

# Beheerbibliotheek Walcheren

Beschrijvingen van het kustvak ter  
ondersteuning van het beheer en  
onderhoud van de kust



## **Beheerbibliotheek Walcheren**

**Beschrijvingen van het kustvak ter ondersteuning van het  
beheer en onderhoud van de kust**

Dick Mastbergen  
Kees Nederhoff  
Bert van der Valk  
Maaïke Maarse

11200538-002

**Titel**  
Beheerbibliotheek Walcheren

<b>Opdrachtgever</b> Rijkswaterstaat	<b>Project</b> 11200538-002	<b>Kenmerk</b> 11200538-002-ZKS-0006	<b>Pagina's</b> 117
-----------------------------------------	--------------------------------	-----------------------------------------	------------------------

**Trefwoorden**



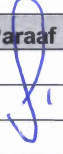


beheerbibliotheek, kustvak Walcheren, morfologische ontwikkeling, beheer en onderhoud kust

**Samenvatting**

Om voor een specifiek kustvak een suppletieprogramma op te stellen, heeft Rijkswaterstaat een goed overzicht van de beschikbare kennis nodig. Voor dat doel wordt, als onderdeel van het project KPP-B&OKust, per kustvak een beheerbibliotheek opgesteld. Bovendien vormt een dergelijk overzicht ook een goede basis voor het opstellen van andere kustadviezen en kustonderzoeken.

De beheerbibliotheek beschrijft de toestand van het kustvak en omvat een beschrijving van de geomorfologische systeemwerking. Verder bevat de beheerbibliotheek een overzicht van het uitgevoerde kustbeheer, met nadruk op de eerder uitgevoerde suppleties, evenals van de waargenomen effecten van dat beheer. Ten slotte wordt in de beheerbibliotheek de informatie over de gebruiksfuncties van de kust samengevat, het gaat daarbij om informatie die relevant is voor het vaststellen van het suppletieprogramma. De beheerbibliotheek is een levend document en resulteert (op termijn) in een handreiking voor suppleren in het betreffende kustvak.

De kennis in de beheerbibliotheek komt voort uit het project KPP-B&O Kust, maar ook uit eerder uitgevoerde andere kustprojecten en uit wetenschappelijk onderzoek.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	dec. 2017	Dick Mastbergen		Bert van der Valk		Frank Hoozemans	
		Kees Nederhoff		Edwin Elias			
		Maike Maarse					

**Status**  
definitief

## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Kustonderhoud en -onderzoek	1
1.2	Waarom een beheerbibliotheek?	1
1.3	Wat staat er in een beheerbibliotheek?	1
1.4	Kustviewer	2
1.5	Leeswijzer voor de beheerbibliotheek Walcheren	2
<b>2</b>	<b>Beleid: dynamische kustlijnhandhaving</b>	<b>3</b>
2.1	Achtergrond kustbeleid dynamisch handhaven	3
2.2	Vaststelling Basiskustlijn	4
2.2.1	Definitie Momentane Kustlijn, Te Toetsen Kustlijn en Basiskustlijn	4
2.2.2	Landelijke vaststelling Basiskustlijn 1990	6
2.2.3	Afspraken voor het kustvak Walcheren	7
2.3	Landelijke herzieningen Basiskustlijn	8
2.3.1	Landelijke herziening 2001	8
2.3.2	Landelijke herziening 2012	9
2.4	Herzieningen en regionale afspraken voor het kustvak Walcheren	9
2.4.1	Herziening en afspraken 2001	9
2.4.2	Herzieningen en afspraken 2012	10
<b>3</b>	<b>Beschrijving van het grootschalig morfologisch systeem</b>	<b>11</b>
3.1	Paleogeografische ontwikkeling van het gebied Walcheren-Schouwen	11
3.1.1	Regionaal	11
3.1.2	Ontwikkeling Voordelta	12
3.2	Algemene gebiedsbeschrijving van het kustvak Walcheren	13
3.2.1	Historische ontwikkelingen in het studiegebied	13
3.2.2	De Deltawerken (Elias et al, 2016)	15
3.2.3	Huidige configuratie van geulen en platen	16
3.3	Grootschalige morfologie	18
3.3.1	Overzicht van de ontwikkelingen in het kustvak	18
3.3.2	De Voordelta, een aaneengesloten systeem van buitendelta's van de (voormalige) zeearmen in Zuidwest Nederland (Lazar et al, 2017)	20
3.3.3	De Oosterschelde buitendelta (Elias et al, 2016)	21
3.3.4	De Westerschelde buitendelta (Elias et al, 2016)	24
3.3.5	'Horizontale' zandgolven	26
3.3.6	Zandgolven loodrecht op de kust	28
3.3.7	Ontwikkeling zandvolumes buitendelta (Elias et al, 2016)	30
<b>4</b>	<b>Kustlijnhandhaving en ontwikkeling vooroever</b>	<b>32</b>
4.1	Samenvatting van de Kustlijnkaarten	32
4.2	Suppletieoverzicht	33
4.2.1	Uitgevoerde suppleties	33
4.2.2	Evaluatie geulwandsuppleties Oostgat	41
4.2.3	Evaluatie vooroeversuppletie Westkapelle	45
4.3	Detailontwikkeling vooroever	49
4.3.1	Noord-Beveland (Deelgebied I)	49
4.3.2	Veerse Gatdam en Oranjezon (Deelgebied II)	50

4.3.3	Oranjezon tot Oostkapelle (Deelgebied III)	51
4.3.4	Oostkapelle tot Westkapelle (Deelgebied IV)	58
4.3.5	Westkapelle tot Zoutelande (Deelgebied V)	64
4.3.6	Zoutelande tot Vlissingen (Deelgebied VI)	71
4.4	Dynamiek van de zeeleep (Arens, 2013)	76
4.4.1	Algemene beschrijving situatie 1988 en 2011	77
4.4.2	Beschrijving situatie 1988 en 2011 per deelgebied	80
<b>5</b>	<b>Kustverdediging en primaire waterkering</b>	<b>95</b>
5.1	Harde kustverdediging kustvak Walcheren	95
5.1.1	Overzicht verdedigingswerken	95
5.1.2	Strandhoofden (uit Lazar et al, 2017)	97
5.1.3	Paalschermen (Verhagen en Van Rossum, 1989)	98
5.2	Primaire waterkering dijkkringgebied Walcheren	99
5.3	Toetsing primaire waterkering	100
5.3.1	Eerste toetsronde: 1996-2001	102
5.3.2	Tweede toetsronde: 2001-2006	102
5.3.3	Derde toetsronde: 2006-2011	102
<b>6</b>	<b>Gebruiksfuncties</b>	<b>103</b>
6.1	Recreatie Noordzeekust (Decisio, 2011)	103
6.1.1	Economische waarde	103
6.1.2	Uitleg over de Recreatiebasiskustlijn en de werkwijze vaststellen recreatiestranden	104
6.1.3	Strandrecreatie Zeeland (Tabel 6.3)	105
6.2	Natuur	109
6.2.1	Natuurwetgeving	109
6.2.2	Habitatkarakteristieken	110
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>112</b>
<b>Bijlage(n)</b>		
<b>A</b>	<b>Teksten uit Kustlijnkaartenboeken voor kustvak 16, Walcheren</b>	<b>A-1</b>
A.1	Algemene opmerkingen uit de Kustlijnkaartenboeken	A-1
A.2	Kustlijnontwikkeling Walcheren, kustvak 16 (kaarten 6 t/m 3)	A-2
<b>B</b>	<b>Suppletieoverzicht Kustvak Walcheren (1952-2016)</b>	<b>B-1</b>
<b>C</b>	<b>Kustlijnindicatoren Kustvak Walcheren (1995-2015)</b>	<b>C-1</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Kustonderhoud en -onderzoek

Rijkswaterstaat is verantwoordelijk voor het onderhoud van onze kust. Daarvoor wordt de zandvoorraad op het strand en op de zeebodem vlak voor de kust regelmatig waar nodig aangevuld door middel van zandsuppleties en daardoor wordt erosie van de kustlijn gecompenseerd. Het zand draagt bij aan de bescherming van Nederland tegen de zee en het behoud van de kustlijn. Op dit moment wordt gemiddeld 12 miljoen kubieke meter zand per jaar gesuppleerd. Hoeveel zand er precies nodig is en op welke plaatsen en tijdstippen het zand het best kan worden neergelegd (de suppletiepraktijk), baseert Rijkswaterstaat op de jaarlijkse toetsing van de kustmetingen en op kennis over het kuststelsel.

In de loop der jaren zijn er vele studies afgerond en is er veel kennis over het kuststelsel ontwikkeld. Toch komen er voortdurend nieuwe onderzoeksvragen naar voren, bijvoorbeeld of zandsuppleties nog efficiënter en duurzamer kunnen worden uitgevoerd. Tevens is er nog geen eenduidig beeld van de effecten van suppleties op de ecologie van de kust en wordt hiertoe meerjarig onderzoek uitgevoerd. Om de kennis over het kuststelsel uit te breiden en te verspreiden voert Deltares in opdracht van Rijkswaterstaat kustonderzoek uit (project KPP-B&O Kust), in nauwe samenwerking met andere onderzoeksinstituten en met Rijkswaterstaat. Nieuwe inzichten die uit het onderzoek voortkomen, kunnen ertoe leiden dat de suppletiepraktijk wordt aangepast. Deze interactie tussen kustbeleid, kustbeheer en kustonderzoek, draagt er aan bij dat acute veiligheidsproblemen langs de kust zoveel mogelijk kunnen worden beperkt.

## 1.2 Waarom een beheerbibliotheek?

Om voor een specifiek kustvak een suppletieprogramma op te stellen, heeft Rijkswaterstaat een goed overzicht van de beschikbare kennis nodig. Voor dat doel wordt, als onderdeel van het project KPP-B&OKust, per kustvak een Rijkswaterstaat beheerbibliotheek opgesteld. Een dergelijk overzicht maakt kennis niet alleen praktisch toepasbaar voor het opstellen van een suppletieprogramma, maar vormt ook een goede basis voor het opstellen van andere kustadviezen en kustonderzoeken.

## 1.3 Wat staat er in een beheerbibliotheek?

De beheerbibliotheek beschrijft de toestand van het kustvak en omvat een beschrijving van de geomorfologische systeemwerking. Verder bevat de beheerbibliotheek een overzicht van het uitgevoerde kustbeheer, met nadruk op de eerder uitgevoerde suppleties, evenals van de waargenomen effecten van dat beheer. Tenslotte wordt in de beheerbibliotheek de informatie over de gebruiksfuncties van de kust samengevat, het gaat daarbij om informatie die relevant is voor het vaststellen van het suppletieprogramma. De beheerbibliotheek is een levend document en resulteert (op termijn) in een handreiking voor suppleren in het betreffende kustvak.

Doelstelling van deze tweede versie van de beheerbibliotheek is 1) een overzicht geven van de huidige kennis over het gebied en het delen van deze kennis, 2) op basis van deze huidige kennis mogelijk aanbevelingen geven met betrekking tot het kustonderhoud, en 3) aangeven tegen welke kennisleemten we nog aanlopen bij het opstellen van adviezen met betrekking tot kustonderhoud.

De kennis in de beheerbibliotheek komt voort uit het project KPP-B&O Kust, maar ook uit eerder uitgevoerde andere kustprojecten en uit wetenschappelijk onderzoek. Tevens wordt opgedane ervaring en kennis uit uitvoering meegenomen in de beheerbibliotheek.

De voorliggende beheerbibliotheek Walcheren betreft een update van de eerste versie, zie Vermaas en Bruens (2013). Belangrijke delen van de tekst zijn uit dit document overgenomen, daarnaast zijn tekst, figuren en tabellen geactualiseerd (hoofdstukken 3, 4 en paragrafen 5.1, 5.2 en 6.2) of toegevoegd (paragraaf 3.1). Paragraaf 4.4 (Arens 2013) is nog niet geactualiseerd, evenals paragraaf 6.1 (Decisio, 2011).

#### **1.4 Kustviewer**

Aanvullend op de beheerbibliotheek heeft Deltares samen met Rijkswaterstaat een Kustviewer ontwikkeld met een achterliggende database van kustdata. Deze biedt op eenvoudige manier inzicht in de ontwikkeling van de kust. In aanvulling op de figuren in de beheerbibliotheek kan de lezer de ontwikkeling van de kust bekijken via een KML bestand te downloaden via: <http://kml.deltares.nl/kml/rijkswaterstaat/kustviewer/>. Een KML-bestand kan worden weergegeven via Google Earth of Google Maps.

#### **1.5 Leeswijzer voor de beheerbibliotheek Walcheren**

In het eerstvolgende hoofdstuk (Hoofdstuk 2) wordt de achtergrond van het kustbeleid uitgelegd. Hierin staat een beschrijving van de totstandkoming van de Basiskustlijn, landelijke herzieningen die hebben plaatsgevonden en welke regionale afspraken er vervolgens zijn gemaakt.

In Hoofdstuk 3 wordt een beschrijving gegeven van het grootschalige morfologische systeem.

Hoofdstuk 4 beschrijft de kustlijnhandhaving en ontwikkeling van de vooroever, door een overzicht te geven van het uitgevoerde beheer en de detailontwikkeling van de vooroever.

Een overzicht van de huidige en de historische kustverdediging en de primaire waterkering is gegeven in Hoofdstuk 5.

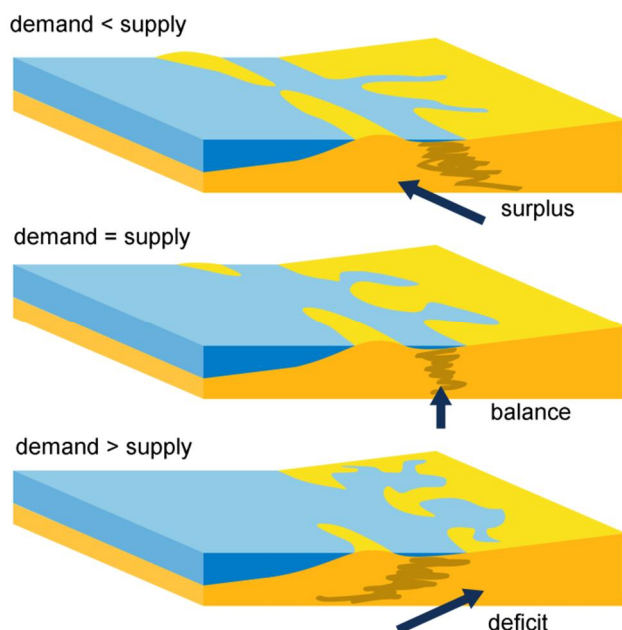
In Hoofdstuk 6 wordt een overzicht gegeven van de gebruiksfuncties van de kust. Vooralnog betreft dit een uitwerking van de strandrecreatie en een uitwerking van de natuur en bijbehorende wetgeving en natuurbeleving. In de toekomst zou dit verder kunnen worden uitgebreid, bijvoorbeeld met informatie over grondstoffenwinning (drinkwater).

## 2 Beleid: dynamische kustlijnhandhaving

Sinds 1990 is er sprake van het *dynamisch handhaven van de Nederlandse kust* en geldt het principe 'zacht (suppleties) waar het kan en hard waar het moet'. Bij de implementatie van dit beleid is er een zogenaamde *Basiskustlijn* (BKL) vastgesteld die als referentielijn voor de positie van de kustlijn wordt gehanteerd. In de volgende sub-paragrafen wordt een toelichting gegeven over de achtergrond van dit kustbeleid (paragraaf 2.1), welke keuzes gemaakt zijn bij het vaststellen van de Basiskustlijn in Walcheren en welke aanvullende afspraken over het handhaven van deze Basiskustlijn zijn gemaakt voor het kustvak (paragraaf 2.2). Informatie over de landelijke herziening van de kustlijn in 2001 en 2012 is te vinden in paragraaf 2.3 en de gevolgen hiervan voor het kustvak Walcheren zijn beschreven in paragraaf 2.4.

### 2.1 Achtergrond kustbeleid dynamisch handhaven

*Kusterosie* - Hoewel er op kleine tijd- en ruimteschaal sprake is van afwisseling tussen kustopbouw en kustafbraak, vertoont de Nederlandse kust gemiddeld genomen al duizenden jaren een eroderende trend. Dit wordt veroorzaakt doordat er sprake is van een grote zandvraag, terwijl er slechts een gering zandaanbod is (Figuur 2.1). De grote zandvraag is het gevolg van een stijgende zeespiegel en van grootschalige ingrepen in de getijbekkens. Het geringe aanbod wordt veroorzaakt doordat de aanvoer van zand vanaf de diepere Noordzee bodem vrijwel tot nul is gereduceerd en de rivieren eveneens al lange tijd nauwelijks meer zand naar de kustzone transporteren.



Figuur 2.1 Samenspel van vraag (demand) en aanbod (supply) van sediment. Een tekort (deficit) van sediment zal uiteindelijk leiden tot erosie en landwaartse terugtrekking van de kust. (Naar: Nichols, 1989, aangepast door RWS).

*Dynamische kusthandhaving* - In 1990 besloot de regering dat het afgelopen moest zijn met de structurele erosie van de kust; de duinen langs de kust moesten behouden blijven om duurzaam de veiligheid en het behoud van functies te garanderen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990). Sindsdien wordt het structurele zandverlies aangevuld met suppleties. Het gesuppleerde zand wordt door stroming, wind en golven over het kuststelsel verspreid.



*Basiskustlijn* - Om te bepalen waar het zand gesuppleerd moet worden, is in 1990 de 'Basiskustlijn' als referentie gedefinieerd, met als doel het signaleren van structurele erosie. Elk jaar wordt getoetst waar de kustlijn zich ten opzichte van deze Basiskustlijn bevindt. Als de Basiskustlijn structureel overschreden dreigt te worden, wordt het zandverlies met suppleties aangevuld. Het benodigde jaarlijkse suppletievolume om de Basiskustlijn te handhaven werd in 1990 vastgesteld op 6 miljoen kubieke meter zand.

*Kustfundament* - In de jaren na 1990 groeide het inzicht dat er niet alleen structurele erosie optrad in de ondiepe kustzone rondom de Basiskustlijn, maar ook in dieper water (Mulder, 2000). Het structurele zandverlies in deze zone zou op termijn kunnen leiden tot een toename van de zandverliezen in de ondiepe kustzone. De benodigde inspanning voor het handhaven van de Basiskustlijn zou daardoor in de toekomst aanzienlijk groter worden. Daarom besloot de regering in 2001 dat het voor een duurzame handhaving van veiligheid en functies in het duingebied nodig was om het zandverlies in het gehele kustfundament te compenseren. Het kustfundament loopt van de binnenduinrand tot aan de doorgaande -20m NAP dieptelijn; het actieve zandvolume in dit hele kustfundament moet meegroeien met de zeespiegel. Het landelijke suppletievolume is daartoe verhoogd van 6 tot 12 miljoen kubieke meter zand per jaar. Het handhaven van de Basiskustlijn staat nog steeds voorop bij de verdeling van het suppletiezand.

*Herziening Basiskustlijn* - Om ervoor te zorgen dat de Basiskustlijn overeen blijft komen met de gewenste kustlijn, is de Basiskustlijn sinds 1990 herzien (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012, Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003). In de nieuwe Waterwet en het Nationaal Waterplan is, net als in de voorgaande Wet op de Waterkering, de noodzaak voor een terugkerende herziening van de Basiskustlijn vastgelegd.

## 2.2 Vaststelling Basiskustlijn

In deze paragraaf worden de gemaakte keuzes en argumenten achter de huidige Basiskustlijn beschreven. Eerst wordt de (landelijke) hoofdlijn met betrekking tot het vaststellen en herzien van de Basiskustlijn toegelicht voor de periode 1990 tot 2012 (in dit jaar vond de laatste herziening plaats). Vervolgens wordt de huidige Basiskustlijn en de gehanteerde argumenten voor specifiek het kustvak Walcheren uitgewerkt.

De teksten in de volgende sub-paragrafen zijn gebaseerd op de volgende documenten:

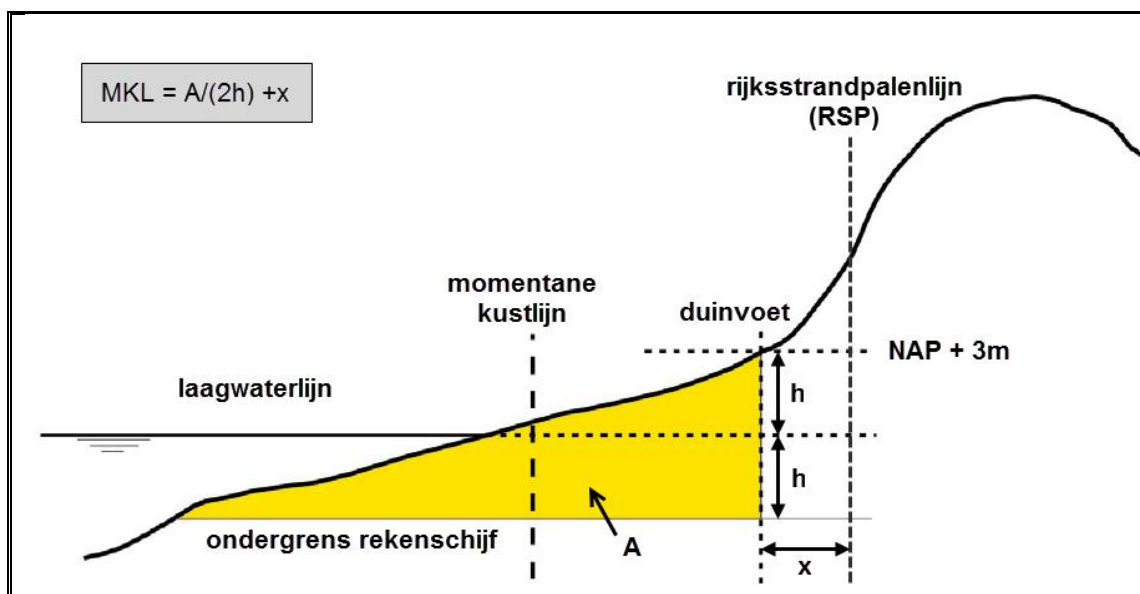
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1990),
- Hillen et al (1991),
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1993),
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2003),
- Bruens et al (2012),
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012).

### 2.2.1 Definitie Momentane Kustlijn, Te Toetsen Kustlijn en Basiskustlijn

De ligging van de laagwaterlijn kent een grote fluctuatie in ruimte en tijd. De laagwaterlijn is dan ook niet geschikt als referentielijn voor het bestrijden van structurele erosie. Bij het laatste wordt, per definitie, niet gekeken naar een momentopname, maar naar een trend over een langere periode. Uitgaande van een tijdschors van zo'n 10 jaren is hieraan, bij de definitie van een referentiekustlijn, op twee manieren een uitwerking gegeven.

Allereerst is een ruimteschaal gekozen, passend bij de tijdschaal. Vandaar dat in 1990 is besloten de kustlijnligging af te leiden uit het zandvolume in een rekenschijf rondom de laagwaterlijn. Op deze wijze worden de fluctuaties in de *tijd* beperkt, terwijl vormfluctuaties in het profiel mogelijk blijven; gesproken wordt dan ook van dynamisch

handhaven van de kustlijn. De methode om in afzonderlijke jaren, deze 'Momentane Kustlijn' te bepalen staat in Figuur 2.2 en wordt uitgebreid toegelicht in de nota *De Basiskustlijn, een technisch morfologische uitwerking* (Hillen et al, 1991).

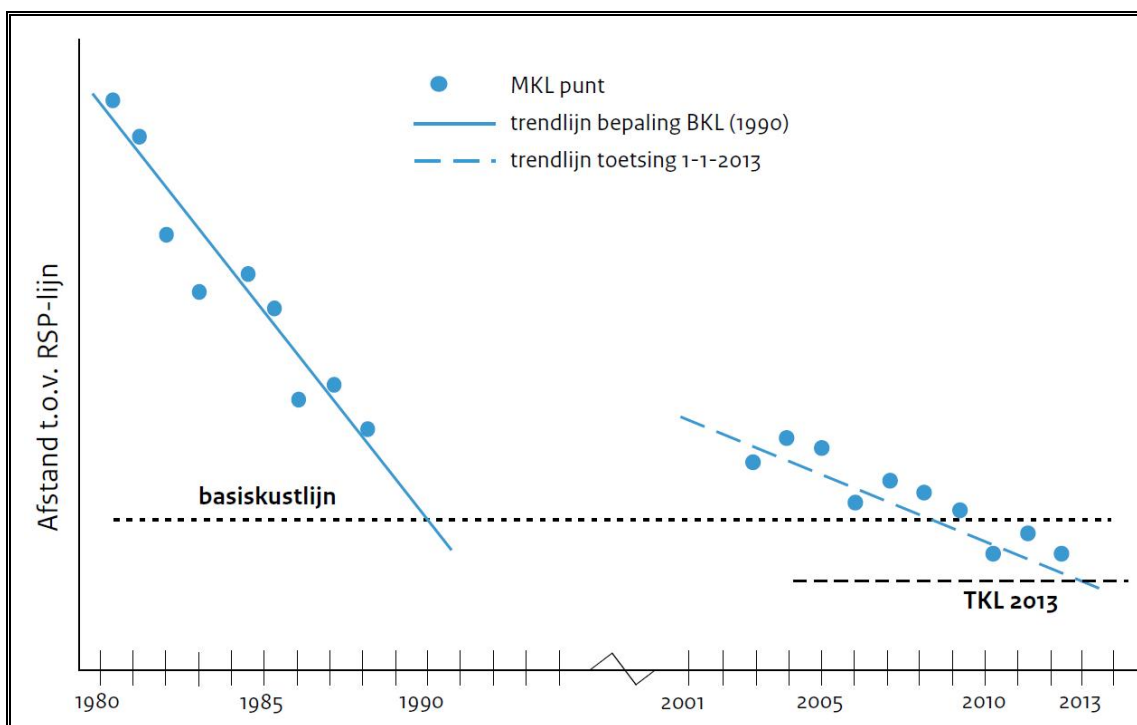


Figuur 2.2 Methode om de Momentane Kustlijn (MKL) af te leiden uit het gemeten kustprofiel. Eerst wordt het zandvolume (oppervlak A) bepaald in de zogenaamde rekenschijf tussen duinvoet (doorgaans NAP + 3m NAP) en een ondergrens (even ver beneden gemiddeld laagwater als de duinvoet boven gemiddeld laagwater (h)). Vervolgens wordt de Momentane Kustlijn bepaald door het oppervlak te delen door de hoogte van de rekenschijf (2h). Om de Momentane Kustlijn uit te drukken in meters ten opzichte van Rijksstrandpalenlijn (RSP), moet hier de horizontale afstand van de duinvoet tot RSP (x) nog bij worden opgeteld (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).

Vervolgens is geconstateerd dat ook de Momentane Kustlijnligging (MKL) in een bepaald jaar slechts een momentopname weergeeft; als gevolg van een (lokaal) recent opgetreden conditie kan deze niet in overeenstemming zijn met de trend in de voorgaande periode<sup>1</sup>. Om die reden is als norm niet gekozen voor het handhaven van de Momentane Kustlijn in 1990, maar voor het handhaven van een 'Basiskustlijn' (BKL) die is afgeleid uit de trend van de voorgaande 10 jaren (1980-1989).

Ieder jaar wordt getoetst of deze Basiskustlijn, de norm, wordt overschreden. Daartoe wordt gekeken naar de ligging van de jaarlijkse 'te Toetsen Kustlijn' (TKL), ten opzichte van de Basiskustlijn. Ook de jaarlijkse Te Toetsen Kustlijn wordt afgeleid uit de trend in de Momentane Kustlijn uit voorgaande jaren (meestal 10 jaar). De methode om de Basiskustlijn en de Te Toetsen Kustlijn uit de trend te bepalen staat weergegeven in Figuur 2.3.

1. Een voorbeeld is de Momentane Kustlijn in 1990. Door het optreden van de zogenaamde 'crocusstormen,' die mede aanleiding waren voor het invoeren van het dynamisch handhaven, lag de kustlijn in dit jaar niet op een 'representatieve' locatie.



Figuur 2.3 De Basiskustlijn (BKL) en de jaarlijkse Te Toetsen Kustlijn (TKL) worden afgeleid uit de trend in de Momentane Kustlijn (MKL) uit de voorgaande jaren (Rijkswaterstaat, 2012).

### 2.2.2 Landelijke vaststelling Basiskustlijn 1990

Voor de meeste delen van de Nederlandse kust leidt toepassing van de beschreven methodiek tot een goede norm. Voor een aantal locaties langs de Nederlandse kust is in 1990, bij het vaststellen van de Basiskustlijn, geconstateerd dat het wenselijk is om af te wijken van de standaardmethode uit Figuur 2.2 en Figuur 2.3. De belangrijkste afwijkingen zijn (Hillen et al, 1991):

- Afwijking in de rekenschijf (als de ondergrens het profiel niet snijdt, wordt de rekenschijf eerder 'afgekapt'). Schematische voorbeelden staan gegeven in Hillen et al (1991).
- Indien de boven- en ondergrens meerdere snijpunten met het profiel hebben, wordt het meest zeewaartse snijpunt als grens gekozen.
- In geval van een getijgeul wordt echter het landwaartse snijpunt als grens gekozen.
- Indien er sprake is van een trendbreuk in de kustontwikkeling wordt de trendperiode daarop aangepast. Dit wordt onder andere toegepast na het uitvoeren van een suppletie.

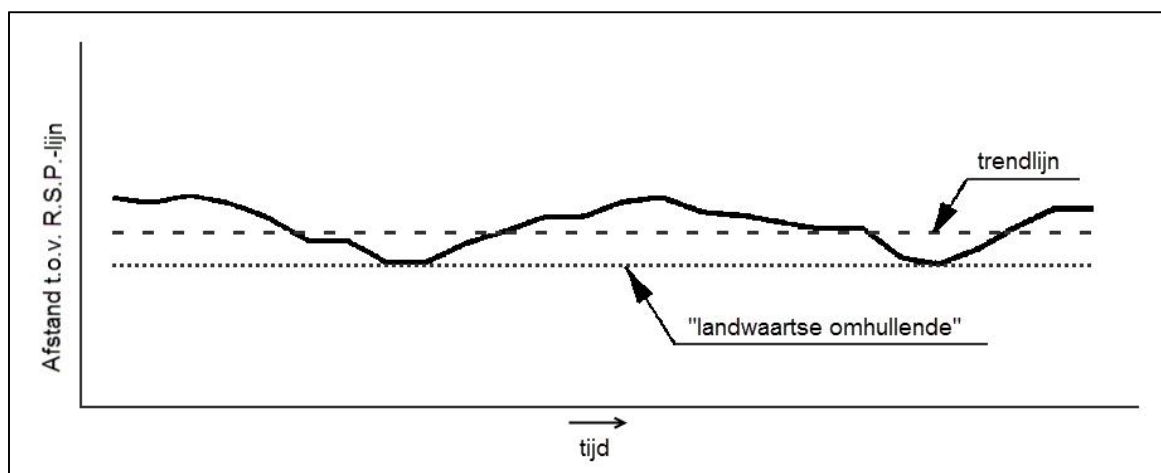
Daarnaast bleek dat het voor een aantal locaties wenselijk is om de volgens de standaard methode berekende Basiskustlijn niet als norm te hanteren, maar om ofwel geen Basiskustlijn vast te leggen, of de volgens de standaard berekende Basiskustlijn te verleggen op basis van morfologische argumenten. In 1990 is door Rijkswaterstaat een voorstel opgesteld met betrekking tot de vakken waarin de berekende Basiskustlijn moet worden vastgehouden, verlegd, of geen Basiskustlijn moet worden vastgelegd (Hillen et al, 1991). Voorgesteld werd om in geval van fluctuaties als gevolg van zandbanken, de 'omhullende' als Basiskustlijn te kiezen (Figuur 2.4). Het niet vastleggen van een Basiskustlijn werd voorgesteld voor de uiteinden van de Waddeneilanden: zo kan meer ruimte aan de natuurlijke processen worden gegeven.

Samengevat luidt het voorstel voor verlegging van de Basiskustlijn (Hillen et al, 1991):

De Basiskustlijn, zoals berekend volgens de standaardmethode, is niet overal morfologisch de meest logische kustlijn om te handhaven. Er wordt voorgesteld om op

basis van de volgende morfologisch argumenten de berekende Basiskustlijn te verleggen:

- I. Zandbanken die zorgen voor een (korte (<10 jaar)) fluctuatie in kustlijnligging.
- II. Zandgolven die zorgen voor een (lange (>10 jaar)) fluctuatie in kustlijnligging.
- III. Aanwezigheid kans dat een positieve trend omslaat naar een negatieve trend en aanwezigheid van extreem breed strand.



Figuur 2.4 Eén van de argumenten om de Basiskustlijn zeewaarts vast te stellen ten opzichte van de afgeleide trend 1980-1989 was het voorkomen van 'korte' fluctuaties zoals door verschuivende zandbanken: "Indien de belangen op het strand en in de duinen het toelaten kan worden overwogen de Basiskustlijn in landwaartse richting te verleggen. De landwaartse omhullende lijkt daarvoor een zinvolle maatstaf" (Hillen et al, 1991).

De voorstellen van Rijkswaterstaat betroffen voorstellen op louter morfologische gronden. In 1992 brachten de Provinciale Overleggen Kust (POK) hun advies uit over het voorstel. Bij het beoordelen van het voorstel hebben zij rekening gehouden met het waterkering belang en andere belangen zoals natuur, recreatie, bebouwing en drinkwaterwinning. Voor 90% van de gevallen is het voorstel van Rijkswaterstaat overgenomen. Vervolgens gaf Rijkswaterstaat in 1993 aan hoe zij met het advies van de Provinciale Overleggen Kust om zullen gaan (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993). Op basis van deze rapportage van Rijkswaterstaat is uiteindelijk de Basiskustlijn door de staatssecretaris vastgesteld<sup>2</sup>.

### 2.2.3 Afspraken voor het kustvak Walcheren

Voor Walcheren werd alleen tussen raai 620 en 880 (Breezand) overwogen om de Basiskustlijn te verleggen, op grond van argumenten II en III (paragraaf 2.2.2).

Het advies van het POK, en de reactie van Rijkswaterstaat luidde voor Walcheren (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993):

- Veiligheid  
Voor het behalen van de deltaveiligheid stelt het POK-Zeeland voor om op een aantal locaties de Basiskustlijn meer zeewaarts te verplaatsen. Voor Walcheren betreffen dit 6 raaien bij Domburg (Noordwest-Walcheren) en 7 raaien op Zuidwest-Walcheren. *Rijkswaterstaat stemt hiermee in.* Verder ziet Zeeland graag het criterium Duinvoet toegevoegd aan de toetsingsprocedure. Dit wordt niet gehonoreerd.

2. Inmiddels is het dan 1994, in de periode 1990-1994 wordt de initieel door Rijkswaterstaat voorgestelde Basiskustlijn gehanteerd.

- **Natuur en Natuurlijke dynamiek:**  
Voor één raai bij Breezand stelt het POK-Zeeland een minder vergaande verlegging dan in Basiskustlijn-1 voor. Voor drie raaien tussen Breezand en de aansluiting op de Veerse Dam stelt het POK een landwaartse verlegging van de Basiskustlijn voor. *Rijkswaterstaat neemt dit advies over.*
- **Trendbreuk:**  
Vanwege de aanleg van de stormvloedkering, stelt POK-Zeeland voor om bij Noord-Beveland de rekenperiode aan te passen, waardoor de Basiskustlijn meer zeewaarts komt te liggen. *Rijkswaterstaat stemt hiermee in.*
- **Afsluitdammen:**  
Op grond van recreatieve belangen, adviseert het POK-Zeeland om voor de Veerse Dam een Basiskustlijn, zoals berekend voor Basiskustlijn-1, te hanteren. *Rijkswaterstaat neemt dit advies niet over, maar besluit de stabiliteit van de dam als criterium te kiezen.*

## 2.3 Landelijke herzieningen Basiskustlijn

### 2.3.1 Landelijke herziening 2001

In de nota Kustbalans 1995, de tweede Kustnota, werd geconstateerd dat de ligging van de Basiskustlijn niet overal optimaal is. De toetsing van de Basiskustlijn geeft vaak weliswaar eenduidige en uniforme informatie ten behoeve van de planning van maatregelen (doorgaans suppleties), maar de POK's vragen zich af of de doelstelling van veerkracht en dynamiek daarbij voldoende ruimte krijgt. Dit vormt de aanleiding om de POK advies uit te laten brengen met betrekking tot verdere optimalisatie van de Basiskustlijn. Rijkswaterstaat heeft deze adviezen vervolgens samengevat, geanalyseerd en beoordeeld tegen de achtergrond van het kusthandhavingsbeleid. De resultaten hiervan zijn hieronder samengevat (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003).

