

# Ontwerp Kustversterkingsplan West Zeeuwsch Vlaanderen



Projectbureau Zwakke Schakels  
Provincie Zeeland  
december 2007  
Definitief



# Ontwerp Kustversterkingsplan West Zeeuwsch Vlaanderen

dossier : x4902-01-001  
registratienummer :  
versie : v6

Projectbureau Zwakke Schakels  
Provincie Zeeland  
december 2007  
Definitief



<b>INHOUD</b>	<b>BLAD</b>	
1	WAAROM EEN KUSTVERSTERKINGSPLAN WEST ZEEUWSCH-VLAANDEREN	3
1.1	West Zeeuwsch-Vlaanderen: prioritaire schakel in de kustverdediging	3
1.2	Relatie MER – kustversterkingsplan	4
1.3	Leeswijzer	5
1.4	Kustversterkingsplan, de Projectnota MER en bijbehorende stukken	5
2	VEILIGHEIDSOPGAVE EN RANDVOORWAARDEN VOOR ONTWERP	7
2.1	Veiligheidsopgave in beeld	7
2.2	Randvoorwaarden ontwerp vanuit veiligheid en morfologie	8
2.3	Randvoorwaarden passende beoordeling	11
3	HOE ZIEN DE VERSTERKINGSMAATREGELEN ERUIT	13
3.1	Cadzand-Bad	13
3.1.1	Beschrijving huidige situatie	13
3.1.2	Principe van het ontwerp	15
3.1.3	Beschrijving versterkingsmaatregelen	16
3.2	Herdijkte Zwarte Polder	21
3.2.1	Beschrijving huidige situatie	21
3.2.2	Principe van het ontwerp	22
3.2.3	Beschrijving versterkingsmaatregelen	23
3.3	Nieuwvliet – Groede	27
3.3.1	Beschrijving huidige situatie	27
3.3.2	Principe van het ontwerp	28
3.3.3	Beschrijving versterkingsmaatregelen	28
3.4	Breskens Scheldeveste	30
3.4.1	Beschrijving huidige situatie	30
3.4.2	Principe van het ontwerp	30
3.4.3	Beschrijving versterkingsmaatregelen	30
3.5	Breskens Veerplein	32
3.5.1	Beschrijving huidige situatie	32
3.5.2	Principe van het ontwerp	32
3.5.3	Beschrijving versterkingsmaatregelen	32
3.6	Breskens Oost	34
3.6.1	Beschrijving huidige situatie	34
3.6.2	Principe van het ontwerp	34
3.6.3	Beschrijving versterkingsmaatregelen	35
4	HOE ZIET DE RUIMTELIJKE INRICHTING ERUIT	37
4.1	Compensatie en ruimtelijke inpassing	37
4.2	Cadzand-Bad	37
4.3	Herdijkte Zwarte Polder	39
4.4	Nieuwvliet – Groede	42
4.5	Breskens	44
5	BEHEER EN ONDERHOUD	47
5.1	Kustlijnbeheer	47

## DHV B.V.

5.2	Waterkering	51
6	WAT ZIJN DE BELANGRIJKSTE BESLUITEN; HOE GAAT HET NU VERDER	55
6.1	MER en Kustversterkingsplan, basis voor besluitvorming	55
6.2	Besluitvormingsproces en inspraak	56
7	VERGUNNINGEN	61
7.1	Algemeen	61
7.2	Overzicht vergunningen	61
8	WAT GEBEURT ER NADAT HET BESLUIT GENOMEN IS	63
8.1	De uitvoering	63
8.1.1	Inleiding	63
8.1.2	Benodigde grondverwerving	63
8.1.3	Globale uitvoeringsplanning	63
8.1.4	Gebruik van grondstoffen	65
8.1.5	Mitigerende maatregelen	66
8.1.6	Globale indicatie van de kosten	67
8.2	Schaderegeling	68
8.2.1	Nadeelcompensatie uitvoeringsschade	68
8.2.2	Niet voorziene schade tijdens aanleg	68
8.2.3	Nadeelcompensatie kabels en leidingen	69
8.2.4	Planschade	69
9	REFERENTIES	71
10	COLOFON	73

## BIJLAGEN

1	Toelichting versterkingsmaatregelen
2	Geotechnische beschouwing versterkingsmaatregelen
3	Uitwerking Gemaal Cadzand
4	Technische tekeningen versterkingsmaatregelen
5	Overzichtskaarten versterking per traject
6	Berekeningen steenbekleding Cadzand-Bad, Breskens

# 1 WAAROM EEN KUSTVERSTERKINGSPLAN WEST ZEEUWSCH-VLAANDEREN

## 1.1 West Zeeuwsch-Vlaanderen: prioritaire schakel in de kustverdediging

De Wet op de Waterkering (V&W, 1995) vormt het primaire juridische kader waarbinnen het kustversterkingsplan ontwikkeld wordt. In deze wet, die sinds 1996 van kracht is, zijn veiligheidsnormen vastgelegd voor alle dijkringen in Nederland. West Zeeuwsch-Vlaanderen is een primaire waterkering in dijkkring 32 waarvoor een veiligheidsnorm van 1/4.000 per jaar geldt. Dit geeft de gemiddelde overschrijdingskans per jaar weer van de hoogste waterstand waarop de kering moet zijn berekend. De Wet op de Waterkering verplicht de beheerders hun primaire waterkeringen iedere vijf jaar te toetsen op veiligheid en hierover te rapporteren aan de Staatssecretaris van Verkeer en Waterstaat. Er moet een kustversterkingplan worden opgesteld als de waterkering niet voldoet aan de veiligheidsnormen.

Na de realisatie van het Deltaplan was de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen veilig. De Zeeuwse kust moet bestand zijn tegen extreme stormen op zee, die zich met een kans van gemiddeld eens in de 4.000 jaar voordoen. In het najaar van 2002 bleek dat de toestand van de kust minder veilig is dan uit eerdere studies naar voren kwam. De Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen maakte in oktober 2002 bekend dat de golfbelasting op de kust groter is dan tot dan toe werd aangenomen.

Op basis van deze nieuwe inzichten is de veiligheidssituatie van de Nederlandse kust doorgerekend en beoordeeld. Voor de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen is in juni 2005 een beheerdersoordeel uitgevoerd door het waterschap Zeeuws-Vlaanderen. In die toetsing is een aantal tekorten geconstateerd. Er zijn 5 gebieden waar de dijken of de duinen te zwak zijn. Daarnaast zijn enkele aansluitingen tussen de duinen en de dijken in de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen niet veilig genoeg. Deze zwakke plekken zijn Cadzand-Bad, Herdijkte Zwarte Polder, Nieuwvliet-Groede, Waterdunen en Breskens<sup>1</sup>. Boven op de huidige onveilige situatie stijgt de zeespiegel in de komende eeuw en neemt de intensiteit van de golfaanval toe. De kust wordt in de loop van de jaren daardoor minder veilig als geen structurele maatregelen worden genomen.

Op grond van het beheerdersoordeel uit 2005 is de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen door het Rijk en de kustprovincies aangemerkt als één van de prioritaire Zwakke Schakels<sup>2</sup>. Een prioritaire Zwakke Schakel is een kustvak dat naar verwachting binnen twintig jaar versterkt moet worden.

Een versterking van deze kustvakken is nodig om de veiligheid voor het achterliggende land te waarborgen. Bij het versterken van de kust wordt geanticipeerd op de komende 50 jaar. Voor die delen van de kust die binnen 50 jaar niet meer aan de veiligheidsnorm voldoen worden maatregelen getroffen, een uitwerking van deze maatregelen is opgenomen in het voorliggende kustversterkingplan.

In dit kustversterkingplan wordt niet ingegaan op de zwakke plek Waterdunen; hiervoor wordt afzonderlijk een kustversterkingplan opgesteld. Bij het opstellen van de maatregelen zoals beschreven in het voorliggende kustversterkingplan heeft afstemming plaats gevonden met de maatregel voor Waterdunen. Zo is op de grens tussen het deeltraject Nieuwvliet-Groede en het kustversterkingplan Waterdunen voor dezelfde oplossing en maatvoering gekozen. Op deze wijze sluiten de voorgestelde oplossingen in beide

<sup>1</sup> In de startnotitie staan deze trajecten vermeld onder de namen, Cadzand-Bad, Zwarte Polder West, Nieuwvliet-Groede, project Waterdunen en Scheldeveste, Veerplein en Breskens-Oost.

<sup>2</sup> Dit is vastgelegd in de beschikking integrale planstudies prioritaire Zwakke Schakels kust [Ministerie Verkeer en Waterstaat, 2004], het beleidskader planstudies Zwakke Schakels kust [Ministerie Verkeer en Waterstaat, 2004] en het procesplan Zwakke Schakels [Ministerie Verkeer en Waterstaat, 2003]

plannen op elkaar aan. Tussen het deeltraject Breskens-Scheldeveste en Waterdunen is een stuk kust gelegen dat niet hoeft te worden versterkt.

De regio wil daarbij een kustverdedigingstrategie kiezen die niet alleen de veiligheid van de inwoners waarborgt, maar liefst ook bijdraagt aan de kwaliteit van wonen, werken, recreëren en natuur aan de kust. Daar waar versterking kansen biedt voor ruimtelijke kwaliteit worden deze zoveel mogelijk benut. Een belangrijk uitgangspunt is daarbij het gebiedsplan voor West Zeeuwsch-Vlaanderen "Natuurlijk Vitaal" (provincie Zeeland, 2004).

## 1.2 Relatie MER – kustversterkingsplan

De maatregelen voor de versterking van de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen worden in een m.e.r.-procedure onderzocht op hun effecten op het milieu en de omgeving. Deze procedure is gestart met de Startnotitie (provincie Zeeland, nov. 2005). Op basis van de startnotitie en de richtlijnen, zijn de alternatieven in de m.e.r. ontwikkeld en onderzocht. Het advies voor de richtlijnen van de commissie voor de m.e.r. is overgenomen door het bevoegd gezag, de provincie Zeeland. De resultaten van dit onderzoek staan beschreven in het milieueffectrapport. Op basis van de effecten wordt een voorkeursalternatief gekozen, in dit kustversterkingsplan wordt het voorkeursalternatief nader uitgewerkt. Het milieueffectrapport (MER) en dit kustversterkingsplan vormen samen de basis voor de besluitvorming.

### Milieueffectrapport (MER)

Verschillende onderdelen van de activiteiten voor de versterking van de kust zijn m.e.r.-plichtig of m.e.r.-beoordelingsplichtig. Het MER is voor deze activiteiten opgesteld.

Op grond van het Besluit milieueffectrapportage (Lijst C art 12.1-12.2)<sup>3</sup> geldt een m.e.r.-plicht voor:

- de aanleg van primaire waterkeringen of de wijziging/uitbreiding van een zee- of deltadijk met een lengte van 5 kilometer of meer;
- een wijziging van het dwarsprofiel van 250 m<sup>2</sup> of meer.

Een m.e.r.-beoordelingsplicht (lijst D artikel 12.2) geldt voor:

- De aanleg, wijziging of uitbreiding van kustwerken om erosie te bestrijden, van maritieme werken die de kust kunnen wijzigen en van andere kustverdedigingswerken, met uitzondering van het onderhoud of herstel van deze werken.

Het MER presenteert zo objectief mogelijk de informatie over de milieugevolgen, de kosten en de baten van de verschillende alternatieven om de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen te versterken en de daaraan gekoppelde ruimtelijke kwaliteitsmaatregelen. Besluitvormers kunnen vervolgens op basis van deze informatie een besluit nemen over de uit te voeren maatregelen.

#### MER/kustversterkingsplan niet SMB-plichtig

De Europese richtlijn voor de Strategische Milieubeoordelingsplicht (SMB) is in 2006 in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. Hoewel het kustversterkingsplan als uitvoeringsplan niet SMB-plichtig is, zal het MER inhoudelijk voldoen aan de eisen van de vigerende EU-richtlijn (2001/42/EG).

De MER is opgesteld op basis van de startnotitie en de richtlijnen die het bevoegd gezag heeft vastgesteld.

---

<sup>3</sup> Recent gewijzigd op 28-9-2006

### **Kustversterkingplan conform artikel 7 van de Wet op de waterkering (Wwk)**

Voor het versterken van een waterkering dient de beheerder – waterschap Zeeuws-Vlaanderen – een kustversterkingplan vast te stellen (verplichting conform artikel 7 van de Wet op de waterkering). De nadruk in het kustversterkingplan ligt op het waarborgen van de veiligheid, het voldoen aan de natuurwetgeving en het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit.

Conform de Wet op de waterkering omvat het plan een combinatie van de volgende maatregelen:

- (fysieke) maatregelen aan de primaire waterkering nodig voor het waarborgen van de veiligheid;
- (fysieke en beheers-) maatregelen gericht op het voorkomen of beperken van de nadelige gevolgen na aanleg van het werk, zoals mitigerende en compenserende maatregelen voor natuur;
- (fysieke en beheers-) maatregelen ter bevordering van landschap, natuur en cultuurhistorie, voor zover zij rechtstreeks verband houden met de uitvoering van het werk;
- (fysieke en beheers-) maatregelen tijdens de uitvoering gericht op het minimaliseren van nadelige effecten.

In aanvulling hierop wordt ook aandacht besteed aan (planologische) maatregelen voor het veiligstellen van de ruimte nodig voor mogelijke versterking van de zeekering op langere termijn (200 jaar) en aan het meeschuiven van de Basis Kust Lijn bij zeevaartse versterkingen. De nieuwe ligging van de BKL is geen onderdeel van dit Kustversterkingplan, maar wordt door Verkeer en Waterstaat in een andere procedure vastgesteld. Het waterschap zal na versterking de nieuwe begrenzingen voor de kernzone en beschermingszones vaststellen.

### **Voorkeursalternatief**

Het voorkeursalternatief uit het MER vormt de basis voor het kustversterkingplan. Het ontwerp is gebaseerd op de randvoorwaardenset voor een ontwerpperiode van 50 of 100 jaar voor het klimaatscenario midden. Het voorkeursalternatief wordt in dit kustversterkingplan verder uitgewerkt. De nadruk ligt daarbij op het waarborgen van de veiligheid, het voldoen aan de natuurwetgeving en het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit.

## **1.3 Leeswijzer**

Hoofdstuk 2 gaat in op het veiligheidsprobleem en de randvoorwaarden voor het ontwerp. Paragraaf 2.1 geeft een toelichting op het veiligheidsprobleem van de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen.

In hoofdstuk 3 is het technische ontwerp van de kustversterking uitgewerkt. Bij de uitvoering van de versterking gaat een deel van de bestaande voorzieningen verloren. Deze moeten hersteld of gecompenseerd worden. Daarnaast is het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit een onderdeel van de doelstelling. Hoofdstuk 4 geeft de uitwerking van inrichtingsmaatregelen voor de ruimtelijke kwaliteit.

Het volgende hoofdstuk gaat in op het benodigde beheer en onderhoud. Om tot de uitvoering van de maatregelen te kunnen overgaan is een aantal besluiten noodzakelijk. Hoofdstuk 6 geeft een overzicht van de belangrijkste besluiten. Hoofdstuk 7 gaat globaal in op de uitvoering. Tot slot is in hoofdstuk 8 een aanzet tot het evaluatieprogramma gedaan.

## **1.4 Kustversterkingsplan, de Projectnota MER en bijbehorende stukken**

De planstudie versterking van de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen bestaat uit de volgende rapporten, tekeningen en achtergronddocumenten:

- Het kustversterkingsplan(onderhavig document)

## DHV B.V.

- Het MER – deel A [DHV, 2007-1]
- Het MER – deel B [DHV, 2007-2]
- tekeningen
  - Technische tekeningen: 12 dwarsprofielen (bijlage bij dit document)
- Achtergronddocumenten
  - Versterking Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen. Achtergrondrapportage duinveiligheid en morfologie, [Alkyon, 2007]
  - Passende beoordeling [Arcadis, 2007], (bijlage in het MER – deel A)

## 2 VEILIGHEIDSOPGAVE EN RANDVOORWAARDEN VOOR ONTWERP

### 2.1 Veiligheidsopgave in beeld

Voor de kust van Zeeuwsch-Vlaanderen is in juni 2005 een beheerdersoordeel uitgevoerd door het waterschap Zeeuws-Vlaanderen. In die toetsing is een aantal tekorten geconstateerd. Er zijn 5 gebieden waar de dijken of de duinen te zwak zijn. Daarnaast zijn enkele aansluitingen tussen de duinen en de dijken in de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen niet veilig genoeg. Deze zwakke plekken zijn Cadzand-Bad, Herdijkte Zwarte Polder, Nieuwvliet-Groede, Waterdunen en Breskens. Voor het deeltraject Waterdunen wordt vanwege de extra ruimtelijke opgave in dat gebied een apart MER en kustversterkingsplan opgesteld. In Figuur 2-1 worden de plaatsen met tekorten weergegeven.

Boven op de huidige onveilige situatie stijgt de zeespiegel in de komende eeuw en neemt de intensiteit van de golfaanval toe. De kust wordt in de loop van de jaren daardoor minder veilig als geen structurele maatregelen worden genomen.

In Figuur 2-1 is het overschrijden van de 1:4.000 norm gevisualiseerd met een rode kleur van de bij dat jaar behorende omstandigheden. Een aanzienlijk deel van de West Zeeuwsch-Vlaamsche kust vanaf Breskens tot aan het Zwin voldoet niet meer aan de wettelijke veiligheidsnorm als niet wordt ingegrepen. In aanvulling hierop blijkt dat ook een deel van de kade langs de Veerhaven versterkt moet worden.



**Figuur 2-1: Kwetsbare delen van de kust als gevolg van zeespiegelstijging en grotere golfaanval in West Zeeuwsch-Vlaanderen tot het jaar 2200 (Bron: Startnotitie Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen en project Waterdunen).**

## 2.2 Randvoorwaarden ontwerp vanuit veiligheid en morfologie

De integrale oplossing voor de versterkingen binnen dit project moet voldoen aan vooraf vastgestelde uitgangspunten en randvoorwaarden. In deze paragraaf is een opsomming gemaakt van de geldende uitgangspunten en randvoorwaarden.

### Planperiode

Vier deelgebieden langs de Zeeuwsch-Vlaamse kust zijn opgenomen in het kustversterkingplan. Deze deelgebieden zijn Cadzand-Bad, Herdijkte Zwarte Polder, Nieuwvliet-Groede en Breskens. Voor deze locatie zijn verschillende alternatieven onderzocht, waar uiteindelijk een voorkeursalternatief uit bepaald is. Deze voorkeursalternatieven bestaan deels uit 'zachte' kustversterkingen, deels uit 'harde constructies'. Voor zachte oplossingen gelden de randvoorwaarden voor het klimaatscenario midden over 50 jaar, bij de harde oplossingen wordt uitgegaan van periode van 100 jaar. Deze termijnen zijn mede bepaald op basis van de ontwerpvoorschriften van Rijkswaterstaat. De filosofie achter de zwaardere eis voor harde oplossingen is dat deze constructies niet gemakkelijk zijn aan te passen, zoals dat bij duinen (zachte oplossingen) wel kan door middel van periodieke zandsuppleties.

Voor het ontwerp van het voorkeursalternatief dat in dit kustversterkingplan wordt uitgewerkt moet ook de benodigde ruimtereservering voor 200 jaar worden bepaald.

### Veiligheidsnorm 1/4.000 jaar

Het ontwerp van het kustversterkingplan moet voldoen aan de norm die is vastgelegd in de Wet op de waterkering en de bijbehorende randvoorwaarden zoals voorgeschreven door Rijkswaterstaat. Het plangebied van dit project Zeeuwsch-Vlaanderen is gelegen in dijkkring nummer 32. Voor deze dijkkring komt dit neer op een norm van 1/4.000 jaar. Dit betekent dat de waterkeringen hydraulische belastingen moeten kunnen weerstaan die gemiddeld eens in de 4.000 jaar optreden.

### Hydraulische randvoorwaarden duinafslag

De randvoorwaarden voor de huidige situatie zijn overeenkomstig de in de RWS-notitie DWW-2003-040 opgenomen getalswaarden. Deze komen overeen met de ook in het beheerdersoordeel gehanteerde waarden. De te gebruiken waarden van het rekenpeil, de significante golfhoogte en de piekperiode variëren langs de kust. Tabel 2-1 geeft een overzicht van het bereik van deze parameters langs de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen.

Tabel 2-1: Overzicht hydraulische randvoorwaarden voor huidige situatie

Parameter	Range	Opmerking
Rekenpeil	NAP+5,4 tot +5,6 m	Oplopend in oostelijke richting
Golfhoogte	2,9 tot 5,65 m	Oplopend in westelijke richting
Golfperiode	11,4 s	

Het rekenpeil is het hoogst bij Breskens en neemt in de richting van Cadzand-Bad enigszins af. Voor de golfhoogte geldt het omgekeerde. De laagste waarden zijn aanwezig bij Breskens, de hoogste bij Cadzand-Bad. In het achtergrondrapport duinveiligheid en morfologie [Alkyon, 2007] is een overzicht opgenomen van de gehanteerde waarden per raai van het rekenpeil, de golfhoogte en de golfperiode.

De hydraulische randvoorwaarden benodigd voor het ontwerp en het bepalen van de ruimtereservering kunnen worden gezien als een verhoging op de hiervoor weergegeven huidige randvoorwaarden. Een overzicht van de hierbij relevante waarden voor de verschillende zichtperioden is gegeven in Tabel 2-2.

Tabel 2-2: Hydraulische randvoorwaarden voor duinafslag

Parameter	Zichtperiode			
	A - Huidig	B - 50 jaar (midden)	C – 100 jaar (midden)	D – 200 jaar (maximum)
Rekenpeil	n.v.t.	+ 0,30 / 0,35 m	+0,65 / 0,70 m	+2,20 / 2,30 m
Golfhoogte	n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.	+ 5 %
Golfperiode	n.v.t.	+0,5 s	+1,0 s	+2,0 s

De verhoging van het rekenpeil is gelijk aan de stijging van de gemiddelde zeewaterstand. In het maximum scenario komt daar nog een extra waterstandverhoging van 0,40 m bovenop.

Voor de situatie over 200 jaar (met het maximum scenario) moet hierbij ook rekening worden gehouden met een 5 % grotere golfhoogte. In het duinafslagmodel is vervolgens nog rekening gehouden met een grotere duinafslag volgens de laatste inzichten in de invloed van golfperiode op afslag van duin.

### Hydraulische randvoorwaarden dijkontwerp

Evenals voor de randvoorwaarden voor duinafslag wordt voor het dijkontwerp aangesloten op de in de RWS-notitie DWW-2003-040 opgenomen getalswaarden. Hierbij wordt een 10% extra toeslag op de golfhoogte toegepast om de onzekere ligging van het voorland te compenseren. Daarnaast zijn er toeslagen toegepast om rekening te houden met het in het beheerdersoordeel 2005 geselecteerde (klimaat)scenario.

Voor het opstellen van het dijkontwerp wordt gebruik gemaakt van de naar de teen van de dijk vertaalde belastingen.

Een overzicht van de gehanteerde hydraulische randvoorwaarden voor het dijkontwerp is weergegeven in Tabel 2-3

Tabel 2-3: hydraulische randvoorwaarden voor dijkontwerp

kustdeel	Eenheid	Cadzand Bad	Herdijkte Zwartepolder noord	oost	Kruis hoofd-Groedse duintjes landwaarts	duindeel	Veerhaven West	Breskens Veerhaven	Veerhaven Oost	bron
km van		82,3	79,2	78,6	75,9	73,8	69,7	68,1	67,7	
km tot		83,3	79,7	79,2	76,4	75,8	70,2	69,7	68,1	
SWL										
Toetspeil 2006	m tov NAP	5,05	5,10	5,10	5,15	5,15	5,25	5,25	5,30	WpToets (randvoorwaarden)
Δ waterstand	m	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	scenario beheerdersoordeel
opwaaiing	m	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	WpToets (hoogte toets)
buistofen	m	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	WpToets (randvoorwaarden)
gebruikte waterstand	m tov NAP	6,07	6,12	6,12	6,20	6,20	6,25	6,16	6,21	
Golfhoogte										
crash golfhoogte	m	2,30	2,30	1,00	2,40	2,20	2,50	2,50	2,50	RIKZ
10%	m	0,23	0,23	0,10	0,24	0,22	0,25	0,25	0,25	beheerdersoordeel
Δ golfhoogte	m	0,33	0,33	0,33	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	scenario beheerdersoordeel
gebruikte golfhoogte	m	2,86	2,86	1,43	2,99	2,77	3,10	3,10	3,10	
Golfperiode										
gebruikte golfperiode	s	9,40	9,10	7,80	9,20	9,10	8,40	8,40	8,40	

### Sterkte-eisen dijkontwerp

Het dijkontwerp moet onder maatgevende omstandigheden sterk genoeg zijn. Deze sterkte kan gespecificeerd worden in een aantal sterkte-eisen zoals weergegeven in Tabel 2-4

Tabel 2-4: Sterkte eisen dijkontwerp

Aspect	Sterkte-eisen
Toelaatbare golfoverslag	- maximaal 0,1 l/m/s
Ontstaan van ontgrondingskuil	- Mag niet leiden tot dijkinstabiliteit en instabiliteit van de bekleding
Eisen aan geotechnische stabiliteit van de dijk	Moet voldoen aan de criteria voor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Piping en heave</li> <li>- Macrostabiliteit binnenwaarts</li> <li>- Macrostabiliteit buitenwaarts</li> <li>- Microstabiliteit binnenwaarts</li> <li>- Zettingsvloeiing</li> <li>- Afschuiving</li> </ul>
Eisen aan bekleding	Moet voldoen aan de criteria voor: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiaaltransport (MT)</li> <li>- Golfklap (AGK)</li> <li>- Wateroverdruk (AWO)</li> <li>- Bezwijken onderlaag (ABO)</li> </ul>

#### Sterkte-eisen waterkerende kunstwerken

Kunstwerken in de waterkering dienen te worden ontworpen op basis van de ontwerpregels van de TAW-Leidraad Kunstwerken (LK 2003) en tenminste “voldoende” te scoren bij toetsing volgens katern 10 “Waterkerende kunstwerken” van het “Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de 3e toetsronde” (VTV 2007). Hierbij moet de constructie aantoonbaar voldoen op de volgende sporen:

- HT: kerende hoogte
- BS: betrouwbaarheid sluiting
- ST: sterkte en stabiliteit, onderverdeeld in:
  - STCG stabiliteit van de constructie en grondlichaam
  - STCO sterkte van de waterkerende constructie-onderdelen (sluisdeuren)
  - STPH piping en heave

#### Overige uitgangspunten

Andere ontwerpuitgangspunten die voor de planstudies naar de Zwakke Schakels zijn vastgelegd zijn:

- Het Rijk zorgt ervoor dat de basiskustlijn (BKL) gehandhaafd blijft.
- Als gevolg van de BKL-suppleties volgt de bodemhoogte in de kustzone de zeespiegelstijging.
- Bij een zeewaartse versterking wordt de basiskustlijn zeewaarts verschoven (op basis van de rekenschijf tussen NAP + 3,00 meter en NAP -6,80 meter) ten behoeve van de houdbaarheid van de versterking en het daarmee gepaard gaande behoud van de huidige strandbreedte.
- Bij de veiligheidsberekeningen en het ontwerp van de alternatieven moet worden uitgegaan van het MKL-profiel (momentane kustlijn) dat het beste past bij het BKL-profiel (basiskustlijn).
- Bij de veiligheidsberekeningen en het ontwerp van de alternatieven is uitgegaan van een stormduur van 35 uur.
- De uitvoering van de versterkingmaatregelen aan de primaire kering zelf vinden plaats buiten het stormseizoen.

De integrale ontwerpen moeten worden opgesteld aan de hand van de Leidraad Zee- en Meerdijken [TAW, 1999] voor zandige elementen is dit de Leidraad Zandige Kust [TAW, 1995]. Overige te gebruiken technische rapporten bij het ontwerpen zijn het Technisch rapport Golfploop en Golfoverslag [TAW, 2002], het Technisch rapport Steenzettingen [TAW, 2003], Technisch rapport voor Waterspanningen bij dijken [TAW, 2004] en het Technisch rapport Asfalt voor waterkeren [TAW, 2002]. Ook wordt verwezen naar het achtergrondrapport De Veiligheid van de Primaire Waterkeringen in Nederland [Rijkswaterstaat, 2002].

### **2.3 Randvoorwaarden passende beoordeling**

Op basis van de uitgevoerde passende beoordeling [Arcadis, 2007] wordt geconcludeerd dat er geen significante effecten op de aanwezige habitattypen optreden, ook niet in combinatie met andere projecten. Voorwaarde is wel dat de werken aan de primaire kering buiten het broedseizoen worden uitgevoerd op die trajecten die direct grenzen aan Natura 2000 gebieden.

In het MER 'Zwakke Schakels Zeeuwsch-Vlaanderen' zijn de mogelijke alternatieven tegen elkaar afgewogen. Uit deze afweging is het in dit kustversterkingplan besproken Voorkeursalternatief naar voren gekomen als zijnde het meest gunstige. De overige alternatieven leiden tot een grotere aantasting van de wezenlijke kenmerken van het gebied.

Een beschrijving van algemene mitigerende maatregelen is opgenomen in hoofdstuk 8. Daarnaast zijn per kustvak specifieke maatregelen genoemd in hoofdstuk 4.

**DHV B.V.**

### 3 HOE ZIEN DE VERSTERKINGSMAATREGELEN ERUIT

Dit hoofdstuk geeft een beschrijving van het ontwerp van de versterkingsmaatregelen. Voor een uitgebreide motivatie voor de keuze van de hier beschreven maatregelen wordt verwezen naar de Project nota MER Zwakke Schakels West Zeeuwsch-Vlaanderen.

Voor de beschrijving van de versterkingsmaatregelen is het kusttraject opgedeeld in een zestal deeltrajecten. Per deeltraject is een beknopte beschrijving van de huidige situatie opgenomen. Hierna volgt een beschrijving van het principe van het ontwerp en een technische beschrijving van het ontwerp. Tot slot wordt ingegaan op het benodigde ruimtebeslag indien de randvoorwaarden voor een planperiode van 200 jaar voor het maximale klimaatscenario gehanteerd worden. Een technische onderbouwing van het ontwerp per deeltraject is opgenomen in de bijlagen.

#### 3.1 Cadzand-Bad

##### 3.1.1 Beschrijving huidige situatie

Het plangebied Cadzand-Bad begint circa 300 meter ten westen van het gemaal en loopt tot aan de Herdijkte Zwarte Polder. Een deel van de bebouwing van Cadzand-Bad ligt direct achter de duinenrij. Aan de oostzijde grenst het dorp Cadzand-Bad aan de Tienhonderdpolder. Deze polder grenst aan de Herdijkte Zwarte Polder.

West Zeeuwsch-Vlaanderen is een gebied dat tot de Middeleeuwen bestond uit eilanden en slikken en schorren. Deze zijn door monniken uit Brugge en Gent ingepolderd en gecultiveerd. Op de oude eilanden komen nog duinen voor, de tussenliggende dijken zijn overstoven tot duindijken. Het deeltraject Cadzand-Bad behoort tot het voormalige eiland van Cadzand-Bad. Een klein deel van de kust bestaat uit een overstoven dijk. Bij uitvoering van de deltaverzwaren in 1987-1989 is de nieuw aangelegde dijk grotendeels voorzien van een zandafdekking boven de lijn van NAP+6.00 m, daarna is de benedenglooiing van de dijk daadwerkelijk op natuurlijke wijze overstoven. De duinenkust loopt van Cadzand-Bad tot Herdijkte Zwarte polder. De overstoven dijk ligt voor Cadzand-Bad. Vanwege de smalle dijk ligt het dorp dicht bij het strand. De waterkering ten westen van het gemaal wordt gevormd door een duin. Op het strand staan strandhoofden met daarop palenrijen, die de golfslag breken en het langstransport van zand beperken. Op het strand nabij de duinvoet staan enkele strandpaviljoens, die het gehele jaar open zijn. Het gebied is in trek bij badgasten uit Nederland, Duitsland en Vlaanderen en (amateur) geologen die fossiele haaiantanden zoeken.

De zwakste plaats in de kust bij Cadzand-Bad is de directe omgeving van het gemaal. Tot 700 meter ten oosten van het gemaal (hmp 82.321 net voorbij strandtent de Piraat en hmp 83.000 bij de sluis) ligt er een dijk. De macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) is onvoldoende op basis van Mstab-sommen. De steenbekleding van de huidige dijk is onvoldoende en dat geldt ook voor de aansluitingsconstructie van de dijk naar het oostelijk gelegen duin en de aansluitingsconstructie ten westen van het gemaal. De rest van de kust tot aan de Herdijkte Zwarte Polder bestaat uit duinen en is veilig voor een termijn van 50 jaar.

De harde constructie rondom het gemaal gaat via een aansluitingsconstructie over in een duin waarvan de achterzijde in klei is opgebouwd. Deze aansluitingsconstructie A11 (bij km 83.051) scoort onvoldoende op (steen)bekleding.

## DHV B.V.

Het gemaal (zie Figuur 3-1) is in 1955 gebouwd ter vervanging van de vroegere uitwateringssluis en de constructie bestaat uit twee maalkokers in de waterkering, die ieder voorzien zijn van de volgende keermiddelen:

- Terugslagklep direct na de pomp
- Een set puntdeuren per koker
- Noodschuif in de kruin van de dijk

Onder normale omstandigheden is de schuif bij eb open en bij vloed gesloten. De bediening van de schuif gebeurt automatisch. Voor deze bediening is een noodaggregaat beschikbaar. De schuif kan ook nog handmatig worden bediend. De terugslagkleppen openen door de waterdruk en sluiten op zwaartekracht, de puntdeuren worden door de waterdruk geopend en gesloten.

De fundering (onderheide vloer) van de vroegere uitwateringssluis is nog aanwezig in het bestaande afvoerkanaal aan de zeezijde van het gemaal.



**Figuur 3-1: Gemaal bij Cadzand-Bad**

De primaire functie van het gemaal is waterbeheersing. Naast het verpompen van boezemwater heeft het gemaal tevens de mogelijkheid onder vrij verval te lozen. Omdat het gemaal is opgenomen in de primaire zeewaterkering heeft het gemaal natuurlijk ook een hoogwaterkerende functie.

Bij hoge buitenwaterstanden wordt het waterbezwaar verpompt (circa 100 keer per jaar), bij lage buitenwaterstanden kan het gemaal onder vrij verval lozen (vrijwel dagelijks).

De kerende hoogte van het kunstwerk wordt bepaald door de hoogte van de schuivenschacht in de kruin van de dijk en bedraagt 8,50 m+NAP.

De uitstroomopening van het gemaal is beschut gelegen in de kruin van de waterkering en mondt uit in een afvoerkanaal naar zee. Het afvoerkanaal is voorzien van strekdammen van basaltzetwerk, het strandhoofd 32 en de Oostdam. Deze dammen voorkomen verzanding van het kanaal en erosie van de zandige kust en beschermen de uitstroomopening tegen golfwerking. Het basaltwerk van de dammen sluit via overgangsconstructies aan op de versterkingsweken aan weerszijden van het gemaal.

De hoogte van deze dammen is circa 4,5 m +NAP bij de aansluiting op de waterkering naast het gemaal.

Uitgaande van de golfwerking voor het gehele dijkvak is er rondom de uitstroomopening van het gemaal sprake van een hoogtetekort van circa 2,5 m. Bij de aangehouden ontwerpperiode van 100 jaar is er sprake van een hoogtetekort van 4 m. Een dijk met een kruinhoogteverhoging van 4 meter kan niet worden ingepast direct naast het gemaal. Er is daarom in dit alternatief voor gekozen om de golfbelasting te reduceren door het versterken van de strekdammen, zodat deze als golfbreker gaan functioneren. Om loodrechte inval van golven te voorkomen worden de strekdammen tevens voorzien van een haak. Nadere onderzoek is nog nodig voor het bepalen van de concrete maatvoering van deze aanpassingen. Voor de delen oostelijk van de gemaalmonding is de benodigde kruinverhoging verminderd door uit te gaan van een steunberm.

### 3.1.2 Principe van het ontwerp

Het principe van het ontwerp wordt weergegeven in Figuur 3-2, dit overzicht is tevens als A3 opgenomen in bijlage 5. Aan de oostzijde van het gemaal wordt de kust versterkt door zeewaarts zand tegen de dijk aan te leggen. Er wordt een zodanige hoeveelheid zand aangebracht dat tijdens maatgevende omstandigheden de bestaande dijkbekleding niet bloot komt te liggen. Het zand wordt zeewaarts aangebracht in de vorm van een kustboog die westelijk wordt begrensd door de dam naast de suatiegeul. Om te kunnen garanderen dat bij een maatgevende storm het zand niet in de suatiegeul verdwijnt zal de oostelijke strekdam gedimensioneerd worden op een sterkte behorende bij de 1:4000 norm. Nabij de huidige kering wordt de sterkdam verhoogd over een lengte van ca 100 meter om het nieuwe duin op zijn plaats te houden.

Ook de strekdam ten westen van de afwateringsgeul wordt versterkt naar 1 op 4000 en verhoogd, waardoor de golfaanval op de gemaalmonding minder wordt. Hiermee wordt de gemaalmonding versterkt zonder dat daarbij direct bij de gemaalmonding de dijk moet worden verhoogd.



Figuur 3-2: Overzicht ontwerp Cadzand Bad (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)

Ten westen van het gemaal wordt een dijk met een harde steunberm aangelegd. Op dit moment is hier sprake van een duin waarin een aansluitingsconstructie naar het gemaal is geïntegreerd. De benodigde ruimte voor de aanleg van de dijk kan binnen het bestaande duin worden gevonden. Door de dijk weer af te dekken met zand kan het landschapsbeeld grotendeels worden hersteld.

### 3.1.3 Beschrijving versterkingsmaatregelen

Voor de overzichtelijkheid is de locatie Cadzand-Bad opgedeeld in 3 deelgebieden. Globaal is dit het gebied ten westen van het gemaal, het gedeelte ter plaatse van het gemaal waar een harde kustbeschermingsconstructie aanwezig is en het gedeelte ten oosten hiervan.

#### Cadzand-Bad West

##### Benodigd dijkprofiel

Op het traject westelijk van het gemaal van hmp 83.051 bij het gemaal tot aan hmp 83.220 wordt het bestaande duin afgegraven om een dijk aan te leggen die vervolgens met zand wordt afgedekt. Om de golfoverslag bij maatgevende omstandigheden te beperken tot maximaal 0,1 l/m/s wordt voor dit traject aan de zeezijde van de dijk een berm aangebracht. De breedte van de berm is kleiner dan een kwart van de golflengte op diep water. Hierdoor kan deze daadwerkelijk als berm beschouwd worden. Een nog bredere berm wordt beschouwd als voorland.

