontwerp-)levensduur is bereikt. Een dergelijke situatie kan zich voordoen indien (i) het effect van meenemen van statistische onzekerheid in WT12017 groter blijkt te zijn dan nu aangenomen en/of (ii) de klimaatverandering sterker is dan het nu gekozen klimaatscenario (W+). Een omgekeerde situatie is overigens eveneens denkbaar.

⁸Dit geldt niet voor de Meren omdat daar voor de periode tot 2050 geen effecten van klimaatveranderingen verwacht worden (meerpeil wordt gehandhaafd).

B De overschrijdingskans van de ontwerpbelasting

Onderstaand is een memo, geschreven door Ruben Jongejan op 18-07-2014, over de overschrijdingskans van de ontwerpbelasting opgenomen.

B.1 Inleiding

In dit memo wordt verduidelijkt hoe de ontwerpbelastingen voor de verschillende faalmechanismen bepaald moeten worden. Ook wordt toegelicht wat de relatie is tussen ontwerpbelastingen en faalkanseisen. Daartoe wordt eerst kort ingegaan op de betekenis van rekenwaarden. De ontwerpbelasting is feitelijk de rekenwaarde van de belasting, net zoals er rekenwaarden voor de sterkte-eigenschappen zijn.

Golfoverslag wordt in dit memo afzonderlijk behandeld omdat in het OI2014 alleen bij dit faalmechanisme wordt gewerkt met een ontwerpbelasting met een overschrijdingskans die getalsmatig gelijk is aan de faalkanseis op doorsnedeniveau. Bij alle andere faalmechanismen is deze overschrijdingskans getalsmatig gelijk aan de normhoogte. De reden voor dit verschil wordt in dit memo nader toegelicht.

Hoewel de in het OI2014 gepresenteerde aanpak voor velen nieuw zal zijn, vormt deze aanpak al vele jaren de basis van bijvoorbeeld de toets- en ontwerpregels voor macrostabiliteit binnenwaarts. In het laatste hoofdstuk van dit memo wordt hier kort bij stilgestaan.

B.2 De betekenis van rekenwaarden

Een semi-probabilistisch voorschrift is in wezen een vereenvoudigd rekenrecept waarmee kan worden beoordeeld of aan een bepaalde faalkanseis wordt voldaan. Dat wordt gedaan door het faalmechanismemodel te voeden met rekenwaarden in plaats van kansverdelingen zoals dat wordt gedaan in probabilistische analyses. De rekenwaarden zijn zodanig gedefinieerd dat ze samen een ontwerp opleveren met een voldoende kleine faalkans. Een rekenwaarde is een combinatie en een representatieve (nominale of karakteristieke) waarde en eventueel een partiële veiligheidsfactor. Een karakteristieke waarde is een waarde met een bepaalde kans van onder- of overschrijding, zoals de 5%-ondergrens van laagdikte of de waterstand met een overschrijdingskans van 1/10.000 per jaar.

Representatieve waarden en partiële veiligheidsfactoren zijn niet los van elkaar te zien zijn. Over de definitie van het ontwerppeil (=karakteristieke waarde van de buitenwaterstand) staat het volgende beschreven in het achtergrondrapport bij het OI2014:

2. Voor het ontwerppeil is uitgegaan van een waterstand met een overschrijdingskans die gelijk is aan de getalswaarde van de overstromingskansnorm (ofwel: de faalkanseis voor alle mechanismen en vakken in het traject samen). Hierbij moet het volgende worden bedacht:
 - a) Binnen de huidige veiligheidsfilosofie heeft de overschrijdingskans een andere lading dan binnen de overstromingskansbenadering. De overschrijdingskans is thans gerelateerd aan een belastingniveau dat veilig gekeerd moet kunnen worden. Straks legt de overschrijdingskans de karakteristieke waarde van de belasting vast die samen met andere rekenwaarden moet waarborgen dat aan een faalkanseis wordt voldaan. Het gaat dan niet meer (alleen) om de conditionele faalkans bij het toetspeil.
 - b) Karakteristieke waarden en partiële veiligheidsfactoren zijn in zekere zin communicerende vaten: het effect van lagere karakteristieke waarden kan worden gecompenseerd door hogere waarden van de partiële veiligheidsfactoren. Dit betekent dat een karakteristieke waarde op zichzelf nog weinig zegt over de strengheid van een semi-probabilistische toetsvoorschrift.

B.3 Ontwerpbelasting golfoverslag

De semi-probabilistische ontwerpregel voor de bepaling van de kerende hoogte is gebaseerd op het uitgangspunt dat de overschrijdingskans van de rekenwaarde van het kritieke overslagdebiet kleiner moet zijn dan de getalswaarde van de faalkanseis op doorsnedeniveau. Er had in principe ook voor gekozen kunnen worden om uit te gaan van een overschrijdingskans die kleiner (of groter) is. Dan hadden de rekenwaarden van het kritieke overslagdebiet navenant kleiner (of groter) moeten zijn.

In de Handreiking OI2014 staat voor de bepaling van de benodigde kruinhoogte:

Dit hoofdstuk geeft aan op welke wijze de minimaal benodigde kruinhoogte moet worden bepaald. De kruinhoogte dient dusdanig te worden bepaald dat de overschrijdingskans van de rekenwaarde van het kritieke debiet kleiner is dan de getalswaarde van de faalkanseis op doorsnedeniveau

$$P_{eis,i} = \frac{P_{norm} \cdot \omega}{N}$$

waarin $P_{eis,i}$ de faalkanseis op doorsnedeniveau is en P_{norm} de overstromingskansnorm van het dijktraject is, ω de faalkansruimtefactor voor falen door golfoverslag (0,24) en N een maat is voor het lengte-effect (zie bijlage B). Meer informatie over de faalkansruimtefactoren is opgenomen in bijlage A.

NB: P_{norm} in deze formule heeft de betekenis van een maximaal toelaatbare overstromingskans (afkeurgrens), zoals in de Handreiking OI2014 ook is aangegeven. De normgetallen die op de website van het HWBP zijn gegeven zijn middenkansen en nog geen afkeurgrenzen. In het begeleidende memo bij het OI2014 (te downloaden van de website van het HWBP) staat het verschil tussen beide als volgt toegelicht:

Beschermingsniveau's zijn hieronder uitgedrukt in zgn. **middenkansen**. M.b.v het ontwerpinstrumentarium 2014 en een LCC benadering kunnen aan de hand hiervan **optimale ontwerpkanen** worden afgeleid. De economisch optimale ontwerpkanen zal vaak een **factor 2** maal groter zijn dan de middenkansen. NB: er zullen gevallen zijn waarin de ontwerpkanen sterker afwijkt van de middenkansen. Dit is bijvoorbeeld het geval bij kunstwerken met zeer hoge tussentijdse aanpassingskosten/ grote beoogde levensduur.

