

Initiatiefnemer**Provincie Zeeland**

Het Groene Woud 1
NL - 4331 NB Middelburg

Postbus 165
NL - 4330 AD Middelburg

Tel. +31 (0) 118 631 700

Opdrachtgever**US-TSC**

Jacob Obrechtlaan 3
NL - 4611 AP Bergen op Zoom
Tel. +31 (0)164 212 800

ONTWERP-PROJECTPLAN SLUIS (NL) – KNOKE-HEIST (B) Uitbreiding natuurrreservaat Het Zwin



PROJECTPLAN

V4

01/06/2010

H.111084 / DP001/ 4



HAVENBOUW & KUNSTWERKEN

8400 Oostende
Gistelsesteenweg 1D
Tel. +32 59 34 03 60
Fax +32 59 34 03 99

2600 Antwerpen
Coveliersstraat 15
Tel. +32 3 270 92 92
Fax +32 3 270 92 99

9051 Sint-Denijs-Westrem
(Gent)
Kortrijksesteenweg 1144-a
Tel. +32 9 240 09 11
Fax +32 9 240 09 00

1200 Brussel
Avenue Ariane 7
Tel. +32 2 773 91 11
Fax +32 2 773 91 00

3500 Hasselt
Ilgatlaan 23
Tel. +32 11 28 86 00
Fax +32 11 28 86 20

projectnummer:

H	.	1	1	1	0	8	4
---	---	---	---	---	---	---	---

documentnummer: rev.:

D	P	0	0	1
---	---	---	---	---

	4
--	---

directory : K:\HKO\BA\ResourceAnalysis\80-51580 (MER Zwin ex 26-20260)\4STU\42
 Rapporten\Dijkverleggingsplan\DP001 v4 100716.docx

index	datum	wijzigingen	opgesteld		goedgekeurd	
			naam	paraaf.	naam	paraaf.
1	14/12/09	Eerste versie	CBO		JDR	
2	2/03/10	Commentaren	CBO		JDR	
3	26/03/10	commentaren II	CBO		JDR	
4	1/06/10	Commentaren III	CBO		JDR	
5						

INHOUDSOPGAVE

1	INLEIDING	1
1.1	AANLEIDING DIJKVERLEGGING INTERNATIONALE DIJK – HET ZWIN.....	1
1.2	VERANTWOORDING VAN HET PROJECT	2
1.2.1	<i>Duurzame instandhouding van het Schelde-estuarium</i>	<i>2</i>
1.2.2	<i>Tegengaan van verzanding/aanslibbing van het Zwin en het teloorgaan van het intergetijdengebied.....</i>	<i>6</i>
1.3	LEESWIJZER	8
2	PROCEDURES EN VERGUNNINGVERLENING	9
2.1	INLEIDING	9
2.2	MER.....	9
2.2.1	<i>Relatie MER – Projectplan</i>	<i>9</i>
2.2.2	<i>M.e.r.-beoordeling</i>	<i>15</i>
2.3	PLANVASTSTELLING EN GOEDKEURINGSPROCEDURE	16
2.4	NATUURBESCHERMINGSWET 1998	20
2.5	WATERWET	20
2.6	OVERIGE VERGUNNINGEN EN ONTHEFFINGEN	21
3	BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE	22
3.1	REFERENTIEPEILEN	22
3.2	STUDIEGEBIED.....	22
3.3	GEMIDDELD MAAVELD POLDER.....	24
3.4	DIJKPROFIELEN EN OPBOUW DIJK.....	26
3.4.1	<i>Topografische opmetingen.....</i>	<i>26</i>
3.4.2	<i>Kruinhoogtes</i>	<i>26</i>
3.4.3	<i>Uitvoeringsplannen Internationale Dijk.....</i>	<i>26</i>
3.4.4	<i>Opbouw dijken.....</i>	<i>33</i>
3.5	GRONDGELAAGDHEID	33
4	HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN ONTWERP	37
4.1	PLANPERIODE EN VEILIGHEIDSNORM	37
4.2	PLAN VAN AANPAK HYDRAULISCHE MODELLERING	37
4.3	HYDRODYNAMISCHE RANDVOORWAARDEN OP ZEE.....	38
4.3.1	<i>Ontwerppeil</i>	<i>38</i>
4.3.2	<i>Golfkarakteristieken.....</i>	<i>39</i>
4.3.3	<i>Windgegevens.....</i>	<i>40</i>
4.4	GOLFMODELLERING IN HET ZWIN	41
4.4.1	<i>Inleiding</i>	<i>41</i>
4.4.2	<i>Vergelijking met Nederlandse Hydrodynamische randvoorwaarden in het Zwin.....</i>	<i>41</i>
4.4.3	<i>Invloed van de windsnelheid</i>	<i>43</i>
4.4.4	<i>Ontwerpgetij</i>	<i>43</i>
5	DIJKONTWERP.....	45
5.1	PRINCIPE VAN HET DIJKONTWERP	45
5.2	DIJKHOOGTE	46
5.3	GRONDWATERSTAND	50
5.4	DIJKBEKLEDING	50
5.4.1	<i>Randvoorwaarden</i>	<i>50</i>
5.4.2	<i>Methodologie</i>	<i>50</i>
5.4.3	<i>Grasbekleding</i>	<i>51</i>
5.4.4	<i>Kleibekleding</i>	<i>51</i>
5.4.5	<i>Bescherming tegen erosie door de geul.....</i>	<i>52</i>
5.4.6	<i>Voorland</i>	<i>53</i>
5.4.7	<i>Struweeleilanden</i>	<i>54</i>

5.5	VERKEERSBELASTINGEN	54
5.6	CONCLUSIE	54
6	RUIMTELIJKE INRICHTING	55
6.1	COMPENSATIE EN RUIMTELIJKE INPASSING	55
6.1.1	Natuur en habitats	55
6.1.2	Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie	58
6.1.3	Recreatieve voorzieningen	59
6.2	EXTRA MAATREGELEN	61
6.2.1	Verziltig van het grondwater	61
6.2.2	Verlies aan duinhabitat	62
6.2.3	Verlies van broedgebied (rietland) en bosareaal	62
6.2.4	Verlies aan leefgebied voor de Boomkikker	62
7	MIDDELEN	64
8	UITVOERING UITBREIDING HET ZWIN	65
8.1	UITVOERINGSDUUR	65
8.2	FASERING	65
8.3	GRONDSTROMEN	66
8.4	WERKVERKEER EN AANLEG TIJDELIJKE WERKWEGEN	67
8.5	AANVOERROUTES	68
9	BEHEER EN ONDERHOUD	70
10	REFERENTIES	71
11	BIJLAGEN	73

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 SITUERINGSPLAN

BIJLAGE 2 LUCHTFOTO

BIJLAGE 3 STRATENPLAN

BIJLAGE 4 VERDRAG TUSSEN HET VLAAMS GEWEST EN HET KONINKRIJK DER NEDERLANDEN
BETREFFENDE DE UITVOERING VAN DE ONTWIKKELINGSSCHETS 2010 SCHELDE-ESTUARIUM

BIJLAGE 5 INRICHTINGSPLAN

BIJLAGE 6 ONDERLINGE LIGGING VERGELIJKINGSVLAKKEN

BIJLAGE 7 SONDEERGRAFIEKEN

BIJLAGE 8 HYDRAULISCHE ONTWERPRANDVOORWAARDEN

BIJLAGE 9 ONTWERP DIJKBEKLEDING

BIJLAGE 10 TALUDBESCHERMING

BIJLAGE 11 ONTWERPPLANNEN

BIJLAGE 12 ONTWERPNOTA: "ONTWERPHYPOTHESEN"

BIJLAGE 13 ONTWERPNOTA: "STABILITEIT NIEUWE PRIMAIRE DIJK – DEEL NEDERLAND"

FIGURENLIJST

Figuur 2-1: Overzicht van de belangrijkste processen in het project en de relaties ertussen	11
Figuur 2-2: Alternatief 2 uit MER	12

Figuur 2-3: De ligging van de geulen in het Zwin (Bron: IMDC, 2006)	13
Figuur 2-4: Afgravingen en ophogingen in het bestaande en uitgebreide Zwin onder alternatieven 1, 2, 4 en 5.....	13
Figuur 2-5: Procedure Rijkscoördinatieregeling van voorliggend project.	19
Figuur 3-1: Studiegebied uitbreiding Natuurgebied Het Zwin	23
Figuur 3-2: Willem-Leopoldpolder: Dijkkringgebied 32, vak20	24
Figuur 3-3: Hoogteligging Zwin met achterliggende Willem-Leopoldpolder (m NAP)	25
Figuur 3-4: Bestektekening Zwinschorre. Liggingsplan. (uit: Zwinschorre. Verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (2 ^{de} faze). Ministerie van Openbare Werken. Bruggen en Wegen. Dienst der Kust. Directie Oostkust. Bestek no A3/79A25. 1978)	27
Figuur 3-5: Bestektekening Zwinschorre. Profielen 2 t/m 4 (uit: Zwinschorre. Verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (2 ^{de} faze). Ministerie van Openbare Werken. Bruggen en Wegen. Dienst der Kust. Directie Oostkust. Bestek no A3/79A25. 1978).....	27
Figuur 3-6: Bestektekening Zwinschorre. Profielen 5 t/m 7 (uit: Zwinschorre. Verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (2 ^{de} faze). Ministerie van Openbare Werken. Bruggen en Wegen. Dienst der Kust. Directie Oostkust. Bestek no A3/79A25. 1978).....	28
Figuur 3-7: Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwarend Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Situatie. Bestek no 8. 1989)	29
Figuur 3-8: Bestektekening Zwinmond – Detail (uit: Deltaverzwarend Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Situatie. Bestek no 8. 1989)	30
Figuur 3-9: Dijkvak B-C. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwarend Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)	30
Figuur 3-10: Profielen 1 t/m 4. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwarend Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)	31
Figuur 3-11: Profielen 5 t/m 8. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwarend Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)	32
Figuur 3-12: Profielen 9 t/m 12. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwarend Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)	33
Figuur 3-13: Locatie sonderingen	34
Figuur 4-1: Waterdiepte bij 4000 jarige storm in 2060.....	42
Figuur 4-2: Golfhoogte voor richting Noord.....	42
Figuur 4-3: Golfhoogte voor richting 330° (NNW-NW).....	43
Figuur 4-4: Verloop van de waterstand tijdens een 4000-jarige storm samen met de bijhorende golfhoogte aan het meest belaste deel van de dijk (slr = sea level rise).	44
Figuur 5-1: Opdeling dijktracé	46
Figuur 5-2: Aanduiding en nummering van de onderscheiden dijkvakken/dijkgedeeltes	47
Figuur 5-3: Richtingsafhankelijke extreme waardeverdeling van de waterstand ([10])	48
Figuur 5-4: Vergelijking van de verschillende dijktaalvormen met ontwerpcriterium: overslagdebiet is maximaal 1l/m/s (met golfcondities van dijkgedeelte 1).....	49
Figuur 5-5 Locatie waar dijk beschermt dient te worden	53
Figuur 6-1: Ontwerp van padenstructuren over de nieuwe zeeweringsdijk	60

TABELLENLIJST

Tabel 2-1: Vergelijking MMA - voorkeursalternatief	15
Tabel 3-1: Omreken tabel referentievlakken	22
Tabel 3-2: Hectometrering dijkkringgebied 32	23
Tabel 3-3: Grondkarakteristieken per grondlaagpakket.....	34
Tabel 3-4: Peilen bovenkant laag (m NAP) per sondering	35
Tabel 3-5: Peilen bovenkant laag (m TAW) per sondering	36
Tabel 4-1: Ontwerppeil zonder zeespiegelrijzing	38
Tabel 4-2: Ontwerppeil inclusief zeespiegelrijzing	39
Tabel 4-3: Golfkarakteristieken per norm en bron	39

Tabel 4-4: Extreme windsnelheden Vlaanderen voor beide terugkeerperiodes (duur 2h) gereduceerd naar landwindsnelheden [10]	40
Tabel 4-5: Extreme windsnelheden volgens Nederlandse norm ten westen van de lijn Vlissingen-Breskens	40
Tabel 5-1: Dominante golfparameters per dijkgedeelte.	47
Tabel 5-2: Dijkhoogtes per dijkgedeelte en per taludvorm	48
Tabel 5-3: Grondwaterstanden	50
Tabel 5-4: Benodigde kleidikte in functie van de graskwaliteit.	51
Tabel 6-1: Habitats en (vogel)soorten.....	57

BEGRIPSBEPALINGEN

Afdeling Kust	
Beheerder	Het bevoegde bestuursorgaan van het overheidslichaam dat belast is met het beheer
Binnendijks	
Buitendijks	Zijde van de dijk dat direct invloed ondergaat van de getijdewerking
Kruinpeil	
Helling H/V of V:H	In België worden hellingen weergegeven met een schuine streep in horizontale afstanden op verticale afstanden (vaak uitgedrukt in kwarten), terwijl in Nederland de hellingen worden weergegeven met een dubbelpunt in verticale afstanden (vaak 1 m) op horizontale afstanden
Primaire waterkering	Waterkering die beveiliging biedt tegen overstroming doordat deze behoort tot een dijkkring ofwel vóór een dijkkring is gelegen

1 INLEIDING

1.1 Aanleiding dijkverlegging Internationale Dijk – het Zwin

Onderhavige nota beschrijft het ontwerp-projectplan voor de landinwaartse verlegging van de primaire waterkering ten zuiden van het natuurreservaat Het Zwin, meer bepaald de Internationale Dijk. Dit project, de landinwaartse verlegging van de primaire waterkering, maakt deel uit van de uitbreiding van het natuurreservaat Het Zwin

Het natuurreservaat het Zwin strekt zich uit over een kustlengte van ongeveer 2,3 km in het Nederlands-Belgisch grensgebied. Het reservaat heeft een oppervlakte van 183 ha, waarvan 150 ha op Belgisch en 33 ha op Nederlands grondgebied, meer bepaald in de provincies West-Vlaanderen (België) en Zeeland (Nederland) (zie BIJLAGE 2). Het bestaat uit een duinregel met daarachter zilte slikken en schorren. Ter hoogte van de Belgisch-Nederlandse grens is er een bres in de duinregel over een lengte van ongeveer 250 m waardoor Noordzeewater bij vloed het natuurreservaat kan binnendringen via een 'slufter'. Deze geul vertakt zich in het gebied in verschillende geulen en kleinere krekken. Zo vormt dit rijk geschakeerd getijdenlandschap voor tal van vogels een broed-, rui-, rust-, voedsel- en doortrekgebied. Het probleem is dat het Zwin verzandt en aanslibt. Zonder ingrepen is het zeker dat het Zwin op termijn wordt afgesneden en dat het evolueert naar een systeem van duinen, rietvelden en wilgenstruwelen.

Deze nota heeft enkel betrekking op de aanleg van het Nederlands dijkgedeelte. Daar waar nodig worden echter ook de aspecten van de Vlaamse situatie aangehaald.

Het uitbreiden van het Zwin omvat in zijn algemeenheid voor Vlaanderen en Nederland de volgende ingrepen (zie inrichtingsplan in BIJLAGE 5):

- bouw van een primaire waterkerende dijk landinwaarts in het gebied^(*)
- het maken van bressen in huidige primaire kering (Internationale Dijk) en bijkomend afgraven van dijkdelen tot schor- of polderniveau^(*)
- het graven en/of dempen van kreek aanzetten en grachten⁽⁺⁾
- uitbreiden van de centrale geul tot in de Willem-Leopoldpolder⁽⁺⁾

Specifiek met betrekking tot het natuurreservaat Het Zwin dient, naast dijk ingrepen, tevens rekening gehouden te worden met:

- rooien van opgaande vegetatie^{(*)(+)}
- afbreken van bestaande wegen, gebouwen en constructies^{(*)(+)}
- maatregelen m.b.t. natuurinrichting, ontsluiting en recreatie^{(*)(+)}

Ingrepen aangeduid met een asterix (*) hebben een directe samenhang met de dijkverlegging. Werkzaamheden aangeduid met een plusteken (+) hebben betrekking op de herinrichting van het gebied tussen de reeds bestaande dijken en de nieuw aan te leggen dijken.

In Nederland heeft het kabinet besloten om voor de uitvoering van het project Natuurontwikkeling Westerschelde de *Rijkscoördinatieregeling* van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) toe te passen (zie par. 2.3). Het toepassen van de Rijkscoördinatieregeling is mogelijk voor projecten van nationaal belang. Dit zijn projecten met een bovenlokale dimensie of met bovenlokale ruimtelijke effecten.

Naast de 'zuivere' milieueffecten dient in het kader van een Rijksinpassingsplan ook rekening gehouden te worden met de socio-economische effecten van de tenuitvoerlegging van het project. De m.e.r.-procedure is gekoppeld aan het Rijksinpassingsplan. Zo vormde de startnotitie/kennisgeving van het MER de aankondiging van het ontwerp-inpassingsplan. Het

projectplan wordt opgesteld als onderdeel van het Rijksinpassingsplan. Voorliggend projectplan werkt het voorkeursalternatief uit de project-MER verder uit.

In Nederland wordt de m.e.r.-procedure gestart omdat voor een aantal (deel)activiteiten van de voorgenomen activiteit de m.e.r.-plicht geldt op basis van de *Wet milieubeheer*. De m.e.r.-plichtige deelactiviteiten en bijbehorende drempelwaarden die van toepassing zijn voor deze activiteit zijn aangegeven in 2.2.2.

1.2 Verantwoording van het project

Het project voor een duurzaam behoud en een uitbreiding van het Zwin heeft een tweeledige doelstelling:

- Een beleidsmatige doelstelling die gericht is op de **creatie van voldoende natuur in het Schelde-estuarium** om de natuurlijkheid van het estuarien systeem te verbeteren. Wat het Zwin betreft gaat het dan specifiek over het mondingsgebied. Concreet houdt de beleidsmatige doelstelling in dat er meer oppervlakte estuariene natuur dient te worden gecreëerd, zoals vastgesteld in het Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Vlaamse Gewest betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium (21 december 2005).
- Een technische doelstelling die gericht is op het **duurzaam behoud van het intergetijdengebied** dat bescherming geniet in het kader van de Europese natuurwetgeving (Besluit Internationale Zwincommissie, opgenomen in het verslag van 11 juni 2001). In essentie komt het erop neer de verzanding tegen te gaan. Op die manier wordt een gunstige staat van de instandhoudingsdoelstellingen gerealiseerd en bewaard.

1.2.1 Duurzame instandhouding van het Schelde-estuarium

1.2.1.1 Probleemstelling

Om het Schelde-estuarium veiliger, toegankelijker en natuurlijker te maken werd eind 2004 de Ontwikkelingsschets 2010 voorgelegd aan de Vlaamse en Nederlandse regering. De uitbreiding van het natuurreservaat Het Zwin is één van de prioritaire natuurprojecten die moet worden uitgevoerd. Het gebied wordt weergegeven op een luchtfoto (BIJLAGE 2) en een stratenplan (BIJLAGE 3).

Het project valt ook onder de Vogel- en Habitatrichtlijn en Natura 2000-gebieden. De Europese Unie heeft zich ten doel gesteld in 2010 de achteruitgang van de biodiversiteit te stoppen. Een belangrijk instrument hiervoor is de uitvoering van de gebiedsgerichte onderdelen van de Vogelrichtlijn en de Habitatrichtlijn. Dit betekent het realiseren van een netwerk van natuurgebieden van Europees belang: het natura 2000 netwerk. Dit netwerk heeft als hoofddoelstelling het waarborgen van de biodiversiteit in Europa. In dit verband is de afspraak gemaakt dat de lidstaten van de Europese Unie alle maatregelen nemen die nodig zijn om een gunstige staat van instandhouding van soorten en habitattypen van communautair belang te realiseren.

Nederland draagt met 162 gebieden bij aan het Natura 2000 netwerk. Deze bijdrage van Nederland vindt zijn neerslag in de Natura 2000 doelen. Dit zijn de doelen die zowel op landelijk niveau als op gebiedsniveau zijn geformuleerd (zie verder in par. 6.1.1).

1.2.1.2 Realisatie van voldoende natuur in het Schelde estuarium

Het Schelde-estuarium¹ is één van de weinige nog redelijk ontwikkelde estuaria in Nederland en het enige dat ook deels op Belgisch grondgebied ligt. Estuaria zijn bijzonder van karakter en hebben grote natuurwaarden. De huidige toestand van het ecosysteem van het Schelde-estuarium verkeert echter niet in een goede staat waar het gaat om de te beschermen natuurwaarden en is ontoereikend om tot een duurzame instandhouding ervan te komen. De oppervlakte, structuur, functie en de soortensamenstelling van estuaria en bijbehorende habitats in Nederland zijn in de loop van de laatste eeuw, en dan vooral in de periode ná 1960, sterk verslechterd door menselijke ingrepen, als bedijkingen, het opspuiten van nieuwe haven- en industriegebieden, het verdiepen en verbreden van de vaargeul en watervervuiling. Het resultaat is dat de Westerschelde² steeds nauwer is geworden. Hierdoor zijn de stroomsnelheden van de getijbeweging sterk toegenomen, wat resulteert in een sterke afname van het areaal van ondiep water en laagdynamische habitattypen als slik, pionierschor en zoutwaterschor.

In de Westerschelde ontbreekt het momenteel aan ondiepe, luwe zones met relatief lage stroomsnelheden, waar slib kan bezinken en waar zich ongestoord de cyclus van vorming van nieuw slik en schor en de periodieke afslag daarvan bij stormvloed kan voltrekken. Dit zijn noodzakelijke voorwaarden voor de chemische, fysische en biologische processen die dit unieke estuarium in een duurzaam gezonde staat moeten houden.

Voor de Westerschelde is het voor het realiseren van een duurzaam gezond estuarium en het tegemoet komen aan de opgaven vanuit de Vogel- en Habitatrichtlijn³ met name van belang dat ondiep water, de laagdynamische habitats en diverse soorten (waaronder steltlopers, kustbroedvogels, zeehond, fint) voldoende aanwezig zijn. De oppervlakte van habitats moet zodanig zijn dat er een evenwichtige verdeling van aanwezig is: er worden dus eisen gesteld aan de aanwezigheid, omvang en kwaliteit ervan. Op basis daarvan worden de instandhoudingsdoelstellingen voor de diverse Speciale Beschermingszones opgesteld. Voor het Schelde-estuarium werden reeds kwalitatieve en kwantitatieve doelstellingen bepaald. Voor het Zwin op Belgisch grondgebied worden deze momenteel opgesteld. Voor het Zwin op Nederlands grondgebied werden reeds ontwerp-instandhoudingsdoelstellingen opgesteld⁴.

1.2.1.3 Het herstelplan voor het Schelde-estuarium: landinwaarts verplaatsen van dijken

Het project valt onder de pijler 'natuurlijkheid' van de Langetermijnvisie Schelde-estuarium 2030 en heeft tot doel bij te dragen tot het realiseren van instandhoudingsdoelstellingen die zowel de Nederlandse als Vlaamse natuurbelangen in het Schelde-estuarium (het realiseren van een gezond en dynamisch estuarien ecosysteem) dienen. Het uitbreiden van het natuurreservaat Het Zwin vormt één van de gemeenschappelijke projecten uit de Ontwikkelingsschets 2010 van het Schelde-estuarium (OS 2010). De Ontwikkelingsschets 2010 werd door de Vlaamse (17.12.2004) en Nederlandse regering (11.03.2005) vastgesteld en daarnaast werd op 21.12.2005 een verdrag tussen beide landen gesloten betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium (zie BIJLAGE 4). Daarin zijn de conclusies van de Ontwikkelingsschets

¹ Deel van de Schelde onder invloed van het getij, bestaande uit de Boven- en Beneden-Zeeschelde, de Westerschelde en het mondingsgebied.

² De Schelde van de Belgisch-Nederlandse grens tot Vlissingen

³ De Europese Unie heeft zich in 2003 tot doel gesteld in 2010 de achteruitgang van de biodiversiteit te stoppen. Eén van de instrumenten hiervoor is de uitvoering van de gebiedsgerichte onderdelen van de Vogel- en Habitatrichtlijn of het realiseren van een netwerk van natuurgebieden van Europees belang : het Natura 2000 netwerk, met als hoofddoelstelling het waarborgen van de biodiversiteit in Europa. In dit verband is de afspraak gemaakt dat alle lidstaten alle maatregelen nemen die nodig zijn om een gunstige staat van instandhouding van soorten en habitattypen van communautair belang te realiseren. Vlaanderen en Nederland dragen elk bij aan dat Natura 2000 netwerk. In elk land zijn/worden gebieden aangewezen en instandhoudingsdoelstellingen op landelijk en op gebiedsniveau geformuleerd.

⁴ Het Zwin in Nederland maakt deel uit van het Natura 2000 gebied 'Zwin en Kievittepolder'. Voor het betrokken gebied heeft het ontwerp-aanwijzingsbesluit in het najaar van 2008 ter inzage gelegen en naar verwachting zal het definitieve aanwijzingsbesluit in 2010 worden vastgesteld

bekrachtigd en zijn afspraken gemaakt over de kostenverdeling van de projecten, die in uitvoering zullen worden genomen.

Om een duurzame instandhouding van het Schelde-estuarium te bereiken, is er een herstelprogramma nodig. In het kader van de toekomstige ontwikkeling van het Schelde-estuarium heeft een aantal studies plaatsgevonden ter voorbereiding van regeringsbesluiten op planniveau (traject Langetermijnvisie 2030, Ontwikkelingsschets 2010).

De Langetermijnvisie Schelde-estuarium¹ heeft een streefbeeld geformuleerd voor het jaar 2030, waaraan de Nederlandse en Vlaamse regeringen zich beide in 2001 hebben verbonden: "het Schelde-estuarium is in 2030 een gezond en multifunctioneel estuarien watersysteem dat op duurzame wijze gebruikt wordt voor menselijke behoeften. De Ontwikkelingsschets 2010² (OS 2010) bevat een pakket maatregelen die in het kader van dit streefbeeld moeten worden uitgevoerd tegen het jaar 2010 (zie par. 1.1). De Ontwikkelingsschets 2010 werd door de Vlaamse (17.12.2004) en Nederlandse regering (11.03.2005) vastgesteld en daarnaast werd op 21.12.2005 een verdrag³ tussen beide landen gesloten betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium.

De samenwerking wordt gericht op de drie prioritaire functies:

1. Bescherming tegen overstromingen;
2. Toegankelijkheid van de Scheldehavens;
3. Natuurlijkheid van het fysieke en ecologische systeem.

Voor 2030 is een streefbeeld voor natuurlijkheid geformuleerd dat is gericht op het behoud en waar nodig herstel van de fysieke systeemkenmerken als uitgangspunt voor duurzaam beheer en beleid en voor de ecologische opgave. Om dit te bereiken is procesherstel nodig, zoals in het Studierapport ontwikkelingsmaatregelen ten behoeve van de Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium (2003) is beschreven. Dit rapport wordt ook wel Natuurontwikkelingsplan Schelde-estuarium (NOPSE) genoemd⁴.

Voor de natuurmaatregelen die horen bij dit herstelprogramma, geldt dan ook als uitgangspunt het behoud en herstel van de natuurlijke fysieke, chemische en ecologische processen. Voldoende herstel van deze processen leidt "vanzelf" tot herstel van habitats en populaties van soorten. De benodigde ruimte voor voldoende herstel van de genoemde processen kan niet in voldoende mate worden gevonden binnen de bestaande omdijking van het estuarium en ook niet buitendijks omdat dit habitatvervangend zou betekenen binnen het Natura 2000 gebied. Dit laatste is vanwege het verleggen van de herstelopgave derhalve geen structurele oplossing. De benodigde ruimte kan wel ontstaan door het landinwaarts verplaatsen van dijken in ecologisch geschikte zones.

De natuurlijke processen zorgen voor nieuwe sedimentatie rondom platen en zandbanken. Hierdoor kunnen weer gebieden met ondiep water ontstaan en kunnen er plaatsen komen met voldoende luwte om fijn slib te laten bezinken en laagdynamische slikgebieden met bodemorganismen te laten ontstaan. De vorming van jong pionier schor, vooral in de zoute zone, kan opnieuw op gang komen. Dit levert de voedselbron voor vogels en is belangrijk voor de kinderkamerfunctie van de Westerschelde voor vissen en garnalen (ecosystem goods & services).

¹ In opdracht van de Vlaamse Minister van Openbare Werken, Vervoer en Ruimtelijke Ordening en de Minister van Verkeer en Waterstaat van Nederland heeft de Technische Schelde Commissie, een permanent adviesorgaan voor beide regeringen, in januari 1999 op haar beurt de opdracht gegeven tot het voorbereiden van een Langetermijnvisie voor het gehele Schelde-estuarium.

² De OS 2010 is opgesteld door de Projectdirectie ontwikkelingsschets Schelde-estuarium (ProSes) een samenwerkingsverband van de Vlaamse Administratie Waterwegen en Zeekanaal en de Nederlandse Ministeries van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en Verkeer en Waterstaat.

³ Het vergroten van het Zwin is vastgelegd in één van de Scheldeverdragen tussen Vlaanderen en Nederland. Het Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Vlaams Gewest betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium is op 1 oktober 2008 in werking getreden.

⁴ In het NOPSE werden twee planalternatieven bestudeerd. In deze zone aan de kustzijde werd gesteld dat er aandacht moet gegeven worden aan habitat voor vis en benthos en het creëren van schor. Mogelijke maatregelen die hiervoor in aanmerking komen zijn ontpoldering en het herstel van het contact tussen rivier en het achterland. In beide planalternatieven werd de uitbreiding van het Zwin als maatregel genoemd.

Het landinwaarts verplaatsen van dijken in ecologisch geschikte zones als natuurmaatregel leidt tot herstel van de natuurlijke processen en daarmee tevens tot herstel van de voor de Vogel- en Habitatrichtlijn relevante habitattypen en de voor het estuariene milieu karakteristieke soorten, waaronder vogels. Als ecologisch geschikte zones komen in aanmerking de slik- en zandgebieden met specifieke vegetatie van o.a. zoutminnende planten en verschillende types duinen. Wat betreft fauna-elementen komen broedvogels als Zwartkopmeeuw, Steltkluut en Vissdief voor, en doortrekkers als Wintertaling, Zwarte zee-eend, Wulp en Smient.

Het inpolderen van de Schelde is in Nederland al bezig vanaf de 13^e eeuw. Gedurende de afgelopen 50 jaar zijn er op Nederlands grondgebied in de Westerschelde nog ruim 1.250 ha ingepolderd en de afgelopen 100 jaar zelfs ruim 5.000 ha ondiep water en laagdynamische habitats verdwenen. Ook nu zijn er nog steeds een aantal doorgaande negatieve trends aanwezig, waaronder het uitbreiden van de geul (verdieping en verlanding) waardoor het areaal ondiep water sindsdien met een derde is afgenomen. In het NOPSE (2003) wordt aangegeven dat er in het Nederlandse deel van het estuarium (de Westerschelde) circa 3.000 ha nodig is voor het realiseren van het streefbeeld tegen 2030. Deze oppervlakte is echter niet politiek ondersteund.

Op basis van kosten en maatschappelijk draagvlak (beslag op de landbouwgronden) heeft het Nederlandse kabinet besloten om voor de noodzakelijke maatregelen op korte termijn, de ondergrens van het prioritaire pakket aan te houden, te weten 600 ha nieuwe estuariene natuur (Natuurpakket Westerschelde).

Ook in Vlaanderen is ingepolderd via bedijking langs de Schelde. In een periode dat Vlaanderen een sterke bevolkingsgroei en relatief hoge welstand kende, ging men geleidelijk aan de lager gelegen valleigebieden langs de rivier inpolderen. Voornamelijk de abdijen van Hemiksem en Gent brachten de bedijkingen in de 12^{de} eeuw op gang. De inpoldering was daarna een continu proces dat met wisselende intensiteit (afhankelijk van de economische en politieke situatie) nagenoeg ononderbroken plaatsvond van de 13^e tot de 19^e eeuw. Al vóór 1400 was de inpoldering van het grootste deel van de Antwerpse Scheldepolders, inbegrepen het huidige Verdrongen Land van Saeftinghe, een feit.

Door de goedkeuring van de Ontwikkelingsschets 2010 verbindt de Vlaamse Regering zich ertoe om 145 ha van de Prosperpolder om te vormen tot estuariene natuur. Het internationaal Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Vlaamse Gewest betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium vermeldt eveneens dat het Zwin met minimaal 120 ha in de Willem-Leopoldpolder moet worden uitgebreid. Dit laatstgenoemde deel van het Verdrag is wat het voorwerp van onderzoek vormt van het milieueffectrapport en dit Projectplan.

Daarnaast zal Vlaanderen minimaal circa 600 ha wetland in de Kalkense Meersen inrichten, natuur ontwikkelen in circa 125 ha reeds bestaande gecontroleerde overstromingsgebieden tussen Gent en Dendermonde, en zullen de voor 2010 aan te vatten overstromingsgebieden minimaal 150 ha estuariene natuur en minimaal 60 ha wetland omvatten. Deze projecten passen in het kader van de actualisatie van het Sigmaplan tegen overstromingen op de Schelde in Vlaanderen.

1.2.1.4 Rol van het Zwin in het bereiken van de doelstellingen voor het Schelde-estuarium

In de Langetermijnvisie Schelde-estuarium wordt het Schelde-estuarium in vier zones verdeeld:

- Mondingsgebied;
- Westerschelde: de overgang van zout naar zoutbrak water;
- Beneden-Zeeschelde: sterke zoet-zoutgradiënt;
- Boven-Zeeschelde: een van nature meanderende zoetwatergetijdenrivier.

Het Zwin is onderdeel van het mondingsgebied. De impact van het Zwin op het ecologisch functioneren van het Schelde-estuarium is door haar ligging ook beperkt tot het mondingsgebied.

Op basis van de maatregelen die in het NOPSE (2003) als kansrijk zijn gedefinieerd, is er in de Ontwikkelingsschets voor het thema 'natuurlijkheid' een basispakket van maatregelen en projecten benoemd dat op voldoende bestuurlijk draagvlak kan rekenen en op redelijk korte termijn uitvoerbaar en betaalbaar is.

Dit basispakket omvat voor de zone van de monding het gebied van het Zwin, dat via uitbreiding (door gedeeltelijke ontpoldering van de Willem-Leopoldpolder) bijdraagt aan de doelstellingen voor het duurzaam behoud van het Schelde-estuarium.

1.2.1.5 Tegemoet komen aan de doelstelling van duurzaam behoud van het Schelde-estuarium

Bescherming en uitbreiding van bestaande natuurlijke habitats hebben in het mondingsgebied van de Schelde prioriteit. Er moet aandacht worden geschonken aan habitat voor vis en benthos en het creëren van schor. Maatregelen die hiertoe bijdragen zijn 'landinwaarts verplaatsen van dijken' en het herstellen van het contact tussen de zee en het achterland.

De bewindslieden hebben in het Verdrag tussen het Koninkrijk der Nederlanden en het Vlaamse Gewest betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium besloten om in het mondingsgebied tot 2010 minimaal 120 ha en maximaal 260 ha¹ nieuwe natuur te realiseren in de vorm van estuariene natuur² die voldoet aan de eisen van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn (Ontwikkelingsschets 2010). Het betreft daarbij zowel Nederlands als Vlaams grondgebied.

Voor de functie natuurlijkheid van het fysieke en ecologische systeem wordt in de Ontwikkelingsschets 2010 o.a. concreet de volgende maatregel aangewezen:

"De vergroting van het Zwin in de vorm van het landinwaarts verplaatsen van dijken in een gedeelte (minimaal 25%) van de Willem-Leopoldpolder. Dit project sluit aan op het bestaande initiatief van de Internationale Zwincommissie. Het project was in eerste aanleg vooral gericht op het bieden van een oplossing voor de huidige verzandingsproblematiek van het Zwin. Met een uitbreiding van het Zwin met 120 ha van de Willem-Leopoldpolder (waarvan circa 10 ha op Nederlands grondgebied), ontstaat een aaneengesloten gebied voor getijdennatuur. Om naast het tegengaan van de verzanding en de aanslibbing ook een ecologische verbetering te bewerkstelligen, lijkt een uitbreiding van het Zwin met 240 ha wenselijk (50% scenario). In het kader van het milieueffectrapport op projectniveau zal een uitgebreid variantenonderzoek uitgevoerd worden. Afhankelijk van de resultaten van dit variantenonderzoek wordt een uitbreiding met 240 ha niet uitgesloten."

In het MER worden de ingrepen nauwkeuriger beschreven. Op die manier kadert dit project van structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als intergetijdengebied dus in de Ontwikkelingsschets 2010 met betrekking tot de prioritaire functie 'natuurlijkheid'.

1.2.2 Tegengaan van verzanding/aanslibbing van het Zwin en het teloorgaan van het intergetijdengebied

1.2.2.1 Problematiek

Het Zwin is een intergetijdengebied dat slechts gedeeltelijk onder water loopt bij normaal getij. Bij springtij (2 maal per maand) of stormvloed lopen grote delen van het slikken- of schorregebied onder water. Voor overstroming van het hele gebied zijn uitzonderlijke waterstanden nodig. Het Zwin heeft een hoge natuurwaarde en is dan ook aangeduid als Natura 2000 Vogel- en

¹ In de besluiten van de Nederlandse en Vlaamse regering handelend over de Ontwikkelingsschets 2010 voor het Schelde-estuarium wordt 260 ha nieuwe natuur voorzien (240 in de Willem-Leopoldpolder en 20 in de Zwarte Polder).

² Oppervlakte aan 'estuariene natuur' = de aanlegoppervlakte die nodig is voor de ontwikkeling van dit type natuur inclusief de dijken en andere structuren.

Habitatrichtlijngebied, Ramsar-gebied en natuurreserveaat. In het kader daarvan dient het gebied met zijn natuurlijke kenmerken en waarden maximaal behouden te blijven.

Het probleem is dat het Zwin verzandt en aanslibt. Door toenemende verzanding en aanslibbing lijkt het Zwin, als unieke en belangrijke ecologische zone in het mondingsgebied van de Schelde, verloren te gaan. Zonder ingrepen is het zeker dat het Zwin op termijn evolueert naar een systeem van duinen, rietvelden en wilgenstruwelen. Door het koppelen van de te realiseren nieuwe estuariene natuur aan de oplossing voor de verzandingsproblematiek, is een win-win-situatie te bereiken.

De Nederlandse en de Vlaamse beleidsmakers wensen echter het Zwin als intergetijdengebied te behouden¹. Reeds in 1950 werd de Internationale Zwincommissie opgericht die als doel had om de natuurwaarden in het Zwin te behouden. Vanaf 1987 bestaat er een Technische Werkgroep die zich met de problematiek van de verzanding bezighoudt.

De Zwin getij-inlaat is morfologisch niet stabiel. Het instromend water komt met een hogere snelheid over een drempel dan de uitstroom in de eb fase. Het gevolg is afzetting van zand en slib dat met de vloedstroom is binnengebracht. Er werd in 1990 een zandvang aangebracht om het verzandend proces te vertragen. Deze zandvang werd geregeld leeggemaakt (om de ongeveer 2-4 jaar). Hierdoor zijn de plassen en de kreken wel gered alsook de Zwingewul doch voor de verzanding en de aanslibbing van de slikken en schorren bij springtij en stormvloed bracht dit geen soelaas.

1.2.2.2 Tegemoet komen aan de problematiek van de verzanding en aanslibbing van het Zwin

Hiervoor zijn structurele maatregelen nodig. Er is door de Nederlandse en Vlaamse Regeringen gekozen voor een aantal grootschalige maatregelen die de komberging vergroten en de afvoer van sedimenten naar zee bevorderen om het intergetijdengebied te behouden op een duurzame wijze. Op die manier worden de natuurwaarden in stand gehouden en kan de zogenaamde solide of beter 'robuuste natuur'² ontwikkeld worden, die robuust is bij veranderingen in het estuarium van de Schelde.

De kombergingsscenario's in het Zwin vormen het voorwerp van het milieueffectonderzoek.

De belangrijkste bijhorende ingrepen zijn beknopt te omschrijven als volgt:

1. Het vergroten van de komberging door grootschalige afgraving van aangeslibde delen binnen het bestaande Zwin.
2. Het betrekken van minstens een deel van de Willem-Leopoldpolder in de komberging en het verleggen van de internationale Zwindijk en aanleg van een nieuwe dijk rond het vergrote Zwin.
3. Herstellen van de natuurlijke afwatering van het achterliggende gebied; verbeterde spuiwerking van het gebied.

Het vergroten van de komberging draagt het beste bij aan het duurzaam behoud en het verbeteren van het natuurlijk functioneren van het Zwin. De huidige (beperkte) oppervlakte levert een geringe bijdrage aan het optimaliseren van de natuurlijke habitatprocessen, de nutriëntencycli en de opbouw van het pelagische en bentische voedselweb. Met de uitbreiding van het Zwin wordt aan habitatuitbreiding gedaan en zal het areaal slik, schor en ondiepwaterzone toenemen, wat ook de avifauna en een aantal vissoorten ten goede komt.

De maatregelen in het Zwin dragen bij aan het herstellen van het contact tussen de zee en het achterland en zorgen dat natuurlijke habitats beschermd worden. Voor het Zwin worden de

¹ Verslag Internationale Zwincommissie 11 juni 2001

² Er is voor gekozen om de natuur van het Schelde-estuarium in een 'goede staat van instandhouding' te brengen. Het maatregelenpakket voor de invulling van het thema natuurlijkheid uit de Ontwikkelingsschets is mede met dat doel vastgesteld. De natuur wordt met dat maatregelenpakket voldoende 'robuust' gemaakt om weerstand te kunnen bieden aan ingrepen op die natuur.

gebiedseigen habitats en soorten hiermee duurzaam veilig gesteld. Met de voorgestelde maatregelen wordt daarmee tegemoet gekomen aan de Vogel- en Habitatrichtlijndoelen en – opgaven.

1.3 Leeswijzer

In voorliggende nota wordt een toelichting gegeven op het plan voor de uitbreiding van het natuurreservaat het Zwin. In deze toelichting wordt het in het MER gekozen voorkeursalternatief voor de dijkverlegging verder besproken.

Het eerste inleidend hoofdstuk (**hoofdstuk 1**) geeft een beknopte voorstelling en de verantwoording van het Project. Daarbij wordt dieper ingegaan op de probleemstelling van het huidige projectgebied en de doelstellingen die worden voorop gesteld. Het nut en noodzaak verhaal schetst de verantwoording van het project.

In het **hoofdstuk 2** beschrijft de relatie tussen het projectplan en het mer en geeft een overzicht van de gevolgde en te volgen procedures van het project in Vlaanderen en Nederland en wordt een overzicht gegeven van de overige vergunningen en ontheffingen.

Hoofdstuk 3 beschrijft de huidige gekende randvoorwaarden van het projectgebied. Hieronder worden verstaan de referentiepeilen, de beschrijving van het studiegebied, de profielen en de opbouw van de huidige dijken, de geotechnische lagenopbouw van de ondergrond,

Het daarop volgende hoofdstuk, **hoofdstuk 4**, beschrijft de hydraulische randvoorwaarden (incl. methodiek) op zee en in het Zwin voor het ontwerp van de nieuwe zeewering. Deze randvoorwaarden omvatten golfkarakteristieken, het ontwerpgetij en windgegevens.

Hoofdstuk 5 beschrijft de methodiek die werd gevolgd voor het ontwerpen van de dijken. In eerste instantie wordt de kruinhoogte en de geometrie van de dijk vastgelegd in functie van het overtoppingsdebiet en een minimale dijkvolume. Veel aandacht is besteed aan de dijkbekleding.

In **hoofdstuk 6** worden per milieudiscipline de milieueffecten van het project besproken. Daarnaast worden ook de milderende maatregelen aangegeven.

Hoofdstuk 7 geeft een overzicht van de benodigde middelen voor de uitwerking van dit project.

In **hoofdstuk 8** wordt dieper ingegaan op de uitvoeringsaspecten van het project, zoals de uitvoeringsduur, de fasering, de grondstromen, het werkverkeer en aanvoerroutes.

In **hoofdstuk 9** wordt het beheer en onderhoud van de projectonderdelen vastgelegd.

2 PROCEDURES EN VERGUNNINGVERLENING

2.1 Inleiding

Zoals eerder aangehaald, dient voorafgaand aan de uitvoering van dit project een aantal procedures in Vlaanderen en Nederland doorlopen te worden. Onderstaand wordt het procedureverloop van de Vlaamse GRUP-procedure, de Nederlandse Rijkscoördinatieregeling en het Vlaamse en Nederlandse vergunningentrajec weergegeven.

2.2 MER

2.2.1 Relatie MER – Projectplan

2.2.1.1 Juridisch kader milieueffectrapportage

Voor de besluitvorming van voorliggend project geldt zowel in Nederland als in Vlaanderen de wettelijke procedure inzake de milieueffectrapportage, die overigens per land verschilt.

In Nederland levert de milieueffectrapportage de informatie die nodig is om het milieubelang volwaardig mee te wegen bij de besluiten over plannen en projecten met grote milieugevolgen. De m.e.r.-procedure zit voor dit project ingebed in de rijkscoördinatieregeling, die een koppeling van de milieueffectrapportage aan de vervolgprocedures regelt.

Het MER beschrijft de gevolgen welke een voorgesteld plan of project heeft voor het milieu, de alternatieven die in aanmerking komen en milieuvriendelijk zijn. Het project omvat hier het uitbreiden van het natuurgebied Het Zwin. Voorliggend plan beschrijft slechts de dijkverlegging, welke deel uit maakt van het integrale project, en de effecten van de dijkverlegging.

De m.e.r.-procedure voor een besluit in Nederland is onder te verdelen in een aantal stappen:

- Opstellen van de *startnotitie* en organiseren van *inspraak*;
- *Adviesrichtlijnen* door de Commissie m.e.r. en vaststellen van richtlijnen door het bevoegd gezag;
- Opstellen van het *MER* door de deskundigen;
- Beoordeling van de aanvaardbaarheid en *bekendmaking* van het MER (en ontwerp-rijksinpassingsplan) door het bevoegd gezag;
- *Inspraak* op het MER (en ontwerp-rijksinpassingsplan) en toetsingsadvies door de Commissie m.e.r.;
- Vaststellen van een *besluit* over de activiteit;
- Opstellen van een *evaluatieprogramma* en evaluatie van de milieugevolgen.

2.2.1.2 Procedureverloop

Volgende procedurele stappen werden ondernomen (de procedurebeschrijving wordt uitvoerig besproken in het MER [16]):

De *kennisgeving*/startnotitie van het MER is door de gemeenschappelijke internationale Mer-Commissie volledig verklaard op 29 januari 2007. De terinzagelegging in de gemeenten Knokke-Heist en Sluis liep van 13 februari tot 26 maart 2007. Parallel werden adviezen bij de bevoegde Nederlandse en Vlaamse instanties en besturen gevraagd. Op 13 maart 2007 werd een *inspraakmoment* voor het publiek georganiseerd in Oostburg. Op die manier werd eveneens de mogelijkheid gegeven om in te spreken. Het inspraakpunt 'Verkeer en Waterstaat' heeft de

ontvangen reacties geregistreerd en gebundeld. Op basis van de *inspraakreacties* werd een *antwoordnota* opgesteld. In deze nota wordt weergegeven welke inspraakreacties ontvangen zijn en op welke wijze de reactie zou worden verwerkt in het MER.

Op basis van de kennisgeving/startnotitie, de inspraakreacties en de ingewonnen adviezen werden de *richtlijnen* voor het MER door de gemeenschappelijke Mer-Commissie gepubliceerd op 16 mei 2007 (Rapportnummer 1882-41). Het team van erkende Vlaamse m.e.r.-deskundigen werd op dezelfde datum goedgekeurd. De richtlijnen voor het MER die na de periode van terinzagelegging door de gemeenschappelijke Mer-Commissie werden opgesteld, vormden het eigenlijke onderzoekskader waarmee de m.e.r.-deskundigen die het MER opgemaakt hebben, gewerkt hebben.

Het (voorliggend) project-MER "Internationaal milieueffectrapport over structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied" (Dossier PR0245) werd door de Vlaamse bevoegde overheid (dienst Mer van de afdeling Milieu-, Natuur-, en Energiebeleid) reeds goedgekeurd op 2 december 2008.

Op 16 oktober 2009 bezorgde Afdeling Kust aan de dienst Mer een gemotiveerd verzoek tot ontheffing van de verplichtingen inzake plan-milieueffectrapportage (zoals bedoeld in artikel 4.2.3, §3bis van het D.A.B.M.¹ en zoals toegelicht in [16] onder paragraaf **Error! Reference source not found.**) voor het gewestelijk RUP voor de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied. Argumenten waren dat gezien de gevolgde procedure- reeds een systematische en wetenschappelijk verantwoorde analyse en evaluatie van de te verwachten gevolgen voor mens en milieu gemaakt is met kwaliteitsbeoordeling door de dienst Mer (hierin ondersteund door een gezamenlijke Vlaams-Nederlandse m.e.r.-Commissie) en met de nodige actieve openbaarheid. Bovendien is gezien de reeds gevolgde project-MER-procedure voldaan aan de essentiële kenmerken van een plan-MER en is ook voldaan aan de inhoudsvereisten van een plan-MER.

Het voorgenomen gewestelijk RUP "voor de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied" vormt een voortzetting van het projectplan zoals onderzocht in het project-MER (PR0245). Het in het goedgekeurde project-MER beschreven "Alternatief 1" werd sindsdien verder geoptimaliseerd, onder andere rekening houdend met de milderende maatregelen voorgesteld in het MER. De kleine afwijkingen/verfijningen/aanpassingen aan het project sinds de goedkeuring van het project-MER en in voorbereiding van de opmaak van het RUP zijn onvermijdbaar en noodzakelijk, maar zijn geenszins van die aard dat zij een nieuwe milieueffectenbeoordeling zouden rechtvaardigen.

Op basis van deze argumentatie heeft de dienst Mer op 1 april 2010 een ontheffing van de verplichtingen inzake (plan-)milieueffectrapportage overeenkomstig artikel 4.2.5 tot en met 4.2.10 van het D.A.B.M. toegekend voor het Gewestelijk RUP "voor de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied". Concreet betekent dit dat het goedgekeurde project-MER beschikbaar moet zijn voor het publiek en de adviserende overheidsinstanties tijdens de verdere besluitvormingsprocedure van het gewestelijk RUP.

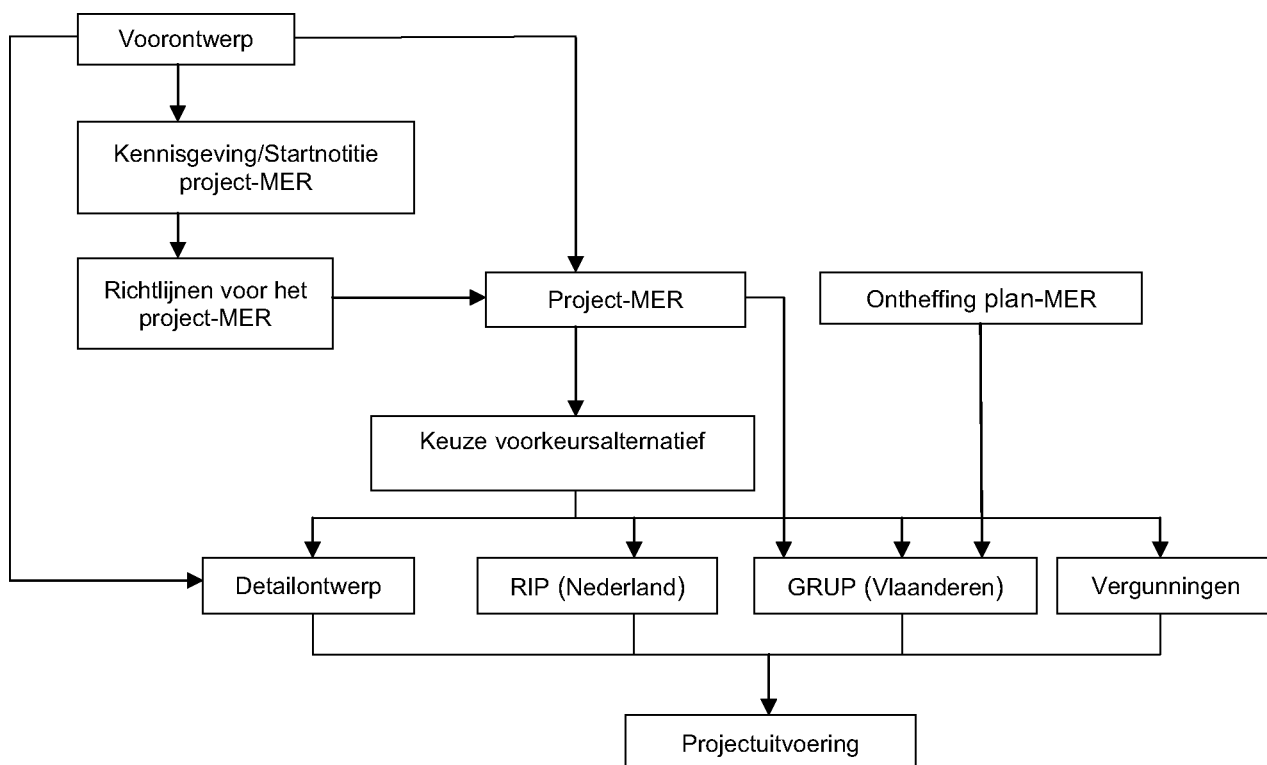
Voor Nederland is er sprake van een 'gecombineerd MER'. Deze omvat zowel een plan-MER als een MER voor een besluit.

Figuur 2-1 geeft op hoofdlijnen een overzicht van de belangrijkste processen in dit project en het procedureverloop ervan. De procedures die dienen doorlopen te worden zijn de Vlaamse en Nederlandse mer-procedure, de Vlaamse GRUP-procedure en de Nederlandse Rijkscoördinatieregeling. Daarna dienen, voorafgaand aan de projectuitvoering ook de Nederlandse en Vlaamse vergunningsprocedures doorlopen te worden. In Nederland maakt het vergunningenproces voor dit project deel uit van de Rijkscoördinatieregeling².

¹ Decreet van 5 april 1995 houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid

² In Nederland kan er in principe voor gekozen worden om de vergunningsprocedures (uitvoeringsmodule) in het kader van de Rijksprojectenprocedure gelijktijdig met de besluitvormingsmodule (rijksprojectbesluit) te laten verlopen.

Zoals de figuur duidelijk weergeeft, zijn de tussentijdse of eindproducten van de verschillende procedures input voor andere processen. Op die manier zijn de verschillende processen zowel inhoudelijk als in tijd aan elkaar gekoppeld.



Figuur 2-1: Overzicht van de belangrijkste processen in het project en de relaties ertussen

2.2.1.3 Projectplan conform artikel 5.4 van de Waterwet

Voor het verleggen of aanleggen van een primaire waterkering voor het Nederlandse projectgebied dient de beheerder een Projectplan op te stellen volgens artikel 5.4 van de Waterwet (zie par. 2.5).

Lid 1 is niet van toepassing indien ten aanzien van een in dat lid bedoelde werkzaamheid toepassing wordt gegeven aan afdeling 3.5 van de Wet ruimtelijke ordening (Wro), dat wil zeggen de procedure om zaken via een Rijksinpassingsplan te regelen. Dit betekent dat het plan niet wordt vastgesteld door de beheerder.

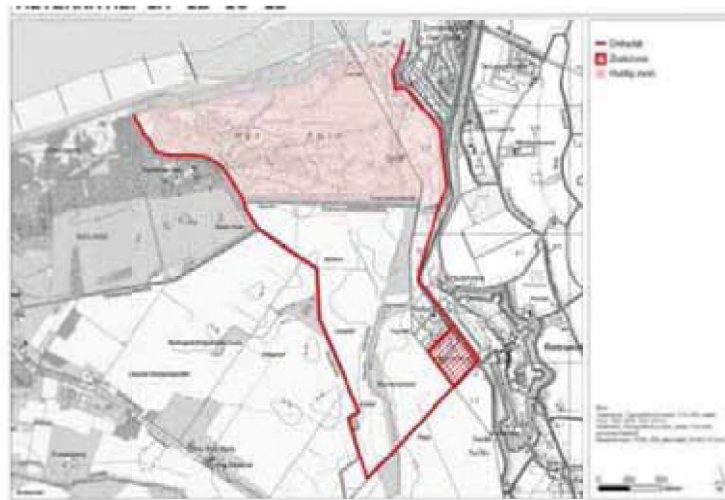
2.2.1.4 Voorkeursalternatief

In de Willem-Leopoldpolder zal estuariene natuur gecreëerd worden door dijkverplaatsing. In een eerste stap wordt landinwaarts een nieuwe dijk aangelegd om het uitbreidingsgebied heen die dezelfde bescherming biedt als de huidige Internationale Dijk. In een tweede stap wordt het getij van de Noordzee in het gebied gelaten. Vanaf dan moet zich hier vanzelf estuariene natuur gaan ontwikkelen.

In het MER is onderzocht welke de effecten zijn van het toelaten van het zeewater in het gebied. Er zijn verschillende alternatieven onderzocht voor het toelaten van het water in het gebied. In alle gevallen blijft de veiligheid tegen overstromingen een dwingende randvoorwaarde.

In het MER is het Meest Milieuvriendelijke Alternatief (MMA) beschreven. Ontpolderingsalternatieven 2A en 2C (180 ha zonder spuiwerking en zonder geulverlegging) met inbegrip van de voorgestelde milderende maatregelen en compensaties kunnen als meest milieuvriendelijke alternatieven aangeduid worden voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van

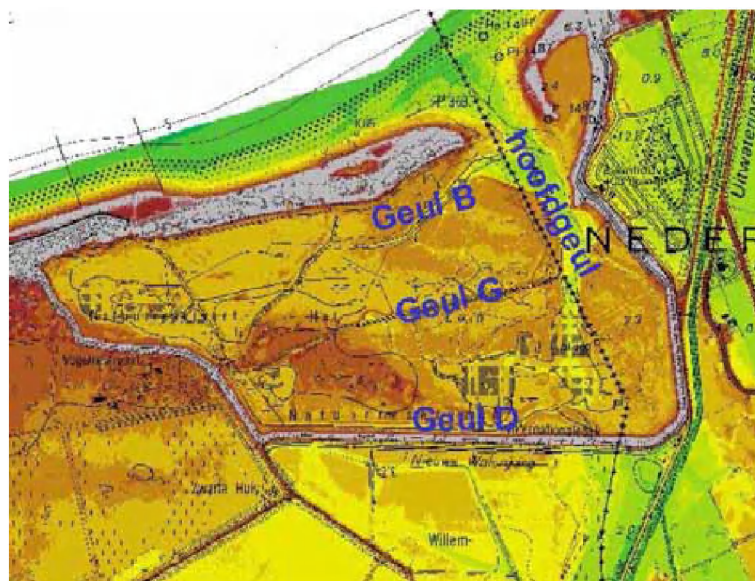
het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied. Alternatief 2A omvat een uitbreiding van het gebied door ontpoldering van ca. 180 ha. Alternatief 2C omvat alternatief 2A inclusief een zoekzone van 8 ha (zie Figuur 2-2).



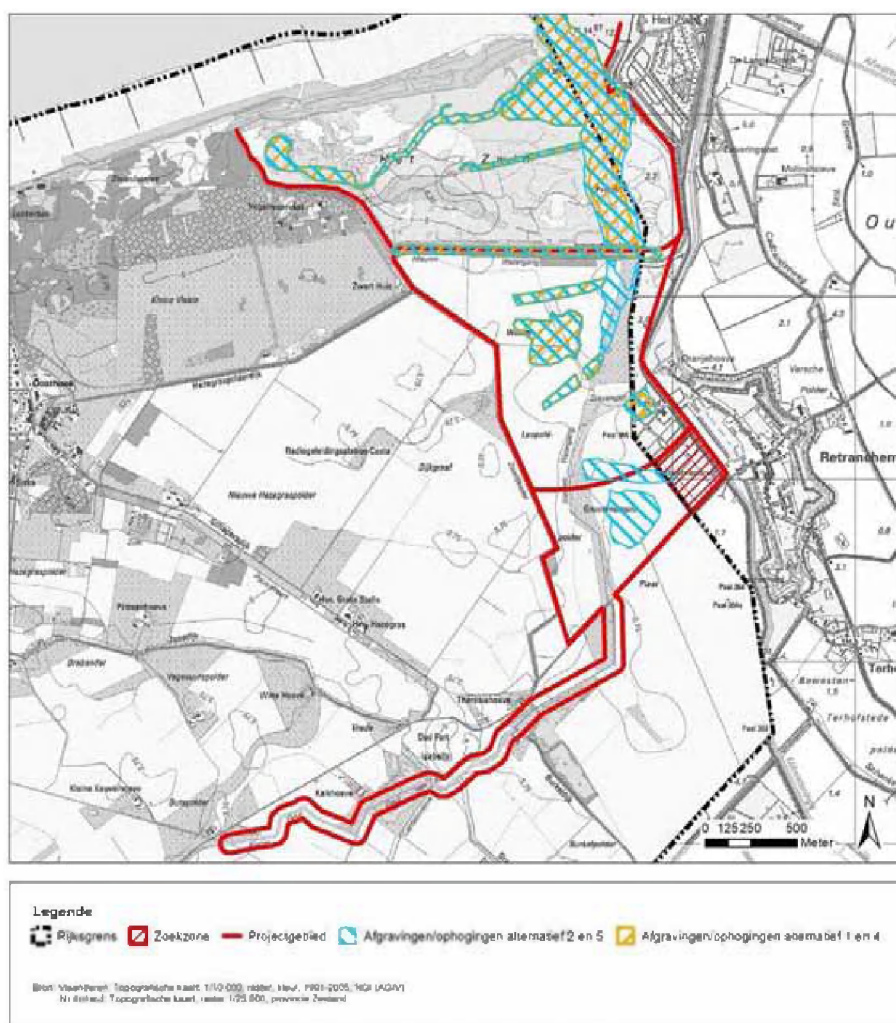
Figuur 2-2: Alternatief 2 uit MER

De ingrepen die bij het alternatief 2 horen, zijn de volgende:

- Afgraven van het schor;
- Uitgraven van geul B om toegang tot de westelijke meertjes te gerealiseerd;
- Herstellen van geul G;
- Herinrichten van een groter deel van de Willem-Leopoldpolder (ongeveer 180 ha);
- Uitgraven van de hoofdgeul, ook een stuk in de Willem-Leopoldpolder;
- Verbreden van de hoofdgeul;
- Verleggen van de geul naar het westen (variant);
- Afgraven van het strand ter hoogte van de verbrede geul;
- Aanleggen van een nieuwe dijk;
- Weghalen van de dijk tussen het huidige Zwin en de Willem-Leopoldpolder.



Figuur 2-3: De ligging van de geulen in het Zwin (Bron: IMDC, 2006)



Figuur 2-4: Afgravingen en ophogingen in het bestaande en uitgebreide Zwin onder alternatieven 1, 2, 4 en 5

De locatie voor de nieuwe dijk wordt nader onderzocht zodoende het meest milieuvriendelijke en beste alternatief te vormen. De dwarslijn waarmee de zuidelijke grens van alternatief 2 op Figuur 2-2 en Figuur 2-4 wordt aangeduid, is dan ook een louter indicatieve aanduiding voor de ligging van de nieuwe dijk. De ligging van de dijk kan nog wijzigen wanneer een optimalisatie van het ontwerp plaatsvindt. Hierbij worden onder andere functionele, hydrologische en ecologische afwegingen in beschouwing genomen. De bestaande perceelsgrenzen en de geotechnische gronden vormen verder ook een belangrijk criterium voor het vastleggen van de locatie van de toekomstige nieuwe dijk. Bij een maximale uitbreiding zou het Zwin tot aan de Retranchementstraat komen. De dijk zal dus niet meer zuidelijk dan deze straat worden aangelegd.

Het MMA zoals beschreven in het MER hoeft niet gelijk te zijn aan het voorkeursalternatief. Het voorkeursalternatief is het alternatief dat door de bewindslieden uit Vlaanderen (Vlaamse Regering) en Nederland (Gedeputeerde staten, Ministerie LNV) werd gekozen om te realiseren in afstemming met het bevoegd gezag.

In februari 2009 heeft op initiatief van de provincie Zeeland bestuurlijk overleg plaatsgevonden met de wettelijke adviseurs omtrent het te kiezen voorkeursalternatief.

Voor het bepalen van het voorkeursalternatief zijn de volgende criteria geformuleerd:

- het alternatief moet minimaal voldoen aan de doelstelling om het Zwin uit te breiden met minimaal 120 hectare, voor Nederland is een opgave vastgelegd van 10 hectare;
- de voorkeur gaat uit naar het alternatief dat het best tegemoet komt aan de projectdoelstelling en daarnaast aansluit bij het Vlaamse voorkeursalternatief, rekening houdend met de wensen in de regio aan Nederlandse kant;
- voor de zoekzone (extra Nederlandse oppervlakte in het zuidoosten van het uitgebreide Zwin) wordt geopteerd als dit een betekenisvolle bijdrage is aan de projectdoelstelling.

Gelet op deze criteria, kan gesteld worden dat alle alternatieven voldoen aan het eerste criterium (minimaal 120 hectare waarvan 10 op Nederlands grondgebied). Voor wat betreft het tweede criterium geldt dat in Vlaanderen besloten is voor alternatief 1A (120 hectare), omdat een grotere oppervlakte maatschappelijk niet haalbaar is. Voor de zoekzone geldt dat de areaaltoename (8 hectare) niet in een betekenisvolle andere beoordeling voor de verschillende effecten op natuur resulteert. Daar komt bij dat er in de zoekzone sprake is van een woonfunctie.

De adviseurs die hebben deelgenomen aan het bestuurlijk overleg, konden unaniem instemmen met het benoemen van alternatief 1A als het voorkeursalternatief.

Gelet op onder andere bovengenoemde overwegingen, wordt alternatief 1A aangemerkt als het voorkeursalternatief.

In het voorkeursalternatief wordt ca. 120 ha van de Willem-Leopoldpolder heringericht en gaat het deel uitmaken van het uitgebreide Zwin. In het MMA bedraagt deze oppervlakte ca. 180 ha. Een vergelijking tussen het voorkeursalternatief en het MMA is gegeven in Tabel 2-1.

De ingrepen die zullen plaatsvinden bij het voorkeursalternatief 1A zijn de volgende:

- Afgraven van het schor;
- Uitgraven van geul B om toegang tot de westelijke meertjes te realiseren;
- Herstellen van geul G;
- Herinrichten van een deel van de Willem-Leopoldpolder (ongeveer 120 ha);
- Uitgraven van de hoofdgeul, ook een stuk in de Willem-Leopoldpolder;
- Verbreden van de hoofdgeul;
- Verleggen van de geul naar het westen (variant);
- Afgraven van het strand ter hoogte van de verbrede geul;

- Aanleggen van een nieuwe dijk;
- Weghalen van de dijk tussen het huidige Zwin en de Willem-Leopoldpolder.

Voor het beschrijven van de geplande ingrepen voor het Zwin dient verder een onderscheid gemaakt te worden tussen de aanlegfase en de gebruiksfase (zie par. 8.2). Het voorkeursalternatief is uitgewerkt in een inrichtingsplan dat is bijgevoegd in BIJLAGE 5.

Bij het opstellen van de alternatieven is vooral aandacht besteed aan de ligging van de dijken en de herinrichting van een deel van de Willem-Leopoldpolder. De verdere inrichting van het vergrote Zwin is uitgewerkt in het Inrichtingsplan. In het Inrichtingsplan is het voorkeursalternatief nader uitgewerkt en geoptimaliseerd. Zo zullen de geulen B en G (zie Figuur 2-3) gedempt worden, wordt het westelijke broedeiland verbonden met de geul ten zuiden van de Internationale Dijk en wordt een bijkomend vogelbroedeiland voorzien ten westen van de verlengde centrale geul in de Willem-Leopoldpolder (volgens tracé van oude krekens). Het waterpeil rond het bestaande vogelbroedeiland wordt geregeld door de constructie van een nieuwe regelbare stuw in de omgeving van het bezoekerscentrum.

Tabel 2-1: Vergelijking MMA - voorkeursalternatief

	MMA	Voorkeursalternatief
Internationale dijk NL	Afgraven tot polderniveau	Afgraven tot lokaal kreekniveau
Internationale dijk VL	Afgraven tot polderniveau	Beperkt afgraven en voorziening strandhaak (oostelijk)
Nederlands projectgebied	behouden	idem
Belgisch projectgebied	• Afgraven geul B • Herstellen geul G	• Dempen geul B • Dempen geul G • Gedeeltelijk dempen geul D
Willem-Leopoldpolder	• Heraanleg van de polder door uitgraven geulen en aanleg van eiland • Verlengen van de hoofdgeul • Herinrichten over 180 ha	Idem, met uitzondering van: • Herinrichten over 120 ha
Centrale geul	Verbreden (naar westen), verlengen en verdiepen van de geul	idem
Krekens	Behoud van overige kreekrestanten	Idem
Overige	Verwijderen van verharde structuren	idem
	Verwijderen van opgaande begroeiing	idem
	Dempen van bestaande drainagestelsel en ontwerpen van een krekens- en geulennetwerk	idem

2.2.2 M.e.r.-beoordeling

De milieueffectrapportage voor Nederland wordt uitgevoerd op grond van een Besluit m.e.r., wegens het voorkomen van onder andere de volgende m.e.r.-plichtige activiteiten:

- Categorie 12.2 'De wijziging of uitbreiding van een zee- en deltadijk' o.a. in gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op een wijziging of uitbreiding van een zee- of deltadijk van 5

kilometer of meer en een wijziging van het dwarsprofiel van de zee- of deltadijk van 250 m² of meer.

- Categorie 9 'De inrichting van het landelijk gebied in gevallen waarin de activiteit betrekking heeft op een functiewijziging in de natuur, recreatie of landbouw' met een oppervlakte van 250 hectare of meer, met uitzondering van ruilverkaveling met een administratief karakter of een aanpassingsinrichting.

In Nederland is ook de regelgeving inzake strategische milieubeoordeling voor plannen en programma's van toepassing, omdat er ten behoeve van het projectbesluit een 'passende beoordeling' wordt gemaakt. Aangezien met milieueffectrapportage zowel inhoudelijk als procedureel aan de eisen voor een Nederlandse strategische milieubeoordeling wordt voldaan, is dit MER naast een MER voor een besluit ook een plan-MER. Het is met andere woorden een gecombineerd MER..

Het Vlaams decreet op de milieueffectrapportage van 2002 en de Nederlandse Wet milieubeheer van 1979 en het Besluit milieueffectrapportage van 1994 bepalen dat het project inzake de maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied onderworpen is aan het proces van milieueffectrapportage.

2.3 Planvaststelling en goedkeuringsprocedure

De Nederlandse m.e.r.-procedure is gekoppeld aan het **Rijksinpassingsplan** in het kader van de **Rijkscoördinatieregeling**. De provincie Zeeland heeft daarin, op basis van het Convenant Rijk-Provincie Zeeland van 30 januari 2006, de rol van initiatiefnemer op zich genomen. Vanuit die rol treft de Provincie Zeeland alle voorbereidingen die nodig zijn om tot rechtsgeldige besluiten te komen die het Rijk moet nemen om de uitvoering van de uitbreiding van het Zwin mogelijk te maken. Het doel van de Rijkscoördinatieregeling is om de besluitvorming te stroomlijnen, te coördineren en te versnellen. Deze procedure resulteert in een Rijksinpassingsplan.

De voorbereiding van het voorliggende rijksinpassingsplan is begonnen onder de "oude" Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO). Inmiddels is de "nieuwe" Wet ruimtelijke ordening (Wro) op 1 juli 2008 in werking getreden en is de voorbereiding voortgezet onder deze nieuwe wet. Als gevolg hiervan, zijn een aantal termen gewijzigd, hetgeen tot verwarring kan leiden. Kort samengevat: eerst was er sprake van een Rijksprojectbesluit onder de Rijksprojectenprocedure uit de WRO, nu van een Rijksinpassingsplan onder de Rijkscoördinatieregeling uit de Wro.

In het hiernavolgende wordt een en ander toegelicht.

Op 1 februari 2004 is de Wet op de Ruimtelijke Ordening aangevuld met een regeling omtrent de besluitvorming over ruimtelijke investeringsprojecten die van zodanig belang zijn dat het Rijk de regie van de publieke besluitvorming van begin tot eind in eigen hand wenst te nemen (artikelen 39a tot en met 39q WRO). Op 1 juli 2008 is de "nieuwe" Wet ruimtelijke ordening in werking getreden. Voor wat betreft het overgangsrecht geldt, dat een besluit als bedoeld in artikel 39a WRO wordt gelijkgesteld met een besluit als bedoeld in artikel 3.35, eerste lid, aanhef Wro (het zogenaamde toegangsbesluit).

Voor het voorliggende project is dit toegangsbesluit het besluit dat door de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in overeenstemming met de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer (VROM) is genomen na overleg in de Ministerraad op 17 december 2004 waarbij is bepaald dat voor de uitvoering van het "Project Natuurontwikkeling Westerschelde" de rijksprojectenprocedure als bedoeld in de artikelen 39a tot en met 39q van de Wet op de Ruimtelijke Ordening (WRO – rijksprojectenbesluit- en uitvoeringsbesluitmodule) wordt gevolgd.

Omdat er voor de inwerkingtreding van de wet geen ontwerp-rijksprojectbesluit ter inzage is gelegd, zijn de artikelen 3.35, eerste lid, onder a of b en vierde lid, en 3.36 Wro van toepassing op het vervolg van de procedure. Dit betekent, dat er thans een Rijksinpassingsplan als bedoeld in artikel 3.28 Wro zal worden vastgesteld door de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) en de Minister van Volkshuisvesting, Ruimtelijke Ordening en Milieubeheer

(VROM) gezamenlijk. De voorbereiding en bekendmaking van het rijksinpassingsplan zal onder verantwoordelijkheid van de Minister van LNV gecoördineerd worden met de voorbereiding en bekendmaking van de benodigde uitvoeringsbesluiten.

De kern van deze Rijkscoördinatieregeling is dat de besluitvorming wordt gestroomlijnd, gecoördineerd en daarmee wordt versneld. Op deze manier vindt een efficiënte besluitvorming plaats en wordt voorkomen dat er vertraging optreedt binnen de verschillende besluitvormingsprocessen. Doorgaans wordt een onderscheid gemaakt tussen twee verschillende fasen van de rijkscoördinatieregeling: de *projectbesluitmodule* en de *uitvoeringsmodule*. Tijdens de projectbesluitmodule worden de nodige stappen ondernomen voor het vaststellen van het Rijksinpassingsplan. De opmaak van deze 'verbrede' startnotitie is één van de eerste stappen in deze module. Het doorlopen van de m.e.r.-procedure en de Rijkscoördinatieregeling zijn namelijk aan elkaar gekoppeld. Het doorlopen van deze m.e.r.-procedure maakt deel uit van de Rijkscoördinatieregeling voor het Natuurpakket Westerschelde. Wanneer het Rijksinpassingsplan vaststaat, dan staat de realisering van het project onherroepelijk vast, evenals de condities waarbinnen het project wordt uitgevoerd. Tijdens de uitvoeringsmodule worden op een gecoördineerde wijze de nodige stappen voor het verlenen van vergunningen en bestuursrechtelijke toestemmingen genomen. De uitvoeringsmodule resulteert in het vastleggen en publiceren van de uitvoeringsbesluiten.

Bij het doorlopen van het gehele proces van de Rijkscoördinatieregeling is er een sterke koppeling met de m.e.r.-procedure. Vooreerst dient de kennisgeving/startnotie volgens de Rijkscoördinatieregeling reeds een toelichting te bevatten van de wijze waarop het project past binnen het vastgestelde ruimtelijk beleid. Daarnaast vermeldt het document ook de bindende termijn waarbinnen het ontwerp-rijksinpassingsplan ter inzage zal worden gelegd. Het MER maakt verder integraal deel uit van het (ontwerp-)rijksinpassingsplan. Op grond van de nieuwe Wet Ruimtelijke Ordening dient de kennisgeving/startnotitie voor het MER vergezeld te gaan van een globale beschrijving van de te verwachten sociaal-economische gevolgen van het project en van de gevolgen voor de overige bij het project betrokken belangen. In Nederland is de OEI-leidraad van toepassing als voor een infrastructuurproject de Rijkscoördinatieregeling van toepassing wordt verklaard door het kabinet. Een Overzicht Effecten Infrastructuur-rapport (OEI-rapport) is een document waarin alle maatschappelijke effecten van een infrastructuurproject overzichtelijk, bondig en helder op een rij staan. Alle voor de besluitvorming relevante effecten moeten in een OEI-rapport aan de orde komen, waarbij het streven is deze effecten zoveel mogelijk in geld uit te drukken. De basis van een OEI-rapport wordt gevormd door een kosten-batenanalyse.

Een aantal mijlpalen die in het proces van de Rijkscoördinatieregeling kunnen worden aangeduid, zijn:

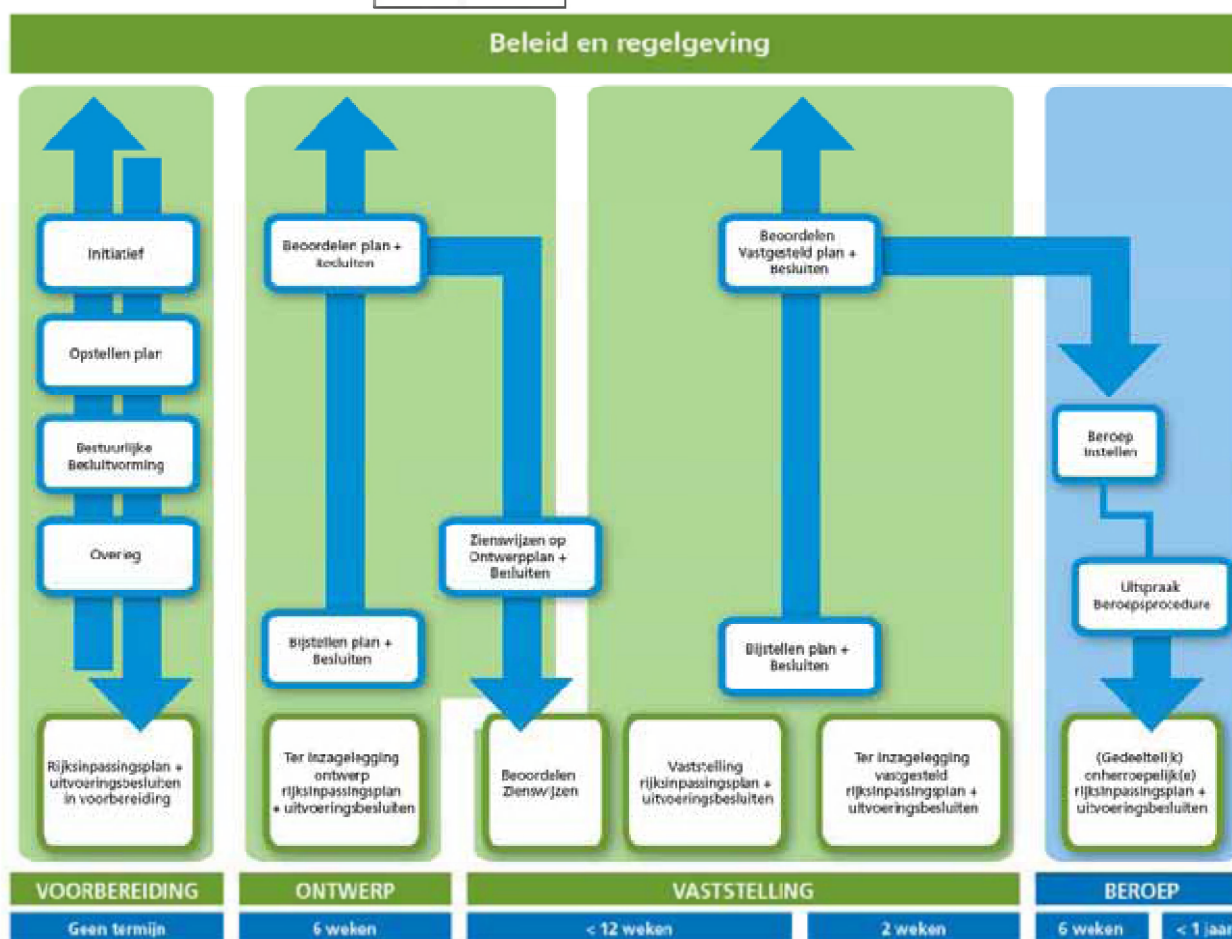
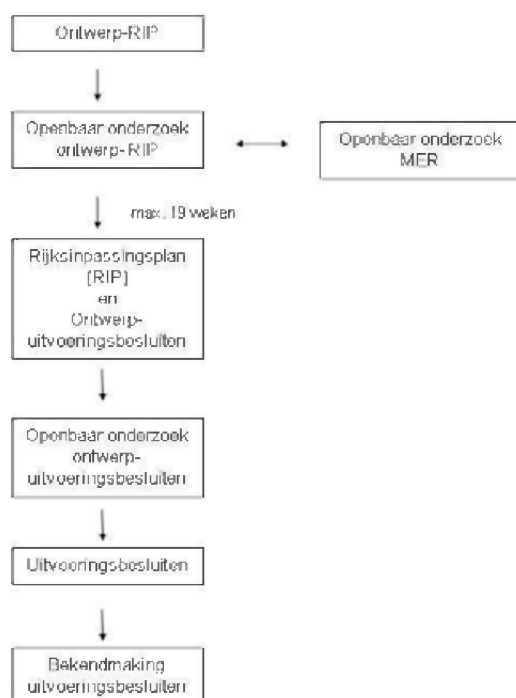
- het vaststellen van het ontwerp-rijksinpassingsplan;
- de organisatie van het openbaar onderzoek over het ontwerp-rijksinpassingsplan;
- het vaststellen van het rijksinpassingsplan;
- het vaststellen van het ontwerpuitvoeringsbesluit;
- de organisatie van het openbaar onderzoek over het ontwerpuitvoeringsbesluit;
- het vaststellen van het uitvoeringsbesluit.

Figuur 2-5 geeft vereenvoudigd de loop van de rijksinpassingsplanprocedure met toepassing van de Rijkscoördinatieregeling en de relatie met de m.e.r.-procedure van voorliggend project weer. Hieruit blijkt dat er bij het doorlopen van het gehele proces een sterke koppeling is met de m.e.r.-procedure. Zo bevatte de kennisgeving/startnotitie van het MER reeds een toelichting van de wijze waarop het project past binnen het vastgestelde ruimtelijk beleid. Het MER is een belangrijke bijlage bij het (ontwerp-)Rijksinpassingsplan en zal tegelijkertijd met het openbaar onderzoek van het ontwerp-Rijksinpassingsplan ter inzage worden gelegd.

Tijdens de terinzagelegging van het ontwerp-rijksinpassingsplan en de ontwerp-uitvoeringsbesluiten is het mogelijk zienswijzen naar voren te brengen. Deze zienswijzen zullen betrokken worden bij de vaststelling van het rijksinpassingsplan en de uitvoeringsbesluiten. Na vaststelling worden het rijksinpassingsplan en de uitvoeringsbesluiten opnieuw ter inzage gelegd,



en is het voor de indieners van een zienswijze mogelijk om beroep in te stellen bij de Afdeling bestuursrechtspraak van de Raad van State. In de kennisgeving van beide terinzageleggingen zal aangegeven worden hoe een reactie kan ingediend worden.



Figuur 2-5: Procedure Rijkscoordinatieregeling van voorliggend project.

2.4 Natuurbeschermingswet 1998

Om schade aan natuurwaarden te voorkomen, bepaalt de Natuurbeschermingswet 1998 dat projecten en andere handelingen die de kwaliteit van habitats kunnen verslechteren of die een verstorend effect kunnen hebben op plant- en diersoorten, niet mogen plaatsvinden zonder vergunning (artikel 19d, lid 1). Ook plannen moeten getoetst worden op hun gevolgen voor de Natura 2000 gebieden.

Door middel van een passende beoordeling (Vogel- en Habitatrichtlijngebieden) of een verslechterings- of verstoringstoets (Vogel- en Habitatrichtlijngebieden en beschermde natuurmonumenten) wordt aangegeven welke nadelige effecten optreden ten aanzien van de beschermde gebieden. Op de vergunningverlening is bezwaar en beroep mogelijk.

In het deelrapport 'fauna en flora' van het MER wordt nagegaan welke impact het project heeft op de aanwezige natuurwaarden.

2.5 Waterwet

Voor het verleggen of aanleggen van een primaire waterkering voor het Nederlandse projectgebied dient de beheerder een Projectplan op te stellen volgens artikel 5.4 van de Waterwet :

1. "De aanleg of wijziging van een waterstaatswerk door of vanwege de beheerder geschiedt overeenkomstig een daartoe door hem vast te stellen Projectplan. Met de aanleg of wijziging van een waterstaatswerk wordt gelijkgesteld de uitvoering van een werk tot beïnvloeding van een grondwaterlichaam."
2. "Het plan bevat ten minste een beschrijving van het betrokken werk en de wijze waarop dat zal worden uitgevoerd, alsmede een beschrijving van 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."
3. "Indien het plan de verlegging van een primaire waterkering betreft, kan het voorts voorzieningen bevatten met betrekking tot de inpassing in de omgeving van het gebied tussen de plaats waar de oorspronkelijke primaire waterkering is gelegen, en de plaats waar de nieuwe primaire waterkering komt te liggen."
4. "Het eerste lid is niet van toepassing, indien ten aanzien van een in dat lid bedoeld werk de Tracéwet of de Spoedwet wegverbreding van toepassing is, of indien ten aanzien van dat werk toepassing wordt gegeven aan afdeling 3.5¹ van de Wet ruimtelijke ordening."

Onder par. 2.3 is gesteld dat de minister van LNV, in overeenstemming met de minister van VROM, heeft besloten om voor het Rijksinpassingsplan en de uitvoeringsbesluiten van het project "Natuurontwikkeling Westerschelde" de Rijkscoördinatieregeling ex artikels 3.35 en 3.36 van de Wet ruimtelijke ordening (Wro) van toepassing te verklaren. Dit betekent, dat er thans een Rijksinpassingsplan als bedoeld in artikel 3.28 Wro met toepassing van de rijkscoördinatieregeling als bedoeld in artikel 3.35 Wro zal worden vastgesteld door de Minister van LNV en de Minister van VROM gezamenlijk. Bijgevolg is lid 1 van artikel 5.4 van de Waterwet niet van toepassing. Dit betekent dat het plan niet wordt vastgesteld door de beheerder.

Waterschappen hebben de verantwoordelijkheid voor de aanleg en het onderhoud van de waterkeringen. Elke vijf jaar moeten beheerders hun waterkering toetsen op de veiligheid. Verder bepaalt de wet wat een waterkering aan moet kunnen en hoe versterkingen aan de keringen moeten worden uitgevoerd. (zie verder par. 9)

¹ Bevat artikel 3.26 tot en met artikel 3.29.