De dijk heeft aan de onderzijde en aan de bovenzijde een redelijk vlak talud van 1:8. Daartussen ligt een berm met een helling van 1:20. De onderzijde van de berm ligt op een kwart golfhoogte onder het stilwaterniveau, de bovenzijde op een kwart golfhoogte boven het stilwaterniveau.

Bij het bepalen van het maatgevende dijkprofiel voor deze trajecten is de locatie 83.120 beschouwd. De hoogte van het bestaande duin op deze locatie bedraagt ca 9,50 m – 10,00 +NAP. Door het aanbrengen van een berm met een breedte van circa 35 meter is een dijk nodig met een hoogte van 10,35 + NAP. (hierbij is tevens rekening gehouden met 0,40 m zetting, klink en bodemdaling van de dijk tijdens de ontwerperperiode). Dit betekent een verhoging van 0,85 tot 0,35 cm van de huidige kruin. Aanvullend onderzoek kan uitwijzen dat de kruinhoogte mogelijk nog iets kan zakken, bijvoorbeeld door gebruik te maken van een ruwere bekleding. De steunberm kan direct vanaf de onderhoudweg worden ingezet en past grotendeels binnen het bestaande duin. De huidige duinvoet zal daarom nauwelijks zeewaarts worden verplaatst. Een nadere beschrijving van het ontwerp is opgenomen in bijlage 1. Het ontwerp voor het dijkprofiel 83.120 is opgenomen als profiel 12 in de bijlagen.

In het ontwerp zijn de bestaande strandopgangen verlengd waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee gewaarborgd blijft. Het gebouw van de KNRM wordt gesloopt en krijgt een nieuwe plaats verder zeewaarts.

Bij het uitwerken van het definitief ontwerp kan de inpassing van het dijkprofiel voor de overige raaien nog geoptimaliseerd worden zodat lokaal mogelijk volstaan kan worden met een kleinere berm en/of een lagere kruinhoogte..

##### Bekleding

Er zijn aanvullende berekeningen gedaan voor het bepalen van de steenbekleding van de steunbermconstructies voor een 1/4000 storm. Hieruit volgt dat het lagere, steilere deel van het talud, moet worden voorzien van een zwaardere bekledingstype (s.g. 2900 betonzuilen). (zie bijlage 6).

Op het buitentalud vanaf de teen van de dijk tot een hoogte van ca. NAP + 6 meter wordt uitgegaan van zware betonzuilen (s.g. 2900) met een hoogte van ca 0,50 meter. Bij het definitieve ontwerp van de dijk zal een afweging plaats moeten vinden voor de keuze van het type bekleding en een verdere detaillering (afmeting), mogelijke alternatieven voor de bekleding bestaan uit het aanleggen van gepenetreerde breuksteen met een ruwer oppervlak. Met oog op het beperken van de kruinhoogte verhoging kan ook een ruwere bekleding gewenst zijn. Vanaf NAP + 9 meter tot aan de kruin van de dijk wordt een kleidek van categorie 1 klei toegepast met een dikte van 1 meter.

Uit de geotechnische beschouwing volgt dat de stabiliteit van de dijk voldoet aan de veiligheidseisen (zie ook bijlage 2). Doordat er ook geen ontgrondingskuil ontstaat zijn er geen aanvullende maatregelen noodzakelijk aan de teen van de dijk. Volstaan kan worden met de aanleg van een kreukelberm en een betonnen teenschot met een lengte van ca 2 meter.

Het gehele traject dat wordt versterkt zal worden voorzien van een afdeklaag met zand met een minimale dikte van 1,5 m. Deze afdeklaag heeft geen waterkerende functie, maar wordt aangelegd ten behoeve van het herstel van de huidige situatie en de ruimtelijke inpassing van de dijk. Een laagdikte van 1,5 m is naar verwachting groter dan de bewortelingsdiepte van de vegetatie die zich zal ontwikkelen. Daarmee is er een zeer geringe kans dat de wortels de bekleding zullen aantasten.

#### Strand en strandhoofden

Het strand behoudt de bestaande breedte en zal dus niet zeewaarts verschuiven. De strandhoofden worden niet verlengd.

#### Basiskustlijn

Bij Cadzand-Bad West wordt het bestaande duin een dijk, die wordt afgedekt met zand, waarbij zee beperkt een zeewaartse verbreding plaatsvindt. De basiskustlijn zal zeewaarts moeten worden verplaatst. Door het meeschuiven van de basiskustlijn wordt immers het kustlijnonderhoud van de nieuwe kustlijn gegarandeerd (zie verder hoofdstuk 5 beheer en onderhoud).

De huidige basiskustlijn bevindt zich op 118 meter uit de Rijksstrandpalenlijn. Op basis van het ontwerp van de zeewaartse versterking (profiel 12, zie bijlage 4) is berekend dat de nieuwe BKL circa 136 meter uit de RSP komt te liggen; een zeewaartse verplaatsing van circa 18 meter.

Opgemerkt dient te worden dat de ligging van de nieuwe berekende BKL indicatief is en dat latere aanpassingen mogelijk zijn op basis van verdere inzichten in de kustmorfologische reactie op het beperkt zeewaarts schuiven van de duinvoet.

#### Aansluitingsconstructies

Aan de westzijde van de nieuw aan te leggen dijk bij hmp 83.220 ontstaat een nieuwe aansluitingsconstructie. De bekleding van de aansluitingsconstructie wordt over een lengte van 50 meter voldoende ver landwaarts tot achter het grensprofiel doorgetrokken zodat onder maatgevende omstandigheden geen afslag kan optreden tot achter de constructie. Achter het grensprofiel loopt de constructie af met een talud van 1:3. Aan de buitenkant van de constructie wordt een bekleding aangebracht met breuksteen.

Op de plek van de huidige aansluitingsconstructie bij hmp 83.051 aan de westzijde van het gemaal (A11) wordt de bekleding (sterk 1 op 4000) van de nieuw aan te leggen dijk doorgetrokken tot aan de bekleding van het gemaal. Direct om het gemaal wordt de bekleding aangepast en uitgelijnd met de versterkingswerken aan weerszijden en de versterking van de strekdammen.

Een beschrijving van de ruimtelijke inpassing van het ontwerp is opgenomen in hoofdstuk 4. In bijlage 1 is een nadere technische onderbouwing opgenomen van het ontwerp.

### Cadzand-Bad gemaal

De invloed van de versterkte strekdammen leidt tot lagere hydraulische randvoorwaarden bij de sluis. De beklede strekdammen zorgen voor een golfreductie. Voorwaarde voor deze golfreducerende werking is dat de dammen ook tijdens maatgevende stormcondities blijven functioneren, daarnaast dient het onderhoudsregime te worden afgestemd op deze functie.

De benodigde kruinhoogte van de dammen voor voldoende golfreducerende werking wordt hier bepaald aan de hand van de volgende vereenvoudigde formule (de Delftse methode):

$$h_k = h_w + z_{2\%}$$
$$z_{2\%} = 8H_s \tan \alpha$$

Met het huidige talud naast de sluis van 1:3,6 wordt (in 2100) de benodigde hoogte 12,42 m +NAP, er is echter maar een hoogte van 8,50 +NAP beschikbaar. In het kader van de huidige kruinhoogte mag er een maximale golfhoogte voor de teen van de dijk naast de sluis bestaan van slechts 1,09 m. De golfhoogte  $H_s$  van 2,86 m voor de kust wordt beïnvloed door de voorliggende westdam, die dus een golfreductie moet bereiken van 72%.

De westdam kan in dit geval gemodelleerd worden als een (onderwater)golfbreker met een 'vrije hoogte'  $R_c$ , de afstand tussen de kruin en de waterstand onder de maatgevende omstandigheden. Volgens d'Angremond et al. (1996) kan de transmissiecoëfficiënt van een doorlatende (onderwater)golfbreker bepaald worden door de volgende vergelijkingen:

$$K_t = a \frac{R_c}{H_s} + b$$
$$a = -0.4$$
$$b = 0.64 \left( \frac{B}{H_s} \right)^{-0.31} (1 - e^{-0.5\xi_{0p}})$$

Hierin is  $K_t$  de verhouding tussen de inkomende golf en de golf na de reducerende werking van de voorliggende westdam. Aan de hand van deze vergelijkingen kan de benodigde vrije hoogte  $R_c$  van de westdam bepaald worden. De golfreducerende werking van de dammen is nog apart gemodelleerd (Svasek, 2007). Hieruit komen vergelijkbare resultaten. Wel werd ook in deze berekeningen de noodzaak van een haak aan de westelijke strekdam aangetoond. Deze haak is nodig om de golf bij een maatgevende storm die in de lengte van de strekdammen waait te reduceren.

Deze hoogte is afhankelijk van de breedte, en de hoogte van de dam is bij een aangenomen breedte van 6 m, en een hoogte van 6 m +NAP (door te kiezen voor een bredere dam, kan met een beperkt lagere dam volstaan worden). Deze hoogte is een conservatieve benadering omdat door de kleikern van de dam niet dezelfde doorlatendheid van toepassing is als voor golfbrekers bestaande uit steenslag, de golftransmissie zal in werkelijkheid dus kleiner zijn.

De berekende hoogte van de dam is erg conservatief en zal in een vervolgfase in meer detail bekeken kunnen worden<sup>4</sup>. Bij het ontwerp van de dammen kan dan ook rekening worden gehouden met ruimtelijke inpassing en medegebruik.

Door het versterken van de aanwezige dammen wordt voorkomen dat de waterkering naast het gemaal moet worden verhoogd, en kan met geringe maatregelen voldoende veiligheid verkregen worden. De westelijke strekdam zal met ongeveer een meter moeten worden verhoogd (afhankelijk van de breedte).

Om de dammen te dimensioneren op een sterkte behorende bij de 1:4000 norm zal daarnaast gebruik gemaakt moeten worden van een bekleding van gepenetreerde breuksteen als toplaag om stabiliteit te kunnen garanderen. Een uitvoering in betonzuilen is niet mogelijk vanwege de minimaal benodigde maatvoering van ca 680 mm.

Het oppervlak van de aan te passen dammen is gelijk aan 6150 m<sup>2</sup>. De keuze voor de taludhelling speelt hierin een dominante rol, aangenomen is een taludhelling van 1:4 voor de zeewaartse zijde. De beste keuze is hoogstwaarschijnlijk om de betonzuilen van de bestaande dam te verwijderen en de dam op te hogen met kernmateriaal en vervolgens te bekleden met gepenetreerde breuksteen.

De beschermende werking van de versterkte strekdammen aan weerszijden van de suatiegeul van het gemaal leiden tot reductie op de golfwerking voor het gemaal onder maatgevende omstandigheden. Zo ligt de as van het afvoerkanal op noord tot noord-oost, terwijl maatgevende omstandigheden optreden bij windrichtingen uit de noord tot noord-westhoek. Om te kunnen garanderen dat tijdens storm uit noordelijke richting de dammen op de juiste wijze leiden tot golfreductie worden de dammen onder een hoek verlengd. De verlenging van de dammen met 50 meter is noodzakelijk door de zeewaartse oplossing voor het traject ten oosten en westen van het gemaal. Door de verlenging van de dammen wordt voorkomen dat er te veel aanzanding in de suatiegeul optreedt.

Het versterken van de Oostdam is tevens noodzakelijk om er voor te zorgen dat onder maatgevende condities het nieuw aan te leggen duin aan de oostzijde van het gemaal blijft liggen. De Oostdam wordt momenteel gebruikt als botenhelling, bij de verdere uitwerking van de dam zal hier rekening meegehouden dienen te worden.

Een indicatief dwarsprofiel van het ontwerp van de westdam is opgenomen als profiel 14 in bijlage 4.

Hoewel de waterkering direct naast het gemaal niet verhoogd hoeft te worden is het wel noodzakelijk om de bekleding op dit traject te verbeteren. Hiervoor zal de bestaande bekleding vervangen moeten worden door betonzuilen met een hoogte 0,5 meter.

In bijlage 3 is een nadere onderbouwing opgenomen. Bij het uitwerken van het definitieve ontwerp kan de voorgestelde maatvoering nog verder worden geoptimaliseerd. De exacte maatvoering van de dammen en de resulterende golfwerking tussen de dammen kunnen verder bepaald worden met geavanceerde golfmodelstudies. Hierna wordt op dit moment studie verricht.

---

<sup>4</sup> Door Svasek worden nog aanvullende berekeningen gedaan voor de afmetingen van de westelijke havendam. Mogelijk dienen de afmetingen aan de hand van de uitkomsten aangepast te worden.

## Cadzand-Bad Oost

### Benodigde zeewaarts duin

De bestaande waterkering wordt verbreed in de vorm van extra duin. Van hmp 82.900 tot aan hmp 82.321 wordt een extra duinrichel zeewaarts van de bestaande waterkering aangelegd. Vanwege een kustmorfologische en landschappelijke inpassing zal de duinverbreding doorlopen tot aan ca hmp 82.200. Dit nieuwe duin krijgt een hoogte van circa NAP + 10 tot NAP + 11 meter en sluit aan op de top van de huidige waterkering. De breedte van de versterking varieert van circa 50 tot 60 meter. Het ontwerp voor het duinprofiel 82.600 is opgenomen als profiel 11 in de bijlagen. De minimale afmetingen van de extra duinrichel zijn bepaald met behulp van afslagberekeningen [Alkyon, 2007].

Het zand wordt wat betreft hoogte en vorm aangepast op de bestaande waterkering. Hierbij wordt een aflopend profiel richting zee aangelegd. De duinen worden daarbij landschappelijk ingepast. Voor deze inpassing is extra zand nodig om een morfologisch ogend duinlandschap aan te kunnen leggen. Hiervoor wordt 25% extra zand aangebracht. Dit zand zit in het aanbrengen van meer reliëf in het aangebrachte duin en deels in het doorzetten van de kustboog.

Bij het zeewaarts schuiven van de duinvoet schuift het strand mee en wordt op die wijze hersteld. Door het handhaven van de huidige strandbreedte wordt natuurlijke duinaangroei bevorderd. Hierdoor krijgt het duin door middel van actieve instuiving een natuurlijke vorm en bodemopbouw. Met actieve instuiving wordt bedoeld dat aangroei van het duin plaatsvindt doordat zand vanaf het strand met behulp van eolisch transport wordt getransporteerd naar het aangelegde duin.

Door deze aanlegwijze ontstaat een kwalitatief beter duin wat gunstig is voor de ontwikkeling van verschillende habitattypen.

Alle duinen die ten behoeve van de kustversterking worden aangelegd worden na aanleg onderdeel van de primaire waterkering. Het aan te leggen duin vormt dus onderdeel van de waterkering. De kering zal voor publiek alleen via paden toegankelijk zijn. Waar de veiligheid dat toelaat kan eventueel meer ruimte worden geboden. De nieuwe duinen moeten worden ingeplant en nieuwe inplant is erg kwetsbaar. Betreding kan leiden tot het ontstaan van stuifplekken, wat ongewenst is in de waterkering. Dit niet voor publiek toegankelijke gebied loopt tot aan de nieuwe duinvoet en de begrenzing ervan wordt aangegeven met een afrastering en borden.

In het ontwerp zijn de bestaande strandopgangen verlengd waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee gewaarborgd blijft. Het strandpaviljoen de Piraat zal zeewaarts worden verplaatst.

### Begroeiing

Na het opspuiten van het benodigde zand zal er een aanzienlijk onbegroeid gebied ontstaan waar winderosie gemakkelijk kan optreden. Vanuit beheersoogpunt is vasthouden van zand door inplant van helm nodig. Het helm zal direct na het aanbrengen van het zand worden aangeplant. De nieuwe begroeiing vereist een aantal jaren intensief onderhoud.

Voor het gehele traject van Cadzand-Bad wordt uitgegaan van het inplanten van ca 5 hectare aan helm. In de eerste fase na inplant kunnen rijshoutschermen worden aangebracht ter vermindering van het verstuiven van zand. De verwachting is dat een deel van het traject (ca 2,5 hectare) in de eerste jaren nogmaals ingeplant dient te worden met helm.

### Strand en strandhoofden

Het strand behoudt de bestaande breedte en zal dus met ca 60 meter zeewaarts verschuiven. De strandhoofden worden niet verlengd. Het strand wordt op breedte gehouden met suppleties.

### Basiskustlijn

Bij Cadzand-Bad oost wordt zeewaarts duin aangelegd en zal de basiskustlijn zeewaarts moeten worden verplaatst. Door het meeschuiven van de basiskustlijn wordt immers het kustlijnonderhoud van de nieuwe kustlijn gegarandeerd (zie verder hoofdstuk 5 beheer en onderhoud).

De huidige basiskustlijn bevindt zich op 103 meter uit de Rijksstrandpalenlijn. Op basis van het ontwerp van de zeewaartse versterking (profiel 11, zie bijlage 4) is berekend dat de nieuwe BKL circa 124 meter uit de RSP komt te liggen; een zeewaartse verplaatsing van circa 21 meter.

Opgemerkt dient te worden dat de ligging van de nieuwe berekende BKL indicatief is en dat latere aanpassingen mogelijk zijn op basis van verdere inzichten in de kustmorfologische reactie op de zeewaartse verbreding.

### Aansluitingsconstructies

Door de aan te leggen duinrichel door te trekken voor de bekleding van de aansluitingsconstructie aan de oostzijde van de bestaande dijk bij hmp 82.321 (A10) zal de afslaglijn ook hier voor de bekleding blijven. Hiermee is de aansluitingsconstructie voldoende versterkt.

Een beschrijving van de ruimtelijke inpassing van het ontwerp is opgenomen in hoofdstuk 4. In bijlage 1 is een nadere technische onderbouwing opgenomen van het ontwerp.

## **3.2 Herdijkte Zwarte Polder**

### **3.2.1 Beschrijving huidige situatie**

De Herdijkte Zwarte Polder en de Verdrongen Zwarte Polder liggen in de monding van een oude getijdengeul. Deze geul werd begrensd door het oude eiland van Cadzand en het voormalige eiland van Groede en vormt het restant van het getijdenlandschap.

De Verdrongen Zwarte Polder is sinds 1802 een intergetijdengebied dat onderdeel vormt van het Habitatrichtlijn gebied Westerschelde, vooral vanwege de aanwezigheid van schorren.

De Herdijkte Zwarte Polder is eveneens aangewezen als onderdeel van het habitatrichtlijngebied de Westerschelde. De Herdijkte Zwarte Polder is recent ingericht als een natuurontwikkelingsgebied, waarbij achter de dijk duinen zijn aangelegd.

De dijk die tussen de Herdijkte Zwarte Polder en de Verdrongen Zwarte Polder is uitgezonderd van de aanwijzing als habitatgebied. Op de dijk is een fietspad gelegd.

In de huidige situatie is er een kruinhoogtetekort tot ongeveer 1 m van hmp 79.300 tot hmp 79.400. Van hmp 79.400 tot hmp 79.700 moet de microstabiliteit geavanceerd getoetst worden.

De macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) is onvoldoende op basis van Mstab-sommen van hmp 78.800 tot hmp 77.700.

Daarnaast is de sterkte van de bekleding van de dijk vrijwel overal onvoldoende.

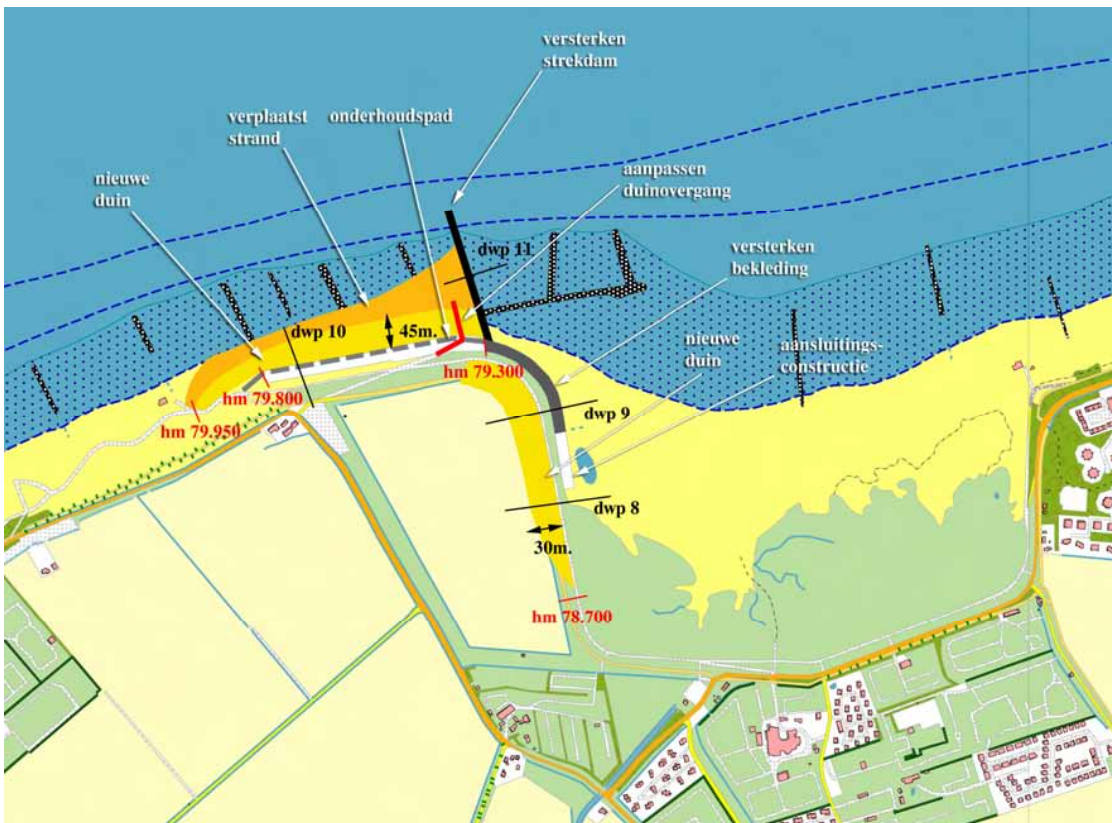
De aansluitingsconstructie (A9) nabij de radartoren tussen de dijk voor de Herdijkte Zwarte Polder en de duinen voor de Tienhonderd Polder (hmp 79.842) is onvoldoende veilig als gevolg van een onvoldoende sterkte van de steenbekleding.

### 3.2.2 Principe van het ontwerp

Het principe van het ontwerp wordt weergegeven in Figuur 3-3, dit overzicht is tevens als A3 opgenomen in bijlage 5. Aan de noordzijde (zeezijde) van de Herdijkte Zwarte Polder wordt de kust versterkt door zeewaarts zand tegen de dijk aan te leggen. Er wordt een zodanige hoeveelheid zand aangebracht dat tijdens maatgevende omstandigheden de bestaande dijkbekleding niet bloot komt te liggen. Het zand wordt zeewaarts aangebracht in de vorm van een kustboog die oostelijk wordt begrensd door een strandhoofd. Hiervoor wordt het meest oostelijke strandhoofd (hoofd 6) op de kop van de Herdijkte Zwarte Polder gebruikt. Om te kunnen garanderen dat bij een maatgevende storm het zand niet richting de Verdrongen Zwarte Polder verdwijnt, zal de strekdam gedimensioneerd worden op een sterkte behorende bij de 1:4000 norm.

De duinen worden naar het westen toe zover doorgetrokken dat er voldoende zand (ca 40-50 meter) voor de aansluitingsconstructie naar de Tienhonderdpolder wordt aangebracht. De steenbekleding van deze aansluitingsconstructie hoeft dan niet te worden versterkt.

Op het dijktraject dat aan de oostzijde aansluit op de te versterken strekdam zal de steenbekleding op een sterkte behorende bij de 1:4000 norm gebracht worden over een lengte van 250 meter gevolgd door nog eens 100 meter die als overgang dient naar de dijk. Op deze plek zal een aansluitingsconstructie ontstaan tussen strekdam en te versterken dijk. Nadere studie in de besteksfase moet uitwijzen of versterking over een grotere lengte nodig kan zijn, vanwege onvoldoende golfafzwakking door het voorland.



Figuur 3-3: Overzicht ontwerp Herdijkte Zwarte Polder(zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)

Aan de oostzijde (kant van de Verdrongen Zwarte Polder) wordt de primaire kering verder versterkt door landwaarts zand aan te brengen. Het zand wordt landwaarts aangebracht met een brestoeslag. De brestoeslag is niet nodig achter die delen van de dijk die al naar 1 op 4000 worden versterkt. Door landwaarts te werken treden er geen verdere effecten op het HR gebied de Verdrongen Zwarte Polder. De bekleding aan de zeewaartse zijde van de dijk aan de Verdrongen Zwarte Polder wordt niet versterkt behoudens het noordelijke deel (ca 350 meter) dat aansluit op de sterkdam.

### 3.2.3 Beschrijving versterkingsmaatregelen

#### Noordzijde van de Herdijkte Zwarte Polder

##### Benodigd zeewaarts duin

De bestaande waterkering wordt verbreed in de vorm van een extra duinrichel. De minimale afmetingen van de extra duinrichel zijn bepaald met behulp van afslagberekeningen [Alkyon, 2007a].

Het zand wordt wat betreft hoogte en vorm aangepast op de bestaande waterkering. Hierbij wordt een aflopend profiel richting zee aangelegd. Het duin wordt landschappelijk ingepast. Hiervoor wordt 25% extra zand aangebracht. Dit extra zand maakt het mogelijk om een meer gevarieerd duin aan te leggen dat meer lijkt op een natuurlijk duinlandschap. Dit zand dient ook voor het doortrekken van de kustboog o.a. op plaatsen waar vanuit het oogpunt van veiligheid zou kunnen worden volstaan met minder brede duinen. Een deel van dit zand is nodig voor het herstel van het strand.

Door het handhaven van een breed strand wordt natuurlijke duinaangroei bevorderd. Hierdoor krijgt het duin door middel van actieve instuiving een natuurlijke vorm en bodemopbouw. Met actieve instuiving wordt bedoeld dat aangroei van het duin plaatsvindt doordat zand vanaf het strand met behulp van eolisch transport wordt getransporteerd naar het aangelegde duin.

Door deze aanlegwijze ontstaat een kwalitatief beter en op den duur breder duin wat gunstig is voor de ontwikkeling van verschillende habitattypen.

Alle duinen die ten behoeve van de kustversterking worden aangelegd worden na aanleg en ook bij verdere aangroei van het duin onderdeel van de primaire waterkering. Het aan te leggen duin vormt dus onderdeel van de waterkering. De kering zal voor publiek alleen met paden toegankelijk zijn. Waar de veiligheid dat toelaat kan meer ruimte worden geboden. De nieuwe duinen moeten worden ingeplant en nieuwe inplant is erg kwetsbaar. Betreding kan leiden tot het ontstaan van stuifplekken, wat ongewenst is in de waterkering. Het voor publiek niet toegankelijke gebied loopt tot aan de nieuwe duinvoet en de begrenzing ervan wordt aangegeven met een afrastering en borden.

In het ontwerp zijn de strandopgangen verlengd waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee door de waterkering gewaarborgd blijft.

Van hmp 79.300 tot hmp 79.950 wordt een extra duinrichel zeewaarts van de bestaande waterkering aangelegd. Dit nieuwe duin krijgt een hoogte van circa NAP + 11 meter en sluit aan op de top van de huidige waterkering. De breedte van de versterking varieert van circa 35 tot 55 meter. Voor het aanleggen van de extra duinrichel is gemiddeld circa 640 m<sup>3</sup>/m zand benodigd. Het ontwerp voor het duinprofiel 79.700 is opgenomen als profiel 10 in bijlage 4.

In het ontwerp wordt de bestaande strandopgang aan de kop van de Zwarte Polder weg verlengd waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee gewaarborgd blijft.

### Begroeiing

Na het opspuiten van het benodigde zand zal er een aanzienlijk onbegroeid gebied ontstaan waar winderosie en afslag gemakkelijk kan optreden. Vanuit beheersoogpunt is vasthouden van zand door inplant van helm nodig. Het helm zal direct na het aanbrengen van het zand worden aangeplant. De nieuwe begroeiing vereist een aantal jaren intensief onderhoud.

Voor het gehele traject wordt uitgegaan van het inplanten van 3 hectare aan helm. In de eerste fase na inplant kunnen rijshoutschermen worden aangebracht ter vermindering van het verstuiwen van zand. De verwachting is dat een deel van het traject (1,5 hectare) in de eerste jaren nogmaals ingeplant dient te worden met helm.

### Strandhoofd nr 6

Door de sterke kromming van de kustlijn en de ligging van de Verdrongen Zwarte Polder ten oosten van de kop van Herdijkte Zwarte Polder zal in het geval dat een maatgevende storm optreedt een hoge mate van zand uit het afslagprofiel verdwijnen. Hierdoor zal het afslagprofiel voor de duinenrij steiler verlopen. Een voldoende hoge en sterke strekdam zorgt er voor dat het zand blijft liggen tijdens stormcondities.

Om het duin vast te kunnen houden moeten de strekdam worden opgehoogd met gemiddeld 3 meter over een groot deel van haar lengte. Hiermee wordt de kruinhoogte van de strekdam ca 1 meter boven het afslagprofiel aangelegd. Ook wordt het strandhoofd ca 50 meter verlengd.

Het verhoogde strandhoofd moet worden voorzien van een bekleding die een storm behorend bij een 1/4.000 norm kan weerstaan. Een eis vanuit het beheer is dat de kruin van het strandhoofd bereikbaar/begaanbaar moet zijn.

Uitgaande van de golfbrandvoorwaarden aan de teen van de waterkering voldoet zowel een bekleding van betonzuilen als een bekleding van gepenetreerde breuksteen. In het ontwerp wordt in dit kustversterkingplan uitgegaan van een bekleding van betonzuilen. Bij het definitieve ontwerp van de strekdam zal een afweging plaats moeten vinden voor de keuze van het type bekleding. Aan de hand van het Voorschrift Toetsen op Veiligheid is met de eenvoudige methode gecontroleerd of betonzuilen met een hoogte van 0,5 m kunnen voldoen. Bij het uitwerken van het definitieve ontwerp zal de benodigde zuilhoogte en het benodigde soortelijke gewicht van de zuilen bepaald moeten worden.

De toepasbaarheid van een bekleding van met asfalt gepenetreerde breuksteen is beoordeeld met behulp van ontwerpgrafiek 7.15 uit het Technisch Rapport Asfalt voor Waterkeren. Hieruit blijkt dat het toepassen van de minimale laagdikte van 0,4 m met een bekleding van vol en zat gepenetreerde breuksteen 5-40 kg voldoet.

Beide oplossingen bieden de mogelijkheid om de kruin bereikbaar te houden. Met zetsteen is een vlakke kruin te realiseren. Ook bij een bekleding van vol en zat gepenetreerde breuksteen is het mogelijk de bovenzijde met asfalt vlak te maken. Zo nodig kan hier puur voor de begaanbaarheid nog een slijtlaag op worden aangebracht.

Een indicatief dwarsprofiel van het ontwerp van de strekdam is opgenomen als profiel 13 in bijlage 4.

### Strand en strandhoofden

Het strand behoudt de bestaande breedte en zal dus met ca 45 meter zeewaarts verschuiven. De strandhoofden worden niet verlengd behoudens het strandhoofd op de kop van de Herdijkte Zwarte Polder.

### Basiskustlijn

Aan de noordzijde van de Herdijkte Zwarte polder wordt zeewaarts een duin aangelegd en zal de basiskustlijn zeewaarts moeten worden verplaatst. Door het meeschuiven van de basiskustlijn wordt immers het kustlijnonderhoud van de nieuwe kustlijn gegarandeerd (zie verder hoofdstuk 5 beheer en onderhoud).

De huidige basiskustlijn bevindt zich op 26 meter uit de Rijksstrandpalenlijn. Op basis van het ontwerp van het zeewaartse duin (profiel 10, zie bijlage 4 is berekend dat de nieuwe BKL circa 111 meter uit de RSP komt te liggen; een zeewaartse verplaatsing van circa 85 meter.

Opgemerkt dient te worden dat de ligging van de nieuwe berekende BKL indicatief is en dat latere aanpassingen mogelijk zijn op basis van verdere inzichten in de kustmorfologische reactie op de zeewaartse versterking aan de noordzijde.

### Aansluitingsconstructies

Door het aanbrengen van voldoende zand (40 tot 50 meter) zeewaarts van de bestaande dijk wordt tevens het veiligheidsprobleem ter plekke van de aansluitingsconstructie A9 tussen de dijk voor de Herdijkte Zwarte Polder en de duinen voor de Tienhonderd Polder opgelost. Zoals aangegeven sluit de versterkte strekdam aan op de bestaande dijk en wordt daartoe ook de bestaande dijk naar 1 op 4.000 versterkt. Op deze wijze wordt een robuuste aansluiting verkregen en wordt voorkomen dat tijdens een maatgevende storm zand de dijk direct achter de sterksdam kan bezwijken.

## **Oostzijde van de Herdijkte Zwarte Polder**

### Benodigd landwaarts duin

Van hmp 78.700 tot hmp 79.300 wordt een extra duinrichel landwaarts van de bestaande waterkering aangelegd. Dit nieuwe duin krijgt een hoogte van circa NAP + 10 meter en sluit aan op de top van de huidige waterkering. De breedte van de versterking varieert van circa 20 tot 35 meter. Voor het aanleggen van de extra duinrichel is gemiddeld circa 235 m<sup>3</sup>/m zand benodigd. De hoeveelheid zand hangt af van het volume aan duin dat al landwaarts is aangebracht in het kader van het natuurontwikkelingsproject. Het ontwerp voor het duinprofiel 78.900 is opgenomen als profiel 8 in bijlage 4.

In het geval van een landwaartse versterking van een waterkering met een (op termijn) te zwakke dijk wordt er achter de oorspronkelijke dijk een zandaanvulling aangebracht. In het geval van een plaatselijk bezwijken van een dijk zal dit leiden tot het zijdelings afvoeren van materiaal uit het afslagprofiel. Het materiaal van het in het gat gelegen hogere afslagprofiel zal zich zijdelings richting het lager gelegen 'ontgrondingskuilprofiel' bewegen. Hiermee wordt er dus feitelijk materiaal aan het afslagprofiel onttrokken waardoor deze wordt 'ondergraven'

Door het verlies van materiaal zal het afslagprofiel in het gat in landwaartse richting verplaatsen; de evenwichtsvorm moet immers weer worden hersteld. Teneinde deze extra teruggang van het afslagfront te kunnen opvangen dient de versterking aan de achterzijde te worden uitgebreid met een 'brestoeslag'.

Omdat natuurlijk niet zeker is waar de dijk het eerst bezwijkt (en er dus sprake is van een 'gat') dient deze toeslag over het volledige traject met een landwaartse versterking te worden aangebracht. Een uitzondering vormt dat deel waar vanwege de aansluiting van de sterksdam de bekleding al naar 1/4000 wordt versterkt. De volgens een reguliere duinafslagberekening berekende landwaartse versterking dient dan ook te worden vergroot met extra aanvulling van 20 m. Een nadere onderbouwing van deze brestoeslag is opgenomen in Alkyon [2007a]. De totale breedte van de benodigde landwaartse versterking komt hiermee op circa 20 tot 35 meter.

Het aan te leggen landwaartse duin vormt onderdeel van de waterkering. De kering zal voor publiek alleen via paden toegankelijk zijn. Waar de veiligheid dat toelaat kan meer ruimte worden geboden. De nieuwe duinen moeten worden ingeplant en nieuwe inplant is erg kwetsbaar. Betreding kan leiden tot het ontstaan van stuifplekken, wat ongewenst is in de waterkering. De begrenzing van dit niet voor publiek toegankelijke gebied wordt aangegeven met een afrastering en borden.

#### Begroeiing

Na het opspuiten van het benodigde zand zal er een aanzienlijk onbegroeid gebied ontstaan waar winderosie en afslag gemakkelijk kan optreden. Vanuit beheersoogpunt is vasthouden van zand door inplant van helm nodig. Het helm zal direct na het aanbrengen van het zand worden aangeplant. De nieuwe begroeiing vereist een aantal jaren intensief onderhoud. In de eerste fase na inplant kunnen rijshoutschermen worden aangebracht ter vermindering van het verstuiven van zand.

#### Dijkbekleding

Op het dijktraject van hmp 78.900 tot aan 79.300 dat aan de oostzijde aansluit op de te versterken strekdam zal de steenbekleding op een sterkte behorende bij de 1:4000 norm gebracht worden. Door de ligging van dit traject in een bocht in de kust wordt er voor dit deel gekozen om de steenbekleding te versterken. Het betreft alleen het bochtige deel, vervolgens wordt er nog een dijktraject van 250 meter versterkt om een voldoende robuuste overgang te creëren. Voor het resterende deel van het traject wordt de veiligheid gegarandeerd door het landwaarts aan te leggen duin.

Vanaf de teen van de dijk tot een hoogte van ca 9 m +NAP wordt er vanuit gegaan dat de dijk wordt bekleed met betonzuilen met een hoogte van ca 0,50 meter. Bij het definitieve ontwerp van de dijk zal een afweging plaats moeten vinden voor de keuze van het type bekleding en een verdere detaillering (afmeting), mogelijke alternatieven voor de bekleding bestaan uit betonzuilen en gepenetreerde breuksteen. Vanaf NAP + 9 meter tot aan de kruin van de dijk wordt categorie 1 klei toegepast met een dikte van 1 meter. De maatvoering van de bekleding is gekozen op basis van de door Royal Haskoning [2007] uitgevoerde analyses en is gedimensioneerd op een sterkte behorende bij de 1:4000 norm.

Na versterking van de bekleding wordt de dijk opnieuw afgedekt met zand (gemiddeld 1,5 meter), waarmee de huidige situatie grotendeels wordt hersteld.

Het ontwerp voor het dijkprofiel 79.100 is opgenomen als profiel 9 in de bijlage 4.

#### Strand

Aan de zeewaartse zijde van de kering zijn geen aanpassingen voorzien, er vinden dan ook geen veranderingen aan het strand plaats.

#### Basiskustlijn

Op deze locatie wordt landwaarts van de bestaande waterkering een extra duinrichel aangebracht. Aangezien hier dus geen zeewaartse versterking plaatsvindt wordt er vanuit gegaan dat de huidige ligging van de basiskustlijn gehandhaafd blijft na de kustversterking.

Een beschrijving van de ruimtelijke inpassing van het ontwerp is opgenomen in hoofdstuk 4. Bij het uitwerken van het definitief ontwerp kan de voorgestelde maatvoering nog verder worden geoptimaliseerd.

