

Voorverkenning NWO's in duinen



Voorverkenning NWO's in duinen

Marien Boers
Henk Steetzel

Een gezamenlijke productie van



1206423-002

Titel

Voorverkenning NWO's in duinen

Opdrachtgever

Rijkswaterstaat Waterdienst

Project

1206423-002

Kenmerk

1206423-002-HYE-0008

Pagina's

49

Trefwoorden

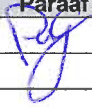
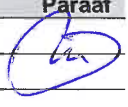
Duinwaterkeringen, Niet Waterkerende Objecten (NWO's), toetsen, vergunningverlening

Samenvatting

In deze voorverkenning vindt een inventarisatie plaats van de problematiek rond Niet Waterkerende Objecten in duinwaterkeringen. Tevens bevat deze voorverkenning een Plan van Aanpak om tot toepasbare toets- en ontwerpregels te komen.

Referenties

RWS SPA opdracht 4500200849

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	nov 2012	Marien Boers		Pieter van Geer		Marcel van Gent	
		Henk Steetzel					

Status

definitief

Inhoud

Managementsamenvatting	iii
1 Inleiding	1
1.1 Aanleiding	1
1.2 Probleemstelling en doelstelling	1
1.3 Reactie Themagroep Kust en werkgroep Kust van ENW	2
2 Beleidsmatige aspecten aan NWO's op een zandige kering	3
2.1 Inleiding beleidsmatige aspecten	3
2.2 Bestaande objecten in duingebieden	3
2.3 Nieuwe objecten in duinwaterkeringen	3
2.4 NWO's en kustveiligheid op de lange termijn	6
3 Technische aspecten aan NWO's	7
3.1 Inleiding technische aspecten	7
3.2 Eigenschappen van NWO's	7
3.3 Relevante eigenschappen van stormen	9
3.4 Effect van NWO's op de zandige waterkering	9
3.4.1 Inleiding	9
3.4.2 Veiligheidsprincipe zandige waterkeringen	10
3.4.3 Relevante constructieve elementen	11
3.4.4 Effect constructieve elementen in algemene zin	13
3.4.5 Specifiek effect van NWO's	13
3.4.6 Effect NWO in doorsnede (centrale raai)	14
3.4.7 Effect NWO in bovenaanzicht (naast constructie)	15
4 Analyse bestaande methoden	19
4.1 Inleiding	19
4.2 Toepassing XBeach-model	19
4.3 Methode WL_1994	21
4.4 Rijnlandse methode	25
5 Inventarisatie NWO's in duinwaterkeringen	29
5.1 Inleiding	29
5.2 Bestaande NWO's	29
5.3 Plannen voor nieuwe NWO's	33
6 Inventarisatie toetsen van NWO's	37
6.1 Inleiding	37
6.2 Voorschriften voor het toetsen van NWO's	37
6.3 Toetsresultaten van waterschappen	38
6.4 Conclusies en vervolg	40

7 Plan van Aanpak	41
7.1 Inleiding	41
7.2 Plan van Aanpak voor het jaar 2013	41
7.2.1 Algemeen	41
7.2.2 Overzicht deelactiviteiten	42
7.3 Periode 2014 - 2017	43
7.3.1 Inleiding	43
7.3.2 Veldwaarnemingen	44
7.3.3 Laboratoriumonderzoek	45
7.3.4 Ontwikkeling numeriek rekenmodel	45
7.4 Kostenschatting	46
7.5 Afstemming SBW/WTI	46
8 Conclusies	47
Literatuur	49

Managementsamenvatting

Het Nederlandse duingebied vormt een onmisbare bescherming tegen overstroming vanuit de Noordzee, maar kenmerkt zich ook door een intensief multifunctioneel medegebruik. Door middel van de Vijfde Signaleringsvraag heeft het Deltaprogramma laten onderzoeken welke belemmeringen er in de praktijk aan dit medegebruik zijn verbonden [Deltares (2011)]. Een belangrijke belemmering betrof het gebrek aan richtlijnen om effecten van harde objecten op de veiligheid van een zandige waterkering te kunnen beoordelen. Om de mogelijkheden tot een verbetering hiervan in beeld te brengen, is voorliggende voorverkenning uitgevoerd.

Aanwezigheid van NWO's in zandige keringen

Harde objecten op of in een (zandige) waterkering zonder een expliciete waterkerende functie, worden gebruikelijk aangeduid als Niet – Waterkerende Objecten (NWO's). Een inventarisatie van NWO's in zandige keringen laat zien dat er sprake is van een veelheid aan dergelijke constructies. In kustplaatsen met buitendijkse bebouwing is zelfs sprake van een grote dichtheid aan dergelijke objecten. Ook daarbuiten komen veel NWO's voor in de vorm van strandpaviljoens, wegen, bunkers, waterbouwkundige constructies, kabels en pijpleidingen, windmolens en industriële objecten. Vanwege de ruimtelijke druk op de kust is er veel interesse om nieuwe bebouwing in badplaatsen te realiseren.

Problematiek van multifunctioneel medegebruik duinwaterkeringen

Uit de voorverkenning blijkt dat het ontbreken van goede richtlijnen, voor waterkering-beheerders tot de volgende problemen leidt:

- Op grond van de Waterwet dienen waterkeringbeheerders de effecten van Niet Waterkerende Objecten (NWO's) in de wettelijke toetsronden te beoordelen. Uit inventarisatie van de toetsrapportages voor de periode 2006 - 2011 blijkt dat dit in zeer beperkte mate is uitgevoerd, juist vanwege het ontbreken van adequate toetsregels. Dergelijke toetsregels ontbreken nog steeds, op grond waarvan Waterschappen en Rijk hebben afgesproken om ook in de verlengde toetsronde (2011 – 2013) geen beoordeling van NWO's in duinwaterkeringen uit te voeren.
- Bij het verlenen van een watervergunning ontberen waterkeringbeheerders richtlijnen om de vergunningaanvraag te kunnen beoordelen op aspecten van veiligheid. Dit betreft zowel het achterland, als de directe omgeving van het nieuwe of aangepaste object. Als gevolg hiervan zijn waterkeringbeheerders zeer terughoudend bij het verlenen van vergunningen, ook voor gebieden waar vanuit ruimtelijk beleid bebouwing gewenst is. Hierdoor kunnen ambities om multifunctioneel gebruik te bevorderen niet worden gerealiseerd.

Er blijkt dringend behoefte aan toetsregels en richtlijnen voor vergunningverlening van objecten op een zandige waterkering. Deze behoefte wordt onderschreven door de waterschappen die deel uitmaken van de Themagroep Kust van de Unie van Waterschappen en de werkgroep kust van ENW.

Complexiteit van het vraagstuk NWO's in een zandige kering

Het vraagstuk NWO's in een zandige kering is complex vanwege de grote verscheidenheid die er is in de eigenschappen van de aanwezige objecten, de belasting die tijdens stormen optreden en het effect van het NWO op het duinafslagproces. Een eigenschap van een NWO is dat het object plaats kan innemen ten koste van het oorspronkelijk zandvolume in een

dwarsraai. Daarnaast kan door dit 'onthouden' afslagvolume naast het object een extra achteruitgang van de afslaglijn optreden.

Er zijn in het verleden meerdere methoden ontwikkeld om het negatieve effect van NWO's op de mate van duinafslag te kwantificeren. Deze methoden vormen echter onvoldoende basis voor het vaststellen van algemeen geldende toetsregels en richtlijnen voor vergunningverlening vanwege de volgende redenen:

- Het fysisch proces van duinafslag in combinatie met een NWO is nog niet volledig begrepen.
- De methoden richten zich in eerste instantie op solitaire objecten die tijdens een storm intact blijven. Waterschappen geven echter aan vooral behoefte te hebben aan richtlijnen voor de beoordeling van meerdere objecten in bebouwd gebied (zogenaamde cumulatieve effecten)
- Er ontbreken nog geschikte meetgegevens waarmee de kwaliteit van de methoden kan worden geverifieerd.

Voorstellen voor onderzoek ten behoeve van toetsregels en richtlijnen

Een onderdeel van de voorverkenning betreft een plan van aanpak om in de (liefst nabije) toekomst zowel toetsregels als richtlijnen voor vergunningverlening te realiseren. Deze plannen hebben betrekking op het jaar 2013 en de periode 2014 - 2017:

- 2013: Het betreft hierbij eenvoudige richtlijnen voor in eerste instantie solitaire objecten in onbebouwd gebied, welke waar mogelijk ook worden vertaald naar meer complexe situaties. Deze richtlijnen komen tot stand door voort te bouwen op bestaande modellen/methoden. De werkzaamheden in deze periode zijn ook bedoeld als een start voor een eventueel vervolg in de periode 2014 – 2017.
- Periode 2014 - 2017: Voor deze periode worden voorstellen gedaan voor laboratoriumonderzoek en veldwaarnemingen in een internationaal kader. Met behulp van de resultaten hieruit kunnen bestaande rekenmethoden worden verbeterd waardoor generieke richtlijnen voor alle NWO's op zandige keringen kunnen worden gerealiseerd, en ook complexe situaties in meer detail kunnen worden beoordeeld.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2011 is in opdracht van de Deltacommissaris een verkenning uitgevoerd naar de mogelijkheden tot uitbreiding van meervoudig ruimtegebruik [Deltares (2011)]. Dit kan ertoe leiden dat er bouwwerken op de waterkering worden geplaatst die niet bedoeld zijn om bij te dragen aan de beschermende functie van een waterkering. Dergelijke bouwwerken worden aangeduid met het begrip "Niet Waterkerend Object" (NWO). In genoemde verkenning zijn de belemmeringen onderzocht met betrekking tot financieel – economische aspecten, ruimtelijke aspecten, technische aspecten en bestuurlijk – juridische aspecten. Uit deze verkenning bleek dat er geen generieke richtlijnen bestaan om de effecten van NWO's op de veiligheid te kunnen beoordelen bij een vergunningaanvraag, dit vanwege gebrek aan kennis. Dit leidt ertoe dat verantwoordelijke beheerders zeer afwachtend zijn met het geven van vergunningen voor nieuwe, gewenste ontwikkelingen in de kustzone, waardoor uitbreiding van meervoudig ruimtegebruik slechts zeer beperkt kan worden gerealiseerd.

Ook de beoordeling van bestaande bouwwerken levert problemen op. Periodiek dient de waterkeringbeheerder de veiligheid van de primaire waterkering te beoordelen. Hierbij wordt ook getoetst op negatieve effecten van NWO's. Voor de uitvoering van de toets ontbreken echter goede toetsregels in de Voorschriften voor het Toetsen van Waterkeringen (VTV).

Naar aanleiding van geconstateerde kennishiaten en de hiermee samenhangende belemmeringen op nieuwe ontwikkelingen, heeft het Deltaprogramma Kust gevraagd een voorverkenning uit te voeren naar de problematiek van objecten in duinwaterkeringen. Deze verkenning, welke ook moet uitmonden in een plan van aanpak, wordt uitgevoerd in een gezamenlijke opdracht aan Deltares en Arcadis. Rijkswaterstaat – Waterdienst is verantwoordelijk voor de begeleiding van deze verkenning.

1.2 Probleemstelling en doelstelling

De vraagstelling voor de voorverkenning NWO's in duinen is als volgt:

- Wat zijn in het algemeen de belemmeringen ten aanzien van NWO's op duinwaterkeringen?
- Welke belemmeringen worden veroorzaakt door kennishiaten ten aanzien van NWO's op duinwaterkeringen?
- Hoe kunnen deze kennishiaten worden weggenomen door middel van een kennisprogramma?

Het doel van deze voorverkenning is inzicht in de omvang van de problematiek. Het Deltaprogramma Kust heeft hiervoor een aantal onderwerpen benoemd waarover een inventarisatie moet worden uitgevoerd. Deze onderwerpen worden beschreven in de hoofdstukken 2 tot en met 6. Het gaat hierbij om de volgende onderwerpen met tussen haken de hoofdstukken waarin deze zijn beschreven:

- De beleidsmatige aspecten met betrekking tot NWO's in een zandige kust [hoofdstuk 2]. Hierbij worden belemmeringen met betrekking tot toetsen, beheer en kostenverdeling voor bestaande en nieuwe objecten in beeld gebracht.

- De technische aspecten tot NWO's in een zandige kust. Het betreft hierbij een beschrijving van de fysische processen die van belang zijn bij een NWO op een zandige waterkering [hoofdstuk 3]
- Analyse van bestaande methoden om effecten van NWO's op duinafslag in te schatten [hoofdstuk 4]. Hierin wordt beschreven welke conceptuele toetsmethoden beschikbaar zijn en wat de toepassingswaarde van deze methoden is.
- Inventarisatie van aanwezige en nieuwe NWO's [hoofdstuk 5]. Hierin wordt een beschrijving gegeven van allerlei soorten objecten die op een zandige kering aanwezig zijn, en wordt een overzicht gegeven van nieuwe bouwplannen.
- Inventarisatie van het toetsen van NWO's [hoofdstuk 6]. Hierbij wordt een beschrijving gegeven van de manier waarop NWO's al of niet in de periode 2006 – 2011 zijn meegenomen in de derde toetsronde, en wat de mogelijkheden zijn om NWO's in komende toetsronden te kunnen beoordelen.

Daarnaast heeft het Deltaprogramma gevraagd om een plan van aanpak te beschrijven voor de ontwikkeling van richtlijnen om de effecten van NWO's op duinen te kunnen inschatten. Het betreft hierbij zowel activiteiten op korte termijn als op lange termijn. Dit plan van aanpak wordt beschreven in hoofdstuk 7.

Conclusies van de voorverkenning worden beschreven in hoofdstuk 8.

1.3 Reactie Themagroep Kust en werkgroep Kust van ENW

Eén van de eerdere versies van de voorverkenning is besproken met de Themagroep Kust van de Unie van Waterschappen en de Werkgroep Kust van ENW. Beide werkgroepen onderkennen de kennishiaten met betrekking tot NWO's op een zandige kering en staan zeer positief ten opzichte van een initiatief om hiervoor goede toetsregels en richtlijnen te ontwikkelen.

2 Beleidsmatige aspecten aan NWO's op een zandige kering

2.1 Inleiding beleidsmatige aspecten

In dit hoofdstuk voeren we een analyse uit van de beleidsmatige problematiek betreffende NWO's in duinwaterkeringen. Hierbij wordt de duinwaterkering gedefinieerd als (het deel van) het duingebied dat is bestemd om als primaire waterkering achterligende dijkkringgebieden te beschermen. De grenzen van de primaire waterkering worden door de waterschappen bij wet in een zogenaamde legger vastgesteld. Dit geldt dus ook voor duinwaterkeringen. Het gebied dat in de legger wordt beschreven bestaat uit het waterstaatswerk en aangrenzende beschermingszones. Voor (nieuwe) bebouwing in de duinwaterkering is een zogenaamde watervergunning verplicht.

Voor het verstrekken van watervergunning is algemeen beleid ontwikkeld dat wordt beschreven in deze paragraaf. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande objecten en nieuwe objecten. Tenslotte wordt er een paragraaf gewijd aan NWO's en kustveiligheid op de lange termijn.

2.2 Bestaande objecten in duingebieden

Ruimtelijk medegebruik van de duinwaterkering is een historisch gegeven waar waterkeringbeheerders mee om hebben leren gaan. Dit brengt echter wel de nodige taken en kosten met zich mee:

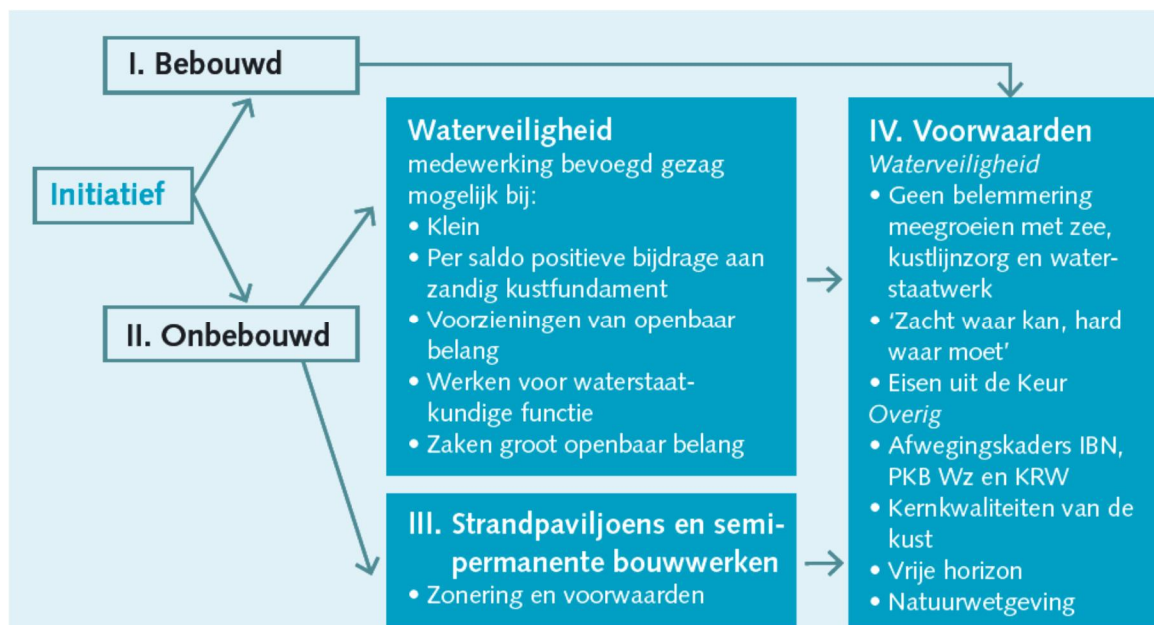
- **Toetsen:** Bij de wettelijke toets van primaire waterkeringen is voorgeschreven dat effecten van NWO's op de veiligheid eveneens dienen te worden beschouwd [Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007)]. Vanwege kennishiaten zijn de toetsvoorschriften echter uiterst summier [zie ook hoofdstuk 6].
- **Beheren:** De aanwezigheid van objecten leidt tot extra beheersinspanningen van de waterkeringbeheerder. Er dient controle plaats te vinden of vergunningen worden nageleefd, inspectie en onderhoud wordt bemoeilijkt en het kan leiden tot nieuwe taken zoals beheer van wegen die de objecten ontsluiten. Tevens kan het noodzakelijk zijn om een groter gebied als waterstaatswerk in de legger te definiëren om negatieve gevolgen van NWO's te compenseren.
- **Evacueren:** In geval van een zware storm kan het nodig zijn om personen die in buitendijkse bebouwing aanwezig zijn te evacueren en vitale objecten veilig te stellen.