2.6 Overige vergunningen en ontheffingen

Bij de Rijkscoördinatieregeling moeten in Nederland ook uitvoeringsbesluiten genomen worden voor het verkrijgen van volgende vergunningen, zoals momenteel verwacht:

- **Bouwvergunningen** in het kader van de Wet op de Ruimtelijke Ordening voor onder andere de tijdelijke bouwwerken in de aanleg- en onderhoudsfase. De betrokken gemeente (Sluis-Aardenburg) levert deze af.
- **Sloopvergunning** om een bouwwerk (gedeeltelijk) te mogen slopen. De betrokken gemeente (Sluis-Aardenburg) levert deze af.
- **Besluit bodemkwaliteit** voor grondwerk in de vorm van ontpoldering. Zonodig moet er een melding naar Rijkswaterstaat Zeeland.
- Vergunning in het kader van de **Waterwet**. De vergunning wordt aangevraagd bij de Minister van Verkeer en Waterstaat.
- **Natuurbeschermingswet** voor de uitvoering van werkzaamheden binnen een speciale beschermingszone. Af te geven door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Ontheffing in het kader van de **Flora- en Faunawet** voor de uitvoering van werken die gevolgen kunnen hebben voor soorten. Deze ontheffing wordt aangevraagd bij het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- Vergunning in het kader van de **Ontgrondingenwet** voor de graafwerken. De vergunning wordt aangevraagd bij de Gedeputeerde Staten van de Provincie Zeeland.
- Melding in het kader van de **Boswet** aan het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit.
- **Kapvergunning**, aan te vragen bij het College van Burgemeester en wethouders van de gemeente Sluis-Aardenburg.
- Eventueel een **Omgevingsvergunning** als de Wet algemene bepalingen omgevingsrecht (Wabo) in werking treedt (verwacht in juli 2010)

Wegens het van toepassing zijn van de Rijkscoördinatieregeling, zullen de verschillende uitvoeringsvergunningen in een uitvoeringsmodule worden samengevoegd en gecoördineerd door de Minister van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit. Deze minister kan eventueel ook beslissen de vergunningsbesluiten zelf te nemen.

3 BESCHRIJVING HUIDIGE SITUATIE

Deze paragraaf beschrijft de huidige toestand van het projectgebied, meer bepaald de situatie en inrichting van het gebied, het gemiddeld maaiveldpeil van de Willem-Leopoldpolder en omliggende gebieden, de opbouw en geometrie van bestaande dijken en de grondgelaagdheid langs het tracé van de nieuwe primaire waterkering. Deze gegevens leiden tot de basisrandvoorwaarden voor enerzijds de ontwikkeling van het uitbreidingsgebied en anderzijds het ontwerp van de nieuwe primaire waterkering.

3.1 Referentiepeilen

Gegevens werden opgevraagd zowel in Nederland als in België. De gehanteerde referentievlakken zijn:

- voor Nederland: m NAP
- voor België: m TAW.

Het verband tussen beide referentievlakken is gegeven in BIJLAGE 6.

Een omreken tabel is gegeven in Tabel 3-1.

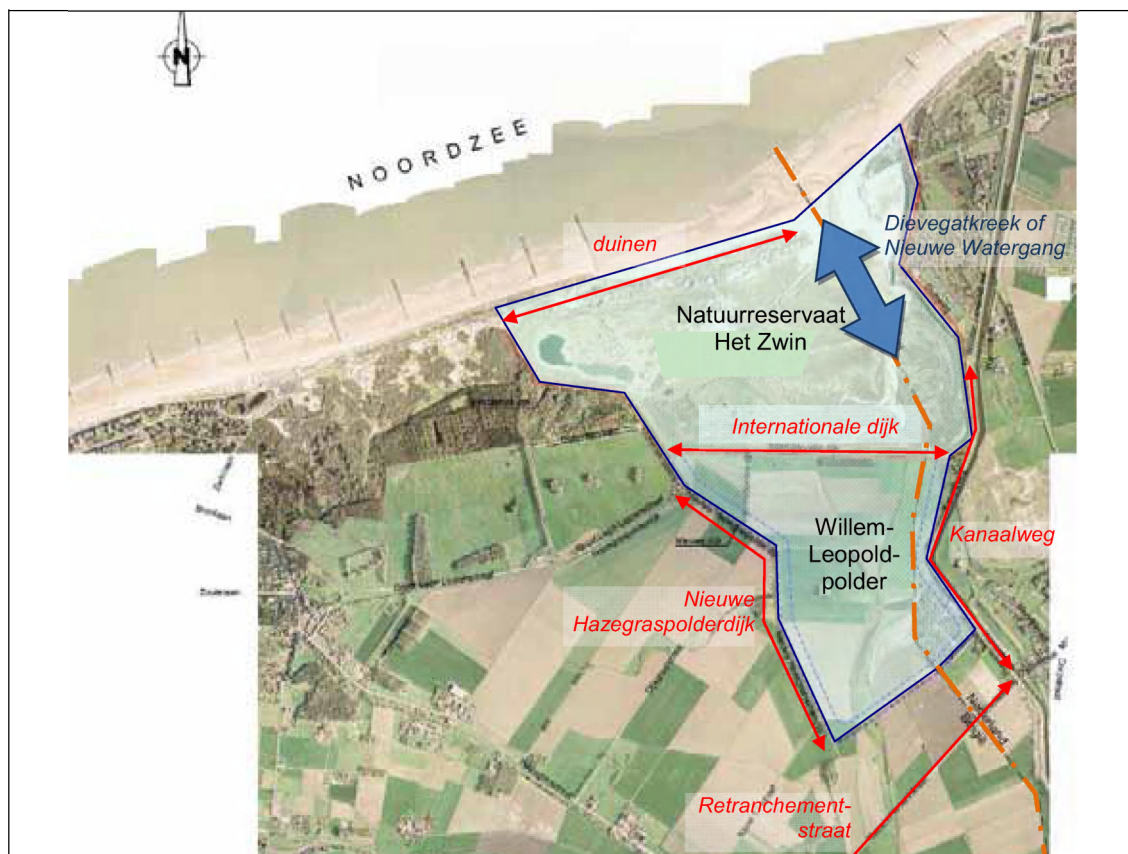
Tabel 3-1: Omreken tabel referentievlakken

	m NAP	m TAW
m NAP	-	+ 2.303 m
m TAW	- 2.303 m	-

3.2 Studiegebied

Het studiegebied omvat in eerste instantie het bestaande vogel- en natuureservaat het Zwin en een gedeelte van de Willem-Leopoldpolder, dat ten zuiden van het natuureservaat ligt. Beide gebieden worden momenteel van elkaar gescheiden door de Internationale Dijk. Het gebied kan globaal afgebakend worden als volgt (zie Figuur 3-1):

- In het noorden: de laagwaterlijn op het strand
- In het oosten: het kanaal naar Cadzand
- In het zuiden wordt als grens voor het studiegebied een lijn op ongeveer 300 m ten noorden van de Retranchementstraat genomen.
- In het westen: de Nieuwe Hazegraspolderdijk



Figuur 3-1: Studiegebied uitbreiding Natuurgebied Het Zwin

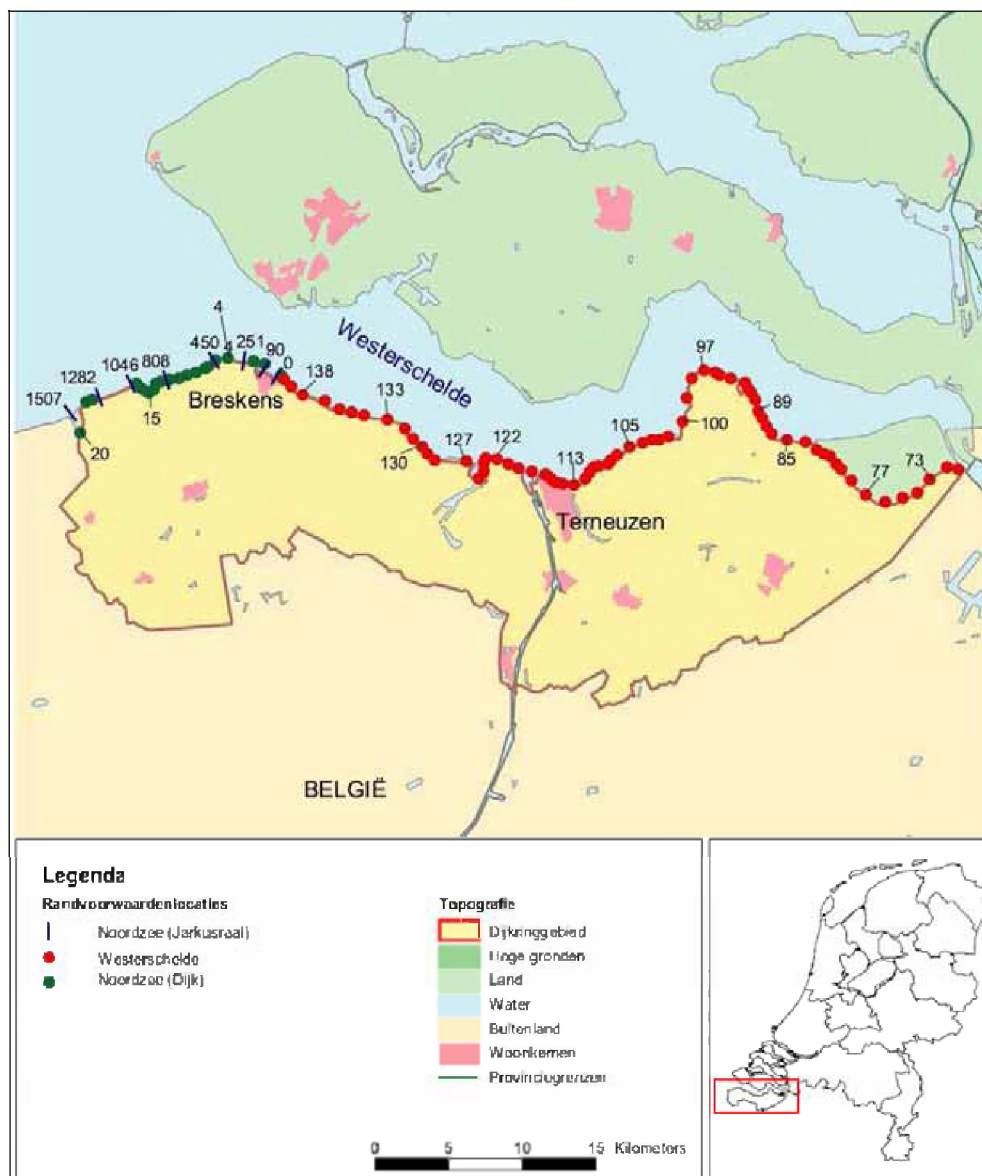
Het natuurreservaat wordt omgeven door primaire waterkeringen en beschermd door een duinregel. Een primaire waterkering wordt hierbij gedefinieerd als een waterkering die beveiliging biedt tegen overstromingen. Voor de uitbreiding van het Zwin wordt de Internationale Dijk verwijderd. De nieuw te ontwerpen dijken moeten dus een zeewerend karakter hebben.

In BIJLAGE 5 wordt het inrichtingsplan als indicatief weergegeven. Dit plan geeft een uitwerking van het voorkeursalternatief voor het gebied.

Aan Nederlandse zijde worden de dijken ingedeeld in de categorie A: 'primaire waterkeringen die behoren tot stelsels die dijkringgebieden – al dan niet met hoge gronden – omsluiten en direct buitenwater keren' [11]. Beide dijken omsluiten het dijkringgebied 32 'Zeeuwsch Vlaanderen', en bestaan uit het vak 24 (Figuur 3-2). Meer informatie over het dijkvak is gegeven in Tabel 3-2.

Tabel 3-2: Hectometrering dijkringgebied 32

Vak	Metrering
24	dp 0 – dp 8



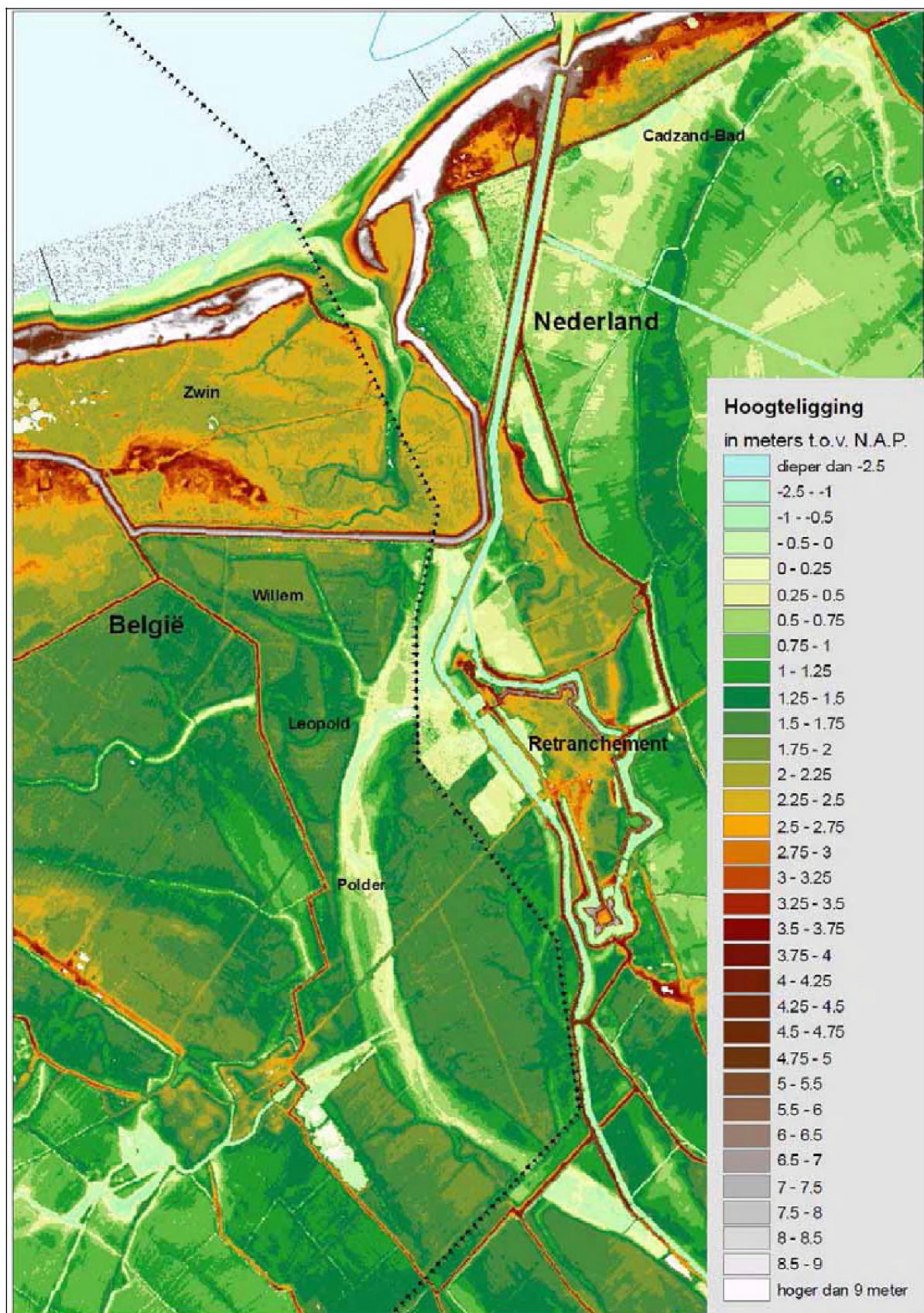
Figuur 3-2: Willem-Leopoldpolder: Dijkkringgebied 32, vak20

3.3 Gemiddeld maaiveld polder

Het huidige Zwin heeft een gemiddelde hoogteligging van +2.2 m NAP (+4.5 m TAW).

De Willem-Leopoldpolder ten zuiden van het Zwin is pas sinds 1873 ingepolderd. De polder ligt lager dan het Zwin. Het niveauverschil ten opzichte van het Zwin bedraagt ongeveer 1 m. Van noord naar zuid loopt de oude Zwingel (deze wordt nu Dievegatkreek of Nieuwe Watergang genoemd). Zoals gezien kan worden op de Figuur 3-3 is deze oude Zwingel nog goed zichtbaar in het landschap. Hier daalt de gemiddelde hoogte tot +0.2 m NAP (+2.5 m TAW).

De gemiddelde hoogte van de Willem-Leopoldpolder bedraagt +1.2 tot +1.7 m NAP (+3.5 tot +4.0 m TAW). Ter hoogte van de Retranchementstraat is de gemiddelde hoogte +1.7 m NAP (+4.0 m TAW). De depressie rond de Dievegatkreek – Nieuwe Watergang daalt tot +0.2 m NAP (+2.5 m TAW). De Kanaalweg ligt in ophoging (+2.2 m NAP (+4.5 m TAW)).



Figuur 3-3: Hoogteligging Zwin met achterliggende Willem-Leopoldpolder (m NAP)

3.4 Dijkprofielen en opbouw dijk

3.4.1 Topografische opmetingen

De contouren van de Internationale Dijk werden opgemeten. De gegevens zijn digitaal beschikbaar bij de Afdeling Kust (Miguel Berteloot).

3.4.2 Kruinhoogtes

Het kruinpeil¹ van de Internationale Dijk bedraagt +7.9 m NAP (+10.2 m TAW), de hoogte van de Nieuwe Hazegraspolderdijk langs de westelijke grens van de Willem-Leopoldpolder varieert van +3.5 tot +4.2 m NAP (+5.8 tot +6.5 m TAW).

3.4.3 Uitvoeringsplannen Internationale Dijk

Wanneer de Internationale Dijk wordt afgegraven is het wenselijk reeds voorafgaandelijk de opbouw van de dijk te kennen. Meer bepaald wordt het correct inschatten van de af te graven volumes materiaal volgens de specifieke kenmerken van het afgegraven materiaal (vette grond, zand, ...).

In 1978 werden door het Ministerie van Openbare Werken - Bruggen en Wegen - Dienst der Kust - Directie Oostkust plannen opgesteld voor het verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (in 2^e fase) tot een peil +11.1 m (+8.8 m NAP) tov. het referentiepeil "nulpunt van Oostende"² over een lengte van ca. 1900 m (zie Figuur 3-4, Figuur 3-5 en Figuur 3-6).

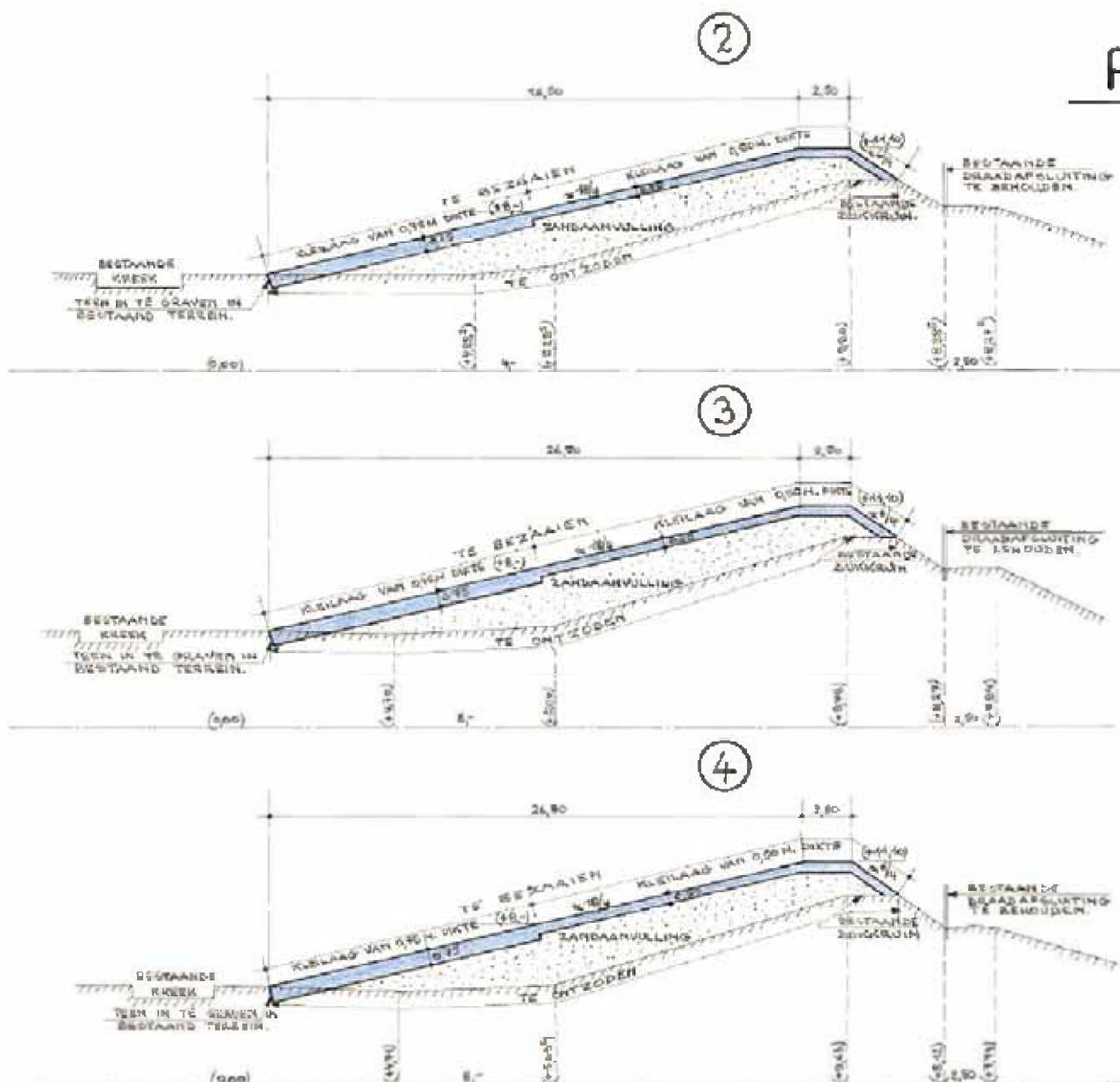
De buitendijkse zijde van de dijk werd aangelegd onder een helling 1:4.5 (18/4). De dijk is opgebouwd/versterkt uit een zandkern met een kleibekleding met dikte 0.5 m boven het peil +5.7 m NAP (+8.0 m TAW) en dikte 0.75 m onder het peil +5.7 m NAP (+8.0 m TAW). De binnendijkse zijde wordt verder opgehoogd onder helling 1:1.5 (6/4) en bestaat eveneens uit een zandkern met een kleibekleding met een dikte van 0.5 m.



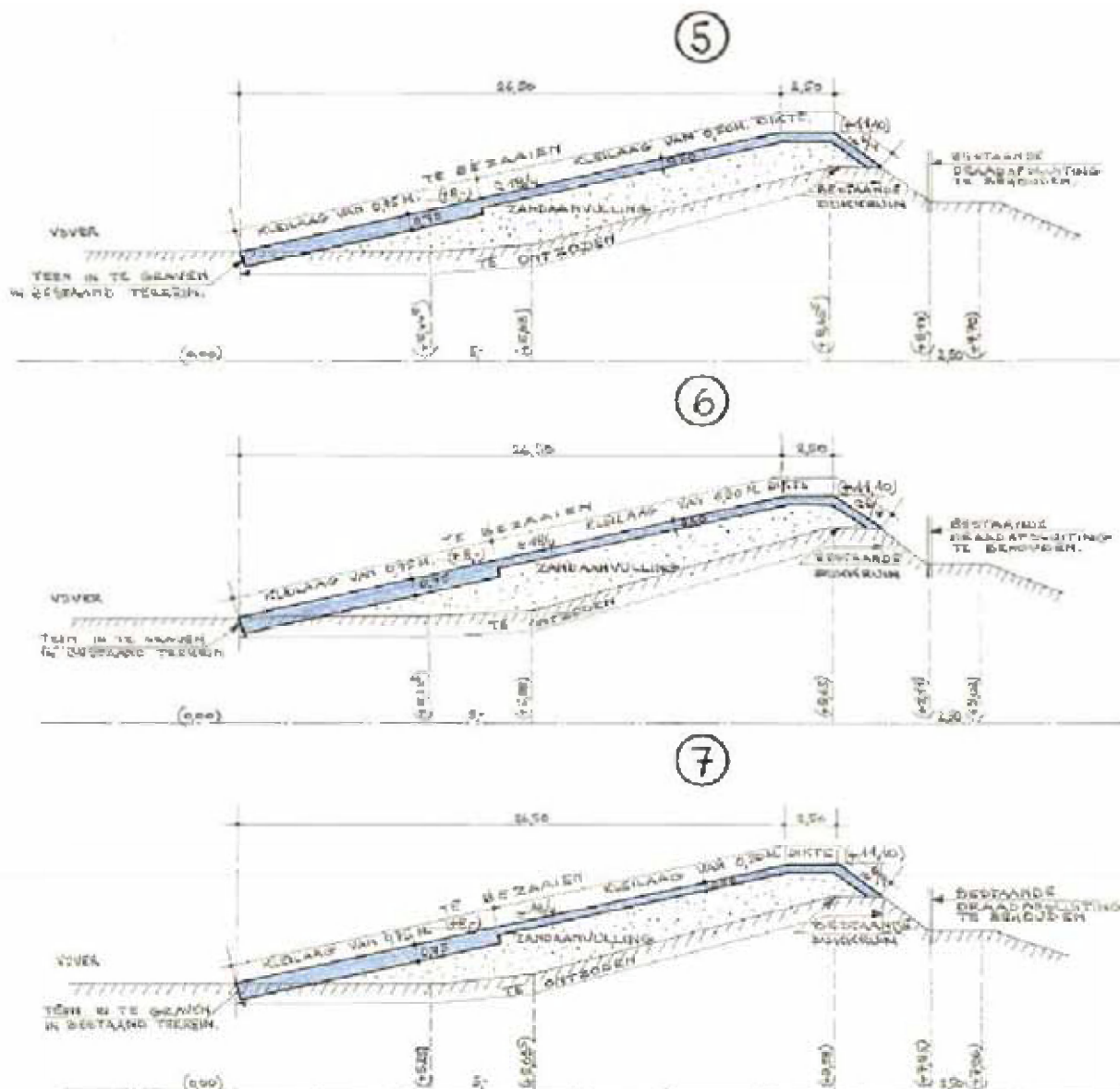
¹ Hoogteligging van de kruin van de dijk.

² Referentiepeil Z (= oud vergelijkingsvlak van Bruggen en Wegen te Oostende).

Figuur 3-4: Bestektekening Zwinschorre. Liggingsplan. (uit: Zwinschorre. Verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (2^{de} faze). Ministerie van Openbare Werken. Bruggen en Wegen. Dienst der Kust. Directie Oostkust. Bestek no A3/79A25. 1978)



Figuur 3-5: Bestektekening Zwinschorre. Profielen 2 t/m 4 (uit: Zwinschorre. Verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (2^{de} faze). Ministerie van Openbare Werken. Bruggen en Wegen. Dienst der Kust. Directie Oostkust. Bestek no A3/79A25. 1978)

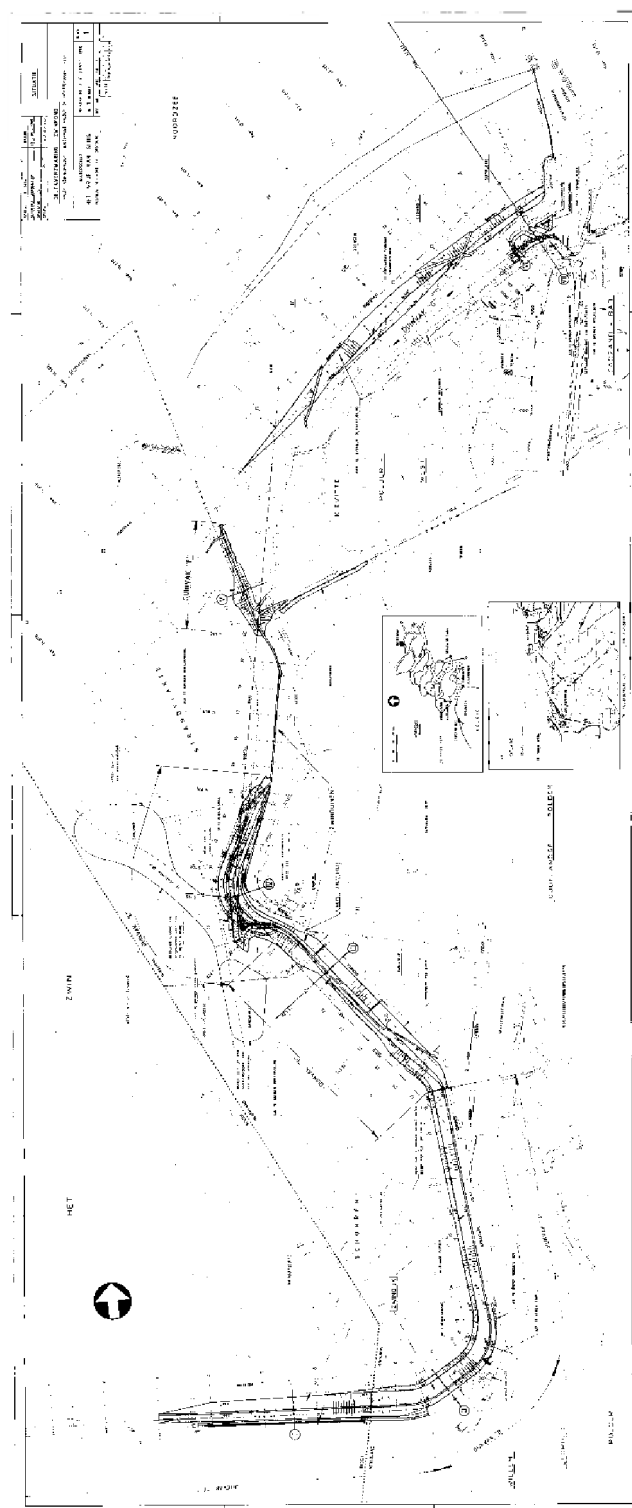


Figuur 3-6: Bestektekening Zwinschorre. Profielen 5 t/m 7 (uit: Zwinschorre. Verhogen en versterken van de Internationale Dijk rond het Zwin (2^{de} fase). Ministerie van Openbare Werken. Bruggen en Wegen. Dienst der Kust. Directie Oostkust. Bestek no A3/79A25. 1978)

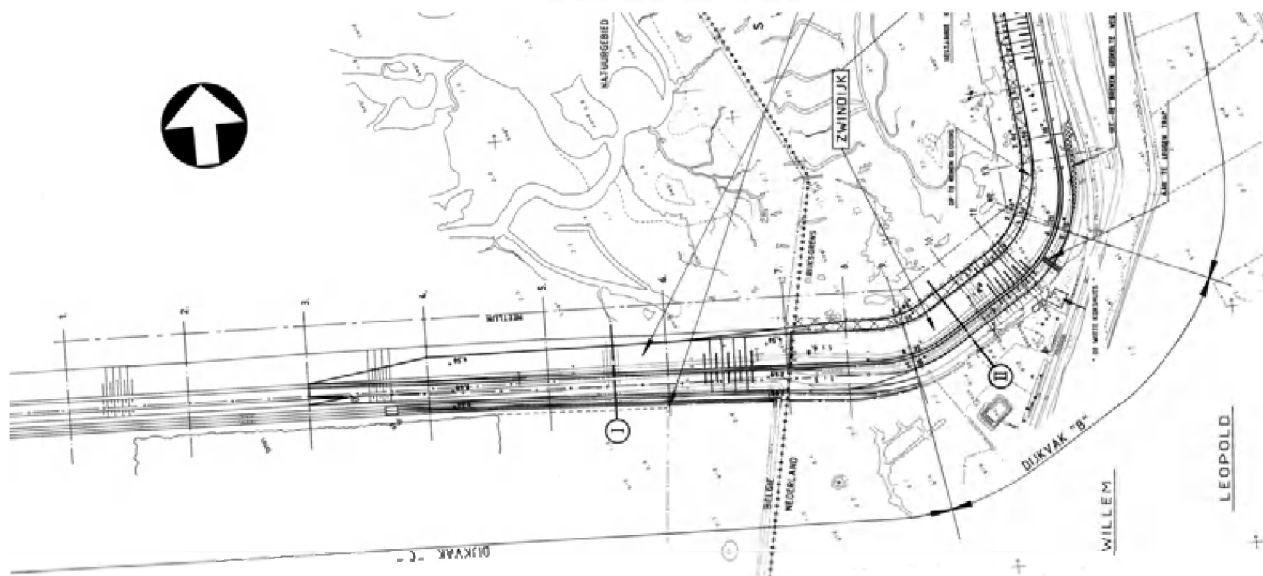
In 1989 werden door het voormalige Waterschap - Het Vrije Van Sluis (sedert 1999 Waterschap Zeeuws Vlaanderen¹) plannen opgesteld voor het versterken van de Internationale Dijk voor de omgeving rond de Belgisch-Nederlandse grens tot een peil +8.4 m NAP (+10.7 m TAW) (zie Figuur 3-7 en Figuur 3-8 voor de ligging van de dijk en de nummering van de profielen, Figuur 3-9 voor de ingrepen en Figuur 3-10, Figuur 3-11 en Figuur 3-12 voor de dijkprofielen).

De buitendijkse zijde van de dijk werd aangelegd onder een helling 1:3.5 (14/4) tussen de teen van de dijk en het peil +4.5 m NAP (+6.8 m TAW) en een helling van ca. 1:6.75 (27/4) boven dit punt. De dijk is opgebouwd/versterkt uit een zandkern met een kleibekleding met dikte 1 m. De binnendijkse zijde wordt verder afgewerkt onder helling 1:3 (12/4) en bestaat eveneens uit een zandkern met een kleibekleding met een dikte van 0.5 m.

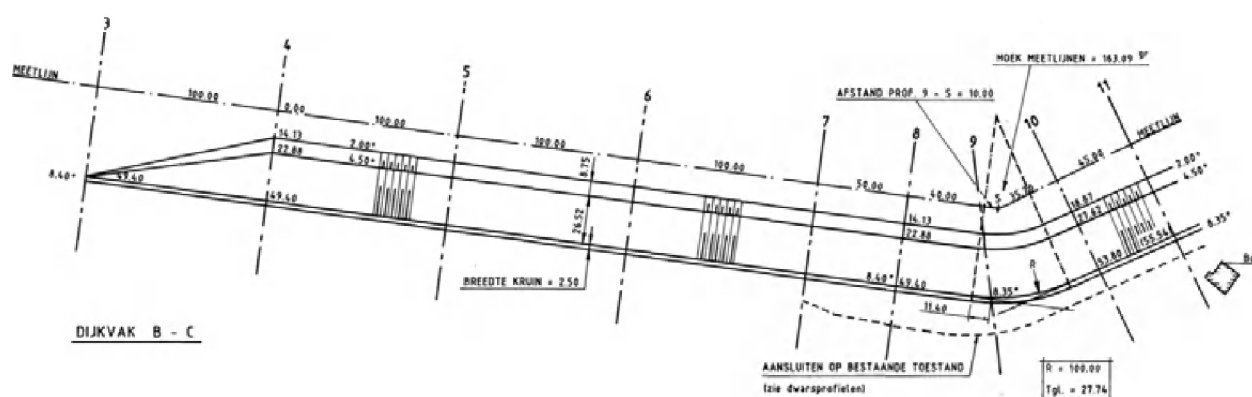
¹ In 2011: Waterschap Scheldestromen.



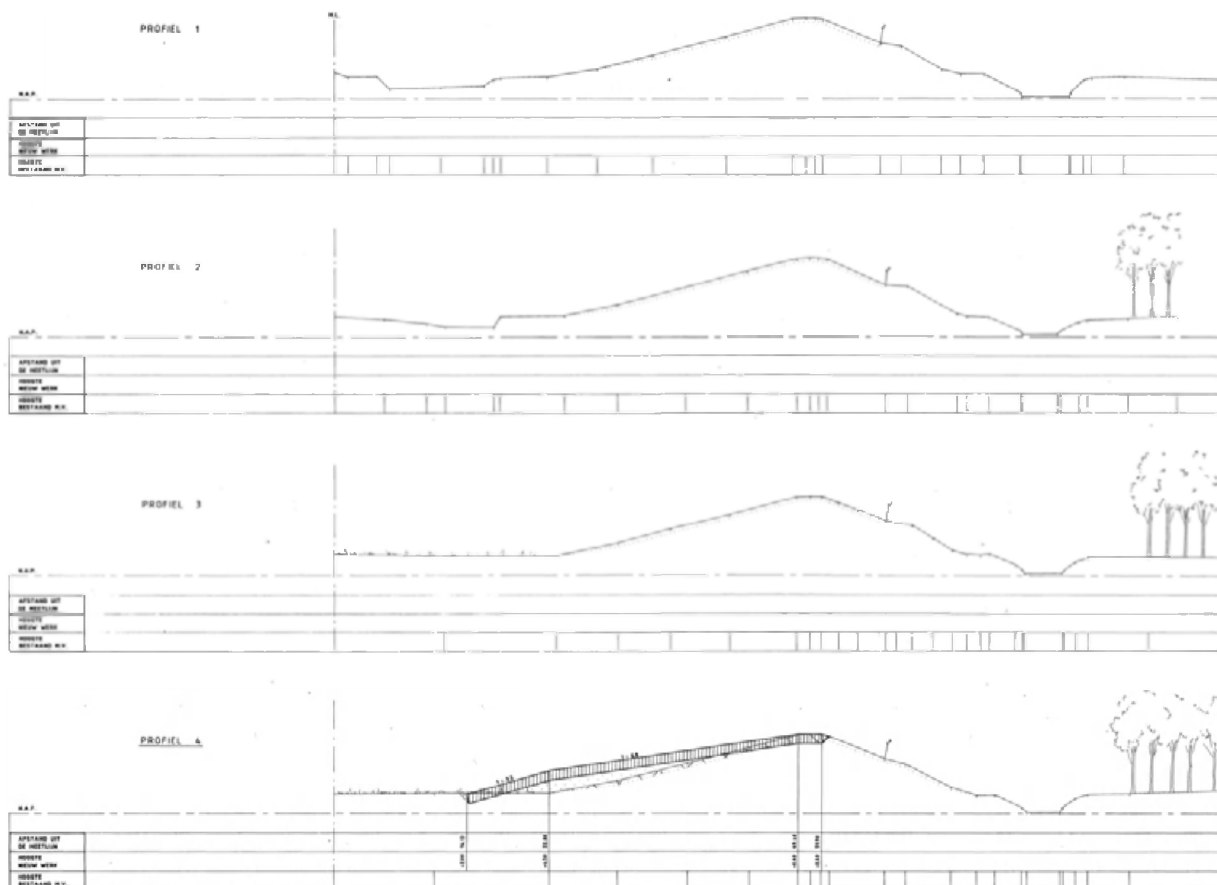
Figuur 3-7: Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwaring Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Situatie. Bestek no 8. 1989)



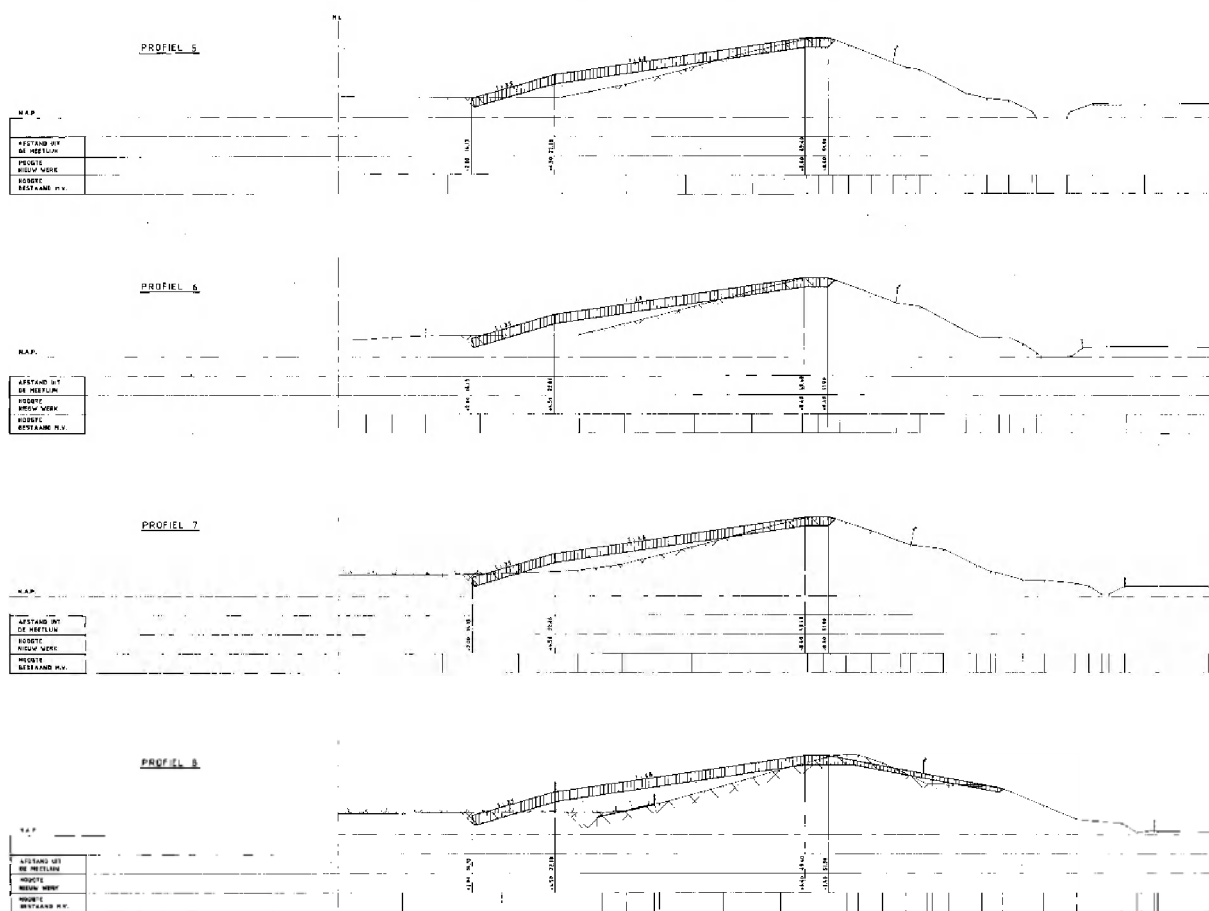
Figuur 3-8: Bestektekening Zwinmond – Detail (uit: Deltaverzwaring Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Situatie. Bestek no 8. 1989)



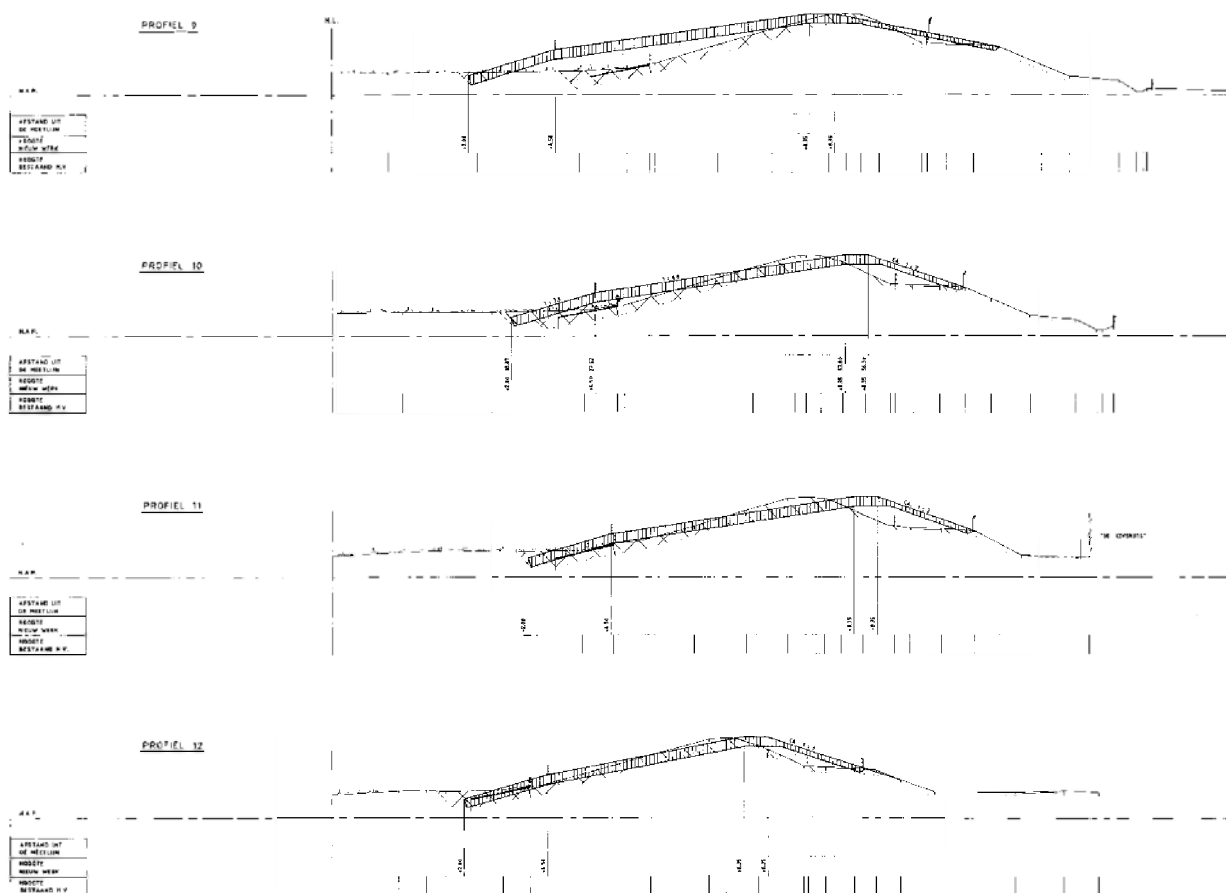
Figuur 3-9: Dijkvak B-C. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwaring Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzettekening. Bestek no 8. 1989)



Figuur 3-10: Profielen 1 t/m 4. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwareing Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)



Figuur 3-11: Profielen 5 t/m 8. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwaring Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)



Figuur 3-12: Profielen 9 t/m 12. Bestektekening Zwinmond (uit: Deltaverzwaring Zwinmond. Willem-Leopoldpolder, Oudelandsepolder en Kievittepolder-West. Waterschap Het Vrije Van Sluis. Uitzetstekening. Bestek no 8. 1989)

3.4.4 Opbouw dijken

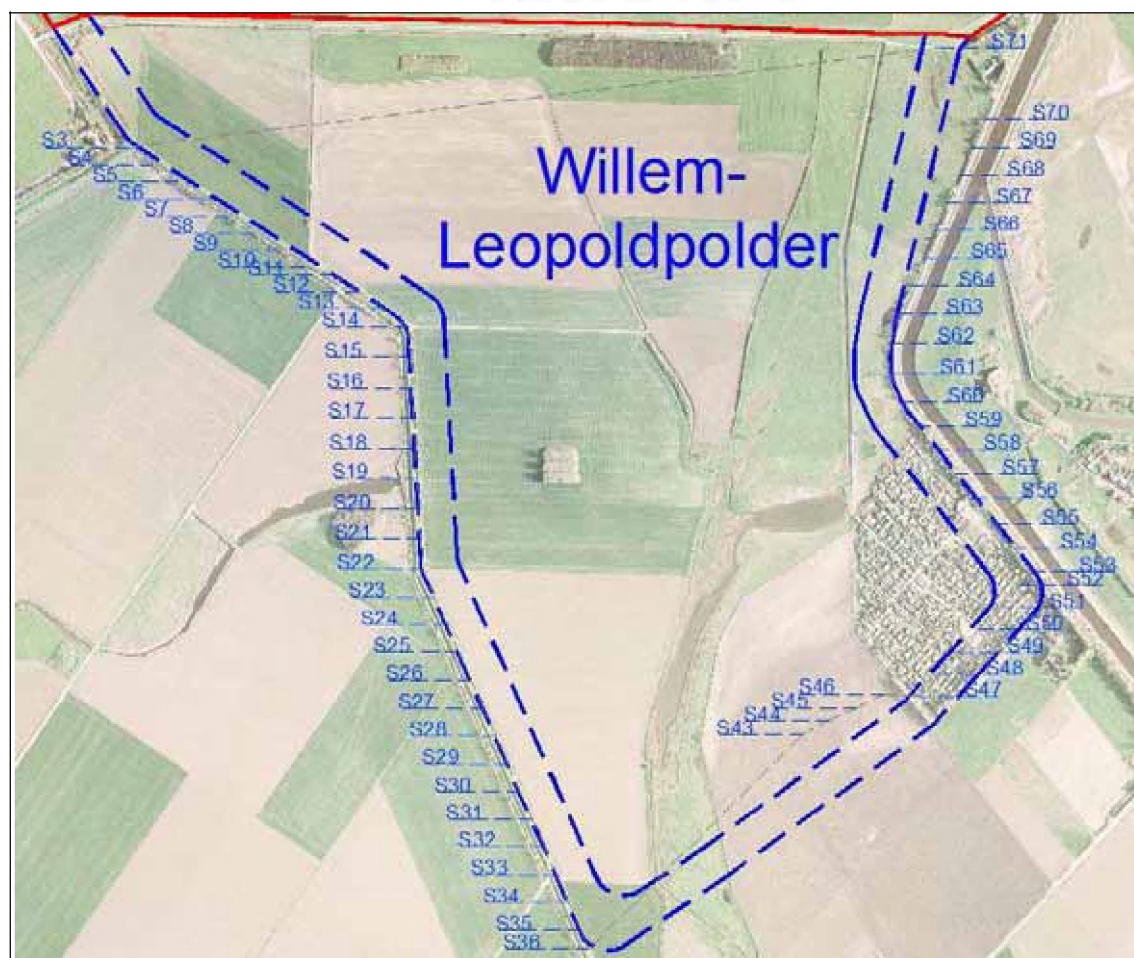
Over de volledige samenstelling van de Internationale Dijk is tot op heden nog niets bekend. Enkel de opbouw na de versterkingswerken is gekend (zie par. 3.4.3).

Algemeen kan gesteld worden dat de toplaag van de Internationale Dijk is afgewerkt met een vette kleilaag waarvan de dikte varieert van 0.75 m tot 1 m buitenwaarts en 0.5 m binnenwaarts bedraagt. De kern (bovenop initiële profiel) is opgebouwd uit zand.

De opbouw van de Internationale Dijk wordt verder onderzocht door middel van geotechnisch en milieuhygiënisch onderzoek. Ter plaatse van de kruin van de dijk worden continue en discontinue boringen uitgevoerd, met onder andere als doel de gelaagdheid en de karakteristieken van het dijk materiaal te bepalen.

3.5 Grondgelaagdheid

Door de Afdeling Geotechniek van het Ministerie van Vlaamse Gemeenschap werden ter plaatse van het voorgestelde tracé voor de nieuwe primaire dijk in een eerste meetcampagne 63 sonderingen uitgevoerd. De locaties zijn aangeduid in Figuur 3-13. Sonderingen S1, S2, en S37 tot en met S42 worden in een later stadium uitgevoerd. Sonderingen S19, S43, S50 en S54 zijn gegeven in BIJLAGE 7.



Figuur 3-13: Locatie sonderingen

De resultaten uit de eerste sondeercampagne werden onderzocht in samenspraak met Afd. Geotechniek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Alle beschikbare gegevens (boringen en sonderingen, beschreven in [1] en beschikbaar via DOV) werden naast elkaar gelegd. Tijdens de analyse werd voor het vastleggen van de grondkarakteristieken verwezen naar andere naburige projecten waar dezelfde lagen voorkwamen en de tabel uit NAD bij ENV 1997-1 (1995).

De grondkarakteristieken voor de aanwezige grondlagen zijn gegeven in Tabel 3-3.

Op basis van de sonderingen, uitgevoerd door MVG Afdeling Geotechniek, werd een grondlagenprofiel opgesteld langs het tracé van de nieuwe primaire waterkering. Uit dit tracé werden een aantal maatgevende sonderingen geselecteerd als basis voor het ontwerp:

- S19: Sondering ter plaatse van een oude Zwingel
- S24: Sondering die maatgevend beschouwd kan worden langs grote delen van het tracé
- S43: Sondering die maatgevend beschouwd kan worden langs grote delen van het tracé
- S50: Sondering die maatgevend beschouwd kan worden langs grote delen van het tracé
- S54: Sondering ter plaatse van een oude Zwingel

De peilen van de bovenkant van de lagen per sondering zijn gegeven in Tabel 3-4.

Tabel 3-3: Grondkarakteristieken per grondlaagpakket

Laag	Omschrijving	γ_d	γ_n	Φ	c	$k_{x,sat}$
------	--------------	------------	------------	--------	---	-------------

		(kN/m ³)	(kN/m ³)	(°)	(kPa)	(m/s)
A	Matig vaste klei, plaatselijk veen of veenhoudend	17	17	20	4	2.5e-8
E	Slap(pe) leem of klei	16	16	20	2	2.5e-9
B'	Matig gepakt, mogelijk plaatselijk leem-of kleihoudend zand	17	19	27	0	2.15e-5
I	Matig vast (weinig) zandhoudende klei of leem	19	19	25	4	1.4e-7
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand met plaatselijk losser gepakte zones dan wel aanwezigheid van leem- of kleilenzen	17	19	30	0	2.15e-5
B	Vrij losgepakt tot matig gepakt leem- of kleihoudend zand met plaatselijk losser gepakte zones dan wel aanwezigheid van leem of kleilenzen	16	18	25	0	1.13e-6
Q	Matig tot dichtgepakt zand	18	20	35	0	1e-4
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei	18	18	25	2	1.4e-7
T	Matig vaste klei of leem (tertair)	18	18	22	2	2.5e-9
Kern	Zand	17	19	27	0	1e-4
Klei 1	Afdeklaag buitendijks	18	18	20	8	1e-7
Klei 2	Afdeklaag binnendijks	18	18	20	8	1e-7

$$k_{y,sat} = 0.5 k_{x,sat}$$

Tabel 3-4: Peilen bovenkant laag (m NAP) per sondering

Laag	Omschrijving	Peil bovenkant laag (m NAP)				
		S19	S24	S43	S50	S54
A	Matig vaste klei	2.14	2.53	1.47	0.67	1.26
E	Slap(pe) leem of klei	1				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-1.1	1.2			
I	Matig vast zandh. klei of leem	-1.6				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-2.5				
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-4.6	-3.1			
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-4.8				
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand	-6.5	-4.67	1	-0.9	
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei			-1.7		-0.3

C	Matig tot vrij dicht gepakt zand					-4.3
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-9.9	-10.8	-11.6	-9.8	-5.7
Q	Matig tot dichtgepakt zand	-22.3				
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei					
T	Matig vaste klei of leem (tertair)					

Tabel 3-5: Peilen bovenkant laag (m TAW) per sondering

Laag	Omschrijving	Peil bovenkant laag (m TAW)				
		S19	S24	S43	S50	S54
A	Matig vaste klei	4.44	4.83	3.77	2.97	3.56
E	Slap(pe) leem of klei	3.3				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	1.2	3.5			
I	Matig vast zandh. klei of leem	0.7				
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-0.2				
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-2.3	-0.8			
B'	Matig gepakt, leem-of kleihoudend zand	-2.5				
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand	-4.2	-2.37	3.3	1.4	
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei			0.6		2
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand					-2
B	Losgepakt tot matig gepakt leem- of kleih. zand	-7.6	-8.5	-9.3	-7.5	-3.4
Q	Matig tot dichtgepakt zand	-20				
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei					
T	Matig vaste klei of leem (tertair)					

In Figuur 3-3 is tussen de sonderingen S36 en S43 een kreekrestant terug gevonden. Op die locatie werden echter nog geen sonderingen uitgevoerd. Deze zone valt echter buiten het Nederlandse projectgebied. Voor de uitvoering van de nieuwe primaire dijk dienen langs het tracé van de dijk nog sonderingen uitgevoerd te worden. De reeds opgestelde grondlagenopbouw wordt op basis van deze sonderingen gecontroleerd. Bij grote afwijkingen dient verdere controle van de dijken te worden uitgevoerd en eventueel aanpassingen aan het bestaande ontwerp te worden doorgevoerd zonder zware ingrepen te moeten uitvoeren. Mogelijke wijzigingen zijn bv. verhogen/verlagen van kruinhoogte bij uitvoering tgv. ander zettingspatroon (de uiteindelijke kruinhoogte zal niet wijzigen) of het aanbrengen van een diepwand buitendijks in de grond aan de teen van de dijk wanneer blijkt dat de kwel te groot wordt (bv. ter plaatse van kreekrestant).

4 HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN ONTWERP

4.1 Planperiode en veiligheidsnorm

De planstudie moet een oplossing bieden die de veiligheid voor de komende 50 jaar (tot 2060) garandeert. Deze planperiode is vastgelegd in overeenstemming met de huidige systematiek van Zeeweringen. Het Zeeuws Overlegorgaan Waterkeringen (ZOW) beschrijft in de Zeeuwse Nota Waterkering (2010) haar visie op de waterkeringzorg. Het ZOW speelt hiermee in op nieuwe ontwikkelingen, regelgeving en beleid en neemt een standpunt in over de Zeeuwse uitwerking van het advies van de Delta Commissie en het Nationaal Waterplan. De deelnemers aan het ZOW zijn provincie Zeeland, de Zeeuwse waterschappen, de Zeeuwse kustgemeenten en Rijkswaterstaat dienst Zeeland. Bij het beheer van waterkeringen laat het ZOW zich leiden door veiligheid op langere termijn. Voor dijkversterkingen wordt bv. uitgegaan van een verwachte situatie over 100 jaar. Waar de veiligheid het toelaat wordt omwille van financieel-economische redenen gekozen om de extra investering zo lang als mogelijk uit te stellen. Voor dit projectgebied werd gekozen om de planperiode vast te leggen volgens de huidige systematiek van Zeeweringen, tot 2060.

Het ontwerp van het projectplan moet voldoen aan de norm die is vastgelegd in de Wet op de Waterkering en de bijbehorende randvoorwaarde zoals voorgeschreven door Rijkswaterstaat. Voor het Zwin (onderdeel van dijkkring 32) komt dit neer op een norm van 1/4000 per jaar¹.

De hydraulische randvoorwaarden werden beschreven in de nota [7] en zijn toegevoegd in BIJLAGE 8. In onderstaande paragrafen wordt een samenvatting gegeven.

4.2 Plan van aanpak hydraulische modellering

Met het mathematisch golfvoortplantingsmodel SWAN worden randvoorwaarden die op zee geregistreerd zijn, doorvertaald naar punten voor de dijk.

De hydrodynamische randvoorwaarden op zee werden afgeleid van de resp. Nederlandse en Vlaamse hydrodynamische randvoorwaardenboeken.

In principe kan men per windrichting extreme waardeverdelingen opstellen voor de *waterstand*, de *golfhoogte*, de *golfperiode* en de *windsnelheid*. Aangezien de hoogste waterstanden voorkomen uit NNW-NW richtingen en aangezien deze richtingen de “beste” golfindringing geven (richting gelijk aan richting van de monding) is het echter niet te conservatief te werken met een omnidirectionele waterstand en golfhoogte. De windsnelheid zal wel per richting bepaald worden. Indien een windrichting die afwijkt van NNW-NW de hoogste bijdrage levert aan de golfhoogte aan de dijk, dan is de gebruikte waterstand een overschatting. Voor deze gevallen werd bekeken of een minder conservatieve aanpak nodig is.

Voor het SWAN model wordt er een bodem aangemaakt van het nieuwe Zwin (ontwerp). Aangezien ook het nieuwe Zwin geleidelijk zal verzanden (of stabiel zal gehouden worden), is het niet nodig rekening te houden met eventuele toekomstige diepere liggingen.

Op verschillende locaties in de uitbreiding van het Zwin worden golfkarakteristieken bepaald voor de verschillende windrichtingen. Het doorrekenen van de verschillende richtingen levert per richting een golfhoogte en periode op.

Om de meest kritieke golfkarakteristieken te bepalen wordt in Nederland per uitvoerpunt het product $H_s * T_{pm}$, het product $H_s * T_{pm} * T_{pm}$ en het product $H_s * H_s * T_{pm}$ bepaald, conform de door RIKZ vooropgestelde methodologie (waarbij de producten een maat zijn voor de golfkracht of overslagdebieten). Deze methodologie selecteert de richting die de grootste belasting geeft. De golfcondities die de grootste producten opleveren, worden weerhouden. Bij de Vlaamse aanpak

¹ Ter info: de 1/4000 norm betekent dat de hoogste buitenwaterstand waarop de primaire waterkering moet zijn berekend statistisch gemiddeld 1 keer in 4000 jaar wordt bereikt of overschreden.

dienen de verschillende richtingen gecombineerd te worden. Echter, aangezien per dijksegment maar een beperkte range richtingen hoge golven oplevert, komt dit in de praktijk op hetzelfde neer. Uit de berekeningen blijkt dat de richtingen met de hoogste golfhoogtes en de langste periodes samenvallen.

T_{pm} is de hoogste waarde van de twee periodematen T_{pb} (de blokperiode) en T_{pbeq} (de equivalente blokperiode). Voor golfoverslag wordt met $T_{m-1,0}$ gewerkt. De uitvoer in SWAN zal met 20% verhoogd worden om rekening te houden met mogelijke onderschattingen. Deze waarde zal gelimiteerd worden door de berekende $T_{pm} / 1.1$.

Met SWAN is dan voor de maatgevende waterstand volgens deze methode gekeken welke richting het meest nadelig is. Voor deze richting werden dan de ontwerp golfhoogtes en -periodes bepaald. Gelet op de relatief kleine verschillen tussen de Vlaamse en Nederlandse ontwerprandvoorwaarden werd telkens met de meest conservatieve aanname gewerkt.

4.3 Hydrodynamische randvoorwaarden op zee

De belangrijkste hydrodynamische parameters voor het ontwerp van een dijk zijn de significante golfhoogte (H_{m0}), golfperiode ($T_{m-1,0}$) en het waterpeil. Ook belangrijk is de windsnelheid daar de wind energie levert aan de golven.

Omdat het Zwin een grensoverschrijdend gebied is, zijn in principe twee verschillende normen van toepassing. In Vlaanderen wordt, in afwachting van het Masterplan voor kustveiligheid, gewerkt met een norm (terugkeerperiode) van 1000 jaar. In Zeeuws-Vlaanderen bedraagt de norm 1/4000 jaar. Er is geopteerd om met de strengste norm en dus met de Nederlandse norm (4000-jarige storm) te werken. De Vlaamse norm wordt ook meegegeven ter vergelijking.

Er is een levensduur van 50 jaar voorzien voor het ontwerp van de primaire waterkering.

4.3.1 Ontwerppeil

Onder het ontwerppeil wordt verstaan de superpositie van de hoogwaterstand en de storm opzet horende bij de storm met dezelfde retourperiode, zijnde 1000 jaar of 4000 jaar naargelang de beschouwde norm.

Het 4000 jarige waterpeil in het Zwin wordt zowel bepaald volgens het Nederlands hydrodynamisch randvoorwaardenboek¹ [14] en [15] en volgens eigen onderzoek² [10].

Tabel 4-1: Ontwerppeil zonder zeespiegelrijzing

	Waterpeil 1/4000 VI [14] en [15] [m]	Waterpeil 1/4000 NL [10] [m]
(m +NAP)	5.03	5.10
(m +TAW)	7.33	7.40

Ten gevolge van de klimaatwijziging is het gemiddeld zeeniveau aan het stijgen. De waterstand dient dus aangepast te worden volgens de stijging die te verwachten is op het einde van de voorziene levensduur van de dijken. Als ontwerppeil wordt dus het waterpeil beschouwd welke hypothetisch voorkomt in het jaar 2060.

¹ Toetspeil voor de Willem Leopoldpolder.

² De gegevens zijn in dat rapport gegeven voor Oostende. Om rekening te houden met het getijdehoogteverschil tussen Oostende en het Zwin, is 0.06m bijgeteld bij de 1000 en 4000 jarige waterstand voor Oostende.

Rijkswaterstaat gaat in de komende eeuw uit van een relatieve zeespiegelrijzing van 60 cm [5]. Deze verwachtingswaarde wordt ook door de afdeling Kust (B) aangehouden als ontwerpwaarde voor de Zeeweringsinfrastructuur.

Bij de curven die de stijging van het zeeniveau in de tijd weergeven, en als resultaat een stijging van 60 cm de komende eeuw voorspellen (uit Intergovernmental Panel on Climate Change), kan men aflezen dat de stijging is samengesteld uit een stijging van ongeveer 22 cm de eerste 50 jaar en een stijging van 38 cm de volgende 50 jaar¹. Naast de gemiddelde zeespiegel is ook de getijde-amplitude aan het stijgen. Dit is hier van groot belang, vermits HW sterker toeneemt dan LW. Hiernaar werd door het IPCC echter weinig onderzoek gepleegd. Voor HW komt de stijging over de periode 1895-1995 neer op ongeveer 30 cm, terwijl de stijging voor LW ongeveer 20 cm bedraagt. Het gemiddeld zeepeil nam ongeveer 22 cm toe. Er wordt aangenomen dat de verhouding van de stijgsnelheden bewaard blijft in de toekomst, zodat HW steeds 30/22 keer zo snel als het gemiddeld peil zal toenemen en LW 20/22. Voor het jaar 2060, bij een relatieve zeespiegelrijzing van 28 cm (in 2060 tov 2006), betekent dat voor HW **een stijging van 38cm** (in 2060 tov 2006).

In de voorliggende studie worden deze waarden gesuperponeerd op het waterpeil zoals is vermeld in Tabel 4-1 zodoende tot de ontwerppeilen in 2060 te komen (cf. Tabel 4-2).

Tabel 4-2: Ontwerppeil inclusief zeespiegelrijzing

	Waterstand 1/4000 VL. [10] [m]	Waterstand 1/4000 Ned. [14] en [15] [m]
[m +NAP]	+5.41	+5.48
[m +TAW]	+7.71	+7.78

4.3.2 Golfkarakteristieken

Voor het ontwerp van de nieuwe dijken zijn de golfparameters H_{m0} en $T_{m-1,0}$ aan de teen van de dijk gewenst. Hiervoor wordt een golfmodel (SWAN) gebruikt die gekende golfkarakteristieken op dieper water transformeert naar de gewenste parameters aan de teen van de dijk. De rand van het SWAN-model zal gesitueerd zijn langs het vooroevergebied afwaarts van de monding van het Zwin. De golfparameters die aan de rand van het SWAN-model worden opgelegd, staan in Tabel 4-3.

Tabel 4-3: Golfkarakteristieken per norm en bron

Golfkarakteristiek	1/4000 VL. [10]	1/4000 NED [14] en [15] ²
H_{m0} [m]	4.63	5.41 ³
T_p [s]	12.6	-
T_z [s]	-	8.0

De Nederlandse golfhoogte is veel hoger, aangezien die parameters voor duinafslag bestemd zijn en het beschouwde punt dan ook ver op zee ligt. De Nederlandse norm geeft de gemiddelde periode T_z en mag vermenigvuldigd worden met 1.3 à 1.4 om een waarde voor T_p te bekomen. De 1000-jarige golfparameters zijn $H_{m0}=4.53\text{m}$ en $T_p=12.0\text{s}$ [10].

¹ 22 cm tussen 2001-2050, dus 21cm tussen 2004 en 2050 (VI); 20 cm tussen 2006 en 2050 (Ned)

38 cm tussen 2050-2100, dus 8 cm tussen 2050 en 2060

² Golfkarakteristieken voor Suatiegeul Cadzand.

³ $H_{1/3}$ was opgegeven (=5.10m), H_{m0} is bekomen aan de hand van $H_{m0} = 1.06 \cdot H_{1/3}$

Aangezien de golfhoogte vooral bepaald zal worden door de ondieptes, zal voornamelijk de golfperiode op de rand bepalend zijn. Er wordt dan ook voorgesteld om in dit geval met de Vlaamse gegevens te werken. (meest conservatief)

4.3.3 Windgegevens

Ook de windgegevens worden zowel geput uit Vlaamse bron [10] als uit Nederlandse bron. De Vlaamse gegevens zijn echter extreme windsnelheden in open zeegebied. Uit rapport [21] bleek dat er een factor 1/1.2 toegepast moet worden tussen windsnelheden gemeten door meetpalen en de windsnelheid in Zeebrugge. Dit omdat de windsnelheid op zee 20% hoger is dan op land. Dezelfde factor wordt gebruikt om de snelheden in het Zwin te bekomen. De 4000-jarige windsnelheden volgens Vlaamse bron [10] worden gegeven in Tabel 4-4.

Tabel 4-4: Extreme windsnelheden Vlaanderen voor beide terugkeerperiodes (duur 2h) gereduceerd naar landwindsnelheden [10]

Windrichting [° t.o.v. N]	Windsnelheid 1/4000 [m/s]
0	27.7
22.5	27.7
45	25.5
67.5	-
90	-
112.5	-
135	-
157.5	-
180	-
202.5	-
225	-
247.5	-
270	31.9
292.5	30.1
315	26.7
337.5	27.8

De windsnelheden uit Nederlandse bron en dus ook voor een 4000 jarige storm staan in Tabel 4-5.

Tabel 4-5: Extreme windsnelheden volgens Nederlandse norm ten westen van de lijn Vlissingen-Breskens

Windrichting [° t.o.v. N]	Windsnelheid 1/4000 [m/s]
0	22
30	20

60	21
90	20
120	19
150	20
180	24
210	29
240	32
270	34
285	33
300	32
315	29
330	26

4.4 Golfmodellering in het Zwin

4.4.1 Inleiding

Voor een waterstand van +5.48 m NAP (+7.78 m TAW) (=4000 jarige waterstand voor het jaar 2060, cfr. Tabel 4-2) werd de golfindringing en windgroei in het Zwin bepaald.

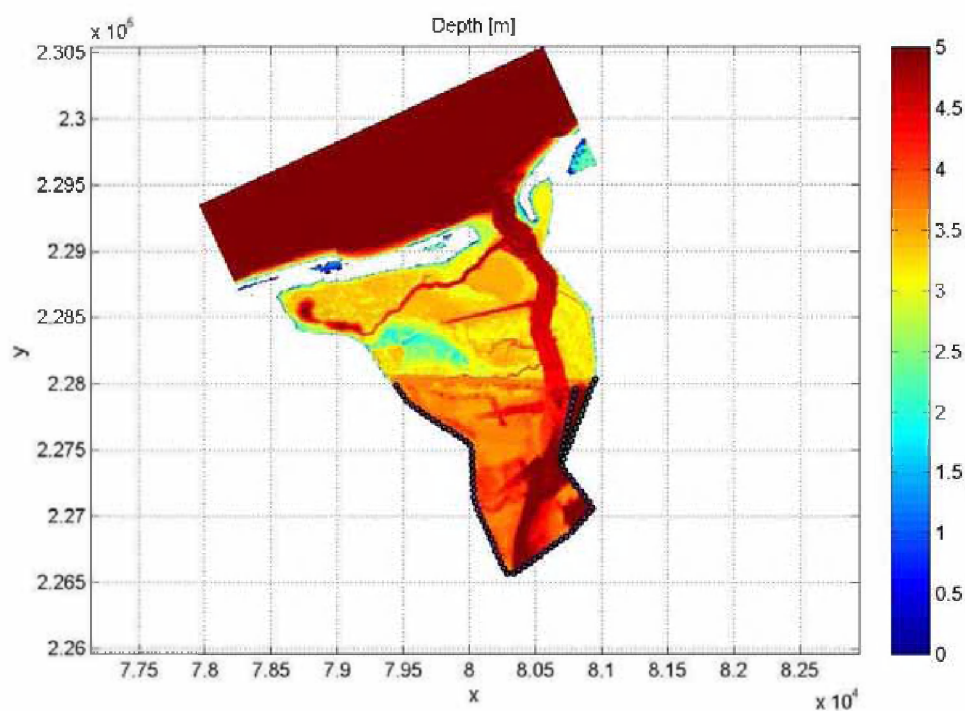
Als maatgevende golfkarakteristieken op de zeewaartse rand van het model werd een golfhoogte van 4.63m gebruikt en een piekperiode van 12.6s. Het mogelijks tweetoppig zijn van het spectrum werd hierbij verwaarloosd, dit heeft voor de nieuwe dijk weinig tot geen invloed.

De windsnelheid werd wel gevarieerd met de richting, hiervoor werden de waarde uit Tabel 4-5 gebruikt.

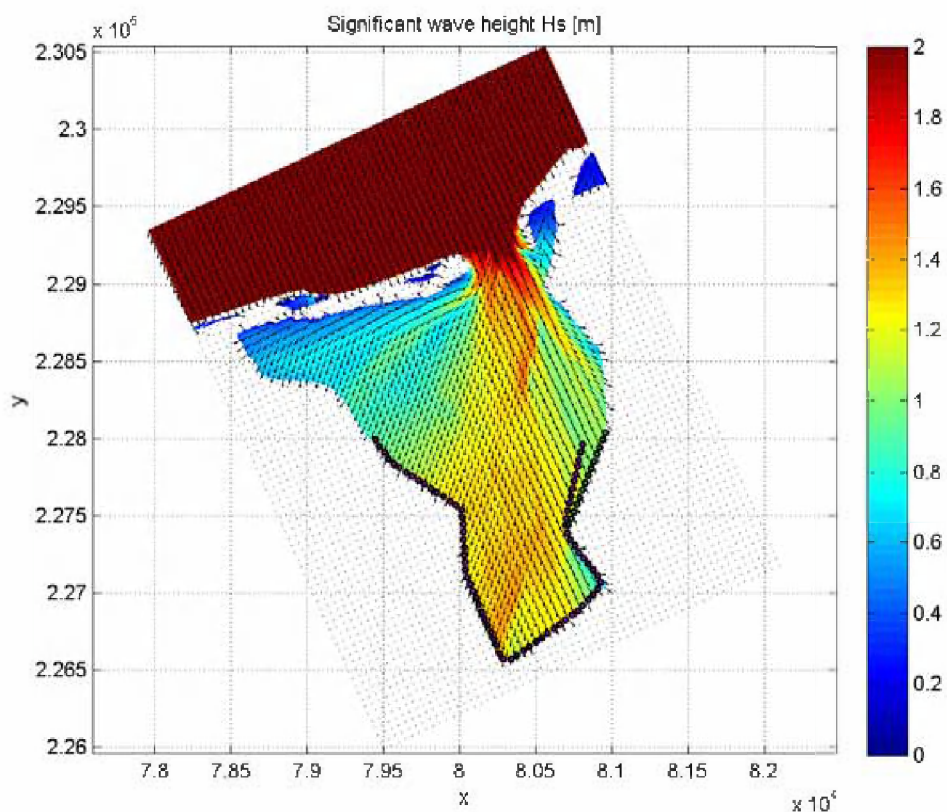
4.4.2 Vergelijking met Nederlandse Hydrodynamische randvoorwaarden in het Zwin

De richtingen die de grootste belastingen zouden moeten geven op de N-Z dijk en waarvoor HR2006 een golfhoogte van 0.8 m opgeeft zijn de richting noord en 330 graden.

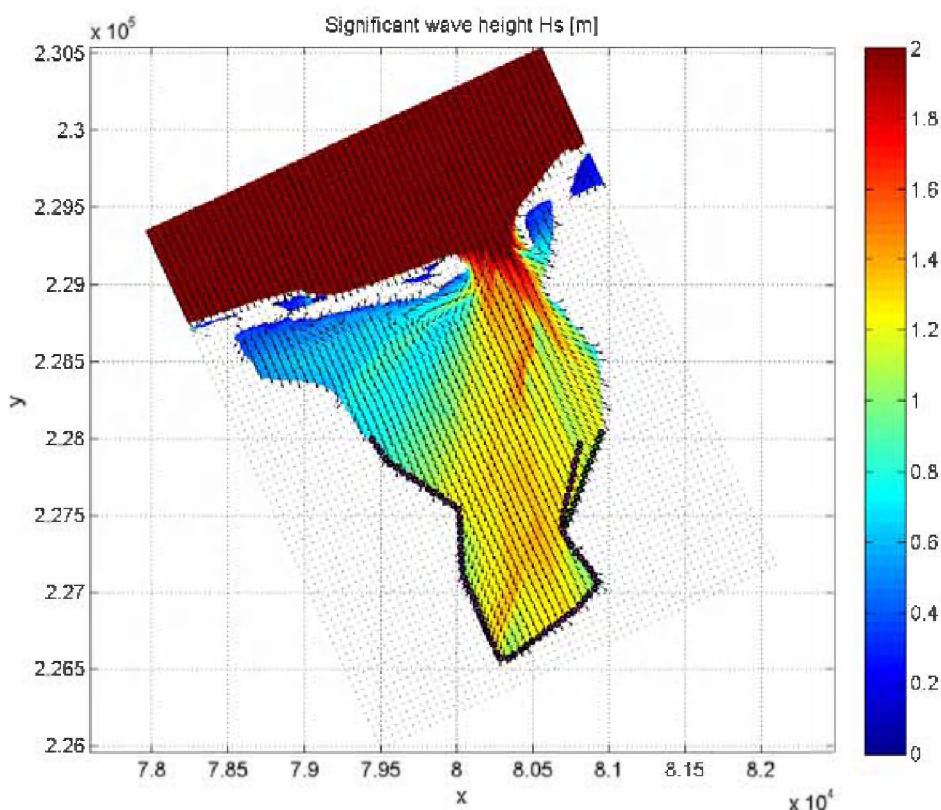
De berekeningen zijn gebeurd met een vergrote geul en een gedeeltelijk wegnemen van de duinen aan de westelijke zijde van de monding. Uit de resultaten blijkt dat de in HR2006 opgegeven golfhoogte van 0.8m overeenkomt met deze modelresultaten, behalve in de knik van de dijk. Op de knik wordt met deze modelresultaten een golfhoogte van ongeveer 1.4m gevonden, wat overeenkomt met de HR2001 golfrandvoorwaarden.



Figuur 4-1: Waterdiepte bij 4000 jarige storm in 2060



Figuur 4-2: Golfhoogte voor richting Noord



Figuur 4-3: Golfhoogte voor richting 330° (NNW-NW)

4.4.3 Invloed van de windsnelheid

Opmerkelijk is dat de golven tot ver in het Zwin doordringen. Voor richting Noord werden bijkomende simulaties gedaan, enerzijds zonder wind en anderzijds met een golfhoogte van 0m op de modelrand.

Zonder golven op de zeewaartse rand worden golven tot 1m gevonden. Dit komt overeen met de golfhoogte voorspeld met de formules van Brettschneider voor een waterdiepte van 3.5m en een fetchlengte van 3km (0.94m). De windgroei is dus realistisch. (bij kleinere fetch, bv. 2km zou $H_s=0.84m$)

Uit de resultaten zonder wind blijkt dat de golfhoogte op de zuidelijke dijk tot 0.6m hoog wordt. Geconcludeerd kan worden dat zowel wind als de golfindringing vanuit zee belangrijk zijn, maar dat wind dominant is.

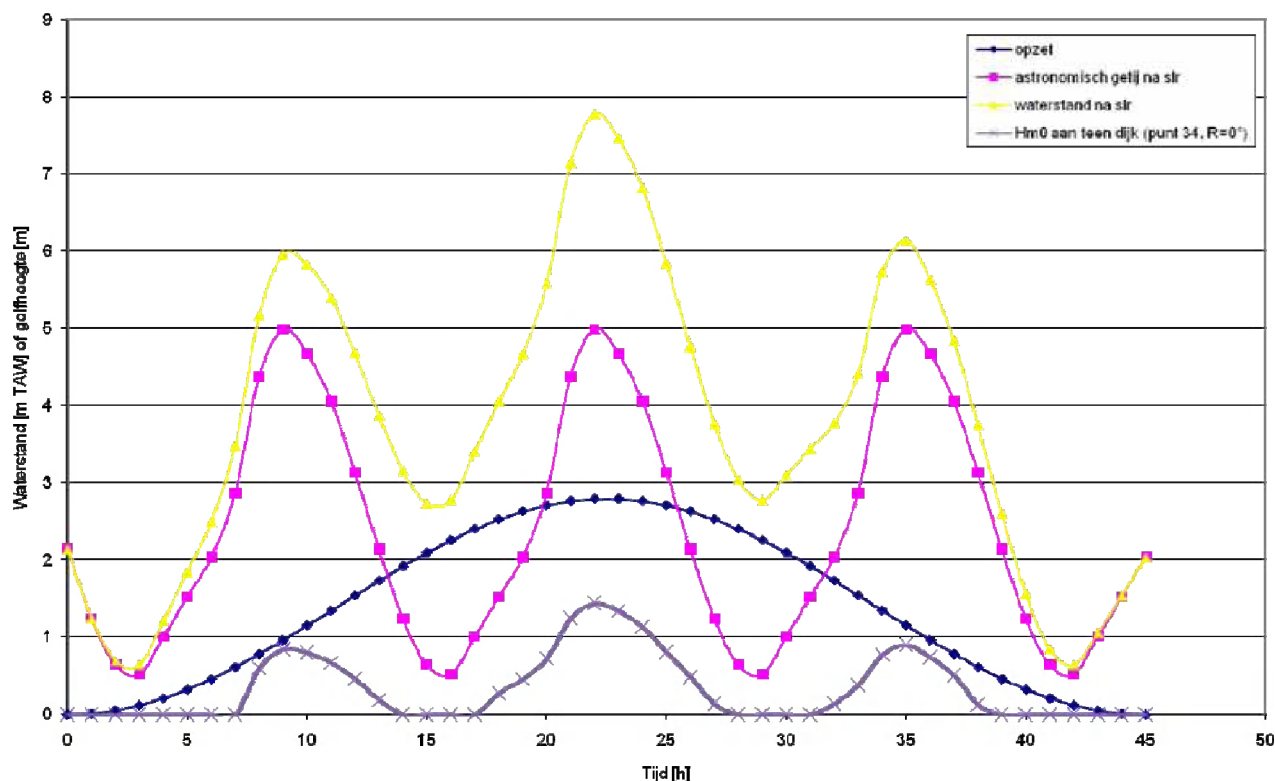
De $T_{m-1,0}$ waarde is klein, wat verklaard kan worden door de dominantie van de wind, waar energie wordt toegevoegd op de hoge frequenties.

4.4.4 Ontwerpgetij

Het ontwerpgetij nodig voor de stabiliteit van de dijken is een getij waarbij de meest extreme hoogwaterstanden worden bereikt. Het getij waarbij de meest extreme laagwaterstanden worden bereikt is voor deze dijken niet van toepassing vermits het maaiveld zich boven de laagwaterstand bevindt en dus het freatisch oppervlak in die situatie bepalend wordt voor de grondwaterstand.

Op basis van de tijdreeks van de waterstand werd een tijdreeks opgesteld voor de golfhoogte aan de teen van de meest belaste dijk voor de ergste golfcondities (cf. Figuur 4-4).

Deze tijdreeks is opgesteld voor een stormduur van 45 uur. Volgens de Vlaamse rekenmethode wordt een stormduur van 45 uur voorgeschreven, terwijl dit volgens de Nederlandse methode 35 uur bedraagt (zie [15]). Vermits de Vlaamse rekenmethode iets conservatiever is maar het effect ervan toch heel klein is (enkel effect op het eerste en laatste hoog water en niet op het hoogste hoog water), wordt gekozen om voor het globale gebied te werken met een stormduur van 45 uur.



Figuur 4-4: Verloop van de waterstand tijdens een 4000-jarige storm samen met de bijhorende golfhoogte aan het meest belaste deel van de dijk (slr = sea level rise).

5 DIJKONTWERP

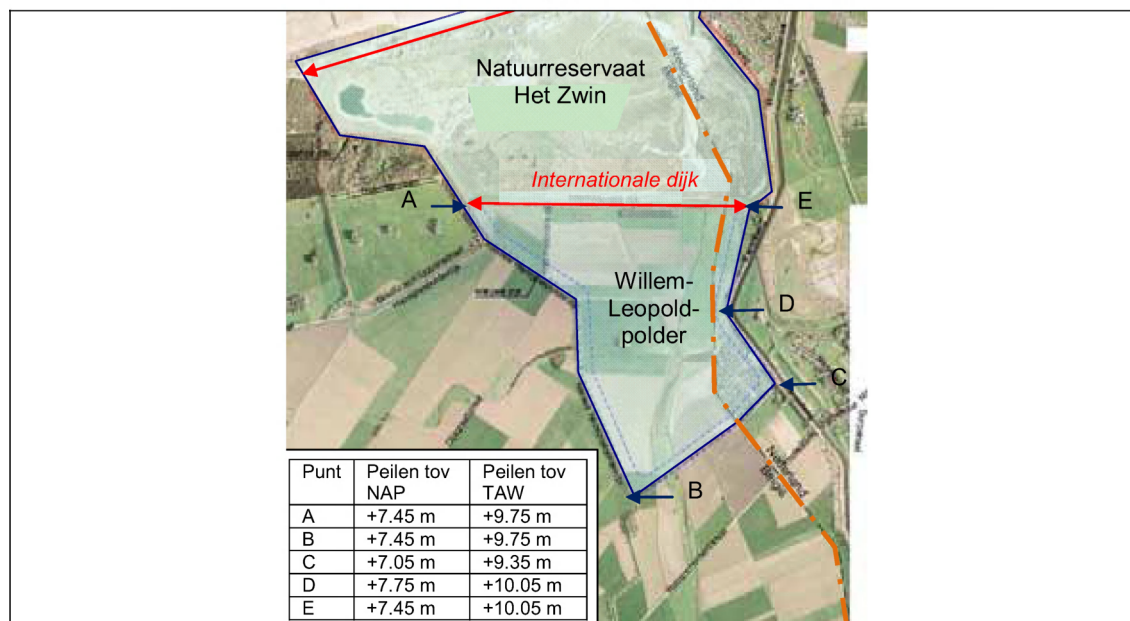
5.1 Principe van het dijkontwerp

De nieuwe primaire waterkering wordt geconstrueerd in de Willem-Leopoldpolder, parallel aan de Nieuwe Hazegraspolderdijk, ten noorden van de Retranchementstraat en parallel met het kanaal van Cadzand, en dit volgens volgende principes:

- tussen het aansluitpunt met de Internationale Dijk in Vlaanderen en de knik in het tracé ter hoogte van de Retranchementstraat (noordelijk ervan) wordt de dijk gebouwd parallel met de bestaande dijk. Tussen de bestaande dijk en de nieuwe dijk wordt een zone voorzien voor een onderhoudsweg, een overtoppingsgracht en ondiepe poelen.
- Voorbij de Kavel 1-straat maakt het tracé van de dijk een nagenoeg rechte hoek en verloopt het tracé parallel aan de Retranchementstraat.
- Aan het Kanaal van Cadzand maakt het tracé opnieuw een knik en verloopt nagenoeg parallel aan het kanaal, richting Internationale Dijk. De hoofdzakelijke buitendijkse infrastructuur zorgen voor een nagenoeg constant zicht op de Zwinvlakte. Daar waar de dijk de grens opnieuw benadert wijkt het tracé wat af naar het westen ten opzichte van het Kanaal. Over dit gedeelte wordt een fiets- en wandelpad voorzien langs de binnendijkse zijde (aan de teen van de dijk).
- Het ruiterspad over de Nieuwe Hazegraspolderdijk blijft behouden.
- Tussen de aansluiting op de Internationale Dijk in Nederland en de eerste knik tegen het kanaal, wordt tussen +0.3 en +2.7 m NAP (+2.5 en +5 m TAW) een bescherming van teen en talud voorzien in stortsteen **waarover opnieuw aarde wordt aangebracht**.