Ervaringen met suppleties hebben aangetoond dat met strand- en duinsuppleties het waterkerend vermogen van de duinen kan worden verbeterd en efficiënt kan worden gehandhaafd. Dit is vooral van belang op locaties waar het duin zich niet in landwaartse richting kan verplaatsen (als gevolg van duinvoetverdediging, achterliggende bebouwing en/of dijken). Ook de natuur heeft baat bij zandsuppleties: duinareaal neemt sneller toe en er ontstaan meer mogelijkheden om de natuur zijn gang te laten gaan. Beheerders staan meer en meer open voor natuurlijker beheer van de duinenkust (minder onderhoud, toestaan van verstuingen en zelfs doorbreken van de zeereep, zolang de veiligheid niet in het geding is).

Er wordt geconstateerd dat er verschillen bestaan in de relatie 'ligging van de Basiskustlijn' en 'veiligheid'. Bij een zeer smalle waterkering en bij bebouwing in de afslagzone<sup>3</sup> zal snel sprake zijn van een knelpunt met veiligheid: de Basiskustlijn heeft hier een *interventiefunctie*. In andere situaties zijn fluctuaties juist nodig voor het behoud van waarden en functies en zijn ze ook toelaatbaar: de Basiskustlijn heeft hier een *signaleringsfunctie*.

#### *Afweging Rijkswaterstaat*

De adviezen van de POK's van de verschillende provincies leveren een divers beeld. Enerzijds door morfologische verschillen, anderzijds door verschillende visies op de functie van de Basiskustlijn (interventie versus signalering). Daarnaast speelt mee dat het advies het resultaat is van het samenspel van verschillende actoren met uiteenlopende belangen. De POK's hechten grote waarden aan het regionale maatwerk. Om de

<sup>3</sup> Afslagzone is de zone van het duin die tijdens stormvloed kan afslaan.

volgende redenen is er momenteel nog geen aanleiding om te streven naar een landelijke uniformiteit:

- Positief beeld uit de evaluatie van 10 jaar dynamisch handhaven,
- Eenduidigheid van de reken technische bepaling van de Basiskustlijn,
- Geen significante verandering van suppletiebehoefte bij doorvoering van alle voorgestelde aanpassingen van de Basiskustlijn.

Rijkswaterstaat stemt in met het voorstel van de POK's om niet te streven naar landelijke uniformiteit en weegt de voorstellen van het POK af. In het licht van toekomstige ontwikkelingen (zwakke schakels, kustplaatsen) zal tevens worden gezien of ten behoeve van de transparantie van beleid en uitvoering moet worden gestreefd naar een harmonisatie van het kusthandhavingsbeleid of dat de huidige regionale verschillen het logisch gevolg zijn van de geografische en morfologische verschillen.

### 2.3.2 Landelijke herziening 2012

In 2012 is de Basiskustlijn opnieuw herzien. Voor het ministerie van Infrastructuur en Milieu waren er in 2009 twee concrete aanleidingen voor het herzien van de Basiskustlijn:

1. Benodigde aanpassing vanwege het onderhoud van de zandige zeewaartse versterkingen: Op een aantal plaatsen is de kust zeewaarts versterkt. Zonder aanpassing van de Basiskustlijn zouden deze versterkingen niet worden onderhouden en eroderen.
2. Benodigde aanpassing vanwege een te ver zeewaarts vastgestelde Basiskustlijn: Op een aantal plaatsen is de Basiskustlijn vastgelegd op een zeewaartse positie die moeilijk is te handhaven. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu hanteert voor deze locaties de volgende beschrijving: *“Op een aantal locaties langs de kust sluit de ligging van de Basiskustlijn niet aan bij de natuurlijke, reële ligging van de kust”*.

## 2.4 Herzieningen en regionale afspraken voor het kustvak Walcheren

### 2.4.1 Herziening en afspraken 2001

In Zeeland is een technische en bestuurlijke evaluatie van de Landelijk Herziening van 2001 van de Basiskustlijn (paragraaf 2.3.1) uitgevoerd. Hierbij zijn technische aanvullingen gegeven en afwijkingen op de standaard Basiskustlijn-bepaling tegen het licht gehouden. Bij de nieuwe berekeningen is rekening gehouden met verschillende morfologische aspecten. Bovendien is gerekend met herziene (lagere) basispeilen. Ten slotte is er een bestuurlijke afweging gemaakt, waarbij rekening is gehouden met het belang van andere functies.

De meeste voorgestelde wijzigingen betreffen een landwaartse verplaatsing. Op locaties waar de Basiskustlijn eerder vanwege de veiligheid meer zeewaarts is gelegd, zou deze op basis van de nieuwe peilen weer kunnen worden teruggebracht. Daar waar van nature al een grote mate van veiligheid aanwezig is, zou de Basiskustlijn eveneens landwaarts kunnen worden verplaatst, ten behoeve van de natuurlijke dynamiek van strand en zeereep. Verder wordt voor Zeeland een *interventiefunctie* van de Basiskustlijn voorgesteld.

Bij het opstellen van het suppletieschema en/of het uitvoeren van de suppleties houdt Rijkswaterstaat voor specifieke gebieden rekening met gemaakte regionale bestuurlijke afspraken. Dergelijke afspraken zijn veelal vastgelegd in de kustlijnkaartenboeken of in het POK Voor Walcheren zijn ten aanzien van de herziening 2001 de volgende afspraken gemaakt:

- Walcheren, Domburg (raai 1530 – 1630), uitvoeringsafspraken en omgevingswens: niet hoger suppleren dan +3,5 meter NAP. De strandtrappen en paviljoens liggen op

die hoogte, als er hoger wordt gesuppleerd is dit uitvoeringstechnisch erg lastig en geeft het hinder voor de omgeving.

- Westkapelle, Walcheren (raai 2215 – 2250), bestuurlijke afspraken: in de Tweede Wereldoorlog is er een deel van de dijk afgeschoven, waarvan resten nog voor de kust liggen. Deze resten die op de vooroever liggen, geven wervelingen waar de bodem zich op aanpast, waardoor er erosie ontstaat in de geulwandsuppletie (accepteren of afdekken).
- Vlissingen, Walcheren (raai 3420), regionale wens: voor dit deel van Walcheren is voor het grootste gedeelte een Basiskustlijn vastgesteld, alleen voor de oostelijke 100 à 200 meter ter hoogte van Vlissingen is geen Basiskustlijn vastgesteld. Dit is wel een strand waar toerisme plaatsvindt. De regionale wens is dan ook om, als er gesuppleerd wordt, ook door te suppleren op het gedeelte van 100 à 200 meter waarvoor geen Basiskustlijn is vastgesteld.

#### 2.4.2 Herzieningen en afspraken 2012

Op basis van het advies voor de herziening, zie paragraaf 2.3.2, is besloten om in Walcheren op één locatie de Basiskustlijn aan te passen, vanwege het onderhoud van de zeewaartse versterking. Dit betreft (Bruens *et al*, 2012):

- Westkappelse Zeedijk  
Voor de Westkappelse Zeedijk is gekozen voor een combinatie van een zeewaartse versterking met zand en het overslagbestendig maken van de dijk. Er is voor deze versterkingsvariant gekozen omdat dit, naast veiligheid, ook een vergroting van de recreatiemogelijkheden en een beperking van de aantasting van het achtergelegen natuurgebied tot gevolg heeft.

Uit de Jarkusraaimetingen lijkt er na een initiële teruggang in de Momentane Kustlijn sprake te zijn van een stabilisatie. Na aanleg van de versterking is er in het noorden sprake van een zeer ruime marge tussen de Momentane Kustlijn en de voorgestelde Basiskustlijn. In het zuidelijk deel is deze marge minder groot en wordt overschrijding op korte termijn (jaren) niet uitgesloten. Voor deze versterking lijkt het vaststellen van een interim Basiskustlijn een mogelijke optie: de definitieve vaststelling kan in dat geval plaatsvinden nadat de mate van terugtrekking in momentane kustlijn beter vastgesteld kan worden.

Voor een andere locatie, in het kustvak Walcheren werd op morfologische gronden een verlegging overwogen, maar dit leidde uiteindelijk niet tot aanpassingen. Dit betreft (Bruens *et al*, 2012):

- Domburg (raai 1500 tot 1575):  
Vanwege de morfologie is de Basiskustlijn hier lastig te handhaven. De locatie kampt mogelijk met structurele erosie door de bolvormige kust voor Domburg. Verlegging van de Basiskustlijn leidt daardoor niet tot een structurele oplossing, tenzij terugtrekking van een groter stuk kust wordt toegestaan. Een dergelijke terugtrekking heeft effect op het veiligheidsniveau.

Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft besloten om de Basiskustlijn nog niet aan te passen, omdat de huidige Basiskustlijn een directe relatie heeft met de kustfuncties recreatie en veiligheid tegen overstromen. Bij aanpassing komen deze kustfuncties in het geding.

### 3 Beschrijving van het grootschalig morfologisch systeem

#### 3.1 Paleogeografische ontwikkeling van het gebied Walcheren-Schouwen

##### 3.1.1 Regionaal

Aan het einde van de laatste ijstijd, het Weichselien, lag Zeeland “droog” en was het nog niet overstroomd met zeewater. Twee kleinere rivieren, één ter hoogte van het huidige Zwin, de Eede en één langs de Brabantse Wal, de Schelde, ontwaterden de zuidelijke helft van de huidige provincie Zeeland. De Brabantse Wal bestaat uit relatief hooggelegen vroeg-Pleistocene, gecompacteerd en kleiige rivierafzettingen en vormde voor de Schelde een niet te eroderen obstakel. Met de stijgende zeespiegel mee schoof een relatief smalle gordel van veengroei en zeewaarts daarvan een bredere gordel van zand- en kleiafzettingen het land op. Tussen 8000 BP (Present is 1950 A.D.) en ca. 4000 BP vulde het Zeeuwse bekken zich met veel fijn zand en relatief weinig klei, waarbij de grens tussen zee en land gevormd werd door smalle strandwallen met waarschijnlijk lage duintjes. Getijdengeulen staken tot diep in het bekken. Rond 5500 BP was er een maximum aan open water in het landschap, en snel daarna verlandde het gebied.

Na 4500 BP verzoette het landschap achter de smalle strandwallen zeer snel, waarschijnlijk omdat het in een kom vlak tegen hoger gelegen terrein aanlag: de tertiaire Vlaamse cuesta naar het zuiden en de vroeg-Pleistocene opgeheven Maasafzettingen naar het oosten met veel zoetwaterafvoer via kleine riviertjes. Tevens zal de afnemende snelheid van zeespiegelrijzing een rol hebben gespeeld. Binnen 1000 jaar was door deze verzoeting het gehele gebied bedekt geraakt met veengroei. Deze situatie veranderde nauwelijks in de opvolgende 2400 jaar, gerekend vanaf 4500 BP, en groeide het veen hoog op.

Pas ca. 2100 jaar BP, kort voor de Romeinse tijd, vonden aan de kust kleinere inbraken plaats, die eerst na 200 AD aanleiding gaven tot het openbreken van het veensysteem en de afzetting van overstromingskleidekken rond die inbraken. Binnen 150 jaar na 200 AD was de kust echter sterk verbrokkeld geraakt en had de zee vrij toegang verkregen tot het achterliggende veengebied. Enorme erosie van het veen was het gevolg, waarbij zeer grote oppervlakten veen veranderden in intergetijdengebied, en dat binnen anderhalve eeuw! Er wordt wel gezegd dat de snelle erosie is ingezet door graafactiviteiten voor sloten en kanalen door de boerenbevolking in die tijd (Vos, 2015).

Rond 1000 AD (Figuur 3.1, middelste kaartje) is het oppervlak van de jonge getijdenafzettingen maximaal en is nog maar een smalle rand veen niet geërodeerd of onbedekt door getijdenafzettingen. Bijna geheel Zeeland bestaat dan uit schorren en slikken. Niet alleen op de zandige koppen van de eilanden Walcheren en Schouwen, maar ook op Noord-Beveland en Tholen ontstaan tussen 750 en 1000 AD al bewoningskernen. De bewoners van deze gebieden gaan zich na 1000 AD organiseren en starten met het bedijken van zeer grote hoog opgeslibde gebieden. Rond 1250 AD is het oppervlak ingedijkt land al bijna zo groot als in de huidige tijd.

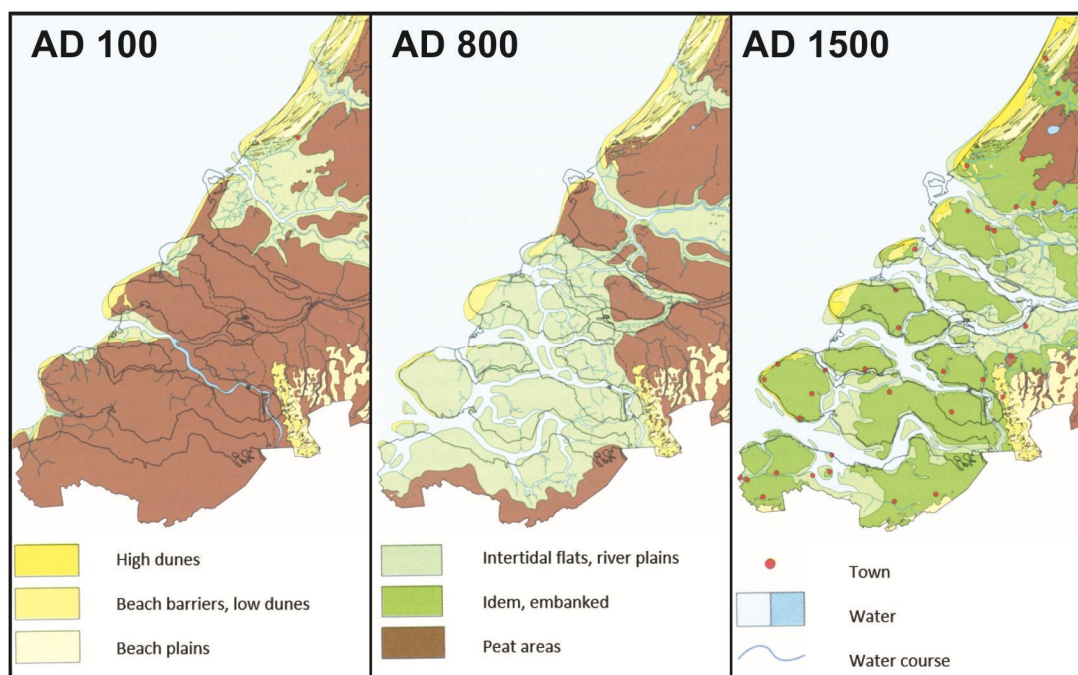
Na 1500 AD wordt nog wel flink landverlies geleden in Zeeuws Vlaanderen, op Saeftinghe, bij Tholen en bij Reimerswaal (veel uitgeveende gebieden, dus extra kwetsbaar voor overstroming), met andere woorden; relatief diep in de estuaria, in de marges van de getijdensystemen. Ergens voor of rond 1000 AD wordt de Schelde aangetapt door terugschrijdende erosie van een getijdengeul komend uit het gebied tussen Walcheren en het Zwin. Dat luidt het einde in van de verbinding tussen de rivier



de Schelde en de Oosterschelde, die finaal beëindigd wordt door de aanleg van de Kreekrakdam medio 19<sup>e</sup> eeuw (Vos en van Heeringen, 1997).

Vanaf 1750 werd minder landverlies geleden, behalve door lateraal opschuiven van geulen, maar wel werd (bijna) elke hectare beschikbaar intergetijdengebied ingepolderd. De zijdelings eroderende werking van de geulen leidde tot ondermijning van dijken, vooral waar de ondergrond zandig opgebouwd was in een eerder stadium van kustontwikkeling (de Bruin en Wilderom, 1961). Vanaf de 19<sup>e</sup> eeuw werd vooral de invloed van onderwater-oeverbescherming steeds sterker merkbaar, waardoor geulen grotendeels werden vastgelegd, en alleen de platen nog geërodeerd konden worden. Dijkvallen traden daardoor niet meer op, maar wel werden de geulen nog dieper in de buitenbochten. Plaatvallen traden nu juist op aan de andere zijden van de ondieptes (De Bruin en Wilderom, 1961).

De laatste grote gebeurtenis is de stormramp van 1953 waarbij meer dan 1800 mensen omkwamen en ca. 200.000 ha land overstroomde. De overstroomde gebieden zijn in de jaren na de ramp weer bijna volledig terug ingepolderd. Voor natuurontwikkelingen worden tegenwoordig kleine gebiedjes weer ontpolderd, maar ontpoldering stuit in Zeeland op stevige weerstand.



Figuur 3.1 Tijdreeks van de paleografische ontwikkeling van het deltagebied van ZW Nederland 100 – 1500 AD. Elias et al., 2016 naar Vos en van Heeringen, 1997.

### 3.1.2 Ontwikkeling Voordelta

Tot in de Romeinse tijd stroomt de Schelde als relatief kleine rivier uit in de toenmalige voordelta, waarvan overigens niet bekend is hoe deze eruit zag. Deze is mogelijk veel kleiner en veel minder aaneengesloten geweest dan de huidige voordelta. Zeker is wel dat de waarschijnlijk stabiele riviermond een strategische betekenis had, omdat ten zuiden van die mond overblijfselen van een tweetal Romeinstijdige heiligdommen zijn gevonden (ter hoogte van Colijnsplaat en voor Domburg), in verband met de koopvaart op Engeland in die periode. Ook wordt aangenomen dat op de noordelijke landpunt van de rivieroever een Romeinse militaire wachtpost heeft gelegen, het castellum Roompot, een locatie die later door het opschuiven van geulen vlak voor de zuidoostpunt van Schouwen verdwenen is (Beekman, 2007).

Om de ontwikkeling van de voordelta te begrijpen, moet er eerst gekeken worden naar de ontwikkeling van de Oosterschelde als estuarium en later als getijdensysteem. De ontwikkeling van de Oosterschelde moet teruggaan tot de 4<sup>e</sup> eeuw na Chr. (Vos en Van Heeringen, 1997). Door de enorme overstromingen na de 4<sup>e</sup> eeuw en de daarmee gepaard gaande verbreding en verdieping van de getijdensystemen moet de Voordelta al in de vroege middeleeuwen een min of meer gelijke uitbreiding hebben gehad als tegenwoordig, waarbij een golfgedomineerd kustvorm overgaat in een veel meer getijgedomineerde kustvorm onder invloed van de krachtige dwarscomponent in het stromingsbeeld (Elias et al, 2016). Zeker in de 13<sup>e</sup> eeuw is er export van sediment uit het Oosterschelde bekken, het gebied van de huidige Voordelta op (Beekman, 2007). Alle veranderingen daarna zijn variaties op het thema invloed van golven vs. invloed van getijstroming, al naargelang effecten van de golven plaatselijk de overhand kregen op die van het getij, zoals in de noordelijke Voordelta na de sluiting van de Grevelingen, het Haringvliet en de Brielse Maas (Van der Spek, 1997). De ligging en de dimensies (breedtes, dieptes) van de getijdengeulen lijken tot op zekere hoogte bepaald te zijn door de aanwezigheid van voor erosie-resistente pakketten klei en van geconsolideerd zand in de ondergrond van de Voordelta (Hijma, 2017).

Tot in de 16<sup>e</sup> eeuw is de ontwikkeling van het getijdenvolume min of meer rechtlijnig vergrotend geweest, maar in de tweede helft van de 16<sup>e</sup> eeuw nam het getijdenvolume snel toe door verlies aan overstromd buitendijks- en polderland waar eerder naar veen gegraven werd (bijvoorbeeld het Verdrongen Land van Reimerswaal: 14.000 ha). Het verband tussen landverlies en toename van de stroomsnelheden in de Oosterschelde werd in de 16<sup>e</sup> eeuw al begrepen. Vanaf de 18<sup>e</sup> eeuw verandert het estuarium van de Oosterschelde in een zeegat door de snelle ontwikkeling van de Westerschelde als estuarium. In het Oosterscheldebekken gaat dat gepaard met erosie van intergetijdengebieden en met oevervallen (duizenden hectaren vooral in de 16e eeuw; De Bruin en Wilderom, 1961; Wilderom, 1968; Beekman, 2007). De steeds toenemende getijdenvolumes van de Oosterschelde estuarium (wel meer dan 50 (!) % toename na 1530 cf. Van den Berg, 1986) transporteerden steeds grotere volumes sediment vanuit het bekken naar de buitendelta. Tegen het eind van de 16<sup>e</sup> eeuw moet de zandplaat "De Banjaard" wel 15x15 km (ruim 22.000 ha) groot zijn geweest, terwijl die niet doorsneden werd door geulen (Beekman, 2007).

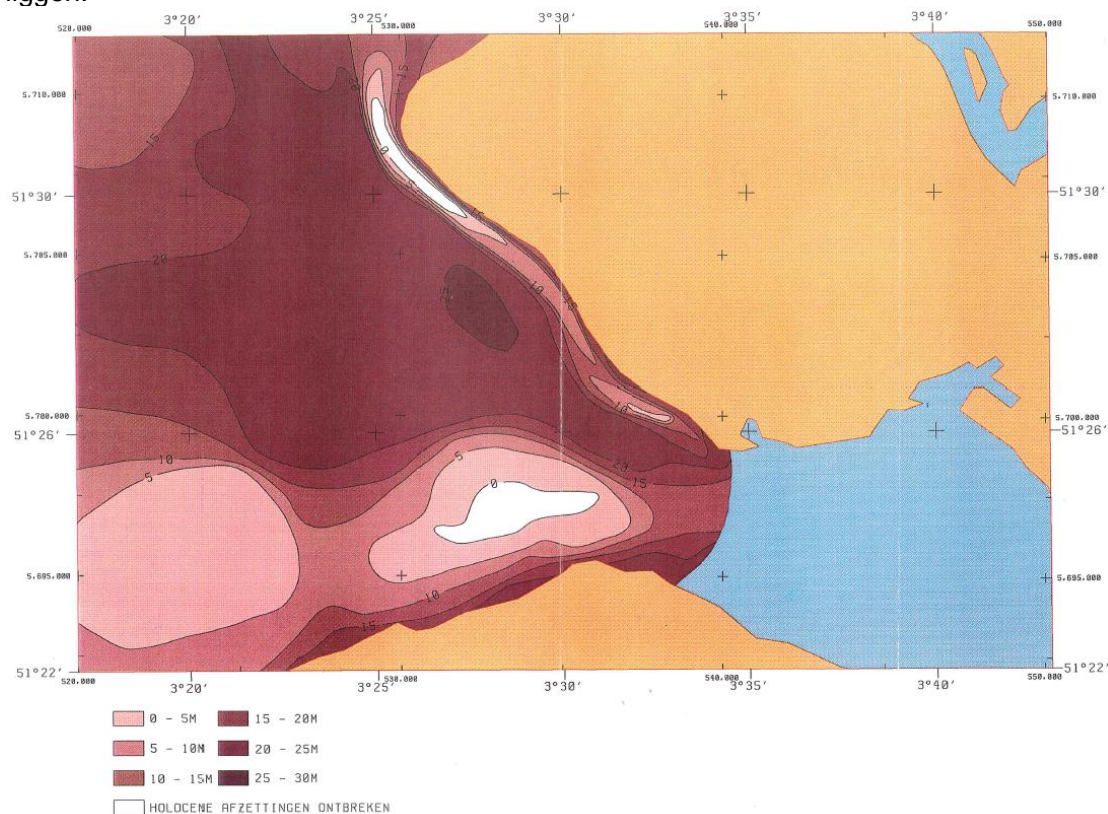
## 3.2 Algemene gebiedsbeschrijving van het kustvak Walcheren

### 3.2.1 Historische ontwikkelingen in het studiegebied

In deze beheerbibliotheek wordt het kustvak Walcheren (kustvak 16) besproken. Dit is de kust vanaf de Veerse Gatdam tot aan Vlissingen. In de beschrijving van de morfologie is een deel van het kustvak Noord-Beveland (kustvak 15) meegenomen in de analyse, omdat deze gebieden deel uitmaken van hetzelfde morfologische systeem, het Oosterschelde estuarium. Het kustvak Noord-Beveland, ook wel bekend als de Onrustpolder, ligt tussen de Oosterschelde Stormvloedkering en de Veerse Dam.

De kust van Walcheren en Noord-Beveland ligt tussen de Westerscheldemonding aan de zuidzijde en de Oosterscheldemonding aan de noordzijde. De aaneengesloten buitendelta's van de (voormalige) zeearmen voor de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden vormen tezamen een uitgestrekt buitengebied: de Voordelta (Elias et al 2016, Lazar et al, 2017), zie paragraaf 3.3.2, 3.3.3 en 3.3.4. Het gebied wordt gekenmerkt door getijdegeulen en -platen, waarvan de ligging van grote invloed is op het beheer en onderhoud van de kust van Walcheren. Het gedrag van deze geulen en platen wordt

bepaald door een ingewikkeld samenspel tussen golven, getij en effecten van menselijk handelen. Daarnaast komen in het gebied Pleistocene en Tertiaire lagen op geringe diepte onder de zeebodem voor, die de morfologische ontwikkeling kunnen beïnvloeden, zie paragraaf 3.1.2, Figuur 3.2 en Hijma (2017). De geologische ontwikkeling en de implicaties van het voorkomen van resistente (klei-)lagen op de morfologische ontwikkeling wordt beschreven door Van der Spek (1997). Hij concludeert 1) weerstandskrachtige lagen kunnen erosie (aanzienlijk) vertragen, maar nooit voorkomen en 2) de samenstelling van de ondergrond kan een morfologische ontwikkelingen niet aansturen, maar wel beïnvloeden. Het eiland Walcheren heeft sinds de postglaciale zeespiegelstijging (10.000 B.C – heden) een zandige kust, beschermd door duinen aan de westelijke zijde. Aan de zuidwestelijke zijde wordt de kust begrensd door de getijdegeul het Oostgat, die dicht langs de Walcherse kust ligt. Doordat de Westerschelde en het Oostgat diep zijn uitgesleten, zijn oude afzettingen bloot komen te liggen.



Figuur 3.2 Dikte holocene lagen in de Westerschelde monding (Van der Spek, 1997). In de dieper gelegen delen van de geulen Oostgat en Wielingen zijn de holocene afzettingen geheel afwezig (witte vlekken).

De geulwand van het Oostgat bestaat meest uit oudere, vastgepakte zandlagen, afgewisseld met klei. Deze lagen zijn voornamelijk aanwezig tussen -6 m NAP en -13 m NAP. De geulwand is door de aanwezigheid van deze lagen tamelijk erosiebestendig en niet erg gevoelig voor oever- of strandvallen (zie ook Mastbergen en Schrijvershof, 2016). Dit is de reden dat het eiland relatief weinig landverlies heeft gekend. Omdat de getijstrooming van de Westerschelde aanzienlijk is toegenomen en de zandaanvoer onvoldoende is, treedt op de langere termijn nog steeds gestage erosie op van de geulwand langs de zuidwestelijke kust van Walcheren (zie paragraaf 3.3.4, 4.2.2 en 4.3.5). Ter plaatse van Zoutelande, tussen raaien 2597 en 2560, zijn de duinen geheel verdwenen en ligt er nu een zeedijk. Bij de Westkappelse zeewering (raaien 1870 tot 2195), rond 1450 nog ruim 250 m meer zeewaarts gelegen, is na de duinen ook het strand verdwenen in de 19<sup>e</sup> eeuw, als gevolg van het oprukken van het Oostgat. Sindsdien zijn hier steenbestortingen noodzakelijk om de zeedijk te behouden (Wilderom,

1968). Strandhoofden hebben lokaal een reducerend erosie effect, palenrijen bleken niet afdoende, zie paragraaf 5.1 en (Lazar et al, 2017). In Figuur 3.3 is het landverlies van Walcheren van de afgelopen eeuwen schematisch weergegeven. Om de gestage erosie te keren zijn er bij de Walcherse kust zandsuppleties uitgevoerd. De eerste vooroever-suppleties zijn al vanaf 1952 toegepast bij Vlissingen en vanaf 1990 wordt er met regelmaat langs de gehele zuidwestelijke kust gesuppleerd. Tenslotte hebben de Deltawerken grote invloed gehad op het gebied (zie paragraaf 3.2.2).



Figuur 3.3 Landverlies in Walcheren en Zuid-Beveland van ca. 1500 tot heden (Wilderom, 1968).

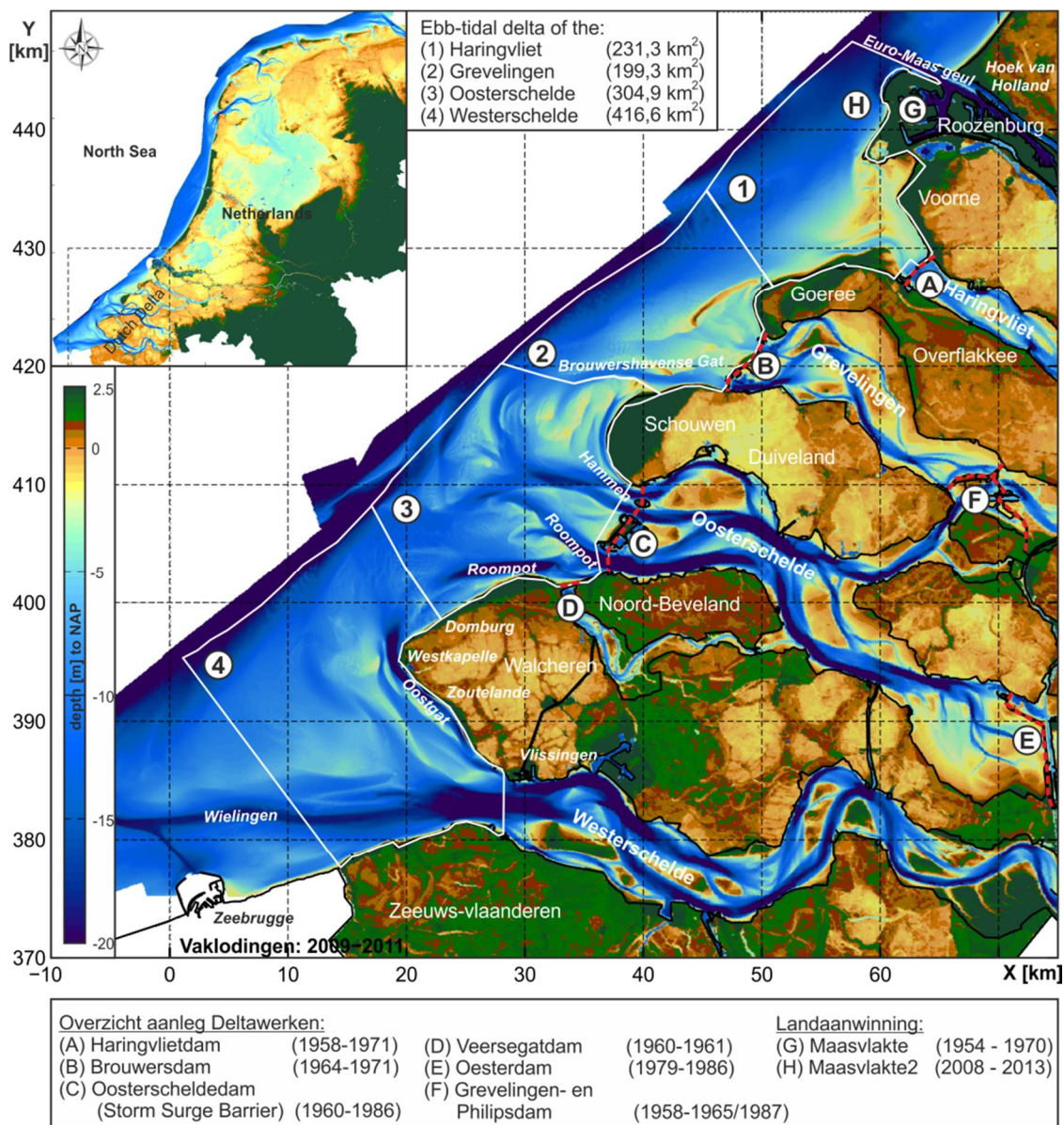
### 3.2.2 De Deltawerken (Elias et al, 2016)

Het Deltaplan in het zuidwesten van Nederland, werd ontwikkeld en uitgevoerd na de stormramp van 1 februari 1953. Het project bestond uit de afsluiting van de verschillende zeegaten met dammen om de veiligheid tegen overstroming te verhogen, zie Figuur 3.4. Tegelijkertijd konden zo zoetwaterbekkens worden gecreëerd ten behoeve van de landbouw en de drinkwatervoorziening. De Haringvlietdam werd voorzien van spuisluizen om de afvoer van de Rijn en de Maas te reguleren, zodat zoutindringing door de diep uitgebaggerde Nieuwe Waterweg kon worden voorkomen. Alleen de Westerschelde zou open blijven in het oorspronkelijke Deltaplan, om een onbelemmerde vaarweg naar Antwerpen te behouden.

In de jaren '70, na voltooiing van de eerste projecten, de afsluiting van het Haringvliet met de Haringvlietdam en de Grevelingen met de Brouwersdam, werden waterkwaliteit en milieu een toenemende zorg. Zo werd in 1978 een zoutwater-doorlaatmiddel gemaakt in de Brouwersdam en ontstond er weerstand tegen de plannen om de Oosterschelde, een getijbekken met zeer helder water, vanwege de afwezigheid van rivierwaterinstroming en waarin de schelpdierkwekerij floreerde, af te sluiten, wat het verlies van een waardevol binnenlands ecosysteem zou betekenen. De tegenstand groeide zodanig, dat werd afgezien van complete afsluiting en een halfopen dam werd gebouwd, de Oosterschelde Stormvloedkering.

Het geheel of gedeeltelijk afdammen van de zeegaten had een enorm effect op de buitendelta's: de sterke vermindering van de dwars op de kust gerichte getijstroming veroorzaakte een reeks van morfologische veranderingen, die tot op de dag van vandaag voortduren. Daarenboven veranderden de hydrodynamica en de morfologie ook door het

grootschalige baggeren in de Westerschelde en in de Wielingen vaargeul, de meest zuidwestelijke geul van de buitendelta.

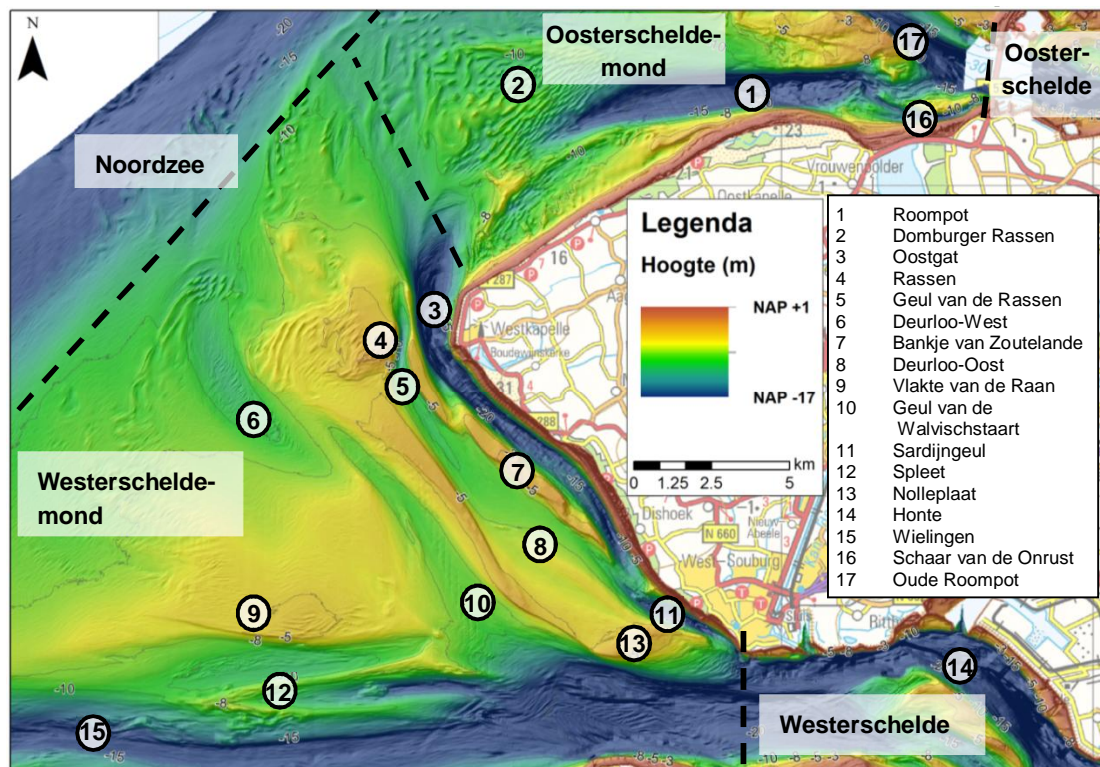


Figuur 3.4 Overzicht van het Zeeuwse en Zuid-Hollandse deltagebied dat tezamen de Voordelta vormt. Met de voornaamste afsluitdammen van het Deltaplan (rood-gestreepte lijnen) en de grenzen van de buitendelta's (ebb-tidal delta's) van de verschillende zeegaten (dunne witte lijnen). (Elias et al, 2016).