2.3 Nieuwe objecten in duinwaterkeringen

Op grond van de Waterwet dienen Waterschappen een Keur op te stellen met daarin de regels waaraan een vergunning voor bouwen in de waterkering dient te voldoen. Voor de zandige kust is er landelijk beleid ten aanzien van bouwen in de zandige waterkering ontwikkeld. Als voorbeeld geven we weer wat het Nationaal Waterplan (2009) hierover schrijft:

De Beleidslijn Kust (2007) geeft een handreiking voor nieuwe ruimtelijke ontwikkelingen. De benadering van de Beleidslijn is 'ja mits' in bestaand bebouwd gebied en 'nee tenzij' in onbebouwd gebied. 'Ja mits' houdt in dat ruimtelijke ontwikkelingen getoetst worden aan de veiligheid van de kust op lange termijn, de zandige ontwikkeling van de kust, de vrije horizon en aan andere wettelijke

kaders, hoofdzakelijk natuurwetgeving. 'Nee tenzij' houdt in dat het bevoegd gezag medewerking kan verlenen aan bepaalde ingrepen, zoals tijdelijke activiteiten en voorzieningen van openbaar belang. Deze worden vervolgens aan dezelfde kaders getoetst.



Figuur 2.1 Handreiking vergunningverlening nieuwe objecten in duinwaterkeringen uit de Beleidslijn Kust (2007)

In de Beleidslijn Kust (2007) wordt een handreiking aan waterkeringbeheerders gegeven voor vergunningverlening voor nieuwe objecten in duinwaterkeringen. In deze handreiking wordt onderscheid gemaakt tussen (I) Bebouwd Gebied, (II) Onbebouwd Gebied, (III) Semi – permanente bouwwerken en strandpaviljoens en (IV) Voorwaarden [Figuur 2.1]. In bebouwd gebied is bijvoorbeeld uitbreiding mogelijk tot 10% van het bebouwd oppervlak (voor Zeeland en sommige regio's in Friesland is dat 20%). Voor onbebouwd gebied is alleen vergunningverlening mogelijk indien er sprake is van een groot maatschappelijk belang dat niet elders kan worden uitgeoefend. Voor een dergelijke situatie worden specifieke voorwaarden aan vergunningverlening verbonden en bestaat nog steeds de mogelijkheid om geen vergunning te verlenen.

In het BARRO (Besluit Algemene Regels Ruimtelijke Ordening) is de volgende toelichting gegeven ten aanzien van het Bebouwd Gebied [Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2011)]. Het betreft het kustgebied exclusief de Friese Waddeneilanden:

Beoogde nieuwe activiteiten, zoals bebouwing, zijn in beginsel mogelijk voor zover daarbij geen belemmering kan ontstaan voor de instandhouding of versterking van het zandige deel van het kustfundament of voor het onderhoud, de veiligheid of mogelijkheden voor versterking van de primaire waterkering. In de legger van het waterschap zijn de beschermingszones begrensd en zijn de regels nader uitgewerkt. In geval een gemeente twijfelt of een in het bestemmingsplan mogelijk te maken activiteit een significante belemmering (zoals hiervoor aangegeven) kan opleveren voor het kustfundament, is het verstandig dit kort te sluiten met de bevoegde waterbeheerder. Dat overleg zal zich moeten beperken tot de vraag of die activiteit gevolgen kan hebben. De waterbeheerder beoordeelt, veelal op een later moment, de aanvraag om de watervergunning voor de activiteit aan de hand van de geldende beleidskaders. Voor het door het Rijk beheerde deel van het kustfundament geldt daarbij de in de Beleidslijn kust neergelegde eis dat er geen feitelijke belemmering is van het meegroeien met de zeespiegel, van de kustlijnverzorging of de versterking van het

zandige kustfundament. Deze uitwerking is een vertaling van het «ja-mits-beleid» van de Beleidslijn kust, dat is gehandhaafd in het Nationaal Waterplan.

Voor het Onbebouwd Gebied is vastgelegd dat alleen bebouwing mogelijk is voor de volgende situaties:

- *bouwwerken ten behoeve van tijdelijke of seizoensgebonden activiteiten;*
- *herbouw of verbouw van een bestaand bouwwerk waarbij een eenmalige uitbreiding van het grondoppervlak met ten hoogste tien procent is toegestaan, te rekenen vanaf het tijdstip van inwerkingtreding van dit besluit;*
- *bouwwerken voor het openbaar belang voor zover deze bouwwerken niet buiten de gronden, bedoeld in het eerste lid, tot stand gebracht kunnen worden. Tot deze bouwwerken behoren in elk geval:*
 - 1°. bouwwerken voor telecommunicatievoorzieningen, opsporing, winning, opslag en transport van olie, gas en water, transport van elektriciteit en kleinschalige opwekking van elektriciteit door middel van windturbines;*
 - 2°. bouwwerken voor het operationeel beheer van natuur of van hulpdiensten;*
 - 3°. bouwwerken voor de waterstaatkundige functie van het kustfundament.*

De waterschappen maken voor de waterkeringen eigen beleidsnota's waarin ook aandacht wordt gegeven aan vergunningverlening voor objecten op de waterkering. In algemene zin wordt hierbij de handreiking uit de Beleidslijn Kust gevolgd, zij het dat er kleine verschillen kunnen bestaan in de uitwerking naar de voorwaarden. Vooral de Hoogheemraadschappen Delfland, Rijnland en Hollands Noorderkwartier ervaren de ruimtelijke druk vanwege een hoge bevolkingsdichtheid op de kustzone. Dit wordt als volgt weergegeven in [Delfland (2010)]:

In een ideale situatie zijn de waterkeringen onbebouwd en hebben ze alleen de functie om water te keren. Ervaring leert echter dat dit niet mogelijk is. Vanuit de maatschappij bestaat de wens om objecten die geen waterkerende functie hebben in, op of om de waterkering te plaatsen. Deze druk is, zeker in het beheergebied van Delfland, zo groot dat medegebruik onvermijdelijk is. In het verleden zijn al veel niet-waterkerende objecten op de waterkeringen aangebracht. Dat kan gaan om een woning, maar ook om bomen of kabels en leidingen. Daarnaast wordt de waterkering gebruikt voor de uitvoering van werkzaamheden, beweiding of recreatieve activiteiten. Dit medegebruik moet goed worden gereguleerd opdat de veiligheid van de waterkeringen nu en in de toekomst niet in gevaar komt. Ook het beheer en onderhoud mogen niet worden belemmerd en medegebruik mag niet tot onevenredig hoge kosten voor Delfland leiden.

Dit citaat geeft kernachtig weer waar het om gaat bij meervoudig ruimtegebruik van duinwaterkeringen, namelijk dat (1) de veiligheid wordt gewaarborgd, nu en in de toekomst, (2) beheer en onderhoud mogelijk blijft en (3) er geen onevenredig hoge kosten voor de waterkeringbeheerder uit voortvloeien.

Dit kan als volgt worden vertaald in de probleemstelling ten aanzien van meervoudig ruimtegebruik van duinwaterkeringen:

- **Kennis:** Om de effecten van meervoudig ruimtegebruik te kunnen beoordelen, is kennis vereist met betrekking tot de effecten van harde objecten op de duinveiligheid. Dit is niet alleen nodig voor de huidige situatie, maar ook voor de toekomst. Daarom is kennis nodig over hoe de duinveiligheid zich in de toekomst ontwikkelt onder invloed van zeespiegelstijging, natuurlijke morfologische processen en kustonderhoud. Deze kennis is op dit moment nog niet volledig beschikbaar. Daarom zijn er op dit moment geen betrouwbare, vastgestelde richtlijnen waarmee alle mogelijke situaties van objecten in duinwaterkeringen kunnen worden beoordeeld.

- **Beheer en onderhoud:** Het is belangrijk dat waterkeringbeheerders ruime mogelijkheden hebben om de duinwaterkering bij een NWO te inspecteren en onderhoud te plegen. Tevens dient het object aan het einde van de functionele levensduur volledig te verwijderen te zijn. Deltares (2011) concludeert dat er geen wezenlijke belemmeringen zijn op het gebied van beleid of instrumenten voor multifunctioneel medegebruik van waterkeringen. In Nederland is multifunctioneel medegebruik al op een aantal locaties gerealiseerd. De praktijk wijst wel uit dat het realiseren van een dergelijk medegebruik niet eenvoudig is.
- **Kosten:** Het wordt in een aantal situaties als knelpunt ervaren dat er geen goede verdeling van baten en lasten mogelijk lijkt te zijn tussen de vergunninghouder en de waterkeringbeheerder. Het betreft hierbij niet alleen de verdeling van de werkelijke kosten en baten, maar ook afspraken hoe om te gaan met financiële aansprakelijkheid [Deltares (2011)].

2.4 NWO's en kustveiligheid op de lange termijn

Bij het vaststellen van de grenzen van de waterkering (waterstaatswerk) met een legger dient minimaal voldoende ruimte aanwezig te zijn voor de afslagzone en het grensprofiel. Deze minimale ruimte wordt aangeduid als de kernzone. Daarnaast houden waterkeringbeheerders rekening met toekomstige versterkingen over een periode van 200 jaar. Hierbij wordt geanticipeerd op een zeespiegelstijging van 85 cm / eeuw en een toename van de golfhoogte met 5% [TAW (2002)]. De extra ruimte die hiervoor nodig is wordt aangeduid als reservestrook, of profiel van vrije ruimte in geval van een dijklichaam [Beleidslijn Kust (2007)].

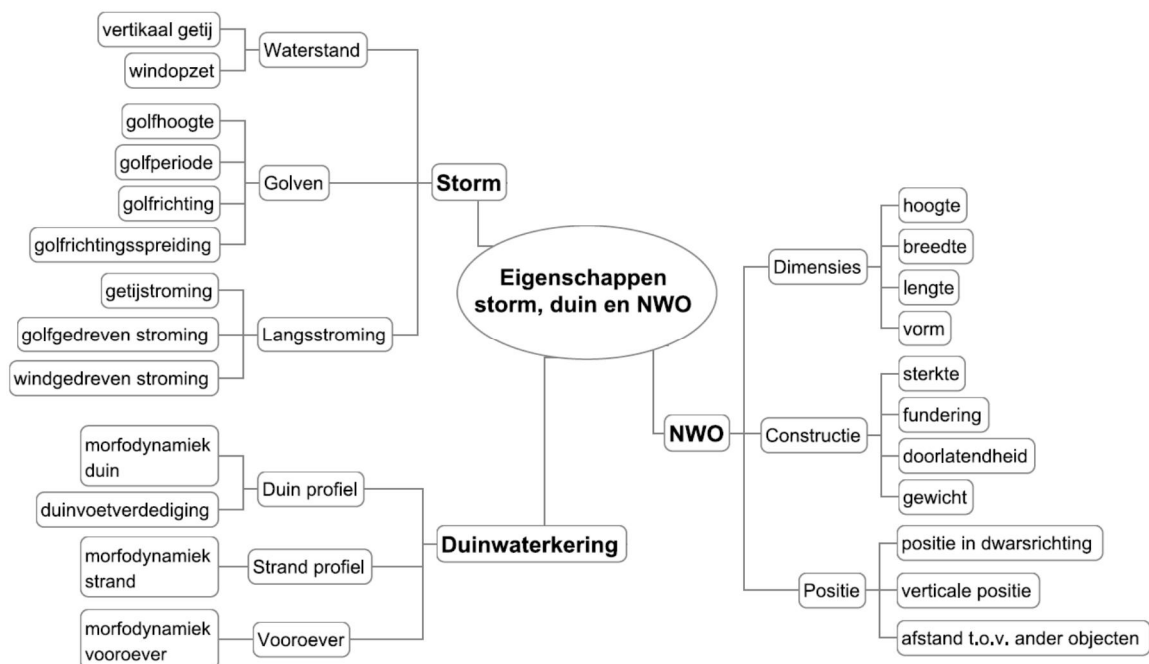
Tegelijkertijd is het kustonderhoud in Nederland erop gericht dat het kustfundament meegroeit met de zeespiegelstijging. Deze maatregel wordt deels meegenomen bij de bepaling van de reservestrook. Voor bebouwd gebied is namelijk meegroeien met de zeespiegelstijging niet eenvoudig, omdat dit in veel gevallen verhoging van bebouwing en wegen vereist. Dit betekent dat er nu gebied wordt gereserveerd als waterkering waar, bij voortzetting van het kustonderhoud, straks feitelijk geen behoefte meer aan is. Deze ruimtereservering werkt wel belemmerend voor medegebruik voor bebouwing, omdat ook in deze strook een vergunning van de waterkeringbeheerder vereist is.

3 Technische aspecten aan NWO's

3.1 Inleiding technische aspecten

De technische aspecten met betrekking tot de interactie van NWO's met de zandige kering worden bepaald door een groot aantal parameters. Deze parameters kunnen worden ingedeeld in de drie categorieën, namelijk de eigenschappen van NWO's, stormbelasting en duinafslag [Figuur 3.1]:

- De mogelijke gevolgen van hoogwater en golfaanval op NWO's worden voor een groot deel bepaald door de eigenschappen van de NWO's zelf. Dit zal worden beschreven in paragraaf 3.2.
- De belasting op de duinwaterkering met inbegrip van NWO's is een combinatie van waterstand, golven en stroming. Dit zal worden beschreven in paragraaf 3.3.
- Het effect van NWO's op duinafslag wordt beschreven in paragraaf 3.4.



Figuur 3.1 Eigenschappen van storm, duin en NWO die medebepalend zijn voor toetsregels

3.2 Eigenschappen van NWO's

Er bestaat een grote verscheidenheid in objecten die in duinwaterkeringen kunnen voorkomen. Het effect van een NWO op de veiligheid van een duinwaterkering wordt mede bepaald door de eigenschappen van het object zelf.

In het basisrapport Zandige Kust staat hier het volgende over [TAW (1995)]:

Het laat zich indenken dat er uiteindelijk (ook) een onderscheid naar de wijze van constructie van de bouwwerken zal worden gemaakt. Bouwwerken die na ondermijning in het geheel vooroever in zee storten, zullen een ander effect op de mate van duinafslag hebben dan bouwwerken die tijdens het ontakelingsproces in kleinere brokstukken uiteenvallen.

In deze paragraaf worden NWO's als volgt getypeerd:

- Bouwwerken die tijdens een storm in grote brokstukken uiteenvallen. Voorbeelden hierbij zijn de ravage van strandpaviljoens na een storm in Zandvoort (1980) en het bezwijken van het Strandhotel op Schiermonnikoog in 1923.



Figuur 3.2 Ravage van strandpaviljoens in Zandvoort (1980) en vernietiging van Strandhotel Schiermonnikoog (1923)

- Bouwwerken die één geheel blijven tijdens een storm (monoliet), maar wel afschuiven of omvallen. In Figuur 3.3 zijn verschillende stadia weergegeven van bunkers die uit het duin treden. We onderscheiden hierin ondergraving, afschuiving, ligging op het strand en ligging in de vooroever.



Figuur 3.3 Verschillende stadia van een monoliet die uit een duin treedt

- Bouwwerken die één geheel blijven tijdens een storm en niet in beweging komen, bijvoorbeeld omdat ze voldoende hoog op een paalfundering zijn gefundeerd [Figuur 3.4].



Figuur 3.4 Strandpaviljoen (jaarrond) met paalfundering

3.3 Relevante eigenschappen van stormen

Tijdens storm wordt de zandige waterkering met een NWO belast door een hoge waterstand in combinatie met zware golfaanval. Als gevolg hiervan kunnen onder andere stromingen voor en om het object ontstaan die ook van invloed zijn op het duinafslagproces en het gedrag van het NWO zelf. Dit kan vervolgens weer effect hebben op de mate van duinafslag en daarmee op de veiligheid van de waterkering.

Hierbij is dus ook de stormduur en het stormverloop van belang. Afhankelijk van de oriëntatie van de kust ten opzichte van de windrichting, en de positie van het NWO in de zandige kering kan de daadwerkelijk optredende belasting per situatie sterk verschillen. De inzichten in de hydraulische belastingen zijn, met name door uitgebreide golfberekeningen met SWAN, de laatste jaren wel toegenomen.

3.4 Effect van NWO's op de zandige waterkering

3.4.1 Inleiding

De aanwezigheid van een niet-waterkerend object (NWO) in een zandige waterkering kan een effect hebben op de veiligheid van de (primaire) waterkering. Afhankelijk van een groot aantal factoren kan een dergelijke constructie tijdens de maatgevende stormvloed omstandigheden (met hoge waterstanden en zware golfaanval) plaatselijk immers leiden tot een *toename* van de hoeveelheid duinafslag en daarmee tot een lokaal verder landwaarts gelegen positie van de maatgevende afslaglijn.

Deze laatste verschuiving kan vervolgens weer worden vertaald in een effect op de veiligheid. Dit kan variëren van enige afname van het 'veiligheidsoverschot' (voor een duinwaterkering welke zonder de aanwezigheid van een NWO ruim voldoende veilig is), tot een juridisch of daadwerkelijk onveilig worden (niet meer aan de veiligheidsnorm voldoen) van de

waterkering. In deze laatste gevallen is de lokale toename van de hoeveelheid afslag, dan wel de extra verschuiving van het maatgevende afslagpunt zodanig groot dat er sprake is van onvoldoende ruimte voor een grensprofiel met gevolg het overschrijden van de landwaartse leggerbegrenzing of zelfs duindoorkraak.

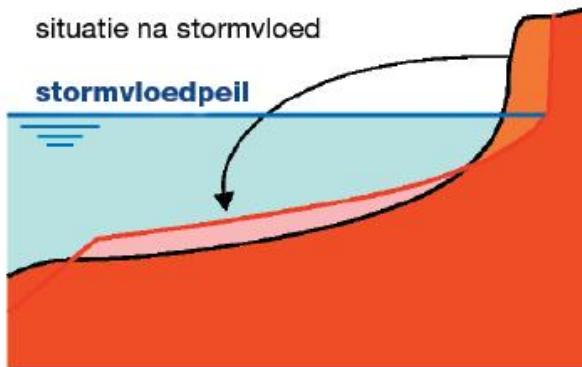
Bij het beoordelen van het effect van een NWO op de veiligheid gaat het specifiek om het verschil tussen de veiligheidssituatie van:

- een volledig zandige kering (zonder NWO) en
- een zandige kering waarop/waarin wel een NWO aanwezig is.

Zoals al aangegeven is de (gewijzigde) positie van de maatgevende afslaglijn als gevolg van de aanwezigheid van een NWO daarbij een belangrijke indicator. Van belang is het daarbij op te merken dat het dus expliciet niet gaat om de veiligheid van het NWO zelf.

3.4.2 Veiligheidsprincipe zandige waterkeringen

Voor het kunnen begrijpen van het effect van een NWO op de positie van de afslaglijn is het van belang het principe van een zandige kering goed onder ogen te hebben. Uitgangspunt voor de veiligheidsbeschouwing van zandige kering (het geheel van vooroever, strand en duinen), is daarbij dat het aanwezige dwarsprofiel onder invloed van de tijdens een stormvloed optredende golfaanval zal vervormen. Deze vervorming resulteert in een zogenaamd duinafslagprofiel, waarbij er materiaal uit het duinfront afslaat en op het voorliggende strand en vooroever wordt afgezet [Figuur 3.5].

