

Ontwerp-kustversterkingsplan Waterdunen

Kustversterking in de Jong- en Oud-Breskenspolder

projectnr. 1907-161911

revisie 04

19 december 2007

Opdrachtgever

provincie Zeeland

waterschap Zeeuws-Vlaanderen

datum vrijgave

19 december
2007

beschrijving revisie 04

definitief

goedkeuring

Geert Roovers

vrijgave

Rob van Dongen

	Inhoud	blz
1	Inleiding	3
1.1	Aanleiding	3
1.2	Inspraak en procedure	8
1.3	Leeswijzer	9
2	Kader en motivering voor het plan	11
2.1	Beleid en eerdere besluiten	11
2.2	De veiligheidsproblematiek en keuzes in het MER	12
2.3	Variant keuze bij 't Zandertje	16
2.4	Compenserende maatregelen	17
2.5	Bekledingen	17
3	Beschrijving van het plan	19
3.1	Maatregelen	19
3.2	Omgaan met landschap, natuur en cultuurhistorie	22
3.3	Inrichting van het gebied	22
3.4	Kabels en leidingen	23
4	Beheer en onderhoud	25
5	Uitvoering van het plan	27
5.1	Hoofdlijnen	27
5.2	Grondverzet	27
5.3	Organisatie en planning	28
6	Vergunningen en toestemmingen	29
7	Grondverwerving en schadevergoeding	31
7.1	Grondverwerving	31
7.2	Schaderegeling	31
8	Kosten van het plan	33

Tekeningen

161911-S-4: Overzicht maatregelen

161911-DP-1: Dwarsprofielen

161911-DP-2: Dwarsprofielen

Bijlagen

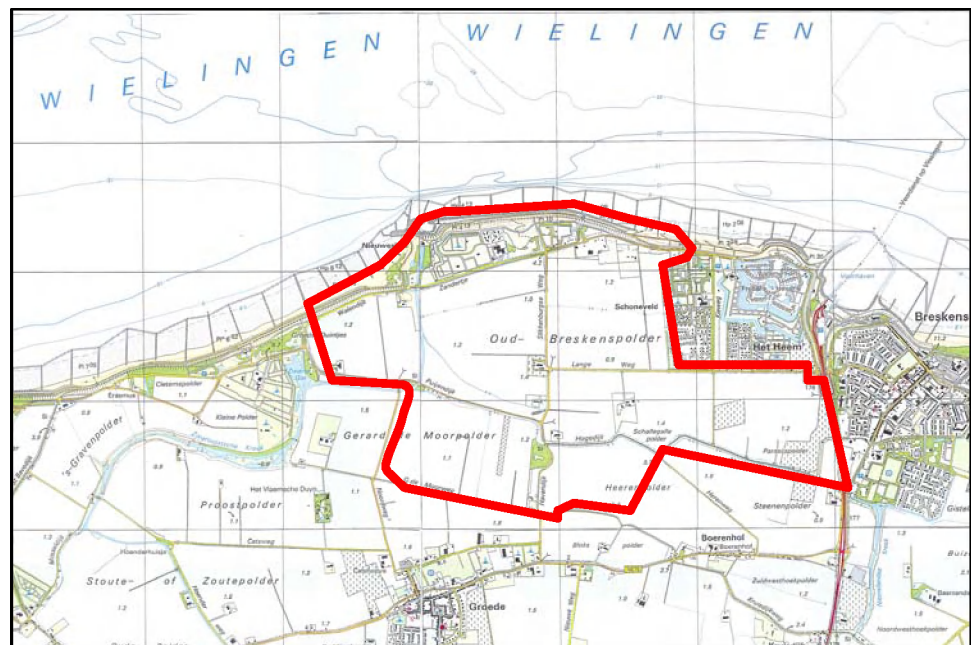
- Constructief ontwerp nieuwe inlaatduiker (bijlage 1)
- Achtergrondrapportage duinveiligheid en morfologie; Alkyon Hydraulic Consultancy & Research (los bijgevoegd)
- Memo kustversterkingsplan Waterdunen - Henk Steetzel - Alkyon Hydraulic Consultancy & Research (los bijgevoegd)
- Conserverende maatregelen Zeeuws-Vlaanderen; Onderzoek naar conserverende maatregelen voor voorliggende dijken; Royal Haskoning (los bijgevoegd)
- Dijkverbetering Nieuwe Sluis, Voorontwerpnootitie; Projectbureau Zeeweringen (los bijgevoegd)
- Memo dimensionering steenzetting 't Zandertje - L.W. van Nieuwenhuijzen - Royal Haskoning - 21 november 2007

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

De kustverdediging tussen Breskens en Groede voldoet niet aan het wettelijk vereiste veiligheidsniveau tegen overstromen. Recente inzichten laten zien dat de golfaanval groter is dan tot voor kort aangenomen. Dit betekent dat delen van de Nederlandse Kust nu al niet aan de vereiste veiligheid voldoen. Deze zogenaamde zwakke schakels worden prioritair verbeterd.

Ook de West-Zeeuwsch Vlaamse Kust kent dergelijke zwakke schakels, waaronder de dijken en duinen voor de Jong- en Oud-Breskenspolder, zie figuur 1.1. Daarnaast is de kuststrook in de omgeving van deze polder een bijzonder aandachtsgebied in het 'Gebiedsplan Natuurlijk Vitaal', bedoeld om een kwaliteitsslag te maken in de ruimtelijke kwaliteit en de streek een sociaal-economische impuls te geven. De provincie Zeeland, de gemeente Sluis, de Molecatengroep en Stichting Het Zeeuwse Landschap hebben het initiatief genomen het project Waterdunen te realiseren: een combinatie van kustversterking en gebiedsontwikkeling in de Oud-Breskenspolder, tussen Breskens en Nieuwvliet. Het waterschap Zeeuws-Vlaanderen is als waterkeringbeheerder de formele initiatiefnemer van de kustversterking. Het waterschap houdt hierbij rekening met het plan Waterdunen.



Figuur 1.1: Ligging plangebied

Het plan Waterdunen

Het plan Waterdunen realiseert een sociaal-economische impuls, gebaseerd op een toeristisch-recreatieve kwaliteitsslag gecombineerd met de versterking van de ruimtelijke kwaliteit en het realiseren van een duurzaam veilige kust. Hiertoe worden in het plan gecombineerd:

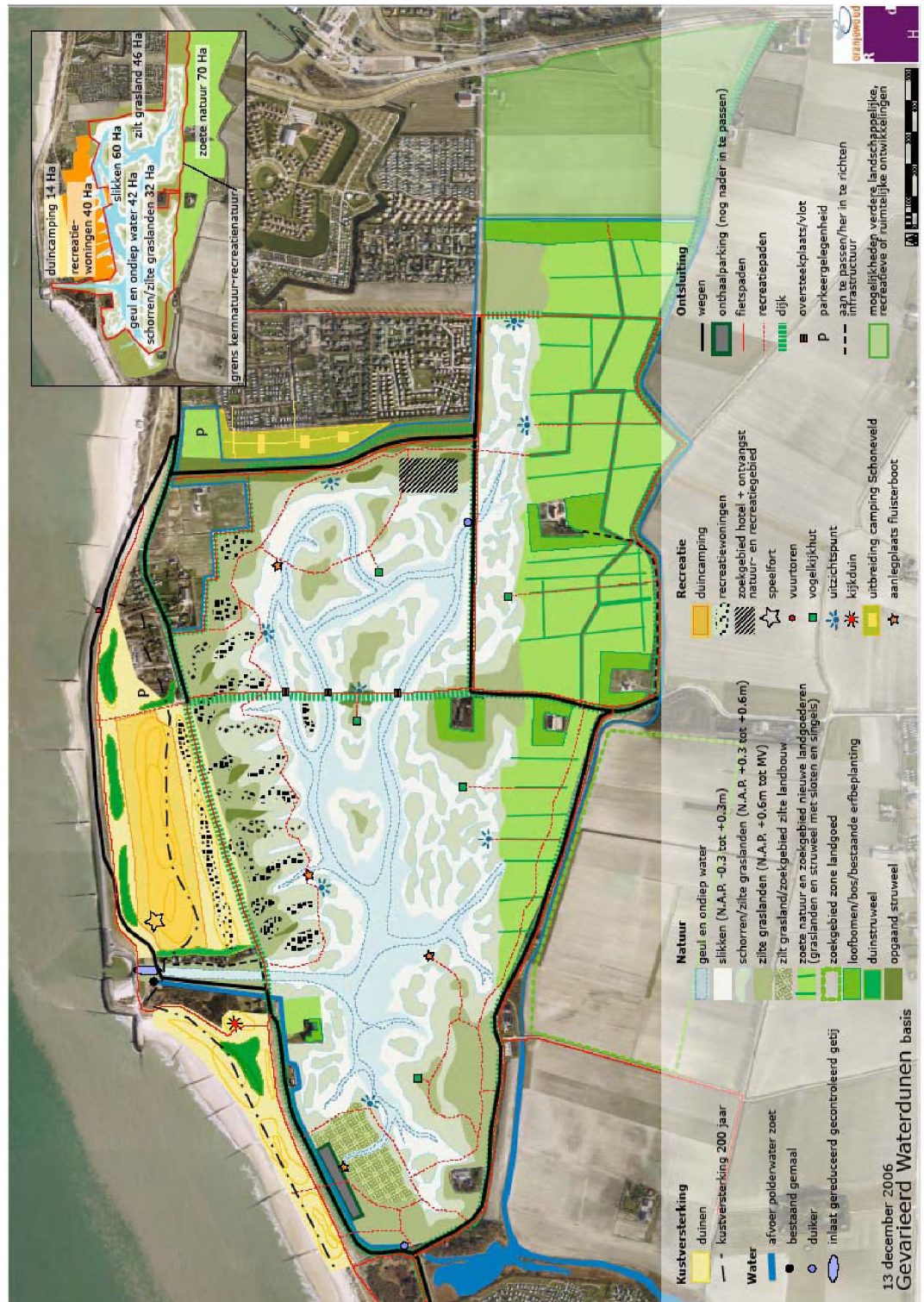
- de in het plangebied noodzakelijke kustversterking in het kader van zwakke schakel West Zeeuws-Vlaanderen;
- een kwaliteitsslag van de camping Napoleon Hoeve;
- een landschappelijk-ecologische impuls.

Met de aanleg van een estuarien natuurgebied met recreatie geeft het plan Waterdunen tevens invulling aan de nevendoelstelling van de aanpak van de zwakke schakels: het verbeteren van de ruimtelijke kwaliteit. Het plan is dan ook door de Minister van VROM aangewezen als een voorbeeldproject Ontwikkelingsplanologie.

Milieu-effectrapportage

Voor het plan Waterdunen zijn alternatieven ontwikkeld en is een milieu-effectrapport opgesteld. Dit MER (MER Waterdunen, Kustversterking en gebiedsontwikkeling in de Jong- en Oud-Breskenspolder) beschrijft de gewenste maatregelen, alternatieven en effecten van de alternatieven. Het MER heeft van 12 januari 2007 tot 23 februari 2007 de inspraakprocedure doorlopen. Het MER is 22 mei 2007 aanvaard door het bevoegd gezag, G.S. van de provincie Zeeland.

De stuurgroep Waterdunen, waarin de initiatiefnemers en bevoegde gezagen op bestuurlijk niveau zijn vertegenwoordigd, hebben besloten het alternatief 'Gevarieerd Waterdunen' uit het MER Waterdunen als voorkeursalternatief aan te wijzen. In figuur 1.2 is dit voorkeursalternatief te zien.

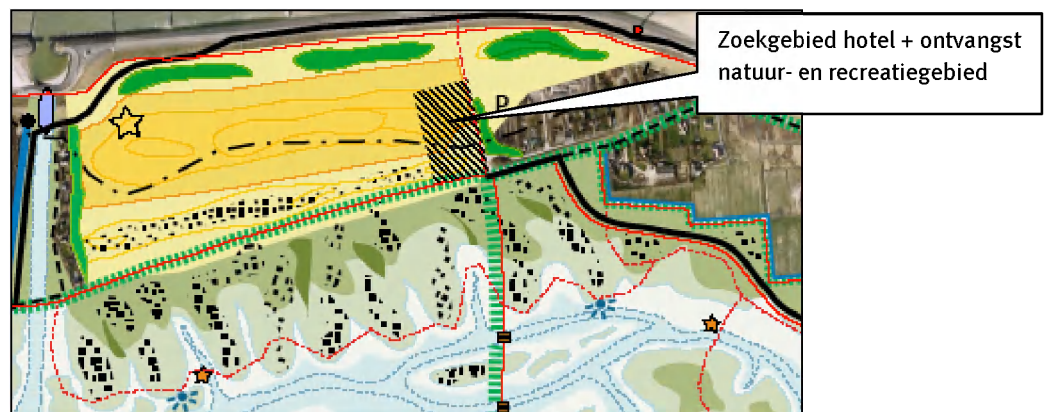


Figuur 1.2: Voorkeursalternatief Gevarieerd Waterdunen

Daarbij heeft de stuurgroep een keuze gemaakt uit de varianten die in het MER zijn aangegeven:

- Voor het tracé van de ontsluitingsweg 'Verlegde Slikkenburgse Weg' is een variant gekozen waarbij een nieuwe weg ten zuiden van 't Zandertje wordt aangelegd. Deze sluit zoveel mogelijk aan bij de bestaande bebouwing van 't

- Zandertje. Deze nieuwe weg wijkt af van de weg zoals aangegeven in figuur 1.2. De weg vormt géén onderdeel van het voorliggende kustversterkingsplan.
- Voor de locatie van het hotel en de ontvangst natuur- en recreatiegebied is gekozen voor een zoekgebied in de duinen aan de kust. Deze locatie valt binnen het plangebied van de kustversterking en vormt onderdeel van het onderhavige kustversterkingsplan. In figuur 1.3 is de ligging van dit zoekgebied conform het MER Waterdunen aangegeven.
 - Ten aanzien van de dijkverbetering bij 't Zandertje heeft de stuurgroep gekozen voor een aangepaste variant, waarin de dijk licht zeewaarts wordt verplaatst. Hierdoor blijft de binnendijkse bedieningsweg ter plaatse behouden en zijn geen damwanden of keermuren noodzakelijk. De verplaatsing leidt niet tot significante andere effecten en valt als zodanig binnen de reikwijdte van het MER Waterdunen.



Figuur 1.3: Ligging zoekgebied locatie hotel en ontvangst binnen het voorkeursalternatief Gevarieerd Waterdunen.

Het kustversterkingsplan

Het voorliggende kustversterkingsplan realiseert de noodzakelijke kustversterking uit het plan Waterdunen, inclusief de daaraan gekoppelde versterking van de ruimtelijke kwaliteit. Dit houdt in dat het plan naast de dijk- en duinverbeteringsmaatregelen ook aanvullende maatregelen bevat om deze maatregelen in de omgeving in te passen. Het kustversterkingsplan wordt vastgesteld door de Algemene Vergadering van waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Het plan wordt goedgekeurd door G.S. van de provincie Zeeland. Het vaststellen van het kustversterkingsplan is m.e.r.-plichtig. Met het doorlopen van de procedure voor de m.e.r. Waterdunen is aan deze plicht voldaan. Het MER Waterdunen vormt dan ook onderdeel van de besluitvorming over dit kustversterkingsplan.

Totstandkoming van het plan

Het kustversterkingsplan is tot stand gekomen onder de regie van de projectgroep Waterdunen in samenwerking met de projectgroep Zwakke Schakels West-Zeeuwsch Vlaanderen. De Algemene Vergadering van het waterschap Zeeuws-Vlaanderen stelt, als formele initiatiefnemer, het plan vast. Bij het opstellen van het MER Waterdunen en het doorlopen van de m.e.r.-procedure voor dit MER, zijn in drie avonden de direct betrokkenen en belanghebbenden geïnformeerd en geconsulteerd. Diverse inspraakreacties en suggesties hebben geleid tot aanpassing van het plan.

Overige plandelen

De plandelen van Waterdunen die niet binnen dit kustversterkingsplan vallen, worden gerealiseerd via een nieuw bestemmingsplan. Deze plandelen vormen dan ook geen onderdeel van het kustversterkingsplan. Daar waar deze plandelen binnen de Keurzone van de nieuwe waterkering vallen, zijn voor deze maatregelen ontheffingen noodzakelijk op basis van de Keur van het waterschap. Het waterschapsbestuur werkt in principe mee aan de realisatie van deze plandelen en het verlenen van de benodigde ontheffingen. De maatregelen moeten uiteraard wel voldoen aan de vereisten die aan een Keurontheffing worden gesteld.

Keuze

Het voorliggende kustversterkingsplan is gebaseerd op de eerder beschreven keuzes van de stuurgroep ten aanzien van de alternatieven en varianten uit het MER Waterdunen. De kustversterking bestaat uit landwaartse en zeewaartse duinversterking en dijkversterking.

Het grootste traject, bij de camping Napoleon Hoeve ter hoogte van 't Zandertje, wordt landwaarts versterkt. In aanvulling op het MER wordt deze versterking in twee fasen uitgevoerd. In het kader van dit kustversterkingsplan wordt de hoeveelheid zand benodigd voor een planperiode van 50 jaar, aangelegd over de strook grond die benodigd is voor een planperiode van 200 jaar. Dit maakt een duurzame verweving van de kustveiligheid en de andere gebruiksfuncties, juist ook voor de langere termijn, mogelijk. Een verdere versterking van de waterkering door het aanbrengen van het resterende zand voor de planperiode van 200 jaar blijft hier te allen tijde binnen de overige functies en zoals beschreven in het MER, mogelijk.

Voor de overige trajecten is de kustversterking gericht op de huidige functies en het gebruik. Het traject langs de Walendijk wordt daarom zeewaarts versterkt met zand voor een periode van 50 jaar. Voor de overige trajecten vindt dijkversterking plaats voor een periode van 100 jaar.

Aansluiting bij het huidige beheerplan

Het kustversterkingsplan met de binnendijkse gebiedsontwikkeling sluit aan bij het beleid van het waterschap betreffende de waterkering, vastgelegd in het beheerplan Waterkeringen 2004-2008. Hierin geeft het waterschapsbestuur al het volgende aan:

- het waterschap beheert de waterkeringen rekening houdend met de verschillende vormen van medegebruik, op een manier dat deze geen afbreuk doen aan het waterkerend vermogen.
- het waterschap streeft in nauwe relatie met de functie-eisen van de waterkering vanuit een gebiedsgerichte aanpak naar de realisatie van robuuste waterkeringen. Hierbij wordt in principe uitgegaan van een planperiode van 200 jaar.
- het waterschap onderschrijft het beleid tot verhoging van de ruimtelijke kwaliteit en staat van daaruit achter het meervoudige ruimtegebruik van de waterkeringen.

Overige dijk- en kustversterkingsplannen

Het voorliggende kustversterkingsplan sluit aan bij het kustversterkingsplan voor de overige Zwakke Schakels in West-Zeeuwsch Vlaanderen [Versterking Zwakke Schakels Zeeuws-Vlaanderen; Ontwerp-versterkingsplan, waterschap Zeeuws-Vlaanderen, DHV, november 2007].

1.2 Inspraak en procedure

Het kustversterkingsplan is een plan conform artikel 7 van de Wet op de Waterkering.