### 3.3 Nieuwvliet – Groede

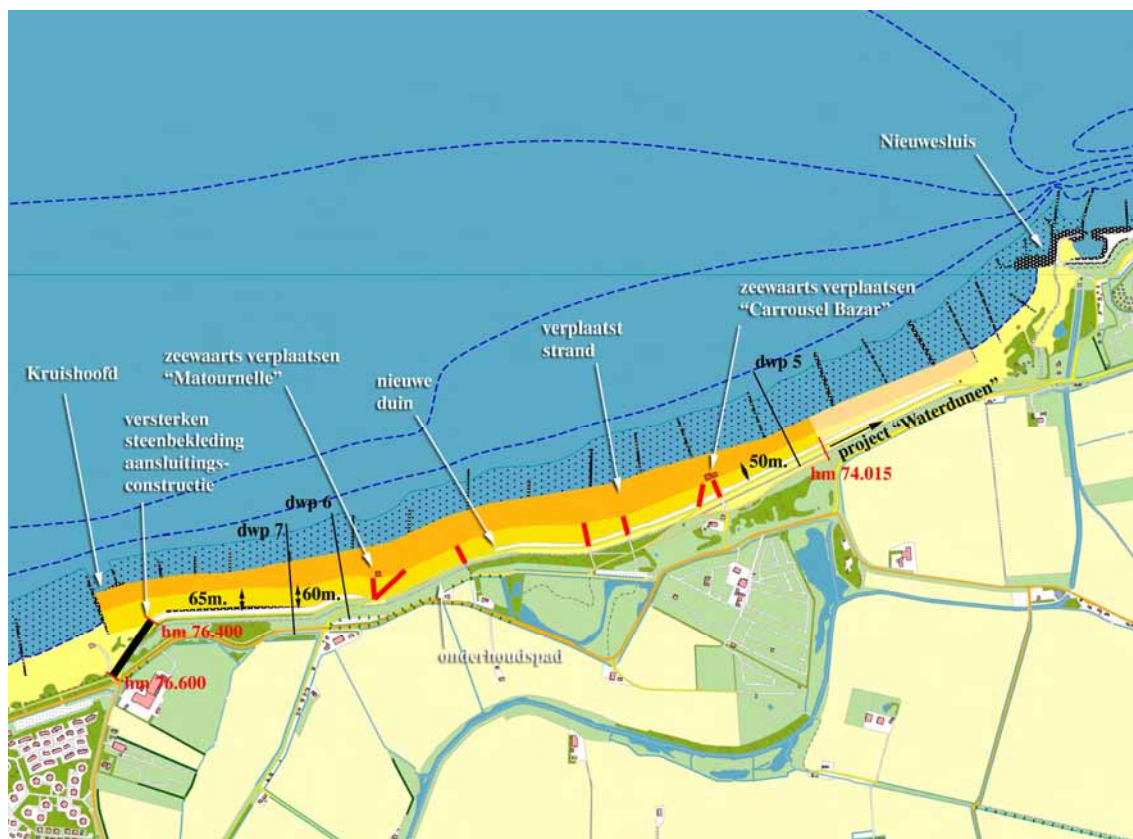
#### 3.3.1 Beschrijving huidige situatie

Het trajectdeel Nieuwvliet – Groede wordt westelijk begrensd door het Kruishoofd, c.q. de oostelijke zijde van de Verdrongen Zwarte Polder. De oostelijke begrenzing wordt gevormd door de oostzijde van de Zwartegatsche Kreek. Oostwaarts hiervan is het gebied Waterdunen gelegen. De kust op dit traject wordt beschermd door een dijk. Deze dijk voldoet nu niet aan de normen. Achter deze dijk liggen recreatiebedrijven, landbouwgebieden en natuurgebieden.

De dijk heeft een hoogtetekort van hmp 75.700 tot 76.400 van ongeveer 0,5 m tot 2 m. Direct ten oosten van het Kruishoofd is het hoogtetekort zelfs 4 meter uitgaande van een ontwerpperiode van 100 jaar. Direct aansluitend op Waterdunen tussen hmp 73.800 en 74.000 is ook een hoogtetekort van 0,5 m tot 1,5 m aanwezig. De microstabiliteit (STBI) is deels voldoende en moet deels geavanceerd getoetst worden.

De macrostabiliteit buitenwaarts (STBU) is onvoldoende op basis van Mstab-sommen van hmp 73.100 tot hmp 74.200.

De steenbekledingen op het hele traject voldoen niet m.u.v. een deel van de bekleding in de Baanstpolder tussen km 76.150 en 76.250. Het gaat om een strook goedgekeurde basalt, die laag in de glooiing ligt. De dijk sluit aan op de duinen bij Kruishoofd Groede bij km 76.485. Deze aansluiting is onvoldoende in verband met steenzetting van dijk die onvoldoende is en in verband met open constructie.



Figuur 3-4: Overzicht ontwerp Nieuwvliet – Groede (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)

### 3.3.2 Principe van het ontwerp

Het principe van het ontwerp wordt weergegeven in Figuur 3-4, dit overzicht is tevens als A3 opgenomen in bijlage 5.

In het ontwerp wordt de veiligheid gewaarborgd door een zeewaartse versterking van de dijk met duinen. Er wordt daarbij een grotendeels doorlopende kustboog geschapen vanaf het Kruishoofd tot aan Nieuwesluis. Op deze wijze ontstaat een omvangrijk nieuw dynamisch kustlandschap.

In principe worden alle locaties die binnen een periode van 50 jaar onveilig zouden worden zeewaarts versterkt. Bij de versterking wordt een strakke kustboog nagestreefd. Dat betekent dat de maatvoering van deze kustboog wordt bepaald door de profielen die na versterking het meest zeewaarts zijn gelegen. Het belangrijkste "dwangpunt" langs dit deel van de kust ligt ter hoogte van het Kruishoofd. Vanuit dit punt is een holle kustboog in oostelijke richting getrokken. De boog loopt door voorbij de monding van de Zwartegatsche Kreek en sluit aan bij het voorkeursalternatief in het project Waterdunen, dat voor de kust tot aan Nieuwesluis uitgaat van een zeewaartse versterking met duin.

Bij de versterking blijft het strand op zijn huidige breedte en schuift zeewaarts mee doordat de Basiskustlijn met de versterking mee zeewaarts wordt verplaatst. De strandhoofden worden niet verlengd. Het op breedte houden van het strand is daarom mede afhankelijk van de zandsuppleties, die in het kader van het onderhoud van de basiskustlijn zullen worden uitgevoerd.

### 3.3.3 Beschrijving versterkingsmaatregelen

#### Benodigd zeewaarts duin

De bestaande waterkering wordt verbreed met een extra duinrichel. De minimale afmetingen van de extra duinrichel zijn bepaald met behulp van afslagberekeningen [Alkyon, 2007a].

Het zand wordt wat betreft hoogte en vorm aangepast op de bestaande waterkering. Hierbij wordt een aflopend profiel richting zee aangelegd. Het duin wordt landschappelijk ingepast. Hiervoor wordt 25% extra zand ingebracht o.a. in de vorm van een doorlopende kustboog en een meer gevarieerd duinlandschap.

Door het handhaven van een breed strand wordt natuurlijke duinaangroei bevorderd. Hierdoor krijgt het duin door middel van actieve instuiving een natuurlijke vorm en bodemopbouw. Met actieve instuiving wordt bedoeld dat aangroei van het duin plaatsvindt doordat zand vanaf het strand met behulp van eolisch transport wordt getransporteerd naar het aangelegde duin.

Door deze aanlegwijze ontstaat een kwalitatief beter en op termijn veel breder duin wat gunstig is voor de ontwikkeling van verschillende habitattypen.

Alle duinen die ten behoeve van de kustversterking worden aangelegd worden na aanleg en ook bij verdere aangroei van het duin onderdeel van de primaire waterkering. De kering zal voor publiek alleen via paden toegankelijk zijn. Waar de veiligheid dat toelaat kan meer ruimte worden geboden. De nieuwe duinen moeten worden ingeplant en nieuwe inplant is erg kwetsbaar. Betreding kan leiden tot het ontstaan van stuifplekken, wat ongewenst is in de waterkering. Dit niet voor publiek toegankelijke gebied loopt tot aan de nieuwe duinvoet en de begrenzing ervan wordt aangegeven met een afrastering en borden.

In het ontwerp zijn de strandopgangen verlengd, waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee door de waterkering gewaarborgd blijft.

Van hmp 73.910 tot hmp 76.500 wordt zeewaarts van de bestaande waterkering een extra duinrichel aangelegd. Dit nieuwe duin krijgt een hoogte van 10 tot 11,50 meter +NAP en sluit aan op de top van de huidige waterkering. De breedte van de versterking varieert van circa 40 tot 65 meter. Voor het aanleggen

van de extra duinrichel is gemiddeld tussen de 500 en 550 m<sup>3</sup>/m zand benodigd. Het ontwerp voor de duinprofielen 74.000, 75.700 en 75.900 is opgenomen als profiel 5 t/m 7 in bijlage 4.

Uit de morfologische analyse rondom het Kruishoofd blijkt dat oostelijk hiervan een zone ligt die erodeert (uitslijt). Ook in de autonome ontwikkeling ontstaat een onderhoudsbehoefte in dit deel van de kust van ca 0,2 miljoen m<sup>3</sup> per jaar. Door de suppletie gericht op deze plek aan te brengen, kan de vereiste zeewaartse versterking worden gehandhaafd. Vanaf dit punt beweegt een groot deel van het suppletiezand in oostelijke richting en kan daar leiden tot verdere uitbouw van de kust.

In het ontwerp zijn de bestaande strandopgangen verlengd, waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee gewaarborgd blijft. De strandpaviljoens Matournelle en Caroussel Bazar zullen zeewaarts verplaatst worden.

Hoewel het traject van hmp 73.400 tot hmp 73.910 onderdeel vormt van het project Waterdunen is het wenselijk om dit deel van de kust gelijktijdig te versterken met het kustvak Nieuwvliet – Groede.

#### Begroeiing

Na het opspuiten van het benodigde zand zal er een aanzienlijk onbegroeid gebied ontstaan waar winderosie gemakkelijk kan optreden. Vanuit beheersoogpunt is vasthouden van zand door inplant van helm nodig. Het helm zal direct na het aanbrengen van het zand worden aangeplant. De nieuwe begroeiing vereist een aantal jaren intensief onderhoud.

Voor het gehele traject wordt uitgegaan van het inplanten van 13 hectare aan helm. In de eerste fase na inplant kunnen rijshoutschermen worden aangebracht ter vermindering van het verstuiwen van zand. De verwachting is dat een deel van het traject (6,5 hectare) in de eerste jaren nogmaals ingeplant dient te worden met helm.

#### Strand en strandhoofden

Het strand behoudt de bestaande breedte en zal dus met ca 55 meter zeewaarts verschuiven. De strandhoofden worden niet verlengd. De verwachting is dat op het westelijke deel van het traject erosie zal optreden. Voor het gedrag van dit deel van de kust zal een goed monitoringsprogramma opgesteld moeten worden, middels het uitvoeren van frequente suppleties zal hier de basiskustlijn gehandhaafd dienen te worden. Dit monitoringsprogramma vormt geen onderdeel van het Kustversterkingplan, maar zal door de provincie als onderdeel van de evaluatie worden opgesteld.

#### Basiskustlijn

Op het gehele versterkingstraject Nieuwvliet – Groede vindt een zeewaartse versterking van de dijk met duinen plaats en zal dus de basiskustlijn zeewaarts moeten worden verplaatst. Door het meeschuiven van de basiskustlijn wordt immers het kustlijnonderhoud van de nieuwe kustlijn gegarandeerd (zie verder hoofdstuk 5 beheer en onderhoud).

De huidige basiskustlijn bevindt zich op 33 – 37 meter uit de Rijksstrandpalenlijn. Op basis van het ontwerp van het zeewaartse duin (profiel 5, 6 en 7, zie bijlage 4) is berekend dat de nieuwe BKL circa 70-80 uit de Rijksstrandpalenlijn komt te liggen, een zeewaartse verplaatsing van circa 32 – 50 meter.

Opgemerkt dient te worden dat de ligging van de nieuwe berekende BKL indicatief is en dat latere aanpassingen mogelijk zijn op basis van verdere inzichten in de kustmorfologische reactie op de zeewaartse verbreding.

#### Aansluitingsconstructies

Aan de westzijde van het aangelegde duin is bij het Kruishoofd (hmp 76.400 tot hmp 76.600) een aansluitingsconstructie aanwezig. Van deze aansluitingsconstructie kan de steenbekleding worden versterkt en voldoende ver landwaarts tot achter het grensprofiel worden doorgetrokken zodat onder maatgevende omstandigheden geen afslag kan optreden tot achter de constructie. Een betere oplossing kan zijn om voldoende zand voor de aansluitingsconstructie aan te brengen zodat deze niet hoeft te worden versterkt. Dit zal bij de verdere uitwerking in de besteksfase nader worden onderzocht.

Een beschrijving van de ruimtelijke inpassing van het ontwerp is opgenomen in hoofdstuk 4.

### **3.4 Breskens Scheldeveste**

#### **3.4.1 Beschrijving huidige situatie**

Het deelgebied Breskens Scheldeveste ligt ten noorden van de stervormige Scheldeveste. Het is onderdeel van de bebouwde kom van Breskens. De kustverdediging bestaat uit een dijk die de noordkant van de Veste verdedigt tegen de zee en het water uit de Westerschelde.

De Scheldeveste steekt als een bolwerk richting zee. Dit deelgebied is een krap gebied om landwaartse oplossingen te zoeken voor het veiligheidsprobleem. Voor de Scheldeveste is een strand gelegen dat is ingeklemd tussen de Veste en het westelijke havenhoofd van de Veerhaven.

De dijk van de Scheldeveste biedt onvoldoende bescherming voor de ontwerpperiode. Volgens het beheerdersoordeel is er sprake van een gemiddeld hoogtekort van gemiddeld 2 meter (van hmp 69.600 tot hmp 70.100). Daarnaast voldoet ook de stenen bekleding niet. De aansluitingsconstructie bij Schoneveld (km. 70.129) voldoet niet in verband met onvoldoende steenzetting van de dijk.

#### **3.4.2 Principe van het ontwerp**

Het principe van het ontwerp wordt weergegeven in Figuur 3-5, dit overzicht is tevens als A3 opgenomen in bijlage 5.

In het ontwerp wordt de dijk versterkt waarbij de vorm van het profiel van de dijk vergelijkbaar blijft met de huidige vorm. De dijk zal hoger worden en daarmee ook verder zeewaarts komen te liggen. Delen van de dijk die in de huidige situatie een afdeklaag van zand hebben worden ook in de nieuwe situatie afgedekt met zand. Het is daarom mogelijk in een soortgelijke positie de huidige onderhoudsweg te herstellen.

Het huidige strand is ingeklemd tussen de dijk en de strekdam van de Veerhaven. De zeewaartse versterking van de dijk leidt waarschijnlijk tot aangroei van het strand, voldoende om het verlies als gevolg van de bredere dijk te compenseren. De aanwezige strandhoofden worden in dit alternatief niet zeewaarts verlengd.

#### **3.4.3 Beschrijving versterkingsmaatregelen**

##### Benodigd dijkprofiel

De veiligheid wordt op dit traject gewaarborgd door de aanleg van een dijk met berm voor het deel tussen hmp 69.600 en hmp 70.129. Bij het bepalen van het maatgevende dijkprofiel voor het traject westelijk van Breskens Veerhaven is de locatie 69.900 beschouwd.

De dijk wordt verhoogd en zeewaarts versterkt. De benodigde kruinhoogte over het traject varieert tussen de 13,20 m +NAP en 14,95 +NAP.

Het ontwerp voor het dijkprofiel (69.900) is opgenomen als profiel 4 in de bijlage 4.

Bij het uitwerken van het definitief ontwerp kan de inpassing van het dijkprofiel voor de overige raaien nog geoptimaliseerd worden, zodat lokaal mogelijk volstaan kan worden met een lagere kruinhoogte.

#### Bekleding

Op het buitentalud vanaf de teen van de dijk tot een hoogte van ca 9,40 m +NAP wordt er vanuit gegaan dat de dijk wordt bekleed met gepenetreerde breuksteen met een hoogte van ca 0,50 meter. Berekeningen geven aan dat de golfaanval zo groot is dat niet met betonzulen gewerkt kan worden (zie bijlage 6). Bij het definitieve ontwerp van de dijk zal een afweging plaats moeten vinden voor de keuze van het type bekleding en een verdere detaillering (afmeting). Vanaf ca 9,40 m + NAP tot aan de kruin van de dijk wordt categorie 1 klei toegepast met een dikte van 1 meter.

Uit de geotechnische beschouwing (zie ook bijlage 2) volgt dat de stabiliteit van de dijk voldoet aan de veiligheidseisen. Doordat er tijdens maatgevende omstandigheden geen ontgrondingskuil ontstaat zijn er geen aanvullende maatregelen noodzakelijk aan de teen van de dijk. Volstaan kan worden met de aanleg van een kreukelberm en een betonnen teenschot met een lengte van ca 2 meter.

De delen van het te versterken traject die in de bestaande situatie afgedekt zijn met zand worden ook in de nieuwe situatie voorzien van een afdeklaag met zand met een minimale dikte van 1 m. Deze afdeklaag heeft geen waterkerende functie, maar wordt aangelegd ten behoeve van ruimtelijk inpassing van de dijk, hiermee wordt tevens het proces van verdere duinontwikkeling gestimuleerd. Een laagdikte van 1 m is naar verwachting groter dan de bewortelingsdiepte van de vegetatie die zich zal ontwikkelen. Daarmee is er een zeer geringe kans dat de wortels de bekleding zullen aantasten.

In het ontwerp zijn de bestaande strandopgangen verlengd waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee gewaarborgd blijft.

#### Strand en strandhoofden

Ondanks de zeewaartse ligging van het traject worden de strandhoofden niet verlengd.

#### Basiskustlijn

De zeewaartse versterking van de bestaande dijk leidt tot een noodzakelijke aanpassing van de basiskustlijn. Door het meeschuiven van de basiskustlijn wordt immers het kustlijnonderhoud van de nieuwe kustlijn gegarandeerd (zie verder hoofdstuk 5 beheer en onderhoud).

De huidige basiskustlijn bevindt zich op 106 meter uit de Rijksstrandpalenlijn. Op basis van het ontwerp van de versterking (profiel 4, bijlage 4) is berekend dat de nieuwe BKL op circa 133 meter uit de Rijksstrandpalenlijn komt te liggen; een zeewaartse verschuiving van circa 27 meter. Opgemerkt dient te worden dat de ligging van de nieuwe berekende BKL indicatief is en dat latere aanpassingen mogelijk zijn op basis van verdere inzichten in de kustmorfologische reactie op de zeewaartse versterking.

#### Aansluitingsconstructies

Aan de westzijde van de versterkte dijk bij hmp 70.129 is een aansluitingsconstructie aanwezig. De bekleding van de aansluitingsconstructie wordt versterkt en voldoende ver landwaarts tot achter het grensprofiel doorgetrokken, zodat onder maatgevende omstandigheden geen afslag kan optreden tot achter de constructie.

Een beschrijving van de ruimtelijke inpassing van het ontwerp is opgenomen in hoofdstuk 4. In bijlage 1 is een nadere technische onderbouwing opgenomen van het ontwerp.

## **3.5 Breskens Veerplein**

### **3.5.1 Beschrijving huidige situatie**

Het Veerplein is het plein waar het veer Vlissingen-Breskens aanmeert. Dit veer was tot enkele jaren geleden een belangrijke verbinding tussen Zeeuwsch-Vlaanderen en Walcheren voor allerlei vormen van vervoer. Op dit moment vervoert de veerdienst alleen fietsers en voetgangers.

Het veerplein wordt landwaarts begrensd door een diep naar achteren geleidelijk oplopende dijk. Het talud is zo flauw dat deze voor een groot deel van haar traject nauwelijks als dijk wordt herkend.

De primaire kering bestaat uit een dijk die rond de veerhaven loopt en die aansluit op de beide havendammen. In het midden van de veerhaven maakt het voormalige veerplein onderdeel uit van de waterkering. Dit gedeelte heeft een flauw talud en is ingericht met wegen, opstelplaatsen en andere infrastructuur. Het onderste gedeelte van het talud bestaat uit een steenbestorting en een taludbekleding van gepenetreerde breuksteen met een laagdikte van 0,40 m. Daarboven is een kleibekleding van 0,50 m dik aanwezig, begroeid met gras.

Het Veerplein voldoet volgens het Beheerderoordeel niet aan de norm. Er is sprake van een hoogtetekort, dat varieert tussen de 1 en 4 meter. De grootste opgave is aanwezig op de oostelijke zijde van de Scheldeveste en daar waar de toegangsweg tot het plein de primaire kering kruist. Daarnaast is ook de bekleding van de kade over een grote lengte onvoldoende.

### **3.5.2 Principe van het ontwerp**

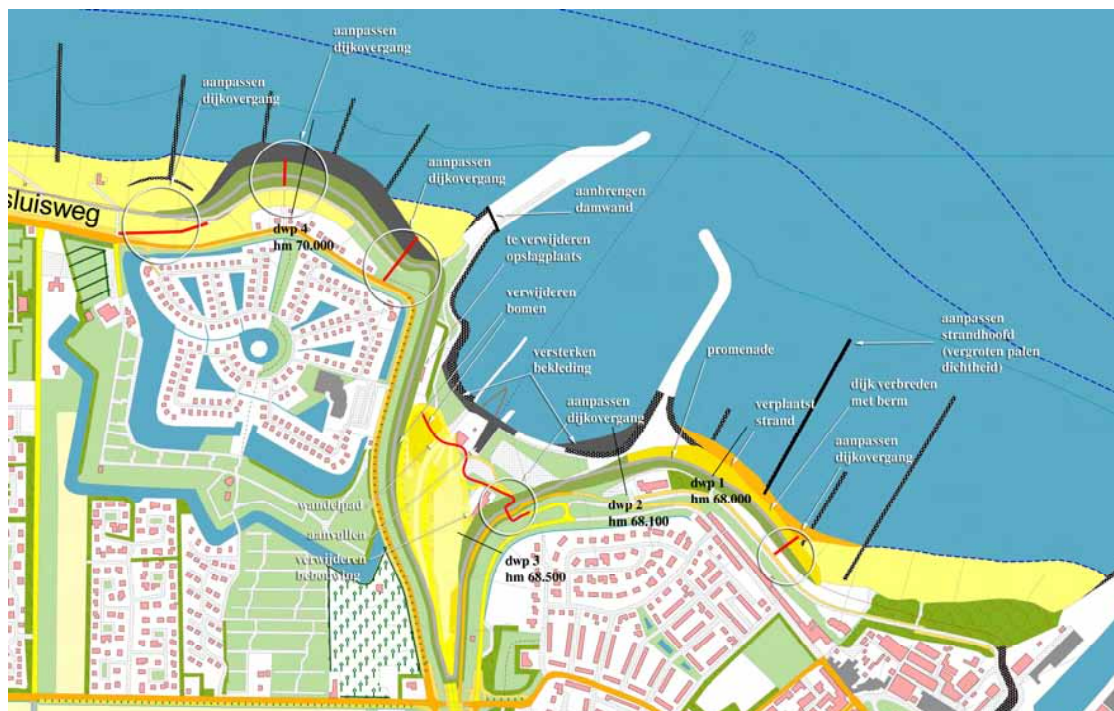
Het principe van het ontwerp wordt weergegeven in Figuur 3-5, dit overzicht is tevens als A3 opgenomen in bijlage 5.

### **3.5.3 Beschrijving versterkingsmaatregelen**

De grootste verhoging, ca 4 meter is nodig op het oostelijk deel van de Schelde-Veste en daar waar de toegangsweg naar het voetveer de primaire kering kruist (ook ca 4 meter). Als bekleding wordt een kleidek van categorie 1 klei toegepast met een dikte van minimaal 1,00 meter op het buitentalud en minimaal 0,60 meter op het binnentalud. Het ontwerp voor het dijkprofiel (68.500) is opgenomen als profiel 3 in de bijlage 4. De golfaanval op de dijk van het Veerplein varieert sterk, vanwege de verschillende oriëntatie van de dijk en omvang van het voorland. In de bestekfase wordt nader gekeken naar de kleidikte die op verschillende delen van deze kering nodig is.

Schade door ontgroning mag echter de dijk en de taludbekleding langs de haven niet in gevaar brengen. Om de omvang van de ontgroning te bepalen is met de methode Roelse berekend hoe diep de maximale ontgrondingskuil zou worden bij de dijk. Uitgaande van de maximale waterdiepte boven het hoge voorland zou de ontgroning in een onbeschermd voorland van puur zand maximaal 0,30 m zijn. Hierbij is geen rekening gehouden met de beschermende werking van de op het terrein aanwezige verhardingen. Geadviseerd wordt om de bekleding van de dijk tot 1 m beneden maaiveld door te laten lopen om schade aan de waterkering door ontgroning te voorkomen.

Vanwege de verhoging en verbreding van de waterkering zullen zowel de opslagplaats, het restaurant en diverse bomen verwijderd dienen te worden.



**Figuur 3-5: Overzicht ontwerp Breskens (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)**

In het ontwerp wordt gekozen voor een verhoging en zeewaartse verbreding van de dijk op de bestaande locatie. Het karakter van de dijk zal weinig veranderen. Ook in de versterkte situatie zal deze uiterlijk hebben van een grasdijk.

#### Waterkering ter plaatse van huidige brugbakken

Uit oogpunt van veiligheid van de waterkering heeft een doorgaande talusbekleding rond de veerhaven de voorkeur boven de aanwezigheid van de brugbakken in de huidige situatie. Een doorgaande bekleding kent minder overgangen en overgangsconstructies. Om deze reden wordt geadviseerd de brugbakken te dempen en de talusbekleding langs de veerhaven ter plaatse van de gedempte brugbakken door te trekken. Dit zou dezelfde constructie kunnen zijn als de nieuw aan te brengen bekleding in het westen van de veerhaven. Hiervoor moeten de brugbakken (deels) gesloopt worden. Ook de oude landhoofden worden hiervoor gesloopt.

Daarnaast dient de onderhoudsweg ten westen van de aanleginrichting van de voormalige veerboot verbeterd te worden. De bestaande bekleding van betonblokken op klei dient vervangen te worden. Het heeft de voorkeur om de nieuwe bekleding uit te voeren in asphalt. Hierbij dienen aanvullende voorzieningen getroffen te worden aan de bekledingsconstructies om de erosiebestendigheid te vergroten. De exacte vormgeving zal bij de uitwerking van het definitief ontwerp opgesteld worden..

Ook de bekleding (betonblokken op klei) op het gedeelte tussen de 2 brugbakken zal worden vervangen. De westelijke havendam zal versterkt dienen te worden met een damwand.

Bij de verdere uitwerking van het definitief ontwerp zal de overige bekleding op het veerplein beoordeeld moeten worden.

### **3.6 Breskens Oost**

#### **3.6.1 Beschrijving huidige situatie**

Het deelgebied oostelijk van de veerhaven ligt tussen de veerhaven en de Handelshaven van Breskens. Aan de noordkant ligt de Westerschelde. Het deelgebied Breskens Oost kent een strand tussen de strekdam van het Veerhaven en de strekdam van de Handelshaven. Het strand is smal aan de kant van de Veerhaven en breed aan de zijde van de Handelshaven.

De kustverdediging tussen de Veer- en Handelshaven van Breskens wordt gedeeltelijk, tussen 67.800 en 68.100, gevormd door een verdedigd duin. Het beheerdersoordeel van het waterschap wijst op een hoogtekort van 7-8 meter van de dijk net ten oosten van het hotel de Milliano. Direct ten noorden, voor de deur, van het hotel de Milliano bedraagt het hoogtekort minder dan 1 meter. Hotel de Milliano ligt ter hoogte van de oostelijke strekdam van de Veerhaven.

Het strand tussen de oostelijke strekdam van de Veerhaven en de westelijke havendam van de Handelshaven van Breskens wordt regelmatig gesuppleerd. In 2001 en in 2005 is hier respectievelijk 200.000 m<sup>3</sup> en 120.000 m<sup>3</sup> gesuppleerd. De nadruk ligt daarbij op suppletie van de westelijke zijde voor hotel de Milliano. Dit deel van het strand erodeert. Het zand beweegt daarbij in oostelijke richting. Als gevolg daarvan ligt aan de oostelijke zijde een breed zandstrand waarvan de laagwaterlijn tot aan de kop van de havendam reikt. Hier hebben zich in de loop van de tijd duintjes gevormd. De aangroei over de laatste 10 jaar ligt in de orde van 17 m<sup>3</sup>/j. De aangroei is in dit deel vooral groot vanwege het brede droge strand dat als transportband fungeert.

#### **3.6.2 Principe van het ontwerp**

Het principe van het ontwerp wordt weergegeven in Figuur 3-5, dit overzicht is tevens als A3 opgenomen in bijlage 5.

De veiligheid wordt op dit traject gewaarborgd door de aanleg van een dijk voor het deel tussen hmp 67.750 en hmp 68.100. Om de golfoverslag bij maatgevende omstandigheden te beperken tot maximaal 0,1 l/s/m wordt aan de zeezijde van de dijk een berm aangebracht.

Ter plaatse van het hotel de Milliano is geen verhoging van de dijk noodzakelijk, hier kan volstaan worden met het aanbrengen van een berm aan de zeezijde van de dijk.

Deze harde steunberm wordt op een hoogte (ca 6,50 m +NAP) in het profiel aangebracht waarmee de kritische golfhoogte voldoende kan worden weggenomen. Door de berm af te dekken met zand ontstaat toch het karakter van een (steun)duin. Voor de maatvoeringen zijn berekeningen uitgevoerd uitgaande van een situatie waarbij er geen strand meer voor de steunberm aanwezig is. De reden hiervoor is dat de ligging van het aanwezige strand tijdens een maatgevende storm niet gegarandeerd kan worden.

Als onderdeel van de versterking wordt een strandhoofd opgewaardeerd en voorzien van een gesloten palenrij. Op deze wijze blijft onder normale omstandigheden het strand voor de dijk op zijn plaats, waardoor het onderhoud op dit deel van de kust kan afnemen.

### 3.6.3 Beschrijving versterkingsmaatregelen

#### Benodigd dijkprofiel

Bij het bepalen van het maatgevende dijkprofiel voor het traject oostelijk van Breskens Veerhaven is de locatie 68.000 beschouwd.

Door het aanbrengen van een berm met een breedte van circa 30 meter is het niet noodzakelijk om de kruin van de dijk te verhogen (hierbij wordt tevens rekening gehouden met ca 0,40 m voor zetting). De dijk heeft aan de onderzijde en aan de bovenzijde een redelijk vlak talud van 1:8. Daartussen ligt een berm met een helling van 1:20 op een hoogte van ca 6,50 m +NAP. De onderzijde van de berm ligt op een kwart golfhoogte onder het stilwaterniveau, de bovenzijde op een kwart golfhoogte boven het stilwaterniveau. De teen van de dijk op NAP wordt hiermee ca 60 meter zeewaarts verplaatst. Er wordt in dit profiel een kreukelberm beneden NAP aangelegd. De dijk loopt dus verder door de onder NAP-lijn, maar dit is niet zichtbaar. Een nadere beschrijving van het ontwerp is opgenomen in bijlage 1. Het principe ontwerp voor de dijkprofielen 68.000 en 68.100 is opgenomen als profiel 1 en 2 in de bijlagen.

Ter hoogte van hmp 68.000 is onder maatgevende omstandigheden een golfoverslag van 0,1 l/m/s berekend. Op het overige deel van het traject zal, uitgaande van hetzelfde dijkprofiel, de berekende golfoverslag bij maatgevende omstandigheden kleiner dan 0,1 l/m/s zijn. Bij het uitwerken van het definitief ontwerp kan de inpassing van het dijkprofiel voor de overige raaien nog geoptimaliseerd worden zodat lokaal volstaan kan worden met een minder brede berm.

In het ontwerp zijn de bestaande strandopgangen verlengd, waardoor de bereikbaarheid en toegankelijkheid van het strand en de zee gewaarborgd blijft.

#### Bekleding

Op het buitentalud vanaf de teen van de dijk tot een hoogte van ca 6,5 m + NAP wordt er vanuit gegaan dat de dijk bekleedt (sterkte 1/4000) wordt met zware betonzuilen (s.g. 2900) met een hoogte van ca 0,50 meter. De berm kan worden bekleed met (gewone) betonzuilen (0,5 meter). Bij het definitieve ontwerp van de dijk zal een afweging plaats moeten vinden voor de keuze van het type bekleding en een verdere detaillering (afmeting). Vanaf ca 9,0 m + NAP tot aan de kruin van de dijk wordt categorie 1 klei toegepast met een dikte van 1 meter.

Uit de geotechnische beschouwing volgt dat de stabiliteit van de dijk voldoet aan de veiligheidseisen (zie ook bijlage 2). Doordat er ook geen ontgrondingskuil ontstaat zijn er geen aanvullende maatregelen noodzakelijk aan de teen van de dijk. Volstaan kan worden met de aanleg van een kreukelberm en een betonnen teenschot met een lengte van ca 2 meter. Deze is voor de zekerheid dieper dan NAP geplaatst. Aanvullende berekeningen zijn nodig voor het bepalen van de optimale diepte en zwaarte van de steensortering die voor de kreukelberm gebruikt kan worden.

De delen van het te versterken traject die in de bestaande situatie afgedekt zijn met zand worden ook in de nieuwe situatie voorzien van een afdeklaag met zand met een minimale dikte van 1,5 m. Deze afdeklaag heeft geen waterkerende functie, maar wordt aangelegd ten behoeve van ruimtelijk inpassing van de dijk, hiermee wordt tevens het proces van verdere duinontwikkeling gestimuleerd. Een laagdikte van 1,5 m is naar verwachting groter dan de bewortelingsdiepte van de vegetatie die zich zal ontwikkelen. Daarmee is er een zeer geringe kans dat de wortels de bekleding zullen aantasten.

Een beschrijving van de ruimtelijke inpassing van het ontwerp is opgenomen in hoofdstuk 4. In bijlage 1 is een nadere technische onderbouwing opgenomen van het ontwerp.

#### Basiskustlijn

Aangezien op deze locatie een zeewaartse verbreding van de kust met een dijk plaatsvindt, die wordt afgedekt met duin, dient de basiskustlijn zeewaarts aangepast te worden. Door het meeschuiven van de basiskustlijn wordt immers het kustlijnonderhoud van de nieuwe kustlijn gegarandeerd (zie verder hoofdstuk 5 beheer en onderhoud). Ook voor Breskens-Oost is het uitgangspunt dat het strand minimaal op breedte blijft. Het gevolg hiervan is dat de BKL met ongeveer eenzelfde aantal meters zeewaarts zal schuiven als de verschuiving van de teen van de dijk.

De huidige basiskustlijn bevindt zich op circa 179 meter uit de Rijksstrandpalenlijn. Op basis van het ontwerp van de zeewaartse dijk (profiel 1, zie bijlage 4), afgedekt met zand, is berekend dat de nieuwe BKL op circa 196 meter uit de RSP moet komen te liggen; een zeewaartse verplaatsing van circa 17 meter.

## 4 HOE ZIET DE RUIMTELIJKE INRICHTING ERUIT

### 4.1 Compensatie en ruimtelijke inpassing

Als gevolg van de versterkingen gaat een deel van de bestaande voorzieningen verloren. Het herstel cq. het terugbrengen van deze voorzieningen en maatregelen die nodig zijn voor een verantwoorde inpassing van de dijk- en duinversterking is een integraal onderdeel van het kustversterkingsplan.

Naast de compenserende maatregelen en inpassingmaatregelen die onlosmakelijk met de versterking zijn verbonden, is in het kader van het MER tevens een pakket van extra maatregelen geformuleerd. Dit pakket bestaat uit maatregelen die de ruimtelijke kwaliteit een extra impuls geven, maar niet onlosmakelijk zijn van de versterking. Dit extra pakket is geen onderdeel van dit kustversterkingsplan, maar wordt wel in hetzelfde project gerealiseerd. Bij de verdere uitwerking van de versterkingsmaatregelen in vervolgfases wordt aan de Gemeente en de Provincie gelegenheid gegeven om nog met aanvullende ruimtelijke kwaliteitsmaatregelen te komen.

Met inrichtingskaartjes worden de verschillende deeltrajecten weergegeven.

### 4.2 Cadzand-Bad

In Figuur 4-1 en Figuur 4-2 worden de huidige inrichting en de situatie na de uitvoering van de kustversterking weergegeven. Onderstaand worden de verschillende maatregelen nader beschreven.

#### Infrastructuur en strandopgangen

De infrastructuur in Cadzand-Bad blijft ongewijzigd. De bereikbaarheid en ontsluiting van de kust voor het verkeer blijven hetzelfde. De parkeervoorzieningen voor badgasten blijven op hun plek. Door de versterking gaan de bestaande strandopgangen op de schop. Het kustversterkingsplan voorziet in het terugbrengen en verlengen van deze overgangen. Bij de inrichting wordt aandacht besteed aan vormgeving en materiaalgebruik. De precieze inrichting en vormgeving van de opgangen wordt bepaald in het besteksontwerp. In het ontwerp is de botenhelling van de watersportvereniging op de oostdam ingepast.

#### Bebouwing

Het gebouw van de KNRM zal zeewaarts verplaatst worden. Het gebouw moet daarom worden gesloopt. Ook moet een nieuwe helling voor de reddingsboot worden gemaakt. Ook strandpaviljoen de Piraat zal zeewaarts verplaatst worden.

Het voorkeursalternatief geeft geen mogelijkheden voor het zeewaarts schuiven van de reserveringszone of voor bouwen op de bestaande zeereep. Aan de oostzijde van het gemaal blijkt het zicht van de bestaande bebouwing op zee behouden aangezien de kruin van de dijk niet wordt verhoogd. Het zicht op het strand wordt wel iets minder. Aan de westzijde van het gemaal kan een beperkte verhoging van de kruin nog nodig zijn. Bij de verdere optimalisatie van het ontwerp kan worden onderzocht of de benodigde kruinhoogte nog verder kan worden verlaagd. Hierbij kan worden gedacht aan het verder westwaarts verleggen van de strekdam, maar ook het gebruik van een ruwere bekleding, welke vervolgens weer wordt afgedekt door zand.

#### Duinontwikkeling

Door de aanleg van het nieuwe duin ontstaat een breder duingebied, dat in principe onderdeel zal vormen van de zeereep.

Bij de aanleg kan onderscheid worden gemaakt tussen werkzaamheden ten westen van het gemaal (aanbrengen dijk in duin), ten oosten van het gemaal (verbreden duindijk met duin) en de gemaalmonding (versterken van de strekdammen). Voor het versterken van de strekdammen worden geen mitigerende maatregelen nodig geacht.



**Figuur 4-1: Huidige situatie Cadzand-Bad**

#### Overige mitigerende en compenserende maatregelen

De aanleg van de dijk onder het duin ten westen van het gemaal betreft een ingreep in de primaire kering en moet daarom in de zomermaanden worden uitgevoerd. Hierbij kan een werkwijze worden gekozen dat begonnen wordt aan de gemaalzijde, binnen bebouwd gebied en dat in westelijke richting wordt gewerkt.