De kruinhoogte is variabel afhankelijk van de locatie van de dijk:

- Parallel aan de Nieuwe Hazegraspolderdijk (tracé A-B): continu +7.45 m NAP (+9.75 m TAW)
- Parallel aan de Retranchementstraat (tracé B-C): van +7.45 m NAP (+9.75 m TAW) naar +7.05 m NAP (+9.35 m TAW).
- Parallel aan het kanaal, tot voor de knik waar de dijk afbuigt van het kanaal weg (tracé C-D): van +7.05 m NAP (+9.35 m TAW) naar +7.75 m NAP (+10.05 m TAW).
- Van het afbuigpunt aan het kanaal tot de aansluiting met de Internationale Dijk (tracé D-E): +7.75 m NAP (+10.05 m TAW).



Figuur 5-1: Opdeling dijktracé

Dit profiel sluit zo goed als mogelijk aan bij het profiel van de huidige dijken en wordt eveneens aangehouden voor de profielen in het Belgisch gedeelte van dit projectgebied. Het binnentalud heeft, net als de huidige primaire dijken, een helling van 1:3 of 12/4. Het buitentalud heeft, net als de huidige primaire dijken, een helling van 1:4 of 16/4. De kruinbreedte is 7 m en de breedte van de berm (buitentalud, gem. peil +5.2 m NAP, +7.5 m TAW) is 7 m.

Binnenwaarts van de dijk komt een nieuwe sloot.

Bovenop de nieuw aan te leggen dijk worden geen bomen voorzien.

De kruin van de zeewering krijgt een niet-zichtbare fundering (fundering onder gras) zodat de kruin ten allen tijde berijdbaar is ten behoeve van onderhoud en inspectie van de dijken. In par. 6.1.3.1 is een beschrijving gegeven van de wandel- en fietspaden. Op de buitendijkse berm van de dijk, op plaatsen waar geen wandel- of fietspad wordt voorzien, wordt ofwel een onverharde dienstweg voorzien. Binnendijks wordt eveneens een onverharde dienstweg voorzien, die gelegen is ofwel tussen de poelen en de Nieuwe Hazegraspolderdijk ofwel tussen de overtoppingsgracht en de teen van de dijk.

De dijken worden bezaaid met een grazige vegetatie en begraasd door schapen. De schapen zullen met ursusdraadafsluiting en veerosters binnen het dijkprofiel gehouden worden.

De aankleding van de Vlaamse binnendijkse taluds met struweelvegetatie gebeurt in functie van de Vlaamse boscompensatie van de bosjes in de Willem-Leopoldpolder die zullen verdwijnen ten gevolge van het getijdenonderhevige Zwin. De samenstelling van de struwelen is voorzien als een mengeling van 60% éénstijlige meidoorn, 20% sleedoorn en 20% veldesdoorn. Een verdere aanvulling kan gebeuren met hondsroos, egelantier, vlier en koebraam. Vermits het basisprofiel niet aangetast mag worden door wortels ed. betekent het aanplanten van struweeleilanden een extra bodemsubstraat van ca. 80 cm boven op de kleilaag.

De ontwerptekeningen zijn gegeven in BIJLAGE 11.

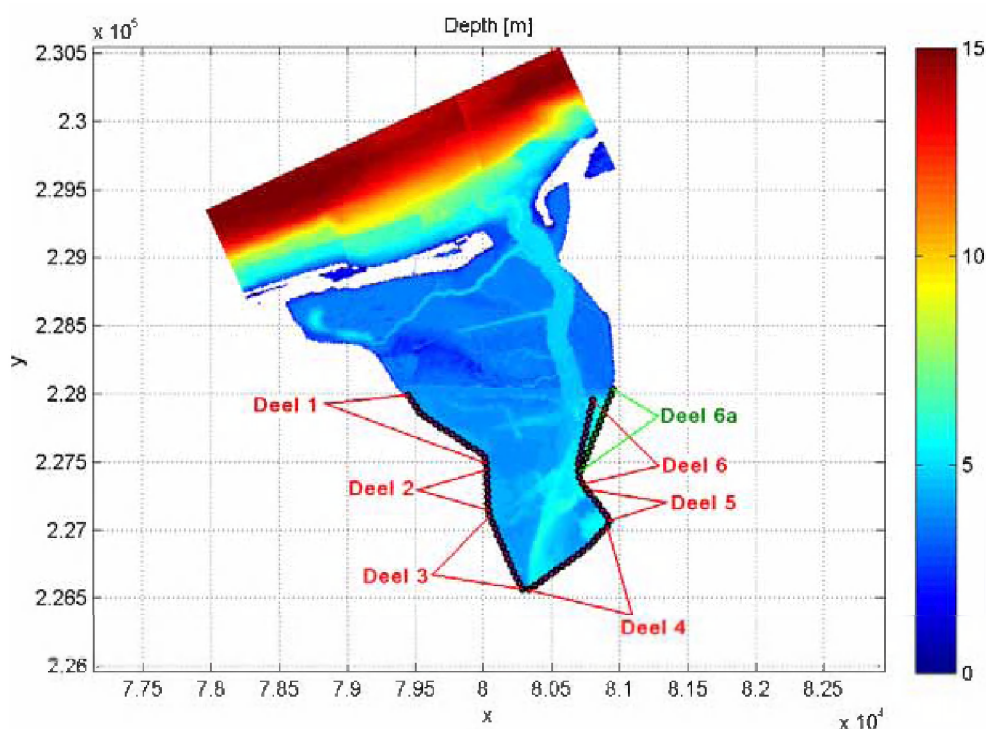
5.2 Dijkhoogte

Met de golfhoogte H_{mo} en de golfperiode ($T_{m-1,0}$) aan de dijk gekend, kan voor verschillende dijktaals-layouts de nodige hoogte van de dijk bepaald worden op basis van een beperking van het overslagdebiet bij een 4000 jarige storm (in 2060) tot 1 l/s/m. Samen met de inrichtingsstudie

van het Zwin zal hieruit een optimaal dijkprofiel bepaald worden. Theoretisch kan de dijk ontworpen worden om hogere overslagdebieten toe te laten. Maar bij bv. een limiterende waarde van 10 l/s/m zou het water dat in het achterland terecht komt, niet meer afgevoerd kunnen worden. Hiertoe zou opslagcapaciteit achter de dijk voorzien moeten worden, waardoor veel extra ruimte nodig is. Gezien de aanwezigheid van nabijgelegen woonkernen, zal de dijk ontworpen worden voor 1 l/s/m.

De overslagdebieten worden berekend met PC-Overslag, gebaseerd op de formules van Van der Meer, beschreven in het TAW rapport "Golfploop en overslagdebieten".

Gezien het grillige verloop van de dijk en omdat de maximaal voorkomende golfcondities niet overall optreden, wordt de dijk in vakken/delen beschouwd (cf. Figuur 5-2). De dijk is opgedeeld volgens zijn rechte stukken omdat in de uitvoerpunten langs elk recht gedeelte verwacht wordt dat dezelfde storm bepalend zal zijn als gevolg van de gemeenschappelijke oriëntatie t.o.v. de windrichting van de storm. Elk vak/deel zal afzonderlijk behandeld worden in het ontwerp. Zoals eerder vermeld, wordt $T_{m-1,0}$ nog met 20% verhoogd. Deze golfparameters worden dan aangenomen voor het volledig beschouwde gedeelte en gebruikt als randvoorwaarden bij het bepalen van de minimaal benodigde dijkhoogte.

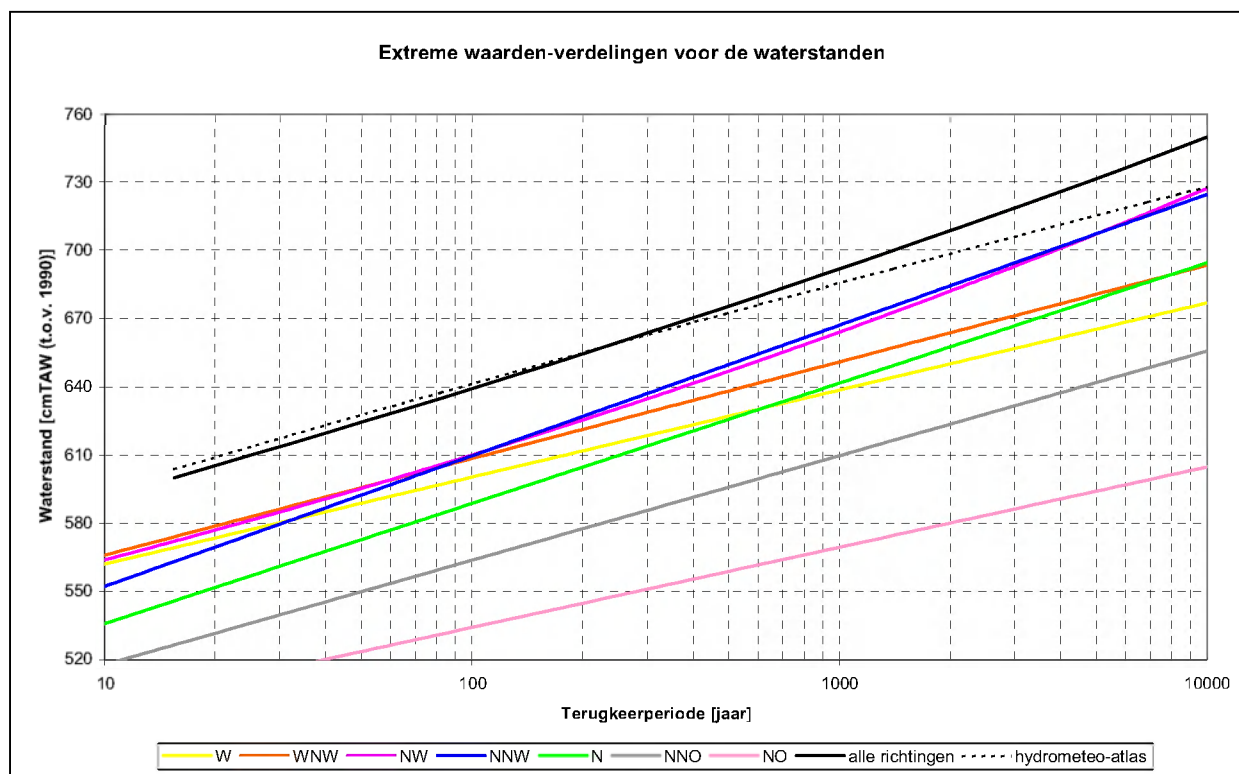


Figuur 5-2: Aanduiding en nummering van de onderscheiden dijkvakken/dijkgedeeltes

De gebruikte golfparameters per dijkgedeelte staan samengevat in Tabel 5-1. De bepaling van deze parameters is beschreven in de nota in BIJLAGE 8.

Tabel 5-1: Dominante golfparameters per dijkgedeelte.

	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Deel 4	Deel 5	Deel 6	Deel 6a
Grootste H_s [m]	1.22	1.01	1.44	1.31	1.07	1.40	1.38
Bijhorende richting op de rand (dominant) [°]	337.5	337.5	0	337.5	270	300	300
(Grootste $T_{m-1,0}$)*1.2 [s]	5.15	5.50	5.18	4.44	4.54	6.27	6.35



Figuur 5-3: Richtingsafhankelijke extreme waardeverdeling van de waterstand ([10])

Bij het ontwerpwaterpeil hoort nog een toeslag die rekening houdt met fenomenen zoals buistoten en bui-oscillaties. De toestand van het Zwin leunt het dichtste aan bij een zeegat zodat de toeslag 0.3m bedraagt (zie nota BIJLAGE 8). Doordat de golfoploop meer is dan 2 m (als berekend met PCoverslag) reduceert de uiteindelijk toeslag nog tot 0.15m. Een dergelijke reductie wordt redelijk geacht omdat de extra-bedreiging, die uit de toeslag t.g.v. een buistoot voortvloeit, al voor een gedeelte wordt opgevangen door het in rekening brengen van de golfoploop.

Nu de randvoorwaarden per dijkgedeelte zijn gekend, wordt de dijkhoogte bepaald met het ontwerppeil (incl. toeslag) voor een gegeven dijktaaludvorm. De vormgeving van de nieuwe zeewering sluit aan bij de traditionele vorm van de zeewering. Er werden 4 dijksecties onderscheiden:

1. Dijksectie 1: hellingen van 4:1 (16/4) en een berm van 7.5m op +6.2m NAP (+8.5m TAW);
2. Dijksectie 2: hellingen van 3:1 (12/4) en een berm van 7.5m op +6.2m NAP (+8.5m TAW);
3. Dijksectie 3: hellingen van 4:1 (16/4) en een berm van 7.5m op +5.2m NAP (+7.5m TAW);
4. Dijksectie 4: hellingen van 3:1 (12/4) en een berm van 7.5m op +5.2m NAP (+7.5m TAW);

De dijkhoogte is op iteratieve wijze bepaald met PC-Overslag waarbij het overslagdebiet beperkt is gehouden tot 1l/m/s (cf. Tabel 5-2).

Tabel 5-2: Dijkhoogtes per dijkgedeelte en per taludvorm

	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Deel 4	Deel 5	Deel 6	Deel 6a
Dijksectie 1	9.85	10.05	10.05	9.65	9.45	10.45	10.45
Dijksectie 2	10.15	10.35	10.45	10.05	9.75	10.95	10.95
Dijksectie 3	9.55	9.75	9.75	9.35	9.15	10.05	10.15
Dijksectie 4	10.05	10.35	10.35	9.85	9.65	10.85	10.95

De invloed van de helling en het niveau van de berm op het overslagdebiet (en dus ook de dijkhoogte) werd onderzocht. Met een steilere helling is een hogere dijk nodig. Een lagere berm verlaagt het overslagdebiet en dus ook de noodzakelijke dijkhoogte. Het verschil in dijkhoogte kan reiken van 10cm tot 80cm voor een maximaal overslagdebiet van 1l/m/s.

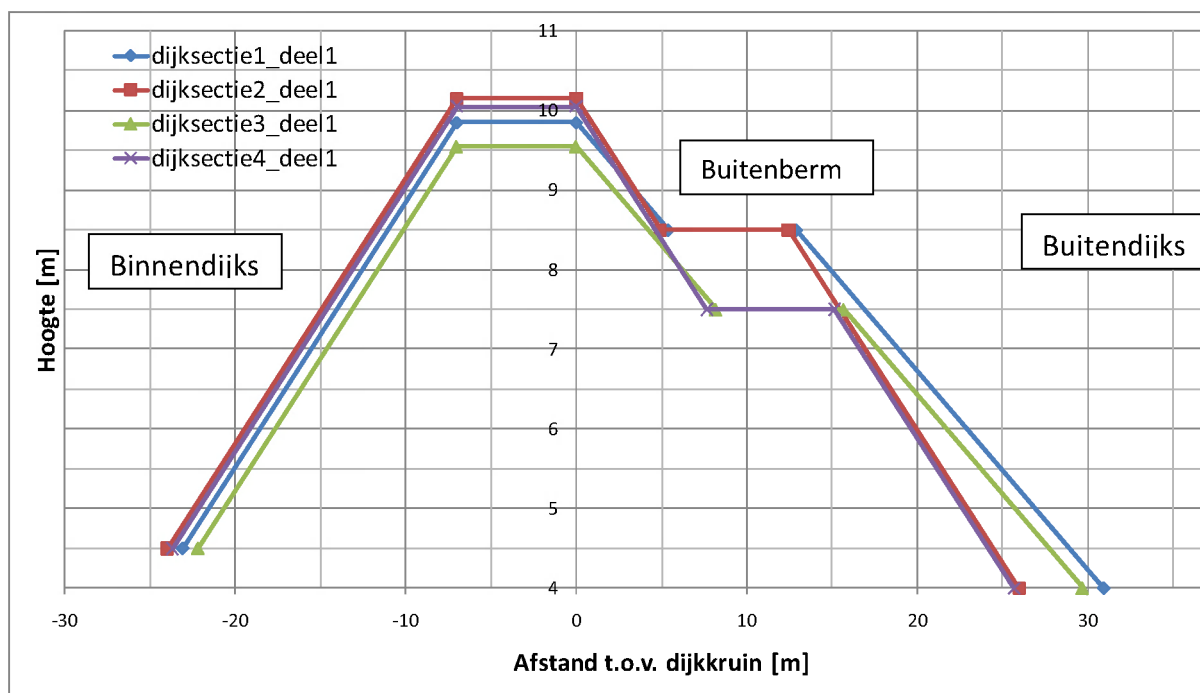
Voor elke taludvorm wordt een andere dijkhoogte bekomen onder dezelfde golfbrandvoorwaarden zodat er een onderling verschil aan grondvolume bestaat dat nodig is voor het realiseren van de dijk.

In kader van de totale kost voor de constructie van de dijk, wordt gekeken naar de volumes grond die de verschillende dijksecties nodig hebben per lopende meter (zie nota BIJLAGE 8). In deze dijksecties zitten zowel kernmateriaal als erosiebestendige kleilaag.

De verlaging van de berm van +6.2m naar +5.2m NAP (+8.5m TAW naar +7.5m TAW) heeft het grootste effect op de dijkhoogte en het grondvolume. Het verschil is kleiner of zelfs onbestaande bij veranderende helling (berm op +6.2m NAP (+8.5m TAW)). In geval van een berm op +5.2m NAP (+7.5m TAW) stijgt het volume bij een steilere helling met rond de 7m³/m.

Het flauwste talud heeft dus vooral als voordeel dat de dijk lager wordt, de breedte van de dijk (footprint) stijgt echter.

In Figuur 5-4 zijn de verschillende ontwerpen van de dijk vergeleken voor dijkgedeelte 1.



Figuur 5-4: Vergelijking van de verschillende dijktaaldvormen met ontwerpcriterium: overslagdebiet is maximaal 1l/m/s (met golfcondities van dijkgedeelte 1).

De dijkhoogtes als vermeld in Tabel 5-2 houden nog geen rekening met overhoogtes ten gevolge van zettingen van de ondergrond. De overhoogtes zijn maximaal ter plaatse van de kruin en nemen af tot een waarde nul naar de teen van de dijk toe.

5.3 Grondwaterstand

De grondwaterstand in de huidige Willem-Leopoldpolder werd onderzocht. Een overzicht van de waarden langs het nieuwe dijktracé (volgens sonderingen) is gegeven in Tabel 5-3.

Tabel 5-3: Grondwaterstanden

	Maaiveldpeil		Freatisch oppervlak	
	m NAP	m TAW	m NAP	m TAW
S19	+1.2	+3.5	+0.2	+2.5
S24	+1.2	+3.5	+0.2	+2.5
S43	+1.2	+3.5	+0.2	+2.5
S50	+0.2	+2.5	-0.3	+2.0
S54	+0.2	+2.5	-0.3	+2.0

5.4 Dijkbekleding

Tijdens het optreden van een storm zoals een 4000-jarige storm, ondergaat de dijkbekleding zelf de golfaanval. Om de schade door erosie te begroten is op basis van de tijdreeks van de waterstand een tijdreeks opgesteld voor de golfhoogte aan de teen van de meest belaste dijk voor de ergste golfcondities (cf. Figuur 4-4).

Het ontwerp van de dijkbekleding staat beschreven in BIJLAGE 9. Deze nota beschrijft de methodologie die gevolgd werd bij het ontwerp van de dijkbekleding van de nieuwe Zwindijk en geeft de eerste resultaten. De dijk wordt ontworpen als een zogenaamde 'kleidijk', d.w.z. een dijk met grasbekleding met daaronder een erosiebestendige kleilaag van voldoende dikte. De dikte van de kleibekleding wordt bepaald door de mate van erosiebestendigheid van de dijk.

5.4.1 Randvoorwaarden

De dijkbekleding wordt ontworpen voor het dijkgedeelte 3 dat hydraulisch het meest wordt belast (zie Figuur 5-2). Er wordt een waterpeilverloop opgelegd overeenkomend met een storm van 4000 jaar. De maximale H_s bedraagt 1.44 m. Figuur 4-4 toont het verloop van het opgelegde waterpeil en de golfhoogte in functie van de tijd. Voor wat betreft de piekperiode T_p worden berekeningen uitgevoerd met een periode van 5s en één van 12s.

De geometrie is die van dijksectie 3, waarbij het minste grondverzet nodig is. Deze sectie heeft een helling van 16:4 en een berm op +5.2 m NAP (+7.5 m TAW). De dijk kruin voor dijkgedeelte 3 horende bij deze taludvorm ligt op +7.45 m NAP (+9.75 m TAW).

Het gemiddeld HW is gelegen op +1.92 m NAP (+4.22mTAW), terwijl springtij HW op +2.30 m NAP (+4.60m TAW).

5.4.2 Methodologie

De dikte van de kleibekleding dient niet dezelfde te zijn over het volledige dijktafval. Ter hoogte van het ontwerppeil wordt een overgang voorzien van een dikkere kleilaag (onder het ontwerppeil) naar een minder dikke kleilaag (boven het ontwerppeil).

Het talud van de dijk wordt belast door golfaanval. De golfaanval bestaat uit de kracht uitgeoefend door het breken van de golf (de golfklap) en door de op- en afloop van water.

Onder het ontwerppeil is het erosiemechanisme golfklap bepalend. De erosie ten gevolge van golfoploop –en afloop kan hiertegenover verwaarloosd worden.

Boven het ontwerppeil geldt enkel de erosie door golfoploop en -afloop. Deze wordt niet berekend. Het is immers een veilige aanname de kleidikte vanuit de golfklapzone door te trekken in de zone daarboven.

Het dijktaalud wordt opgedeeld tussen teen en kruin in 100 punten. Voor elk punt wordt de belastingsduur berekend en de erosieformules toegepast zoals in BIJLAGE 9 besproken.

5.4.3 Grasbekleding

De kleilaag wordt pas aangesproken, als de grasbekleding bezwijkt. De maximale golfbelastingsduur voor het bezwijken van gras wordt bepaald volgens de TAW leidraden ([19])

De duur van de belasting wordt bepaald op basis van VTV ([23]) als beschreven in BIJLAGE 9. Deze belastingsduur wordt voor onderhavige studie berekend voor 100 punten langs het talud. De opgelegde stormen worden gekenmerkt door een totale duur van 45 uur. Gedurende deze storm kan een bepaald deel van de dijk dus meerdere malen worden belast.

Als de belastingsduur groter is dan de maximale golfbelastingsduur voor het bezwijken van gras, is het gras dus weggeërodeerd en moet de reststerkte geleverd worden door de dijk kern. Er wordt aangenomen dat de zandkern geen reststerkte bezit. De reststerkte dient dus te komen van de aanwezig topklaag uit klei.

5.4.4 Kleibekleding

De benodigde dikte van de kleilaag wordt bepaald aan de hand van erosiesnelheid van de klei die bepaald wordt door de optredende golfaanval en de gekozen taludhelling. Het VTV ([23]) geeft erosiesnelheden van klei (voor verschillende categorieën van klei en zowel onder als boven GHW + 1m). Op basis van deze waarden werd een best fit gemaakt.

De belastingsduur over het talud werd bepaald voor aangenomen piekperiodes van 5s en 12s. De belastingsduur is het grootste in de omgeving van +3.0 m NAP (+5.3 m TAW). Bij een piekperiode van 12s neemt de belastingsduur bovendien toe omdat in dat geval de golfklap zich bij een bepaald waterpeil over een bredere zone laat voelen. Uiteindelijk werd verder gerekend met de meest nadelige waarde van 12s.

5.4.4.1 Invloed grasbekleding

In Tabel 5-4 wordt de benodigde kleidikte samengevat voor de verschillende 'kwaliteiten' van de grasbekleding evenals voor de situatie waarin geen grasbekleding aanwezig is. De waarde voor de kleilaag onder het ontwerppeil is de maximale waarde over dit deel van het talud (de golfklapzone). De waarde voor de kleilaag boven het ontwerppeil komt overeen met de benodigde kleidikte als bescherming tegen golfklap voor het taludgedeelte net onder het ontwerppeil.

Tabel 5-4: Benodigde kleidikte in functie van de graskwaliteit.

	Kleidikte onder 5.48m NAP	Kleidikte boven +5.48m NAP
Geen grasvegetatie	$1.6+0.5 = 2.1$	$0.8+0.5 = 1.3$
Grasvegetatie van slechte kwaliteit	$0.9+0.5 = 1.4$	$0.0+0.5 = 0.5$
Grasvegetatie van matige kwaliteit	$0.7+0.5 = 1.2$	$0.0+0.5 = 0.5$
Grasvegetatie van slechte kwaliteit	$0.6+0.5 = 1.1$	$0.0+0.5 = 0.5$

In onderling overleg met de stuurgroep werd besloten om voor het gedeelte onder het ontwerppeil niet te rekenen op de sterkte van de grasvegetatie en bijgevolg de volledige sterkte toe te kennen aan de kleibekleding. Dit is een conservatieve aanname. Voor een gedeelte boven het ontwerppeil kan wel worden gerekend op de grasbekleding (met een slecht erosiebestendige kwaliteit). Eveneens werd in de stuurgroep besloten om als minimale kleidikte 1 m aan te houden.

5.4.4.2 Invloed faseverschuiving

Uit de resultaten blijkt dat de meest nadelige situatie zich voordoet als de piek van het stormopzet 6h valt na het hoogwater. De benodigde kleidikte neemt toe met 20cm, van 2.1 m naar **2.3 m**.

5.4.4.3 Invloed stormduur

In bovenstaande werd steeds gerekend met een stormduur van 45h volgens de Vlaamse norm. Uitgaande van de Nederlandse norm met een stormduur van 35h, kan geconcludeerd worden dat:

- de kleidikte **boven het ontwerppeil steeds ongewijzigd** blijft tov bovenstaande tabel
- de kleidikte **onder het ontwerppeil 0.1 m kleiner** is tov 2.3 m.

5.4.4.4 Invloed voorland

Opdat de kleibekleding niet dagelijks aan water wordt blootgesteld, wordt grond opgebracht tot tegen de dijk tot een hoogte van ca. GHW. Dit heeft als bijkomend voordeel dat de golven sneller zouden breken en de benodigde kleidikte kleiner zal zijn. Omdat de ophoging aan zeezijde van de dijk echter niet voldoende breed is en bovendien bij hoog stormtij kan worden weggeslagen, wordt voorgesteld om bij de verdere berekeningen de invloed van dit voorland niet in rekening te brengen.

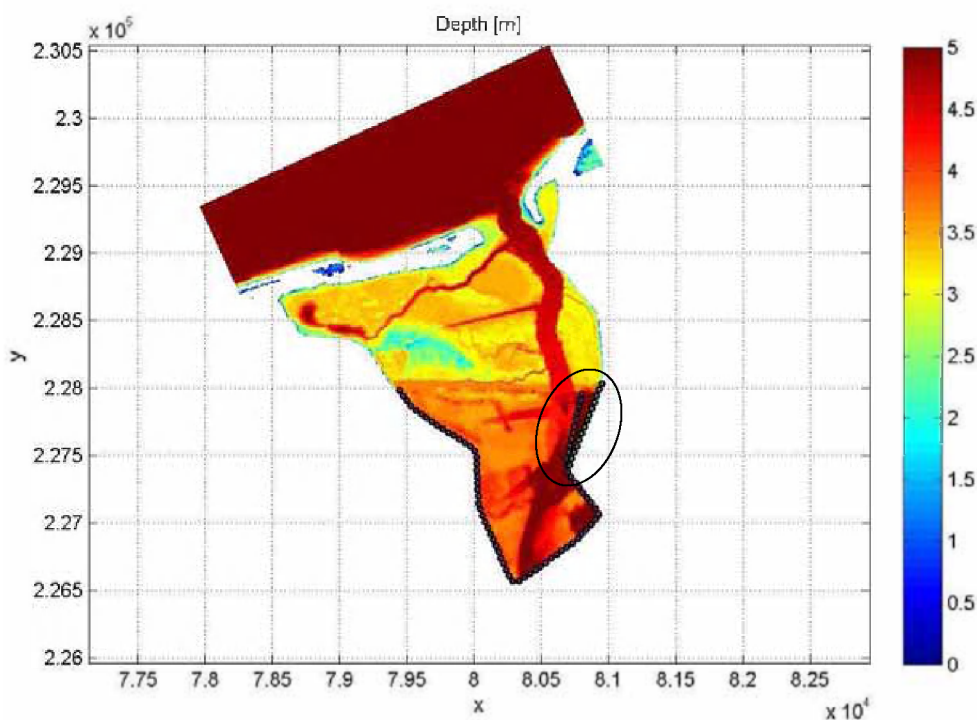
5.4.4.5 Conclusie

Bovenstaande beschouwingen werden uitgewerkt voor alle dijkdelen vermits deze niet even zwaar worden belast door de wind.

Voor de buitendijkse talud **boven het ontwerppeil** is de kleidikte **1 m**. Voor de buitendijkse talud **onder het ontwerppeil** is de kleidikte 2.1 à 2.2 m afhankelijk van het dijkdeel. Voor de conformiteit van de dijkprofielen wordt gekozen om een kleidikte van **2.2 m** aan te houden.

5.4.5 Bescherming tegen erosie door de geul

De hoofdgeul in het Zwin is morfologisch dynamisch. Er dient dan ook rekening mee gehouden te worden dat de geul tot tegen de Zwindijk komt te liggen. De potentiële locatie is aangeduid in Figuur 5-5.



Figuur 5-5 Locatie waar dijk beschermt dient te worden

BIJLAGE 10 beschrijft de standaard breuksteensortering die nodig is ter afdoende bescherming van dijktaaluds in het Zwin.

Het betreft dijktaaluds die belast worden door stroomsnelheden tot 1 m/s (bij 100-jaarlijkse storm), i.e. een dijk die ligt naast een geul.

Voor een hydrodynamische belasting van een 100-jarige storm voldoet een sortering van 40-200 kg. Hierbij zal de breuksteen van de toplaag in enige mate bewegen. Evenwel zonder dat hierbij de onderlaag bloot komt te liggen.

Dit bewegen wordt vrijwel volledig uitgesloten bij een zwaardere sortering van 60-300 kg. Deze sortering biedt ook enige (beperkte) bescherming (tegen falen) bij een X-jarige storm¹.

Op het talud heeft de toplaag een dikte van twee steenlagen. Deze wordt aangebracht tot een peil van +2.7 m NAP (+5.0 m TAW, i.e. net boven normale HW-stand bij springtij. Onder deze toplaag wordt een filterlaag en een geotextiel aangebracht.

Deze breuksteenbekleding wordt bij de dijkteen minimaal over een afstand van 3 m verder doorgetrokken, dit met een minimumdikte van 2 lagen, i.e. de laagdikte van de toplaag op het talud.

Het geotextiel onder de breuksteenbekleding wordt eveneens doorgetrokken tot het einde van de teenconstructie.

5.4.6 Voorland

Ten behoeve van de grondwaterstroming onder en door de dijk wordt de kernlaag bekleed met een kleilaag, welke reikt tot in het initiële maaiveld. Om vertering van die kleilaag tussen het 0.5 m onder het Gemiddeld Hoogwaterpeil (GHW) en het maaiveldpeil te vermijden, wordt buiten de

¹ Met de X-jarige storm wordt de 100 jarige storm bedoeld, met hogere golven en stroomsnelheden, als gevoeligheidsanalyse

zones waar de teen van de dijk wordt bekleed met een stortsteenbekleding (bv. omgeving geul) een nieuw voorland aangelegd over een breedte van 20 m. De eerste 3 m van dit voorland wordt horizontaal uitgevoerd op een hoogte overeenkomstig het GHW, oftewel +2 m NAP (+4.3 m TAW), de overige ca. 17 m wordt geheld uitgevoerd (variabele helling) tot het initiële maaiveldpeil.

5.4.7 Struweeleilanden

Binnenwaarts de dijken worden de taluds bekleed met 80 cm teelaarde voor de begroeiing van struweel. Meer informatie hierover is beschreven in par. 5.1. Onder de teelaarde voor de struweelbeplanting wordt een kleilaag van 60 cm voorzien.

5.5 Verkeersbelastingen

Aanbevolen wordt uit te gaan van een gelijkmatig verdeelde ontwerpbelasting van 15 kN/m² op één rijstrook met een breedte van 2.5 m ([17], [18] en [20]).

Voor de beoordeling van de binnenwaartse standzekerheid kan met een lagere belasting worden gerekend. Hierbij wordt er van uitgegaan dat ten tijde van het optreden van MHW een lichtere verkeersbelasting aanwezig zal zijn. Aanbevolen wordt een lastenstelsel van 400 kN per 12 m, hetgeen overeenkomt met 13 kN/m² over een breedte van 2.5 m. Op die belasting moet ook gerekend worden als er geen rijweg aanwezig is ([18] en [20]).

Deze belasting wordt voorzien zowel op de binnen- als buitenberm, als op de kruin van de dijk.

5.6 Conclusie

De stabiliteit van de dijken is gecontroleerd. De ontwerprandvoorwaarden en berekeningsresultaten werden samengevat in de nota in BIJLAGE 8 en BIJLAGE 13.

De dijken worden ontworpen als dijken met zandkern en kleibekleding. De kleidiktes bedragen 1.4 m aan buitendijkse zijde en 0.6 m aan binnendijkse zijde. De hellingen van de taluds bedragen resp. 4:1 (16/4) en 3:1 (12/4). De geometrie is gebaseerd op de beschouwingen voor dijksectie 3 uit Tabel 5-2.

Ter plaatse van de geul wordt het talud bekleedt met stortstenen (incl. filter en geotextiel) over een dikte van 70cm (gewichtsklasse 40 tot 200 kg) en dit over een hoogte van -4.3 m NAP (-2 m TAW) tot hoogwater. De teen wordt bekleed over een breedte van 3 m en een dikte van 1 m met dezelfde granulometrie.

De dijken worden aangelegd met een overhoogte van 30 cm (tussentijdse) zettingen van de dijk moeten gecompenseerd worden.

6 RUIMTELIJKE INRICHTING

6.1 Compensatie en ruimtelijke inpassing

Als gevolg van de uitbreiding van het Zwin door middel van een landwaartse dijkverlegging gaat een deel van de bestaande voorzieningen verloren. Het herstel van deze waarden en maatregelen die nodig zijn voor een verantwoorde inpassing van de dijkverlegging in de omgeving zijn uitvoerig beschreven in de mer [16] en maken integraal onderdeel van dit Projectplan.

6.1.1 Natuur en habitats

6.1.1.1 Algemeen kader van de Passende Beoordeling/Verslechteringstoets

De wettelijke bescherming van natuurgebieden is in Nederland geregeld in de Natuurbeschermingswet 1998 en sinds 1 oktober 2005 is daarin ook het beschermingsregime van de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn geïmplementeerd. Vogel- en Habitatrichtlijngebieden worden volgens de gewijzigde wet beschouwd als Natuurmonumenten annex Natura 2000-gebieden. Tevens werden via de Flora- en faunawet de soortbeschermende componenten van Vogel- en Habitatrichtlijn opgenomen in Nederlandse wetgeving.

In Vlaanderen is de Europese bescherming omgezet naar Vlaamse wetgeving via het Decreet op het Natuurbehoud van 21 oktober 1997. Een belangrijk aspect voor de concrete bescherming van het ecologische netwerk zijn de instandhoudingsdoelstellingen die voor de gebieden gelden.

Conform Artikel 6 van de Vogel- en Habitatrichtlijn moet voor elk plan of project dat direct verband houdt met of nodig is in het kader van een Natura 2000-gebied, geen passende beoordeling gemaakt te worden.

Aangezien de werkzaamheden in het kader van het duurzaam behoud van het Zwin nodig zijn om het gebied Zwin & Kievittepolder in gunstige staat van instandhouding te brengen, dienen de werkzaamheden gezien te worden als een project dat nodig is vanuit het beheer van dit Natura 2000-gebied. Met deze beheermaatregel wordt vooruit gelopen op het komende beheerplan ex art 19a, lid 1 van de Natuurbeschermingwet. Het 'duurzaam behoud en uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied' zal als één van de instandhoudingsmaatregelen in dit beheerplan worden opgenomen. Zoals hierboven reeds aangegeven is dan geen passende beoordeling vereist. Gezien het feit dat uitbreiding van het Zwin gericht is op het 'in gunstige staat van instandhouding brengen' van de instandhoudingsdoelen, kan worden uitgesloten, dat de aard en de tijdelijkheid van de effecten als gevolg van de uit te voeren werkzaamheden in dit kader leiden tot een significant negatief effect op de instandhoudingsdoelen. In dat geval kan volstaan worden met een zogenaamde verslechteringstoets.

Bij de beoordeling van effecten wordt onderscheid gemaakt in 'verslechtering of verstoring' en 'significante effecten'. Als er sprake is of kan zijn van een significante verstoring of verslechtering, moet een **Passende Beoordeling** worden uitgevoerd. Als er wel verslechtering van de kwaliteit van habitats op kan treden, maar deze zeker niet significant zullen zijn, kan worden volstaan met een **Verslechteringstoets**.

Voor een verdere toelichting en detaillering van onderstaande conclusies wordt verwezen naar de Verslechteringstoets [3].

6.1.1.1.1 Algemene Natura 2000-doelstellingen

Zowel door Vlaanderen als door Nederland zijn reeds een aantal studies uitgevoerd of beleidsdocumenten opgesteld waarin staat aangegeven wat de doelstellingen zijn en wat in de verschillende Natura 2000-gebieden de gunstige staat van instandhouding van habitats en soorten

is (bv. Natura 2000-doelendocument (Min. van LNV, 2006), Van Vessem & Kuijken (VL)). O.a. op basis van deze studies werden de te beschermen habitats en soorten aangemeld bij Europa.

Op basis van deze bovengenoemde studies kunnen de volgende relevante Natura 2000-doelen en -kernopgaven voor het projectgebied en zijn omgeving worden geformuleerd:

- voor alle grote wateren geldt dat behoud of herstel van de ruimtelijke samenhang tussen geulen, ondieptes, platen en schorren en de bijbehorende sedimentatie- en erosieprocessen van groot belang zijn.
- voor vogels geldt dat voldoende rust en ruimte om te foerageren en voldoende hoogwatervluchtplaatsen van groot belang zijn.
- voor broedvogels geldt vooral behoud van de huidige toestand.
- voor open wateren geldt het behoud van de kwaliteit van het leefgebied voor zeezoogdieren en het behoud van de foerageerfunctie voor visetende soorten.
- voor zoet-zout-overgangen geldt o.a. verbetering van estuarium-kwaliteit en herstel van de zoet-zout-overgangen.
- voor de meeste SBZ-H-soorten geldt een behoud van de bestaande biotopen en de erin aanwezige soorten. Alleen voor de Gewone zeehond wordt als doel een verbetering van de kwaliteit van het leefgebied vooropgesteld.
- *algemeen*: de doelstellingen zijn overwegend geformuleerd in termen van behoud leefgebied in functie van behoud van de populatie.

6.1.1.1.2 Gebiedsspecifieke Natura 2000-doelstellingen

Uitgangspunt voor de Natura 2000-beoordeling vormen, in Nederland, de instandhoudingsdoelen zoals geformuleerd in het ontwerp-aanwijzingsbesluit van Natura 2000-gebied n°123 'Zwin en Kievittepolder' met de bijbehorende onderbouwing (LNV 2007).

Het terrein waarbinnen de werkzaamheden plaatsvinden ligt in Nederland aan het Habitatrictlijngebied n°123 'Zwin en Kievittepolder' met gebiedscode NL3000027. Dit gebied is aangemeld voor een aantal habitattypen en habitatrictlijnsoorten.

Het Natura 2000-gebied 't Zwin en Kievittepolder bestaat uit vier deelgebieden: het Nederlandse deel van 't Zwin, de Zwinweide, de Kievittepolder en de Oudelandse Polder.

Het natuurgebied 't Zwin – op de grens van Vlaanderen en Nederland – ligt ingesloten tussen de duinen en een hoge dijk en is via een geul verbonden met de Noordzee. Hierdoor stroomt dagelijks veel zeewater binnen. Dit zorgt voor een uniek landschap van zandplaten, slikken en schorren met kreken waar veel bijzondere plantensoorten voorkomen. 't Zwin is daarmee een ideaal broedgebied voor veel vogelsoorten en een belangrijke rustplek voor trekvogels.

Ten zuiden van 't Zwin, achter de zeewerende dijk, ligt de Zwinweide: een reliëfrijk grasland waar het zoute kwelwater uit 't Zwin aan de oppervlakte komt. Dat zorgt voor een bijzondere vegetatie. In het noordoosten van 't Zwin begint de Kievittepolder, met duinen en duingrasland met enkele veedrinkpoelen. De Noorddijk vormt de grens van deze polder. Daarachter ligt het gevarieerde landschap van de Oudelandse Polder, een vochtig grasland met reliëf, begroeid met planten en lage struiken

Dit Nederlandse Natura 2000-gebied is een bundeling van het voormalige Habitatrictlijngebied resp. Vogelrichtlijngebied. In hoofdlijnen omvat het aangewezen gebied het estuarium en mondingsgebied van de Westerschelde vanaf de rijksgrens tot de lijn Westkapelle-Cadzand. Daarnaast maken ook een aantal binnendijkse gebieden, die veelal een ecologische relatie hebben met het estuarium, deel uit van het aangewezen gebied. Het Nederlandse Natura 2000-gebied wordt begrensd door de waterkerende Scheldedijk. Volgende habitats en (vogel)soorten werden bij Europa aangemeld.

Voor de bescherming van het landschap en de natuurwaarden van het gebied 't Zwin en Kievittepolder heeft het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) in het ontwerp-aanwijzingsbesluit van september 2008 de volgende doelen geformuleerd:

- Het behoud van areaal en de kwaliteit van de volgende leefgebieden ('habitattypen'):

- Slik- en zandplaten die bij eb droogvallen
- Pionierbegroeiingen die van zout water houden, zoals zeekraal
- Slijkgrasvelden
- Schorren en zilte graslanden
- Wandelende duinen op de strandwal (witte duinen) en vastgelegde kustduinen met hun begroeiing (grijze duinen)
- Duinen met duindoorn
- Het behoud van de aantallen en de kwaliteit van het leefgebied van drie diersoorten:
 - Nauwe korfslak
 - Kamsalamander (voor deze soort moet ook de kwaliteit van het leefgebied verbeterd worden)
 - Kleine zilverreiger

6.1.1.2 Aanwezigheid soorten en habitats binnen de Natura 2000-perimeter

In Tabel 6-1 staan de habitattypen waar het Nederlandse deel van het Zwin voor is aangemeld.

Het gebied 'Zwin en Kievittepolder' is als Habitatrichtlijngebied alleen aangewezen voor de Habitatrichtlijnsoorten Kamsalamander en de Nauwe korfslak. In het kader van de Vogelrichtlijn is het gebied ook aangewezen voor de Kleine zilverreiger (*Egretta garzetta*) als niet-broedvogel.

Tabel 6-1: Habitats en (vogel)soorten

N°	Habitattypen
H1140	Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten
H1310	Eenjarige pioniersvegetaties van slik- en zandgebieden met zeekraal en andere zoutminnende soorten
H1320	Schorren met slijkgrasvegetatie (<i>Spartinion</i>)
H1330A	Atlantische schorren (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimimae</i>) (buitendijks)
H1330B	Atlantische schorren (<i>Glauco-Puccinellietalia maritimimae</i>) (binnendijks)
H2110	Embryonale wandelende duinen
H2120	Wandelende duinen op de strandwal met <i>Ammophila arenaria</i> (Witte duinen)
H2130*	Vastgelegde duinen met kruidvegetaties (Grijze duinen)
H2160	Duinen met <i>Hippophae rhamnoides</i>
N°	Habitatrichtlijnsoort
H1014	Nauwe korfslak
H1166	Kamsalamander
N°	Niet-broedvogels
A026	Kleine zilverreiger

* = Prioritaire habitattypen

6.1.1.3 Aantasting van areaal en kwaliteit van habitat door ingrepen in het Habitatrichtlijngebied

In de Verslechteringstoets ([3]) wordt uitgebreid beschreven wat de huidige toestand is van de habitat in het Natura 2000-gebied Zwin en Kievittepolder. Tevens wordt een beschrijving en een beoordeling van de effecten opgenomen in de Verslechteringstoets. Hier wordt onderscheid gemaakt tussen korte termijn effecten en lange termijn effecten.

6.1.1.4 Effecten op broed- en leefgebieden van vogelsoorten aangemeld in het kader van de Europese Vogelrichtlijn

Het Nederlandse deel van het Zwin is aangewezen als Vogelrichtlijngebied 'Zwin en Kievittepolder' met gebiedscode NL 3009018. Dit gebied is alleen aangewezen voor de niet-broedvogel Kleine zilverreiger. Voor het Nederlandse deel van het Zwin worden in het nieuwe concept aanwijzingsbesluit geen broedvogelsoorten meer opgenomen omdat deze soorten ofwel zijn verdwenen, ofwel zodanig in aantal zijn afgenomen dat zij niet meer kwalificeren. Onder de oude aanwijzing zijn in het kader van de Vogelrichtlijn wel broedvogelsoorten opgenomen. Formele toetsing is nog gewenst, maar omdat de soorten verdwenen zijn ofwel sterk teruggelopen zijn geen significante effecten meer te verwachten.

De werkzaamheden hebben op de lange termijn overwegend positieve effecten op de meeste broedvogelsoorten en niet-broedvogelsoorten waarvoor het Vlaamse en Nederlandse deel van het Zwin zijn aangemeld. Op de korte termijn worden negatieve effecten verwacht door verstoring, maar deze effecten zijn niet significant.

6.1.1.5 Conclusie Verslechteringstoets

De beoordeling van de effecten op de habitatsoorten en habitattypen wordt beschreven en samengevat in de Verslechteringstoets ([3]).

6.1.2 Landschap, bouwkundig erfgoed en archeologie

Omstreeks 1800 en daarna werden de nog resterende getijdengeulen van het Zwin ingepolderd. In 1864 werd de havengeul van Sluis afgedamd (Havenpolder). In 1872-1873 sloot de Internationale Dijk de resten van de Zvingeul af van de zee (Willem-Leopoldpolder). Tegelijkertijd werd een kanaal gegraven tussen de bakkersdam bij Oostburg richting Cadzand om het overtollige oppervlaktewater van de achterliggende polders af te voeren naar zee. De kustlijn was weer gesloten. Sedertdien blijft nog een kleine restgeul (het huidige Zwin) over in de buurt van de Belgisch-Nederlandse grens, op de plaats waar tot in de 16de eeuw nog de westelijke polders lagen van het eiland Cadzand.

Aan Nederlandse zijde behoort het hele gebied tot het Nationaal Landschap West-Zeeuws-Vlaanderen, het is ook aangeduid als 'Belvédère'-gebied.

Binnen het projectgebied is het bouwkundig erfgoed schaars. Aan Nederlandse zijde zijn er enkele gebouwen langs de kanaalweg, geen van deze gebouwen heeft echter een bijzonder cultuurhistorische betekenis. In de directe omgeving van het Zwin bevindt zich wel (al dan niet beschermd) bouwkundig erfgoed: het verstrekt dorp 'Retranchement'.

Het archeologisch erfgoed in het Zwin heeft in hoofdzaak betrekking op de bewogen militaire geschiedenis van het gebied. Er werden verschillende linies opgezet, op regelmatige afstanden voorzien van forten of andere versterkingen. Sommige van deze elementen zijn nog steeds goed zichtbaar in het landschap.

De binnendijkse randzone van het uitgebreide Zwin zal voornamelijk een natuurlink moeten verzorgen met het omliggende polderlandschap. Een weloverwogen inrichting en gebruik van deze omliggende ruimten kunnen het ecosysteem rond het Zwingebied dan ook versterken. Aan de binnendijkse zijde kan men enkele aangrenzende gebieden met biologisch waardevolle elementen onderscheiden. Aan Nederlandse zijde blijft het restant van de zogenaamde orchideeënweide en het landschap rond het Retranchement waardevol. De link van deze "stepstones" met het buitendijks gebied is een natuurlijke aanvulling van de gebiedsuitbreiding van het Zwin.

6.1.3 Recreatieve voorzieningen

6.1.3.1 Wandel- en fietspaden

Het recreatief medegebruik zal er voornamelijk in bestaan om op de zeewering een pad van ca. 4 m breedte aan te leggen dat verschillende functies kan vervullen. In eerste instantie zal dit pad de teloorgegangene bovenlokale functionele fietsverbinding over de Internationale Dijk tussen Knokke-Heist en Cadzand-Bad moet vervangen. In tweede instantie moet het nieuwe pad over de dijk ingeschakeld kunnen worden in meerdere recreatieve fietsroutes in de kuststreek en de polders van Vlaanderen en Nederland. Op die manier kan een ruimere recreatief aanbod in de regio bereikt worden. Recreatief fietsen zal dus de primaire functie zijn van het pad, hoewel het pad ook ingeschakeld kan worden in wandelroutes (GR-route 5A) of tout court bewandeld kan worden.

De paden zullen afwisselend buitendijks en binnendijks liggen volgens het inrichtingsplan. Deze verlopen als volgt (van Knokke-Heist naar Cadzand-Bad, zie onderstaande figuur):

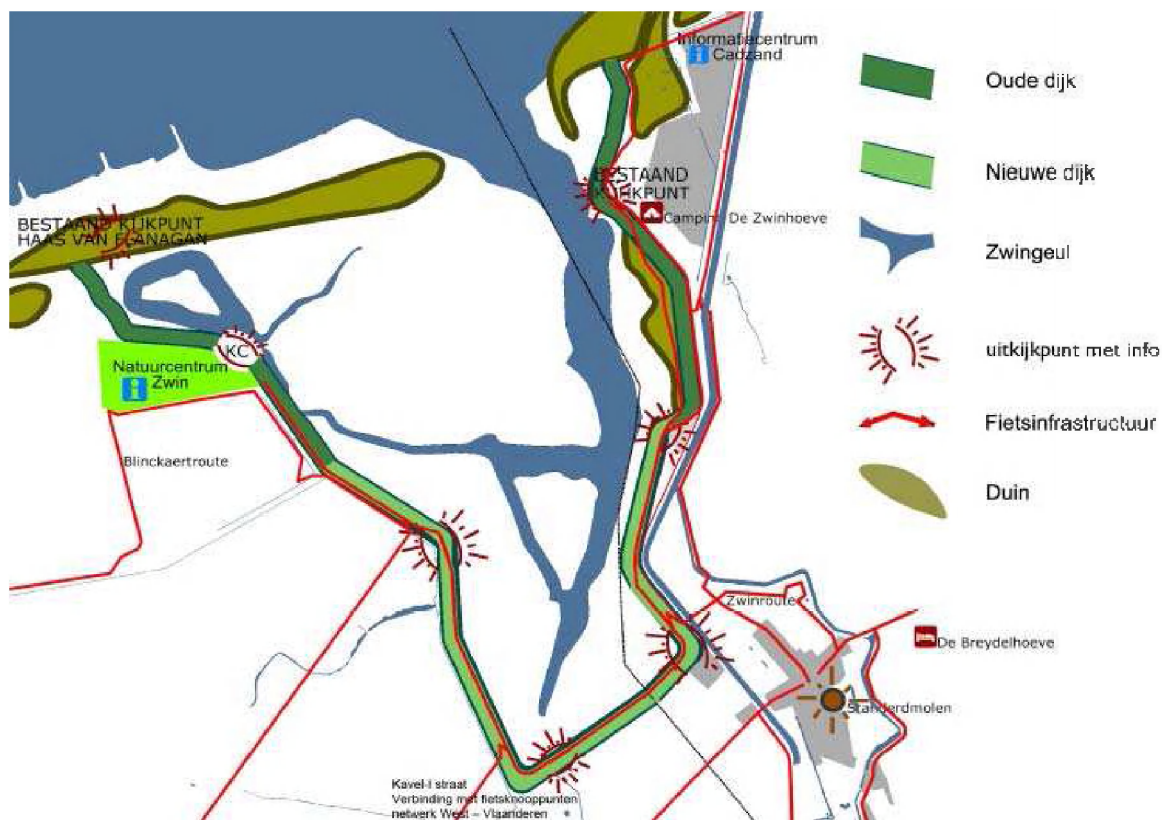
- Vanaf het Natuurcentrum Zwin vertrekt het pad binnendijks tot op hoogte van de kruin van de Nieuwe Hazegraspolderdijk (+3.95 m NAP of +6.25 m TAW) tot aan een eerste kijkpunt ter hoogte van de Hazegraspolderkreek. Dit gedeelte garandeert ook een vlotte aansluiting op de Blinckaertroute via de Dijkgraafstraat.
- Vanaf het eerste kijk- en rustpunt gaat het pad over naar de buitendijkse berm tot aan een volgende kijk- en rustpunt ter hoogte van de Dievangatkreek. In deze buurt wordt een overgang gemaakt naar de polderkant om te kunnen aansluiten op het fietsknooppuntennetwerk West-Vlaanderen via de Kavel-I-straat.
- Het pad blijft in de richting van het Retranchement op de buitendijkse berm met stijging naar het kijk- en rustpunt dat voorzien wordt ten noordwesten van de knik van de dijk ter hoogte van de Kanaalstraat. De mogelijkheden voor een fiets- en voetgangerslink naar de dorpskern en de vesten van het Retranchement kunnen verder worden bekeken (zijn geen onderdeel van dit projectplan).
- Verder in de richting van de 'Witte Koksmuts' blijft het pad nog over een bepaalde afstand buitendijks om voor de knik volgend op de hoek aan het Retranchement over te gaan naar de binnendijkse kant. De overweging hierbij is dat een verder getrokken buitendijks pad te kort bij de hoofdgeul ligt en te kort bij de vogelbroedeilanden zou liggen en deze zouden verstoren. Het pad loopt verder op een bepaalde hoogte langs de binnendijkse kant van de dijk (vergelijkbaar met het eerste stuk) en sluit dus niet aan op het bestaande vrij liggende fietspad langs de Kanaalweg.
- Ter hoogte van het kijkpunt aan de 'Witte Koksmuts' gaat het pad over in het pad dat zich door de nieuwe duinengordel beweegt tot aan het Zwincentrum aan Nederlandse kant. Tusseliggende bestaande aansluitingen garanderen de toegang tot het ruimere recreatieve wandel- en fietsnetwerk rond Cadzand-Bad. Nieuwe aansluitingen worden uitgevoerd langs het nieuwe dijktracé. Ter hoogte van de 'Witte Koksmuts' zal het binnendijkse pad een aftakking maken naar het reeds bestaande pad langs de Internationale Dijk. Dit wijkt af van het Inrichtingsplan. Indien deze aftakking zou moeten gerealiseerd worden op de Internationale Dijk, zou de rand van de dijk moeten verplaatst worden over een afstand gelijk aan de breedte van het pad, zodat taludhellingen behouden blijven. Dit is niet wenselijk.

Het binnendijkse pad op de nieuw aan te leggen dijk kan een mooi uitzicht geven op het waardevolle polderlandschap en de aangebrachte corridor met poelen voor de boomkikker. Het binnendijkse pad zorgt eveneens voor een comfortabele verbinding omdat het grotendeels op hetzelfde niveau ligt vanaf het Natuurcentrum Zwin tot de aansluiting met de Blinckaert-fietsroute. Er moeten namelijk geen grote hoogteverschillen (overstijgen dijk kruin) overwonnen worden. Aan de zijde van de Hazegraspolderdijk zal het pad op de hoogte van deze oude dijk moeten worden aangelegd om het zicht op het polderlandschap te behouden. Vanaf dit punt, dat gelinkt wordt aan een kijkpunt, wordt de overgang gemaakt naar het buitendijkse pad.

Het buitendijkse pad wordt aangelegd op de voorziene horizontale berm op +5.20 NAP (+7.50 m TAW) die zich leent voor deze infrastructuur. Het dijkprofiel wordt zo het minst gewijzigd. De

buitendijkse infrastructuur is op zeldzame momenten mogelijk onbruikbaar en onderhevig aan de invloed van de golfwerking en de storminvloeden. Regelmatig onderhoud en/of heraanleg van de infrastructuur kan (zal) nodig zijn.

Enkel de hellende vlakken om de kruin te overstijgen (van binnendijs naar buitendijs) hebben een impact op het dijkprofiel. Om de aansluiting met andere netwerken te realiseren moet men van de buitendijkse berm stijgen tot het kruinniveau en dan dalen tot het niveau van het netwerk waarop men aansluit (bestaande wegen, fietspaden, ...). Aan hellingen van 4% zal men dan al gauw een daal-stijgingslengte van ca. 140 m binnendijs moeten hebben, buitendijs een daal-stijgingslengte van ca. 52 m.



Figuur 6-1: Ontwerp van padenstructuren over de nieuwe zeeweringsdijk

6.1.3.2 De uitkijkpunten

De uitkijkpunten geven de mogelijkheid om te rusten en te kijken naar het Zwinlandschap of het Polderlandschap en worden voorzien van de nodige informatiepanelen. De kijkpunten hebben allen dezelfde dimensie.

De inplanting van de kijkpunten is als volgt (richting van Natuurcentrum Zwin naar Cadzand-Bad):

- Het kijkcenrum, dat in het Natuurcentrum Zwin zal komen, is een gebouw ingewerkt in de Internationale Dijk met een panoramisch zicht op de huidige Zwinvlakte.
- Een eerste uitkijkpunt situeert zich op de eerste grote knik in de dijk, ter hoogte van de Dijkgraafstraat. Enerzijds is deze plaats gekozen vanwege zijn aansluiting op de recreatieve Blinckaertfietsroute, anderzijds omwille van het grote panoramische zicht op de nieuwe en de oude Zwinvlakte. Daartegenover ligt aan de polderkant een restant van een oude kreek die een belangrijke landschappelijke waarde tentoonstelt.
- Het tweede punt is gesitueerd in de zuidwesthoek van de zuidelijke afsluitende dijk, met zicht op de volledige nieuwe Zwingeul, de broedvogeleilanden en de fourageerplekken voor de

vogels bij eb. Aan de andere zijde heeft men een goed landschappelijk zicht op de nog zichtbare oude geul (Nieuwe Watergang met omringende weilanden en begroeiing).

- Het derde punt situeert zich ten noordoosten van de knik van de dijk ter hoogte van het Retranchement. Dit punt wordt ook aangegrepen om een afdaling te realiseren naar de nieuwe Zwinvlakte. In verband met de privacy van de woningen aan de Kanaalweg wordt het kijkpunt zodanig gepositioneerd dat het zicht op de woningen en hun tuinen wordt belemmerd. De focus aan de overzijde komt te liggen op de skyline van het Retranchement.
- Het vierde punt ligt ter hoogte van het restaurant de Witte Koksmuts, ter vervanging van het huidige uitkijkpunt en ter verwijzing naar de afgegraven Internationale Dijk. Het uitzicht over het Zwin zal van uitzonderlijke kwaliteit zijn omdat men ook hier panoramisch kan kijken. Het zicht naar het achterliggende polderlandschap is hier niet relevant (privétuin, dus inrichting met respect voor de privacy). Vanaf dit kijkpunt zal men zich ook kunnen begeven naar het '*duin-tegen-dijklandschap*' en men zal aansluiting kunnen krijgen met de campings en het strand van Cadzand-Bad.

Naar vormgeving en grootte van de uitkijpunten is gekozen voor volgende configuratie:

- Grootte: 30m x 12m
- Panoramisch zicht via omgevende gebogen muurtjes
- Opstelruimte voor staande en zittende recreanten en vogelspotters zowel aan de zwinzijde als aan de polderzijde
- Ruimte bieden aan fietsenstallingsinfrastructuur, zitbanken, informatiepanelen, richtingsaanwijzers, enz.
- Een centraal doorgangspad in functie van een permanente doortocht over de kruin nodig voor het onderhoud en/of herstellingen. Deze centrale ruimte zal ook een zachte interferentie met de fietsers die het kijkpunt aandoen mogelijk moeten maken.

Het zichtpunt wordt uitgewerkt met gebogen muren van 80 cm hoogte om de ruimte af te bakenen. Het ovale karakter van het zichtpunt zorgt voor een aangenaam microklimaat waar men beschutting vindt tegen de zeewind. Op enige afstand van de 80 cm hoge keermuur worden zitblokken van 40 cm hoogte voorzien. Een van de zitblokken kan omgevormd worden tot een blok met ingewerkte informatie over hetgeen men op die plek kan waarnemen of met cultureel-geschiedkundige verwijzingen.

De materialisering van de kijpunten (muren, zitblokken) gebeurt in een rustgevend donkergrijs of zwart ruw basalt (bekledings)materiaal. Donkergrijs of zwart is, in tegenstelling tot lichte kleuren, warmte-absorberend, zorgt het voor een gunstiger microklimaat en is het minder opvallend in het landschap.

Naast de 4 nieuwe voorziene uitkijpunten op de nieuwe zeewering zijn er nog de bestaande uitkijpunten ter hoogte van de camping Zwinhoeve en aan de Haas van Flanagan.

6.2 Extra maatregelen

6.2.1 Verzilting van het grondwater

Uitbreiding van het Zwin kan aanleiding geven tot verzilting van het grondwater in de omliggende landbouwgebieden. Mitigatie van dit effect is mogelijk door een aangepast zoetwaterbeheer.

Hierbij is de infiltratie van voldoende zoet water naar de grondwatertafel belangrijk. Infiltratie van zoet water zorgt ervoor dat de zoetwaterlaag bovenop het verzilte grondwater in stand gehouden wordt en voldoende tegendruk levert tegen de zoute kwel.

Oplossingen worden gezocht in het efficiënt capteren van zoute kwel door middel van dieper gelegen grachten of drains en het direct afvoeren naar het buitendijks gebied.

6.2.2 Verlies aan duinhabitat

Het verlies aan duinhabitat bij volledig westwaarts leggen van de hoofdgeul kan gemitigeerd worden door het vrijkomende duinzand aan te wenden voor het opwerken van (kunstmatige) duinen bij de oude monding van de geul. Dit biedt tevens kansen om de uitbreidingsopgave voor het habitattype H2120 'Witte duinen' te realiseren.

Binnen de huidige Zwinvlakte, in het gebied tussen de bestaande Int. Dijk en de Zwinggeul, wordt een duinengebied tegen dijk voorzien omwille van landschappelijke redenen (geen strakke dijk) en om een meer intensiever recreatief medegebruik (fietsen, wandelen, picknicken, ...) uit te bouwen. Een dergelijke inrichting heeft geen invloed op het 120 ha extra creëren estuariene natuur.

6.2.3 Verlies van broedgebied (rietland) en bosareaal

Het permanente verlies van broedgebied (rietland) voor Bruine kiekendief en Blauwborst en bosareaal zal gecompenseerd worden buiten het projectgebied (oud Fort Isabella).

Zowel in het westelijk deel van het huidige Zwin als in de Willem-Leopoldpolder worden broedgebieden gerealiseerd.

Om de predatorvrije broedeilanden in het westelijk deel van het huidige Zwin te realiseren, wordt het noodzakelijk geacht

Om de nieuwe vormgeving van het westelijk broedeiland te realiseren moeten een aantal harde constructies, zoals de nieuwe regelbare stuw en een brug, gestabiliseerd en vast over de geul gelegd worden. De geulen B en C worden zo goed als volledig gedempt, zodat geen uitwisseling mogelijk is met de lagune rondom het te creëren westelijk broedeiland. De geulen worden gedempt tot niveau +2.70 NAP (+5.00 m TAW) of gelijk met de omliggende zone. Een restant van geul B, aansluitend op de hoofdgeul wordt behouden. Verwacht wordt dat de natuurlijke dynamiek de geulen op termijn terug zal openen. Onderhoud zal dus nodig zijn. Ter hoogte van de overgang tussen de zeeerende Int. Dijk en de lage duintong door de Zwinvlakte is een zone waar een al te sterke migratie van de geul niet kan toegelaten worden. Het is in deze zone dat de nieuwe regelbare stuw en de nieuwe brug, die beiden zowel als dienstweg als toegangsweg voor het publiek moet kunnen dienen, geplaatst moet worden.

Het creëren van broedeilanden in Willem-Leopoldpolder. Binnen de Willem-Leopoldpolder schetst de beheersvisie een zoekzone van 10 ha voor broedeilanden. Binnen die zoekzone dienen ca. 3 ha geïsoleerde broedeilanden te worden gerealiseerd. Er wordt geopteerd voor een drietal eilanden van telkens ongeveer 1 ha, bij voorkeur geen egaal platform, maar een zachtgolvend microreliëf tussen de +2.70 tot 3.10 m NAP (+5.00 en de +5.40 m TAW) en met geleidelijke overgangen tussen (nagenoeg permanent droge) broedzones en foerageerzones met ondiep water of periodiek droogvallende (onbegroeide) slikwadden. Rondom de eilanden wordt een waterbuffer voorzien van minimaal 50 m breedte bij laag tij, op een peil van +0.20 m NAP (+2.50 m TAW). Om te vermijden dat de broedeilanden de hoofdgeul enerzijds tegen de oostelijke nieuwe dijk zou drukken (en daarmee de stabiliteit van die dijk nadelig beïnvloeden - te snel eroderen), wordt er voor gekozen de vogeleilanden zo veel als mogelijk in westelijke richting te plaatsen.

6.2.4 Verlies aan leefgebied voor de Boomkikker

Voor de zeer zeldzame Boomkikker gaat er leefgebied in de Willem-Leopoldpolder verloren. Vanuit de Flora- en faunawet en het Vlaams Natuurdecreet rust er een ontheffings- en compensatieplicht op dit leefgebied. Door rondom de Willem-Leopoldpolder een ecologische verbidingszone tussen de Nederlandse (rondom Retranchement) en Vlaamse (Zwinbosjes) populatie in te richten wordt



zowel het verlies aan leefgebied als de barrièrewerking gecompenseerd. De inrichting dient minimaal te bestaan uit een doorlopend lint van geschikt struweel (onder andere braam en duindoorn) afgewisseld met poelen in de vorm van hollestelles.

De aanleg van zoetwaterpoelen in de aangrenzende binnendijkse gebieden in combinatie met struweelvegetatie wordt vooral gezien als een migratieroute voor de boomkikker. Een mogelijke verzilting van het poelenwater vraagt om een aanleg met een ondoordringbare kleibodem. De poelen worden enkel een gevoed met regenwater en moeten ook regelmatig droog komen te staan. Het ontstaan van een vispopulatie in de poelen is namelijk een bedreiging voor het voortbestaan van de boomkikkervisjes. Lengte, breedte en diepte van de voorziene poelen moeten dus van die aard zijn dat ze tegen het einde van de zomer droog kunnen vallen.

7 MIDDELEN

Voor het Nederlandse projectgedeelte is de kostprijs voor het herinrichten van het intergetijdengebied geraamd op ca. 10 miljoen € excl. BTW. Deze kostprijs omvat de geschatte bouwkosten en engineeringskosten. Voor onderhoud- en beheerskosten van de dijken wordt verwezen naar par. 9.

8 UITVOERING UITBREIDING HET ZWIN

8.1 Uitvoeringsduur

Gezien de koppeling van het Zwin-project met het pakket maatregelen van de ontwikkelingsschets 2010, is voorzien dat het project uitgevoerd zal worden tegen het jaar 2010. Een start van de werken was voorzien eind 2009, maar zal eerder aanvangen eind 2010, begin 2011.

De uitvoeringstermijn van de aanlegwerken wordt geraamd op 2 tot 4 jaar.

8.2 Fasering

Om de realisatie van het natuurgebied mogelijk te maken is het noodzakelijk dat in elk land de geëigende procedures worden doorlopen. Het Scheldeverdrag tussen Vlaanderen en Nederland vormt het kader voor de afstemming hierover.

In grote lijnen zijn de volgende werkzaamheden (min of meer chronologisch) voorzien tijdens de **aanlegfase**:

- Ontruiming en afbraak van de camping Willem-Leopoldpolder
- Eventuele afbraak harde constructies
- Verwijdering van opgaande vegetatie in de Willem-Leopoldpolder
- Bouw van de nieuwe waterkerende dijken (incl. wegenis, grachten)
- Inrichting Willem-Leopoldpolder (uitgraven hoofdgeul, zijgeulen, ophogingen (eilandjes, flauwe taluds), dempen waterlopen)
- Weggraven Internationale Dijk of bouw van het doorlaatmiddel
- Afgravingen van het schor en de uitgraving van de geulen in het Zwin incl. afgraven duin ter hoogte van de monding en plaatselijk verleggen geul
- Aanpassingen aan het waterlopenstelsel (verbreding, nieuwe verbinding, aanpassen kunstwerken) ten behoeve van de toevoer van polderwater naar het Zwin

Wat betreft de ingrepen tijdens de aanlegfase in het huidige Zwin, zijn er zoals bovenstaand wordt aangegeven afgravingen voorzien en aanpassingen van de bestaande geulen. Meer concreet komt het neer op de volgende werkzaamheden in het Zwin:

- Afgraven van het schor;
- Uitgraven en herstellen van geulen om bv. toegang tot de lokale meertjes te realiseren;
- Uitgraven van de hoofdgeul (ook een stuk in de Willem-Leopoldpolder);
- Lokaal verbreden van de monding van de hoofdgeul en beperkt verleggen van de hoofdgeul in westelijke richting in deze verbrede monding;
- Afgraven van het strand ter hoogte van de verbrede geul.

In eerste instantie betreffen de werkzaamheden de aanleg en vulling van de grondstock en voorbereidende werkzaamheden in functie van de bouw van de nieuwe waterkerende dijk. De werken aan de nieuwe waterkerende ringdijk worden gestart met het graven van een ringgracht rond de nieuwe dijk. Deze ringgracht, aan de voet van de nieuwe dijk, dient om het toekomstige doorsijpelende kwelwater rechtstreeks via de gracht af te voeren, zodat dit water niet lateraal kan indringen in de akkerlanden van de aanpalende polders. Bij de aanleg van deze gracht zal met de principes van natuurtechnische milieubouw rekening gehouden worden.

Voor de aanleg van de nieuwe waterkerende dijk wordt uitgegaan van 2 startlocaties: telkens aan de samenkomst van de Internationale Dijk met de nieuwe primaire waterkering. In een eerste fase wordt de bovenste grondlaag (zandige klei) afgegraven om een goede aanzet van het dijklichaam te creëren. Tegelijk met de uitgraving van de teelaarde wordt met dumpers (machines voor zwaar grondverzet) zandspecie aangevoerd, welke geladen wordt aan de zandstocks. De aannemer maakt hierbij gebruik van de zone van de dijkzate en van een bouwweg die aan de binnenzijde van de dijkzate (zijde van het overstroombaar gebied) aangelegd wordt. De aannemer vult de ruimte van de uitgraving aan naarmate deze vordert, teneinde geen diepe en natte bouwput achter te laten, en zoveel mogelijk te vermijden dat in de bouwput gepompt dient te worden. De kern van de dijk wordt vervolgens geconstrueerd. Als de realisatie van de zandkern voldoende ver gevorderd is, wordt in de daaropvolgende fase de kleibekleding en de basis van de wegen boven de zandkern aangelegd. Daarop wordt de teenbescherming aan de kant van het intergetijdengebied geconstrueerd.

Als de dijken (zowel op Nederlands als op Vlaams grondgebied) voltooid zijn en dus bestand zijn tegen overstromingen kan tijdens laagwaterstand de Internationale Dijk worden afgegraven. In de fase vlak voor het overstroombaar maken, wordt de polder voorbereid op de operationele werking (afdichten grachten, aanzet van geulen, ...).

Alle grondverzet wordt 'droog' uitgevoerd, inzet van baggertuigen is gezien de ondiepe geulen in het Zwin niet mogelijk. Ook de afgraving van de westelijke duin zal via droog grondverzet gebeuren. Gedurende de volledige aanlegfase zal niet steeds even intensief gewerkt worden, uitvoering van verschillende werken kunnen (deels) overlappen, de bouwactiviteiten zullen zich ook verplaatsen langs de dijken en zones waar afgravingen en graafwerken voorzien zijn. De afgegraven grond wordt gebruikt voor de opbouw van de nieuwe dijken en aanleg van eilandjes in de Willem-Leopoldpolder. Maximaal hergebruik van grond wordt nagestreefd. De volledige of gedeeltelijke afbraak van de Internationale Dijk kan om veiligheidsredenen pas volledig beëindigd worden nadat de nieuwe waterkerende dijken zijn aangelegd. Voor deze laatste zal dus eventueel gedeeltelijk externe grond moeten aangevoerd worden. In de Willem-Leopoldpolder (zuidelijk deel) zal een tijdelijke stockageplaats voor grond ingericht worden. Eventuele aanvoer van grond voor de bouw van de (delta)dijk rond de Willem-Leopoldpolder en eventuele afvoer van grond uit het Zwin zal langs het bestaande wegennet gebeuren.

In de **gebruiksfase** zal het huidige Zwin samen met het uitbreidingsgebied in de Willem-Leopoldpolder als intergetijdengebied fungeren. Behalve normale onderhoudswerken van de dijken en de grachten worden geen andere activiteiten verwacht.

Het tijdelijk verstoren van broedvogels bij aanleg- en onderhoudswerkzaamheden moet voorkomen worden in (en in de directe omgeving van) het plangebied. De werkzaamheden moeten daarom uitgevoerd worden buiten de broedperiode. Eventueel kan er met de aanlegwerkzaamheden gestart worden vlak voor de broedperiode, zodat broedvogels 'gedwongen' worden om op zoek te gaan naar broedgebieden waar geen verstoring plaatsvindt.

Bij het slopen van huizen of bunkers en het kappen van bomen dient rekening gehouden te worden met vleermuizen. Vooraf dient de aanwezigheid van verblijfplaatsen onderzocht te zijn. Zonodig moeten van tevoren maatregelen worden genomen.

8.3 Grondstromen

Zoals reeds eerder vermeld wordt alle grondverzet 'droog' uitgevoerd. Gezien de ondiepe geulen in het Zwin is het inzetten van baggertuigen niet mogelijk.

De nieuwe primaire waterkeringen worden opgetrokken uit zand en klei. Er wordt een stockeerlocatie voorzien in de Willem-Leopoldpolder. Het grondtransport van en naar de dijken kan gebeuren via dumpers langs de bestaande verharde wegen tussen de stock en de dijken of via nieuw aan te leggen werkwegen binnen het projectgebied. Naast tussentijdse opslagplaats voor benodigd zand en klei in functie van de bouw van de nieuwe waterkerende dijk kunnen de stocks ook dienen als tijdelijke opslagplaats van afgegraven schordelen.

De herkomst van de benodigde zand- en kleispecie is nog niet bekend. Uiteraard dient de specie te voldoen aan de voorwaarden voor gebruik als secundaire grondstof. De kwaliteit is hierbij van groot belang. In Vlaanderen legt het Vlaams reglement inzake afvalvoorkoming en –beheer (VLAREBO (en Bodemdecreet)) de voorwaarden voor gebruik van (bagger)specie als secundaire grondstof vast. De rubrieksomschrijving in het kader van de milieuvergunningsaanvraag betreft 'tussentijdse opslagplaats voor uitgegraven bodem'. Dit zijn permanente inrichtingen (want langer dan 1 jaar in exploitatie) voor grondpartijen die er tijdelijk worden gestockeerd en waarvoor dus een milieuvergunning zal worden aangevraagd..

In Nederland wordt de tijdelijke opslag van grond in depots geregeld door het Besluit Bodemkwaliteit. Hoofdstuk 4 van dit Besluit, is van toepassing op (onder andere):

- de toepassing van grond of baggerspecie in bouw- en wegconstructies, waaronder mede worden begrepen wegen, spoorwegen en geluidswallen;
- de tijdelijke opslag van grond of baggerspecie, bestemd voor toepassingen, bedoeld in, onder andere onderdeel van gedurende maximaal drie jaar op of in de bodem, met uitzondering van de bodem onder oppervlaktewater, of gedurende maximaal tien jaar in oppervlaktewater.

Dit betekent dus, dat de tijdelijke opslag van grond in depots valt onder het Besluit Bodemkwaliteit. Het bevoegd gezag heeft bevestigd dat er in dat geval geen vergunning op grond van de Wet milieubeheer nodig is. Er hoeft alleen een melding als bedoeld in het Besluit Bodemkwaliteit te worden ingediend.

De buitenlaag van de nieuwe primaire waterkering (140 en 60 cm dik) bestaat uit klei die eventueel (indien kwaliteitscontrole dit materiaal goed bevindt) afkomstig is van de afgegraven bovenste grondlaag ter hoogte van de aanzet van de nieuwe waterkerende dijk (globaal gezien is dit zandige klei).

De bestaande Internationale Dijk wordt deels afgegraven. Het streven is de grondbalans (zo) sluitend (mogelijk) te houden. De grond afkomstig van de te verwijderen primaire dijkdelen kan gebruikt worden voor de aanleg van het voorland aan de dijken, of kan mogelijk ook aangewend worden voor het dempen van het drainagestelsel.

Grondoverschotten worden d.m.v. vrachtwagens afgevoerd naar tijdelijke opslagplaatsen (TOP's) of werven in de (ruime) omgeving van het projectgebied.

8.4 Werkverkeer en aanleg tijdelijke werkwegen

In de voorbereidingsfase zullen een aantal tijdelijke werkwegen worden aangelegd, die bijkomend naast de momenteel verharde wegtracés dienst zullen doen als transport- en werfroute. Het gaat o.a. om:

- een werkweg langs de te bouwen nieuwe waterkerende ringdijk,
- werkwegen langs de uit te graven geulaanzetten,
- een werkweg langs de Internationale Dijk (in functie van volledige afbraak of in functie van het maken van bressen),

Om ongewenste bodemverdichting langs de aan te leggen dijken te voorkomen kunnen de werken transportzones best enkel aan de buitendijkse zijde ingericht/aangelegd worden. Ook kan de dijkzate zelf of de reeds opgerichte dijk als werkzone gebruikt worden. Algemeen dienen de werkzones en transportroutes maximaal op die plaatsen voorzien te worden waar nog bodemverstoring tijdens en na de werken (ophogingen, vergravingen, ...) verwacht wordt. Op deze manier wordt het binnendijs landbouw- of natuurgebied maximaal gevrijwaard.

Verontreiniging van de bodem door mors- of lekverliezen tijdens de werken moet steeds vermeden worden en de aannemer moet daarom werken met goed onderhouden machines en preventieve veiligheidsmaatregelen toepassen die calamiteiten en accidentele lozingen van vervuilende stoffen vermijden.

Omdat de aan te leggen primaire werkwegen bereden zullen worden door zware vrachtwagens en machines, worden deze opgebouwd volgens een drielagige structuur, met van onder naar boven een zandlaag, een geotextieldoek en een laag breekpuin. Secundaire werkwegjes, in casu kleinere insteekwerkwegjes op de primaire werkwegen, bijvoorbeeld genoodzaakt om de te ontbossen zones op comfortabele wijze te kunnen bereiken of delen van de voorliggende schorren af te graven, zullen indien het technisch genoodzaakt is, in de vorm van rijplaten voorzien worden. De bij het aanleggen van tijdelijke werkwegen gebruikte bouwstoffen zullen voldoen aan de daaraan gestelde normen uit het Besluit Bodemkwaliteit in Nederland en het Vlaams Reglement voor Afvalvoorkoming en – beheer (Vlarea) in Vlaanderen. Er zullen hiervoor gecertificeerde bouwstoffen gebruikt worden. Het Besluit bodemkwaliteit is in werking getreden.

Bodemprofielen gaan steeds verloren bij vergravingen en zijn dus niet herstelbaar. Bij werken in de landbouwzone wordt nochtans aanbevolen om de verschillende bodemlagen afzonderlijk af te graven, apart opzij te zetten en in omgekeerde volgorde terug te gebruiken bij herstel van de werfzones. Dit geldt minstens voor de teelaardelaag.

Wanneer de inrichtingswerken voltooid zijn worden de tijdelijke bouwwegen opnieuw opgebroken.

Ten behoeve van de luchtkwaliteit worden volgende maatregelen in acht genomen;

- Beperken snelheid van het werfverkeer, zeker op onverharde wegen.
- Frequente reiniging van wegen en werfwegen als bronmaatregel; frequentie kan aangepast worden aan resultaten van eventuele monitoring.
- Natspuiten wegen en werfwegen bij droog en winderig weer, indien mogelijk niet met leidingwater
- Gebruik van wielwasinstallaties bij verlaten van de werven.
- Bij inzetten van de nieuwste types werfmachines met de laagste emissieniveaus kan de impact beperkt worden. Hierbij kan verwezen worden naar de op Europees niveau goedgekeurde emissiedoelstellingen voor deze machines.
- Voor machines met hoge emissies kan nagegaan worden in hoeverre het toepassen van een aangepaste brandstof de emissieniveaus kan reduceren; dit is vooral van belang voor machines met lange levensduur (bv. in functie van resultaten van eventuele monitoring).
- Bij het (beperkt) beschikbaar zijn van emissie arme brandstoffen (bv. specifieke diesel) dient bij voorkeur de beschikbare hoeveelheid ingezet te worden bij deze werfmachines welke actueel de hoogste emissies vertonen (voor zover technisch haalbaar uiteraard), niet kunnen uitgerust worden met nageschakelde technieken en ingezet worden in de onmiddellijke omgeving van woongebieden (bv. in functie van resultaten van eventuele monitoring)
- Voor het minimaliseren van geluidsoverlast is het van belang dat de grondverzetwerkzaamheden in de dagperiode plaatsvinden.
- Geluidsbelasting kan beperkt worden door het gebruik van geluidsarme machines.
- Bij de voorbereiding en tijdens de aanleg kan rekening worden gehouden met de aanrijroutes en de voorname werkzaamheden door deze zo ver mogelijk van woningen of achter de aan te leggen dijk te projecteren.
- Bij de werkzaamheden dient rekening gehouden te worden met het hoogseizoen van de camping. Gedurende deze periode dienen de werkzaamheden zo ver mogelijk van de camping uitgevoerd te worden.

8.5 Aanvoerroutes

In elke fase moet gestreefd worden naar het voorkomen van verkeershinder op welke manier dan ook. Alle voorkomende werken, aan- en afvoer van benodigdheden, grondspecie, boomstammen, e.d. dienen zoveel mogelijk uitgevoerd te worden door gebruikmaking van het lokale wegennet.



Hierbij dienen de woonkernen vermeden te worden. Het is tevens aanbevolen om zoveel mogelijk de gekende recreatieve routes te vermijden.

Mogelijk worden in de toekomst buiten het projectgebied bijkomende parkeervoorzieningen voorzien. Vanuit een kwetsbaarheidsbenadering wordt voorgesteld om deze parkeerplaatsen zoveel mogelijk op reeds verstoorde of antropogeen ingenomen gronden (buiten vruchtbare landbouwgronden) te voorzien.

Deze voorstellen zullen in het kader van de opmaak van een inrichtingsplan voor het project- en studiegebied mee in detail onderzocht worden.

9 BEHEER EN ONDERHOUD

De dijken zijn ontworpen zodat ze onder alle omstandigheden goed bereikbaar zijn en de weg op de kruin goed begaanbaar is. Op de kruin van de dijk wordt minimaal een onderhoudsweg voorzien om inspectie mogelijk te maken bij hoogwater. Een dienstweg wordt voorzien enerzijds op de berm van de dijk en anderzijds tussen de sloot en de dijk.

De taludhellingen zijn gekozen zodat een goed beheer en onderhoud van de grasmat mogelijk is.

Beplanting is enkel toegelaten aan de binnendijkse zijde van de dijk, en onder strikte voorwaarden: de beplanting (met inbegrip van wortels) zijn aangebracht buiten de zone van het benodigde dijklichaam (bv. binnen een grondlichaam aangebracht tegen het dijklichaam), zodat onder geen geding afbreuk wordt gedaan aan de stabiliteit van de dijk bij omwaaien van de beplanting of afrotten van de wortels.

Bij aanwezigheid van direct aan de dijk gelegen water, binnen- of buitendijks, zijn er voorzieningen in of bij de teen van de dijk nodig ter voorkoming van aantasting van de waterkering door muskusratten. Om te voorkomen dat muskusratten in de dijk nestelen is het gewenst dat er geen open water direct aan de teen van de dijk aanwezig is. Waar nodig (tegen de hoofdgeul) is de teen van de dijk beschermd met steenbestorting.

De primaire waterkering komt in beheer en onderhoud bij Waterschap Zeeuws-Vlaanderen. Ook de eigendom berust bij het Waterschap.

Het waterschap voert regelmatige inspecties en onderhoud uit aan de waterkering. Het waterschap is daarnaast verplicht om elke vijf jaar de primaire waterkering te toetsen op veiligheid. Op deze momenten zal ook het benodigde beheer en onderhoud geëvalueerd en geactualiseerd worden indien nodig.

De kosten voor het onderhoud van de nieuwe primaire waterkering zullen hoger zijn dan deze voor de huidige primaire waterkering. De nieuwe waterkering heeft een bijna identieke opbouw als de bestaande kering en is tevens opgebouwd uit nagenoeg dezelfde materialen. Bijgevolg zal de kost per lopende meter dijk analoog zijn als voor de huidige internationale dijk.