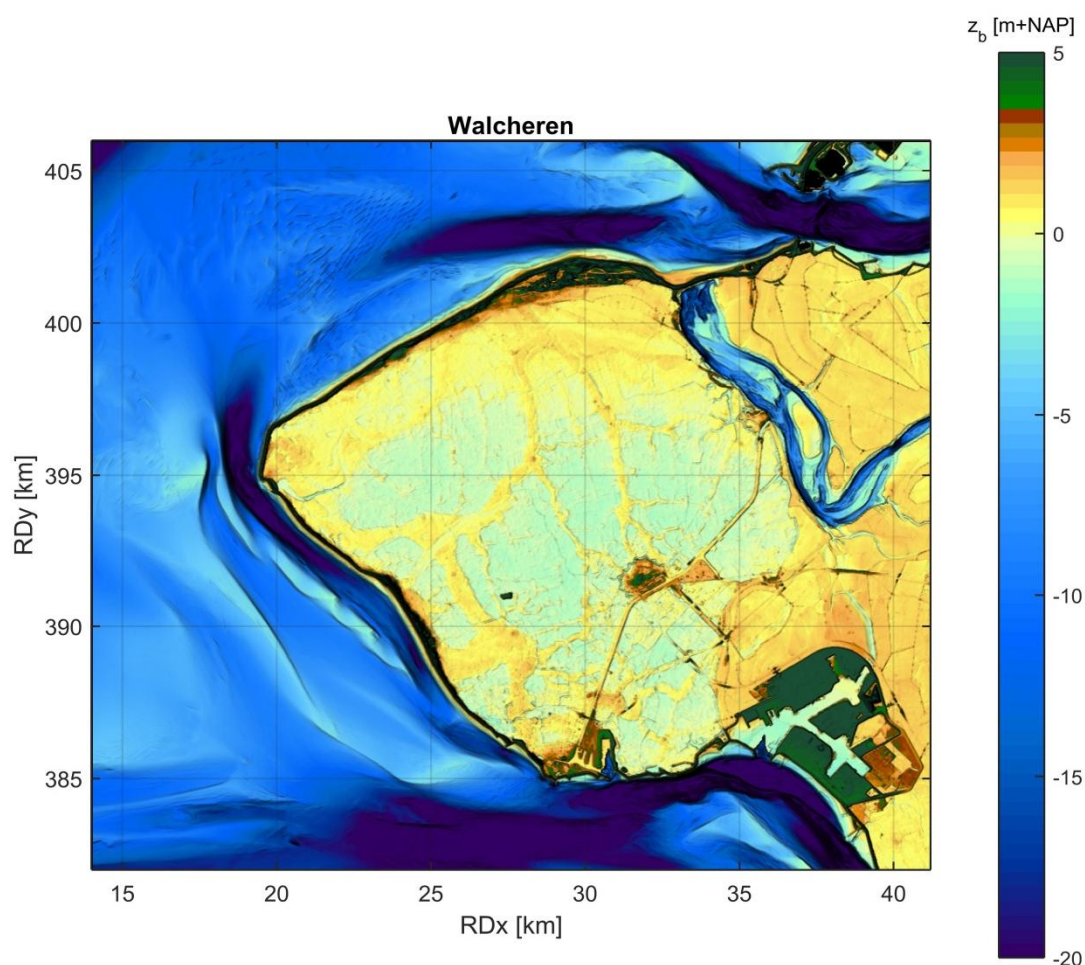
### 3.2.3 Huidige configuratie van geulen en platen

De belangrijkste geulen en platen rondom Walcheren zijn aangegeven in Figuur 3.5. Figuur 3.6 geeft de meest recente bodemhoogtekaart van het hele gebied. Ter indicatie zijn hierin ook de grenzen tussen de Noordzee, de mondingen en de estuaria aangegeven, dit zijn echter geen harde grenzen. In de Oosterscheldemonding liggen de geulen Roompot en Schaar van de Onrust en de ondiepte Domburger Rassen. Langs de zuidwestkust liggen de geulen Oostgat en Sardijngeul met ter plaatse van de overgang een drempel (ten zuiden van Dishoek). Deze drempel wordt regelmatig gebaggerd om deze op diepte te houden ten behoeve van de scheepvaart. Bovengenoemde geulen vormen een kortsluitgeul tussen de Westerschelde en de Oosterschelde.

Aan zeewaartse zijde van het Oostgat ligt een ondiepe bank, het Bankje van Zoutelande, dat het Oostgat scheidt van de geul Deurloo-Oost/Geul van de Rassen. Oorspronkelijk liep de geul Deurloo ten zuiden van de ondiepte Rassen door naar het westen, maar door de vorming van een noordwest-zuidoost lopende ondiepte is het oostelijke deel nu verbonden met de Geul van de Rassen. Het westelijke deel maakt nu verbinding met de Geul van de Walvischstaart. De grote ondiepe vlakte ten zuiden hiervan is bekend als de Vlakte van de Raan. De grote oost-west lopende geul in het zuiden, Wielingen, is een belangrijke scheepvaartgeul voor Zeebrugge en de havens aan de Westerschelde. Deze geul wordt regelmatig gebaggerd om deze op diepte houden.



Figuur 3.5 Huidige configuratie van geulen en platen. Bathymetrie gebaseerd op vaklodingen uit 2010 en 2011. (Vermaas en Bruens, 2013)



Figuur 3.6 Meest recente samengestelde hoogtekaart (2016) van kustvak Walcheren gebaseerd op Vaklodngen en AHN)

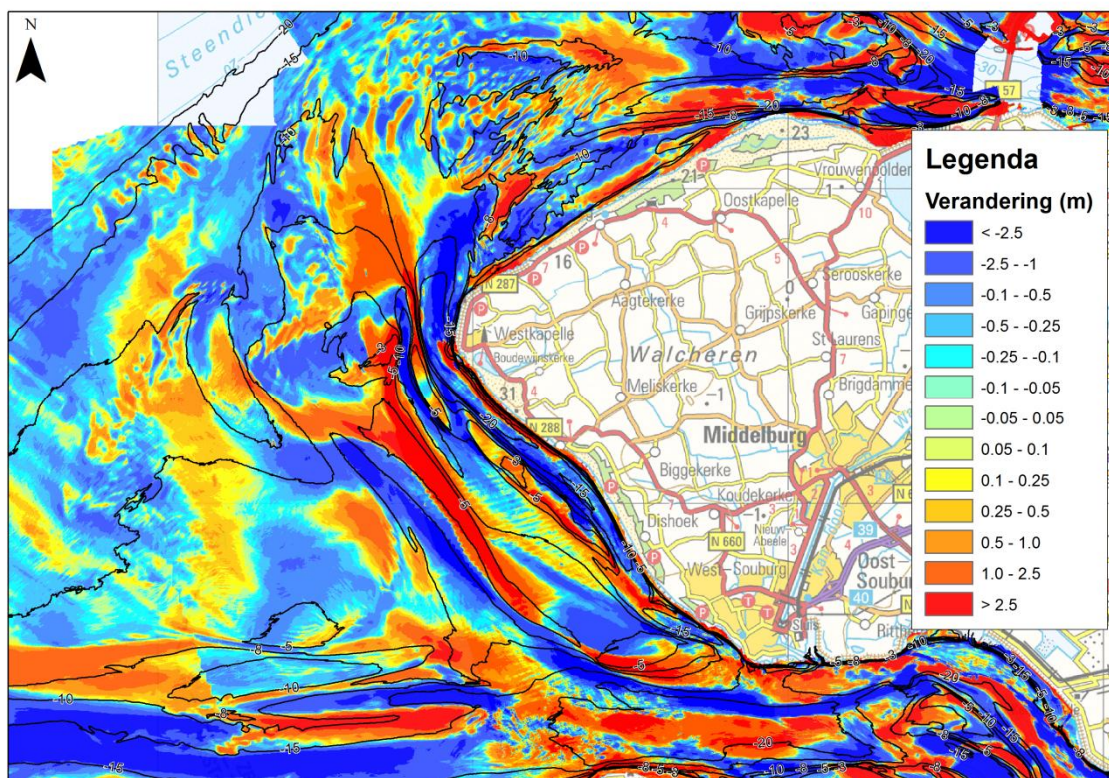
### 3.3 Grootschalige morfologie

#### 3.3.1 Overzicht van de ontwikkelingen in het kustvak

In deze paragraaf wordt de ontwikkeling van de Voordelta beschreven en de invloed van de Deltawerken op de morfodynamische ontwikkelingen. De Voordelta omvat de samengestelde buitendelta's van de verschillende Zeeuwse zeegaten, namelijk Haringvliet, Grevelingen, Ooster- en Westerschelde. De ontwikkelingen in de Voordelta hebben een belangrijke invloed op de kust van de Zeeuwse eilanden (paragraaf 3.3.2). Voor het kustvak Walcheren zijn met name de Ooster- en Westerschelde buitendelta's van belang (paragrafen 3.3.3 en 3.3.4). De morfologische veranderingen in het gebied worden veroorzaakt door natuurlijke processen en menselijke ingrepen. Volgens Cleveringa (2008) hebben beide oorzaken gevolgen van de zelfde orde van grootte. De belangrijkste veranderingen zijn aangegeven in Figuur 3.7 en Tabel 3.1. De volumeontwikkelingen zijn beschreven in paragraaf 3.3.7.

Tabel 3.1 Belangrijkste veranderingen voor de kust van Walcheren, zie Figuur 3.7

A	Verzanding ten noorden van de Rassen
B	Noordwaartse uitbreiding van het Oostgat
C	Westwaartse uitbreiding van de Roompot
D	Verondieping van de Roompot tussen 1964 en 1980. Vanaf 1980 verdieping
E	Erosiekuilen ontstaan door de Oosterscheldekering
F	Dieper worden van het Oostgat
G	Smaller worden van het Bankje van Zoutelande
H	Aansluiten van de Geul van de Walvischstaart aan de Deurloo-West
I	Ontstaan van bank vanaf de Rassen richting de Nolleplaat, die zorgt voor de scheiding tussen Geul van de Walvischstaart/Deurloo-West en Geul van de Rassen/Deurloo-Oost
J	Aanzanding van de drempel Oostgat/Sardijngeul
K	Aanzanding in oostwaartse richting van de Nolleplaat
L	Stortplaats van gebaggerd sediment
M	Verdieping van de Wielingen door baggerwerkzaamheden
N	Aanlanding zandplaat bij Veerse Gatdam en verdieping Schaar van Onrust



Figuur 3.7 Verschilkaart 1964 - 2010/2011 en contouren van 2010/2011, met de belangrijkste morfologische veranderingen in deze periode. De onnatuurlijk scherpe overgang ten oosten van L is een artefact als gevolg van een overgang tussen verschillende datasets en representeert geen fysieke 'sprong' in de bodem. (Vermaas en Bruens, 2013)



### 3.3.2 De Voordelta, een aaneengesloten systeem van buitendelta's van de (voormalige) zeearmen in Zuidwest Nederland (Lazar et al, 2017)

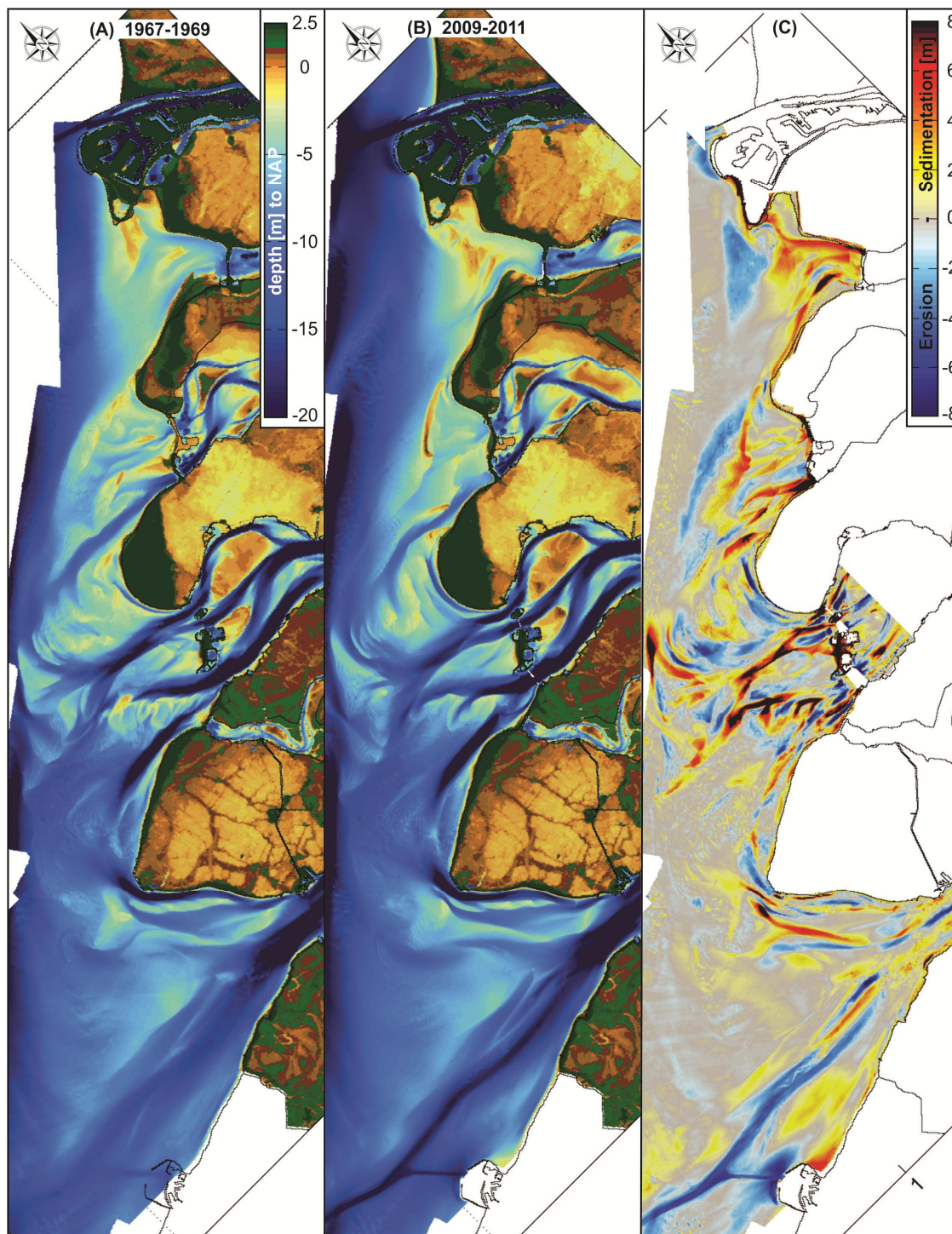
De kust van de Zeeuwse en Zuid-Hollandse eilanden in het zuidwesten van Nederland bestaat uit vier (voormalige) getijdebekkens, van noord naar zuid Haringvliet, Grevelingen, Ooster- en Westerschelde, zie Figuur 3.4. Haringvliet, Grevelingen en de Oosterschelde zijn thans zijtakken van de samengevloede rivieren Maas en Rijn, terwijl de Westerschelde de benedenloop vormt van de rivier de Schelde. Alleen de Ooster- en Westerschelde staan nog in directe verbinding met de zee, de eerste door de halfopen Stormvloedkering (OSK). De OSK laat de getijbeweging door in het estuarium, maar de bijbehorende werkeilanden en pijlers verminderden het getijvolume met ruwweg 35% (Vroon, 1994). De aaneengesloten buitendelta's vormen een betrekkelijk ondiep buitengebied: de Voordelta, dat zich uitstrekt over 90 km tussen Hoek van Holland in het noorden en Zeebrugge (België) in het zuiden. De zeewaartse reikwijdte van de Voordelta gaat tot ongeveer 10 km buiten de kust. Van noord naar zuid neemt de gemiddelde diepte toe, terwijl het oppervlak van de ondiepe banken afneemt. Het sediment van de geulen en banken bestaat voornamelijk uit fijn tot matig fijn zand (Terwindt, 1973). Plaatselijk zijn harde, erosieresistente lagen aanwezig bestaande uit vaste kleipakketten (Van der Spek, 1997, Hijma, 2017).

In de Voordelta zijn getij en golven de voornaamste drijvende krachten. Krachtige getijstromingen en zware zeegang, vooral bij harde wind, vormen een hoog-dynamische omgeving, die bestaat uit snel verplaatsende banken en platen, doorsneden door vele ondiepe en diepe getijde geulen. Alleen de afvoersluizen in de Haringvlietdam (met een maximale capaciteit van 25.000 m<sup>3</sup>/s) kunnen tijdelijk gedurende zoetwater piekafvoeren zodanig merkbare dichtheidsverschillen in het zeewater bewerkstelligen, dat deze invloed zouden kunnen hebben op de lokale bodemorfologie.

Het golfklimaat wordt beheerst door windgolven opgewekt in het ondiepe Noordzeebekken. De gemiddelde significante golfhoogte is 1,3 m vanuit het west-zuidwesten, met een bijbehorende gemiddelde golfperiode van 5 s (Roskam, 1988; Wijnberg, 1995). Tijdens storm kunnen windgolven soms een hoogte van meer dan 6 m bereiken en zijn bijkomende waterpeilstijgingen van meer dan 2 m gemeten.

Het twee-keer daagse getij beweegt evenwijdig aan de kust naar het noorden bij vloed en naar het zuiden bij eb. De getijslag neemt af van 3,86 m bij Vlissingen aan de Westerschelde tot 1,74 m bij Hoek van Holland ten noorden van het Haringvliet. In het algemeen zouden volgens de indeling van Davis en Hayes (1984), de zeegaten vóór de afsluiting gekenmerkt worden door 'gemengd-energetisch golfgedomineerd' in het noordelijk deel, tot 'gemengd-energetisch getij-gedomineerd' en uiteindelijk 'getij-gedomineerd' in de zuidelijke Westerscheldemonde. Niettemin vertoont de morfologie van de grootste zeegaten getijde-gedomineerde kenmerken zoals een grote buitendelta en diepe geulen. Deze zijn het gevolg van een groot getijde-volume en betrekkelijk gematigde golfenergie.

Figuur 3.8 laat de grootschalige morfologische veranderingen in de Voordelta zien over de periode 1968-2010, waarin de ontwikkelingen vallen die zijn opgetreden na de afsluitingen in het kader van het Deltaplan.



Figuur 3.8 De bodemligging van de Voordelta voor de jaren (A) 1968 (gebaseerd op de Vaklodgingen 1967-1969) en (B) 2010 (gebaseerd op de Vaklodgingen 2009-2011). De morfologische veranderingen in deze periode worden getoond door de sedimentatie- en erosie patronen in (C). (Elias et al, 2016).

### 3.3.3 De Oosterschelde buitendelta (Elias et al, 2016)

De Oosterschelde buitendelta bestaat uit een complex patroon van meerdere geulen dat in het noorden is begrensd door een ondiep gebied, de Banjaard. De Banjaard plaat is doorsneden door kleinere geulen (Figuur 3.9 A-C). De hoofdgeulen Hammen en Geul van de Roggenplaat liggen ten noorden van de Middelplaat-Neeltje Jans, waar de controlegebouwen van de Oosterschelde Stormvloedkering zich bevinden. Richting zee

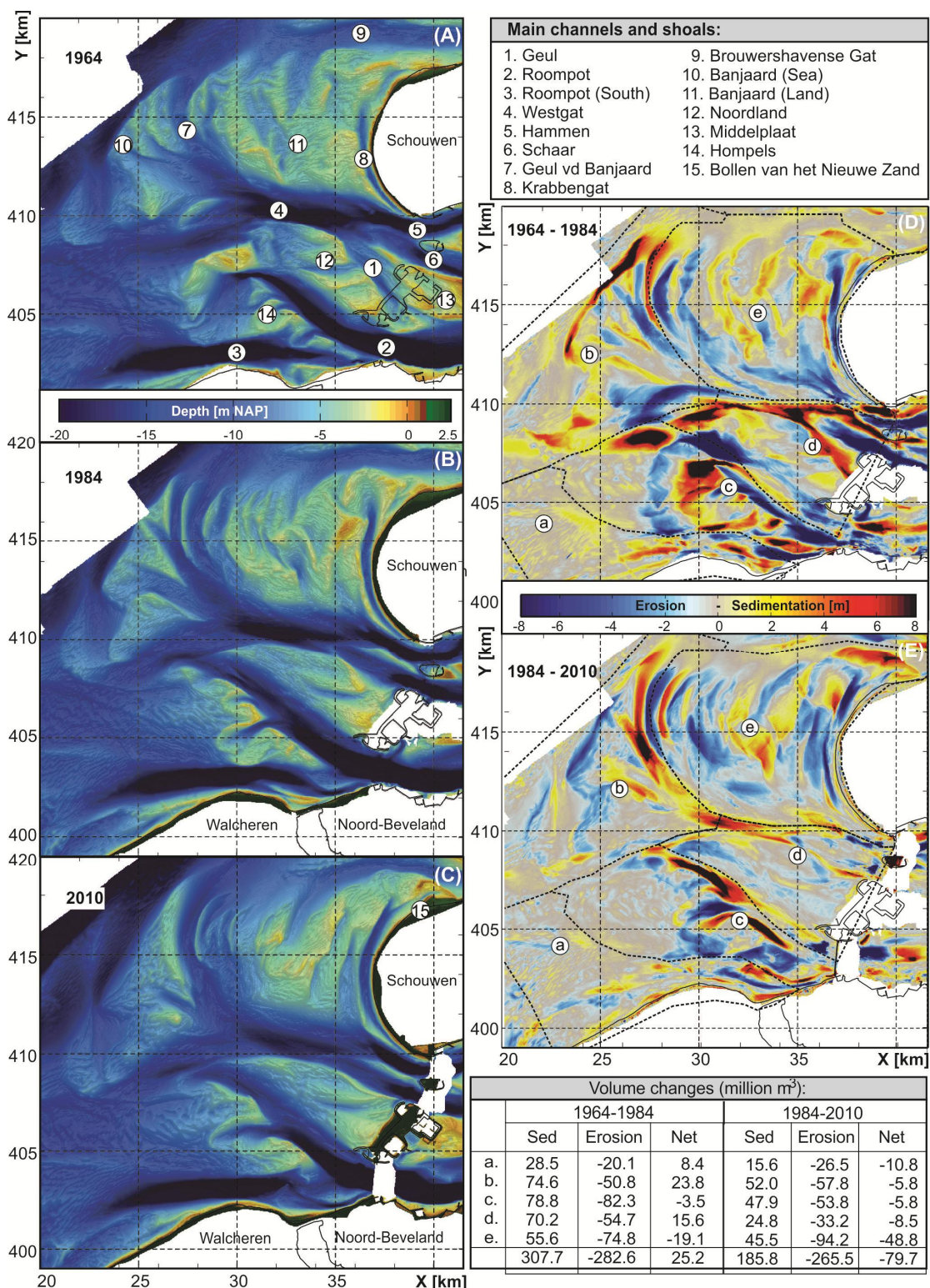
vloeien deze geulen samen in het Westgat, dat weer een noordelijke en een zuidelijke uitstroming heeft. De noordelijke tak wordt de Geul van de Banjaard genoemd en snijdt, zoals de naam al aangeeft, door de Banjaard plaat en verdeelt deze in een landwaarts en een zeewaarts gelegen deel. Het zuidelijk deel van de Oosterschelde buitendelta wordt beheerst door de grote Roompot geul. De in westelijke richting gelegen tak, die pal zeewaarts van de noordwestelijke kust van Walcheren ligt, wordt Roompot Zuid genoemd; de hoofdtak loopt naar het WNW en heet Oude Roompot. Deze geul heeft een uitstroming naar het Westgat. Kleine zijtakken hebben overlooptype afzettingen gevormd naar het ZW, dit gebied heet de Hompels. Figuur 3.9A-c laat het patroon van geulen en banken zien.

Voor de voltooiing van de Stormvloedkering nam het volume van de Oosterschelde buitendelta toe door de toename van het getijvolume, dat werd veroorzaakt door ingrepen in het estuarium. Dit is een voortzetting van de ontwikkeling, die al begon in vorige eeuwen en werd veroorzaakt door het ontstaan van een verbinding van de Oosterschelde met het Hollands Diep. Van den Berg (1984) en Eelkema et al (2012) geven aan dat de volumetoename tussen 1965 en 1984 het resultaat is van verhoogde sedimentexport, veroorzaakt door de verandering in de hydrodynamica door de aanleg van de Volkerak- en de Grevelingendam. Door sedimentatie van zand, geëxporteerd door het estuarium naar de uiteinden van de geulen, breidde de buitendelta zich in zeewaartse richting uit. Het is niet duidelijk of in dit stadium de Oosterschelde buitendelta ook zand herverdeelde naar de naburige delta's. De getijstroming in het zeevat concentreerde zich in de hoofdgeulen, aangezien de kleinere takken waren afgedamd, waardoor weer meer erosie optrad. Aanzienlijke erosie in het Westgat en de Geul van de Banjaard veroorzaakte een vermindering van het volume van de Banjaard (landzijde) tussen 1964 en 1984.

De voltooiing van de Stormvloedkering leidde niet tot grote veranderingen in het geulenpatroon in de buitendelta, omdat de getijstromingen min of meer gelijk bleven. Alleen de Geul, geblokkeerd door het werkeiland Neeltje Jans, verzandde geheel (Figuur 3.9A, 1 en D). Niettemin heeft de constructie van de Stormvloedkering het actieve getijde- doorstroomoppervlak gereduceerd (van 80 000 tot 17 900 m<sup>2</sup>) en is het getijdebekken oppervlak door de aanleg van de secundaire compartimenteringsdammen verminderd (van 452 tot 351 km<sup>2</sup>), wat heeft geleid tot ca. 28% reductie van het getijvolume ten opzichte van dat van 1983, net voor de in gebruik name van de kering en de voltooiing van de Deltawerken. Louters en Van den Berg (1998) geven aan dat het getijvolume voor de Deltawerken toenam van 1130 Mm<sup>3</sup> in 1959 tot 1189 Mm<sup>3</sup> in 1980 en dan afnam tot 837 Mm<sup>3</sup> in 1987, na de ingebruikname van de kering. Bovendien werd de sedimentuitvoer uit het estuarium volledig geblokkeerd (behalve het suspensietransport) door de verhoogde funderings-drempel van de kering, die bestaat uit lange dorpelbalken die de pijlers verbinden, en de diepe ontgrondingskuilen, die zich aan weerszijden van de kering op de randen van de met blokkenmatten beschermde bodem ontwikkelden. Met verminderde getijstroming en zonder sedimenttoevoer uit het getijdebekken begonnen golven de buitendelta geleidelijk te eroderen, net als de platen in het Oosterschelde estuarium.

Omdat de getijstroming in de Noordzee niet veranderde, werden de geërodeerde sedimenten hoofdzakelijk in noordelijke richting getransporteerd, de richting van de dominante vloedstroming. De Banjaard, gelegen ten westen van het eiland Schouwen erodeerde, waardoor de gemiddelde diepteligging van het gebied toenam en de hierdoor snijdende geulen zich heroriënteerden in meer noord-zuid richting. Het Krabbengat, direct zeewaarts gelegen langs de westkust van Schouwen, verlengde in noordelijke richting en bouwde de Bollen van het Nieuwe Zand uit in noord-noordoostelijke richting (Figuur 3.9C (15)). Door de uitbouw van deze vloedbank vernauwde het aan de

noordelijke kant gelegen Brouwershavensche Gat zich. Bovendien verplaatste de uitstroming van het Brouwershavensche Gat zich naar het zuiden, insnijdend in de Banjaard en een eindafzetting vormend. De erosie van de Banjaard verminderde hier de golfdissipatie, waardoor de golfaanval op de kust van Schouwen blijvend is toegenomen.



Figuur 3.9 Overzicht van de bodemligging van de Oosterschelde buitendelta in (A) 1964 (B) 1984 en (C) 2010. De morfologische ontwikkelingen over periode 1964 - 1984 verschilt aanzienlijk met die over de opvolgende periode 1984 - 2010 (zie par...) De veranderingen zijn weergegeven in sedimentatie- en

*erosiepatronen (D) 1964-1984 en (E) 1984-2010 en in de tabel met volumeveranderingen (Elias et al, 2016).*

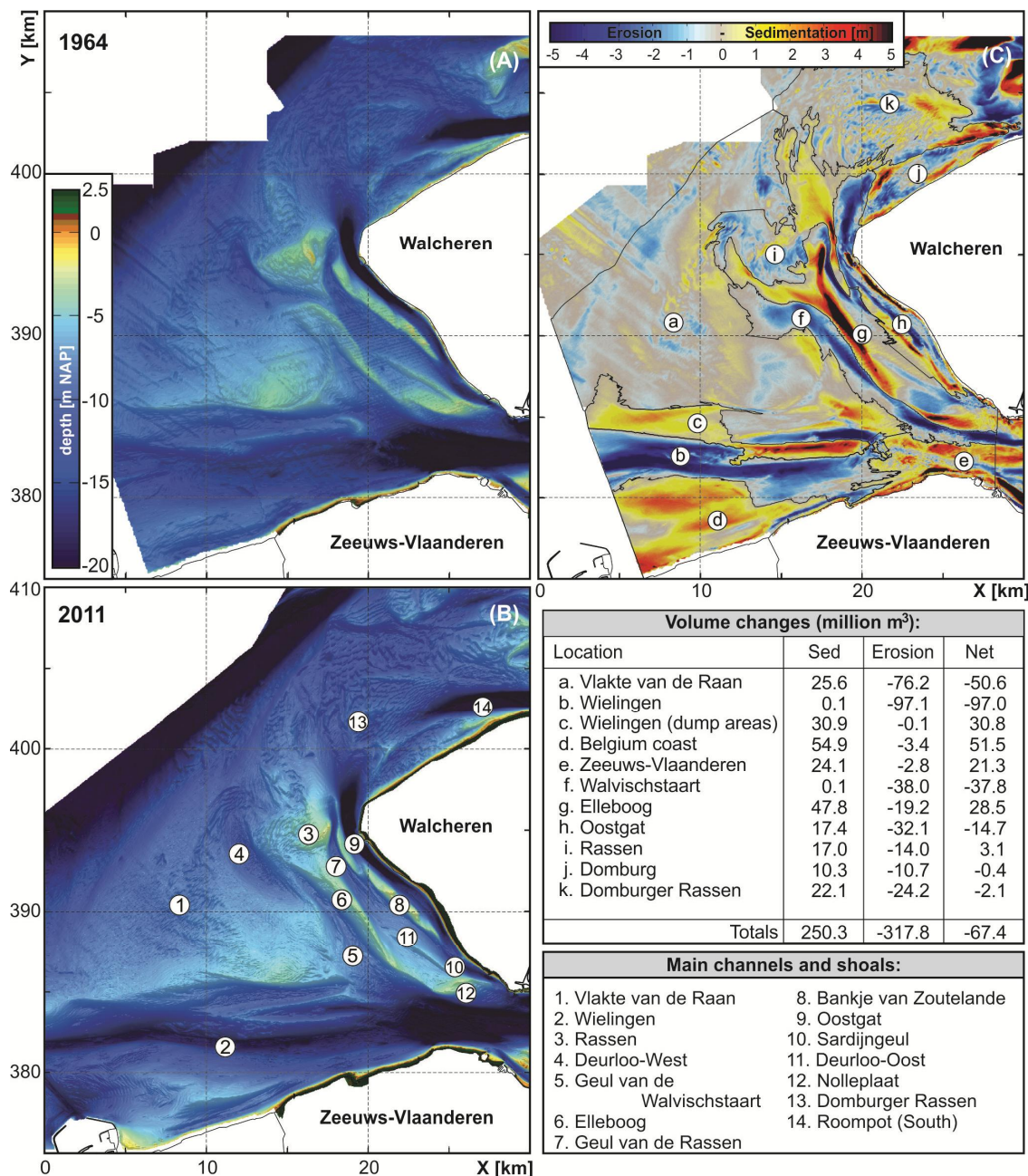
### 3.3.4 De Westerschelde buitendelta (Elias et al, 2016)

De Westerschelde buitendelta (zie ook Elias en van der Spek, 2015) strekt zich uit van het eiland Walcheren in het noorden tot de Belgische kustwateren in het zuiden. De zuidelijke morfologische begrenzing is niet duidelijk vastgesteld, omdat ten zuiden van de monding van de Wielingen, zie Figuur 3.10, de kustzone samenvalt met de Vlaamse Banken, een gebied met ondiepe kustparallele zandruggen, gescheiden door diepe troggen. De hedendaagse ligging van de Westerscheldemonding, met de grootste geul Wielingen in het zuiden en een stelsel van getijdegeulen en banken langs de zuidwestelijke kust van Walcheren, ontstond ongeveer een eeuw geleden toen de Deurloo, een derde geul die de grote sublitorale plaat Vlakte van de Raan doorsneed, verzandde. Dit proces moet al ver voor 1800 begonnen zijn en houdt verband met verandering van het betrekkelijke belang van de geulen in de afvoer van het getijdebied, aangezien het getijvolume niet belangrijk was toegenomen (Van den Berg, 1987). Met toenemende afvoer verdiepte de Wielingen en droeg daarmee bij aan de erosie van de kustlijn van Zeeuws-Vlaanderen. De vorming van het twee-geulen stelsel had een belangrijke invloed op de morfodynamische processen in het noordelijk deel van de buitendelta, waar de belangrijkste banken en het Oostgat allemaal noordwaarts draaiden of landwaarts verplaatsten (voor details zie o.a. Van Enkevoort, 1996, Van der Slikke, 1998).

Het twee-geulen stelsel is de laatste 45 jaar in stand gebleven, ondanks de gedeeltelijk afsluiting van de Oosterschelde en de belangrijke veranderingen in de Westerschelde, waar 400 in-situ  $Mm^3$  sediment is verplaatst door baggeren en storten en 114  $Mm^3$  zand is gewonnen sinds 1955 (Haecon, 2006). In en langs de geulen vonden grote veranderingen in de buitendeltamorfologie plaats tussen 1964 en 2011. De Wielingen nam nog steeds in diepte toe, maar nu vooral ten gevolge van dan wel versterkt door baggeren direct in de geul en in de rest van het estuarium. Het baggeren in de Westerschelde en met name het verwijderen van de ondiepe drempels in de vaargeul, verminderde de hydraulische weerstand, waardoor het getijvolume toenam met 5-7% (Gerritsen en de Jong, 1983). Een deel van het gebaggerde sediment droeg bij aan de aanwas direct ten noorden en ten zuiden van de geul. Een gedetailleerd overzicht van de morfodynamische veranderingen in de Westerschelde buitendelta wordt gegeven in Elias en Van der Spek (2015). De toegenomen diepte van de Wielingen moet hebben bijgedragen aan de eerder genoemde processen in het noordelijke deel van de buitendelta (Van den Berg, 1987). In de hedendaagse situatie treden drie parallelle geulen op langs de zuidwestelijke kust van Walcheren: Oostgat, Geul van de Rassen-Deurloo Oost en Deurloo-West-Walvischstaart, welke worden gescheiden door twee banken complexen (Figuur 3.10B). Het Bankje van Zoutelande, Rassen-Elleboog en Nolleplaat, die in 1964 nog afzonderlijke platen vormden, zijn vergroeid en vormen nu een langgerekt platenstelsel.