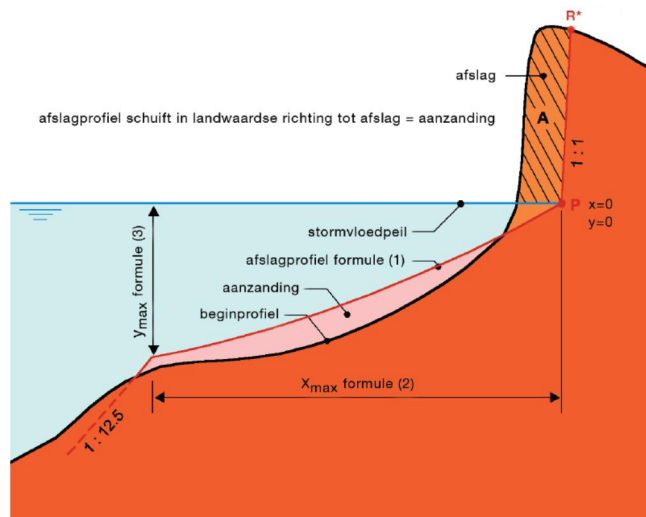


Figuur 3.5 Effect stormvloed op zandige waterkering [TRDA2006]

Het tijdens de storm vervormde dwarsprofiel is daarbij in staat om de zware golfaanval 'op te vangen' en voorkomt daarmee dat er nog meer materiaal van het duin afslaat. De situatie na afslag biedt derhalve voldoende weerstand tegen het doorbreken van het duin. De waterkering kan dan ook als voldoende veilig worden beschouwd als er landwaarts van het verwachte afslagpunt nog voldoende duin overblijft. De positie van het maatgevende afslagpunt (de doorsnijding van het afslagfront met de bovenkant van het aanwezige duin) is daarbij dus een belangrijke maat.

Voor het kwantificeren van de tijdens de maatgevende condities te verwachten hoeveelheid duinafslag is een gevalideerd, en officieel vastgesteld rekenmodel beschikbaar. Centraal daarin staat de beschrijving van het zogenaamde afslagprofiel. Voor de beschrijving van de

vorm van dit afslagprofiel is een eenvoudige formule beschikbaar: de zogenaamde afslagparabool. De horizontale positie van deze afslagparabool volgt uit de balans tussen de hoeveelheid erosie (afslag) uit het duin en afzetting op de vooroever. Uiteindelijk volgt hier dus ook de positie van het afslagpunt uit. In Figuur 3.6 is deze aangegeven met de R^* -aanduiding (rechts bovenin).



Figuur 3.6 Kwantificering effect stormaanval op zandige waterkering d.m.v. afslagparabool [TRDA2006]. De hoeveelheid overblijvend duin (in dit geval landwaarts van de R^* -positie) vormt hierbij een maat voor de veiligheid. In deze morfologische beschouwing staat de vrije uitwisseling van zand binnen het profiel dus centraal.

Overigens is de feitelijke toetsing iets ingewikkelder als hierbij geschetst, omdat daarbij ook rekening gehouden wordt met allerlei onzekerheden in de duinafslagbepalende factoren. Dit betekent onder andere dat er gerekend wordt met rekenwaarden voor de in de afslagparabool genoemde parameters en dat er bovendien nog een toeslag op de initieel berekende afslag in rekening moet worden gebracht. Aanvullend speelt ook het zogenaamde grensprofiel en de variatie van de JARKUS – profielen in de tijd een rol. Voor het eerste begrip is een dergelijke verdieping niet noodzakelijk en voldoet de eerder genoemde uitwerking.

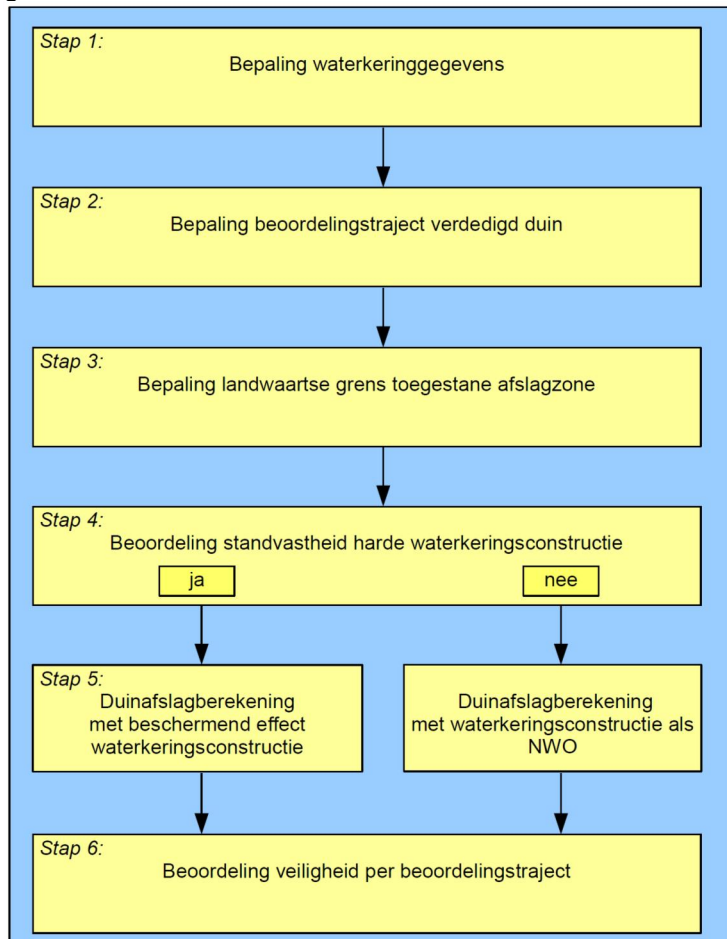
3.4.3 Relevante constructieve elementen

In de langs de Nederlandse kust aanwezige zandige waterkering bevinden zich, afgezien van de dijken, tal van constructieve elementen. Daarbij moet onderscheid worden gemaakt tussen:

- Waterkerende constructies zoals duinvoetverdedigingen, boulevard-constructies en dijk-in-duin-constructies; dit zijn zogenaamde hybride keringen
- Niet-waterkerende objecten (de NWO's).

Echte harde waterkerende constructies kunnen een bijdrage leveren aan de veiligheid. Binnen het toetsspoor Hybride Kering: Verdedigd Duin uit het concept TRDH2011 is aangegeven dat tijdens de toets een beoordeling plaatsvindt of de constructie in de beschouwde doorsnede standzeker is onder maatgevende omstandigheden. Als dit niet het geval is mag er geen rekening worden gehouden met de beschermende werking van de constructie, en dient zelfs rekening te worden gehouden met een negatief effect vanwege

bretoeslag. Hiermee wordt het effect van het lokaal falen van de constructie in rekening gebracht.



Figuur 3.7 Toetsspoor Hybride Kering: Verdedigd Duin. Daar waar een hybride kering aansluit op een dijk of een onverdedigd duin is sprake van een aansluitingsconstructie. Hiervoor heeft het Concept TRDH2012 een separaat toetsspoor

Verder dient er bij de aansluiting van een wel stabiele constructie op de overgang naar een normaal duin ook rekening te worden gehouden met enige extra afslag (de zogenaamde aansluitingsconstructie).

Indien de constructie niet voldoet, dient deze als een niet-waterkerend object (NWO) te worden beschouwd. In dat geval zal de waterkering dus met aanwezigheid van een NWO moeten worden beoordeeld [Figuur 3.7]. In veel gevallen betreft het daarbij duinvoetverdedigingen die in de periode voor 1990 zijn aangelegd om verlies van duinzand bij een eroderende kust te voorkomen. Deze waren dus vooral bedoeld om teruggang van het duinfront tijdens meer reguliere stormomstandigheden tegen te gaan en zijn niet gedimensioneerd voor maatgevende omstandigheden.

Aard constructief element	Voorbeelden	Relatief effect op veiligheid
Waterkerende constructie	Duinvoetverdediging, dijk-in-duin, boulevard	Toename / afname van de veiligheid
Niet-waterkerend object (NWO)	Overige constructies	Potentiele afname van de veiligheid

Tabel 3.1 Overzicht hoofdcategorieën constructieve elementen en relatief effect op veiligheid waterkering.

Essentieel verschil is dat de constructies uit de eerste groep wel een waterkeringstechnische functie hebben, terwijl dat bij de constructies uit de tweede groep juist niet het geval is. Duidelijk mag ook zijn dat de focus bij het beoordelen van de veiligheidseffecten van de eerste groep gericht is op de *gewenste toename* van de veiligheid van de waterkering, terwijl het bij de niet-waterkerende objecten vooral gaat om een *potentiele afname* van de veiligheid [Tabel 3.1].

Het is overigens niet onmogelijk dat NWO's in sommige situaties leiden tot een lokale toename van de veiligheid. Bij het toetsen van de waterkering houdt de waterkeringbeheerder hier in de praktijk geen rekening mee, omdat hij geen zeggenschap heeft over het object. In theorie is het mogelijk om dit wel te doen, maar dan zullen er duidelijke afspraken nodig zijn met betrekking tot het beheer van het object. Het zal trouwens niet eenvoudig zijn om de aansluiteffecten te compenseren.

3.4.4 Effect constructieve elementen in algemene zin

Het effect van een constructief element in een zandige waterkering uit zich in een verstoring van de vrije uitwisseling van zand binnen het afslagprofiel.

Voor een *waterkerende constructie* is dit ook expliciet de bedoeling en zal dit (ten opzichte van de situatie zonder constructie) in principe ook leiden tot een zeewaartse verplaatsing van het maatgevende afslagpunt en daarmee tot een *toename* van de veiligheid van de (hybride) waterkering. Dit vereist echter wel een inherent stabiele waterkerende constructie. Indien een dergelijke constructie ergens faalt, kan er echter juist sprake zijn van een *afname* van de veiligheid. Dit laatste is meestal ook het geval ter plaatse van de aansluiting van een waterkerende constructie op een gewoon duin.

Ook de aanwezigheid van een *niet-waterkerende constructie* (NWO) in het dwarsprofiel kan leiden tot een beïnvloeding van de vrije uitwisseling van sediment en daarmee tot een effect op de positie van het afslagpunt en als gevolg daarvan ook tot een effect op de veiligheid van de waterkering. Dit effect is in de volgende paragraaf iets verder uitgewerkt.

3.4.5 Specifiek effect van NWO's

Omdat het bij NWO's per definitie gaat om objecten met een eindige afmeting in langsrichting, kan bij de beoordeling van het veiligheidseffect van een NWO onderscheid worden gemaakt tussen:

- Het directe effect van een NWO in de *dwarsdoorsnede* (dus over de centrale raai, in het dwarsprofiel dwars door de constructie);
- Het indirecte effect van een NWO in *bovenaanzicht* en dan specifiek ter plaatse van de rand van de constructie (overgang van constructie naar naastliggend duinprofiel).

Feitelijk gaat het hier om twee verschillende beoordelingssporen welke beide kunnen leiden tot een landwaartse verschuiving van het afslagpunt ten opzichte van de situatie zonder NWO. Deze beide beoordelingssporen worden in de thans vigerende leidraden en richtlijnen (zoals de TRDA2006 en de concept-TRDH2011) niet als zodanig genoemd. De wens is om te toch te kunnen beoordelen wat het effect is van een NWO op de veiligheid van de waterkering, is echter duidelijk aanwezig.

In het volgende is een eerste invulling gegeven aan een nieuw beoordelingskader. De hierin opgenomen gestructureerde wijze van 'beoordelen van de waterkeringstechnische effecten van NWO's, is gebaseerd op de bij een aantal uitgebrachte praktische adviezen, opgedane ervaringen.

Beoordelingsspoor	Positie	Effect op afslagpunt
Doorsnede	Centrale raai over object	Extra teruggang bij afwezigheid van constructie
Bovenaanzicht	Overgang/rand	Extra teruggang naast constructie bij aanwezigheid constructie

Tabel 3.2 Overzicht (te definiëren) beoordelingssporen voor NWO's.

Het toepassen van een dergelijke beoordelingsregel kan gebeuren voor twee verschillende omstandigheden, te weten:

- De toetsing van een waterkering onder de hydraulische condities zoals deze vastliggen in het thans vigerende randvoorwaardenboek (HR2006);
- De vergunningverlening waarbij de situatie wordt beschouwd zoals deze zich voordoet na het in rekening brengen van 200 jaar klimaatverandering (conform het TAW-maximumscenario).

3.4.6 Effect NWO in doorsnede (centrale raai)

Bij een beschouwing van de situatie in de doorsnede (zandig profiel met NWO) is natuurlijk de omvang en de positie van de constructie van belang. In het geval dat de constructie zich in het afslagprofiel bevindt en bovendien (deels) in de plaats komt van een zekere hoeveelheid mobiel zand, zal er per definitie een effect zijn op de vrije ontwikkeling van het afslagprofiel in dwarsrichting.

Het zich al dan niet in de afslagzone bevinden van het object hangt (zoals eerder aangegeven) mede af van de daarbij in rekening te brengen belastingcondities. Daarbij kan onderscheid gemaakt worden tussen de hydraulische condities zoals die voor de toetsing van een waterkeringskering moeten worden gebruikt en de condities die voor de dimensionering van legger en beschermingszone worden gebruikt. Deze laatste zijn relatief zwaarder omdat daarbij onder andere het effect van 200 jaar zeespiegelstijging in beschouwing moet worden genomen. Het kan dus zo zijn dat een specifieke NWO weliswaar niet in de huidige afslagzone ligt (en nu dus ook geen effect op de veiligheid van de waterkering zal hebben), maar dat de theoretische afslag voor de 200-jaarscondities ten behoeve van ruimtereservering voor toekomstige versterkingen wel tot voorbij de voorzijde van het NWO zal reiken. In dat laatste geval is er dus alsnog sprake van een effect op het toekomstig waterkerend vermogen [paragraaf 2.4].

De in het volgende gegeven uitwerkingen hebben steeds betrekking op de positie van het NWO ten opzichte van de ongestoorde afslagzone, dit onafhankelijk van de beschouwde maatgevende situatie (toetsing, beschermingszone).

Indien de bouw van een NWO leidt tot een lokale ontgraving, is er mogelijk een positief effect vanwege de sterkte van het object. Een dergelijk positief effect is in deze veiligheidsbeschouwing echter niet van belang; een NWO wordt in principe immers als niet-waterkerend beschouwd en daarom wordt een dergelijk voordeel ook niet in rekening gebracht [paragraaf 3.4.2]. Bovendien is dit positieve effect niet zeker en lastig kwantificeerbaar. De mogelijke ontgrondingskuil voor het NWO is overigens wel relevant voor het

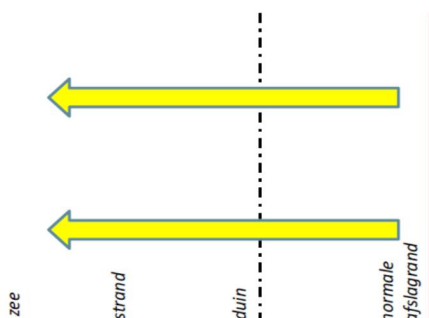
vaststellen van de benodigde funderingsdiepte. Daarnaast is deze van belang voor het effect op afslag naast de constructie (zie verderop), juist omdat deze kuilvorming hier de oorzaak van is.

In een conservatieve benadering kan ook de situatie worden beschouwd zonder rekening te houden met het kerend vermogen van de NWO. In dit geval is er in de beschouwde doorsnede dus 'slechts' sprake van een gat ter plaatse van de constructie. De (waterkerende) constructie wordt dan als bezweken en afwezig verondersteld. Een dergelijke benadering geldt specifiek voor objecten/gebouwen met kelders. De hiermee verband houdende ontgraving leidt dus ter plaatse van het NWO tot lokale verlaging van het maaiveld in het duin. Het doorrekenen van deze (conservatief ingestoken) situatie resulteert met het eerder geschetste balansmodel uiteindelijk tot een iets verder landwaarts gelegen afslagpunt. Om te voldoen aan een sluitende zandbalans moet de afslagparabool immers iets opschuiven. In deze (conservatieve) benadering leidt het NWO tot extra teruggang van het afslagpunt en daarmee tot een afname van de veiligheid van de waterkering.

Overigens kan een dergelijke extra teruggang bij een voorziene uitbreiding/aanpassing van een NWO (meestal in de vorm van een aanvraag voor een onderkeldering) in sommige gevallen worden gecompenseerd door het herplaatsen van het vrijkomende zand in de onmiddellijke omgeving van de ontgraving. Een dergelijke mitigerende maatregel is overigens niet altijd mogelijk of voldoende succesvol.

3.4.7 Effect NWO in bovenaanzicht (naast constructie)

Ook bij een beschouwing van de situatie in bovenaanzicht (zandig profiel met een NWO), is de omvang en de positie van de constructie in dwarsrichting van belang. In het geval dat de constructie zich in afslagzone bevindt en bovendien tijdens de maatgevende storm intact blijft, kan er ter plaatse van de constructie geen afslag van onder de constructie plaatsvinden. Er is sprake van een zogenaamd 'onthouden afslagvolume' (het volume van het ongestoorde afslagprofiel dat in beslag wordt genomen door de constructie). Deze verminderde uitwisseling leidt aan de voorzijde van de constructie tot een relatief lager dwarsprofiel. Tijdens de maatgevende storm zal een herverdeling van zand optreden, waardoor er naast het bouwwerk extra afslag zal plaatsvinden. Dit principe is geïllustreerd aan de hand van drie figuren. In deze figuren geven de gele pijlen in deze figuren vormen hierin een maat voor deze dwarsuitwisseling van materiaal. De voorzijde van het duin wordt weergegeven met een zwarte streep-stip-lijn, de afslaglijn wordt weergegeven met een rode doorgetrokken lijn.

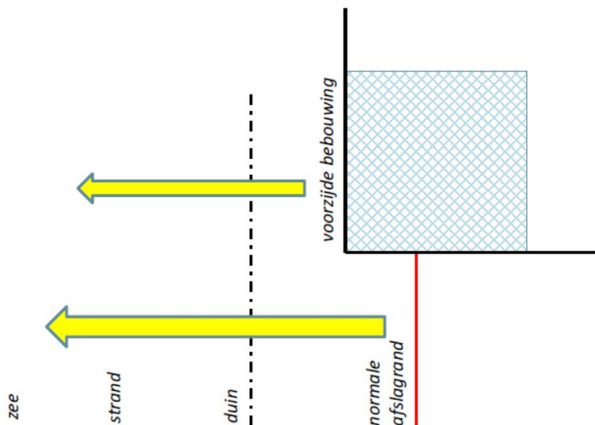


Figuur 3.8 Situatie in bovenaanzicht met effect dwarsverdeling afgeslagen zand (zonder NWO/bebouwning).

In Figuur 3.8 is in bovenaanzicht het effect gegeven van een zware stormvloed waarbij er, geheel conform het eerder beschreven principe, materiaal vanuit het duinfront in zeewaartse richting wordt afgezet. Voor een in langsrichting uniform doorgaande zandige waterkering is deze uitwisseling in alle dwarsraaien gelijk (en zijn de gele pijlen even groot).

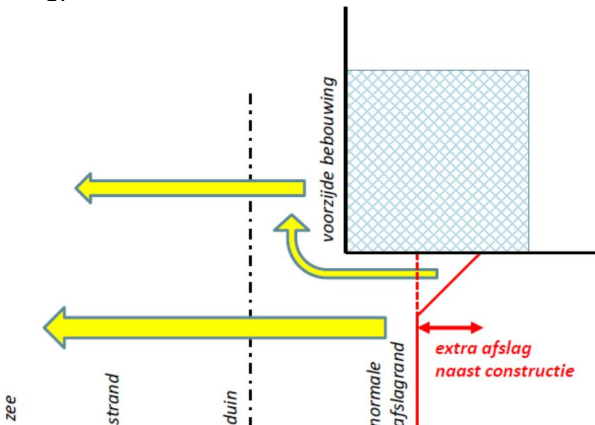
Indien er een NWO aanwezig is, zal ter plaatse van het constructieve element (in dit specifieke geval gemakshalve aangeduid als bebouwing), de vrije dwarsuitwisseling van materiaal worden belemmerd. Dit effect is weergegeven in Figuur 3.9, waarin de gele pijl die zich voor de constructie bevindt, dus beperkter van omvang is.