Op deze wijze komt het deel dat het dichtste bij de Kievittepolder is gelegen het laatste aan de beurt en valt daarmee buiten het broedseizoen. Er zal echter wel grotendeels binnen het strandseizoen gewerkt moeten worden. Omdat het werk vooral plaatsvindt in het duin blijft het strand toegankelijk voor publiek.

De verbreding en versterking van de dijk met duin ten oosten van het gemaal betreft geen ingreep in de primaire kering en kan buiten het broedseizoen worden uitgevoerd. Dit zand wordt pas aangebracht nadat de noodzakelijke aanpassingen aan de strekdammen van de afwateringsgeul zijn uitgevoerd.

Het zand wordt vanuit zee aangevoerd en op het strand opgespoten en voor zover nodig per kraan op de gewenste plaats gebracht. Hierbij wordt het duin landschappelijke ingepast, zodat sprake kan zijn van een

natuurlijk microreliëf. Het nieuwe duin is daarbij minder hoog gelegen dan de bestaande kruin van de duindijk. Bij de verbreding van de duin wordt meteen het strand op breedte hersteld en zeewaarts verlegd.

Afhankelijk van de ligging van embryonale duintjes kan ten oosten van de duindijk ervoor gekozen worden om de vereiste breedte en geleidelijke aansluiting op de kust door middel van natuurlijke processen te laten ontstaan.

Bij het opspuiten voor Cadzand-Bad wordt bij voorkeur ook buiten het recreatie seizoen gewerkt in een 24-uurs bedrijf om zo de aanlegtijd te bekorten.

Het verplaatsen van voorzieningen inclusief kabels en leidingen van het huidige strand naar het nieuwe strand vindt gelijk plaats met het verplaatsen van de strandtenten. De strandtent wordt herbouwd op een nieuwe plek op het nieuwe strand, over het algemeen op korte afstand van de strandopgangen en voldoende ver van de nieuwe duinvoet. Een definitieve plek wordt in overleg en in het kader van de vergunningverlening bepaald.



Figuur 4-2: Compensatie en ruimtelijke inpassing versterking (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)

### 4.3 Herdijkte Zwarte Polder

In Figuur 4-3 en Figuur 4-4 worden de huidige inrichting en de situatie na de uitvoering van de kustversterking weergegeven. Onderstaand worden de verschillende maatregelen nader beschreven.

#### Infrastructuur en strandopgangen

De fietspaden en ontsluiting van het strand blijven ongewijzigd en worden waar nodig hersteld. De bereikbaarheid en ontsluiting van de kust voor het verkeer blijven hetzelfde. De Herdijkte Zwarte Polder

blijft gesloten voor recreanten. Door de versterking gaat de bestaande strandopgang op de schop. Het kustversterkingplan voorziet in het terugbrengen van deze overgang. Bij de inrichting wordt aandacht besteed aan vormgeving en materiaalgebruik. De precieze inrichting en vormgeving van de opgangen wordt bepaald in het besteksontwerp.

#### Bebouwing

Door hier zeewaarts te werken blijft de radartoren gemakkelijk toegankelijk. Ook op andere bebouwing heeft het ontwerp geen effect.

#### Duinontwikkeling

Daar waar zeewaarts duinen worden aangelegd, ontstaat een bredere strook dynamische duinen. Hierdoor ontstaan mogelijkheden tot verdere uitbouw van strand en embryonale duinen, doordat door middel van een opsluitdam het oostwaarts gerichte zandtransport wordt ingevangen. Met de jaren zal dit leiden tot een geleidelijke uitbouw van het strand, via een stadium van embryonale duinvorming. De suppleties op het traject tussen Cadzand-Bad en de Herdijkte Zwarte Polder versterken dit proces. Van belang is wel dat de eventuele natuurlijke aanwas van strand en duin blijft behouden, doordat tijdig maatregelen worden getroffen.

In de rest van de polder is sprake van een herinrichting van het bestaande natuurontwikkelingsgebied, doordat aan de oostzijde van het gebied landinwaarts duinen worden aangelegd op de bestaande duinen. Deze nieuwe duinen zijn niet breder dan de bestaande duinen en daarom niet van invloed op het oppervlak aan vochtig/plasdras milieu dat recent is aangelegd als onderdeel van het natuurontwikkelingsproject.

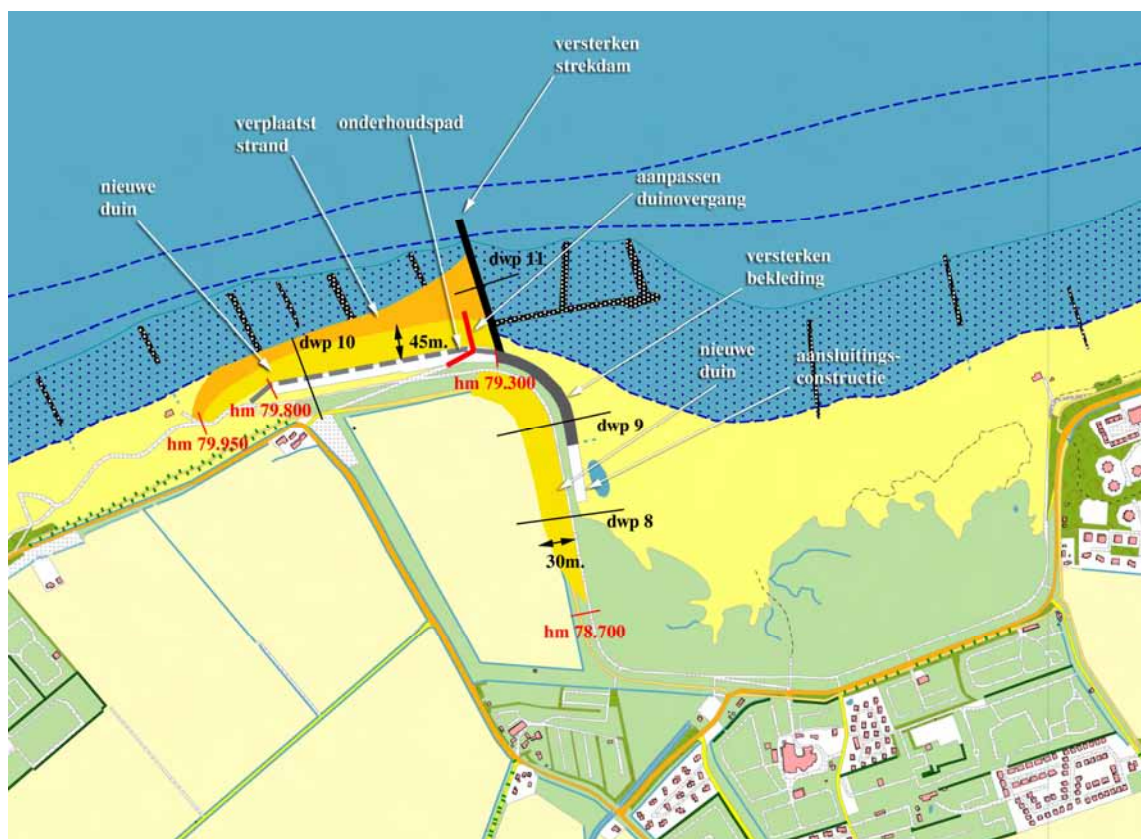


Figuur 4-3: Huidige situatie Herdijkte Zwarte Polder

#### Overige mitigerende en compenserende maatregelen

Op dit traject wordt onderscheid gemaakt tussen het zeewaarts aanbrengen van duin voor de dijk aan de noordzezijde, het landwaarts aanbrengen van zand aan de zijde van de Verdrongen Zwarte Polder, het versterken van strandhoofd tot strekdam met bijbehorende versterking van de bekleding van een deel van de dijk en het versterken van de bekleding van de westelijke aansluitingsconstructie.

De versterking van de aansluitingsconstructie en bekleding van de dijk daar waar deze aansluit op de strekdam betreffen werken aan de primaire kering die in het zomerseizoen moeten worden uitgevoerd. Aan beide zijden van het werkterrein is sprake van een VHR-gebied met broedvogels. De werkzaamheden worden daarom buiten het broedseizoen in de zomer uitgevoerd.



**Figuur 4-4: Compensatie en ruimtelijke inpassing versterking (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)**

De bestaande dijk naar de Verdrongen Zwarte Polder toe is deels overstoven met zand. Voor het versterken van de bekleding moet dit zand worden verwijderd. Dit wordt na versterking weer aangebracht, zodat zo snel mogelijk herstel van het habitat mogelijk is. Bij het werken wordt zoveel mogelijk vanaf de dijk gewerkt, waarmee de werkzone in de aan weerszijden van de dijk gelegen natuurgebieden tot een minimum wordt beperkt.

Het aanbrengen van zand aan de zeewaartse en landwaarts zijde betreft geen ingreep in de primaire kering. Vanwege de aanwezigheid van broedvogels in de Herdijkte Zwarte Polder en de Verdrongen Zwarte Polder worden deze werkzaamheden wel buiten het broedseizoen uitgevoerd.

Het zand wordt vanuit zee aangevoerd en op het strand opgespoten en voor zover nodig per kraan op de gewenste plaats gebracht. Hierbij wordt het duin landschappelijke ingepast zodat sprake kan zijn van een natuurlijk microreliëf. Het nieuwe duin is daarbij minder hoog gelegen dan de bestaande kruin van de duindijk. Bij de verbreding van de duin wordt meteen het strand op breedte hersteld en zeewaarts verlegd.

Het zand dat aan de landzijde wordt aangebracht wordt zoveel mogelijk per as en kraan aangebracht. Afhankelijk van het ontwikkelingsstadium van het natuurgebied dient gekozen te worden voor het aanbrengen van ontzilt zand. Afhankelijk van het ontwikkelingen in het natuurgebied kan het gewenst zijn om aanwezige zeldzame planten vooraf te verplaatsen. Voor het aanbrengen van het zand geldt dat zoveel mogelijk vanaf de dijk wordt gewerkt, waarmee rijden in het natuurgebied en daarmee de ongewenste compactie van de bodem en vernieling van aanwezige vegetatie zoveel mogelijk wordt voorkomen.

#### 4.4 Nieuwvliet – Groede

In Figuur 4-5 en Figuur 4-6 worden de huidige inrichting en de situatie na de uitvoering van de kustversterking weergegeven. Onderstaand worden de verschillende maatregelen nader beschreven.

##### Infrastructuur en strandopgangen

De fietspaden en ontsluiting van de kust door de strandopgangen en de parkeerplaatsen blijven in het ontwerp onveranderd. Door de versterking moeten de bestaande strandopgangen wel worden verlengd door het nieuwe duin. Het gaat daarbij om alle strandopgangen op dit traject, waarvan een in het verlengde van de St.Bavodijk, twee opgangen nabij de parkeerplaats Cletemspolder en bij het strandpaviljoen Carrousel Bazar en een strandopgang in het verlengde van de Sint Puijendijk. Het kustversterkingplan voorziet in het verlengen van deze overgangen. Bij de inrichting wordt aandacht besteed aan vormgeving en materiaalgebruik. De precieze inrichting en vormgeving van de opgangen wordt bepaald in het besteksontwerp.

##### Bebouwing

De twee strandpaviljoens Matournelle en Carrousel Bazar worden zeewaarts verplaatst naar een vergelijkbare positie. De aansluitingen op de nutsvoorzieningen voor de paviljoens op het strand zullen met de kustversterking mee verplaatst moeten worden. In een volgende fase zal nader uitgezocht moeten worden op welke wijze de nutsvoorzieningen na de uitvoering van de kustversterkende maatregelen het beste terug gebracht kunnen worden.

##### Duinontwikkeling

Door zeewaarts duinen aan te leggen ontstaat een nieuw duinlandschap met een breedte tussen de 40 en 65 meter en een totaal oppervlak van ca 13 ha.

Door het zeewaarts aanleggen van een duinenrij worden de bestaande embryonale duintjes bedekt met een nieuwe laag zand. De processen nodig voor het herstel van embryonale duinen blijven echter behouden. Er zullen binnen enkele jaren weer nieuwe embryonale duintjes ontstaan.

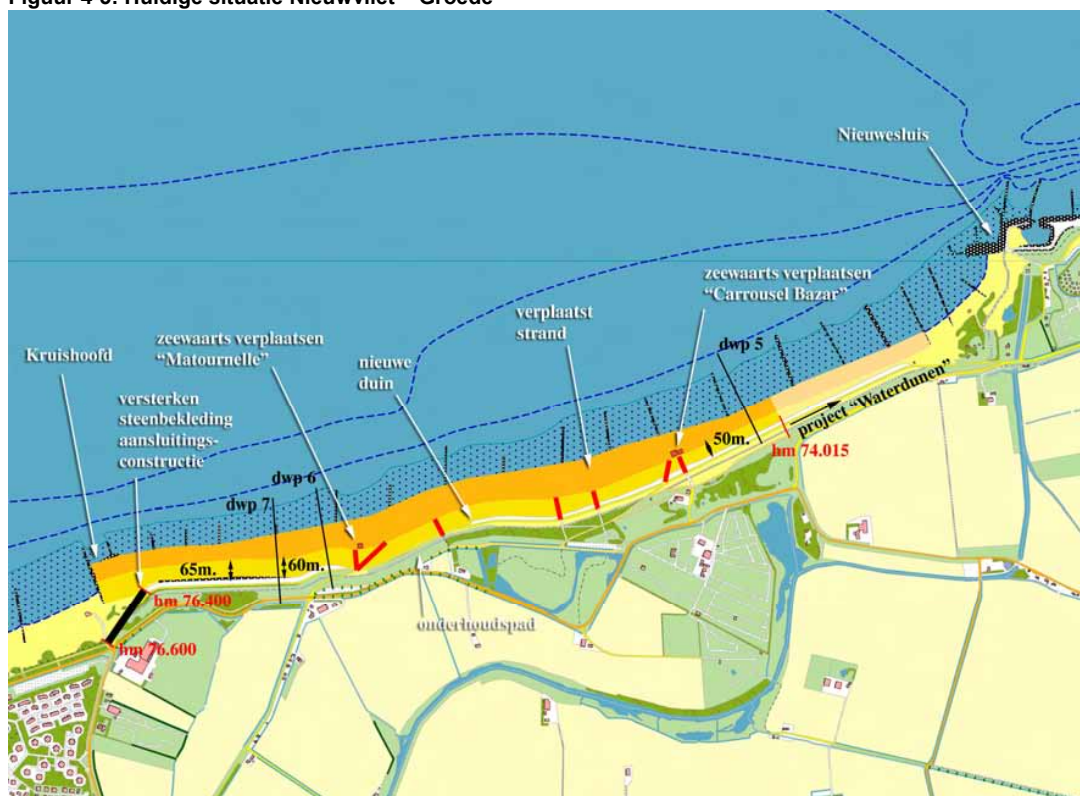
De duindijk wordt omgevormd tot een breder duinmassief. De omvang is echter nog steeds beperkt. Door het instuiven van zand vanaf het strand winnen de aangelegde duinen geleidelijk aan kwaliteit.

##### Overige mitigerende en compenserende maatregelen

Op dit traject wordt alleen zeewaarts zand aangebracht. Bij de aanleg wordt waar nodig rekening gehouden met het broedseizoen van vogels in de achter de dijk gelegen natuurgebieden. Dit kan gewenst zijn ter hoogte van de Cletemspolder, Groedse Duintjes en monding van de Zwartegatsche Kreek.



Figuur 4-5: Huidige situatie Nieuwvliet – Groede



Figuur 4-6: Compensatie en ruimtelijke inpassing versterking (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)

Echter de werkzaamheden vinden vooral plaats aan de zeewaartse zijde en zijn van deze natuurgebieden gescheiden door de huidige dijk, waarover en waarlangs ook fietspaden en wandelwegen zijn gelegen.

Het zand wordt vanuit zee aangevoerd en op het strand opgespoten en voor zover nodig per kraan op de gewenste plaats gebracht. Hierbij wordt het duin landschappelijke ingepast zodat sprake kan zijn van een natuurlijk microreliëf. Het nieuwe duin is daarbij minder hoog gelegen dan de bestaande kruin van de duindijk. Bij de verbreding van de duin wordt meteen het strand op breedte hersteld en zeewaarts verlegd.

Het verplaatsen van voorzieningen inclusief kabels en leidingen van het huidige strand naar het nieuwe strand vinden zoveel mogelijk buiten het recreatie seizoen plaats. De te verplaatsen strandtenten worden herbouwd op een vergelijkbare plaats op het nieuwe strand, over het algemeen op korte afstand van de strandopgangen en voldoende ver van de nieuwe duinvoet. De aanpassingen van de strandslagen vinden ter hoogte van de natuurgebieden ook plaats buiten het broedseizoen en bij voorkeur ook buiten het strandseizoen.

## 4.5 Breskens

In Figuur 4-7 en Figuur 4-8 worden de huidige inrichting en de situatie na de uitvoering van de kustversterking weergegeven. Onderstaand worden de verschillende maatregelen nader beschreven.

### Wandel – fiets promenade

Aan de zeezijde van de versterkte dijk wordt op de berm een wandel-fietspromenade aangelegd. Deze promenade komt langs het gehele te versterken traject komen te liggen.

### Strandopgangen

Door de versterking gaan de bestaande strandopgangen bij de Derde Strange, 't Fort, 't Halve Maentje en 69320 op de schop. Het kustversterkingsplan voorziet in het terugbrengen van deze overgangen. Bij de inrichting wordt aandacht besteed aan vormgeving en materiaalgebruik. De precieze inrichting en vormgeving van de opgangen wordt bepaald in het besteksontwerp.

De gemeente Sluis streeft een verbetering van de fiets- en wandelpaden na. Voor het Veerplein betekent dit goede verbindingen tussen De Strange en Fort Frederik Hendrik, en ook met het dorp Breskens en richting Schoondijke. Een deel van deze verbeteringen dient te worden afgestemd met de versterking.

### Toekomstige inrichting veerplein (geen onderdeel van kustversterkingplan)

Het veerplein kan na versterking wordt ingericht als dagrecreatieterrein, maar er zijn ook nog andere door de gemeente nader te onderzoeken mogelijkheden. Wel moet bij ontwerp en aanleg rekening worden gehouden met de Vijfvlek Sint Jans-Vlinder (en op planten waarvan deze vlinder afhankelijk is) en enkele orchideeënsoorten die zijn aangetroffen.

### Bebouwing en recreatie

Als onderdeel van het kustversterkingplan worden de opslagplaats en het restaurant verwijderd. De verdere stedenbouwkundige inrichting van het Veerplein in de nieuwe situatie vormt geen onderdeel van dit kustversterkingplan.

### Duinontwikkeling tegen dijk

De versterking voegt beperkt nieuw oppervlak aan duinen toe, doordat de steunberm voor hotel de Miliano wordt afgedekt met zand.



Figuur 4-7: Huidige situatie Breskens



Figuur 4-8: Compensatie en ruimtelijke inpassing versterking (zie bijlage 5 voor groter formaat overzichtskaart)

Overige mitigerende en compenserende maatregelen

*Schelde-Veste*

Op dit traject wordt de bestaande dijk zeewaarts versterkt, alsmede de westelijke aansluitingsconstructie. Er zijn op dit traject geen mitigerende maatregelen met oog op natuur voorzien. Het betreft werken aan de primaire kering. Het voorliggende strand wordt intensief gebruikt voor de recreatie. De werkzaamheden worden voorzover dat mogelijk is buiten het strandseizoen uitgevoerd. Bij planning van de werkzaamheden kan daarbij rekening worden gehouden met het zoveel mogelijk toegankelijk houden van het strand en de opgangen.

Na verbreding wordt het strand zoveel mogelijk hersteld. Een verbreding in zeewaarts richting is niet voorzien. Naar verwachting zal het strand zich autonoom in oppervlak herstellen.

*Breskens Veerplein*

De werken op het veerplein betreffen werken aan de primaire kering die in de zomer moeten plaatsvinden. Bij de werkzaamheden wordt rekening gehouden met op het veerplein aanwezige zeldzame plantensoorten en voor vlinders belangrijke waardplanten. Waar gewenst worden deze vooraf aan de werkzaamheden verplaatst. Daarnaast moet tijdens de werkzaamheden de toegang naar het veer en voldoende parkeergelegenheid worden gewaarborgd.

*Breskens-Oost*

De versterking betreft een werk aan de primaire kering die in het zomerseizoen moet worden uitgevoerd. Bij de werkzaamheden wordt verstoring van hotel de Miliano zoveel mogelijk beperkt. Bij de werkzaamheden wordt een zo smal mogelijke werkzone aangehouden met name naar het oostelijk deel van het gebied toe.

Na aanleg van de steunberm wordt deze afgedekt met zand. Dit zand zal deels bestaan uit het zand dat voorheen op de huidige bekleding was gelegen. Dit zal herstel van de vegetatie bespoedigen.

Na aanleg wordt ook het strand op breedte hersteld. Hieraan vooraf wordt een van de strandhoofden als opsluitdam versterkt.

## 5 BEHEER EN ONDERHOUD

Om de veiligheid te garanderen dient zowel de kustlijn als de waterkering te worden beheerd.

### 5.1 Kustlijnbeheer

De instandhouding van de basiskustlijn (BKL) en het zogenaamde kustfundament geschiedt door middel van zandsuppleties. Binnen dit beheer wordt de hoeveelheid zand tot aan de -20 m NAP lijn intact gehouden. Deze beheertaak ligt bij Rijkswaterstaat.

De aanleg van de zeewaarts versterkte dijken en duinen en de daarbij zeewaarts verschoven ligging van het strand zijn aanleiding voor het aanpassen van de basiskustlijn. Zo blijft het onderhoud van de nieuwe kustlijn door het Rijk gewaarborgd.

Uiteindelijk bepaalt de interactie tussen kustonderhoud en kustprocessen wat de meest optimale ligging van de BKL is, waarbij rekening wordt gehouden met de voor strandrecreatie vereiste en op dit moment aanwezige strandbreedte.

#### Definitie en huidig beleid kustlijn

In 1990 is gekozen voor het “dynamisch handhaven” van de kustlijn. Het belangrijkste aspect van deze beleidskeuze is dat de structurele kustachteruitgang langs de gehele Nederlandse kust wordt bestreden. De ligging van de basiskustlijn is daarvoor maatgevend. De basiskustlijn (BKL) werd afgeleid uit de kustmetingen over de periode 1980 t/m 1989. De basiskustlijn is dus de norm voor het te handhaven beleid (RIKZ, 2007). In principe is voor de gehele Nederlandse kust een basiskustlijn bepaald. Uitzondering hierop vormen dijken en andere kustverdedigingswerken zonder voorliggend strand.

De ligging van de basiskustlijn wordt geëvalueerd en indien nodig aangepast. De parameters die gebruikt worden voor het vaststellen van de basiskustlijn dienen elke 10 jaar te worden aangepast aan de zeespiegelstijging (3<sup>de</sup> Kustnota). Na versterking zal het nodig en gewenst zijn om de BKL beter af te stemmen op het evenwichtsprofiel.

Ieder jaar wordt de norm, de basiskustlijn, getoetst. Op basis van de jaarlijkse kustmetingen (JARKUS) wordt de ligging van de Momentane Kust Lijn (MKL) vastgelegd. Op basis van 10 MKL meetpunten van voorgaande jaren wordt door middel van extrapolatie de ligging van de kustlijn op 1 januari van het komend jaar bepaald. Dit is de te Toetsen Kust Lijn (TKL) (RIKZ, 2003). De geëxtrapolerde TKL wordt ieder jaar getoetst aan de norm.

Als bij de toetsing blijkt dat de norm is overschreden, of dreigt overschreden te worden, moet er worden ingegrepen. In het algemeen betekent dit dat een strandsuppletie wordt uitgevoerd (RIKZ, 1998). De definitie en methode behorende bij de handhaving van de kustlijn staan respectievelijk weergegeven in onderstaande kaders.

**Definities MKL, BKL & TKL (TAW, 1995)**

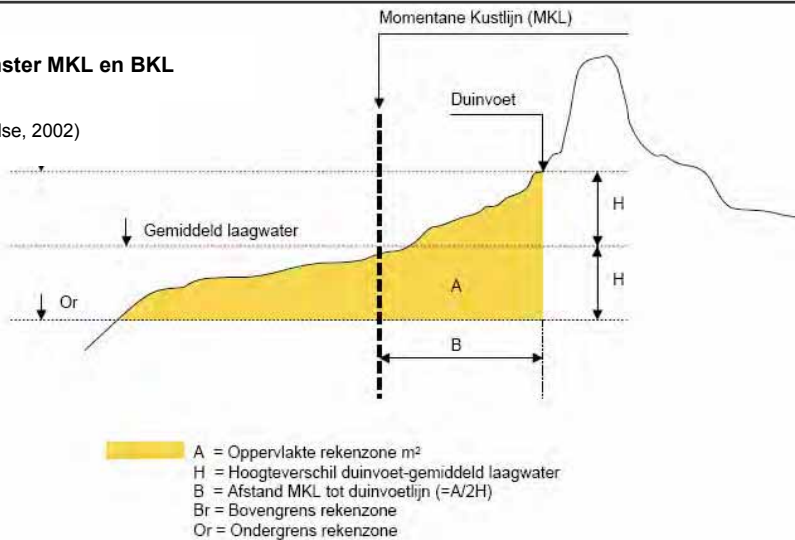
**MKL:** Momentane kustlijn: Ligging van de kustlijn op het moment van de jaarlijkse kustmeting (JARKUS), die wordt bepaald uit het aanwezige volume in een bepaalde zone (=BKL-zone). De NAP +3m lijn en de NAP – 6.80m lijn vormen de begrenzing van de BKL-zone. Aan de ligging van een individueel MKL punt in een willekeurig jaar wordt geen bijzondere betekenis toegekend.

**BKL:** Basiskustlijn: Eenmalig vastgestelde ligging van de kustlijn die in principe de ligging van de kustlijn op 1 januari 1990 weergeeft. De ligging van de basiskustlijn is voor iedere afzonderlijke raai bepaald. Het is de norm voor het handhavingsbeleid van de overheid. De ligging van de BKL is bepaald door extrapolatie van de lineaire trend die kan worden afgeleid uit de ligging van 10 MKL-punten in de jaren 1980-1989.

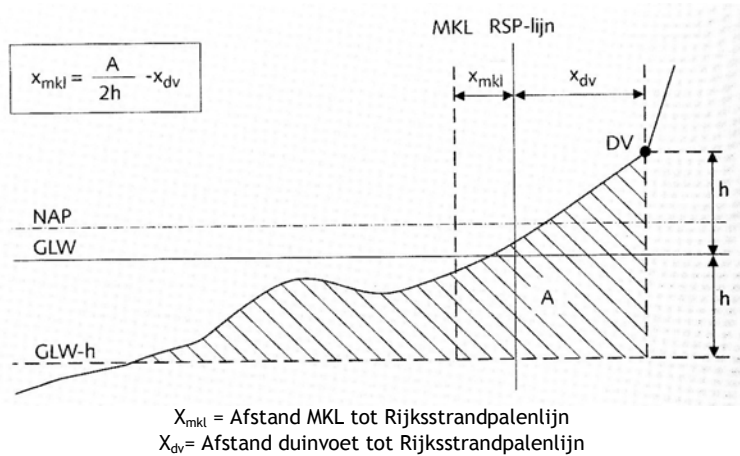
**TKL:** Toetsen kustlijn: Ligging van de kustlijn in het jaar volgend op het jaar waarin de laatste kustmetingen hebben plaatsgevonden. De ligging van de kustlijn in het jaar T wordt berekend door uit te gaan van de ligging van de MKL-punten van de voorgaande 10 jaar door een lineaire trendlijn-te fitten naar 1 januari van het jaar T.

**Rekenvenster MKL en BKL**

MKL, (Roelse, 2002)



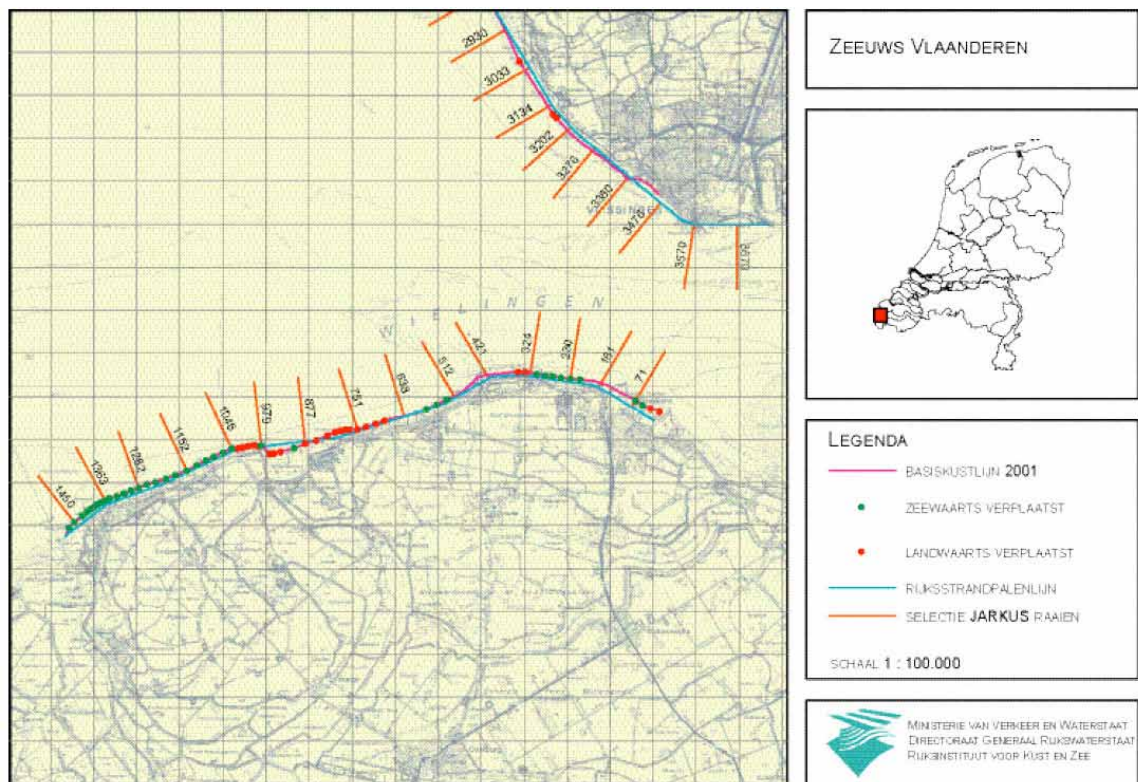
Basisrapport Zandige Kust, 1995



### Basiskustlijn Zeeuws Vlaanderen

De basiskustlijn ter plaatse van Zeeuws Vlaanderen is later vastgesteld dan langs de rest van de Nederlandse kust. In de jaren 80 moest namelijk voor grote delen van de Zeeuws-Vlaamse kust worden gekozen tussen aanpassingen van de strandhoofden aan de verlaagde stranden of aanpassing van de strandligging. In de kustvakken Cadzand, Groede en Breskens werd mede om reden van waterkering en recreatie gekozen voor aanpassing van de strandligging. Een minimaal strandniveau werd destijds echter niet vastgesteld. Om die reden werd de vaststelling van de basiskustlijn in 1993 uitgesteld en werd een studie naar de optimale kustligging gestart (RIKZ, 1996).

Sinds de vaststelling van de basiskustlijn heeft evaluatie hiervan plaatsgevonden in 2001. Op basis van de evaluatie is de basiskustlijn ter plaatse van Zeeuws Vlaanderen aangepast, waarbij afhankelijk van de locatie zeewaartse of landwaartse verplaatsing van de BKL plaatsvond, zie onderstaande figuur (Rijkswaterstaat, 2003).



**Figuur 5-1: Verplaatsing BKL Zeeuws Vlaanderen in 2003**

De begrenzingen van de zone waarmee de ligging van de BKL, MKL en TKL worden bepaald wisselen langs de kust. De BKL zone langs de kust van Zeeuws Vlaanderen heeft in de huidige situatie de onderstaande begrenzingen:

- Bovengrens: NAP + 3,00 meter;
- Ondergrens: NAP – 6,80 meter.

### Verplaatsing basiskustlijn na kustversterking Zeeuws Vlaanderen

Het voorkeursalternatief van de zwakke schakel Zeeuws Vlaanderen betreft op een aantal locaties een zeewaartse versterking, of door het aanleggen van een duin tegen een dijk aan, dan wel het zeewaarts uitbreiden van de zeedijk met voorliggend strand.

Om ervoor te zorgen dat na de aanleg van de kustversterking de kust veilig blijft, en dus de aangebrachte zandvolume in de BKL zone gelijkmatig verdeeld blijft, dient de kust onderhouden te worden. Het voornemen bestaat daarom na de kustversterking de basiskustlijn aan te passen en zeewaarts te verplaatsen. Door het uitvoeren van reguliere suppleties ten behoeve van de ligging van de basiskustlijn wordt de nieuwe kustlijn net als in de huidige situatie onderhouden.

De basiskustlijn dient dus opnieuw vastgesteld te worden zodat na de kustversterking de ligging van de kustlijn op bovenstaande beschreven wijze kan worden getoetst aan de nieuwe verlegde BKL en zo nodig onderhoudssuppleties kunnen worden uitgevoerd.

Inschatting ligging nieuwe basiskustlijn Zeeuws Vlaanderen

Voor het berekenen van de nieuwe indicatieve ligging van de basiskustlijn ter plaatse van Zeeuws Vlaanderen zijn alleen de profielen gebruikt waarbij een zeewaartse versterking plaatsvindt. Uitgegaan wordt dat de huidige basiskustlijn behouden blijft op de locaties waar landwaartse versterking plaatsvindt. Daarnaast wordt aangenomen dat in de nieuwe situatie de begrenzing van de BKL zone gelijk is aan de huidige situatie.

**Tabel 5-1: Huidige en indicatieve nieuwe ligging basiskustlijn Zeeuws Vlaanderen**

Dwars profiel	Km raai	Raai	Locatie	BKL huidig (m tov RSP)*	BKL (indicatief) na kustversterking (m tov RSP)*	Zeewaartse verschuiving (m)
1	68000	0.71	Breskens Veerhaven oost	179	196	17
2	68100	0.90	Breskens Veerplein	--	--	--
3	68500	-	Breskens Veerplein	--	--	--
4	70000	1.71	Breskens Veerhaven west/ Scheldeveste	106	133	27
5	74000	5.58	Kruishoofd – Groedse duintjes	33	83	50
6	75700	7.30	Kruishoofd – Groedse duintjes	37	69	32
7	75900	7.51	Kruishoofd – Groedse duintjes	37	75	38
8	78900	9.62	Herdijkte zwarte polder	-194	-194	0
9	78900	9.62	Herdijkte zwarte polder	-194	-194	0
10	79700	10.32	Herdijkte zwarte polder	26	111	85
11		13.18	Cadzand-oost	103	124	21
12		13.72	Cadzand- west	118	136	18

\* Positieve getallen liggen zeewaarts van de Rijkstrandpalenlijn

Uit de geconstrueerde ontwerpprofielen waar het (indicatieve) nieuwe kustprofiel wordt weergegeven is de BKL zone geselecteerd, waarvan vervolgens het volume is bepaald. In deze ontwerpprofielen is geen

rekening gehouden met het nog aanbrengen van een slijtlaag. De ligging van de nieuwe BKL is dus gebaseerd op het profiel dat minimaal moet worden gewaarborgd. Met bovenstaande (zie kader) rekenformules is het mogelijk om de afstand tussen de (indicatieve) nieuwe BKL en de duinvoetlijn te bepalen. Aangenomen is dat de bovengrens van de BKL zone samenvalt met de ligging van de duinvoet in dit geval dus NAP + 3 meter. Uit het ontwerpprofiel is bekend op welke afstand de 'duinvoet' uit de Rijksstrandpalenlijn (RSP) ligt. Hiermee kan vervolgens de afstand tussen de nieuwe BKL en RSP worden bepaald.

Een inschatting van de nieuwe ligging van de BKL ten opzichte van de huidige ligging van de BKL wordt weergegeven in onderstaande tabel. De nieuwe indicatieve ligging van de basiskustlijn wordt niet gepresenteerd in een kaartje met de oude en nieuwe ligging aangezien de onderlinge afstand tussen de dwarsprofielen groot is. Dit zou namelijk een verkeerd beeld op kunnen leveren, omdat dus voor slechts enkele raaien langs de kust een ontwerpprofiel en dus ook een basiskustlijn berekend is. Daarom wordt de indicatieve verschuiving van de basiskustlijn alleen weergegeven op basis van een profiel voor dat betreffende kustvak (zie ook hoofdstuk 3).

Bij een groot aantal raaien vindt een zeewaartse verschuiving van de basiskustlijn plaats, aangezien hier ook een zeewaartse versterking plaatsvindt. Bij raai 8 in de Herdijkte Zwarte Polder vindt een landwaartse verschuiving plaats en wordt er vanuit gegaan dat de ligging van de basiskustlijn hier niet verandert.

## 5.2 Waterkering

Het waterschap beheert en onderhoudt de waterkering. De waterkering is begrensd door de zogenaamde keurzone. De keurzone bestaat uit de kernzone van de waterkeringen en aanliggende beschermingszones. De grootte hiervan is vastgelegd in de Keur en de Legger van het waterschap. Na uitvoering van de kustversterking zal het waterschap de begrenzingen van de kernzone en beschermingszones aanpassen. Op dit moment is de waterkering van de Veerhaven nog in beheer bij RWS Zeeland. Dijkmeubilair is voor het grootste deel in beheer en onderhoud bij de gemeente Sluis.

De hoofdlijnen voor het beheer door het waterschap zijn vastgelegd in het Beheerplan Waterkeringen van het waterschap [Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, 2005b]. De veiligheid wordt gemonitord middels de vijfjaarlijkse toetsing op veiligheid. Het waterschap rapporteert hierover aan de provincie.

De kustversterking betekent een wijziging van de onderhoudsinspanningen voor het waterschap. De grootste wijziging treedt op door de aanleg van een nieuwe dijk ter vervanging van bestaand duin en verdedigd duin.

Voor een groot deel van Breskens wordt de bestaande dijk verbeterd. Het beheer van deze dijken blijft ongewijzigd. Hierbij is zowel sprake van asfaltglooiing, steenglooiing en grasbekleding. Een deel van de dijk zal tevens worden voorzien van een afdeklaag met zand met een minimale dikte van 1,5 m. Hoewel deze afdeklaag geen waterkerende functie heeft, zal deze toch in beheer komen bij het waterschap. Bij Cadzand-Bad wijzigt het huidige duinbeheer over een traject van ca 150 meter in dijkbeheer.