Naar het zuidwesten van deze platen verdiepte en verlengde de Geul van de Walvischstaart zich, terwijl tussen de platen en het eiland het Oostgat ligt, tamelijk stabiel in ligging. Zijn stabiliteit is deels het gevolg van het bestaan van Tertiaire en Pleistocene erosiebestendige lagen in de geulwand, de zuidwestelijke bodem van Walcheren (Van der Spek, 1997). Het Oostgat wordt geleidelijk dieper over de gehele lengte en zijn zeewaartse deel buitengaats van de westelijke punt van Walcheren, breidt zich uit in noordelijke richting. Deze geul in de nabijheid van de kust heeft geresulteerd in kust- en geulwandering en veelvuldige zandsuppleties van de aanliggende stranden. Geulwandering zal op termijn leiden tot vooroverinstabiliteit en verlies van strand en

duin. De suppletie van een groot volume zand (2,8 Mm<sup>3</sup> in 2005, 6,3 Mm<sup>3</sup> in 2009) op de vooroever van zuidwest kust van Walcheren, tevens de noordoostelijke geulwand van het Oostgat, heeft de vooroever gestabiliseerd en de as van de geul zeewaarts verplaatst (Nederbragt en Koomans, 2006, Dekker, 2012). De Vlakte van de Raan, het midden-gedeelte van de buitendelta gelegen tussen Wielingen en het geul-plaat systeem zeewaarts van Walcheren, erodeert waardoor het buitendelta front langzaam landwaarts migreert. Een opmerkelijke ontwikkeling is de vorming van een bijna doorgaande geul, waar het Oostgat zich in noordelijke richting uitbreidt en de Roompot, een grote geul in de Oosterschelde buitendelta, in zuidelijke richting. Betrekkelijk kleine netto-veranderingen worden waargenomen bij de Domburger Rassen, het noordelijke deel van de delta (Figuur 3.10C, polygoon k).



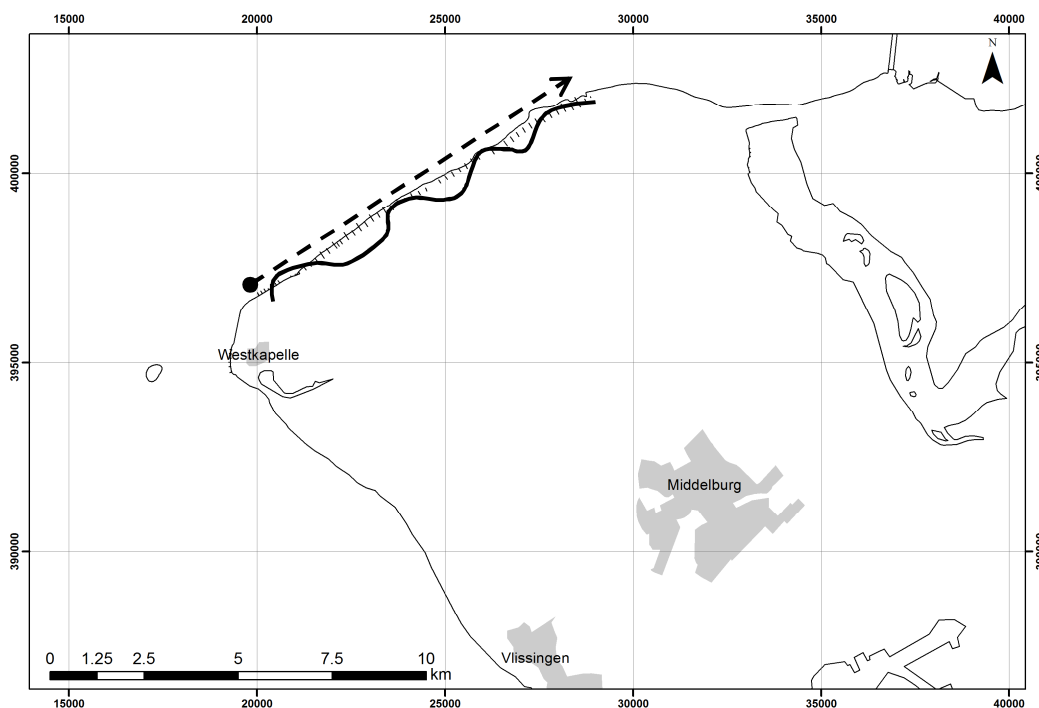
Figuur 3.10 Overzicht van de bodemligging van de Westerschelde buitendelta in (A) 1964 en (B) 2011. De sedimentatie- en erosiepatronen en de tabel volumeveranderingen vatten de morfologische veranderingen in deze periode samen (C) (Elias et al, 2016).

### 3.3.5 'Horizontale' zandgolven

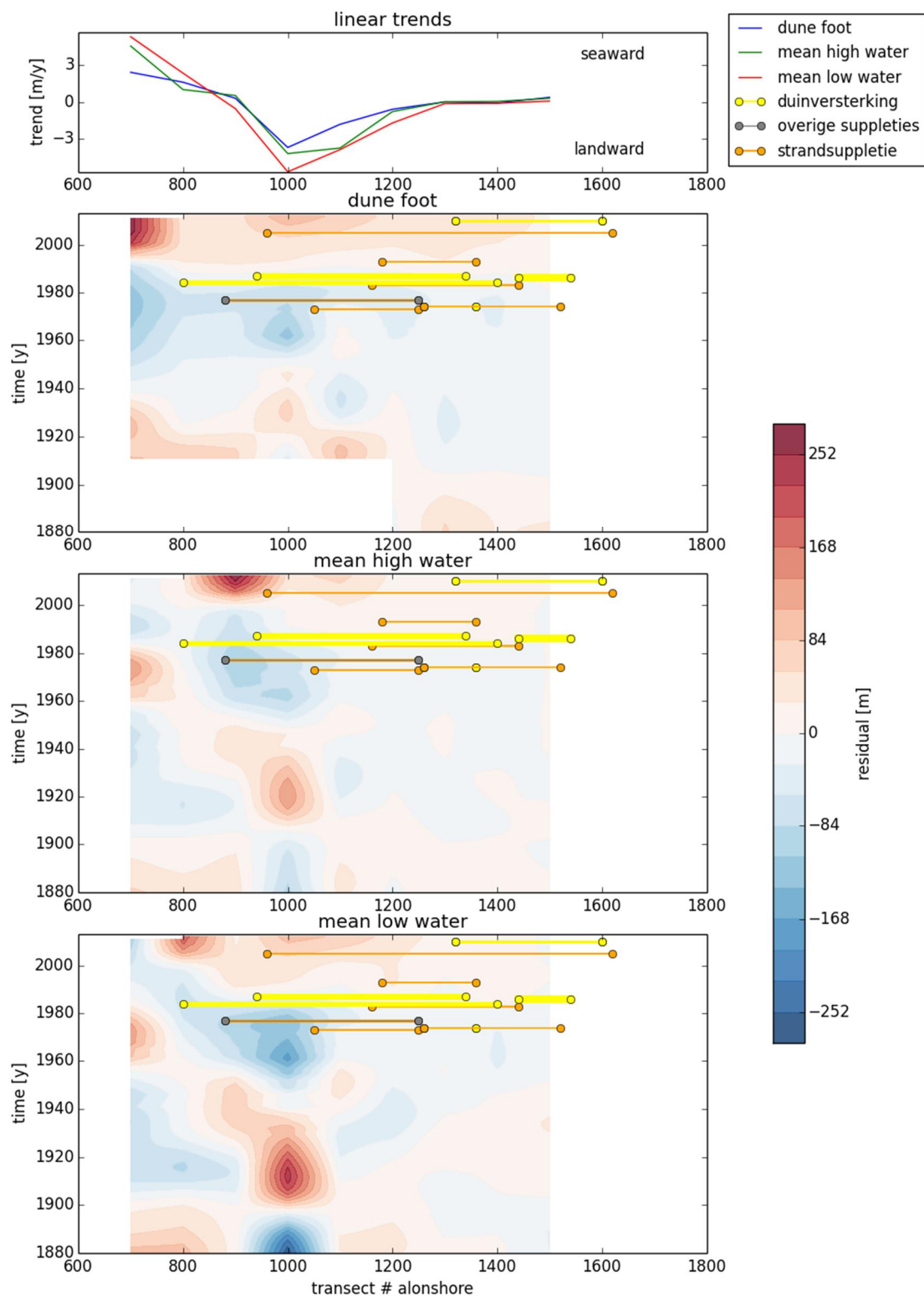
Langs de noordkust van Walcheren, vanaf Westkapelle, is bovenop de lange termijn (negatieve) trend van sedimentverlies ook een cyclische toe- en afname van sediment te zien. Deze toe- en afname verplaatst zich van het zuidwesten (Westkapelle) richting het noordoosten (Domburg en verder naar Oostkapelle, Figuur 3.11). Dit verschijnsel wordt horizontale zandgolf of kustzandgolf genoemd en is ook bekend van andere eilanden in de Delta en van de Waddeneilanden. Deze cyclische beweging is te zien in de verplaatsing van de laagwaterlijn. Hoozemans (1991) heeft een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd naar deze zandgolven. Voor het Deltagebied noemt hij een periode van 50 tot 135 jaar en een migratiesnelheid langs de kust van 30 tot 300 m per jaar. In Giardino et al (2014) wordt ook een analyse van 'sand waves' gegeven voor o.m. Walcheren, zie Figuur 3.12, dit is in feite een update van Figuur 3.13

Horizontale zandgolven hebben in het verleden het kustbeheer beïnvloed, doordat geplaatste strandhoofden geheel onder het zand bedekt raakten met het verplaatsen van een zandgolf. Hoewel strandhoofden en andere verdedigingswerken de zandgolf lokaal kunnen verstoren, hebben ze geen invloed op het grootschalig bewegingspatroon (Maranus en Verhagen, 1987). Het lijkt daarom ook onwaarschijnlijk dat ze op de totaalvolumes van de Ooster- of Westerscheldemonding (zie paragraaf 3.3.7) effect hebben.

Tot 1990 zijn de zandgolven nog duidelijk zichtbaar in de positie van de laagwaterlijn ten opzichte van de lange-termijnregressie (Figuur 3.12). Sinds 1990 wordt de kust regelmatig gesuppleerd, wat langs noordwest Walcheren hoofdzakelijk ter plaatse van de 'troggen' van de zandgolven is gedaan. Hierdoor wordt het zandgolfpatroon minder of helemaal niet meer zichtbaar. Mogelijk is een nieuwe 'kam' van een zandgolf op dat moment ter plaatse van Westkapelle, maar de gemeten toename kan ook zijn veroorzaakt door de suppleties (zie pijl met vraagteken in Figuur 3.13).

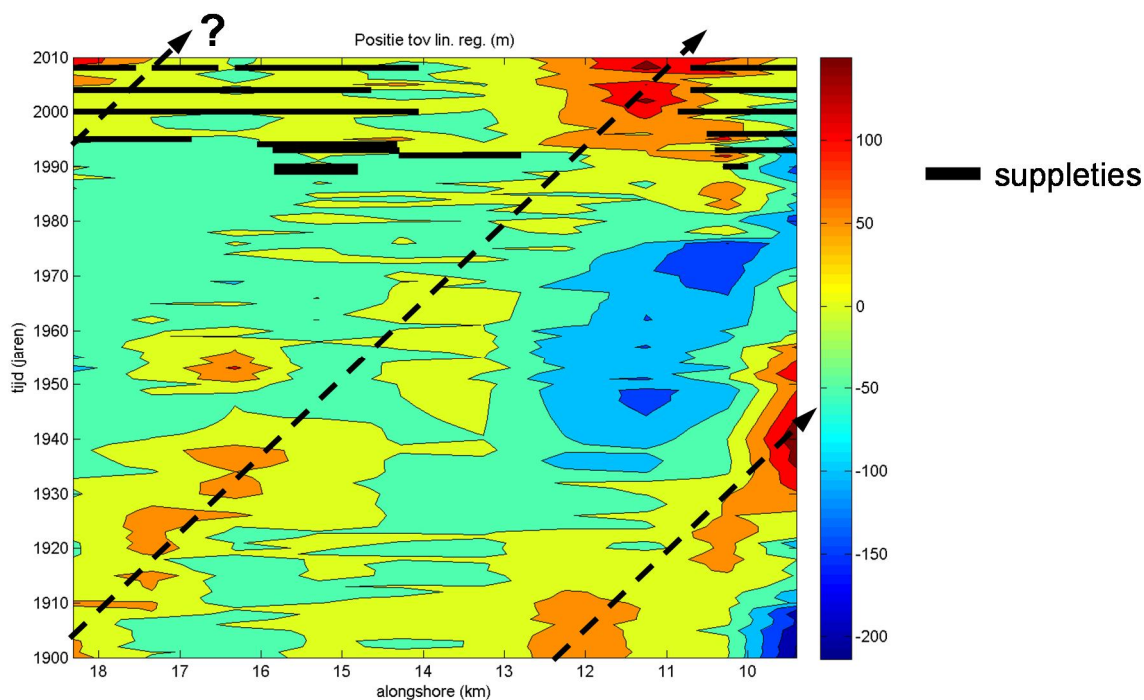


Figuur 3.11 Schematische weergave van het voorkomen en de migratierichting van horizontale zandgolven langs de kust van Walcheren. (Vermaas en Bruens, 2013)



Figuur 3.12 Contour plots van residuele verplaatsing van duinvoet, gemiddelde hoog- en laagwaterlijn voor de kust van Walcheren ten opzichte van de lineaire trends (bovenste figuur). (Giardino et al, 2014).



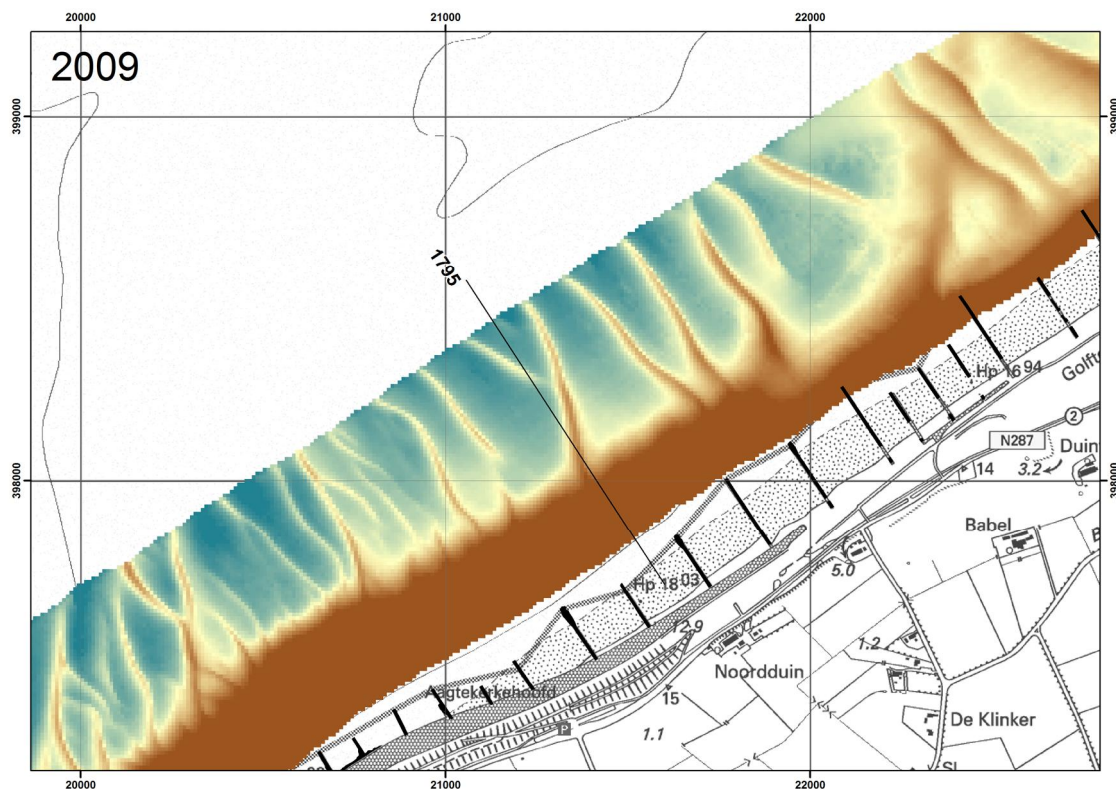


Figuur 3.13 Positie van de laagwaterlijn ten opzichte van de lange termijn lineaire trend, blauwe kleuren zijn harder achteruitgegaan en rode kleuren minder hard. In zwart zijn uitgevoerde strandsuppleties aangegeven, de pijlen geven de verplaatsing van de 'kammen' van de zandgolven langs de kust en in de tijd weer. (Maranus, 1987)

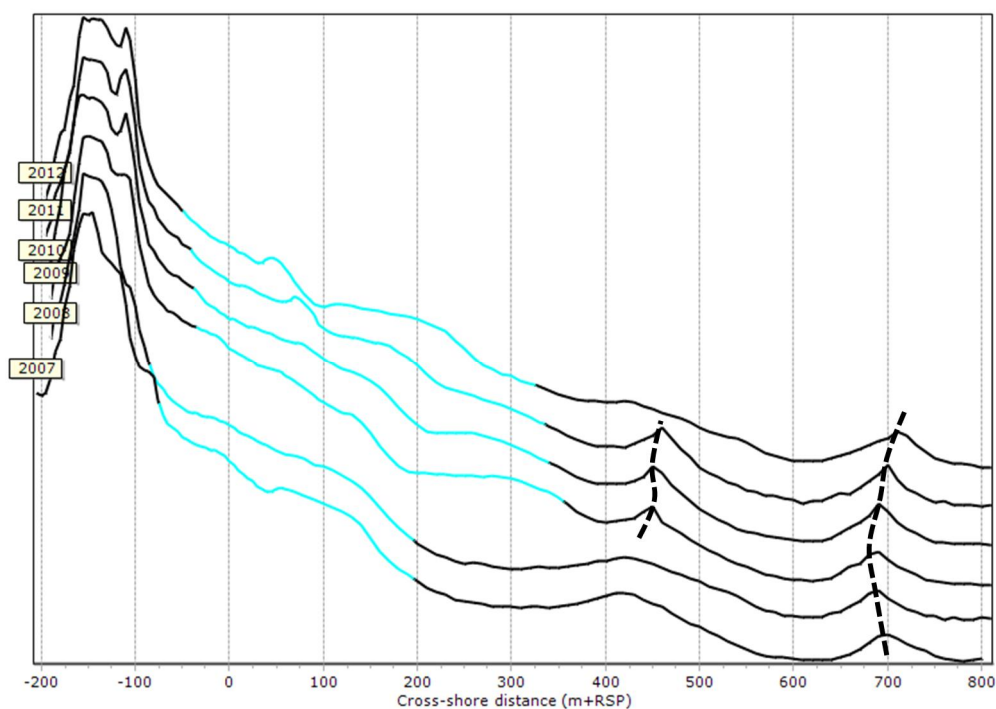
### 3.3.6 Zandgolven loodrecht op de kust

Naast de horizontale zandgolven wordt de term zandgolf ook gebruikt voor harmonische bedvormen die in ondiepe zandige kusten voorkomen en in de hele Noordzee aanwezig zijn (Van Dijk en Kleinhans, 2005). Ze vormen kammen en troggen loodrecht op de getijdestroming en hebben migratiesnelheden in de orde grootte meters tot tientallen meters per jaar.

Deze zandgolven zijn ook aanwezig in de geulen en de diepere delen voor de kust van Walcheren. Door de resolutie van 20x20 meter van de Jarkusgrids en vaklodingen zijn zandgolven hier niet op te zien, maar hogere resolutie multibeam opnames laten ze duidelijk zien (Figuur 3.14). Hoewel er geen onderzoek naar is gedaan, lijkt een directe invloed van deze zandgolven op het kustbeheer niet aanwezig te zijn. In Jarkus-profielen zijn kammen van migrerende zandgolven te zien als een knik in het profiel die zich zeewaarts of landwaarts kan verplaatsen. Dit is afhankelijk van de oriëntatie van de zandgolf ten opzichte van de raai en de richting waarin die migreert (Figuur 3.15). Of er een correlatie bestaat tussen deze zandgolven en de horizontale zandgolven is nog niet bekend, maar is wel onwaarschijnlijk, want het zijn geheel verschillende morfologische verschijnselen met verschillende tijd- en ruimteschaal.



Figuur 3.14 Zandgolven langs de noordkust van Walcheren tussen Westkapelle en Domburg, zichtbaar in de multibeam opname van 2 december 2009. (Vermaas en Bruens, 2013)



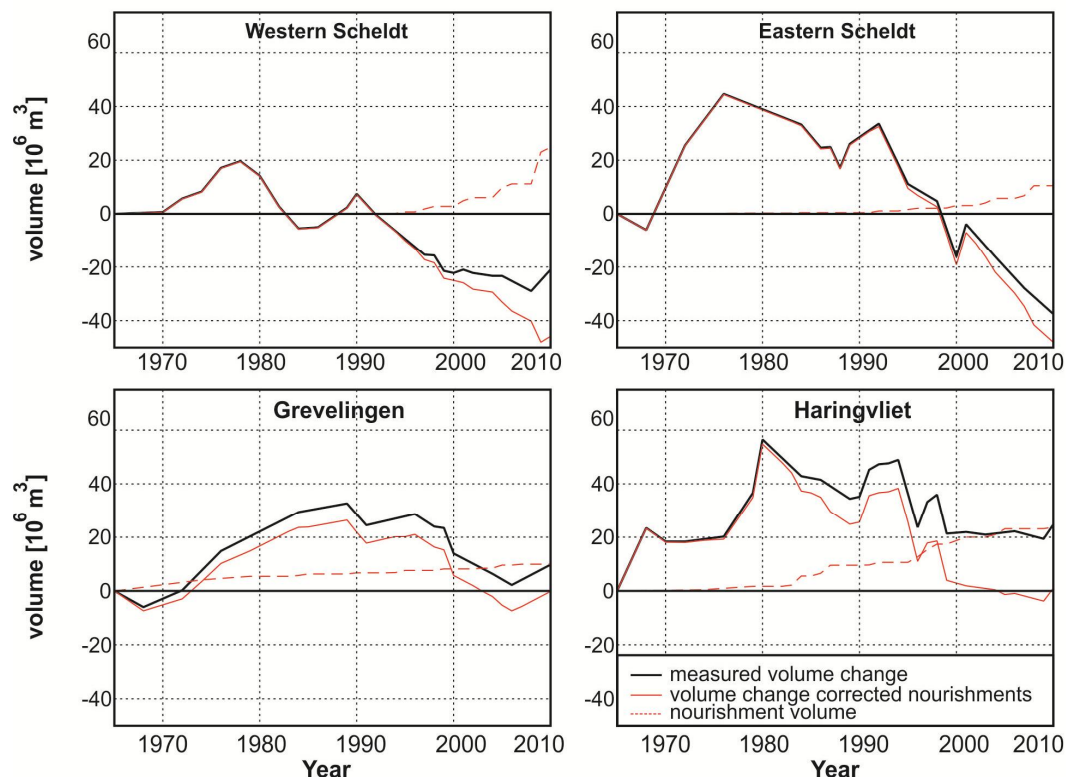
Figuur 3.15 Timestack van profiel 1795 van 2007 t/m 2012. Blauwe gedeelte is Basiskustlijn-zone, stippellijnen geven de beweging van zandgolf weer. Door de schuine oriëntatie van deze zandgolf op de kust (zie Figuur 3.13) lijkt die in de dwarsprofielen kustdwars te migreren. Hierdoor kan op basis van de profielen de zandgolf worden aangezien voor een kustparallele zandbank. (Vermaas en Bruens, 2013)

### 3.3.7 Ontwikkeling zandvolumes buitendelta (Elias et al, 2016)

Een grote volumetoename van 45 Mm<sup>3</sup> trad op in de Oosterschelde buitendelta tussen 1965 en 1976. Grote sedimentafzettingen zijn waargenomen in de afgesloten Geul, die in 1984 volledig was opgevuld en opgegaan in de verste delen van de Banjaard (Figuur 3.9 E d). Sinds 1980 is het volume van de buitendelta behoorlijk afgenomen met 77 Mm<sup>3</sup> (Figuur 3.16), een erosiesnelheid van -2,67 Mm<sup>3</sup>/jaar. Het grootste deel van deze verliezen trad op in de Banjaard (-49 Mm<sup>3</sup>; Figuur 3.9E e). Erosie langs de aanliggende kustlijn van Schouwen maakte herhaaldelijke zandsuppleties nodig en sinds 1975 is al 8 Mm<sup>3</sup> zand gesuppleerd. De ronde vorm van de kustlijn van de Kop van Schouwen en de aanwezigheid van de zich ontwikkelende geul Krabbengat direct zeewaarts hebben bijgedragen aan de erosie (Vermaas et al 2015). Aanzienlijke zandafzettingen zijn waargenomen op de vloedbank Bollen van het Nieuwe Zand (zie paragraaf 3.3.3).

De volumeveranderingen van de Westerschelde en de Grevelingen buitendelta's zijn geringer dan die van de Oosterschelde. Net als bij de Oosterschelde toont de Westerschelde buitendelta erosie tussen 1980 en 2010 van -1,2 Mm<sup>3</sup>/jaar; na correctie voor de toegepaste suppleties neemt deze waarde toe tot -2 Mm<sup>3</sup>/jaar. Alleen op de Vlake van de Raan overheerst de erosie (-76 Mm<sup>3</sup>) duidelijk over de afzetting van zand (+26 Mm<sup>3</sup>, zie Figuur 3.10 C a).

Grote morfodynamische veranderingen, 185 Mm<sup>3</sup> bruto (Figuur 3.10C f-i) hebben plaatsgevonden langs de kust van zuidwest Walcheren, maar de resulterende netto toename van 21 Mm<sup>3</sup> is beperkt. Een deel van deze toename moet worden toegeschreven aan herhaalde suppleties, die zijn uitgevoerd langs de kust van Walcheren. Zandsuppleties zijn hier al uitgevoerd sinds 1952, maar het grootste deel van de 17 Mm<sup>3</sup> suppletiezand (80%) is aangebracht sinds 1991. Oorspronkelijk werd het zand uitsluitend als strand- en duinsuppleties aangebracht, maar sinds 2005 is de erosie van Oostgat ook succesvol tegengegaan met geulwandsuppleties (9,1 Mm<sup>3</sup> in totaal). Aanvullende suppleties langs de noordwestelijke kust van Walcheren voegden daar nog eens 10 Mm<sup>3</sup> zand aan toe.



Figuur 3.16 Cumulatieve volumeveranderingen van de verschillende buitendelta's (zwarte lijn), het volume gecorrigeerd voor suppleties (rode getrokken lijn) en het totale suppletievolume (gestreepte lijn) (Elias et al, 2016).

## 4 Kustlijnhandhaving en ontwikkeling vooroever

Dit hoofdstuk beschrijft de ontwikkelingen van de vooroever, in relatie tot het uitgevoerde beheer voor het kustvak Walcheren. Jaarlijks wordt aan de hand van posities van de Momentane Kustlijn en de Te Toetsen Kustlijn getoetst hoe de kustlijn erbij ligt ten opzichte van de Basiskustlijn. De resultaten van deze toetsing worden vastgelegd in de kustlijnkartenboeken. In paragraaf 4.1 geven we aan de hand van een beknopte samenvatting van de kustlijnkarten weer hoe de kustlijn van het gebied zich heeft ontwikkeld over de periode 1992 - 2017 en welke maatregelen er zijn genomen. Paragraaf 4.2 geeft een gedetailleerder overzicht van de ingrepen (suppleties) die langs de kust van Walcheren hebben plaatsgevonden. De detailontwikkeling van de vooroever staat beschreven in paragraaf 4.3 en de dynamiek van de zeereep in paragraaf 4.4.

### 4.1 Samenvatting van de Kustlijnkarten

In onderstaand tekstkader is een samenvatting van de beschrijvingen van de kustlijnkartenboeken door de jaren heen gegeven. De jaarlijkse kustlijnkartenboeken worden opgesteld in de laatste maand van het voorafgaande jaar. De volledige teksten uit de kustlijnkartenboeken voor Walcheren (kustvak 16, karten 6 t/m 13) zijn opgenomen in Bijlage 7A. De kustlijnkartenboeken (vanaf 1992) zijn te downloaden op de website van Rijkswaterstaat: <http://publicaties.minienm.nl/documenten/kustlijnkarten-seriebeschrijving>

*Tekstkader: Samenvatting teksten uit Kustlijnkartenboeken met resultaten van de toetsing Walcheren (Kustvak 16, karten 6 t/m 3)*

Walcheren is een erosieve kust, de trend in de kustlijnligging is afwisselend landwaarts en zeewaarts gericht. Op Walcheren is na de beleidskeuze 'dynamisch handhaven' frequent gesuppleerd. Zo zijn vanaf 1990 meerdere suppleties uitgevoerd. Van de totale kustlengte van circa 14 km is in 1999 thans twee derde deel gesuppleerd. Met het huidige suppletiebeleid kan de BKL redelijk in stand worden gehouden. Dit geldt echter niet voor de steile oever zeewaarts van de BKL, dit kustfundament blijft achteruit gaan.

De noordkust van Walcheren (560 – 880) heeft brede stranden ('Breezand'). In 2002 is de BKL op veel plaatsen land- en soms zeewaarts verlegd, waardoor de BKL minder snel wordt overschreden in dit kustvak.

Langs de noordwestkust Walcheren, van Breezand tot en met Domburg, treedt afwisselend lichte erosie (raaien 580 t/m 760, 900 t/m 1025, 1145, 1165, 1265 en 1428 t/m 1612) en lichte aanzanding op

In 2008 is de zeevaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. In raai 1755 t/m raai 1883, waar de BKL is herzien, treedt erosie op tot circa 16 meter per jaar, maar de BKL is nog niet overschreden. In raai 1905 en 1907 is een nieuwe BKL vastgesteld, als gevolg van deze zeevaartse versterkingen.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al jarenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul.

Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie (2,5 mln. m<sup>3</sup> zand)

uitgevoerd en in 2009 is een verlenging van deze geulwandsuppletie (6,2 mln. m<sup>3</sup> zand) richting Westkapelle uitgevoerd. Deze geulwandsuppleties hebben een stabiliserend effect op de landwaartse geulwand tussen Westkapelle en Zoutelande.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts richting Vlissingen treedt overwegend erosie op. Tussen Westduin en Vlissingen treedt overwegend lichte aanzanding op.

Na de jaarlijkse kustmetingen van 2016 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties uitgevoerd tussen de raaien 2195 - 2694 en 2950 - 3458. De verwachting is dat deze suppleties de kustlijn hebben hersteld en er geen BKL overschrijdingen meer zijn.

Walcheren ligt in 2017 voldoende in het zand. Dit is het gevolg van het uitgevoerde onderhoud vanuit het reguliere suppletieprogramma.

## 4.2 Suppletieoverzicht

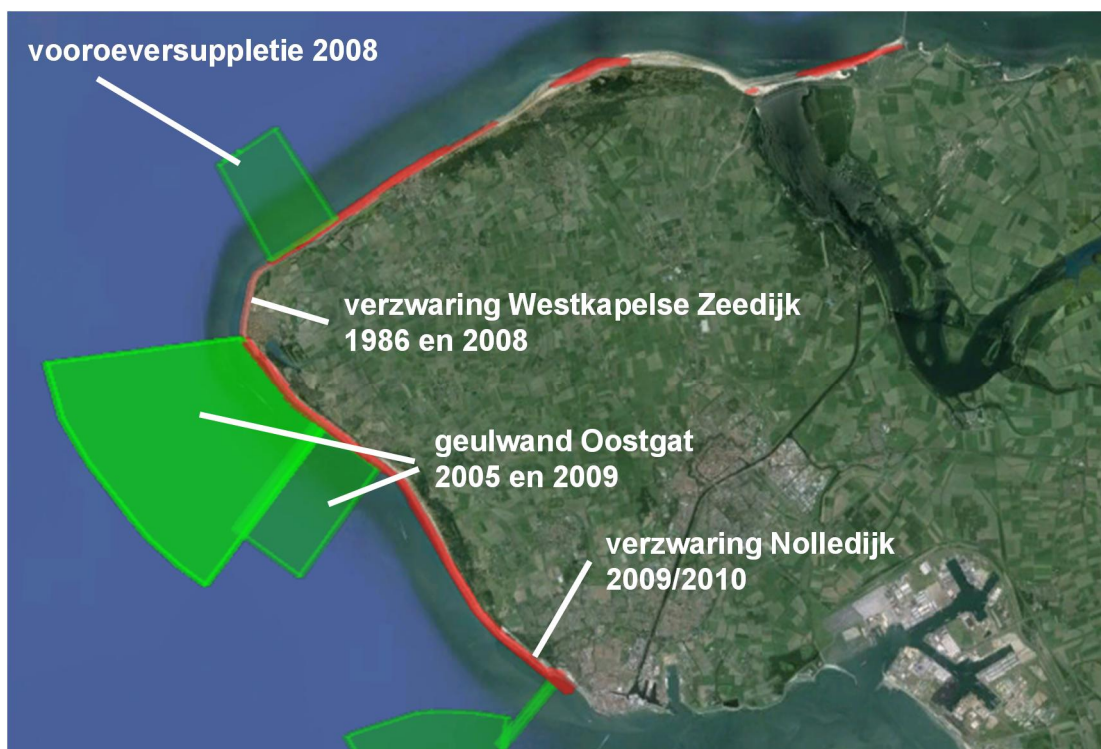
### 4.2.1 Uitgevoerde suppleties

Op Walcheren zijn al sinds 1952 incidenteel suppleties uitgevoerd en sinds 1990 regelmatig, zie Tabel 4.2 voor een volledig overzicht van deze suppleties. In Figuur 4.1 zijn een aantal belangrijke suppleties weergegeven op de kaart, Figuur 4.2 geeft het recente overzicht. Figuur 4.3 geeft de cumulatief per jaar gesuppleerde volumes per m per raai en Figuur 4.4 weer het overzicht. Een overzichtskaart van het kustvak met Jarkusraaien is te zien in Figuur 4.5. Figuur 4.6 geeft een overzicht van de volumes van de totaal uitgevoerde zandsuppleties in de tijd. In Bijlage 7B zijn de kaartjes met het suppletieoverzicht opgenomen van de verschillende jaren t/m 2016.