In deze figuur is het effect van een NWO gemakshalve beschouwd als half-oneindig lange constructie (met voldoende lengte in langs- en dwarsrichting). Deze uitwerking richt zich enkel en alleen op de dwarspositie van de hoek van de constructie in het duin. Hierbij mag duidelijk zijn dat een constructie alleen effect kan hebben indien de voorzijde van de constructie zich zeewaarts van de normale afslagrand bevindt.



Figuur 3.9 Situatie in bovenaanzicht met dwarsverdeling afslagen zand voor NWO/bebouwing.

Zoals al eerder aangegeven leidt dit tot een discontinuïteit in profielvorm en profielniveau voor de constructie; het afslagprofiel voor de constructie ligt hier dus iets lager dan het afslagprofiel naast de constructie.



Figuur 3.10 Effect herverdeling afgeslagen zand van gevolg NWO/bebouwing met extra afslag.

Deze onnatuurlijk abrupte 'sprong' in het bodemniveau zal tijdens de afslagontwikkeling grotendeels worden genivelleerd door het toevloeien van afslagmateriaal uit de naastgelegen doorsnede. Het uiteindelijke gevolg hiervan is dat er enige extra afslag naast de constructie zal optreden [zie ook Boers *et al.* (2011), en Van Geer *et al.* (2012)]. Dit volume komt ten goede aan het lager gelegen profieldeel voor de constructie. De extra afslag naast de constructie kan dan ook gezien worden als het negatieve effect van het NWO op de veiligheid van de waterkering.

Voorwaarde voor deze teruggang is dat het object tijdens het afslagproces onaangetast in het duin aanwezig is. Hierdoor ontstaat immers het niveauverschil welke feitelijk de oorzaak is van de extra teruggang. In de 'centrale raai'-benadering, waarbij de constructie wordt weggelaten bijvoorbeeld doordat het door de storm wordt opgeruimd, was dit juist niet het geval. Hieruit blijkt dat de eigenschappen van het object van invloed zijn op het duinafslagproces [paragraaf 3.2].

Het hierboven gepresenteerde principe (het 'onthouden afslagvolume') is reeds beschreven in een in 1993/94 uitgevoerde verkennende studie naar het effect van bebouwing op de mate van duinafslag [Waterloopkundig Laboratorium (1993, 1994)]. De hierop gebaseerde formuleringen zijn opgenomen in paragraaf 4.3 van katern 6 van de thans nog vigerende VTV2006. Deze formuleringen zijn ook overgenomen in hoofdstuk 23 van het concept van de TRDH2011 onder het kopje 'Extra afslag bij aansluitingsconstructies volgens VTV2006'. Deze formulering zijn echter ook van toepassing voor NWO's, mede omdat ze daar initieel zelfs voor zijn afgeleid.

De extra afslag ligt, afhankelijk van de lokale situatie, vermoedelijk in de orde van 10 tot 20 m, maar is sterk afhankelijk van de omvang van het object. De afhankelijkheid van de omvang van het object is juist iets wat nog moet worden uitgezocht. Behalve de dimensies van het object is ook de positie van de voorzijde van de constructie ten opzichte van de maatgevende (ongestoorde) afslaglijn van groot belang. De consequenties van deze extra afslag voor de veiligheid, hangen natuurlijk af van de mate waarin de waterkering ruim bemeten is (en dus nog over bovenmatige veiligheid beschikt).

4 Analyse bestaande methoden

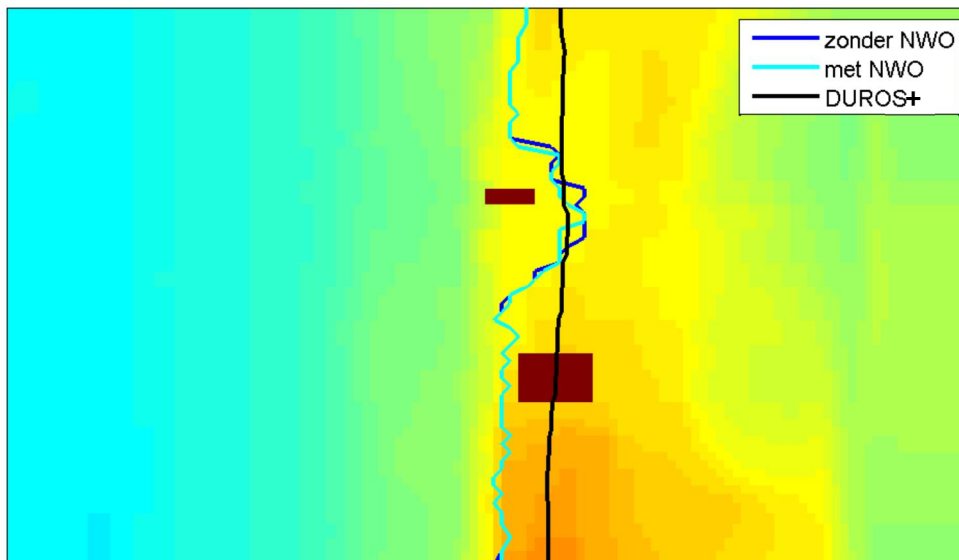
4.1 Inleiding bestaande methoden

In dit hoofdstuk worden methoden beschreven die in het verleden zijn ontwikkeld om de effecten van NWO's op duinafslag in beeld te brengen. Hiervoor zijn namelijk verschillende pogingen voor ondernomen. Het gaat hierbij in alle gevallen om conceptuele methoden die nog niet bruikbaar zijn in de beheerpraktijk. Achtereenvolgens gaat het om de volgende methoden:

- XBeach [paragraaf 4.2]
- Pragmatische methoden [paragraaf 4.3]
- Rijnlandse methode [paragraaf 4.4]

4.2 Toepassing XBeach-model

In opdracht van Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier en Hoogheemraadschap Rijnland heeft Deltares een gevoeligheidsonderzoek uitgevoerd met behulp van het duinafslagmodel XBeach. Hierbij zijn twee casussen doorgerekend, namelijk een niet bestaande parkeergarage bij Egmond aan Zee en een locatie bij het Casino in Zandvoort. Het doel van dit gevoeligheidsonderzoek betrof het verkrijgen van inzicht in de effecten van verschillende parameters op de mate van duinafslag ter plaatse van de constructies. Ten aanzien van de belastingparameters is gelet op stormverloop, golfrichting en golfrichtingsspreiding.



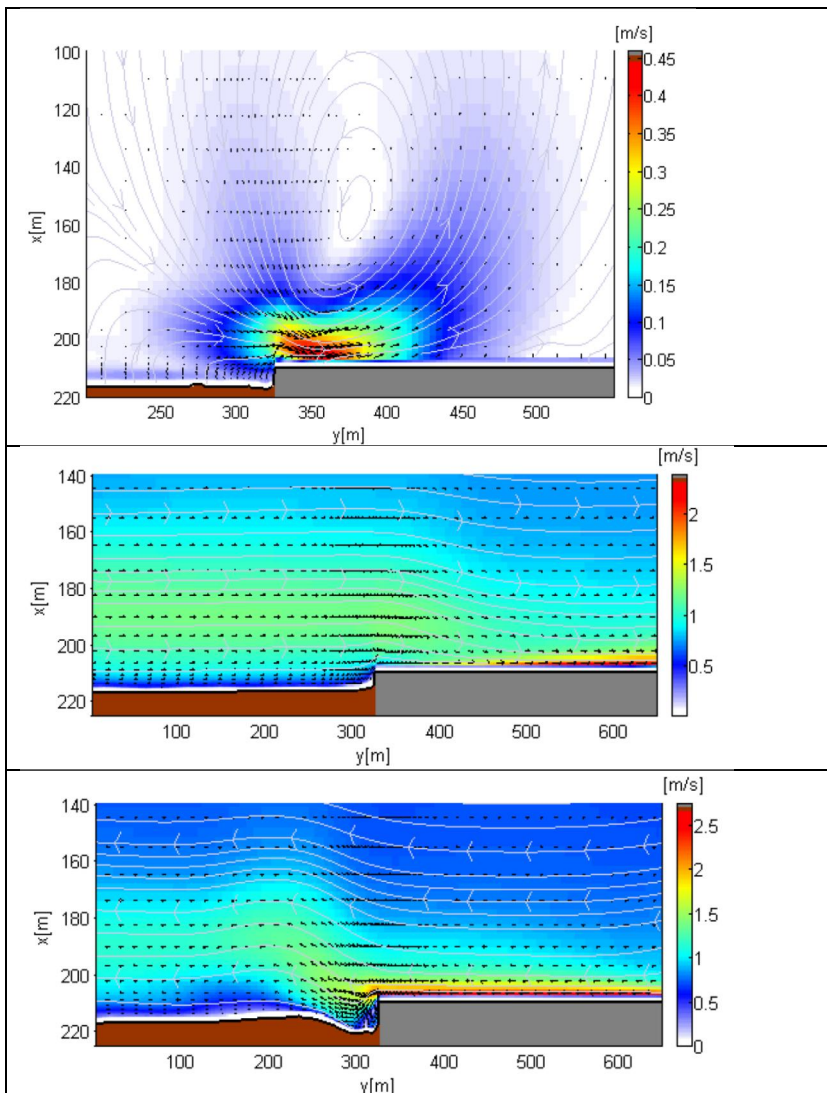
Figuur 4.1 Vergelijking van een XBeach afslagberekening met een DUROS+ afslagberekening het betreft een willekeurig voorbeeld waar geen veiligheidsconclusies aan kunnen worden verbonden. De grote variatie in de afslaglijn met de XBeach berekening, die gebaseerd is op een raster, wordt veroorzaakt doordat er lokaal een verlaging in het duin is. DUROS+ rekent met JARKUS – profielen en houdt hier geen rekening mee.

Ten aanzien van duin en object is gekeken naar het effect van duinhoogte, de diepte van de fundering van de constructie onder het maaiveld, het al dan niet gedeeltelijk instorten van het object, en de effecten van meerdere objecten bij elkaar. De berekeningen die zijn uitgevoerd

zijn vervolgens vergeleken met de resultaten van duinafslagberekeningen met het DUROS+-model. (DUROS+ is de geldende detailtoets voor dit gebied.) Figuur 4.1 geeft hiervan een (willekeurig) resultaat.

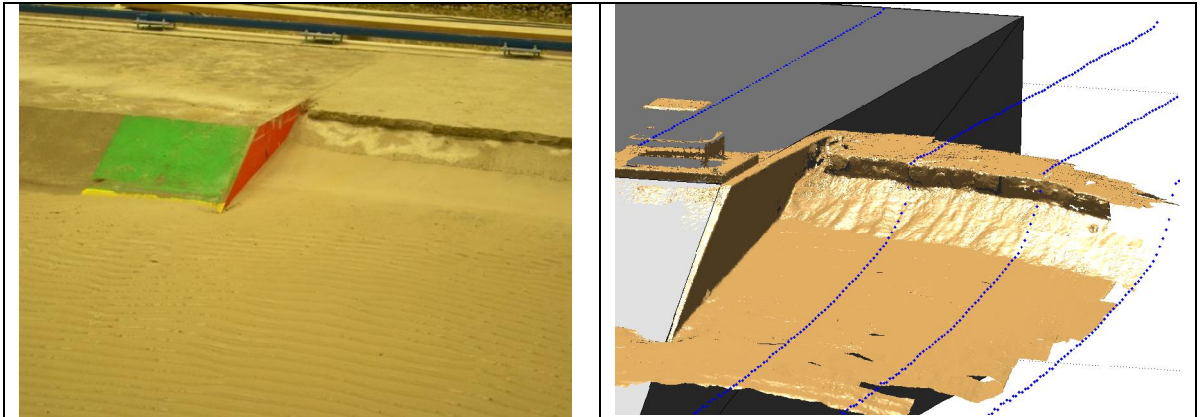
Uit de gevoeligheidsanalyse worden de volgende conclusies getrokken [Deltares (2012B)]:

- Een aantal processen die niet meegenomen zijn in het empirische DUROS+ model, kunnen wel degelijk van belang zijn bij duinafslag, zoals tweedimensionale effecten, stormverloop en golfrichtingsspreiding, maar ook de golfrichting zelf.
- Ten opzichte van het empirische DUROS+ model, voorspelt XBeach in het algemeen minder afslag, maar op specifieke locaties juist meer. Deze laatste situaties zijn niet altijd, maar in een aantal gevallen wel gerelateerd aan NWO's.
- Ontgrondingen rond NWO's zijn in XBeach gerelateerd aan stromingen. De sedimentatie- en erosiepatronen rond NWO's die XBeach laat zien hebben overeenkomsten met de aan stroming gerelateerde patronen rond waterbouwkundige constructies.



Figuur 4.2 Berekeningen van het stroming- en erosiepatroon van een aansluiting van een duin op een dijk. Boven: loodrecht invallende golven, Midden: scheef invallende golven van links, Onder: scheef invallende golven van rechts

Van Geer *et al.* (2012) beschrijft onder andere verkennende berekeningen met het XBeach model voor een aansluitingsconstructie tussen een duin en een dijk [Figuur 4.2]. Uit deze berekeningen blijkt dat het stroming- en erosiepatroon sterk wordt beïnvloed door de hoek van inval van de golven. Vooral in een situatie waarin een duin stroomafwaarts van een dijk ligt kan veel erosie optreden.



Figuur 4.3 Waarnemingen van erosie bij een aansluitingsconstructie bij loodrecht invallende golven

Overigens wordt opgemerkt dat het voorspelde patroon nog geen goede weergave betreft van de extra erosie die is gemeten met experimenten in het Delta Basin (recht invallende golven). Daar werd direct naast de dijk lokaal veel extra erosie waargenomen [Figuur 4.3]. Het ontstaan van deze erosie wordt mogelijk veroorzaakt door golfploop en korte golfinteractie [Boers *et al.* (2011)]. Dit zijn processen die nog niet goed in XBeach zijn gemodelleerd.

Toepassing van XBeach om kwantitatieve voorspellingen uit te voeren voor de duinafslagontwikkeling voor concrete situaties ligt op dit moment nog niet voor de hand:

- De fysica van golfoverslag en golfploop is nog zeer beperkt gemodelleerd in XBeach, het betreft alleen lange golfenergie. Als gevolg hiervan wordt ontgroning voor een duinvoetverdediging nog niet nauwkeurig voorspeld. De verwachting is daarom dat de huidige versie van XBeach nog geen betrouwbare weergave vormt van de stroming en erosie rond harde objecten in een duinwaterkering.
- Er is gebrek aan meetgegevens om de toepassing van XBeach voor NWO's te kunnen valideren.
- Het doorrekenen van de effecten van NWO's in XBeach is niet in alle gevallen mogelijk. Het betreft hierbij met name erosie onder een NWO en (vervolgens) het afschuiven van een NWO langs het afslagprofiel [Figuur 3.3].
- De schaal waarop effecten van NWO's worden verwacht is in de orde van een meter. Dit vereist een zeer fijnmazig rekengrid ter plaatse van de NWO. Hierdoor worden de rekentijden met XBeach onevenredig lang.

4.3 Methode WL_1994

De methode WL_1994 [WL (1994)] is een groot aantal keren is toegepast ten behoeve van de onderbouwing van vergunningaanvragen voor aangepaste en nieuwe bouwwerken voor met name het Hoogheemraadschap van Delfland en het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen.

Deze methode onderscheidt de twee verschillende sporen om een NWO te beoordelen zoals is beschreven in paragraaf 3.4. Het gaat daarbij steeds om de landwaartse verschuiving van het afslagpunt ten opzichte van de situatie zonder NWO, te weten:

- Het directe effect van een NWO in de *dwarsdoorsnede* (in het dwarsprofiel dwars door de constructie);
- Het indirecte effect van een NWO in *bovenaanzicht* en dan specifiek ter plaatse van de rand van de constructie.

Voor kleinschalige onderkelderingen en relatief lichte bouwwerken is veelal het eerste spoor van belang. Centraal staat daarin de hoeveelheid ontgraving (onderkeldering). Voor zwaardere constructies (echte bouwwerken) speelt ook het indirecte effect in bovenaanzicht een belangrijke rol.

Pragmatische formuleringen extra afslag in doorsnede/dwarsprofiel

Bij beschouwing van de situatie in een doorsnede is met name de omvang en de positie van de constructie van belang. In het geval dat de constructie zich in het afslagprofiel bevindt (voorzijde NWO dus zeewaarts van ongestoorde afslagrand) en bovendien (deels) in de plaats komt van een zekere hoeveelheid mobiel zand (en er dus sprake is van een zekere ingraving), zal er per definitie een effect zijn op de vrije ontwikkeling van het afslagprofiel in dwarsrichting.

In een voor een vergunningsaanvraag meestal gevolgde (meer conservatieve) benadering, wordt de situatie beschouwd zonder constructieve bijdrage van de constructie. In dit geval is er in de beschouwde doorsnede eigenlijk een 'gat' ter plaatse van de constructie aanwezig. De constructie wordt dan als bezwaken en afwezig verondersteld. Een dergelijke, conservatieve benadering geldt specifiek voor objecten/gebouwen met kelders. De hiermee verband houdende ontgraving leidt in de berekeningen dus ter plaatse van het NWO tot lokale verlaging van het maaiveld in het duin. Het doorrekenen van deze situatie resulteert met het vigerende duinafslagmodel tot een verder landwaarts gelegen afslagpunt en daarmee tot een afname van de veiligheid.

Deze methode vergt dus geen 'aanvullende' kennis, afgezien van het feit dat de op deze wijze gevonden extra teruggang bij een constructie van beperkte omvang in langsrichting als gevolg van zijdelingse uitwisseling nog enigszins kan worden gereduceerd. Deze correctieslag is in voorkomende gevallen als een expert-opinion ingebracht. Ook moet natuurlijk nog een onderbouwing worden gegeven voor de veronderstelling dat de constructie als 'afwezig' mag worden beschouwd. Voor zeer zware constructies gaat dit natuurlijk niet op.

Pragmatische formuleringen extra afslag naast constructie (in bovenaanzicht)

Ook bij een beschouwing van de situatie in bovenaanzicht (zandig profiel met NWO), is de omvang en de positie van de constructie van belang. In het geval dat de constructie zich in afslagzone bevindt en bovendien tijdens de maatgevende storm intact blijft, kan er ter plaatse van de constructie geen afslag van onder de constructie plaatsvinden. Er is sprake van een zogenaamd 'onthouden afslagvolume' (het volume van het ongestoorde afslagprofiel dat in beslag wordt genomen door de constructie). Deze verminderde uitwisseling leidt voor de constructie tot een relatief lager dwarsprofiel. Tijdens de maatgevende storm zal een herverdeling van zand optreden, waardoor er naast het bouwwerk extra afslag zal plaatsvinden.