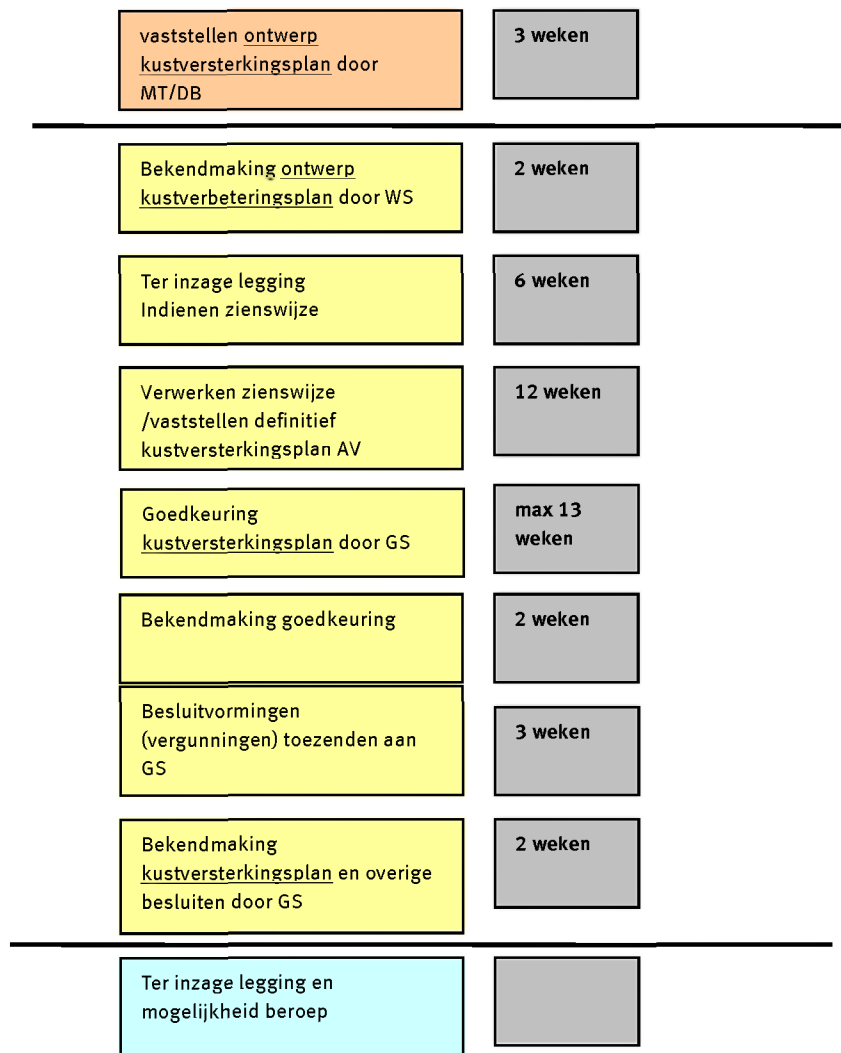
Artikel 7 geeft het volgende aan:

1. *De aanleg, versterking of verlegging van een primaire waterkering geschiedt overeenkomstig een door de beheerder vastgesteld plan.*
2. *Het plan bevat:*
 - a. *de te treffen voorzieningen, gericht op de uitvoering van het werk ten aanzien van een primaire waterkering;*
 - b. *De te treffen voorzieningen, gericht op het ongedaan maken of beperken van de nadelige gevolgen van de uitvoering van het werk, voor zover die voorzieningen rechtstreeks verband houden met de uitvoering van het werk;*
 - c. *de te treffen voorzieningen ter bevordering van het belang van landschap, natuur of cultuurhistorie, voor zover zij rechtstreeks verband houden met de uitvoering van het werk.*
3. *In de toelichting op het plan wordt aangegeven welke gevolgen aan de uitvoering van het plan zijn verbonden en op welke wijze met de daarbij betrokken belangen rekening is gehouden.*

Het plan is m.e.r.-plichtig conform het Besluit m.e.r. in verband met de wijziging of uitbreiding van een zeedijk. Het m.e.r.-plichtige besluit betreft de goedkeuring door gedeputeerde staten van het plan, bedoeld in artikel 7, eerste lid van de Wet op de waterkering (kustversterkingsplan). Voor het plan is dan ook een MER opgesteld: MER Waterdunen: kustversterking en gebiedsontwikkeling in de Jong- en Oud-Breskenspolder, West Zeeuwsch Vlaanderen.

Nadat het dagelijks bestuur van waterschap Zeeuws-Vlaanderen het kustversterkingsplan als ontwerp-plan heeft vastgesteld, wordt iedereen in de gelegenheid om zijn/haar zienswijze aan het waterschap bekend te maken. Mogelijk zijn deze zienswijzen voor het waterschap aanleiding om het plan te wijzigen.

De zienswijzen en het (eventueel gewijzigde) kustversterkingsplan worden ter vaststelling aangeboden aan het Dagelijks Bestuur en de Algemene Vergadering van het waterschap. Het vastgestelde kustversterkingsplan wordt op grond van artikel 7 van de Wet op de waterkering ter goedkeuring aan Gedeputeerde Staten gezonden. Na goedkeuring wordt het kustversterkingsplan gepubliceerd. Hiertegen kan tot 6 weken na publicatie beroep worden ingesteld bij afdeling Bestuursrechtspraak van de Raad van State. In figuur 1.4 is de procedure schematisch weergegeven.



Figuur 1.4: Schema de te doorlopen procedure

1.3 Leeswijzer

Het ontwerp-kustversterkingsplan is als volgt opgebouwd:

- in hoofdstuk 2 worden de beleidsmatige en inhoudelijke kaders van het plan beschreven;
- in hoofdstuk 3 worden de te nemen maatregelen per kustvak aangegeven;
- hoofdstuk 4 gaat in op het beheer en onderhoud van de waterkering;
- hoofdstuk 5 behandelt de uitvoering van het werk;
- in hoofdstuk 6 worden de te verkrijgen toestemmingen en vergunningen aangegeven die nodig zijn om het plan uit te voeren;
- hoofdstuk 7 beschrijft de wijze waarop het waterschap zal omgaan met grondverwerving en schadeloosstellingen;
- in hoofdstuk 8 tenslotte worden de kosten van het plan gepresenteerd.

2 Kader en motivering voor het plan

2.1 Beleid en eerdere besluiten

Het opstellen van het kustversterkingsplan Jong- en Oud-Breskenspolder kadert binnen de planstudies Zwakke Schakels en volgt uit voorbereidende studies, met name het Basisdocument Kustversterking West Zeeuws-Vlaanderen.

Beleidskader Planstudies Zwakke Schakels (2004)

In het Beleidskader Planstudies Zwakke Schakels, opgesteld door het Rijk, wordt de kust gezien als onderdeel van de nationale ruimtelijke hoofdstructuur. De doelstelling is het waarborgen van de veiligheid tegen overstromingen vanuit zee met behoud van de (inter)nationale waarden. In het Beleidskader zijn de voorwaarden geformuleerd, waaraan de planstudies en de in dat kader ontwikkelde alternatieven moeten voldoen.

Basisdocument Kustversterking West Zeeuws-Vlaanderen

In het basisdocument Kustversterking West Zeeuws-Vlaanderen [Provincie Zeeland, 2005a] zijn de oplossingsrichtingen zeewaartse, landwaartse en consoliderende maatregelen voor de kustversterking van de Zwakke Schakel West-Zeeuws-Vlaanderen ontwikkeld, getoetst en vergeleken. In het basisdocument is vastgesteld dat de door de regio in het Gebiedsplan Natuurlijk Vitaal neergelegde landwaartse voorkeur een goed uitgangspunt biedt voor het integreren van ruimtelijke kwaliteit met kustversterking. Kustveiligheid en de ontwikkeling van natuur, landschap en recreatie kunnen voor het plangebied Waterdunen het best worden gecombineerd door te kiezen voor landwaartse versterking met brede, robuuste duinen.

In het basisdocument [Provincie Zeeland, 2005b] is een viertal uitgangspunten met betrekking tot de kustveiligheid en ruimtelijke kwaliteit gedefinieerd:

- Integrale aanpak van alle acute zwakke schakels op zo kort mogelijke termijn en uiterlijk in 2020. De aanpak moet leiden tot een robuuste kust die ook in 2200 nog aan de veiligheidsnorm van 1:4.000 per jaar voldoet.
- Landwaartse oplossingsrichtingen voor de vereiste veiligheid waar dit kan, zeewaartse oplossingsrichting waar dit moet.
- Het geheel aan maatregelen leidt tot een aantoonbare verbetering van de ruimtelijke kwaliteit, die past bij de door de regio in het gebiedsplan "Natuurlijk Vitaal" geformuleerde visie op het kustgebied.
- Maatregelen zijn waar mogelijk gericht op de unieke kwaliteiten van het kustgebied. Dit betekent dat de maatregelen zowel gericht zijn op versterking of herstel van de natuurlijke processen van zand, water en wind als op de op deze dynamiek gerichte gebruiksfuncties.

De voorlopige voorkeursalternatieven uit het Basisdocument voor de zwakke schakel West Zeeuws-Vlaanderen zijn besproken in het Rijkspartnersoverleg waarin de departementen VROM, LNV, EZ, OCW en V&W zijn vertegenwoordigd.

De departementen stemmen in met het voorkeursalternatief landwaartse duinversterking voor Waterdunen onder de volgende voorwaarden [Brief van de Staatssecretaris V&W aan Gedeputeerde Staten, zie startnotitie m.e.r., Provincie Zeeland, 2005b]:

- Inzichtelijk maken welke kosten toe te schrijven zijn aan veiligheid en welke kosten aan ruimtelijke kwaliteit. Het moet duidelijk zijn welke partij de ruimtelijke impuls financiert. Voor de versterkingskosten dient een kostenraming volgens de PRI-systematiek of een gelijkwaardige methode opgesteld te worden. Het voorliggende kustversterkingsplan voorziet hier in.
- De plannen moeten realistisch en uitvoerbaar zijn en passen binnen de doelstellingen van het beleid voor het Nationaal Landschap en het kustfundament. Het MER Waterdunen is daarop ingegaan.
- Een groot deel van de natuur in de kustzone van West Zeeuws-Vlaanderen is beschermd als Natura-2000 gebied. Wanneer negatieve gevolgen van het plan niet kunnen worden uitgesloten dient een passende beoordeling uitgevoerd te worden. In de Natuurtoets [Bureau Waardenburg, 2006] is de passende beoordeling beschreven.
- Het Rijk wijst erop dat het zorgvuldig doorlopen van de procedure van de Habitatrichtlijn noodzakelijk is

Oplossingsrichting kustversterking

Voor het onderhavig gebied wordt in het Basisdocument gekozen voor een landwaartse verbreding in duin, zowel ten westen van Nieuwe Sluis als in het traject Breskens-West. Deze oplossingsrichting is overgenomen in de startnotitie m.e.r. voor Waterdunen.

In het MER Waterdunen en het voorliggende kustversterkingsplan is de voorkeursoplossingsrichting 'landwaarts duin' voor het plan Waterdunen verder uitgewerkt en gedetailleerd. Op een aantal locaties, waar deze oplossingsrichting niet haalbaar bleek, zijn aangepaste detailoplossingen gekozen.

2.2 De veiligheidsproblematiek en keuzes in het MER

Veiligheidsprobleem en mogelijke oplossingen

In het beheerdersoordeel [Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, 2005a] en het Basisdocument [Provincie Zeeland, 2005a] zijn de onveilige trajecten en de grootte van het veiligheidsprobleem voor de waterkering nabij de Jong- en Oud-Breskenspolder in kaart gebracht. Tevens zijn in het Basisrapport en de startnotitie m.e.r. [Provincie Zeeland, 2005b] de oplossingsrichtingen in kaart gebracht en principekeuzes gemaakt. Zoals in paragraaf 2.1 aangegeven, is hierbij voor Waterdunen als uitgangspunt gekozen voor een landwaartse duinversterking.

Ten behoeve van het specificeren van het veiligheidsprobleem zijn voor het MER Waterdunen en MER Zwakke Schakel West-Zeeuws Vlaanderen nieuwe duinafslagberekeningen gemaakt [DHV, 2006 en Alkyon, 2006]. Omdat ook een deel van de aanwezige dijken (op termijn) niet aan de vereiste veiligheid voldoet, zijn ook voor deze (dijk)profielen duinafslagberekeningen uitgevoerd, als ware zij versterkt als duin (zand). Er zijn berekeningen gemaakt waarbij de waterkering door middel van een aanvulling van het zandvolume wordt versterkt.

De berekeningen zijn uitgevoerd voor vier verschillende situaties, te weten: de huidige situatie, de situatie over 50 jaar, de situatie over 100 jaar en de situatie over 200 jaar. In deze situaties zijn de effecten van de verwachte zeespiegelrijzing en klimaatsverandering

opgenomen. Zowel een landwaartse versterking als een zeewaartse versterking is hierbij in beeld gebracht. In de berekeningen is de hoeveelheid zand bepaald die nodig is om het duinprofiel te laten voldoen aan de vereiste veiligheid (er treedt dan juist geen doorbraak op). De omvang van de benodigde versterking (hetzij qua volume in m³/m, hetzij qua breedte in m) is daarbij indicatief voor het veiligheidstekort. De resultaten voor de huidige situatie geven een indicatie van de huidige veiligheid van het dwarsprofiel als duinwaterkering. De berekeningen geven een goed beeld van én het aanwezige veiligheidsprobleem én de mogelijke oplossing.

Uitgangspunten versterking

Indien er sprake is van een niet voldoende veilige waterkering, zal het dwarsprofiel worden versterkt:

- In het geval van een landwaartse versterking is voor het niveau van de aanvulling het kruinniveau van het zogenaamde grensprofiel aangehouden. De achterzijde van de aanvulling is (in overeenstemming met het binnentalud van het grensprofiel) in het rekenmodel uitgevoerd onder een helling van 1:2. Bij de uitwerking als ontwerp zal deze helling flauwer dan 1:3 worden uitgevoerd.
- In het geval van een zeewaartse aanvulling is voor het niveau van de aanvulling de kleinste waarde van het dwarsprofiel (duintop) of het kruinniveau van het grensprofiel aangehouden. De voorzijde is uitgevoerd als een talud onder een helling van 1:4. Beneden het niveau van de duinvoet is gerekend met een helling van 1:10.

Klimaatverandering en onzekerheden

In de versterking is expliciet rekening gehouden met klimaatveranderingsscenario's voor de zeespiegelrijzing (het zogenaamde middenscenario). Ook de onzekerheden in de ontwikkeling van de golfcondities (langere golfperiode) en de bodemligging zijn meegenomen. Deze langere golfperiode volgt uit recente metingen. Hieruit blijkt dat de golfperiode onder maatgevende omstandigheden langer is dan tot op heden is aangenomen. Tevens zal er door de zeespiegelrijzing sprake zijn van een geleidelijk mee omhoog verplaatsen van tenminste het natte deel van het kustprofiel. Deze bodemverhoging beïnvloedt vooral de zeewaartse versterkingen.

De toekomstige randvoorwaarden zijn gebaseerd op de huidige waarden, voorzien van een aanpassing waarin de effecten van klimaatverandering zijn verwerkt. In tabel 2.1 zijn de gehanteerde aanpassingen aangegeven. De toegepaste hydraulische randvoorwaarden zijn weergegeven in tabel 2.2. In de berekeningen is het effect van de langere golfperiode meegenomen door het in rekening brengen van 35 % extra afslag [Alkyon, 2006]. Deze langere golfperiode is verwerkt door het toepassen van een kleinere waarde voor de rekenwaarde van de korrelgrootte van het zand (de zogenaamde D_{50}). De reductie in de korreldiameter wordt zodanig gekozen dat aan de 35 % extra afslag wordt voldaan. Hierdoor ontstaat een flauwer afslagprofiel. Voor de toekomstige situaties is de bodemligging van het strand aangepast door deze met de grootte van de verhoging van de gemiddelde zeestand op te hogen. Tabel 2.3 geeft aan met welke profielaanpassing hiertoe rekening is gehouden [Alkyon, 2006].

Tabel 2.1: De gehanteerde aanpassingen hydraulische randvoorwaarden voor de toekomst [Alkyon, 2006]

Parameter	Zichtperiode			
	A - Huidig	B - 50 jaar	C - 100 jaar	D - 200 jaar
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.	+ 10 %
Golfperiode	n.v.t.	+0,5 s	+1,0 s	+2,0 s

Tabel 2.2: De gehanteerde hydraulische randvoorwaarden voor het ontwerp [Alkyon, 2006]

Vak	km-raai	Situatie over 50 jaar			Situatie over 100 jaar			Situatie over 200 jaar.		
		RP (m tov NAP)	Hs (m)	Tp (s)	RP (m tov NAP)	Hs (m)	Tp (s)	RP (m tov NAP)	Hs (m)	Tp (s)
1	5.12	5.89	3.89	11.90	6.24	3.89	12.40	7.84	4.28	13.40
2	4.41	5.90	3.80	11.90	6.25	3.80	12.40	7.85	4.18	13.40
3	3.96	5.90	3.80	11.90	6.25	3.80	12.40	7.85	4.18	13.40
4	3.08	5.90	3.80	11.90	6.25	3.80	12.40	7.85	4.18	13.40
5	2.90	5.90	3.80	11.90	6.25	3.80	12.40	7.85	4.18	13.40

Tabel 2.3: Profielaanpassingen als gevolg van zeespiegelrijzing waarmee in de berekeningen rekening is gehouden

Zichtperiode	Zeespiegelrijzing	Profielaanpassing	Opmerkingen
0	n.v.t.	nvt	huidige situatie
50 jaar	+ 0,30 m	+0,30 m voor < NAP + 3 m	
100 jaar	+ 0,60 m	+0,60 m voor < NAP + 3 m	
200 jaar	+ 1,70 m	+1,70 m voor < NAP + 3 m	

Diepe geul langs de waterkering

Specifiek voor de situatie ter plaatse van Waterdunen is de aanwezigheid van een diepe geul (tot 30 meter diep) in de monding van de Westerschelde, tegen de dijk vanaf Nieuwe Sluis oostwaarts. Hierdoor zijn juist zeewaartse verdedigingsopties in zand lastig. Daarbij zorgt een zeewaartse verdediging voor een grotere belasting op de vooroever. De kans op dijk- en oevervallen wordt daardoor groter. Ook vergroot een zeewaartse verdediging de onderhoudsinspanning. Tenslotte worden bij een zeewaartse verdediging de suppletie inspanningen van Rijkswaterstaat om als kustbeheerder de basiskustlijn in stand te houden, groter.

Samenvattend kan gesteld worden dat, zeker indien gekozen wordt voor een versterking met een planhorizon van 200 jaar, er sprake is van een toekomstvaste, robuuste oplossing die om kan gaan met klimaatveranderingen en overige onzekerheden in de hydraulische omstandigheden.

Resultaten veiligheidsanalyse

In tabel 2.4 zijn de resultaten van de veiligheidsanalyse gegeven. In deze tabel is de technische problematiek per deeltraject van de waterkering bij Waterdunen nader gespecificeerd. Deze problematiek heeft als uitgangspunt gediend voor de te nemen maatregelen. Er zijn 5 deeltrajecten onderscheiden.

Tabel 2.4: Resultaten veiligheidsanalyse, gebaseerd op [Provincie Zeeland, 2005a, Alkyon, 2006 en Alkyon, 2007]

Deeltraject	hmp-hmp.	Mechanisme	Specificatie
1	73900-72700	duinafslag	Volumetekort Huidige situatie: ca. 30 m ³ /m 50 jaar: ca. 140 m ³ /m 200 jaar: ca. 1400 m ³ /m
2	72700-72400	overslag	Hoogtetekort 100 jaar: 1 m Hoogtetekort 200 jaar: 3 m
3	72400-71600	duinafslag/overslag	Volumetekort Huidige situatie: ca. 500 m ³ /m 200 jaar: ca. 1400 m ³ /m
4	71600-71200	duinafslag/overslag	Hoogtetekort 100 jaar: 1 m Hoogtetekort 200 jaar: 3 m
5	71200-70800	duinafslag/overslag	Hoogtetekort 100 jaar: 1 m Hoogtetekort 200 jaar: 3 m

Versterkingskeuzes

Van groot belang is dat er wordt gestreefd naar een robuuste en duurzame veiligheid. Zoals in paragraaf 2.1 al is aangegeven, is in het Basisdocument [Provincie Zeeland, 2005a] en de startnotitie m.e.r. [Provincie Zeeland, 2005b] in principe gekozen voor landwaartse verdedigingsopties, uitgevoerd in zand (duinversterking). Daarom wordt op het grootste traject (3) gekozen voor een binnenwaartse versterking in zand voor een periode van 50 jaar. Het zand wordt zodanig aangebracht dat het een de ruimte beslaat die nodig is om een versterking voor een planperiode van 200 jaar te realiseren. Hierdoor is de duurzame verweving van de kustveiligheid met overige gebruiksfuncties mogelijk. Bovendien blijft de mogelijkheid bestaan om in de toekomst een kustversterking voor een planperiode van 200 jaar te realiseren. In de overige (kleinere) trajecten wordt maatwerk geleverd gericht op de huidige functies en gebruik.