Voorbeeld

Stel de middenkansnorm is 1/10.000 per jaar. De afkeurgrens is dan $1/10.000 \times 2 = 1/5.000$ per jaar. In de faalkansbegroting is voor golfoverslag een ruimte van 24% aangehouden. De faalkanseis voor golfoverslag is dus $0,24 \times 1/5.000 \approx 1/21.000$ per jaar. Indien voor het bewuste traject geldt $N=2$ (zie Bijlage OI2014), dan is de faalkanseis voor golfoverslag op doorsnedeniveau gelijk aan $1/21.000 / 2 = 1/42.000$ per jaar. Stel verder dat is voldaan aan de voorwaarden om te mogen rekenen met een kritiek golfoverslagdebiet van 5 l/s/m. De dijk dient dan zodanig te worden gedimensioneerd dat de kans op overschrijding van een overslagdebiet van 5 l/s/m kleiner is dan 1/42.000 per jaar.

De redenen waarom bij golfoverslag in het OI2014 is gekozen voor een overschrijdingskans van het hydraulisch belastingniveau dat getalsmatig gelijk is aan de faalkanseis op doorsnedeniveau zijn als volgt:

1. Door de gekozen werkwijze zal een semi-probabilistische beoordeling van de benodigde kerende hoogte zo goed mogelijk aansluiten op de uitkomsten van een volledig probabilistische beoordeling. Hierdoor wordt onnodig conservatisme in het ontwerp voorkomen. Zo zou bij gevallen waarin praktisch sprake is van overloop een zeer grote rekenwaarde van het kritiek overslagdebiet gekozen moeten worden om te zorgen dat het werken met een overschrijdingskans die een factor 4-12 groter is dan de normhoogte een voldoende veilig ontwerp zou opleveren (de faalruimtefactor is 0,24, de lengte-effectfactor N is 1-3). In gevallen waarbij golfoverslag belangrijk is, zou echter bij dezelfde overschrijdingskans een veel kleinere rekenwaarde van het kritieke overslagdebiet kunnen volstaan om de gewenste faalkans te realiseren. Dit geeft wel aan dat het moeilijk is om bij dit faalmechanisme door aanpassing van de rekenwaarde van het kritieke debiet een breed toepasbare ontwerpregel te definiëren die niet bovenmatig conservatief is.
2. In de toekomst (in het WTI2017) zal probabilistische getoetst (en ontworpen) gaan worden bij het faalmechanisme golfoverslag. Voor een gebruiker zit er nauwelijks verschil tussen een probabilistische en een semi-probabilistische overslagbeoordeling, terwijl een probabilistische beoordeling wel scherper is. In het eerste geval draait de gebruiker het golfoverslagmodel met een kansverdeling van het kritieke debiet, in het tweede geval met een rekenwaarde van het kritieke debiet. Door de werkwijze die in het OI2014 is gekozen wordt een naadloze overstap op de probabilistische methode mogelijk. De gekozen werkwijze lijkt namelijk al sterk op het vergelijken van de uitkomst van een probabilistische doorsnede-berekening met een faalkanseis op doorsnedeniveau.

Bovenstaande argumenten zijn niet van toepassing op de overige faalmechanismen. Dit verklaart waarom er bij de andere faalmechanismen op een andere wijze wordt omgegaan met de ontwerpbelasting. Golfoverslag is dus een uitzondering op de regel.

B.4 De ontwerpbelasting bij alle overige faalmechanismen

Voor de overige faalmechanismen is het ontwerppeil de waterstand met een overschrijdingskans die getalsmatig gelijk is aan de normhoogte. De veiligheidsfactoren zijn zodanig gekozen dat ze samen met dit ontwerppeil een kering opleveren met een voldoende kleine faalkans. In de Handreiking staat hierover:

2. Ontwerpbelastingen

Voor alle faalmechanismen geldt dat met een ontwerpwaterstand dient te worden gerekend die behoort bij de overstromingskansnorm. Dit betekent dat de overschrijdingskans van de ontwerpwaterstand getalsmatig gelijk dient te zijn aan de overstromingskansnorm. Met "de overstromingskansnorm" wordt hier en in het navolgende bedoeld op de maximaal toelaatbare overstromingskans (geen middenkans). De overige ontwerpbelastingen (wind, aslasten, etc.) blijven gelijk aan de ontwerpmethode met de overschrijdingskans. In hoofdstuk 1 wordt verder ingegaan op de toe te passen hydraulische ontwerpbelastingen en de afleiding hiervan.

Voorbeeld

Stel de middenkansnorm is 1/10.000 per jaar. De afkeurgrens is dan $1/10.000 \times 2 = 1/5.000$ per jaar. Voor bijvoorbeeld piping en macrostabiliteit dient dan bij het ontwerp te worden gerekend met een lokale waterstand met een overschrijdingskans van 1/5.000 per jaar. De normhoogte en het lengte-effect hebben dus geen consequenties voor het ontwerppeil. Wel hebben ze consequenties voor de veiligheidsfactoren waarmee bij het ontwerp moet worden gerekend. Voor macrostabiliteit binnenwaarts zit dit als volgt:

In de faalkansbegroting is voor macrostabiliteit een aandeel van 4% aangehouden. De faalkanseis op trajectniveau is voor dit faalmechanisme bij een afkeurgrens van 1/5.000 per jaar dus gelijk aan $0,04 \times 1/5000 = 1/125.000$ per jaar. Stel dat het traject 20 km lang is. Het invullen van de formule uit het Achtergrondrapport bij het OI2014 of Bijlage A van de Handreiking levert voor dit faalmechanisme een faalkanseis op doorsnedeniveau die gelijk is aan $1/125.000 / (1 + 0,033 \times 20.000\text{m} / 50\text{m}) = 1/1.800.000$ per jaar. Dit correspondeert met een betrouwbaarheidsindex van 4,87 (in Excel: $-\text{norm.s.inv}(1/1.800.000)=4,87$). Het invullen van de formule voor de schadefactor (zie Bijlage Achtergrondrapport) levert vervolgens $1 + 0,13 \times (4,87 - 4,0) = 1,11$. Deze waarde is gemakshalve in Tabel 4 van de Handreiking gegeven. De wijze waarop de schadefactor wordt berekend is overigens volledig identiek aan de wijze die staat vermeld in het Addendum op het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies uit 2007.

Bij het ontwerp van bekledingen op het buitentalud met Steentoets of Golfklap dient te worden uitgegaan van een belasting met een overschrijdingskans die getalsmatig gelijk is aan de norm. Net zoals bij bijvoorbeeld macrostabiliteit dient er nog wel een veiligheidsfactor in rekening te worden gebracht. In de Handreiking OI2014 staat:

Bij het ontwerp van steenbekledingen dient een overall-veiligheidsfactor te worden gehanteerd van 1,2 in plaats van 1,1.

Voorbeeld

Stel de middenkansnorm is 1/10.000 per jaar. De afkeurgrens is dan $1/10.000 \times 2 = 1/5.000$ per jaar. Bij het ontwerp van een steenbekleding dient de ontwerpbelasting dan te worden bepaald door de Q-variant toe te passen met een overschrijdingskans van 1/5.000 per jaar. Er dient vervolgens nog een overall- veiligheidsfactor van 1,2 in acht te worden genomen.