Dit als maatgevend veronderstelde principe (het 'onthouden afslagvolume' en de hieruit volgende herverdeling) is reeds beschreven in een in 1993/94 uitgevoerde verkennende studie naar het effect van bebouwing op de mate van duinafslag [WL (1993, 1994)].

De basisformulering voor deze extra afslag (in meters) is afgeleid voor een half-oneindige constructie-overgang waarbij deze een directe functie is van:

- Het onthouden afslagvolume uitgedrukt in m^3/m^1 ;
- De hoogte van de totale afslagzone;
- De hoogte van de afslagzone tot het snijpunt van de harde constructie.

Het onthouden afslagvolume is hierbij dus de sturende parameter. In de oorspronkelijke rapportage [WL (1994)] zijn ook enkele correcties gegeven die betrekking hebben op de langsconfiguratie van de constructie. Hierbij valt te denken aan het effect van een beperkte lengte van een NWO en de interactie met een naastliggende NWO waardoor er als het ware een gat tussen twee constructies ontstaat.

Het effect van een NWO op de veiligheid en het al dan niet toelaatbaar zijn van extra afslag (en dus van het bouwwerk), hangt nauw samen met de mate van interactie tussen de constructie en het afslagproces.

Er zijn vier mogelijke gevallen te onderscheiden. Deze zijn in toenemende 'ernst van interactie' achtereenvolgens:

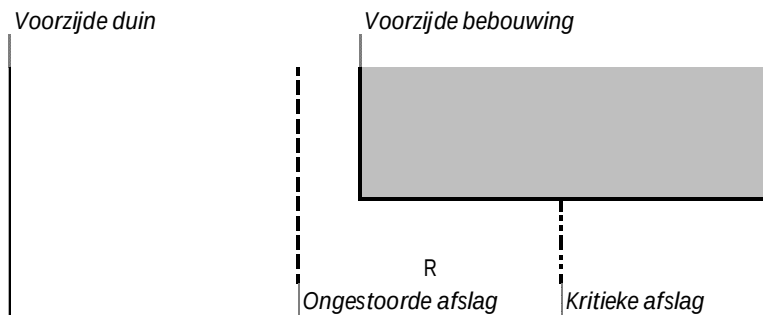
- 1 De situatie waarbij de bebouwing zich landwaarts van de afslagzone bevindt en er dus geen enkele interactie is tussen het afslagproces en de bebouwing;
- 2 De situatie waarbij de bebouwing zich precies op de rand van de afslagzone bevindt;
- 3 De situatie waarbij de afslag tot landwaarts van de voorzijde van de bebouwing reikt, maar de hier mee samenhangende extra afslag nog (ruim) zeewaarts blijft van de voorzijde van het kritieke grensprofiel;
- 4 Een hiermee vergelijkbare situatie maar waarbij de extra afslag zodanig groot is dat deze voorbij de voorzijde van het kritieke afslagprofiel reikt.

Vanuit waterkeringstechnisch uitgangspunt is het laatste geval (4) onacceptabel.

Acceptabel zijn in ieder geval de eerste twee gevallen zonder interactie (1 en 2) en in principe ook het derde geval (3).

Zoals al eerder aangegeven kan deze situatie zowel betrekking hebben op een toetsing (met vigerende normcondities) als op een uitwerking voor de reserveringszone (beschermingszone, legger) met veel zwaardere hydraulische omstandigheden. Cruciaal is en blijft de positie van de voorzijde van de bebouwing ten opzichte van de beschouwde ongestoorde afslaglijn.

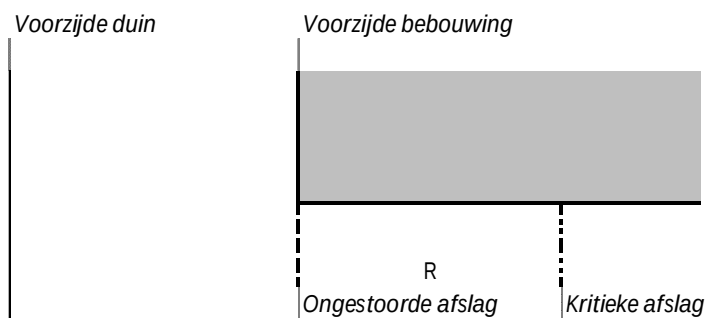
Een schetsmatig overzicht van de situaties 1 tot en met 3 is gegeven in de volgende figuren.



Figuur 4.4 Situatie voor geval 1 zonder interactie tussen afslag en bebouwing

In Figuur 4.4 is de situatie geschetst conform geval 1. De situatie is waterkeringstechnisch veilig omdat er nog voldoende ruimte (de reserve-afstand R) is tussen de maatgevende (in dit geval ongestoorde) afslaglijn en de voorzijde van het kritieke grensprofiel (kritieke afslag).

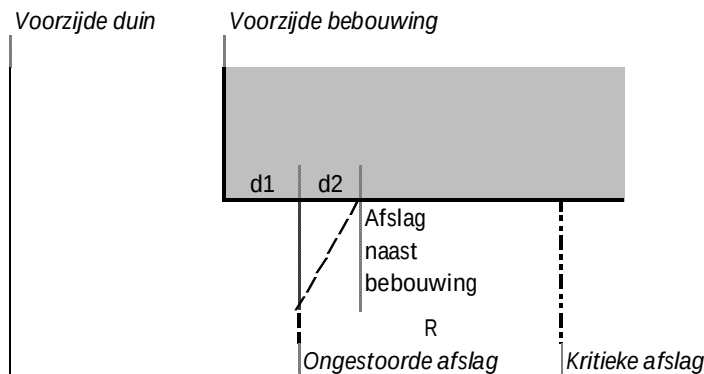
Ook in geval 2 is er nog geen probleem en blijft de afstand tussen afslaglijn en kritiek grensprofiel (de afstand R) ook naast de constructie ongewijzigd [Figuur 4.5].



Figuur 4.5 Situatie voor geval 2 met nog net geen interactie tussen afslag en bebouwing

Voor de beoordeling van een toelaatbare situatie is deze situatie dus een erg veilige aanname. Zou dit als uitgangspunt worden gebruikt, volgt de toelaatbare positie van de bebouwing direct uit de positie van de maatgevende afslaglijn.

In geval 3 bevindt de voorzijde van de bebouwing zich nog verder zeewaarts en reikt de afslag tot voorbij de voorzijde van de bebouwing [Figuur 4.6]. Omdat er in dit specifieke geval sprake is van een onderkeldering van het bouwwerk (en dus een onthouding van materiaal aan het vrije afslagproces), zal er naast het bouwwerk extra afslag optreden. De omvang van de extra teruggang (in de figuur aangegeven als d_2), is mede afhankelijk van de mate waarbij het bouwwerk zeewaarts van de afslagzone steekt (in de figuur aangegeven als d_1).



Figuur 4.6 Situatie voor geval 3 met interactie tussen afslag en bebouwing en extra afslag naast het bouwwerk

Ook in het geval van dit voorbeeld is er waterkeringstechnisch nog niets aan de hand. De d_2 -waarde is immers (veel) kleiner dan de R -waarde. De afslag naast de bebouwing blijft zeewaarts van het kritieke grensprofiel. Een echt probleem wordt het pas op het moment dat de afslag naast de bebouwing voorbij de kritieke afslaglijn komt. In dat geval geldt $d_2 > R$.

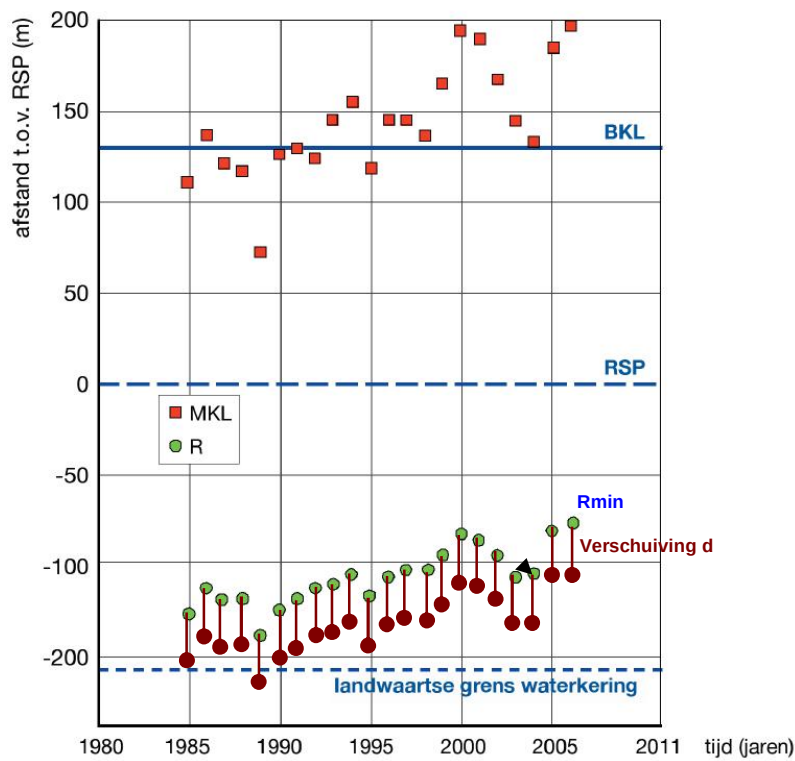
In het kader van de advisering over de toelaatbaarheid van de Badhuis Cadzand constructie is een eerste poging gedaan om de d_2 -waarde, die zoals eerder aangegeven is uitgedrukt in een formulering met het onthouden afslagvolume, direct te relateren aan de interactiemaat d_1 . Conclusie was daarbij dat voor dit zeer specifieke geval de d_1 -waarde als bovengrensbepending voor de d_2 -waarde kon worden gebruikt [Arcadis (2011)]. Langs deze weg was het vaststellen van de toelaatbaarheid van een bepaalde configuratie relatief eenvoudig. Het effect van verschillende combinaties van voorgevelpositie en ongestoorde afslag (afhankelijk van dwarsprofiel, zichttermijn, klimaatscenario en rekenmodel) kon immers eenduidig worden gekwantificeerd.

Idee achter deze pragmatische methode is dat een dergelijk verband de beoordeling van het effect van NWO's zeer eenvoudig zou kunnen maken. Bij deze methode doet het er immers niet meer toe hoe en met welk model (deterministisch, probabilistisch) de positie van de ongestoorde afslaglijn wordt bepaald. Gegeven deze laatste en de NWO-positie, is de d_1 -waarde eenvoudig te bepalen en levert een dergelijke relatie een direct inzicht in op het effect van het NWO op de positie van de afslaglijn. Ook niet-ingewijden kunnen een dergelijk recept eenvoudig toepassen. Vraag is natuurlijk of een dergelijke eenvoudige schematisatie voldoende recht doet aan de onderliggende fysica. Dit zal dus nader moeten worden uitgezocht.

4.4 Rijnlandse methode

De Rijnlandse methode is bedoeld als een provisorische toetsregel om de effecten van niet al te grote objecten in de afslagzone op de veiligheid te beoordelen. Het doel van de methode is om de volgende effecten mee te nemen [Deltares (2009)]:

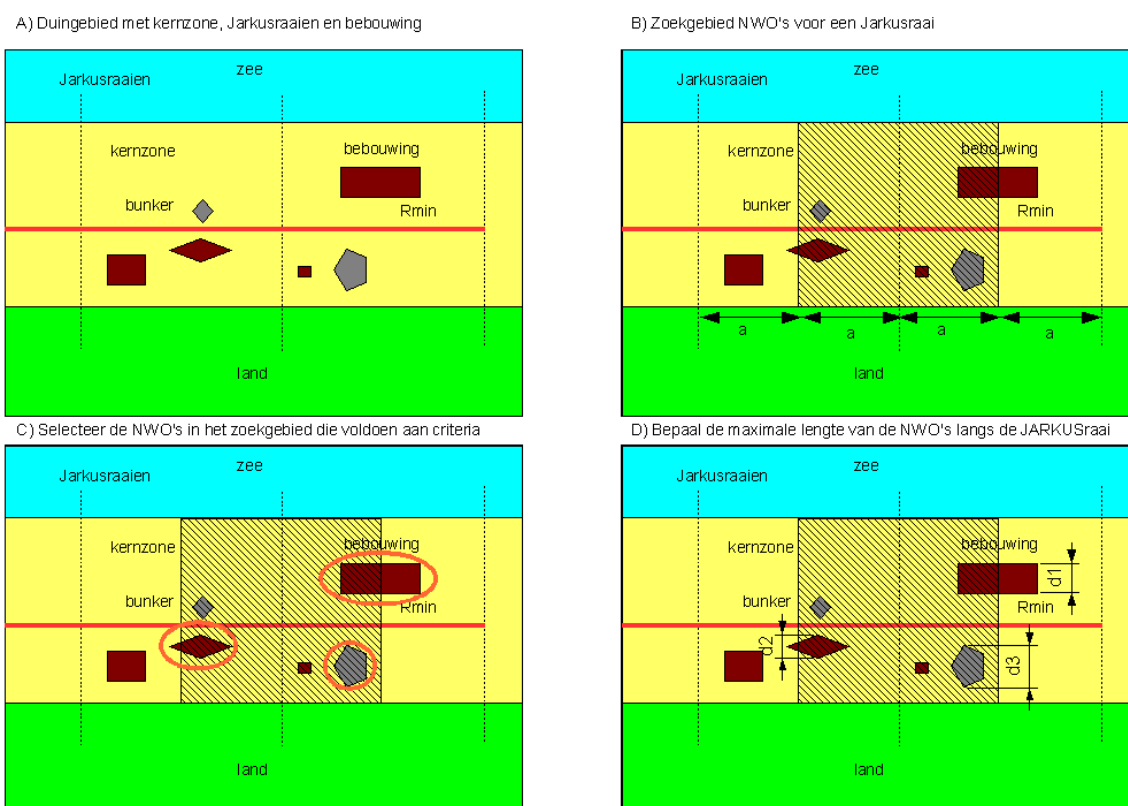
- Het gat dat ontstaat als het NWO uit het duin afglijdt.
- De extra duinafslag door de aanwezigheid van de NWO, zowel ernaast als erachter.
- De verzwakking van het grensprofiel door de aanwezigheid van de NWO.



Figuur 4.7 Aanpassing R-t diagram voor NWO toets. De verschuiving is gelijk aan de kustdwarse lengte (d) van een NWO

Om de toets tot uitvoering te brengen, dienen de volgende stappen te worden ondernomen [Figuur 4.8]:

- A) Identificeer in de duinwaterkering het meest zeewaartse afslagpunt Rmin [zie Figuur 4.7], de kernzone, de JARKUS-raaien en de bebouwing.
- B) Bepaal voor elke JARKUS-raai een zoekgebied, waarbij de grenzen worden bepaald door de kernzone, de middellijn van de kernzone, en de twee middellijnen met de aangrenzende JARKUS-raaien
- C) Verzamel voor de bebouwing de volgende gegevens:
 - De kustdwarse lengte van de bebouwing (d)
 - De hoogte van het NWO tov maaiveld
 - Meest landwaartse positie van het NWO
 - Sterkte van de bebouwing
 - De hoogte van de fundering
- D) Identificeer de bebouwing waarvan een effect mag worden verwacht op de veiligheid van de duinwaterkering. Hanteer hiervoor de criteria uit Tabel 4.1. Deze tabel wordt hieronder nog nader toegelicht.
- E) Bepaal van alle NWO's die geheel of gedeeltelijk in het zoekgebied liggen, en waarvan een effect wordt verwacht de kustdwarse lengte d
- F) Verschuif de positie R met de maximale waarde d die is aangetroffen. In het voorbeeld van Figuur 4.8 betreft dit afstand d3.



Figuur 4.8 Toetspoor Rijnlandse methode

Hoogte NWO	Meest landwaartse positie NWO tov Rmin	Sterkte bebouwing	Fundering	Verschuiving
> 10 m	-	-	-	d
≤ 10 m	Landwaarts	Monoliet	-	d
≤ 10 m	Landwaarts	Bezwijkt	Onder rekenpeil + 1 m	d
Voldoet niet aan bovengenoemde criteria				geen

Tabel 4.1 Criteria beoordeling NWO's

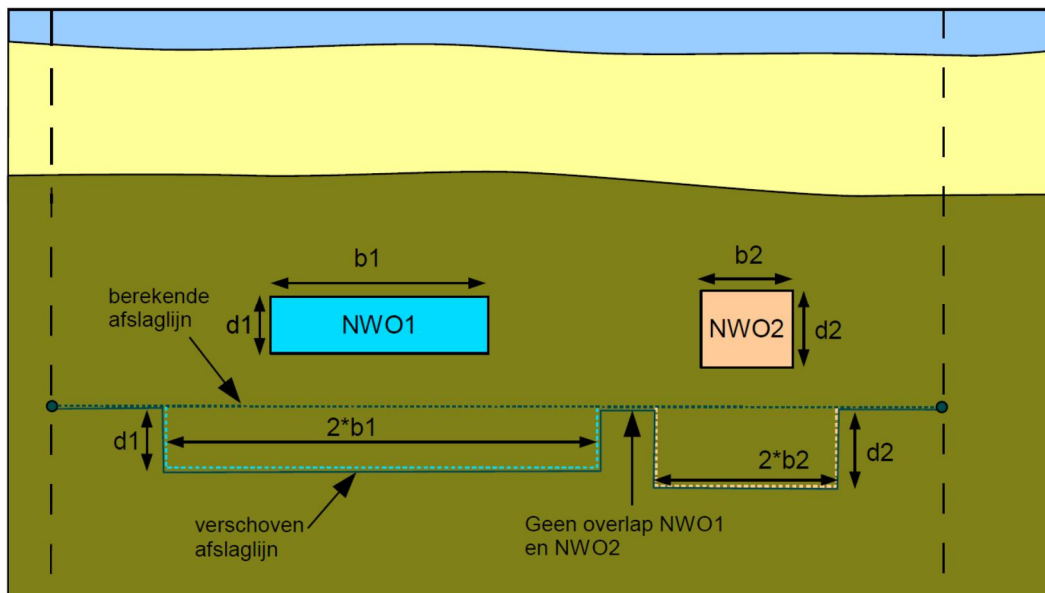
Tabel 4.1 bevat een aantal criteria voor de beoordeling van het effect van de NWO's:

- Het hoogtecriterium is bedoeld om onderscheid te maken tussen NWO's met een geringe omvang en NWO's met een grote omvang. Van de laatste categorie is het effect in het voorafgaande hoofdstuk beschreven. Deze categorie dient volgens de tabel altijd in de toets te worden meegenomen. Als hoogtemaat (afstand tussen nok en fundering) hebben we gekozen voor 10 meter. In de praktijk betreft dit bebouwing met meer dan 3 woonlagen.
- Van NWO's met een geringe omvang wordt alleen een effect verwacht als de positie zich in de buurt van de landwaartse grens van de kernzone bevindt. Om bebouwing in het zeewaartse deel uit te sluiten uit de selectie is als grens de meest zeewaartse afslagpunt uit het normale R – t diagram gekozen. Van bebouwing met een geringe omvang die geheel zeewaarts ligt van deze grens wordt geen effect op de duinwaterkering verwacht.
- Als het NWO zich (voor een deel) landwaarts van R_{min} bevindt, en het is een monoliet (bunker), dan wordt een effect verwacht op de duinwaterkering.