Op basis van het bovenstaande zijn de volgende oplossingsrichtingen geformuleerd voor de kustversterking:

- de waterkering langs de Oud-Breskenspolder wordt in principe landwaarts versterkt door de aanleg van duin;
- slechts daar waar dit de ongewenste sloop van binnenwaarts gelegen woningen impliceert, wordt de oplossing voor zover mogelijk buitendijks gezocht. Dit geldt voor vak 1, de Walendijk. Bovendien zijn in de Groedse Duintjes, net ten westen van het plangebied, natuurwaarden aanwezig waarom hier voor zeewaartse versterking is gekozen. Hierbij speelt ook mee dat een binnenwaartse duinverbreding in vak 1 tot een (dure en onwenselijke) overkluizing leidt van de huidige watergang die voor de afwatering van het gebied zorgt. Ook ligt langs vak 1 nog géén diepe stroomgeul direct tegen de waterkering en sluit deze oplossing aan bij de kustversterking westelijk van de Walendijk;
- de verbetering wordt in grond uitgevoerd. Harde constructies worden zoveel mogelijk vermeden;
- de kustversterking wordt daar waar deze gecombineerd wordt met gebiedsontwikkeling, aangelegd met een planperiode van 50 jaar waarbij er ruimte gereserveerd wordt voor kustversterking met een planperiode van 200 jaar;
- aangezien er zeewaarts geen ruimtelijke ontwikkelingen zijn die verdere verbeteringen in de toekomst bemoeilijken, wordt bij een zeewaartse versterking in zand uitgegaan van een planperiode van 50 jaar;
- dijkverbetering wordt alleen toegepast daar waar zeewaartse versterking in zand niet mogelijk is en een landwaartse versterking leidt tot de sloop van bewoning. Dit

speelt in het dijktraject vanaf het Zandertje tot en met Breskens-West [vakken 3, 4 en 5]. De dijkversterking wordt uitgevoerd voor een planperiode van 100 jaar.

Dit resulteert in de versterkingsopties zoals weergegeven in tabel 2.5 die als voorgenomen activiteit in alle alternatieven zijn meegenomen.

Tabel 2.5: De benodigde versterkingen in zand

Deeltraject	hmp-hmp.	Benodigd versterkingsvolume	Versterkingsoptie
1	73900-72700	ca. 140.000 m ³	Zeewaarts Planperiode 50 jr.
2	72700-72400	n.v.t	Dijkversterking, Planperiode 100 jr.
3	72400-71600	ca. 2.800.000 m ³	Landwaarts Planperiode 200 jr.
4	71600-71200	n.v.t	Dijkversterking, Planperiode 100 jr.
5	71200-70800	n.v.t	Dijkversterking, Planperiode 100 jr.

De aangegeven hoeveelheden zijn de minimumhoeveelheden die in het gebied moeten worden aangebracht. Er wordt 25% extra volume aangebracht om landschappelijke inpassing mogelijk te maken. Verliezen tijdens winning en transport van het zand zorgen er voor dat zeker 20% extra zand moet worden gewonnen en aangevoerd. Indien wordt gekozen voor een binnenwaartse duinverbetering in zand áchter de bestaande dijk, zal bij een planperiode voor 50 jaar over een lengte van 20 m extra zandvolume noodzakelijk zijn in verband met bresvorming in de dijk bij een doorbraak.

Afstemming met overige kustversterking

De kustversterking bij Waterdunen sluit aan bij overige maatregelen in West-Zeeuwsch Vlaanderen om de kust te versterken. Deze overige maatregelen zijn beschreven in het MER Zwakke Schakel Zuid-West Zeeuwsch Vlaanderen, dat een aparte procedure doorloopt.

Westelijk vanaf de Walendijk, ter hoogte van de Groedse Duintjes, bestaat de geplande kustverdediging uit een beperkte zeewaartse verdediging. Hierbij wordt orde grootte 100 m³/m¹ zand aangebracht in de vorm van een steunduin. Deze steunduin loopt door in de zeewaartse versterking van de Walendijk.

Aan de oostzijde, vanaf de noordoostelijk gelegen woningen langs 't Zandertje, gaat de beperkte landwaartse verdediging van Waterdunen, over in een zeewaartse verdediging met zand. Deze zeewaartse verdediging sluit aan op de duin(vorming) die in de huidige situatie begint op de dijk nabij camping Schoneveld en zich oostwaarts richting Scheldeveste verder verbreedt. In beide gevallen wordt op de beschreven aard van de verdediging in het MER Zwakke Schakels niet gevarieerd.

2.3 Variant keuze bij 't Zandertje

In het MER is aangegeven dat bij 't Zandertje (dijktraject 4) is gekozen voor een landwaartse dijkverbetering omdat een verbetering in zand (binnenwaartse duinverbreding) zou leiden tot de sloop van een aantal woningen direct áchter de dijk. In dit traject wordt de dijkverbetering zodanig uitgevoerd dat alle binnendijkse woningen worden gespaard. Tevens ligt in dit traject een (bedienings)weg van het waterschap tussen de woningen en de dijk.

In het MER Waterdunen zijn twee varianten voor de dijkverbetering ter plaatse opgenomen, te weten een variant met een damwand of keermuur en een variant waarin de bedieningsweg vervalt. In de inspraakreactie op het MER is door het waterschapsbestuur gevraagd te bezien of een combinatie van een landwaartse met beperkte zeewaartse versterking ter plaatse haalbaar is. Door een dergelijke versterking worden enerzijds de binnendijs gelegen percelen en woningen gespaard en kan anderzijds de binnendijkse bedieningsweg van het waterschap zonder meer blijven bestaan. Er zijn dan geen keermuren of damwanden noodzakelijk. Wél vraagt deze versterking om aanpassing van het buitendijkse talud en de daarop gelegen asfalt en steenbekledingen. Doordat het buitentalud vanaf de Panoramaweg steiler wordt opgezet, blijft de breedte van het strand intact.

Op basis van deze keuze is het versterkingsplan uitgewerkt.

2.4 Compenserende maatregelen

Door de duinverbreding en dijkverbetering nabij Nieuwe Sluis/'t Killetje wordt de daar aanwezige bijenorchis en blauwe zeedistel, die in het kader van de Flora- en Faunawet zijn beschermd, mogelijk aangetast. De standplaatsvereisten van deze soorten worden in de verbreding opnieuw aangebracht. In de verdere detaillering van de plannen wordt met de vindplaatsen rekening gehouden.

2.5 Bekledingen

In de huidige situatie bevinden zich op het buitentalud van de dijken voor de Jong- en Oud-Breskenspolder bekledingen:

- Bij de havenkom van 't Killetje en westelijk daarvan, wordt de dijk beschermd door een steenbekleding.
- vanaf 't Killetje tot voorbij 't Zandertje wordt het buitentalud van de dijk beschermd door een steenbekleding, gecombineerd met een asfaltglooiing hoger op het talud. Deze glooiing vormt tevens de Panoramaweg.

Beide bekledingen voldoen niet aan de eisen van de waterkering bij een waterstand met een kans van voorkomen van 1/4.000°.

Door de landwaartse en zeewaartse versterkingen in zand (aanleg van duinen), bij de Napoleon Hoeve en de Walendijk, wordt het veiligheidsniveau van 1/4.000° daar door dit zandvolume gegarandeerd. Het op een veiligheidsniveau brengen van 1/4.000° van alle bekledingsconstructies is dan ook niet nodig. Voor de verbetering van de bekledingen binnen dit kustversterkingsplan betekent dit dat:

- de delen van de bekleding die onderdeel vormen van aansluitingsconstructies, ontworpen worden op een waterstand met een kans van voorkomen van 1/4.000°.
- de bekledingen ter plaatse van het gemaal en de nieuwe inlaatduiker ontworpen worden op een waterstand met een kans van voorkomen van 1/4.000°.
- de overige delen van de bekleding ontworpen worden op een hydraulische belasting met een kans van voorkomen van 1/500°. Hierdoor blijft onder maatgevende omstandigheden de hoeveelheid zand die na afslag op de vooroever terecht komt beperkt. Als de kust hier als volledige duin zou worden beschouwd, betekent dit dat er bij afslag onaanvaardbaar snel en veel

zandverlies optreedt door stroming en de aanwezige geul. Ook blijft door de aanleg de bedieningsweg intact. De aan te leggen duinconstructies garanderen de veiligheid van het achterliggende gebied.

Het ontwerp van de bekledingen is uitgewerkt door Royal Haskoning (2007) en Projectbureau Zeeweringen (2007). Deze rapporten vormen een bijlage bij dit kustversterkingsplan.

3 Beschrijving van het plan

Het dijkverbeteringsplan bestaat op hoofdlijnen uit:

- 1.200 m zeewaartse versterking door de aanleg van duin (50 m zeewaarts);
- 300 m dijkverbetering;
- 800 m landwaartse versterking door de aanleg van duin (150 m landwaarts);
- 800 m dijkverbetering.

In de volgende paragrafen zijn de te nemen maatregelen nader gespecificeerd. Op tekening 161911-S-4, DP-1 en DP-2 zijn de maatregelen aangeven.

3.1 Maatregelen

Vak 1: Walendijk tot en met het huidige gemaal Nieuwe Sluis [hmp. 73.900 - 72.700]

In dit traject is gekozen voor een zeewaartse versterking. Een landwaartse versterking zou de sloop van een aantal woningen noodzakelijk maken en de overkluizing of verlegging van het afwateringskanaal naar het gemaal en de nieuwe inlaatduiker noodzakelijk maken. Daarnaast sluit een zeewaartse versterking hier beter aan op de zeewaartse versterking westelijk van het plangebied.

Tegen de huidige Walendijk wordt dan ook een zeewaartse duinverbetering aangelegd. De minimaal vereiste gemiddelde korreldiameter (D_{50}) van dit zand bedraagt 0,187 mm. De verbetering wordt ingeplant met helm. De duinverbetering is ca. 50 m breed (Alkyon, 2006 en 2007). De hoogte van het massief bedraagt ca. NAP +12,5 m. Het huidige strand wordt 50 m zeewaarts verplaatst en komt in de huidige breedte terug. De huidige voorzieningen op het strand worden eveneens verplaatst en de huidige twee dijkovergangen worden aangepast (verlengd). De in dit traject aanwezige clubhuis en strandtent (Palm Cantina Beach) worden met het strand mee verplaatst.

In het vak wordt een kijkduin aangelegd tot een hoogte van NAP + 15 m. De basiskustlijn (BKL) dient in dit vak met de zeewaartse verbetering zeewaarts te worden verplaatst.

Vak 2: Dijktraject huidige gemaal Nieuwe Sluis [hmp. 72.700 - 72.400]

Ook in dit traject is geen binnenwaartse versterking wenselijk. De aanleg van een nieuwe inlaatduiker en de huidige huidige gemaalconstructie maken dit niet wenselijk. De dijk bij de kom bij het huidige gemaal Nieuwe Sluis wordt één meter verhoogd, tot NAP +12,35 m. De taluds worden voorzien van een steenbekleding.

Tussen vak 1 en vak 2 wordt de aanwezige aansluitingsconstructie aangepast op een veiligheidsniveau van 1/4.000°. De kruin van de huidige, onder het zand aanwezige, aansluitingsconstructie wordt 1 meter verhoogd tot NAP +12,35 m. De aansluitingsconstructie wordt doorgezet tot achter het grensprofiel ter plaatse zodat de veiligheid gewaarborgd is (zie ook tekening 161911-S-4). Het grensprofiel is gebaseerd op de duinafslagberekeningen ter plaatse (Alkyon, 2006). Achter het grensprofiel loopt de constructie af met een talud van 1:3. Aan de buitenzijde van de constructie wordt een bekleding aangebracht met breuksteen (sortering is nog niet bekend, waarschijnlijk 5-40 kg of 10-60 kg) en geopenetreerd met asfalt. Deze bekleding wordt afgedekt met zand van de zeewaartse duinverbetering.

Bij de uitdetaillering van het plan zal ter plaatse van de huidige gemaal de detaillering van de dijkverbetering moeten worden afgestemd op het gemaal. De bekledingen rondom het gemaal en de nieuwe inlaat worden ontworpen op een veiligheidsniveau van $1/4.000^e$. Tevens is daarbij specifieke aandacht nodig voor de huidige persleidingen van het gemaal onder de dijk. Bij de verdere uitwerking van het plan zullen de persleidingen op sterkte moeten worden getoetst en mogelijk worden versterkt/verbeterd.

Tevens wordt in dit traject een nieuwe inlaatduiker aangelegd ten behoeve van de binnenwaartse gebiedsontwikkeling en getijdenatuur. Het ontwerp van de nieuwe inlaatduiker is beschreven in bijlage 1.

De Panoramaweg en de toegangsweg er naar toe blijven intact. De bedieningsweg van het waterschap, direct achter de huidige dijk, komt te vervallen. De bedieningsweg wordt zuidelijk naast (met kleine tussenberm) het huidige voet-/fietspad op de kruin van de dijk aangelegd. Bij de realisatie van de duincamping worden nadere afspraken gemaakt over de inpassing en gebruik van het bedieningspad. Alle woningen blijven intact.

Vak 3 : Dijktraject Napoleon Hoeve-'t Zandertje [hmp 72.400-71.600]

Het traject langs de Napoleon Hoeve en 't Zandertje wordt binnendijs versterkt met een robuust duinmassief. Hierdoor dient de camping/recreatiecomplex Napoleon Hoeve te verdwijnen: alle woningen en het centrale gebouw dienen te worden gesloopt. Als onderdeel van de binnenwaartse gebiedsontwikkeling komt hiertoe een nieuwe recreatiecomplex: landinwaarts worden tegen de duinrand recreatiewoningen aangelegd. Tevens wordt in het duin een duincamping aangelegd. De delen van de duincamping binnen de waterkering zullen bestaan uit seizoensgebonden constructies. De aanleg van de duincamping en het binnendijkse recreatiecomplex zijn geen onderdeel van het kustversterkingsplan.

De westelijke oprit naar de Panoramaweg blijft behouden. De aanplant van helmgras moet hier overstuiving van de Panoramaweg voorkomen.

Het robuuste duinmassief bestaat uit overtollig materiaal uit de binnendijs ontgraven getijdegeulen (veelal zandige klei), aangevuld met zand. De minimaal vereiste gemiddelde korreldiameter (D_{50}) van dit zand bedraagt 0,187 mm. In het gebied wordt een langgerekte vallei aangelegd, waarbij in de laagste delen nog minimaal een laag van één meter zand boven de klei aanwezig is. De hogere delen van het duin worden ingeplant met helm.

Het huidige waterschapsterrein verdwijnt, de loods wordt gesloopt. De overige private woningen in 't Zandertje blijven gehandhaafd, doordat het duinmassief bij 't Zandertje via een aansluitingsconstructie overgaat in een nieuw aan te leggen dijk.

Door de aanleg van het duinmassief zal (een zeer beperkte) zetting optreden, voornamelijk bepaald door het samendrukken van de deklaag. Gezien de grootte van de deklaag en van het onderliggende zandpakket, zal deze zetting beperkt zijn. Er wordt geen negatief effect verwacht van het doorwerken van de zetting op de woningen bij 't Zandertje en 't Killetje. Door een gerichte opname van de huidige situatie en nadere analyse van de verwachte zetting bij de voorbereiding van de uitvoering, worden de effecten daarvan gedetailleerd in kaart gebracht. Indien dit alsnog noodzakelijk blijkt, worden aanvullende maatregelen genomen om de invloed van de zettingen op de

woningen bij 't Zandertje te beperken. Dit kan bijvoorbeeld door het toepassen van een lokale, beperkte grondverbetering.

Op drie plaatsen wordt de strandovergang aangepast. De verdere inrichting van het duingebied wordt in het kader van het plan Waterdunen verder opgepakt: in dit gebied komt een duincamping en een hotel met bijbehorende inrichting.

Aan zowel de west- als de oostzijde van vak 3 dient de dijk over een lengte van 190 m als aansluitingsconstructie. Deze lengte is gelijk aan het maximaal optredende afslagprofiel onder maatgevende omstandigheden, zodat de veiligheid is gewaarborgd. De bekledingen op het buitentalud (steenzetting en asfalt) worden verbeterd. Het grootste deel van de bekleding wordt gedimensioneerd op omstandigheden die met een kans van 1/500^e voorkomen. De aansluitingsconstructies zijn gedimensioneerd op een kans van 1/4.000^e. Vanaf hmp 72.400 tot het punt waar de Panoramaweg op de kruin komt verloopt de kruinhoogte van de dijk NAP +12,35 m naar NAP +11,35 m.

Vanaf vak 4 is er weer sprake van een dijkverbetering. Nabij 't Zandertje worden de huizen gespaard doordat de dijkverbetering zeewaarts plaatsvindt. Ook kan hierdoor de bedieningsweg achter de dijk behouden blijven. Door de zeewaartse verbetering en de dijkverhoging wordt het talud boven de Panoramaweg steiler opgezet. De kruinhoogte loopt van het begin (net ten oosten van de vuurtoren) van de aansluitingsconstructie tot aan het eind (hmp 71.500) terug van NAP +12,10 m tot het oorspronkelijke niveau van NAP +11,10 m.

In dit deel van de kust ligt tevens het zoekgebied voor de realisatie van een hotel en ontvangst voor het recreatie- en natuurgebied dat in het duingebied en binnendijks wordt gerealiseerd. Dit zoekgebied ligt deels binnen de 200 meter zone (en daarmee binnen de kernzone van de waterkering). De realisatie van het hotel is binnen deze zone mogelijk zolang de veiligheid gewaarborgd blijft en de constructie voldoet aan de eisen van het waterschap hieromtrent. De exacte beoordeling hiervan zal plaatsvinden zodra de definitieve locatie en constructie bekend zijn.

Vak 4 en 5: Dijktraject 'Zandertje-Breskens-West' [hmp. 71.600-71.200, 71.200-70.800]

In verband met de aanwezigheid van de woningen bij 't Zandertje en de binnendijks gelegen Karrevelden, is voor het traject tussen Breskens-West en 't Zandertje gekozen voor een buitenwaartse dijkverbetering. De kruin van de dijk wordt 1 meter verhoogd en het buitendijkse talud steiler opgezet. Door de verhoging en verbreding dient de overgang van de Panoramaweg over de dijk te worden aangepast, evenals het binnendijks gelegen fietspad. Aan het eind van het vak wordt de bestaande aansluitingsconstructie verbeterd zodat deze voldoet aan een veiligheidsniveau van 1/4.000^e. De aansluitingsconstructie wordt ingepast in de aanwezige ruimte en overlaagd met breuksteen en ingegoten met asfalt, inclusief de kop van de constructie. De lengte van de inpassing is weer gelijk aan het ter plaatse aanwezige afslagprofiel, zodat de veiligheid is gewaarborgd. De aansluitingsconstructie wordt afgedekt met zand, in aansluiting op de overstoven dijk oostelijk ervan.

3.2 Omgaan met landschap, natuur en cultuurhistorie

In het huidige plan worden bestaande landschappelijke en cultuurhistorische waarden ingepast in het ontwerp. Hierbij is de kustversterking opgenomen in het grotere geheel van het plan Waterdunen: kustversterking én gebiedsontwikkeling. Juist door deze combinatie maakt de kustversterking mede een forse impuls mogelijk aan de ruimtelijke en ecologische kwaliteit van het gehele gebied.

In het kustversterkingsplan zelf wordt landschappelijk aangesloten bij de kenmerken van het Nationaal Landschap, waarbij de duin- en dijkverbreding contrasteert met het vlakke binnendijkse gebied. In vakken 1, 2, 4 en 5 blijft de dijk als lijnelement en scherp contrast gehandhaafd. De binnenwaartse duinverbetering in vak 3 sluit aan op deze lijn. Aansluitend wordt in plan Waterdunen een duin- en schorgebied aangelegd met recreatiewoningen, waarin deze scherpe overgang gehandhaafd blijft. De vormgeving sluit aan bij bestaande oost-west lijnen in het landschap.

De huidige cultuurhistorische waarden in het gebied blijven behouden, zoals de vuurtoren, huidige gemaal en de Karrevelden oostelijk van 't Zandertje.

Vanuit ecologische oogpunt is in het plan Waterdunen ervoor gekozen de ecologische waarden te centreren in het binnendijkse gebied. Hier wordt hoogwaardige zoute getijdenatuur ontwikkeld, inclusief de gradiënten naar brakke en zoete zones. Voor de kustversterking in de vorm als duinverbreding is in samenhang daarmee gekozen voor de landschappelijk recreatieve meerwaarde. De omvang van het duingebied is te beperkt om natuurlijke duinvorming en verstuvingsprocessen op gang te brengen. Dit betekent dat er in het plan géén specifieke ecologische eisen worden gesteld aan de kwaliteit van het zand. Wél is er voor gekozen om onder het duin een basis van kleiig materiaal aan te leggen. Hierdoor zal aan de randen van het duin en in de duinvallei, zoete kwel met de bijbehorende zoete duinvegetaties ontstaan.

3.3 Inrichting van het gebied

De daadwerkelijke recreatieve en landschappelijke afwerking van het gebied is niet in de plan opgenomen. Deze invulling hangt samen met de recreatieve en landschappelijke ontwikkeling van het binnendijkse gebied en zal in een samenhangend inrichtingsplan voor het kustgebied en binnendijkse gebied door de initiatiefnemers worden uitgewerkt. Echter, het voorliggende kustversterkingsplan maakt deze ontwikkelingen wél mogelijk. Dit betekent dat door het vaststellen van dit kustversterkingsplan het bestuur van het waterschap het tevens mogelijk maakt dat binnen het gebied van de waterkering in de duinverbetering in vak 3 de volgende onderdelen zullen worden ontwikkeld:

- Een duincamping met de bijbehorende voorzieningen;
- Een hotel met bijbehorende voorzieningen.