Voor het traject ten oosten van Cadzand-Bad en het trajectdeel van de Herdijkte Zwarte Polder aan de noordzezijde verandert het dijkbeheer in duinbeheer. Aan de zijde van de Verdrongen Zwarte Polder moeten de voorzijde van de dijk en de achterzijde als duin worden onderhouden.

In principe wil het waterschap alle ondergronden van de waterkering in eigendom verwerven. De dijktrajecten komen op basis van de huidige onderhoudsstrategieën, in beheer bij het waterschap. Dit geldt zowel voor de steen- en grasbekledingen. Het dijkmeubilair (bankjes, vuilnisbakken e.d.) is en blijft ook in de nieuwe situatie grotendeels in beheer en onderhoud bij de gemeente Sluis.

In de nieuwe situatie wordt de bekleding op het buitentalud op soortgelijke wijze belast als in de huidige situatie. Hierbij wordt van het volgende uitgegaan:

- Tijdens de levensduur van 100 jaar is de kans op de maatgevende belasting bij de overschrijdingsfrequentie van 1/4.000 per jaar klein. Voor het onderhoud wordt dan ook uitgegaan van de dagelijkse omstandigheden. Op termijn moet rekening worden gehouden met een toename in het onderhoud, omdat een groter oppervlak steenbekleding moet worden onderhouden. Op korte termijn is het onderhoud minder omdat een nieuwe bekleding wordt aangelegd.
- In het geval van onderhoud of inspectie zal eerst het aanwezige zand weggehaald moeten worden, of het zand moet bij een storm zijn weggeslagen, waarna inspectie en onderhoud kan worden verricht. Tijdens normale dagelijkse omstandigheden zal er geen inspectie kunnen worden uitgevoerd.

#### **Duinen:**

Het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan duinen heeft betrekking op de aanplant van helm en het onderhouden van beplanting. Tevens worden afrasteringen onderhouden, teneinde betreding van duinen en schade aan de begroeiing te voorkomen. Doordat het oppervlak aan te beheren duin toeneemt, neemt voor het waterschap ook het onderhoud toe.

#### **Grasbekleding:**

Het uitvoeren van onderhoudswerkzaamheden aan grasbelopen van zeedijken betreft het maaien, afvoeren van grasgewas en het herstel van schade ten gevolge van calamiteiten en hoogwatersituaties. De percelen worden minimaal 1 x per jaar gemaaid.

#### **Betonzuilen**

Na een storm zal middels een visuele inspectie nagegaan moeten worden of er schade is opgetreden. Eventuele schade dient te worden hersteld.

Benodigd onderhoud:

- na storm visuele inspectie, uitgaan van 4 maal in 100 jaar inspectie na storm, uitvoeren inspectie en repareren.
- benodigd onderhoud na schadevaringen (o.a. bij verlengde strekdammen).

#### **Gevolgen voor onderhoud primaire kering**

Als gevolg van de versterkingswerken neemt plaatselijk het onderhoud toe.

- Bij Cadzand neemt het onderhoud toe omdat de strekdammen als onderdeel van de primaire kering moeten worden onderhouden, en dat geldt ook voor de zeewaarts aangebrachte duinen ten oosten van het gemaal en de steunberm ten westen van het gemaal.
- Bij de Herdijkte Zwarte Polder moet nu ook de versterkte strekdam als onderdeel van de primaire kering worden onderhouden. Daarnaast moet in aanvulling op het onderhoud van de dijk ook duin worden onderhouden. Per saldo neemt hiermee het onderhoud toe.
- Op het traject Nieuwvliet Groede moet 13 hectare duin als onderdeel van de primaire kering worden onderhouden. Naar verwachting zijn de beheer- en onderhoudskosten hiervan hoger dan van het huidige onderhoud aan de dijk.

- Op het traject Scheldeveste nemen naar verwachting de onderhoudskosten van de dijk niet toe en dat geldt ook voor Breskens Veerplein. Op het trajectdeel Breskens-Oost moet op termijn rekening worden gehouden met iets meer onderhoud. De hier aangelegde steunberm heeft namelijk een groter oppervlak dan de huidige bescherming van het aanwezige duin.

DHV B.V.

## 6 WAT ZIJN DE BELANGRIJKSTE BESLUITEN; HOE GAAT HET NU VERDER

### 6.1 MER en Kustversterkingsplan, basis voor besluitvorming

De maatregelen voor de versterking van de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen worden in een m.e.r.-procedure onderzocht op hun effecten op het milieu en de omgeving. Deze procedure is gestart met de Startnotitie (provincie Zeeland, nov. 2005). Op basis van de startnotitie en de richtlijnen, zijn de alternatieven in de m.e.r. ontwikkeld en onderzocht. Het advies voor de richtlijnen van de commissie voor de m.e.r. is overgenomen door het bevoegd gezag, de provincie Zeeland. De resultaten van dit onderzoek staan beschreven in het milieueffectrapport. Op basis van de effecten wordt een voorkeursalternatief gekozen dat wordt uitgewerkt in dit kustversterkingplan. Het milieueffectrapport (MER) en het Kustversterkingplan samen zijn de basis voor de besluitvorming.

#### Milieueffectrapport (MER)

Verschillende onderdelen van de activiteiten voor de versterking van de kust zijn m.e.r.-plichtig of m.e.r.-beoordelingsplichtig. Het MER is voor deze activiteiten opgesteld.

Op grond van het Besluit milieueffectrapportage (Lijst C art 12.1-12.2)<sup>5</sup> geldt een m.e.r.-plicht voor:

- de aanleg van primaire waterkeringen of de wijziging/uitbreiding van een zee- of deltadijk met een lengte van 5 kilometer of meer;
- een wijziging van het dwarsprofiel van 250 m<sup>2</sup> of meer.

Een m.e.r.-beoordelingsplicht (lijst D artikel 12.2) geldt voor:

- De aanleg, wijziging of uitbreiding van kustwerken om erosie te bestrijden, van maritieme werken die de kust kunnen wijzigen en van andere kustverdedigingswerken, met uitzondering van het onderhoud of herstel van deze werken.

Het MER presenteert zo objectief mogelijk de informatie over de milieugevolgen, de kosten en de baten van de verschillende alternatieven om de kust van West Zeeuwsch-Vlaanderen te versterken en de daaraan gekoppelde ruimtelijke kwaliteitsmaatregelen. Besluitvormers kunnen vervolgens op basis van deze informatie een besluit nemen over de uit te voeren maatregelen.

#### MER/kustversterkingsplan niet SMB-plichtig

De Europese richtlijn voor de Strategische Milieubeoordelingsplicht (SMB) is in 2006 in de Nederlandse wetgeving geïmplementeerd. Hoewel het kustversterkingsplan als uitvoeringsplan niet SMB-plichtig is, zal het MER inhoudelijk voldoen aan de eisen van de vigerende EU-richtlijn (2001/42/EG).

De MER is opgesteld op basis van de startnotitie en de richtlijnen die het bevoegd gezag heeft vastgesteld.

#### Kustversterkingsplan

Voor het versterken van een waterkering dient de beheerder – waterschap Zeeuws-Vlaanderen – een kustversterkingplan vast te stellen (verplichting conform artikel 7 van de Wet op de waterkering). Voor het Veerplein is Rijkswaterstaat de beheerder en zal het desbetreffende deel van het Kustversterkingplan moeten vaststellen. De overdracht van het beheer van het veerplein van Rijkswaterstaat naar het waterschap is in voorbereiding. In het voorliggende kustversterkingplan wordt het voorkeursalternatief uit

<sup>5</sup> Recent gewijzigd op 28-9-2006

het MER verder uitgewerkt. De nadruk in het kustversterkingsplan ligt op het waarborgen van de veiligheid, het voldoen aan de natuurwetgeving en het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit.

Conform de Wet op de waterkering omvat het plan een combinatie van de volgende maatregelen:

- (fysieke) maatregelen aan de primaire waterkering nodig voor het waarborgen van de veiligheid;
- (fysieke en beheers-) maatregelen gericht op het voorkomen of beperken van de nadelige gevolgen na aanleg van het werk, zoals mitigerende en compenserende maatregelen voor natuur;
- (fysieke en beheers-) maatregelen ter bevordering van landschap, natuur en cultuurhistorie, voor zover zij rechtstreeks verband houden met de uitvoering van het werk;
- (fysieke en beheers-) maatregelen tijdens de uitvoering gericht op het minimaliseren van nadelige effecten.

In aanvulling hierop wordt ook aandacht besteed aan (planologische) maatregelen voor het veiligstellen van de ruimte nodig voor mogelijke versterking van de zeewering op langere termijn (200 jaar) en aan het meeschuiven van de Basis Kust Lijn bij zeewaartse versterkingen. De ligging van de nieuwe BKL wordt door Verkeer en Waterstaat in een andere procedure vastgesteld. Het Waterschap Zeeuwsch Vlaanderen zal na versterking de begrenzingen van de kernzone en beschermingszones aanpassen.

In het voorliggende kustversterkingsplan wordt aangegeven welke gevolgen aan de uitvoering van het plan zijn verbonden en op welke wijze met de daarbij betrokken belangen rekening is gehouden.

## 6.2 Besluitvormingsproces en inspraak

### Relatie besluit op grond van Wet op de waterkering en m.e.r.-procedure

De m.e.r.-procedure en de procedure van de Wet op de waterkering zijn aan elkaar gekoppeld.

Het onderstaande procedureschema geeft de relatie weer tussen het m.e.r.-spoor en het spoor van het besluit in het kader van de Wet op de waterkering.

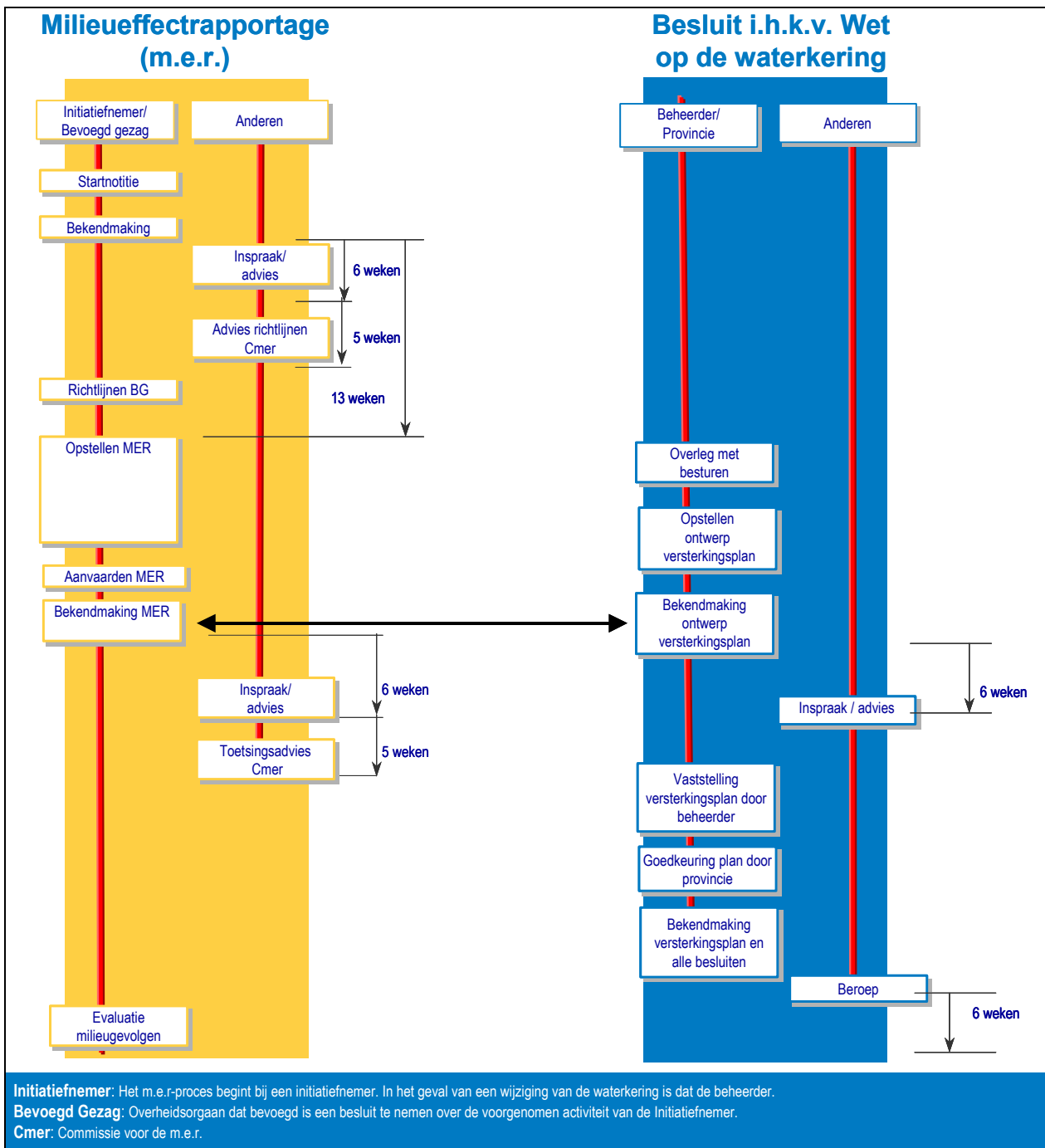
De formele initiatiefnemer voor het MER en het Kustversterkingplan is het waterschap. De zwakke schakels worden opgepakt door het Projectbureau Zwakke Schakels van de provincie Zeeland. Dit projectbureau wordt per schakel ondersteund door een projectgroep. In de projectgroep voor Zeeuwsch Vlaanderen zijn de provincie, Rijkswaterstaat, het waterschap Zeeuws-Vlaanderen en de gemeente Sluis vertegenwoordigd.

De provincie Zeeland is coördinerend bevoegd gezag, zij coördineert de inspraak- en beroepsprocedures voor het MER. Het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen (ZOW) adviseert GS onder meer over de Zwakke Schakels West Zeeuwsch-Vlaanderen.

Naast de procedures van de m.e.r. en het kustversterkingsplan zullen nog diverse andere procedures doorlopen worden voordat het project in uitvoering gebracht kan worden. Deze procedures zijn onder meer: Artikel 19; wijziging bestemmingsplan, Keurvergunning<sup>6</sup>, Flora en Faunawet en Natuurbeschermingswet. Het is mogelijk dat hierbij ook nog andere m.e.r.-plichtige besluiten moeten worden doorlopen zoals onder meer voor de winning van het zand dat nodig is voor de versterking van de kust, waarvoor ook een ontgrondingvergunning moet worden aangevraagd. De effecten van zandwinning voor de versterking worden al in aparte MER (MER Zandwinning Noordzee 2008-2015) in beeld gebracht. In hoofdstuk 7 is een overzicht van benodigde vergunningen opgenomen.

---

<sup>6</sup> Opgemerkt dient te worden dat de verboden uit de Keur niet gelden voor het waterschap in het kader van de waterstaatkundige verzorging van het gebied.



**Figuur 6-1: Procedure schema**

De procedure doorloopt na het opstellen van het MER en kustversterkingplan nog een aantal stappen.

**1. Aanvaarden van het MER**

Het bevoegd gezag beoordeelt of het MER de juiste en voldoende informatie bevat om een besluit te kunnen nemen. In deze stap dient het waterschap Zeeuws-Vlaanderen de benodigde

(vergunning)aanvragen in bij de betreffende bevoegde instanties. De provincie coördineert de besluitvorming rondom deze vergunningen.

## **2. Inzage, advies en inspraak.**

Het dagelijkse bestuur van het waterschap stelt het ontwerp kustversterkingplan vast. Vervolgens wordt na publicatie (openbare kennisgeving) gelijktijdig het ontwerp-kustversterkingplan en bijbehorend MER ter inzage gelegd. Tevens wordt ook een kopie van de vergunningaanvragen en ontwerpbesluiten gedurende 6 weken ter inzage gelegd. Tijdens de periode dat de documenten ter inzage liggen is het mogelijk om in te spreken op de documenten. De inspraak wordt daarbij gescheiden naar de volgende trajectdelen, zoals beschreven in het MER en het Kustversterkingplan: Cadzand-Bad, Herdijkte Zwarte Polder, Nieuwvliet-Groede, Breskens-Scheldeveste, Breskens-Veerplein en Breskens-Oost. In de inspraakreactie moet worden aangegeven op welk deeltraject de inspraakreactie betrekking heeft. Tenslotte worden de wettelijke adviseurs, waaronder de Commissie voor de milieueffectrapportage om advies gevraagd.

## **3. Definitief kustversterkingplan en goedkeuring plan door provincie**

Op basis van de inspraakreacties en toetsingsadviezen wordt het kustversterkingplan definitief gemaakt en door de Algemene Vergadering van het waterschap Zeeuws-Vlaanderen vastgesteld. Het waterschap zendt het vastgestelde kustversterkingplan naar Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland die hierover een goedkeuringsbesluit neemt. Rijkswaterstaat zal voor het Veerplein in Breskens het kustversterkingplan vaststellen. In die periode wordt ook de gemeente Sluis gevraagd de artikel-19-Wro-vrijstelling te verlenen en het waterschap Zeeuws-Vlaanderen de keurvergunning. Goedkeuring van het kustversterkingplan door Gedeputeerde Staten is tevens een zogenaamde verklaring van geen bezwaar van de provincie in het kader van de artikel-19-Wro-vrijstelling. Nadat het goedkeuringsbesluit, de artikel-19-Wro-vrijstelling de keurvergunning en de andere vergunningen definitief zijn, publiceert en legt het waterschap deze stukken, conform art. 151 lid 2 juncto artikel 73 2e t/m 4e lid waterschapswet, ter inzage en start een beroepstermijn van 6 weken bij de Raad van State. Indien niemand een beroep indient, zijn de besluiten onherroepelijk en kan de uitvoering starten. Indien er wel beroep wordt aangetekend, kan dit tot vertraging van de start van de uitvoering leiden.

### **Inspraakreacties**

Op het MER Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen en het Ontwerp Kustversterkingplan met bijbehorende achtergronddocumenten kan worden gereageerd door middel van een inspraakreactie. Deze documenten liggen gedurende zes weken ondermeer ter inzage op het gemeentehuis, het waterschapskantoor en op het provinciehuis. Er kan ingesproken worden op de verschillende trajectdelen afzonderlijk, zoals beschreven in het MER en het Kustversterkingplan: Cadzand-Bad, Herdijkte Zwarte Polder, Nieuwvliet-Groede, Breskens-Scheldeveste, Breskens-Veerplein en Breskens-Oost.

Inspraakreacties op het MER kunnen onder vermelding van 'MER Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen' schriftelijk worden ingediend bij:

*Gedeputeerde Staten van de Provincie Zeeland  
Postbus 165  
4330 AD Middelburg*

### **Informatie**

Indien u informatie wilt over de milieueffectrapportage, de m.e.r.-procedure of over de plannen voor de Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen kunt u zich schriftelijk of telefonisch wenden tot:

*Provincie Zeeland  
Directie Ruimte, Milieu en Water  
Postbus 165  
4330 AD Middelburg  
Telefoon: 0118-631 922*

Voor vragen over het Kustversterkingplan kan ook gebeld worden met het waterschap  
*Telefoon 0115-641 207*

Daarnaast wordt er een informatiebijeenkomst gehouden. Data en locatie worden aangekondigd in het Zeeuwsch-Vlaams Advertentieblad en PZC.

DHV B.V.

## 7 VERGUNNINGEN

### 7.1 Algemeen

De uitvoering van de kustversterking valt onder de Wet op de waterkering (Wwk). De Wwk voorziet in een gecoördineerde aanpak voor het verkrijgen van de benodigde vergunningen.

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op de vergunningen, welke door het waterschap Zeeuws-Vlaanderen zullen worden aangevraagd. Het Ontwerp Kustversterkingplan heeft zijn eigen procedure. Vervolgens kunnen GS de totstandkoming van de besluiten ter uitvoering van het KVP coördineren. Daarbij liggen niet de vergunningaanvragen ter inzage maar de ontwerp-besluiten (zie art. 7e Wwk). De provincie Zeeland coördineert deze ter inzage legging en de verdere goedkeuringsprocedure.

### 7.2 Overzicht vergunningen

#### Wet op de Waterkering

Het plan zoals beschreven in dit kustversterkingsplan, vereist de goedkeuring van Gedeputeerde Staten van de provincie Zeeland.

#### Wet op de Ruimtelijke Ordening

Het bestemmingsplan vereist alleen aanpassing bij de landwaartse versterking bij Herdijkte Zwarte Polder. Hiertoe wordt door de gemeenten een bestemmingsplanwijzigingsprocedure opgestart. Indien deze procedure niet tijdig gereed komt, kan gebruik worden gemaakt van de vrijstellingsprocedure conform de WRO. Tevens zijn voor de aanleg van de werken aanlegvergunningen noodzakelijk. Aanpassingen zijn alleen nodig voor het traject bij de Herdijkte Zwarte polder waar voor landwaartse versterking gekozen is.

#### Flora- en faunawet/natuurbeschermingswet

Een ontheffing is noodzakelijk als gevolg van de Flora- en faunawet. Deze zal tijdig uitgewerkt en gemotiveerd moeten worden aangevraagd.

In grote delen van het gebied dient een vergunning te worden aangevraagd met inachtneming van het beschermingsregime van de Natuurbeschermingswet/VHR. De per 1 oktober gewijzigde Natuurbeschermingswet bepaalt dat handelingen, die een verstorend karakter kunnen hebben of leiden tot een (tijdelijke) verslechtering van de kwaliteit van aanwezige habitats, niet mogen plaats vinden zonder vergunning (artikel 19d. eerste lid). Ook voor handelingen in of nabij Natura2000 gebieden geldt een vergunningplicht.

#### Wegenverkeerswet / Besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer

Op enkele plaatsen zullen verkeersmaatregelen noodzakelijk zijn. Aanvragen voor tijdelijke maatregelen worden tijdens de uitvoering in het kader van de Verkeerswegenwet aangevraagd.

#### Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken

Voor de aanpassingen aan de primaire waterkering en het gemaal bij Cadzand is een vergunning op basis van de Wet Beheer Rijkswaterstaat nodig.

#### Wet bodembescherming / Bouwstoffenbesluit

In verband met de werkzaamheden op of in de bodem, evenals in verband met de aan- en afvoer van grond zijn meldingen in het kader van de Wet Bodembescherming en Bouwstoffenbesluit waarschijnlijk

**DHV B.V.**

noodzakelijk. Ook zal nader onderzoek naar de milieukwaliteit van de aan- en af te voeren grondstromen mogelijk noodzakelijk zijn.

Kabels en leidingen

Voor het verleggen en aanpassen van diverse kabels en leidingen is de toestemming van en overeenstemming met de eigenaren en beheerders van deze kabels en leidingen noodzakelijk.

## 8 WAT GEBEURT ER NADAT HET BESLUIT GENOMEN IS

### 8.1 De uitvoering

#### 8.1.1 Inleiding

Uitgangspunt bij de uitvoering is dat de aannemer zo vrij mogelijk moet worden gelaten om een eigen invulling te kunnen geven aan het werk zodanig dat het kosten- en tijdefficiënt kan worden uitgevoerd. Op deze manier wordt ook ruimte opengelaten voor eventuele ontwikkelingen en toepassingen van innovatieve technieken en methodes. Het is niet de bedoeling om een werkwijze voor te schrijven, tenzij op onderdelen blijkt dat voldaan moet worden aan bepaalde vergunningseisen. Deze vergunningseisen worden bepaald door het Bestuursorgaan en zijn gebaseerd op vigerende beleids- en wetvoorschriften en de noodzaak om bepaalde milieueffecten te minimaliseren middels mitigerende maatregelen.

Doel van dit hoofdstuk uitvoering is om aan te geven wat de wensen, eisen, uitgangspunten en harde randvoorwaarden zijn voor de uitvoering van het werk. Tegelijkertijd wordt een indicatieve beschrijving gegeven van de uitvoeringswijze ('referentieplanning'). Deze 'referentieplanning' geeft een beeld hoe realisatie mogelijk is binnen de beschreven randvoorwaarden. Voorafgaand aan de start van de werkzaamheden zal de aannemer een uitvoeringsplan opstellen waarin precies wordt aangegeven hoe de uitvoering plaats zal vinden (planning, methode, kosten en dergelijke).

#### 8.1.2 Benodigde grondverwerving

Voor de versterking van de kust zoals omschreven in dit kustversterkingplan is verwerving van gronden noodzakelijk. Als onderdeel van de versterking zal het eigendom van de ondergrond van het grensprofiel (zandige kust) en het dijkprofiel (dijken) veranderen. Deze ondergrond moet namelijk in eigendom komen van het waterschap. Het gaat daarbij om gronden van het Zeeuwsch Landschap gelegen in de Herdijkte Zwarte Polder en om het strand dat tot het Rijk behoort.

De KNRM heeft de grond waarop haar gebouw staat in erfpacht. Dit zal moeten worden afgekocht.

Daarnaast worden in de huidige situatie stukken grond gehuurd of gepacht door exploitanten. Indien nodig zullen deze gronden voor de aanleg van de nieuwe waterkering worden gebruikt. De mogelijkheden voor een nieuwe standplaats voor de exploitanten zullen onderzocht worden bij een nieuwe vergunningaanvraag.

#### 8.1.3 Globale uitvoeringsplanning

Voor trajecten waarbij de bestaande dijk zeewaarts wordt versterkt en eventueel wordt verhoogd ziet de uitvoering er op hoofdlijnen als volgt uit:

##### Opruimwerkzaamheden

<b>Binnentalud</b> (indien relevant)	–	verwijderen en afvoeren vegetatie
	–	verwijderen en afvoeren strandopgangen
	–	verwijderen afdekzand
	–	verwijderen en afvoeren kleilaag
<b>Kruin</b>	–	verwijderen en afvoeren asfalt en fundering kruin en schelpenpad
<b>Buitentalud</b>	–	verwijderen en afvoeren vegetatie bovenzijde buitentalud
	–	verwijderen afdekzand bovenzijde buitentalud
	–	verwijderen steenbekleding

**Aanlegwerkzaamheden**

<b>Zandlichaam</b>	– aanvoer en aanbrengen van zand en klei voor ophogen en/of verbreden dijk
<b>Binnentalud</b>	– aanbrengen kleipakket van categorie 1 van minimaal 0,60 m – aanbrengen ca 1,5 m dikke afdeklaag zand – inrichten binnentalud – aanbrengen strandopgangen
<b>Kruin</b>	– aanbrengen fundering en open steenasfalt
<b>Buitentalud</b>	– aanbrengen kleilaag onder steenbekleding – aanbrengen onderlagen en geotextiel – aanbrengen teenconstructie – aanbrengen betonzuilen – aanbrengen kleilaag van categorie 1 van minimaal 0,80 m – aanbrengen ca 1 m dikke afdeklaag zand – inplanten binnentalud en buitentalud met helm

Voor de aanleg van nieuw duin wordt gebruik gemaakt van strandsuppleties (tussen laagwaterlijn en duinvoet) en duinsuppleties (boven de duinvoet, vooral door opschuiven van zand vanaf het strand). Het nieuwe duin wordt voor de bestaande dijk aangebracht. De aanwezige dijkbekleding wordt niet gesloopt.

Al het zand voor de versterking wordt voor de kust gewonnen met baggerschepen. Dit gebeurt met Trailer Suction Hopper Dredgers (TSHD) en Cutter Suction Dredgers (CSD). De TSHD kan, voor de aflevering van suppletiezand, dichterbij de kust komen dan de CSD.

Walpersen gebeurt middels een hydraulische persleiding, die drijvend of gezonken kan zijn. Het zand wordt ter plekke verder bewerkt en in het profiel aangebracht met behulp van bulldozers, graafmachines, dumpers en profilers. Als vuistregel kan worden gesteld dat voor elke meter dat in de verticaal moet worden geperst 100 meter wordt verloren aan kracht in de horizontaal, met andere woorden hoe hoger het zand op wal wordt geperst, hoe dichterbij het schip moet liggen. Het lossen tijdens hoog water leidt ook tot winst in het verticale bereik.

Tijdens de uitvoeringsperiode moet rekening worden gehouden met onwerkbaar en beperkt werkbaar seizoenen:

- Broedseizoen;
- Recreatieseizoen;
- Stormseizoen;

<b>Seizoen</b>	<b>Wanneer</b>
Broedseizoen	April – Juni
Recreatieseizoen	Mei – Augustus
Stormseizoen	1 oktober – 1 april

*Broedseizoen*

Tijdens het seizoen mag in bepaalde beschermde gebieden in principe niet gewerkt worden omdat de broedende dieren en/of hun broedplaatsen niet verstoord of vernietigd mogen worden door onder andere aanbrengen zand (bedekken broedgebieden), geluid, licht, enz.

*Recreatieseizoen*

Het strand heeft een belangrijke recreatieve functie. Recreatie en strandexploitatie vinden gedurende het gehele jaar plaats op het strand met een piek in de zomermaanden en in het voor- en najaar vooral tijdens

de dagen met mooi weer en in de weekenden. De drukte verschilt per gebied. In de buurt van strandpaviljoens en dorpen is het veel drukker dan in de tussengelegen gebieden.

Het is onvermijdelijk dat in het recreatieseizoen gewerkt zal moeten worden aan de kustversterking. Hierbij zal zoveel mogelijk rekening gehouden worden met de recreanten en activiteiten.

#### *Stormseizoen*

Gedurende het stormseizoen zijn werkzaamheden aan de primaire waterkering, waarbij de waterkering opengebroken wordt, niet toegestaan.

In feite maakt de aannemer pas een uitvoeringsplanning. Het is overigens mogelijk om in het stormseizoen suppleties uit te voeren. Er is dan alleen sprake van een hoger risico en daarom van hogere kosten voor aanleg. Niet overal spelen broedvogels een rol, en er zijn wat meer luwe delen waar bijvoorbeeld aan het eind van het strandseizoen wel al gewerkt kan worden. Dit leidt dan mogelijk tot planschade maar daar kan in worden voorzien. Afhankelijk van het materiaal kan een bepaalde hoeveelheid zand worden aangebracht. Zo zijn aanleghoeveelheden van 2 tot 3 miljoen per maand in principe mogelijk, maar moet daarvoor wel erg veel groot materiaal beschikbaar zijn. De grootste hoeveelheid zand in een jaar is nodig in het alternatief Zeewaarts op het traject Nieuwvliet-Groede. Hier is orde 1,5 miljoen m3 nodig. Dit kan in enkele maanden worden aangebracht. Bij de primaire keringen is het zo dat het werk voor een deel in het strandseizoen kan worden uitgevoerd, maar moet met oog op veiligheid wel voorzieningen worden getroffen nabij het werk. Het strand kan dan tijdens het werk bereikbaar blijven

#### **Globale planning werken langs de kust**

Voorlopig zijn de versterkingswerken als volgt gepland:

jaar	Traject
<b>2009:</b>	<b>Nieuwvliet Groede</b> , van Kruishoofd tot aan Nieuwesluis, dus inclusief het deel tussen de monding van de Zwartegatsche Kreek en Nieuwesluis dat onderdeel vormt van het project Waterdunen.
<b>2010/2011:</b>	<b>Herdijkte Zwarte Polder</b> gelijk met het landwaartse deel Waterdunen
<b>2011/2012:</b>	<b>Cadzand-Bad</b>
<b>2013/2014</b>	<b>Breskens.</b>

### **8.1.4 Gebruik van grondstoffen**

Onderstaande tabellen geven een globaal overzicht van de grondstoffen die voor de verschillende onderdelen van het ontwerp nodig zijn. Wat betreft het zand gaat het daarbij om het totaal aan zand dat nodig is voor wijzigingen in het dijklichaam en het zand dat nodig is voor het herstel van het strand en de aanleg van duinen. Wat betreft het zand dat wordt gebruikt op het strand en voor de aanleg van duinen worden specifieke eisen aan het zand gesteld. Dit dient zoveel mogelijk te lijken op lokaal aanwezig zand. Het gaat om zand met een gemiddelde korreldiameter niet groter dan 350 µm, dat daarbij ook arm aan slib en grove delen moet zijn met oog op strandrecreatie. Het zand dat wordt gebruikt in de dijklichamen kan grover van textuur zijn. De zandhoeveelheden die zijn aangegeven betreffen de aanleghoeveelheden. Voor de winning moet nog worden uitgegaan van 20% winverliezen.

Het harde materiaal bestaat uit bekledingsmateriaal voor dijken en breuksteen nodig voor o.a. aanpassingen van strandhoofden en sterkdammen. De bekleding bestaat in hoofdzaak uit verschillende betonzuilen.

Er is bij deze tabellen niet uitgegaan van hergebruik. Dit laatste is (beperkt) mogelijk waar het gaat om het slopen van harde bekleding. Een deel hiervan kan mogelijk weer worden ingezet voor bijvoorbeeld de aanleg van een kreukelberm.

Bij dijkversterking wordt de bestaande kleilaag verwijderd en wordt nieuwe klei aangebracht. Ook hier wordt niet uitgegaan van hergebruik.

	<b>Cadzand-Bad</b>	<b>Herdijkte Zwarte Polder</b>	<b>Nieuwvliet – Groede</b>
zand total (m3)	875.000	500.000	2128.000
hard total (ton)	40.550	23.500	0
Klei totaal (m3)	58.400	0	0

	<b>Breskens Scheldeveste</b>	<b>Breskens-Veerplein</b>	<b>Breskens Oost</b>
zand totaal (m3)	98.877	38.277	184.978
hard totaal (ton)	22.387	22.799	45.737
klei totaal (m3)	3.600	7.467	4.000

### 8.1.5 Mitigerende maatregelen

De effecten van het kustversterkingplan zijn beschreven in de passende beoordeling welke een bijlage vormt bij het MER.

Om de schade aan natuurlijke habitats in het natuurbeschermingsgebieden te beperken en de tijdelijke verontrusting en verstoring van populaties van in het wild levende dier- en plantensoorten gedurende de aanlegperiode te beperken is in het kustversterkingplan voorzien in een aantal mitigerende maatregelen.

In deze paragraaf worden diverse algemene maatregelen beschreven, meer specifieke maatregelen worden per kustvak in hoofdstuk 4 beschreven.

#### *Zandfracties*

Versterkingen en verbreding van duinen en strand wordt zoveel mogelijk uitgevoerd met zand met een vergelijkbare korrelgrootte als nu aanwezig is. Bovendien dient het zand arm te zijn aan slib en aan grove elementen, zodat het kan stuiven en er na versterking een natuurlijke verdere ontwikkeling mogelijk wordt. Het zand dat de laatste jaren is gebruikt voor suppleties in Zeeuwsch Vlaanderen lijkt in principe geschikt, gezien de natuurlijke ontwikkeling van o.a. embryonale duintjes die dit tot gevolg heeft gehad.

#### *Planning:*

Bij de uitvoering van de versterkingswerkzaamheden wordt zoveel mogelijk rekening gehouden met het broedseizoen. Dit is belangrijk vooral nabij natuurgebieden:

- Cadzand-Bad: ten oosten van het gemaal in verband met de aanwezigheid van het natuurgebied Kievittepolder.
- Herdijkte Zwarte Polder vanwege broedvogels in het natuurontwikkelingsgebied van de Herdijkte Zwarte Polder alsook in het natuurgebied van de Verdrongen Zwarte Polder.

- Nieuwvliet-Groede vanwege broedvogels vooral ter hoogte van de Cletemspolder en de Groedse Duintjes, evenals de monding van de Zwartegatsche Kreek, welke allen onderdeel zijn van de EHS.

Waar mogelijk wordt rekening gehouden met het broedseizoen (april-juni) en het eind van het recreatie seizoen (eind augustus). Tijdens het broedseizoen wordt in bepaalde beschermde gebieden in principe niet gewerkt omdat de broedende dieren en/of hun broedplaatsen niet verstoord of vernietigd mogen worden door onder andere aanbrengen zand (bedekken broedgebieden), geluid, licht, enz. Ook het aanpassen van de strandslagen kan nabij natuurgebieden alleen buiten het broedseizoen plaatsvinden.

#### *Uitvoering*

Tijdens de uitvoering vindt monitoring plaats met het oog op onvoorziene situaties, in het licht van de sterke dynamiek die in langs de kust aanwezig is. Gedurende de uitvoering wordt met tussentijdse evaluaties zo zorgvuldig mogelijk gehandeld met betrekking tot aanwezige natuurwaarden.

Indien het toch noodzakelijk blijkt om tijdens het broedseizoen te werken, bijvoorbeeld vanwege werken aan de primaire kering zelf, kan het werkterrein worden aangepakt zodat het onaantrekkelijk wordt voor fauna om daar te broeden. Als mitigerende maatregel kan gedacht worden om vooraf aan het broedseizoen het werkterrein vrij te maken van begroeiing e.d. zodat er geen vogels komen broeden. Daarna moet regelmatig worden gecontroleerd of er alsnog vogels aanwezig zijn die vervolgens door een ecoloog verwijderd / verplaatst kunnen worden. Tenslotte kunnen hekken worden geplaatst die zodanig zijn ontworpen dat er geen fauna het terrein op kan (zeer fijne maas aan de onderkant van het hek).

De verschillende trajecten worden niet allemaal tegelijkertijd in uitvoering genomen. Dit betekent dat voor vogels en recreanten bij werkzaamheden in het broedseizoen in de directe omgeving voldoende uitwijkmogelijkheden blijven bestaan.

#### *Monitoring*

Monitoring van natuurwaarden wordt begonnen in het jaar na aanleg om te beoordelen of plaatsen waar handelingen en activiteiten hebben plaatsgevonden, ten opzichte van de huidige situatie, zich inderdaad herstellen of op de gewenste wijze ontwikkelen.

### **8.1.6 Globale indicatie van de kosten**

De kosten voor het ontwerp zijn geraamd met behulp van de SSK (Standaard Systematiek Kostenramingen). Hierbij is gebruik gemaakt van de lijst met kentallen die in overleg met Rijkswaterstaat Bouwdienst is opgesteld. De lijst bevat de meest voorkomende posten met gemiddelde eenheidsprijzen en te hanteren opslagpercentages. De kostenraming is deterministisch en probabilistisch doorgerekend waarbij rekening is gehouden met projectrisico's en bijzondere gebeurtenissen. Onder de gepresenteerde investeringskosten vallen alle directe kosten, bouwkosten, vastgoedkosten & schadevergoedingen, engineering, administratie en toezicht, overige bijkomende kosten (leges, vergunningen en verzekeringen) en onvoorziene projectkosten.