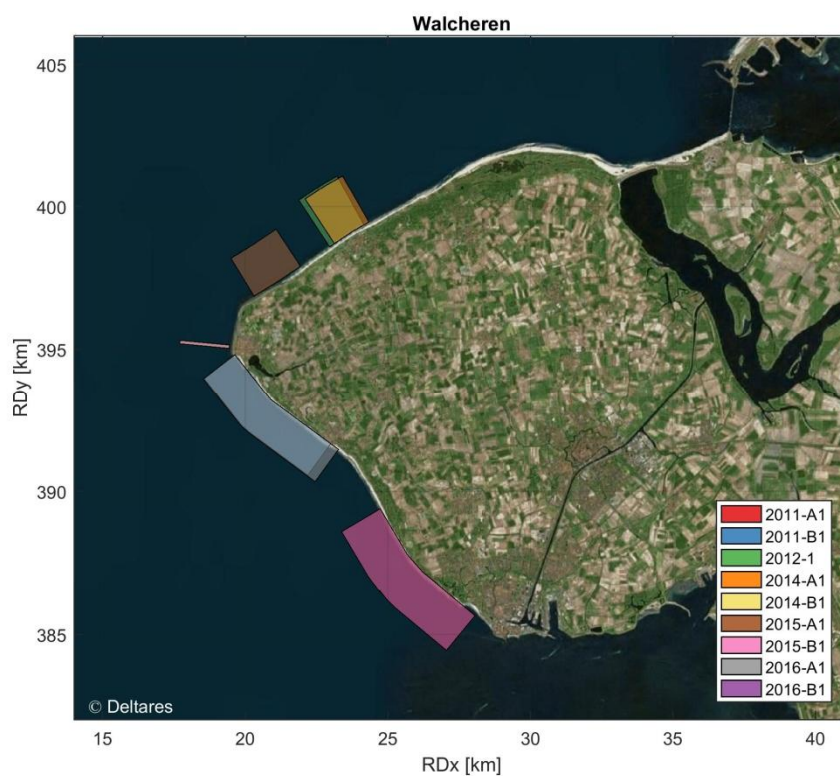
Er zijn in het kustvak Walcheren voornamelijk strandsuppleties uitgevoerd, omdat door de aanwezigheid van het Oostgat langs de gehele zuidwestkust van Walcheren en het relatief steile profiel langs de noordelijke kust, het minder goed mogelijk is om vooroeversuppleties uit te voeren. Dit is typisch voor de gehele Zeeuwse Delta, zie Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Verhouding strand/vooroeversuppletie voor de periode 1990-2012

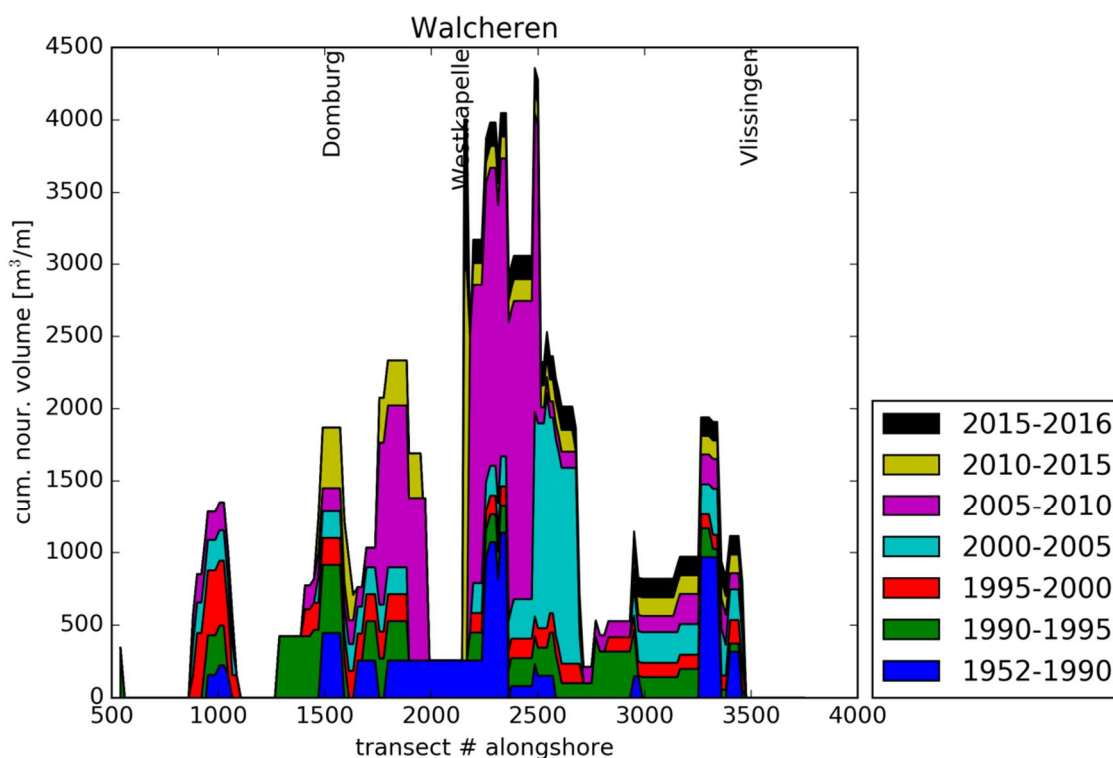
Kustgebied	Mm <sup>3</sup> / Mm <sup>3</sup>	%strand	%vooroever
Wadden	26,6/37,6	41,4%	59,6%
Holland	33,8/49,2	40,7%	59,3%
Zeeuwse Delta	46,2/13,7	77,1%	22,9%



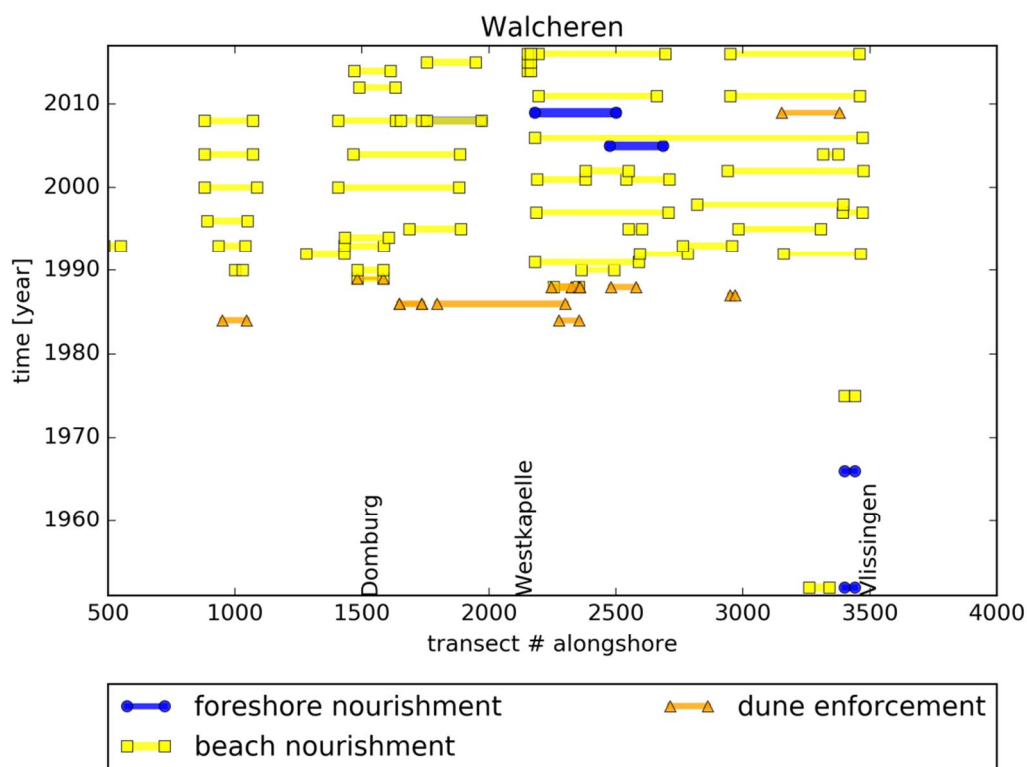
Figuur 4.1 Overzichtskartaal met uitgevoerde suppleties, rode vlakken zijn strand- en duinverzwaringen, groene vlakken zijn onderwatersuppleties. De belangrijkste ingrepen zijn extra aangeduid. (Vermaas en Bruens, 2013).



Figuur 4.2 Recent suppletieoverzicht kustvak Walcheren (2015-2016). Voor overige jaren zie Bijlage 7B



Figuur 4.3 Cumulatieve suppletievolumes per m per raai Walcheren 1952-2016. Kleur geeft de periode aan



Figuur 4.4 Overzicht suppleties kustvak Walcheren per raai per jaar (Blauw = vooroeversuppletie, Geel = strandsuppletie en Oranje = Duinversterking)





Figuur 4.5 Overzichtkaart Walcheren met Jarkusraai (540 t/m 1883) (Achtergrondkaart is gebaseerd op OpenStreetMaps)

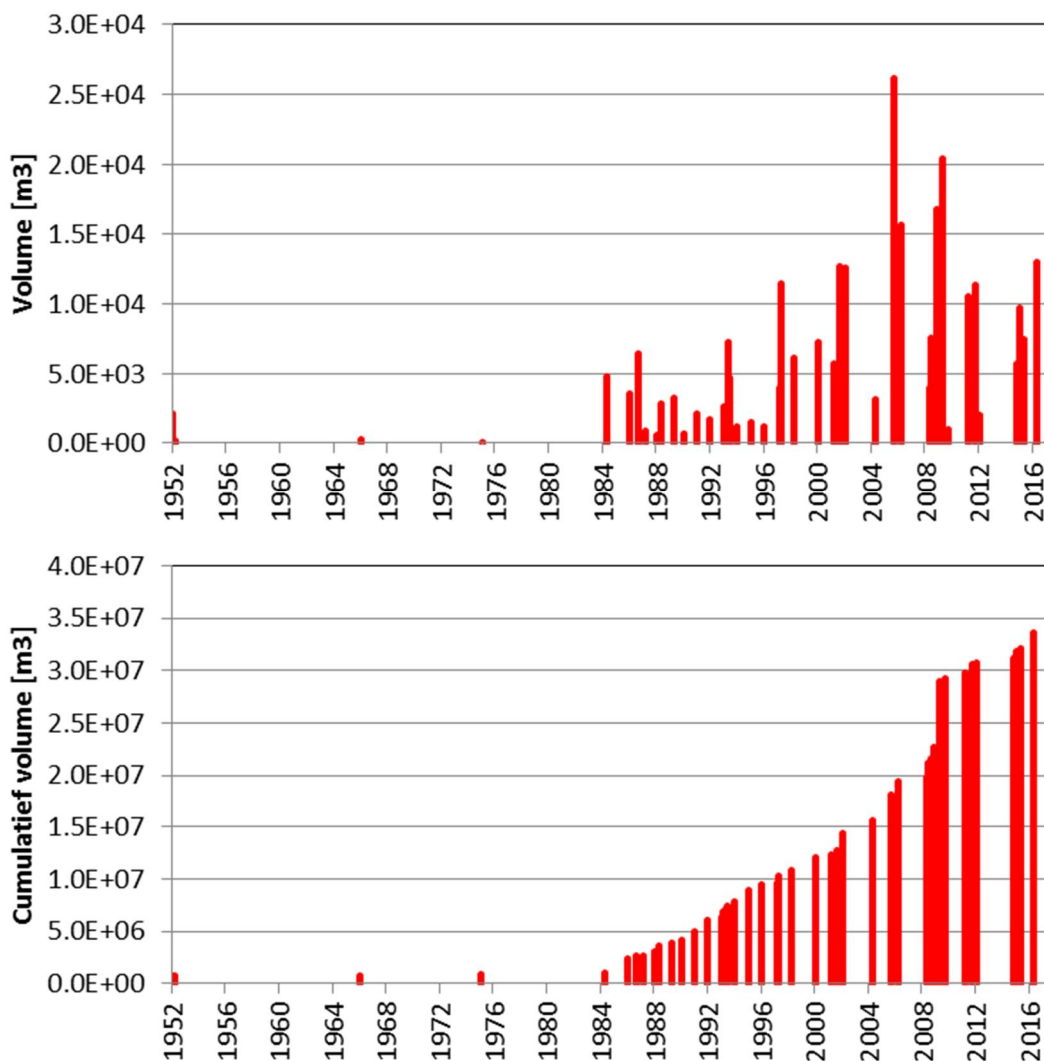
Tabel 4.2 Uitgevoerde zandsuppleties Kustvak 16, Walcheren

Begindatum	Einddatum	Beginlocatie	Eindlocatie	Volume	Volume per m	Lengte	Type
				m <sup>3</sup>	m <sup>2</sup>	m	
1-1952	12-1952	Walcheren - 3264	Walcheren - 3340	775000	969	800	strandsuppletie
4-1952	10-1952	Walcheren - 3400	Walcheren - 3440	50000	125	400	vooroeversuppletie
1-1966	3-1966	Walcheren - 3400	Walcheren - 3440	32000	80	400	vooroeversuppletie
1-1975	12-1975	Walcheren - 3400	Walcheren - 3440	45000	113	400	strandsuppletie
4-1984	4-1984	Walcheren - 950	Walcheren - 1045	150000	158	950	duinverzwaring
5-1984	6-1984	Walcheren - 2275	Walcheren - 2356	90000	111	810	duinverzwaring
1-1986	12-1986	Walcheren - 1795	Walcheren - 2300	1300000	257	5050	dijkverzwaring
9-1986	9-1986	Walcheren - 1653	Walcheren - 1735	200000	229	875	duinverzwaring
9-1986	9-1986	Walcheren - 1653	Walcheren - 1735	25000	29	875	duinverzwaring
3-1987	3-1987	Walcheren - 2950	Walcheren - 2970	30000	150	200	duinverzwaring
1-1988	12-1988	Walcheren - 2255	Walcheren - 2354	230000	232	990	strandsuppletie
1-1988	12-1988	Walcheren - 2325	Walcheren - 2354	75000	259	290	duinverzwaring
1-1988	12-1988	Walcheren - 2325	Walcheren - 2354	18500	64	290	duinverzwaring
1-1988	12-1988	Walcheren - 2484	Walcheren - 2579	153000	153	1000	duinverzwaring
5-1988	10-1988	Walcheren - 2255	Walcheren - 2358	532360	471	1130	duinverzwaring
4-1989	5-1989	Walcheren - 1489	Walcheren - 1571	201258	197	1020	strandsuppletie
4-1989	5-1989	Walcheren - 1489	Walcheren - 1571	9272	9	1020	duinverzwaring
1-1990	12-1990	Walcheren - 1489	Walcheren - 1571	245517	241	1020	strand-duinsuppletie
1-1990	12-1990	Walcheren - 1005	Walcheren - 1025	20000	67	300	strandsuppletie
1-1990	12-1990	Walcheren - 2366	Walcheren - 2493	105000	81	1292	strand-duinsuppletie
1-1991	12-1991	Walcheren - 2180	Walcheren - 2590	788000	192	4100	strandsuppletie
1-1992	12-1992	Walcheren - 1286	Walcheren - 1742	637000	425	1500	strandsuppletie
1-1992	12-1992	Walcheren - 3161	Walcheren - 3458	169000	56	3030	strandsuppletie
1-1992	12-1992	Walcheren - 2597	Walcheren - 2782	192000	101	1900	strandsuppletie
1-1993	4-1993	Walcheren - 1448	Walcheren - 1571	318000	205	1550	strandsuppletie

3-1993	10-1993	Walcheren - 2770	Walcheren - 3165	619000	319	1940	strandsuppletie
5-1993	5-1993	Walcheren - 540	Walcheren - 540	225000	346	650	strandsuppletie
6-1993	7-1993	Walcheren - 940	Walcheren - 1036	287000	273	1050	strandsuppletie
1-1994	12-1994	Walcheren - 1448	Walcheren - 1591	453000	263	1720	strandsuppletie
1-1995	12-1995	Walcheren - 2550	Walcheren - 2602	54000	104	520	strandsuppletie
1-1995	12-1995	Walcheren - 1686	Walcheren - 1889	550000	271	2030	strandsuppletie
1-1995	12-1995	Walcheren - 2990	Walcheren - 3305	463000	143	3235	strandsuppletie
1-1996	12-1996	Walcheren - 900	Walcheren - 1045	464000	290	1600	strandsuppletie
3-1997	3-1997	Walcheren - 3400	Walcheren - 3470	125000	162	770	strandsuppletie
4-1997	5-1997	Walcheren - 2185	Walcheren - 2706	700000	134	5215	strandsuppletie
4-1998	6-1998	Walcheren - 2820	Walcheren - 3380	563550	98	5750	strandsuppletie
1-2000	4-2000	Walcheren - 1406	Walcheren - 1879	886127	186	4770	strandsuppletie
2-2000	3-2000	Walcheren - 900	Walcheren - 1085	322529	157	2060	strandsuppletie
3-2001	4-2001	Walcheren - 2541	Walcheren - 2706	354000	208	1700	strandsuppletie
9-2001	9-2001	Walcheren - 2195	Walcheren - 2380	393000	231	1700	strandsuppletie
1-2002	9-2002	Walcheren - 2380	Walcheren - 2550	462000	272	1700	strandsuppletie
2-2002	4-2002	Walcheren - 2950	Walcheren - 3470	1130000	211	5350	strandsuppletie
4-2004	11-2004	Walcheren - 3320	Walcheren - 3360	67117	112	600	strandsuppletie
4-2004	11-2004	Walcheren - 900	Walcheren - 1065	399164	210	1900	strandsuppletie
4-2004	11-2004	Walcheren - 1469	Walcheren - 1883	777565	185	4200	strandsuppletie
9-2005	11-2005	Walcheren - 2475	Walcheren - 2684	2410737	1148	2100	vooroeversuppletie
3-2006	5-2006	Walcheren - 2180	Walcheren - 3470	1438693	112	12900	strandsuppletie
5-2008	7-2008	Walcheren - 1406	Walcheren - 1632	369565	163	2265	strandsuppletie
6-2008	11-2008	Walcheren - 1755	Walcheren - 1970	1392722	648	2150	vooroeversuppletie
9-2008	10-2008	Walcheren - 900	Walcheren - 1065	371217	195	1900	strandsuppletie
11-2008	12-2008	Walcheren - 1653	Walcheren - 1735	110435	135	820	strandsuppletie
11-2008	12-2008	Walcheren - 1755	Walcheren - 1970	1022609	476	2150	strandsuppletie
4-2009	1-2010	Walcheren - 2180	Walcheren - 2499	6254000	1954	3200	geulwandsuppletie

10-2009	4-2010	Walcheren - 3153	Walcheren - 3360	217391	96	2270	duinverzwaring
3-2011	4-2011	Walcheren - 2950	Walcheren - 3458	653519	128	5100	strandsuppletie
10-2011	11-2011	Walcheren - 2195	Walcheren - 2660	701693	151	4650	strandsuppletie
2-2012	5-2012	Walcheren - 1489	Walcheren - 1632	250399	175	1430	strandsuppletie
11-2014	12-2014	Walcheren - 1469	Walcheren - 1612	350000	245	1430	strandsuppletie
12-2014	12-2014	Walcheren - 2153	Walcheren - 2165	93820	782	120	strandsuppletie
1-2015	2-2015	Walcheren - 1755	Walcheren - 1948	600000	311	1930	strandsuppletie
5-2015	5-2015	Walcheren - 2153	Walcheren - 2165	230164	1918	120	strandsuppletie
5-2016	6-2016	Walcheren - 2195	Walcheren - 2694	805000	161	4990	strandsuppletie
4-2016	6-2016	Walcheren - 2950	Walcheren - 3458	650000	128	5080	strandsuppletie
4-2016	4-2016	Walcheren - 2153	Walcheren - 2165	125629	1047	120	strandsuppletie
<b>TOTAAL</b>				<b>33733550</b>			

## Zandsuppleties Kustvak 16 Walcheren



Figuur 4.6 Volume en cumulatief volume uitgevoerde zandsuppleties kustvak 16, Walcheren

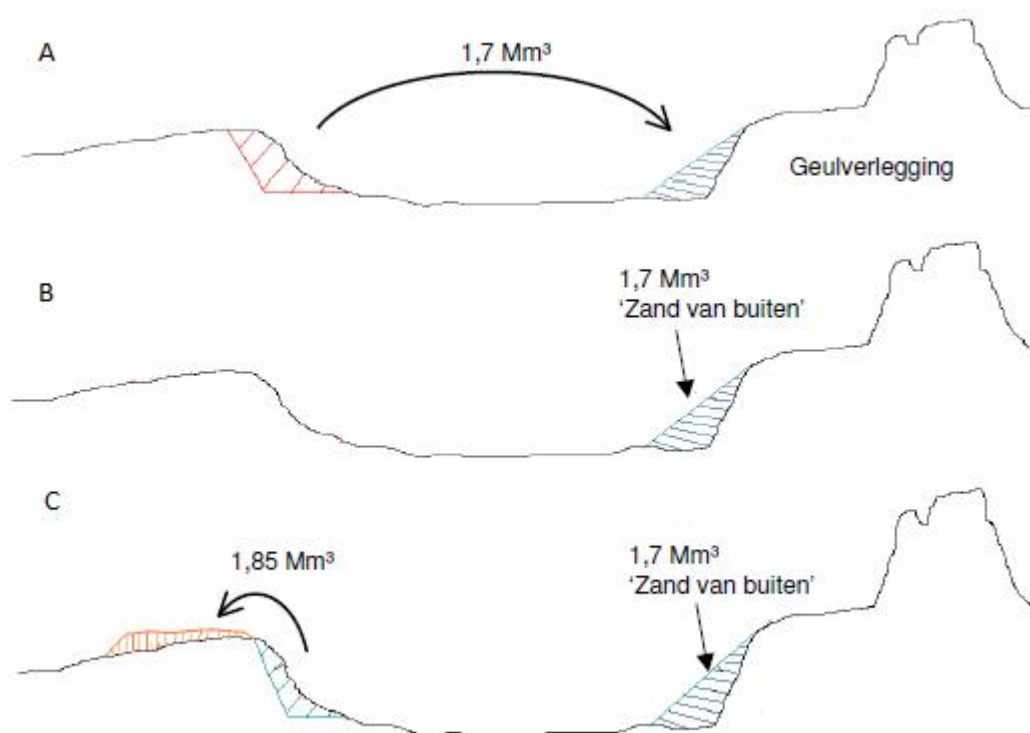
In 1952 en 1966 zijn bij Walcheren de eerste “vooroeversuppleties” uitgevoerd, zie Tabel 4.2. Deze zouden onder de huidige maatstaven echter als strandsuppletie worden omschreven. De eerste “echte” onderwatersuppletie was de geulwandsuppletie van het Oostgat in 2005 ter hoogte van Zoutelande. In 2008 is de eerste vooroeversuppletie uitgevoerd ten noordoosten van Westkapelle in het kader van de zwakke schakel Westkapelle. In 2009 is de geulwand van het Oostgat ter hoogte van Westkapelle gesuppleerd. De geulwandsuppleties en vooroeversuppletie worden verder beschreven in de paragrafen 4.2.2 en 4.2.3.

Er zijn meerdere duinversterkingen in de periode 1984-1989 uitgevoerd, zowel aan zeewaartse als landwaartse zijde. Deze zijn voornamelijk tussen Westkapelle en Zoutelande gedaan en een paar ter hoogte van Domburg. In 2009/2010 is in het kader van de zwakke schakel Nolle-Westduin ook een duinversterking uitgevoerd, achter de versterkte dijk.

#### 4.2.2 Evaluatie geulwandsuppleties Oostgat

Van het totaal van de suppleties op Walcheren is er voornamelijk onderzoek gedaan naar de geulwandsuppleties in het Oostgat. Naast de daadwerkelijke evaluatie worden hier ook andere onderzoeken naar ingrepen in het Oostgat beschreven, om een compleet overzicht van de huidige kennis hierover te geven.

Naar de geulwandsuppletie zijn, naast een evaluatie door Dekker (2012), vooraf verschillende studies gedaan. Witteveen en Bos (2007) heeft gekeken of er op economische gronden gekozen kan worden voor een vorm van suppleren. Hierbij zijn drie alternatieven van Rijkswaterstaat Zeeland bestudeerd: A) geulverlegging, waarbij het sediment voor de suppletie op de andere geulwand wordt gewonnen, B) een suppletie met sediment van 'buiten' en C) een suppletie met sediment van 'buiten' met een bankverplaatsing (Figuur 4.7). Hierbij zijn vier aspecten meegenomen, 1) regulier kustonderhoud, 2) kosten geulwandsuppletie, 3) kosten morfologisch baggeren en 4) onderhoud aan de drempel Oostgat/Sardijngeul. De alternatieven A en B blijken in kosten weinig van elkaar te verschillen, waarbij optie B 0,1-0,2% duurder uitvalt. Om de opties goed te kunnen vergelijken zijn de jaarlijkse suppleties van ongeveer  $12 \text{ Mm}^3$  per jaar meegenomen. Optie A is dan  $1,7 \text{ Mm}^3$  zand verplaatsen van de ene geulwand naar de andere kant plus  $1,7 \text{ Mm}^3$  zand binnen het kustfundament brengen. Optie C is aanzienlijk duurder dan de andere opties.



Figuur 4.7 Drie alternatieven voor een geulwandsuppletie in het Oostgat, gebruikt voor een economische studie. (Rijkswaterstaat Zeeland).

Elias en Walstra (2006) hebben met een proces-georiënteerd morfologisch model de morfologische effecten van verschillende ingrepen op een termijn van 10 jaar gesimuleerd. De gemodelleerde ingrepen zijn: 1) geulwandversterking (hard), 2) een geulwandsuppletie en 3) een verlaging van het Bankje van Zoutelande. De ingrepen zijn ten opzichte van de gehele voordelta relatief klein en de effecten blijven op de gemodelleerde termijn beperkt tot het Oostgat en Bankje van Zoutelande. Over de geulwandsuppletie wordt geconcludeerd dat de effecten relatief tot de andere ingrepen

groot zijn en ook het Bankje van Zoutelande en Geul van de Rassen/Deurloo-Oost beïnvloeden. Het model voorspelt sedimentatie aan de zeewaartse zijde van het Bankje van Zoutelande in het noorden (Zoutelande-Westkapelle) en aan landwaartse zijde ten zuiden van Zoutelande.

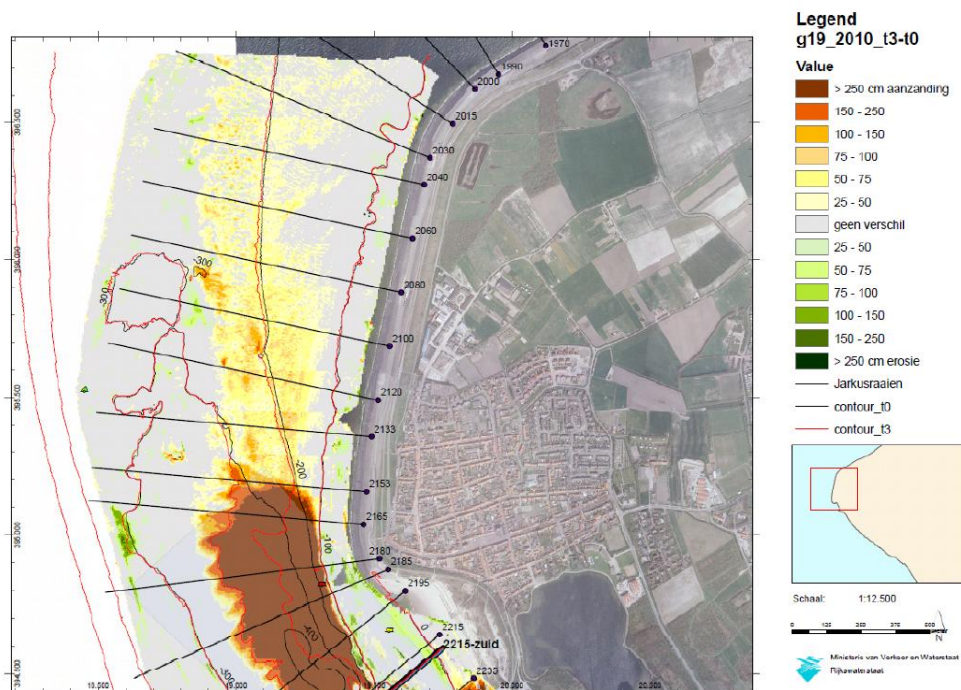
De mogelijke invloed van een geulwandsuppletie op de drempel Oostgat/Sardijngeul is nader onderzocht door Van Ormondt en De Ronde (2009). Eventuele extra aanzanding zou tot extra baggerkosten leiden vanwege het op diepte houden van de vaargeul. De aanzanding van de drempel is een natuurlijk proces dat al decennia gaande is. De drempel verplaatst zich langzaam in zuidoostelijke richting. De resultaten van de studie van Van Ormondt en De Ronde (2009) laten zien dat ook bij overdimensionering van de suppletie er geen significant effect op de aanzanding van de drempel is. Ook Van der Werf et al. (2011) concluderen op basis van analyse van de baggerinspanning en metingen dat de suppletie geen invloed had op de aanzanding en deze dus waarschijnlijk voornamelijk wordt veroorzaakt door natuurlijke processen.

In oktober 2001 is door Rijkswaterstaat Zeeland een praktijkproef uitgevoerd naar de effecten van een geulwandsuppletie. Er is een tracerexperiment gedaan waarbij 10.000 m<sup>3</sup> glauconiet-houdend zand ter hoogte van Dishoek op de geulwand is aangebracht. Hordijk (2002) heeft deze proef in Delft3D gesimuleerd en vergeleken met de praktijkresultaten. De metingen en het model tonen vergelijkbare resultaten, waarbij het model de sedimenttransporten iets overschat. Het grootste gedeelte van het gesuppleerde sediment blijft op dezelfde plek. De suppletiehoogte was iets afgenomen en het zwaartepunt is in vloedrichting (zuiden) verplaatst.

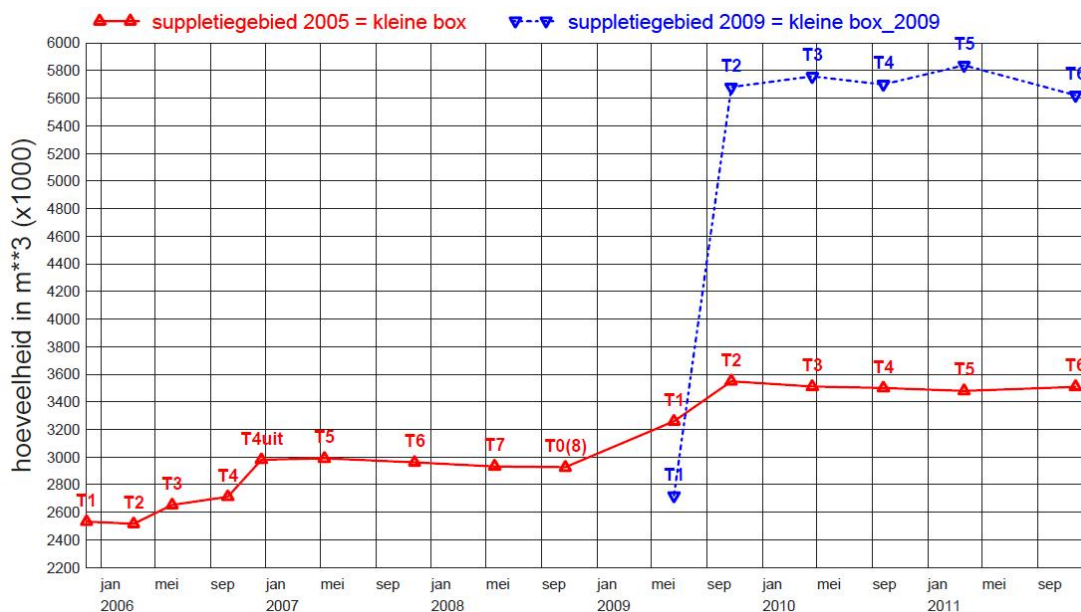
De twee uitgevoerde geulwandsuppleties uit 2005 en 2009 zijn door Dekker (2012) geanalyseerd op basis van multibeam opnames. Beide suppleties blijven relatief stabiel, wat in lijn is met de ervaringen van het tracerexperiment en de analyse van Van Ormondt en De Ronde (2009). De volumes nemen enigszins af (Figuur 4.9) en er is noordwaarts transport zichtbaar (Figuur 4.8). Het centrale deel van de suppletie zakt enigszins uit (Figuur 4.10). Naar verwachting zal op termijn de geulwand vooral bovenin (NAP -8 tot -12m) weer bloot komen te liggen. De diepe zandsuppletie beschermt de geulwand die voordien gestaag erodeerde, maar waar geen oevervallen optraden. In een te steil opgezette geulwandsuppletie kan echter wel een oever- of strandval optreden (Walstra, 2005, Mastbergen en Schrijvershof, 2016).

De stroming en het zandtransport door het Oostgat zijn in detail opgemeten (Erkens, 2003) en gemodelleerd (Damen, 2014). Op basis van multibeam-metingen is de residuele duinmigratierichting vastgesteld, hieruit bleek dat in de hoofdgeul Oostgat bij Zoutelande de (bodem-) transportrichting vloedwaarts- en langs de ondiepe vooroever ebwaarts gericht was.

Ter hoogte van Westkapelle is een oud stuk van de zeedijk door het bombardement in de Tweede Wereldoorlog in de geul terecht gekomen. Direct ten noorden hiervan ontstaat hierdoor een erosiekuil. In november/december 2010 is er nog 0,4 Mm<sup>3</sup> extra in de erosiekuil gesuppleerd. Dit was echter al nagenoeg volledig verdwenen in maart 2011 (Figuur 4.11 en Figuur 4.12). Vanaf 2016 zet de verdieping van de kuil zich weer voort.

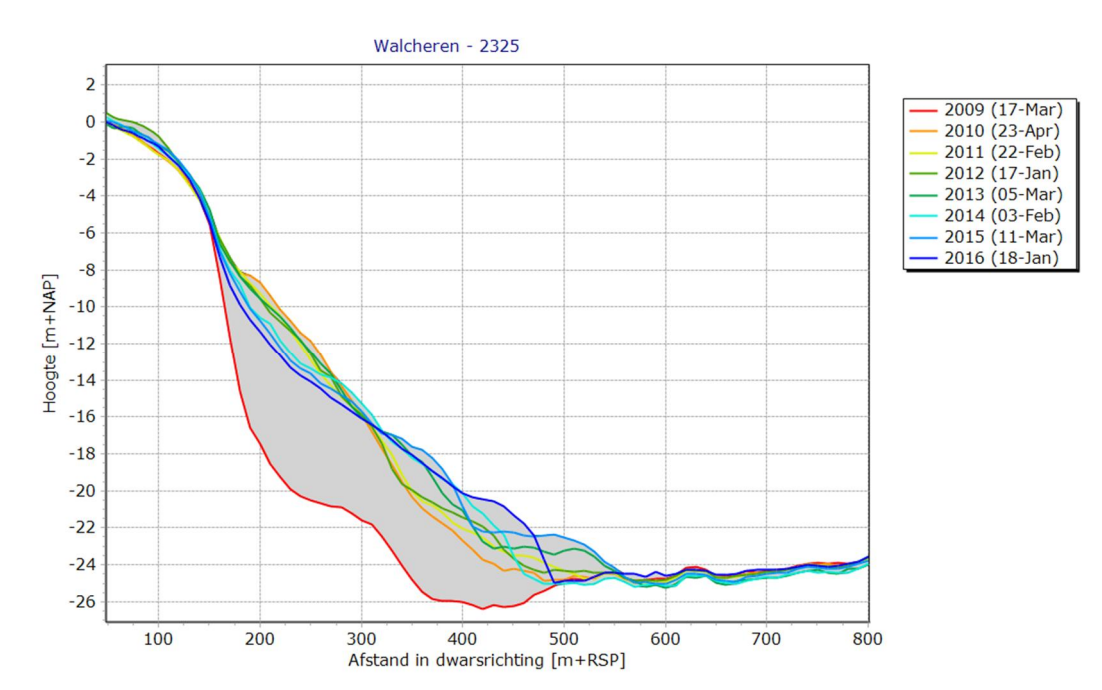


Figuur 4.8 Verschilkaart tussen oktober 2008 en april 2010, waarop de noordwaartse verplaatsing van het sediment te zien is. ( Dekker, 2012).