De locaties hiervan zijn opgenomen in het MER Waterdunen en weergegeven in figuur 1.2 en 1.3 in hoofdstuk 1. De voorzieningen zijn ontheffingsplichtig en moeten worden aangelegd binnen de geldende Keur en de beleidsregels van het waterschap.

3.4 Kabels en leidingen

Voor het plan zijn aanpassingen noodzakelijk aan aanwezige kabels en leidingen. In tabel 3.1 zijn de kabels en leidingen per vak aangeven, gebaseerd op KLIC-informatie juni 2006. In overleg met de betreffende beheerders zullen de maatregelen worden uitgewerkt. Veelal zal dit verlegging van de kabels en leidingen betekenen.

	Versterking	Kabels en leidingen	Oriëntatie
Vak 1	Zeewaarts	Niet aanwezig.	n.v.t.
Vak 2	Landwaarts	Water, gas, midden en laag spanning en telefoon kabels.	Parallel en dwars op de kustversterking.
Vak 3	Landwaarts	Spanning en telefoonkabels.	Met name dwars op de kustversterking.
Vak 4	Landwaarts	Laagspanning en telefoon naar de vuurtoren. Aan het oosten van het vak bevinden zich water, gas, laagspanning en telefonie parallel aan de kustversterking.	Spanning en telefoon dwars op de kustversterking. Overig parallel.
Vak 5	Landwaarts	Parallel aan het de kustversterking loopt water, gas, laagspanning en telefonie. Laag spanning en telefonie lopen ook in zuidelijke richting.	Parallel op de kustversterking. Laag spanning en telefonie lopen ook dwars op de kustversterking.

Tabel 3.1: Overzicht van kabels en leidingen in het plan.

4 Beheer en onderhoud

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

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 NAP - 20 m lijn intact gehouden. Deze beheertaak ligt bij Rijkswaterstaat. Deze taak valt buiten het plangebied en wijzigt niet door het kustversterkingsplan. Alleen bij de Walendijk (vak 1) dient de BKL zeewaarts met de duinverbreding te worden. In het MER Waterdunen is aangegeven dat alleen deze zeewaartse verbetering ter plaatse van de Walendijk zorgt voor een (geringe) toename van het onderhoud aan de BKL: 2.000 tot 5.000 m³ extra per jaar, voor de eerste jaren. Daarna neemt de toename af.

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 en buitenbeschermingszones. De grootte hiervan is vastgelegd in de Keur en de Legger van het waterschap. Belangrijk is dat in delen van het gebied de waterkering gescheiden ligt van de gebiedsontwikkeling, maar in een belangrijk deel (vak 3 en 4) juist niet. Dit betekent dat het waterkeringsbeheer en het beheer van het gebied in deze delen op elkaar moet worden afgestemd.

Ter plaatse van de Walendijk, het huidige gemaal Nieuwesluis bij 't Killetje en het dijktraject Zandertje-Breskens verandert de beheersituatie niet wezenlijk. De waterkering ligt gescheiden van de gebiedsontwikkelingen de huidige beheersvormen worden door het waterschap voortgezet. Anders ligt dit in het traject Napoleon Hoeve. Daar wordt de binnendijkse duinverbreding gecombineerd met recreatief medegebruik en landschappelijke ontwikkeling. De duinverbreding wordt aangelegd voor een planperiode van 50 jaar. Als zodanig kan in de eerste fasen van deze periode ruimte worden gelaten voor dynamische natuurlijke processen en een extensief beheer, zónder dat de veiligheid in het geding komt.

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.

Binnen de waterkering wordt medegebruik mogelijk gemaakt: de aanleg en het beheer van een duincamping. Hiertoe worden noodzakelijke voorzieningen voor de camping niet-permanent dan wel buiten de afslagzone aangelegd. Door de recreatie-exploitant en het waterschap worden nadere afspraken hiertoe gemaakt en vastgelegd in een Keurontheffing.

Wijziging van de beheersinspanning

De kustversterking betekent een wijziging en intensivering van de onderhoudsinspanning voor het waterschap, vooral door:

- de aanleg van de zeewaartse duinenrij tegen de Walendijk;
- de aanleg van de landwaartse duinenrij ter plaatse van de Napoleon Hoeve;
- aanleg extra kunstwerk;
- toename van het medegebruik van de waterkering.

Toename onderhoudsinspanning

In het totaal wordt 1.100 m dijk verbeterd. Het beheer van deze dijken blijft ongewijzigd: rondom het huidige gemaal en de nieuwe inlaatconstructie is de dijk volledig in een steenzetting aangebracht en blijft de onderhoudsinspanning gericht op het in stand houden van de glooiing. Vanaf het Zandertje tot aan Breskens-West is sprake van zowel een asfaltglooiing, steenglooiing en grasbekledingen. Ook hier blijft het huidige beheer in stand: de grasbekledingen worden gemaaid. De onderhoudsinspanning voor de dijken neemt niet significant toe.

Ten slotte zal ook de nieuwe inlaatduiker door het waterschap worden beheerd. Hiertoe zal, in overleg met de beheerders van het binnendijkse natuurgebied en de eigenaar van het recreatiepark, een beheerplan met sluitingstrategie voor de inlaatduiker worden opgesteld.

Beheer nieuwe duinen

In de nieuw aan te leggen duinen wordt gekozen voor een extensief onderhoud, bestaande uit beperkte aanplant en onderhoud aan beplantingen, evenals onderhoud aan de afrasteringen. Ook de openbare duinpaden worden door het waterschap onderhouden.

Voor de eisen en onderhoudswerkzaamheden ter plaatse van de aan te leggen duincamping worden nadere afspraken gemaakt met de campingbeheerder, op basis van ontheffingverlening en medegebruik. Deze afspraken betreffen de aan te leggen voorzieningen, kabels en leidingen, gebruik bedieningsweg waterschap, e.d. In deze duinzone zullen aanvullende aanplant / onderhoudswerkzaamheden mogelijk wenselijk zijn in verband met ongewenste verstuingen.

Bij de Walendijk en de Napoleon Hoeve wordt duin aangelegd. Het huidige beheer van de dijken wijzigt over totaal 2 km in een duinbeheer. Dit betekent een toename van de onderhoudsinspanning, veelal een 2 tot 2,5 keer zo grote inspanning [gebaseerd op ervaringscijfers van het waterschap, vastgelegd in het Beheerplan Waterkeringen 2004-2008 (Waterschap Zeeuws-Vlaanderen, 2005b)]. Ook de huidige asfalt- en steenglooiing van de dijk voor de Napoleon Hoeve wordt verbeterd en blijft in onderhoud.

De ondergronden van de nieuwe kernzone van de waterkering komen in eigendom van het waterschap. Met de eigenaar van de camping worden afspraken gemaakt over het gebruik van de gronden voor het exploiteren van de camping.

Overige trajecten

De resterende dijktrajecten blijven op basis van de huidige onderhoudsstrategieën, in beheer bij het waterschap. Dit geldt zowel voor de steen- en grasbekledingen, evenals voor het dijkmeubilair.

5 Uitvoering van het plan

5.1 Hoofdlijnen

De aanleg van de kustversterking bestaat op hoofdlijnen uit de volgende onderdelen,

- het aanpassen van de huidige steen- en asfaltglooiingen op de buitentaluds;
- de aanleg van duingebieden: buitendijks bij de Walendijk, binnendijks tussen 't Killetje en 't Zandertje;
- de verhoging en verbreding van de dijk nabij 't Zandertje en nabij 't Killetje;
- de aanleg van een nieuwe inlaatduiker en inpassing van de inlaatduiker en de dijkverbetering rondom het huidige gemaal bij 't Killetje.

Deze onderdelen zijn inclusief de bijbehorende sloopwerkzaamheden, aanpassingen aan inrichting en wegenstructuur, wandelpaden en duinovergangen evenals de aanpassingen van aansluitconstructies.

Tijdens de uitvoering worden specifieke maatregelen genomen om overlast te beperken, zoals:

- beperking van verkeershinder door aangepaste routing;
- leidingen worden zoveel mogelijk langs en over wegen aangelegd;
- hinderbeperkende maatregelen bij bebouwing. Van alle bebouwing wordt bij de start de nulsituatie vastgelegd;
- werkzaamheden op het strand buiten het (recreatie)seizoen;
- voorkomen van stofhinder door nat houden en afdekken van gronddepots;
- geluidseisen aan het in te zetten materieel;
- maatregelen aan kabels, leidingen en ten behoeve van huisaansluitingen.

5.2 Grondverzet

Het realiseren van het plan vraagt vooral om substantieel grondverzet, vooral door het aanbrengen van zand als duinverbreding. Dit betreft binnenwaarts zand ter plaatse van de Napoleon Hoeve en buitenwaarts zand tegen de Walendijk. Dit zand wordt waarschijnlijk gewonnen op zee. Gezien het feit dat de ecologische doelstellingen voor het duingebied beperkt zijn, is ontzilting van dit zand niet vereist. De totale hoeveelheid aan te brengen zand voor de planperiode van 50 jaar betreft 1,5 miljoen m³.

De mogelijkheden om in het gebied substantieel zand te winnen en daarmee de hoeveelheid aan te voeren zand vanuit zee te beperken, zijn beperkt, zie MER Waterdunen. In de huidige grondbalans is voor het binnendijkse gebied 95% van de te ontgraven grond klei en 5% zand. Deze 5% zand wordt toegepast in de kustversterking, mits de korreldiameter D_{50} minimaal 0,187 mm bedraagt.

Binnen het plan Waterdunen wordt voor de gebiedsontwikkeling binnendijks een forse hoeveelheid klei ontgraven. Deze ontgraven klei wordt zoveel mogelijk binnen het plan Waterdunen hergebruikt. Daarbij blijft een substantiële hoeveelheid kleilig materiaal over. Een deel van deze klei wordt binnen het kustversterkingsplan als materiaal in de duinversterking gebruikt. Hierbij wordt de basis (het onderste deel) van het binnendijkse duin aangelegd met kleilig materiaal. Ca. 330.000 m³ klei kan daarbij worden hergebruikt

waarbij de klei tot maximaal 1 meter onder de duinvallei (laagste punt duin) wordt toegepast. De grondbalans voor het kustversterkingplan is in tabel 6.1 samengevat.

Tabel 6.1 Grondbalans kustversterkingsplan

Gevarieerd	Ontgraven(m ³)	Benodigd (m ³)	Saldo (m ³)
Klei kustversterking	27.000	27.000	0
Zand kustversterking	0	1.500.000 (1)	- 1.500.000

(1) waarvan 330.000 m wordt ingevuld door klei uit de gebiedsontwikkeling

Transport van zand

Het benodigde zand wordt in principe gewonnen op zee. Het zand wordt direct met pijpleidingen in het gebied gespoten. Ontzilting van het zeezand wordt niet toegepast. De pijpleidingen worden met een constructie over de Panoramaweg en dijk heengeleid. Mogelijk wordt er gebruik gemaakt van een tijdelijk tussendepot. De buizen worden in het westelijk deel van de Napoleon Hoeve het gebied in geleid, ten oosten van de Nieuwe Sluisweg / Killetje. Hierbij wordt de groeiplaats van bijenorchis ontzien. Indien het zand direct in het gebied wordt gespoten, zal het (zoute) mengselwater waarmee het zand wordt opgespoten, worden opgevangen en afgevoerd naar buitendijs. Dit kan via een tijdelijke installatie (bijvoorbeeld een hevel) of via het bestaande gemaal. In het laatste geval vindt er verzilting van het oppervlaktewater plaats. Dit is in principe niet toegestaan en dient dus vermeden te worden. Indien dit verzilting van het oppervlaktewater niet vermeden kan worden, worden maatregelen genomen om tijdelijke verzilting van het afvoerwatersysteem te voorkomen.

5.3 Organisatie en planning

Voor de werkzaamheden aan de kust zijn vooralsnog geen belemmeringen ten aanzien van ecologische eisen en broedseizoenen. Tevens is de aanleg van de zee- en landwaartse duinversterkingen, omdat deze werken niet direct aan de huidige waterkering plaatsvinden, in principe niet gebonden aan het gesloten seizoen voor het werken aan de waterkering. Deze duinaanleg wordt, zo veel als mogelijk, juist buiten het recreatie seizoen gerealiseerd. Alleen de werkzaamheden aan de dijken, zowel rond de nieuwe inlaatduiker als aan de dijk voorbij het Zandertje, zullen alleen vanaf 1 april tot 15 oktober plaats kunnen plaatsvinden.

De planning van de werkzaamheden aan de kustversterking zijn gebonden aan de uitvoering van de binnendijkse gebiedsontwikkeling:

- vrijkomend materiaal uit de geulen wordt gebruikt om de onderste delen van de landwaartse duinversterking te realiseren;
- de periode tussen de sloop van camping Napoleon Hoeve en de aanleg van de nieuwe duincamping en recreatiewoningen dient minimaal te zijn.

De totale uitvoering van de kustversterking en gebiedsinrichting zal naar verwachting twee tot vier jaar duren. Na oplevering van het gebied zal Molecaten de verdere inrichting en realisatie van de recreatievoorzieningen en -woningen verzorgen.

Ten behoeve van de uitvoering kunnen specifieke aanvullende onderzoeken, vergunningen en toestemmingen noodzakelijk zijn. Deze doorlopen de vereiste inspraakprocedures.

6 Vergunningen en toestemmingen

Voor de uitvoering van het beschreven kustversterkingsplan zijn vergunningen, toestemmingen en besluiten noodzakelijk. De Wet op de waterkering voorziet in een gecoördineerde aanpak voor het verkrijgen van de benodigde vergunningen en een herziening van het bestemmingsplan. In dit hoofdstuk wordt beschreven om welke vergunningen en besluiten dit waarschijnlijk gaat. Mogelijk zijn te zijner tijd voor de uitvoering en mogelijke detailmaatregelen bij de aanwezige woningen, nog aanvullende besluiten noodzakelijk.

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 binnendijs van de huidige waterkering vereist aanpassing. Hiertoe wordt door de gemeente Sluis, in samenhang met de binnendijkse gebiedsontwikkeling, 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.

Flora- en faunawet/Natuurbeschermingswet

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

Woningwet

Voor de bouw van de nieuwe inlaatduiker is een bouwvergunning van de gemeente Sluis op basis van de Woningwet noodzakelijk.

Bouwverordening

Voor de sloop van de gebouwen van de Napoleon Hoeve en de sloop van de loods van het waterschap zijn sloopvergunningen van de gemeente Sluis noodzakelijk.

Wegenverkeerswet / Besluit administratieve bepalingen inzake het wegverkeer / Wegenverordening waterschap

Vergunningen zijn noodzakelijk voor de aanpassing aan wegen. Tevens zullen op enkele plaatsen verkeersmaatregelen noodzakelijk zijn. Aan vragen voor tijdelijke maatregelen worden tijdens de uitvoering in het kader van de Wegenverkeerswet dan wel de Wegenverordening Zeeland 1994 van het waterschap aangevraagd.

Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken

Voor de aanleg van de nieuwe inlaatduiker en de zeewaartse verbreding is een vergunning op basis van de Wet Beheer Rijkswaterstaatswerken 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 noodzakelijk. Ook zal nader onderzoek naar de milieukwaliteit van de aan- en af te voeren grondstromen mogelijk noodzakelijk zijn. Dit

geldt zowel voor het materiaal afkomstig uit de binnendijkse werkzaamheden als het materiaal buitendijs.

Tevens is op basis van historisch milieuonderzoek vastgesteld dat er (potentiële) verontreinigingen in het gebied voorkomen. In ieder geval is op het opslagterrein het Zandertje van het waterschap, eerder bodemverontreiniging aangetoond (sterke verontreiniging met minerale olie). Ook zijn er mogelijk potentiële verdachte locaties op aanwezige erfverhardingen en puinpaden. Door nader verkennend bodemonderzoek zal in kaart worden gebracht in hoeverre daadwerkelijke sanering en bijbehorende vergunningen, noodzakelijk zijn.

Wet Verontreiniging Zeewater

Voor de aanleg van de zeewaartse versterking zal een toetsing moeten plaatsvinden op basis van de Wet Verontreiniging Zeewater.

Boswet

Voor het kappen van bomen of houtopstanden is (afhankelijk van omvang en plaats) een melding bij LNV of vergunning van gemeente nodig. Of kapvergunning nodig is hangt af van het soort boom en het aantal bomen.

Grondwaterwet

Voor onttrekken van grondwater (bijvoorbeeld bemaling voor de aanleg van de nieuwe inlaatduiker) is een vergunning nodig op grond van de Grondwaterwet.

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.

Keur Waterbeheer

Voor het werken in en aan sloten binnen 7 meter uit de insteek is ontheffing van de Keur nodig.

7 Grondverwerving en schadevergoeding

7.1 Grondverwerving

Om de kustversterking tijdig te realiseren is grondverwerving noodzakelijk. In beginsel wordt de gehele ondergrond van de nieuwe waterkering in eigendom verworven. Het waterschap wil de ondergrond van de waterkering permanent in eigendom hebben.

Daar waar de waterkering onderdeel uitmaakt van een publiek werk (een openbare weg bijvoorbeeld) dat in beheer is bij een ander overheidslichaam, wordt eigendomsverwerving van een beheerstrook wenselijk geacht. Omdat de waterkering hier onderdeel uitmaakt van een ander werk en in de praktijk de waterkering niet zichtbaar is, is het niet ondenkbaar dat de waterkeringbelangen hier onvoldoende aandacht krijgen. Eigendom van de waterkeringstrook komt het waterkeringbeheer ten goede. Het medegebruik door andere overheden kan middels een opstalrecht geregeld worden. Indien met de betreffende overheidsinstelling geen overeenstemmingen wordt verkregen, zullen afspraken worden vastgelegd met betrekking tot beheer en onderhoud van de waterkeringstrook in een onderhoudsovereenkomst.

Alle overige in de kustversterking verworven gronden zullen worden aangekocht, waarbij de eigenaren op onteigeningsbasis, schadeloos worden gesteld. Indien géén overeenstemming over grondverwerving kan worden verkregen, kan de grond worden onteigend.

Voor de uitvoering van de werken is mogelijk een tijdelijke werkruimte nodig. Met de grondgebruikers zal hiertoe een regeling worden getroffen. Indien geen overeenstemming kan worden verkregen, kan op grond van de Waterstaatswet 1900 de benodigde grond tijdelijk in gebruik worden genomen.

In een nog op te stellen grondaankoopplan zullen de te verwerven gronden, de te vestigen zakelijke rechten evenals de tijdelijk te gebruiken gronden aangegeven worden.

7.2 Schaderegeling

Bij de uitvoering van de kustversterking kan schade en overlast ontstaan voor derden. Naast ontneming van eigendom en de hiermee verband houdende schade voor zowel eigenaar als eventuele zakelijk gerechtigden/pachters, die in het kader van de grondverweving worden vergoed, kan er nog andere schade voor derden ontstaan. In deze paragraaf worden de vormen van schade met de daarop van toepassing zijnde regelingen, aangegeven. Hierbij wordt in algemene zin ingegaan op de regelingen.

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 de gemeenteraad een naar billijkheid te bepalen schadevergoeding toe. Een daartoe strekkend verzoek dient bij de betrokken gemeente te worden ingediend.

Nadeelcompensatie

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. In beginsel vindt compensatie plaats in natura. Slechts indien dit niet mogelijk is, wordt gecompenseerd in geld, waarbij overeenkomstig de nadeelcompensatieregeling een onafhankelijke commissie advies over de schade zal uitbrengen. De regeling voorziet in een bezwaren- en beroepsprocedure.

Behandeling vindt plaats op basis op grond van en overeenkomstig de regeling hiertoe van het waterschap. Indien en zover deze nog niet van kracht is, zal de Regeling nadeelcompensatie Verkeer en Waterstaat 1999 (regeling van 1 september 1999) worden toegepast. Nadeel compensatie als gevolg van het intrekken/wijzigingen van ontheffingen en het hieruit voortvloeiende verleggen / aanpassen van kabels en leidingen vindt plaats overeenkomstig de Nadeelcompensatieregeling verleggen kabels en leidingen in en buiten Rijkswaterstaatswerken 1999.

Gebouwen en infrastructuur

Ondanks de nodige en vereiste zorgvuldigheid tijdens de uitvoering, kan schade ontstaan aan in de onmiddellijke nabijheid van duin/dijk aanwezige bebouwing. 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 dient bij het waterschap te worden ingediend zodra deze wordt geconstateerd.