**Directe kosten (in miljoen Euro, exclusief BTW)**

Cadzand - Zeewaarts Duinen	16,97	0,85	17,82
Herdijkte Zwarte Polder - Deels Zeewaarts	8,57	0,86	9,43
Nieuwvliet-Groede Zeewaarts	24,45	2,44	26,89
Breskens - Schelde Veste	6,22	0,31	6,53
Breskens - Lange dijk	3,43	0,17	3,61
Breskens - Zeewaarts Steunberm	8,42	0,42	8,84

Totaal directe kosten en onvoorzien 73,12

Indirecte kosten 26,18

**Totaal inclusief indirecte kosten (in miljoen Euro, exclusief BTW) 99,30**

BTW 18,87

**Totale kosten (in miljoen Euro, inclusief BTW) 118,17**

## 8.2 Schaderegeling

In deze paragraaf worden de vormen van schade met de daarop van toepassing zijnde regelingen, aangegeven. Hierbij wordt in algemene zin ingegaan op de verschillende regelingen. De volgende vormen van schadevergoeding kunnen worden onderscheiden:

- Nadeelcompensatie uitvoeringsschade;
- Nadeelcompensatie kabels en leidingen;
- Planschade op grond van artikel 49 Wet op de Ruimtelijke Ordening.

### 8.2.1 Nadeelcompensatie uitvoeringsschade

Nadeelcompensatie voorziet in schade (nadeel) waarvoor geen planschadevergoeding en ook geen andere wettelijke schadevergoedingen gelden. Uitgangspunt is dat schade wordt gecompenseerd indien en voor zover deze niet of niet geheel ten laste van de benadeelde behoort te blijven. Het kan daarbij gaan om derving van inkomsten omdat voorzieningen langere tijd niet beschikbaar zijn.

Het verplaatsen van strandpaviljoens valt niet onder een regeling waarvoor schadevergoeding aan kan worden gevraagd. De strandpaviljoens zullen op eigen kosten van de exploitanten moeten worden verplaatst.

### 8.2.2 Niet voorziene schade tijdens aanleg

Daarnaast is het mogelijk dat er ondanks de nodige en vereiste zorgvuldigheid tijdens de uitvoering schade kan ontstaan aan in de onmiddellijke nabijheid van duin of dijk aanwezige bebouwing. Het gaat hierbij niet om nadeelcompensatie met om schade waarvoor derden, waaronder de aannemer, zijn verzekerd. Om schade aan gebouwen zo objectief mogelijk te kunnen beoordelen, wordt voor de aanvang van het werk een landmeetkundige en fotografische opname gemaakt van alle objecten die beïnvloed kunnen worden door de werkzaamheden. Direct na afloop van de werkzaamheden worden de gebouwen weer opgenomen, zodat, bij een eventuele claim, door vergelijking van beide opnamen een beeld van de schade kan worden verkregen. Een schadeclaim wordt vervolgens ingediend bij de veroorzaker.

### **8.2.3 Nadeelcompensatie kabels en leidingen**

Nadeelcompensatie als gevolg van het intrekken/wijzigen van ontheffingen in verband met kabels en leidingen en het hieruit voortvloeiende verleggen/aanpassen daarvan vindt plaats overeenkomstig de Nadeelcompensatieregeling voor het verleggen van kabels en leidingen in Rijkswaterstaatswerken (NKL 1999).

### **8.2.4 Planschade**

Van planschade is sprake indien, door wijziging of aanpassing van het geldende bestemmingsplan, dan wel door verlening van vrijstelling als bedoeld in artikel 19 van de WRO, een derde schade leidt. Op basis van de in artikel 49 WRO genoemde beginselen, kent het college van Burgemeester en Wethouders een naar billijkheid te bepalen schadevergoeding toe. Een daartoe strekkend verzoek dient bij de betrokken gemeente te worden ingediend. De gemeente hoeft dit verzoek niet te honoreren als de schade al door een andere instantie is vergoed. Indien de gemeente het bestemmingsplan moet wijzigen vanwege werken aan de primaire kering, dan kan zij de kosten van planschade laten vergoeden door het waterschap.

Planschade kan optreden indien het college van Burgemeester en Wethouders een geldend bestemmingsplan wijzigen of aanpassen (direct). De wijziging of aanpassing is het gevolg van de versterkingswerkzaamheden (indirect).

DHV B.V.

## 9 REFERENTIES

**Alkyon (2007)** - Kustmorfologie en kustveiligheid.

**Arcadis (2007)** - Passende Beoordeling Voorkeursalternatief Zwakke Schakels Zeeuwsch-Vlaanderen

**DHV (2007a)** - MER Zwakke Schakels Zeeuwsch-Vlaanderen - Hoofdrapport.

**DHV (2007b)** - MKBA Zwakke Schakels Zeeuwsch-Vlaanderen - Achtergrondrapport.

**Haskoning (2007)** - Conserverende Maatregelen Zeeuwsch-Vlaanderen, Onderzoek naar conserverende maatregelen voor voorliggende dijken. Referentie: 9S6145.A0/R0001/1040383/MJANS/Nijm

**Provincie Zeeland (2005)** - Startnotitie m.e.r. Zwakke Schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen en Waterdunen.

**Rijkswaterstaat (2002)**.- De Veiligheid van de Primaire Waterkeringen in Nederland. Achtergrondrapport

**Rijkswaterstaat (2003)** - Basiskustlijn 2001 – evaluatie ligging basiskustlijn, september 2003.

**RIKZ (1996)** - Optimalisatie basiskustlijn Zeeuwsch-Vlaanderen kustvak Cadzand, werkdocument RIKZ/AB-96.831x, mei 1996.

**RIKZ (2003)** - Weten wat te meten, Evaluatie Landelijke Fysische Monitoring, bijlagen.

**RIKZ (2007)** - Kustlijnkaart 2007

**Roelse, P. (2002)** - Water en zand in balans Evaluatie zandsuppleties na 1990; een morfologische beschouwing Rapport RIKZ/2002.003 ISBN 90-36-369-3426-5.

**Svasek (2007)** - Golf- en kruinhoogte berekeningen voor Zwakke Schakel Cadzand-Bad Rapport PvdR/1466/07492/D

**Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1995)** - Leidraad Zandige Kust

**Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1995)** - Basisrapport Zandige kust, behorende bij de Leidraad Zandige Kust, TAW, juli 1995.

**Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999)**- Leidraad Zee- en Meerdijken.

**Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (2005a)** - Beheerdersoordeel 2006.

**Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (2005b)** - Waterkeringsbeheersplan 2004-2008

DHV B.V.

**10 COLOFON**

---

Opdrachtgever	: Projectbureau Zwakke Schakels
Project	: Ontwerp Kustversterkingsplan West Zeeuwsch Vlaanderen
Dossier	: x4902-01-001
Omvang rapport	: 73 pagina's
Auteur	: Joost ter Hoeven, Kenji Tollenaar, Jasper Fiselier
Bijdrage	: Dirk van Haaren, Rijk Meerbeek, Hanco Frederikze, Joeri de Roode, Clara Spoorenberg, Philip de Rooter, Marielle Cats, Jan Cirkel, Sander Zweers, Henk Steetsel (Alkyon)
Interne controle	: Teunis Louters
Projectleider	: Hans van Maanen
Projectmanager	: Teunis Louters
Datum	: 5 december 2007
Naam/Paraaf	:

---

**DHV B.V.**

*Ruimte en Mobiliteit  
Laan 1914 nr. 35  
3818 EX Amersfoort  
Postbus 1132  
3800 BC Amersfoort  
T (033) 468 20 00  
F (033) 468 28 01  
E [info@dhv.nl](mailto:info@dhv.nl)  
[www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)*

## BIJLAGE 1 Toelichting versterkingsmaatregelen

### Inleiding

De afweging en keuze van het voorkeursalternatief voor de verschillende kustvakken heeft plaats gevonden in het MER. In deze bijlage wordt toegelicht op welke wijze de verdere uitwerking van de versterkingsmaatregelen in het kustversterkingsplan tot stand is gekomen.

Hieronder wordt eerst uitgelegd welke uitgangspunten zijn gehanteerd en daarna in welke stappen is gekomen tot de profielen voor de kustdelen. Aan het einde van deze bijlage zijn enkele indicatieve figuren van de ontwerpprofielen toegevoegd.

### Uitgangspunten

Om een dijkontwerp te kunnen maken moet er van een aantal uitgangspunten worden uitgegaan. In deze paragraaf worden deze uitgangspunten opgesomd.

- er wordt uitgegaan van de randvoorwaarden bij de teen van de dijk, zoals die in het beheerdersoordeel 2005 zijn bepaald op basis van de crashrandvoorwaarden;
- er wordt vanuit gegaan dat deze golven loodrecht op de waterkering invallen
- voor het dimensioneren van de dijkteen wordt ervan uitgegaan dat er geen erosie-remmende kleilaag aanwezig is
- voor de ruimtelijke inpassing van de versterking ten opzichte van de huidige profielen is uitgegaan van
  - o de referentielijn zoals deze in de GIS gegevens van het waterschap is aangegeven
  - o de locatie en oriëntatie van de profielen zoals aangegeven is in de GIS gegevens van het waterschap
- voor de verschillende locaties zijn de dwarsprofielen van de bestaande waterkering uit de WpToets-sheets gehaald zoals deze zijn aangeleverd door het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen;
- als zichtperiode voor het ontwerp van de dijkversterkingen is 100 jaar gehanteerd. Er is daarom gebruik gemaakt van toeslagen op de randvoorwaarden die horen bij het jaar 2100;
- conform het beheerdersoordeel is voor de toeslagen op de toetsrandvoorwaarden de onderstaande tabel gebruikt. Hierbij is voor de locaties ten westen van het Kruishoofd scenario 1 gebruikt en locaties ten oosten daarvan scenario 2.

DIJKEN			stijging gemiddeld hoogwater		stijging ontwerppeil		toename golfbelasting			
Nr	Jaar	ZZS	□HW1	□HW2	□ws1	□ws2	Hs1	Hs2	Tp	overslag
4	2100	0.60	0.05	0.10	0.65	0.70	0.33	0.35	0.00	q<=0,1

- voor de bepaling van de waterstand is uitgegaan van de toetspeilen uit de hydraulische randvoorwaarden 2001. Dit is afwijkend van de waarden in de WpToets sheets van het Waterschap Zeeuws-Vlaanderen;
- voor de bepaling van de golfbelasting bij Breskens is, conform het beheerdersoordeel, uitgegaan van de golfrandvoorwaarden in het meest oostelijke crashpunt (punt 89). Aangezien dit punt ten westen van Breskens ligt is dit een conservatieve aanname ;
- voor de berekening van de benodigde kruinhoogte is gebruik gemaakt van PC Overslag (versie 2.0, rekenregels versie 5.0).

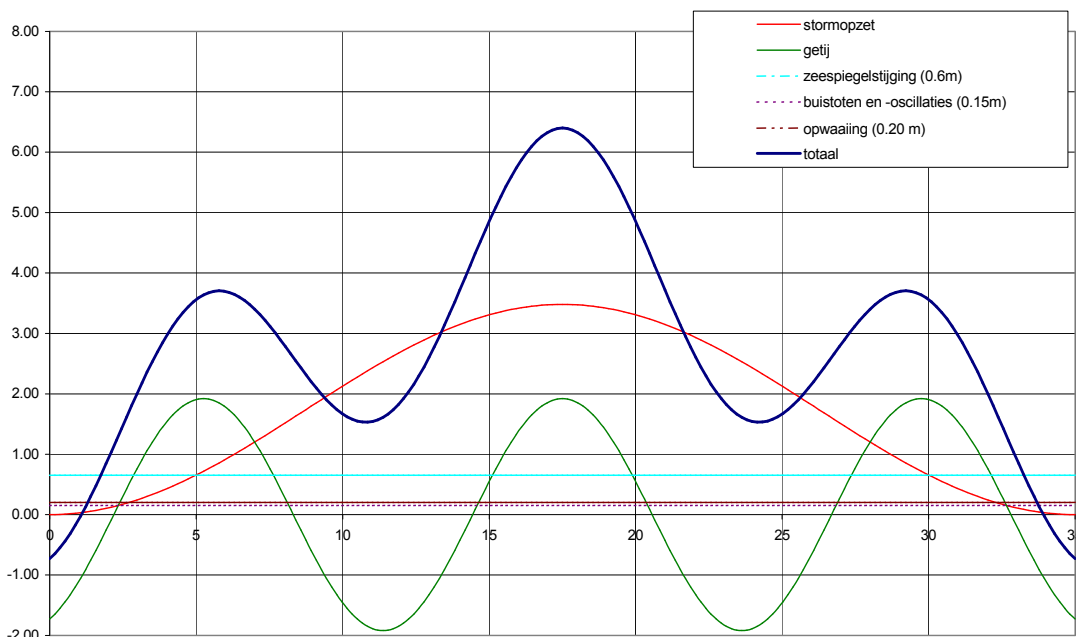
Hydraulische Belastingen

kustdeel	Eenheid	Cadzand Bad	Herdijkte Zwartepolder		Kruishoofd-Groedse duintjes		Breskens			bron
			noord	oost	landwaarts	duindeel	Veerhaven West	Veerhaven	Veerhaven Oost	
km van		82,3	79,2	78,6	75,9	73,8	69,7	68,1	67,7	
km tot		83,3	79,7	79,2	76,4	75,8	70,2	69,7	68,1	
<b>SWL</b>										
Toetspeil 2006	m tov NAP	5,05	5,10	5,10	5,15	5,15	5,25	5,25	5,30	WpToets (randvoorwaarden)
Δ waterstand	m	0,65	0,65	0,65	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	scenario beheerdersoordeel
opwaaiing	m	0,22	0,22	0,22	0,20	0,20	0,20	0,11	0,11	WpToets (hoogte toets)
buiستoten	m	0,15	0,15	0,15	0,15	0,15	0,10	0,10	0,10	WpToets (randvoorwaarden)
gebruikte waterstand	m tov NAP	6,07	6,12	6,12	6,20	6,20	6,25	6,16	6,21	
<b>Golfhoogte</b>										
crash golfhoogte	m	2,30	2,30	1,00	2,40	2,20	2,50	2,50	2,50	RIKZ
10%	m	0,23	0,23	0,10	0,24	0,22	0,25	0,25	0,25	beheerdersoordeel
Δ golfhoogte	m	0,33	0,33	0,33	0,35	0,35	0,35	0,35	0,35	scenario beheerdersoordeel
gebruikte golfhoogte	m	2,86	2,86	1,43	2,99	2,77	3,10	3,10	3,10	
<b>Golfperiode</b>										
gebruikte golfperiode	s	9,40	9,10	7,80	9,20	9,10	8,40	8,40	8,40	

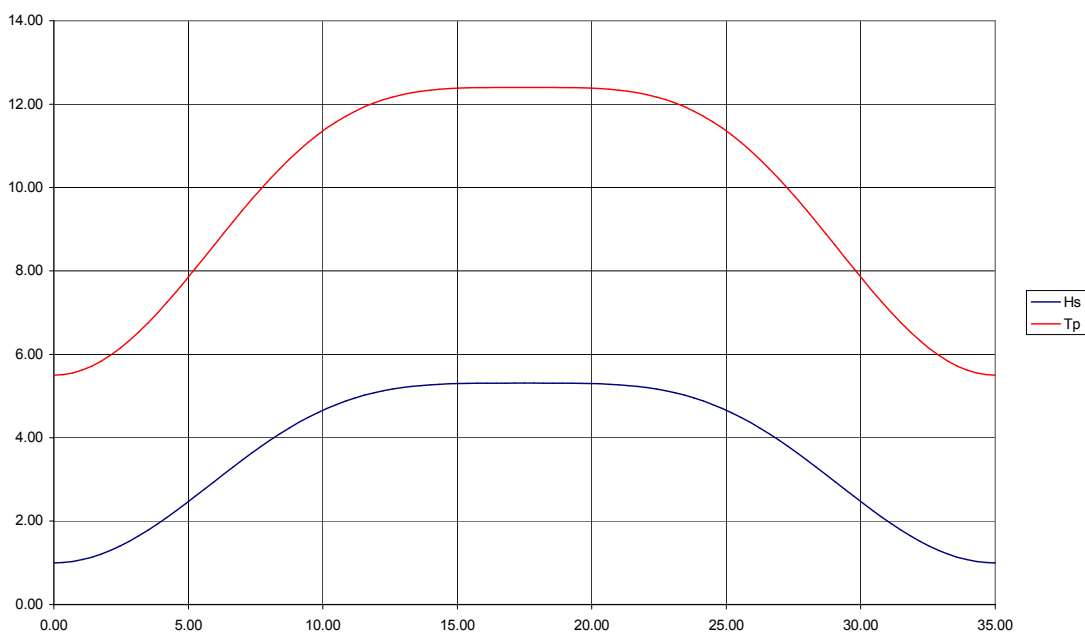
Uitgangspunten DurosTA

(ter bepaling ontgrondingskuil t.b.v. teenconstructie en aansluitingsconstructies)

- de DurosTA berekeningen zijn uitgevoerd ter ondersteuning van een ontwerp met een zichtperiode van 100 jaar;
- voor de berekeningen is gebruik gemaakt van Jarkus-metingen. Hiervoor is gebruik gemaakt van een analyse van Alkyon waarin voor elk profiel de MKL is geselecteerd die het meest met de BKL overeenkomt;
- de per locatie gehanteerde korreldiameters zijn gebaseerd op de in bijlage 2 van het beheerdersoordeel gegeven getalswaarden;
- er is uitgegaan van een stormduur van 35 uur;
- voor de bepaling van de waterstand is uitgegaan van de toetspeilen uit het hydraulische randvoorwaardenboek. Dit is afwijkend van de waarden in de WpToets sheets van het waterschap Zeeuws-Vlaanderen;
- voor de bepaling van de significante golfhoogte is uitgegaan van de waarden uit DWW-2003-040;
- voor de bepaling van de golfperiode is uitgegaan van een periode van 11,4 s, conform DWW-2003-040, met een toeslag van 0,5 s per 50 jaar. De gebruikte golfperiode voor de zichtperiode van 100 jaar is dus 12,4s;
- in DurosTA is naast de gegeven invoer in dit document gebruik gemaakt van de standaard invoerparameters;
- voor de waterstand, de significante golfhoogte en de golfperiode is uitgegaan van een verloop gedurende de maatgevende storm van 35 uur. In de onderstaande figuur is een voorbeeld van het verloop van deze waarden te zien.



verloop van de waterstand gedurende de storm



verloop van de golfrandvoorwaarden gedurende de storm

**Stappen**

Nadat de keuze voor de voorkeursalternatieven in het MER is vastgelegd, heeft per kustdeel een nadere uitwerking plaats gevonden om de noodzakelijke maatvoering te bepalen. Om hiertoe te komen zijn per kustdeel de volgende stappen gevolgd:

1. bepalen randvoorwaarden
2. principe profielen

3. keuze op basis van ruimtelijke inpassing
4. van ontwerpprofiel naar aanlegprofiel

In de volgende paragrafen worden de verschillende stappen nader uitgelegd.

### **Randvoorwaarden**

In het beheerdersoordeel 2005 is bepaald dat voor de versterking de randvoorwaarden worden bepaald op basis van de crash actie van het RIKZ, met een 10% extra toeslag op de golfhoogte. Deze randvoorwaarden zijn reeds vertaald naar de belastingen bij de teen van de dijk. Bij deze randvoorwaarden worden vervolgens nog toeslagen voor de klimaatverandering opgeteld. Tenslotte is bepaald wat per kustdeel de maatgevende belastingen zijn. Hieronder is per parameter de werkwijze toegelicht, deze werkwijze is overgenomen uit het beheerdersoordeel 2005.

#### Maatgevend hoogwaterniveau

De basis voor het maatgevend hoogwaterniveau is het toetspeil 2006. Bij deze waterstand worden toeslagen opgeteld voor de zeespiegelstijging, opwaaiing en buistoten. Het toetspeil en de toeslagen zijn afhankelijk van de locatie. Nadat de optelling van de toeslagen is per kustdeel bepaald wat de maatgevende waarde voor dat kustdeel is.

#### Golfhoogte

Voor de golfhoogte is uitgegaan van de golfhoogtes uit de crash actie van het RIKZ, met een extra toeslag van 10% om rekening te houden met de onzekere ligging van stroomgeulen voor de kust. Vervolgens zijn hier nog toeslagen bij opgeteld van het klimaatscenario uit het beheerdersoordeel 2005.

#### Golfperiode

Voor de golfperiode wordt volledig uitgegaan van de golfperiodes van de crash actie. Voor deze parameter zijn er geen toeslagen in het beheerdersoordeel gedefinieerd.

### **Principe profielen**

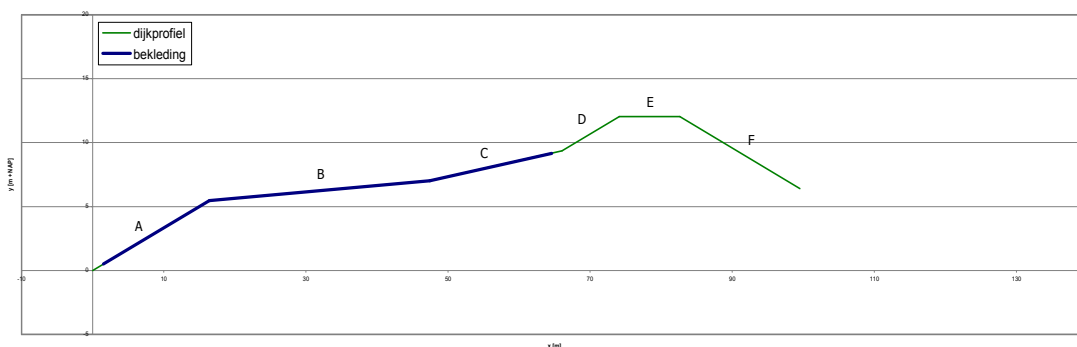
Op basis van de in de vorige stap bepaalde randvoorwaarden zijn vervolgens voor elk kustdeel twee principe profielen uitgewerkt. De daadwerkelijke profielen zijn op basis hiervan ontworpen met behulp van de lokale hydraulische belastingen. De principes worden uitgelegd in de volgende paragrafen.

#### Profiel 'dijk met berm'

Dit profiel is bepaald met behulp van een optimalisatieslag in PC Overslag. De hoogte van de dijk wordt hierbij gereduceerd door een buitenberm toe te passen. Het onderste deel van het buitentalud heeft een helling van 1:3. Daarboven ligt de berm vanaf een kwart golfhoogte onder het niveau van maatgevend hoogwater tot een kwart golfhoogte boven het maatgevend hoogwaterniveau.

De ontwerp-kruinhoogte van de dijk is zo hoog dat in PC Overslag een gemiddeld overslagdebiet van 0,1 l/s/m wordt berekend met de randvoorwaarden die gelden voor het betreffende kustdeel.

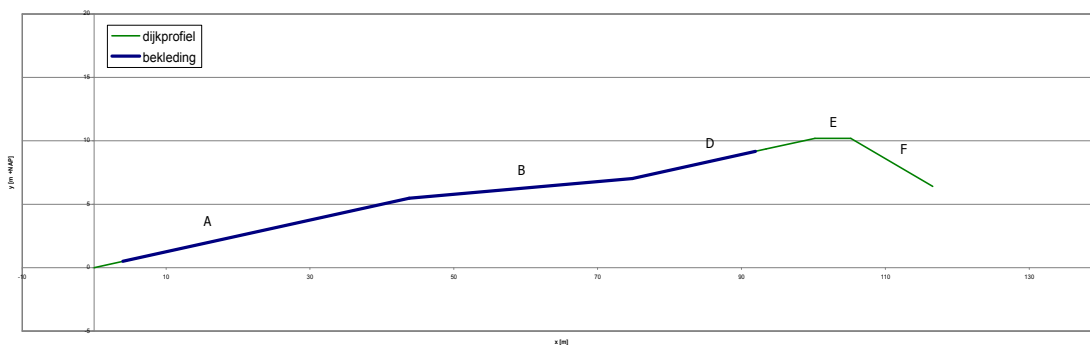
Hieronder is een overzicht van dit principe profiel gegeven:



deel	omschrijving	helling	onderzijde	bovenzijde	breedte
A	buitentalud, teen-berm	1:3	onderzijde huidig profiel <sup>7</sup>	SWL - 0,25 Hs <sup>8</sup>	
B	buitentalud, berm	1:20	SWL - 0,25 Hs <sup>2</sup>	SWL + 0,25 Hs <sup>2</sup>	
C	buitentalud, berm-bovendeel	1:8	SWL + 0,25 Hs <sup>2</sup>	SWL + 1,0 Hs <sup>2</sup>	
D	buitentalud, bovendeel	1:3	SWL + 1,0 Hs <sup>2</sup>	kruinhoogte <sup>9</sup>	
E	kruin		kruinhoogte <sup>3</sup>	kruinhoogte <sup>3</sup>	5m
F	binnentalud	1:3	onderzijde huidig profiel <sup>10</sup>	kruinhoogte <sup>3</sup>	
	bekleding		ontgrondingsdiepte <sup>11</sup>	tot 0,5 maal oploophoogte boven de berm <sup>12</sup>	

**Profiel 'vlak'**

Het idee achter dit profiel is een zo laag mogelijke dijk. De dijk heeft aan de onderzijde en aan de bovenzijde een redelijk vlak talud van 1:8. Daartussen ligt een berm met een helling van 1:20. De onderzijde van de berm ligt op een kwart golfhoogte onder het stilwaterniveau, de bovenzijde op een kwart golfhoogte boven het stilwaterniveau. De ontwerp-kruinhoogte van de dijk is zo hoog dat in PC Overslag een gemiddeld overslagdebiet van 0,1 l/s/m wordt berekend met de randvoorwaarden die gelden voor het betreffende kustdeel.



<sup>7</sup> de onderzijde van het huidige profiel is afgeleid van de WpToets sheets  
<sup>8</sup> dit is bepaald met behulp van de hydraulische randvoorwaarden  
<sup>9</sup> de benodigde kruinhoogte is berekend met behulp van PC Overslag  
<sup>10</sup> de onderzijde van het huidige profiel is afgeleid van de WpToets sheets  
<sup>11</sup> de ontgrondingsdiepte wordt bepaald met een DuroSTA berekening  
<sup>12</sup> de oploophoogte is bepaald met behulp van PC Overslag

deel	omschrijving	helling	onderzijde	bovenzijde	breedte
A	buitentalud, teen-berm	1:8	onderzijde huidig profiel <sup>1</sup>	SWL - 0,25 Hs <sup>2</sup>	
B	buitentalud, berm	1:20	SWL - 0,25 Hs <sup>2</sup>	SWL + 0,25 Hs <sup>2</sup>	
D	buitentalud, bovendeel	1:8	SWL + 1,0 Hs <sup>2</sup>	kruinhoogte <sup>3</sup>	
E	kruin		kruinhoogte <sup>3</sup>	kruinhoogte <sup>3</sup>	5m
F	binnentalud	1:3	onderzijde huidig profiel <sup>4</sup>	kruinhoogte <sup>3</sup>	
	bekleding		ontgrondingsdiepte <sup>5</sup>	tot 0,5 maal oploophoogte boven de berm <sup>6</sup>	

### Keuze op basis van ruimtelijke inpassing

#### Cadzand-Bad

In Cadzand-Bad is een kruinhoogtetekort berekend in het beheerdersoordeel. Uit een analyse blijkt echter dat een verhoging van de dijk maar beperkt nodig is wanneer de dijk wordt versterkt met een 'vlak' profiel. In verband met bebouwing achter de dijk heeft dit principe profiel de voorkeur.

#### Breskens Scheldeveste

Bij Breskens Scheldeveste ligt de dijk erg vooruitgeschoven ten opzichte van de kust hierdoor speelt de erosie van de kust hier een belangrijke rol. Daarom heeft het principe 'traditioneel' hier de voorkeur. Bij een profiel volgens dit principe zal de verbreding van de dijk kleiner zijn dan bij een 'vlak' profiel. Omdat de huizen direct achter de dijk op dit moment nagenoeg geen uitzicht over de dijk hebben, is de hogere kruinhoogte door dit principe geen probleem.

#### Breskens Oost

Bij Breskens Oost geldt, net als in Cadzand-Bad, dat een verhoging van de dijk niet noodzakelijk is wanneer er wordt versterkt volgens het principe van het 'vlak' profiel. Op deze manier wordt bijvoorbeeld het uitzicht vanuit hotel de Milliano niet belemmerd.

### Van ontwerpprofiel naar aanlegprofiel

Met behulp van de bovenstaande stappen is bepaald wat het minimale profiel is dat nodig is om te voldoen aan de veiligheidsopgave. Na verloop van tijd zal de hoogte van de dijk echter afnemen door processen als zetting, klink en bodemdaling. Om er toch voor te zorgen dat de hoogte van de dijk over 100 jaar voldoet moet het aanlegprofiel worden opgehoogd met de daling die wordt verwacht gedurende deze 100 jaar. De getalswaarde voor deze daling is overgenomen uit het beheerdersoordeel, hierin wordt met een zetting van 2 cm per 5 jaar rekening gehouden. Voor een zichtperiode van 100 jaar betekent dit dus dat er vanwege de zettingsverschijnselen een overhoogte van 0,4 meter op het ontwerpprofiel nodig is.

De inpassing van de aanleghoogte en bermbreedte kan verder nog ruimtelijk worden geoptimaliseerd door zoveel mogelijk aan te sluiten op de bestaande constructies.

## Overige aspecten

### Bekleding

Voor de kustvakken Waterdunen, Nieuwvliet en Herdijkte Zwarte Polder is door Royal Haskoning een studie uitgevoerd naar de bekleding die nodig is bij verschillende overschrijdingskansen [Royal Haskoning, 2007]. Hierin is een uitwerking gegeven voor de verschillende te gebruiken materialen voor de dijkbekleding. Bij de uitwerking van het kustversterkingplan zijn aanvullende berekeningen uitgevoerd (zie bijlage 6). Bij nadere analyse bleek wel dat de hoogte van de bovenzijde van de bekleding moest worden aangepast en dat op sommige plaatsen een zwaardere bekleding nodig is. In het kustversterkingplan is hiervoor, conform de Leidraad Zee- en Meerdijken [TAW, 1999], uitgegaan van een halve golfploophoogte boven de berm. In een detailontwerpfase kan de bekleding verder worden gedetailleerd.

### Ontgrondingsberekening

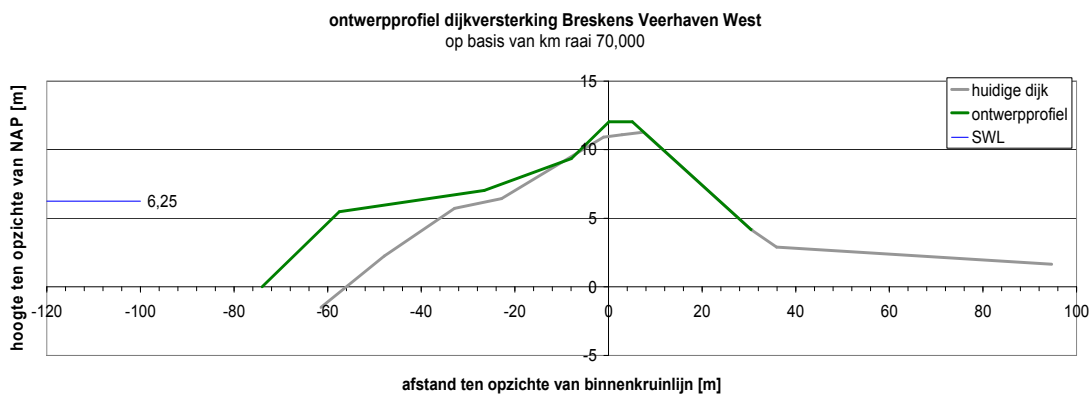
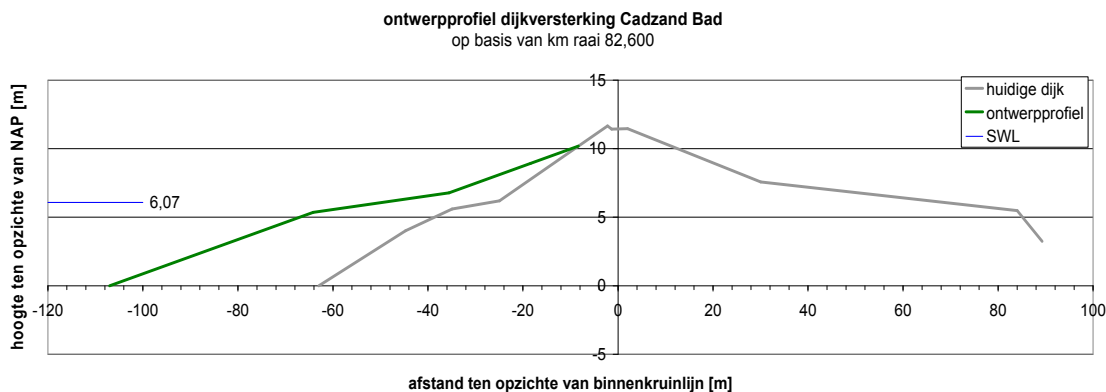
Met behulp van DurosTA is een ontgrondingsberekening uitgevoerd voor het kustvak Breskens Scheldeveste. De randvoorwaarden hiervoor zijn ontleend aan het toetsprogramma van het waterschap. Voor de zeebodem voor het dijkprofiel is hierbij uitgegaan van het Jarkus profiel behorend bij raai 1,71. Uit de berekening blijkt dat hier een extra verdediging bij de dijkteen niet nodig is.

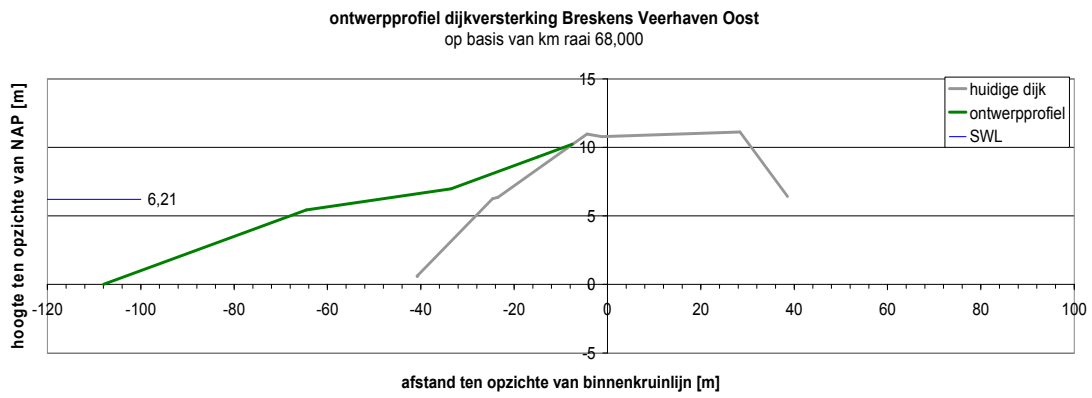
Het kustvak Breskens Scheldeveste is qua ontgroning het meest maatgevend. Daarom wordt geconcludeerd dat voor de overige kustvakken ook geen extra verdediging nodig is.

### Geotechniek

Een geotechnische beschouwing van de ontwerpen is opgenomen in bijlage 2.

## Figuren





## BIJLAGE 2 Geotechnische beschouwing versterkingsmaatregelen

### 1. INLEIDING

In het kader van de MER Zwakke schakel West Zeeuwsch-Vlaanderen wordt een ontwerp opgesteld voor de versterking van enkele onderdelen van de waterkering van dijkkring 32. De ontwerpkeuze voor het type versterkingsvariant (dijk of duin; binnen of buitenwaarts) is reeds gemaakt, waarmee de richting van het ontwerp grotendeels vast ligt. Op basis van de hydraulische randvoorwaarden behorend bij een ontwerplevensduur van 100 jaar is de hoogte van de waterkering bepaald. In een iteratief proces is hierbij tevens de hoogte en vorm van de buitenberm vastgesteld, teneinde de golfoploop zo veel mogelijk te minimaliseren. In deze bijlage zijn de resultaten opgenomen van het geotechnisch ontwerp.

Gezien de huidige stand van zaken ten aanzien van de keuze voor het ontwerp, zijn in deze fase uitsluitend de locaties Breskens (Oost, Veerplein en Scheldeveste) en Cadzand-Bad uitgewerkt.

### 2. ONTWERPUITGANGSPUNTEN

Bij het opstellen van het geotechnisch ontwerp is de uitsluitend de veiligheidsfunctie beschouwd. Als primaire eis vanuit de functie moet de dijk beschikken over voldoende waterkerend vermogen om het achterland te beschermen tegen overstromen. Bij het ontwerp is de ontwerpnorm gehanteerd behorend bij een overschrijdingsfrequentie van 1/4.000 per jaar en een ontwerplevensduur van 100 jaar.

Ten behoeve van het geotechnisch ontwerp zijn hierbij de volgende ontwerppeilen afgeleid:

locatie [geografische ligging]	metrerings [hm van-tot]	ontwerp waterstand [m tov NAP]
Cadzand-Bad	823-830	+6,05
Herdijkte Zwartepolder	784-797	+6,11
Nieuwvliet-Groede	756-764	+6,21
Breskens		
- Scheldeveste	697-702	+6,24
- Veerplein	682-696	+6,14
- Oost	677-681	+6,19

Bij het opstellen van het ontwerp is gebruik gemaakt van de volgende documenten:

- Proevenverzameling Zeeland; Ten behoeve van de toetsing van de waterkering, Geodelft, 2005. Hieruit zijn de gebiedsspecifieke sterkte-eigenschappen van de aanwezige grondlagen afgeleid.
- Toetsing op veiligheid; Eindrapportage 2005 – dijkkring 32, Zeeuwsch-Vlaanderen. Hierbij is tevens gebruik gemaakt van de bij de toetsing behorende spreadsheet met toetsinformatie per toetsspoor.

De te controleren faalmechanisme betreffen verticale en horizontale vervorming en bodemdaling, macrostabiliteit (zowel binnen- als buitenwaarts), stabiliteit van het voorland, microstabiliteit, stabiliteit bij overslag en stabiliteitsverlies door zandmeevoerende wellen.

### 3. CONTROLE PER FAALMECHANISME

De eerste schets voor het ontwerp is gebaseerd op een de benodigde hoogte, inclusief buitenberm ter verlagings van de berekende golfoploop. Hierbij is in eerste instantie uitgegaan voor een oplossing als volledige grondconstructie.

#### **verticale en horizontale vervorming en bodemdaling**

Verticale vervormingen treden op als gevolg van zetting van de ondergrond en klink van het ophoogmateriaal. Voor al deze aspecten tezamen een marge van in totaal 0,4 m aangehouden (gebaseerd op 0,02 m/ 5 jaar). Overigens wordt opgemerkt dat een groot gedeelte van deze te verwachten vervorming direct na uitvoering zal optreden, gezien de zandige opbouw van de dijk en ondergrond. Horizontale vervormingen treden op bij dikke en slappe klei- en veenpakketten in, onder en naast de dijk. Met het optreden van dit verschijnsel is in het ontwerp geen rekening gehouden, op basis van het ontbreken van dergelijke lagen in het onderzoeksgebied.

In totaal is derhalve in het ontwerp ter plaatse van de kruin rekening gehouden met een aanleghoogte van 0,4 m bovenop de berekende dijktafelhoogte.