B.5 Tot besluit: vergelijking met bestaande praktijk

Dat een faalkanseis op doorsnedeniveau niet gelijk hoeft te zijn aan de overschrijdingskans van het ontwerppeil is niet nieuw. Zo is bij de afleiding van de huidige veiligheidsfactoren voor beoordelingen van de binnenwaartse macrostabiliteit verondersteld dat de overschrijdingsfrequentienorm opgevat mocht worden als een maximale overstromingskans. Vervolgens is hier een faalkanseis voor macrostabiliteit op doorsnedeniveau van afgeleid. De grootte van de schadefactor berust op deze faalkanseis. In het addendum bij het Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies uit 2007 staat over de schadefactor het volgende geschreven:

Schadefactor

Omdat de vereiste betrouwbaarheid per dijkvak kan verschillen ten opzichte van het basis-betrouwbaarheidsniveau ($\beta = 4,0$) is een schadefactor nodig om hiervoor te corrigeren. Deze schadefactor is direct aan de betrouwbaarheidsindex gerelateerd en wordt als volgt berekend (zie ook tabel 5.3.2):

$$\gamma_n = 1,0 + 0,13 \cdot (\beta - 4,0) \quad (5.3.8)$$

Tabel 5.3.2 Schadefactoren

betrouwbaarheidsindex β (1/jaar)	4,00	4,25	4,50	4,75	5,00	5,25
schadefactor γ_n (-)	1,00	1,03	1,07	1,10	1,13	1,16

Bovenrivierengebied

Voor het bovenrivierengebied kan voor de binnenwaartse stabiliteit een betrouwbaarheidsindex $\beta = 4,6$ worden gebruikt (ofwel een schadefactor 1,08).

Benedenrivierengebied

Voor het benedenrivierengebied kan voor de te hanteren betrouwbaarheidsindex per dijkvak de volgende benadering worden gevolgd:

$$\beta_{\text{nodig}} = \Phi^{-1}(P_{\text{loc,toel}}) \quad \text{waarin } P_{\text{loc,toel}} = \frac{f \cdot \text{norm}}{1 + \alpha \frac{L}{\ell} \cdot P_{f|\text{inst}}} \quad (5.3.9)$$

β_{nodig} vereiste betrouwbaarheid voor een dijkvak (1/jaar)

Φ^{-1} inverse Gauss kansfunctie

$P_{\text{loc,toel}}$ toelaatbare kans op instabiliteit op een bepaalde locatie (1/jaar)

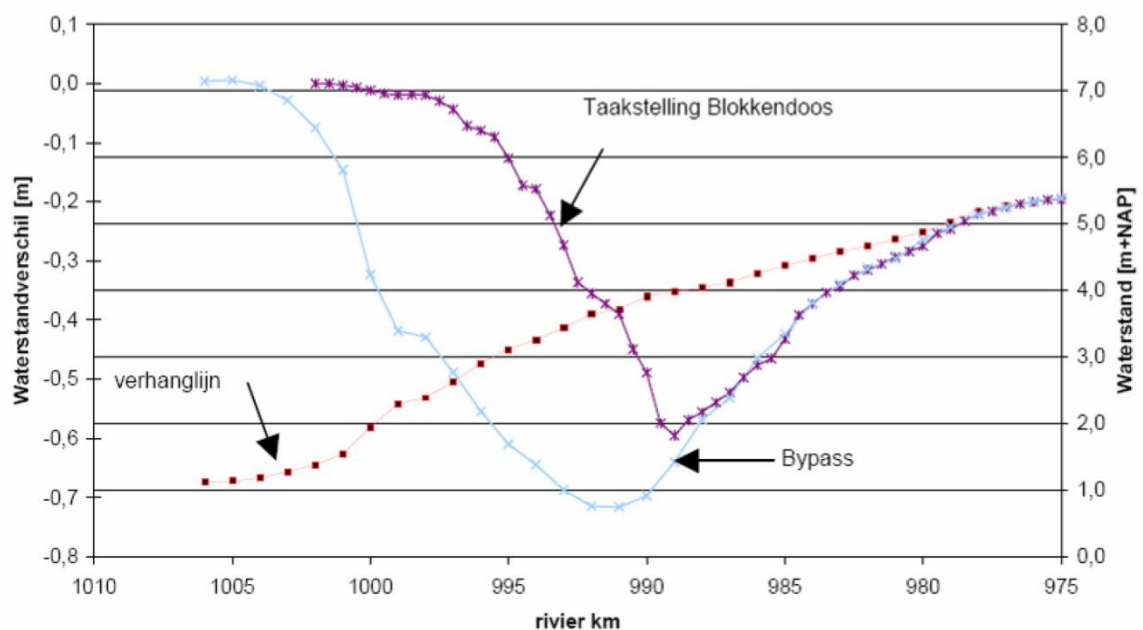
norm veiligheidsnorm: variërend van 1/1250 tot 1/10.000 (1/jaar)

f 0,1 (-); toelaatbare kans overstrooming door instabiliteit = $f \cdot \text{norm}$

De lezer kan gemakkelijk nagaan dat bij de berekeningen bij het voorbeeld over macrostabiliteit uit hoofdstuk 3 gebruik is gemaakt van precies dezelfde formules. Het enige verschil is dat in het TRWG is uitgegaan van de faalruimtefactor $f=0,1$ terwijl in het OI2014 een faalruimtefactor van 0,04 is gehanteerd.

C Effecten Reevediep

Het nog te realiseren Reevediep (voorheen bekend als Bypass Kampen) heeft effect op de waterstanden bovenstrooms van de inlaat. Deze waterstandsveranderingen zijn weergegeven in Figuur C.1. Bepaal met behulp van de lichtblauwe lijn uit deze figuur het waterstandsverschil ter hoogte van de beschouwde locatie. Wanneer deze locatie buiten het bereik van de figuur valt wordt een waterstandsverschil van 0 m aangenomen.



Figuur C.1 Waterstandsverlaging door aanwezigheid van het Reevediep (lichtblauwe lijn), uit Oranjewoud (2009)