Er zullen regelingen en/of maatregelen worden getroffen om schade aan de huidige infrastructuur als gevolg van bouwverkeer, te voorkomen. Indien dit niet mogelijk is, zal er een herstelregeling worden getroffen met de betreffende wegbeheerder.

8 Kosten van het plan

De kosten van de kustversterking bedragen € 33,8 miljoen exclusief B.T.W. Deze kosten zijn als volgt opgebouwd:

- | | |
|-------------------------------|----------------|
| • uitvoering en engineering | € 17,1 miljoen |
| • vastgoedkosten | € 8,4 miljoen |
| • engineering en vergunningen | € 4,3 miljoen |
| • onvoorzien | € 4,0 miljoen |

De aanlegkosten zijn opgebouwd uit de volgende onderdelen:

- opruimen en slopen
- ontgraven, transport en verwerken van zand en klei
- opschonen en aanpassen watergangen
- aanbrengen verhardingen (asfalt, klinkers, schelpspaden)
- aanpassingen aan kunstwerken (duikers e.d.)
- aanbrengen recreatievoorzieningen (trappen, paden)
- aanbrengen beplantingen
- aanpassingen aan kabels en leidingen
- aanpassingen van dammen en bekledingen

In deze kosten zijn eventuele kosten van een bodemsanering (eventueel noodzakelijk bij het opslagterrein van het waterschap) niet opgenomen. Nader verkennend bodemonderzoek moet uitwijzen of voor de verdachte locaties daadwerkelijk sanering noodzakelijk is, en wie deze kosten betaalt.

De beheerkosten van de waterkering nemen door de plannen met € 50.000 per jaar toe, gebaseerd op ervaringscijfers van het waterschap (Waterschap Zeeuws Vlaanderen, 2005b).

De kustversterking en gebiedsontwikkeling zorgen op de schaal van West Zeeuws-Vlaanderen voor een economische impuls (in geld en werkgelegenheid). Op nationale schaal worden de baten van het project vooral bepaald door de veiligheidsbaten van de ingreep: het voorkomen cq. de beperking van de schade en slachtoffers.

Literatuur

Alkyon Hydraulic Consultancy & Research; Versterking Zwakke Schakel West Zeeuws-Vlaanderen; Achtergrondrapportage duinveiligheid en morfologie; Rapport A1642R1; Interim-versie d.d. 13 oktober 2006

Alkyon Hydraulic Consultancy & Research; Memo kustversterkingsplan Waterdunen - Henk Steetzel - 3 december 2007

Bureau Waardenburg (2006). Natuurtoets Waterdunen.

DHV (2006). Duinafslagberekeningen Zwakke schakel West Zeeuws-Vlaanderen (concept)

Gebiedscommissie West Zeeuws-Vlaanderen (2004). Gebiedsplan Natuurlijk Vitaal.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2004). Beleidskader Zwakke Schakels.

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Directoraat-Generaal Water (2006). Handreiking subsidiale kosten verbetering primaire waterkeringen.

Oranjewoud (2006a). Historisch Bodemonderzoek Waterdunen.

Oranjewoud (2006b). Archeologisch Rapport 2006/21. Bureauonderzoek "Waterdunen"

Oranjewoud (2006c). Inlaatduiker Waterdunen.

Oranjewoud (2006d). Kostenramingen alternatieven Waterdunen.

Projectbureau Zeeweringen; Dijkverbetering Nieuwe Sluis; Voorontwerpnootitie; PZDT-R-07XXX ontw; 19 april 2007;

Provincie Zeeland (2005a). Basisdocument Kustversterking West-Zeeuws-Vlaanderen (+aanvulling). Boetseren van veiligheid rondom ruimtelijke kwaliteit.

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

Royal Haskoning; Conserverende maatregelen Zeeuws-Vlaanderen; Onderzoek naar conserverende maatregelen voor voorliggende dijken; Projectbureau Zwakke Schakels; conceptrapport; 9S6145.A0; 28 maart 2007.

Royal Haskoning; Memo dimensionering steenzetting 't Zandertje - L.W. van Nieuwenhuijzen - 21 november 2007

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

Waterschap Zeeuws-Vlaanderen (2005b). Waterkeringbeheersplan 2004-2008.

Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen (ZOW) (2004). Zeeuws Kustbeleidsplan.

Bijlage 1: Constructief ontwerp nieuwe inlaatduiker

Programma van eisen

Randvoorwaarden

Veiligheid

V1. Normfrequentie dijkkringgebied 32	norm = 1/4000 per jaar	[1]
V2. Faalkans 'kerende hoogte'	$P_{KH} < \text{norm}$	[2]
V3. Faalkans 'betrouwbaarheid sluiting'	$P_{BS} < 0,1 * \text{norm}$	[2]
V4. Faalkans 'sterkte en stabiliteit'	$P_{SS} < 0,01 * \text{norm}$	[2]

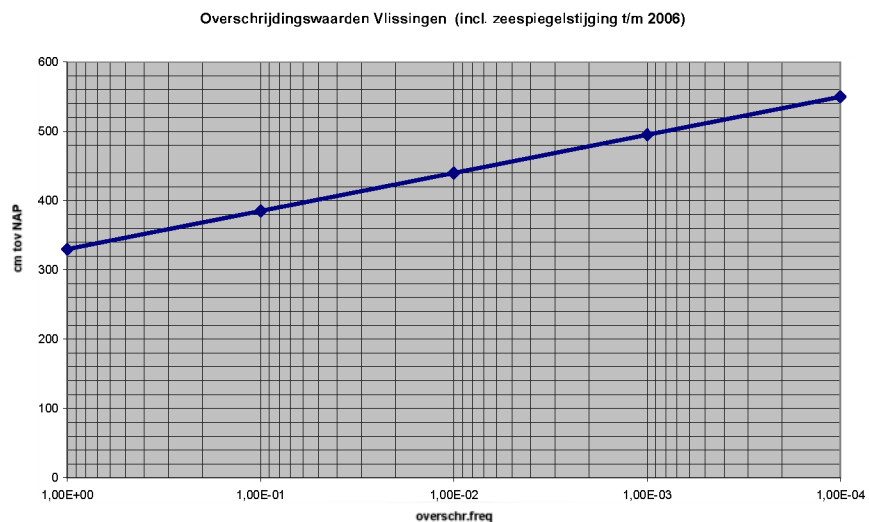
Grondgegevens

G1. Maaiveld tot NAP – 5,00 m	Zandige klei Slecht doorlatend	[3 en 4]
G2. NAP – 5,00 m tot NAP – 15,00 m	Jong zeezand Uiterst tot zeer fijn Matig tot goed doorlatend	[3 en 4]
G3. NAP – 15,00 m tot dieper	Boomse klei Slecht doorlatend	[3 en 4]
G4. Piping-coëfficiënt Lane	$c_{w, \text{creep}} = 8,50$ (uiterst tot zeer fijn zand)	[5]

Hydraulische randvoorwaarden

Zeezijde (huidige situatie)

H1. Significante golfhoogte	$H_s = 3,80 \text{ m}$	[6]
H2. Golfperiode	$T = 11,4 \text{ s}$	[6]
H3. Maatgevend hoogwater	MHW = NAP + 5,20 m	[7]



Figuur 1: Overschrijdingsfrequentielijn Vlissingen (huidige situatie) [8]

Zeezijde (situatie over 100 jaar)

H4. Significante golfhoogte	$H_s = 3,80 \text{ m}$	[6]
H5. Golfperiode	$T = 12,4 \text{ s}$	[6]

Nr	Jaar	ZZS	stijging gemiddeld hoogwater		stijging rekenpeil		toename golfbelasting		Tp	overslag
			$\Delta H W 1$	$\Delta H W 2$	$\Delta w s 1$	$\Delta w s 2$	Hs1	Hs2		
1	2006A	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	actueel
2	2006B	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	$q \leq 0,1$
3	2050	0,30	0,00	0,05	0,30	0,35	0,15	0,18	0,00	$q \leq 0,1$
4	2100	0,60	0,05	0,10	0,65	0,70	0,33	0,35	0,00	$q \leq 0,1$
5	2200A	1,20	0,10	0,20	1,30	1,40	0,65	0,70	0,00	$q \leq 0,1$
6	2200B	1,70	0,50	0,60	2,20	2,30	1,10	1,15	0,00	$q \leq 0,1$

Tabel 1: Extra toeslagen voor dijken [9]

H6. Zeespiegelstijging 100 jaar

$\Delta M H W = 0,65 \text{ m}$

[9]

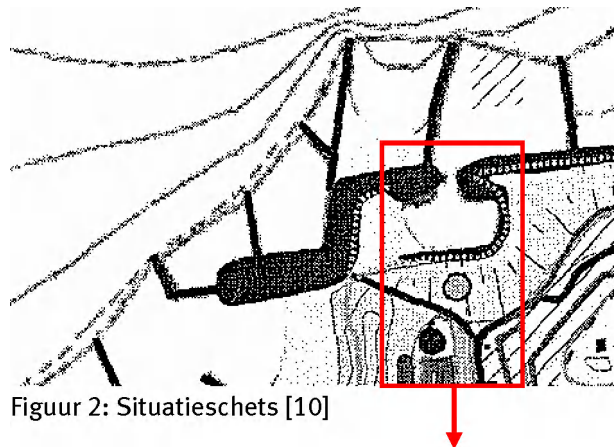
H7. Ontwerpwaterstand

$M H W_{100 \text{ jaar}} = N A P + 5,85 \text{ m}$

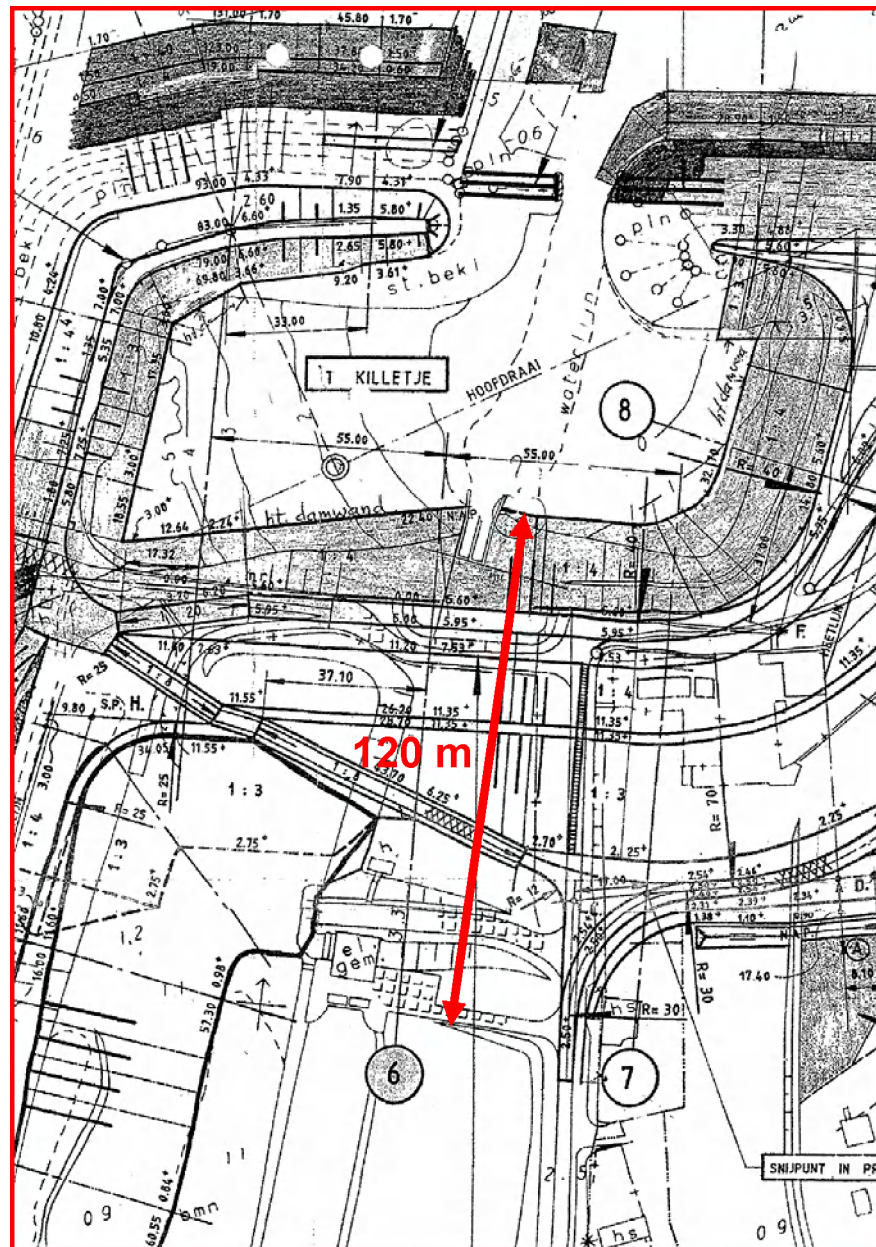
[6 en 9]

De overschrijdingsfrequentielijn voor de situatie over 100 jaar wordt bepaald door deze in figuur 1, parallel aan de overschrijdingsfrequentielijn voor de huidige situatie, naar boven op te schuiven. De overschrijdingsfrequentielijn dient door het punt met overschrijdingsfrequentie = $2,5 \cdot 10^{-4}$ en $M H W_{100 \text{ jaar}} = N A P + 5,85 \text{ m}$ te lopen.

Geometrie



Figuur 2: Situatieschets [10]



Figuur 3: Havenkom en dijklichaam [11]

Afsluitmiddelen

- A1. De afsluitmiddelen dienen bij een waterstand van NAP + 3,30 m bij Vlissingen gesloten te worden [12];
- A2. De afsluitmiddelen dienen in beide richtingen kerend te zijn [12];
- A3. De afsluitmiddelen dienen uitwisselbaar te zijn [12];
- A4. De afsluitmiddelen dienen dubbel afgesloten te kunnen worden [12];
- A5. Aan de zeezijde dienen 2 afsluitmiddelen (schotbalken niet meegerekend) geplaatst te worden [12];
- A6. Aan de landzijde dient 1 afsluitmiddel (schotbalken niet meegerekend) geplaatst te worden [12];
- A7. De sluiting van de afsluitmiddelen dient automatisch plaats te vinden [12];
- A8. De sluiting van de afsluitmiddelen moet ook handmatig plaats kunnen vinden [12];
- A9. Er dient ten minste 1 afsluitmiddel, anders dan een afsluitmiddel aan de landzijde, in geval van hoogwater bereikbaar te zijn [13].

- A10. De inlaatduiker dient voor onderhoud 'droog' gezet te kunnen worden door middel van schotbalken aan zee- en landzijde [12];
- A11. De afsluitmiddelen en schotbalken dienen ter plaatse opgeslagen te kunnen worden [12].

Planperiode

- P1. Er wordt rekening gehouden met een planperiode van 100 jaar [13].

Uitgangspunten

Uitgangspunt voor het ontwerp is een inlaatduiker ter plaatse van de havenkom te Nieuwe Sluis (zie figuren 2 en 3).

Hydraulische uitgangspunten

Zeezijde

- H8. Ontwerpgolfhoogte $H_D = 8,36 \text{ m}^1$ [13]
- H9. De verhoging van de waterstand door seiches, bui-oscillaties, buistoten en opwaaiing wordt verwaarloosbaar geacht [13];
- H10. Waterstand bouwphase $\text{NAP} + 3,30 \text{ m}^2$ [13]
- H11. Waterstand onderhoudsfase $\text{NAP} + 3,30 \text{ m}^3$ [13]

Landzijde

- H12. Hoogste waterstand $h_{HW} = \text{NAP} + 0,50 \text{ m}$ [13]

Inlaatduiker

- H13. Benodigd doorstroomoppervlak $A_{GD} = 27 \text{ m}^2$ [13]
- H14. Aantal kokers 3 [13]
- H15. Inwendige lengte koker $L_K = 105,00 \text{ m}$ [13]
- H16. Inwendige breedte koker $B_K = 3,00 \text{ m}$ [13]
- H17. Inwendige hoogte koker $H_K = 3,00 \text{ m}$ [13]
- H18. Bovenkant kokerdrempel $h_D = \text{NAP} - 2,00 \text{ m}$ [13]

Geul bij binnenhoofd

- G1. Bodem geul $h_{BG} = \text{NAP} - 2,00 \text{ m}$ [13]
- G2. Breedte geul $B_G = 26,00 \text{ m}$ [13]

Constructieve uitgangspunten

- C1. Er mag geen ongelijke beweging tussen de onderdelen van de duiker optreden [13];
- C2. Een in het dijklichaam aan te brengen onder- en achterloopsheidscherm dient dusdanig hoog en breed uitgevoerd te worden, dat het als vervangende

-
1. De ontwerpgolfhoogte is zo gekozen dat de overschrijdingskans van deze waarde tijdens de stormpiek 10% bedraagt. Voor de gemiddelde Nederlandse omstandigheden langs de Noordzeekust kan dan, uitgaande van een Rayleigh-verdeling van de golfhoogten, een veilige waarde van $H_D = 2,2 * H_S$ aangehouden worden [2]. In dit stadium van het ontwerp is er geen rekening gehouden met shoaling, refractie en diffractie als gevolg van de batymetrie en de geometrie van de havenmond.
 2. Voor de bouwphase wordt een buitenwaterstand van $\text{NAP} + 3,30 \text{ m}$ aangehouden. In figuur 1 kan worden afgelezen dat deze buitenwaterstand momenteel 1 maal per jaar optreedt. Deze buitenwaterstand wordt aangehouden, aangezien het onwaarschijnlijk is dat de ontwerpwaterstand van $\text{NAP} + 5,85 \text{ m}$ gedurende de bouwphase optreedt.
 3. Voor de onderhoudsfase wordt een buitenwaterstand van $\text{NAP} + 3,30 \text{ m}$ aangehouden. In figuur 1 kan worden afgelezen dat deze buitenwaterstand momenteel 1 maal per jaar optreedt. Deze buitenwaterstand wordt aangehouden, aangezien het wenselijk is om onderhoud tijdens springtij te plegen.

waterkering dient bij afschuiving van het dijklichaam rondom de getijdenduiker [13].

- C3. Zetting van de constructie door lokale bodemdaling wordt, in verband met de fundering op palen, verwaarloosbaar geacht [13].

Beschrijving ontwerp⁴

In het ontwerp van de inlaatduiker dient naar de aspecten 'kerende hoogte', 'betrouwbaarheid sluiting' en 'sterkte en stabiliteit' uit de Leidraad kunstwerken [2] gekeken te worden. In dit stadium van het ontwerp is het doel om de belangrijkste onderdelen van de inlaatduiker op basis van kennis van de Leidraad kunstwerken [2] en ervaring [13] tot een dusdanig niveau te dimensioneren, dat globaal de kosten bepaald kunnen worden.

Buitenhoofd, binnenhoofd, kokers en hulpkokers

Het buitenhoofd vormt een stijf geheel. Het buitenhoofd herbergt 2 afsluitmiddelen per koker (totaal 6 afsluitmiddelen) en schotbalkspinningen. Onder het buitenhoofd bevindt zich een onderloopsheidscherm. Voor het buitenhoofd bevindt zich een bodembescherming van 20 m lengte. Het binnenhoofd vormt een stijf geheel. Het binnenhoofd herbergt 1 afsluitmiddel per koker (totaal 3 afsluitmiddelen) en schotbalkspinningen. Onder het binnenhoofd bevindt zich een onderloopsheidscherm. Achter het binnenhoofd bevindt zich een bodembescherming van 35 m lengte. Het doorstroomoppervlak wordt door 3 vierkante betonnen kokers met een inwendig oppervlak van 9 m² per koker gevormd. De kokers vormen samen een stijf geheel. De lengte van de kokers is 105 m. Ter hoogte van de kruin van de dijk bevinden zich 3 rechthoekige betonnen hulpkokers. De hulpkokers vormen samen een stijf geheel. Iedere hulpkoker herbergt 1 afsluitmiddel (totaal 3 afsluitmiddelen). Onder en naast de hulpkokers bevindt zich een onder- en achterloopsheidscherm dat tevens als vervangende waterkering bij afschuiving van het dijklichaam rondom de getijdenduiker dient.

Compartimentering

Om ongelijke beweging tussen de onderdelen van de inlaatduiker op te kunnen vangen, zijn er tussen het buitenhoofd en de kokers, in de kokers om de 20 m en tussen de kokers en het binnenhoofd dilataties aangebracht.

Fundering

De onderdelen van de duiker zijn op palen gefundeerd.