#### **macrostabiliteit binnenwaarts**

Ter plaatse van de locaties Herdijkte Zwartepolder en Nieuwvliet – Groede wordt gekozen voor de aanleg van een duin, hier zijn derhalve geen stabiliteitsberekeningen uitgevoerd.

Ter plaatse van Cadzand-Bad, Breskens Oost en Breskens Scheldeveste is uitgegaan van een buitenwaartse versterking. In de huidige situatie is de binnenwaartse stabiliteit voldoende getoetst. In de binnentoe van de dijk is een drainageconstructie aanwezig. Alhoewel de ontwerp-buitenwaterstand ten opzichte van het gehanteerde toetspeil ruim 1,0 m stijgt, neemt ook de totale breedte van de kering toe. Het effect hiervan op de freatische lijn, tevens rekening houdend met de aanwezigheid van de drainageconstructie, is nihil verondersteld. Geconcludeerd mag worden dat de situatie ten aanzien van de macrostabiliteit binnenwaarts niet wijzigt, zodat de beoordeling op dit faalmechanisme voldoende is.

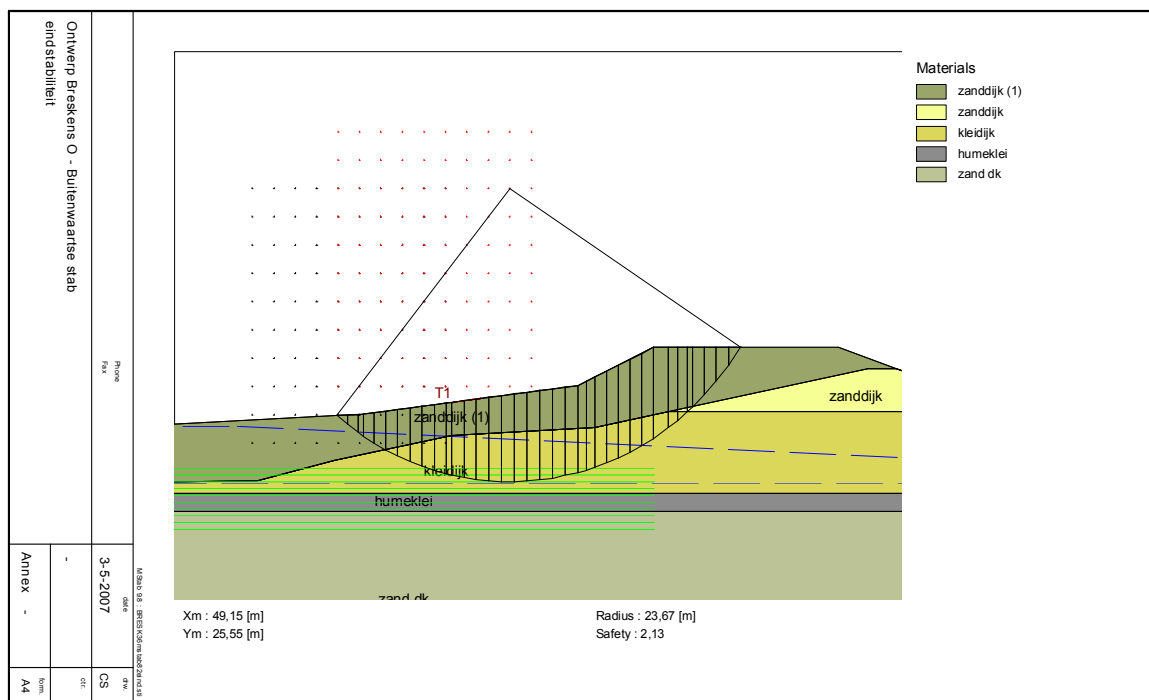
locatie [geografische ligging]	metreering [hm van-tot]	macrostabiliteit binnenwaarts
Cadzand-Bad	823-830	stabiliteit voldoende
Herdijkte Zwartepolder	784-797	Duinoplossing
Nieuwvliet-Groede	756-764	Duinoplossing
Breskens		
- Scheldeveste	697-702	stabiliteit voldoende
- Veerplein	682-696	stabiliteit voldoende
- Oost	677-681	stabiliteit voldoende

#### **macrostabiliteit buitenwaarts**

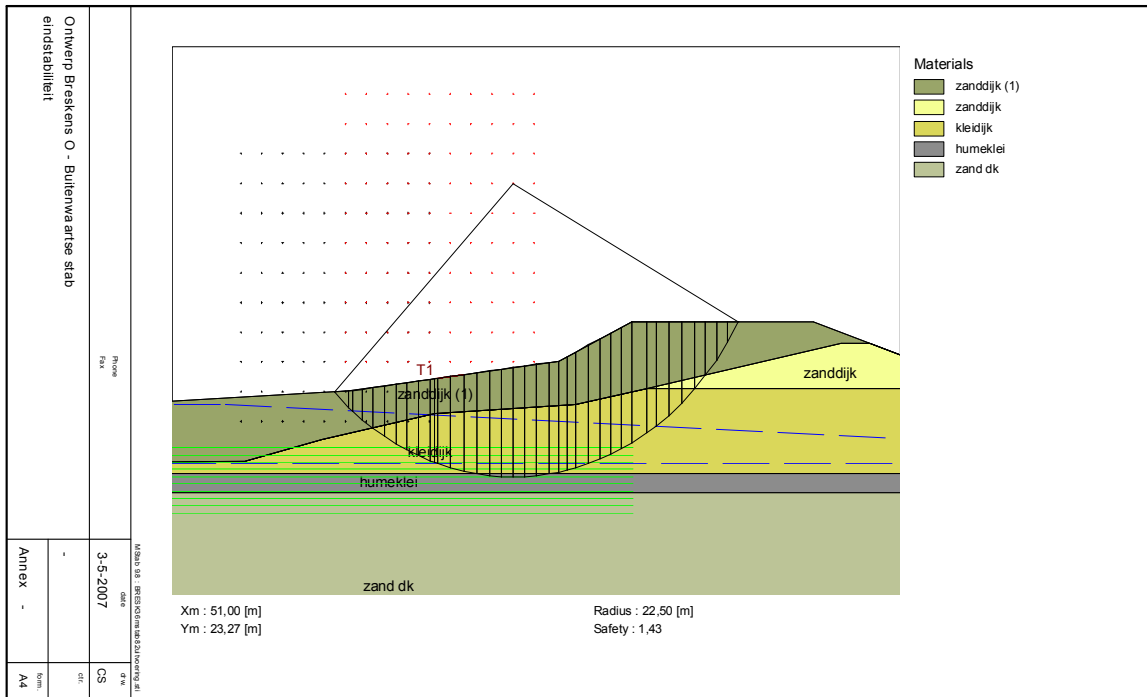
Om dezelfde redenen als aangegeven in het voorgaande spoor, is uitsluitend de stabiliteit buitenwaarts gecontroleerd ter plaatse van Cadzand-Bad, Breskens Oost en Breskens Scheldeveste. In het onderstaande overzicht zijn de resultaten van het faalmechanisme macrostabiliteit buitenwaarts opgenomen. In figuur 1 en 2 zijn de berekeningsresultaten opgenomen voor Breskens van respectievelijk de eind- en de uitvoeringsstabiliteit (bij een aanpassingspercentage van de ondergrond van 10%). De berekende stabiliteitsfactor bedraagt 2,13 (eindstabiliteit) en 1,43 (uitvoeringsstabiliteit).

locatie [geografische ligging]	metreering [hm van-tot]	macrostabiliteit buitenwaarts
Cadzand-Bad	823-830	stabiliteit voldoende
Herdijkte Zwartepolder	784-797	duinoplossing
Nieuwvliet-Groede	756-764	duinoplossing
Breskens		
- Scheldeveste	697-702	stabiliteit voldoende – zie figuur 1 en 2
- Veerplein	682-696	stabiliteit voldoende
- Oost	677-681	stabiliteit voldoende – zie figuur 1 en 2

figuur 1 Macrostabiliteit buitenwaarts - Breskens Oost en Breskens Scheldeveste – eindstabiliteit



figuur 2 Macrostabiliteit buitenwaarts - Breskens Oost en Breskens Scheldeveste – uitvoeringsstabiliteit



**stabiliteit van het voorland**

De te versterken locaties maken geen deel uit van de verwekingsgevoelige trajecten in de Delta van de Ooster- en de Westerschelde. De score van de laatste toetsing is dan ook van alle locaties voldoende. Dit beoordelingsspoor is in het huidige ontwerp stadium niet nader bekeken. Enige aandachtspunt bij dit mechanisme is dat bij een buitenwaartse versterking de afstand tot eventueel in het voorland aanwezige geulen korten zal worden. Wel schuift in veel gevallen de vooroever ter plaatse van de versterking mee in zeewaartse richting, zodat de stabiliteit van het voorland in principe niet vermindert.

**microstabiliteit**

In het gehele tracé van dijkring 32 is een drainageconstructie aanwezig in de binnenteen van dijklichamen. Hiermee is de microstabiliteit van de grondconstructies te allen tijden gewaarborgd. Ter plaatse van Cadzand-Bad, Breskens Oost en Breskens Scheldeveste blijft de locatie van de binnenteen ongewijzigd. De microstabiliteit van het ontwerp is hier dan ook voldoende. Voor de overige locaties geldt dat indien er van uit wordt gegaan dat bij een binnenwaartse verplaatsing van het profiel opnieuw een dergelijke constructie wordt aangebracht, de veiligheid tegen het optreden van micro-instabiliteit eveneens voldoende is.

**stabiliteit bij overslag**

Het dijkontwerp is gebaseerd op een overslagdebiet  $<0,1$  l/m/s, zodat zowel de kruin als het binnentalud niet op overslaand water gedimensioneerd hoeven te worden. Het ontwerp voldoet derhalve aan dit faalmechanisme.

**stabiliteitsverlies door zandmeevoerende wellen.**

Stabiliteitsverlies door het optreden van zandmeevoerende wellen wordt ter plaatse van de ontwerplocaties niet waarschijnlijk geacht. Veel profielen betreffen een zand op zand constructie, zodat dit mechanisme niet van toepassing is. Voorts bedraagt de breedte van de dijk veelal een veelvoud van de benodigde lengte teneinde piping te voorkomen. Met een zate van ruim 100 m bedraagt het maximale verval minimaal 5,5 m (conservatief berekend). Dit is ruim tweemaal zoveel als het werkelijk optredend verval. Het ontwerp voldoet aan de veiligheid tegen het optreden van dit faalmechanisme.

**4. CONCLUSIES**

Het ontwerp van de waterkering voldoet op alle beoordeelde faalmechanismen.

In het onderstaande overzicht is een samenvatting van de resultaten opgenomen:

locatie [geografische ligging]	metreering [hm van-tot]	HT	STBI	STBU	STVL	STMI	STPH
Cadzand-Bad	823-830	0,5 m	v	v	v	v	v
Herdijkte Zwartepolder	784-797	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	nvt
Nieuwvliet-Groede	756-764	nvt	Nvt	Nvt	Nvt	Nvt	nvt
Breskens							
- Scheldeveste	697-702	0,5 m	v	v	v	v	v
- Veerplein	682-696	0,5 m	v	v	v	v	v
- Oost	677-681	0,5 m	v	v	v	v	v

Nvt – niet van toepassing aangezien op het betreffende traject gekozen is voor een duinoplossing

v - voldoende

DHV B.V.

## BIJLAGE 3      Uitwerking Gemaal Cadzand

### Beschrijving uitwerking waterkering rond gemaal



Het gemaal is in 1955 gebouwd ter vervanging de vroegere uitwateringssluis en de constructie bestaat uit twee maalkokers in de waterkering, die ieder voorzien zijn van de volgende keermiddelen:

- Terugslagklep direct na de pomp
- Twee sets puntdeuren
- Noodschuif in de kruin van de dijk

Onder normale omstandigheden is de schuif bij eb open en bij vloed gesloten. De bediening van de schuif gebeurt automatisch. Voor deze bediening is een noodaggregaat beschikbaar. De schuif kan ook nog handmatig worden bediend. De terugslagkleppen openen door de waterdruk en sluiten op zwaartekracht, de puntdeuren worden door de waterdruk geopend en gesloten.

De fundering (onderheide vloer) van de vroegere uitwateringssluis is nog aanwezig in het bestaande afvoerkanaal aan de zeezijde van het gemaal.

De primaire functie van het gemaal is waterbeheersing. Naast het verpompen van boezemwater heeft het gemaal tevens de mogelijkheid onder vrij verval te lozen. Omdat het gemaal is opgenomen in de primaire zeewaterkering heeft het gemaal natuurlijk ook een hoogwaterkerende functie.

Bij hoge buitenwaterstanden wordt het waterbezwaar verpompt (circa 100 keer per jaar), bij lage buitenwaterstanden kan het gemaal onder vrij verval lozen (vrijwel dagelijks).

De kerende hoogte van het kunstwerk wordt bepaald door de hoogte van de schuivenschacht in de kruin van de dijk en bedraagt 8,50 m+NAP.

De uitstroomopening van het gemaal is beschermt gelegen in de kruin van de waterkering en mondt uit in een afvoerkanaal naar zee. Het afvoerkanaal is voorzien van strekdammen van basaltzetwerk, het strandhoofd 32 en de Oostdam. Deze dammen voorkomen verzanding van het kanaal en erosie van de zandige kust en beschermen de uitstroomopening tegen golfwerking. Het basaltwerk van de dammen sluit via overgangsconstructies aan op de duinkust aan weerszijden van het gemaal.

De hoogte van deze dammen is circa 4,5 m+NAP bij de aansluiting op de waterkering naast het gemaal.

### Veiligheidsprobleem

Bij gebruik van dezelfde hydraulische randvoorwaarden als voor de dijkvakken is de kruinhoogte van de dijk direct naast de sluis over 100 jaar 4 m te laag. Op dit moment voldoet de hoogte ook niet aan de eisen met een hoogtetekort van 2,5 m.

### Beschouwing golfreducerende werking strekdammen

De invloed van de havendammen kan verdisconteerd worden in de hydraulische randvoorwaarden bij de sluis. De beklede havendammen zullen dan zorgen voor een golfreductie. Voorwaarde voor deze golfreducerende werking is dat de dammen ook tijdens maatgevende stormcondities blijven functioneren, daarnaast dient het onderhoudsregime te worden afgestemd op deze functie.

Voor het bepalen van de golfreducerende werking en de benodigde maatvoering van de bekleding is uit gegaan van door het waterschap ter beschikking gestelde gegevens. Gegevens zijn gebruikt voor de doorsneden zoals weergegeven in onderstaande figuur.

Om een indruk te krijgen van de benodigde bekleding wordt de bestaande bekleding op hoofdlijnen getoetst volgens het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV).



Figuur 1 – Plaats van de gebruikte doorsneden, bron: op basis van tekeningen en dwarsprofielen verstrekt door afd. waterkeringen van waterschap Zeeuws-Vlaanderen

Hierin worden onderscheiden (gespecificeerde tekeningen zijn te vinden in de bijlagen):

De westdam: de gele doorsnede, op basis van Combinatie gemaal - uitwateringssluis te Cadzand 1956

De oostdam en dijk: de oranje doorsnede, op basis van profiel 2 van Kievitte-Oost 1987

De sluis en strand: de groene, blauwe en rode doorsneden op basis van Kievitte-West 1979 en Zwinmond 1990

### Gegevens

Voor de beoordeling gaan we uit van de gegevens volgens RWS-notitie DWV-2003-040. De volgende gegevens zijn van toepassing op de situatie voor de strekdam bij Cadzand:

- Een golfhoogte  $H_s$  van 2,86 m (incl. 10% toeslag wegens de onzekere ligging van het voorland en een toeslag wegens de verwachte klimaatverandering)
- Een golfperiode  $T_p$  van 9,4 sec.
- $h_w$  is 6,07 m (incl. klimaatverandering, opwaaiing en buistoten)
- Een aangenomen taludhelling van 1:4
- Deze gegevens resulteren in een brekerparameter  $\xi_{0p}$  van 1,74
- Een relatieve dichtheid  $\Delta$  van  $((2900-1030)/1030)=1,81$

### Golfoploop

De benodigde kruinhoogte wordt hier bepaald aan de hand van de volgende vereenvoudigde formule (de Delftse methode):

$$h_k = h_w + z_{2\%}$$

$$z_{2\%} = 8H_s \tan \alpha$$

Met het huidige talud naast de sluis van 1:3,6 wordt (in 2100) de benodigde hoogte 12,42 m +NAP, er is echter maar een hoogte van 8,50 +NAP beschikbaar. In het kader van de huidige kruinhoogte mag er een maximale golfhoogte voor de teen van de dijk naast de sluis bestaan van slechts 1,09 m. De golfhoogte  $H_s$  van 2,86 m voor de kust wordt beïnvloed door de voorliggende westdam, die dus een golfreductie moet bereiken van 72%.

De westdam kan in dit geval gemodelleerd worden als een (onderwater)golfbreker met een 'vrije hoogte'  $R_c$ , de afstand tussen de kruin en de waterstand onder de maatgevende omstandigheden. Volgens d'Angremond et al. (1996) kan de transmissiecoëfficiënt van een doorlatende (onderwater)golfbreker bepaald worden door de volgende vergelijkingen:

$$K_t = a \frac{R_c}{H_s} + b$$

$$a = -0.4$$

$$b = 0.64 \left( \frac{B}{H_s} \right)^{-0.31} (1 - e^{-0.5\xi_{0p}})$$

Hierin is  $K_t$  de verhouding tussen de inkomende golf en de golf na de reducerende werking van de voorliggende westdam. Aan de hand van deze vergelijkingen kan de benodigde vrije hoogte  $R_c$  van de westdam bepaald worden. Deze hoogte is afhankelijk van de breedte, en de hoogte van de dam is bij een aangenomen breedte van 6 m, 5.50 m +NAP (door de breedte anders te kiezen kan men een andere hoogte aanhouden, zoals 5.28 m +NAP (8 m breed) of 5.07 m +NAP (12 m breed)). Deze hoogte is een conservatieve benadering omdat door de kleikern van de dam niet dezelfde doorlatendheid van toepassing is als voor golfbrekers bestaande uit steenslag, de golftransmissie zal in werkelijkheid dus kleiner zijn.

### Globale beoordeling van de bekleding

De steenbekleding zal aan de hydraulische eisen tijdens maatgevende stormcondities moeten voldoen, onderstaand volgt een beoordeling van de bekleding en indien nodig een indicatie van de benodigde versterking.

Beoordeling van de steenbekleding dient plaats te vinden op de volgende aspecten:

- Toplaaginstabiliteit onder golfaanval (ZTG)
- Toplaaginstabiliteit onder langsstroming (ZTS) niet relevant voor deze situatie
- Afschuiving (ZAF)
- Materiaaltransport vanuit de ondergrond (ZMO)
- Materiaaltransport vanuit granulaire laag (ZMG)

**ZTG:** Beoordeling volgt het schema van 8-2.4 van het VTV.

#### Dam

- stap 1: Goed gedrag? ja;
  - stap 2: Black Box grafieken;
- (Bij de beoordeling is uitgegaan van het huidige dwarsprofiel met een steenzetting (basaltzuilen) op een granulaire laag (filterlaag).

Om een beoordeling 'goed' te krijgen moet de laagdikte  $D$  volgens het VTV groter dan of gelijk zijn aan 680 mm. Hieraan wordt vooralsnog niet voldaan. Omdat de laagdikte  $D$  in de huidige situatie groter is dan 350 mm krijgt de toplaaginstabiliteit van de westdam de beoordeling 'twijfelachtig'. De formule volgens VTV is:

$$12,0\xi_{0p}^{-1,5} + 1,5\xi_{0p} - 3,12 > H_s / \Delta D > 11,0\xi_{0p}^{-4} + 0,03\xi_{0p} + 1,25$$

Om vast te stellen of de toplaag onder deze condities nog stabiel is moet er nu een analytische methode gebruikt worden met behulp van het programma ANAMOS. Volgens deze methode is de stabiliteit van de steenbekleding in de huidige situatie niet te garanderen.

In de praktijk is het niet mogelijk om betonzuilen toe te passen met een hoogte van 680 mm, het ligt derhalve voor de hand om te kiezen voor een bekleding van gepenetreerde breuksteen. De Oostdam wordt echter ook gebruikt als botenhelling, daarnaast wordt vanuit het beheer vereist dat de kruin van het strandhoofd bereikbaar/begaanbaar moet zijn.

Bij een bekleding van vol en zat gepenetreerde breuksteen is het goed mogelijk de bovenzijde met asfalt vlak te maken. Zo nodig kan hier puur voor de begaanbaarheid nog een slijtlaag op worden aangebracht.

#### Dijk

De bekleding op de oostdam en de dijk direct naast de sluis heeft te maken met een golfhoogte van 1,09 m. Met de taludhelling van 1:3,6 resulteert dit in een  $\xi_{0p}$  van 3,12.

- Stap 1: Goed gedrag? Ja
- Stap 2: Black box grafieken;

Om een beoordeling 'goed' te krijgen moet de basaltsteenlaag volgens de eerder gebruikte formule een dikte hebben van 410 mm. Hier wordt net niet aan voldaan, de bekleding krijgt daarom de beoordeling 'twijfelachtig' en zal ook met ANAMOS berekend moeten worden. Volgens ANAMOS is ook voor deze bekleding onder de gegeven extreme omstandigheden de stabiliteit niet te garanderen.

Geconcludeerd wordt dat ook met de golfreducerende werking van de strekdammen de bekleding van het de dijk naast het gemaal verbeterd dient te worden. Het toepassen van betonzuilen van 500 mm volstaat hier.

**ZTS:** Niet van toepassing

**ZAF:** beoordelingsschema volgens figuur 8-2.13 van het VTV

#### Dam en Dijk

Afschuiving volgt het beoordelingsschema volgens figuur 8-2.13 van het VTV. In deze beoordeling wordt nagegaan of de bekleding voldoende dikte heeft, hierbij wordt het hele pakket van top laag, filterlaag en aanwezige kleilaag samen meegenomen. In lijn met de beoordeling van overige delen van de waterkering wordt aangenomen dat de eerder waargenomen kleilaagdikte van 1,2 m ook hier onder de bekleding aanwezig is.

Stap 1: Eenvoudige toetsing; Omdat bij zowel de dam als de dijk de bekleding (inclusief granulaire laag) direct op een kleikern ligt kan direct de eindscore 'goed' worden ingevuld.

**ZMO:** De beoordeling volgt het schema van 8-2.16 van VTV.

#### Dam en Dijk

- Stap 1: Goed gedrag? Ja

Het is niet waarschijnlijk dat de dam de hydraulische belastingen onder de maatgevende condities al meerdere malen heeft doorstaan, waardoor verdere toetsing nodig is. Als er geen verzakkingen worden geconstateerd kan voor de normale condities de beoordeling 'goed' worden gegeven, we gaan er hier van uit dat ook onder de maatgevende condities de beoordeling van materiaaltransport 'goed' is.

**ZMG:** De beoordeling volgt het schema 8-2.18 van VTV.

#### Dam en Dijk

- Stap 1: Goed gedrag? Ja

De beoordeling is hetzelfde als die bij de ZMO.

#### **Aanbevelingen**

Door het versterken van de aanwezige dammen kan de waterkering naast het gemaal aan de toekomstige eisen voor primaire waterkeringen voldoen aan de vereiste hoogte. Op deze manier wordt voorkomen dat de dijk moet worden verhoogd, en kan met geringe maatregelen voldoende veiligheid verkregen worden. De westelijke strekdam zal met ongeveer een meter moeten worden verhoogd (afhankelijk van de breedte), daarnaast zal gebruikt gemaakt moeten worden van een bekleding van gepenetreerde breuksteen als top laag om stabiliteit te kunnen garanderen. Een uitvoering in betonzuilen is niet mogelijk vanwege de minimaal benodigde maatvoering van ca 680 mm. De berekende hoogte van de dam is erg conservatief door het gebruik van ruwe methoden, en zal in een vervolgfase in meer detail bekeken kunnen worden.

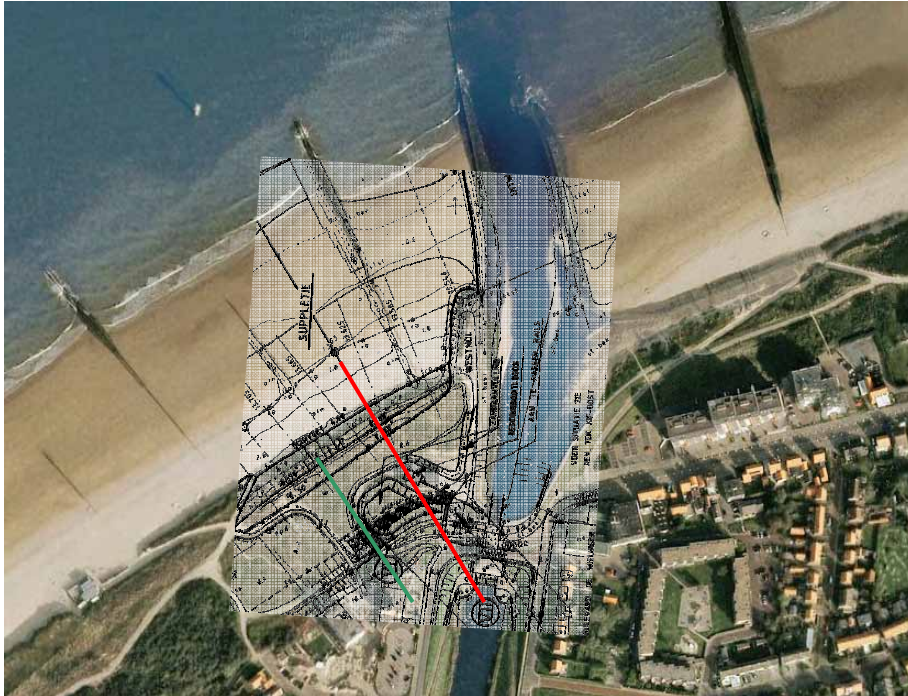
Het oppervlak van de aan te passen dammen is gelijk aan 6150 m<sup>2</sup>. De keuze voor de taludhelling speelt hierin een dominante rol, aangenomen is een taludhelling van 1:4. De beste keuze is hoogstwaarschijnlijk

**DHV B.V.**

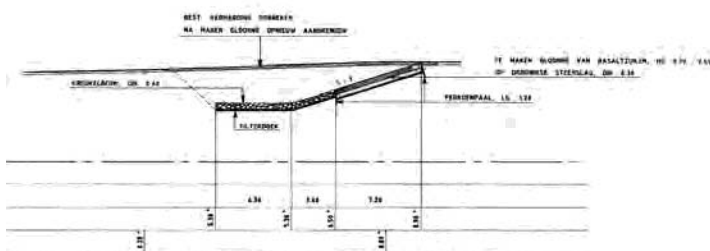
om de basaltzuilen van de bestaande dam te verwijderen en de dam op te hogen met kernmateriaal en vervolgens te bekleden met gepenetreerde breuksteen.

Hoewel de waterkering naast het gemaal niet verhoogt hoeft te worden is het wel noodzakelijk om de bekleding op dit traject te verbeteren.

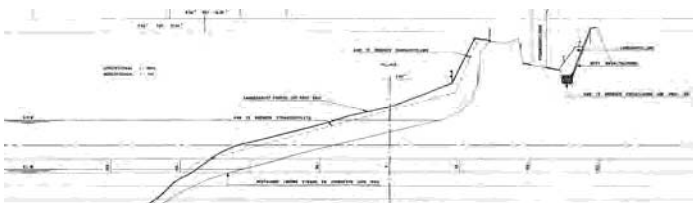
Gehanteerde informatie mbt profielen



Figuur 2- Cadzand Bad met daarin geprojecteerd Zwinmond 1990

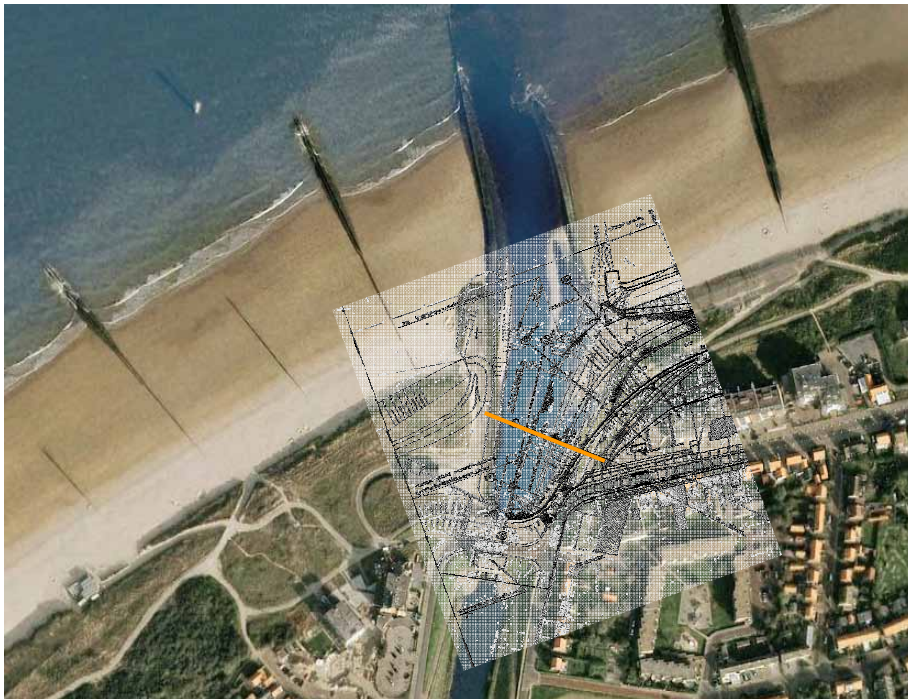


Doorsnede II (groen); bron: Profiel VI van Zwinmond 1990



Doorsnede III (rood); bron: Profiel VII van Zwinmond 1990

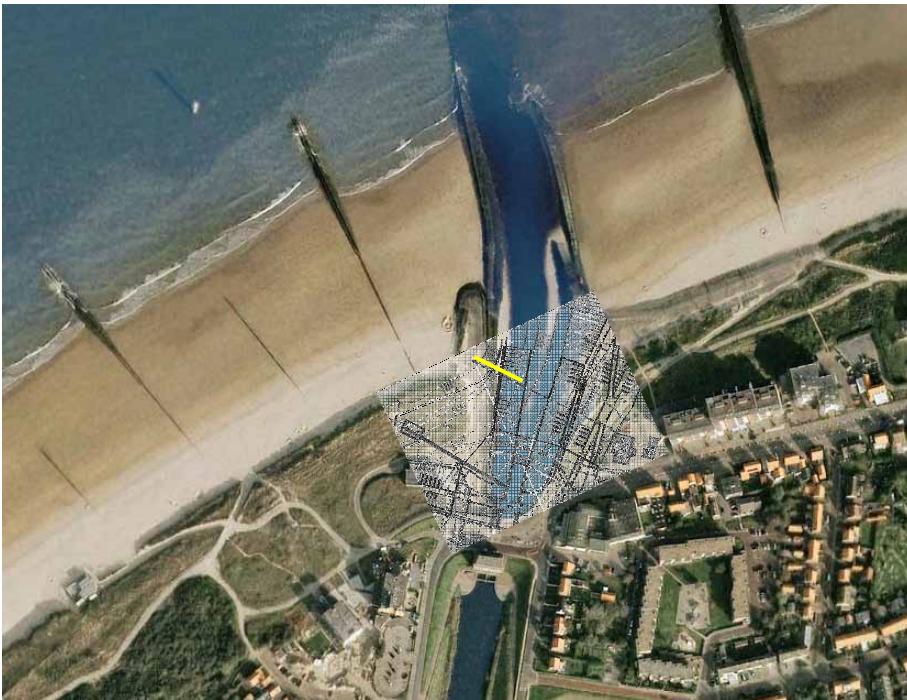




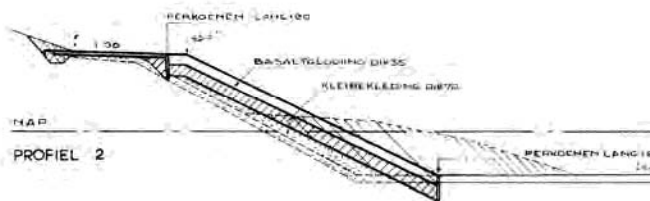
Figuur 4 – Cadzand Bad met daarin geprojecteerd Kievitte Oost 1987



Doorsnede IV (oranje); bron: profiel 2 van Kievitte Oost 1987

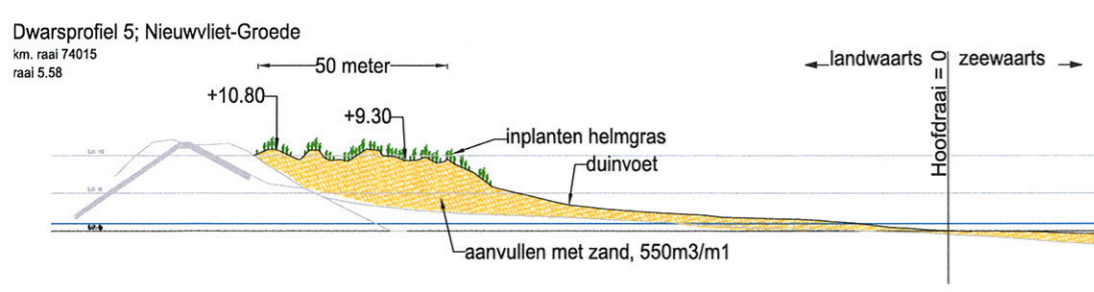
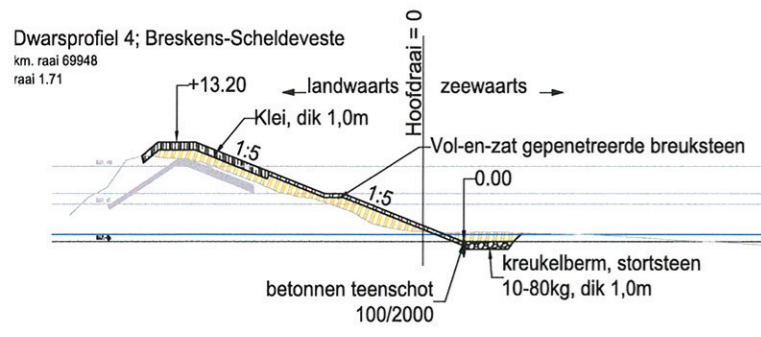
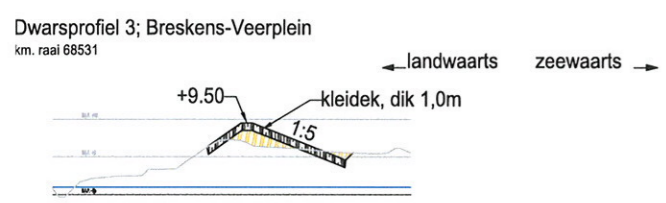
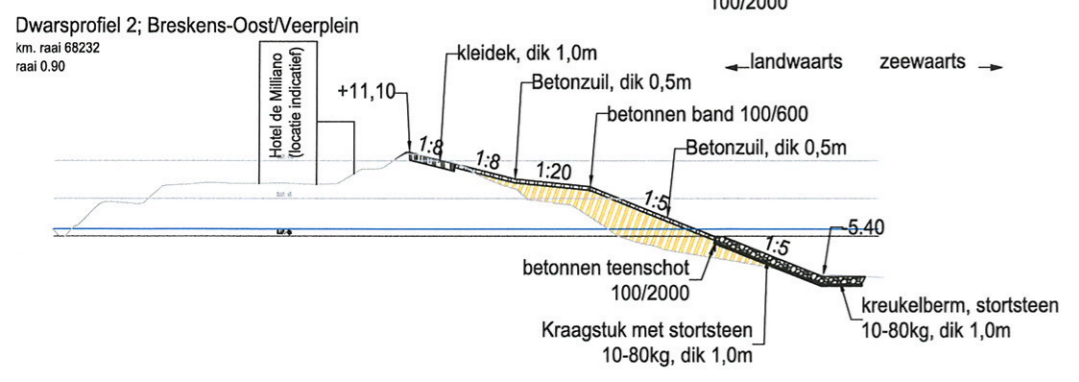
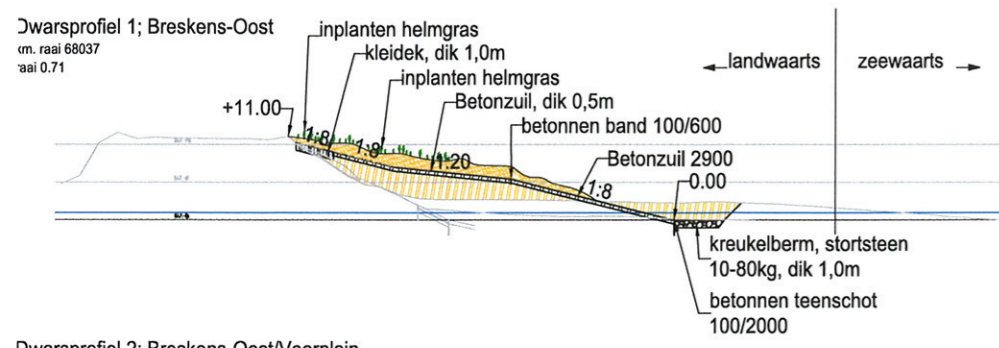


Figuur 5 – Cadzand bad met daarin geprojecteerd Combinatie gemaal - uitwateringsluis te Cadzand 1956



Doorsnede V (geel); bron: Combinatie gemaal - uitwateringsluis te Cadzand 1956

**BIJLAGE 4      Technische ontwerpprofielen**

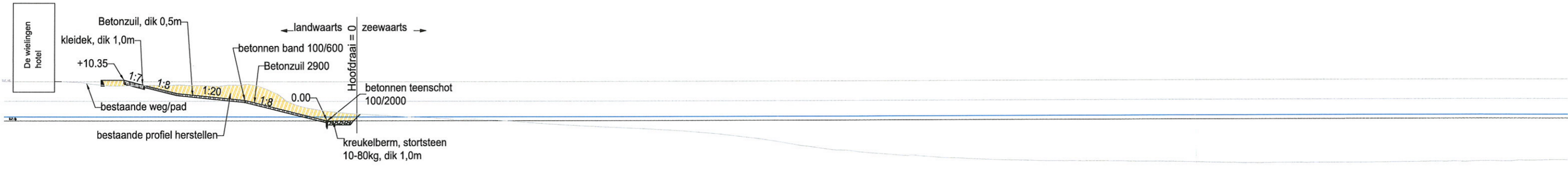


Diverse wijzigingen				HFr	13-12-07 F
Diverse wijzigingen				HFr	28-11-07 E
Diverse wijzigingen				HFr	21-11-07 D
Diverse wijzigingen				HFr	06-11-07 C
				JdR	03.10.07 B
omschrijving wijziging			aut	con	tek
constructieontwerper	K. Tollenaar	eerste uitgave	4 mei 2007	HFr	04-05-07
documentsstatus:	<input checked="" type="checkbox"/> informatief	<input type="checkbox"/> concept	<input type="checkbox"/> actief		
<b>Versterking zwakke schakels - Zeeuws-Vlaanderen</b>					
Projectbureau Zwakke Schakels			Ontwerp-versterkingsplan		
			Dwarsprofiel 1,2,3,4 en 5		
DHV		pallen in m t.o.v. N.A.P.		formaat	
DHV BV.		māten in m		A1	
Waterbouw & Geotechniek Amersfoort		schaal (H):1:1000 - (V):1:500		dossiernummer	
		X4902-01.001		tekeningsnummer	
				X4902-01	
				versie	
				F	