- Als het NWO zich (voor een deel) landwaarts van $R_{\min}$ bevindt, en er mag worden aangenomen dat het NWO in stukken uiteenvalt, dan kan toch een effect worden verwacht indien de fundering zich laag in het duin bevindt. Als criterium geeft de tabel het rekenpeil plus 1 meter. Deze waarde wordt ook gehanteerd bij de beoordeling van het grensprofiel volgens de TRDA2006.

Eenvoudige toets in het concept TRDH2011

In het concept TRDH2011 wordt de Rijnlandse methode gebruikt als een eenvoudige toets om solitaire objecten in niet dicht bebouwd gebied op veiligheid te kunnen beoordelen. Hierbij vindt een verschuiving van de maatgevende afslaglijn plaats, zoals is weergegeven in Figuur 4.9. Deze methode is nadrukkelijk bedoeld voor kleinschalige bebouwing voor een zandige kust met een ruime mate van veiligheid. Voor smalle waterkeringen, lange constructies, dichter bebouwde gebieden en NWO's van een ander type dan bebouwing (zoals een damwand) is deze methode niet geschikt. In deze eenvoudige toets speelt, in tegenstelling tot de Rijnlandse methode de positie van het object in dwarsrichting geen rol.



Figuur 4.9 Verschuiving afslaglijn in de eenvoudige toets NWO's

5 Inventarisatie NWO's in duinwaterkeringen

5.1 Inleiding NWO's in duinwaterkeringen

In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van NWO's op een zandige waterkering. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen bestaande NWO's waarvoor mogelijk rekening dient te worden gehouden tijdens de beoordeling van de veiligheid tegen overstromingen [paragraaf 5.2], en nieuwe bebouwing, waarvoor een watervergunning dient te worden afgegeven [paragraaf 5.3].

5.2 Bestaande NWO's

Bebouwing

Bebouwing langs de Nederlandse kust is veelal geconcentreerd aanwezig in badplaatsen of in brede gebieden van de Waddeneilanden [Figuur 5.1]. Veel van deze plaatsen zijn beschreven in het project 13 Kustplaatsen waar de risico's zijn geïdentificeerd voor de kustplaatsen Ameland, Terschelling, Vlieland, Egmond, Bergen, IJmuiden, Zandvoort, Noordwijk, Katwijk, Scheveningen, Kijkduin, Vlissingen en Cadzand [Deltares (2010)]. Daarnaast komt nog bebouwing voor in bijvoorbeeld de kustplaatsen De Koog, Castricum, Wijk aan Zee, Bloemendaal en Domburg.



Figuur 5.1 Noordelijk deel van de Boulevard bij Scheveningen [beeldbank RWS]

Kleinere bebouwing zal naar verwachting in stukken uiteenvallen. Grotere objecten zoals appartementencomplexen zullen zich naar verwachting als een monoliet gedragen. Afhankelijk van de fundering kan afschuiving worden verwacht [paragraaf 3.2].

Tijdelijke bebouwing in de vorm van strandpaviljoens

Tijdelijke bebouwing komt in duinwaterkeringen vooral voor in de vorm van strandpaviljoens of strandhuisjes [Figuur 3.4]. Voor deze objecten hebben waterkeringbeheerders uitgebreide regels opgesteld ten aanzien van het seizoen waarin deze aanwezig mogen zijn (zomerperiode of jaarrond), de aard van de fundering (palen of zandbanket), de constructie,

de infrastructuur en de verantwoordelijkheden bij calamiteiten. Hierbij wordt als voorwaarde gehanteerd dat de tijdelijke bebouwing tijdens storm in kleine brokstukken uiteenvalt, teneinde schade aan het duin zoveel mogelijk te voorkomen.

Wegen

Voor de ontsluiting van duingebieden en de aanwezige functies is een wegennet aangelegd [Figuur 5.2]. Het gaat hierbij om fietspaden, rijwegen, parkeerplaatsen. Naar verwachting zal het wegdek tijdens een storm in kleine onderdelen uiteenvallen.



Figuur 5.2 Wegennet bij een camping aan De Koog

Bunkers

Van Zeeuws – Vlaanderen tot Schiermonnikoog komen bunkers voor in de duinen. De meeste hiervan zijn gebouwd als onderdeel van de Atlantikwall in de Tweede Wereldoorlog [Figuur 5.3]. Veel bunkers zijn door waterkeringbeheerders bedekt met een laag zand om gevaar voor passanten te vermijden. Vooral rond IJmuiden en Hoek van Holland zijn nog heel veel bunkers aanwezig.



Figuur 5.3 Deel van de Atlantikwall bij Oostende (Vlaanderen) In Nederland zijn vergelijkbare bunkercomplexen aanwezig, maar deze zijn in veel gevallen bedekt met een laag zand.

In het algemeen zullen bunkers zich als monoliet gedragen. Omdat er geen paalfundering aanwezig is kan afschuiving worden verwacht [paragraaf 3.2, Figuur 3.3].

Waterbouwkundige constructies

Voor er in 1990 werd begonnen met kustlijnverzorging, zijn op diverse locaties waterbouwkundige constructies aangelegd om erosie tegen te gaan en/of de effecten van kleinere stormen op te vangen [Figuur 5.4]. Indien deze constructies niet ontworpen zijn om te functioneren als onderdeel van de primaire waterkering of deze functionaliteit hebben verloren, kunnen ze worden gekenmerkt als Niet Waterkerend Object [Figuur 3.7]. De restanten van deze constructies zullen naar verwachting zich als een niet verplaatsbaar monoliet gedragen.



Figuur 5.4 Duinafslag bij een duinvoetverdediging in Renesse in 1971

Kabels en pijpleidingen

Op een aantal locaties zijn er aanlandingen van kabels en pijpleidingen. Voor pijpleidingen betreft het veelal transport van olie en gas. Aanlandingspunten bevinden zich onder andere bij Ameland, Grote Keeten (Kop van Noord – Holland), IJmuiden en Hoek van Holland. Kabels worden gebruikt voor elektriciteit en telecommunicatie en landen onder andere aan bij Egmond, Castricum, IJmuiden, Zandvoort, Katwijk en Walcheren. Ook in de duingebieden komen kabels en leidingen voor, bijvoorbeeld ten behoeve van drinkwaterwinning.

Windmolens

Voor windenergie is de kust een aantrekkelijke locatie omdat de windsnelheden hier relatief groot zijn. Toch komen er in de kust weinig windmolens voor. Dit heeft onder andere de volgende oorzaken:

- Voor het plaatsen van een windmolen op een waterstaatswerk is vergunning nodig van de waterkeringbeheerder. Voor windmolens geldt dat deze in vrijwel alle gevallen in niet bebouwde gebieden geplaatst. Voor deze gebieden hanteren de waterkeringbeheerders een “nee, tenzij” beleid. Overigens wordt er in de BARRO een uitzondering gemaakt voor windmolens [paragraaf 2.3].

- Veel duingebieden zijn aangewezen als “Natura 2000” gebied. Er wordt gevreesd dat plaatsing van windmolens schadelijk is voor de vogelstand [Vogelbescherming Nederland (2009)].
- Aan duingebieden wordt grote aardkundige waarde toegekend. Zo heeft de Provincie Noord – Holland een groot deel van de kust aangewezen als “Aardkundig monument”. In dergelijke gebieden gelden strenge restricties voor bebouwing.
- Er is veel bezwaar tegen grote windmolens vanwege “landschapsvervuiling”.

De fundering van windmolens bestaat uit een dikke betonnen vloer net onder het maaiveld. De dikte van een dergelijke vloer is één à twee meter en heeft een diameter van 20 à 30 meter. De vloer wordt veelal ondersteund door een paalfundering. Het is waarschijnlijk dat een de fundering van een windmolen zich als een niet verplaatsbaar monoliet zal gedragen.

In 1996 is in Scheveningen een windmolen geplaatst bij de Houtrustweg. Deze is na renovatie in 2010 opnieuw in bedrijf genomen. Bij Velsen zijn in 2011 drie windmolens door Nuon in bedrijf genomen [Figuur 5.5]. Windpark IJmond heeft een vergunningaanvraag gedaan voor een windmolen ten noorden hiervan. Ook op de MV2 bestaan plannen voor het plaatsen van windmolens.



Figuur 5.5 Bouw van een windmolen bij Velsen [www.nuon.nl]

Industriële objecten

In duingebieden vinden ook bedrijfsmatige activiteiten plaats. De objecten die hiervoor nodig zijn vatten we samen onder de term “industriële objecten”. Hierbij kan bijvoorbeeld worden gedacht aan infrastructuur ten behoeve van waterwinning, de havengebieden van Terschelling, Vlieland, IJmuiden, Scheveningen, Europoort en Stellendam, het ECN terrein bij Petten en de twee NAM – locaties op Ameland [Figuur 5.6]. Het gedrag van industriële objecten is naar verwachting zeer divers, vergelijkbaar met bebouwd gebied. Een aanvullend

risico betreft een kettingreactie als gevolg van falen van deze objecten in de vorm van brand, een explosie en/of verontreiniging.



Figuur 5.6 NAM locatie op Ameland; Voor een deze locatie is wel een watervergunning vereist, maar er is geen gevaar voor de veiligheid

5.3 Plannen voor nieuwe NWO's

In aanvulling op het overzicht van de verschillende typen van reeds bestaande NWO's, bestaan er ook plannen voor nieuwe NWO's. In alle gevallen gaat het daarbij om bouwwerken zoals hotels of parkeergarages. Deze nieuwe plannen hebben zowel betrekking op aanpassingen aan bestaande bouwwerken, als op volledig nieuwe bouwwerken. In het volgende zijn deze twee categorieën iets nader uitgewerkt.

Aanpassing bestaande bouwwerken / onderkelderingen

Bij de aanpassing van bestaande bouwwerken gaat het veelal om het aanbrengen, verdiepen of zijdelings uitbouwen van een onderkeldering. Anders dan bij het beoordelen van de effecten van bestaande NWO's, gaat het bij het beoordelen van dergelijke nieuwe plannen per definitie om het kwantificeren van het aanvullend effect van de aanpassing van een constructie op de veiligheid van de waterkering.

Een zeer recent voorbeeld van een dergelijke aanpassing is die van de horeca- en badgelegenheid Oscars aan de Gevers Deynootweg (ter hoogte van het Zwarte Pad) te Den Haag. Het thans voorliggende plan is om deze te vernieuwen, te vergroten en te ontwikkelen tot een horeca- en congresgelegenheid. Het aangepaste bouwwerk zal daartoe worden voorzien van een omvangrijke ondergrondse parkeergarage. Omdat deze constructie zich in de waterkering bevindt, zijn er een aantal waterkeringstechnische eisen van toepassing en is er een zogenaamde waterwetvergunning nodig [Arcadis (2012)].

In het verleden zijn meerdere bouwwerk-aanpassingen in het kader van een vergunning-aanvraag door uitvoering van een gerichte bureaustudie in beschouwing genomen. Een mooi voorbeeld van een dergelijke mitigerende oplossing is de waterkeringstechnische uitwerking

voor de onderkeldering van het museum 'Beelden aan Zee' in Scheveningen waarbij, ter compensatie van de onttrekking van materiaal voor de onderkeldering, de naastliggende straat (Jongeneelstraat) aan de zeewaartse zijde van een bastion is voorzien. Inmiddels is deze oplossing verdwenen door uitvoering van de in uitvoering zijnde boulevardversterking.

Ook ten behoeve van de uitbouw van HR 'De Blanke Top' in Cadzand-Bad (Zeeuws-Vlaanderen) zijn reeds tal van adviezen gegeven. Uitgangspunt was daarbij steeds dat de vergrootte onderkeldering niet mocht leiden tot een hoeveelheid afslag die de kritische waarde overtrof. Deze laatste was daarbij gekoppeld aan de positie van het tegen de binnenduintrand gelegen grensprofiel. Bij de beoordeling speelde ook mee dat er voor deze locatie sprake is van een aangroeiende kust waar bovendien nog een 'Zwakke Schakel'-kustversterking is voorzien.

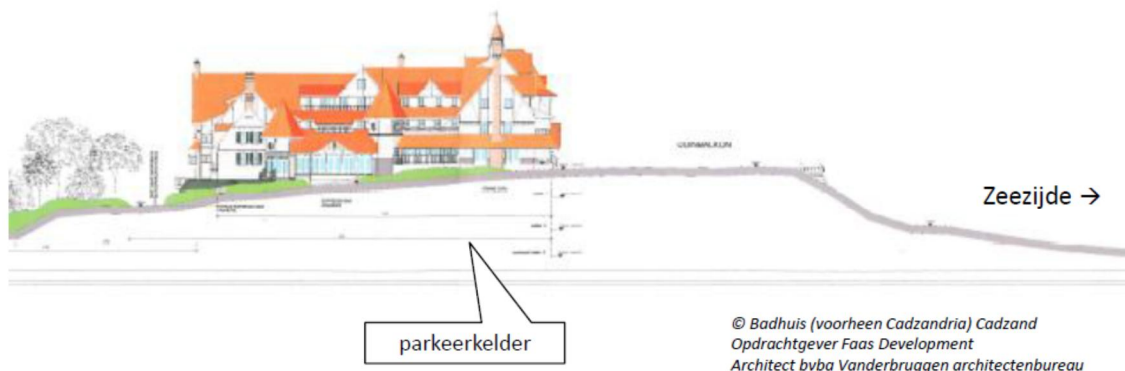
Nieuwe bouwwerken

Op een aantal locaties langs de kust zijn er plannen voor het realiseren van nieuwe constructies binnen de waterkering. Zonder te streven naar volledigheid kunnen in dit verband de volgende plannen worden genoemd:

- Een nieuw appartementenhotel Badhuis Cadzand-Bad in Zeeuws-Vlaanderen.
- De Gemeente Westland is in overleg zijn met het Hoogheemraadschap van Delfland en de provincie Zuid-Holland over de aanleg van een voetpad door de duinen tussen het parkeerterrein Molenslag en de strandopgang Strandweg bij Monster/Ter Heijde.
- Parkeergarage/winkel/leisure-bouwwerk op/in Kijkduin en de Noordboulevard in Scheveningen.
- Een parkeergarage in Katwijk die in eerste instantie in de waterkering (en zelfs als onderdeel van de waterkering) zou moeten komen, maar nu door de voorziene aanleg van een dijk-in-duin-versterking alsnog binnendijs komt te liggen.
- Een parkeergarage ter plaatse van het Watertorenplein in Zandvoort, waarbij het voorsnog onduidelijk is hoe met de (mogelijke versterking van de) huidige waterkering zal worden omgegaan.
- In Bloemendaal aan Zee zijn er enkele ontwikkelingen voorzien die plaatsvinden in de primaire kering. Het gaat hier vooral om herontwikkelingen. Mogelijke ontwikkelingen zijn: realisatie van een hotel met een grotere bouwoppervlakte op de plek van het huidige Duna, verplaatsen van de bestaande politiepost naar een plek verder van de zee af maar op het plein, verplaatsen cafetaria en vergroten aantal openbare toiletten.
- Er zijn plannen voor windmolens in Velsen.
- In Wijk aan Zee is een hotel en een horecaexploitatie gebouwd op bunkers uit de 2^e Wereldoorlog. Deze gebouwen staan in de primaire waterkering, al vele jaren. Er is hier sprake van uitbreiding en/of verbouwing.
- Mogelijkheden voor parkeergarages in Bergen aan Zee en/of Egmond aan Zee in bestemmingsplannen; Hierbij moet dus expliciet rekening gehouden worden met een mogelijk NWO-effect op de waterkering.
- Bij Julianadorp worden vanaf 2010 strandslaaphuisjes geëxploiteerd tijdens het zomerseizoen tussen 15 maart en 1 november. Er zijn plannen om het aantal zomerhuisjes uit te breiden.
- Op Texel bestaan er projecten voor herinrichting/aanpassing van het Veerhaventerrein, de haven Oudeschild en de NIOZ-haven, wat zou kunnen leiden tot wensen om te bouwen in of op de (duin)waterkering.
- Diverse bestaande bouwwerken in de waterkeringen op Vlieland en Terschelling, samenhangend met de nog te maken keuze voor de ligging van de waterkering in

de zeereep alsnog binnen de waterkering vallen. Deze laatste hangt samen met de definitie van de nog op te stellen leggers. Op 17 september 2012 heeft de Staatssecretaris van I&M het besluit tot verruiming van de dijkringen op Vlieland en Terschelling bekend gemaakt.

In het volgende is enige aanvullende informatie gegeven over de twee als eerste constructies. In Figuur 5.7 is een beeld gegeven van het als eerste genoemde Badhuis Cadzand-Bad.



Figuur 5.7 Dwarsdoorsnede over duinprofiel met gepland appartementenhotel in Cadzand-Bad

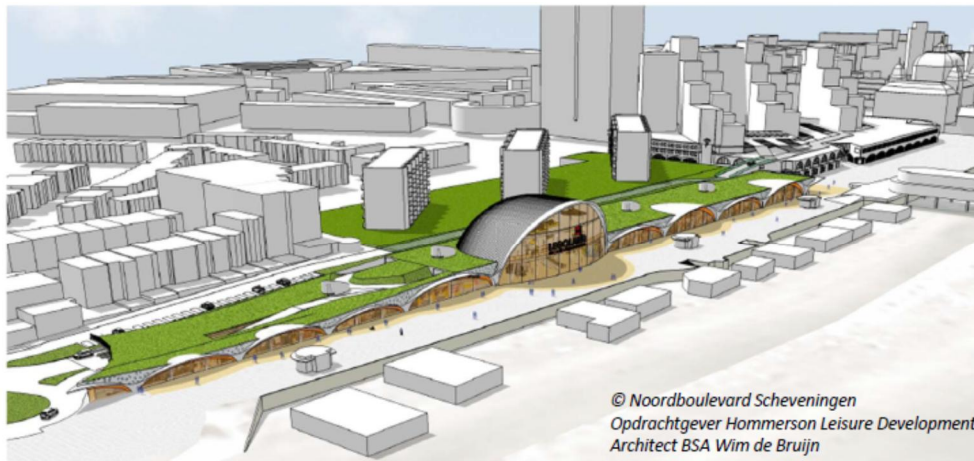
Zoals in de figuur te zien is hier een meerlaagse onderkeldering gepland. Ten behoeve van de vergunningaanvraag is hier recent een uitgebreide waterkeringstechnische beschouwing over gegeven [Arcadis (2011)]. Het betreft een appartementenhotel (Badhuis Cadzand) dat pal naast het HR 'De Blanke Top' zal worden gerealiseerd. Zoals reeds geïllustreerd in Figuur 5.7, is het bouwwerk voorzien van een omvangrijke onderkeldering.

Omdat het hier gaat om een nieuwe constructie is niet alleen een toetsing van belang maar moet ook worden gekeken naar de toekomstige situatie. Hierbij spelen tal van zaken een rol, zoals:

- het voor de doorrekeningen te gebruiken dwarsprofiel (minimaal profiel, profielopnamejaar op basis van BKL-ligging of TRDA-methode);
- de te beschouwen zichttermijn (100, 200 jaar vooruit);
- de te gebruiken klimaatscenario's (midden of zwaar);
- de autonome ontwikkeling van de kustlijn (in relatie tot het kustlijnonderhoud);
- een beschouwing op kustvakkniveau (rekening houden met eventuele ingrepen in de onmiddellijke omgeving).