Bouwfasering

Voor het buitenhoofd, de kokers en het binnenhoofd zal gebruik gemaakt worden van een bouwkuip bestaande uit een onderwaterbetonvloer op vierkante trekpalen (in definitieve situatie drukpalen), omgeven door damwanden. Het grootste deel van de bouwkuip blijft staan en zal in de definitieve situatie deel uitmaken van de constructie.

Kerende hoogte

De 'kerende hoogte' heeft in dit geval betrekking op het dijklichaam en behoeft daarom niet bekeken te worden.

4. Een algemeen beeld van het ontwerp wordt in de ontwerpschetsen 1, 2 en 3 (zie bijlage 1) weergegeven.

Betrouwbaarheid sluiting

Voor het aspect 'betrouwbaarheid sluiting' dient de 'kans op falen sluiting' bepaald te worden. De 'kans op het falen sluiting' wordt bepaald door de 'sluitfrequentie' en de 'kans op niet sluiten' met elkaar te vermenigvuldigen. Dit product dient kleiner te zijn dan $0,1 \cdot \text{norm}$ (eis V3 uit het programma van eisen).

Sluitfrequentie

Er zijn twee situaties mogelijk waarbij de afsluitmiddelen van de nieuwe inlaatduiker gesloten dienen te worden:

1. Hoogwater

De buitenwaterstand bereikt NAP + 3,30 m. De afsluitmiddelen van de inlaatduiker dienen gesloten te worden. In figuur 1 is af te lezen dat deze buitenwaterstand momenteel 1 maal per jaar voorkomt. Deze buitenwaterstand komt over 100 jaar ongeveer 10 maal per jaar voor. De sluitfrequentie n_i bedraagt 10 maal per jaar;

2. Dagelijkse situatie

De waterstand aan de binnenzijde bereikt NAP + 0,50 m. Om de binnenwaterstand niet verder op te laten lopen, dienen de afsluitmiddelen van de duiker gesloten te worden. De afsluitmiddelen dienen dagelijks tweemaal (bij vloed, zowel bij springtij als bij doodtij) gesloten te worden. De sluitfrequentie n_i bedraagt 730 maal per jaar.

De hierboven genoemde situatie 2 behoeft verder niet beschouwd te worden, aangezien het mislukken van deze sluiting geen verstrekkende gevolgen heeft.

Kans op niet sluiten

In bijlage 1B zijn de tabellen 'hoogwateralarmeringssysteem', 'mobilisatie', 'bedieningsprocedure voor de sluiting' en 'bedrijfszekerheid van de afsluitmiddelen' uit de Leidraad kunstwerken [2] weergegeven. De hoogst mogelijke E-waarde (en daarmee de laagst mogelijke kans op niet sluiten) die door het invullen van deze tabellen kan worden verkregen is 4. De tabellen zijn dusdanig uitgewerkt dat de hoogste E-waarde 4 bedraagt. De kans op niet sluiten van één koker bedraagt dan $P_{ns} = 10^{-E} = 10^{-4}$. De aspecten uit de tabellen zijn dus randvoorwaarden en/of uitgangspunten voor het ontwerp:

Hoogwateralarmeringssysteem

- BS1. De waterstand dient continu automatisch geregistreerd te worden.
- BS2. Het systeem dient maandelijks getest te worden.
- BS3. De registratie dient continu te zijn.
- BS4. Er dient een controle of backup registratiesysteem te zijn.
- BS5. In geval van hoogwater dienen er niet via menselijke handelingen andere personen gewaarschuwd te worden.
- BS6. Er behoeft geen tweede systeem te zijn.
- BS7. In geval van falend alarm kan de bevolking niet op tijd waarschuwen.

Mobilisatie

- BS8. De volledige bemanning behoeft niet permanent aanwezig te zijn.
- BS9. Er dient een schriftelijk vastgelegde up-to-date mobilisatieregeling te zijn.
- BS10. Er dient een voorwaarschuwingssysteem te zijn.
- BS11. Er dient een terugmeldingssysteem voor mobilisatie te zijn.
- BS12. De mobilisatie dient eens per jaar uitgevoerd of geoefend te worden.

BS13. Het mobilisatieplan dient een schriftelijk vastgelegde stand-by regeling te bevatten.

BS14. Er dient een voorwaarschuwingssysteem voor de stand-by te zijn.

BS15. Het kunstwerk is onder alle omstandigheden bereikbaar.

Bedieningsprocedure voor sluiting

BS16. De bediening is volledig automatisch te zijn.

Bedrijfszekerheid van de afsluitmiddelen

Eerste afsluitmiddel

BS17. Het eerste afsluitmiddel is een permanent middel.

BS18. Het eerste afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.

BS19. Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.

BS20. De aandrijving van het eerste afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.

BS21. Er is een volledig en onafhankelijk reserve-aandrijvingssysteem

BS22. Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.

BS23. Ingrijpen is mogelijk bij fysieke belemmering.

Tweede afsluitmiddel

BS24. Het tweede afsluitmiddel is een permanent middel.

BS25. Het tweede afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.

BS26. Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.

BS27. De aandrijving van het tweede afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.

BS28. Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.

Derde afsluitmiddel

BS29. Het derde afsluitmiddel is een permanent middel.

BS30. Het derde afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.

BS31. Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.

BS32. De aandrijving van het derde afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.

BS33. Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.

Vierde afsluitmiddel

BS34. Het vierde afsluitmiddel is een permanent middel.

BS35. Het vierde afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.

BS36. Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.

BS37. De aandrijving van het vierde afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.

BS38. Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.

De tabel 'bedrijfszekerheid van de afsluitmiddelen' uit de Leidraad kunstwerken [2] gaat uit van maximaal 2 afsluitmiddelen. De kokers van de inlaatduiker bevatten 4 afsluitmiddelen. Voor het derde en vierde afsluitmiddel is de tabel voortgezet op de wijze waarop het tweede afsluitmiddel in de tabel verwerkt is [13].

Kans op falen sluiting

Er zijn 3 kokers. De kans op falen sluiting bedraagt $3 * n_j * P_{ns} = 3 * 10 * 10^{-4} = 3 * 10^{-3}$.

Vergelijking met norm

De kans op falen sluiting dient kleiner te zijn dan $0,1 * \text{norm} = 0,1 * 1/4000 = 2,5 * 10^{-5}$. Dit is niet het geval. De kans op falen sluiting voldoet niet.

Vervolgstappen

De beoordelingsmethode zoals beschreven in 4.1 tot en met 4.4 is een generieke methode die in beginsel voor alle typen waterkerende kunstwerken kan worden gebruikt om een veilige inschatting te maken van de betrouwbaarheid van de sluiting. Nadeel hiervan is dat de methode voor bepaalde gevallen een te pessimistische inschatting van de veiligheid oplevert. Dit lijkt ook hier het geval te zijn. De sluiting van de inlaatduiker wordt immers door meer afsluitmiddelen verzorgd dan waarmee rekening wordt gehouden in deze beoordelingsmethode. Bovendien leidt een falende sluiting bij een buitenwaterstand van NAP + 3,30 m niet direct tot een grootschalige overstroming. Een waterstand van NAP +5,20 m (toetspeil) geeft wel meer schade indien de sluiting faalt.

Zowel de kans op falen van de afsluitmiddelen als de benodigde sluitfrequentie zijn dus pessimistisch ingeschat. De verwachting is dan ook dat de kans op falen van de sluiting lager zal zijn dan berekend in 4.3. In een vervolgstap kunnen de volgende twee aspecten nog nader worden beschouwd:

1. Vereiste sluitfrequentie

De vereiste sluitfrequentie kan nader worden bepaald door met het hydraulisch model de gevolgen te bepalen van een falende sluiting bij hoge buitenwaterstanden. Indien bijvoorbeeld blijkt dat er pas bij een buitenwaterstand van NAP + 4,50 m zich een ongewenste situatie in het binnendijkse getijdengebied voordoet verandert de vereiste sluitfrequentie n_j in 0,083 in plaats van 10. Bij een dergelijke sluitfrequentie zou de betrouwbaarheid van de sluiting wel voldoen aan de eis. Uiteraard dient wel aangetoond te worden dat bij dergelijke buitenwaterstanden de inlaatduiker niet faalt door de hoge stroomsnelheden.

2. Kans op niet sluiten

Volgens de gedetailleerde beoordelingsmethode uit de Leidraad kunstwerken [2] kan de kans op niet sluiten niet lager zijn dan 10^{-4} per sluitvraag. Met een geavanceerde beoordeling kan dit echter wel. Hierbij wordt een uitgebreide faalkansanalyse van de afsluitmiddelen gemaakt volgens het principe van een foutenboom, waarbij de centrale gebeurtenis 'niet tijdig sluiten van keermiddelen' is.

Sterkte en stabiliteit

Voor het aspect 'sterkte en stabiliteit' dient de 'kans op constructief bezwijken' kleiner te zijn dan 0,01*norm (eis V4 uit het programma van eisen). In dit stadium van het ontwerp wordt voor het aspect 'sterkte en stabiliteit' gekeken naar:

- Compartimentering;
- Fundering;
- Buitenhoofd, binnenhoofd, kokers en hulpkokers;
- Afsluitmiddelen;
- Onder- en achterloopsheidschermen;
- Bodembescherming;
- Ontgronding bij binnenhoofd;
- Bouw;
- Onderhoud.

In dit stadium van het ontwerp worden de belangrijkste onderdelen van de duiker op basis van kennis van de Leidraad kunstwerken [2] en ervaring [13] tot een dusdanig niveau gedimensioneerd, dat de kosten globaal bepaald kunnen worden.

Compartimentering⁵

In dit stadium van het ontwerp wordt er vanuit gegaan dat de inlaatduiker ter plaatse gebouwd wordt. Om ongelijke beweging tussen de onderdelen van de duiker op te kunnen vangen (eis C1 uit het programma van eisen), dient er een compartimentering aangebracht te worden. De volgende dilataties dienen aangebracht te worden:

- Tussen het buitenhoofd en de kokers;
- Tussen de kokers en het binnenhoofd;
- In de kokers om de 20 m. De aansluiting tussen de kokers en de hulpkokers (locatie afsluitmiddel) dient tussen twee dilataties aangebracht te worden.

Fundering⁶

Om ongelijke beweging in de onderdelen van de duiker op te kunnen vangen (eis C1 uit het programma van eisen), dienen de onderdelen van de inlaatduiker op palen gefundeerd te worden. Voor het buitenhoofd, het binnenhoofd en de kokers zal gebruik gemaakt worden van een bouwkuip bestaande uit een onderwaterbetonvloer op vierkante trekpalen (in definitieve situatie drukpalen), omgeven door damwanden⁷. Het maatgevende belastinggeval voor de damwanden, de onderwaterbetonvloer en de trekpalen is wanneer de bouwkuip droog staat in de bouwphase (zie ontwerpschetsen 5I en 6I in bijlage 1A en bijlage 1C). Uit een evenwichtsberekening van de onderwaterbetonvloer blijkt dat de damwanden en de palen tot NAP - 13,00 m doorgezet dienen te worden. Voor de evenwichtsberekening zijn de belastingfactoren 1,2 voor de opwaartse waterdruk [2] en 0,9 voor de neerwaartse belasting [13] gebruikt. Op basis van ervaring [13] zijn de volgende zaken voor de palen vastgesteld:

- Om horizontale belasting op te kunnen vangen, dienen de palen onder het buiten- en binnenhoofd schoor geheid te worden;
- De palen onder de koker worden recht geheid.

5. De compartimentering wordt in de ontwerpschetsen 1 en 2 (zie bijlage 1A) weergegeven.

6. De fundering wordt in de ontwerpschetsen 1, 2, 3, 4, 5 en 6 (zie bijlage 1A) weergegeven.

7. De globale dimensies van de bouwkuip bestaande uit een onderwaterbetonvloer op vierkante trekpalen (in definitieve situatie drukpalen), omgeven door damwanden worden later in deze bijlage beschreven. Het grootste deel van de bouwkuip blijft in feite staan en zal in de definitieve situatie deel uitmaken van de constructie.

Buitenhoofd, binnenhoofd, kokers en hulpkokers⁸

Voor het buitenhoofd, het binnenhoofd, de kokers en de hulpkokers zal gebruik gemaakt worden van een bouwkuip bestaande uit een onderwaterbetonvloer op vierkante trekpalen (in definitieve situatie drukpalen), omgeven door damwanden⁹. Voor de globale dimensionering van het buiten- en binnenhoofd is de belastingfactor 1,25 voor waterdruk [2] gebruikt. Voor de globale dimensionering van de kokers en hulpkokers is de belastingfactor 1,2 voor de grond- en waterdruk [2] gebruikt. Op basis van ervaring [13] zijn de volgende zaken vastgesteld:

Werkvloer

Het maatgevende belastinggeval voor de werkvloer hoeft niet beschouwd te worden, aangezien de werkvloer niets doet. De werkvloer van het buitenhoofd, het binnenhoofd en de kokers bestaat uit een ongewapende betonnen werkvloer van 20 cm dik op de onderwaterbetonvloer.

Onderwaterbetonvloer

De onderwaterbetonvloer dient globaal gedimensioneerd te worden als zijde het enige aanwezige constructie-onderdeel (de werkvloer doet niets). Het maatgevende belastinggeval voor de onderwaterbetonvloer is wanneer de bouwkuip droog staat in de bouwfase (zie ontwerpschetsen 5I en 6I in bijlage 1A)¹⁰.

Buiten- en binnenhoofd

Buitenhoofd

Het buitenhoofd reikt tot NAP + 6,50 m, zodat het boven de ontwerpwaterstand van NAP + 5,85 m uitkomt. Zo kan het buitenhoofd de geopende afsluitmiddelen herbergen en is het tevens bereikbaar in tijden van nood.

Binnenhoofd

Het binnenhoofd reikt tot NAP + 4,50 m, zodat het boven de ontwerpwaterstand van NAP + 0,50 m uitkomt. Zo kan het binnenhoofd de geopende afsluitmiddelen herbergen.

Buitenwanden

Het maatgevende belastinggeval voor de buitenwanden van het buiten- en binnenhoofd is de gebruiksfase (zie ontwerpschets 5II in bijlage 1A en bijlage 1C). De buitenwanden van het buiten- en binnenhoofd bestaan uit gewapende betonnen wanden van 60 cm dik.

Binnenwanden

Het maatgevende belastinggeval voor de binnenwanden van het buiten- en binnenhoofd is de gebruiksfase (zie ontwerpschets 5II in bijlage 1A en bijlage 1C). De binnenwanden van het buiten- en binnenhoofd bestaan uit gewapende betonnen wanden van 40 cm dik.

Hulpwanden

Het maatgevende belastinggeval voor de hulpwanden van het buiten- en binnenhoofd is de gebruiksfase (zie ontwerpschets 5II in bijlage 1A en bijlage 1C). De hulpwanden van het buiten- en binnenhoofd bestaan uit gewapende betonnen wanden van 30 cm dik.

-
8. Het buitenhoofd, het binnenhoofd, de kokers en de hulpkokers worden in de ontwerpschetsen 1, 2, 3, 4, 5 en 6 (zie bijlage 1A) weergegeven.
 9. De globale dimensies van de bouwkuip bestaande uit een onderwaterbetonvloer op vierkante trekpalen (in definitieve situatie drukpalen), omgeven door damwanden worden later in deze bijlage beschreven. Het grootste deel van de bouwkuip blijft in feite staan en zal in de definitieve situatie deel uitmaken van de constructie.
 10. De globale dimensies van de onderwaterbetonvloer worden later in deze bijlage beschreven.

Kokers

Buitenwanden

Het maatgevende belastinggeval voor de buitenwanden van de buitenste kokers hoeft niet beschouwd te worden, aangezien de buitenwanden van de buitenste kokers niets doen. De buitenwanden van de buitenste kokers bestaan uit gewapende betonnen buitenwanden van 20 cm dik tegen de damwanden.

Damwanden

De damwanden dienen globaal gedimensioneerd te worden als zijnde het enige aanwezige constructie-onderdeel (de gewapende betonnen buitenwanden doen niets). Het maatgevende belastinggeval voor de damwanden is wanneer de bouwkuip droog staat in de bouwphase (zie ontwerpschetsen 5I en 6I in bijlage 1A)¹¹.

Tussenwanden

Het maatgevende belastinggeval voor de tussenwanden tussen de buitenste kokers en de middelste koker is onderhoud (zie ontwerpschets 6III in bijlage 1A). De tussenwanden tussen de buitenste kokers en de middelste koker bestaan uit gewapende betonnen wanden van 40 cm dik.

Dak

Het maatgevende belastinggeval voor het dak van de kokers is de gebruiksfase (zie ontwerpschets 6II in bijlage 1A). Het dak van de kokers bestaat uit een gewapend betonnen dak van 40 cm dik.

Hulpkokers

Het maatgevende belastinggeval voor de hulpkokers is de gebruiksfase (niet weergegeven in een ontwerpschets). De wanden van de hulpkokers bestaan uit gewapend betonnen wanden van 40 cm dik.

Afsluitmiddelen¹²

Aangezien alle afsluitmiddelen uitwisselbaar dienen te zijn (eis A3 uit het programma van eisen), hoeft alleen het buitenste afsluitmiddel (1) globaal als zijnde maatgevend gedimensioneerd te worden. Het maatgevende belastinggeval voor het buitenste afsluitmiddel (1) is de gebruiksfase (zie ontwerpschets 5II in bijlage 1A en bijlage 1C). Volgens de Leidraad kunstwerken [2] dient de kans op falen als gevolg van te weinig sterkte en/of stabiliteit kleiner te zijn dan $0,01 \cdot \text{norm} = 0,01 \cdot 1/4000 = 2,5 \cdot 10^{-6}$. De bij een overschrijdingsfrequentie van $2,5 \cdot 10^{-6}$ behorende buitenwaterstand voor de situatie over 100 jaar bedraagt NAP + 7,00 m. Voor de globale dimensionering van de afsluitmiddelen dient een buitenwaterstand van NAP + 7,00 m in plaats van NAP + 5,85 m gehanteerd te worden¹³. Voor de globale dimensionering van de afsluitmiddelen is de belastingfactor 1,25 voor waterdruk [2] gebruikt. Op basis van ervaring [13] zijn de volgende zaken voor de afsluitmiddelen vastgesteld:

- De afsluitmiddelen bestaan uit een stramien van horizontale- en verticale HE300A-liggers;
- Het stramien is zowel aan de binnen- als aan de buitenzijde afgedekt door beplating 12 mm dik.

11. De globale dimensies van de damwanden worden later in deze bijlage beschreven.

12. De afsluitmiddelen worden in de ontwerpschetsen 1, 2 en 5 (zie bijlage 1A) weergegeven.

13. In de ontwerpschets 5II in bijlage 1 en in bijlage 3 is dit belastinggeval voor NAP + 5,85 m weergegeven. De principes voor een berekening met NAP + 7,00 m zijn precies hetzelfde als voor een berekening met NAP + 5,85 m.

Onder- en achterloopsheidschermen¹⁴

Met behulp van de formule van Lane [5] kan de lengte van het onder- en achterloopsheids scherm bepaald worden. Het maatgevende belastinggeval voor het onder- en achterloopsheids scherm is de gebruiksfase (zie ontwerpschets 5II in bijlage 1A). Aangezien de veiligheid reeds in de formule van Lane ingebouwd zit, is er voor de globale dimensionering van het onder- en achterloopsheids scherm een belastingfactor 1,00 voor het verval [2] gehanteerd. Met behulp van de formule van Lane [5] kan bepaald worden dat het onder- en achterloopsheids scherm van NAP - 3,20 m (onderzijde onderwaterbetonvloer) tot NAP - 26,00 m aangebracht dient te worden. Om dit onder- en achterloopsheids scherm als vervangende waterkering bij afschuiving van het dijklichaam rondom de inlaatduiker (eis C2 uit het programma van eisen) te laten dienen, dient dit onder- en achterloopsheids scherm totaal 35,00 m breed (12,00 m linkerzijde + 11,00 m kokers + 12,00 m rechterzijde) uitgevoerd te worden. Met behulp van de formule van Lane [5] kan bepaald worden dat de totale lengte van de duiker alleen n t niet voldoende is om geen achterloopsheid op te laten treden. Het aanbrengen van 12,00 m achterloopsheids scherm aan de linker- en rechterzijde van de kokers biedt de benodigde extra bescherming. Onder het buitenhoofd is een onderloopsheids scherm van NAP - 3,20 (onderzijde onderwaterbetonvloer) tot NAP - 13,00 m aangebracht om er zorg voor te dragen dat de golfdrukken niet als opwaartse belasting onder het buitenhoofd komen. Onder het binnenhoofd is een onderloopsheids scherm van NAP - 3,20 (onderzijde onderwaterbetonvloer) tot NAP - 13,00 m aangebracht.