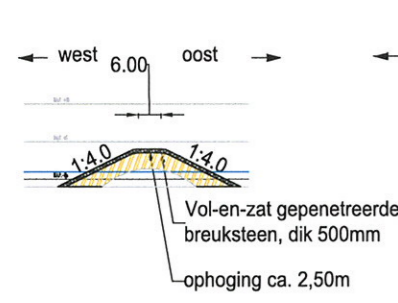
Dwarsprofiel 12; Cadzand-Bad  
 km. raai 82600  
 raai 13.18



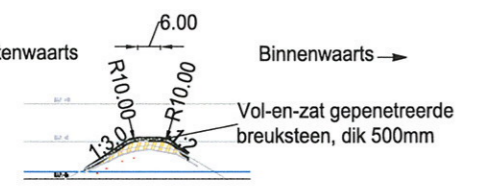
Dwarsprofiel 13; Cadzand  
 km. raai 83133  
 raai 13.72



Dwarsprofiel 11; Stredam

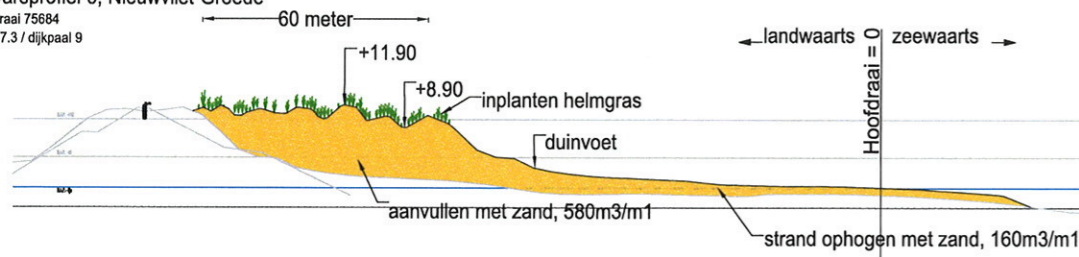


Dwarsprofiel 14; Westelijke Stredam havenmonding  
 (oostelijke dam gespiegeld aan westelijke)

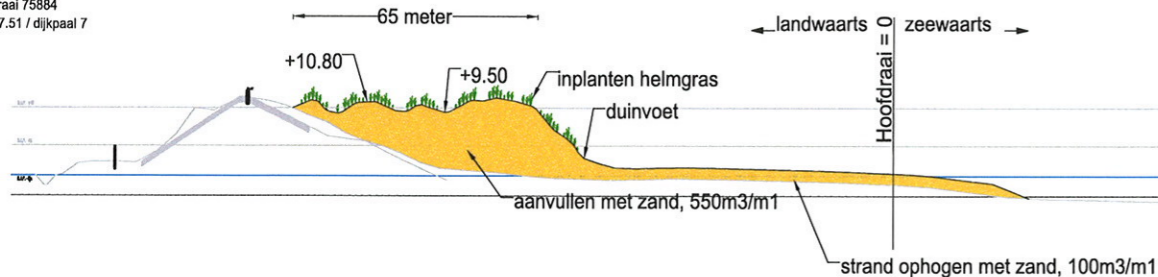


Diverse wijzigingen					HFr	13-12-07	F	
Profiel 12 aangepast					HFr	27-11-07	E	
Diverse wijzigingen					HFr	21-11-07	D	
Diverse wijzigingen					HFr	06-11-07	C	
					JdR	03.10.07	B	
omschrijving wijziging					aut	con	tek	datum
constructieontwerper	K. Tollenaar	eerste uitgave	4 mei 2007		HFr			04-05-07
documentstatus:	<input checked="" type="checkbox"/> informatief <input type="checkbox"/> concept <input type="checkbox"/> actief							
<b>Versterking zwakke schakels - Zeeuws-Vlaanderen</b>								
Projectbureau Zwakke Schakels				Ontwerp-versterkingsplan Dwarsprofielen 11,12,13 en 14				
				DHV BV. Waterbouw & Geotechniek Amersfoort				
polen in m t.o.v. N.A.P. maten in m schaal (H):1:1000 - (V):1:500		formaat <b>A1</b>		tekeningnummer <b>X4902-03</b>		versie <b>F</b>		
dossiernummer <b>X4902-01.001</b>								

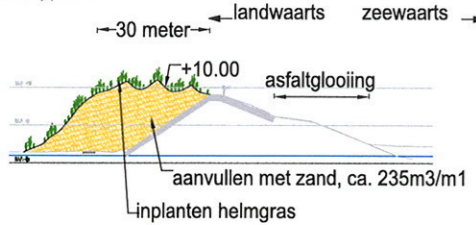
Dwarsprofiel 6; Nieuwvliet-Groede  
 km. raai 75684  
 raai 7.3 / dijkpaal 9



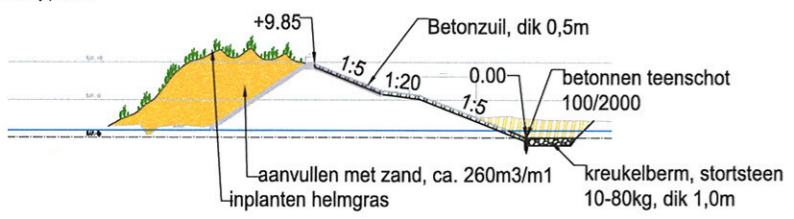
Dwarsprofiel 7; Nieuwvliet-Groede  
 km. raai 75884  
 raai 7.51 / dijkpaal 7



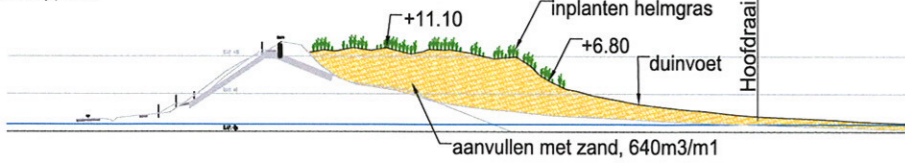
Dwarsprofiel 8; Herdijkte zwarte polder  
 km. raai 78900  
 raai 9.62 / dijkpaal 8-9



Dwarsprofiel 9; Herdijkte zwarte polder  
 km. raai 79100  
 raai 9.79 / dijkpaal 6-7



Dwarsprofiel 10; Herdijkte zwarte polder  
 km. raai 79700  
 raai 10.32 / dijkpaal 0-1



Diverse wijzigingen				HFr	13-12-07	F	
Diverse wijzigingen				HFr	28-11-07	E	
Diverse wijzigingen				HFr	21-11-07	D	
Diverse wijzigingen				HFr	06-11-07	C	
				JdR	03.10.07	B	
omschrijving wijziging				aut	con	tek	datum
constructieontwerper	K. Tollenaar	eerste uitgave	4 mei 2007				
documentstatus:	<input checked="" type="checkbox"/> informatief	<input type="checkbox"/> concept	<input type="checkbox"/> actief				

**Versterking zwakke schakels - Zeeuws-Vlaanderen**

Projectbureau Zwakke Schakels

**Ontwerp-versterkingsplan**  
**Dwarsprofielen 6,7,8,9 en 10**

DHV BV.  
 Waterbouw & Geotechniek Amersfoort

pollen in m t.o.v. N.A.P.  
 maten in m  
 schaal (H): 1:1000 - (V): 1:500

formaat  
**A1**

dossiersnummer  
 X4902-01.001

tekeningsnummer  
 X4902-02

versie  
 F

**BIJLAGE 5      Overzichtskaarten versterking per traject**



zeewaarts verplaatsen  
"De Piraat"

versterken  
strekdam

circa 60m.

nieuwe duin

verplaatst  
strand

dwp 12

hm 82.320

60m.

dwp 14

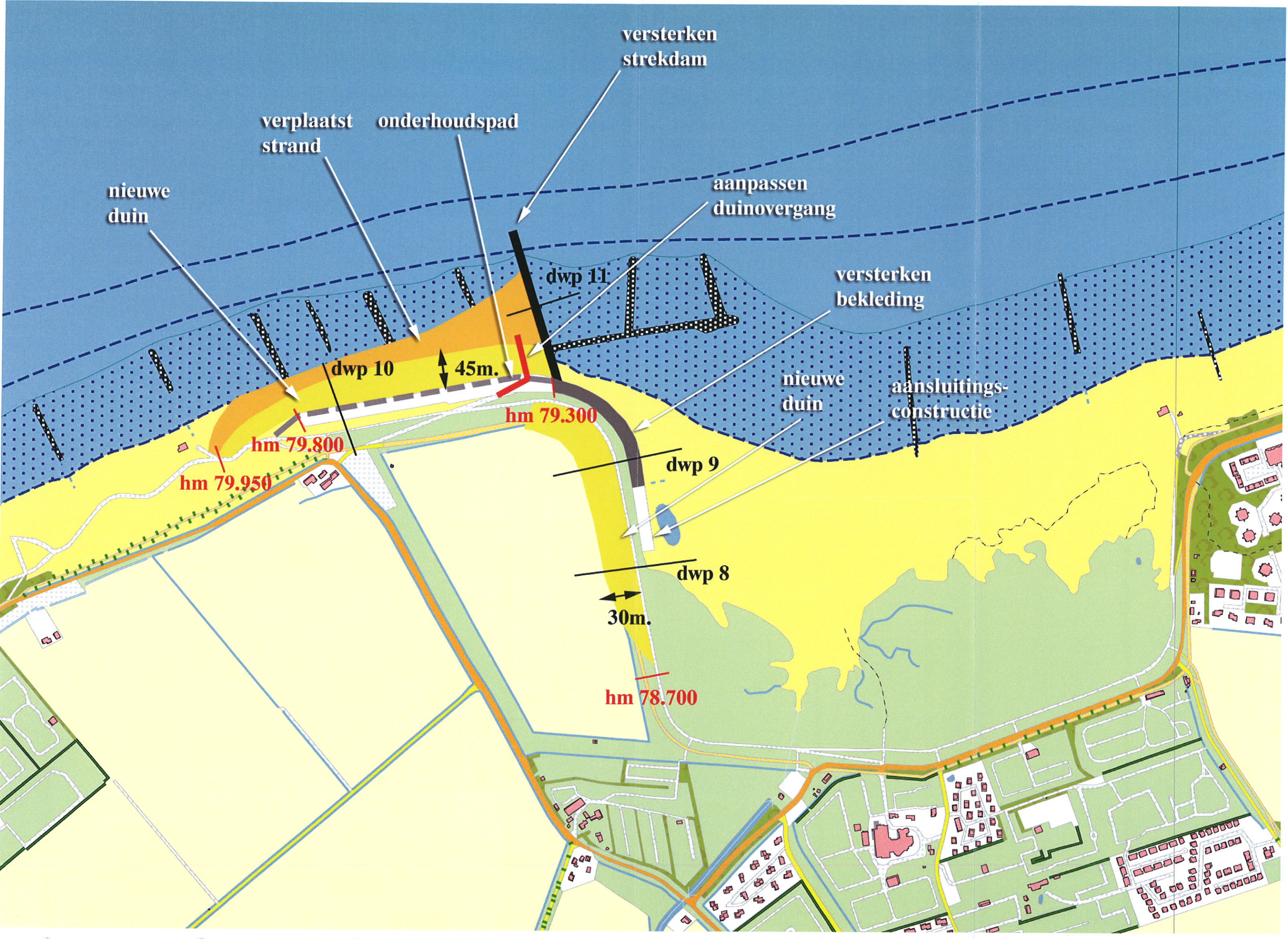
dwp 14

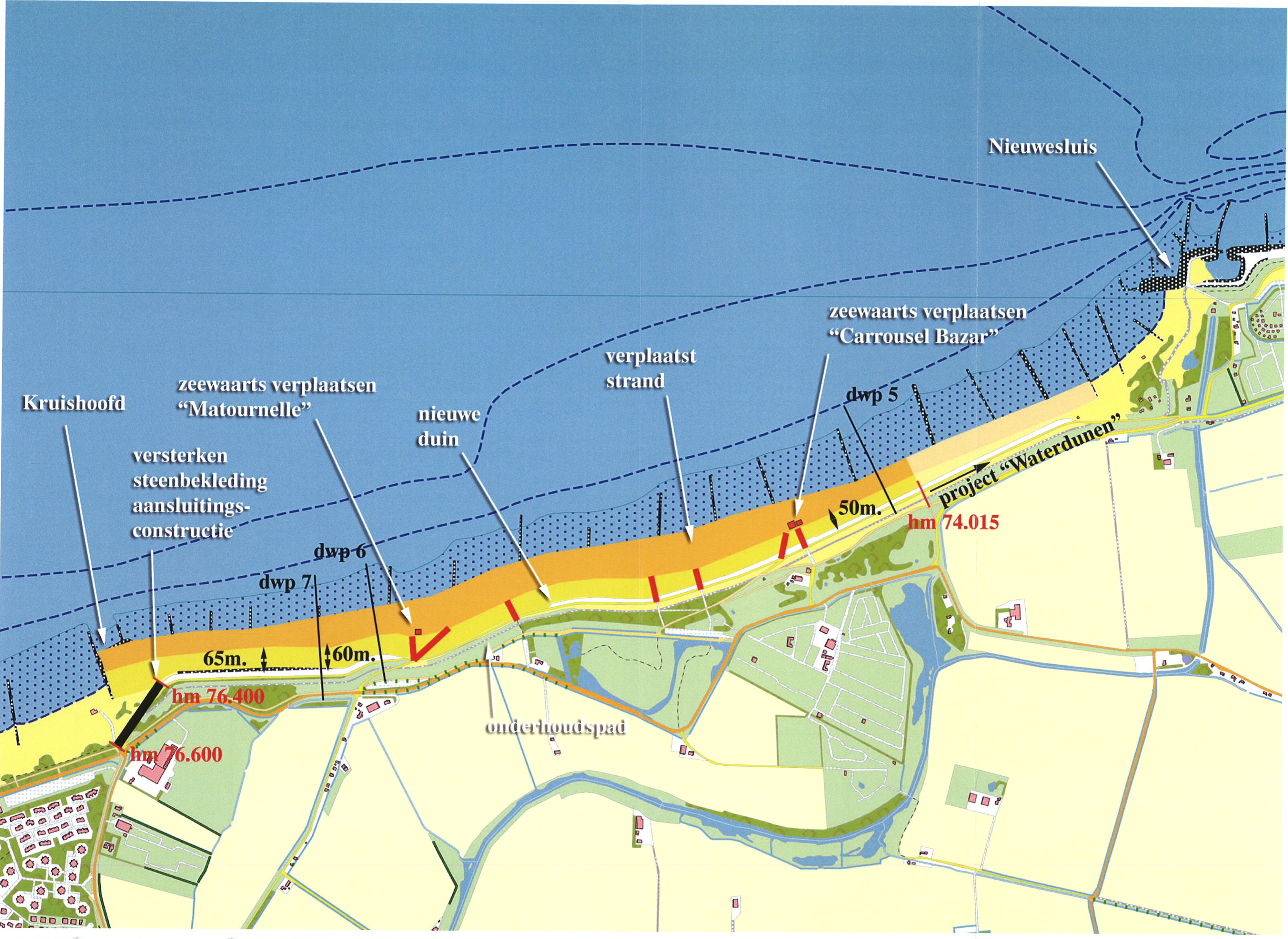
verplaatsen "KNRM"

dwp 13

ijk met steunberm  
gedekt met zand

hm 83.200





Nieuwesluis

Kruishoofd

zeewaarts verplaatsen  
"Matournelle"

versterken  
steenbekleding  
aansluitings-  
constructie

nieuwe  
duin

verplaatst  
strand

zeewaarts verplaatsen  
"Carrousel Bazar"

dwp 5

50m.

project "Waterdunen"

hm 74.015

dwp 6

dwp 7

65m.

60m.

hm 76.400

hm 76.600

onderhoudspad



## BIJLAGE 6 Toetsing van de steenzettingen bij Cadzand-Bad en Breskens

### 1.1 Beschrijving van de gebruikte parameters

Als uitgangspunt voor de veiligheidstoets van de steenzettingen op de dijkvakken in Cadzand Bad en Breskens zijn de steenzettingen gebruikt waarbij men uitging van een laag betonzuilen met een dikte van maximaal 500 mm. De aanpassingen aan de dijkprofielen worden beschreven in hoofdstuk 3 van dit rapport. Om de veiligheid bij extreme condities te kunnen garanderen dienen deze steenzettingen volgens 'Toetsing van primaire waterkeringen' getoetst te worden aan condities die gemiddeld 1/4000 jaar op kunnen treden.

De van toepassing zijnde voorwaarden zijn gebaseerd op de RWS-notitie DWW-2003-040 voor de toetsing van primaire waterkeringen met een zichtperiode voor de dijk van 100 jaar en daarmee dus de toeslagen tot het jaar 2100. Deze voorwaarden zijn al eerder bepaald en gegeven in Hoofdstuk 2.2 en staan weergegeven in tabel 1.

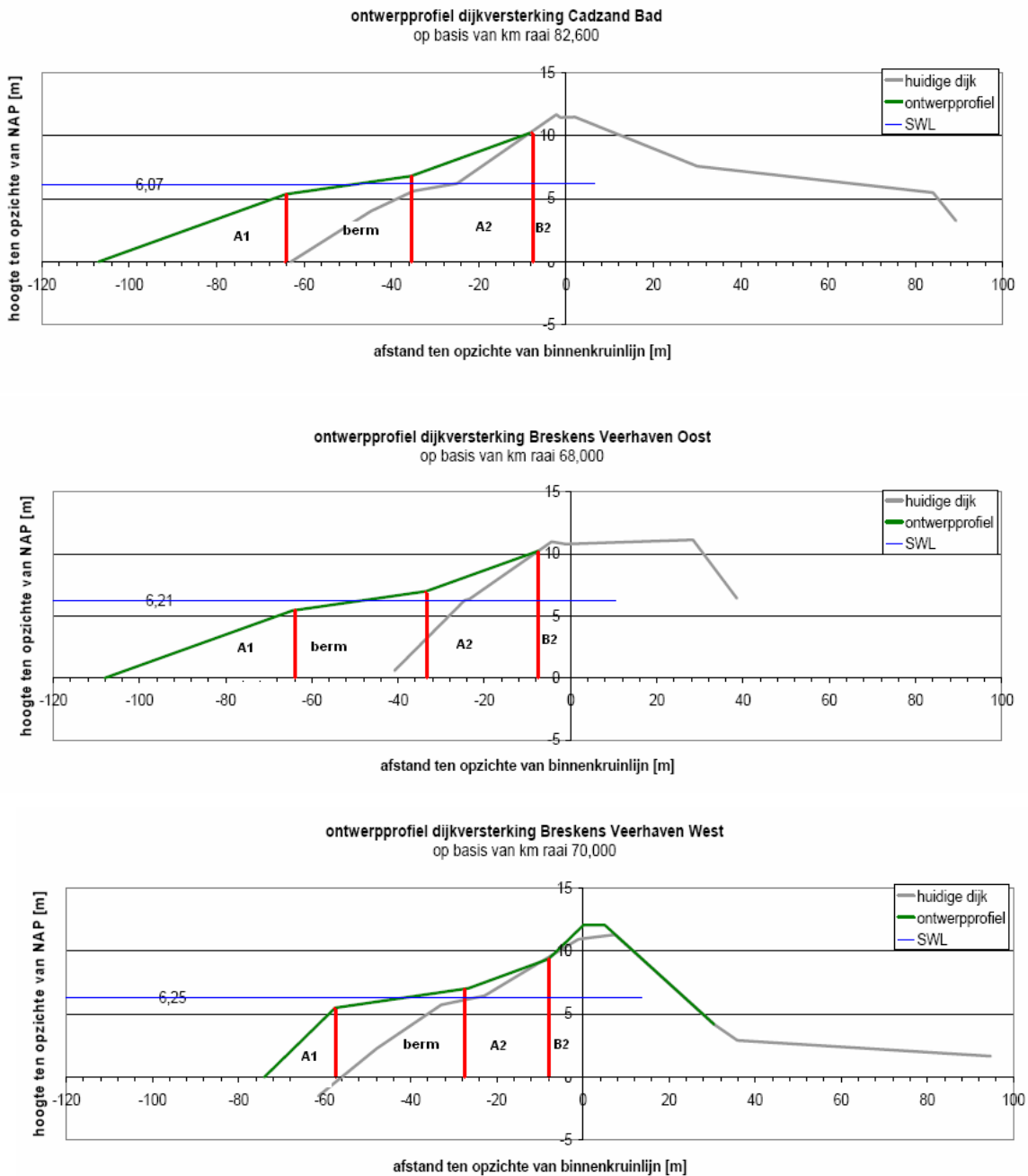
Tabel 1: Hydraulische randvoorwaarden op de dijkvakken

kustdeel	eenheid	Cadzand Bad	Breskens Veerhaven West	Breskens Veerhaven Oost	bron
van km		82,3	69,7	67,7	
tot km		83,3	70,2	68,1	
SWL					
Toetspeil 2006	m tov NAP	5,05	5,25	5,3	Wp Toets
Δ waterstand	m	0,65	0,7	0,7	scenario
opwaaiing	m	0,22	0,2	0,11	Wp Toets
buistoten	m	0,15	0,1	0,1	Wp Toets
gebruikte waterstand	m tov NAP	6,07	6,25	6,21	
Golfhoogte					
crash golfhoogte	m	2,3	2,5	2,5	RIKZ
10% toeslag	m	0,23	0,25	0,25	beheerdersonderdeel
Δ golfhoogte	m	0,33	0,35	0,35	scenario
gebruikte golfhoogte	m	2,86	3,1	3,1	
Golfperiode					
gebruikte golperiode	s	9,4	8,4	8,4	

De steenzettingen worden getoetst op stabiliteit van de toplaag volgens het Technisch Rapport Steenzetting – Toetsing van de TAW en Voorschrift Toetsen op Veiligheid (VTV). In deze toetsing worden volgens stroomschema's (zie Figuur 8-2.4 VTV) de verschillende beoordelingen uitgevoerd.

## 1.2 Dijkprofielen van Cadzand Bad, Breskens Veerhaven Oost en Breksens Veerhaven West

De profielen zoals deze zijn gebruikt bij de toetsing komen voort uit Hoofdstuk 3 en worden weergegeven in afbeelding 1. Hierin is een zonerings aangebracht volgens het VTV (VTV pag. 263, figuur 8-2.3) welke wordt behandeld in 1.3.



Afbeelding 1: De maatgevende dwarsdoorsneden met de zones A1, berm, A2 en B2 (B4 is de kruin).

De volgende getalsgegevens zijn van toepassing op de dijkvakken

Tabel 2: Hoogte van de taludhellingen in het dijkprofiel

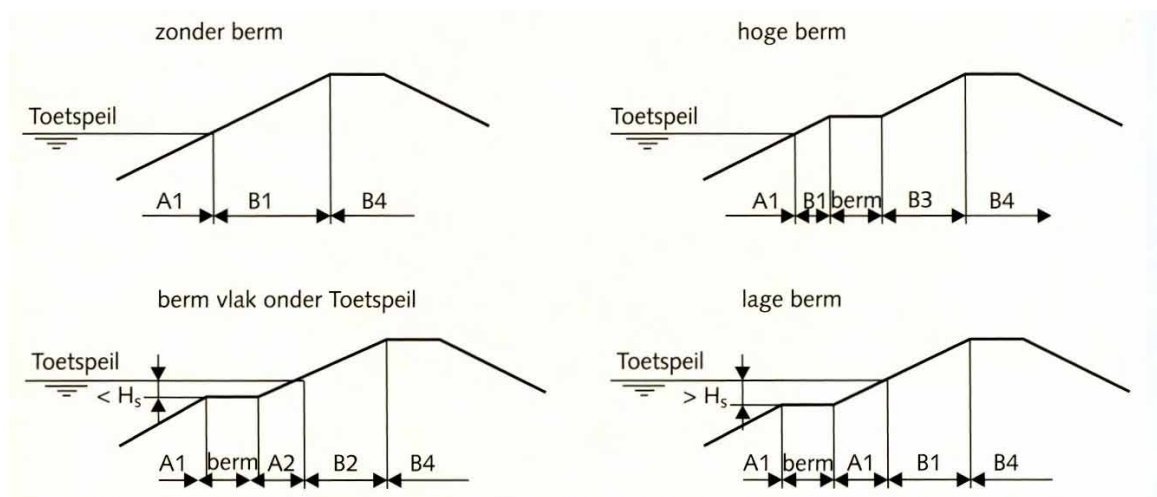
kustdeel	eenheid	Cadzand Bad	Breskens Veerhaven West	Breskens Veerhaven Oost
h tov NAP				
buitentalud	m	5,355	5,475	5,435
berm	m	6,785	7,025	6,985

De bovenste gedeelten van het buitentalud bevinden zich allemaal boven het peil 'Toetspeil +  $z_2\%$ '.

De steenzettingen worden conform de uitgangspunten allemaal getoetst als zijnde van betonzulen van 500 mm dik.

### 1.3 Zonering van het dijkprofiel

Omdat niet op elke plaats van de dijk dezelfde hydraulische belastingen gelden wordt de dijk verdeeld in verschillende zones. Elk van deze zones dient apart te worden getoetst. We onderscheiden de volgende zones op de dijk.



Afbeelding 2: Zone-indeling voor toetsing op toplaaginstabiliteit (bron: VTV, Ministerie van Verkeer en Waterstaat)

Omdat de berm zich  $0,25H_s$  onder Toetspeil bevindt is er sprake van een berm vlak onder Toetspeil. Zone A2 valt in de doorsneden weliswaar boven Toetspeil (wat het een zone B2 zou maken), maar door het toegepaste flauwe talud en de geringe hoogte boven Toetspeil is het hier behandeld als A2, en de toetscriteria zijn hier dus zwaarder aangenomen dan voor zone B2. De zone van de kruin naar beneden tot aan zone A2 is dan zone B2 (zie afbeelding 2).

Volgens de huidige dwarsdoorsneden in de maatgevende condities (dat wil zeggen met de waterstand zoals bepaald in de hydraulische randvoorwaarden) is er sprake van een berm vlak onder Toetspeil in alle drie de dwarsdoorsneden waarin de zones A1, berm, A2, B2 en B4 kunnen worden onderscheiden. Om te kunnen spreken van een berm geldt volgens het rapport dat er een zone moet zijn met een talud flauwer dan 1:9 met een breedte van minimaal  $2H_s$ . Dat is in dit geval van toepassing, dus is er sprake van een berm.

De zones in de gebruikte dijprofielen zijn aangegeven in afbeelding 1.

## 2 Toetsmethode

### Zone A1, het buitentalud onder Toetspeil zonder berminvloed:

Om de steenzettingen ter plaatse van het onderste buitentalud te testen wordt het schema voor een A1 berekening gevolgd (Figuur 8-2.4 van het VTV). In dit schema heeft de berm nog geen invloed. De volgende stappen moeten doorlopen worden:

Stap 1: Een eerste beoordeling van de desbetreffende steenzetting wordt gemaakt op basis van ervaring. Als uit het verleden blijkt dat elementen onder hydraulische belasting veelvuldig uit de toplaag worden gelicht moet direct de score 'onvoldoende' worden gegeven, is dit niet het geval dan kan hier de score 'goed' worden ingevuld.

Stap 2: In de 2<sup>e</sup> stap worden de sterkte en de belasting met elkaar vergeleken volgens vastgestelde empirische relaties. De sterkteparameter wordt hierbij gegeven door  $H_s / \Delta D$  waarin  $H_s$  de significante golfhoogte is,  $\Delta$  de relatieve dichtheid en  $D$  de dikte van de toplaag. De belastingparameter wordt gegeven door de brekerparameter  $\xi_{op} (= \tan \alpha / \sqrt{H_s / L_0})$ . De relaties zijn uitgezet in zogenaamde black-box grafieken. Welke grafiek van toepassing is hangt af van de doorsnede. Het gaat om steenzetting op zand, klei of op een granulaire laag. In dit geval is uitgegaan van steenzetting op een granulaire laag.

Stap 3: Voor extra controle of wanneer de score 'twijfelachtig' is behaald in de voorgaande stappen kan de constructie worden doorgerekend met ANAMOS.

### Zone Berm:

De te nemen stappen in de beoordeling van de steenzettingen op de berm volgen dezelfde schema's als voor het onderste buitentalud. Hierin moet echter een rekenwaarde van de taludhelling en een bermfactor in rekening gebracht worden, welke hieronder worden bepaald.

Rekenwaarde van de taludhelling:

- Bepaal niveau  $Y = X - 1,5 H_s$
- Bepaal de wegingsfactoren van het talud boven (P) en onder (Q) de berm volgens:  
 $P = X - \text{bermniveau}$  en  $Q = \text{bermniveau} - X$
- Bepaal de gemiddelde cotangens van het gedeelte boven de berm (a)
- Bepaal de gemiddelde cotangens van het gedeelte onder de berm (b)
- Bepaal de fictieve helling  $\alpha_{fict}$  volgens  $\cot \alpha_{fict} = (Pa+Qb) / (P+Q)$

Rekenwaarde bermfactor:

- Bepalen van de waarden in de grafieken
- Bepaal de bermfactor horende bij de juiste combinatie van waterstand en golfhoogte door extrapolatie

De dikte van de toplaag moet nu gedeeld worden door de bermfactor, en de taludhelling die gebruikt moet worden moet de fictieve taludhelling zijn. Dus de sterkteparameter wordt  $H_s / \Delta(D/f_b)$  en de belastingsparameter wordt  $\xi_{op} (= \tan \alpha_{fict} / \sqrt{H_s / L_0})$ . De waarden zijn gegeven in tabel 2.

Tabel 3: Bepaling factoren voor de berm berekening

	eenheid	Cadzand Bad	Breskens Veerhaven West	Breskens Veerhaven Oost
Waterstand (X)	m tov NAP	6,07	6,25	6,21
Golfhoogte (Hs)	m	2,86	3,1	3,1
niveau Y	m	1,78	1,6	1,56
onderzijde niveau	m	5,355	5,475	5,325
P	m	0,715	0,775	0,885
Q	m	3,575	4,65	3,765
a	-	8	8	8
b	-	8	3	8
<b>fictieve taludhelling</b>	-	<b>8</b>	<b>3,71</b>	<b>8</b>
L0	m	137,9	110,2	110,2
<b>bermfactor</b>		<b>0,276</b>	<b>0,593</b>	<b>0,563</b>

**Zone A2 en B2, buitentalud boven/onder Toetspeil met invloed van de berm onder Toetspeil:**

Deze lagen dienen te worden getoetst alsof de laag op de berm ligt én alsof de berm niet aanwezig is. De gunstigste van de twee scores geldt als eindscore. Ofwel, als een van de twee toetsen een score 'goed' heeft opgeleverd, dan kan voor deze zone ook de eindscore 'goed' worden ingevuld. Vanaf het peil 'Toetspeil + 1/2z<sub>2%</sub>' is de belasting zodanig beperkt dat de aanwezige steenzettingen per definitie de score 'goed' krijgen.

**Zone B4, de kruin en het binnentalud**

Deze zones worden in de nieuwe dijkprofielen niet voorzien van een steenzetting en hoeven dus niet op die manier getoetst te worden.

**3 Toetsing****Toetsing Zone A1**

Om het meest conservatieve toetspad te kiezen wordt er conform Figuur 8-2.4 van het VTV een beoordeling 'twijfel' gegeven voor het gedrag van de steenzetting, er is immers onder de maatgevende omstandigheden geen schade geconstateerd. Volgens het stroomschema van Figuur 8-2.4 van het VTV moeten we dan de zone toetsen aan de hand van de grafieken die TAW beschikbaar heeft gesteld.

De voorwaarde waar aan moet worden voldaan om een score 'goed' te behalen wordt gegeven door:

$$\xi_{0p} = \tan \alpha / \sqrt{H_s / L_0}$$

$$0.6 < \xi_{0p} < 2.0$$

$$H_s / \Delta D < 3.07 \xi_{0p}^{-1.014}$$

$$D > \frac{H_s}{3.07 \xi_{0p}^{-1.014} \Delta}$$

Dit geeft voor de dijken de volgende waarden:

Tabel 4: Toetsing zone A1

eenheid		Cadzand Bad	Breskens Veerhaven West	Breskens Veerhaven Oost
brekerparameter	-	0,865	1,99	0,745
benodigde dikte	mm	605	1525	563
benodigde dichtheid	kg/m <sup>3</sup>	2690	5210	2573
dikte	mm	500	500	500
Steenzetting op zand of klei bij 2400 kg/m <sup>3</sup>			1,022	benodigde dikte [m]
Steenzetting op goede klei bij 2400 kg/m <sup>3</sup>			1,237	benodigde dikte [m]

De benodigde dichtheid in deze tabel is bepaald met als uitgangspunt een betonzuilen zetting met een dikte van 500 mm. De waarde 5210 kg/m<sup>3</sup> is onrealistisch en daarom niet haalbaar voor Breskens Veerhaven West.

De voorgestelde keuze van betonzuilen met een dikte van 500 mm voldoen niet aan de eisen voor de buitentaluds van de dijkvakken Breskens Veerhaven Oost en Cadzand Bad, de score is daarom ‘twijfelachtig’. Als er een hogere dichtheid gekozen wordt voor het beton dan de aangenomen 2400 kg/m<sup>3</sup> dan voldoet de zetting wel (zie tabel 4), een dichtheid van maximaal 2900 kg/m<sup>3</sup> is hierbij mogelijk. Voor het water is hierin een waarde van 1030 kg/m<sup>3</sup> gekozen. Voor het (steile) buitentalud bij Breskens Veerhaven West voldoet de steenzetting niet, hier moet mogelijk voor een andere oplossing gekozen worden. ANAMOS geeft hier de score twijfelachtig waardoor de stabiliteit niet gegarandeerd kan worden. Er zal in een later stadium onderzocht moeten worden of een gepenetreerde breuksteen zetting of waterbouwasfalt wel voldoet aan de stabiliteitseisen.

**Toetsing Zone berm**

Met de waarden zoals bepaald in tabel 2 gelden dezelfde rekenregels als voor de Zone A1. Dus dit wordt:

$$\xi_{0p}^{berm} = \tan \alpha_{fict} / \sqrt{H_s / L_0}$$

$$0.6 < \xi_{0p} < 2.0$$

$$H_s / \Delta(D / f_b) < 3.07(\xi_{0p}^{berm})^{-1.014}$$

$$D > \frac{H_s f_b}{3.07(\xi_{0p}^{berm})^{-1.014} \Delta}$$

De berekende waarden staan vermeld in tabel 5.

Tabel 5: De berekende waarden voor de berm berekening

eenheid		Cadzand Bad	Breskens Veerhaven West	Breskens Veerhaven Oost
brekerparameter				
berm	-	0,865	1,61	0,745
bermfactor	-	0,276	0,593	0,563
fictieve taludhelling	-	8	3,71	8
benodigde D toplaag	mm	167	730	317
eventuele verhoging van de dichtheid naar 2900 kg/m <sup>3</sup>			535	

Conclusie is dat er voor de berm wederom (door het steile buitentalud) bij Breskens Veerhaven West een andere steenzetting gekozen moet worden. Voor de andere twee locaties is de steenzetting ruim

voldoende en wordt aangeraden om geen betonzuilen met een hoogte van 500 mm te gebruiken, maar (indien mogelijk in verband met standaard maatvoering) een kleinere hoogte. Met een kleinere hoogte van de betonzuilen (bijvoorbeeld 400 mm) wordt nog steeds een zeer grote veiligheid tegen topaaginstabiliteit verkregen.

### Toetsing Zone A2 en B2, buitentalud onder/boven Toetspeil met invloed van berm vlak onder Toetspeil

Aangezien de toetsing van de berm een score 'goed' heeft opgeleverd voor de vakken Cadzand Bad en Breskens Veerhaven Oost kan in deze zone worden volstaan met dezelfde bekleding als voor de berm. Voor Breskens Veerhaven West moet dit nog worden onderzocht.

Omdat de bekleding van de berm in dit dijkvak niet volstaat, moet de bekleding van de zones worden bepaald alsof de berm niet aanwezig is. Dit maakt het een zone A1-berekening voor zone A2 en een zone B1 berekening voor zone B2. Er is echter sprake van een andere taludhelling voor zone A2 en gereduceerde parameters voor zone B2 ten opzichte van de eerder gedane berekening van zone A1. Tabel 5 geeft de nieuwe waarden voor de A1 en B1 berekening weer, inclusief de hoogte van de 'Toetspeil +  $1/2z_{2\%}$ '.

Tabel 6: Nieuwe waarden voor de A1-berekening van Breskens Veerhaven West

A1	eenheid	Cadzand Bad	Breskens Veerhaven West	Breskens Veerhaven Oost
brekerparameter	-	0,865	0,745	0,745
benodigde dikte				
toplaag	mm	605	563	563
benodigde dichtheid	kg/m <sup>3</sup>	2690	2573	2573
dikte	mm	500	500	500
B1 (er mag gerekend worden met een toplaag die 25% groter is dan de benodigde toplaag)				
dikte toplaag (80% van dikte volgens A1) [mm]			450	
dikte toplaag (80% van dikte volgens A1) indien 2573 kg/m <sup>3</sup> [mm]			400	
z(2%) volgens Delfse methode [m]		7,50	7,80	7,76

In het vak Breskens Veerhaven West kan volgens de tabel in zone A2 worden volstaan met een dikte van de betonlaag van 500 mm als wordt voldaan aan de eis dat de dichtheid minimaal 2573 kg/m<sup>3</sup> is. Voor de zone B2 geldt voor alle dijkvakken dat de hoogte boven 'Toetspeil +  $1/2z_{2\%}$ ' ligt en daarom elke steenzetting de score 'goed' krijgt.

**DHV B.V.**

*Water*

*Laan 1914 nr. 35*

*3818 EX Amersfoort*

*Postbus 1132*

*3800 BC Amersfoort*

*T (033) 468 20 00*

*F (033) 468 28 01*

*[www.dhv.nl](http://www.dhv.nl)*