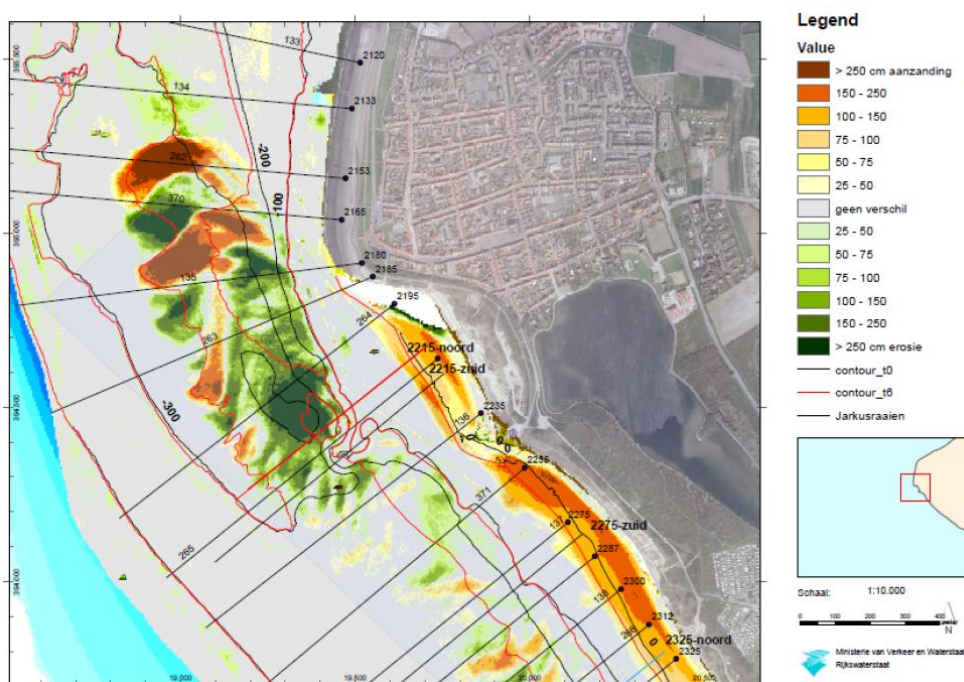


Figuur 4.9 Ontwikkeling van de volumes van de geulwandsuppleties Oostgat uit 2005 en 2009 ten opzichte van het volume voor aanleg (T0). (Dekker, 2012). “kleine box” refereert naar groene vlakken in Figuur 4.1: suppletie 2005 grote vlak, 2009 kleine vlak

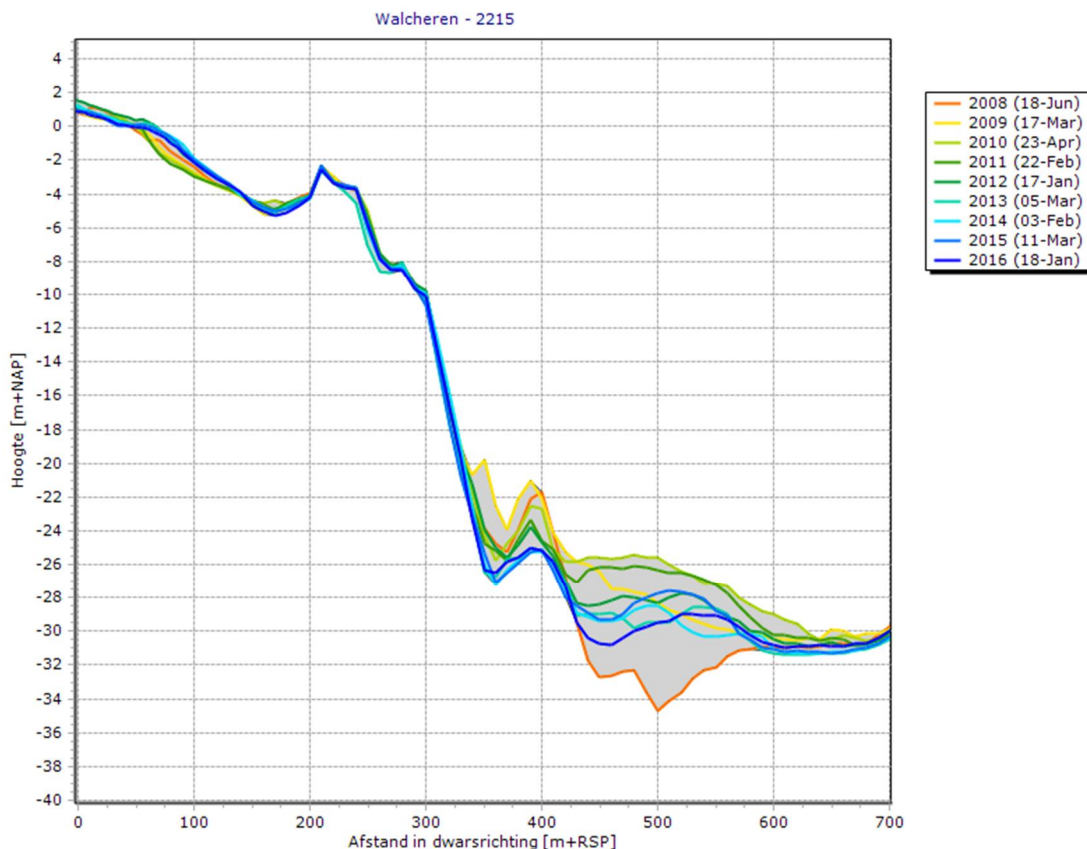




Figuur 4.10 Ontwikkeling raai 2325 na geulwandsuppletie 2010



Figuur 4.11 Verschilkaart maart 2011 / november 2011. De erosiekuil achter de afgezonken zeedijk is duidelijk zichtbaar ter hoogte van profiel 2215-noord (zie ook Figuur 3.12). Op het strand is een nieuwe strandsuppletie zichtbaar. (Dekker, 2012).



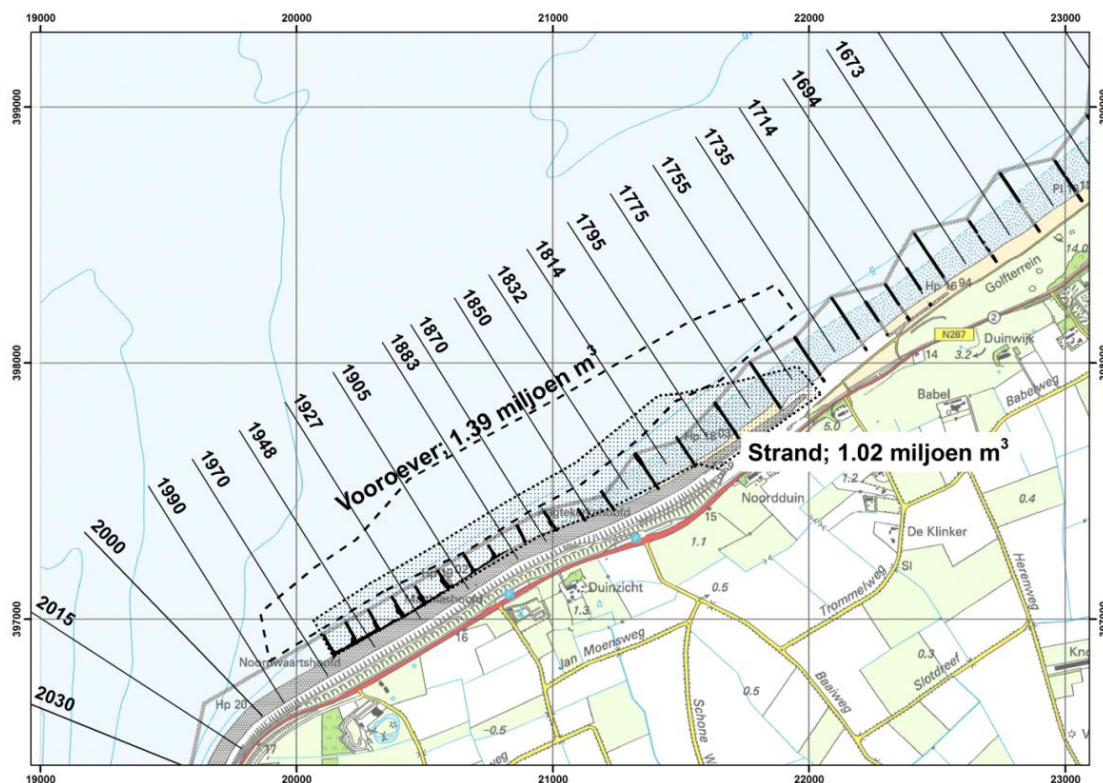
Figuur 4.12 Ontwikkeling raai 2215 na suppleties ter hoogte van de erosiekuil, die zich sinds de suppleties van 2009 en 2010 weer geleidelijk verdiept.

#### 4.2.3 Evaluatie vooroeversuppletie Westkapelle

De vooroeversuppletie bij Westkapelle is geëvalueerd door Elias, Vermaas, Vonhögen-Peeters en Bruens (2014). De vooroeversuppletie van 2008 is uitgevoerd in het kader van de Zwakke Schakel Westkapelle en is in combinatie met een strandsuppletie uitgevoerd. De suppleties zijn aangelegd van raai 1755 t/m 1970 en liggen dus deels langs de Westkappelse zeedijk en hadden een volume van 1,39 miljoen m<sup>3</sup> (vooroever) en 1,02 miljoen m<sup>3</sup> (strand, Figuur 4.13).

Het ontwerpprofiel is gebaseerd op het voor voldoende golfreductie benodigde volume. Dit volume is overgedimensioneerd, zodat een buffer tegen voorspelde extra erosie aanwezig is. De vooroeversuppletie is als een plateau aangelegd, zeewaarts van de -4m NAP contour. Het zand van de strandsuppletie is bovenop de vooroeversuppletie gelegd, waardoor er een aaneengesloten deken van zand op het profiel is aangebracht (Figuur 4.14).

De ontwikkeling van de suppletie is te zien in de verschilkaart tussen 2009 en 2012 (Figuur 4.15). Hierin zijn 'banden' te zien van sedimentatie en erosie: langs de kust vindt erosie plaats, zeewaarts daarvan is een band met sedimentatie die daarna weer gevolgd wordt door erosie. Dit patroon is het gevolg van het knikpunt dat in het profiel aanwezig was na aanleg van de suppleties (Figuur 4.14). Het profiel wordt in de jaren na aanleg rechter, door erosie van het bovenste en onderste deel en opvulling van de knik.

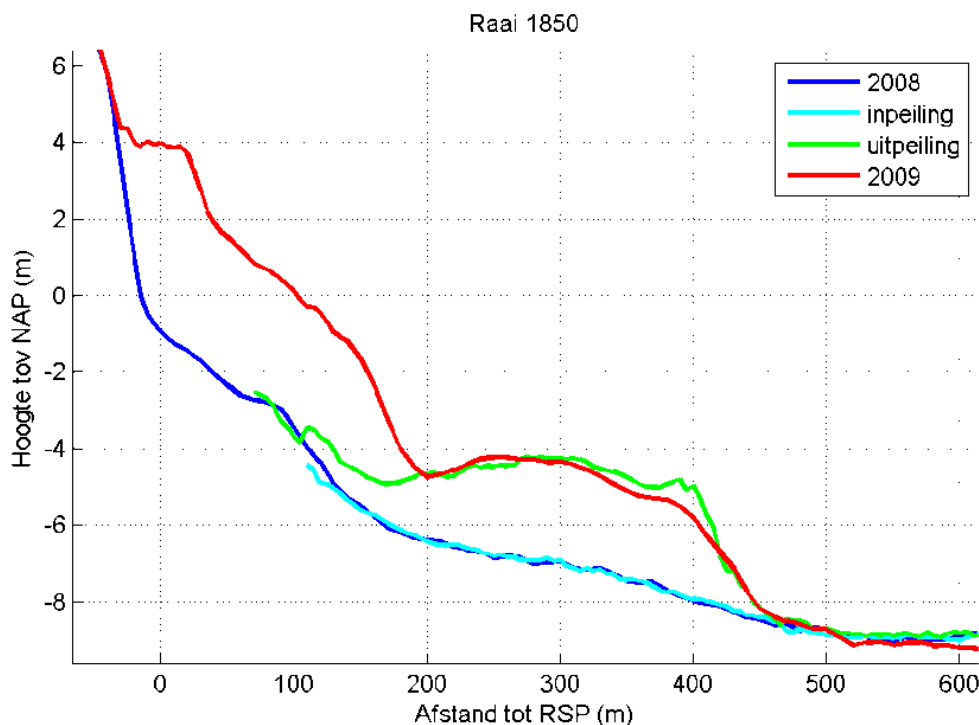


Figuur 4.13 Aanleg van de vooroever- en strandsuppletie 2008 bij Westkapelle

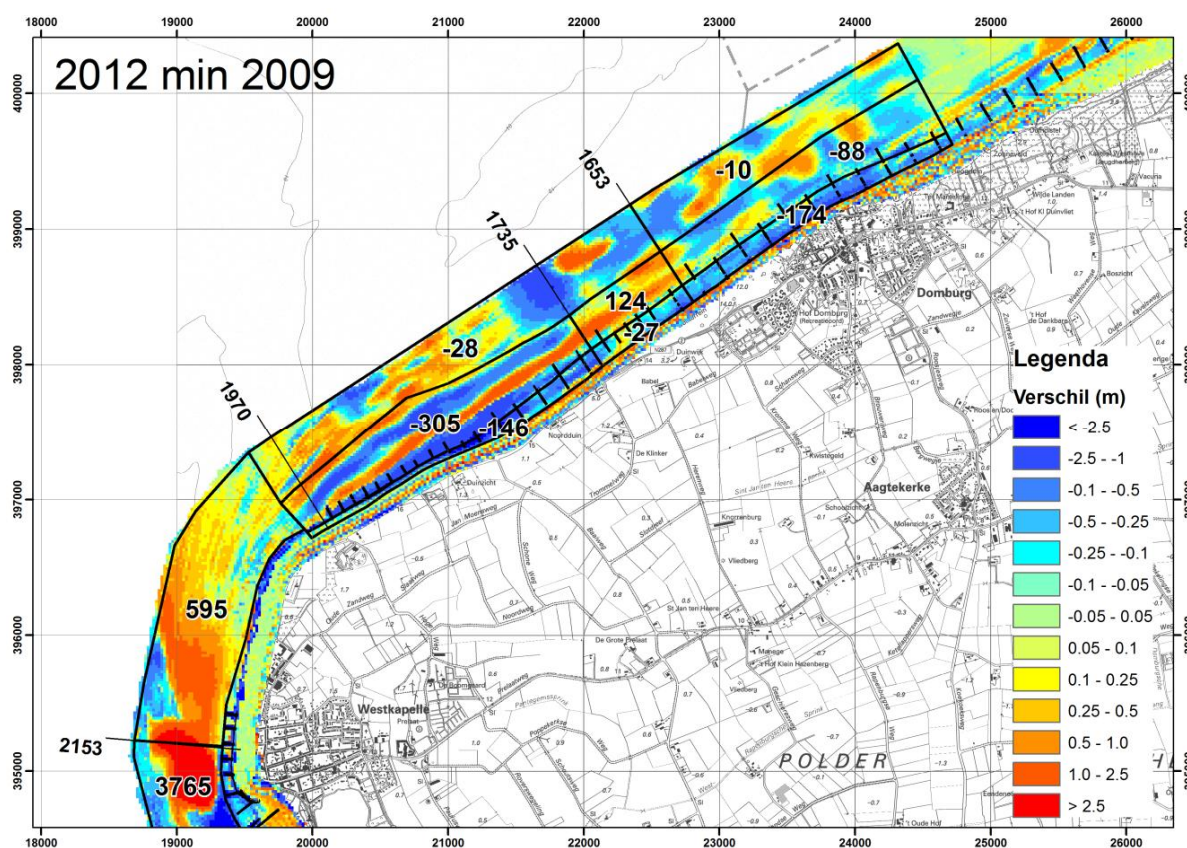
In de ontwikkeling is een tweedeling in gedrag te zien. Het gedeelte van de suppletie die langs de zeedijk ligt, ten westen van raai 1870, erodeert weg van de harde zeewering. De erosie is groot in de eerste jaren en neemt af in te tijd afhankelijk van wanneer de harde zeewering wordt bereikt. Het oostelijke deel van de suppletie ontwikkelt zich natuurlijker. De suppletie vervormt hier in een bankensysteem, met een klein bankje tussen de 0 en 100m tot RSP en een tweede bank zeewaarts hiervan. De diepere vooroever toont delen met afwisselend sedimentatie en erosie. Hier komen zandgolven voor (zie paragraaf 3.3.5), die echter niet duidelijk worden weergegeven in de Jarkus-grids.

Na aanleg van de suppletie is te zien dat de vooroever tot 2012 300.000 m<sup>3</sup> sediment verliest (100.000 m<sup>3</sup>/jaar). Het is niet geheel duidelijk waar dit sediment naar toe verplaatst. Tussen raaien 1970 en 1428 erodeert over de periode 2009-2012 646.000 m<sup>3</sup>. Dit verlies treedt voornamelijk op langs de ondiepe vooroever: 270.000 m<sup>3</sup> en op het strand: 334.000 m<sup>3</sup>. Het volumeverlies van de diepe vooroever is over deze periode nog klein (45.000 m<sup>3</sup>).

Over de periode 2009-2013 zijn alleen de volumeveranderingen van het natte deel berekend, doordat data van het droge deel nog ontbraken. De verliezen zijn in dit laatste jaar aanzienlijk toegenomen. Tussen raaien 1970 en 1428 erodeerde totaal 884.000 m<sup>3</sup>, waarvan een relatief groot deel van de diepere vooroever: 312.000 m<sup>3</sup>. Deze grote afname van de diepere vooroever is opmerkelijk, gezien de stabiele ontwikkeling tussen 2003 en 2012.

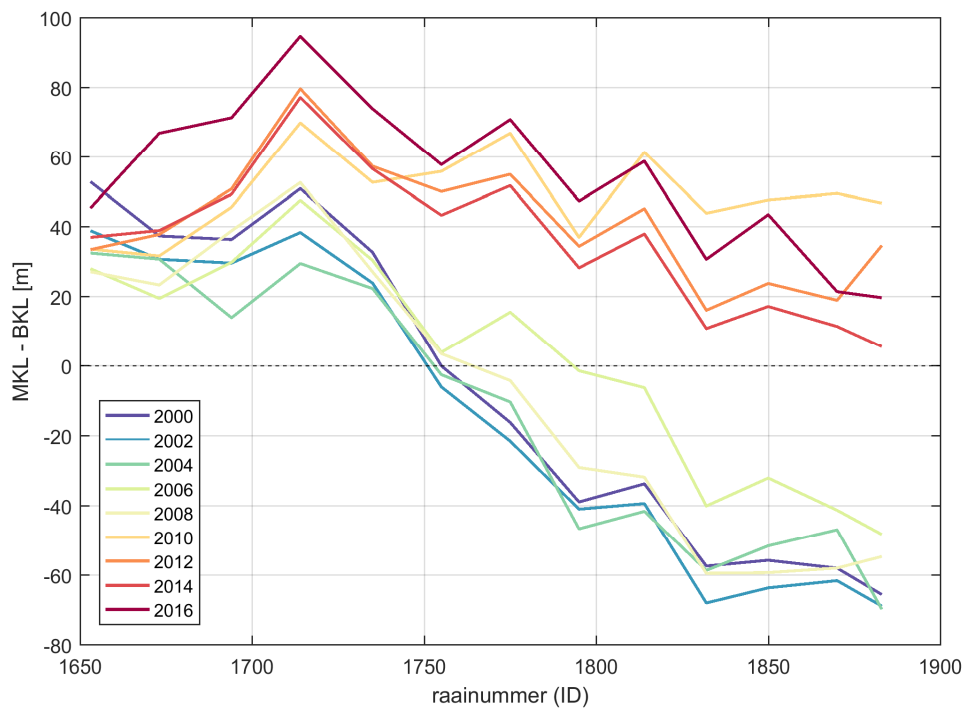


Figuur 4.14 Dwarsprofiel over de suppletie, tussen in- en uitpeiling is de aanleg van de vooroever-suppletie te zien, tussen 2008 en 2009 is de strandsuppletie daar deels bovenop aangelegd



Figuur 4.15 Verschilkaart en volumeveranderingen in het suppletie gebied in 1000 m<sup>3</sup> over de periode 2012-2009 (Vermaas en Bruens, 2013)

De volumeontwikkeling van de ondiepe kust wordt goed weergegeven door de Momentane Kustlijn. Figuur 4.16 geeft een gedetailleerd beeld van de effecten van de suppletie op de MKL-ontwikkelingen ten opzichte van de BKL positie, die in 2013 is aangepast. In 2016 ligt de MKL nog zeewaarts van de nieuwe Basiskustlijn, maar het is wel de verwachting dat deze op termijn overschreden gaat worden.

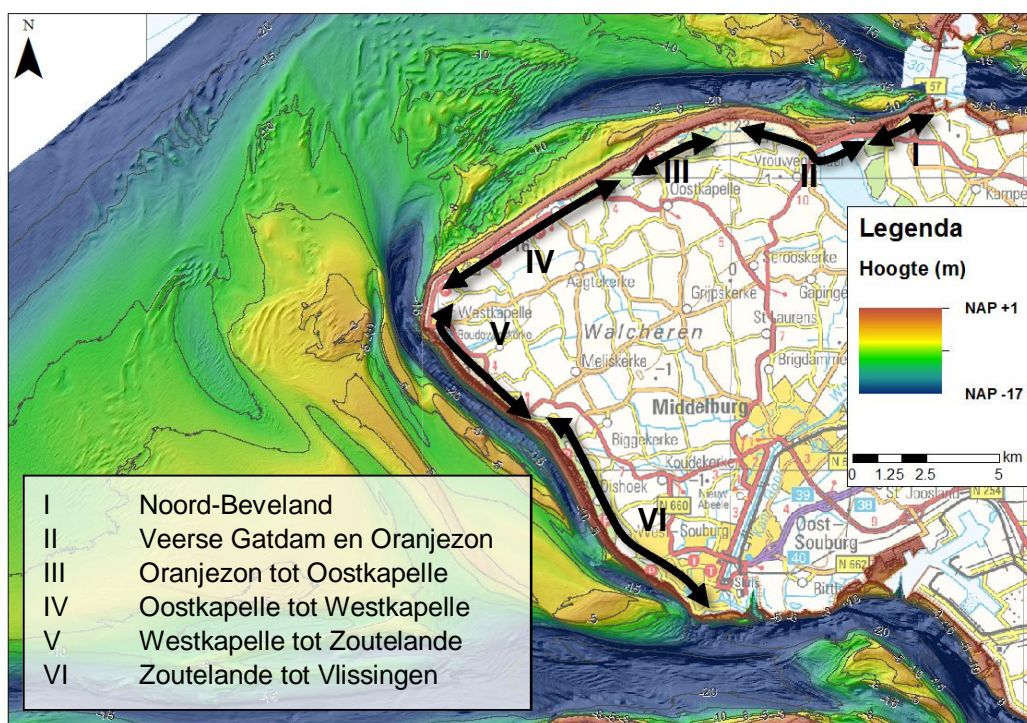


Figuur 4.16 Ontwikkeling van de Momentane Kustlijn tussen raaien 1650 en 1900 over de periode 2000-2016 ten opzichte van de Basiskustlijn 2012

### 4.3 Detailontwikkeling vooroever

In deze paragraaf wordt de detailontwikkeling van verschillende delen van de Walcherse kust besproken. Hierbij wordt de ontwikkeling van verschillende indicatoren besproken (onder andere Momentane Kustlijn, Basiskustlijn en strandbreedte, zie ook Bijlage 0). De deelgebieden die we hierbij hanteren zijn aangegeven in Figuur 4.17. Figuur 4.18 geeft de recente kustlijnontwikkeling van het gehele kustvak, zie verder Bijlage 7C.

Over het geheel genomen hebben Walcheren en Noord-Beveland een kust met een smal, erosief strand. Uitzondering hierop zijn deelgebied II en het noordelijk deel van deelgebied VI. Daarnaast zijn in deelgebied I en V de getijdegeulen belangrijk voor de ontwikkeling van de kust. Deelgebieden I, II en III zijn ook aangegeven op de meer gedetailleerde kaart van Figuur 4.19.



Figuur 4.17 Indeling van de Walcherse kust in deelgebieden I t/m VI (bodem uit 2010/2011).

#### 4.3.1 Noord-Beveland (Deelgebied I)

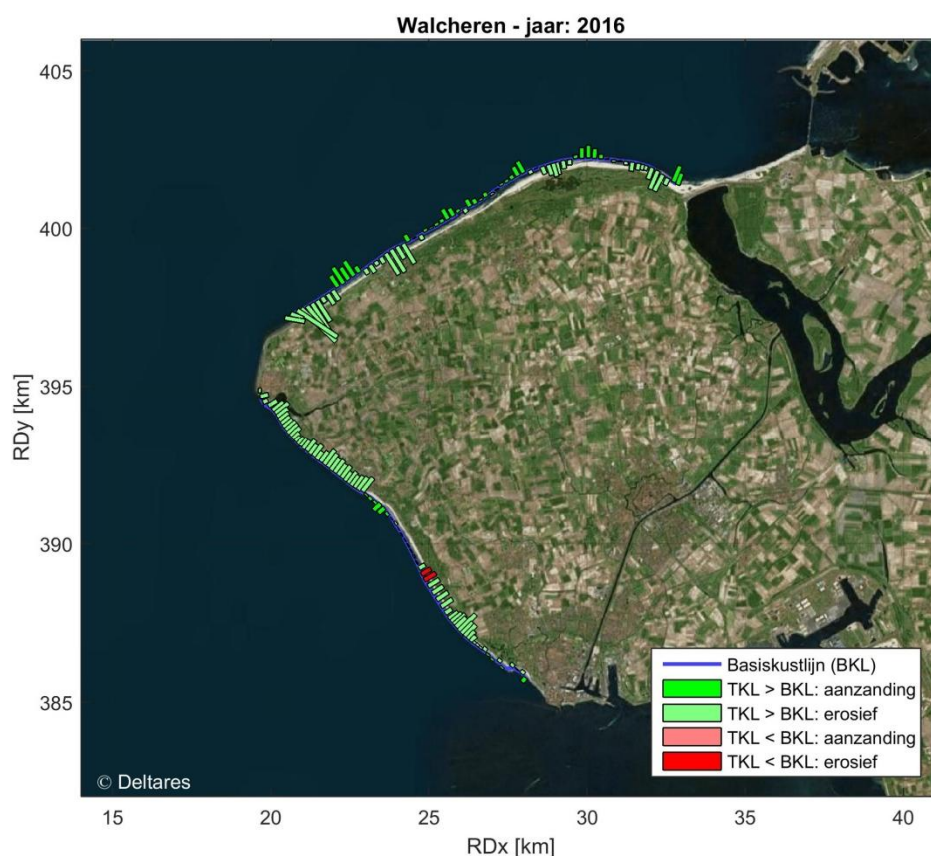
In dit deelgebied wordt de kust van het voormalig eiland Noord-Beveland beschreven. Dit zijn de raaien 120 t/m 360, die tussen de Oosterscheldekering en de Veerse Gatdam liggen. Het 'beheersmatige' kustvak Noord-Beveland (kustvak 15) loopt tot en met de Veerse Gatdam (t/m raai 520), waar het kustvak Walcheren begint. Het westelijke deel van het kustvak wordt in de volgende paragraaf toegelicht.

Langs de kust van Noord-Beveland is een vloed gedomineerde getijdegeul aanwezig, de Schaar van Onrust, die ontstaan is tussen 1976 en 1984 (Van der Werf et al, 2010). Halverwege Noord-Beveland, ter hoogte van raai 200 t/m 280, ligt de geul het dichtst langs de kust. Ten noordoosten en zuidwesten hiervan krijgt de kust meer ruimte. De raaien 120-160 tonen uitbouw van het gehele profiel, zowel het strand als de geulwand. In raai 160 is tevens de erosiekuil voor de Oosterscheldekering te zien, die lokaal tot dieper dan NAP -50 m reikt (Figuur 4.20). In raai 180 bouwt het strand uit en is de geulwand stabiel, door de aanwezigheid van harde bescherming onder water. Vanaf raai 200 is landwaartse verplaatsing van de geulwand zichtbaar (Figuur 4.22 en Figuur 4.22).

Deze verplaatsing neemt toe verder naar het westen en is het sterkste in de raaien 240 en 260, waarna die weer afneemt om in raai 320 weer stabiel te zijn. Om de geulverplaatsing tegen te gaan is sinds 2002 gedurende 10 jaar structureel gebaggerd in de noordelijker gelegen Roompot-Hompels geul. Het doel van Rijkswaterstaat Zeeland hiervan was om het getijdebiet in de Schaar van de Onrust af te laten nemen door een groter debiet door de Roompot-Hompels. Het morfologisch baggeren had volgens Van der Werf et al (2010) geen significante bijdrage aan het verminderen van de erosie in de Schaar van de Onrust. Ze bevestigen aan dat een geulwandsuppletie een mogelijke ingreep is om de structurele erosie aan te pakken, zie ook paragraaf 4.2.2.

Behalve de raaien 120-180 erodeert het strand op Noord-Beveland. Het strand wordt in de raaien 200 t/m 360 door regelmatige suppleties op hoogte gehouden, wat ook terug te zien is in het zaagtand-patroon van de Basiskustlijn-positie (Figuur 4.23). Tussen raai 260 en 340 ligt een klein duingebied (de Banjaardduinen), wat in volume toeneemt sinds 1990. Waarschijnlijk is dit indirect gevoed door de uitgevoerde strandsuppleties.

Verwachting voor toekomstig beheer: de geulwandsuppletie die in 2013 is uitgevoerd heeft de migratie van de Schaar van Onrust 'teruggezet'. De monitoring zal het antwoord geven voor hoe lang de migratie is teruggezet. In het Oostgat is de verwachting tientallen jaren. De erosie op het strand zal echter waarschijnlijk op dezelfde wijze doorgaan, waardoor regelmatige strandsuppleties nodig zullen blijven.



Figuur 4.18 Recente ontwikkeling kustlijniindicatoren (BKL-TKL), kustvak Walcheren 2016 (zie verder Bijlage 7C)

#### 4.3.2 Veerse Gatdam en Oranjezon (Deelgebied II)

De ontwikkeling van het gebied direct ten westen van Noord-Beveland is voor een groot deel bepaald door de afsluiting van het Veerse Gat in 1961. Hierdoor is er geen

getijstroom in en uit het Veerse Gat en is er een soort 'inham' ontstaan waar sedimentatie plaats kan vinden. Hierdoor is de zandplaat die hier voor de kust lag tegen de dam en de noordoost kust van Walcheren aan komen te liggen. Na aanlanding erodeert de plaat aan zeewaartse zijde. Dit is duidelijk te zien in raai 440 (Figuur 4.24). Het verhelen van deze zandplaat met de kust is zichtbaar t/m raai 600.

Voor de raaien langs de Veerse Gatdam, 380 t/m 520, is geen Basiskustlijn vastgesteld omdat de dam hier de primaire kering is. Enkele van de strandsuppleties die langs de kust van Noord-Beveland zijn uitgevoerd liepen door tot de buitenste raaien langs de dam (380 en 400).

In de oostelijke raaien op Walcheren is de aansluiting van de zandplaat te zien in een vrij plotselinge toename in de Momentane Kustlijn (o.a. raai 560, Figuur 4.24). Tussen 1980 en 1995 neemt de Momentane Kustlijn toe, waarna die afvlakt. Verder naar het westen toe neemt de erosie van de zandplaat na aanlanding toe. In de raaien 580 t/m 660 neemt de Momentane Kustlijn weer af na de toename. In deze raaien erodeert de vooroever, terwijl het duin nog wel aan het uitbouwen is.

Vanaf raai 680 slaat dit om in een zeewaartse trend van de Momentane Kustlijn, die toeneemt richting het westen. Deze profielen tonen een uitbouw van de duinen, erosie van het strand en uitbouw van de diepere vooroever die steiler aan het worden is. Het steiler worden komt door de aanwezigheid van de Roompot, die ter hoogte van raai 780 het dichtste langs de kust ligt (Figuur 4.25). De Roompot fungeert hier als 'sedimentval' voor sediment dat van het strand de geul in wordt getransporteerd. De raaien het dichtst bij de Roompot, 760 t/m 800, laten een omslag zien in Momentane Kustlijn rond 2005. Dit hele deelgebied heeft een relatief breed strand en een achterliggend duingebied (Oranjezon).

Verwachting voor toekomstig beheer: dit deelgebied heeft ook de komende jaren naar verwachting geen of weinig onderhoud nodig. Ook de enkele raaien waar de Momentane Kustlijn-trend is omgeslagen in een negatieve trend, is de Momentane Kustlijn nog ver zeewaarts van de Basiskustlijn. Bovendien is er hier een relatief breed duingebied aanwezig.

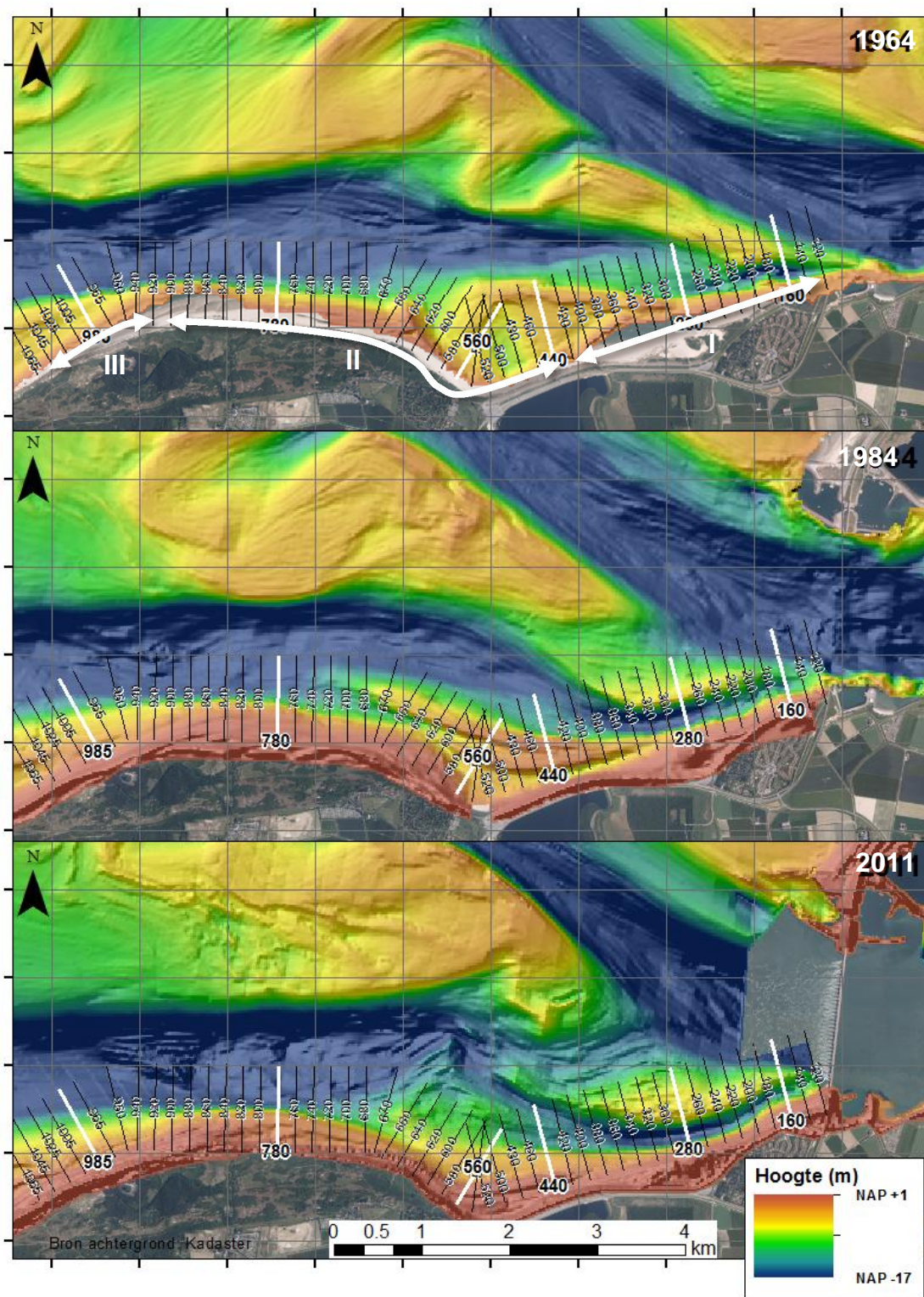
#### 4.3.3 Oranjezon tot Oostkapelle (Deelgebied III)

Tussen Oranjezon en Oostkapelle (raai 900 tot 1065) laat de kust een achteruitgang in duin en strand zien. Ook de ondiepe vooroever, tot ca. NAP -10 m, erodeert. De diepere vooroever, onder de NAP -10 m, heeft zich uitgebouwd in de raaien ten westen van 940 tot ongeveer 1990 (o.a. raai 985, Figuur 4.26). Ook in deze raaien fungeert de Roompot als sedimentval.

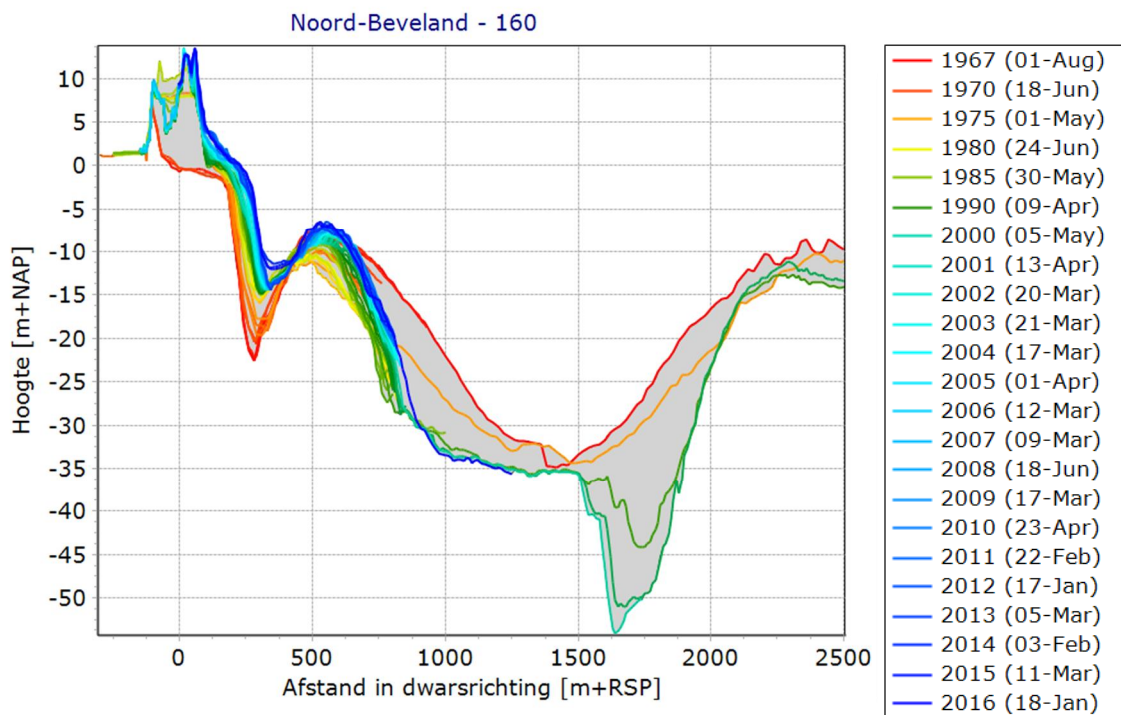
De MKL toont tot raai 985 een duidelijke landwaartse trend en is in raai 985 tot 1985 vrij constant geweest. Van raai 985 tot 1065 is er tot 1985 een licht positieve trend te zien. Vanaf 1985 laten alle raaien een negatieve trend zien tussen de suppleties. Alle raaien tussen 900 en 1065 worden sinds 1990 gesuppleerd, wat voor een "zaagtand"patroon zorgt (Figuur 4.26). Meestal zijn er slechts enkele raaien waar daadwerkelijk de Basiskustlijn wordt overschreden, maar wordt de hele zone gesuppleerd. In veel raaien ligt MKL aanzienlijk zeewaarts van de BKL.