Bodembescherming¹⁵

Met behulp van diverse formules [2] kan de D_{n50} van de toplaag van de bodembescherming bepaald worden. Het maatgevende belastinggeval voor de D_{n50} is de situatie wanneer er in de gebruiksfase de maximaal mogelijke stroomsnelheid van 1,05 m/s bij een waterstand van NAP + 0,25 m (waterdiepte is 2,25 m) in de geul optreedt (niet weergegeven in een ontwerpschets). Terugrekenend van de geulbreedte van 26 m naar de breedte van het doorstroomprofiel van 9 m, bedraagt de stroomsnelheid waarmee de D_{n50} bepaald dient te worden 3 m/s. Voor de globale dimensionering van de bodembescherming is de belastingfactor 1,00 voor stroomsnelheid [2] gebruikt. Met behulp van diverse formules [2] kan bepaald worden dat de D_{n50} van de toplaag van de bodembescherming groter of gelijk dan 0,25 m dient te zijn. De toplaag van de bodembescherming dient te bestaan uit stortsteen in de categorie 10-60 kg. Onderliggende filterlagen dienen in een later stadium van het ontwerp gedimensioneerd te worden. Om mogelijke ontgrondingen ver genoeg van de harde constructie te houden, wordt de bodembescherming bij het buitenhoofd tot 20 m en bij het binnenhoofd tot 35 m vanaf de harde constructie aangebracht.

Ontgroning bij binnenhoofd¹⁶

Met behulp van diverse formules [14] kan de diepte van een mogelijke ontgrondingskuil bepaald worden. Het maatgevende belastinggeval voor de diepte van de ontgrondingskuil is de situatie wanneer er in de gebruiksfase de maximaal mogelijke stroomsnelheid van 1,05 m/s bij een waterstand van NAP + 0,25 m (waterdiepte is 2,25 m) in de geul optreedt (niet weergegeven in een ontwerpschets). Voor de globale bepaling van de ontgrondingskuil is de belastingfactor 1,00 voor stroomsnelheid [2] gebruikt. Met behulp van diverse formules [14] kan bepaald worden dat een mogelijke ontgrondingskuil aan het einde van de bodembescherming maximaal 3,30 m diep kan worden. Dit is niet

14. De onder- en achterloopsheidschermen worden in de ontwerpschetsen 1, 2 en 5 (zie bijlage 1A) weergegeven.

15. De bodembescherming wordt in de ontwerpschetsen 1, 2 en 5 (zie bijlage 1A) weergegeven.

16. De ontgroning bij het binnenhoofd wordt niet in de ontwerpschetsen weergegeven.

verontrustend mits de ontgrondingskuil voldoende ver van de bodembescherming blijft. De bij een ontgroning mogelijk optredende inscharing door afschuiving of zettingsvloeiing mag niet langer zijn dan de lengte van de bodembescherming. De lengte van de bodembescherming bedraagt 35 m. Indien rekening wordt gehouden met een mogelijke zettingsvloeiing gevoelige ondergrond (losgepakt zand), kan de maximale inscharingslengte op circa 9 maal de diepte van de ontgrondingskuil worden gesteld. De maximale inscharingslengte bedraagt 29,70 m. De standzekerheid van het binnenhoofd is gewaarborgd, aangezien $35\text{ m} > 29,70\text{ m}$.

Bouw¹⁷

In dit stadium van het ontwerp zijn betreffende de bouw de volgende overwegingen gemaakt:

Bouwmethode

De getijdenduiker wordt ter plaatse gebouwd. Bouwen in een dok (dijklichaam rondom) wordt niet mogelijk geacht, aangezien er dan teveel grondverzet plaats dient te vinden. Bouwen in een bouwkuip wordt wel mogelijk geacht.

Bouwkuip

Het maatgevende belastinggeval voor de onderwaterbetonvloer is wanneer de bouwkuip droog staat in de bouwfase (zie ontwerpsschetsen 5I en 6I in bijlage 1 en bijlage 3). De bouwkuip zal bestaan uit een onderwaterbetonvloer van 1,00 m dik (NAP - 2,20 m tot NAP - 3,20 m) op vierkante trekpalen (worden later drukpalen) hart-op-hart 2,00 m met een afmeting van 350 mm (NAP - 3,20 m tot NAP - 13,00 m), omgeven door damwanden AZ36 (NAP + 7,50 tot NAP - 13,00) ter plaatse van het buitenhoofd en AZ18 (NAP + 3,50 m tot NAP - 13,00 m) ter plaatse van de kokers en het binnenhoofd¹⁸. Van de bovenzijde van de damwanden tot aan de kruin van het dijklichaam wordt een talud aangebracht. Ter plaatse van het buitenhoofd worden op NAP + 7,00 een schoorstempeling en gordingen tussen de damwanden aangebracht. Ter plaatse van de kokers worden op NAP + 3,30 m een tempeling en gordingen tussen de damwanden aangebracht.

Bouwfasering

De bouwfasering is:

1. Aanbrengen damwanden bouwkuip;
2. Aanbrengen onderloopsheid- en achterloopsheidscherm onder en naast hulpkokers;
3. Aanbrengen onderloopsheidscherm onder buitenhoofd;
4. Aanbrengen onderloopsheidscherm onder binnenhoofd;
5. Ontgraven 'in den natte' tot onderzijde toekomstige tempeling;
6. Aanbrengen tempeling en gordingen;
7. Ontgraven 'in den natte' tot onderzijde toekomstige onderwaterbetonvloer;
8. Aanbrengen onderwaterbetonvloer en trekpalen;
9. Droogpompen;
10. Bouw buitenhoofd, binnenhoofd, hulpkokers en kokers;
11. Plaatsen afsluitmiddelen, hun bewegingsmechanismen en elektronica;
12. Verwijderen tempeling en gordingen;
13. Aanvullen dijklichaam;
14. Verwijderen damwanddelen die in de definitieve situatie geen deel uitmaken van de constructie.
15. Aanbrengen bodembescherming;

17. De bouwfasering wordt in de ontwerpsschetsen 4, 5 en 6 (zie bijlage 1) weergegeven.

18. Er zijn geen damwanden ter plaatse van het binnenhoofd nodig als de geulen later dan de getijdenduiker aangelegd worden. In dit stadium van het ontwerp wordt er vanuit gegaan dat de geulen eerder dan de in- en uitlaatuiker aangelegd worden.

Indien de bouw niet binnen het zomerseizoen voltooid kan worden, kan de bouw gecompartmenteerd plaatsvinden (zie ontwerpschets 7 in bijlage 1A). Dit betekent dat de bouwkuip uit twee compartimenten zal bestaan, het buitendijkse en het binnendijkse compartiment. In dit geval zal eerst het buitendijkse gedeelte gebouwd worden.

Andere bouwmethoden

Als variatie op het hierboven beschreven bouwmethode kan er gedacht worden aan het gebruik van prefab betonelementen of het door het dijklichaam heen rijden met een snijmachine (snijtanden rondom, vergelijkbaar met de bouwmethode van boortunnels) terwijl een graafmachine tussen de snijtanden de opening voor de inlaatduiker graaft.

Onderhoud¹⁹

Voor onderhoud is het wenselijk dat er beurtelings één koker door middel van schotbalken aan land- en zeezijde 'droog' gezet kan worden (eis A10 uit het programma van eisen). Uit het 'hydraulisch onderzoek' blijkt dat het wenselijk is onderhoud te plegen gedurende springtij, aangezien er dan minder doorstroomoppervlak benodigd is.

Vergelijking met norm

De kans op falen als gevolg van te weinig sterkte en/of stabiliteit dient kleiner te zijn dan $0,01 * \text{norm} = 0,01 * 1/4000 = 2,5 * 10^{-6}$. De bij een overschrijdingsfrequentie van $2,5 * 10^{-6}$ behorende buitenwaterstand voor de situatie over 100 jaar bedraagt NAP + 7,00 m. Een buitenwaterstand van NAP + 7,00 m in plaats van NAP + 5,85 m is alleen relevant voor de globale dimensionering van het buitenste afsluitmiddel (1), aangezien het hier het maatgevende belastinggeval voor het buitenste afsluitmiddel (1) betreft. Voor de overige hierboven beschreven onderdelen zijn andere belastinggevallen maatgevend. In 5.4 is het buitenste afsluitmiddel (1) op basis van de bij een overschrijdingsfrequentie van $2,5 * 10^{-6}$ behorende buitenwaterstand van NAP + 7,00 m gedimensioneerd, dus qua sterkte en stabiliteit voldoet de inlaatduiker aan de norm.

Bronnen

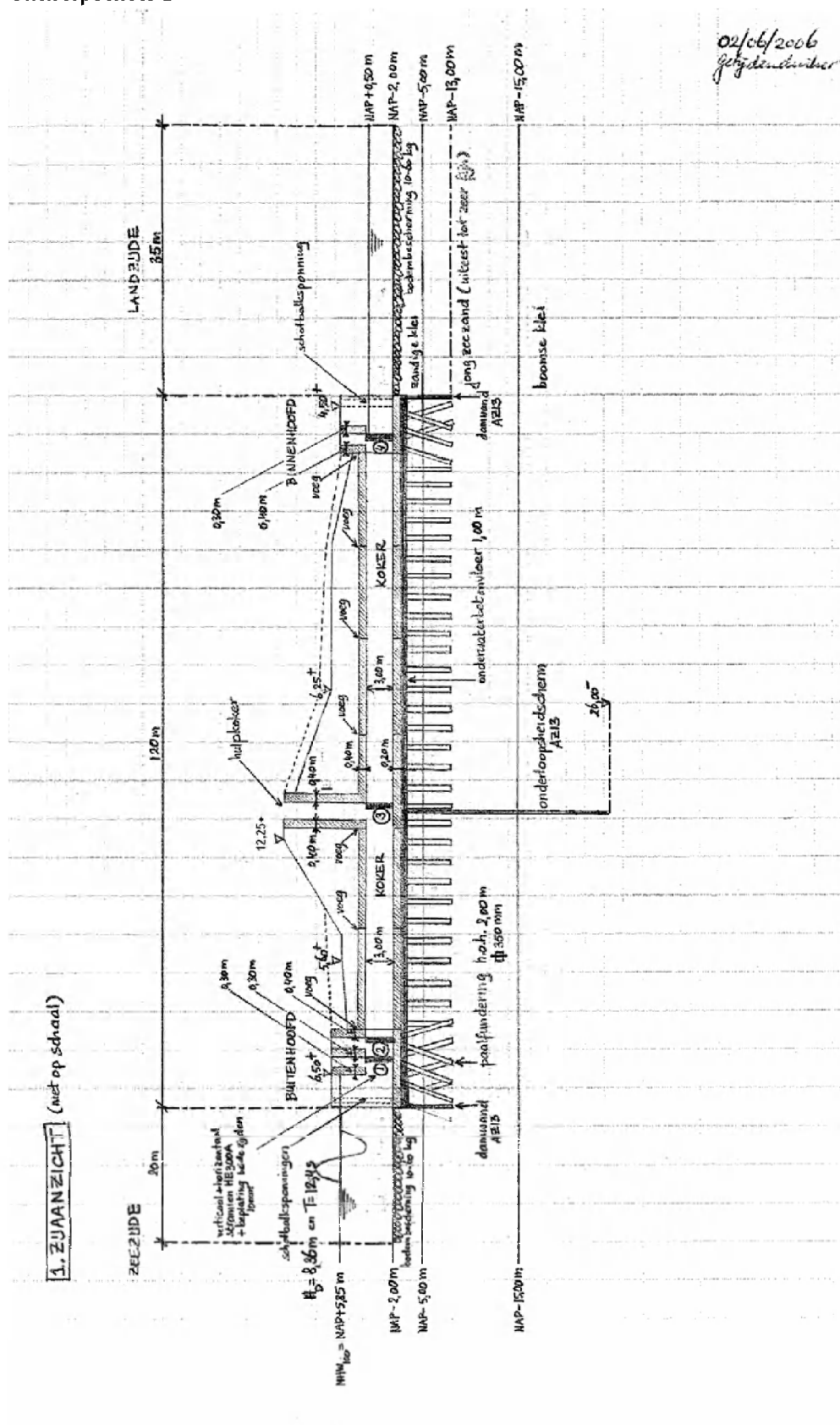
- [1] Voorschrift Toetsen op Veiligheid voor de tweede toetsronde 2001-2006; Technische Adviesdienst Waterkeringen; 2001
- [2] Leidraad kunstwerken, Technische Adviesdienst Waterkeringen; 2003
- [3] Geologisch onderzoek ten behoeve van dijkverzwaring Kruishoofd – Nieuwe Sluis; Rijksgeologische Dienst; 1979
- [4] Geologisch profiel langs de Westerscheldeoever van de Oud- en Jong-Breskenspolder; Geologische Stichting; 1962
- [5] Technisch rapport zandmeevoerende wellen; Technische Adviescommissie Waterkeringen; 1999
- [6] Hydraulische randvoorwaarden DHV; 2006
- [7] Hydraulische randvoorwaarden voor de tweede toetsronde 2001-2006; Technische Adviesdienst Waterkeringen; 2001
- [8] Getijtafels voor Nederland 2006; Rijks Instituut voor Kust en Zee; 2005
- [9] Project Zwakke Schakels Zeeland; 2005
- [10] Ontwerp voor Waterdunen; Arcadis en H+N+S Landschapsarchitecten; 2005
- [11] Tekening Deltaverzwaring Nieuwe Sluis - Veerhaven Breskens; Waterschap Het Vrije van Sluis; 1989

19. Het onderhoud wordt in de ontwerpschets 6 (zie bijlage 1A) weergegeven.

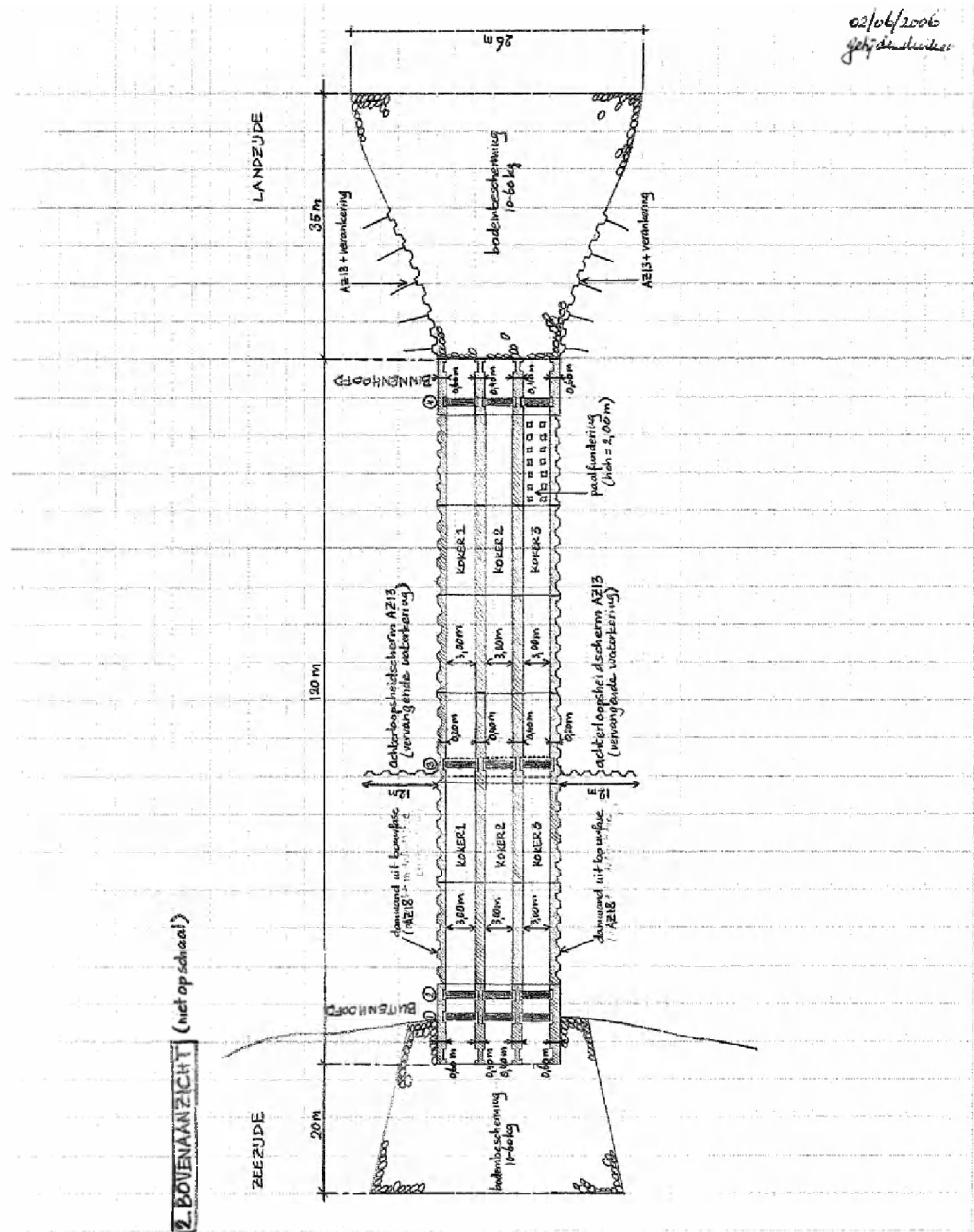
- [12] Waterschap Zeeuws-Vlaanderen; 2006
- [13] Oranjewoud; 2006
- [14] Introduction to bed, bank and shore protection; Schiereck; 2001