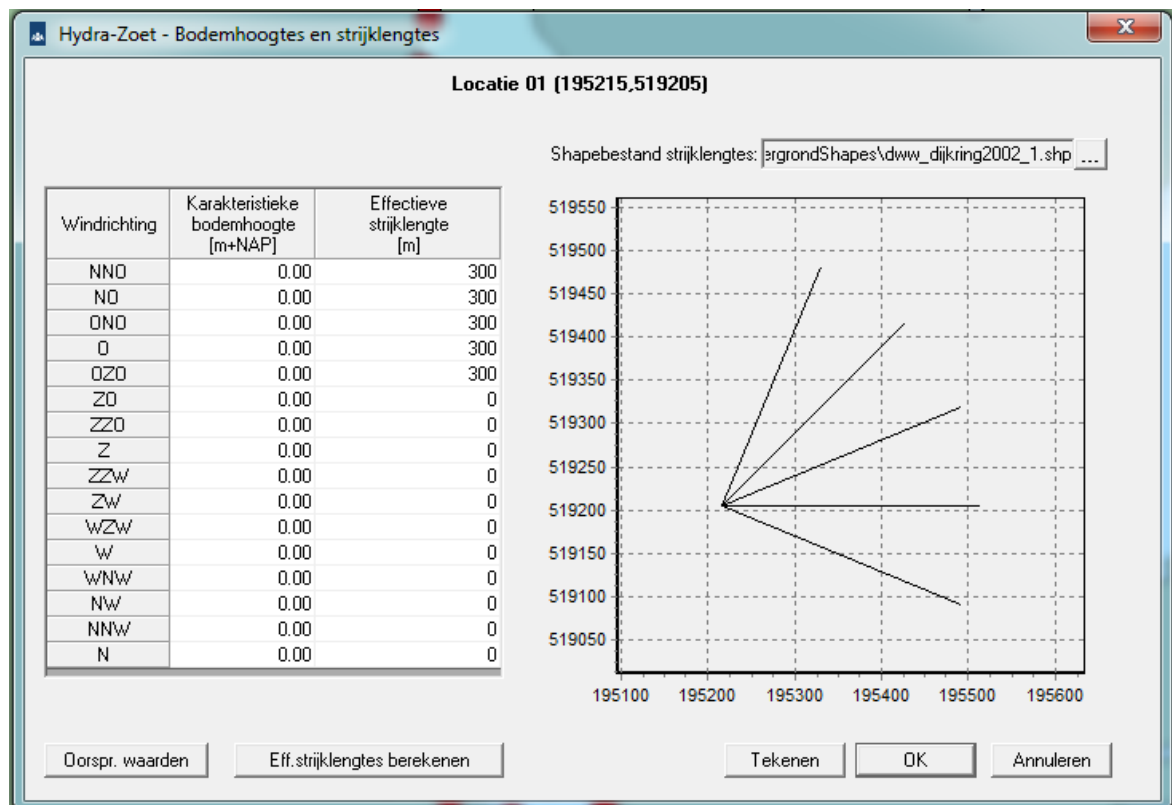
D Bepaling effectieve strijklengtes en bodemhoogtes

Onderstaand is een schema gegeven voor het bepalen van de effectieve strijklengtes en de effectieve bodemligging, t.b.v. het bepalen van golfcondities met Bretschneider formuleringen (WL | Delft Hydraulics & Witteveen + Bos, 2005).

- 3 Voor het bepalen van de effectieve strijklengte wordt het programma Fetch gebruikt (HKV, 2002). Hiervoor moeten de coördinaten van de beschouwde punten en een shapefile met de omhullende van het gebied als invoer worden gegeven.
- 4 Voor het bepalen van de effectieve bodemligging moeten de strijklengtes omgezet worden naar GIS formaat, gebruik hiervoor het pakket Fetch2GIS.
- 5 Bepaal de effectieve bodemligging binnen Baseline voor elke strijklengte.
- 6 Gebruik de effectieve strijklengtes en bodemhoogtes om de golfcondities/golfoverslag te bepalen.

Als het gaat om een locatie die in Hydra-Zoet beschikbaar is kunnen de gevonden strijklengtes en bodemhoogtes worden ingevuld, waarna de berekening binnen Hydra-Zoet kan worden voortgezet. Ga naar 'Locatie', 'Bodemhoogtes en strijklengtes', vul de tabel in en druk op 'OK' (zie Figuur D.1).

- 6.1 Wanneer de beschouwde locatie niet in Hydra-Zoet is opgenomen kan gebruik worden gemaakt van de met Hydra-Zoet meegeleverde Bretschneider Calculator (zie ook HKV (2012a)).



Figuur D.1 Screenshot van het invoerscherm 'Bodemhoogtes en strijklengtes' in Hydra-Zoet.

E Toeslag op hydraulisch belastingniveau t.g.v. toetspeilcorrectie

In de onderstaande tabel wordt per Hydra-K uitvoerlocatie in de Oosterschelde de toeslag op het hydraulisch belasting niveau, ten gevolge van de toetspeilcorrectie, weergegeven. Deze toeslag dient gebruikt te worden voor de bepaling van de hydraulische belastingniveaus langs de Oosterschelde (paragraaf 3.2, stap 3).

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
1	37418	402645	0.34
2	37158	402448	0.37
3	37328	402653	0.32
4	37443.6	402314	0.32
5	37665.6	402405	0.44
6	37638.6	402403	0.44
7	37825.9	402500	0.37
8	38022.8	402558	0.32
9	38105.6	402531	0.34
10	38254.4	402357	0.32
11	38440.1	402237	0.33
12	38623.7	402113	0.32
13	38812.5	401998	0.32
14	38771.7	402006	0.32
15	38938.6	402035	0.30
16	39105.2	402065	0.32
17	39271.9	402096	0.30
18	39438.9	402125	0.31
19	39513.3	402074	0.31
20	39594	401854	0.28
21	39668.3	401631	0.30
22	39826.8	401624	0.29
23	40032.7	401658	0.49
24	40037.6	401656	0.48
25	40493	401853	0.43
26	40606.7	402000	0.31
27	40638.1	402009	0.03
28	40851	401982	0.00
29	41011.1	401933	0.02
30	41155.4	402068	0.00
31	41297.4	402205	0.13
32	41328.5	402215	0.11
33	41542.4	402221	0.00
34	41756.2	402226	0.00
35	41970	402226	0.04
36	42183.8	402225	0.01

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
37	42137.9	402212	0.03
38	42266.5	402325	0.02
39	42372.1	402461	0.08
40	42452.5	402479	0.09
41	42661.3	402404	0.10
42	42876.2	402350	0.09
43	43088.5	402287	0.10
44	43293.7	402199	0.08
45	43356.8	402271	0.00
46	43420.9	402391	0.00
47	43486.1	402510	0.01
48	43543	402635	0.10
49	43579.3	402658	0.15
50	43756	402733	0.11
51	43942.2	402723	0.12
52	44128.4	402714	0.10
53	44312	402728	0.08
54	44493.7	402758	0.06
55	44675.6	402788	0.03
56	44660.8	402784	0.04
57	44771.6	402938	0.09
58	44924.2	402986	0.11
59	45057.6	403083	0.19
60	45236.6	403063	0.08
61	45267.3	403065	0.06
62	45439.8	403021	0.09
63	45609.7	403007	0.11
64	45774.7	403051	0.07
65	45942.1	403066	0.11
66	45971.5	403059	0.11
67	46095.3	402978	0.12
68	46208.8	402881	0.14
69	46323.7	402786	0.16
70	46459.1	402722	0.11
71	46432.6	402728	0.10
72	46656.6	402775	0.05
73	46871.5	402853	0.06
74	47086.5	402931	0.05
75	47307.5	402989	0.08
76	47317.9	402991	0.08
77	47541.1	402990	0.09
78	47763.9	402977	0.09
79	47887.8	402851	0.22
80	47939.5	402777	0.19
81	48108.8	402812	0.09
82	48272.2	402799	0.08