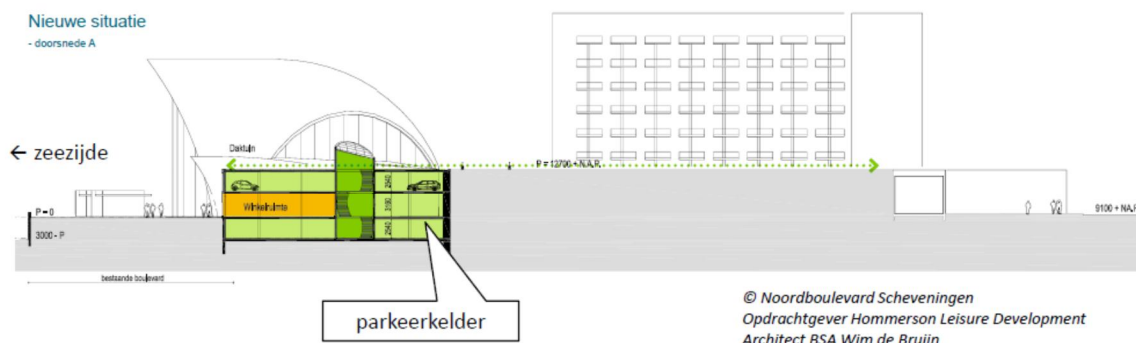
Bij een dergelijke afweging spelen dus veel uitgangspunten en randvoorwaarden een rol. Uiteindelijk gaat het echter altijd over de nog toelaatbaar geachte positie van de voorzijde van de constructie/NWO ten opzichte van de ongestoorde afslaglijn. Duidelijk mag zijn dat er mogelijk pas een veiligheidsprobleem ontstaat, als er sprake is van interactie tussen de constructie en het afslagproces. Indien deze interactie tot een onacceptabele extra teruggang van het duinfront leidt, ligt de constructie blijkbaar te ver zeewaarts. De conclusie dat er voor deze specifieke situatie geen waterkeringstechnische bezwaren waren waren tegen de voorgenomen plannen. Bij de uiteindelijke besluitvorming van het verantwoordelijke waterschap spelen echter ook andere (beleids-)overwegingen een rol.

Figuur 5.8 geeft een overzicht van op de Noordboulevard van Scheveningen gewenste/voorzijene ingreep. Het gaat hier om het gedeelte ten noorden van de pier dat geen onderdeel uitmaakt van de thans in uitvoering zijnde kustversterking.



Figuur 5.8 Overzicht geplande ingreep in Noordboulevard te Scheveningen

In Figuur 5.9 is een dwarsdoorsnede gegeven over het centrum van deze constructie.



Figuur 5.9 Doorsnede geplande ingreep in Noordboulevard te Scheveningen met parkeerkelder

De hierin aangegeven parkeerkelder heeft grotendeels betrekking op een ingraving in de bestaande zandige waterkering. Beheerstechnische argumenten staan deze ontwikkeling vooralsnog in de weg. Aandachtspunten daarbij zijn bijvoorbeeld de mate waarin aan de bestaande veiligheidsmarges moet worden vastgehouden en het acceptabele risico voor de hier aanwezige flats. Daarbij moet ook rekening worden gehouden met tal van bijkomende aspecten, zoals het effect van de constructie op het uitzicht van de landwaarts ervan gelegen bebouwing.

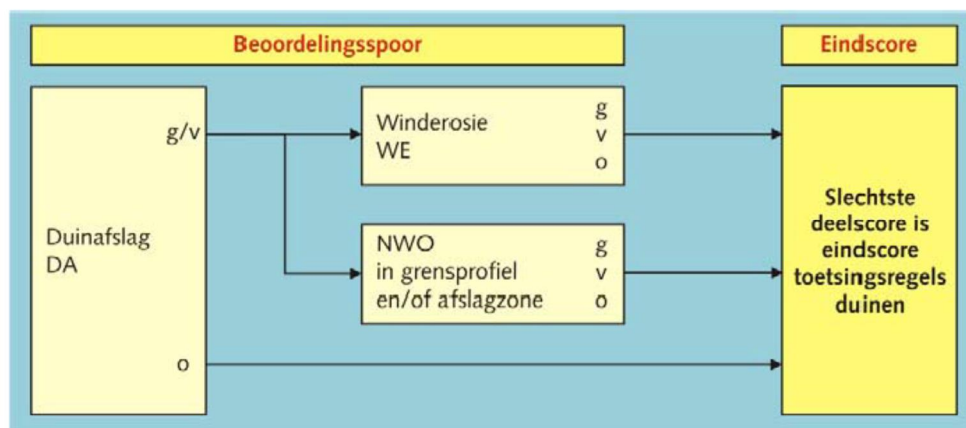
6 Inventarisatie toetsen van NWO's

6.1 Inleiding toetsen van NWO's

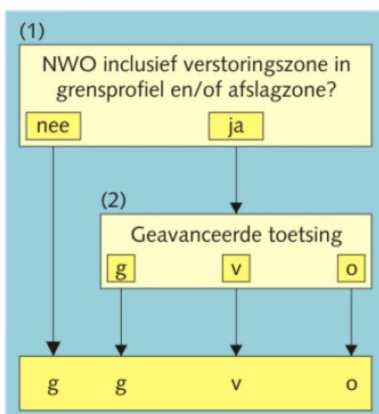
In de inventarisatie toetsen van NWO's wordt gekeken naar de bestaande toetspraktijk. Het betreft hierbij de bestaande voorschriften voor het toetsen van NWO's in paragraaf 6.2 en de toetsrapportages in paragraaf 6.3. Conclusies en vervolg komen aan bod in paragraaf 6.4.

6.2 Voorschriften voor het toetsen van NWO's

In het VTV2006 is het toetsen van NWO's soms als zelfstandig beoordelingsspoor weergegeven (Katern 2 "Beoordeling van de Veiligheid"; Tabel 2 – 4.1, Katern 6 "Duinen"; Figuur 6 – 4.6, [Figuur 6.1]), en soms als onderdeel van het beoordelingsspoor duinafslag (Katern 6; Figuur 6 – 1.3 [Figuur 6.2]).



Figuur 6.1 Hoofdschema voor de beoordeling van duinen volgens het VTV2006



Figuur 6.2 Beoordelingsschema NWO in het VTV2006; Dit toetsschema leidt er toe dat voor NWO's in de kernzone (afslagzone met grensprofiel) een geavanceerde toets is vereist

Voor het toetsen van NWO's is in het VTV2006 een toetsschema opgenomen wat erop neerkomt dat als een NWO zich in de afslagzone of het grensprofiel bevindt, een geavanceerde toets (ook wel bekend als toets op maat) dient te worden uitgevoerd [Figuur

6.2]. Het Technisch Rapport Duinafslag 2006 geeft hiervoor geen technische richtlijnen [ENW (2007)].

Rapportage met Toetsrap

Aan het begin van de derde toetsronde is aan waterkeringbeheerders, provincies en rijk meegegeven dat de resultaten op digitale wijze dienden te worden aangeleverd. Hiervoor is een softwarepakket ontwikkeld met de naam Toetsrap. Hierin kunnen waterkeringbeheerders voor de verschillende faalmechanismen invullen wat het Technisch Oordeel (TO), het Beheerders Oordeel (BO) en het VeiligheidsOordeel (VO) is. Vervolgens kunnen provincies en het Rijk achtereenvolgens het Provinciaal Oordeel (PO) en het Rijks Oordeel (RO) geven. Als we echter naar het faalmechanisme NWO's kijken, dan blijkt dat Toetsrap hier geen informatie over verschaft voor zover het duinwaterkeringen betreft. Als gevolg hiervan is er voor het beoordelingsspoor NWO's in duinen ook geen landelijke verslaglegging tot stand gekomen met daarin de beoordelingsresultaten.

Methode van Rijnland

Tijdens de uitvoering van de derde toetsronde heeft Hoogheemraadschap Rijnland richtlijnen laten ontwikkelen voor de beoordeling van bunkers in niet bebouwd gebied [Deltares (2009)]. Deze methode geldt als een provisorische methode die in het beheerdersoordeel kan worden toegepast. Er wordt afgeraden om deze methode toe te passen in bebouwd gebied. Deze methode is eerder beschreven in paragraaf 4.4.

6.3 Toetsresultaten van waterschappen

In deze paragraaf per waterkeringbeheerder aangegeven of en hoe de NWO – toets in de derde toetsronde is uitgevoerd. Inmiddels heeft een aantal wijzigingen plaatsgevonden in het beheer van duinwaterkeringen. Dit betreft Schiermonnikoog waar Het Wetterschip Fryslan beheerder is geworden en de fusie van het Waterschap Zeeuwse Eilanden en het Waterschap Zeeuws – Vlaanderen tot het Waterschap Scheldestromen.

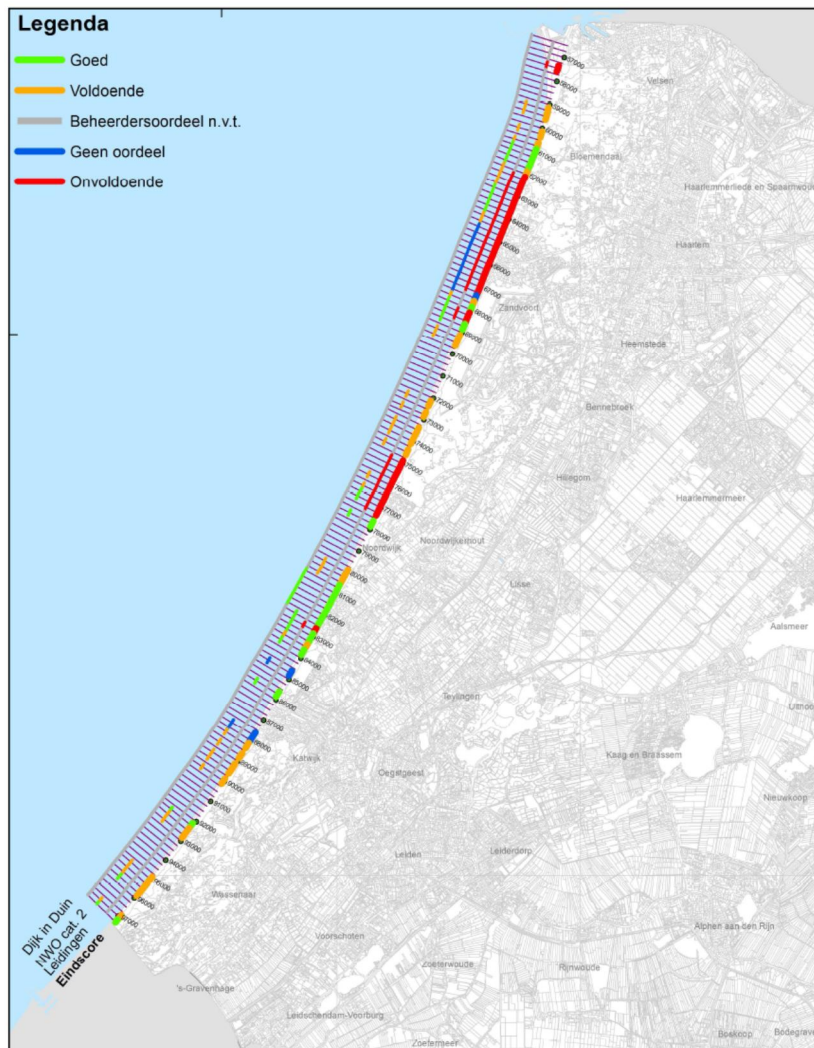
Rijkswaterstaat Noord – Nederland

De toets van de duinwaterkering op de Friese eilanden Schiermonnikoog, Ameland, Terschelling en Vlieland is uitgevoerd door DHV in opdracht van Rijkswaterstaat Noord – Nederland [Rijkswaterstaat (2010)]. Uit de toetsrapportages blijkt dat er is getoetst op NWO's in de vorm van een eenvoudige toets volgens het VTV2006. Het toetsrapport vermeldt dat geen bebouwing aangetroffen in de afslagzone of het grensprofiel. In werkelijkheid bevinden zich op de Waddeneilanden echter nog een aantal bunkers uit de Tweede Wereldoorlog.

Er is ook getoetst op kabels en leidingen. Hieruit bleek dat er op elk eiland kabels en leidingen aanwezig waren. Deze lagen echter buiten de afslagzone en het grensprofiel, en kregen daarmee het oordeel “goed”.

Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier

Het Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier is de waterkeringbeheerder van de duinwaterkeringen van Texel en Noord – Holland tussen Den Helder en IJmuiden. In overleg met de Provincie Noord – Holland, heeft het Hoogheemraadschap besloten om in de derde toetsronde geen NWO's te beoordelen [Hollands Noorderkwartier (2010)]. Dit betekent dat de NWO's zijn beoordeeld als “nader onderzoek” (voorheen: “geen oordeel”).



Figuur 6.3 Resultaat beheerdersoordeel [Rijnland (2010)]

Hoogheemraadschap Rijnland

In het Rijnlands deel van Dijkkring 14 komen veel bunkers voor in de zeereep [Rijnland (2010)]. Rijnland heeft met behulp van de Rijnland Methode bunkers in het onbebouwd gebied beoordeeld met een beheerdersoordeel. Dit heeft voor een aantal locaties geleid tot een onvoldoende beoordeling [Figuur 6.3]. Voor Zandvoort deze methode niet toegepast, en is voor deze locatie geen oordeel gegeven. Wel is hier de waterkering onveilig getoetst vanwege het ontbreken van protocollen om leidingen af te sluiten in geval van een storm.

Hoogheemraadschap Delfland

Hoogheemraadschap Delfland heeft de Rijnland methode toegepast voor een aantal NWO's in het onbebouwd deel van de duinwaterkering. Dit heeft in alle gevallen geleid tot een voldoende in het beheerdersoordeel [Delfland (2010)].

Waterschap Hollandse Delta

Er is weinig informatie beschikbaar over de veiligheidsbeoordeling van de Hollandse Delta [Hollandse Delta (2010)]. Dit komt vermoedelijk omdat voor de beheerde duinwaterkeringen in Voorne en Goeree recent versterkingen zijn uitgevoerd. In de duinwaterkeringen van deze

eilanden komen weinig harde elementen voor. Het betreft twee strandpleinen bij Rockanje [Deltares (2008)] en enkele bunkers.

Waterschap Zeeuwse Eilanden

Uit persoonlijke communicatie met de heer Van der Sande blijkt dat voor de eilanden Schouwen, Noord – Beveland en Walcheren geen toets is uitgevoerd voor NWO's. Grote delen van deze kust komen in aanmerking voor versterking. Er is wel gekeken naar de risico's van pijpleidingen.

Waterschap Zeeuws - Vlaanderen

Er is in Zeeuws – Vlaanderen niet getoetst op NWO's (persoonlijke communicatie met de heer Provoost). Voor grote delen heeft in het geheel geen toets plaatsgevonden omdat deze zijn aangemerkt als Zwakke Schakel.

6.4 Conclusies en vervolg

Uit deze inventarisatie blijkt het beoordelingsspoor NWO's slechts zeer beperkt is uitgevoerd. Hierbij spelen de volgende aspecten een rol:

- Er ontbreken goedgekeurde technische richtlijnen om de effecten van NWO's op de waterkering te kunnen beoordelen.
- Er zijn geen richtlijnen waaruit kan worden afgeleid welk object in de duinen met dient te worden meegenomen.
- Het is niet altijd duidelijk welke objecten er in het duin aanwezig zijn.
- In toetsrap ontbreekt de mogelijkheid om het oordeel over NWO's in duinen te rapporteren. Dit wordt vermoedelijk veroorzaakt omdat het VTV2006 niet eenduidig is of het toetsen van NWO's in duinen een zelfstandig beoordelingsspoor betreft.

Ook voor de verlengde derde toetsronde die in oktober 2013 dient te zijn afgerond zijn er geen goedgekeurde richtlijnen beschikbaar voor het beoordelen van NWO's. De waterschappen hebben daarom met het Rijk afgesproken om in de verlengde toetsronde dit beoordelingsspoor niet uit te voeren.

7 Plan van Aanpak onderzoek NWO's in duinen

7.1 Inleiding onderzoeksplan

In dit hoofdstuk wordt een plan van aanpak beschreven om de nu ontbrekende kennis te verkrijgen ten behoeve van toetsregels en richtlijnen voor NWO's in duinwaterkeringen. Hierbij wordt opgemerkt dat bij richtlijnen voor vergunningverlening voor meervoudig ruimtegebruik ook beheersaspecten en kosten belangrijk zijn [hoofdstuk 2]. Deze aspecten worden in dit plan van aanpak niet behandeld.

Voor sommige objecten kan op betrekkelijk eenvoudige wijze worden vastgesteld of er geen sprake is van een veiligheidsrisico voor de duinwaterkering. Voor andere objecten ligt dit complexer. Daarom wordt er in dit plan van aanpak voorstellen gedaan voor het komende jaar (2013) en voor de aansluitende periode 2014 - 2017.

Voor het jaar 2013 is het mogelijk om op basis van de nu beschikbare kennis en methoden richtlijnen af te leiden voor een tenminste een aantal eenvoudige situaties, inclusief een eerste doorvertaling naar meer complexe situaties. De plannen hiervoor worden beschreven in paragraaf 7.2.

In de periode erna, 2014 – 2017 wordt voorgesteld om de reeds opgedane kennis uit te breiden met veldwaarnemingen en laboratoriumonderzoek [paragraaf 7.3]. Hiermee kan de empirische kennis worden doorontwikkeld. Deze kennis kan vervolgens worden toegepast in de ontwikkeling van toetsregels en richtlijnen voor NWO's in duinwaterkeringen. In Tabel 7.1 is een overzicht op hoofdlijnen gegeven.

<i>Termijn</i>	<i>Gebruik eenvoudige regels</i>	<i>Gebruik detailmodel</i>
Jaar 2013	Afleiding (conservatieve) simpele regels	Inzet XBEACH als ondersteuning van pragmatische lijn
Periode 2014 – 2017	Opwaardering regels op basis van XBeach en 2DH-proeven	Validatie detailmodel aan de hand van 2DH-proeven en ontwikkeling van een geavanceerd model t.b.v. NWO-toetsing

Tabel 7.1 Overzicht ontwikkelpad NWO-instrumentarium

Een nadere toelichting is gegeven in de volgende paragrafen. Er wordt hierbij opgemerkt dat deze plannen zich enkel richten op het onderdeel kennis. Dit wil zeggen dat met de te ontwikkelen richtlijnen primair een inschatting wordt gemaakt ten aanzien van het effect van NWO's op duinafslag. Andere aspecten zoals juridische aspecten, beheer en financiële aspecten komen in de plannen niet aan bod. Bij de plannen is een eerste schatting van de kosten inbegrepen [paragraaf 7.4]. Aan deze schatting ligt nog geen gedetailleerde raming ten grondslag.