10 REFERENTIES

- [1] Afdeling Geotechniek, 2009. Verslag resultaten van de sonderingen uitgevoerd in het kader van het project uitbreiding natuurreserveaat Het Zwin. Verslag GEO-08/201.
- [2] Antwerpse Zeehavendienst, 1994. Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het decennium 1981-1990
- [3] Arcadis. 2010. Verslechteringstoets voor herinrichting Zwin- en Kievittepolder voor het Nederlandse deel.
- [4] CUR 168a, 1994. Oeverbeschermingsmaterialen.
- [5] de Ronde et al. De keerzijde van ons klimaat. Rijkswaterstaat, RIKZ en RIZA, Univ Utrecht, IMAU
- [6] Deltacommissie, 1960. Rapport Deltacommissie (deel 4): beschouwingen over stormvloed en getijbeweging. Rijkswaterstaat.
- [7] IMDC, 2009. Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Zwin – bepaling dijkhoogtes. I/NO/11285/08.278/KTR.
- [8] IMDC. (2006). Internationaal MER Zwin: Voorstel van de door te rekenen scenario's. ProSes 2010, AWZ, Afdeling Kust, Provincie Zeeland. I/RA/11285/06.032/cma
- [9] IMDC (2006) Nota hydrodynamische/morfologische modellering. Studie in opdracht van AWZ, Afdeling Kust. I/NO/11285/06.170/ktr.
- [10] IMDC (2004), "Hydraulisch randvoorwaardenboek Vlaamse Kust", Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust
- [11] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2007). Hydraulische randvoorwaarden primaire waterkeringen voor de derde toetsronde 2006-2011 (HR2006). Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
- [12] Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008. Addendum I bij de leidraad rivieren t.b.v. het ontwerp van rivierdijken
- [13] NOPSE (2003). Natuurontwikkelingsplan Schelde-estuarium
- [14] RIKZ (2001), "Hydraulische Randvoorwaarden 2001, voor het toetsen van primaire waterkeringen", Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
- [15] RIKZ (2006), "Hydraulische Randvoorwaarden 2006, voor het toetsen van primaire waterkeringen", Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
- [16] Resource Analysis - Technum, 2008. Internationaal milieueffectrapport over structurele maatregelen voor het duurzaam behoud en de uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied Resource Analysis - Technum /5158-503-051-09.
- [17] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1985). Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken. (Deel1-bovenrivierengebied/Deel2-benedenrivierengebied)
- [18] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1994). Handreiking Constructief Ontwerpen.
- [19] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1998). Technisch rapport. Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding
- [20] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Leidraad Zee- en meerdijken – Basisrapport

- [21] Technum, IMDC en Alkyon (2002), "Hydrodynamische randvoorwaarden voor het ontwerp", Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust
- [22] Van Cauwenberghe C., 1999. Relative Sea Level Rise along the Belgian coast: analyses and conclusions with respect to the high water, the mean water and the low water levels. AWZ, afdeling Waterwegen Kust
- [23] VTV, 2004. De veiligheid van primaire waterkeringen in Nederland. Voorschriften toetsen op veiligheid voor de 2^{de} toetsronde 2001-2006

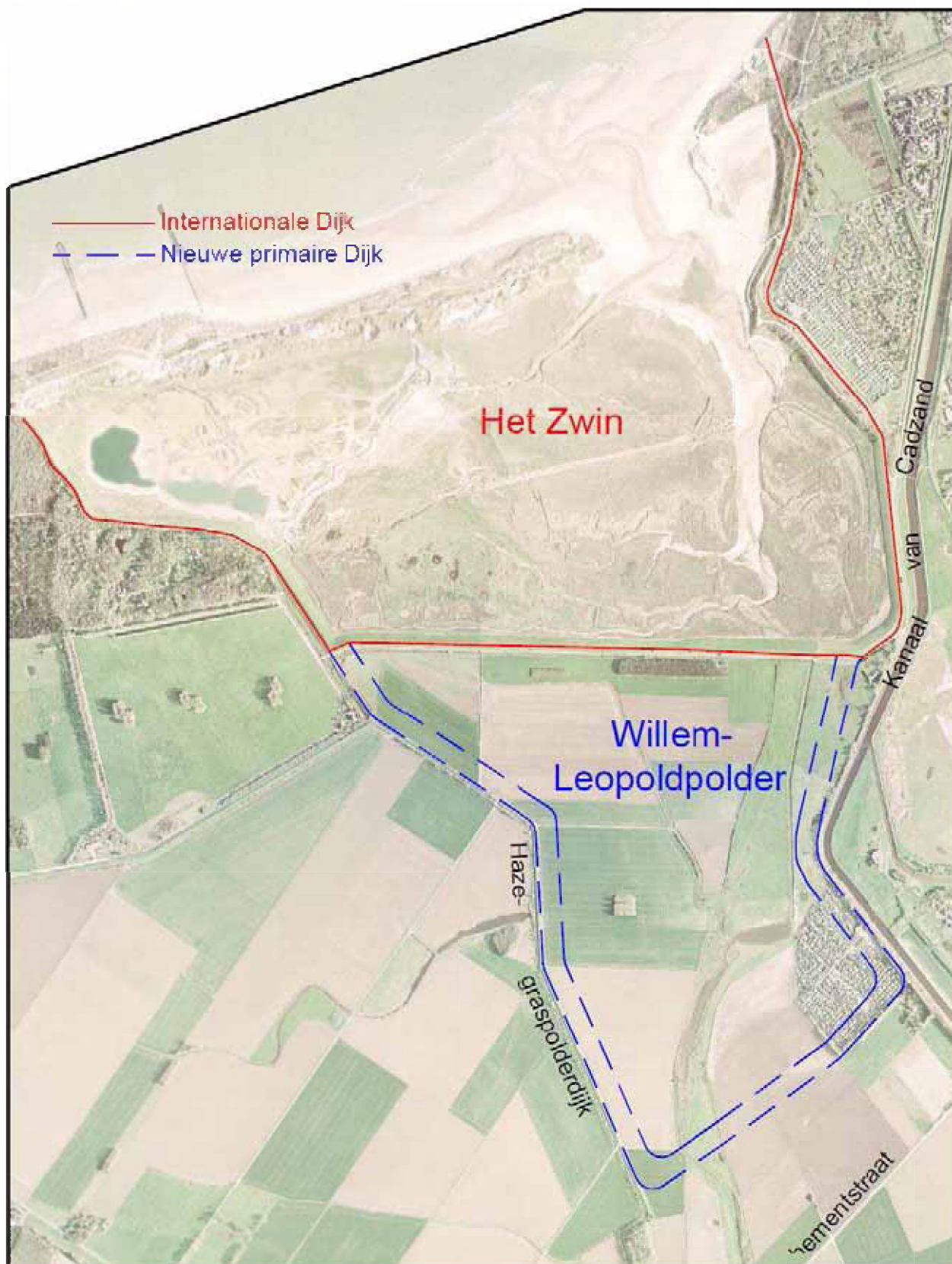
11 BIJLAGEN

BIJLAGE 1 Situeringsplan
--

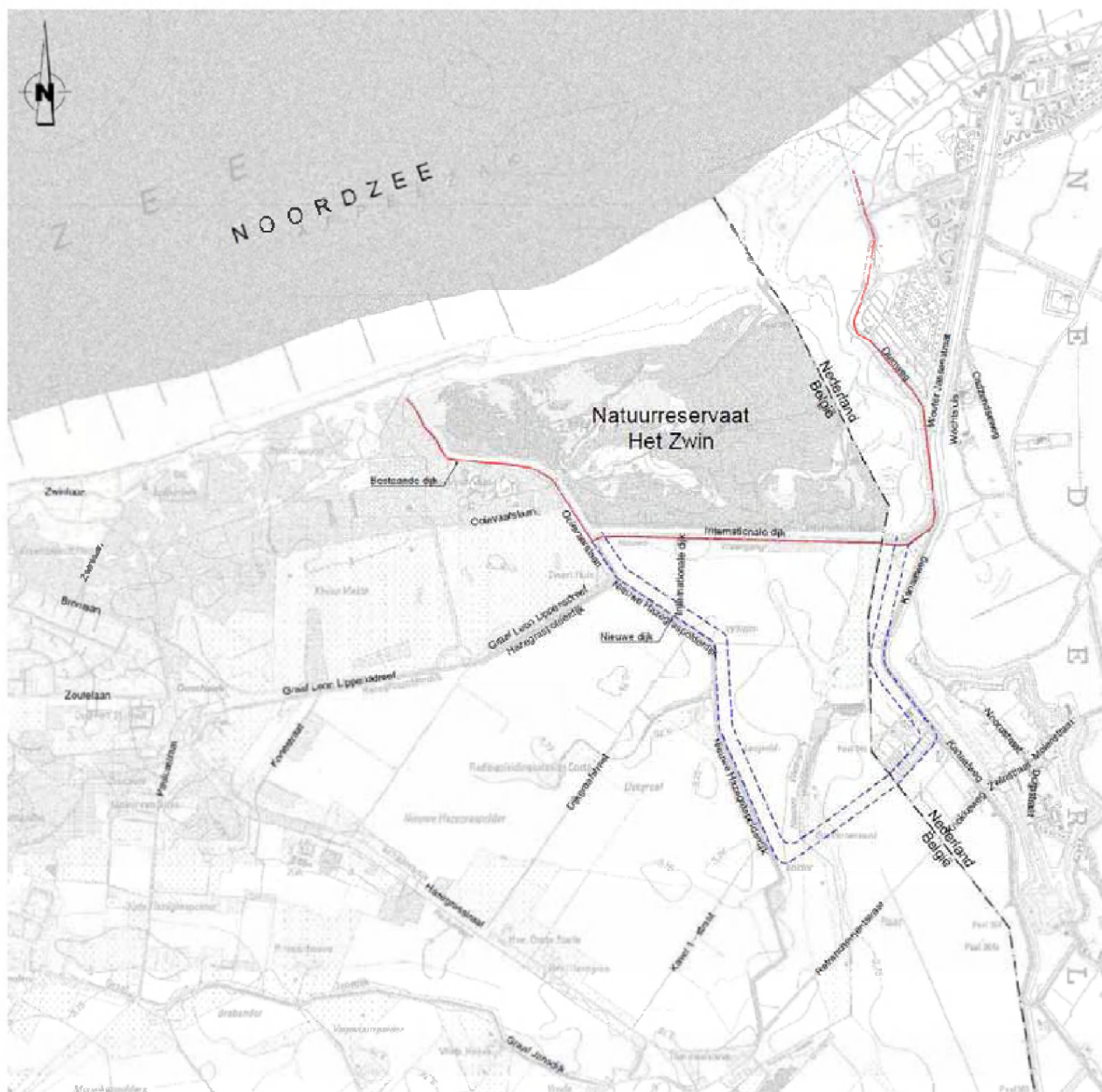


BIJLAGE 2

Luchtfoto



BIJLAGE 3 Stratenplan



BIJLAGE 4

Verdrag tussen het Vlaams Gewest en het Koninkrijk der Nederlanden betreffende de uitvoering van de ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium

Op 21 december 2005 werd het verdrag ondertekend betreffende de uitvoering van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium tussen het Vlaams Gewest en het Koninkrijk der Nederland (zie verder). Dit verdrag heeft tot doel de tenuitvoeringlegging te verzekeren van een aantal projecten en werken ten behoeve van de evenwichtige en duurzame ontwikkeling van het Schelde-estuarium en ter optimalisering van met name de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid. Volgende projecten zijn hierin opgenomen:

1. Verruiming van de vaargeul om een getijonafhankelijke vaart mogelijk te maken voor schepen met een diepgang van 13.1 meter op basis van een kielspeling van 12.5%;
2. Grensoverschrijdende projecten die ten laatste in 2007 van start gaan:
 - a. **Het vergroten van het Zwin met minimaal 120 en maximaal 240 ha door het landinwaarts verplaatsen van dijken in de Willem-Leopoldpolder;**
 - b. Het ontwikkelen van een intergetijdengebied met een omvang van minimaal 440 ha in de Hertogin Hedwigepolder en het noordelijk gedeelte van de Prosperpolder;
3. Werken langs de Westerschelde in Nederland met uitvoering ten laatste in 2010 ter realisatie van minimaal 600 ha estuariene natuur.
4. Werken aan, langs of in het stroomgebied van de Zeeschelde met uitvoering ten laatste in 2010, ter realisatie van minimaal 1100 ha estuariene natuur of wetlands, waarvan een deel in het raam van de projecten en werken waartoe Vlaanderen bestlist met het oog op de vergroting van de veiligheid.

Voor het vergroten van het Zwin (punt 2) wordt de gezamenlijke planontwikkeling in onderlinge overeenstemming tussen Nederland en Vlaanderen bepaald. Vlaanderen draagt zorg voor de voorbereiding en de uitvoering van bovenstaand grensoverschrijdend project, daaronder begrepen studie en onderzoek, het opmaken van plannen en aanbestedingsbescheiden, de aanbesteding en het toezicht, doch met uitzondering van grondverwerving op Nederlands grondgebied.



**VERDRAG
TUSSEN HET VLAAMS GEWEST
EN
HET KONINKRIJK DER NEDERLANDEN
BETREFFENDE
DE UITVOERING VAN DE ONTWIKKELINGSSCHETS
2010 SCHELDE-ESTUARUM**

Het Vlaams Gewest,

en

Het Koninkrijk der Nederlanden,

hierna te noemen "de Verdragsluitende Partijen",

OVERTUIGD van het belang van de optimalisering van de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid in het Schelde-estuarium,

HANDELEND VANUIT HET VASTE VOORNEMEN om daartoe voortvarend en in samenhang invulling te geven aan de door de Regeringen van de Verdragsluitende Partijen op 17 december 2004 en 11 maart 2005 vastgestelde besluiten van de Ontwikkelingsschets 2010 Schelde-estuarium,

OVERWEGENDE dat de uitvoering van de daarin voorzienbare projecten en werken zal bijdragen tot het behoud van de fysieke systeemkenmerken van het Schelde-estuarium;

komen het volgende overeen:

**HOOFDSTUK I
Algemene bepalingen**

Artikel 1

Doel en voorwerp van het Verdrag

1. Dit Verdrag heeft tot doel de tenuitvoerlegging te verzekeren van een aantal projecten en werken ten behoeve van de evenwichtige en duurzame ontwikkeling van het Schelde-estuarium en ter optimalisering van met name de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid.
2. De Verdragsluitende Partijen zullen ervoor zorgdragen, dat bij de tenuitvoerlegging van de projecten en werken bedoeld in het eerste lid, de onderlinge samenhang behouden blijft. Verdragingen, beleidsregeringen of herzieningen van een bepaald project of een bepaald werk zullen de voortgang van andere projecten en werken niet verstoren.
3. Met het oog op de optimalisering van de veiligheid, de toegankelijkheid en de natuurlijkheid dienen de fysieke systeemkenmerken van het Schelde-estuarium in hun natuurlijke dynamiek behouden te blijven. Hiermee wordt overeenkomstig Artikel 3, een gemeenschappelijk fysiek monitoringplan opgesteld en uitgevoerd.

Artikel 2

Begripsbepalingen

In dit Verdrag wordt verstaan onder:

- (a) "Nederland": het in Europa gelegen deel van het Koninkrijk der Nederlanden;
- (b) "Vlaanderen": het Vlaams Gewest;
- (c) "Schelde-estuarium": de Schelde benedenstrooms van de sluisen van Gent en van de mondinggebieden van de zijrivieren tot aan de monding in zee, zoals indicatief aangegeven op de kaart, opgenomen in bijlage A;

2. Met de volgende grensoverschrijdende projecten wordt ten laatste in 2007 van start gegaan:

- (a) het vergroten van het Zwin met minimaal 120 en maximaal 240 ha door het landwaarts verplaatsen van dijken in de Willem-Leopoldpolder;
- (b) het ontwikkelen van een intergemeenschappelijk gebied met een omvang van minimaal 440 ha in de Hertogin Hedwigepolder en het noordelijk gedeelte van de Prosperpolder.

3. In Nederland worden ten laatste in 2010 langs de Westerschelde werken uitgevoerd of in uitvoering genomen ter realisatie van minimaal 600 ha estuariene natuur. Voorzover de in het tweede lid omschreven projecten worden verwezenlijkt op Nederlands grondgebied, vormen deze een onderdeel van de in dit lid omschreven te realiseren natuur.

4. In Vlaanderen worden ten laatste in 2010 aan, langs of in het stroomgebied van de Zeeschelde, werken uitgevoerd of in uitvoering genomen ter realisatie van minimaal 1100 ha estuariene natuur of wetlands, waarvan een deel in het raam van de projecten en werken waarvoor Vlaanderen beslist met het oog op de vergroting van de veiligheid. Voorzover de in het tweede lid omschreven projecten worden verwezenlijkt op Belgisch grondgebied, vormen deze een onderdeel van de in dit lid omschreven te realiseren natuur.

5. De Bewindslieden kunnen bijlage B, op voorstel van de Technische Scheldec commissie, in onderling overleg en met inachtneming van de doelstelling zoals verwoord in Artikel 1, wijzigen overeenkomstig Artikel 12, tweede lid.

Artikel 4

Voorbereiding, uitvoering en onderhoud van de projecten en werken

1. Behoudens het bepaalde in het vierde lid, draagt Nederland, of een door Nederland aan te duiden bestuursorgaan, op zijn grondgebied zorg voor de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud van de in Artikel 3 omschreven projecten en werken, daaronder begrepen studie en onderzoek, het organiseren en het doorlopen van de benodigde procedures, het opmaken van plannen en aanbestedingsbescheiden, de aanbesteding en het toezicht.

4

(c) "vaargeul": de doorgaande vaargeul in de Westerschelde en de Beneden-Zeeschelde tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurgandekolk, zoals indicatief aangegeven op de kaart, opgenomen in bijlage A;

(e) "Bewindslieden": de voor de in dit Verdrag geregelde aangelegenheden bevoegde bewindspersonen;

(f) "Technische Scheldec commissie": de Technische Scheldec commissie bedoeld in het Protocol van de besprekingen van Belgische, Luxemburgse en Nederlandse ministers, gehouden te Luxemburg op 29, 30 en 31 januari 1948, of de organisatie die haar opvolgt;

(g) "Beheerders van de Schelde": de als zodanig door de Nederlandse en Vlaamse Regering benoemde personen of aangewezen instanties.

HOOFDSTUK II

Verplichtingen van Verdragspartijen

Artikel 3

Omschrijving van de te realiseren projecten en werken

1. De vaargeul wordt vernieuwd om een gelijkmatige vaart mogelijk te maken voor schepen met een diepgang van 13,10 meter op basis van een kielspelling van 12,5%. De technische beschrijving van de werken, waaronder het interventieplan voor het baggeren, is opgenomen in bijlage B. Een vermindering van de kielspelling zal het bedoelde interventieplan onverlet laten. Met de uitvoering van deze vernieuwing wordt ten laatste in 2007 van start gegaan, zodat de vermeldde vaarmogelijkheid ten laatste in 2009 is gerealiseerd. Tarverwezenlijking van de vernieuwing worden de volgende werken voorbereid, uitgevoerd en onderhouden:

- (a) het plaatselijk vernieuwen van de vaargeul en het plaatselijk vernieuwen en eventueel verplaatsen van anker- en noodankergebieden, en, voorzover noodzakelijk;
- (b) het opruimen van wrakken en andere obstakels in de vaargeul en in anker- en noodankergebieden;
- (c) het aanleggen van geulwandverdedigingen.

3

7. Bij de uitvoering van de in Artikel 3, tweede lid, omschreven projecten kan Vlaanderen het opgebaggende zand uit de Beneden-Zeeschelde aanwenden voor de dijkopbouw mits de Technische Scheldec commissie hier toe besluit.
8. Ter verwezenlijking van de in Artikel 3 omschreven projecten en werken binnen de aldaar bepaalde termijnen zullen de Verdragsluitende Partijen:
 - (a) op de meest efficiënte wijze toepassing geven aan de interne wetgeving voor de administratieve voorbereiding van de uit te voeren projecten en werken;
 - (b) alle nodige bestuurlijke besluiten, waaronder die met betrekking tot plannen en vergunningen, tijdig nemen; en
 - (c) in het algemeen, al het nodige doen zodat de aangegeven afspraken en termijnen, binnen het intern wettelijk en Europeesrechtelijk kader en met een goede en zorgvuldige besluitvorming, worden geëerbiedigd.

Artikel 5

Bestuurlijke monitoring

1. De Verdragsluitende Partijen stellen een bestendige bestuurlijke monitoring in op basis waarvan zij, indien nodig, maatregelen treffen, zodat de in Artikel 3 bepaalde afspraken en termijnen worden geëerbiedigd.
2. De Technische Scheldec commissie bewaakt hiertoe, in overleg met de bevoegde instanties en overeenkomstig Artikel 4, de voorbereiding en de uitvoering van de in Artikel 3 omschreven projecten en werken binnen de aldaar bepaalde termijnen.
3. De Voorzitter van de Nederlandse of de Vlaamse delegatie in de Technische Scheldec commissie roept de Technische Scheldec commissie onverwijld bijeen, indien de uitvoering van de projecten en werken vertraging ondervindt of dreigt te ondervinden en stelt de Bewindslieden in kennis van deze vertraging of dreigende vertraging.

2. Vlaanderen draagt op Belgisch grondgebied zorg voor de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud van de in Artikel 3 omschreven projecten en werken, daaronder begrepen studie en onderzoek, het organiseren en het doorlopen van de benodigde procedures, het opmaken van plannen en aanbestedingsbescheiden, de aanbesteding en het toezicht.
3. Nederland en Vlaanderen bepalen in onderlinge overeenstemming de gezamenlijke planontwikkeling voor de in Artikel 3, tweede lid, omschreven grensoverschrijdende projecten en werken. Nederland kan de uitvoering van dit lid delegeren aan de provincie Zeeland. Indien Vlaanderen en de provincie Zeeland niet tot overeenstemming komen, dient deze overeenstemming alsnog te worden bereikt met Nederland.
4. Vlaanderen draagt zorg voor:
 - (a) de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud van de in Artikel 3, eerste lid, onder (a), bedoelde projecten en werken, daaronder begrepen studie en onderzoek, het opmaken van plannen en aanbestedingsbescheiden, de aanbesteding en het toezicht; en
 - (b) de voorbereiding en de uitvoering van de in Artikel 3, tweede lid, omschreven projecten en werken, daaronder begrepen studie en onderzoek, het opmaken van plannen en aanbestedingsbescheiden, de aanbesteding en het toezicht, doch met uitzondering van grondverwerving op Nederlands grondgebied.
5. De Technische Scheldec commissie bepaalt tijdig de procedure voor overdracht van de door Vlaanderen in Artikel 3, tweede lid, onder (b), uitgevoerde werken. Hiarin wordt in ieder geval vastgelegd, dat Nederland bij de overdracht van deze werken alle rechten en verplichtingen van Vlaanderen ten opzichte van de aannemers overneemt. Deze overdracht zal geschieden binnen een maand na de melding door Vlaanderen, dat de projecten en werken zijn voltooid. De Technische Scheldec commissie ziet toe op deze overdracht.
6. De nadere regeling met betrekking tot de bestaakten en overeenkomsten is opgenomen in bijlage C.

4. Indien de Technische Scheldec commissie op grond van het derde lid wordt bijeengeroepen, treft zij, waar mogelijk en onverminderd het gestelde in het eerste lid, maatregelen of doet zij voorstellen aan de Bewindslieden om de in Artikel 3 bepaalde termijnen te eerbiedigen.

Artikel 6

Fysieke monitoring

1. De Technische Scheldec commissie stelt een plan op ter fysieke monitoring van de effecten van de in Artikel 3 omschreven projecten en werken.

2. De Beheerders van de Schelde zijn gezamenlijk belast met de uitvoering van dit plan.

3. Uitsluitend de Technische Scheldec commissie is bevoegd om, bij consensus, desgevallend na aanvullend wetenschappelijk onderzoek, conclusies en aanbevelingen aan de Bewindslieden te richten betreffende de in Artikel 1, derde lid, omschreven doelstelling.

Artikel 7

Kosten, kostenverdeling en betalingsregeling

1. Voor de toepassing van dit Verdrag worden onder de kosten van de in Artikel 3 omschreven projecten en werken begrepen:

- (a) de algemene projectkosten ten behoeve van de projectbegeleiding, van het toezicht op de voortgang en de samenhang en van de algemene externe communicatie over de projecten;
- (b) de kosten van de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud, alsmede de kosten en schadevergoedingen wegens rechtmatige overheidsoverheid, van de in Artikel 3, eerste lid, onder (a), omschreven verzuimingswerken;
- (c) de kosten van de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud, alsmede de kosten en schadevergoedingen wegens rechtmatige overheidsoverheid, van de in Artikel 3, eerste lid, onder (b), omschreven opruimingswerken;

(d) de kosten van de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud, alsmede de kosten en schadevergoedingen wegens rechtmatige overheidsoverheid, van de in Artikel 3, eerste lid, onder (c), omschreven geulwandverdedigingen;

(e) de kosten van de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud van de in Artikel 3, tweede, derde en vierde lid, omschreven natuurontwikkelingsprojecten, met inbegrip van de projecten leggen overstromingen;

(f) de kosten van monitoring en onderzoek, bedoeld in Artikel 6.

2. Onder de in het eerste lid, onder (a) tot en met (f), bedoelde kosten zijn, in voorkomend geval, begrepen:

- (a) de kosten van onderzoek, adviezen en laboratoriumproeven;
- (b) de belasting op de toegevoegde waarde.

3. De Verdragsluitende Partijen dragen ieder de kosten van hun eigen administratie ten aanzien van de projecten en werken omschreven in artikel 3.

4. De Verdragsluitende Partijen nemen elk 50% van de kosten bedoeld in het eerste lid, onder (a), voor hun rekening.

5. Nederland neemt voor 25% deel in de studiekosten van het in Artikel 3, eerste lid, omschreven project.

6. Nederland draagt voor een bedrag van maximaal 30 miljoen euro bij in de kosten van de werken, bedoeld in het eerste lid, onder (c) en (d), voorzover deze werken op Nederlands grondgebied plaatsvinden. Deze bijdrage wordt achtereenvolgens besteed aan:

- (a) 25% van de kosten bedoeld in het eerste lid, onder (a), en, vervolgens,
 - (b) de kosten bedoeld in het eerste lid, onder (c).
- De in het eerste lid, onder (d), bedoelde geulwandverdedigingen zullen in beginsel drie jaar na het begin van de uitvoering van de verzuimingswerken bedoeld in het eerste lid, onder (b), schriftelijk moeten zijn opgedragen.

12. De betalingsregeling is opgenomen in bijlage D.

Artikel 8

Flexibele stortstrategie

1. Met het oog op het behoud van de fysieke systeemkenmerken in hun natuurlijke dynamiek doet de Technische Schiedecommissie, in overleg met de Beheerders van de Schelde, voorstellen voor een flexibele stortstrategie, waarbij de morfologische evolutie van het systeem nauwgezet wordt gevolgd en de stortstrategie in voorkomend geval aan deze evolutie kan worden aangepast.
2. Vlaanderen past de flexibele stortstrategie toe ter uitvoering van Artikel 4, vierde lid, onder (a).

Artikel 9

Openstaande schulden

Vlaanderen verbindt zich ertoe om ter finale kwijting een bedrag ten belope van 1.035.400,08 euro (2.279.735 gulden) over te maken aan Nederland ter dekking van de achterstallige schulden van België inzake de Scheide-Rijnverbinding.

HCOFSTUK III

Geschiedbesiechting

Artikel 10

Geschiedbesiechting

1. Indien er tussen de Verdragsluitende Partijen geschillen ontstaan met betrekking tot de toepassing, de uitlegging of de uitvoering van dit Verdrag, zullen de Verdragsluitende Partijen deze geschillen in de eerste plaats regelen door middel van onderhandelingen.

10

7. De Verdragsluitende Partijen nemen elk de onderhoudskosten op zich van de werken bedoeld in het eerste lid, onder (c) en (d), verricht op hun grondgebied.

8. De overige in het eerste lid, onder (b), (c) en (d), bedoelde kosten komen ten laste van Vlaanderen.

9. De Verdragsluitende Partijen nemen elk de kosten op zich van de projecten bedoeld in het eerste lid, onder (a), verricht op hun eigen grondgebied, met dien verstande dat:

- (a) de Verdragsluitende Partijen elkaar bij de uitvoering van de in Artikel 3, tweede lid, omschreven projecten de benodigde kiel voor de dijkopbouw gratis ter beschikking stellen, voorzover deze winbaar is binnen het betreffende gebied en voorzover de in Artikel 4, derde lid, bedoelde planontwikkeling dit toelaat;
- (b) indien er bij de in Artikel 3, tweede lid, onder (a), omschreven projecten voor wordt gekozen de afwatering van de landinwaarts gelegen polders te regelen met behulp van een gemeenschappelijke infrastructuur, de investerings- en exploitatiekosten van deze infrastructuur over beide Verdragsluitende Partijen worden verdeeld pro rata van de afgeweerde debieten;
- (c) Vlaanderen de kosten op zich neemt van de voorbereiding en de uitvoering van de dijkverlegging, natuurontwikkeling en grondverwerving op Nederlands grondgebied met betrekking tot het in Artikel 3, tweede lid, onder (b), omschreven project. Met deze investering wordt rekening gehouden in geval van negatieve ontwikkelingen ten gevolge van het in Artikel 3, eerste lid, omschreven project.

10. De Verdragsluitende Partijen nemen elk voor hun eigen grondgebied de kosten bedoeld in het eerste lid, onder (f), voor hun rekening.

11. De Verdragsluitende Partijen zullen zich beijeren om de kosten van de in dit Verdrag omschreven projecten en werken zoveel te beperken als mogelijk is met behoud van een goede en zorgvuldige besluitvorming.

9

2. Indien de Verdragsluitende Partijen er niet in slagen dit geschil te regelen door middel van onderhandelingen binnen een termijn van zes maanden te rekenen vanaf de formele aanvraag tot onderhandelingen door één van de Verdragsluitende Partijen, kan dit geschil op verzoek van één van de Verdragsluitende Partijen worden voorgelegd aan een scheidsgerecht.
3. De bepalingen betreffende de samenstelling van het scheidsgerecht en de procedure van het scheidsgerecht zijn opgenomen in bijlage E.

HOOFDSTUK IV Sintbepalingen

Artikel 11 Relatie met andere Verdragen

De bepalingen van dit Verdrag gelden onverminderd de rechten en verplichtingen van de Verdragsluitende Partijen die voortvloeien uit Artikel 3 van het Scheidingsverdrag van 19 april 1838 tussen het Koninkrijk België en het Koninkrijk der Nederlanden en uit Artikel 113 van de Statuta van het Congres van Wenen van 6 juni 1815.

Artikel 12 Wijzigingsprocedure

1. Door de Verdragsluitende Partijen schriftelijk overeengekomen wijzigingen van dit Verdrag, de bijlage E daarbij begrepen, treden in werking op de dag waarop de Verdragsluitende Partijen elkaar schriftelijk hebben medegedeeld dat aan de constitutionele vereisten is voldaan.
2. Wijzigingen van de bijlagen A, B, C en D worden schriftelijk overeengekomen tussen de Bewindslieden en treden in werking op een door hen te bepalen datum.

Artikel 13 Inwerkingtreding

Dit Verdrag treedt in werking met ingang van de eerste dag van de tweede maand, volgend op de datum waarop de Verdragsluitende Partijen elkaar schriftelijk hebben medegedeeld dat aan de constitutionele vereisten is voldaan.

TEN BLIJKE WAARVAN de Gewoelachtigen van de Regeringen der Verdragsluitende Partijen dit Verdrag hebben ondertekend.

ONDERTEKEND te *Verdij (Lug)* op *21 december* 2005,
in tweevoud in de Nederlandse taal.

Voor het Vlaams Gewest,

Voor het Koninkrijk der Nederlanden,

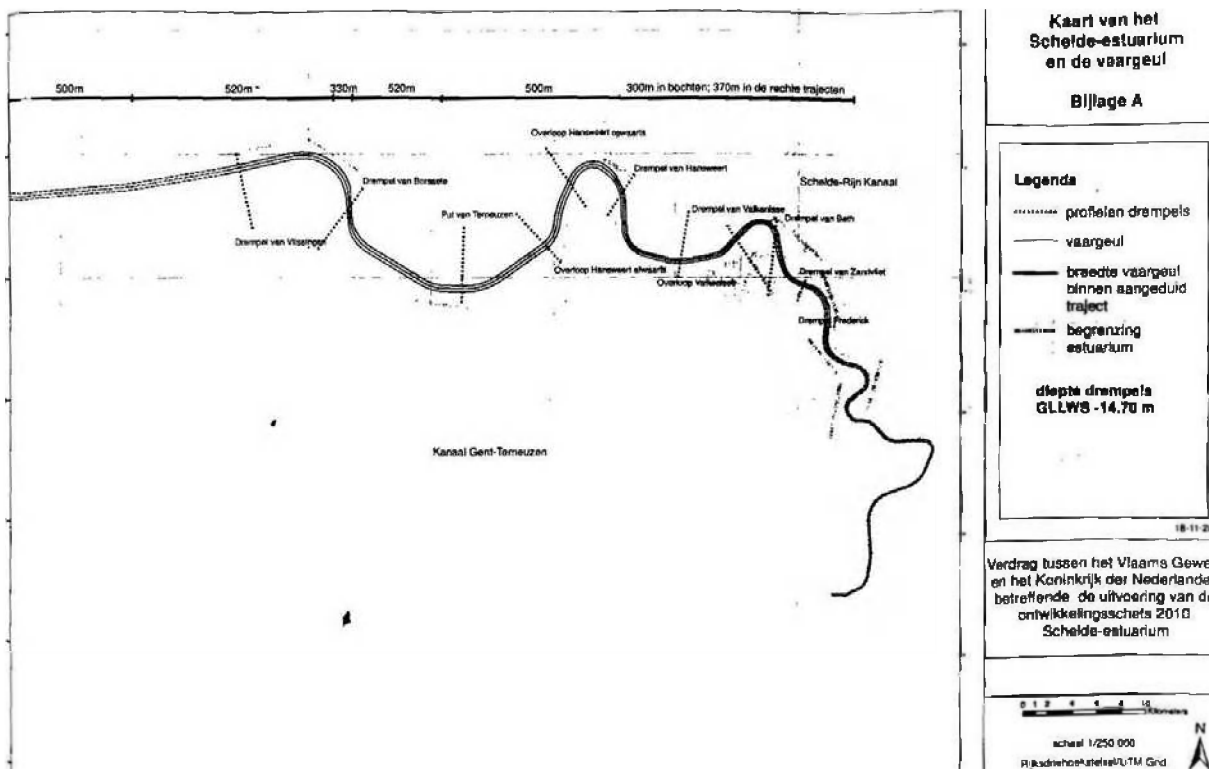


BIJLAGE B

Technische beschrijving van de werken,
waaronder het interventiepeil voor het baggeren

- Om een gelijmatige vaart mogelijk te maken voor schepen met een diepgang van 13,10 meter op basis van een kielspel van 12,5% wordt op de drempels van de vaargeul het volgende interventiepeil voor het baggeren aangehouden:
 - Wolterschelde ten oosten van de meridiaan van 3°33' oosterlengte GLLWS - 14,7 meter.
 - Beneden-Zeeschelde tot 500 meter stroomopwaarts van het Deurganddok GLLWS - 14,7 meter.
- De ligging van de vaargeul en van de drempels is indicatief aangegeven in bijlage A waarin eveneens de maximale aanlegbreedten van de vaargeul zijn opgenomen.
- Uitgaande van het interventiepeil is een overdiepte in verband met de frequentie van het baggeren toegestaan. Ten oosten van de meridiaan van 3°33' oosterlengte mag de overdiepte niet meer dan 0,7 meter bedragen, met dien verstande dat de gemiddelde overdiepte van alle betreffende drempels tezamen niet meer dan 0,3 meter mag bedragen. De maximale tolerantie beneden de aldus bepaalde aanlegdiepte bedraagt 0,3 meter.
- Onder diepgang wordt in dit Verdrag verstaan de diepgang in zoet water, gemeten als de verticale afstand tussen de vlakke waterspiegel en het diepst gelegen punt van een stilstaand schip.
- In het onderstaande schema is weergegeven wat in dit Verdrag onder kielspeling wordt begrepen.

14



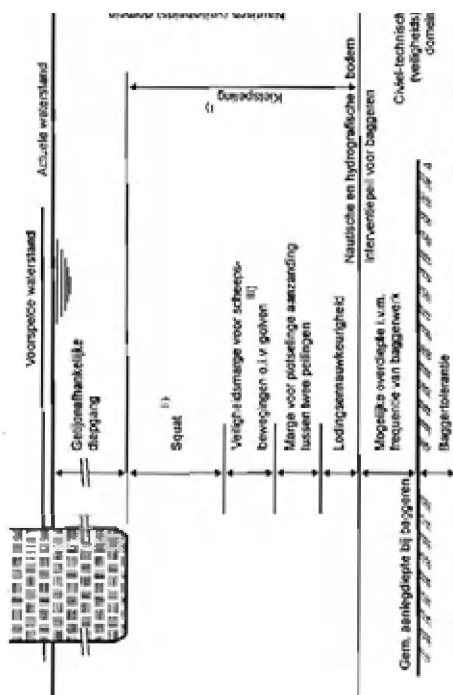
BIJLAGE C

Nadere regeling met betrekking tot de bestekken en overeenkomsten

1. De Bewindslieden belasten elk een ambtenaar met de leiding van en het toezicht op de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud van de projecten en werken. Deze ambtenaren plegen regelmatig onderling overleg over alle vraagstukken van gemeenschappelijk belang die zich bij de voorbereiding, de uitvoering en het onderhoud voordoen. Ter verzekering van een goede voortgang van de projecten en werken ontvangen bedoelde ambtenaren de nodige machtigingen.
2. De bestekken en overeenkomsten tot uitvoering van de projecten en werken en de levering van materialen behoeven de voorafgaande goedkeuring van de ambtenaren. De uitvoering van de projecten en werken en de levering van materialen worden in onderlinge overeenstemming tussen de Bewindslieden opgedragen met inachtneming van het tar zake relevante recht van de Europese Gemeenschap (in het bijzonder de voorschriften op het terrein van overheidsaanbestedingen) en de in Nederland en Vlaanderen ter zake bestaande verbintenissen.
3. In de gevallen waarin een openbare aanbesteding niet mogelijk of niet wenselijk is, kan in onderlinge overeenstemming tussen de Bewindslieden en met inachtneming van het tar zake relevante recht van de Europese Gemeenschap (in het bijzonder de voorschriften op het terrein van overheidsaanbestedingen) een andere procedure worden gevolgd. Daarbij behoeft de keuze van de uit te nodigen aannemers of leveranciers de voorafgaande instemming van de Bewindslieden of, wanneer het projecten en werken of leveringen betreft waarvan de raming een bedrag van 500.000 euro niet overschrijdt, van de ambtenaren.
4. Indien tijdens de uitvoering noodzakelijk of wenselijk blijvende wijzigingen, afwijkingen of aanvullingen van de overeenkomstig punt 2 of 3 goedgekeurde stukken tot gevolg zouden hebben dat de kosten worden verhoogd met meer dan 10% van de aannemingsom, of tot gevolg zouden hebben dat de kosten van de aannemingsom met meer dan 500.000 euro

18

KIELSPELING



- I. Deze kielspeling moet tenminste gemiddeld aanwezig zijn in verband met de invloed van de waterdiepte op het manoeuvreerendrag (horizontale en/of verticale zuiging) van het schip. Daarnaast zijn ook schepbewegingen onder invloed van golven begrepen. Schepbewegingen ten gevolge van laterale winddruk, grote koersveranderingen etc. worden eveneens hierbij gerekend.

- II. Squat is sterk afhankelijk van de volgende variabelen:

- verhouding tussen waterdiepte en diepgang;
- vaarsnelheid (kwadratisch verband);
- veiligheidscoëfficiënt van het onderwaterschip.

- III. Bepalen een bepaalde drempelwaarde van de golienergie is deze nalg nihil.

15

BILJAGE D

Betalingssregeling

worden verhoogd, is de goedkeuring van de Bewindslieden vereist. Indien tijdens de uitvoering noodzakelijk of wenselijk bijkomende wijzigingen, afwijkingen of aanvullingen van de overeenkomstig punt 2 of 3 goedgekeurde stukken tot gevolg zouden hebben dat de kosten worden verhoogd met 10% of minder van de aanmeldingsom en de kosten van de aanmeldingsom met 500.000 euro of minder worden verhoogd, is de goedkeuring van de ambtenaren vereist.

5. Indien onvoorziene projecten of werken nodig zijn die een spoedeisend karakter hebben, kunnen deze worden uitgevoerd zonder dat de in punt 4 bedoelde goedkeuring is verkregen. In deze gevallen stelt de betrokken ambtenaar de andere ambtenaar zo spoedig mogelijk daarvan in kennis.

17

1. Volgens de voortgang van de projecten en werken zendt de Nederlandse respectievelijk Vlaamse in bijlage C punt 1 bedoelde ambtenaar aan de Vlaamse respectievelijk Nederlandse in bijlage C punt 1 bedoelde ambtenaar per aangetekende post de declaraties. De declaraties hebben betrekking op de kosten conform de bepalingen van dit Verdrag. De declaraties zijn voorzien van de nodige bewijsstukken.

2. Vergoedingen voor de ingebruikneming van de voor de projecten en werken ter beschikking gestelde gronden of materialen worden, voor zover niet inbegrepen in de facturen van derden, gedeclareerd na afloop van de maand waarop ze ter beschikking zijn gesteld.

3. De declaraties worden betaald binnen zes weken te rekenen vanaf de datum van ontvangst van de declaraties.

4. Bij overschrijding van de in punt 3 genoemde termijn is voor de duur van de overschrijding gedurende de eerste zes maanden een enkelvoudige rentevergoeding verschuldigd ter hoogte van de wettelijke rente in Nederland dan wel in Vlaanderen, verhoogd met 1%. Vanaf de zevende maand van overschrijding is samengestelde rente verschuldigd.

5. Indien de Nederlandse respectievelijk Vlaamse ambtenaar bezwaar maakt tegen één of meer van de in een declaratie voorkomende bedragen, stelt hij de Vlaamse respectievelijk Nederlandse ambtenaar hiervan binnen vier weken na ontvangst van de declaratie per aangetekende post in kennis. Voor het niet betwiste deel van de declaratie geldt de betalingstermijn van punt 3. Over het betwiste deel van de declaratie nemen de Bewindslieden binnen één maand een besluit. De rentevergoeding over dit deel is als punt 4.

6. De Nederlandse en Vlaamse ambtenaar kunnen in onderling overleg een regeling opstellen omtrent de administratieve afhandeling van hetgeen in deze bijlage is bepaald.

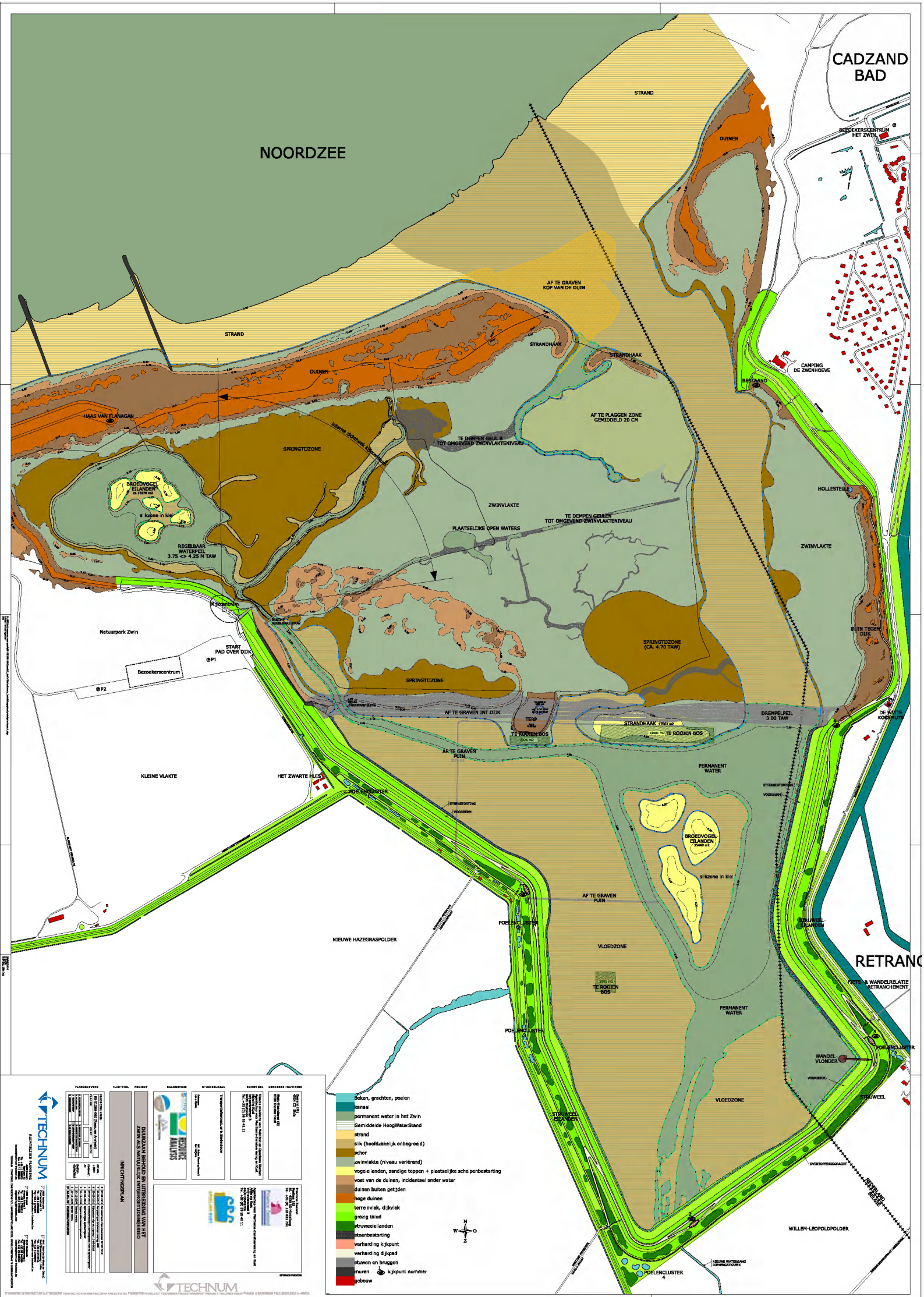
18

BIJLAGE

Samenstelling en procedure van het scheidsgerecht

1. Het in Artikel 10 van dit Verdrag gencemde scheidsgerecht bestaat uit vijf arbiters.
2. Elke Verdragsluitende Partij benoemt twee arbiters, waarvan er slechts één haar onderdaan mag zijn of in dienst mag zijn van de betrokken Partij, binnen een termijn van dertig dagen vanaf de datum waarop één van de Verdragsluitende Partijen van de andere Partij een diplomatieke nota heeft ontvangen, waarin om een scheidsrechtelijke beslissing wordt verzocht.
3. De vier aldus gekozen arbiters bereiken overeenstemming over een vijfde arbiter binnen een volgende termijn van dertig dagen. Deze vijfde arbiter mag geen onderdaan zijn van of in dienst zijn van enige overheid, openbare instelling of overheidsbedrijf in het Koninkrijk België respectievelijk in het Koninkrijk der Nederlanden.
4. Indien één van de Partijen haar eigen arbiters niet benoemt binnen de termijn van dertig dagen of indien over de vijfde arbiter niet binnen de termijn van dertig dagen overeenstemming is bereikt, kan de Voorzitter van het Internationaal Gerechtshof, of indien deze de Belgische of Nederlandse nationaliteit bezit, de Vice-Voorzitter, door één van de Partijen worden verzocht een arbiter of arbiters te benoemen.
5. Het schiedsgesicht regelt zijn eigen verkwijze.
6. Het scheidsgerecht bestaat bij meerderheid van stemmen.
7. De scheidsrechtelijke uitspraak is met redenen omkleed, definitief en niet vatbaar voor beroep.
8. De kosten van het scheidsgerecht worden door beide Partijen gedragen, elke Partij voor de helft ervan. Elke Partij draagt de kosten van haar vertegenwoordiging in het geding.

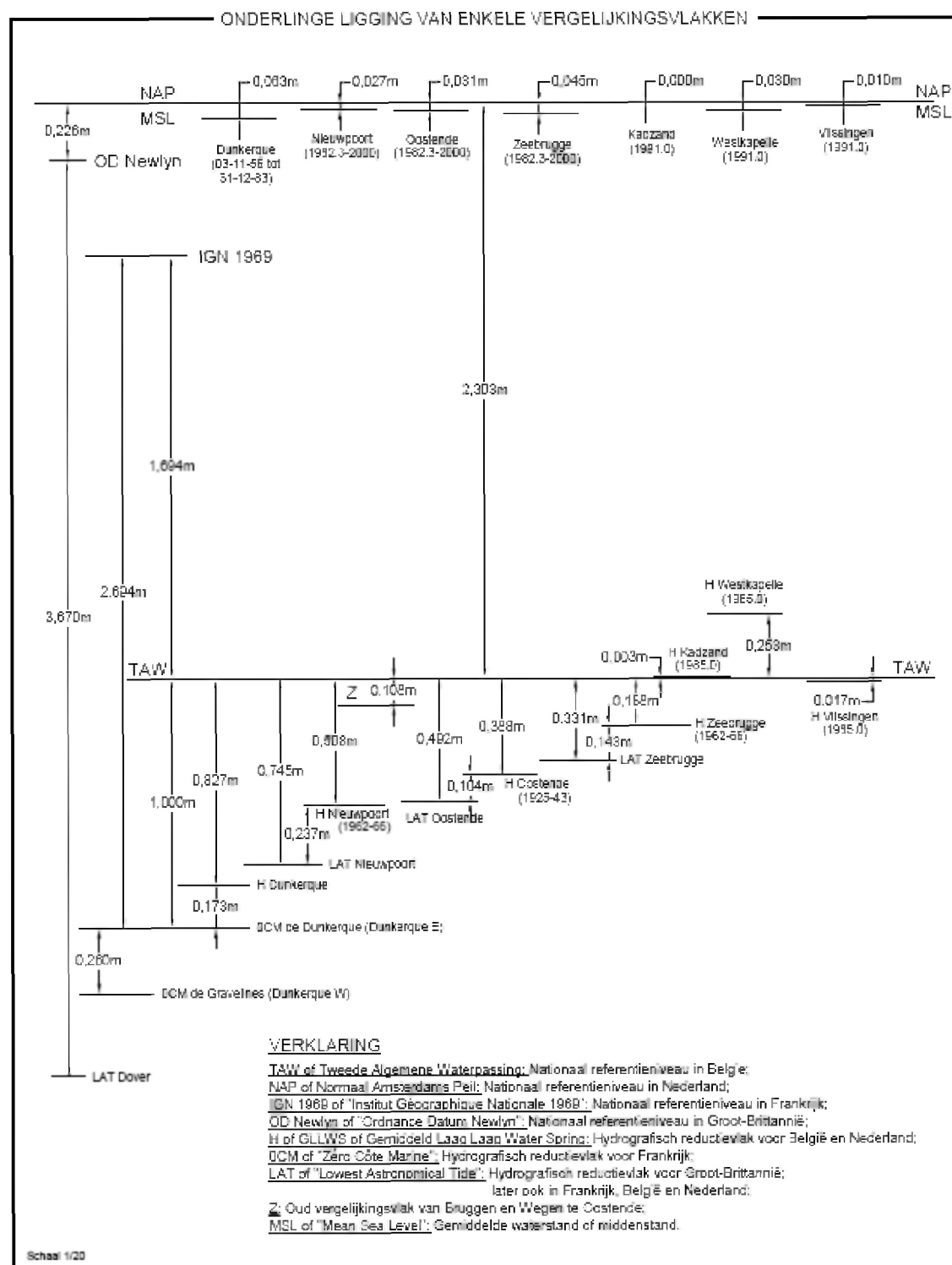
BIJLAGE 5 Inrichtingsplan





BIJLAGE 6 Onderlinge ligging vergelijkingsvlakken

AFDELING WATERWEGEN KUST
HYDROGRAFIE - HYDROMETEO
OOSTENDE



Toestand 01-01-2002

BIJLAGE 7 sondeergrafieken
--

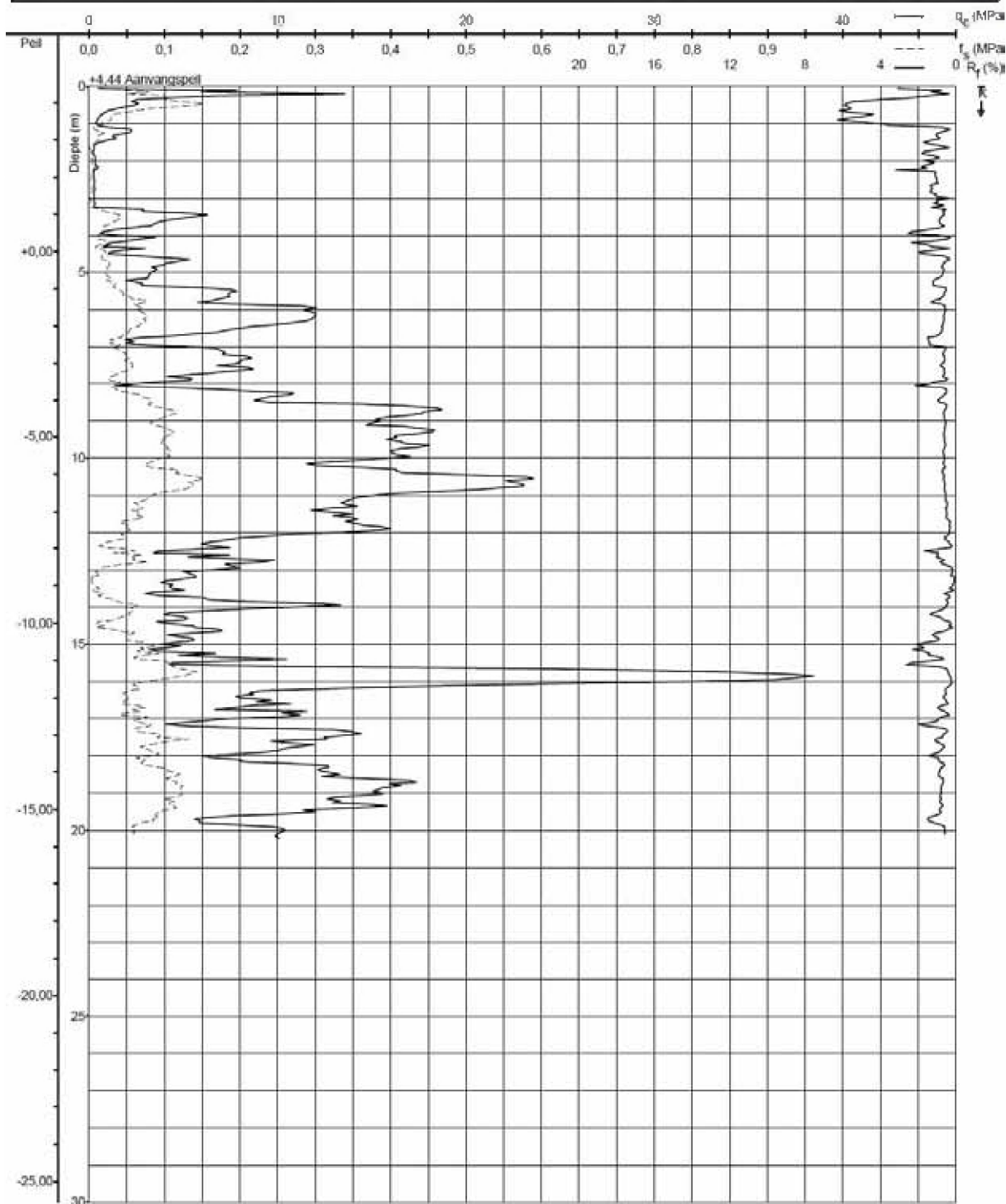
Opdracht GEO-08/201	Datum 05/12/2008	KNOKKE x = 79973,78 y = 227251,95 z = 4,44	Proef S19
-------------------------------	----------------------------	--	---------------------

Apparaat : 200kN - RUPS

Conus : E

Uitgevoerd door : VO - Afdeling Geotechniek

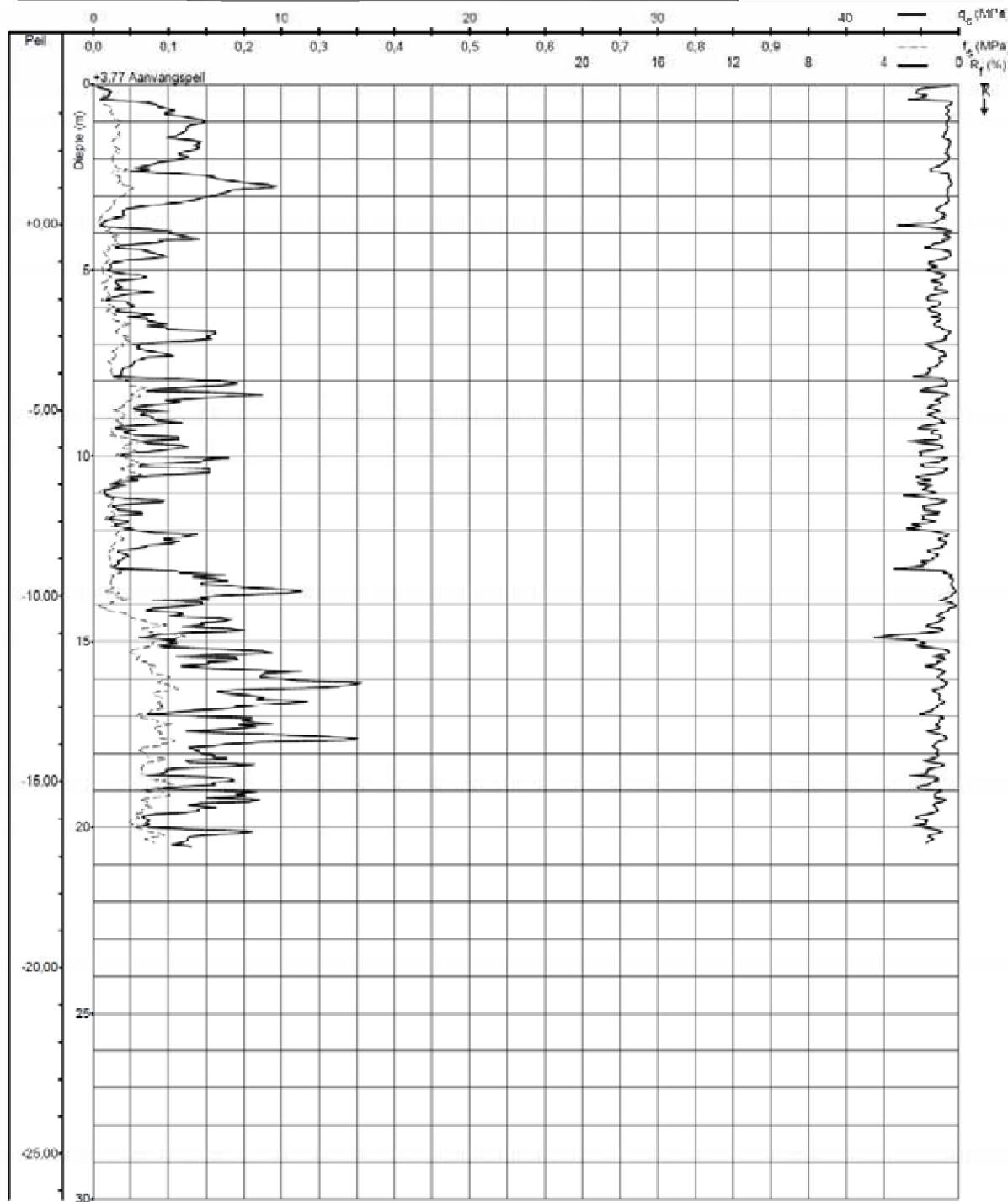
Water op : 0 m (peil +4,44) opgemeten op 05/12/2008



AFDELING GEOTECHNIEK

GEO-08/201
Bijlage :

Opdracht GEO-08/201	Datum 15/12/2008	x = 80609,14	KNOKKE y = 226829,50	z = 3,77	Proef S43
Apparaat : 200xN - RUP8 Conus : E Uitgevoerd door : VO - Afdeling Geotechniek Sondeergat dicht op : 0,00 m (peil +3,77) opgemeten op 15/12/2008					



AFDELING GEOTECHNIEK

GEO-08/201
Bijlage :

SONDERING (CPT-E)

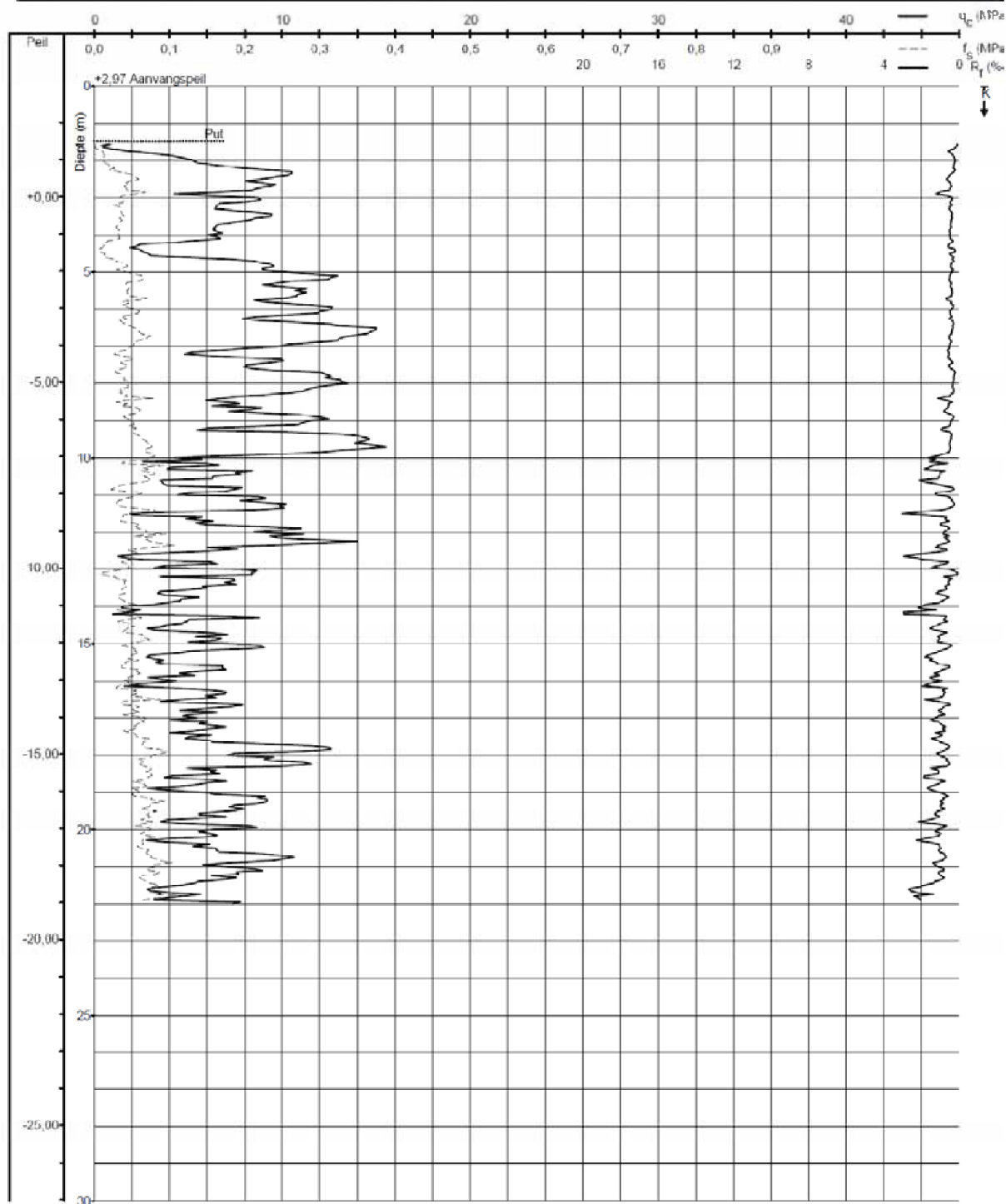
Opdracht GEO-08/201	Datum 20/02/2009	KNOKKE x = 80900,34 y = 227001,85 z = 2,97	Proef S50
-------------------------------	----------------------------	--	---------------------

Apparaat : 200kN - RUP5

Conus : E

Uitgevoerd door : VO - Afdeling Geotechniek

Water op : 0,73 m (peil +2,24) opgemeten op 20/02/2009 12:20


AFDELING GEOTECHNIEK
GEO-08/201
Bijlage :

SONDERING (CPT-E)

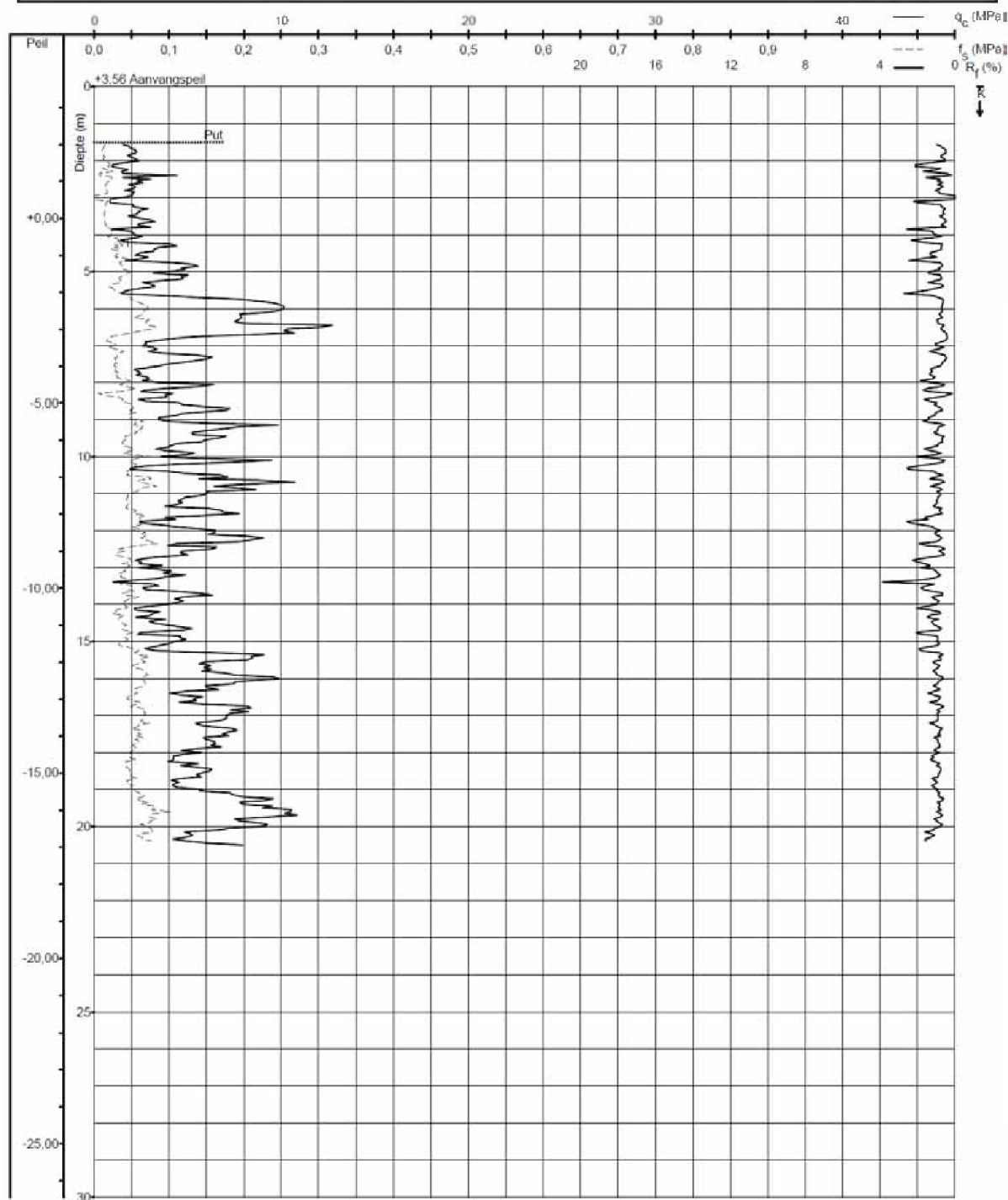
Opracht	Datum	KNOKKE			Proef
GEO-08/201	03/02/2009	x = 80957,39	y = 227137,76	z = 3,56	S54

Apparaat : 200kN - MAN2

Conus : E

Uitgevoerd door : VO - Afdeling Geotechniek

Sondeergat dicht op : 1.40 m (peil +2.16) opgemeten op 03/02/2009 13:40



AFDELING GEOTECHNIEK

GEO-08/201
Bijlage :

BIJLAGE 8

Hydraulische ontwerprandvoorwaarden

Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Zwin – bepaling dijkhoogtes, Rapport nr
I/NO/11285/08.278/KTR. IMDC



NOTA

Datum:	28/07/09
Aan:	Afdeling Kust – Waterschap Zeeuws-Vlaanderen
Auteur:	Koen Trouw, Vincent Gruwez
Documentref:	I/NO/11285/08.278/KTR
naam vh document:	K:\PROJECTS\11\11285 - Mer Zwin\10-Rap\D05 - ontwerp\No08278 Hydraulische randvwn Zwin v21.doc

Betreft: Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Zwin – bepaling dijkhoogtes

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING.....	1
2. PLAN VAN AANPAK RANDVOORWAARDEN.....	1
3. HYDRODYNAMISCHE PARAMETERS OP ZEE.....	2
3.1. HET ONTWERPPEIL	2
3.2. DE GOLFKARAKTERISTIEKEN	3
3.3. DE WINDGEGEVENS	3
4. GOLFMODELLERING IN HET ZWIN.....	5
4.1. INLEIDING	5
4.2. ANALYSE.....	5
4.2.1. <i>Vergelijking met Nederlandse Hydrodynamische randvoorwaarden in het Zwin</i>	5
4.2.2. <i>Invloed van de windsnelheid</i>	8
4.3. RESULTATEN VOOR ANDERE RICHTINGEN	11
5. PLAN VAN AANPAK ONTWERP DIJK – LAYOUT	14
6. DIJKONTWERP	15
6.1. DIJKHOOGTE	15
6.2. VOLUMEVERSCILLEN	19
6.3. EROSIE DIJKBEKLEDING.....	19
7. REFERENTIES	20

1. INLEIDING

Deze nota beschrijft de hydrodynamische randvoorwaarden nodig om de dijken te dimensioneren. Op basis van deze randvoorwaarden worden de minimale dijkhoogtes in functie van het dijktaalud bepaald.

2. PLAN VAN AANPAK RANDVOORWAARDEN

Met het mathematisch golfvoortplantingsmodel SWAN worden randvoorwaarden die op zee gekend zijn doorvertaald naar punten voor de dijk.

De te doorlopen stappen zijn dus:

- Inventarisatie randvoorwaarden op zee, voor de Zwin-monding
- Opstellen van een SWAN model
- Doorvertalen van deze randvoorwaarden naar uitvoerpunten net voor de dijk in het Zwin

De hydrodynamische randvoorwaarden op zee worden afgeleid aan de resp. Nederlandse en Vlaamse hydrodynamische randvoorwaardenboeken.

In principe kan men per windrichting extreme waardeverdelingen opstellen voor de waterstand, de golfhoogte en de windsnelheid. Aangezien de hoogste waterstanden voorkomen uit NNW-NW richtingen en aangezien deze richtingen de “beste” golfindringing geven (richting gelijk aan richting van de monding) is het echter niet te conservatief te werken met een omnidirectionele waterstand en golfhoogte. De windsnelheid zal wel per richting bepaald worden. Indien een windrichting die afwijkt van NNW-NW de hoogste bijdrage levert aan de golfhoogte aan de dijk, dan is de gebruikte waterstand een overschatting. Voor deze gevallen zal bekeken worden of een minder conservatieve aanpak nodig is.

Voor het SWAN model wordt er een bodem aangemaakt van het nieuwe Zwin (ontwerp). Aangezien ook het nieuwe Zwin geleidelijk zal verzanden (of stabiel zal gehouden worden), is het niet nodig rekening te houden met eventuele toekomstige diepere liggingen.

Op verschillende locaties in de uitbreiding van het Zwin worden golfkarakteristieken bepaald voor de verschillende windrichtingen. De ligging van de punten kan worden gekozen wanneer de inrichting van de uitbreiding vast ligt, in deze nota wordt gebruik gemaakt van de momenteel meest waarschijnlijke ligging.

Het doorrekenen van de verschillende richtingen levert per richting een golfhoogte en periode op.

Om de meest kritieke golfkarakteristieken te bepalen wordt in Nederland per uitvoerpunt het product $H_s * T_{pm}$, het product $H_s * T_{pm} * T_{pm}$ en het product $H_s * H_s * T_{pm}$ bepaald, conform de door RIKZ vooropgestelde methodologie (waarbij de producten een maat zijn voor de golfkracht of overslagdebieten). Deze methodologie selecteert de richting die de grootste belasting geeft. De golfcondities die de grootste producten opleveren, worden weerhouden. Bij de Vlaamse aanpak dienen de verschillende richtingen gecombineerd te worden. Echter, aangezien per dijksegment maar een beperkte range richtingen hoge golven oplevert, komt dit in de praktijk op hetzelfde neer.

Uit de berekeningen zal blijken dat de richtingen met de hoogste golfhoogtes en de hoogste periodes samenvallen.

T_{pm} is de hoogste waarde van de twee periodematen T_{pb} (de blokperiode) en T_{pbeq} (de equivalente blokperiode). Voor golfoverslag wordt met $T_m-1,0$ gewerkt. De uitvoer in SWAN zal met 20% verhoogd worden om rekening te houden met mogelijke onderschattingen. Deze waarde zal gelimiteerd worden door de berekende $T_{pm} / 1.1$.

Met SWAN zal dan voor de maatgevende waterstand volgens deze methode gekeken worden welke richting het meest nadelig is. Voor deze richting worden dan de ontwerpgolfhoogtes en periodes bepaald. Gelet op de relatief kleine verschillen tussen de Vlaamse en Nederlandse ontwerprandvoorwaarden zal telkens met de meest conservatieve aanname gewerkt worden.

3. HYDRODYNAMISCHE PARAMETERS OP ZEE

De belangrijkste hydrodynamische parameters voor het ontwerp van een dijk zijn de significante golfhoogte (H_{m0}), golfperiode ($T_{m-1,0}$) en het waterpeil. Ook belangrijk is de windsnelheid daar de wind energie levert aan de golven.

Omdat het Zwin een grensoverschrijdend gebied is, zijn in principe twee verschillende normen van toepassing. In Vlaanderen wordt, in afwachting van het Masterplan voor kustveiligheid, gewerkt met een norm (terugkeerperiode) van 1000 jaar. In Zeeuws-Vlaanderen bedraagt de norm 4000 jaar. Er is geopteerd om met de strengste norm en dus met de Nederlandse norm (4000-jarige storm) te werken. De Vlaamse norm wordt ook meegegeven ter vergelijking.

Er is een levensduur van 50 jaar voorzien voor het ontwerp van de dijken.

3.1. Het ontwerppeil

Onder het ontwerppeil wordt verstaan de superpositie van de hoogwaterstand en de storm opzet horende bij de storm met dezelfde retourperiode, zijnde 1000 jaar of 4000 jaar naargelang de beschouwde norm.

Het 4000 jarige waterpeil in het Zwin wordt zowel bepaald volgens het Nederlands hydrodynamisch randvoorwaardenboek¹ [2] en volgens eigen onderzoek² [1].

Tabel 3-1: het ontwerppeil zonder zeespiegelrijzing

	<i>Waterpeil 1/4000 Vl. [1] [m]</i>	<i>Waterpeil 1/4000 Ned [2] [m]</i>
[m +NAP]	5.03	5.10
[m +TAW]	7.33	7.40

Ten gevolge van de klimaatwijziging is het gemiddeld zeeniveau aan het stijgen. De waterstand dient dus aangepast te worden volgens de stijging die te verwachten is op het einde van de voorziene levensduur van de dijken. Als ontwerppeil wordt dus het waterpeil beschouwd welke hypothetisch voorkomt in het jaar 2060.

Rijkswaterstaat gaat in de komende eeuw uit van een relatieve zeespiegelrijzing van 60 cm [5]. Deze verwachtingswaarde wordt ook door de afdeling Waterwegen Kust aangehouden als ontwerpwaarde voor de Zeeweringsinfrastructuur.

Bij de curven die de stijging van het zeeniveau in de tijd weergeven, en als resultaat een stijging van 60 cm de komende eeuw voorspellen (uit Intergovernmental Panel on Climate Change), kan men aflezen dat de stijging is samengesteld uit een stijging van ongeveer 22 cm de eerste 50 jaar en een stijging van 38 cm de volgende 50 jaar³. Naast de gemiddelde zeespiegel is ook de getijde-amplitude aan het stijgen. Dit is hier van groot belang, vermits HW sterker toeneemt dan LW. Hiernaar werd door het IPCC echter weinig onderzoek gepleegd. Voor HW komt de stijging over de periode 1895-1995 neer op ongeveer 30 cm, terwijl de stijging voor LW ongeveer 20 cm bedraagt. Het gemiddeld zeepeil nam ongeveer 22 cm toe. Er wordt aangenomen dat de verhouding van de stijgsnelheden bewaard blijft in de toekomst, zodat HW steeds 30/22 keer zo snel als het gemiddeld peil zal toenemen en LW 20/22. Voor het jaar 2060, bij een relatieve zeespiegelrijzing van 28 cm (in 2060 tov 2006), betekent dat voor HW **een stijging van 38cm** (in 2060 tov 2006).

¹ Toetspeil voor de Willem Leopoldpolder

² De gegevens zijn in dat rapport gegeven voor Oostende. Om rekening te houden met het getijdehoogteverschil tussen Oostende en het Zwin, is 0.06m bijgeteld bij de 1000 en 4000 jarige waterstand voor Oostende.

³ 22 cm tussen 2001-2050, dus 21cm tussen 2004 en 2050 (VI); 20 cm tussen 2006 en 2050 (Ned)

38 cm tussen 2050-2100, dus 8 cm tussen 2050 en 2060

In de voorliggende studie worden deze waarden gesuperponeerd op het waterpeil zoals is vermeld in Tabel 3-1 zodoende tot de ontwerppeilen in 2060 te komen (cf. Tabel 3-2).

Tabel 3-2: het ontwerppeil inclusief zeespiegelrijzing

	Waterstand 1/4000 VL. [1] [m]	Waterstand 1/4000 Ned. [2] [m]
[m +NAP]	5.41	5.48
[m +TAW]	7.71	7.78

Ter informatie: de 1000-jarige waterstand inclusief de zeespiegelrijzing is 7.37mTAW (5.07mNAP) [1].

3.2. De golfkarakteristieken

Voor het ontwerp van de nieuwe dijken zijn de golfparameters H_{m0} en $T_{m-1,0}$ aan de teen van de dijk gewenst. Hiervoor wordt een golfmodel (SWAN) gebruikt die gekende golfkarakteristieken op dieper water transformeert naar de gewenste parameters aan de teen van de dijk. De rand van het SWAN-model zal gesitueerd zijn langs het vooroevergebied afwaarts van de monding van het Zwin. De golfparameters die aan de rand van het SWAN-model worden opgelegd, staan in Tabel 3-3.

Tabel 3-3: de golfkarakteristieken per norm en bron

Golfkarakteristiek	1/4000 VL. [1]	1/4000 NED [2]⁴
H_{m0} [m]	4.63	5.41 ⁵
T_p [s]	12.6	-
T_z [s]	-	8.0

De Nederlandse golfhoogte is veel hoger, aangezien die parameters voor duinafslag bestemd zijn en het beschouwde punt dan ook ver op zee ligt. De Nederlandse norm geeft de gemiddelde periode T_z en mag vermenigvuldigd worden met 1.3 à 1.4 om een waarde voor T_p te bekomen. De 1000-jarige golfparameters zijn $H_{m0}=4.53\text{m}$ en $T_p=12.0\text{s}$ [1].

Aangezien de golfhoogte vooral bepaald zal worden door de ondieptes, zal voornamelijk de golfperiode op de rand bepalend zijn. Er wordt dan ook voorgesteld om in dit geval met de Vlaamse gegevens te werken. (meest conservatief)

3.3. De windgegevens

Ook de windgegevens worden zowel geput uit Vlaamse bron [1] als uit Nederlandse bron. De Vlaamse gegevens zijn echter extreme windsnelheden in open zeegebied. Uit rapport [3] bleek dat er een factor 1/1.2 toegepast moet worden tussen windsnelheden gemeten door meetpalen en de windsnelheid in Zeebrugge. Dit omdat de windsnelheid op zee 20% hoger is dan op land. Dezelfde factor wordt gebruikt om de snelheden in het Zwin te bekomen. De 4000-jarige windsnelheden volgens Vlaamse bron [1] worden gegeven in Tabel 3-4.

Tabel 3-4: extreme windsnelheden Vlaanderen voor beide terugkeerperiodes (duur 2h) gereduceerd naar landwindsnelheden [1]

Windrichting [° t.o.v. N]	Windsnelheid 1/4000 [m/s]
--	--

⁴ Golfkarakteristieken voor Suatiegeul Cadzand

⁵ $H1/3$ was opgegeven (=5.10m), H_{m0} is bekomen aan de hand van $H_{m0} = 1.06 \cdot H1/3$

0	27.7
22.5	27.7
45	25.5
67.5	-
90	-
112.5	-
135	-
157.5	-
180	-
202.5	-
225	-
247.5	-
270	31.9
292.5	30.1
315	26.7
337.5	27.8

De windsnelheden uit Nederlandse bron en dus ook voor een 4000 jarige storm staan in Tabel 3-5.

Tabel 3-5: extreme windsnelheden volgens Nederlandse norm ten westen van de lijn Vlissingen-Breskens

Windrichting [° t.o.v. N]	Windsnelheid 1/4000 [m/s]
0	22
30	20
60	21
90	20
120	19
150	20
180	24
210	29
240	32
270	34
285	33
300	32
315	29
330	26

4. GOLFMODELLERING IN HET ZWIN

4.1. Inleiding

Voor een waterstand van 7.78m TAW (5.48m NAP) (=4000 jarige waterstand voor het jaar 2060, cfr. Tabel 2-2) werd de golfindringing en windgroeï in het Zwin bepaald.

In eerste instantie werd hierbij enigszins conservatief tewerk gegaan, door te veronderstellen dat de 4000 jarige waterstand kan voorkomen bij wind/golven uit elke richting. In gevallen waar bijvoorbeeld zou blijken dat de grootste belasting voorkomt met een richting West, is dit te conservatief, aangezien de waterstanden horende bij stormen uit het westen merklijk lager zijn.

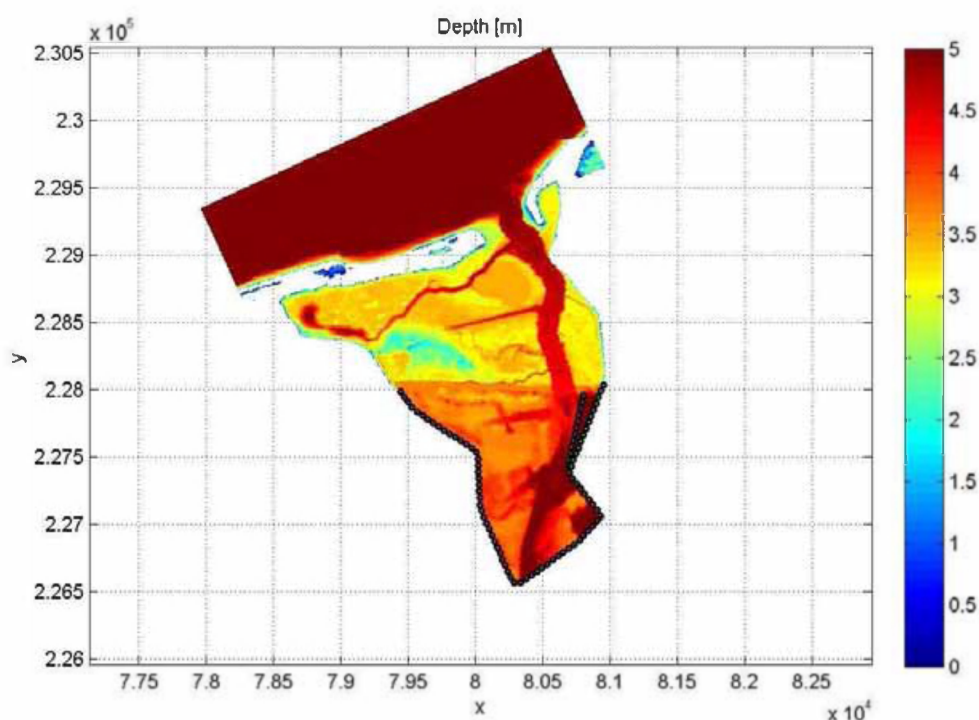
Als maatgevende golfkarakteristieken op de zeewaartse rand van het model werd een golfhoogte van 4.63m gebruikt en een piekperiode van 12.6s. Het mogelijks tweetoppig zijn van het spectrum werd hierbij verwaarloosd, dit heeft voor de nieuwe dijk weinig tot geen invloed zoals uit onderstaande resultaten zal blijken.

De windsnelheid werd wel gevarieerd met de richting, hiervoor werden de waarde uit Tabel 2-5 gebruikt.