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
83	48446.9	402879	0.13
84	48602.6	402803	0.12
85	48770	402566	0.12
86	48959.3	402510	0.11
87	49152	402464	0.12
88	49343.9	402415	0.13
89	49367.9	402399	0.12
90	49504.9	402264	0.15
91	49633.5	402122	0.14
92	49751.5	401971	0.14
93	49878.4	401828	0.16
94	50000.9	401680	0.15
95	50117.8	401528	0.16
96	50124.2	401518	0.15
97	50201.8	401363	0.18
98	50281.3	401209	0.17
99	50283.2	401205	0.17
100	50356.8	401060	0.18
101	50412	400908	0.18
102	50413.2	400905	0.17
103	50484.4	400742	0.18
104	50528.9	400569	0.20
105	50587.5	400402	0.20
106	50646.5	400234	0.20
107	50640.6	400245	0.20
108	50772.4	400049	0.23
109	50909.8	399858	0.25
110	51047.2	399666	0.26
111	51401.2	399628	0.28
112	51150	399502	0.29
113	51450	399525	0.26
114	51561	399416	0.26
115	51535.9	399281	0.23
116	51416.5	399175	0.26
117	51430	399027	0.26
118	51456.4	398854	0.24
119	51505.8	398689	0.25
120	51574.5	398530	0.26
121	51657.2	398375	0.28
122	51721.3	398200	0.13
123	51700.4	398002	0.27
124	51646	397778	0.27
125	51457.4	397641	0.27
126	51249.6	397567	0.27
127	51033.3	397522	0.27
128	50817.1	397476	0.27

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
129	50601	397430	0.27
130	50384.8	397384	0.26
131	50167	397343	0.26
132	49953.7	397288	0.28
133	49962.2	397293	0.27
134	49931.1	397108	0.25
135	49866.1	396945	0.26
136	49754.2	396810	0.27
137	49644.9	396674	0.28
138	49540.8	396535	0.29
139	49491.4	396235	0.27
140	49534.1	396041	0.29
141	49577.1	395848	0.29
142	49593	395678	0.29
143	49747.7	395720	0.29
144	49901	395768	0.29
145	49902.1	395768	0.29
146	50064.7	395819	0.28
147	50227.3	395870	0.28
148	50389.2	395923	0.28
149	50551.6	395975	0.28
150	50721.4	395993	0.29
151	50894.8	395995	0.30
152	50926.2	395990	0.29
153	51105	395900	0.31
154	51284.2	395809	0.28
155	51262.6	395815	0.29
156	51418.3	395806	0.27
157	51574	395798	0.27
158	51729.6	395789	0.28
159	51885.6	395802	0.30
160	51882.4	395879	0.28
161	51870.2	396003	0.27
162	51944.6	396069	0.28
163	52129.4	396059	0.27
164	52313.9	396053	0.29
165	52293	396047	0.30
166	52488.2	396200	0.26
167	52767	396268	0.26
168	52953.5	396174	0.26
169	53139.9	396080	0.19
170	53129.7	396083	0.22
171	53285.3	396064	0.17
172	53441.1	396046	0.21
173	53618.4	396128	0.19
174	53790.2	395943	0.26

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
175	53822.8	395870	0.25
176	53860.1	395799	0.26
177	53861.2	395797	0.26
178	53910.4	395643	0.27
179	53985.9	395502	0.27
180	53981.3	395455	0.30
181	53938.3	395166	0.28
182	54027.9	395408	0.26
183	53925.4	395112	0.28
184	54015.9	394940	0.31
185	54104.9	394766	0.33
186	54205	394600	0.32
187	54315.6	394440	0.33
188	54429.5	394283	0.32
189	54539.4	394122	0.34
190	54806.5	394062	0.34
191	54990.1	394160	0.32
192	55170.2	394264	0.29
193	55354.8	394360	0.22
194	55373.1	394365	0.22
195	55603.2	394388	0.21
196	55833.3	394407	0.21
197	56063.2	394387	0.22
198	56293.1	394364	0.23
199	56307.9	394361	0.22
200	56505.9	394296	0.23
201	56700	394220	0.23
202	56893.3	394141	0.23
203	57086.5	394063	0.22
204	57280.2	393986	0.23
205	57479.6	393924	0.22
206	57675	393851	0.22
207	57873.9	393788	0.21
208	57880	393785	0.21
209	58059.7	393766	0.21
210	58199.2	393671	0.22
211	58320.4	393542	0.24
212	58408.1	393511	0.22
213	58461.9	393532	0.19
214	58592.3	393515	0.22
215	58657.4	393452	0.24
216	58677.5	393403	0.26
217	58818.9	393431	0.19
218	58960.8	393452	0.20
219	58999	393449	0.24
220	59135.1	393448	0.17

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
221	59221.1	393316	0.21
222	59212.2	393319	0.20
223	59280.8	393310	0.21
224	59347.9	393292	0.21
225	59371.8	393280	0.21
226	59552.5	393154	0.25
227	59775.4	393074	0.28
228	59658.6	393053	0.29
229	59777.1	393059	0.31
230	59896.5	393042	0.27
231	59996	393005	0.32
232	60073.9	392864	0.34
233	60140.8	392717	0.34
234	60182.8	392560	0.33
235	60228.1	392403	0.36
236	60312.4	392396	0.36
237	60432.9	392353	0.35
238	60451.5	392342	0.35
239	60584.7	392177	0.43
240	60751.1	392053	0.46
241	60917.4	391928	0.49
242	61085.6	391806	0.50
243	61270.6	391703	0.51
244	61434.6	391576	0.53
245	61571.3	391416	0.52
246	61705.6	391253	0.57
247	61832	391252	0.52
248	61978.3	391261	0.48
249	62116.9	391310	0.46
250	62250.9	391383	0.48
251	62290	391364	0.49
252	62443	391307	0.44
253	62532.3	391200	0.44
254	62615.4	391088	0.44
255	62692.8	390972	0.47
256	62726.2	390875	0.48
257	62713.4	390649	0.47
258	62529	390457	0.48
259	62486.9	390236	0.48
260	62501.9	390005	0.50
261	62499.6	390066	0.51
262	62576.8	389934	0.51
263	62666.1	389810	0.51
264	62733.4	389672	0.52
265	62754.3	389505	0.55
266	62761.6	389502	0.54

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
267	62735.3	389308	0.54
268	62668.8	389109	0.55
269	62509.4	388896	0.57
270	62627.7	388723	0.57
271	62687.2	388541	0.59
272	62735.8	388358	0.60
273	63020.6	388020	0.63
274	63010.3	388044	0.62
275	63123.4	387876	0.62
276	63234.8	387707	0.63
277	63347	387538	0.63
278	63459	387370	0.64
279	63569.3	387200	0.64
280	63681.3	387031	0.64
281	63793.3	386863	0.67
282	63905.4	386694	0.69
283	64017.4	386526	0.72
284	64132.6	386359	0.72
285	64102.6	386378	0.74
286	64269.1	386359	0.72
287	64435.9	386343	0.72
288	64477.2	386313	0.71
289	64575.3	386090	0.72
290	64672.8	385868	0.73
291	64770.4	385645	0.73
292	64868.2	385422	0.73
293	64966.9	385200	0.73
294	65068.6	384979	0.73
295	65044.3	384996	0.73
296	65196.7	384937	0.73
297	65354.9	384897	0.70
298	65513.1	384857	0.69
299	65668.2	384806	0.68
300	65678.3	384801	0.68
301	65874.3	384689	0.68
302	66052.3	384550	0.66
303	66239	384424	0.66
304	66425.8	384298	0.64
305	66612.5	384172	0.64
306	66799.3	384046	0.63
307	66986	383920	0.64
308	67172	383793	0.67
309	67143.5	383798	0.66
310	67501.7	383788	0.61
311	67598.6	383667	0.62
312	67679.8	383537	0.64