7.2 Plan van Aanpak voor het jaar 2013

7.2.1 Algemeen

Voorgesteld wordt in eerste instantie een expliciet onderscheid te maken tussen twee verschillende sporen, te weten:

- Het directe effect van een NWO in de *dwarsdoorsnede* (in het dwarsprofiel dwars door de constructie);
- Het indirecte effect van een NWO in *bovenaanzicht* en dan specifiek ter plaatse van de rand van de constructie.

De benodigde kennisverdieping zal zich vooral moeten richten op het praktisch beschikbaar maken van een recept voor het tweede spoor, inclusief de vertaling hiervan naar praktische handvatten. Daarnaast kunnen de activiteiten een begin vormen voor het ontwikkelen van geavanceerde toetsregels in 2017.

In het korte termijn onderzoek voor 2013 ligt de doelstelling op eenvoudige richtlijnen voor solitaire bebouwing in niet bebouwd gebied. Dit betekent dat er niet direct richtlijnen worden ontwikkeld voor de meer complexe situaties in bebouwd gebied. Dit korte termijnonderzoek is wel een essentiële stap om uiteindelijk generieke toetsregels en richtlijnen te kunnen ontwikkelen [paragraaf 7.3].

Voortbouwend op de reeds bij diverse toepassingen opgedane ervaringen wordt voorgesteld om de vigerende formuleringen nog eens goed tegen het licht te houden en deze om te zetten in een eenvoudig toepasbaar recept voor de bepaling van de d_2 -waarde (zie Figuur 4.6). Voorgesteld wordt om daarin in plaats van het onthouden zandvolume, juist de interactiemaat (d_1 in Figuur 4.6) als bepalende parameter te gebruiken. Hierbij zal ter ondersteuning gebruik worden gemaakt van berekeningen met XBeach en met DuroSta.

De uitwerkingen zullen zich in eerste instantie richten op de zogenaamde basiscase, zijnde een half-oneindige constructie (die bovendien oneindig diep gefundeerd is en oneindig hoog is). De enige bepalende variabele is hierin de positie van de voorzijde van de constructie ten opzichte van de voorzijde van het duin. In combinatie met het resultaat van een willekeurige duinafslagberekening bepaald deze ook de interactiemaat (d_1).

Als volgende stap kan het effect van de langsconfiguratie worden ingebracht, zijnde de beperkte lengte van de constructie en eventueel de tussen twee constructies aanwezige gaten. Het eerste geval zal leiden tot een afname van de d_2 -waarde. De tweede juist tot een toename. Ook andere configuraties kunnen worden bekeken (bijvoorbeeld beperkte lengte in dwarsrichting). Dit resultaat zal worden vertaald naar meer praktische situatie met bijvoorbeeld constructies die in langsrichting beperkt van omvang zijn en/of een aaneenschakeling van meerdere constructies (met daartussen een 'gat').

7.2.2 Overzicht deelactiviteiten

Samenvattend kan op korte termijn dus worden gedacht aan de volgende (deel)activiteiten.

Algemeen:

- Helder definiëren van de voor de toetsing van NWO's te hanteren beoordelingssporen;

Basisuitwerking:

- Een nadere theoretische uitwerking van de extra afslag naast de constructie voor het basisgeval ten behoeve van het tweede spoor;
- Het definiëren, uitvoeren en interpreteren van de resultaten van XBeach-berekeningen voor dit basisgeval [paragraaf 4.2];

- Het beschikbaar maken en analyseren van beschikbare meetgegevens en eventueel het resultaat van met XBeach uitgevoerde doorrekeningen; *[Deze tussenstap is optioneel en hangt af van de beschikbare informatie.]*
- Het op basis van de vorige twee (of drie) stappen formuleren van een basisrecept waarbij de extra afslag d_2 is uitgedrukt in de interactiemaat d_1 ;

Aanvullende uitwerkingen:

- Het op basis van theoretische uitwerkingen formuleren van de hierop van toepassing zijnde correcties voor onder andere de langsconfiguratie;
- De onderbouwing van / vergelijking met deze laatste resultaten van een aanvullende serie XBeach-berekeningen;
- Het definiëren van het uitgebreidere recept.

Afronding en invulling vervolg:

- Het verkennend toepassen van het recept voor een reeks van 'echte' cases teneinde de toepasbaarheid en resultaten te bepalen;
- Mede op grond van het vorige punt definiëren van het vervolg en daarmee ook de aan het laboratoriumonderzoek te stellen eisen.
- Analyse van de problematiek buiten Nederland en verkenning van de mogelijkheden voor internationaal onderzoek.

Ter voorbereiding op de daadwerkelijke opstart van deze eerste fase dient nog een meer gedetailleerd werkplan te worden voorbereid.

7.3 Periode 2014 - 2017

7.3.1 Inleiding

Om in de periode 2014 - 2017 verder verbeterde toetsregels te ontwikkelen zouden de volgende stappen kunnen worden doorlopen:

- Inventarisatie van bestaande waarnemingen: Het betreft hierbij zowel bestaande veldwaarnemingen of reeds eerder uitgevoerd laboratoriumonderzoek. Op basis van deze waarnemingen kunnen voor eenvoudige situaties conclusies worden getrokken aangaande de effecten van harde objecten op duinwaterkeringen. Tevens wordt hiermee in beeld gebracht aan welke nieuwe waarnemingen dringend behoefte is.
- Uitvoering van nieuw laboratoriumonderzoek en/of een veldproef: Op basis van geconstateerde kennishiaten worden experimenten ontworpen.
- Analyse van de waarnemingen: Met de bestaande en nieuw uitgevoerde waarnemingen kan een groep van experts aan de slag om nieuwe en verbeterde toetsregels te ontwikkelen op basis van expert judgement.
- Ontwikkeling van een geavanceerd numeriek rekenmodel: Doel hierbij is een generiek rekenmodel waarmee ook voor complexe situaties de effecten van bebouwing op duinafslag in beeld worden gebracht.

Een groot knelpunt bij de ontwikkeling van nieuwe toetsregels voor de beoordeling van NWO's betreft het gebrek aan waarnemingen. Het betreft vooral waarnemingen met betrekking tot de 3 – dimensionale effecten van grote robuuste objecten, en NWO's in een dicht bebouwde omgeving.

Er zijn twee methoden om waarnemingen te verkrijgen, namelijk waarnemingen in het veld, en waarnemingen in het laboratorium. Deze methoden worden achtereenvolgens beschreven.

7.3.2 Veldwaarnemingen

Bij veldwaarnemingen maken we onderscheid tussen passieve waarnemingen en actieve waarnemingen. Bij passieve waarnemingen betreft bestaande bebouwing die tijdens een storm in de afslagzone terechtkomt, waardoor schade optreedt [Figuur 7.1]. Dergelijke situaties hebben zich in het verleden meerdere keren voorgedaan langs de Nederlandse kust, maar vanwege het huidige kustonderhoud en de terughoudendheid bij vergunningverlening voor bebouwing in het waterstaatswerk is de kans op een dergelijke gebeurtenis de komende jaren zeer gering.



Figuur 7.1 Veldwaarneming van een verwoesting bij Egmond aan Zee op 7 januari 1905

In het buitenland zijn meer gevallen bekend van falen van NWO's in duinwaterkeringen. Met name in Frankrijk zijn door kusterosie veel bunkers uit de Atlantikwall verloren gegaan. Het is onbekend of hier uitgebreide rapportages over beschikbaar zijn, maar het loont zeker de moeite om hier aandacht aan te besteden.

Ook actief zijn er mogelijkheden om door middel van veldonderzoek waarnemingen uit te voeren. Hierbij kan worden gedacht aan een proef met een container op een zandbuffer op het strand. Door middel van sensoren kan worden nagegaan hoe de stroming en erosie rond het object zich ontwikkelen. Met actief veldonderzoek zijn reeds ervaringen opgedaan bij de Pettemer Zeewering waar golfoplopmetingen worden uitgevoerd op het buitentalud [Figuur 7.2]. Uit ervaring weten we dat er grote onzekerheid bestaat of en hoe zwaar er een storm plaatsvindt in de periode waarin de veldmetingen plaatsvinden.



Figuur 7.2 Opstelling golfploopmetingen Pettemer Zeewering

7.3.3 Laboratoriumonderzoek

Er is inmiddels het nodige laboratoriumonderzoek uitgevoerd naar de effecten van harde bebouwing in een duinwaterkering. In vrijwel de meeste gevallen betrof dit onderzoek in een golfgoot dat met name gericht is op golf- en afslagprocessen die zich in kustdwarse richting afspelen. Het effect van kustlangse effecten is veel minder onderzocht. Dit betekent dat niet of nauwelijks bekend is wat de invloed is van scheef invallende golven, golfrichtingsspreiding, stroming en erosie rond een hard object en het gedrag van het object (afschuiven, instorten).

Voor dergelijke metingen ligt laboratoriumonderzoek in een golfbassin voor de hand. Het eenvoudigst is een situatie met loodrecht invallende golven, waarbij wordt gevarieerd met belastingparameters, duinprofielen en verschillende typen NWO's. Dergelijke proeven kunnen worden uitgevoerd in het Delta Basin van Deltares dat breed genoeg is om drie – dimensionale effecten te kunnen testen. Om zinvolle conclusies te kunnen trekken over de effecten van de verschillende parameters [Figuur 3.1] is een groot aantal experimenten nodig. Bij de experimenten die zijn uitgevoerd in het Delta Basin [Boers *et al.* (2011)] zijn in totaal vier experimenten uitgevoerd. Dit bleek achteraf te beperkt. Daarom wordt in dit plan van aanpak voorgesteld om uit te gaan van een proevenserie van 12 experimenten.

Voor scheef invallende golven heeft alleen het Delta Basin potentie. In technisch opzicht dienen echter nog veel belemmeringen worden weggenomen voordat zinvol tot experimenten kan worden overgegaan.

7.3.4 Ontwikkeling numeriek rekenmodel

Op basis van het laboratoriumonderzoek ligt het toetsen met een numeriek rekenmodel in het verschiet. Voorwaarde hierbij is dat er voldoende waarnemingen beschikbaar zijn om enerzijds de fysische inzichten in het proces van stroming en erosie te berekenen. Anderzijds dienen de waarnemingen tot doel om de kwaliteit van de voorspellingen te kunnen valideren. Verder is het noodzakelijk dat de rekentijd van de berekeningen wordt gereduceerd, en dat

het mogelijk moet zijn om complexe situaties in het numerieke rekenmodel te modelleren [paragraaf 4.2].

7.4 Kostenschatting

Er is een eerste kostenschatting gemaakt met betrekking tot bovengenoemde plannen. Deze zijn als volgt (**inclusief BTW, exclusief kosten opdrachtgever**).

Jaar 2013

De kosten die verbonden zijn aan de activiteiten zoals beschreven in paragraaf 7.2 worden geschat op k€ 200.

Periode 2014 - 2017

De kosten die verbonden zijn aan de activiteiten zoals beschreven in paragraaf 7.3 worden als volgt geschat:

- Onderzoek naar veldmetingen en richtlijnen buitenland k€ 50.
- Laboratoriumonderzoek 12 experimenten k€ 1050.
- Modelontwikkeling k€ 300.

7.5 Afstemming SBW/WTI

De problematiek van NWO's is sterk vergelijkbaar met de problematiek van aansluitingsconstructies, vanwege het aansluitingseffect en hybride keringen vanwege de ontgrondingskuil zeewaarts van het harde element.

Vanwege een beperkt budget zijn de mogelijkheden om binnen SBW / WTI kennis te ontwikkelen uiterst beperkt. Zo zijn er zijn geen mogelijkheden voor laboratoriumonderzoek. Er is daarom besloten om in dit kader alleen kennisontwikkeling uit te voeren naar de mogelijkheden om een detailtoets te ontwikkelen op basis van een proces-gebaseerd afslagmodel in een dwarsraai. Zijdelingse effecten worden niet beschouwd, simpelweg omdat hiervoor onvoldoende meetgegevens beschikbaar zijn.

8 Conclusies

In dit rapport is een inventarisatie uitgevoerd met betrekking tot de beleidsmatige en technische problematiek rond NWO's in duinwaterkeringen. Tevens is een Plan van Aanpak voorgesteld om tot nieuwe toetsregels te komen op de korte, de middellange en de lange termijn.

In de inventarisatie worden de volgende conclusies getrokken:

- In beleidsmatig opzicht worden waterkeringbeheerders geconfronteerd met NWO's vanuit twee verschillende verantwoordelijkheden. Als bevoegd gezag maken zij een afweging of nieuwe bouwwerken kunnen worden toegestaan. Als beheerder van de waterkering voeren ze een wettelijke toets uit, waarin wordt beoordeeld of de NWO's een te negatief effect hebben op de veiligheid.
- Bij de beoordeling van een vergunningaanvraag beoordeelt de waterkeringbeheerder of door het werk een nadelig effect mag worden verwacht ten aanzien van de veiligheid. Voor deze beoordeling ontbreken door het rijk geaccordeerde toetsregels. Daarnaast spelen belemmeringen rond beheer en onderhoud en kostenafwegingen een rol.
- Het niet beschikbaar zijn van geaccordeerde toetsregels komt voort uit gebrek aan kennis met betrekking tot de effecten van NWO's op de zandige kering. Door dit kennisgebruik zijn de bestaande methoden voor de beoordeling van NWO's niet generiek toepasbaar. Dit betreft specifiek NWO's in bebouwd gebied.
- Niet Waterkerende Objecten (NWO's) komen in verschillende vormen voor, bijvoorbeeld bebouwing, wegen, bunkers, waterbouwkundige constructies, kabels en leidingen, windmolens en industriële objecten. Nieuwe bouwplannen betreffen onder andere uitbreiding van bestaande gebouwen, parkeergarages en de bouw van windmolens.
- In de derde toetsronde zijn NWO's in duinwaterkeringen alleen getoetst voor Rijnland en Delfland. Hiervoor zijn de eenvoudige vuistregels uit Deltares (2009) toegepast. Voor de overige kustgebieden zijn geen toetsen uitgevoerd.

Voor het Plan van Aanpak worden plannen gepresenteerd voor het jaar 2013 en de periode 2014 - 2017:

- Voor het jaar 2013 is het mogelijk om met bestaande methoden richtlijnen te ontwikkelen voor solitaire bebouwing. Het betreft hier zandverlies in de centrale raai en in naast de kust. Dit kan eveneens bijdragen als een start voor verdere ontwikkeling voor de periode 2014 - 2017.
- Voor de periode 2014 - 2017 is het plan om op basis van waarnemingen en expert judgement toetsregels voor NWO's te ontwikkelen. Hiervoor is nieuw laboratoriumonderzoek noodzakelijk. Ook kan in internationaal kader worden gezocht naar veldmetingen en richtlijnen. Met behulp van deze gegevens kan een betrouwbaar numeriek model worden ontwikkeld, waarmee de effecten van NWO's op duinen kunnen worden gesimuleerd.
- De kosten (inclusief BTW, exclusief kosten opdrachtgever) voor het jaar 2013 worden geschat op € 200. Voor de periode 2014 – 2017 worden de kosten geschat op € 1400.

Literatuur

- Arcadis. 2011. *Beleidsvragen kustveiligheid dagjescentrum Cadzand-Bad* (HR 'De Blanke Top' en 'Badhuis Cadzand'). Notitie met kenmerk A2785R-v111219 i.o.v. Waterschap Scheldestromen. December 2011.
- Arcadis. 2012. *Veiligheidsbeschouwing Oscars t.b.v. vergunningaanvraag Waterwet*. Notitie met kenmerk A2814_076521815:0.1 i.o.v. Oscars, Scheveningen. Juli 2012.
- Beleidslijn Kust. 2007. *Nationaal Waterplan 2009 - 2015*. Gezamenlijke uitgave van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. www.nationaalwaterplan.nl.
- Boers, M., P. Van Geer en M. Van Gent. 2011. *Dike And Dune Revetment Impact On Dune Erosion*. Coastal Sediments 2011.
- Delfland. 2010. *Samenvatting Derde Toetsing primaire waterkeringen Delfland (2006-2011)*. Hoogheemraadschap van Delfland, 2 augustus 2010.
- Deltares. 2008. *Duinen als Waterkering; Inventarisatie van Kennisvragen bij Waterschappen, Provincies en Rijk + Kaarten*. Deltares. H5019.10.
- Deltares. 2009. *NWO Toets Duinen Rijnland*. Deltares. 1201575.
- Deltares. 2010. *Atlas 13 Kustplaatsen*. 1200121.
- Deltares. 2011. *Multifunctioneel medegebruik van de waterkering; beantwoording signaleringsvraag #5 van de Deltacommissaris*. In samenwerking met AT Osborne. 1204871.
- Deltares. 2012A. *Technisch Rapport Duinwaterkeringen en Hybride Keringen (concept)*. 1206018.
- Deltares. 2012B. *Niet-Waterkerende Objecten in Duinwaterkeringen; Gevoeligheidsonderzoek met XBeach*. 1205782.
- Expertise Netwerk Waterkeringen (ENW). 2007. *Technisch Rapport Duinafslag 2006; Beoordeling van de veiligheid van duinen als waterkering ten behoeve van Voorschrift Toetsing op Veiligheid 2006*. (TRDA2006).
- Hollandse Delta. 2010. *Resultaten Derde Veiligheidstoetsing Primaire Waterkeringen*. Waterschap Hollandse Delta.
- Hollands Noorderkwartier. 2010. *Derde Toetsronde Primaire Waterkeringen HHNK*. Hoogheemraadschap Hollands Noorderkwartier. 15 augustus 2010.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat. 2007. *Voorschriften toetsen op veiligheid. Primaire waterkeringen*.

- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. 2011. *Besluit algemene regels ruimtelijke ordening [BARRO]*. Artikel 2.3
- Nationaal Waterplan. 2009. *Nationaal Waterplan 2009 - 2015*. Gezamenlijke uitgave van Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Ministerie van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer en Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. www.nationaalwaterplan.nl.
- Rijkswaterstaat. 2010. *Toets dijkkring 1 t/m 4; Waterkeringen bij Rijkswaterstaat in beheer (volgens VTV2006)*. Rijkswaterstaat Noord - Nederland, augustus 2010. Uitgevoerd door DHV.
- Rijnland. 2010. *Derde Ronde Toetsing van de Primaire Waterkeringen*. Hoogheemraadschap van Rijnland.
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW). 2002. *Leidraad Zandige Kust*.
- Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (TAW). 1995. *Basisrapport Zandige Kust*.
- Van Geer, P., B. De Vries, A. van Dongeren en J. van Thiel de Vries. 2012. *Dune Erosion Near Sea Walls: Model-Data Comparison*. ICCE2012.
- Vogelbescherming Nederland. 2009. *De nationale windmolenrisicokaart voor vogels; Visie Vogelbescherming Nederland*.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1993. *Effect bebouwing op de mate van duinafslag. Deel I: Eerste verkenning inzake bebouwingseisen voor de zeereep*. Rapportage bureaustudie met kenmerk H1696 i.o.v. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen; Werkgroep C. Juni 1993.
- Waterloopkundig Laboratorium, 1994. *Effect bebouwing op de mate van duinafslag. Deel II: Nadere kwantificering effecten*. Rapportage bureaustudie met kenmerk H1696-2 i.o.v. Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen; Werkgroep C. April 1994.