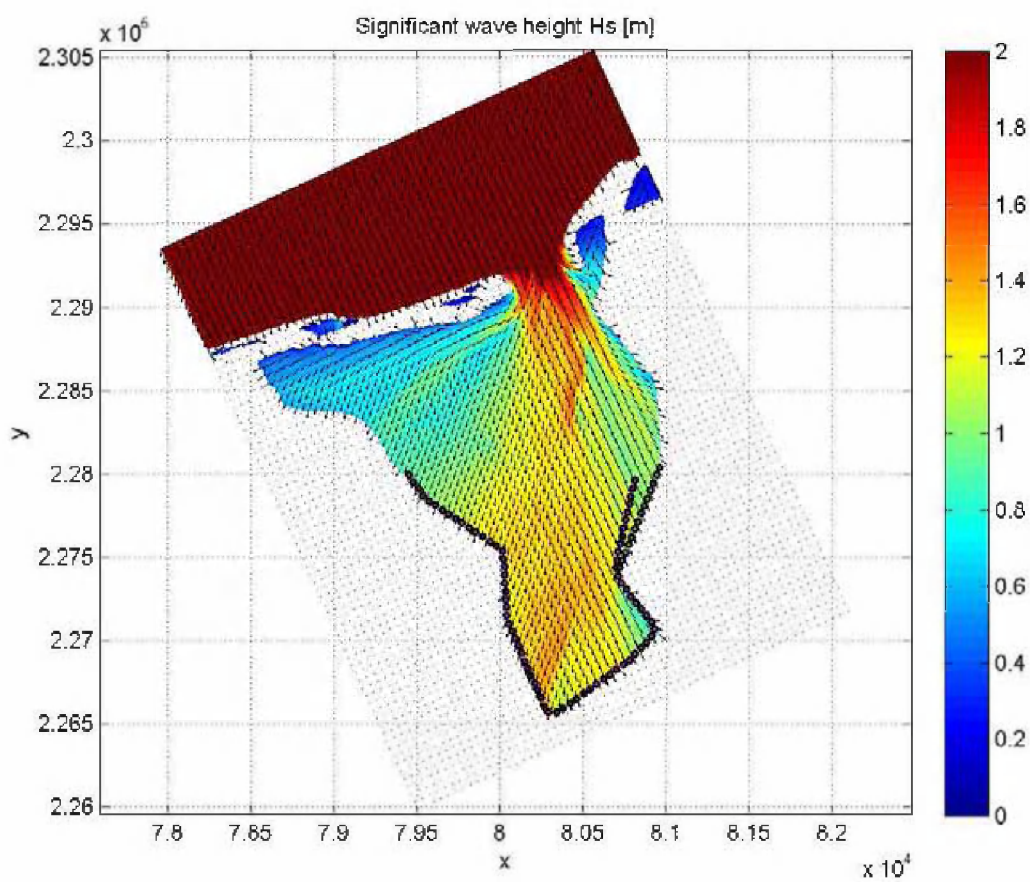
4.2. Analyse

4.2.1. Vergelijking met Nederlandse Hydrodynamische randvoorwaarden in het Zwin

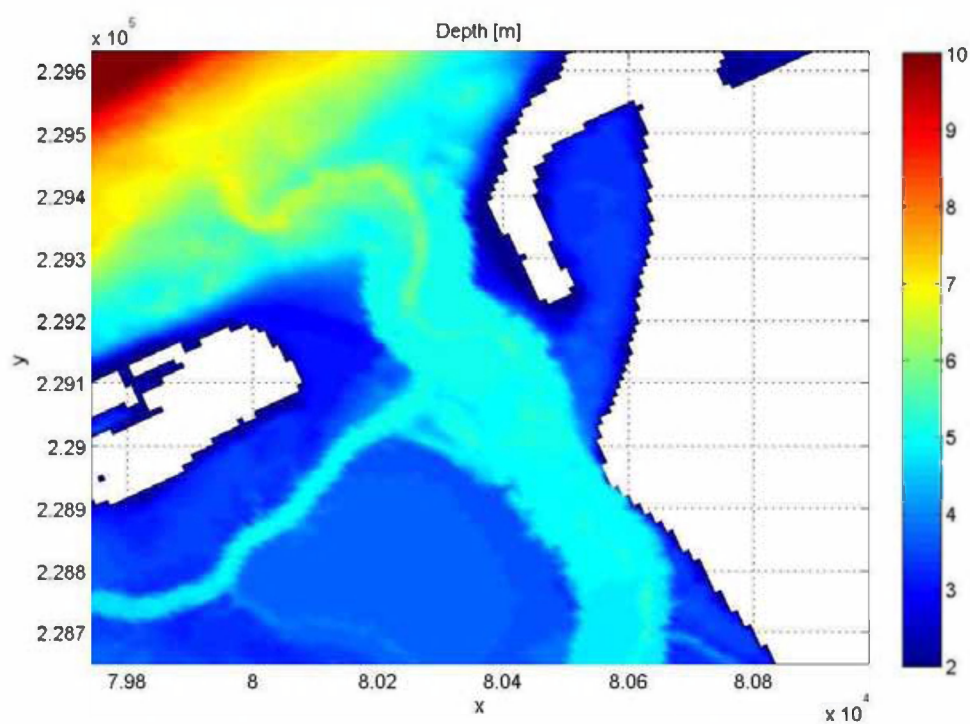
Onderstaande figuren geven de resultaten voor richting noord en 330 graden, de richtingen die de grootste belastingen op de huidige N-Z dijk zouden moeten geven en waarvoor HR2006 een golfhoogte van 0.8m opgeeft. De berekeningen zijn gebeurd met een vergrote geul en een gedeeltelijk wegnemen van de duinen aan de westelijke zijde van de monding. Uit de resultaten blijkt dat de in HR2006 opgegeven golfhoogte van 0.8m overeenkomt met deze modelresultaten, behalve in de knik van de dijk. Op de knik wordt met deze modelresultaten een golfhoogte van ongeveer 1.4m gevonden, wat overeenkomt met de HR2001 golfcondities. Tijdens de vergadering van 6 juli 2009 bleek echter dat het uitvoerpunt voor de Hydrodynamische randvoorwaarden waarschijnlijk op de zuidelijke dijk ligt, aan de oostkant. Uit Figuur 4-2 blijkt dat hier een waarde van ongeveer 1m gevonden wordt (voor 2060), wat aansluit bij de 0.8 voor 2006.



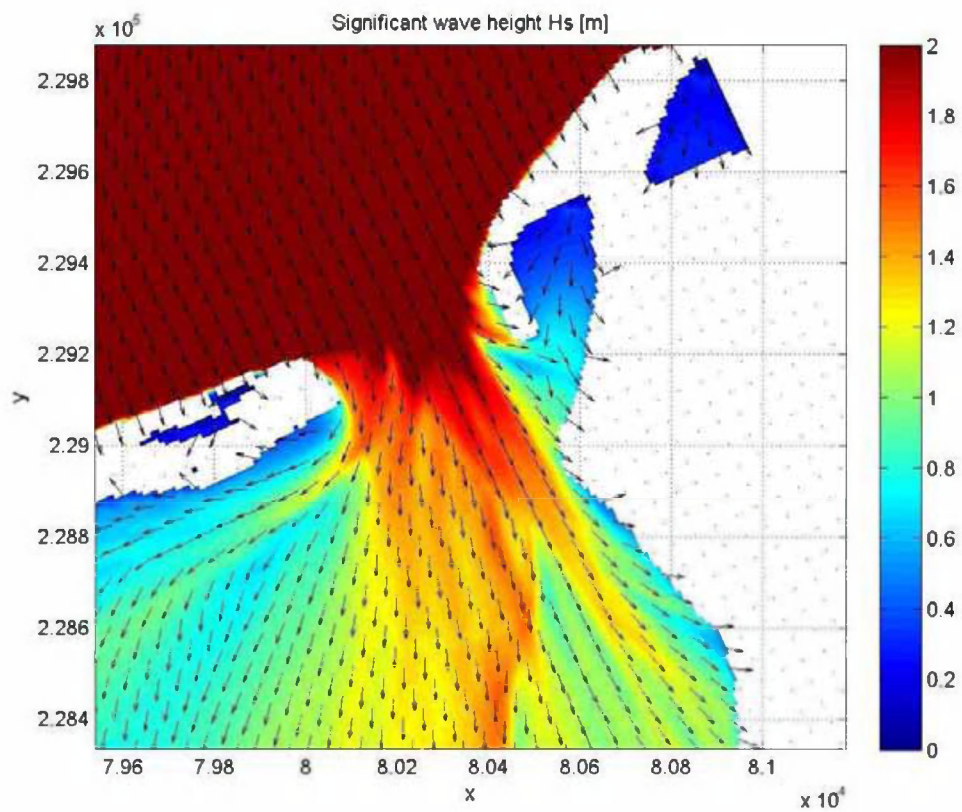
Figuur 4-1 Waterdiepte bij 4000 jarige storm in 2060



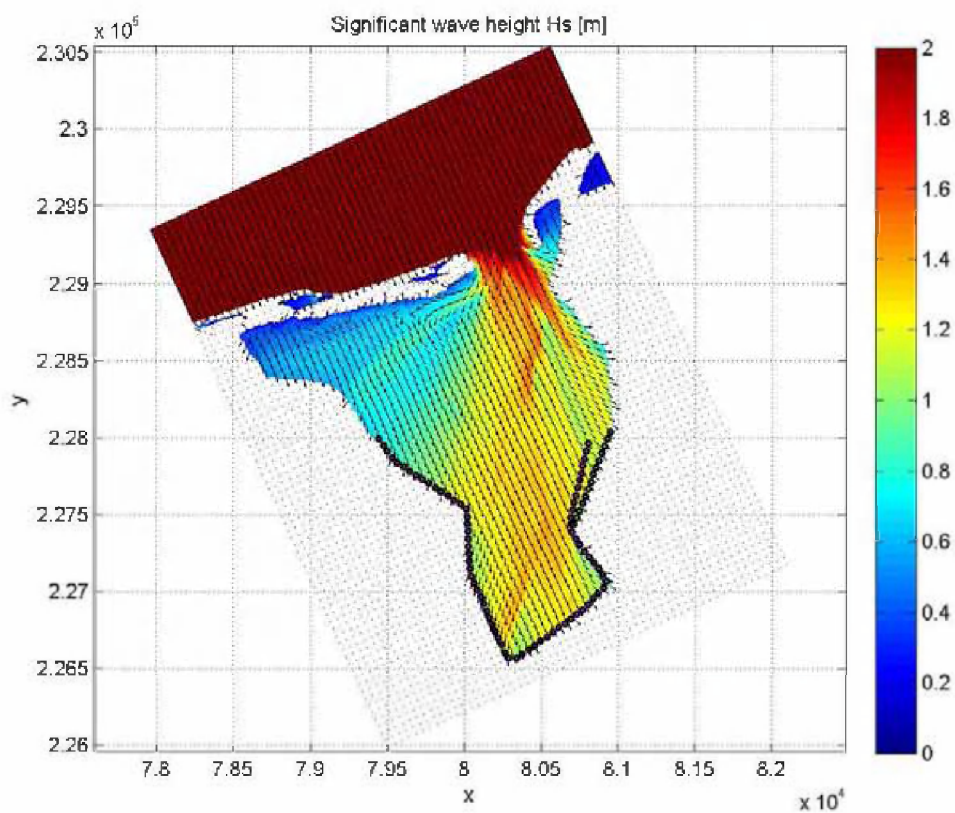
Figuur 4-2 Golfhoogte voor richting Noord



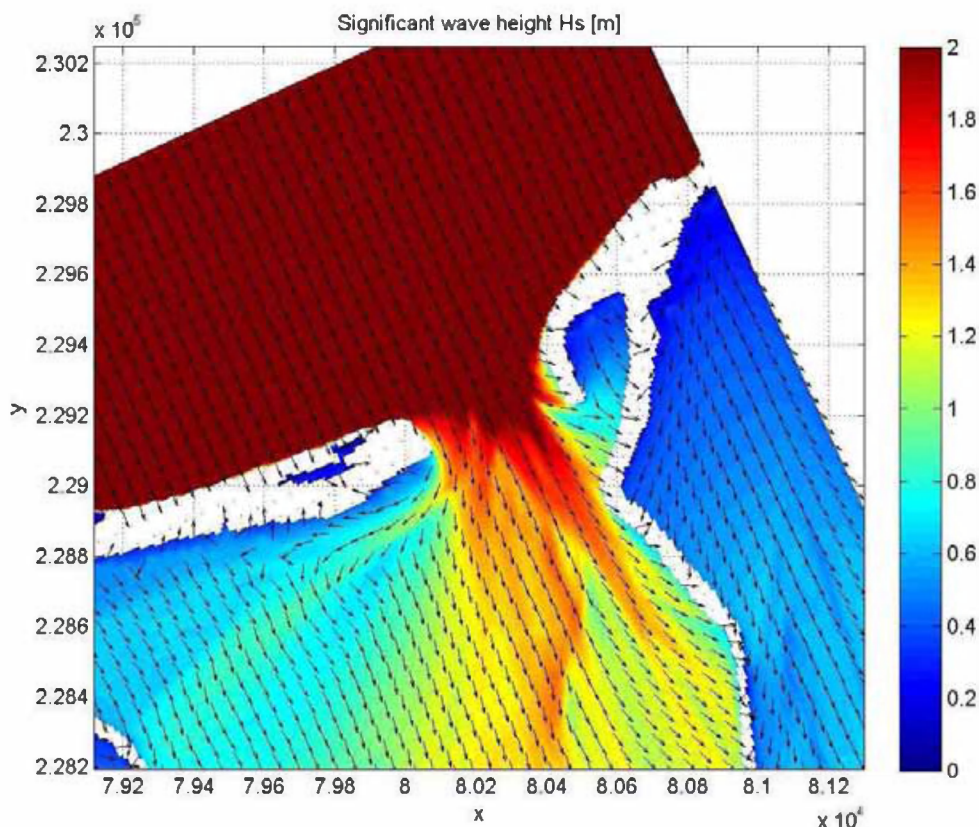
Figuur 4-3 Waterdiepte bij 4000 jarige storm



Figuur 4-4 Golfhoogte bij 4000 jarige storm – richting Noord



Figuur 4-5 Golfhoogte voor richting 330°



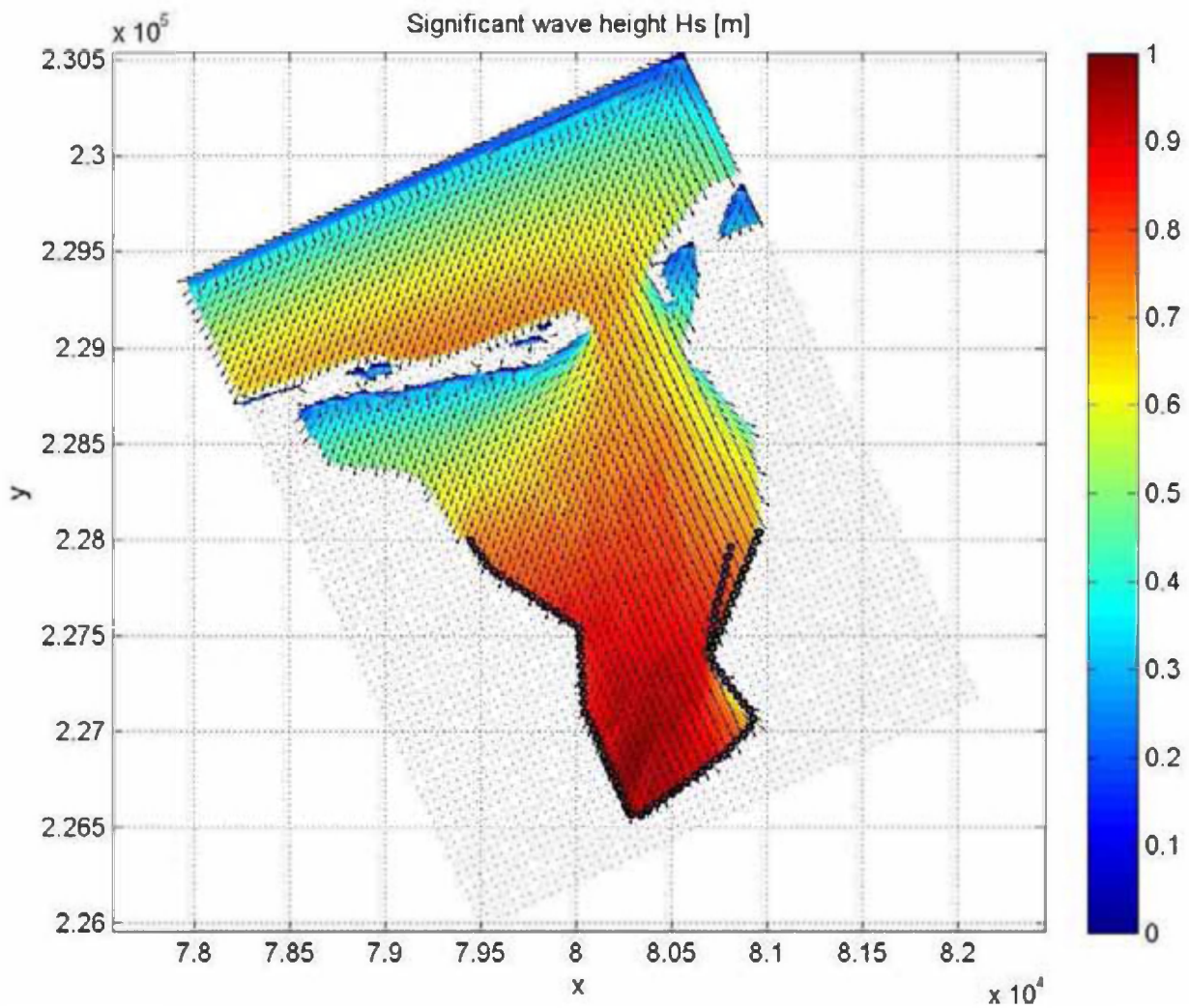
Figuur 4-6 Golfhoogte voor richting 330° - detail monding

4.2.2. Invloed van de windsnelheid

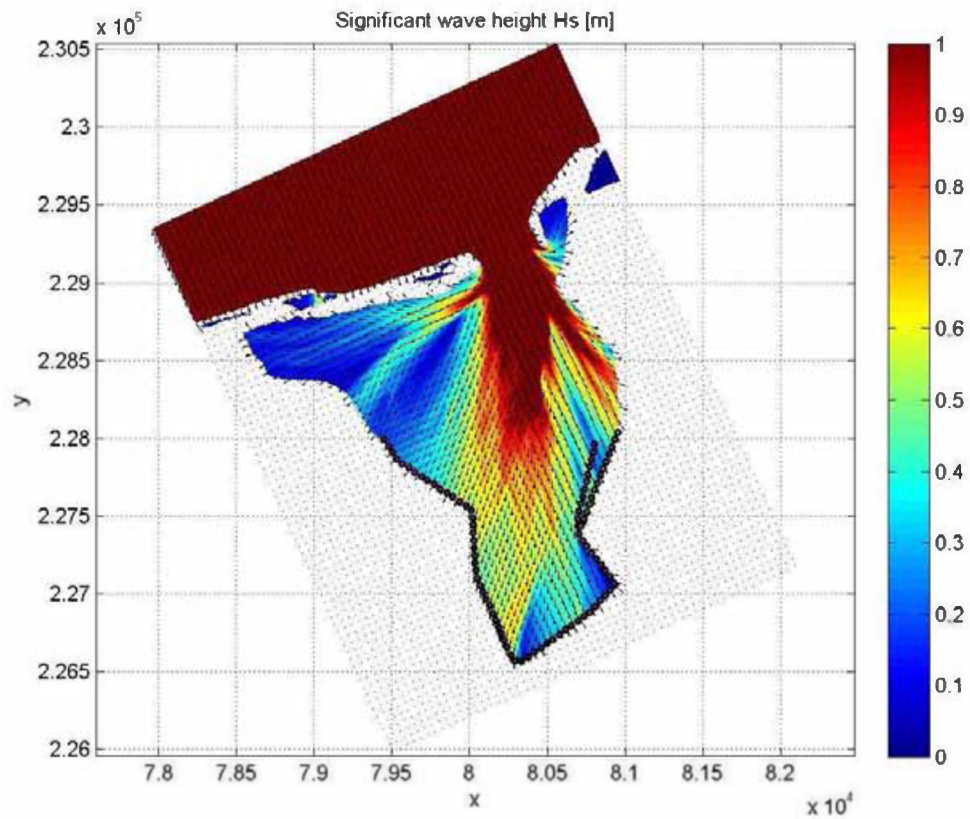
Opmerkelijk is dat de golven tot ver in het Zwin doordringen. Voor richting Noord werden bijkomende simulaties gedaan, enerzijds zonder wind en anderzijds met een golfhoogte van 0m op de modelrand.

Zonder golven op de zeewaartse rand worden golven tot 1m gevonden. Dit komt overeen met de golfhoogte voorspelt met de formules van Brettschneider voor een waterdiepte van 3.5m en een fetchlengte van 3km (0.94m). De windgroei is dus realistisch. (bij kleinere fetch, bv. 2km zou $H_s=0.84m$)

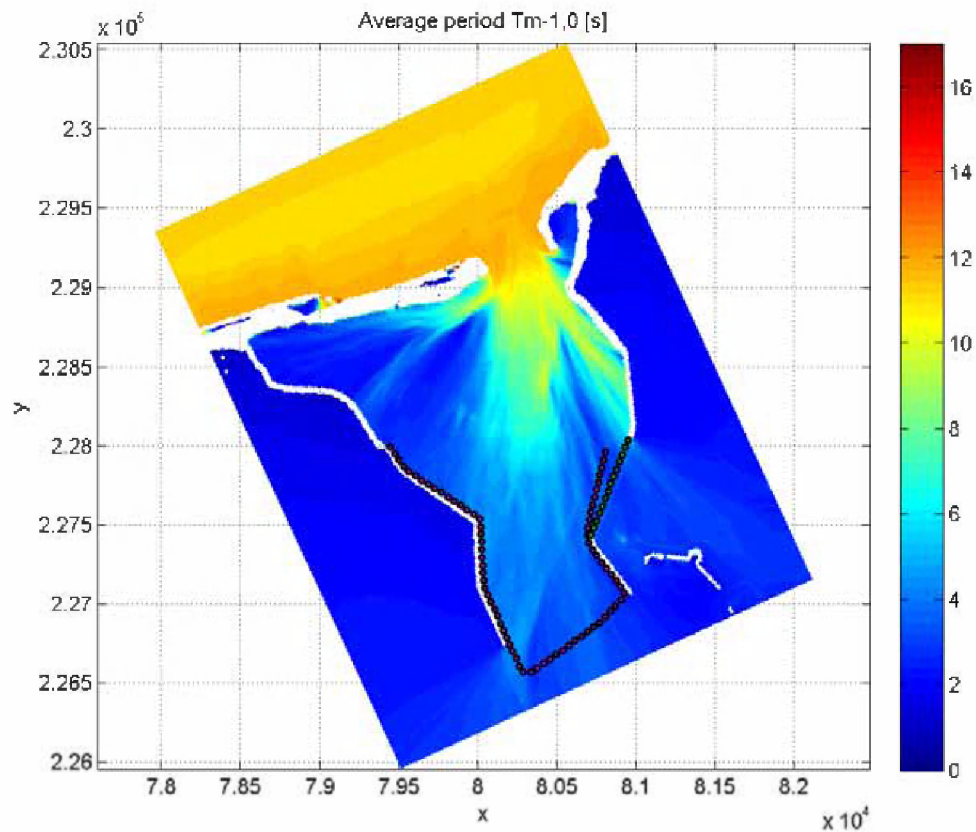
Uit de resultaten zonder wind blijkt dat de golfhoogte op de zuidelijke dijk tot 0.6m hoog wordt. Geconcludeerd kan worden dat zowel wind als de golfindringing vanuit zee belangrijk zijn, maar dat wind dominant is.



Figuur 4-7 Golfhoogte voor richting Noord – geen golven op de zeewaartse rand.

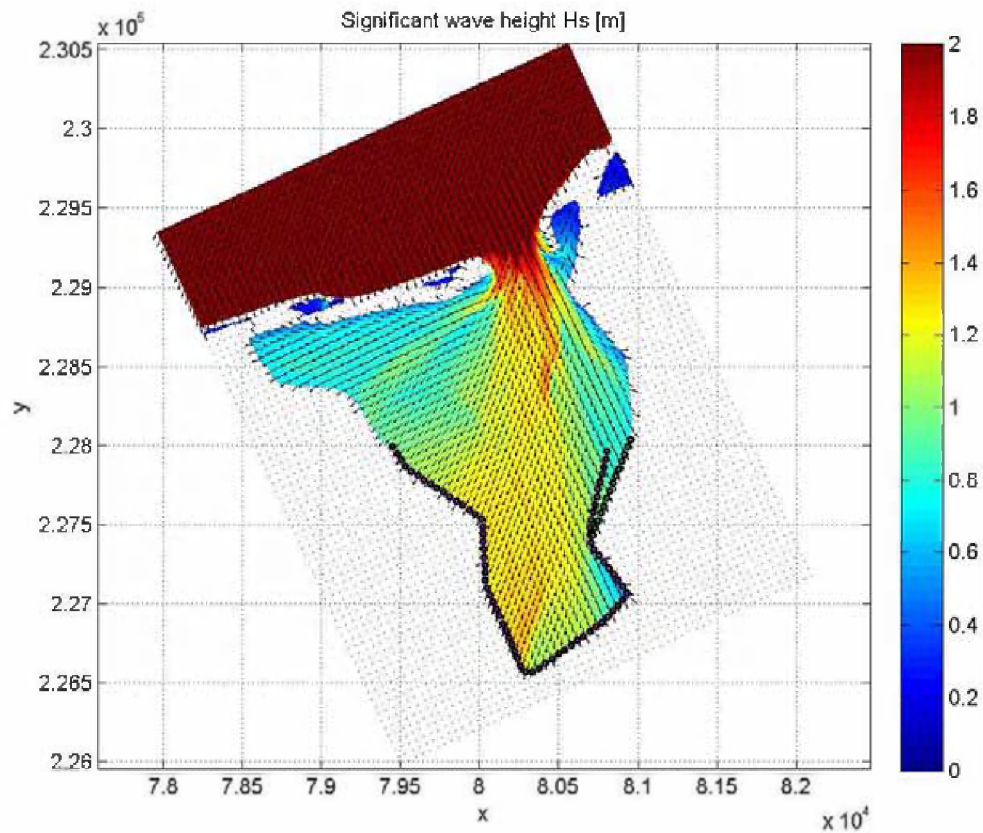


Figuur 4-8 Golfhoogte voor richting Noord – geen wind

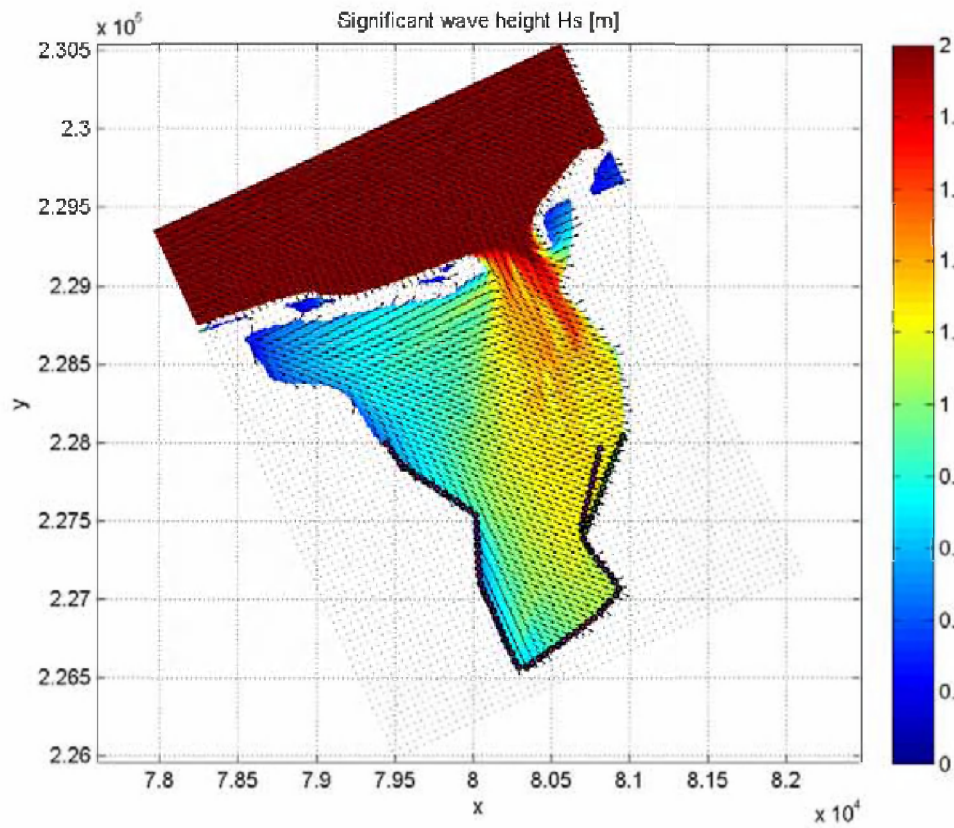
Figuur 4-9 $T_{m-1,0}$ voor de richting noord.

De $T_m-1,0$ waarde is klein, wat verklaard kan worden door de dominantie van de wind, waar energie wordt toegevoegd op de hoge frequenties.

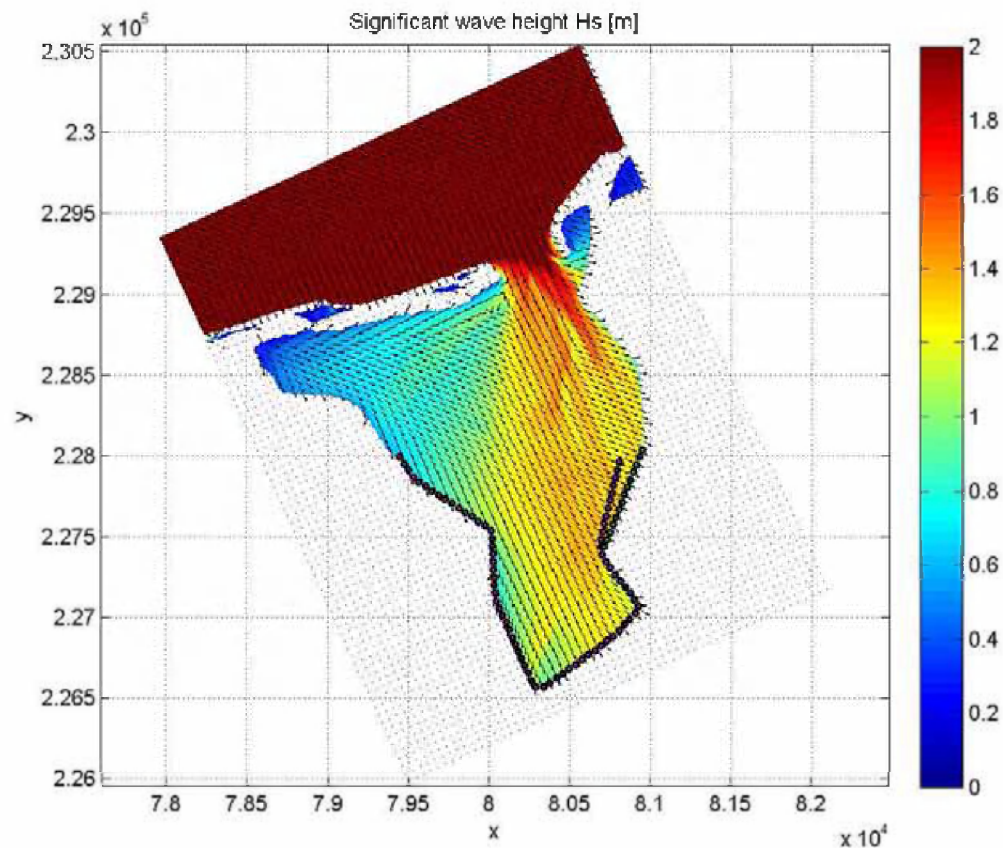
4.3. Resultaten voor andere richtingen



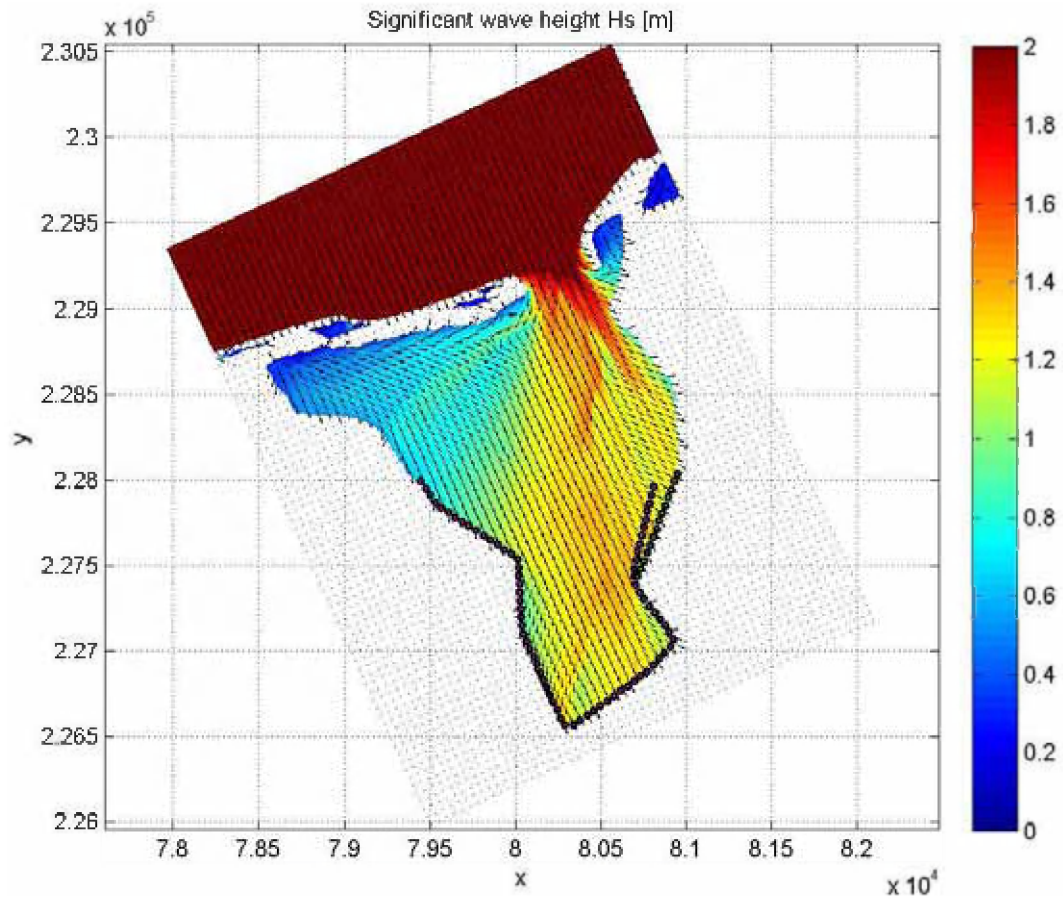
Figuur 4-10 Golfhoogte richting 30 graden



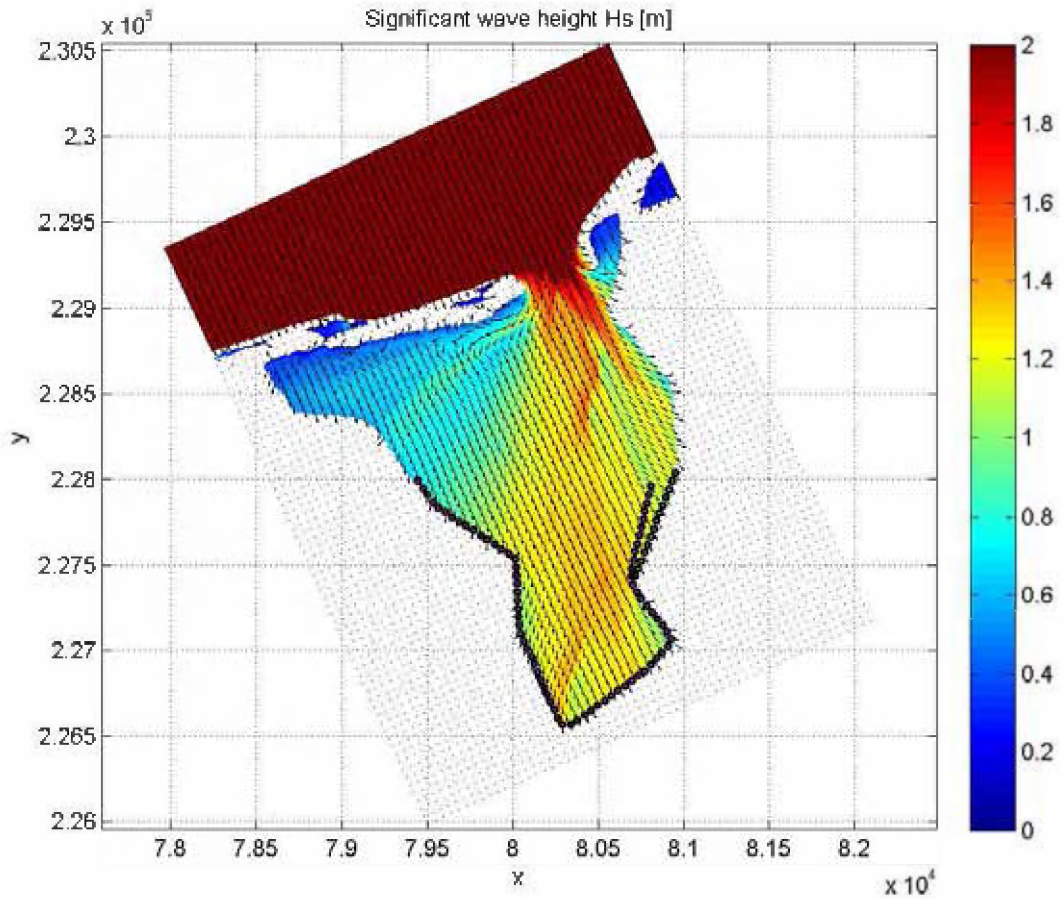
Figuur 4-11 Golfhoogte richting west



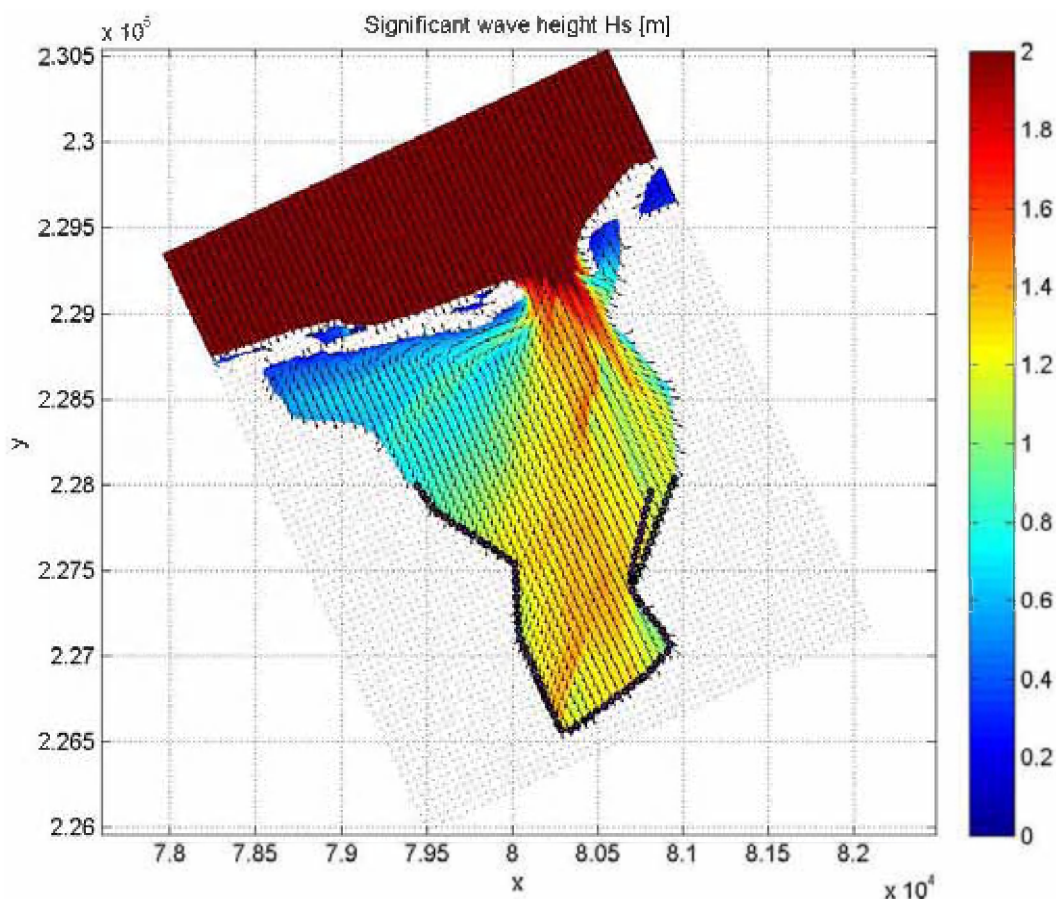
Figuur 4-12 Golfhoogte richting 300°



Figuur 4-13: 315°



Figuur 4-14: 330°



Figuur 4-15: 337.5°

5. PLAN VAN AANPAK ONTWERP DIJK – LAYOUT

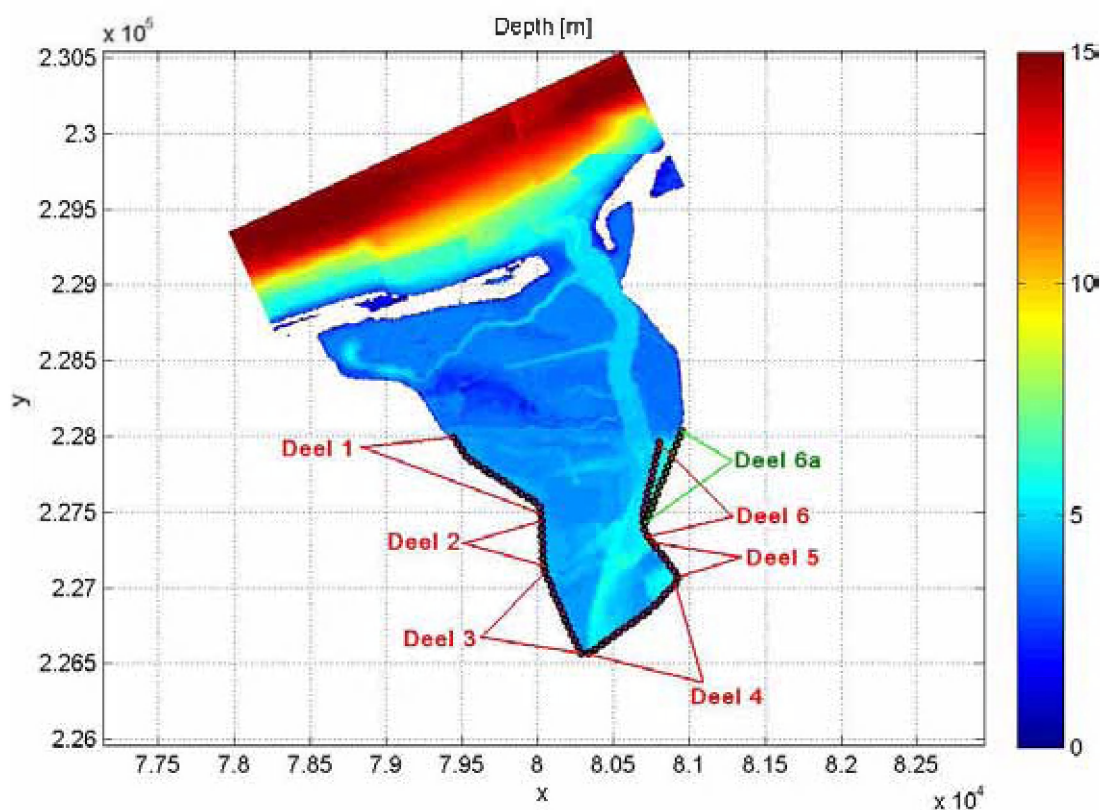
Met de golfhoogte H_{mo} en de golfperiode ($T_{m-1,0}$) aan de dijk gekend, kan voor verschillende dijktafval-layouts de nodige hoogte van de dijk bepaald worden op basis van een beperking van het overslagdebiet bij een 4000 jarige storm (in 2060) tot 1 l/s/m. Samen met de inrichtingsstudie van het Zwin zal hieruit een optimaal dijkprofiel bepaald worden. Theoretisch kan de dijk ontworpen worden om hogere overslagdebieten toe te laten. Maar bij bv. een limiterende waarde van 10 l/s/m zou het water dat in het achterland terecht komt, niet meer afgevoerd kunnen worden. Hiertoe zou opslagcapaciteit achter de dijk voorzien moeten worden, waardoor veel extra ruimte nodig is. Gezien de aanwezigheid van nabijgelegen woonkernen, zal de dijk ontworpen worden voor 1 l/s/m.

De overslagdebieten worden berekend met PC-Overslag, gebaseerd op de formules van Van der Meer, beschreven in het TAW rapport "Golfoploop en overslagdebieten".

6. DIJKONTWERP

6.1. Dijkhoogte

De hydrodynamische randvoorwaarden bepalen het ontwerp van de dijk, waaronder vooral de dijkhoogte. De dijkhoogte hangt af van het overslagdebiet dat beperkt moet blijven tot 1l/m/s. Gezien het grillige verloop van de dijk en omdat de maximaal voorkomende golfcondities niet overal optreden, wordt de dijk in delen beschouwd (cf. Figuur 6-1). De dijk is opgedeeld volgens zijn rechte stukken omdat in de uitvoerpunten langs elk recht gedeelte verwacht wordt dat dezelfde storm bepalend zal zijn als gevolg van de gemeenschappelijke oriëntatie t.o.v. de windrichting van de storm. Elk deel zal afzonderlijk behandeld worden in het ontwerp. Zoals eerder vermeld, wordt $T_{m-1,0}$ nog met 20% verhoogd. Deze golfparameters worden dan aangenomen voor het volledig beschouwde gedeelte en gebruikt als randvoorwaarden bij het bepalen van de minimaal benodigde dijkhoogte.



Figuur 6-1: Aanduiding en nummering van de onderscheiden dijkgedeeltes

De dominante golfparameters per dijkgedeelte staan samengevat in Tabel 6-1. De offshore wind- en golfrichting die voor de maximale golfhoogte zorgt langs het dijkdeel is ook vermeld in de tabel. Dit om te kunnen inschatten of de gebruikte extreme waterstand van 7.78m TAW – die geldig is voor alle richtingen – wel realistisch is en niet veel te conservatief voor de beschouwde stormrichting.

Tabel 6-1: Dominante golfparameters per dijkgedeelte.

	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Deel 4	Deel 5	Deel 6	Deel 6a
Grootste Hs [m]	1.31	1.22	1.44	1.31	1.07	1.40	1.38
Bijhorende richting op de rand (dominant) [°]	22.5	22.5	0	337.5	270	300	300
(Grootste Tm-1,0)*1.2 [s]	5.36	5.81	5.18	4.44	4.54	6.27	6.35
Dominante Hs voor richtingen NW-NNW [m]	1.22	1.01	1.42	1.31	0.97	1.39	1.33
(Grootste Tm-1,0)*1.2 [s] voor NW-NNW [m]	5.15	5.50					

Voor dijkgedeeltes 1 en 2 worden de grootste golfhoogtes gevonden voor de storm vanuit het NNO. Voor deze richting is de 4000-jarige waterstand echter een stuk lager dan 7.78m TAW (ook voor NO en in mindere mate ook N) (Hydrodynamische randvoorwaardenboek Vlaamse kust [1]), zodat de werkelijke golfhoogtes ook lager zouden zijn wegens dieptebeperking. Dit effect wordt nog versterkt door het feit dat golven die aan de Zwinmonding richting NNO hebben zullen voorkomen bij winden uit de richting NO (omwille van golfrefractie die de golven die op diep water richting NO hebben zullen doen draaien naar NNO op de vooroever)

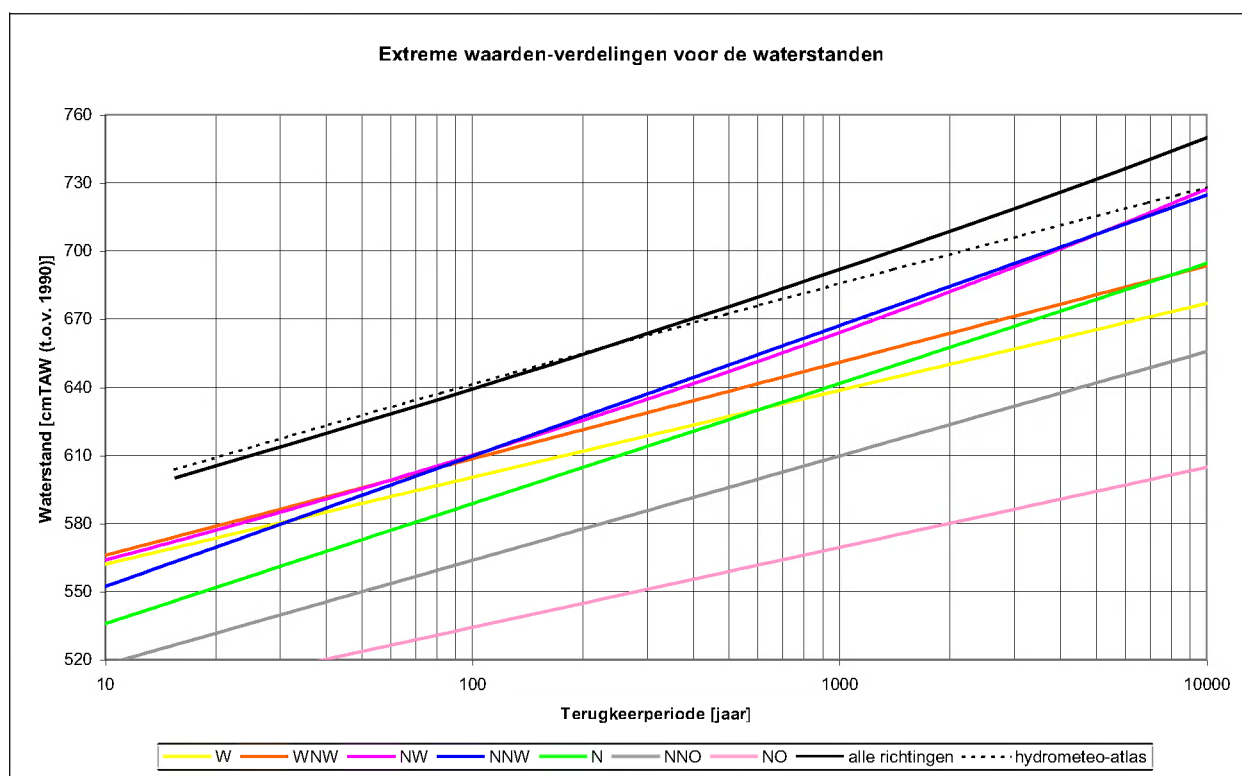


Figure 6-1 Richtingsafhankelijke extreme waardeverdeling van de waterstand ([1])

Om te kunnen rekenen met deze lagere golfhoogte voor delen 1 en 2, moet eerst nagekeken worden of toch geen nadeligere toestand verkregen kan worden met lagere waterstanden en hoge golven. Echter, de waterstand uit richting N of NNO is meer dan een halve meter lager dan de omnidirectionele extreme waterstand. Het feit dat de golven uit richting NNO (met lage waterstanden) tot 20cm hoger zijn dan uit de richtingen NNW-NW compenseert de lagere waterstand niet. Het ontwerp van de dijk kan dus voor alle delen gebeuren op basis van de grootste golfhoogtes voor stormen uit de sector NW-NNW i.p.v. uit alle richtingen.

Voor de overige delen zijn eerder de stormen vanuit de sector NW-NNW bepalend voor de maximale golfhoogte of is het verschil klein. Daarom is per deel gekeken naar de grootste golfhoogtes uit richtingen NW-NNW, waarvoor de hoogste richtingsgebonden 4000-jarige waterstanden optreden. Het blijkt dat deze golfhoogten niet veel afwijken van de eerder gevonden maximale golfhoogten voor alle richtingen, behalve voor delen 1 en 2 (vergelijk rijen 3 en 6 in

Tabel 6-1). Omdat deze richtingen de grootste 4000-jarige waterstand hebben, komt de combinatie namelijk ongeveer overeen met de eerder opgelegde waterstand (incl. zss) van 7.78m TAW en daalt het initieel ontwerpwaterpeil niet. De gebruikte condities zijn in grijs gemarkeerd.

Bij het ontwerpwaterpeil hoort nog een toeslag die rekening houdt met fenomenen zoals buistoten en bui-oscillaties. De toestand van het Zwin leunt het dichtste aan bij een zeegat zodat de toeslag 0.3m bedraagt (cf. Tabel 6-2). Dit wordt nog beperkt door de golfoploop zodat de uiteindelijk toeslag 0.15m is (golfoploop is meer dan 2m, berekend met PC-Overslag). Een dergelijke reductie wordt redelijk geacht omdat de extra-bedreiging, die uit de toeslag t.g.v. een buistoot voortvloeit, al voor een gedeelte wordt opgevangen door het in rekening brengen van de golfoploop.

Tabel 6-2: Waarden van ΔH [7].

golfoploop z [m]	waarden van ΔH [m]			
	B = 0,5 m in de kustlijn	B = 0,3 m in de zeegaten	B = 0,15 m 15 km landinwaarts	B = 0,05 m 20 km landinwaarts
0	0,50	0,30	0,15	0,05
0,50	0,40	0,20	0,10	
1,00	0,35	0,20	0,05	
2,00	0,30	0,15	0,05	
4,00	0,20	0,10		
6,00	0,15	0,05		
8,00	0,10	0,05		

Nu de randvoorwaarden per dijkgedeelte zijn gekend, wordt de dijkhoogte bepaald met het ontwerppeil (incl. toeslag) voor een gegeven dijktaaludvorm. Er worden 4 dijksecties onderscheiden:

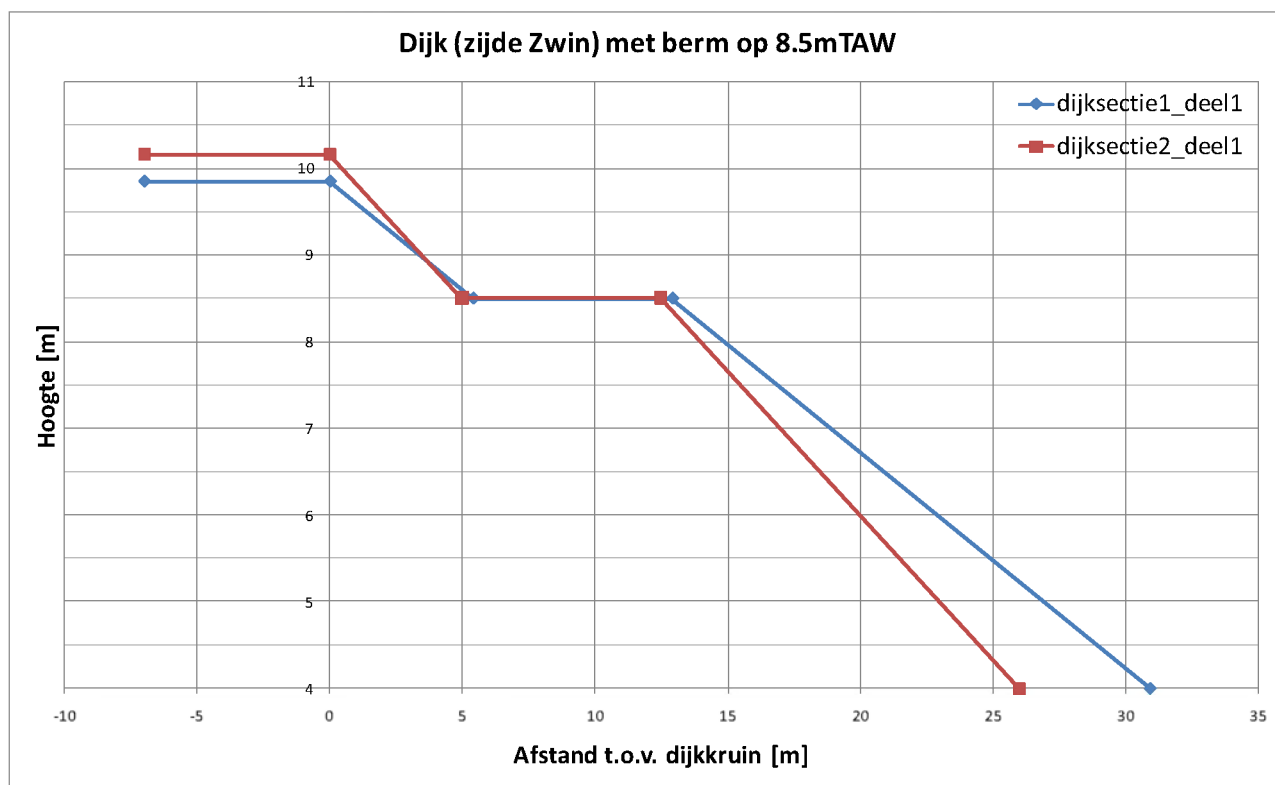
- 1) Dijksectie 1: hellingen van 1/4 en een berm van 7.5m op +8.5m TAW (+6.2m NAP);
- 2) Dijksectie 2: hellingen van 1/3 en een berm van 7.5m op +8.5m TAW (+6.2m NAP);
- 3) Dijksectie 3: hellingen van 1/4 en een berm van 7.5m op +7.5m TAW (+5.2m NAP);
- 4) Dijksectie 4: hellingen van 1/3 en een berm van 7.5m op +7.5m TAW (+5.2m NAP);

De dijkhoogte is op iteratieve wijze bepaald met PC-Overslag waarbij het overslagdebiet beperkt is gehouden tot 1l/m/s (cf. Tabel 6-3).

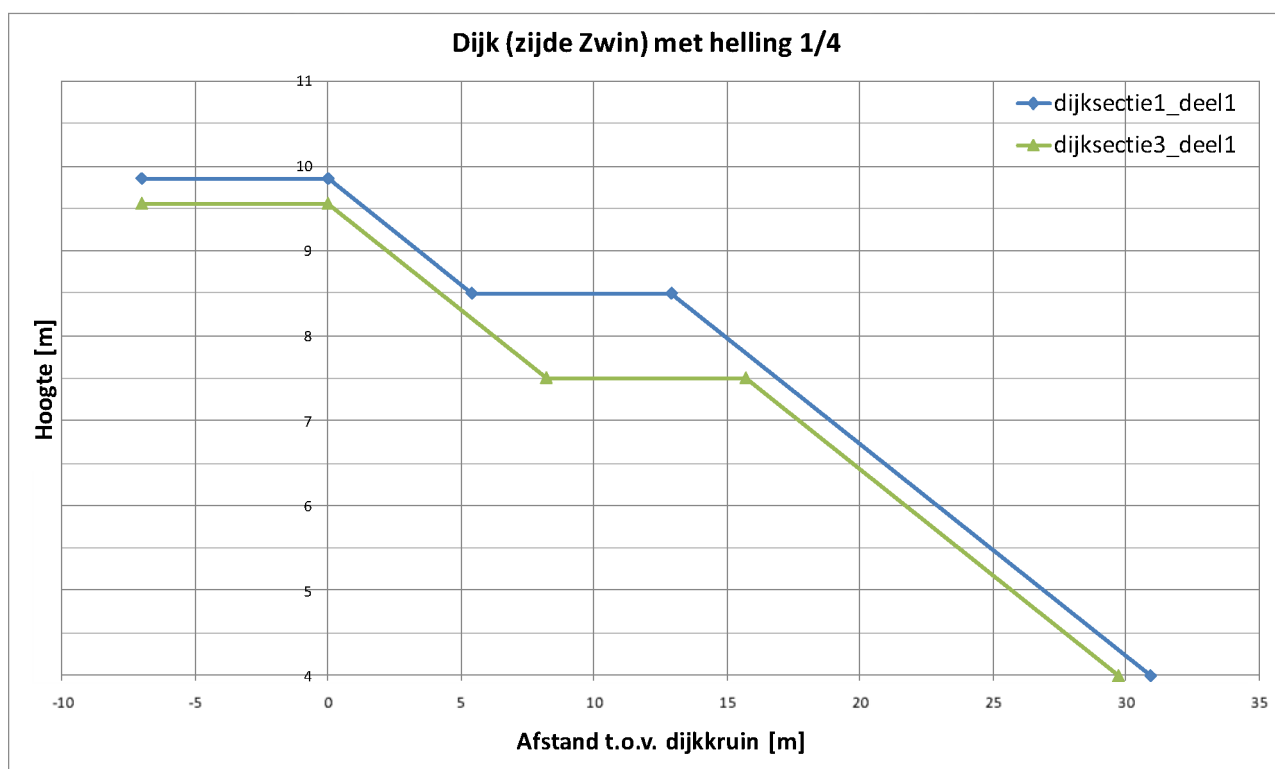
Tabel 6-3: Dijkhoogtes per dijkgedeelte en per taludvorm

	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Deel 4	Deel 5	Deel 6	Deel 6a
Dijksectie 1	9.85	10.05	10.05	9.65	9.45	10.45	10.45
Dijksectie 2	10.15	10.35	10.45	10.05	9.75	10.95	10.95
Dijksectie 3	9.55	9.75	9.75	9.35	9.15	10.05	10.15
Dijksectie 4	10.05	10.35	10.35	9.85	9.65	10.85	10.95

De invloed van de helling en het niveau van de berm op het overslagdebiet (en dus ook de dijkhoogte) wordt onderzocht. Met een steilere helling is een hogere dijk nodig (cf. Figuur 6-2). Een lagere berm verlaagt het overslagdebiet en dus ook de noodzakelijke dijkhoogte (cf. Figuur 6-3). Het verschil in dijkhoogte kan reiken van 10cm tot 80cm voor een maximaal overslagdebiet van 1l/m/s.



Figuur 6-2: Invloed van helling talud op de dijkhoogte.



Figuur 6-3: Invloed van niveau berm op de dijkhoogte.

Voor elke taludvorm wordt een andere dijkhoogte bekomen onder dezelfde golfbrandvoorwaarden zodat er een onderling verschil aan grondvolume bestaat dat nodig is voor het realiseren van de dijk.

6.2. Volumeverschillen

In kader van de totale kost voor de constructie van de dijk, wordt gekeken naar de volumes grond dat de verschillende ontwerpen van de dijk nodig hebben per lopende meter (cf. Tabel 6-4).

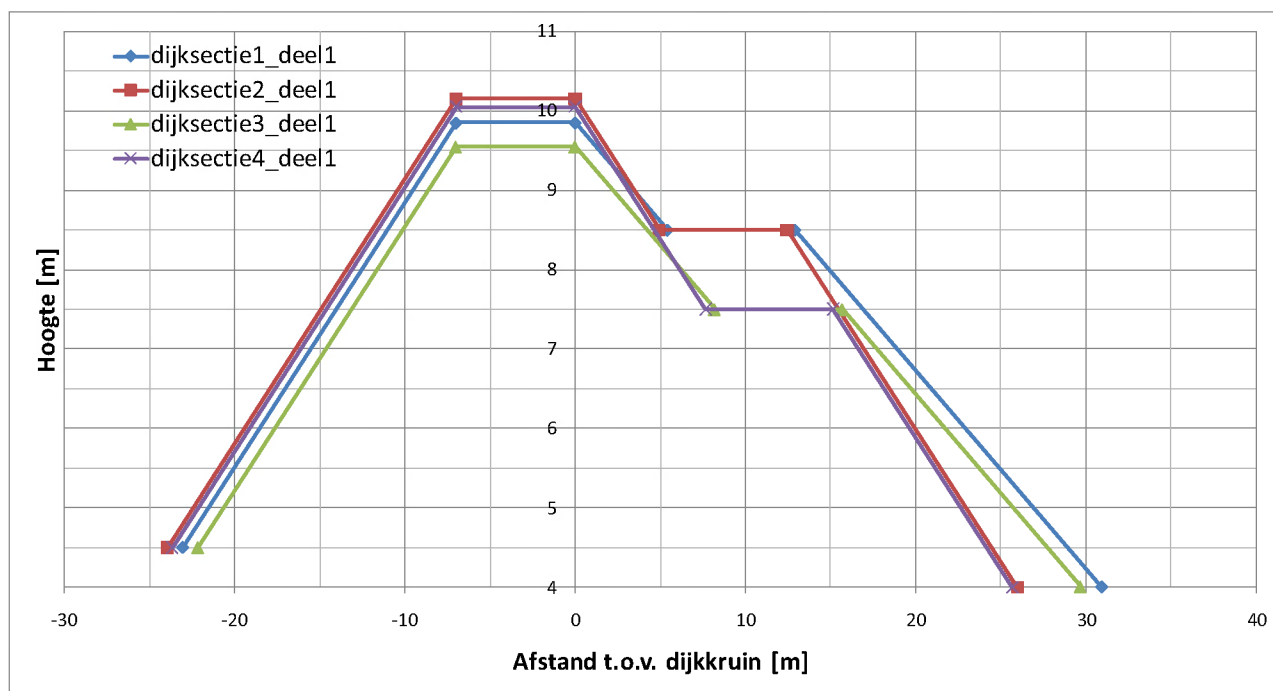
Tabel 6-4: Volumes grond nodig per lopende meter dijk [m^3/m].

	Deel1	Deel2	Deel3	Deel4	Deel5	Deel6	Deel6a
Dijksectie 1	190	200	200	181	172	220	220
Dijksectie 2	186	194	199	181	169	222	222
Dijksectie 3	169	178	178	160	151	192	197
Dijksectie 4	174	187	187	165	157	210	215

De verlaging van de berm van 8.5m naar 7.5m heeft het grootste effect op de dijkhoogte en het grondvolume. De afname aan noodzakelijk volume is meer dan $20\text{m}^3/\text{m}$ voor helling 1:4 en rond de $10\text{m}^3/\text{m}$ voor helling 1:3. Het verschil is kleiner of zelfs onbestaande bij veranderende helling (berm op 8.5m TAW). In geval van een berm op 7.5m TAW stijgt het volume bij een steilere helling met rond de $7\text{m}^3/\text{m}$.

Het flauwste talud heeft dus vooral als voordeel dat de dijk lager wordt, de breedte van de dijk (footprint) stijgt echter.

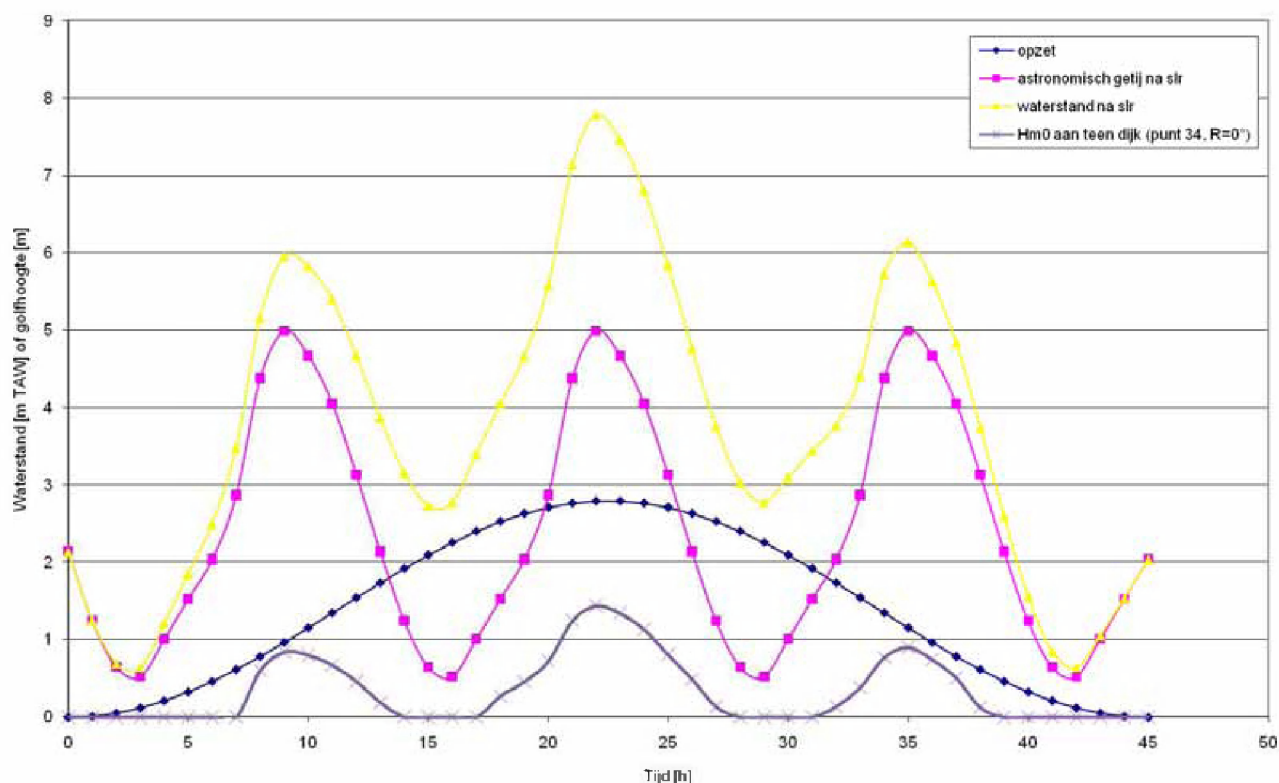
In Figuur 6-4 zijn de verschillende ontwerpen van de dijk vergeleken voor dijkgedeelte 1.



Figuur 6-4: Vergelijking van de verschillende dijktaaludvormen met ontwerpcriterium: overslagdebiet is maximaal $1\text{l}/\text{m}/\text{s}$ (met golfcondities van dijkgedeelte 1).

6.3. Erosie dijkbekleding

Tijdens het optreden van een storm zoals een 4000-jarige storm, ondergaat de dijkbekleding zelf de golfaanval. Om de schade door erosie te begroten is op basis van de tijdreeks van de waterstand een tijdreeks opgesteld voor de golfhoogte aan de teen van de meest belaste dijk voor de ergste golfcondities (cf. Figuur 6-5).



Figuur 6-5: Verloop van de waterstand tijdens een 4000-jarige storm samen met de bijhorende golfhoogte aan het meest belaste deel van de dijk.

7. REFERENTIES

- [1] IMDC (2004), *“Hydraulisch randvoorwaardenboek Vlaamse Kust”*, Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust
- [2] RIKZ (2001), *“Hydraulische Randvoorwaarden 2001, voor het toetsen van primaire waterkeringen”*, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
RIKZ (2006), *“Hydraulische Randvoorwaarden 2006, voor het toetsen van primaire waterkeringen”*, Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat
- [3] Technum, IMDC en Alkyon (2002), *“Hydrodynamische randvoorwaarden voor het ontwerp”*, Ministerie van de Vlaamse gemeenschap, Departement Leefmilieu en Infrastructuur, Administratie Waterwegen en Zeewezen, Afdeling Waterwegen Kust
- [4] Schoeters K. et al, 1999. Studie “kader voor rapportering van ‘Climate Change’-effecten in België: uitwerking en toepassing”. Federale diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele aangelegenheden
- [5] de Ronde et al. De keerzijde van ons klimaat. Rijkswaterstaat, RIKZ en RIZA, Univ Utrecht, IMAU
- [6] Antwerpse Zeehavendienst, 1994. Overzicht van de tijwaarnemingen in het Zeescheldebekken gedurende het decennium 1981-1990
- [7] Deltacommissie, 1960. Rapport Deltacommissie (deel 4): beschouwingen over stormvloed en getijbeweging. Rijkswaterstaat.



BIJLAGE 9

ontwerp dijkbekleding

Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Zwin, Rapport nr I/NO/11285/09.204/RVL, IMDC



NOTA

Datum:	03/09/09
Aan:	Afdeling Kust – Waterschap Zeeuws-Vlaanderen
Auteur:	Ronny Van Looveren
Documentref:	I/NO/11285/09.204/RVL
naam vh document:	K:\PROJECTS\11\11285 - Mer Zwin\10-Rap\D05 - ontwerp\No09204 Dijkbekleding Zwin v10.doc

Betreft: Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Zwin

INHOUDSTAFEL

1. INLEIDING.....	1
2. GEOMETRIE EN RANDVOORWAARDEN.....	1
3. DE METHODOLOGIE.....	1
3.1. DE GRASBEKLEDING.....	2
3.1.1. Erosieformule	2
3.1.2. De belastingsduur	2
3.2. DE KLEIBEKLEDING	3
4. TOEPASSING OP DIJKGEDEELTE 3	4
4.1. INVLOED VAN TP.....	4
4.2. INVLOED VAN DE GRASBEKLEDING	5
4.3. INVLOED VAN DE FASEVERSCHUIVING STORMOPZET-GETIJ	6
4.4. INVLOED VAN DE STORMDUUR	7
4.5. INVLOED VAN HET VOORLAND	7
4.6. KEUZE VAN DE UITGANGSPUNTEN.....	8
5. TOEPASSING OP ALLE DIJKGEDEELTEN	8
6. BESCHERMING TEGEN EROSIE DOOR DE GEUL.....	9
7. REFERENTIES	9

1. INLEIDING

Deze nota beschrijft de methodologie die gevolgd zal worden bij het ontwerp van de dijkbekleding van de nieuwe Zwindijk. De dijk wordt ontworpen als een zogenaamde 'kleidijk', d.w.z. een dijk met grasbekleding met daaronder een erosiebestendige kleilaag van voldoende dikte.

Deze nota is als volgt opgebouwd. In §2 worden de geometrie en de randvoorwaarden besproken en in §3 de toegepaste methodologie.

De methodologie wordt vervolgens op één dijkgedeelte toegepast om het effect van een aantal uitgangspunten te testen:

- of al dan niet gerekend wordt op de sterkte van het gras
- impact van de piekperiode
- stormduur van 35h versus stormduur van 45h
-

Op basis hiervan worden een aantal keuzes gemaakt (§4).

Vervolgens wordt de methodologie met de weerhouden uitgangspunten toegepast op de volledige Zwindijk (§5).

2. GEOMETRIE EN RANDVOORWAARDEN

De geometrie en de randvoorwaarden zijn beschreven in een aparte nota (I/NO/11285/08.278/KTR). In deze paragraaf wordt een samenvatting gegeven van wat relevant is voor het ontwerp van de dijkbekleding.

De dijkbekleding wordt ontworpen voor de verschillende dijkgedeeltes (zie Figuur 6-1 uit de randvoorwaardennota). De waarden voor de significante golfhoogte voor elk van deze gedeeltes worden weergegeven in Tabel 2-1

Tabel 2-1: Significante golfhoogte per dijkgedeelte.

	Deel 1	Deel 2	Deel 3	Deel 4	Deel 5	Deel 6	Deel 6a
Grootste Hs [m]	1.31	1.22	1.44	1.31	1.07	1.40	1.38

Voor wat betreft de piekperiode T_p worden berekeningen uitgevoerd met een periode van 5s en één van 12s.

Er wordt een waterpeilverloop opgelegd overeenkomend met een storm van 4000 jaar. Het maximaal peil ligt op 7.78 mTAW. In §4 worden twee randvoorwaarden getest:

- met een duur van 45h (Vlaamse norm)
- met een duur van 35h (Nederlandse norm)

De geometrie is die van dijksectie 3, waarbij het minste grondverzet nodig is. Deze sectie heeft een helling van 16:4 en een berm op 7.5 mTAW.

Het gemiddeld hoogwater ligt op 4.22mTAW. Het springtij hoogwater ligt op 4.60mTAW.

3. DE METHODOLOGIE

De dikte van de kleibekleding dient niet dezelfde te zijn over het volledige dijktafval. Ter hoogte van het ontwerppeil wordt een overgang voorzien van een dikkere kleilaag (onder het ontwerppeil) naar een minder dikke kleilaag (boven het ontwerppeil).

Het talud van de dijk wordt belast door golfaanval. De golfaanval bestaat uit de kracht uitgeoefend door het breken van de golf (de golfklap) en door de op- en afloop van water.

Onder het ontwerppeil is het erosiemechanisme golfklap bepalend. De erosie ten gevolge van golfoploop –en afloop kan hiertegenover verwaarloosd worden.

Boven het ontwerppeil geldt enkel de erosie door golfoploop –en afloop. Deze wordt niet berekend. Het is immers een veilige aanname de kleidikte vanuit de golfklapzone door te trekken in de zone daarboven.

Het dijktaalud wordt opgedeeld tussen teen en kruin in 100 punten. Voor elk punt wordt de belastingsduur berekend en de erosieformules toegepast zoals in onderstaande paragrafen besproken.

3.1. De grasbekleding

3.1.1. Erosieformule

De kleilaag wordt pas aangesproken, als de grasbekleding bezwijkt. De maximale golfbelastingsduur voor het bezwijken van gras bedraagt (TAW, 1998):

$$t_{\text{gras}} = \frac{1}{H_s^2} \cdot \left(\frac{d_g \cdot c_E}{\gamma_g} \right) \quad (1)$$

Hierin zijn

- t_{gras} de weerstandsduur van gras (s)
- H_s de significante golfhoogte (m)
- d_g de zodedikte (m)
- c_E maat voor de erosiebestendigheid van gras (ms)
- γ_g veiligheidscoëfficiënt (-)

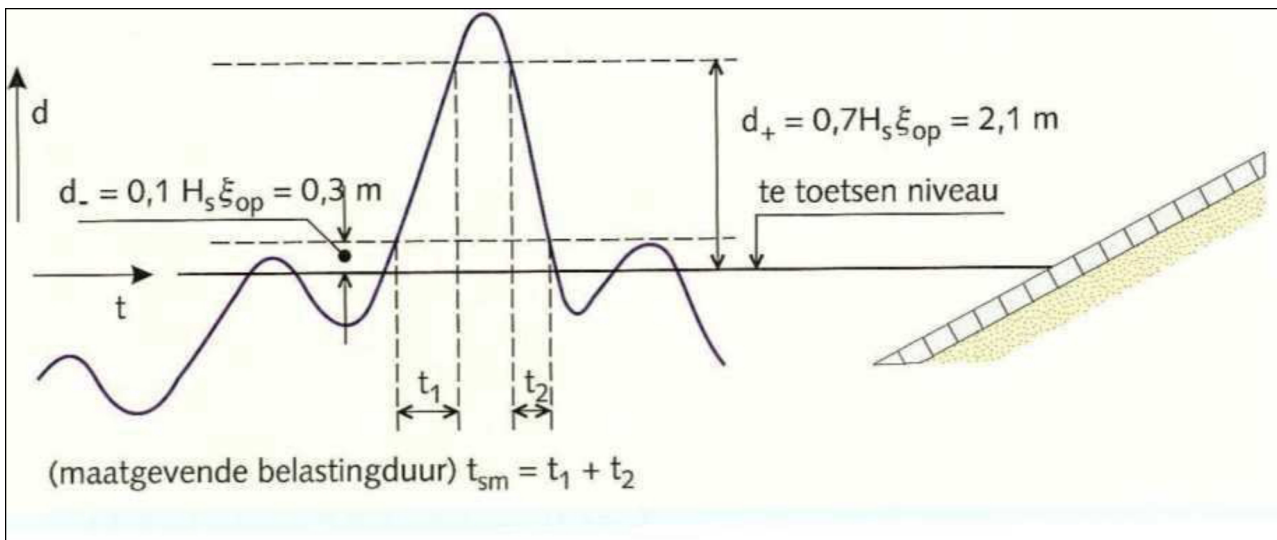
Voor de waarde van de veiligheidscoëfficiënt γ_g worden in de literatuur geen waarden opgegeven. Voor deze ontwerpberekening, wordt een (veilige) factor waarde van 2 gebruikt.

De zodedikte wordt steeds gelijk gesteld aan 0.10 cm en voor de erosiebestendigheid gelden de volgende waarden:

Type gras	c_E (ms)
Geen gras	0
Slechte kwaliteit	330 000
Matige kwaliteit	500 000
Goede kwaliteit	1 000 000

3.1.2. De belastingsduur

De duur van de belasting wordt bepaald op basis van Figuur 1 (overgenomen uit het VTV). Het bepaalde ontwerpniveau is aan golfbelasting onderhevig van zodra het waterpeil $0.1 \cdot H_s \cdot \xi_0$ boven het niveau uitstijgt tot $0.7 \cdot H_s \cdot \xi_0$ boven het ontwerpniveau. Deze belastingsduur wordt voor onderhavige studie berekend voor 100 punten langsheen het talud. De belastingsduur is niet steeds alleen de som van twee duren (t_1 en t_2) zoals uit de figuur zou blijken. De opgelegde stormworden gekenmerkt door een totale duur van 45 uur. Gedurende deze storm kan een bepaald deel van de dijk dus meerdere malen worden belast.



Figuur 1: Berekening van de belastingsduur.

Als de belastingsduur groter is dan de maximale duur berekend met formule (1), is het gras weggeërodeerd en moet de reststerkte geleverd worden door de dijk kern. Er wordt aangenomen dat de zandkern geen reststerkte bezit. De reststerkte dient dus te komen van de aanwezige toplaag uit klei.

3.2. De kleibekleding

De benodigde dikte van de kleilaag wordt bepaald aan de hand van erosiesnelheid van de klei die bepaald wordt door de optredende golfaanval en de gekozen taludhelling. Het VTV (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2004) geeft erosiesnelheden van klei (voor verschillende categorieën van klei en zowel onder als boven GHW + 1m). Ze zijn er vermeld in tabel 8-2.1. Op basis van de waarden in deze tabel werd een best fit gemaakt. Deze ziet er als volgt uit:

Kwaliteit klei	GHW + 1	Formule
c1 en c2	Boven	$E_{klei} = 0.6 + 0.026 + 0.1085 \cdot H_s \cdot t$
c1 en c2	Onder	$E_{klei} = 0.6 + 0.036 + 0.0616 \cdot H_s \cdot t$
c3	Boven en onder	$E_{klei} = 0.6 + 0.097 + 0.0531 \cdot H_s \cdot t$

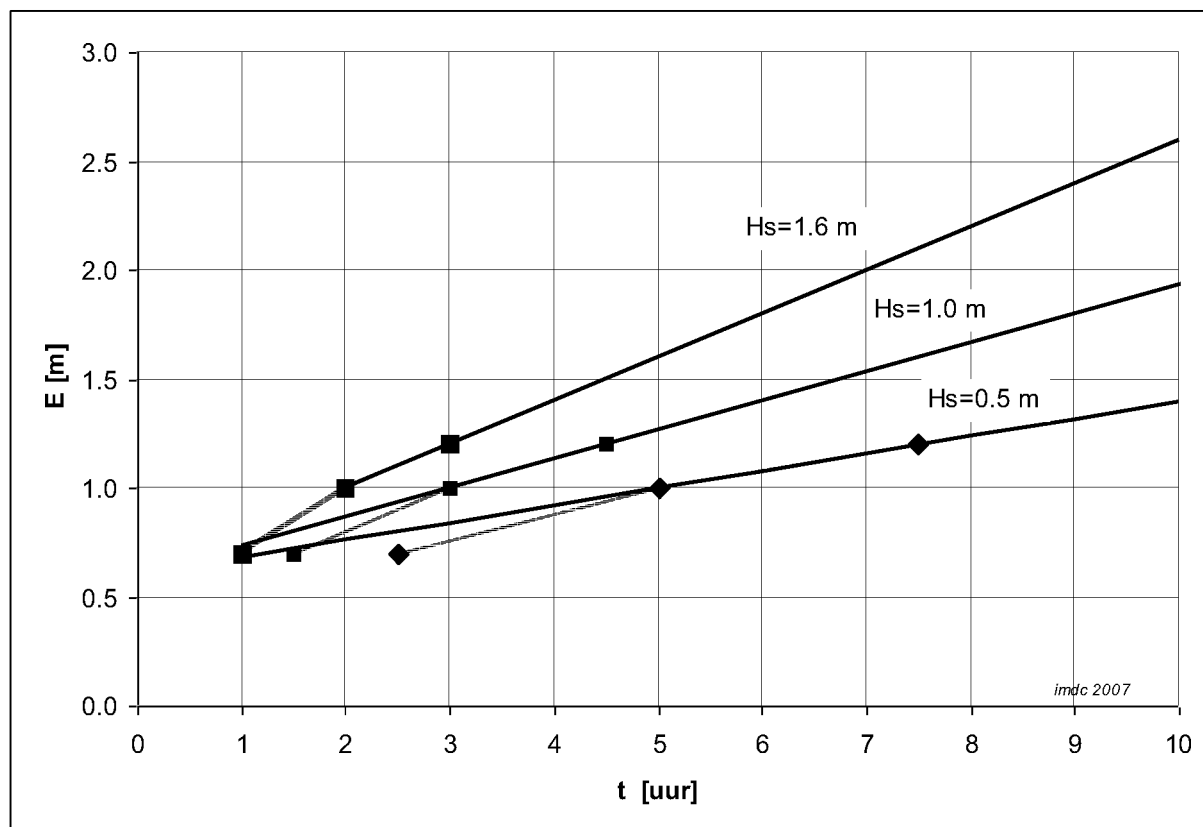
Hierin zijn:

E_{klei} geërodeerde klei [m]

H_s golfhoogte [m]

t de belastingsduur [uur]

Uit de formules blijkt dat voor lage belastingsduren er toch steeds 60 cm klei erodeert. In werkelijkheid zal de erosie kleiner zijn. Als de waarden uit het VTV worden uitgezet in functie van de tijd (zie Figuur 2) dan blijkt dat alle lijnen een knikpunt hebben bij het voorlaatste punt. Deze knik is onder andere te verklaren uit het feit dat de klei bij een dikker pakket vanaf een bepaald punt niet meer gestructureerd is en daardoor vanaf dit punt een lagere erosiesnelheid heeft. De formules zijn dus voor kleinere belastingsduren ongunstiger dan de werkelijkheid.



Figuur 2: Erosie in functie van de belastingsduur voor verschillende golfhoogtes (donkere lijnen = gefitte curven; punten = waarden uit VTV).

De erosiediepte op het buitentalud varieert al naar gelang de hoogte. De hogere delen van het talud worden belast door grotere golven, maar over een kortere periode. De lagere delen van het talud worden belast door kleinere golven, maar wel veel frequenter. Intuitief kan worden aangevoeld dat de maximale erosie zich ergens tussen beide situaties bevindt.

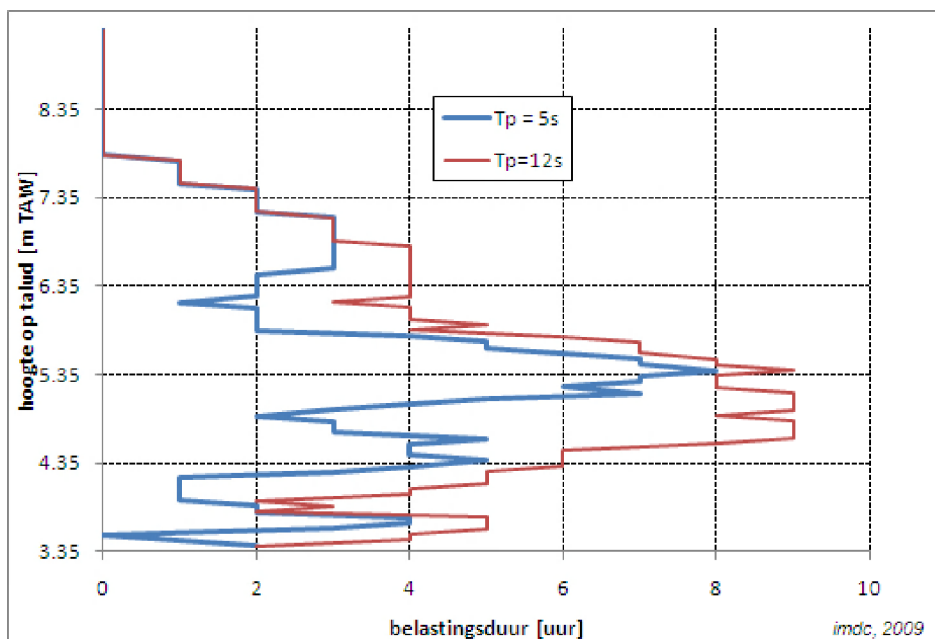
De maximale erosiediepte wordt vermeerderd met 0.5 meter om rekening te houden met de structuurwerking van de bovenste laag van de klei en met golfwerking voorafgaand aan de doorgerekende event.