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
313	67742.8	383397	0.66
314	67807.3	383259	0.69
315	67801.1	383271	0.64
316	68008.8	383197	0.67
317	68229.8	383154	0.71
318	68428.2	383059	0.78
319	68741.7	383062	1.12
320	68906.5	383196	1.21
321	69235.5	383465	0.44
322	69399.7	383600	0.38
323	69796.9	383827	0.44
324	70017.9	383915	0.49
325	70238.8	384004	1.21
326	71591.1	383905	0.79
327	71914.9	383713	0.71
328	72076.9	383618	0.69
329	72459.1	383908	0.63
330	72272.4	383703	0.78
331	72443.2	383915	0.71
332	72570.3	383899	0.47
333	72693.2	383935	0.42
334	72741.6	383923	0.44
335	72950.5	383786	0.45
336	73158.8	383647	0.44
337	73367.1	383509	0.44
338	73585.3	383387	0.68
339	73704	383482	0.36
340	73808.2	383636	0.29
341	73912.4	383789	0.25
342	74015.2	383943	0.24
343	74002.4	383903	0.23
344	73996.8	384126	0.25
345	73972.2	384346	0.22
346	73947.5	384566	0.19
347	73923	384787	0.18
348	73900.5	384988	0.17
349	73878.2	385190	0.16
350	73855.8	385391	0.15
351	73833.5	385593	0.15
352	73811.1	385794	0.14
353	73809.1	385998	0.14
354	73808.7	386001	0.14
355	73851.7	386185	0.14
356	73916.7	386361	0.14
357	73981.8	386538	0.13
358	74014.9	386725	0.13

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
359	74012.7	386714	0.13
360	73990.5	386948	0.13
361	73964	387182	0.12
362	73938.1	387415	0.10
363	73912.1	387649	0.10
364	73885.9	387883	0.10
365	73859.7	388117	0.09
366	73833.9	388350	0.09
367	73807.6	388584	0.09
368	73808.2	388583	0.09
369	73784.6	388797	0.09
370	73760.7	389011	0.08
371	73736.9	389224	0.08
372	73712.7	389438	0.08
373	73653.4	389643	0.08
374	73508.1	389827	0.08
375	73502.4	389818	0.08
376	73341.5	389893	0.08
377	73178.3	389963	0.09
378	73015.2	390033	0.10
379	72852.6	390104	0.11
380	72690.8	390177	0.12
381	72529	390250	0.12
382	72311.6	390348	0.14
383	72094.5	390446	0.14
384	71877.3	390543	0.15
385	71660.2	390641	0.16
386	71443	390739	0.18
387	71225.8	390837	0.20
388	71008.7	390935	0.22
389	70808.9	391069	0.23
390	70808.4	391073	0.23
391	70717.9	391175	0.22
392	70654	391287	0.22
393	70613.8	391410	0.21
394	70598.8	391543	0.20
395	70606.8	391543	0.21
396	70605.3	391737	0.20
397	70456.1	391808	0.19
398	70306.9	391879	0.20
399	70164	391955	0.19
400	70141.5	392054	0.19
401	70146.2	392239	0.19
402	70292.5	392354	0.18
403	70402.1	392389	0.17
404	70607.3	392294	0.17

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
405	70813.9	392204	0.19
406	70795.5	392198	0.21
407	70871.1	392325	0.15
408	70930.7	392428	0.15
409	70815.5	392508	0.14
410	70709.6	392599	0.12
411	70706	392602	0.13
412	70518.5	392769	0.09
413	70344.8	392949	0.10
414	70196.6	393152	0.10
415	70040	393347	0.12
416	70065.7	393332	0.12
417	69858.9	393347	0.13
418	69652.2	393366	0.14
419	69445.4	393375	0.17
420	69239	393438	0.16
421	68823.4	393213	0.21
422	68616.3	393175	0.19
423	68372.1	393349	0.18
424	68207.6	393532	0.18
425	68084	393704	0.28
426	67839.4	393611	0.28
427	67595	393511	0.28
428	67349.4	393468	0.21
429	67102.7	393467	0.21
430	66856	393470	0.21
431	66608.5	393512	0.23
432	66361	393554	0.24
433	66114.1	393567	0.27
434	65867.6	393560	0.27
435	65619.4	393634	0.32
436	65373	393623	0.31
437	65085.7	393782	0.33
438	64918.5	393853	0.36
439	64704	393875	0.37
440	64489.3	393894	0.42
441	64274.8	393915	0.42
442	64060.3	393937	0.98
443	63843.9	393938	0.30
444	63782.7	393995	0.26
445	63647.6	394184	0.24
446	63714.1	394394	0.26
447	63627.5	394417	0.25
448	63581	394458	0.24
449	63633.8	394589	0.36
450	63660.2	394407	0.26

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
451	63472.9	394606	0.29
452	63304.5	394622	0.27
453	63260.5	394648	0.27
454	63126.9	394851	0.27
455	63039.3	395074	0.27
456	62951.7	395297	0.28
457	62868.5	395523	0.29
458	62870.3	395557	0.29
459	62912.9	395673	0.30
460	62975.6	395779	0.30
461	62860.4	395909	0.31
462	62698.6	396040	0.30
463	62488.7	396109	0.31
464	62332	396248	0.27
465	62322.9	396260	0.27
466	62266.4	396388	0.28
467	62239.2	396524	0.30
468	62240.7	396668	0.34
469	62195.1	396759	0.36
470	62014.5	396800	0.38
471	61832.7	396835	0.36
472	61650.9	396870	0.38
473	61468.2	396901	0.40
474	61286.6	396937	0.38
475	61107.8	396987	0.35
476	61091	396994	0.34
477	60905.8	397133	0.33
478	60688.1	397228	0.30
479	60662.9	397329	0.31
480	60763.5	397541	0.39
481	60864.3	397753	0.40
482	60863.9	397730	0.40
483	60864.4	397894	0.43
484	60845.6	398053	0.48
485	60828	398212	0.47
486	60745	398323	0.43
487	60577.1	398385	0.45
488	60408.4	398445	0.44
489	60245.1	398518	0.44
490	60085	398598	0.45
491	59924.9	398678	0.45
492	59764.8	398758	0.44
493	59756.7	398765	0.44
494	59600.1	398920	0.48
495	59460.4	399092	0.48
496	59156.1	399392	0.38