Verwachting voor toekomstig beheer: voor dit deelgebied zal de ontwikkeling doorgaan zoals de afgelopen jaren te zien was. Mogelijk kan er voor een aantal raaien iets minder vaak gesuppleerd worden, met name de raaien 950 t/m 1065.

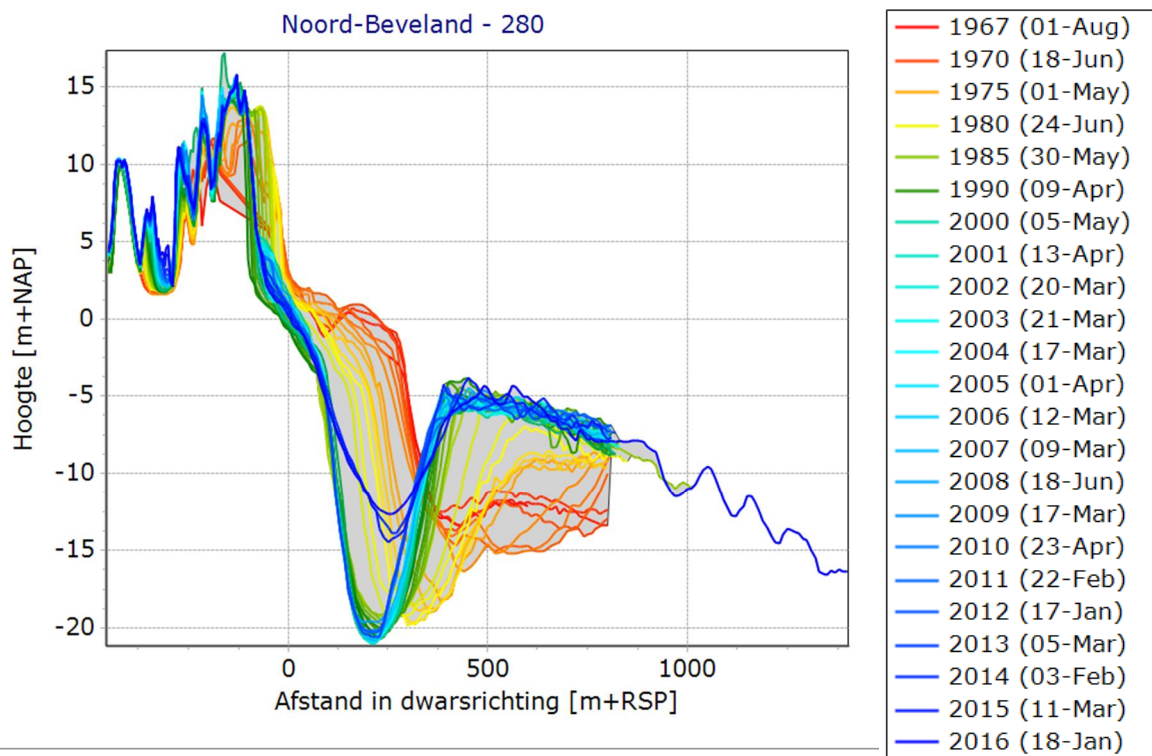




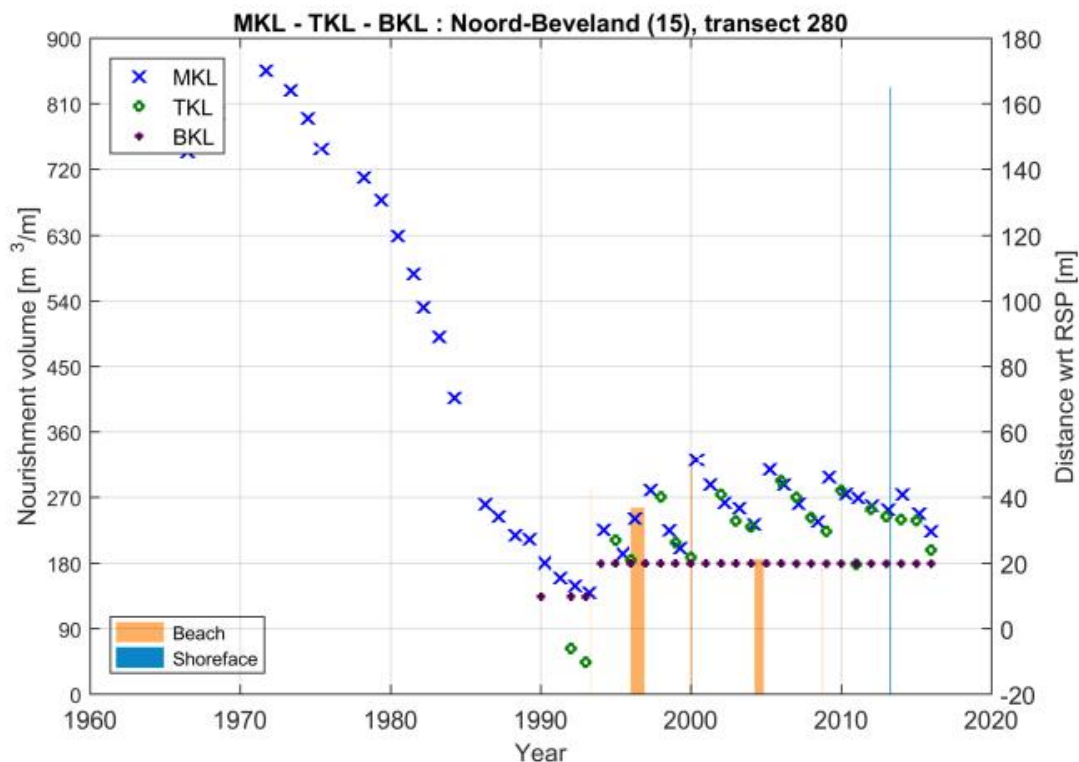
Figuur 4.19 Bathymetrie van de kust voor Noord-Beveland en Oranjezon met overzicht van de uitgelichte raaien



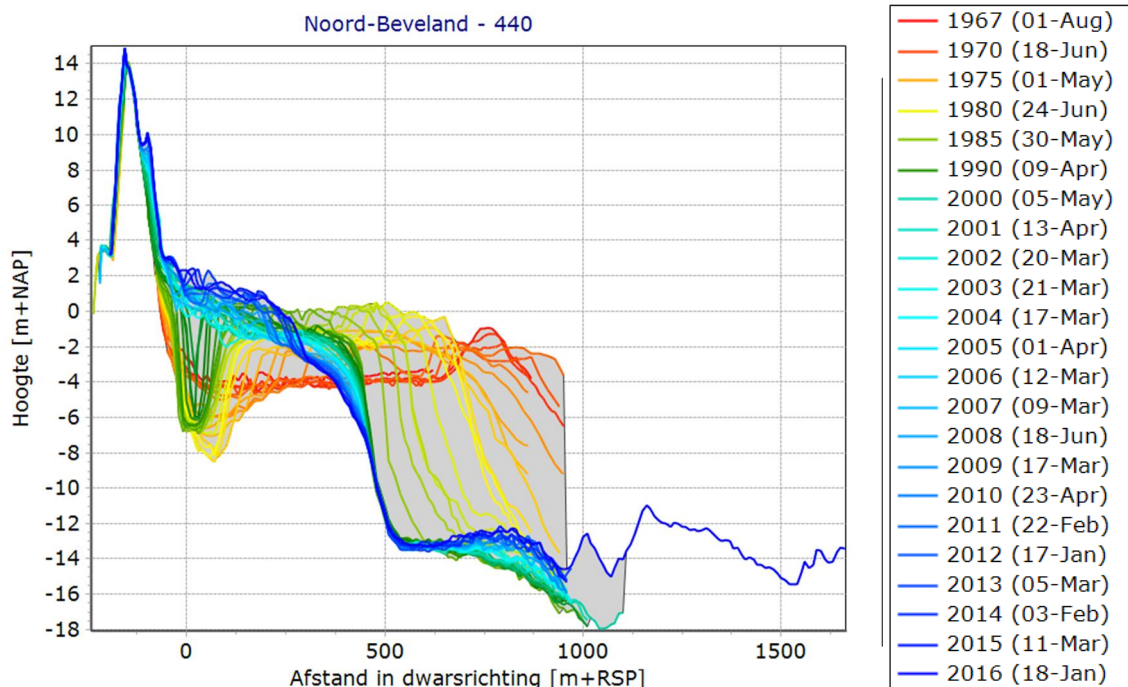
Figuur 4.20 Uitbouwende kust in raai 160, rond 1700 m van de RSP is de erosiekuil van de Oosterscheldekering zichtbaar.



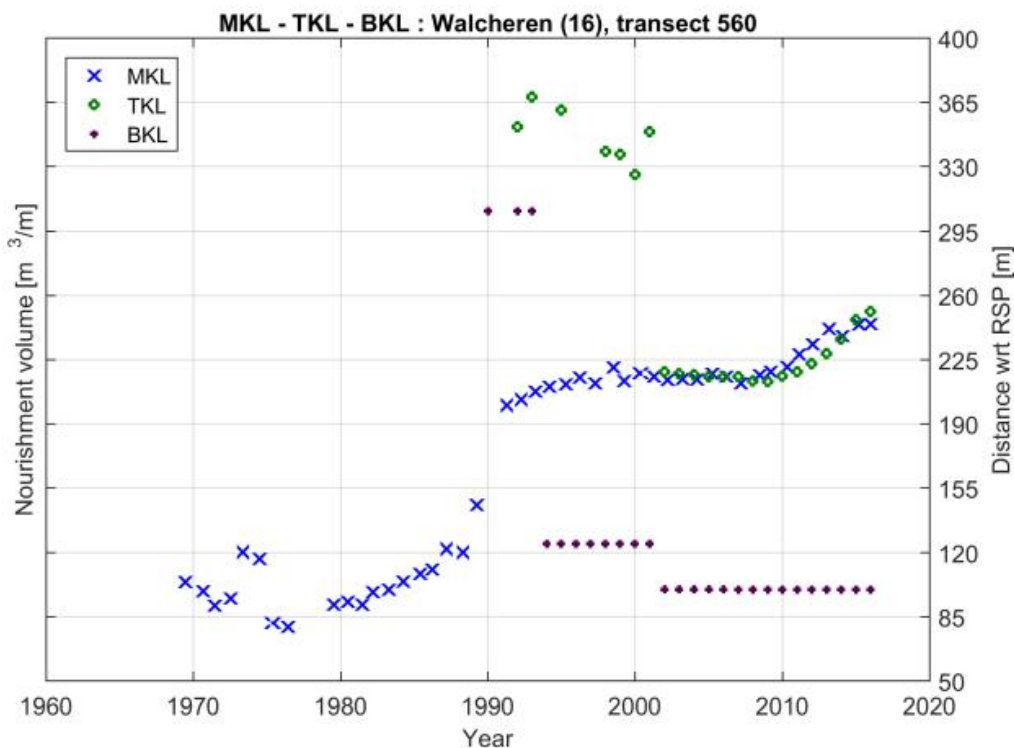
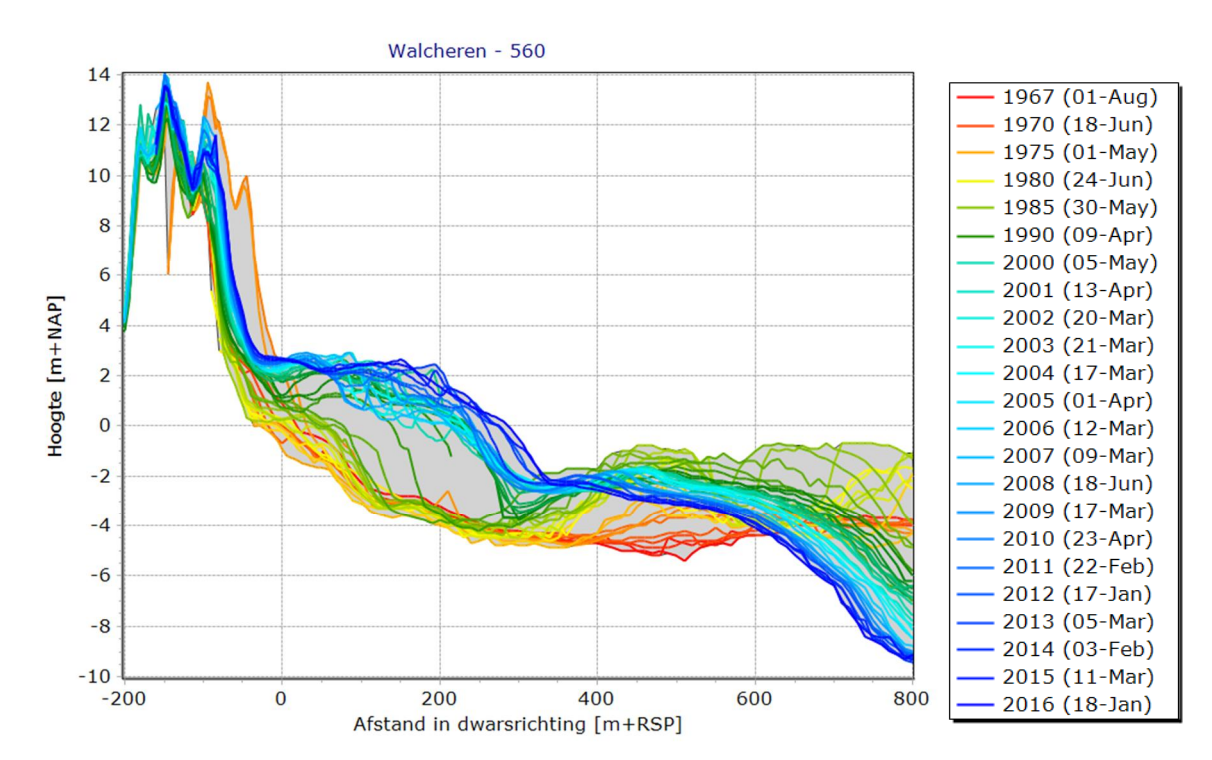
Figuur 4.21 Landwaartse migratie van de Schaar van de Onrust nabij de kust in raai 280 op Noord-Beveland (profielen)



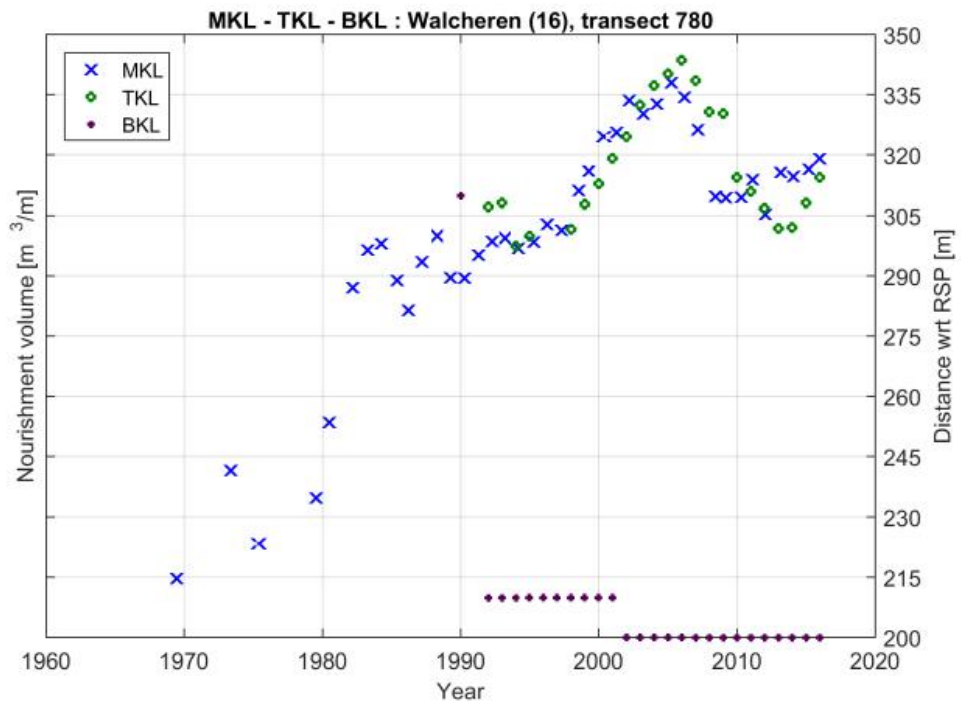
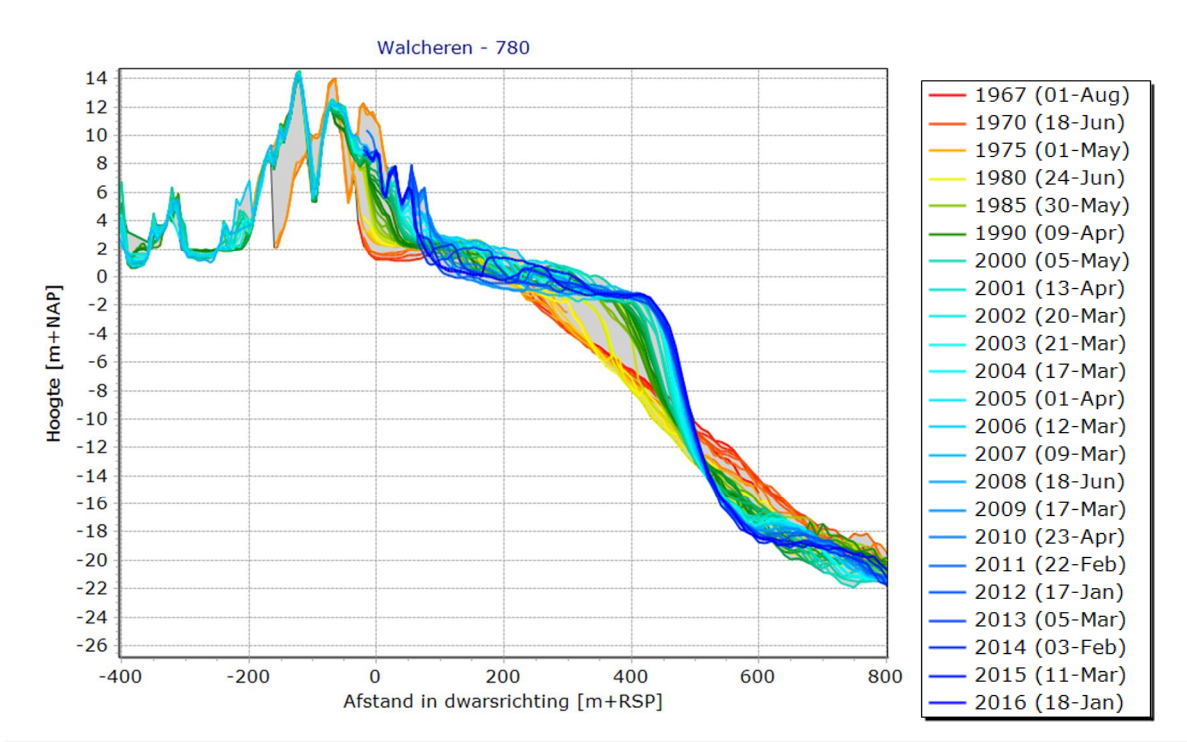
Figuur 4.22 Landwaartse migratie van de Schaar van de Onrust nabij de kust in raai 280 op Noord-Beveland (MKL).



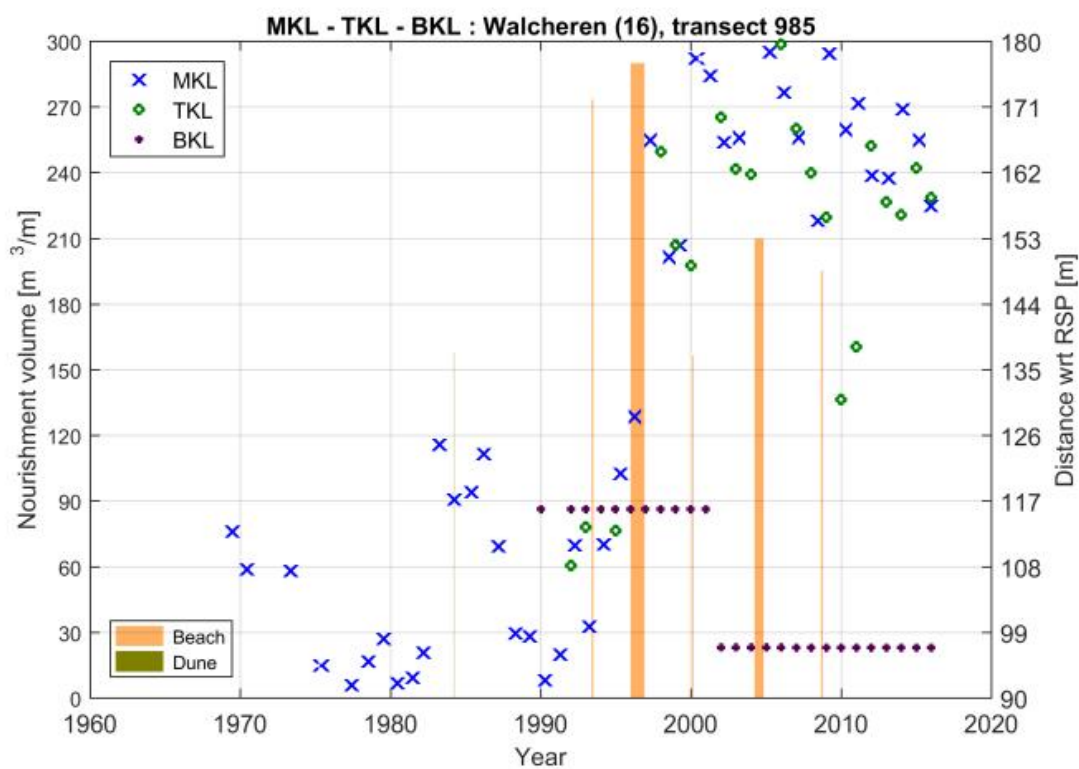
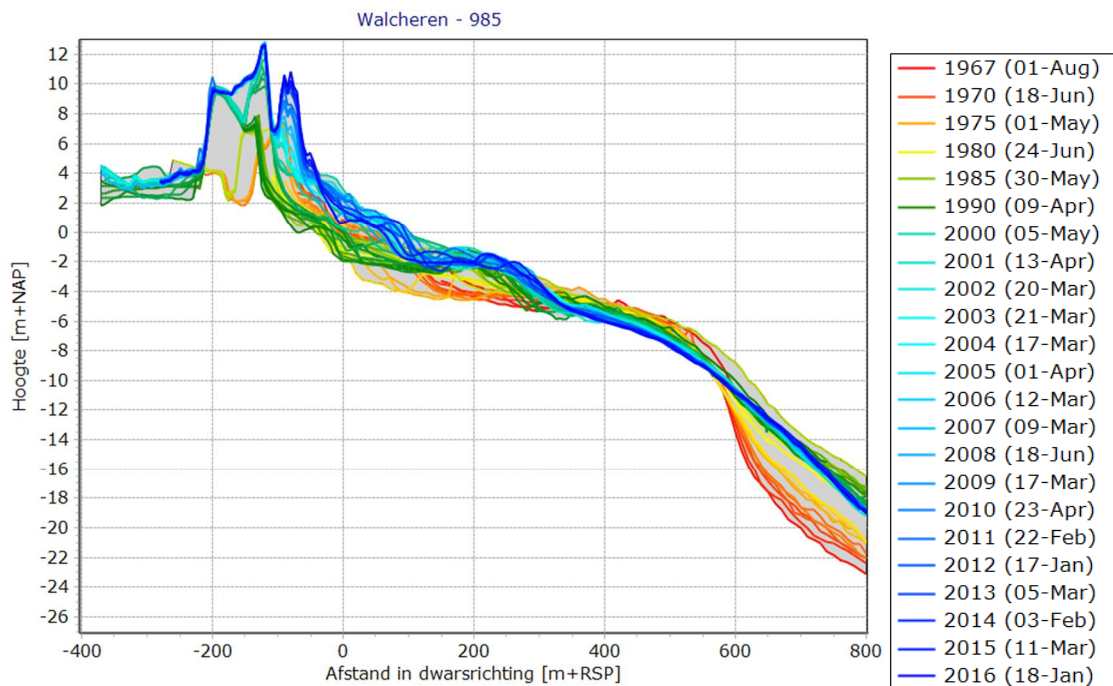
Figuur 4.23 Opvulling van de geul en aanlanding van de zandplaat na aanleg van de Veerse Gatdam in raai 440 op Noord-Beveland. Voor de raaien ter hoogte van de Veerse Gatdam is geen Basiskustlijn vastgesteld omdat de dam de primaire kering is.



Figuur 4.24 Ontwikkeling van a) het kustprofiel en b) de MKL in raai 560. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.25 *Uitbouw van de kust ter hoogte van Oranjezon waar een relatief breed strand aanwezig is (raai 780). Sinds 2005 toont het bovenste deel van het strand erosie. (a: Profielen b: MKL).*



Figuur 4.26 Het profiel van raai 985 is vanaf 1990 regelmatig gesuppleerd en toont sindsdien tussen de suppleties een negatieve trend. De diepere vooroever heeft zich enigszins uitgebouwd tot 1990. (a: Profielen b: MKL). "Zaagtand" patroon duidelijk zichtbaar t.g.v. regelmatige suppleties.

#### 4.3.4 Oostkapelle tot Westkapelle (Deelgebied IV)

De kust tussen Oostkapelle en Westkapelle is een rechte kust waar relatief kleine veranderingen hebben plaatsgevonden. Er zijn geen grote getijdegeulen dicht bij de kust en er is een smal duingebied. Het gebied is grofweg in twee deelgebieden in te delen. Het oostelijke deel dat kustuitbouw toont tussen raai 1085 en 1386 – net ten oosten van Domburg – en het deel ten westen van raai 1386, waar de kust sediment verliest.

Ter hoogte van Oostkapelle, ten westen van raai 1065, is de positieve trend duidelijk zichtbaar. De kleine vloedgeul die hier in 1964 nog langs de kust lag is zich aan het opvullen (Figuur 4.27 en Figuur 4.28). De geul wordt naar het westen toe ondieper en is ter hoogte van Domburg (Figuur 4.30) nog net te zien. De ondiepte die verder uit de kust lag is wel dieper geworden, wat duidelijk te zien is in raai 1325. Ook hier is te zien dat de Roompot sinds de aanleg van de Oosterscheldekering ondieper wordt, voornamelijk in raai 1125.

In raai 1326 (Figuur 4.29) is een opmerkelijke omslag te zien in de MKL-trend, van erosie naar sedimentatie rondom 1990, terwijl hier slechts eenmaals een strandsuppletie is uitgevoerd. Ditzelfde patroon is ook te zien in raaien 1286 en 1306, en in lichte mate in raai 1346 en 1366. Vermoedelijk wordt dit veroorzaakt door de veelvuldige suppleties in de raaien ter hoogte van Domburg, waarvan het sediment zich naar het noordoosten verplaatst. Of de eerder genoemde horizontale zandgolven hier ook invloed op hebben is niet onderzocht.

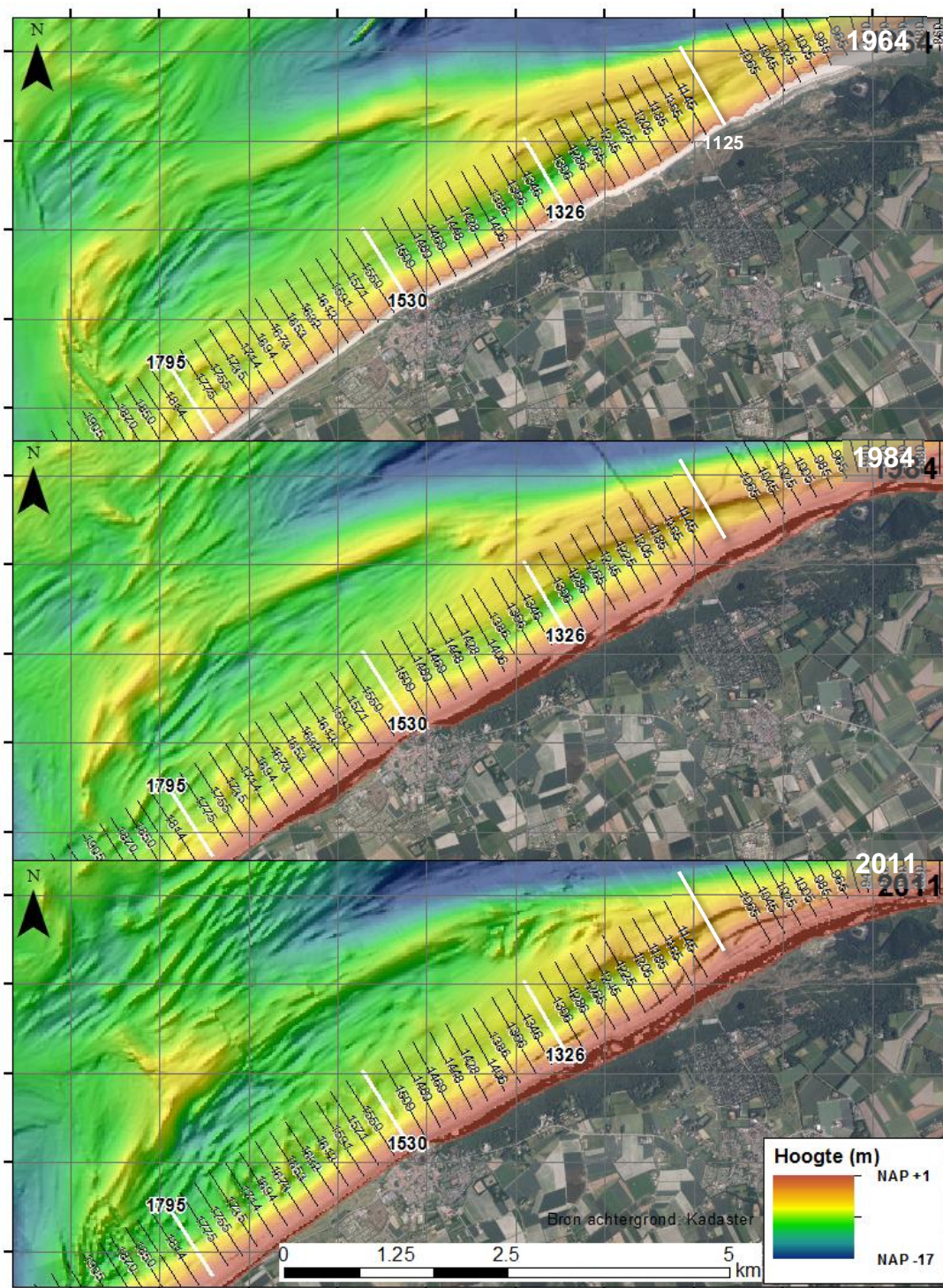
Van de raaien ter hoogte van Domburg is voor 1489 t/m 1550 de Basiskustlijn ca. 15 m zeewaarts verplaatst in 1994. Dit heeft tot doel de aanwezige stenen duinvoetverdediging onder het zand te houden. Voornamelijk na deze verplaatsing wordt de Basiskustlijn in deze raaien met regelmaat overschreden. De raaien ten oosten en westen hiervan, met een verder landwaarts gelegen Basiskustlijn, worden gesuppleerd bij de overschrijdingen van de raaien 1489 t/m 1550, ongeveer elke 4 à 5 jaar. Ondanks de negatieve trend in MKL is de rest van het profiel hier vrij stabiel (Figuur 4.30).

De kust tussen Westkapelle en Domburg toont over de gehele afstand enige erosie en een negatieve trend in MKL. Voor de raaien 1673 t/m 1753 is de trend in MKL na 2005 positief geworden. De reden hiervoor is niet helemaal duidelijk, maar lijkt niet samen te hangen met de vooroeversuppletie van 2008 voor Westkapelle. De kust is hier onderhouden door regelmatige strandsuppleties, die elke 4 à 5 jaar worden uitgevoerd. In het kader van de zwakke schakel Westkapelle is tussen raai 1755 en 1970 in 2008 een vooroever- en strandsuppletie uitgevoerd. Hiermee is de kust flink zeewaarts verplaatst (Figuur 4.31). Hierbij is ook de Basiskustlijn in de raaien 1755 t/m 1883 zeewaarts verplaatst en is de Basiskustlijn uitgebreid t/m raai 1927. Voor de raaien 1814 t/m 1927 is er zowel de Westkappelse dijk aanwezig als een Basiskustlijn gesteld. Hier vormen dan ook zowel de dijk als het aanwezige sediment samen de waterkering. Na de suppletie verplaatst de MKL zich sneller landwaarts in het westen en neemt de verplaatsing af naar het oosten toe.

Verwachting toekomstig beheer: Domburg is een 'erosie-hotspot', wat komende tijd waarschijnlijk niet anders zal worden. Door hier regelmatig te blijven suppleren zal naar verwachting de kust ten oosten ervan de komende tijd niet gesuppleerd te hoeven worden.