4. TOEPASSING OP DIJKGEDEELTE 3

4.1. Invloed van T_p

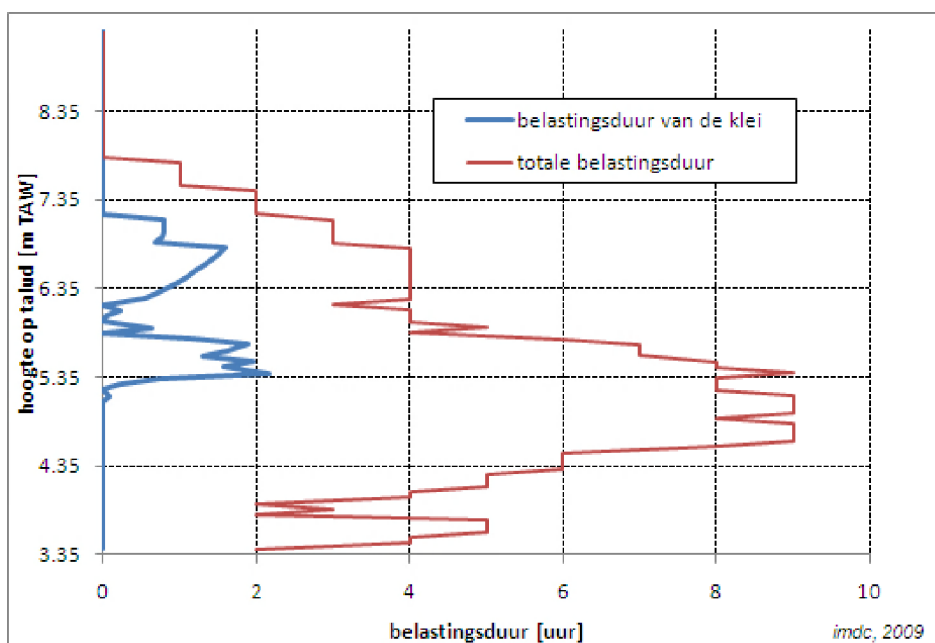
Figuur 3 toont de belastingsduur over het talud bij aangenomen piekperiodes van 5 en 12s. Er kan worden vastgesteld dat de belastingsduur het grootste is in de omgeving van 5.3 mTAW. Bij een piekperiode van 12s neemt de belastingsduur bovendien toe omdat in dat geval de golfklap zich bij een bepaald waterpeil over een bredere zone laat voelen. In wat volgt worden verder gerekend met de meest nadelige waarde van 12s.

4.2. Invloed van de grasbekleding



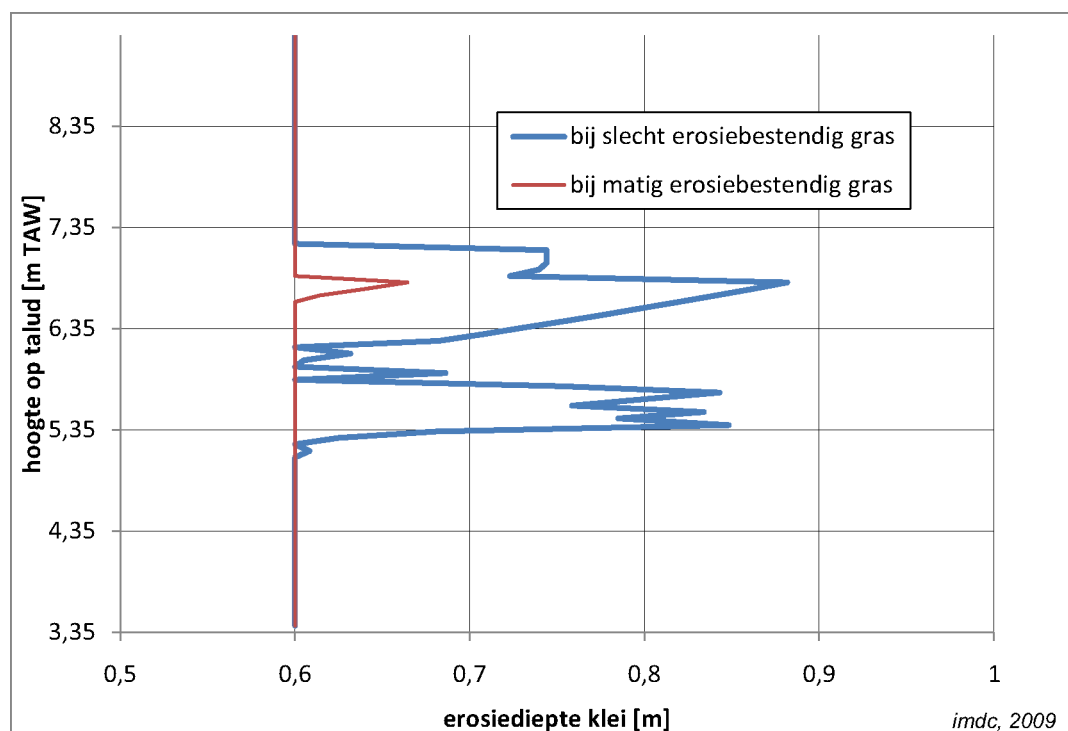
Figuur 3: Belastingsduur in functie van de hoogte van het talud.

Figuur 4 vergelijkt deze totale belastingsduur met de belastingsduur op de klei in het geval de klei zou worden afgedekt door een grasbekleding met een slechte erosiebestendigheid.



Figuur 4: Vergelijking van de totale belastingsduur en de belastingsduur op de klei in geval van gras met een slechte erosiebestendigheid.

Men kan vaststellen dat de grasbekleding onder deze hydraulische belasting zou bezwijken in de zone tussen 5.0 en 7.0 mTAW. De onderzijde van deze zone bezwijkt omdat ze langdurig wordt belast door een kleinere golfbelasting. De bovenzijde van deze zone wordt minder lang belast maar door een zwaardere golfbelasting. Figuur 5 toont de erosiediepte van de kleilaag die hier het gevolg van is.



Figuur 5: Erosiediepte van de kleilaag bij gras met een slechte en matige erosiebestendigheid.

Er is een belangrijke 'erosiepiek' rond 5.5 mTAW en dan opnieuw rond 7.25 mTAW. De maximale erosiediepte bedraagt ongeveer 0.9m, wat vermeerderd met 0.5m voor veiligheid en voorafgaande erosie, leidt tot een benodigde kleidikte van 1.4 m.

De figuur toont eveneens de erosiediepte in het geval de klei wordt afgedekt door een gras met een matige erosiebestendigheid. De erosiediepte is in dat geval kleiner en beperkt zich tot de zone rond 7.25 mTAW.

In onderstaande tabel wordt de benodigde kleidikte samengevat voor de verschillende 'kwaliteiten' van de grasbekleding evenals voor de situatie waarin geen grasbekleding aanwezig is. De waarde voor de kleilaag onder het ontwerppeil is de maximale waarde over dit deel van het talud (de golfklapzone). De waarde voor de kleilaag boven het ontwerppeil komt overeen met de benodigde kleidikte als bescherming tegen golfklap voor het taludgedeelte net onder het ontwerppeil.

Tabel 4-1: Benodigde kleidikte in functie van de graskwaliteit.

	Kleidikte onder 7.78mTAW	Kleidikte boven 7.78mTAW
Geen grasvegetatie	$1.6+0.5=2.1$	$0.8+0.5=1.3$
Grasvegetatie van slechte kwaliteit	$0.9+0.5=1.4$	$0.0+0.5=0.5$
Grasvegetatie van matige kwaliteit	$0.7+0.5=1.2$	$0.0+0.5=0.5$
Grasvegetatie van slechte kwaliteit	$0.6 + 0.5 = 1.1$	$0.0+0.5 = 0.5$

In onderling overleg met de stuurgroep werd besloten om voor het gedeelte onder het ontwerppeil niet te rekenen op de sterkte van de grasvegetatie en bijgevolg de volledige sterkte toe te kennen aan de kleibekleding. Dit is een conservatieve aanname. Voor een gedeelte boven het ontwerppeil kan wel worden gerekend op de grasbekleding (met een slecht erosiebestendige kwaliteit).

4.3. Invloed van de faseverschuiving stormopzet-getij

In bovenstaande werd steeds verondersteld dat de piek van de stormopzet samenvalt met de piek van het astronomisch getij.

In deze paragraaf wordt bekeken wat de benodigde kleidikte is als de maximale stormopzet wordt verschoven t.o.v. het hoogwater. Dit kan immers leiden tot een hogere belastingsduur en bijgevolg grotere benodigde kleidiktes.

De berekeningen werden uitgevoerd met een T_p van 12s. Onder het ontwerppeil wordt niet gerekend op gras, boven het ontwerppeil wordt de aanname gemaakt van een slecht erosiebestendige grasmatt.

De resultaten worden weergegeven in Tabel 4-2. Positieve waarden voor de verschuiving duiden aan de piek van het stormopzet later komt dan het hoogwater, negatieve waarden duiden aan dat de piek eerder valt.

Tabel 4-2: Benodigde kleidikte in functie van de verschuiving tussen stormopzet en hoogwater.

Tijd tussen piek stormopzet en hoogwater	Kleidikte onder 7.78mTAW	Kleidikte boven 7.78mTAW
0	2.1	0.5
+2	2.2	0.5
+4	2.1	0.5
+6	2.3	0.5
-3	2.2	0.5
-6	1.9	0.5

Uit de resultaten blijkt dat de meest nadelige situatie zich voordoet als de piek van het stormopzet 6h valt na het hoogwater. De benodigde kleidikte neemt toe met 20cm, van 2.1 m naar 2.3 m.

4.4. Invloed van de stormduur

In bovenstaande werd steeds gerekend met een stormduur van 45h volgens de Vlaamse norm. In deze paragraaf wordt de kleidikte berekend uitgaande van de Nederlandse norm met een stormduur van 35h. De uitgangspunten m.b.t. de graskwaliteit en de T_p blijven ongewijzigd. De berekening werd uitgevoerd voor het geval waarbij de piek van de stormopzet samenvalt met het hoogwater en voor het geval de piek van de stormopzet 6h na hoogwater plaats vindt.

De kleidikte boven het ontwerppeil blijft steeds ongewijzigd, zodat deze niet meer wordt opgenomen in onderstaande tabel.

Tabel 4-3: Benodigde kleidikte. Vergelijking Vlaamse en Nederlandse norm ivm stormduur. Teen van dijk op 3.35mTAW.

Tijd tussen piek stormopzet en hoogwater	Stormduur 45h	Stormduur 35h
0	2.1	1.9
+6	2.3	2.2

Toepassing van de stormduur volgens de Nederlandse norm leidt tot een kleidikte onder het ontwerppeil die 0.1 à 0.2m kleiner is.

4.5. Invloed van het voorland

Het huidige maaiveldpeil t.h.v. dijkgedeelte 3 ligt op 3.35 mTAW. Dit is bijna 90cm onder het peil van gemiddeld hoogwater. Het is niet aangewezen dat de kleibekleding dagelijks aan water wordt blootgesteld. Daarom zal zand/schorgrond worden opgebracht tot tegen de dijk tot een hoogte van GHW. Dit heeft als bijkomend voordeel dat de golven sneller zullen breken en de benodigde kleidikte kleiner kan zijn.

Voortgaande op de uitgangspunten van vorige paragraaf worden volgende waarden bekomen.

Tabel 4-4: Benodigde kleidikte. Vergelijking Vlaamse en Nederlandse norm ivm stormduur. Teen van dijk op 4.3mTAW.

Tijd tussen piek stormopzet en hoogwater	Stormduur 45h	Stormduur 35h
0	1.7	1.6
+6	2.0	1.8

De benodigde kleidikte is in deze veronderstelling dus 0.4m kleiner. Omdat de ophoging aan zeezijde van de dijk echter niet voldoende breed is en bovendien bij hoog stormtij kan worden weggeslagen, wordt voorgesteld om bij de verdere berekeningen de invloed van dit voorland niet in rekening te brengen.

4.6. Keuze van de uitgangspunten

Onderstaande lijst vat de verschillende uitgangspunten nog een samen:

- Een piek golfperiode van 12s.
- Geen grasvegetatie onder het ontwerppeil, een slecht erosiebestendige grasmat boven het ontwerppeil.
- De meest nadelige verschuiving tussen stormopzet en hoogwater (met name 6h).
- Een belastingsduur volgens de Nederlandse norm.
- Er wordt geen rekening gehouden met de invloed van het voorland.

Daarnaast wordt voorgesteld om boven het ontwerppeil een minimale kleidikte van 1m te hanteren.

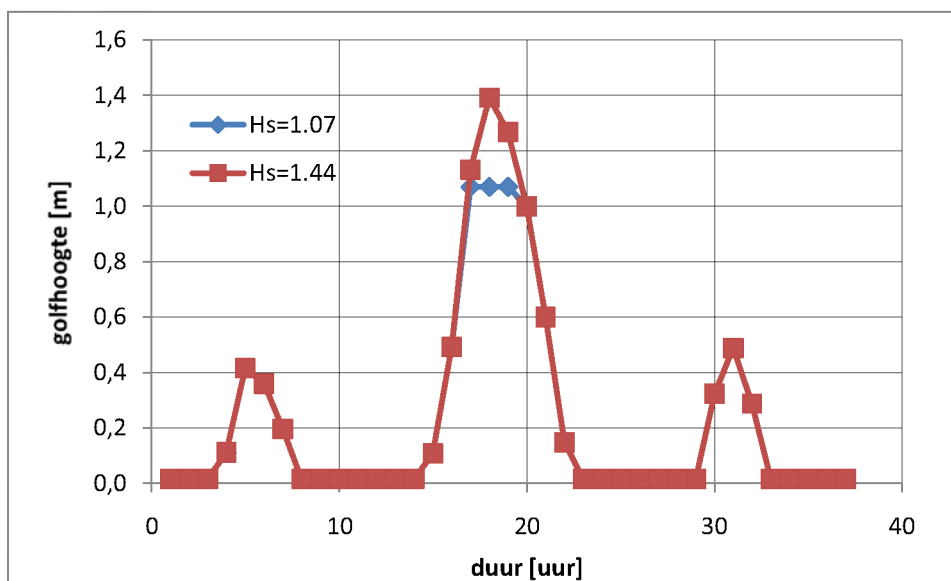
5. TOEPASSING OP ALLE DIJKGEDEELTEN

Niet alle dijkgedeeltes worden even zwaar door de wind belast (zie Tabel 2-1). In onderstaande Tabel 5-1 worden de berekende kleidiktes weergegeven voor de verschillende dijkgedeeltes. De waarden gelden voor het gedeelte van het talud onder het ontwerppeil. Boven het ontwerppeil bedraagt de kleidikte steeds 1m.

Tabel 5-1: Benodigde kleidiktes onder ontwerppeil per dijkgedeelte.

Deel 1	Deel 2	Deel 3	Deel 4	Deel 5	Deel 6	Deel 6a
2.1	2.1	2.2	2.1	2.1	2.2	2.2

Opvallend is dat de kleidikte voor alle dijkgedeeltes nagenoeg dezelfde zijn, hoewel de significante golfhoogte varieert tussen 1.07m en 1.44m. De verklaring hiervoor wordt getoond in Figuur 6. De figuur toont het verloop van de golfhoogte in functie van de tijd bij twee verschillende waarden voor de maximale golfhoogte.

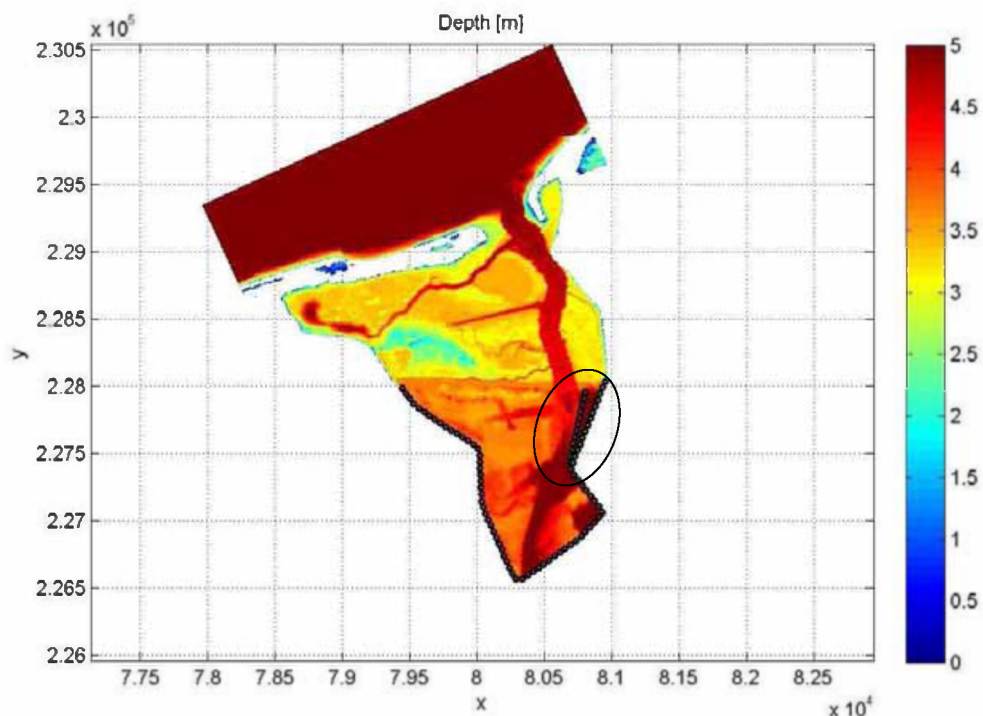


Figuur 6: Verloop van de golfhoogte ifv de tijd

De golfhoogte wordt voor het grootste deel van de tijd bepaald door de waterdiepte in het Zwin (het breker criterium). Enkel kortstondig is er afwijking tussen de twee reeksen en speelt de waarde van de maximale golfhoogte een rol.

6. BESCHERMING TEGEN EROSIE DOOR DE GEUL

De hoofdgeul in het Zwin is morfologisch dynamisch. Er dient dan ook rekening mee gehouden te worden dat de geul tot tegen de Zwindijk komt te liggen. De potentiële locatie is aangeduid in Figuur 7.



Figuur 7 Locatie waar dijk beschermt dient te worden

Op deze plaatsen zal de bekleding tussen +2.5 en 5m TAW voorzien worden van stortsteen, waarover opnieuw aarde kan aangebracht worden.

7. REFERENTIES

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2008. Addendum I bij de leidraad rivieren t.b.v. het ontwerp van rivierdijken.

TAW, 1996. Technisch rapport: klei voor dijken.

TAW, 1998. Technisch rapport. Erosiebestendigheid van grasland als dijkbekleding.

VTV, 2004. De veiligheid van primaire waterkeringen in Nederland. Voorschriften toetsen op veiligheid voor de 2^{de} toetsronde 2001-2006.



BIJLAGE 10

Taludbescherming

Berekening van taludbescherming tegen golf- en stromingsbelasting, Rapport nr I/NO/11285/10.059/PDV, IMDC

Nota

Datum: 8/03/10
Aan:
Auteur: Pieter De Vleeschauwer
Documentref: I/NO/11285/10.059/PDV/

Betreft : Berekening van taludbescherming tegen golf- en stromingsbelasting

Inhoudstafel

1. INLEIDING	2
2. GEGEVENS	2
2.1. HYDRODYNAMISCH	2
2.2. DIJKKARAKTERISTIEKEN	2
2.3. MATERIAALKARAKTERISTIEKEN	3
3. REKENREGELS	3
3.1. STROMING	3
3.1.1. Breuksteen	3
3.1.2. Klei	3
3.2. GOLVEN	5
3.2.1. Pilarczyk	5
3.2.2. van der Meer	5
3.3. DIJKTEEN	7
4. BEREKENINGEN	10
4.1. STROMING	10
4.2. GOLVEN	11
4.2.1. Pilarczyk	11
4.2.2. van der Meer	11
4.3. SORTERING	12
4.4. AANLEGHOOGTE	13
4.5. CONCLUSIE	13
4.6. CONCLUSIE	13
4.7. TEEN	13
5. CONCLUSIE	14
6. REFERENTIES	14

1. INLEIDING

In deze nota wordt de standaard breuksteensortering bepaald die nodig is ter afdoende bescherming van dijktaaluds in het Zwin.

Het betreft dijktaaluds die belast worden door stroomsnelheden tot 1 m/s (bij 100-jaarlijkse storm), i.e. een dijk die ligt naast een geul. Aangezien de breukstenen bekleding enkel bedoeld is om de erosie van de gras/kleidijk als gevolg van schuring door een stroomgeul te beletten, is het niet nodig om de breuksteen te dimensioneren voor de maatgevende storm voor veiligheid (4000jarige storm). Anderzijds kan het ook niet de bedoeling zijn dat er regelmatig herstellingswerken nodig zijn. In lijn met andere constructies die niet bijdrage tot de veiligheid (bv. strandhoofden) werd voor een terugkeerperiode van 100jaar gekozen.

De helling van de dijktaaluds is 1v:4h. Standaard sorteringen worden bepaald voor een hydrodynamische belasting van een 100-jarige storm, en vervolgens getoetst aan een zwaardere belasting.

Vervolgens wordt ook de benodigde bescherming aan de dijkteen bepaald.

2. GEGEVENS

2.1. Hydrodynamisch

De beschouwde golf- en stroombelastingskarakteristieken worden opgesomd in Tabel 1

Tabel 1: Belastingskarakteristieken

	hoogwaterpeil	stroomsnelheid	signifikante golfhoogte	piek periode
	H (m TAW)	v (m/s)	H _s (m)	T _p (s)
100-jarige storm	6.2	1	1	11
X-jarige storm	(6.2)	1.5	1.4	11

Opgemerkt wordt dat (maximale) golf- en stroombelasting niet op hetzelfde tijdstip optreden.

Het ontwerppeil van de bodem (dit is zonder uitschuring) ligt ten laagste op 2m TAW.

Met de X-jarige storm wordt de 100 jarige storm bedoeld, met hogere golven en stroomsnelheden, als gevoeligheidsanalyse.

2.2. Dijkkarakteristieken

Het dijktaalud heeft een helling van 1v:4h (Figuur 1).



Figuur 1: Dijkprofiel

Het basismateriaal van de dijk is klei.

2.3. Materiaalkarakteristieken

Het beschermingsmateriaal bestaat uit breuksteen. De dichtheid van water is dat van zeewater (Tabel 2).

Tabel 2: Materiaalkarakteristieken

	zeewater	breuksteen
	rho_w (kg/m ³)	rho_s (kg/m ³)
densiteit	1025	2650

De relatieve dichtheid Δ volgt uit

$$\Delta = \frac{\rho_m - \rho_w}{\rho_w}$$

De relatieve dichtheid van breuksteen wordt aldus 1.59.

3. REKENREGELS

Voor breuksteen wordt gebruik gemaakt van de vergelijkingen van Pilarczyk en van der Meer (CIRIA, CUR, CETMEF, 2007).

Voor de weerstand van klei wordt ondermeer verwezen naar CUR (1999), van Rijn (1993) en Maccferri (1997),

3.1. Stroming

3.1.1. Breuksteen

De weerstand van een bodembescherming tegen stroombelasting wordt berekend met de volgende formule (Pilarczyk):

$$\Delta \cdot D_{n50} = \phi_{sc} \cdot (0.035/\psi_{cr}) \cdot k_h \cdot k_s^{-1} \cdot k_t^2 \cdot (u^2/2 \cdot g)$$

met:

- Δ : relatieve dichtheid [-];
- D : karakteristieke dikte bodembescherming [-];
- ϕ_{sc} : stabiliteitsfactor tegen stroombelasting [-];
- k_t^2 : turbulentie factor [-];
- ψ_{cr} : kritische mobiliteits parameter [-];
- k_h : snelheidsprofiel factor [-];
- k_s : hellingsfactor [-];
- u : diepte-gemiddelde stroom snelheid [m/s].

3.1.2. Klei

Opgesomd in Tabel 3 worden enkele indicatieve waarden van maximaal toelaatbare stroomsnelheden voor niet beschermde bodem volgens CUR (1999). Deze (dwars) oppervlakte gemiddelde snelheden zijn afgeleid op basis van stroming door debietafvoer in een waterweg.

Tabel 3: Maximaal toelaatbare stroomsnelheid (CUR)

Grondsoort	Maximaal toelaatbare stroomsnelheid (m/s)	
	Horizontaal (voor kortstondige belasting)	Hellend
Zandige klei	0.4	0.2 à 0.4
Zachte klei	0.6	0.4 à 0.6
Relatief stijve klei	0.8 (1.0)	-
Stijve klei	1.2 (1.5)	0.6 à 1.0

CUR, 1999, tabel op pagina 38, eb tabel 5 (pagina 77)

Van Rijn (1993) vermeldt volgende drempelwaarden voor erosiesnelheden op basis van gegevens betreffende ontgronding in kleine, natuurlijke waterlopen van Lane (1995).

Tabel 4: Kritische, diepte gemiddelde erosiesnelheden (Lane, 1995)

Grondsoort	Toelaatbare snelheid (m/s)		
	Los	Matig verdicht	Verdicht
Zandige klei	0.45	0.9	1.3
Klei	0.35	0.8	1.2
Beperkt kleihoudend	0.30	0.7	1.0

van Rijn, 1993, tabel 11.6 (pagina 11.29)

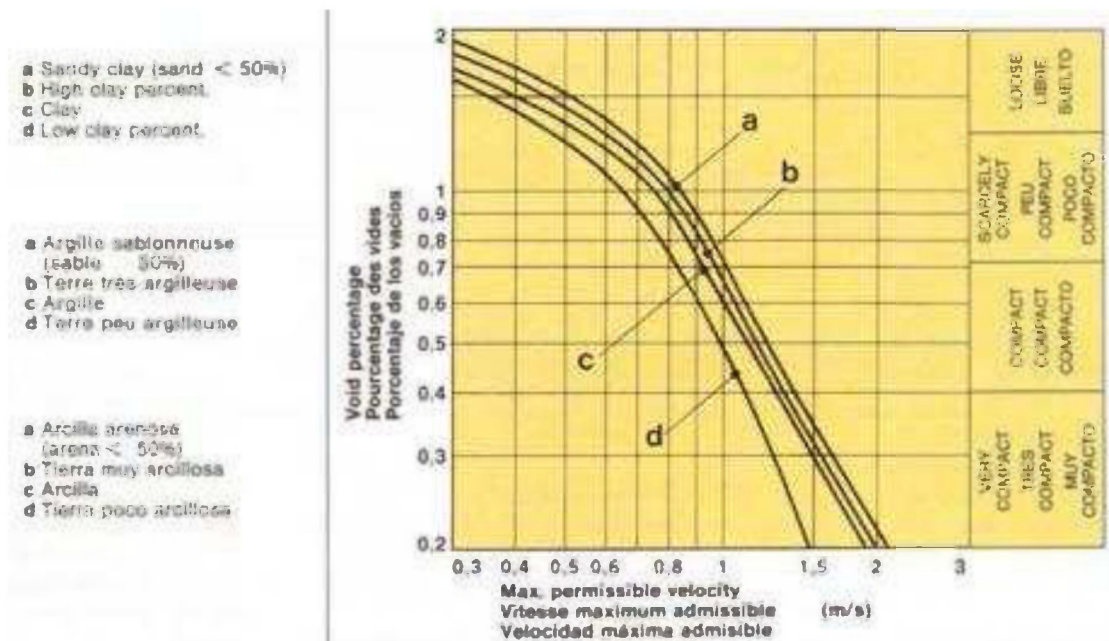
Van Rijn verwijst ook naar Kamphuis (1982) die stelt dat:

- water met gesuspendeerde zanddeeltjes erosie veroorzaakt bij veel lagere snelheden dan water vrij van zand;
- gemiddelde erosiesnelheden a rato van $2 \cdot 10^{-4}$ m/uur voor stroomsnelheden van 1 à 2 m/s.

Hoffmans & Verhey stellen dat volgende kritische dieptegemiddelde snelheden voor als eerste schatting (pagina 20, Hoffmans & Verhey (1997):

- 0.8 m/s voor redelijk verdichte klei met een poriëngetal van 0.5, i.e; de verhouding van poriën- tot (grond)materiaalvolume;
- 1.5 m/s voor stijve klei met een poriëngetal van 0.25.

Deze waarden worden bevestigd door Figuur 2 waarin de relatie tussen de maximaal toelaatbare snelheid en het poriën getal wordt weergegeven (Maccaferri, 1997, Figuur 76)



Figuur 2: Maximum toelaatbare snelheid in relatie tot de poriën verhouding voor cohesieve gronden

3.2. Golven

Golfbelasting wordt op twee manieren onderzocht: volgens Pilarczyk en volgens van der Meer.

3.2.1. Pilarczyk

De weerstand van een bodembescherming tegen een golfbelasting kan berekend worden met de volgende formule (Pilarczyk):

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{n50}} = \phi_u \cdot \phi_{sw} \cdot \frac{\cos \alpha}{\xi_p^b}$$

met:

- H_s : significante golfhoogte [m];
- Δ : relatieve dichtheid [-];
- D : karakteristieke dikte bodembescherming [-];
- ϕ_u : stabiliteitsfactor type van bescherming [-];
- ϕ_{sw} : stabiliteitsfactor tegen golfbelasting [-];
- α : hellingshoek van bescherming [°];
- ξ : brekerparameter [-];

De brekerparameter wordt bepaald door

$$\xi = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{2\pi H_s / g T_p^2}}$$

- T_p : piekperiode [s].

3.2.2. van der Meer

De benodigde karakteristieke dikte van de taludbescherming kan berekend worden met volgende formules van Van der Meer:

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{n50}} = c_{pl} \cdot P^{0.18} \cdot \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \cdot \xi_m^{-0.5} \quad \text{voor overstortende golven}$$

$$\frac{H_s}{\Delta \cdot D_{n50}} = c_s \cdot P^{-0.13} \cdot \left(\frac{S_d}{\sqrt{N}} \right)^{0.2} \cdot \sqrt{\cot \alpha} \cdot \xi_m^P \quad \text{voor oplopende golven.}$$

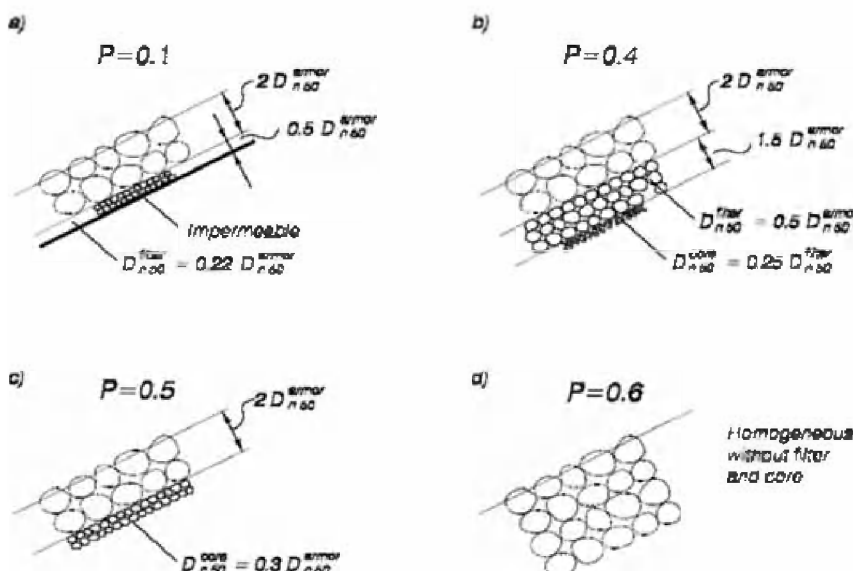
met

- D_{n50} : gemiddelde nominale diameter [m]
- H_s : significante golfhoogte [m]
- $\Delta = \frac{\rho_s - \rho_w}{\rho_w}$: relatieve dichtheid van de steen [-]
- ρ_s : volumieke massa van de steen = 2650 [kg/m³]
- ρ_w : volumieke massa van water = 1000 [kg/m³]
- $\xi_m = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{H_s^2}{2\pi}}}$: brekerparameter
- P : permeabiliteitscoëfficiënt = 0.1 (voor structuren met geotextiel, zie Figuur 3)
- S : schadepeil = 6 (voor 4/12 helling en intermediaire schade, zie Tabel 5)
- N : aantal golven = 7500 (is het maximum)

De relatie tussen T_m en T_p wordt gegeven door (RWS 1996):

$$T_p = 1.08 \cdot T_s$$

De coëfficiënten c_{pl} en c_s kunnen algemeen gelijk gesteld worden aan 6.2 en 1.0 respectievelijk. Voor de 5%-grenswaarden wordt dit 5.5 en 0.87 (wordt hier niet toegepast). P is de permeabiliteit van de structuur (afhankelijk van de verschillende lagen, zie Figuur 3) en N is het aantal golven.



Figuur 3: Permeabiliteitscoëfficiënt van dijk

ξ is de brekerparameter, of Iribarren-getal, en hangt af van golfhoogte, -periode en de helling van de structuur. Bij brekerparameters groter dan de kritische waarde ξ_{cr} zijn de golven oplopend en dient de 2e formule te worden gebruikt. Anders wordt de eerste formule toegepast. De kritische waarde wordt gegeven door:

$$\xi_{cr} = \left(\frac{c_{pl}}{c_s} \cdot P^{0.31} \cdot \sqrt{\tan \alpha} \right)^{\frac{1}{P+0.5}}$$

De mate van toelaatbare beweging van de bescherming(selementen) wordt in rekening gebracht met het schadepeil (zie Tabel 5).

Tabel 5: Ontwerpwaarden schadepeil voor 2-lagige breuksteenbescherming

Slope (ootα)	Damage level		
	Start of damage	Intermediate damage	Failure
1.5	2	3-5	8
2	2	4-6	8
3	2	6-9	12
4	3	8-12	17
6	3	8-12	17

(Table 5.23 from CUR-CIRIA-CETMEF, 2007)

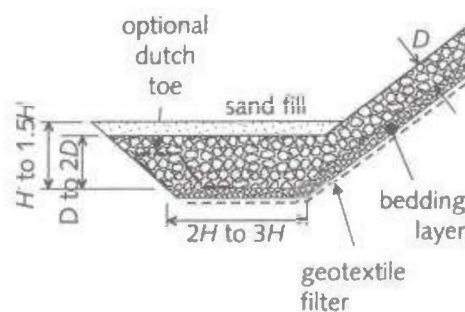
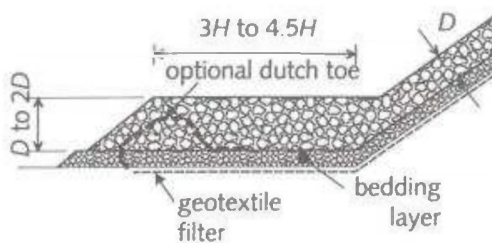
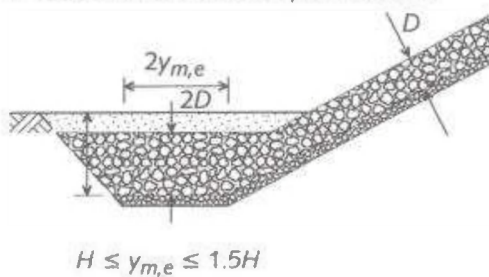
Bezwijken (failure) betekent dat de toplaag zo vervormd wordt dat de onderliggende laag bloot komt te liggen.

De ontwerpberekeningen worden uitgevoerd met als permeabiliteitscoëfficiënt $P = 0.1$. Deze aanpak gaat op voor een structuur met toplaag boven filterlaag boven geotextiel. In Figuur 3 (rechtsbovenaan) worden de karakteristieken van de filterlaag weergegeven. Er wordt ook een toetsing uitgevoerd met als permeabiliteitscoëfficiënt $P = 0.4$.

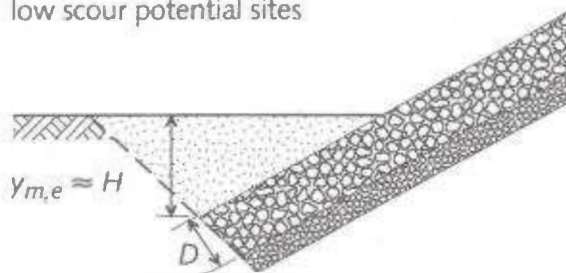
3.3. Dijkteer

Voor ontwerp van de bescherming van de dijkteer worden volgende constructies voorgesteld (Hoffmans, Verheij, 1997):

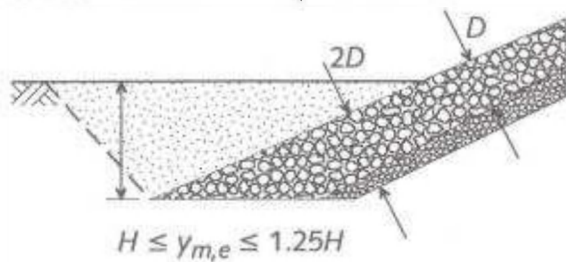
quarystone or armor units
moderate-to-severe scour potential sites



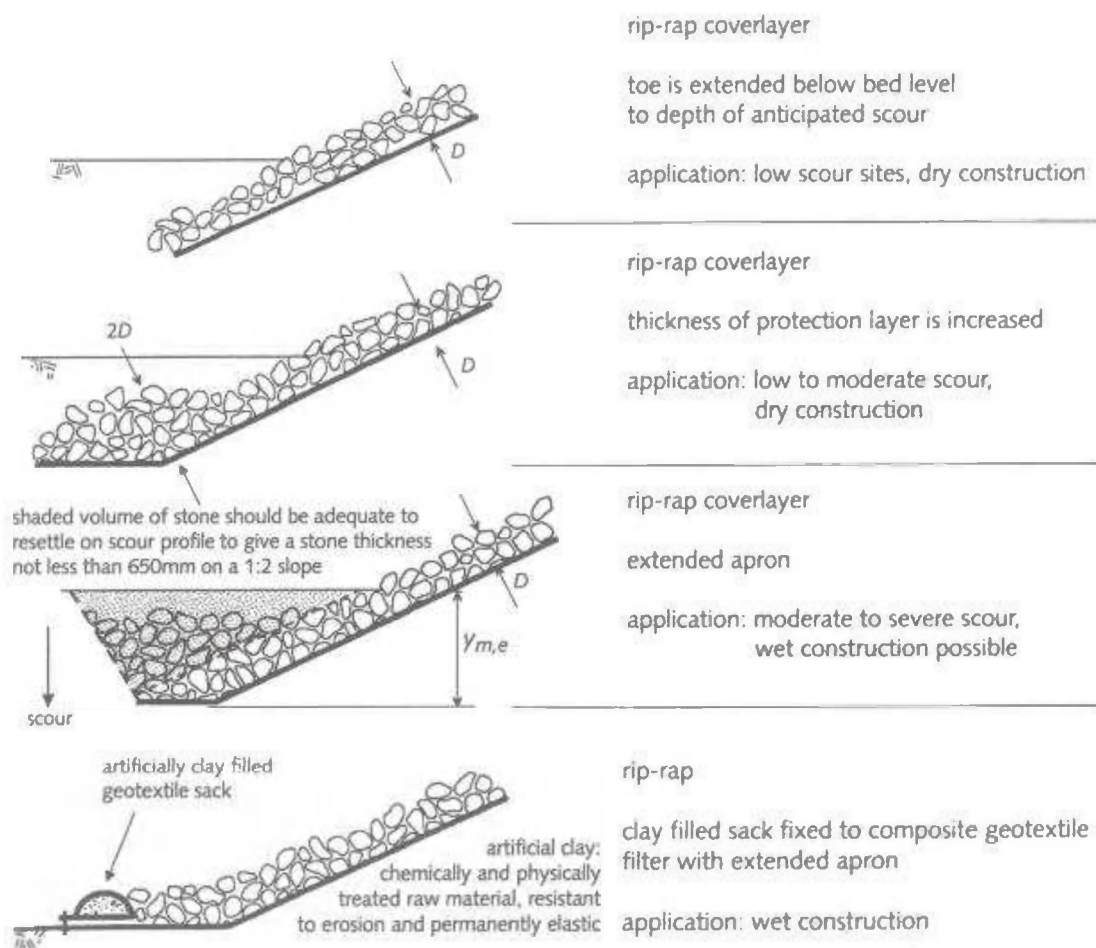
quarystone or concrete armor units
low scour potential sites



quarystone or armor units
low-to-moderate scour potential sites



Figuur 4: Schema's voor breuksteenbescherming van dijken constructies



Figuur 5: Schema's voor breuksteenbescherming van dijken constructies (vervolg)

waarin:

- $y_{e,m}$: maximale evenwichtsdiepte [m]
- H : golfhoogte [m]

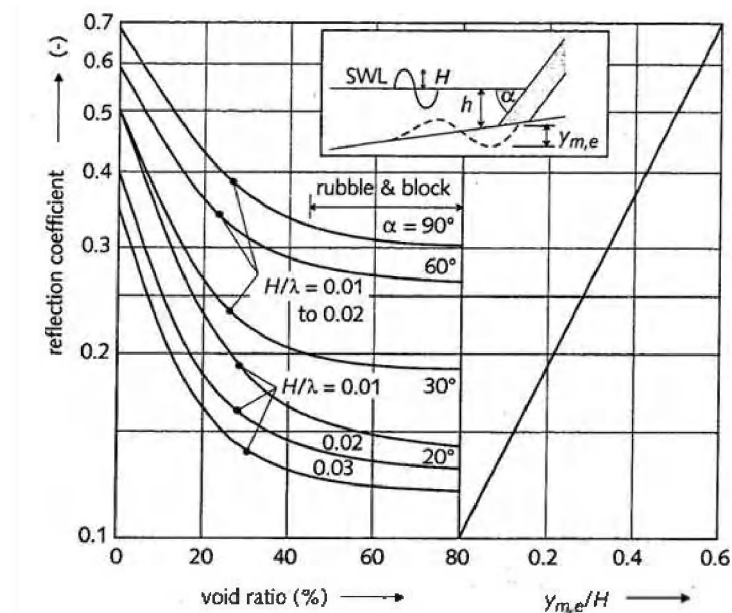
De evenwichtsdiepte voor verticale, ondoorlatende wand is gelijk aan de maximale hoogte van een niet gebroken golf. In andere gevallen wordt deze bepaald op basis van de reflectiecoëfficiënt (zie Figuur 6).

De lengte van de teenconstructie dient 2 à 3 malen de evenwichtsdiepte te bedragen.

Voor H wordt H_s genomen.

De golflengte λ voor diep water golven is $\lambda = \frac{gT^2}{2\pi}$.

Gehalte open ruimte van breuksteen wordt 35% aangenomen (p. 126, tabel 3.9, CIRIA, CUR, CETMEF, 2007).



Figuur 6: Bepaling van maximale ontgrondingsdiepte

Volgens het gebruikelijke typeprofiel wordt aan de dijkteen de deklaag over 3m verdergezet.

Er wordt hierbij opgemerkt dat de in Hoffmans, en Verheij (1997) ontwerpschema's de laagdikte op de dijkteen twee á vier steenlagen is (of één à tweemaal de laagdikte op het talud).

4. BEREKENINGEN

In dit hoofdstuk volgt de toepassing van voorgaande formules, mits invulling van de voor breuksteen geschikte waarden:

- $\Delta = 1.59$
- $\varphi_{sc} = 1.25$ voor enkele laag of aan rand van bescherming
- $k_t^2 = 1$ (1.5), voor normale turbulentie (niet-uniforme stroming, bochten van rivieren);
- $h = 5$ m
- $\psi_{cr} = 0.035$ voor breuksteen
- $\varphi_u = 1$ voor breuksteen
- $\varphi_{sw} = 3$ (2.25) voor maximaal aanvaardbare (initiële) beweging

4.1. Stroming

Tabel 6: Dn50 (m) stroming

bescherming	diepte gemiddelde snelheid non-logarithmisch profiel		bodemsnelheid	
	uniform	niet-uniform	uniform	niet-uniform
turbulentie (k_t^2)	normaal (1)	verhoogde (1.5)	normaal (1)	verhoogde (1.5)
100-jarige storm	0.02	0.03	0.04	0.07
X-jarige storm	0.04	0.07	0.10	0.15

4.2. Golven

4.2.1. Pilarczyk

Tabel 7: Dn50 (m) golven - Pilarczyk

bescherming	maximaal toelaatbare beweging	begin van beweging
stabiliteitsfactor	$\varphi_{sw} = 3$	$\varphi_{sw} = 2.25$
100-jarige storm	0.38	0.52
X-jarige storm	0.50	0.69

4.2.2. van der Meer

In volgende tabellen worden de benodigde breuksteen diameter opgesomd voor ondiepwater voor een aantal stormperiodes en schadepeilen.

Het dijklichaam bestaat uit een waterdichte kleikern. Aldus wordt gerekend met een permeabiliteitscoëfficiënt van $P = 0.1$. Voor een stormduur van 3 u bekomt men dan volgende waarden (3 uur komt overeen met een geschematiseerde duur van hoogwater):

Tabel 8: Dn50 (m) golven – van der Meer– 0.1 permeabiliteitscoëfficiënt – 3h stormduur

mate van beweging toplaag	begin	toelaatbaar		falen
schadepeil S_d , [-]	3	8	12	17
100-jarige storm	0.42	0.35	0.32	0.30
X-jarige storm	0.54	0.44	0.41	0.38

De afhankelijkheid van de breuksteengrootte naar de permeabiliteitscoëfficiënt toe is groot. Voor de volledigheid wordt voor $P = 0.4$ (zie Figuur 3, rechtsbovenaan) volgende breuksteen diameters opgesomd (Tabel 8).

Tabel 9: Dn50 (m) golven – van der Meer– 0.4 permeabiliteitscoëfficiënt – 3h stormduur

mate van beweging toplaag	begin	toelaatbaar		falen
stormduur D , [uur]	3	3	3	3
schadepeil S_d , [-]	3	8	12	17
100-jarige storm	0.33	0.27	0.25	0.23
X-jarige storm	0.45	0.37	0.34	0.32

In volgende tabellen wordt voorgaand herhaald voor een stormduur van 6 u. Hieruit blijkt dat het verschil met 3 u blijft beperkt tot zo'n 0.03 m in breuksteen diameter.

Tabel 10: Dn50 (m) golven – van der Meer– 0.1 permeabiliteitscoëfficiënt – 6h stormduur

mate van beweging toplaag	begin	toelaatbaar		falen
stormduur D , [uur]	6	6	6	6
schadepeil S_d , [-]	3	8	12	17
100-jarige storm	0.45	0.37	0.34	0.32
X-jarige storm	0.58	0.48	0.44	0.42

Voor de volledigheid wordt opgemerkt dat de grootte van breukstenen sterk afhankelijk is van de permeabiliteitscoëfficiënt. Voor $P = 0.4$ (zie Figuur 3, rechtsbovenaan) worden volgende diameters bekomen (Tabel 8).

Tabel 11: Dn50 (m) golven – van der Meer – 0.4 permeabiliteitscoëfficiënt – 6h stormduur

mate van beweging toplaag	begin	toelaatbaar			falen
stormduur D, [uur]	6	6	6	6	6
schadepeil S _d , [-]	3	8	12	12	17
100-jarige storm	0.35	0.29	0.27	0.27	0.25
X-jarige storm	0.48	0.40	0.38	0.38	0.35

4.3. Sortering

Voor het bepalen van de standaard sortering voor breuksteen wordt enkel rekening gehouden met de golfbelasting daar:

- golven de dominante belastende factor zijn,
- maximale golfbelasting niet samen valt met maximale stromingsbelasting,
- benodigde steendiameter ~ kwadraat van snelheid, lagere snelheden resulteren in (nog) lagere diameters (met betrekking tot stromingsbelasting)
- dijk opgebouwd is uit klei met voldoende weerstand tegen stroming

Hiervoor komen volgende standaard sorteringen in aanmerking:

Tabel 12: Standaard sorteringen breuksteen

Standaard sorteringen	Dn50
10-60kg	0.21 à 0.26m
40-200kg	0.32 à 0.37m
60-300kg	0.38 à 0.43m

Tabel 13: standaard stortsteensortering (kg) golven – 0.1 permeabiliteitscoëfficiënt

mate van beweging toplaag	begin	toelaatbaar				falen		pilarczyk
stormduur D, [uur]	3	3	3	6	6	3	6	
schadepeil S _d , [-]	3	8	12	8	12	17	17	$\varphi_{sw} = 3$
100-jarige storm	60-300kg	40-200kg	40-200kg	40-200kg	40-200kg	<40-200kg	40-200kg	>40-200kg
X-jarige storm (kg)						60-300kg	>60-300kg	

Uit vergelijking van de eerder berekende D_{n50} voor dijken met een hogere permeabiliteit blijkt dat de standaard sortering (veeleer) behouden blijft. Een verhoogde permeabiliteit zou wel resulteren in een verlaagd schadepeil.

Bij een permeabiliteitscoëfficiënt van 0.4 doorstaat een 60-300kg sortering ook een X-jarigestorm: schadepeil 2 en 8 bij een stormduur van 3 respectievelijk 6 uur.

4.4. Aanleghoogte

De steenbestorting heeft als doel de dijk te beschermen tegen een rechtstreekse stroombelasting (HW-niveau 4.5m TAW – 2.2m NAP)

4.5. Conclusie

4.6. Conclusie

In Tabel 14 worden voor de standaardsorteringen het verwachte schadepeil weergegeven voor een 100-jarige storm bij een permeabiliteitscoëfficiënt van 0.1. Hiervoor

Tabel 14: Schadepeil voor standaard sorteringen breuksteen – 0.1 permeabiliteitscoëfficiënt

Standaard sorteringen	100-jarige			
stormduur	3	6	3	6
10-60kg (0.23m)	>>17	>>17		
40-200kg (0.34m)	9	12		
60-300kg (0.40m)	4	5	23	27

Bij een 100-jarige storm zullen stenen in toplaag van zowel standaard sortering 40-200 kg als 60-300 kg zich verplaatsen. Bij een 60-300kg sortering zal deze verplaatsing eerder beperkt (tot nihil) blijven. De beweging van stenen is groter bij een 20-400kg sortering, zonder dat hierbij de toplaag faalt (i.e. de tussen- of onderlaag bloot komt te liggen).

Een toplaag van 10-60kg standaard sortering is niet bestand tegen een 100-jaarlijkse storm.

4.7. Teen

Een taludhelling van 16/4 komt overeen met 14°. Het afleiden van de maximale ontgrondingsdiepte met de 20°-curve uit Figuur 6 vormt een conservatieve aanpak.

Voor de H/λ-verhouding wordt de 0.03-lijn gevolgd. (λ in Tabel 15 is overschatting want is voor diepwater)

Tabel 15: Lengte bescherming dijkteen

Parameter	100-jarige storm	X-jarige storm
H _s [m]	1.00	1.40
T _p [m]	11.00	11.00
T _s [m]	10.19	10.19
λ (diepwatervolven) [m]	161.97	161.97
H _s /λ [-]	0.01	0.01
factor [-]	0.16	0.16
y _{m,e} [m]	0.16	0.22
lengte van teen [m]	0.48	0.67

Er worden vrij lage waarden bekomen voor de benodigde evenwichtsdiepte en lengte van de teenconstructie.

Om die reden wordt er geopteerd om volgende minimumwaarden te weerhouden: de breuksteenbekleding wordt over een afstand van 3m verder doorgetrokken voorbij de dijk, met een minimumdikte van 2 lagen, i.e. de laagdikte op het talud.

Het geotextiel onder de breuksteenbekleding wordt eveneens doorgetrokken tot het einde van de teenconstructie.

5. CONCLUSIE

In deze nota is de benodigde standaard breuksteensortering bepaald voor dijktaaluds in het Zwin, met helling 1v:4h.

Voor een hydrodynamische belasting van een 100-jarige storm voldoet een sortering van 40-200 kg. Hierbij zal de breuksteen van de toplaag in enige mate bewegen. Evenwel zonder dat hierbij de onderlaag bloot komt te liggen.

Dit bewegen wordt vrijwel volledig uitgesloten bij een zwaardere sortering van 60-300 kg. Deze sortering biedt ook enige (beperkte) bescherming (tegen falen) bij een X-jarige storm.

Op het talud heeft de toplaag een dikte van twee steenlagen. Deze wordt aangebracht tot een peil van 5m TAW (2.7m NAP) (net boven normale HW-stand bij springtij) . Onder deze toplaag wordt een filterlaag en geotextiel aangebracht.

Deze breuksteenbekleding wordt bij de dijkteen minimaal over een afstand van 3 m verder doorgetrokken, dit met een minimumdikte van 2 lagen, i.e. de laagdikte van de toplaag op het talud.

Het geotextiel onder de breuksteenbekleding wordt eveneens doorgetrokken tot het einde van de teenconstructie.

6. REFERENTIES

CIRIA, CUR, CETMEF (2007), The Rock Manual. The use of rock in hydraulic engineering (2nd edition). C683, CIRIA, London

CUR (1999), CUR-publicatie 201. Natuurvriendelijke oevers: belasting en sterkte, Stichting CUR, Gouda

Hoffmans, C.J.C.M. & H.J. Verhey (1997), Scour Manual, A.A.Balkema, Rotterdam

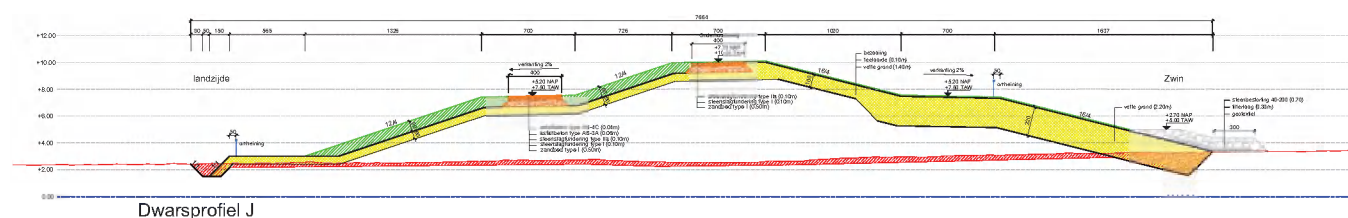
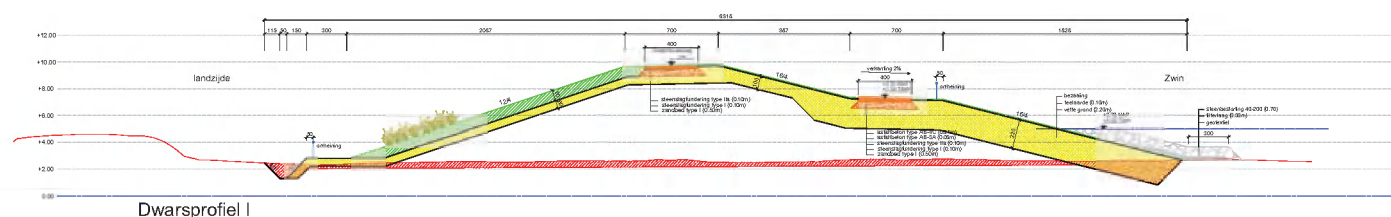
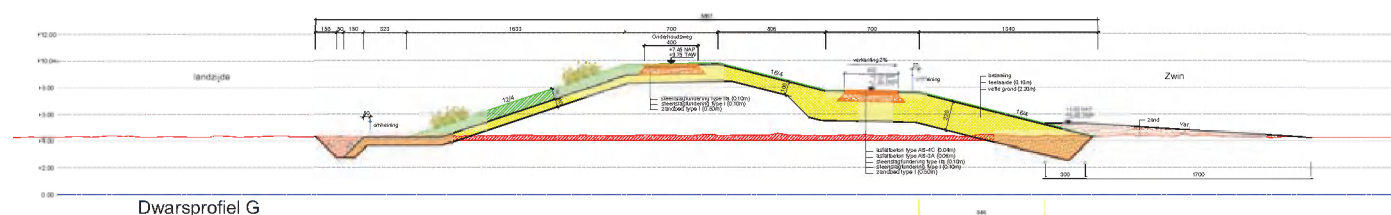
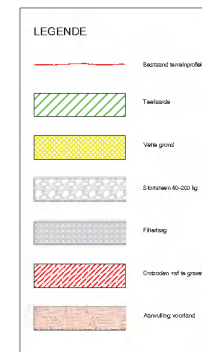
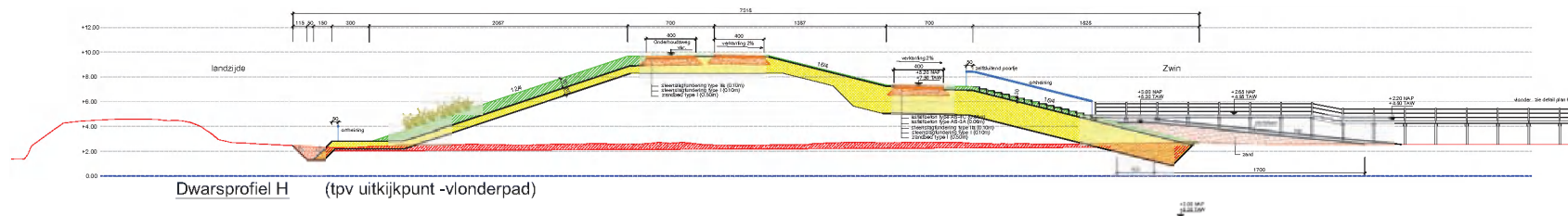
Maccaferri (1997), Channeling Works

RWS (1996), Hydraulische randvoordwaarden voor primaire waterkeringen

Van Rijn, L.C. (1993), Principles of sediment transport in rivers, estuaries and coastal seas, Aqua Publications

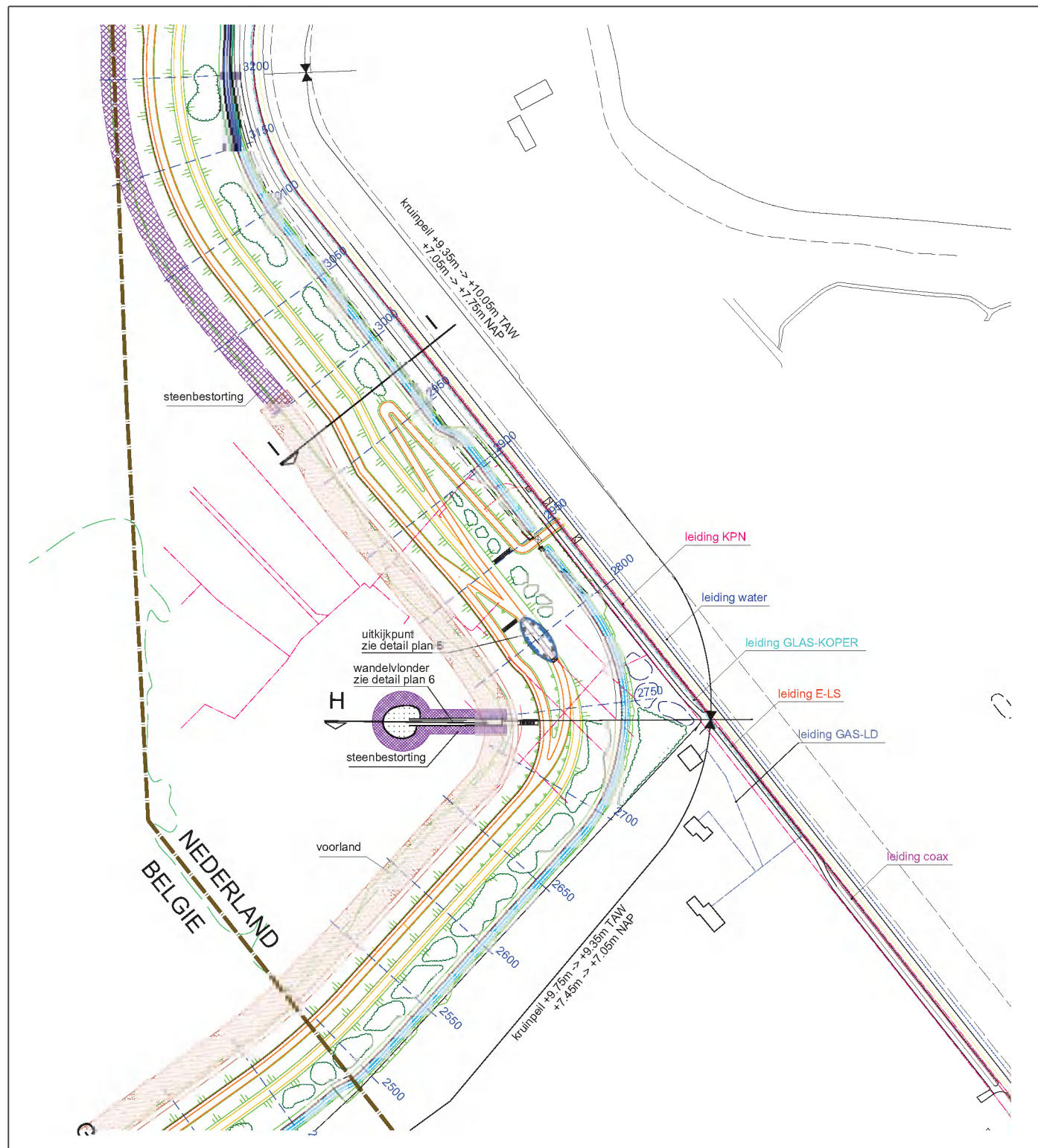


BIJLAGE 11 Ontwerpplannen



Bouwheer:  Het Groene Woud 1 NL - 4331 NB Middelburg tel +31 (0) 118 631 700	 VLAAMSE OVERHEID AGENTSCHAP VOOR MARITIEME DIENSTVERLENING EN KUST AFDELING KUST
Opdrachtgever: 	A³ Nr KOA.0004 aantal plannen: 06 Plan: 05 aangebrachte wijzigingen:
Opgemaakt:  Gistelsesteenweg 1 D B - 8400 Oostende tel +32 (0) 59 340 360	DOSSIERNUMMER: H.111084 Oppervlakte: 1,05x0,70, 0,73 m² Prijs: 4,- € (min 4€ / m²)

SLUIS - KNOKE-HEIST
AANLEG ZWINDIJK
Herinrichting en uitbreiding van
Het Zwin
DWARSPROFIELEN
G tem J

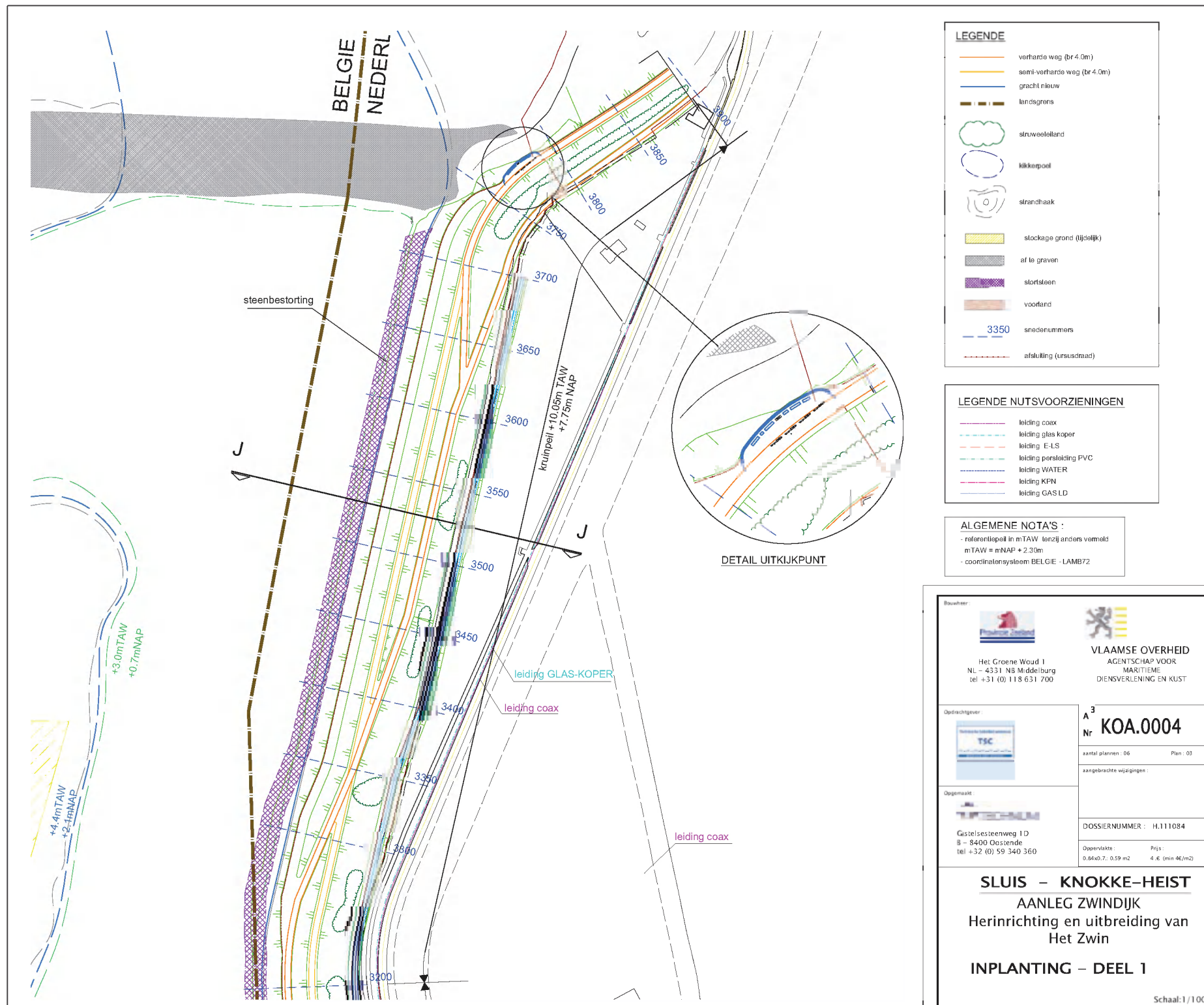


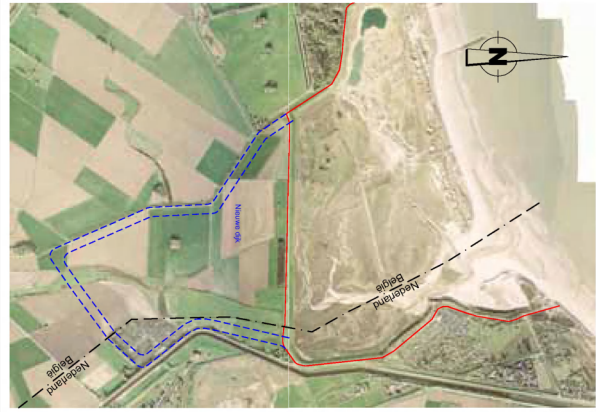
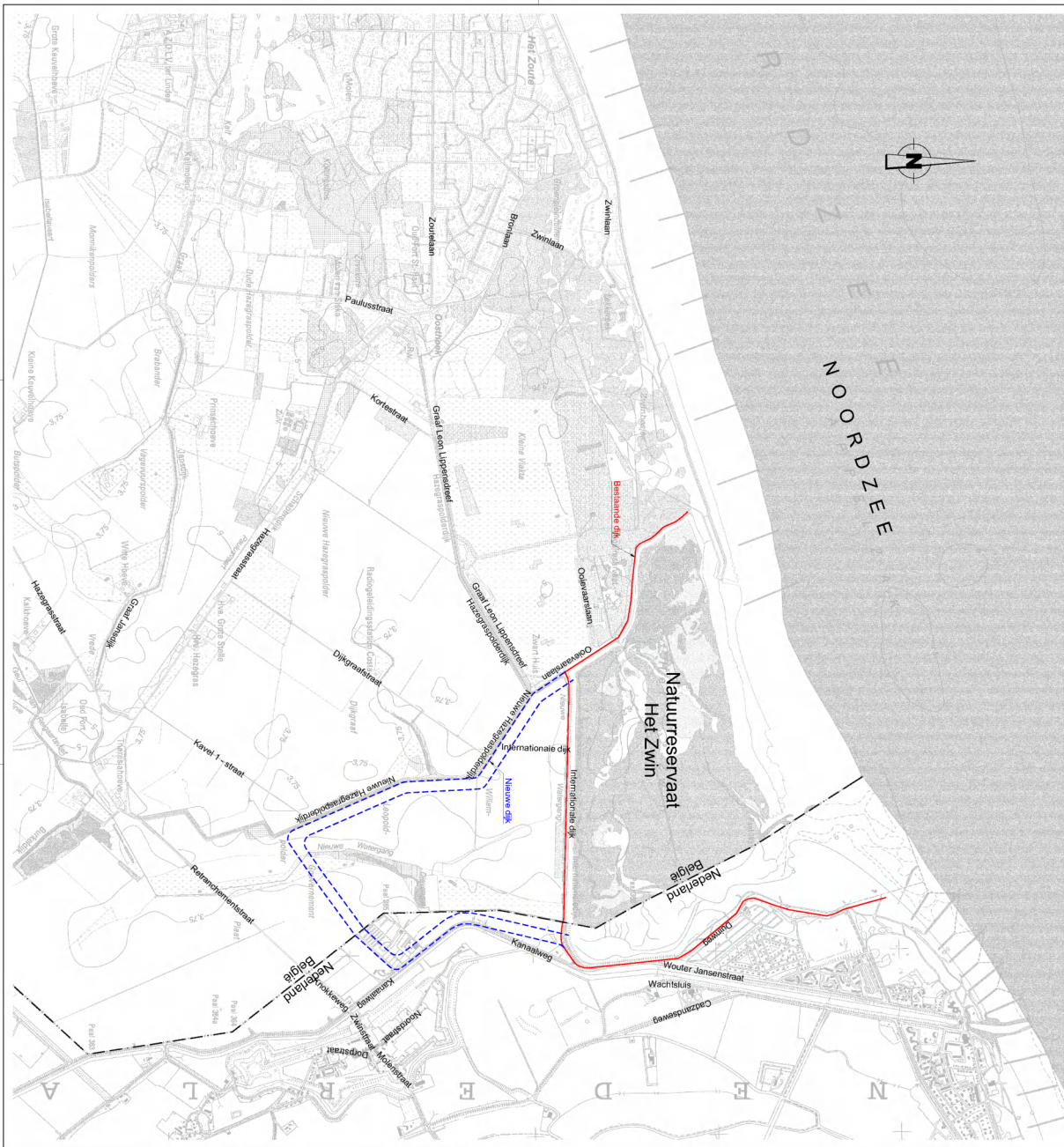
LEGENDE	
	verharde weg (br 4.0m)
	semi-verharde weg (br 4.0m)
	gracht nieuw
	landsgrens
	struweelgebied
	kikkerpoel
	strandhaak
	stockage grond (lijdelijk)
	af te graven
	stortsteen
	voorland
	snedenummers
	afsluiting (ursusdiad)

LEGENDE NUTSVOORZIENINGEN	
	leiding coax
	leiding glas koper
	leiding E-LS
	leiding persleiding PVC
	leiding WATER
	leiding KPN
	leiding GAS LD

ALGEMENE NOTA'S :	
-	referentiepeil in mTAW lenzij anders vermeld
-	mTAW = mNAP + 2.30m
-	coördinatensysteem BELGIE - LAMB72

Bouwer:  Het Groene Woud 1 NL - 4331 NB Middelburg tel +31 (0) 118 631 700		VLAAMSE OVERHEID AGENTSCHAP VOOR MARITIEME DIENSTVERLENING EN KUST	
TSC Gastelsteenvweg 1 D B - 8400 Oostende tel +32 (0) 59 340 360		A³ Nr KOA.0004 aantal plannen: 06 Plan: 04 aangebrachte wijzigingen: DOSSIERNUMMER: H.111084 Oppervlakte: 0.84x0.7: 0.59 m² Prijs: 4. € (min 4€/m²)	
SLUIS - KNOKKE-HEIST AANLEG ZWINDIJK Herinrichting en uitbreiding van Het Zwin INPLANTING - DEEL 2 Schaal: 1/1000			







Het Groene Woud 1
NL - 4331 NB Middelburg
tel +31 (0) 118 631 700



VLAAMSE OVERHEID
ACHTERSCHAP VOOR
MARITIEME
DIENSTVERLENING EN KUST
AFDELING KUST

Opdrachtgever :

A 3
Nr. KOA.0004

aanpak plan : 06
Plan : 01

aanpak plan : 06
Plan : 01

Opdrachtgever :

Gedirecteerd 1D
tel +32 (0) 59 340 360

Opdrachtgever :

DOSSIERNUMMER : H.111084

Opdrachtgever :

1.035.020.0.2.1 m2 4.6 (m2 46 m2)

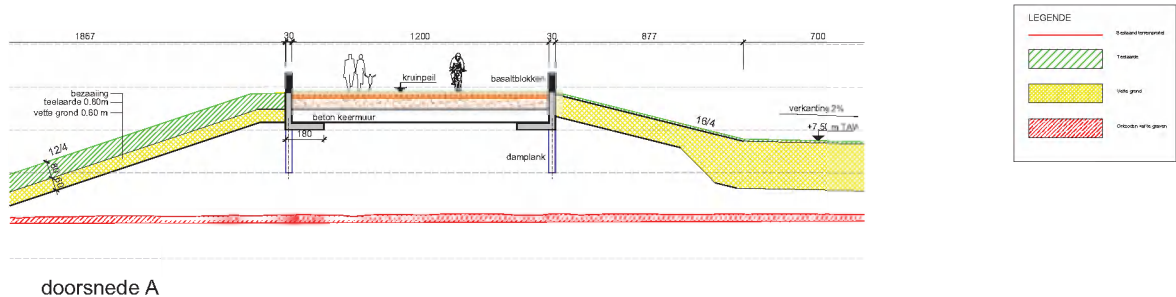
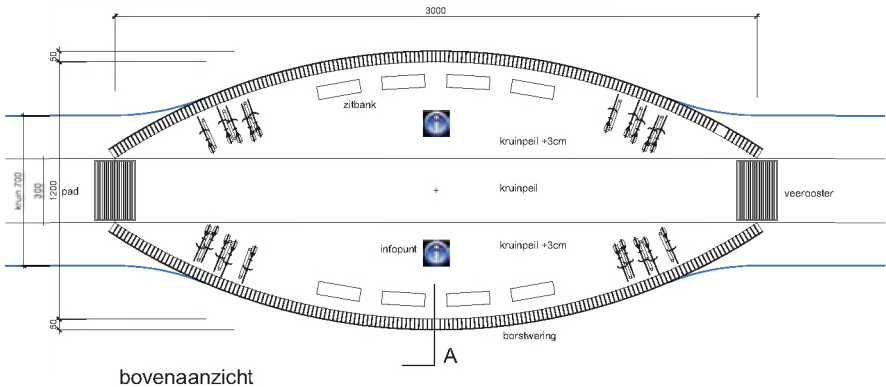
Opdrachtgever :

SLUIS - KNOKE-HEIST
AANLEG ZWINDIJK
Herinrichting en uitbreiding van
Het Zwin

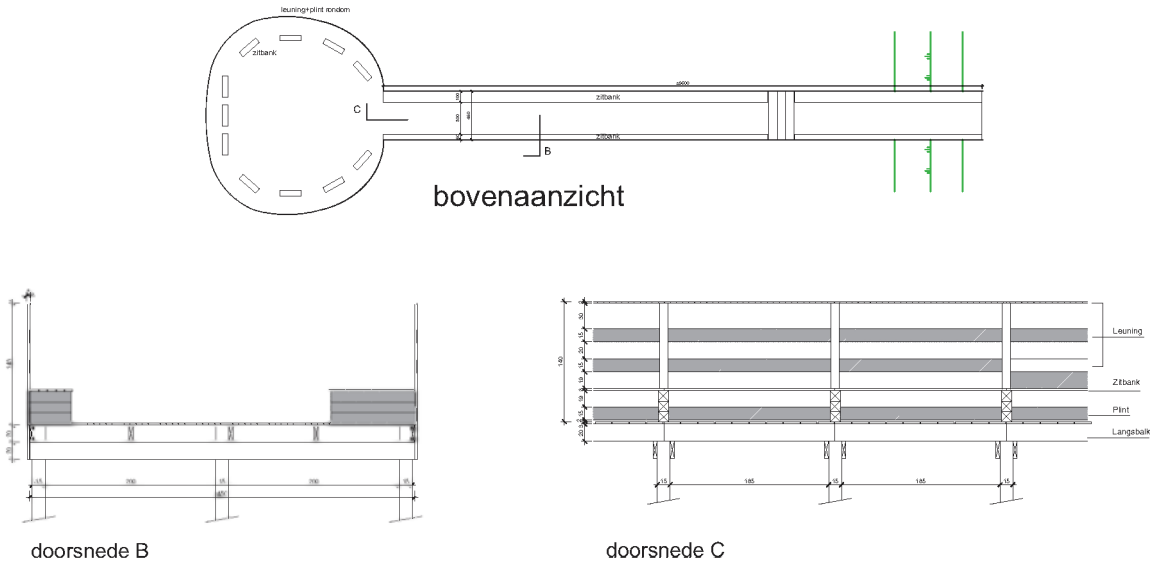
LIGGINGSPLAN

Schaal 1/10000

DETAIL UITKIJKPUNT



DETAIL VLONDERPAD



Bouwheer:  Provincie Zeeland Het Groene Woud 1 NL - 4331 NB Middelburg tel +31 (0) 113 613 700	 VLAAMSE OVERHEID AGENTSCHAP VOOR MARITIEME DIENSTVERLENING EN KUST
Opdrachtnummer: 	A^3 Nr KOA.0004 aantal plannen: 06 Plan: 06 aangeleverde tekening(en):
Opdrachtnaam:  Gistelsersreeweg 1D B - 3400 Oostende tel +32 (0) 59 340 360	DOSSIERNUMMER H.111084 Oppervlakte: Prijs: 1.054d.84 - 1.00 m2 4 K (van 4K/m2)
SLUIS – KNOCKE-HEIST AANLEG ZWINDIJK Herinrichting en uitbreiding van Het Zwin Details Uitkijkpunt-Vlonderpad Schaal: 1/200	



BIJLAGE 12 Ontwerpnota: “Ontwerphypothesen”



Bouwheer

Vlaams ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken

Agentschap voor Maritieme
dienstverlening en Kust

Afdeling Kust
Vrijhavenstraat 3
8400 Oostende
Tel. +32 (0) 59 55 42 11

Opdrachtgevers

Provincie Zeeland

Postbus 165
NL – 4330 AD Middelburg
Tel. +31 (0) 118 631 751

Agentschap voor Maritieme dienstverlening en Kust

Afdeling Kust
Vrijhavenstraat 3
8400 Oostende
Tel. +32 (0) 59 55 42 11

DUURZAAM BEHOUD EN UITBREIDING VAN HET ZWIN ALS NATUURLIJK INTERGETIJDENGEBIED

ONTWERPHYPOTHESEN

ONTWERPNOTA

projectnummer:

8 0 - 5 1 5 8 0 - 2 0 3

documentnummer:

O N 0 0 1

rev.:

- -

directory : K:\HKO\BA\ResourceAnalysis\80-51580 (MER Zwin ex 26-20260)\4STU\42 Rapporten\ON001_def.doc

index	datum	wijzigingen	opgesteld		gecontroleerd	
			naam	par.	naam	par.
-	17/02/09	Eerste Versie	STO		CBO	
A						
B						
C						
D						



HAVEN- & WATERBOUW

8400 Oostende
Gistelsesteenweg 1d
Tel. +32 59 34 03 60
Fax +32 59 34 03 99

2600 Antwerpen
Covellersstraat 15
Tel. +32 3 270 92 92
Fax +32 3 270 92 99

9051 Gent
Kortrijksesteenweg 1144-a
Tel. +32 9 240 09 11
Fax +32 9 240 09 00

3001 Leuven
Ubicenter-Philipsite 5
Tel. +32 16 31 46 30
Fax +32 16 31 46 49

3500 Hasselt
Ilgatlaan 23
Tel. +32 11 28 86 00
Fax +32 11 28 86 20

INHOUDSTAFEL

1	VOORWERP.....	3
2	STUDIEGEBIED.....	4
3	REFERENTIEPEILEN	6
4	HUIDIGE PROFIELEN.....	7
4.1	GEMIDDELD MAAVELD POLDER.....	7
4.2	DIJKPROFIELEN	8
4.2.1	<i>Topografische opmetingen</i>	8
4.2.2	<i>Kruinhoogtes.....</i>	8
4.3	OPBOUW DIJKEN	8
4.3.1	<i>Beschikbare gegevens.....</i>	8
4.3.2	<i>Verder onderzoek.....</i>	8
4.4	GRONDGELAAGDHEID.....	8
5	HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN.....	10
5.1	ONTWERPPEIL, GOLFKARAKTERISTIEKEN.....	10
5.2	STROOMSNELHEDEN.....	10
5.3	ONTWERPGETIJ	10
5.4	GRONDWATERSTAND.....	11
6	VERKEERSBELASTINGEN	12
7	UITGANGSPUNTEN TECHNISCH ONTWERP	13
7.1	BEHEER EN ONDERHOUD	13
8	ONTWERPVOORWAARDEN DIJKEN	14
8.1	KRUINHOOGE/WAAKHOOGE.....	14
8.1.1	<i>Basiscriterium.....</i>	14
8.2	WATERDICHTHEID	15
8.3	EROSIEBESTENDIGHEID	15
8.3.1	<i>Golfimpact.....</i>	16
8.3.2	<i>Hoogte bekleding.....</i>	16
8.3.3	<i>Dimensionering tegen stroomaanval.....</i>	17
8.4	INTERNE EROSIE EN AFSCHUIVING.....	19
8.4.1	<i>Zandmeevoerende wellen.....</i>	19
8.4.2	<i>Afschuiving.....</i>	21
9	INHOUD AANVRAAG VLAAMSE STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING.....	23
9.1	TOELICHTINGSNOTA.....	23
9.2	PLANNEN.....	23
10	INHOUD DIJKVERLEGGINGSPLAN.....	25
11	REFERENTIES.....	26
12	BIJLAGEN.....	28

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 INRICHTINGSPLAN (VOORONTWERPVERSIE DD. 21/01/2009)

FIGURENLIJST

Figuur 2-1: Studiegebied Zwin en Willem-Leopoldpolder.....	4
Figuur 4-1: Hoogteligging van de polder en het Zwin / lokalisatie kreekrestanten (bron: DHM Vlaanderen).....	7
Figuur 4-2: Locatie bijkomende sonderingen: gepland (links, per 2) en reeds uitgevoerd (rechts).....	9
Figuur 5-1: Ontwerpgetij voor de Zwinpolder.....	11
Figuur 8-1: Bepaling invloed berm op golfoploop [17].....	15
Figuur 8-2: Maximale snelheid t.o.v. weerstand [3].....	17
Figuur 8-3: Initiatie van beweging.....	18
Figuur 8-4: Dijk met voorland en ondergrond; Stijghoogte in zandlaag, grenspotential, opbarstlocatie en drijfzone ([16]).....	20
Figuur 8-5: Kwelscherm bij grondconstructies ([16])	21

TABELLENLIJST

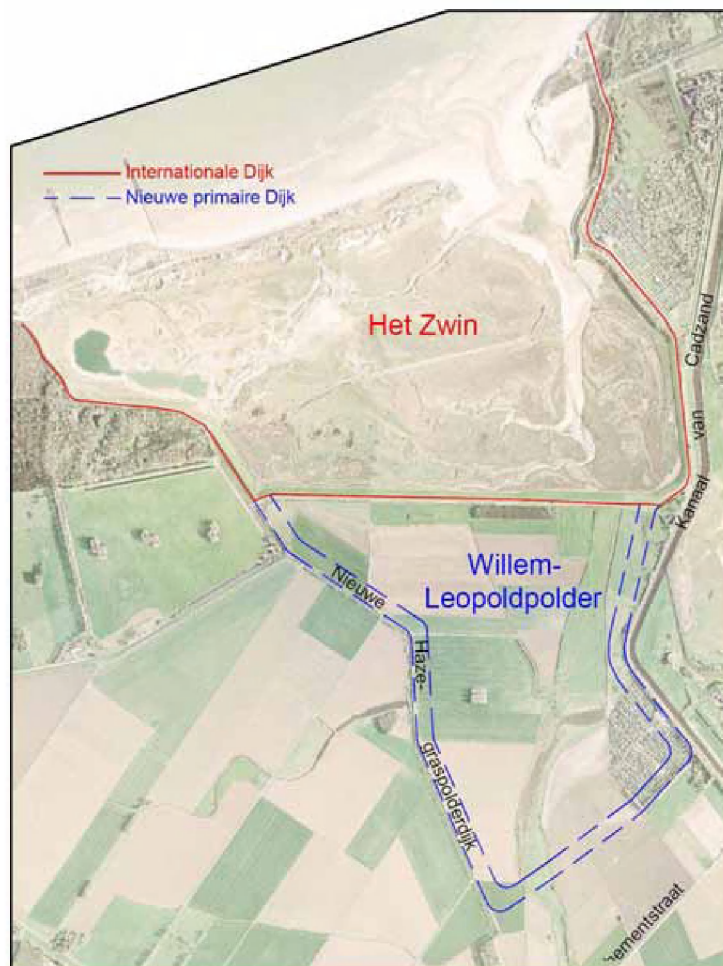
Tabel 3-1: Omrekentabel referentievlakken.....	6
Tabel 5-1: Opgemeten waarden grondwaterpeil (Put/Filter 094/21/1)	11
Tabel 8-1: Schade- en gevoeligheidsfactoren ([10]).....	21
Tabel 8-2: Materiaalfactoren ([10])	22

1 VOORWERP

Onderhavige nota behandelt de uitgangsparameters voor de ontwerpberekeningen van de nieuwe zeewerende dijken in het project *'Duurzaam behoud en uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied'*.

2 STUDIEGEBIED

Het studiegebied omvat het bestaande vogel- en natuurreservaat het Zwin en een gedeelte van de Willem-Leopoldpolder, dat ten zuiden van het natuurreservaat ligt. Beide gebieden worden momenteel van elkaar gescheiden door de Internationale dijk. (zie Figuur 2-1).



Figuur 2-1: Studiegebied Zwin en Willem-Leopoldpolder

Het studiegebied kan globaal afgebakend worden als volgt:

- In het Noorden: De laagwaterlijn op het strand;
- In het Oosten: Het Kanaal van Cadzand
- In het Zuiden: Een lijn 300 tot 400 m ten noorden van de Retranchementstraat
- In het Westen: Een gedeelte van de Internationale dijk en de Nieuwe Hazegraspolderdijk

De Internationale dijk die het Zwin scheidt van de Willem-Leopoldpolder doet dienst als primaire waterkering. Een primaire waterkering wordt hierbij gedefinieerd als een waterkering die



beveiliging biedt tegen overstromingen. Voor de uitbreiding van het Zwin wordt de Internationale dijk verwijderd. De nieuw te ontwerpen dijken moeten dus een zeewerend karakter hebben.

Aan Nederlandse zijde wordt de Internationale dijk ingedeeld in de categorie A: 'primaire waterkeringen die behoren tot stelsels die dijkkringgebieden – al dan niet met hoge gronden – omsluiten en direct buitenwater keren' [6]. De dijk omsluit het dijkkringgebied 32 'Zeeuwsch Vlaanderen', en bestaat uit het vak 24, dat loopt van dijkpaal 0 tot 8.

3 REFERENTIEPEILEN

Gegevens werden opgevraagd zowel in Nederland als in België. De gehanteerde referentievlakken zijn:

- voor Nederland: m NAP
- voor België: m TAW.