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
497	58980	399395	0.34
498	58806.2	399414	0.30
499	58632.8	399436	0.27
500	58459.4	399458	0.28
501	58285.9	399481	0.29
502	58113	399507	0.30
503	58082.9	399524	0.27
504	57981.1	399634	0.23
505	57887.7	399751	0.23
506	57796.9	399870	0.23
507	57706.1	399989	0.22
508	57691.7	400032	0.22
509	57671	400232	0.21
510	57699.6	400427	0.21
511	57730.4	400621	0.21
512	57795.4	400811	0.23
513	57805.6	400836	0.24
514	57871	400955	0.23
515	57934.9	401075	0.27
516	58001.5	401193	0.22
517	58084.9	401298	0.22
518	58107.3	401323	0.21
519	58219.5	401411	0.18
520	58376.4	401436	0.16
521	58397.9	401444	0.17
522	58585.1	401458	0.16
523	58772.4	401471	0.16
524	58959.8	401485	0.17
525	59140.7	401624	0.13
526	59036.5	401590	0.17
527	59176.4	401622	0.13
528	59217.1	401652	0.13
529	59438	401748	0.16
530	59687.9	401627	0.25
531	59907.1	401737	0.19
532	60125.1	401855	0.19
533	60592.3	401857	0.20
534	60559.3	401841	0.19
535	60733.8	401963	0.18
536	60900	402097	0.17
537	61075	402219	0.16
538	61251.8	402339	0.20
539	61428.7	402459	0.18
540	61614	402568	0.22
541	61617.6	402578	0.22
542	61748.4	402576	0.19

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
543	61880.8	402586	0.18
544	62014.8	402611	0.21
545	62066.4	402569	0.22
546	62198.6	402713	0.20
547	62333.2	402855	0.20
548	62467.9	402997	0.19
549	62653.2	403122	0.21
550	62824.4	403180	0.19
551	63201.3	403223	0.20
552	63315.2	403403	0.20
553	63328.2	403405	0.20
554	63571.8	403444	0.23
555	63814.1	403494	0.22
556	64054.4	403560	0.21
557	64303.1	403557	0.21
558	64328.4	403554	0.23
559	64537.9	403476	0.22
560	64987	403447	0.31
561	65204	403401	0.29
562	65421.5	403357	0.29
563	65637.3	403305	0.29
564	65852.5	403251	0.31
565	66055.9	403147	0.28
566	66095.4	403121	0.28
567	66170.6	402916	0.26
568	66449.1	402602	0.27
569	66602.1	402455	0.26
570	66731.6	402291	0.26
571	66840.4	402111	0.26
572	66820.1	402127	0.26
573	66941.9	401980	0.30
574	67073.7	401856	0.32
575	67228.3	401785	0.33
576	67396.1	401745	0.36
577	67571.8	401723	0.39
578	67763.6	401739	0.43
579	67729.5	401742	0.43
580	67937.5	401764	0.46
581	68147.6	401766	0.48
582	68359.2	401756	0.49
583	68574.6	401713	0.52
584	68780	401757	0.60
585	68985.4	401801	0.60
586	69190.5	401848	0.61
587	69395.5	401895	0.61
588	69600.6	401941	0.59

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
589	69814.7	402104	0.58
590	69894.7	402441	0.49
591	70104.2	402586	0.46
592	70301.8	402604	0.46
593	70499.3	402622	0.46
594	70696.2	402648	0.47
595	70891	402603	0.39
596	70943.1	402795	0.49
597	70979.5	402991	0.52
598	71009.5	403189	0.49
599	71112.2	403574	0.40
600	71187.1	403759	0.41
601	70779.9	403930	0.42
602	70778.5	403940	0.42
603	70397.9	403463	0.39
604	70152.5	403581	0.40
605	69739	403317	0.42
606	69513	403309	0.44
607	69280.2	403346	0.43
608	69047.7	403381	0.43
609	68814.8	403418	0.45
610	68590.5	403399	0.41
611	68367.9	403369	0.38
612	68140.3	403373	0.36
613	67912.6	403376	0.35
614	67683.6	403388	0.36
615	67618.3	403425	0.36
616	67515	403638	0.37
617	67423.6	403856	0.35
618	67331.4	404075	0.33
619	67237.2	404292	0.33
620	67141	404508	0.33
621	67038.6	404721	0.34
622	67061.2	404696	0.33
623	66925.1	404830	0.36
624	66786.7	404960	0.34
625	66648.4	405091	0.33
626	66510	405221	0.34
627	66330.8	405284	0.32
628	66107	405273	0.32
629	66078.6	405302	0.32
630	65883.8	405428	0.28
631	65814.4	405596	0.25
632	65796.6	405780	0.26
633	65796.9	405969	0.22
634	65795.1	406159	0.21

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
635	65740.9	406353	0.23
636	65864.5	406588	0.27
637	65742.4	406833	0.26
638	65848.7	406899	0.25
639	66060.3	406800	0.24
640	66340.2	406827	0.27
641	66454.3	406986	0.27
642	66561.1	407151	0.26
643	66669.6	407315	0.25
644	66778.4	407479	0.24
645	66891.7	407639	0.23
646	66924.1	407654	0.23
647	67133.3	407832	0.22
648	67349.1	407918	0.21
649	67568.8	407951	0.21
650	67792.7	407923	0.21
651	68020.5	407842	0.21
652	68248.8	407753	0.21
653	68267.5	407751	0.21
654	68478.7	407672	0.21
655	68690.4	407595	0.21
656	68902.1	407517	0.21
657	69113.8	407439	0.21
658	69326.9	407366	0.21
659	69538.3	407287	0.19
660	69750.6	407211	0.19
661	69966.8	407097	0.16
662	70010	406891	0.18
663	70132.4	406730	0.18
664	70256.5	406569	0.18
665	70372.6	406403	0.20
666	70346.3	406426	0.19
667	70543.7	406373	0.20
668	70742.7	406325	0.19
669	70941.6	406277	0.19
670	71156.7	406274	0.19
671	71381.2	406298	0.18
672	71691.1	405952	0.17
673	71875.8	405864	0.17
674	72060.5	405775	0.17
675	72245.2	405686	0.17
676	72247	406437	0.16
677	71674.7	407171	0.15
678	71511.3	407257	0.16
679	70965.2	407121	0.16
680	70893.7	407135	0.16

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
681	70699.7	407259	0.17
682	70509.7	407390	0.17
683	70320.5	407521	0.17
684	70131.2	407652	0.17
685	69941.8	407783	0.18
686	69745.6	407905	0.18
687	69762	407895	0.17
688	69616.2	407981	0.18
689	69465.5	408057	0.18
690	69481	408052	0.18
691	69255.3	408105	0.18
692	69029.8	408157	0.19
693	68804.8	408213	0.19
694	68580.4	408270	0.19
695	68499.7	408350	0.19
696	68497.6	408475	0.19
697	68487.5	408600	0.17
698	68482.9	408725	0.20
699	68482.5	408850	0.20
700	68577.7	408948	0.19
701	68748.7	409044	0.19
702	68923.2	409124	0.19
703	69114	409133	0.18
704	69305.3	409140	0.18
705	69496.5	409147	0.18
706	69701.7	409314	0.17
707	69851.2	409331	0.17
708	69970.5	409388	0.17
709	70085.5	409451	0.17
710	69625.4	409245	0.18
711	70061.7	409581	0.17
712	70007.9	409749	0.17
713	69925.9	409908	0.17
714	69841.4	410067	0.17
715	69848	410054	0.17
716	69753	410212	0.17
717	69652.5	410367	0.17
718	69668.8	410358	0.17
719	69206	410215	0.17
720	68978.8	410222	0.19
721	68536.6	410470	0.23
722	68307.3	410439	0.22
723	67848.6	410374	0.25
724	67619.3	410342	0.21
725	67389.8	410307	0.39
726	67460.4	410319	0.22