Bijlage 1A: Ontwerpschetsen

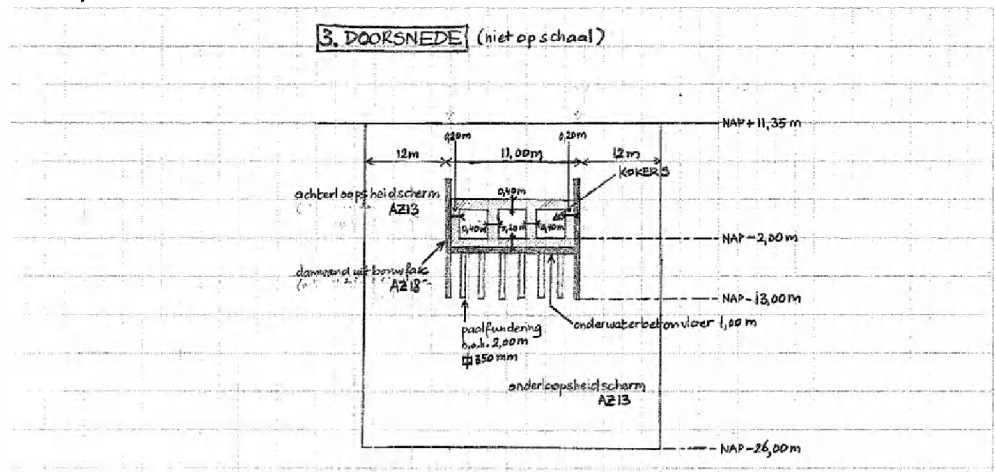
Ontwerpschets 1



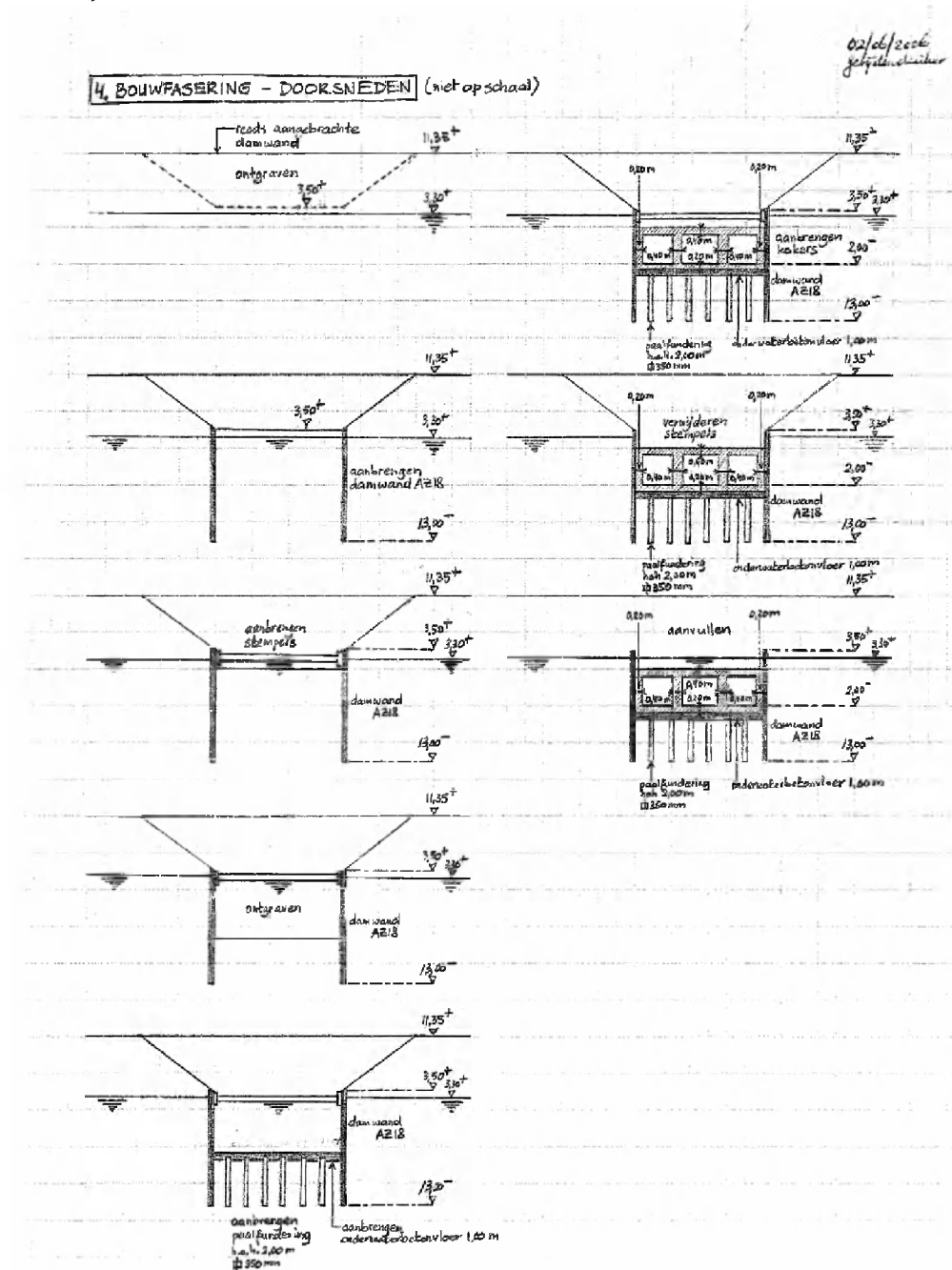
Ontwerpschets 2



Ontwerpschets 3



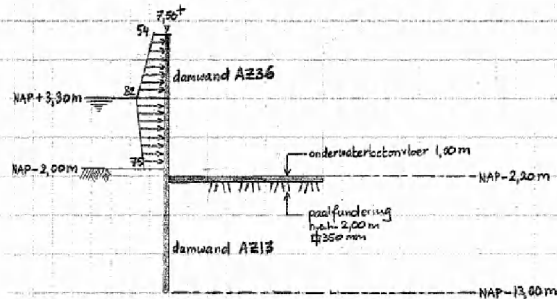
Ontwerpschets 4



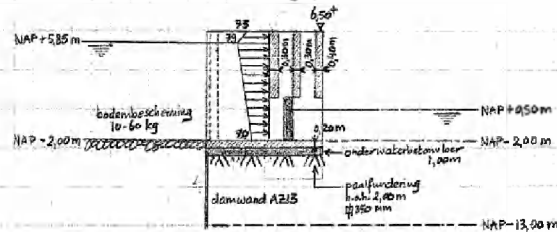
Ontwerpschets 5

5. MAATGEVENDE BELASTINGGEVALLEN BUITENHOOFD (niet op schaal)

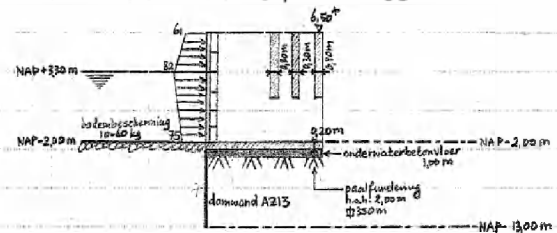
I BOUWFASE (alleen golfdrukken weergegeven)



II GEBRUIKSFASE (alleen golfdrukken weergegeven)



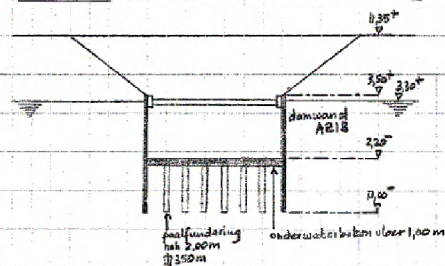
III ONDERHOUD (alleen golfdrukken weergegeven)



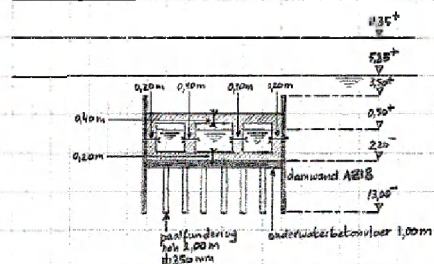
Ontwerpschets 6

6. MAATGEVENDE BELASTINGGEVALLEN KOKER (niet op schaal)

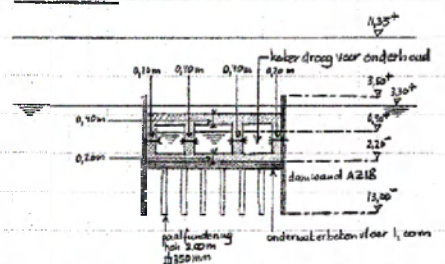
I BOUWFASE



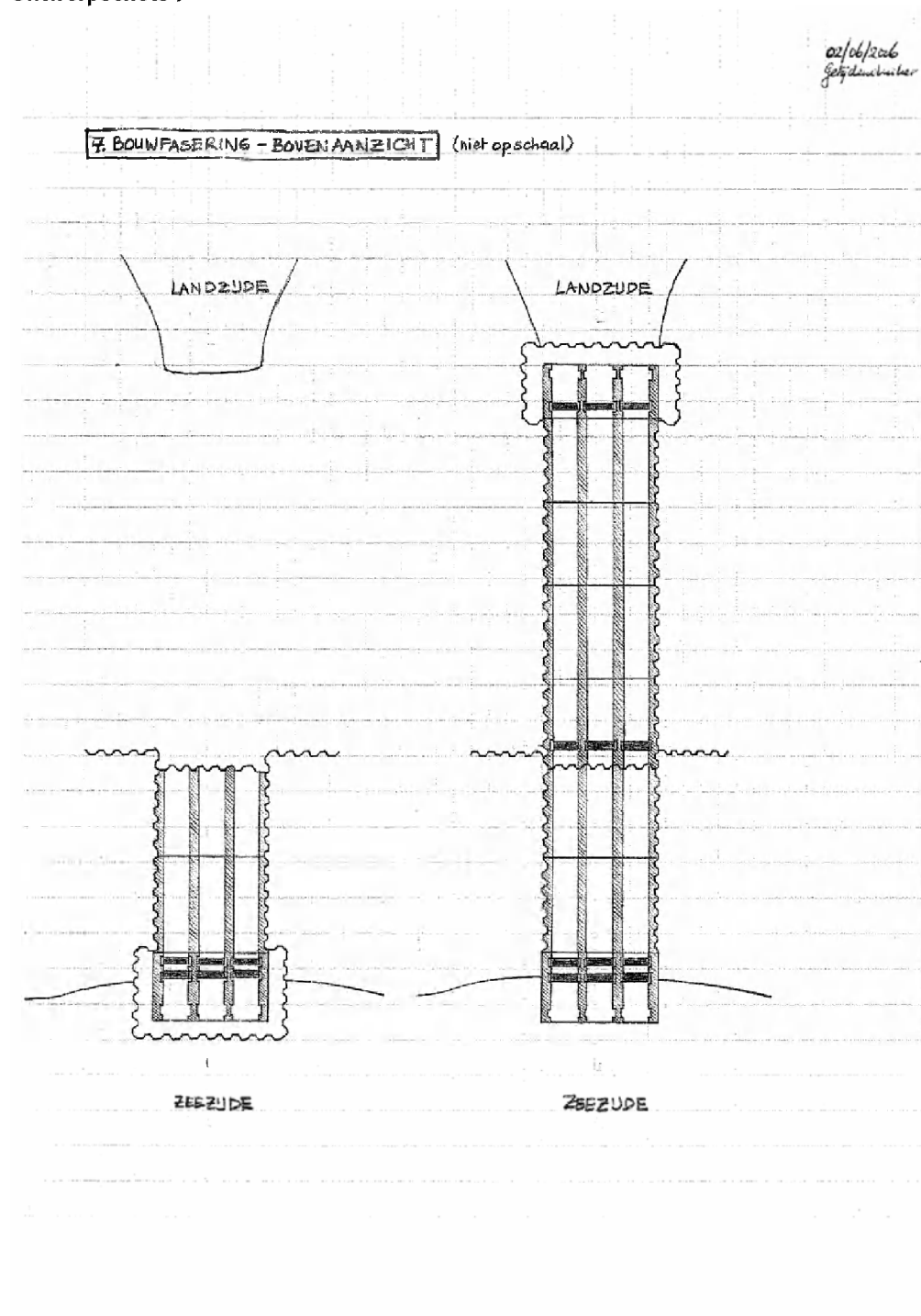
II GEBRUIKSFASE



III ONDERHOUD



Ontwerpschets 7



Bijlage 1B: Tabellen 'betrouwbaarheid sluiting'

Hoogwateralarmeringssysteem

stap	vraag	score
a1	De waterstand dient continu automatisch geregistreerd te worden. Het systeem dient maandelijks getest te worden.	a=3
a2	De registratie dient continu te zijn.	a=4
a3	Er dient een controle of backup registratiesysteem te zijn.	a=5
b1	In geval van hoogwater dienen er niet via menselijke handelingen andere personen gewaarschuwd te worden.	b=5
b2	Niet van toepassing	b=5
b3	Niet van toepassing	b=5
b4	Niet van toepassing	b=5
c	Tussenscore	c=5
d	Er behoeft geen tweede systeem te zijn.	Niet van toepassing
e	Er behoeft geen tweede systeem te zijn.	Niet van toepassing
f	Tussenscore	f=0
g	In geval van falend alarm kan de bevolking niet op tijd waarschuwen.	g = 0
h	Eindscore falen hoogwateralarmeringssysteem (HAS)	E1 = 5

Mobilisatie

stap	vraag	score
a1	De volledige bemanning behoeft niet permanent aanwezig te zijn.	a=1
a2	Er dient een schriftelijk vastgelegde up-to-date mobilisatieregeling te zijn.	a=1,5
a3	Er dient een voorwaarschuwingssysteem te zijn.	a=2
a4	Er dient een terugmeldingssysteem voor mobilisatie te zijn.	a=2,5
a5	De mobilisatie dient eens per jaar uitgevoerd of geoefend te worden.	a=3
b1	Het mobilisatieplan dient een schriftelijk vastgelegde stand-by regeling te bevatten.	b=1
b2	Er dient een voorwaarschuwingssysteem voor de stand-by te zijn.	b=1,5
c	Tussenscore	c=4,5
d1	De volledige bemanning behoeft niet permanent aanwezig te zijn.	d=1
d2	Het kunstwerk is onder alle omstandigheden bereikbaar.	d=4
e	Eindscore falen mobilisatie (MOB)	E2=4

Bedieningsprocedure voor de sluiting

stap	vraag	score
a1	De bediening is volledig automatisch te zijn.	a=4
a2	Niet van toepassing	a=4
a3	Niet van toepassing	a=4
a4	Niet van toepassing	a=4
b	Niet van toepassing	Niet van toepassing
c1	Niet van toepassing	Niet van toepassing
c2	Niet van toepassing	Niet van toepassing
c3	Niet van toepassing	Niet van toepassing
d	Niet van toepassing	Niet van toepassing
e	Eindscore bedieningsfout (BED)	E3=4

Bedrijfszekerheid van de afsluitmiddelen

stap	vraag	score
Eerste afsluitmiddel		
a1	Het eerste afsluitmiddel is een permanent middel.	a=2
a2	Het eerste afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.	a=3
a3	Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.	a=3
b	De aandrijving van het eerste afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.	b=4
c	Tussenscore	c=3
d	Er is een volledig en onafhankelijk reserve-aandrijvingssysteem	d=1
e	Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.	e=2
f	Ingrijpen is mogelijk bij fysieke belemmering.	f=0,5
g	Tussenscore eerste afsluitmiddel	g=2,5
Tweede afsluitmiddel		
a1	Het tweede afsluitmiddel is een permanent middel.	a=2
a2	Het tweede afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.	a=3
a3	Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.	a=3
b	De aandrijving van het tweede afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.	b=4
c	Tussenscore	c=3
e	Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.	e=2
h	Tussenscore tweede afsluitmiddel	h=1
Derde afsluitmiddel		
a1	Het derde afsluitmiddel is een permanent middel.	a=2
a2	Het derde afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.	a=3
a3	Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.	a=3
b	De aandrijving van het derde afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.	b=4
c	Tussenscore	c=3
e	Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.	e=2
h	Tussenscore derde afsluitmiddel	h=1
Vierde afsluitmiddel		
a1	Het vierde afsluitmiddel is een permanent middel.	a=2
a2	Het vierde afsluitmiddel dient minstens tweemaal per jaar gecontroleerd en minstens eenmaal per jaar volledig getest te worden.	a=3
a3	Er is geen aanvaringsrisico van betekenis.	a=3
b	De aandrijving van het vierde afsluitmiddel is elektrisch via het GEB, met noodaggregaat.	b=4
c	Tussenscore	c=3
e	Er zijn geen abnormale belemmeringen te verwachten.	e=2
h	Tussenscore vierde afsluitmiddel	h=1
i	Eindscore falen als gevolg van technische storing (STO)	E4=5,5

Bijlage 1C: Golfdrukken

Bouwfase

Golfgegevens

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]
T	11,4 [s]	H_b	6,300414095 [m]
L	80 [m]	Breken	Gebroken [m]
K_x	2,2 [-]		
$D_{0,5L}$	5,3 [m]		

Goda (brekende en niet-brekende golven)

H _S	3,8 [m]	H _d	8,36 [m]	α ₁	0,998892246 [-]	breken voor constructie	
T	11,4 [s]	h [*] _b	0 [m]	α ₁	-0,003666983 [-]	p ₁	81920,7514 [Nm ⁻²]
L	80 [m]	H [*] _S	0,716981132 [m]	α ₂	0 [-]	p ₃	75302,0856 [Nm ⁻²]
K _x	2,2 [-]			α ₃	0,919206481 [-]	p ₄	54483,1791 [Nm ⁻²]
h _b	5,3 [m]	δ ₁₁	-0,3276 [-]	α ₄	0,66507177 [-]	p _u	75302,0856 [Nm ⁻²]
h' _b	0 [m]	δ ₁	-6,552 [-]			breken tegen constructie	
h	5,3 [m]	δ ₂₂	-0,5148 [-]			p ₁	81620,0162 [Nm ⁻²]
h'	5,3 [m]	δ ₂	-2,52252 [-]			p ₃	75025,6479 [Nm ⁻²]
h _c	4,2 [m]	α _n	-0,00232476178 [-]			p ₄	54283,1687 [Nm ⁻²]
D	5,3 [m]	α _m	1,577358491 [-]			p _u	75302,0856 [Nm ⁻²]
B _M	0 [m]	η [*]	12,54 [m]				
λ ₁	1 [-]	h [*] _c	4,2 [m]				
λ ₂	1 [-]						
λ ₃	1 [-]						
β	0 [rad]						
ρ	1000 [kgm ⁻³]						
g	9,81 [ms ⁻²]						

Sainflou (niet brekende golven)

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]
T	11,4 [s]	$H_{d,ref}$	16,72 [m]
L	80 [m]	η_0	6,96984835 [m]
K_x	2,2 [-]	p_1	150385,8123 [Nm ⁻²]
χ	1 [-]	p_0	75385,59428 [Nm ⁻²]
h	5,3 [m]	p_4	109183,8123 [Nm ⁻²]
h'	5,3 [m]		
h_c	4,2 [m]		
ρ	1000 [kgm ⁻³]		
g	9,81 [ms ⁻²]		

Gebruiksfasen

Golfgegevens

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]
T	12,4 [s]	H_b	9,13552631 [m]
L	100 [m]	Breken	Ongebroken [m]
K_x	2,2 [-]		
$D_{0,5L}$	7,85 [m]		

Goda (brekende en niet-brekende golven)

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]	α_1	0,965094288 [-]	breken voor constructie
T	12,4 [s]	h_b^*	0 [m]	α_1	-0,002475797 [-]	p_1 79148,9267 [Nm ⁻²]
L	100 [m]	H_s^*	0,484076433 [m]	α_2	0 [-]	p_3 70409,4277 [Nm ⁻²]
K_x	2,2 [-]			α_3	0,889581586 [-]	p_4 75046,3109 [Nm ⁻²]
h_b	7,85 [m]	δ_{11}	-0,3276 [-]	α_4	0,948165869 [-]	p_u 70409,4277 [Nm ⁻²]
h_b'	0 [m]	δ_1	-6,552 [-]			breken tegen constructie
h	7,85 [m]	δ_{22}	-0,5148 [-]			p_1 78945,8826 [Nm ⁻²]
h'	7,85 [m]	δ_2	-2,52252 [-]			p_3 70228,8034 [Nm ⁻²]
h_c	0,65 [m]	α_n	-0,00232476178 [-]			p_4 74853,7914 [Nm ⁻²]
D	7,85 [m]	α_m	1,064968153 [-]			p_u 70409,4277 [Nm ⁻²]
B_M	0 [m]	η^*	12,54 [m]			
λ_1	1 [-]	h_c^*	0,65 [m]			
λ_2	1 [-]					
λ_3	1 [-]					
β	0 [rad]					
ρ	1000 [kgm ⁻³]					
g	9,81 [ms ⁻²]					

Sainflou (niet brekende golven)

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]
T	12,4 [s]	$H_{d,ref}$	16,72 [m]
L	100 [m]	η_0	4,806830969 [m]
K_x	2,2 [-]	p_1	129166,6118 [Nm ⁻²]
χ	1 [-]	p_0	72956,00917 [Nm ⁻²]
h	7,85 [m]	p_4	122790,1118 [Nm ⁻²]
h'	7,85 [m]		
h_c	0,65 [m]		
ρ	1000 [kgm ⁻³]		
g	9,81 [ms ⁻²]		

Onderhoud

Golfgegevens

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]
T	11,4 [s]	H_b	6,300414095 [m]
L	80 [m]	Breken	Gebroken [m]
K_x	2,2 [-]		
$D_{0,5L}$	5,3 [m]		

Goda (brekende en niet-brekende golven)

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]	α_1	0,998892246 [-]	breken voor constructie
T	11,4 [s]	h_b^*	0 [m]	α_1	-0,003666983 [-]	p_1 81920,7514 [Nm ⁻²]
L	80 [m]	H_s^*	0,716981132 [m]	α_2	0 [-]	p_3 75302,0856 [Nm ⁻²]
K_x	2,2 [-]			α_3	0,919206481 [-]	p_4 61015,9344 [Nm ⁻²]
h_b	5,3 [m]	δ_{11}	-0,3276 [-]	α_4	0,744816587 [-]	p_u 75302,0856 [Nm ⁻²]
h_b'	0 [m]	δ_1	-6,552 [-]			breken tegen constructie
h	5,3 [m]	δ_{22}	-0,5148 [-]			p_1 81620,0162 [Nm ⁻²]
h'	5,3 [m]	δ_2	-2,52252 [-]			p_3 75025,6479 [Nm ⁻²]
h_c	3,2 [m]	α_n	-0,00232476178 [-]			p_4 60791,9419 [Nm ⁻²]
D	5,3 [m]	α_m	1,577358491 [-]			p_u 75302,0856 [Nm ⁻²]
B_M	0 [m]	η^*	12,54 [m]			
λ_1	1 [-]	h_c^*	3,2 [m]			
λ_2	1 [-]					
λ_3	1 [-]					
β	0 [rad]					
ρ	1000 [kgm ⁻³]					
g	9,81 [ms ⁻²]					

Sainflou (niet brekende golven)

H_s	3,8 [m]	H_d	8,36 [m]
T	11,4 [s]	$H_{d,ref}$	16,72 [m]
L	80 [m]	η_0	6,96984835 [m]
K_x	2,2 [-]	p_1	150385,8123 [Nm ⁻²]
χ	1 [-]	p_0	75385,59428 [Nm ⁻²]
h	5,3 [m]	p_4	118993,8123 [Nm ⁻²]
h'	5,3 [m]		
h_c	3,2 [m]		
ρ	1000 [kgm ⁻³]		
g	9,81 [ms ⁻²]		

Tekeningen

161911-S-4: Overzicht maatregelen

161911-DP-1: Dwarsprofielen

161911-DP-2: Dwarsprofielen