Het verband tussen beide referentievlakken is gegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Omreken tabel referentievlakken

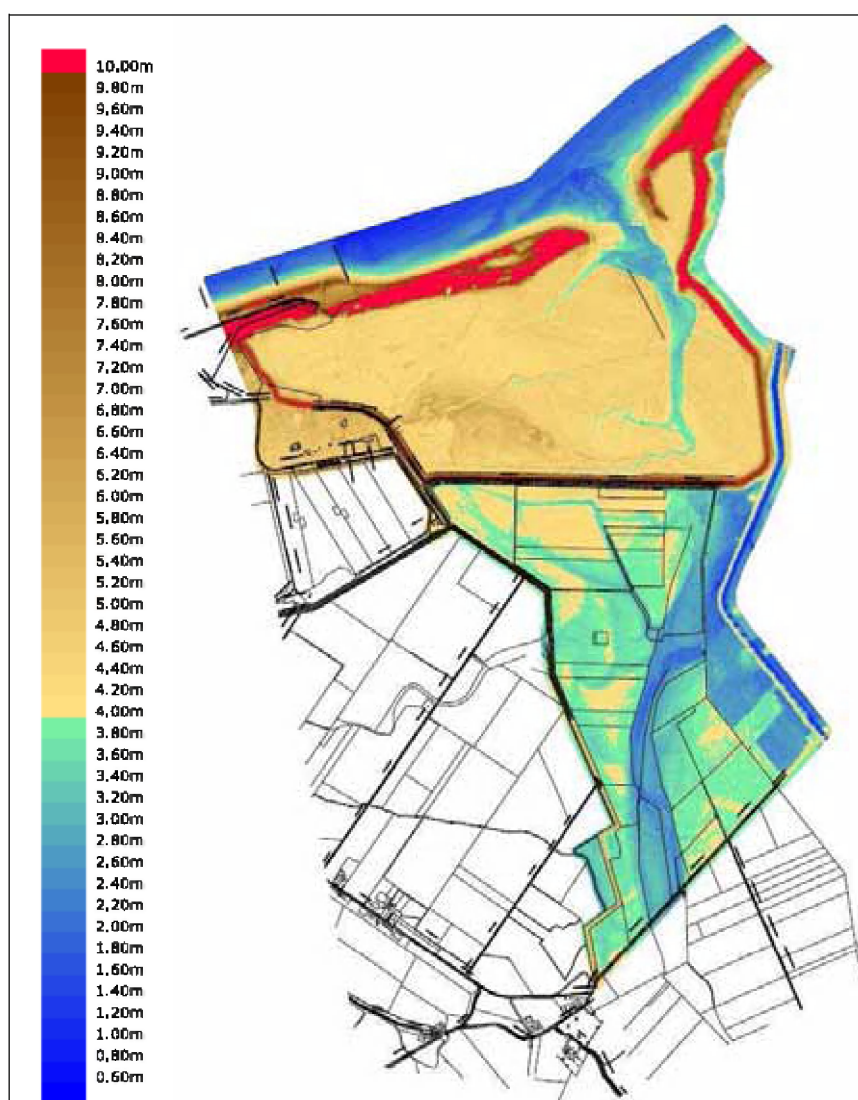
	m NAP	m TAW
m NAP	-	+ 2.303 m
m TAW	- 2.303 m	-

4 HUIDIGE PROFIELEN

4.1 Gemiddeld maaiveld polder

De Willem-Leopoldpolder heeft een gemiddelde hoogteligging van +3.5 à +4.0 m TAW (+1.2 à +1.7 m NAP). Ter hoogte van de Retranchementstraat is de gemiddelde hoogte +4.0 m TAW. Een kreekrestant is duidelijk herkenbaar in het reliëf (Figuur 4-1). Deze is afkomstig van de oude Zwingeuil, die nu Dievegatkreek of de Nieuwe Waterweg wordt genoemd. Hier daalt de gemiddelde hoogte tot +2.5 m TAW (+0.3 m NAP).

Het bestaande natuurgebied het Zwin heeft een gemiddelde hoogte van +5.0 à +6.0 m TAW (+2.7 à +3.7 m NAP). De Willem-Leopoldpolder ligt dus gemiddeld 1.75 m lager dan het Zwin.



**Figuur 4-1: Hoogteligging van de polder en het Zwin / lokalisatie kreekrestanten
(bron: DHM Vlaanderen)**

4.2 Dijkprofielen

4.2.1 Topografische opmetingen

De contouren van de Internationale Dijk werden opgemeten. De gegevens zijn digitaal beschikbaar bij de Afdeling Kust.

4.2.2 Kruinhoogtes

Het kruinpeil van de Internationale dijk bedraagt +10.2 m TAW (+7.9 m NAP), de kruin van de Nieuwe Hazegraspolderdijk, langs de westelijke grens van de Willem-Leopoldpolder varieert van +5.8 tot +6.5 m TAW (+3.5 tot +4.2 m NAP)

4.3 Opbouw dijken

4.3.1 Beschikbare gegevens

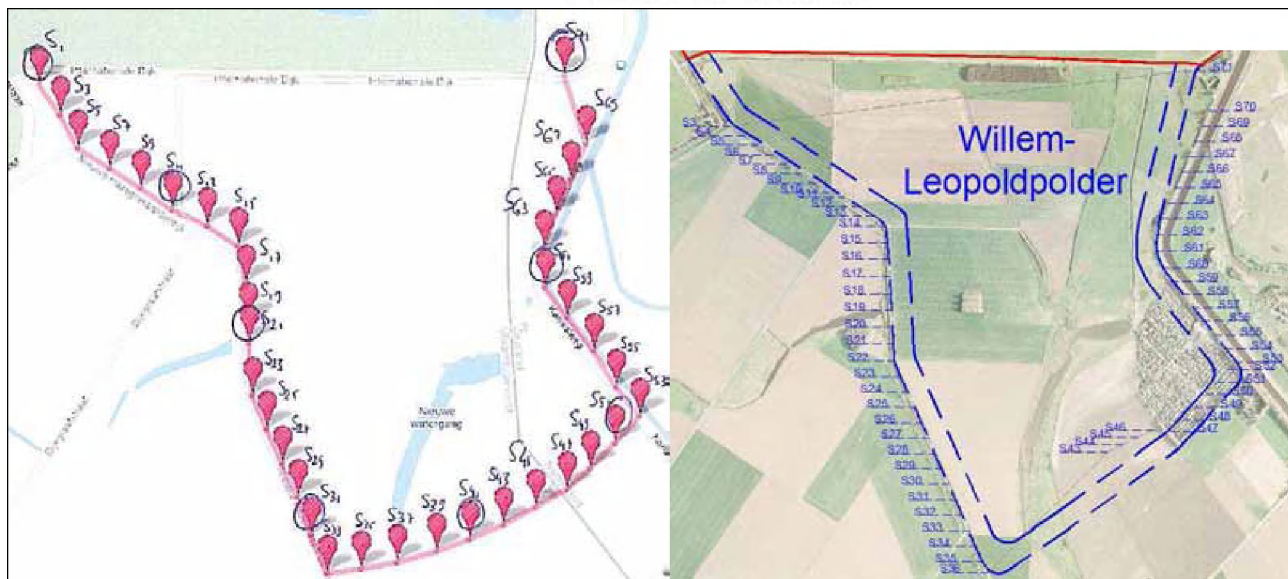
Over de samenstelling van de Internationale dijk is tot op heden nog niets bekend.

4.3.2 Verder onderzoek

De opbouw van de Internationale dijk wordt verder onderzocht door middel van geotechnisch en milieuhygiënisch onderzoek. Ter plaatse van de kruin van de dijk worden continue en discontinue boringen uitgevoerd, met onder andere als doel de gelaagdheid en de karakteristieken van het dijk materiaal te bepalen.

4.4 Grondgelaagdheid

Door de Afdeling Geotechniek van het Ministerie van Vlaamse Gemeenschap worden ter plaatse van voorgestelde locatie voor de nieuwe primaire dijk 71 sonderingen uitgevoerd. De locaties zijn aangeduid in Figuur 4-2. Volgende sonderingen werden tot op heden reeds uitgevoerd in een eerste meetcampagne (dec. '08): S3 – S36, S43, S45 - S46, S56 - S70, S71ter.



Figuur 4-2: Locatie bijkomende sonderingen: gepland (links, per 2) en reeds uitgevoerd (rechts)

De sondeerresultaten worden onderzocht in samenspraak met Afd. Geotechniek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Alle beschikbare gegevens (inclusief boringen en sonderingen beschikbaar via DOV) worden naast elkaar gelegd.

5 HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

5.1 Ontwerppeil, golfkarakteristieken

Voor de ontwerpmethodiek met betrekking tot het ontwerppeil en de golfkarakteristieken wordt verwezen naar de nota ontwerpmethodiek hydraulische randvoorwaarden [4].

5.2 Stroomsnelheden

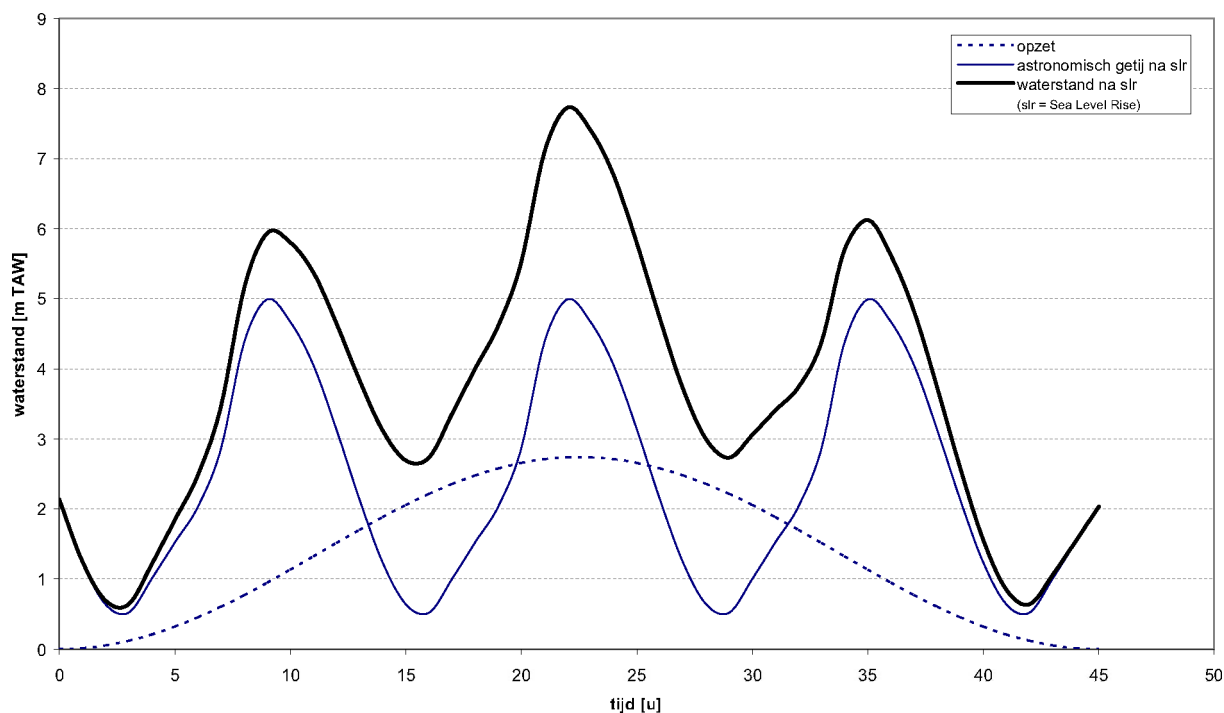
Stroming als hydraulische randvoorwaarde is alleen van belang voor doorstroomde condities van steenbekledingen. De stroomsnelheden voor het Zwin werden reeds in een vroegere studie door IMDC bepaald.

5.3 Ontwerpgetij

Het ontwerpgetij nodig voor de stabiliteit van de dijken is een getij waarbij de meest extreme hoogwaterstanden worden bereikt. Het getij waarbij de meest extreme laagwaterstanden worden bereikt is voor deze dijken niet van toepassing vermits het maaiveld zich boven de laagwaterstand bevindt en dus het freatisch oppervlak in die situatie bepalend wordt voor de grondwaterstand.

Het getij dat hier gebruikt zal worden is het astronomisch getij bij springtij met daarop een stormopzetverloop. De stormopzet, zijnde 2.74 m, wordt bepaald als het verschil tussen de 1000-jarige waterstand en het HW niveau van het gebruikte astronomisch getij.

Zwin



Figuur 5-1: Ontwerpgetij voor de Zwinpolder

5.4 Grondwaterstand

Voor de periode januari 2004 tot november 2007 zijn peilputmetingen beschikbaar via DOV. De peilput bevindt zich onderaan de Willem-Leopoldpolder ter hoogte van de Retranchementstraat. De opgemeten waarden voor deze peilput zijn weergegeven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Opgemeten waarden grondwaterpeil (Put/Filter 094/21/1)

Datum	Peil (mTAW)	Peil (m NAP)
02 jan 04	1.80	-0.50
06 mei 04	2.23	-0.07
13 dec 04	2.11	-0.19
02 mrt 05	2.43	0.13
23 aug 05	2.57	0.27
12 apr 06	2.36	0.06
25 okt 06	1.98	-0.32
12 apr 07	3.00	0.70
21 nov 07	1.48	-0.82
Gemiddelde	2.22	-0.08

De gemiddelde waarde van de waterstand bedraagt +2.22 m TAW (-0.08 m NAP). De nieuwe primaire dijk zal ontworpen worden met deze grondwaterstand.

6 VERKEERSBELASTINGEN

Aanbevolen wordt uit te gaan van een gelijkmatig verdeelde ontwerpbelasting van 15 kN/m^2 op één rijstrook met een breedte van 2.5 m ([10], [11] en [14]).

Voor de beoordeling van de binnenwaartse standzekerheid kan met een lagere belasting worden gerekend. Hierbij wordt er van uitgegaan dat ten tijde van het optreden van MHW een lichtere verkeersbelasting zal aanwezig zijn. Aanbevolen wordt een lastenstelsel van 400 kN per 12 m, hetgeen overeenkomt met 13 kN/m^2 over een breedte van 2.5 m. Op die belasting moet ook gerekend worden als er geen rijweg aanwezig is ([11] en [14]).

7 UITGANGSPUNTEN TECHNISCH ONTWERP

7.1 Beheer en onderhoud

De dijk moet onder alle omstandigheden goed bereikbaar zijn; de weg op de kruin van de dijk goed begaanbaar, ook als er een aanzienlijke hoeveelheid golfoverslag wordt toegelaten.

Op de kruin van de dijk wordt een verkeersweg voorzien enerzijds voor het wandel- en fietsverkeer, anderzijds om inspectie mogelijk te maken bij hoogwater.

De taludhellingen dienen een goed beheer en onderhoud van de grasmat/dijkbekleding mogelijk te maken.

Men moet zo min mogelijk vreemde elementen zoals bebouwing, leidingen en kabels en opgaande begroeiing in of op de dijk toestaan of handhaven in verband met de beperkingen die ze opleveren voor een goed beheer en onderhoud, en de moeilijk te kwantificeren risico's voor de waterkering [10].

Beplanting wordt enkel toegelaten aan de binnendijkse zijde van de dijk, en onder strikte voorwaarden: de beplanting (met inbegrip van wortels) dient aangebracht te worden buiten de zone van het benodigde dijklichaam (bv. binnen een grondlichaam aangebracht tegen het dijklichaam), zodat onder geen geding afbreuk wordt gedaan aan de stabiliteit van de dijk bij omwaaien van de beplanting of afrotten van de wortels.

Bij aanwezigheid van direct aan de dijk gelegen water, binnen- of buitendijks, zijn er voorzieningen in of bij de teen van de dijk nodig ter voorkoming van aantasting van de waterkering door muskusratten. Om te voorkomen dat muskusratten in de dijk nestelen is het gewenst dat er geen open water direct aan de teen van de dijk aanwezig is. Als er geen mogelijkheid is om een voorland te maken, kan men een bescherming aanbrengen.

8 ONTWERPVOORWAARDEN DIJKEN

8.1 Kruinhoogte/waakhoogte

8.1.1 Basis criterium

De veiligheid tegen overloop en overslag wordt bepaald door de kruinhoogtemarge en het overslagdebiet. De kruinhoogtemarge wordt gedefinieerd als het verschil tussen de kruinhoogte en de stilwaterstand in maatgevende omstandigheden.

De golfoploop wordt bepaald door de golfhoogte en de golfperiode, en door de vorm en het oppervlak van het buitentalud.

In Nederland wordt als karakteristieke maat voor de golfoploop de waarde aangehouden die wordt overschreden door 2 % van de aankomende golven ([10] en [13]). Uit verder onderzoek is gebleken dat de eenvoudigste formule voor de 2%-golfoploop van golven, welke weliswaar niet meer gebruikelijk is, onder de directe invloed van de wind bij taludhellingen van 12/4 of flauwer, beschreven wordt door de formule:

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

De 2%-golfoploop wordt eveneens aangeduid met de term $R_{u2\%}$.

De algemene formule voor golfoploop op dijken is (zie [17]):

$$\frac{z_{2\%}}{H_{m0}} = 1.75 \gamma_b \gamma_f \gamma_\beta \xi_0 \leq \gamma_f \gamma_\beta \left(4.3 - \frac{1.6}{\sqrt{\xi_0}} \right)$$

waarbij $\xi_0 = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{2\pi H_{m0}}{g(T_{m-1,0})^2}}}$

en γ_b = reductiefactor voor berm
 γ_f = reductiefactor voor ruwheid
 γ_β = reductiefactor voor schuine golfinval

De reductiefactor m.b.t. de hoek van golfinval wordt verwaarloosd (veilige aanname).

De invloed van een berm op het overslagdebiet kan uitgedrukt worden d.m.v. de invloedsfactor γ_b :

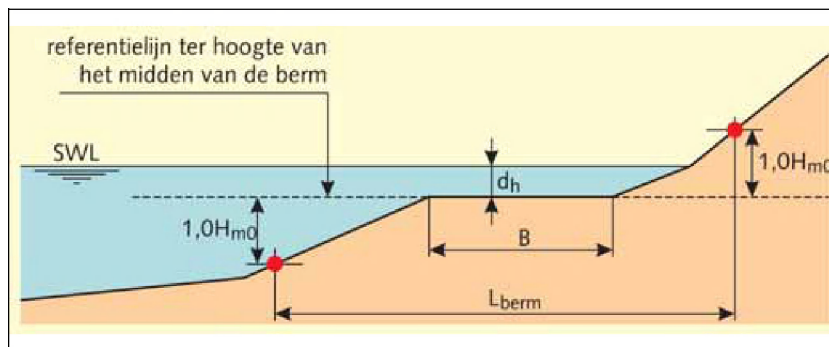
$$\gamma_b = 1 - \frac{B}{L_{berm}} \left(0.5 + 0.5 \cos \left(\pi \frac{d_k}{x} \right) \right) \quad \text{met } 0.6 \leq \gamma_b \leq 1.0$$

waarin:

B : Bermbreedte (horizontaal gemeten) [m]
 L_{berm} : Horizontale lengte tussen 2 punten op H_{m0} boven en H_{m0} onder het midden van de berm [m]

d_h	: Bermdiepte t.o.v. stilwaterlijn (=SWL) (<i>negatief indien berm boven SWL</i>)	[m]
x	: $z_{2\%}$ (= 2% golfoploophoogte) (<i>indien berm boven SWL</i>)	[m]
	$2H_{m0}$ (<i>indien berm beneden SWL</i>)	

De variabelen B , d_h en L_{berm} zijn weergegeven in Figuur 8-1.



Figuur 8-1: Bepaling invloed berm op golfloop [17]

De 2%-golfoploop en het overslagdebiet worden berekend mbv. het bijhorende programma PC-OVERSLAG ([17]).

De kruinhoogte van de dijk wordt bepaald zodat het overslagdebiet beperkt blijft tot 1 l/s/m. Hierbij zal ook een overhoogte voorzien worden voor de te verwachten zettingen van de kruin. Een eerste inschatting van de zettingen wordt bepaald d.m.v. het programma Plaxis.

Indien meer golfoverslag wordt toegelaten dienen er speciale eisen te worden gesteld of constructieve voorzieningen te worden getroffen aan de kruin en het binnentalud teneinde ontoelaatbare beschadiging van de dijk te voorkomen.

8.2 Waterdichtheid

Waterdichtheid is geen absolute ontwerp-eis, toch dient voor het buitentalud wel zoveel mogelijk naar waterdichtheid te worden gestreefd, teneinde hoge waterspanningen en uittredend water te voorkomen. Voor het binnentalud is een grotere doorlatendheid geen bezwaar en meestal zelfs gewenst.

8.3 Erosiebestendigheid

Kleibekledingen die worden blootgesteld aan de aanval door stroom of golven dienen voldoende erosiebestendig te zijn. Een grote dichtheid en cohesie van de klei is hiervoor gunstig. Tevens is een goede onderlinge verhouding tussen de zand-, silt- en lutumfracties en een laag gehalte aan organisch materiaal van belang. De bekleding van niet door golven of stroom aangevallen taluds stelt lichtere eisen aan de erosiebestendigheid.

Voor de samenstelling van de te gebruiken klei wordt verwezen naar het Technisch Rapport "Klei voor dijken" ([12]).

De maatgevende belasting voor de kruin en het binnentalud wordt bepaald door de hoeveelheid over- en afstromend water als gevolg van golfoverslag of neerslag. Volgende gemiddelde debieten zijn maatgevend voor erosie:

- 0.1 l/s/m' voor zandige grond met een slechte grasmat
- 1 l/s/m' voor kleiige grond met een redelijk goede grasmat
- 10 l/s/m' voor een kleibekleding en een grasmat volgens de eisen voor het buitentalud (talud flauwer dan 10/4, geen aanwezigheid van scherpe knikken in grastalud) of bij een bekledingsconstructie. Dit binnentalud dient ook vrij te zijn van bebouwing, bomen en dergelijke, tenzij er extra beschermende maatregelen genomen zijn (bv. steenbekleding).

De hoogte van de aan te brengen erosiebescherming wordt bepaald in functie van de hoeveelheid toegelaten overslagdebiet:

- 0.1 l/s/m': bekleding onder waterpeil freq. 1/100 jaar
- 1 l/s/m': bekleding tot peil van MHW
- 10 l/s/m': bekleding tot kruinhoogte

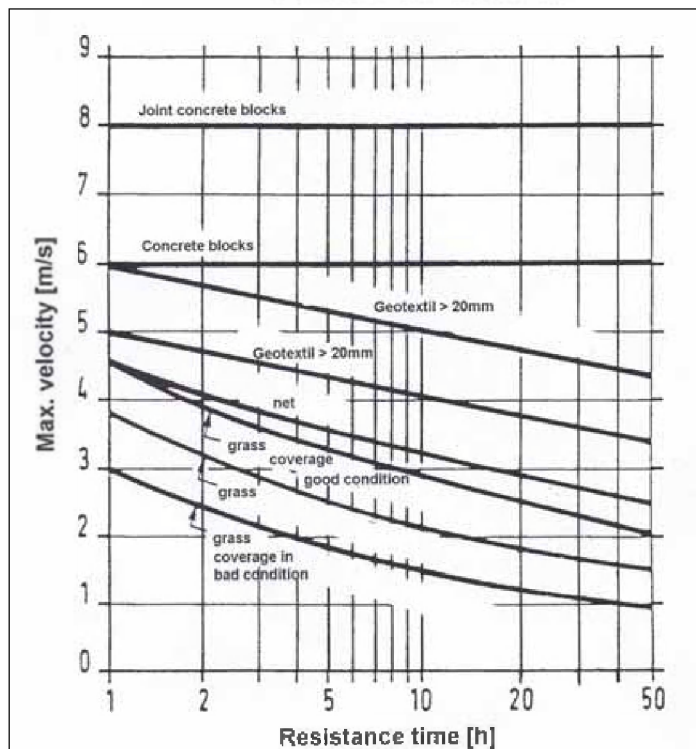
8.3.1 Golfimpact

Als bescherming tegen golfimpact zijn verschillende mogelijkheden zoals een steenbestorting, open steenasfalt,... voorhanden. Aangezien open steenasfalt niet als "natuurlijke" oplossing gezien wordt, wordt deze niet als basisoplossing weerhouden.

Voor een steenbestorting kan de dimensionering worden uitgevoerd met de formules van Van der Meer. Er zal gezocht worden naar een oplossing die zoveel mogelijk past bij de randvoorwaarde creëren van estuariene natuur.

8.3.2 Hoogte bekleding

De bovengrens van de (harde) bekleding wordt zodanig bepaald dat de oploopsnelheid boven deze bekleding de waarde van 4 m/s niet overschrijdt. Een goede grasbekleding kan deze snelheid voldoende lang weerstaan (zie Figuur 8-2). Bij de bepaling van de golfoploopsnelheden wordt uitgegaan van de maatgevende waterstand en de maatgevende significante golfhoogtes aan de teen van de dijk.



Figuur 8-2: Maximale snelheid t.o.v. weerstand [3]

Golfoploop kan berekend worden aan de hand van de formule vermeld in 8.1.1.

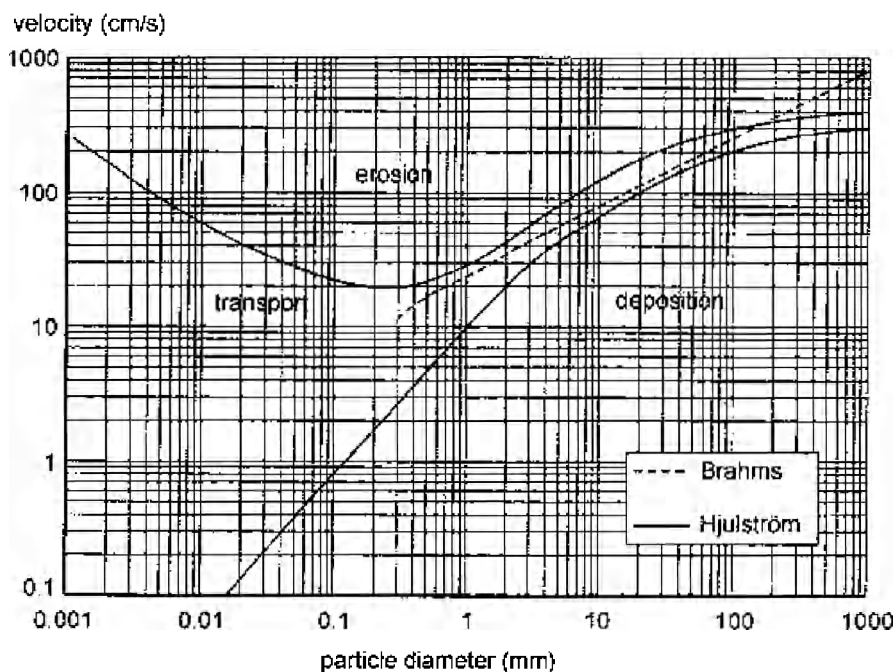
De snelheid op het zeewaarts talud kan als volgt berekend worden ([8] en [9]):

$$\frac{v_A}{\sqrt{gH_s}} = 1.32 \sqrt{\frac{Ru_{2\%} - R_c}{H_s}}$$

8.3.3 Dimensionering tegen stroomaanval

8.3.3.1 Inleiding

Voor de beoordeling van de erosiegevoeligheid van een onverdedigde oever of bodem kan gebruik worden gemaakt van Figuur 8-3. Deze figuur geeft de afhankelijkheid weer van de (bodem)stroomsnelheid voor erosie ("erosion" in de figuur) in functie van de korreldiameter.



Figuur 8-3: Initiatie van beweging

De uitschuring van de (niet-beschermde) bodem is afhankelijk van de samenstelling van de bodem (niet gekend) en zal niet uniform verlopen over de breedte van de dijkopening. Het is aan te bevelen om de erosie van de bodem te monitoren en aanpassingen te doen waar nodig.

8.3.3.2 Pilarczyk

Pilarczyk's formule voor de bescherming tegen stroomaanval is als volgt:

$$\Delta \cdot D_{n50} = \Phi_c \cdot K_T \cdot (0.035/\Psi_{cr}) \cdot K_h \cdot K_s^{-1} \cdot (u^2/2 \cdot g)$$

De volgende parameters worden gebruikt :

Φ_c :	stabiliteitsfactor	[-]
K_T :	turbulentie factor	[-]
Ψ_{cr} :	kritische schuifspanningsparameter (Shields)	[-]
K_h :	dieptefactor	[-]
K_s :	hellingsfactor	[-]
u :	(diepte-)gemiddelde snelheid	[m/s].

Voor de koppen van de dijkopeningen wordt een turbulentiefactor $K_T = 2$ beschouwd (lokale verstoringen). Indien in de formule K_h gelijk aan 1 wordt gesteld, wordt de snelheid als bodemsnelheid beschouwd (veilige aanname).

De volgende waarden worden aangenomen in geval van een steenbestorting:

Φ_c :	0.75
Ψ_{cr} :	0.035

De volgende waarden worden aangenomen in geval van een open steenasfalt bekleding:

$$\Phi_c : 0.5$$

$$\psi_{cr} : 0.07$$

Bij stroming parallel aan de oever (helling α) wordt K_s als volgt geschreven:

$$K_s = \sqrt{1 - (\sin \alpha)^2} / (\sin \theta)^2$$

8.4 Interne erosie en afschuiving

De stabiliteit van de dijken wordt gecontroleerd aan de hand van de programma's Seep/W en Slope/W, beide onderdelen van een volledige waaier aan geotechnische producten van GeoStudio.

Het programma Seep/W modelleert de stroming (richting, snelheid, ...) doorheen de dijken en bepaalt de waterdrukken en het freatisch oppervlak in en/of onder de dijken door middel van een eindig elementen model. De waterdrukken hebben een rechtstreekse invloed op de korreldrukken in de grond.

Slope/W daarentegen wordt gebruikt voor het uitvoeren van stabiliteitsberekeningen (o.a. algemene glijding van taluds of grondkerende constructies) van eender welke grondstructuren. Slope/W maakt gebruik van de waterdrukken berekend in Seep/W.

8.4.1 Zandmeevoerende wellen

De ontwerpcontrole van dijken ten aanzien van de veiligheid tegen piping begint met de controle op de veiligheid tegen opbarsten. Indien voldaan wordt aan het opbarstcriterium, dan is verdere controle op piping overbodig ([16]).

Rekenregels voor het opdrijven, opbarsten en heave worden beschreven in [15] en [16]. Onderscheid wordt gemaakt tussen twee kenmerkende configuraties:

- binnenwaarts van de grondconstructie is op de watervoerende zandlaag een afdekkende laag bestaande uit klei en/of veen aanwezig
- binnenwaarts van de grondconstructie is op de watervoerende zandlaag geen of slechts een dunne afdekkende grondlaag aanwezig

Om voldoende veiligheid te waarborgen tegen opdrijven, opbarsten en heave dient de maximaal optredende belasting kleiner te zijn dan de sterkte die uit de materiaaleigenschappen volgt. Samenvattend geldt:

$$\phi_{sterkte} \geq \gamma \phi_{belasting} \quad \text{of} \quad i_c \geq \gamma i$$

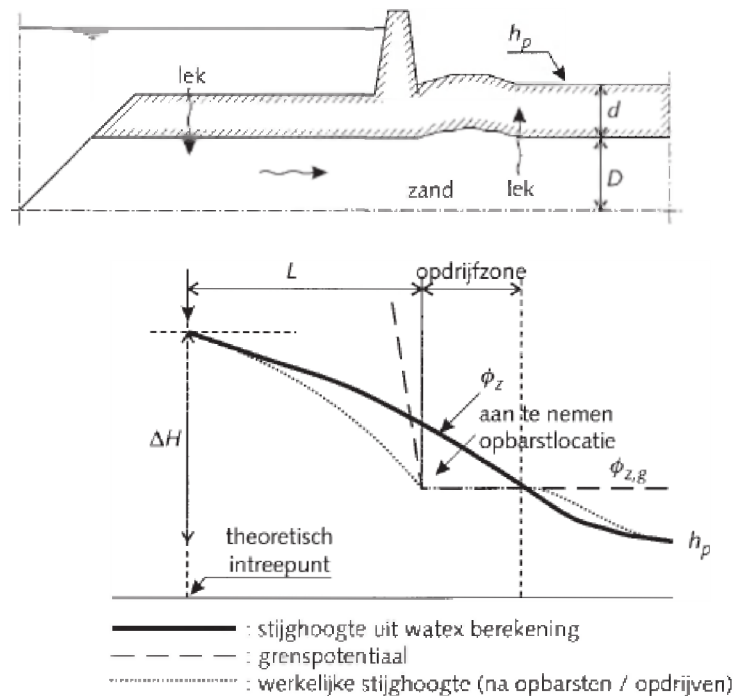
Hierin is γ (=1.1 à 1.2) een veiligheidsfactor, i_c is het kritieke verhang (=0.5) en i is het verhang.

Wordt een grondconstructie beschouwd die op een waterdichte laag is gelegen, dan kan in de opdrijfzone het volgende verband worden afgeleid:

$$\frac{\gamma_{nat} - \gamma_w}{\gamma_w} d \geq \gamma (\phi_z - h_p) \quad \text{of} \quad \phi_{z,g} - h_p \geq \gamma (\phi_z - h_p)$$

Waarin (zie Figuur 8-4):

h_p	grondwaterstand of waterstand bij vrije waterspiegel [m]
d	dikte van de waterdichte laag [m]
γ_{nat}	nat volumegewicht afdekkende laag [kN/m ³]
γ_w	volumegewicht van het grondwater [kN/m ³]
ϕ_z	stijghoogte direct onder de afdekkende laag [m]
$\phi_{z,g}$	grenspotentiaal (stijghoogte waarbij opdrijven optreedt) met $\phi_{z,g} = h_p + \frac{\gamma_{nat} - \gamma_w}{\gamma_w} d$ [m]



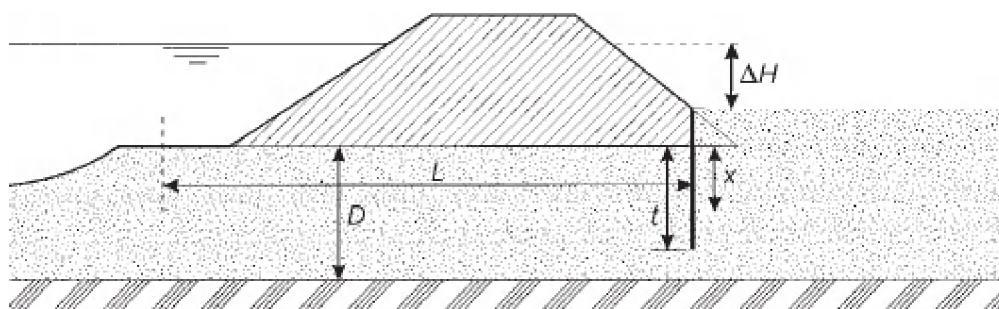
Figuur 8-4: Dijk met voorland en ondergrond; Stijghoogte in zandlaag, grenspotentiaal, opbarstlocatie en drijfzone ([16])

Bij een verticale kwelstroming in zandige grond achter een kwelscherm aan de binnenzijde van een grondconstructie kan een gelijksoortige relatie worden afgeleid:

$$\frac{(1-n)(\gamma_k - \gamma_w)}{\gamma_w} \geq \gamma \frac{(\phi_0 - h_p)}{x} \quad \text{of} \quad i_c \geq \gamma i$$

Waarin (zie Figuur 8-5):

h_p	polderpeil of de waterstand boven het maaiveld [m]
n	porositeit zandlaag [-]
x	afstand waar het uittreeverhang maximaal is [m]
γ_k	volumegewicht korrelmateriaal [kN/m ³]
γ_w	volumegewicht van het grondwater [kN/m ³]
ϕ_0	stijghoogte ter plaatse van de onderkant van het kwelscherm waar het uittreeverhang maximaal is [m]



Figuur 8-5: Kwelscherm bij grondconstructies ([16])

8.4.2 Afschuiving

Controle aan de hand van

- cirkelvormige glijvlakken (vb. benadering van Bishop)
- verkeersbelasting op de kruin
- de maatgevende toestand voor het binnentalud treedt op bij MHW (stationaire grondwaterstroming), of na het passeren van de top (niet- stationaire grondwaterstroming)
- de veiligheid tegen afschuiven wordt gecontroleerd door de ontwerpwaarde voor het aandrijvend moment M_{ad} te vergelijken met de ontwerpwaarde voor het maximale weerstandbiedende moment M_{rmd} . De veiligheid wordt bepaald als

$$\gamma = \frac{M_{rmd}}{M_{ad}} \geq 1$$

M_{ad} wordt bekomen door de waarde van het aandrijvend moment op basis van de ontwerpwaarden voor belastingen F en geometrie a te vermenigvuldigen met de schade- of belangrijkheidsfactor γ_n en met de gevoeligheidsfactor γ_d voor de onzekerheden in het rekenmodel. Er geldt:

$$M_{ad} = \gamma_n \gamma_d M_a(F_d, a_d).$$

M_{rmd} volgt uit de ontwerpwaarden voor de grondeigenschappen ρ , $\tan\phi$ en c , de waterspanningen u en de geometrie a , ofwel

$$M_{rmd} = M_{rm}(\rho_d, (\tan\phi)_d, c_d, u_d, a_d).$$

Aan de veiligheid tegen afschuiven van het binnentalud en het buitentalud behoeven niet dezelfde eisen gesteld te worden. De aanbevolen zijn gegeven in Tabel 8-1:

Tabel 8-1: Schade- en gevoeligheidsfactoren ([10])

	Schadefactor γ_n	Gevoeligheidsfactor γ_d
Binnentalud	1.1	1.0
buitentalud	1.0	1.0

De materiaalfactoren worden gegeven in Tabel 8-2.

Tabel 8-2: Materiaalfactoren ([10])

Materiaalfactoren	γ_{m1}	γ_{m2}	$\gamma_m = \gamma_{m1} - \gamma_{m2}$
Volumieke massa - nat/droog (ρ)	1,0	1,0	1,0
Inwendige wrijving ($\tan\phi$)			
• zand (CP) ¹	1,0	1,10	1,10
(TP-CD)	1,0	1,10	1,10
• klei (CP)	1,0	1,10	1,10
(TP-CU-5%)	1,05	1,10	1,15
(TP-CU)	1,1	1,10	1,20
• veen (CP)	1,0	1,15	1,15
(TP-CU-5%)	1,05	1,15	1,20
(TP-CU)	1,1	1,15	1,25
Cohesie (c)	1,0	1,25	1,25
Ongedraineerde sterkte (c_u)	-	-	-
Glijdingsmodulus (G)	1,0	1,2	1,2
Samendrukkingsconstanten	1,0	1,1	1,1
Doorlatendheid (k)	1,0	1,25	1,25
Consolidatie (c_v)	1,0	1,25	1,25

¹CP = celproef;
TP-CD = triaxiaalproef, geconsolideerd en gedraineerd;
TP-CU = triaxiaalproef, geconsolideerd en ongedraineerd;
TP-CU-5% = triaxiaalproef als boven met maximaal 5% vervorming.

9 INHOUD AANVRAAG VLAAMSE STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING

De inhoud van de toelichtingsnota en een opsomming van de plannen nodig voor de aanvraag van een Vlaamse stedenbouwkundige vergunning wordt gegeven in het besluit van de Vlaamse regering (dd. 28 mei 2004) dat de dossiersamenstelling bepaalt, meer bepaald onder hoofdstuk V "Dossier van de aanvraag voor een stedenbouwkundige vergunning waarvoor een uitgebreide dossiersamenstelling vereist is".

9.1 Toelichtingsnota

De toelichtingsnota omvat:

- a) het voorwerp van de aanvraag;
- b) de ruimtelijke context van de geplande werken, meer bepaald:
 - het feitelijke uitzicht en de toestand van de plaats waar de werken worden gepland;
 - de zoneringsgegevens van het goed;
 - de overeenstemming en de verenigbaarheid van de aanvraag met de wettelijke en ruimtelijke context;
 - de integratie van de geplande werken in de omgeving;
- c) zo het een geheel of deels voor het publiek toegankelijk gebouw betreft, een beschrijving van de al dan niet vergunningsplichtige voorzieningen om integrale toegankelijkheid te bereiken voor de personen met verminderde beweeglijkheid. Hierbij wordt bijzondere aandacht besteed aan die voorzieningen die verder gaan dan de wettelijk vastgelegde normen;

9.2 Plannen

De tekeningen omvatten:

- a) een liggingsplan op een gebruikelijke schaal, groter dan of gelijk aan 1/25.000, met minstens de situering van het goed ten opzichte van de belangrijkste straten, met vermelding van de namen van die straten en de belangrijkste plaatsnamen, de gebruikte schaal en de noordpijl;
- b) een inplantingsplan op een gebruikelijke schaal (nog verder te specificeren), met minstens:
 - de schaal en de noordpijl;
 - als hij voorkomt, de weg waaraan het goed paalt of vanwaar het goed bereikt kan worden met vermelding van de rechtstoestand (zoals gewestweg, provincieweg, gemeenteweg), de naam, de berijdbare breedte en de aard van de verharding van die weg;
 - de belangrijkste afmetingen van het goed zelf;
 - het tracé, de inplanting of het bovenaanzicht van de geplande werken met vermelding van de belangrijkste afmetingen;

- de weergave van de voor de aanvraag relevante gegevens inzake de voorkomende bestaande en te behouden of de te slopen of te verwijderen bebouwing, constructies, hoogstammige bomen of verhardingen;
 - als ze voorkomen, de bekende of vermoedelijke ligging van de te dwarsen ondergrondse en bovengrondse infrastructuren met vermelding van hun beheerders;
 - de aanduiding van de plaatsen waar de terreinprofielen werden genomen;
 - als ze voorkomen, de weergave of vermelding van de bestaande erfdienstbaarheden;
 - de aanzet van de perceelsgrenzen van de percelen tot op minstens tien meter buiten de uiterste grenzen van het goed, met minstens het bovenaanzicht van de hierbinnen voorkomende bebouwing, met vermelding van haar functie, kadastraal nummer en huisnummer;
 - de maatregelen inzake wateropvang, -buffering en -afvoer;
 - de kadastrale nummers van het goed;
 - de aanduiding van de opnamepunten en de kijkrichting van de foto's
- c) minstens één terreinprofiel op een gebruikelijke schaal (nog verder te specificeren), met weergave van minstens:
- de schaal;
 - het reliëf van het goed voor en na de uitvoering van de geplande werken, met verwijzing naar een referentiepeil en met het peil van de percelen, palend aan het goed;
 - als ze voorkomt, het profiel van de bestaande te behouden of te slopen bebouwing;
 - het profiel van de niet-ondergrondse geplande werken;
- d) de tekeningen van de geplande werken op een gebruikelijke schaal, groter dan of gelijk aan 1/200, met minstens:
- de schaal;
 - de plattegronden van de geplande werken, met vermelding van de belangrijkste afmetingen en de functies van de belangrijkste onderdelen;
 - als ze voorkomen, de buitenaanzichten van de bovengrondse bouwwerken of constructies met vermelding van de belangrijkste hoogtematen en de aard en kleur van de te gebruiken uitwendige materialen en met, als ze voorkomt, de aanzet van de gevel- of buitenaanzichten van bebouwing waar tegenaan wordt gebouwd, weer te geven tot op minstens twee meter met vermelding van de aard en kleur van de gebruikte uitwendige materialen van die bebouwing;
 - minstens één doorsnede met, als ze voorkomt, de profielen van de bebouwing waar tegenaan wordt gebouwd, en met vermelding van de hoogtepeilen ten opzichte van een referentiepeil;
 - de vermelding welke werken, handelingen of wijzigingen eventueel werden uitgevoerd, verricht of voortgezet zonder vergunning en voor welke van die werken, handelingen of wijzigingen een stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd

10 INHOUD DIJKVERLEGGINGSPLAN

De plannen worden opgemaakt overeenkomstig de opsommingen vermeld onder par. 9. Het dijkverleggingsplan bestaat uit een beschrijvende nota en een technische nota. De technische nota of ontwerpnota beschrijft de technische detailstudie van de dijken gelegen in Nederland en zal een bijlage vormen aan de beschrijvende nota. In de beschrijvende nota wordt een beschrijving gegeven van

- de probleemstelling – waarom is een dijkverlegging nodig?
- de huidige situatie – studiegebied, dijkprofielen, opbouw dijk, grondgelaagdheid en randvoorwaarden en uitgangspunten voor het ontwerp,
- de ruimtelijke inrichting, incl. compensatie LNC (Landschap, Natuur, Cultuur)
- de middelen
- de uitvoering – fasering, werkzaamheden, grondstromen en aanvoerroutes
- het beheer en onderhoud van de dijken.

11 REFERENTIES

- [1] de Ronde et al. De keerzijde van ons klimaat. Rijkswaterstaat, RIKZ en RIZA, Univ Utrecht, IMAU
- [2] EN 1997-1:2004, Eurocode 7 Geotechnical design – Part1: General rules
- [3] Hewlett H.W.M., Boorman L.A. and Bramley M.E., 1987. Design of reinforced grass waterways, CIRIA report 116, London.
- [4] IMDC, 2009. Ontwerpmethodiek hydraulische randvoorwaarden, I/NO/11285/08.278/KTR.
- [5] Klein Breteler M., Bezuijen A. Design criteria for Placed Block Revetments (in Dikes and Revetments, 1998, editor Pilarczyk K.W.).
- [6] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2001). Hydraulische randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
- [7] Schoeters K. et al, 1999. Studie “kader voor rapportering van ‘Climate Change’-effecten in België: uitwerking en toepassing”. Federale diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele aangelegenheden
- [8] Schüttrumpf H., Oumeraci H. (2001). Wellenaufbau und Wellenüberlauf. In: Ausschuss für Küstenschutzwerke der DGGT und HTG, Arbeitsgruppe Wellenaufbau und Wellenüberlauf, Braunschweig, 21 p.
- [9] Schüttrumpf H. (2003). Wave overtopping Flow on Seadikes – Experimental and Theoretical Investigations. PIANC bulletin n° 114.
- [10] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1985). Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken. (Deel1-bovenrivierengebied/Deel2-benedenrivierengebied)
- [11] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1994). Handreiking Constructief Ontwerpen.
- [12] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1996). Technisch Rapport Klei voor Dijken.
- [13] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Leidraad Toetsen op Veiligheid. Rijkswaterstaat, DWW.
- [14] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Leidraad Zee- en meerdijken – Basisrapport
- [15] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen.
- [16] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2001). Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.
- [17] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2002). Technisch Rapport Golfploop en Golfoverslag bij Dijken.

- [18] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2003). Technisch Rapport Steenzettingen.
- [19] Van Cauwenberghe C., 1999. Relative Sea Level Rise along the Belgian coast: analyses and conclusions with respect to the high water, the mean water and the low water levels. AWZ, afdeling Waterwegen Kust

12 BIJLAGEN



Bouwheer

Vlaams ministerie van Mobiliteit en Openbare Werken

Agentschap voor Maritieme
dienstverlening en Kust

Afdeling Kust
Vrijhavenstraat 3
8400 Oostende
Tel. +32 (0) 59 55 42 11

Opdrachtgevers

Provincie Zeeland

Postbus 165
NL – 4330 AD Middelburg
Tel. +31 (0) 118 631 751

Agentschap voor Maritieme dienstverlening en Kust

Afdeling Kust
Vrijhavenstraat 3
8400 Oostende
Tel. +32 (0) 59 55 42 11

DUURZAAM BEHOUD EN UITBREIDING VAN HET ZWIN ALS NATUURLIJK INTERGETIJDENGEBIED

ONTWERPHYPOTHESEN

ONTWERPNOTA

projectnummer:

8 0 - 5 1 5 8 0 - 2 0 3

documentnummer:

O N 0 0 1

rev.:

- -

directory : K:\HKO\BA\ResourceAnalysis\80-51580 (MER Zwin ex 26-20260)\4STU\42 Rapporten\ON001_def.doc

index	datum	wijzigingen	opgesteld		gecontroleerd	
			naam	par.	naam	par.
-	17/02/09	Eerste Versie	STO		CBO	
A						
B						
C						
D						



HAVEN- & WATERBOUW

8400 Oostende
Gistelsesteenweg 1d
Tel. +32 59 34 03 60
Fax +32 59 34 03 99

2600 Antwerpen
Covellersstraat 15
Tel. +32 3 270 92 92
Fax +32 3 270 92 99

9051 Gent
Kortrijksesteenweg 1144-a
Tel. +32 9 240 09 11
Fax +32 9 240 09 00

3001 Leuven
Ubicenter-Philipsite 5
Tel. +32 16 31 46 30
Fax +32 16 31 46 49

3500 Hasselt
Ilgatlaan 23
Tel. +32 11 28 86 00
Fax +32 11 28 86 20

INHOUDSTAFEL

1	VOORWERP.....	3
2	STUDIEGEBIED.....	4
3	REFERENTIEPEILEN	6
4	HUIDIGE PROFIELEN.....	7
4.1	GEMIDDELD MAAVELD POLDER.....	7
4.2	DIJKPROFIELEN	8
4.2.1	<i>Topografische opmetingen</i>	8
4.2.2	<i>Kruinhoogtes.....</i>	8
4.3	OPBOUW DIJKEN	8
4.3.1	<i>Beschikbare gegevens.....</i>	8
4.3.2	<i>Verder onderzoek.....</i>	8
4.4	GRONDGELAAGDHEID.....	8
5	HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN.....	10
5.1	ONTWERPPEIL, GOLFKARAKTERISTIEKEN.....	10
5.2	STROOMSNELHEDEN.....	10
5.3	ONTWERPGETIJ	10
5.4	GRONDWATERSTAND.....	11
6	VERKEERSBELASTINGEN	12
7	UITGANGSPUNTEN TECHNISCH ONTWERP	13
7.1	BEHEER EN ONDERHOUD	13
8	ONTWERPVOORWAARDEN DIJKEN	14
8.1	KRUINHOOGE/WAAKHOOGE.....	14
8.1.1	<i>Basiscriterium.....</i>	14
8.2	WATERDICHTHEID	15
8.3	EROSIEBESTENDIGHEID	15
8.3.1	<i>Golfimpact.....</i>	16
8.3.2	<i>Hoogte bekleding.....</i>	16
8.3.3	<i>Dimensionering tegen stroomaanval.....</i>	17
8.4	INTERNE EROSIE EN AFSCHUIVING.....	19
8.4.1	<i>Zandmeevoerende wellen.....</i>	19
8.4.2	<i>Afschuiving.....</i>	21
9	INHOUD AANVRAAG VLAAMSE STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING.....	23
9.1	TOELICHTINGSNOTA.....	23
9.2	PLANNEN.....	23
10	INHOUD DIJKVERLEGGINGSPLAN.....	25
11	REFERENTIES.....	26
12	BIJLAGEN.....	28

BIJLAGEN

BIJLAGE 1 INRICHTINGSPLAN (VOORONTWERPVERSIE DD. 21/01/2009)

FIGURENLIJST

Figuur 2-1: Studiegebied Zwin en Willem-Leopoldpolder.....	4
Figuur 4-1: Hoogteligging van de polder en het Zwin / lokalisatie kreekrestanten (bron: DHM Vlaanderen).....	7
Figuur 4-2: Locatie bijkomende sonderingen: gepland (links, per 2) en reeds uitgevoerd (rechts).....	9
Figuur 5-1: Ontwerpgetij voor de Zwinpolder.....	11
Figuur 8-1: Bepaling invloed berm op golfoploop [17].....	15
Figuur 8-2: Maximale snelheid t.o.v. weerstand [3].....	17
Figuur 8-3: Initiatie van beweging.....	18
Figuur 8-4: Dijk met voorland en ondergrond; Stijghoogte in zandlaag, grenspotential, opbarstlocatie en drijfzone ([16]).....	20
Figuur 8-5: Kwelscherm bij grondconstructies ([16])	21

TABELLENLIJST

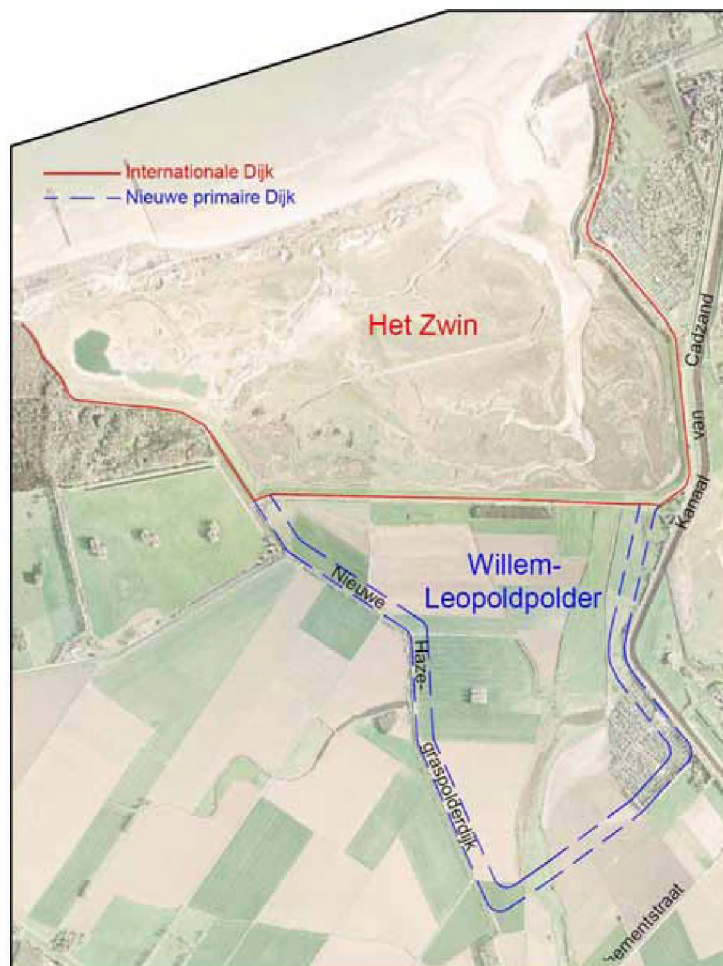
Tabel 3-1: Omrekentabel referentievlakken.....	6
Tabel 5-1: Opgemeten waarden grondwaterpeil (Put/Filter 094/21/1)	11
Tabel 8-1: Schade- en gevoeligheidsfactoren ([10]).....	21
Tabel 8-2: Materiaalfactoren ([10])	22

1 VOORWERP

Onderhavige nota behandelt de uitgangsparameters voor de ontwerpberekeningen van de nieuwe zeewerende dijken in het project *'Duurzaam behoud en uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied'*.

2 STUDIEGEBIED

Het studiegebied omvat het bestaande vogel- en natuurreservaat het Zwin en een gedeelte van de Willem-Leopoldpolder, dat ten zuiden van het natuurreservaat ligt. Beide gebieden worden momenteel van elkaar gescheiden door de Internationale dijk. (zie Figuur 2-1).



Figuur 2-1: Studiegebied Zwin en Willem-Leopoldpolder

Het studiegebied kan globaal afgebakend worden als volgt:

- In het Noorden: De laagwaterlijn op het strand;
- In het Oosten: Het Kanaal van Cadzand
- In het Zuiden: Een lijn 300 tot 400 m ten noorden van de Retranchementstraat
- In het Westen: Een gedeelte van de Internationale dijk en de Nieuwe Hazegraspolderdijk

De Internationale dijk die het Zwin scheidt van de Willem-Leopoldpolder doet dienst als primaire waterkering. Een primaire waterkering wordt hierbij gedefinieerd als een waterkering die



beveiliging biedt tegen overstromingen. Voor de uitbreiding van het Zwin wordt de Internationale dijk verwijderd. De nieuw te ontwerpen dijken moeten dus een zeewerend karakter hebben.

Aan Nederlandse zijde wordt de Internationale dijk ingedeeld in de categorie A: 'primaire waterkeringen die behoren tot stelsels die dijkkringgebieden – al dan niet met hoge gronden – omsluiten en direct buitenwater keren' [6]. De dijk omsluit het dijkkringgebied 32 'Zeeuwsch Vlaanderen', en bestaat uit het vak 24, dat loopt van dijkpaal 0 tot 8.

3 REFERENTIEPEILEN

Gegevens werden opgevraagd zowel in Nederland als in België. De gehanteerde referentievlakken zijn:

- voor Nederland: m NAP
- voor België: m TAW.

Het verband tussen beide referentievlakken is gegeven in Tabel 3-1.

Tabel 3-1: Omreken tabel referentievlakken

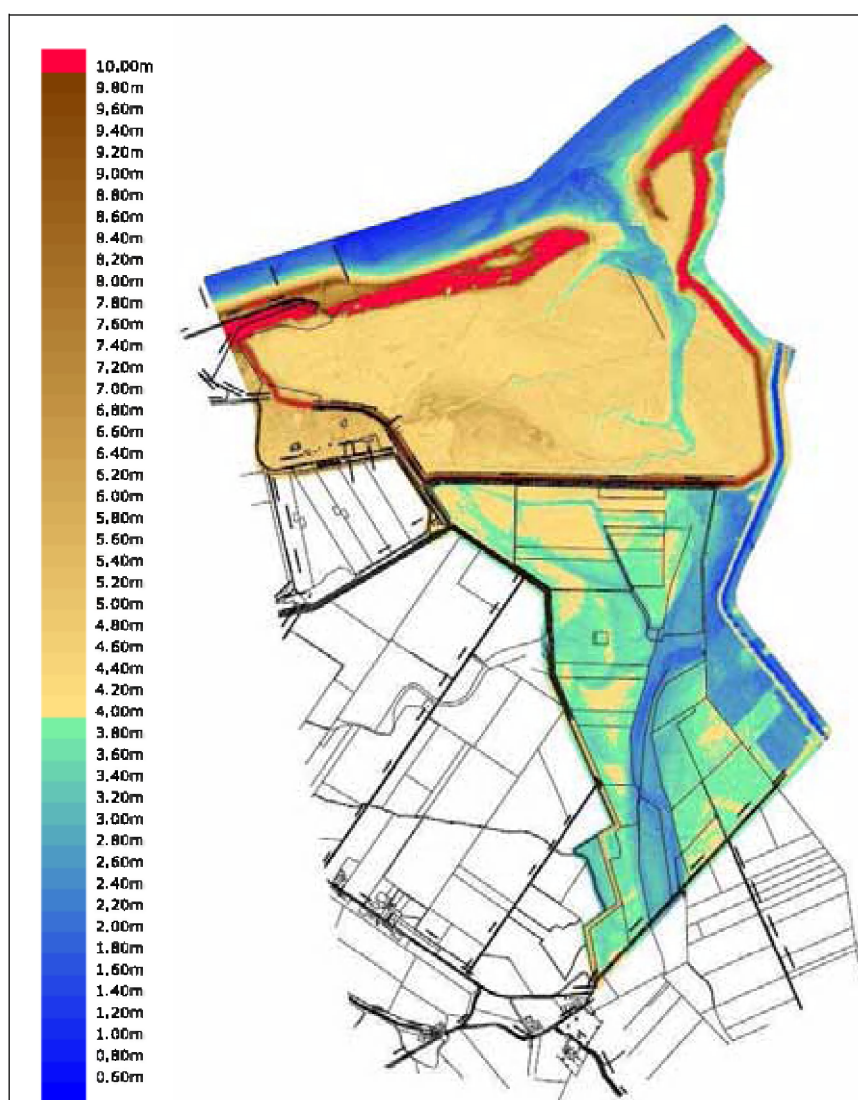
	m NAP	m TAW
m NAP	-	+ 2.303 m
m TAW	- 2.303 m	-

4 HUIDIGE PROFIELEN

4.1 Gemiddeld maaiveld polder

De Willem-Leopoldpolder heeft een gemiddelde hoogteligging van +3.5 à +4.0 m TAW (+1.2 à +1.7 m NAP). Ter hoogte van de Retranchementstraat is de gemiddelde hoogte +4.0 m TAW. Een kreekrestant is duidelijk herkenbaar in het reliëf (Figuur 4-1). Deze is afkomstig van de oude Zwingeuil, die nu Dievegatkreek of de Nieuwe Waterweg wordt genoemd. Hier daalt de gemiddelde hoogte tot +2.5 m TAW (+0.3 m NAP).

Het bestaande natuurgebied het Zwin heeft een gemiddelde hoogte van +5.0 à +6.0 m TAW (+2.7 à +3.7 m NAP). De Willem-Leopoldpolder ligt dus gemiddeld 1.75 m lager dan het Zwin.



**Figuur 4-1: Hoogteligging van de polder en het Zwin / lokalisatie kreekrestanten
(bron: DHM Vlaanderen)**

4.2 Dijkprofielen

4.2.1 Topografische opmetingen

De contouren van de Internationale Dijk werden opgemeten. De gegevens zijn digitaal beschikbaar bij de Afdeling Kust.

4.2.2 Kruinhoogtes

Het kruinpeil van de Internationale dijk bedraagt +10.2 m TAW (+7.9 m NAP), de kruin van de Nieuwe Hazegraspolderdijk, langs de westelijke grens van de Willem-Leopoldpolder varieert van +5.8 tot +6.5 m TAW (+3.5 tot +4.2 m NAP)

4.3 Opbouw dijken

4.3.1 Beschikbare gegevens

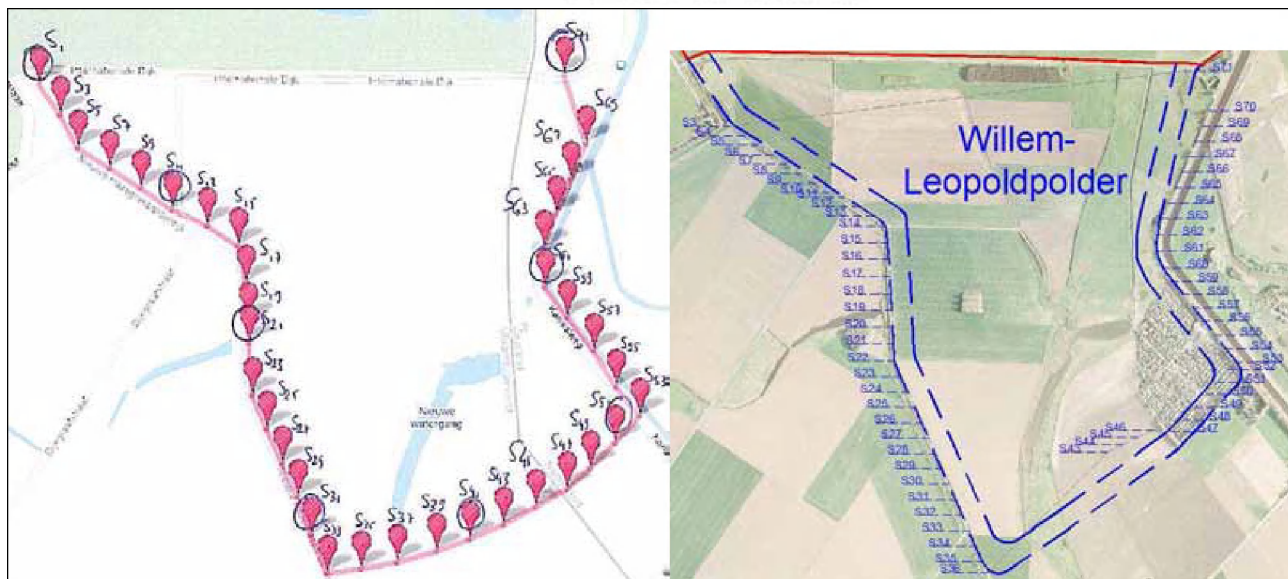
Over de samenstelling van de Internationale dijk is tot op heden nog niets bekend.

4.3.2 Verder onderzoek

De opbouw van de Internationale dijk wordt verder onderzocht door middel van geotechnisch en milieuhygiënisch onderzoek. Ter plaatse van de kruin van de dijk worden continue en discontinue boringen uitgevoerd, met onder andere als doel de gelaagdheid en de karakteristieken van het dijk materiaal te bepalen.

4.4 Grondgelaagdheid

Door de Afdeling Geotechniek van het Ministerie van Vlaamse Gemeenschap worden ter plaatse van voorgestelde locatie voor de nieuwe primaire dijk 71 sonderingen uitgevoerd. De locaties zijn aangeduid in Figuur 4-2. Volgende sonderingen werden tot op heden reeds uitgevoerd in een eerste meetcampagne (dec. '08): S3 – S36, S43, S45 - S46, S56 - S70, S71ter.



Figuur 4-2: Locatie bijkomende sonderingen: gepland (links, per 2) en reeds uitgevoerd (rechts)

De sondeerresultaten worden onderzocht in samenspraak met Afd. Geotechniek van het Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Alle beschikbare gegevens (inclusief boringen en sonderingen beschikbaar via DOV) worden naast elkaar gelegd.

5 HYDRAULISCHE RANDVOORWAARDEN

5.1 Ontwerppeil, golfkarakteristieken

Voor de ontwerpmethodiek met betrekking tot het ontwerppeil en de golfkarakteristieken wordt verwezen naar de nota ontwerpmethodiek hydraulische randvoorwaarden [4].

5.2 Stroomsnelheden

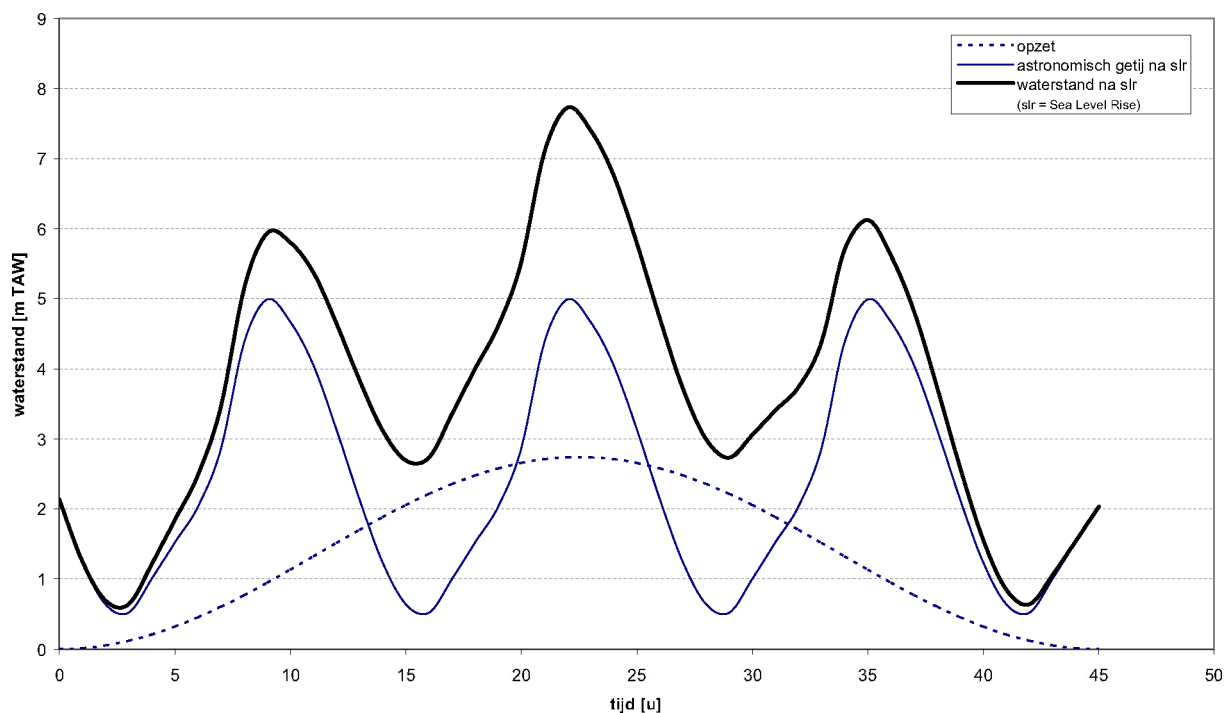
Stroming als hydraulische randvoorwaarde is alleen van belang voor doorstroomde condities van steenbekledingen. De stroomsnelheden voor het Zwin werden reeds in een vroegere studie door IMDC bepaald.

5.3 Ontwerpgetij

Het ontwerpgetij nodig voor de stabiliteit van de dijken is een getij waarbij de meest extreme hoogwaterstanden worden bereikt. Het getij waarbij de meest extreme laagwaterstanden worden bereikt is voor deze dijken niet van toepassing vermits het maaiveld zich boven de laagwaterstand bevindt en dus het freatisch oppervlak in die situatie bepalend wordt voor de grondwaterstand.

Het getij dat hier gebruikt zal worden is het astronomisch getij bij springtij met daarop een stormopzetverloop. De stormopzet, zijnde 2.74 m, wordt bepaald als het verschil tussen de 1000-jarige waterstand en het HW niveau van het gebruikte astronomisch getij.

Zwin



Figuur 5-1: Ontwerpgetij voor de Zwinpolder

5.4 Grondwaterstand

Voor de periode januari 2004 tot november 2007 zijn peilputmetingen beschikbaar via DOV. De peilput bevindt zich onderaan de Willem-Leopoldpolder ter hoogte van de Retranchementstraat. De opgemeten waarden voor deze peilput zijn weergegeven in Tabel 5-1.

Tabel 5-1: Opgemeten waarden grondwaterpeil (Put/Filter 094/21/1)

Datum	Peil (mTAW)	Peil (m NAP)
02 jan 04	1.80	-0.50
06 mei 04	2.23	-0.07
13 dec 04	2.11	-0.19
02 mrt 05	2.43	0.13
23 aug 05	2.57	0.27
12 apr 06	2.36	0.06
25 okt 06	1.98	-0.32
12 apr 07	3.00	0.70
21 nov 07	1.48	-0.82
Gemiddelde	2.22	-0.08

De gemiddelde waarde van de waterstand bedraagt +2.22 m TAW (-0.08 m NAP). De nieuwe primaire dijk zal ontworpen worden met deze grondwaterstand.

6 VERKEERSBELASTINGEN

Aanbevolen wordt uit te gaan van een gelijkmatig verdeelde ontwerpbelasting van 15 kN/m^2 op één rijstrook met een breedte van 2.5 m ([10], [11] en [14]).

Voor de beoordeling van de binnenwaartse standzekerheid kan met een lagere belasting worden gerekend. Hierbij wordt er van uitgegaan dat ten tijde van het optreden van MHW een lichtere verkeersbelasting zal aanwezig zijn. Aanbevolen wordt een lastenstelsel van 400 kN per 12 m, hetgeen overeenkomt met 13 kN/m^2 over een breedte van 2.5 m. Op die belasting moet ook gerekend worden als er geen rijweg aanwezig is ([11] en [14]).

7 UITGANGSPUNTEN TECHNISCH ONTWERP

7.1 Beheer en onderhoud

De dijk moet onder alle omstandigheden goed bereikbaar zijn; de weg op de kruin van de dijk goed begaanbaar, ook als er een aanzienlijke hoeveelheid golfoverslag wordt toegelaten.

Op de kruin van de dijk wordt een verkeersweg voorzien enerzijds voor het wandel- en fietsverkeer, anderzijds om inspectie mogelijk te maken bij hoogwater.

De taludhellingen dienen een goed beheer en onderhoud van de grasmat/dijkbekleding mogelijk te maken.

Men moet zo min mogelijk vreemde elementen zoals bebouwing, leidingen en kabels en opgaande begroeiing in of op de dijk toestaan of handhaven in verband met de beperkingen die ze opleveren voor een goed beheer en onderhoud, en de moeilijk te kwantificeren risico's voor de waterkering [10].

Beplanting wordt enkel toegelaten aan de binnendijkse zijde van de dijk, en onder strikte voorwaarden: de beplanting (met inbegrip van wortels) dient aangebracht te worden buiten de zone van het benodigde dijklichaam (bv. binnen een grondlichaam aangebracht tegen het dijklichaam), zodat onder geen geding afbreuk wordt gedaan aan de stabiliteit van de dijk bij omwaaien van de beplanting of afrotten van de wortels.

Bij aanwezigheid van direct aan de dijk gelegen water, binnen- of buitendijks, zijn er voorzieningen in of bij de teen van de dijk nodig ter voorkoming van aantasting van de waterkering door muskusratten. Om te voorkomen dat muskusratten in de dijk nestelen is het gewenst dat er geen open water direct aan de teen van de dijk aanwezig is. Als er geen mogelijkheid is om een voorland te maken, kan men een bescherming aanbrengen.

8 ONTWERPVOORWAARDEN DIJKEN

8.1 Kruinhoogte/waakhoogte

8.1.1 Basis criterium

De veiligheid tegen overloop en overslag wordt bepaald door de kruinhoogtemarge en het overslagdebiet. De kruinhoogtemarge wordt gedefinieerd als het verschil tussen de kruinhoogte en de stilwaterstand in maatgevende omstandigheden.

De golfoploop wordt bepaald door de golfhoogte en de golfperiode, en door de vorm en het oppervlak van het buitentalud.

In Nederland wordt als karakteristieke maat voor de golfoploop de waarde aangehouden die wordt overschreden door 2 % van de aankomende golven ([10] en [13]). Uit verder onderzoek is gebleken dat de eenvoudigste formule voor de 2%-golfoploop van golven, welke weliswaar niet meer gebruikelijk is, onder de directe invloed van de wind bij taludhellingen van 12/4 of flauwer, beschreven wordt door de formule:

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

De 2%-golfoploop wordt eveneens aangeduid met de term $R_{u2\%}$.

De algemene formule voor golfoploop op dijken is (zie [17]):

$$\frac{z_{2\%}}{H_{m0}} = 1.75 \gamma_b \gamma_f \gamma_\beta \xi_0 \leq \gamma_f \gamma_\beta \left(4.3 - \frac{1.6}{\sqrt{\xi_0}} \right)$$

waarbij $\xi_0 = \frac{\tan \alpha}{\sqrt{\frac{2\pi H_{m0}}{g(T_{m-1,0})^2}}}$

en γ_b = reductiefactor voor berm
 γ_f = reductiefactor voor ruwheid
 γ_β = reductiefactor voor schuine golfinval

De reductiefactor m.b.t. de hoek van golfinval wordt verwaarloosd (veilige aanname).

De invloed van een berm op het overslagdebiet kan uitgedrukt worden d.m.v. de invloedsfactor γ_b :

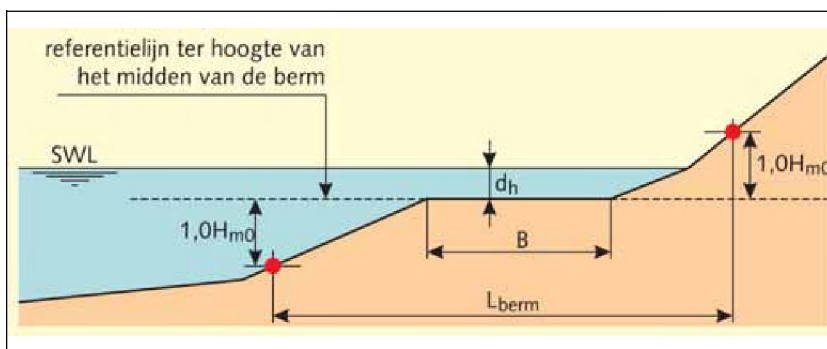
$$\gamma_b = 1 - \frac{B}{L_{berm}} \left(0.5 + 0.5 \cos \left(\pi \frac{d_k}{x} \right) \right) \quad \text{met } 0.6 \leq \gamma_b \leq 1.0$$

waarin:

B : Bermbreedte (horizontaal gemeten) [m]
 L_{berm} : Horizontale lengte tussen 2 punten op H_{m0} boven en H_{m0} onder het midden van de berm [m]

d_h	: Bermdiepte t.o.v. stilwaterlijn (=SWL) (<i>negatief indien berm boven SWL</i>)	[m]
x	: $z_{2\%}$ (= 2% golfoploophoogte) (<i>indien berm boven SWL</i>)	[m]
	$2H_{m0}$ (<i>indien berm beneden SWL</i>)	

De variabelen B , d_h en L_{berm} zijn weergegeven in Figuur 8-1.



Figuur 8-1: Bepaling invloed berm op golfloop [17]

De 2%-golfoploop en het overslagdebiet worden berekend mbv. het bijhorende programma PC-OVERSLAG ([17]).

De kruinhoogte van de dijk wordt bepaald zodat het overslagdebiet beperkt blijft tot 1 l/s/m. Hierbij zal ook een overhoogte voorzien worden voor de te verwachten zettingen van de kruin. Een eerste inschatting van de zettingen wordt bepaald d.m.v. het programma Plaxis.

Indien meer golfoverslag wordt toegelaten dienen er speciale eisen te worden gesteld of constructieve voorzieningen te worden getroffen aan de kruin en het binnentalud teneinde ontoelaatbare beschadiging van de dijk te voorkomen.

8.2 Waterdichtheid

Waterdichtheid is geen absolute ontwerp-eis, toch dient voor het buitentalud wel zoveel mogelijk naar waterdichtheid te worden gestreefd, teneinde hoge waterspanningen en uittredend water te voorkomen. Voor het binnentalud is een grotere doorlatendheid geen bezwaar en meestal zelfs gewenst.

8.3 Erosiebestendigheid

Kleibekledingen die worden blootgesteld aan de aanval door stroom of golven dienen voldoende erosiebestendig te zijn. Een grote dichtheid en cohesie van de klei is hiervoor gunstig. Tevens is een goede onderlinge verhouding tussen de zand-, silt- en lutumfracties en een laag gehalte aan organisch materiaal van belang. De bekleding van niet door golven of stroom aangevallen taluds stelt lichtere eisen aan de erosiebestendigheid.

Voor de samenstelling van de te gebruiken klei wordt verwezen naar het Technisch Rapport "Klei voor dijken" ([12]).

De maatgevende belasting voor de kruin en het binnentalud wordt bepaald door de hoeveelheid over- en afstromend water als gevolg van golfoverslag of neerslag. Volgende gemiddelde debieten zijn maatgevend voor erosie:

- 0.1 l/s/m' voor zandige grond met een slechte grasmat
- 1 l/s/m' voor kleiige grond met een redelijk goede grasmat
- 10 l/s/m' voor een kleibekleding en een grasmat volgens de eisen voor het buitentalud (talud flauwer dan 10/4, geen aanwezigheid van scherpe knikken in grastalud) of bij een bekledingsconstructie. Dit binnentalud dient ook vrij te zijn van bebouwing, bomen en dergelijke, tenzij er extra beschermende maatregelen genomen zijn (bv. steenbekleding).

De hoogte van de aan te brengen erosiebescherming wordt bepaald in functie van de hoeveelheid toegelaten overslagdebiet:

- 0.1 l/s/m': bekleding onder waterpeil freq. 1/100 jaar
- 1 l/s/m': bekleding tot peil van MHW
- 10 l/s/m': bekleding tot kruinhoogte

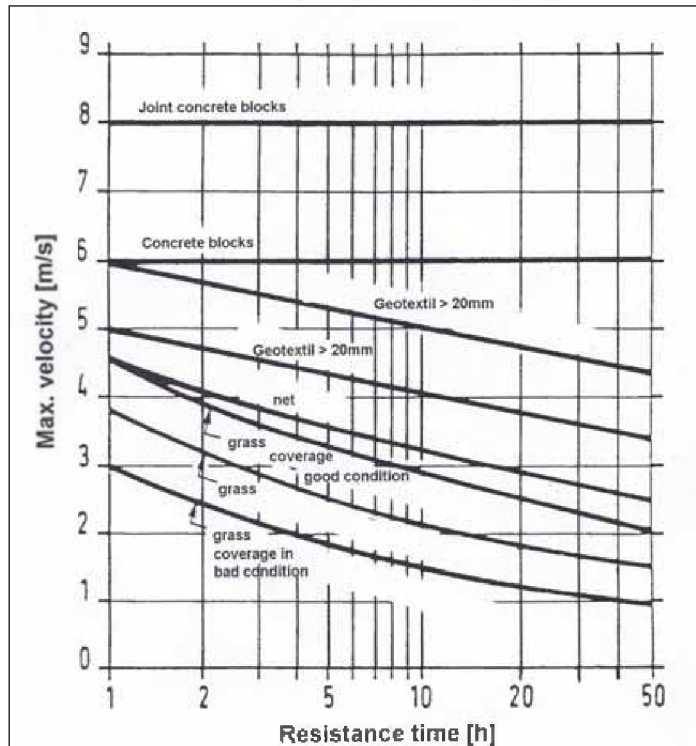
8.3.1 Golfimpact

Als bescherming tegen golfimpact zijn verschillende mogelijkheden zoals een steenbestorting, open steenasfalt,... voorhanden. Aangezien open steenasfalt niet als "natuurlijke" oplossing gezien wordt, wordt deze niet als basisoplossing weerhouden.

Voor een steenbestorting kan de dimensionering worden uitgevoerd met de formules van Van der Meer. Er zal gezocht worden naar een oplossing die zoveel mogelijk past bij de randvoorwaarde creëren van estuariene natuur.

8.3.2 Hoogte bekleding

De bovengrens van de (harde) bekleding wordt zodanig bepaald dat de oploopsnelheid boven deze bekleding de waarde van 4 m/s niet overschrijdt. Een goede grasbekleding kan deze snelheid voldoende lang weerstaan (zie Figuur 8-2). Bij de bepaling van de golfoploopsnelheden wordt uitgegaan van de maatgevende waterstand en de maatgevende significante golfhoogtes aan de teen van de dijk.



Figuur 8-2: Maximale snelheid t.o.v. weerstand [3]

Golfoploop kan berekend worden aan de hand van de formule vermeld in 8.1.1.

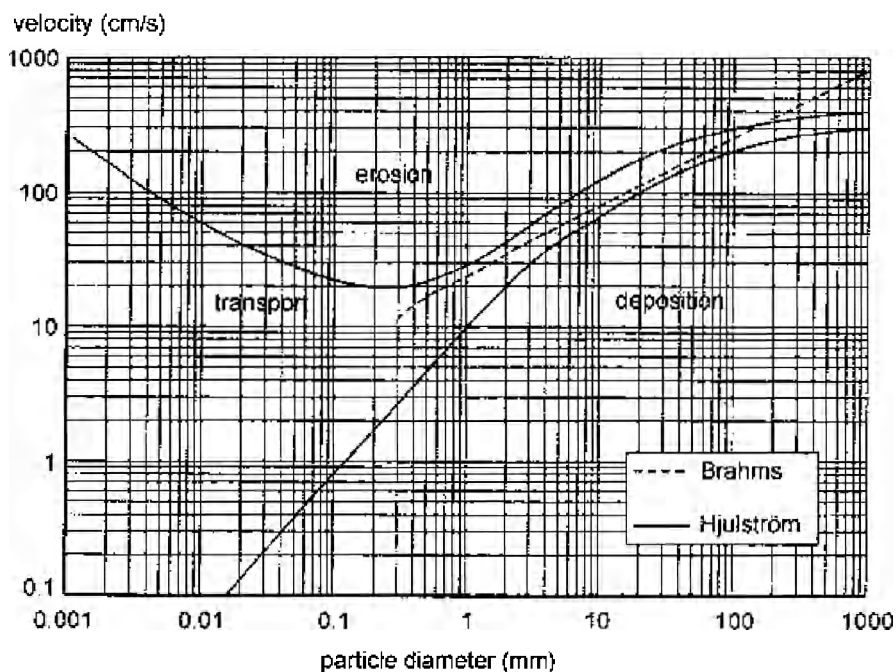
De snelheid op het zeewaarts talud kan als volgt berekend worden ([8] en [9]):

$$\frac{v_A}{\sqrt{gH_s}} = 1.32 \sqrt{\frac{Ru_{2\%} - R_c}{H_s}}$$

8.3.3 Dimensionering tegen stroomaanval

8.3.3.1 Inleiding

Voor de beoordeling van de erosiegevoeligheid van een onverdedigde oever of bodem kan gebruik worden gemaakt van Figuur 8-3. Deze figuur geeft de afhankelijkheid weer van de (bodem)stroomsnelheid voor erosie ("erosion" in de figuur) in functie van de korreldiameter.



Figuur 8-3: Initiatie van beweging

De uitschuring van de (niet-beschermd) bodem is afhankelijk van de samenstelling van de bodem (niet gekend) en zal niet uniform verlopen over de breedte van de dijkopening. Het is aan te bevelen om de erosie van de bodem te monitoren en aanpassingen te doen waar nodig.

8.3.3.2 Pilarczyk

Pilarczyk's formule voor de bescherming tegen stroomaanval is als volgt:

$$\Delta \cdot D_{n50} = \Phi_c \cdot K_T \cdot (0.035/\Psi_{cr}) \cdot K_h \cdot K_s^{-1} \cdot (u^2/2 \cdot g)$$

De volgende parameters worden gebruikt :

Φ_c :	stabiliteitsfactor	[-]
K_T :	turbulentie factor	[-]
Ψ_{cr} :	kritische schuifspanningsparameter (Shields)	[-]
K_h :	dieptefactor	[-]
K_s :	hellingsfactor	[-]
u :	(diepte-)gemiddelde snelheid	[m/s].

Voor de koppen van de dijkopeningen wordt een turbulentiefactor $K_T = 2$ beschouwd (lokale verstoringen). Indien in de formule K_h gelijk aan 1 wordt gesteld, wordt de snelheid als bodemsnelheid beschouwd (veilige aanname).

De volgende waarden worden aangenomen in geval van een steenbestorting:

Φ_c :	0.75
Ψ_{cr} :	0.035

De volgende waarden worden aangenomen in geval van een open steenasfalt bekleding:

$$\Phi_c : 0.5$$

$$\psi_{cr} : 0.07$$

Bij stroming parallel aan de oever (helling α) wordt K_s als volgt geschreven:

$$K_s = \sqrt{1 - (\sin \alpha)^2} / (\sin \theta)^2$$

8.4 Interne erosie en afschuiving

De stabiliteit van de dijken wordt gecontroleerd aan de hand van de programma's Seep/W en Slope/W, beide onderdelen van een volledige waaier aan geotechnische producten van GeoStudio.

Het programma Seep/W modelleert de stroming (richting, snelheid, ...) doorheen de dijken en bepaalt de waterdrukken en het freatisch oppervlak in en/of onder de dijken door middel van een eindig elementen model. De waterdrukken hebben een rechtstreekse invloed op de korreldrukken in de grond.

Slope/W daarentegen wordt gebruikt voor het uitvoeren van stabiliteitsberekeningen (o.a. algemene glijding van taluds of grondkerende constructies) van eender welke grondstructuren. Slope/W maakt gebruik van de waterdrukken berekend in Seep/W.

8.4.1 Zandmeevoerende wellen

De ontwerpcontrole van dijken ten aanzien van de veiligheid tegen piping begint met de controle op de veiligheid tegen opbarsten. Indien voldaan wordt aan het opbarstcriterium, dan is verdere controle op piping overbodig ([16]).