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
727	67224.4	410277	0.23
728	66988.3	410235	0.23
729	66751.6	410195	0.22
730	66517.5	410148	0.22
731	66109.6	409871	0.23
732	66221.1	409927	0.22
733	65969.6	409842	0.23
734	65880.6	409110	0.22
735	65726	409501	0.23
736	65866.3	409371	0.23
737	65986.2	408976	0.23
738	66097.8	408822	0.23
739	66209	408668	0.23
740	66338.2	408529	0.22
741	66334.6	408427	0.23
742	66220.6	408219	0.23
743	66109.1	408009	0.24
744	65996.2	407801	0.23
745	65886.3	407589	0.24
746	65771.3	407382	0.24
747	65631.9	407200	0.25
748	65431.4	407076	0.26
749	65261	406923	0.26
750	65034	406825	0.27
751	64806.9	406727	0.27
752	64641	406569	0.27
753	64542.9	406346	0.27
754	64371.9	406194	0.28
755	64220.9	406022	0.28
756	64086.4	405834	0.29
757	63941.5	405657	0.29
758	63767.8	405507	0.30
759	63561	405389	0.31
760	63342.2	405283	0.32
761	63102.3	405198	0.35
762	63101.8	405204	0.35
763	62853.9	405155	0.34
764	62682.7	405266	0.30
765	62520	405395	0.35
766	62362.9	405535	0.38
767	62380.8	405530	0.35
768	62193.7	405409	0.39
769	62003	405294	0.37
770	61811.2	405181	0.37
771	61617.4	405072	0.38
772	61408.6	404991	0.40

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
773	61172.5	404960	0.46
774	60942.9	404917	0.43
775	60770.6	404768	0.40
776	60604.7	404608	0.34
777	60413.9	404493	0.33
778	60189.2	404441	0.32
779	60000	404324	0.30
780	59815.2	404198	0.30
781	59625.9	404081	0.26
782	59634.5	404074	0.29
783	59414.1	404034	0.29
784	59196.2	404037	0.29
785	58980.5	404078	0.28
786	58763	404088	0.29
787	58545.5	404098	0.30
788	58362.9	404115	0.29
789	58193	403939	0.19
790	57994.4	403788	0.20
791	58017.2	403792	0.20
792	57790.7	403759	0.19
793	57563.3	403752	0.20
794	57335.9	403746	0.20
795	57108.5	403740	0.19
796	56881.1	403733	0.20
797	56652.6	403761	0.17
798	56682.9	403748	0.17
799	56506.1	403891	0.17
800	56158.7	404185	0.17
801	56002.3	404349	0.12
802	55845.9	404512	0.12
803	55689.5	404675	0.15
804	55533.6	404839	0.13
805	55393.8	404993	0.18
806	55280	404979	0.22
807	55162.4	405073	0.10
808	55089.1	405256	0.11
809	55011.3	405437	0.12
810	54939.1	405620	0.12
811	54864.7	405802	0.16
812	54790.3	405984	0.22
813	54717.3	406166	0.24
814	54633	406290	0.23
815	54511.8	406191	0.26
816	54397.5	405987	0.25
817	54289	405778	0.25
818	54175.1	405573	0.24

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
819	54010.1	405406	0.15
820	53952.8	405383	0.15
821	53790.3	405319	0.14
822	53624.7	405325	0.15
823	53459.1	405334	0.26
824	53291.9	405377	0.18
825	53274.4	405380	0.15
826	53077.4	405453	0.13
827	52875.8	405515	0.12
828	52676.9	405584	0.13
829	52468.5	405627	0.15
830	52265	405683	0.15
831	52061.5	405739	0.07
832	51858.8	405798	0.19
833	51586.2	405801	0.14
834	51385.2	405751	0.13
835	51271.5	405824	0.15
836	51287.3	406034	0.13
837	51302.6	406243	0.12
838	51312.8	406453	0.13
839	51329.7	406662	0.12
840	51349.6	406871	0.13
841	51366.3	407081	0.12
842	51372.7	407052	0.13
843	51303	407202	0.10
844	51218.5	407344	0.10
845	51134	407486	0.13
846	51054.1	407630	0.12
847	51051.7	407672	0.12
848	51106.1	407764	0.13
849	51149.8	407861	0.16
850	51118.4	408016	0.12
851	51083.4	408200	0.11
852	51039.4	408383	0.10
853	51018.1	408530	0.12
854	50877.3	408590	0.13
855	50741.6	408662	0.12
856	50724.7	408679	0.11
857	50629	408841	0.10
858	50533.7	409004	0.11
859	50468.1	409181	0.13
860	50377.9	409346	0.13
861	50372.9	409375	0.13
862	50420.5	409597	0.14
863	50474.8	409782	0.16
864	50319.8	409947	0.15

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
865	50165.3	410112	0.16
866	50012.3	410279	0.17
867	49856.6	410443	0.17
868	49674.4	410578	0.18
869	49506.7	410728	0.18
870	49331.6	410871	0.18
871	49191.6	410995	0.34
872	48991.9	410922	0.26
873	48789.4	410855	0.27
874	48773.3	410859	0.26
875	48519.6	410812	0.20
876	48318	410924	0.24
877	48307.6	410930	0.23
878	48136.1	411061	0.21
879	47951.2	411163	0.20
880	47760.4	411253	0.19
881	47571.5	411346	0.20
882	47382.6	411440	0.19
883	47186.7	411519	0.18
884	46995.2	411607	0.18
885	46800.9	411689	0.18
886	46794.5	411693	0.19
887	46600.4	411750	0.21
888	46393.8	411789	0.18
889	46240.9	411906	0.18
890	46088	412023	0.17
891	45936	412142	0.17
892	45784.5	412261	0.17
893	45632.9	412381	0.19
894	45387.4	412438	0.23
895	45191.9	412403	0.25
896	44996.4	412368	0.26
897	44800.8	412333	0.26
898	44617.8	412250	0.29
899	44435.1	412166	0.27
900	44464.8	412179	0.25
901	44254.1	412081	0.25
902	44043.3	411984	0.25
903	43843.8	411865	0.25
904	43653.3	411730	0.26
905	43461.8	411596	0.28
906	43271.5	411460	0.27
907	43073.2	411340	0.28
908	42865.1	411237	0.28
909	42657	411135	0.28
910	42451.1	411028	0.28

Locatie	x (m RD)	y (m RD)	Toeslag (m)
911	42333.6	410756	0.19
912	42153.3	410601	0.23
913	41910.8	410563	0.14
914	41362.6	410606	0.02
915	41133.8	410542	0.09
916	40905.1	410479	0.06
917	40679.3	410409	0.13
918	40466.2	410316	0.11
919	40253	410223	0.13