Rekenregels voor het opdrijven, opbarsten en heave worden beschreven in [15] en [16]. Onderscheid wordt gemaakt tussen twee kenmerkende configuraties:

- binnenwaarts van de grondconstructie is op de watervoerende zandlaag een afdekkende laag bestaande uit klei en/of veen aanwezig
- binnenwaarts van de grondconstructie is op de watervoerende zandlaag geen of slechts een dunne afdekkende grondlaag aanwezig

Om voldoende veiligheid te waarborgen tegen opdrijven, opbarsten en heave dient de maximaal optredende belasting kleiner te zijn dan de sterkte die uit de materiaaleigenschappen volgt. Samenvattend geldt:

$$\phi_{sterkte} \geq \gamma \phi_{belasting} \quad \text{of} \quad i_c \geq \gamma i$$

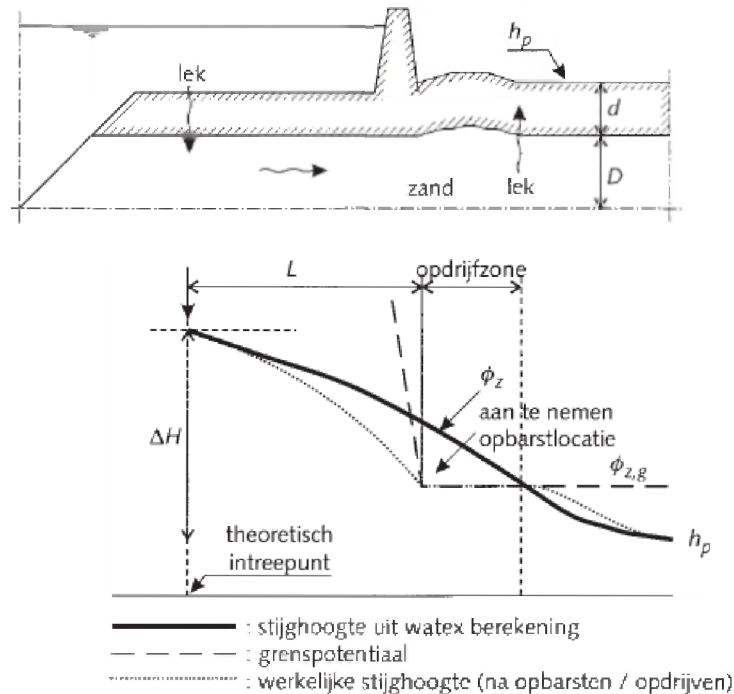
Hierin is γ (=1.1 à 1.2) een veiligheidsfactor, i_c is het kritieke verhang (=0.5) en i is het verhang.

Wordt een grondconstructie beschouwd die op een waterdichte laag is gelegen, dan kan in de opdrijfzone het volgende verband worden afgeleid:

$$\frac{\gamma_{nat} - \gamma_w}{\gamma_w} d \geq \gamma (\phi_z - h_p) \quad \text{of} \quad \phi_{z,g} - h_p \geq \gamma (\phi_z - h_p)$$

Waarin (zie Figuur 8-4):

h_p	grondwaterstand of waterstand bij vrije waterspiegel [m]
d	dikte van de waterdichte laag [m]
γ_{nat}	nat volumegewicht afdekkende laag [kN/m ³]
γ_w	volumegewicht van het grondwater [kN/m ³]
ϕ_z	stijghoogte direct onder de afdekkende laag [m]
$\phi_{z,g}$	grenspotentiaal (stijghoogte waarbij opdrijven optreedt) met $\phi_{z,g} = h_p + \frac{\gamma_{nat} - \gamma_w}{\gamma_w} d$ [m]



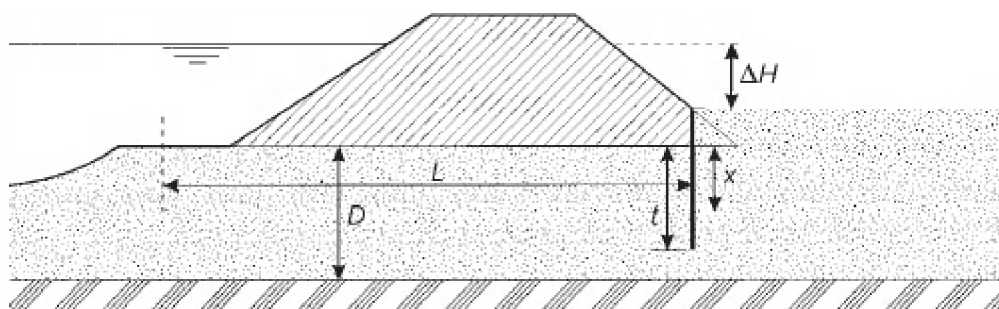
Figuur 8-4: Dijk met voorland en ondergrond; Stijghoogte in zandlaag, grenspotentiaal, opbarstlocatie en drijfzone ([16])

Bij een verticale kwelstroming in zandige grond achter een kwelscherm aan de binnenzijde van een grondconstructie kan een gelijksoortige relatie worden afgeleid:

$$\frac{(1-n)(\gamma_k - \gamma_w)}{\gamma_w} \geq \gamma \frac{(\phi_0 - h_p)}{x} \quad \text{of} \quad i_c \geq \gamma i$$

Waarin (zie Figuur 8-5):

h_p	polderpeil of de waterstand boven het maaiveld [m]
n	porositeit zandlaag [-]
x	afstand waar het uittreeverhang maximaal is [m]
γ_k	volumegewicht korrelmateriaal [kN/m ³]
γ_w	volumegewicht van het grondwater [kN/m ³]
ϕ_0	stijghoogte ter plaatse van de onderkant van het kwelscherm waar het uittreeverhang maximaal is [m]



Figuur 8-5: Kwelscherm bij grondconstructies ([16])

8.4.2 Afschuiving

Controle aan de hand van

- cirkelvormige glijvlakken (vb. benadering van Bishop)
- verkeersbelasting op de kruin
- de maatgevende toestand voor het binnentalud treedt op bij MHW (stationaire grondwaterstroming), of na het passeren van de top (niet- stationaire grondwaterstroming)
- de veiligheid tegen afschuiven wordt gecontroleerd door de ontwerpwaarde voor het aandrijvend moment M_{ad} te vergelijken met de ontwerpwaarde voor het maximale weerstandbiedende moment M_{rmd} . De veiligheid wordt bepaald als

$$\gamma = \frac{M_{rmd}}{M_{ad}} \geq 1$$

M_{ad} wordt bekomen door de waarde van het aandrijvend moment op basis van de ontwerpwaarden voor belastingen F en geometrie a te vermenigvuldigen met de schade- of belangrijkheidsfactor γ_n en met de gevoeligheidsfactor γ_d voor de onzekerheden in het rekenmodel. Er geldt:

$$M_{ad} = \gamma_n \gamma_d M_a(F_d, a_d).$$

M_{rmd} volgt uit de ontwerpwaarden voor de grondeigenschappen ρ , $\tan\phi$ en c , de waterspanningen u en de geometrie a , ofwel

$$M_{rmd} = M_{rm}(\rho_d, (\tan\phi)_d, c_d, u_d, a_d).$$

Aan de veiligheid tegen afschuiven van het binnentalud en het buitentalud behoeven niet dezelfde eisen gesteld te worden. De aanbevolen zijn gegeven in Tabel 8-1:

Tabel 8-1: Schade- en gevoeligheidsfactoren ([10])

	Schadefactor γ_n	Gevoeligheidsfactor γ_d
Binnentalud	1.1	1.0
buitentalud	1.0	1.0

De materiaalfactoren worden gegeven in Tabel 8-2.

Tabel 8-2: Materiaalfactoren ([10])

Materiaalfactoren	γ_{m1}	γ_{m2}	$\gamma_m = \gamma_{m1} - \gamma_{m2}$
Volumieke massa - nat/droog (ρ)	1,0	1,0	1,0
Inwendige wrijving ($\tan\phi$)			
• zand (CP) ¹	1,0	1,10	1,10
(TP-CD)	1,0	1,10	1,10
• klei (CP)	1,0	1,10	1,10
(TP-CU-5%)	1,05	1,10	1,15
(TP-CU)	1,1	1,10	1,20
• veen (CP)	1,0	1,15	1,15
(TP-CU-5%)	1,05	1,15	1,20
(TP-CU)	1,1	1,15	1,25
Cohesie (c)	1,0	1,25	1,25
Ongedraineerde sterkte (c_u)	-	-	-
Glijdingsmodulus (G)	1,0	1,2	1,2
Samendrukkingsconstanten	1,0	1,1	1,1
Doorlatendheid (k)	1,0	1,25	1,25
Consolidatie (c_v)	1,0	1,25	1,25

¹CP = celproef;
 TP-CD = triaxiaalproef, geconsolideerd en gedraineerd;
 TP-CU = triaxiaalproef, geconsolideerd en ongedraineerd;
 TP-CU-5% = triaxiaalproef als boven met maximaal 5% vervorming.

9 INHOUD AANVRAAG VLAAMSE STEDENBOUWKUNDIGE VERGUNNING

De inhoud van de toelichtingsnota en een opsomming van de plannen nodig voor de aanvraag van een Vlaamse stedenbouwkundige vergunning wordt gegeven in het besluit van de Vlaamse regering (dd. 28 mei 2004) dat de dossiersamenstelling bepaalt, meer bepaald onder hoofdstuk V "Dossier van de aanvraag voor een stedenbouwkundige vergunning waarvoor een uitgebreide dossiersamenstelling vereist is".

9.1 Toelichtingsnota

De toelichtingsnota omvat:

- a) het voorwerp van de aanvraag;
- b) de ruimtelijke context van de geplande werken, meer bepaald:
 - het feitelijke uitzicht en de toestand van de plaats waar de werken worden gepland;
 - de zoneringsgegevens van het goed;
 - de overeenstemming en de verenigbaarheid van de aanvraag met de wettelijke en ruimtelijke context;
 - de integratie van de geplande werken in de omgeving;
- c) zo het een geheel of deels voor het publiek toegankelijk gebouw betreft, een beschrijving van de al dan niet vergunningsplichtige voorzieningen om integrale toegankelijkheid te bereiken voor de personen met verminderde beweeglijkheid. Hierbij wordt bijzondere aandacht besteed aan die voorzieningen die verder gaan dan de wettelijk vastgelegde normen;

9.2 Plannen

De tekeningen omvatten:

- a) een liggingsplan op een gebruikelijke schaal, groter dan of gelijk aan 1/25.000, met minstens de situering van het goed ten opzichte van de belangrijkste straten, met vermelding van de namen van die straten en de belangrijkste plaatsnamen, de gebruikte schaal en de noordpijl;
- b) een inplantingsplan op een gebruikelijke schaal (nog verder te specificeren), met minstens:
 - de schaal en de noordpijl;
 - als hij voorkomt, de weg waaraan het goed paalt of vanwaar het goed bereikt kan worden met vermelding van de rechtstoestand (zoals gewestweg, provincieweg, gemeenteweg), de naam, de berijdbare breedte en de aard van de verharding van die weg;
 - de belangrijkste afmetingen van het goed zelf;
 - het tracé, de inplanting of het bovenaanzicht van de geplande werken met vermelding van de belangrijkste afmetingen;

- de weergave van de voor de aanvraag relevante gegevens inzake de voorkomende bestaande en te behouden of de te slopen of te verwijderen bebouwing, constructies, hoogstammige bomen of verhardingen;
 - als ze voorkomen, de bekende of vermoedelijke ligging van de te dwarsen ondergrondse en bovengrondse infrastructuren met vermelding van hun beheerders;
 - de aanduiding van de plaatsen waar de terreinprofielen werden genomen;
 - als ze voorkomen, de weergave of vermelding van de bestaande erfdienstbaarheden;
 - de aanzet van de perceelsgrenzen van de percelen tot op minstens tien meter buiten de uiterste grenzen van het goed, met minstens het bovenaanzicht van de hierbinnen voorkomende bebouwing, met vermelding van haar functie, kadastraal nummer en huisnummer;
 - de maatregelen inzake wateropvang, -buffering en -afvoer;
 - de kadastrale nummers van het goed;
 - de aanduiding van de opnamepunten en de kijkrichting van de foto's
- c) minstens één terreinprofiel op een gebruikelijke schaal (nog verder te specificeren), met weergave van minstens:
- de schaal;
 - het reliëf van het goed voor en na de uitvoering van de geplande werken, met verwijzing naar een referentiepeil en met het peil van de percelen, palend aan het goed;
 - als ze voorkomt, het profiel van de bestaande te behouden of te slopen bebouwing;
 - het profiel van de niet-ondergrondse geplande werken;
- d) de tekeningen van de geplande werken op een gebruikelijke schaal, groter dan of gelijk aan 1/200, met minstens:
- de schaal;
 - de plattegronden van de geplande werken, met vermelding van de belangrijkste afmetingen en de functies van de belangrijkste onderdelen;
 - als ze voorkomen, de buitenaanzichten van de bovengrondse bouwwerken of constructies met vermelding van de belangrijkste hoogtematen en de aard en kleur van de te gebruiken uitwendige materialen en met, als ze voorkomt, de aanzet van de gevel- of buitenaanzichten van bebouwing waar tegenaan wordt gebouwd, weer te geven tot op minstens twee meter met vermelding van de aard en kleur van de gebruikte uitwendige materialen van die bebouwing;
 - minstens één doorsnede met, als ze voorkomt, de profielen van de bebouwing waar tegenaan wordt gebouwd, en met vermelding van de hoogtepeilen ten opzichte van een referentiepeil;
 - de vermelding welke werken, handelingen of wijzigingen eventueel werden uitgevoerd, verricht of voortgezet zonder vergunning en voor welke van die werken, handelingen of wijzigingen een stedenbouwkundige vergunning wordt aangevraagd

10 INHOUD DIJKVERLEGGINGSPLAN

De plannen worden opgemaakt overeenkomstig de opsommingen vermeld onder par. 9. Het dijkverleggingsplan bestaat uit een beschrijvende nota en een technische nota. De technische nota of ontwerpnota beschrijft de technische detailstudie van de dijken gelegen in Nederland en zal een bijlage vormen aan de beschrijvende nota. In de beschrijvende nota wordt een beschrijving gegeven van

- de probleemstelling – waarom is een dijkverlegging nodig?
- de huidige situatie – studiegebied, dijkprofielen, opbouw dijk, grondgelaagdheid en randvoorwaarden en uitgangspunten voor het ontwerp,
- de ruimtelijke inrichting, incl. compensatie LNC (Landschap, Natuur, Cultuur)
- de middelen
- de uitvoering – fasering, werkzaamheden, grondstromen en aanvoerroutes
- het beheer en onderhoud van de dijken.

11 REFERENTIES

- [1] de Ronde et al. De keerzijde van ons klimaat. Rijkswaterstaat, RIKZ en RIZA, Univ Utrecht, IMAU
- [2] EN 1997-1:2004, Eurocode 7 Geotechnical design – Part1: General rules
- [3] Hewlett H.W.M., Boorman L.A. and Bramley M.E., 1987. Design of reinforced grass waterways, CIRIA report 116, London.
- [4] IMDC, 2009. Ontwerpmethodiek hydraulische randvoorwaarden, I/NO/11285/08.278/KTR.
- [5] Klein Breteler M., Bezuijen A. Design criteria for Placed Block Revetments (in Dikes and Revetments, 1998, editor Pilarczyk K.W.).
- [6] Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2001). Hydraulische randvoorwaarden 2001 voor het toetsen van primaire waterkeringen. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde
- [7] Schoeters K. et al, 1999. Studie “kader voor rapportering van ‘Climate Change’-effecten in België: uitwerking en toepassing”. Federale diensten voor Wetenschappelijke, Technische en Culturele aangelegenheden
- [8] Schüttrumpf H., Oumeraci H. (2001). Wellenaufbau und Wellenüberlauf. In: Ausschuss für Küstenschutzwerke der DGGT und HTG, Arbeitsgruppe Wellenaufbau und Wellenüberlauf, Braunschweig, 21 p.
- [9] Schüttrumpf H. (2003). Wave overtopping Flow on Seadikes – Experimental and Theoretical Investigations. PIANC bulletin n° 114.
- [10] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1985). Leidraad voor het ontwerpen van rivierdijken. (Deel1-bovenrivierengebied/Deel2-benedenrivierengebied)
- [11] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1994). Handreiking Constructief Ontwerpen.
- [12] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1996). Technisch Rapport Klei voor Dijken.
- [13] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Leidraad Toetsen op Veiligheid. Rijkswaterstaat, DWV.
- [14] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Leidraad Zee- en meerdijken – Basisrapport
- [15] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (1999). Technisch Rapport Zandmeevoerende wellen.
- [16] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2001). Technisch Rapport Waterkerende Grondconstructies.
- [17] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2002). Technisch Rapport Golfoploop en Golfoverslag bij Dijken.

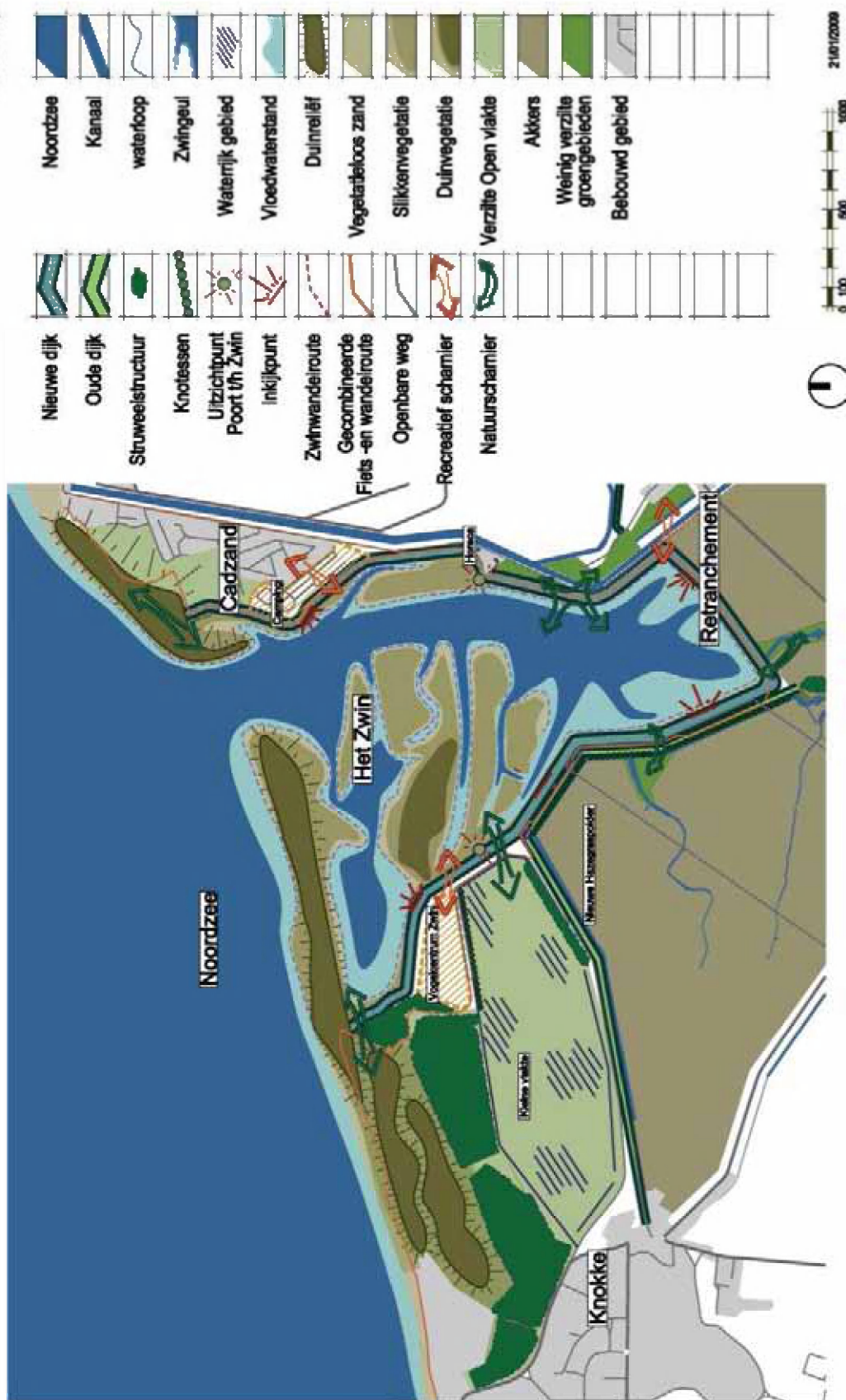
- [18] Technische Adviescommissie voor de Waterkeringen (2003). Technisch Rapport Steenzettingen.
- [19] Van Cauwenberghe C., 1999. Relative Sea Level Rise along the Belgian coast: analyses and conclusions with respect to the high water, the mean water and the low water levels. AWZ, afdeling Waterwegen Kust

12 BIJLAGEN

BIJLAGE 1
INRICHTINGSPLAN (VOORONTWERPVERSIE DD. 21/01/2009)

Uitbreiding Zwin

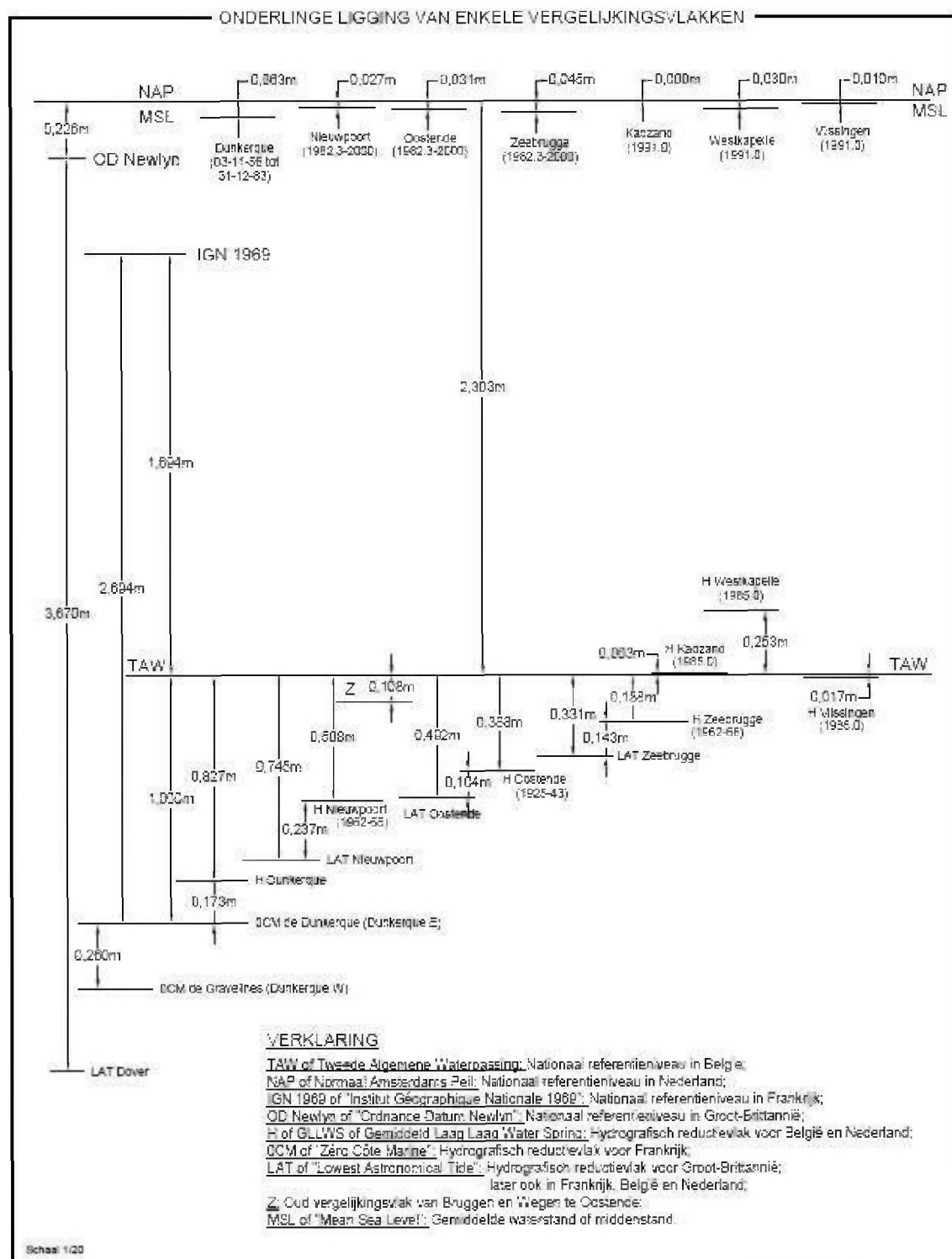
Voorontwerp



Deelplan 6: Subdeel 1: Opleiding; Fase 3 voorontwerp inrichtingsplan



**BIJLAGE 2 : ONDERLINGE LIGGING
VERGELIJKINGSVLAKKEN**

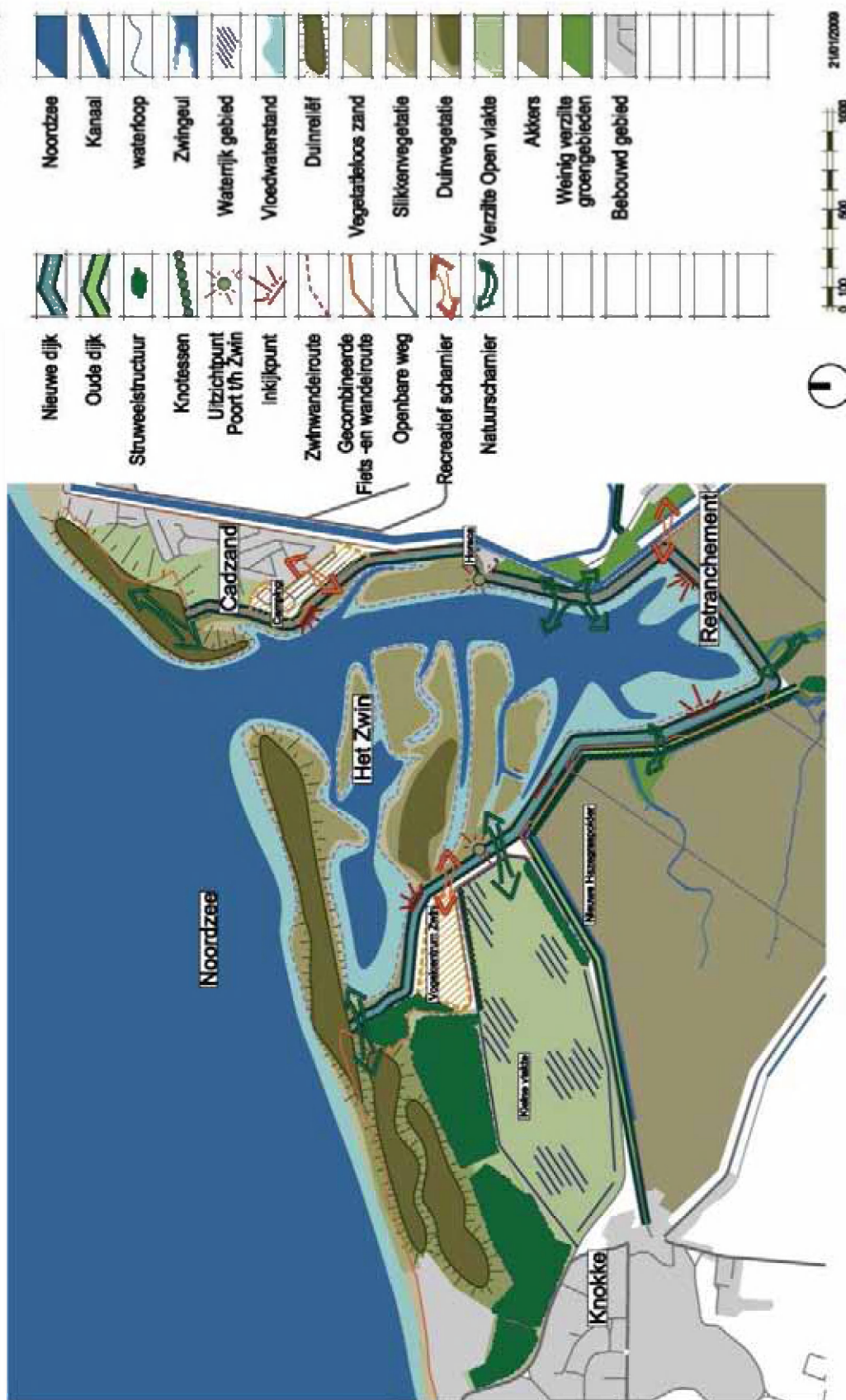


Toestand 01-01-2002

BIJLAGE 1
INRICHTINGSPLAN (VOORONTWERPVERSIE DD. 21/01/2009)

Uitbreiding Zwin

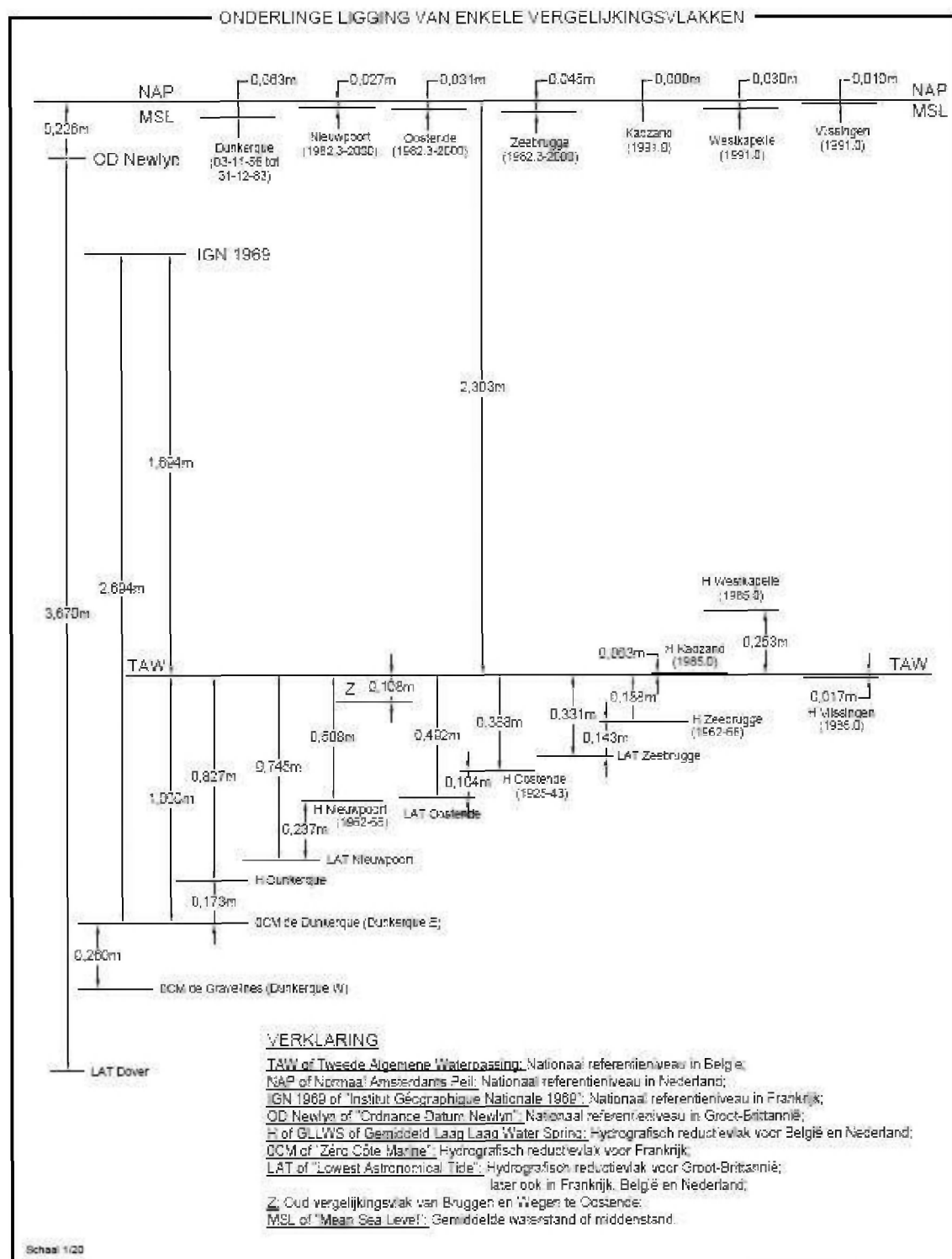
Voorontwerp



Deelplan 6: Subdeel 1: Opleiding; Fase 3 voorontwerp inrichtingsplan



**BIJLAGE 2 : ONDERLINGE LIGGING
VERGELIJKINGSVLAKKEN**





BIJLAGE 13
**Ontwerpnota: "Stabiliteit nieuwe primaire dijk – deel
Nederland"**

**Bouwheer**

**Vlaams ministerie van Mobiliteit
en Openbare Werken**

**Agentschap voor Maritieme
dienstverlening en Kust**

Afdeling Kust

Vrijhavenstraat 3

8400 Oostende

Tel. +32 (0) 59 55 42 11

Opdrachtgever

Provincie Zeeland

Postbus 165

NL – 4330 AD Middelburg

Tel. +31 (0) 118 631 751

**Agentschap voor Maritieme
dienstverlening en Kust**

Afdeling Kust

Vrijhavenstraat 3

8400 Oostende

Tel. +32 (0) 59 55 42 11

DUURZAAM BEHOUD EN UITBREIDING VAN HET ZWIN ALS NATUURLIJK INTERGETIJDENGEBIED

STABILITEIT NIEUWE PRIMAIRE DIJK – DEEL NEDERLAND

ONTWERPNOTA



PORTS & WATERWAYS

B - 8400 Oostende
Gistelsesteenweg 1D
Tel. +32 59 34 03 60
Fax +32 59 34 03 99

B - 2140 Antwerpen
Coveliersstraat 15
Tel. +32 3 270 92 92
Fax +32 3 270 92 99

B - 9051 Gent
Kortrijksesteenweg 1144a
Tel. +32 9 240 09 11
Fax +32 9 240 09 00

B-1200 Brussel
Avenue Ariane 7
Tel. +32 2 773 91 11
Fax +32 2 773 91 00

B - 3500 Hasselt
Ilgatlaan 23
Tel. +32 11 28 86 00
Fax +32 11 28 86 20

projectnummer:

H. 1 1 1 0 8 4

documentnummer: rev.:

R N 0 0- 1 - -

directory : K:\HKO\BA\ResourceAnalysis\80-51580 (MER Zwin ex 26-20260)\4STU\42
Rapporten\RN001_deel_Nederland.docx

index	datum	wijzigingen	opgesteld		goedgekeurd	
			naam	par.	naam	par.
-	02/03/2010		CBO/DRB		JDR	
A						
B						
C						
D						

INHOUDSTAFEL

1	INLEIDING	1
2	ONTWERPGEGEVENS	2
3	BEREKENINGEN	3
3.1	SONDERING S43	3
3.1.1	Interne erosie.....	3
3.1.2	Algemene glijding	4
3.1.3	Zettingen.....	6
3.2	SONDERING S50	7
3.2.1	Interne erosie.....	7
3.2.2	Algemene glijding	7
3.2.3	Zettingen.....	9
3.3	SONDERING S54	10
3.3.1	Interne erosie.....	10
3.3.2	Algemene glijding	10
3.3.3	Zettingen.....	12
4	BESLUIT	13
5	REFERENTIES	14

FIGURENLIJST

Figuur 1-1:	Studiegebied Zwin en Willem-Leopoldpolder	1
Figuur 3-1:	Zones met overschrijding van het kritisch verhang (S43)	4
Figuur 3-2:	Veiligheid afschuiven buitendijk bij HW, niet-stationair FO (S43)	4
Figuur 3-3:	Veiligheid afschuiven buitendijk bij LW, stationair FO (S43)	5
Figuur 3-4:	Veiligheid afschuiven binnendijk bij HW, stationair FO (S43)	5
Figuur 3-5:	Veiligheid afschuiven binnendijk bij LW, niet-stationair FO (S43)	6
Figuur 1-7:	Verticale verplaatsingen tpv S43 (kruinpeil +9.35mTAW), gedraineerde toestand	6
Figuur 1-8:	Verticale verplaatsingen tpv S43 (kruinpeil +9.35mTAW), geconsolideerde toestand	7
Figuur 3-6:	Zones met overschrijding van het kritisch verhang (S50)	7
Figuur 3-7:	Veiligheid afschuiven buitendijk bij HW, niet-stationair FO (S50)	8
Figuur 3-8:	Veiligheid afschuiven buitendijk bij LW, stationair FO (S50)	8
Figuur 3-9:	Veiligheid afschuiven binnendijk bij HW, stationair FO (S50)	8
Figuur 3-10:	Veiligheid afschuiven binnendijk bij LW, niet-stationair FO (S50)	9
Figuur 3-11:	Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +9.35mTAW), gedraineerde toestand	9
Figuur 3-12:	Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +10.05mTAW), gedraineerde toestand	9
Figuur 3-13:	Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +9.35mTAW), geconsolideerde toestand	10
Figuur 3-14:	Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +10.05mTAW), geconsolideerde toestand	10
Figuur 3-15:	Veiligheid afschuiven buitendijk bij HW, stationair FO (S54)	11
Figuur 3-16:	Veiligheid afschuiven buitendijk bij LW, niet-stationair FO (S54)	11
Figuur 3-17:	Veiligheid afschuiven binnendijk bij LW, stationair FO (S54)	12
Figuur 3-18:	Veiligheid afschuiven binnendijk bij HW, niet-stationair FO (S54)	12
Figuur 3-19:	Verticale verplaatsingen tpv S54 (kruinpeil +9.65mTAW), gedraineerde toestand	13
Figuur 3-20:	Verticale verplaatsingen tpv S54 (kruinpeil +9.65mTAW), geconsolideerde toestand	13

TABELLENLIJST

Tabel 3-1:	Veiligheid afschuiven S43.....	4
Tabel 3-3:	Zettingen dijken op basis van S43.....	6
Tabel 3-2:	Veiligheid afschuiven S50.....	7
Tabel 3-3:	Zettingen dijken op basis van S50.....	9



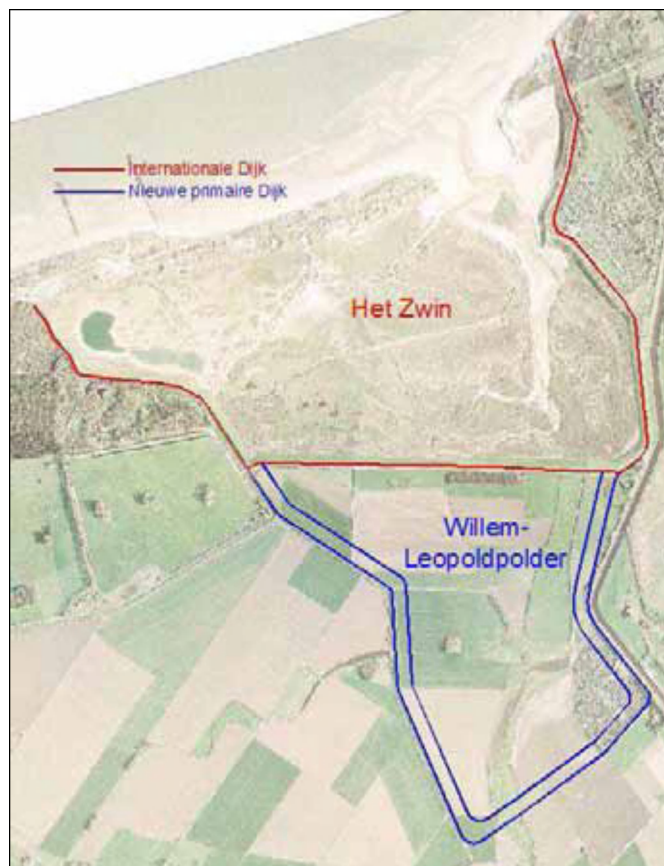
Tabel 3-4: Veiligheid afschuiven S54.....	10
Tabel 3-5: Zettingen dijken op basis van S54.....	13
Tabel 4-1: zettingen dijken Nederland	13

1 INLEIDING

Onderhavige nota behandelt de stabiliteitsberekening van de nieuwe zeewerende dijken in het project *'Duurzaam behoud en uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied'*. Deze stabiliteitsberekeningen bestaan uit:

- Controle op afglijden
- Controle op interne erosie (piping)
- **Berekening van de te verwachten zettingen**

Het studiegebied omvat het bestaande vogel- en natuurreservaat het Zwin en een gedeelte van de Willem-Leopoldpolder, die ten zuiden van het natuurreservaat ligt. Beide gebieden worden momenteel van elkaar gescheiden door de Internationale dijk. (zie Figuur 1-1).



Figuur 1-1: Studiegebied Zwin en Willem-Leopoldpolder

Het studiegebied kan globaal afgebakend worden als volgt:

- In het Noorden: De laagwaterlijn op het strand;
- In het Oosten: Het Kanaal van Cadzand en de bestaande zeedijk;
- In het Zuiden: Een lijn 300 tot 400 m ten noorden van en parallel met de Retranchementstraat;
- In het Westen: Een gedeelte van de Internationale dijk en de Nieuwe Hazegraspolderdijk.

De Internationale dijk die het Zwin scheidt van de Willem-Leopoldpolder doet dienst als primaire waterkering. Een primaire waterkering wordt hierbij gedefinieerd als een waterkering die beveiliging

biedt tegen overstromingen. Voor de uitbreiding van het Zwin wordt de Internationale dijk verwijderd. De nieuw te ontwerpen dijken moeten dus een zeewerend karakter hebben.

2 ONTWERPGEGEVENS

Voor een gedetailleerde beschrijving van de ontwerphypothesen wordt verwezen naar de ontwerpnota [1]. Deze nota omvat ondermeer de hydraulische randvoorwaarden en informatie met betrekking tot de grondgelaagdheid.

De aangenomen grondkarakteristieken voor de stabiliteitsberekening zijn hieronder beschreven.

Laag	Omschrijving	γ_d (kN/m ³)	γ_n (kN/m ³)	Φ (°)	c (kPa)	$k_{x,sat}$ (m/s)
A	Matig vaste klei, plaatselijk veen of veenhoudend	17	17	20	4	2.5e-8
E	Slap(pe) leem of klei	16	16	20	2	2.5e-9
B'	Matig gepakt, mogelijk plaatselijk leem-of kleihoudend zand	17	19	27	0	2.15e-5
I	Matig vast (weinig) zandhoudende klei of leem	19	19	25	4	1.4e-7
C	Matig tot vrij dicht gepakt zand met plaatselijk losser gepakte zones dan wel aanwezigheid van leem- of kleilagen	17	19	30	0	2.15e-5
B	Vrij losgepakt tot matig gepakt leem- of kleihoudend zand met plaatselijk losser gepakte zones dan wel aanwezigheid van leem of kleilagen	16	18	25	0	1.13e-6
Q	Matig tot dichtgepakt zand	18	20	35	0	1e-4
L	Slappe tot matig vaste zandhoudend(e) leem of klei	18	18	25	2	1.4e-7
T	Matig vaste klei of leem (tertiër)	18	18	22	2	2.5e-9
Kern	Zand	17	19	27	0	1e-4
Klei 1	Afdeklaag buitendijks	18	18	20	8	1e-7
Klei 2	Afdeklaag binnendijks	18	18	20	8	1e-6

$$k_{y,sat} = 0.5 k_{x,sat}$$

3 BEREKENINGEN

Op basis van de sonderingen, uitgevoerd door MVG Afdeling Geotechniek, werd een grondlagenprofiel opgesteld langsheen het tracé van de nieuwe primaire waterkering. Uit dit tracé werden een aantal maatgevende sonderingen geselecteerd als basis voor het ontwerp:

- S19: Sondering ter plaatse van een oude Zwingeuil
- S24: Sondering die maatgevend kan beschouwd worden langs grote delen van het tracé
- S43: Sondering die maatgevend kan beschouwd worden langs grote delen van het tracé
- S50: Sondering die maatgevend kan beschouwd worden langs grote delen van het tracé
- S54: Sondering ter plaatse van een oude Zwingeuil

Voor het gedeelte op Nederlands grondgebied zijn enkel sonderingen S43, S50 en S54 van belang. Volgende peilen werden aangenomen voor de berekening ([1] en [2]):

	M.V.	Kruinpeil	F.O.
S43	+3.5 m TAW	+9.75 m TAW	+2.5 m TAW
S50	+2.5 m TAW	+9.35 m TAW	+2.0 m TAW
S54	+2.5 m TAW	+9.65 m TAW	+2.0 m TAW

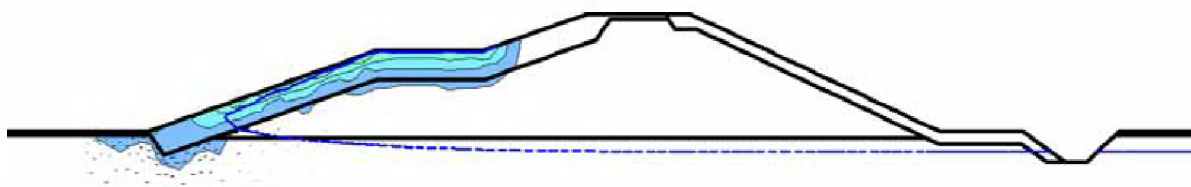
Er werd uitgegaan van een kleidikte van 1.4m aan buitendijkse zijde en 0.6m aan binnendijkse zijde. Voor de binnendijkse zijde werd een klei met hogere doorlatendheid gemodelleerd dan de klei aan buitendijkse zijde. Aangezien de klei aan binnendijkse zijde eventueel gewonnen kan worden uit de Willem-Leopold Polder. De klei aan buitendijkse zijde moet aan strengere voorwaarden voldoen en zal aangevoerd moeten worden uit een naburige winplaats.

Aan de hand van de programma's Seep/W en Slope/W wordt de stabiliteit van de dijken gecontroleerd volgens de principes vermeld in de ontwerpnota [1]. Deze controleberekening wordt voor elke situatie tweemaal uitgevoerd. Er wordt eerst gerekend met een lineair verloop van de freastische lijn doorheen de dijk en vervolgens wordt een niet-stationaire berekening uitgevoerd. De waterstanden bij hoog en laag water voor de niet-stationaire berekening werden berekend met Seep/W, waarbij als randvoorwaarde aan de buitendijkse zijde het ontwerpgetij is opgelegd. De resultaten van deze berekeningen worden hieronder per sondering weergegeven.

3.1 Sondering S43

3.1.1 Interne erosie

Aangezien de bovenste laag een zandige laag is niet het opbarstcriterium van belang maar wel het uitreeverhang. Dit blijft echter lager dan het kritisch verhang. In onderstaande figuur staat het gebied aangegeven waar het verhang groter is dan 0.5; de aanbevolen waarde voor het kritisch verhang ([1]).



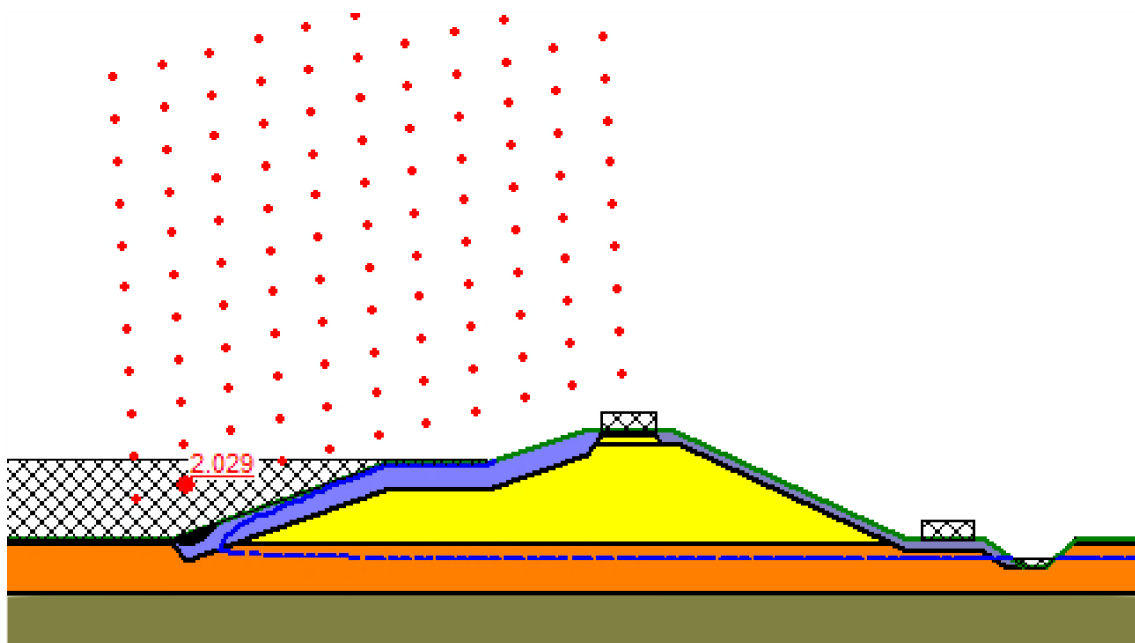
Figuur 3-1: Zones met overschrijding van het kritisch verhang (S43)

3.1.2 Algemene glijding

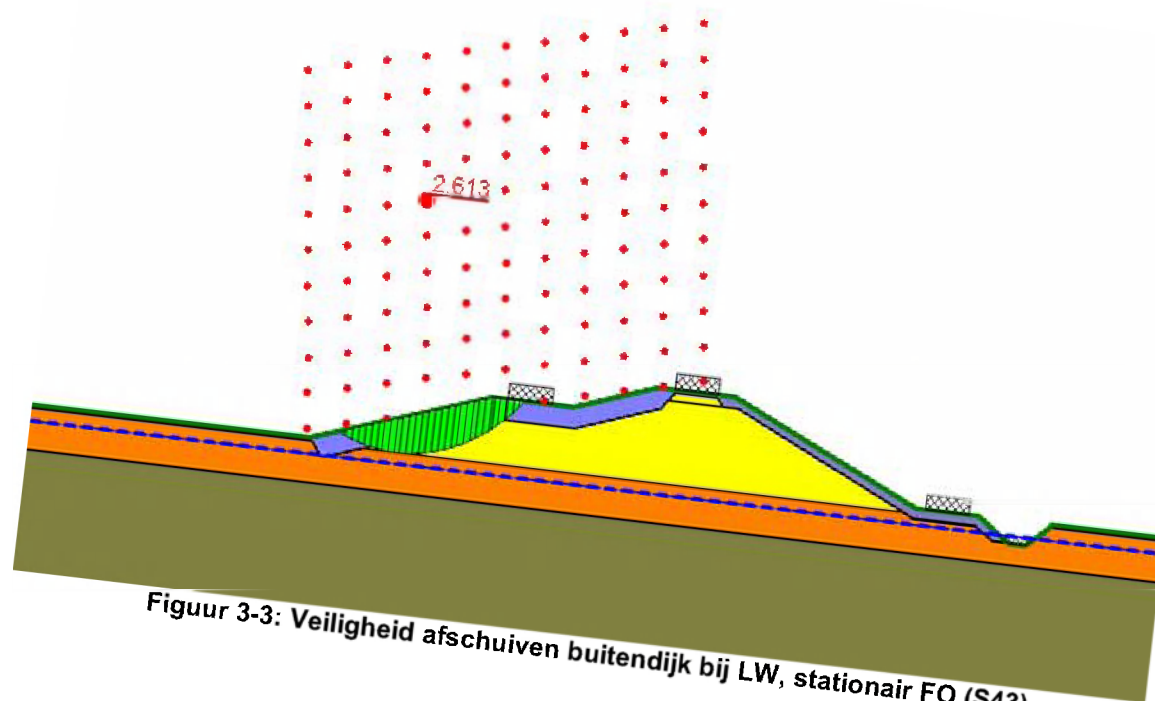
Aan buitendijkse en binnendijkse zijde werden geen problemen vastgesteld.

Tabel 3-1: Veiligheid afschuiven S43

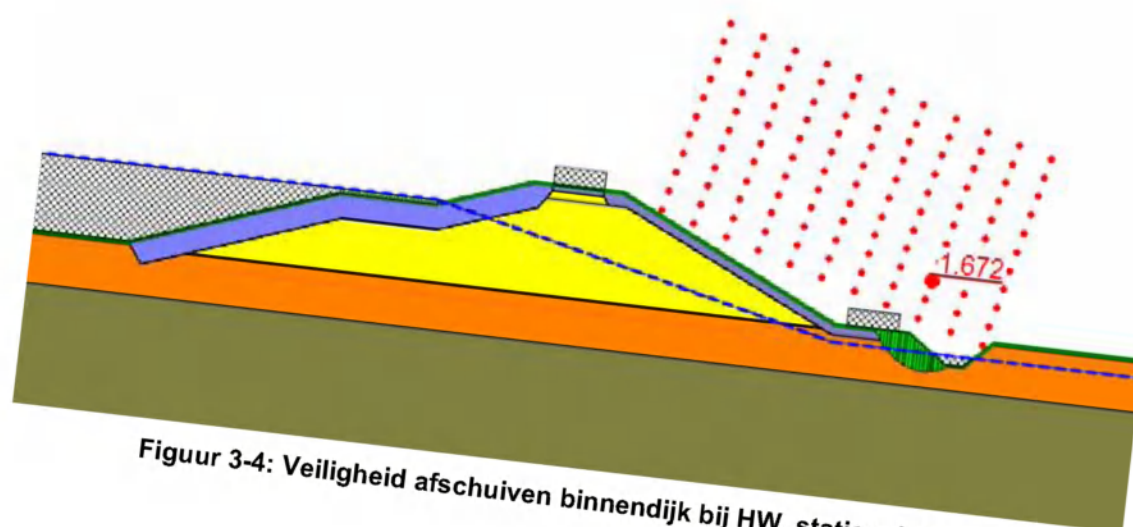
		Stationair FO	Niet-stationair FO
Buitendijks	HW	2.727	2.029
	LW	2.613	2.575
Binnendijks	HW	1.672	1.659
	LW	1.579	1.518



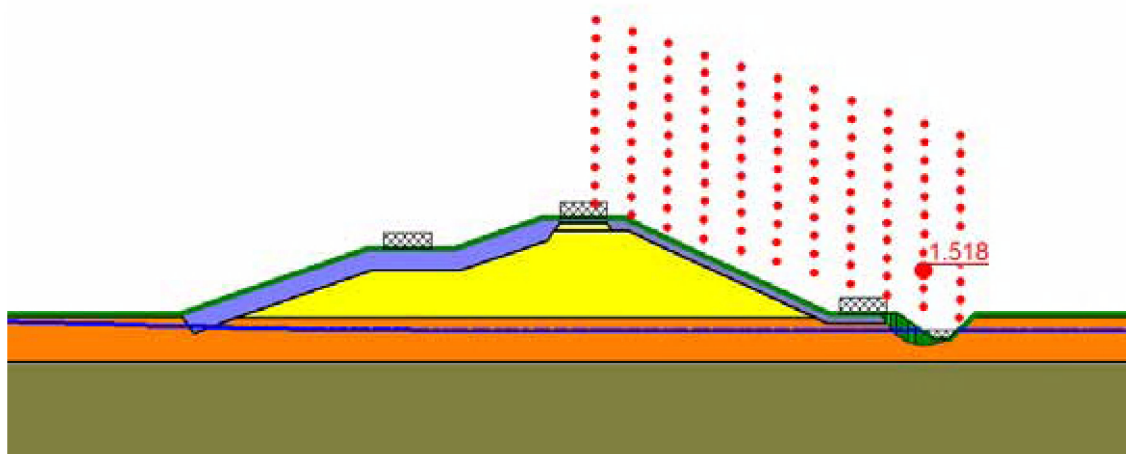
Figuur 3-2: Veiligheid afschuiven buitendijk bij HW, niet-stationair FO (S43)



Figuur 3-3: Veiligheid afschuiven buitendijk bij LW, stationair FO (S43)



Figuur 3-4: Veiligheid afschuiven binnendijk bij HW, stationair FO (S43)



Figuur 3-5: Veiligheid afschuiven binnendijk bij LW, niet-stationair FO (S43)

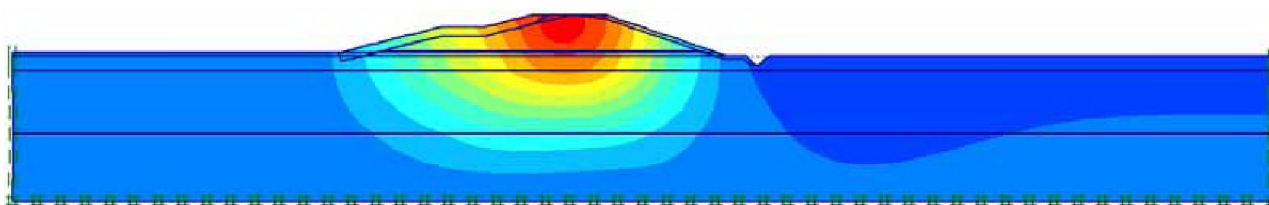
3.1.3 Zettingen

De zettingen ter plaatse van de kruin van de dijk bedraagt maximaal ca. 25 cm en neemt af naar ca. 0cm aan de teen van de dijk. Tabel 3-2 beschrijft de zettingen ter plaatse van sondering S50. Figuur 3-6 en Figuur 3-7 geven de verticale verplaatsingen ter plaatse van de dijk voor een gedraineerde en een ongedraineerde (geconsolideerde) toestand, en voor de verschillende kruinpeilen van de dijken (maximaal en minimaal peil).

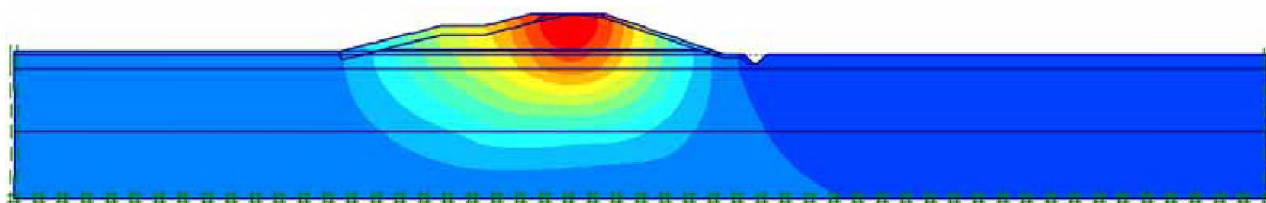
Tabel 3-2: Zettingen dijken op basis van S43

Tpv. sondering	Kruinpeil (mTAW)	F.O. (mTAW)	zettingen	
			(cm) drained	(cm) consol.
S43	+9.35	+2.5	21.0	21.7

De zetting voor de dijk bedraagt 21 à 22 cm. Er wordt voorgesteld deze dijk ter plaatse van de kruin met een overhoogte van 30 cm aan te leggen en dit te laten afnemen naar 0 (nul) naar de teen van de dijk toe. De verticale verplaatsingen voor de gedraineerde en consolidatieberekeningen zijn weergegeven in resp. Figuur 3-6 en Figuur 3-7.



Figuur 3-6: Verticale verplaatsingen tpv S43 (kruinpeil +9.35mTAW), gedraineerde toestand



Figuur 3-7: Verticale verplaatsingen tpv S43 (kruinpeil +9.35mTAW), geconsolideerde toestand

3.2 Sondering S50

3.2.1 Interne erosie

Aangezien de bovenste laag een zandige laag is niet het opbarstcriterium van belang maar wel het uitreeverhang. Dit blijft echter lager dan het kritisch verhang. In onderstaande figuur staat het gebied aangegeven waar het verhang groter is dan 0.5; de aanbevolen waarde voor het kritisch verhang ([1]).



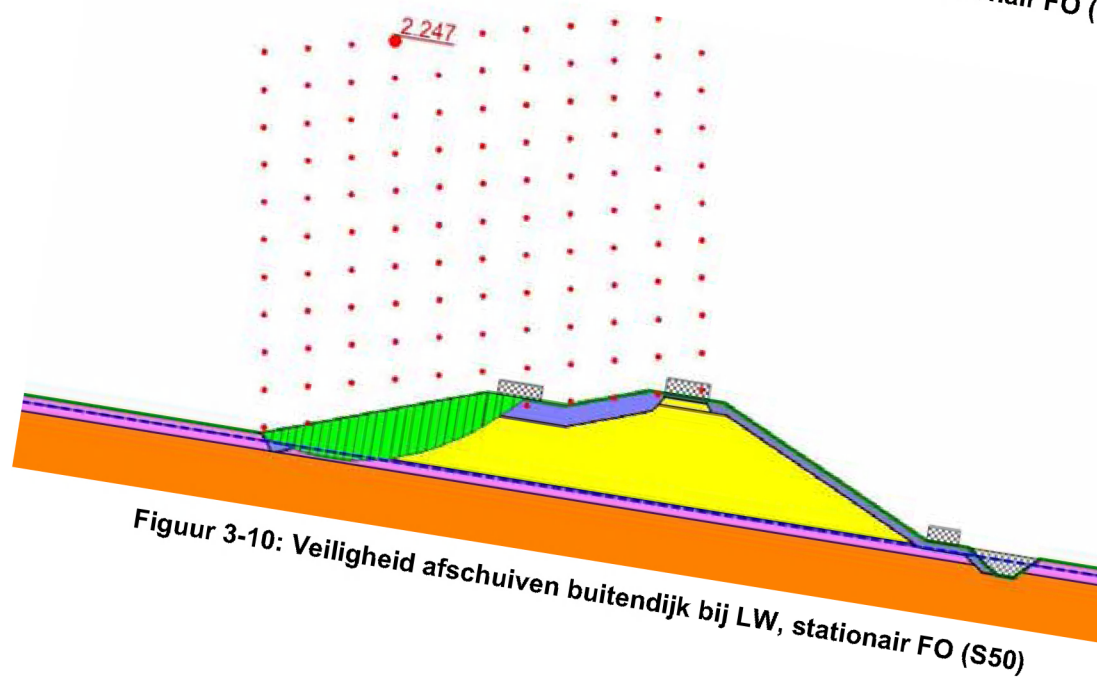
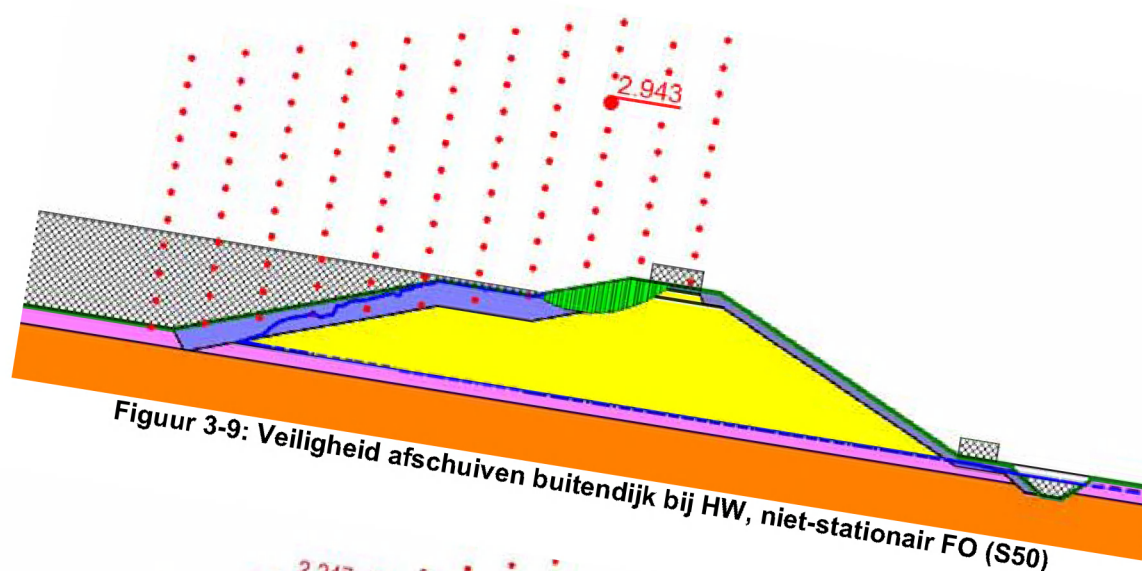
Figuur 3-8: Zones met overschrijding van het kritisch verhang (S50)

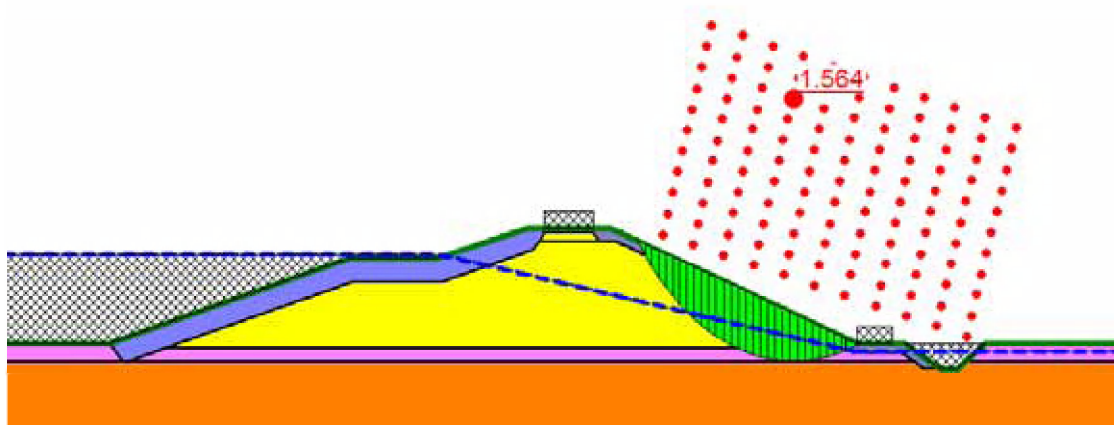
3.2.2 Algemene glijding

Er worden zowel aan de binnen- als buitendijkse zijde geen problemen aangetroffen.

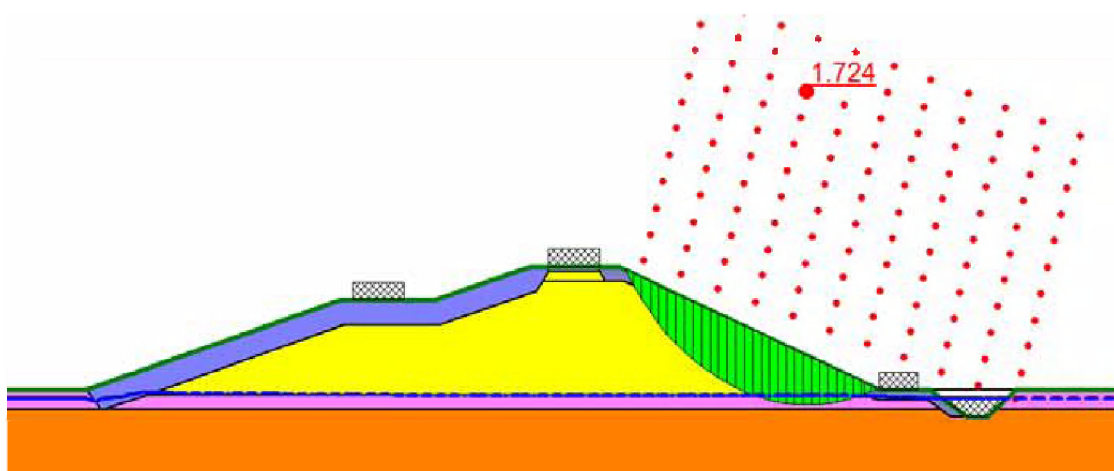
Tabel 3-3: Veiligheid afschuiven S50

		Stationair FO	Niet-stationair FO
Buitendijks	HW	2.764	2.943
	LW	2.247	2.221
Binnendijks	HW	1.564	1.680
	LW	1.734	1.724





Figuur 3-11: Veiligheid afschuiven binnendijk bij HW, stationair FO (S50)



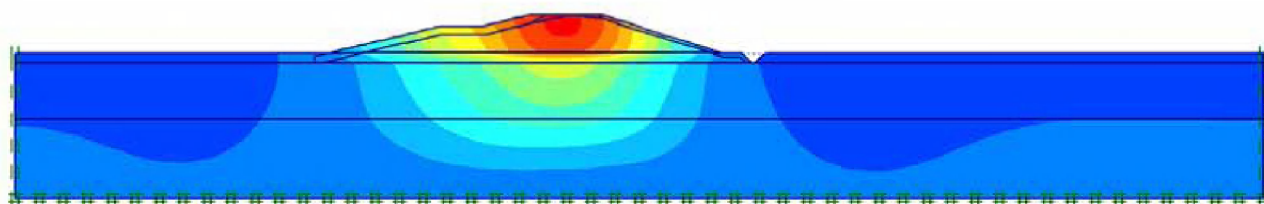
Figuur 3-12: Veiligheid afschuiven binnendijk bij LW, niet-stationair FO (S50)

3.2.3 Zettingen

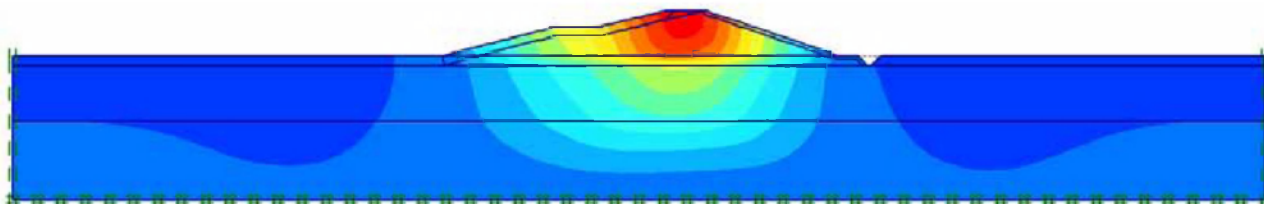
De zettingen ter plaatse van de kruin van de dijk bedraagt maximaal ca. 25 cm en neemt af naar ca. 0cm aan de teen van de dijk. Tabel 4-1 beschrijft de zettingen ter plaatse van sondering S50. Figuur 3-13, Figuur 3-14, Figuur 3-15 en Figuur 3-16 geven de verticale verplaatsingen ter plaatse van de dijk voor een gedraineerde en een ongedraineerde (geconsolideerde) toestand, en voor de verschillende kruinpeilen van de dijken (maximaal en minimaal peil).

Tabel 3-4: Zettingen dijken op basis van S50

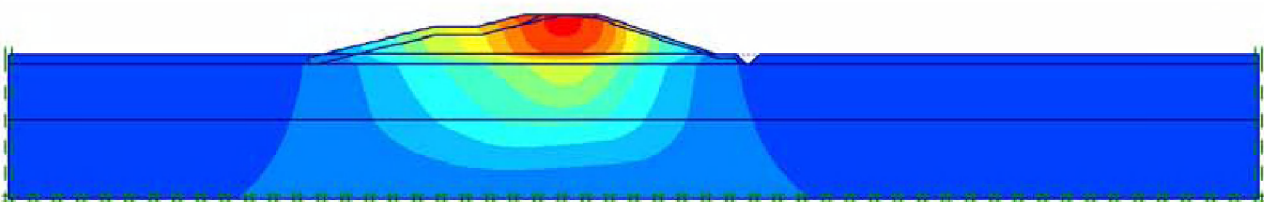
Tpv. sondering	Kruinpeil (mTAW)	F.O. (mTAW)	zettingen	
			(cm) drained	(cm) consol.
S50	+9.35	+2.0	20.8	20.7
S50	+10.05	+2.0	23.3	22.8



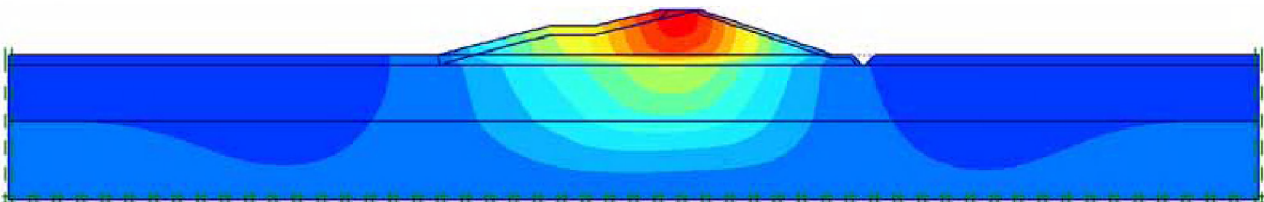
Figuur 3-13: Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +9.35mTAW), gedraineerde toestand



Figuur 3-14: Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +10.05mTAW), gedraineerde toestand



Figuur 3-15: Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +9.35mTAW), geconsolideerde toestand



Figuur 3-16: Verticale verplaatsingen tpv S50 (kruinpeil +10.05mTAW), geconsolideerde toestand

3.3 Sondering S54

3.3.1 Interne erosie

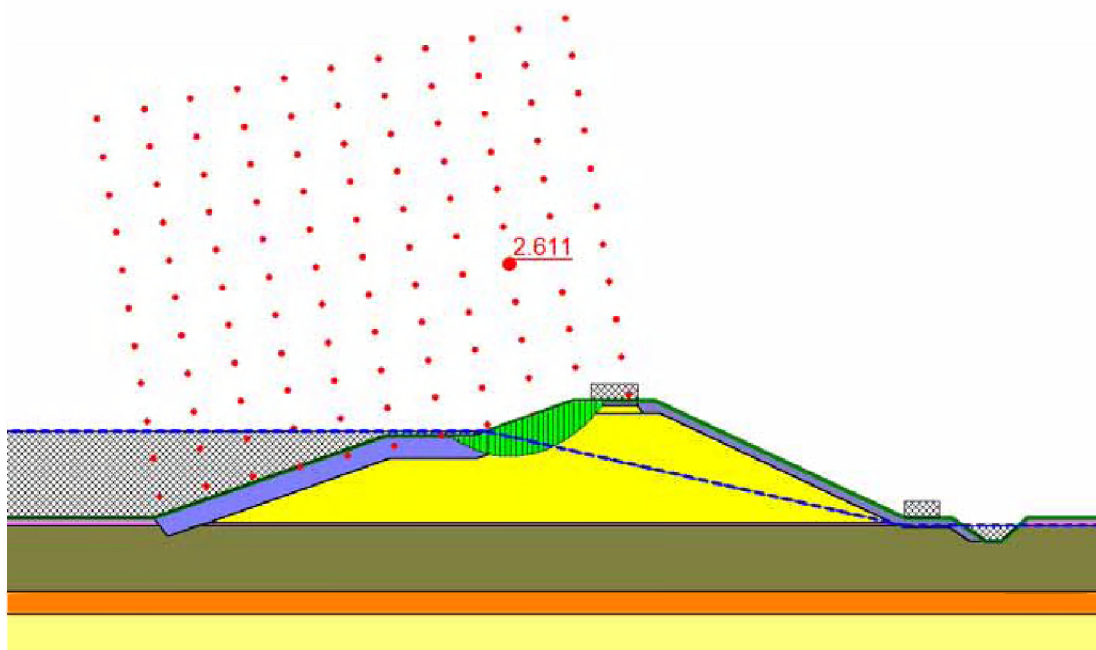
Ter hoogte van de gracht is de afdekkende kleilaag minder dik en moet de veiligheid tegen opbarsten worden nagegaan. De opwaartse waterdruk bedraagt daar 53.0kPa terwijl de stabiliserende druk van de korrels en het water $(1.0 \cdot 10 + 4.0 \cdot 19) = 86.0\text{kPa}$ bedraagt. De veiligheid tegen opbarsten bedraagt $1.62 > 1.2$ ([1]) De afdekkende kleilaag biedt voldoende weerstand tegen opbarsten.

3.3.2 Algemene glijding

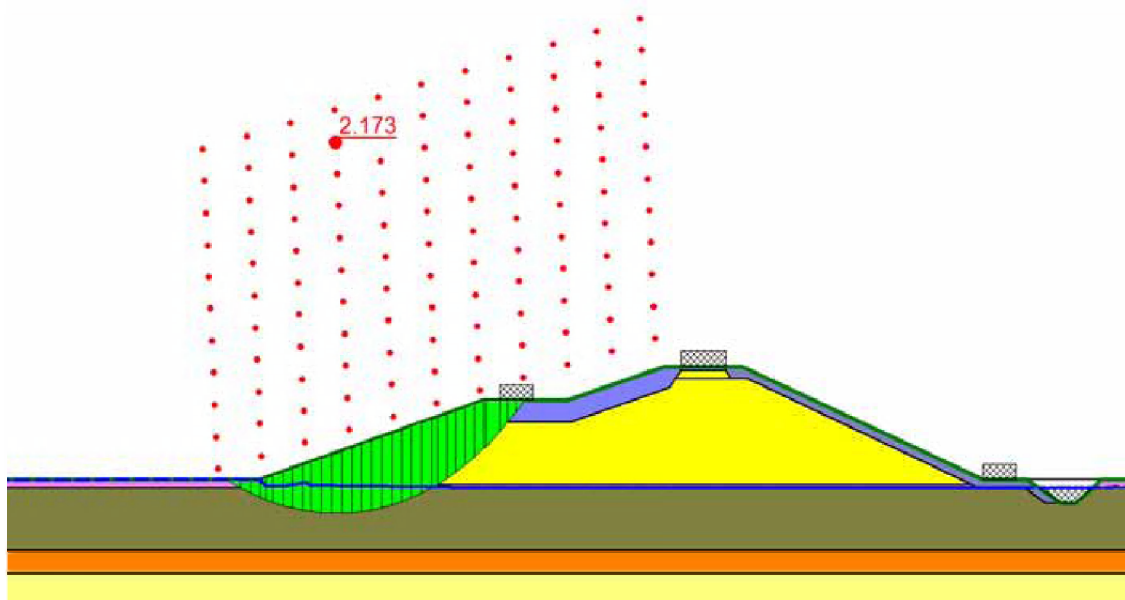
Aan buitendijkse en binnendijkse zijde werden geen problemen vastgesteld.

Tabel 3-5: Veiligheid afschuiven S54

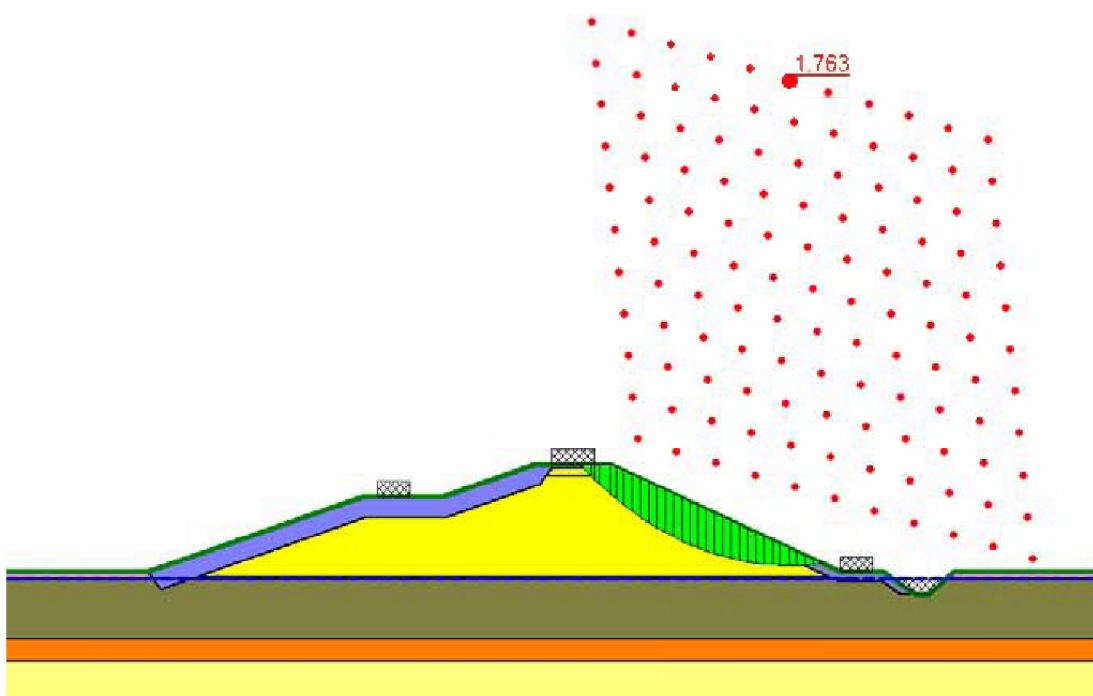
		Stationair FO	Niet-stationair FO
Buitendijks	HW	2.611	2.882
	LW	2.306	2.173
Binnendijks	HW	1.601	1.730
	LW	1.763	1.750



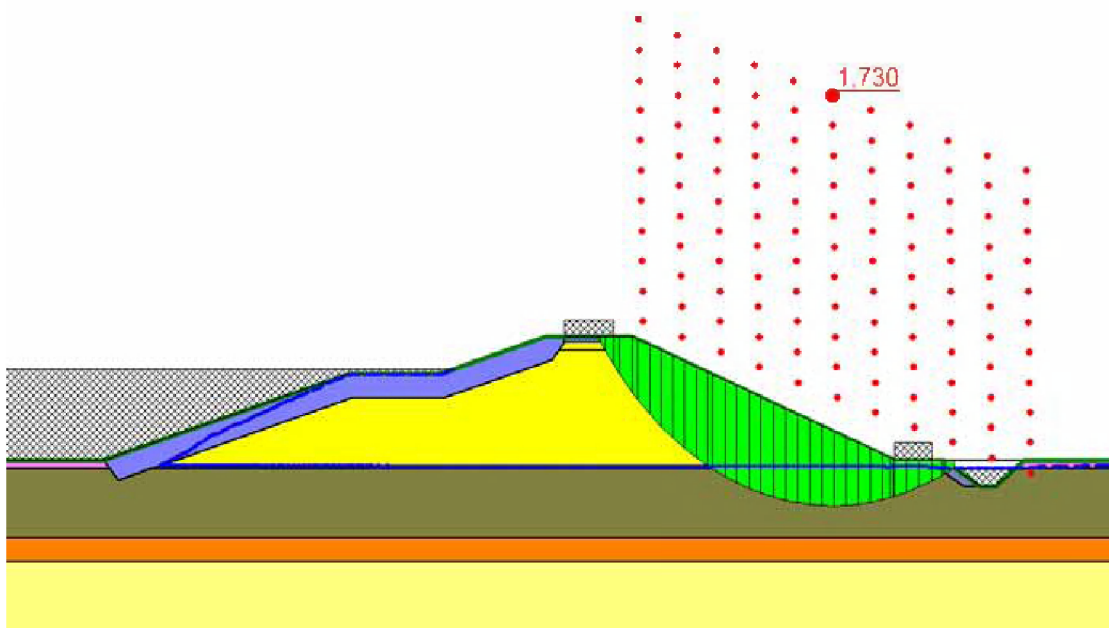
Figuur 3-17: Veiligheid afschuiven buitendijk bij HW, stationair FO (S54)



Figuur 3-18: Veiligheid afschuiven buitendijk bij LW, niet-stationair FO (S54)



Figuur 3-19: Veiligheid afschuiven binnendijk bij LW, stationair FO (S54)



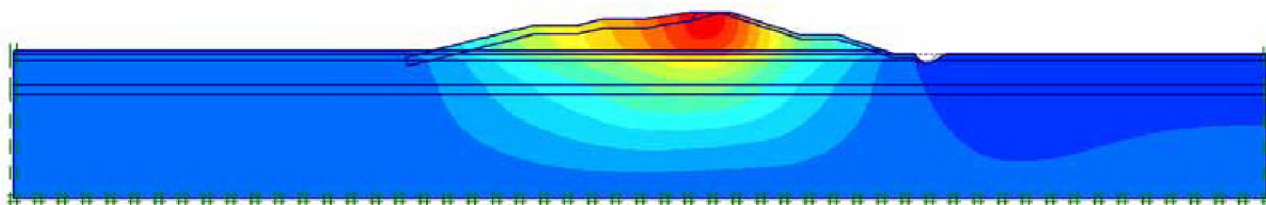
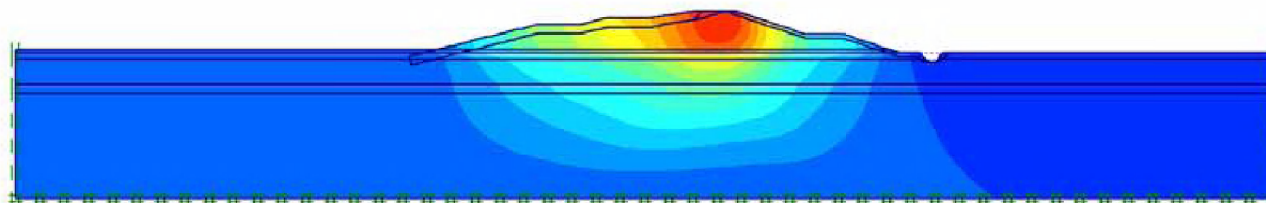
Figuur 3-20: Veiligheid afschuiven binnendijk bij HW, niet-stationair FO (S54)

3.3.3 Zettingen

De zettingen ter plaatse van de kruin van de dijk bedraagt maximaal ca. 26 cm en neemt af naar ca. 0cm aan de teen van de dijk. Tabel 3-6 beschrijft de zettingen ter plaatse van sondering S54. Figuur 3-21 en Figuur 3-22 geven de verticale verplaatsingen ter plaatse van de dijk voor een gedraineerde en een ongedraineerde (geconsolideerde) toestand.

Tabel 3-6: Zettingen dijken op basis van S54

Tpv. sondering	Kruinpeil (mTAW)	F.O. (mTAW)	zettingen	
			(cm) drained	(cm) consol.
S54	+9.65	+2.0	25.4	26.0


Figuur 3-21: Verticale verplaatsingen tpv S54 (kruinpeil +9.65mTAW), gedraineerde toestand

Figuur 3-22: Verticale verplaatsingen tpv S54 (kruinpeil +9.65mTAW), geconsolideerde toestand

4 BESLUIT

Bij geen enkel van de gecontroleerde sondering wordt een instabiliteit ten gevolge van afglijden of interne erosie verwacht. Het ontworpen dijkprofiel voldoet aan de vooropgestelde eisen.

Onderstaande tabel beschrijft de zettingen ter plaatse van de dijk voor het Nederlandse gedeelte van het uitbreidingsgebied van het Zwin ter plaatse van de verschillende sonderingen.

Tabel 4-1: zettingen dijken Nederland

Tpv. sondering	Kruinpeil (mTAW)	F.O. (mTAW)	zettingen	
			(cm) drained	(cm) consol.
S50	+9.35	+2.0	20.8	20.7
S50	+10.05	+2.0	23.3	22.8
S54	+9.65	+2.0	25.4	26.0
S43	+9.35	+2.50	21.0	21.7

De zetting voor de dijk bedraagt 21 à 26 cm. Er wordt voorgesteld deze dijk ter plaatse van de kruin met een overhoogte van 30 cm aan te leggen en dit te laten afnemen naar 0 (nul) naar de teen van de dijk toe. De verticale verplaatsingen voor de gedraineerde berekeningen zijn weergegeven in Figuur 3-13, Figuur 3-14, Figuur 3-21 en Figuur 3-6 en voor de consolidatieberekeningen in Figuur 3-15, Figuur 3-16, Figuur 3-22 en Figuur 3-7.

5 REFERENTIES

- [1] Technum, 2009, 80-51580-203/ON001, Duurzaam behoud en uitbreiding van het Zwin als natuurlijk intergetijdengebied, Ontwerphypothesen
- [2] IMDC, 2009, I/NO/11285/08.278/KRT, Hydraulische ontwerprandvoorwaarden Zwin – Bepaling dijkhoogtes