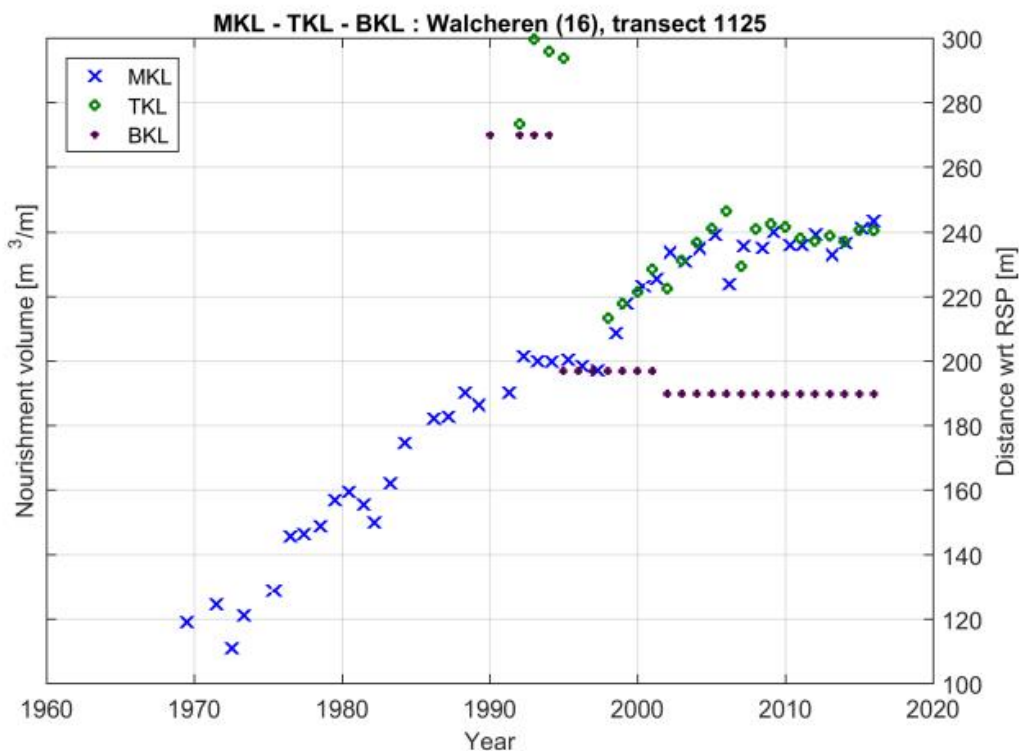
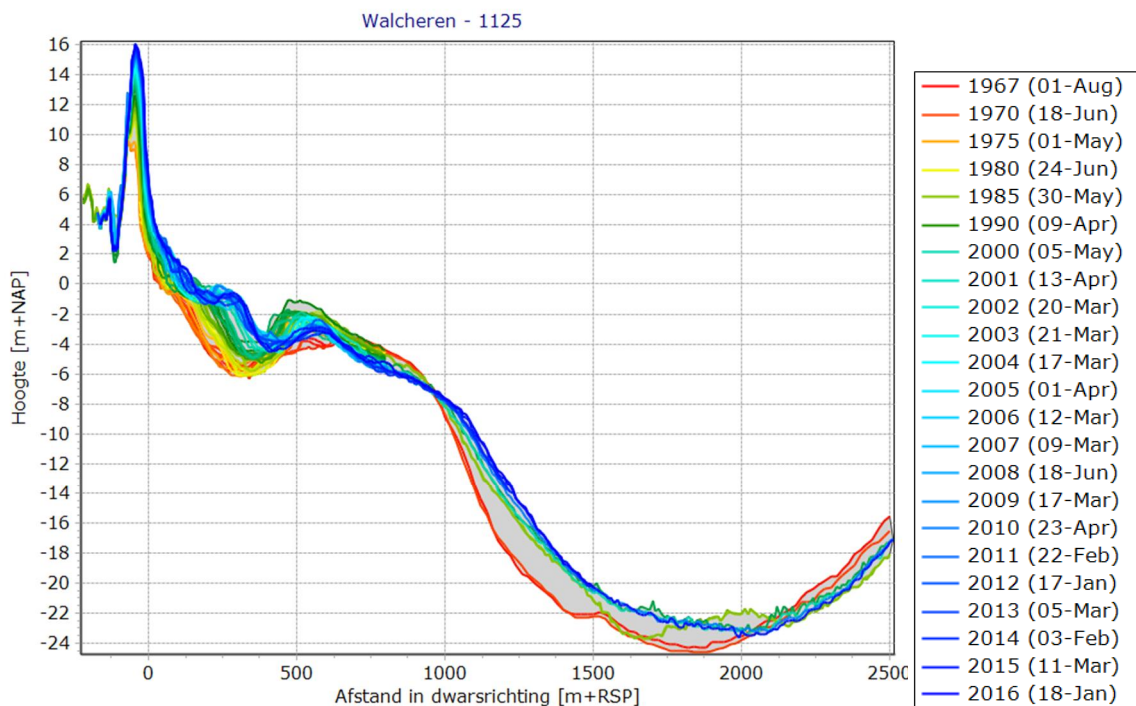
Voor Westkapelle is met de vooroeversuppletie een behoorlijk andere situatie ontstaan. Of de nieuwe, verder zeewaarts gelegen Basiskustlijn zal leiden tot een grotere onderhoudsinspanning is nog niet te zeggen. Hoewel de Basiskustlijn-overschrijding,

zoals verwacht ca. 4 jaar na aanleg zal plaatsvinden, lijkt er in totaal meer erosie plaats te vinden dan vooraf verwacht (zie ook paragraaf 4.2.3).

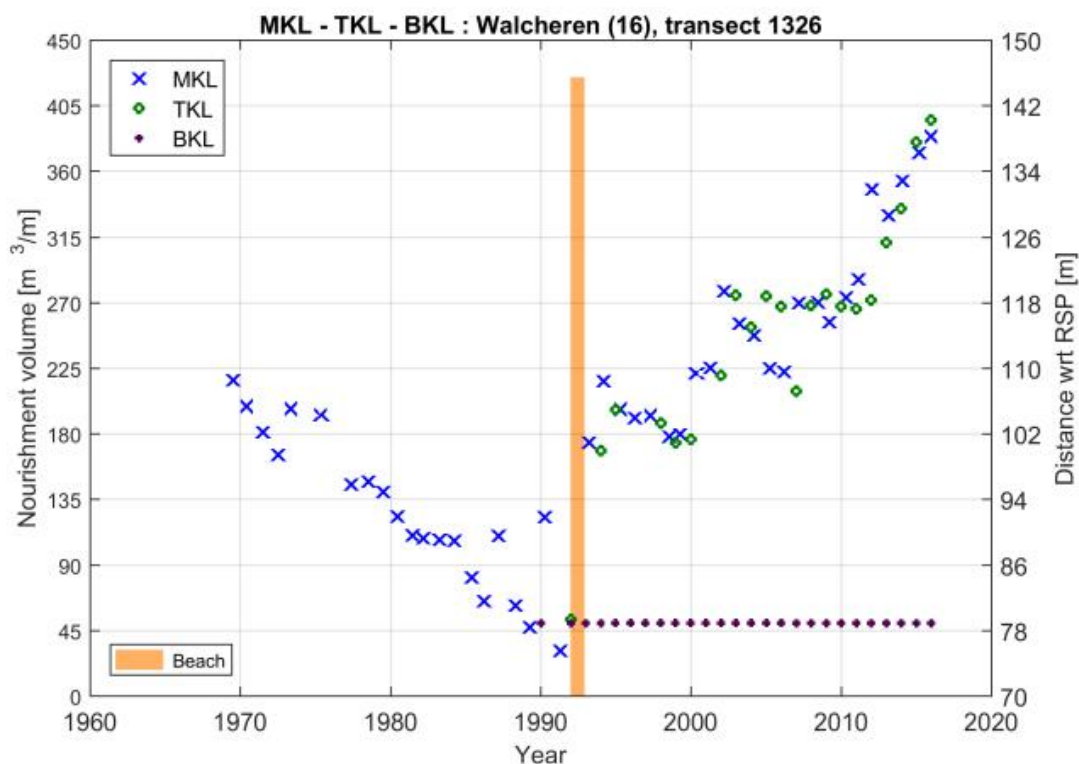
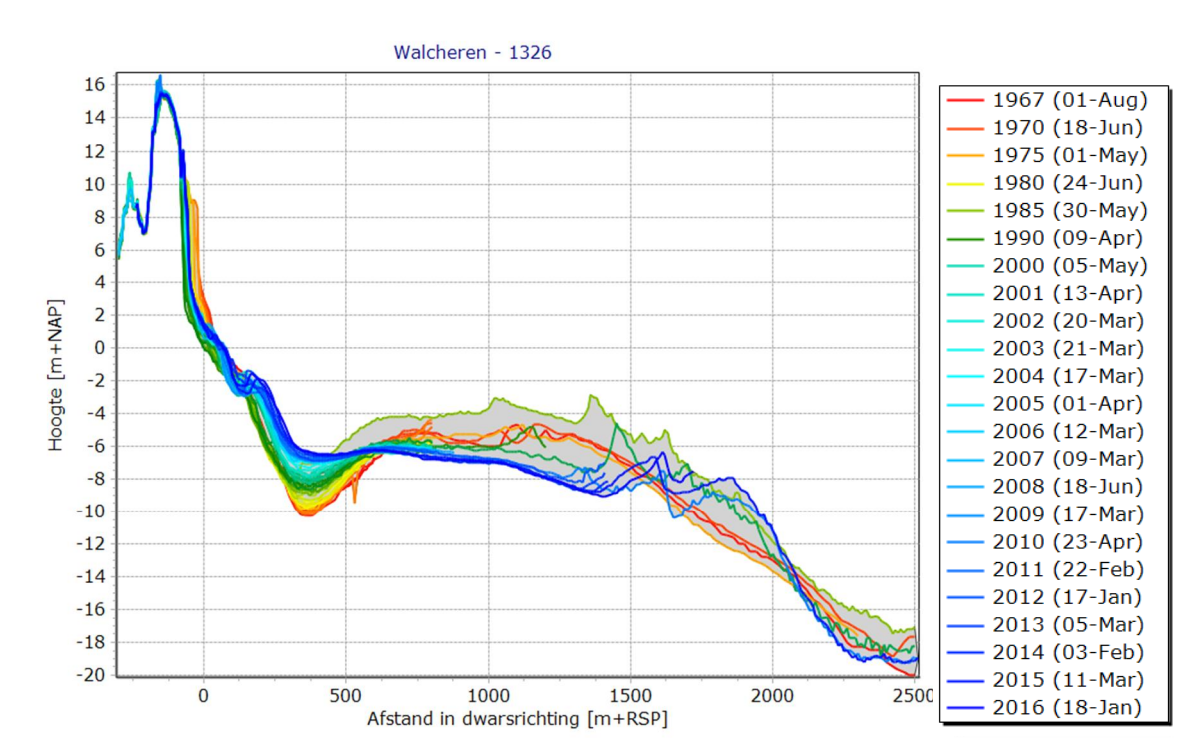


Figuur 4.27 Bathymetrie van de kust tussen Westkapelle en Oostkapelle met overzicht van de uitgelichte raaien

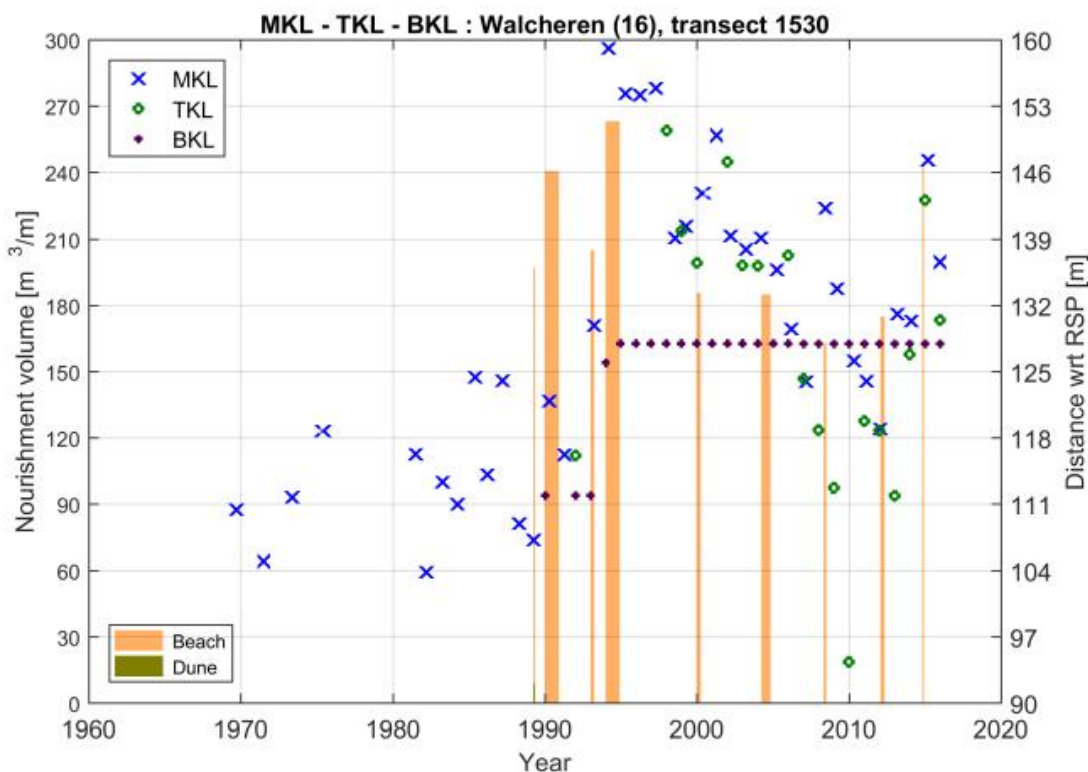
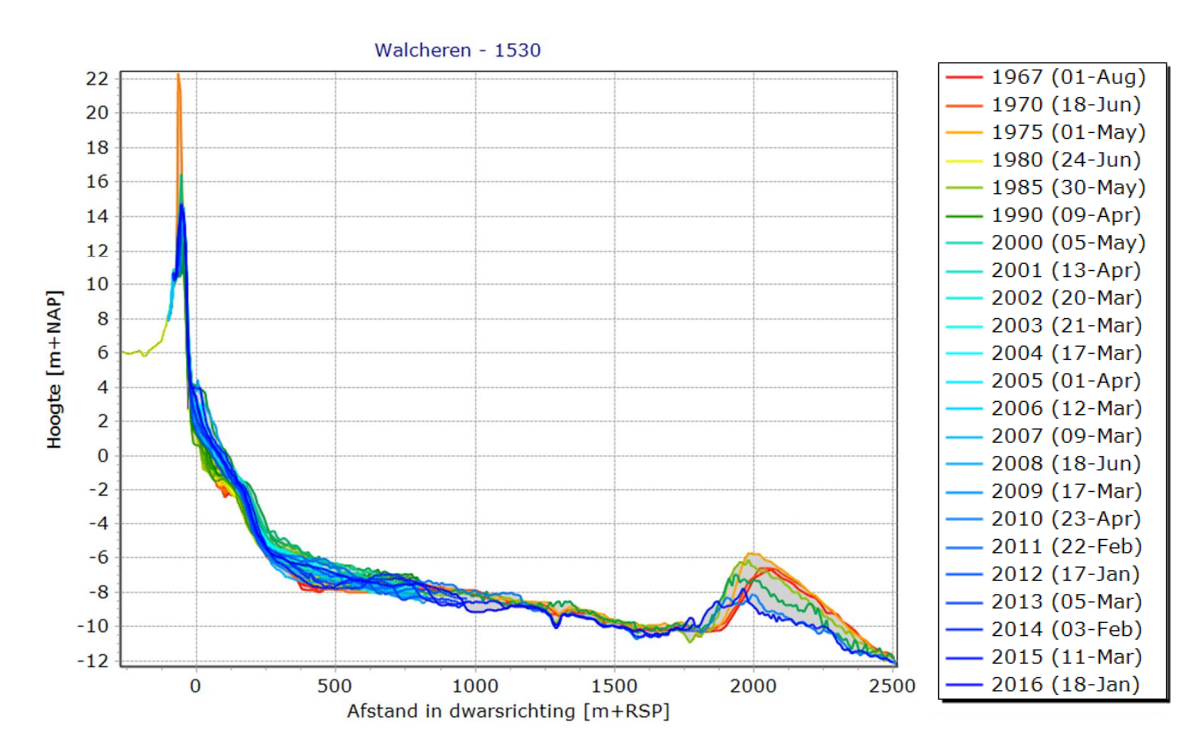




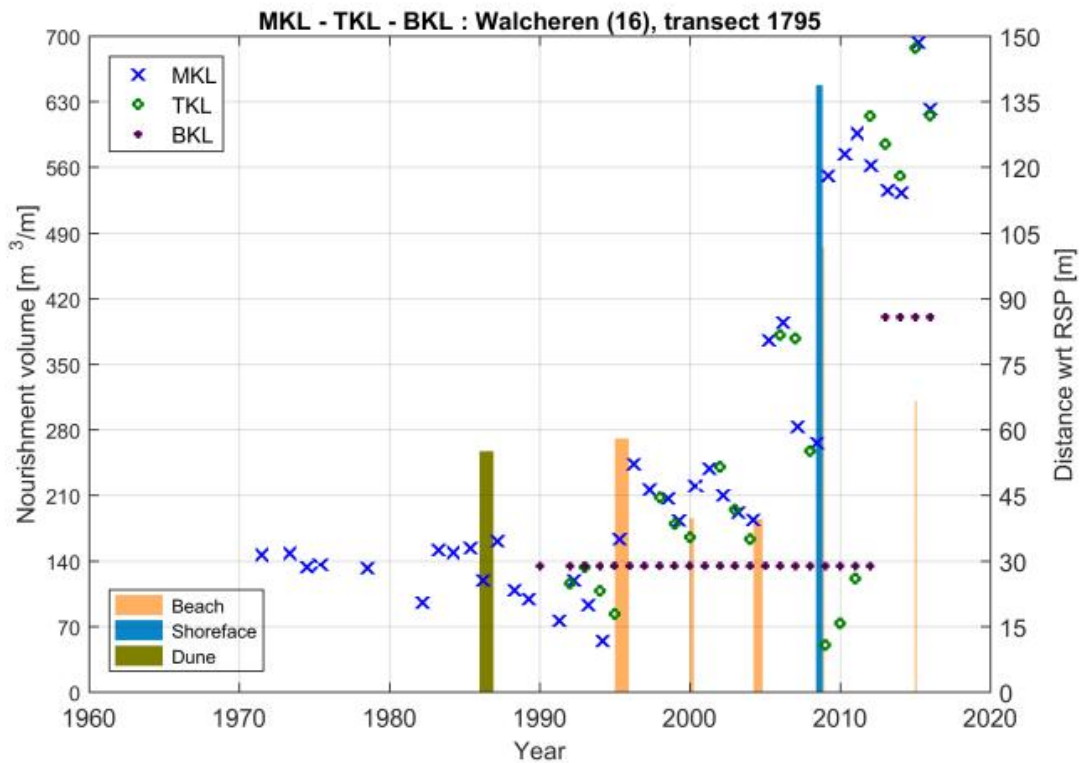
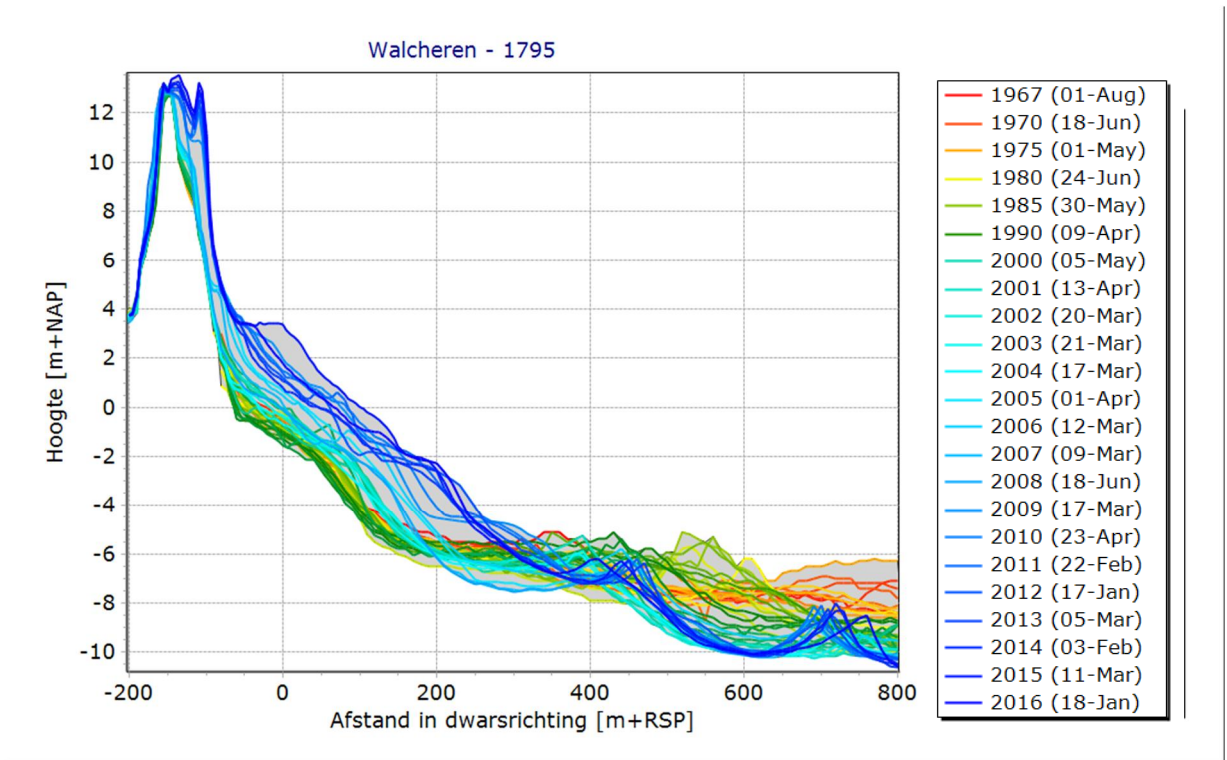
Figuur 4.28 Raai 1125 ter hoogte van Oostkapelle toont hoofdzakelijk aanzanding. De kleine geul dicht bij de kust is kleiner geworden en in de Roompot vindt ook aanzanding plaats. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.29 In raai 1326, tussen Domburg en Oostkapelle, wordt de kustnabije geul kleiner. De ondiepte net na de geul wordt tot 1985 ondieper, waarna die erodeert. MKL toont een omslag van landwaarts naar zeewaartse trend rond 1990. Waarschijnlijk is dit het gevolg van de vele strandsuppleties ter hoogte van Domburg waarvan het sediment naar het noordoosten wordt getransporteerd. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.30 In raai 1530, ter hoogte van Domburg, is nog licht de aanwezigheid van de kleine geul zichtbaar, die zich ook hier heeft opgevuld. De MKL positie is tot 1995 stabiel en is door suppleties tussen 1990 en 1995 ongeveer 50 m zeewaarts verplaatst. Na deze uitbouw is er een landwaartse trend en wordt herhaaldelijk gesuppleerd. Dit is om te zorgen dat de aanwezige duinvoetverdediging 'in het zand' blijft. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.31 Raai 1795 toont een relatief stabiel profiel dat verder uit kust eerst vrij ondiep was en tussen 1980 en 1990 wat is geërodeerd. De MKL was tot ca. 1985 vrij stabiel maar toont sindsdien een landwaartse trend, mogelijk door de ophoging door suppleties. In 2008 is het hele profiel uitgebouwd met een vooroever- en strandsuppletie, in het kader van de zwakke schakel Westkapelle. (a: Profielen b: MKL).

#### 4.3.5 Westkapelle tot Zoutelande (Deelgebied V)

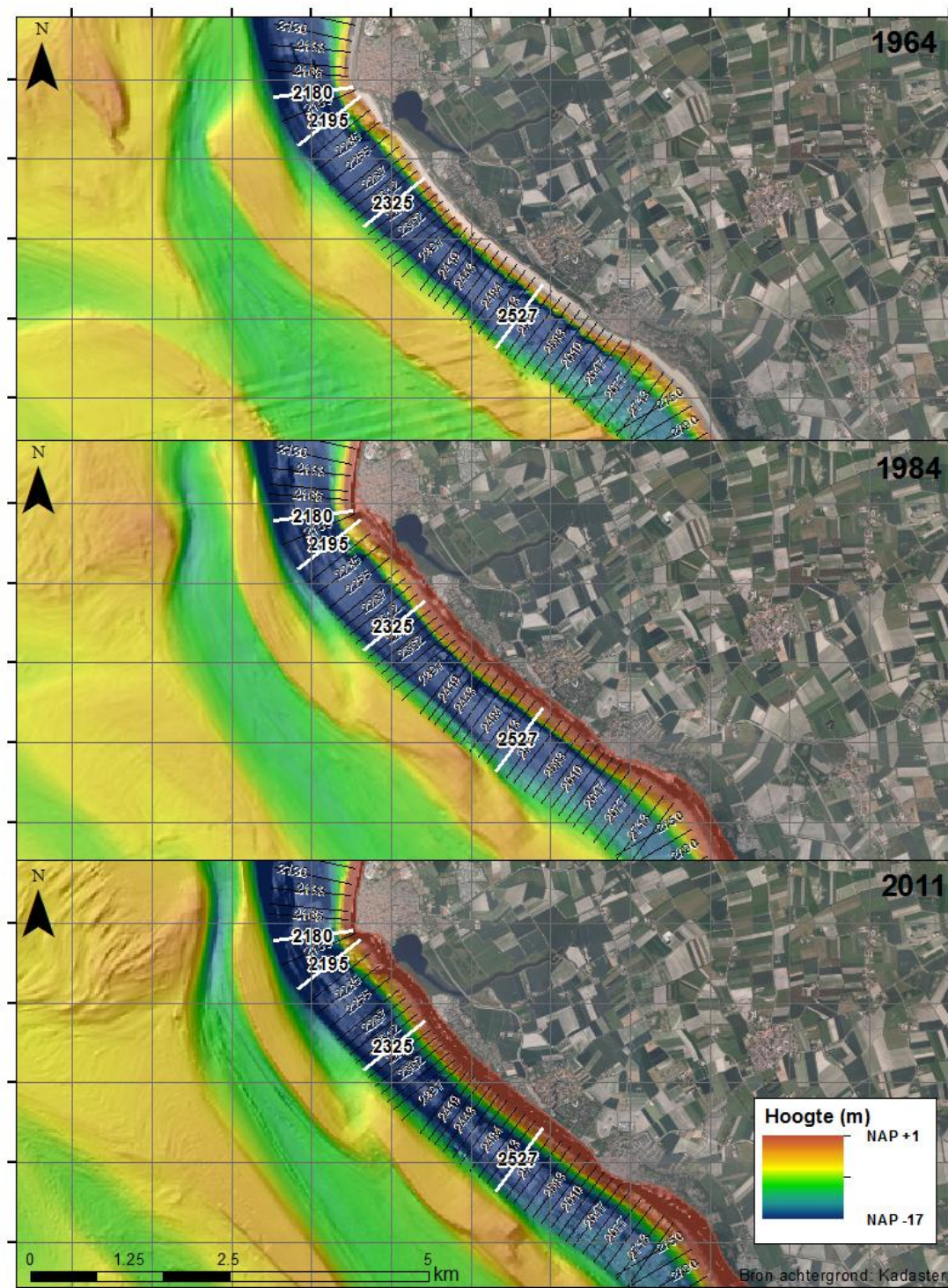
Langs de kust tussen Westkapelle en Zoutelande wordt de ontwikkeling bepaald door de getijdegeul het Oostgat, zie Figuur 4.32. Deze is het diepste ter hoogte van Westkapelle, met een diepte tot meer dan NAP -40m, en neemt naar het zuiden toe in diepte af tot minder dan 15 m. Al vanaf voor 1965 erodeert het Oostgat de kust en wordt dieper. Hier is bij Westkapelle een zeedijk en bij Zoutelande steenbekleding aanwezig voor de kustverdediging. De Westkappelse zeedijk loopt van raai 1814 t/m 2185, en ook is van raai 2235 t/m 2287 steenbekleding aanwezig. Bij Zoutelande loopt de steenbekleding van raai 2597 t/m 2880, zie ook paragraaf 5.1.

Behalve voor de raaien 1814 t/m 1927 is er voor de overige raaien langs de zeedijk, 1938 t/m 2185, geen Basiskustlijn gesteld en vormt de dijk de primaire wering. Voor de raaien 2185 t/m 2660 zijn er sinds 1990 om de twee tot vier jaren strandsuppleties uitgevoerd. De MKL toont dan ook een landwaarts gerichte trend voor al deze raaien. Door de strandsuppleties is het strand hier steeds op positie gehouden en zelfs netto opgehoogd, terwijl de vooroever constant wordt geërodeerd door het Oostgat. De erosie van de geulwand zorgt voor een steile vooroever, terwijl het strand op positie blijft, zoals te zien is in Figuur 4.32 t/m Figuur 4.34. Hierdoor ontstaat een steeds sterker knikpunt tussen het strand en de vooroever. De MKL is door de strandsuppleties hier sinds 1990 zeewaarts verplaatst, terwijl er tussen de suppleties een landwaartse trend te zien is.

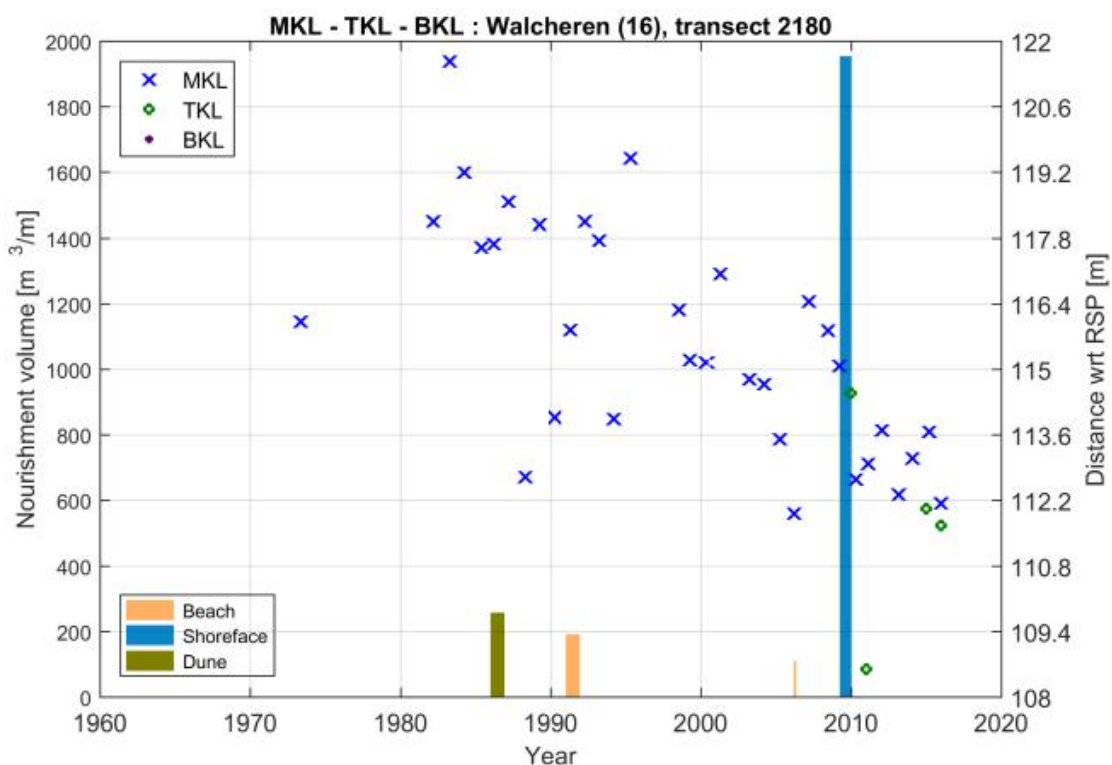
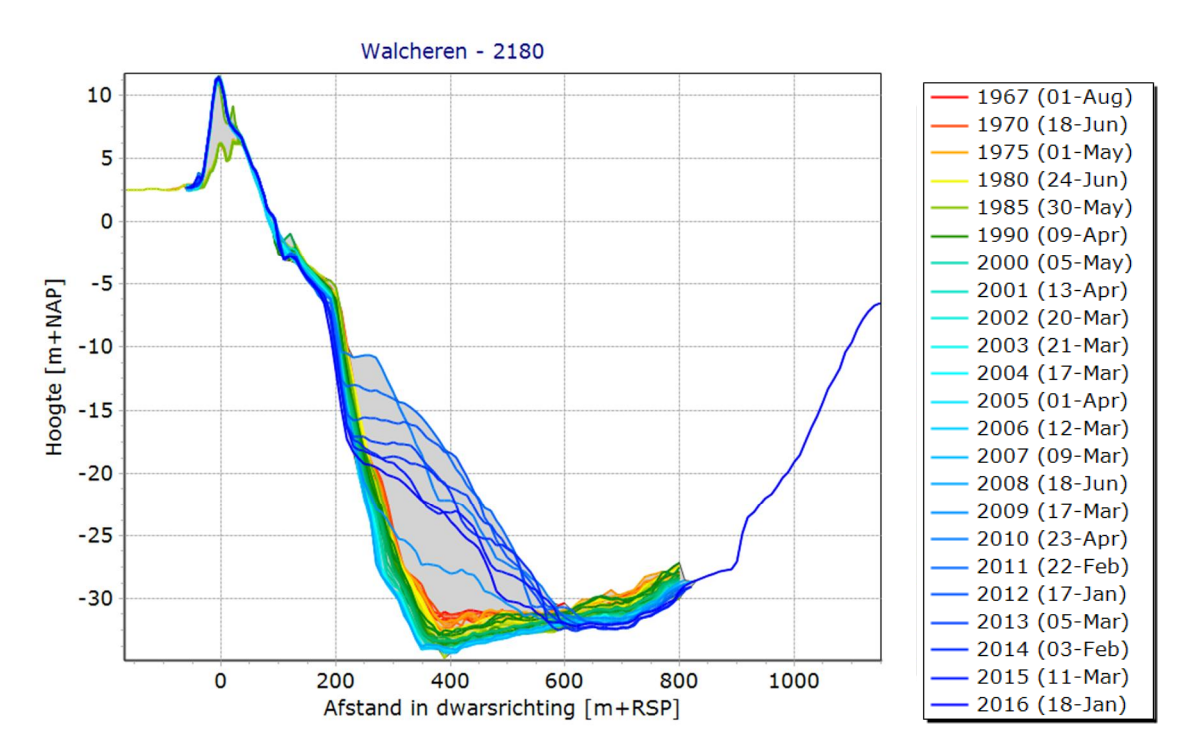
Als verdediging tegen de doorgaande erosie van de geulwand is hier in 2005 en 2009 een geulwandsuppletie uitgevoerd. In 2005 is het zuidelijke deel, van raai 2475 t/m 2685, uitgevoerd. De suppletie van 2009 sloot hierop aan en is aangelegd tussen raai 2180 en 2500. Ter hoogte van Westkapelle is de geulwandsuppletie hier in een aantal raaien anders gevormd (zie ook Figuur 4.10 in paragraaf 4.2.2). In raai 2195 (Figuur 4.34), het diepste deel van de geul, is een erosiekuil zichtbaar, door de aanwezigheid ten zuiden hiervan van een afgezonden deel van een dijk. De erosiekuil is met de suppletie opgevuld, maar is in korte tijd gedeeltelijk weer gevormd. In raai 2180 (Figuur 4.28) de suppletie iets lager in het profiel is aangebracht. Het zuidelijke deel van de suppletie is aangelegd zoals in raai 2325 (Figuur 4.35) te zien is. In raai 2527 is te zien dat de suppletie uit 2005 vrij goed blijft liggen en slechts een beetje is uitgezakt (Figuur 4.36). De geulwand is hier nog wel steil.

In raai 2677, net voor de knik in de kustlijn (zie verder paragraaf 4.3.6), is te zien dat de vooroever zich vrij steil uitbouwt, waarbij de stabiliteit van de suppletie in het geding kan komen en een strandval kan optreden (Schrijvershof en Mastbergen, 2016), zie Figuur 4.37. Het risico is op deze locatie echter gering.

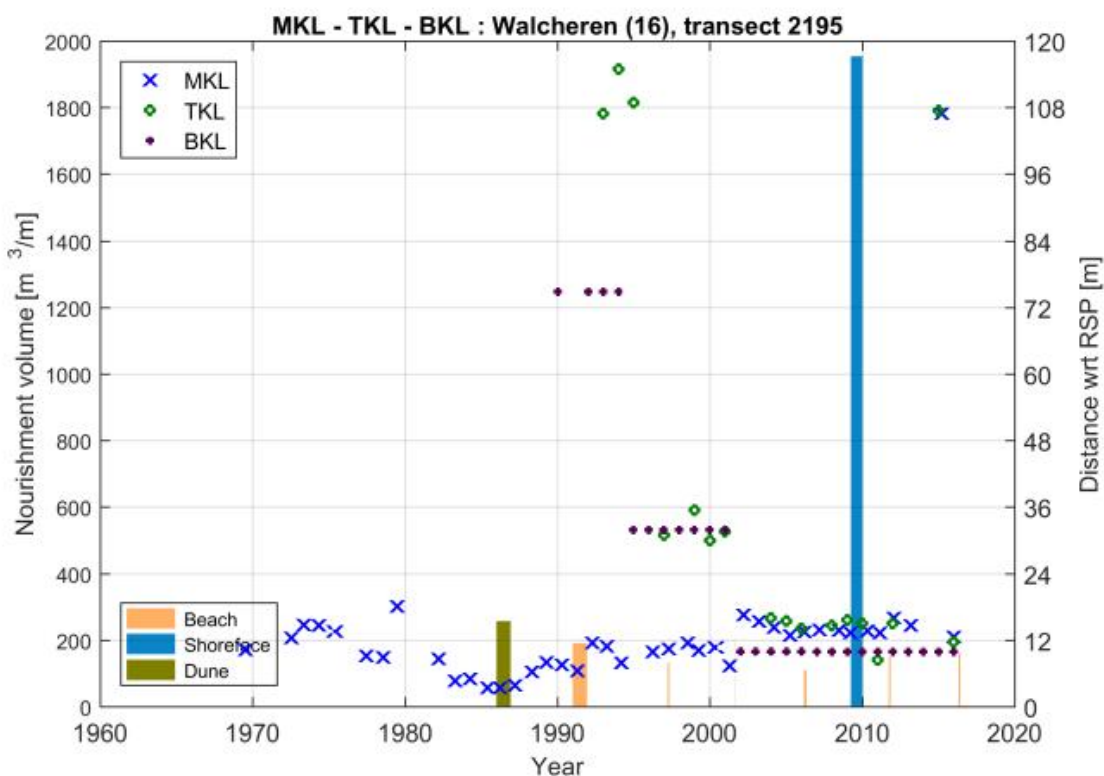
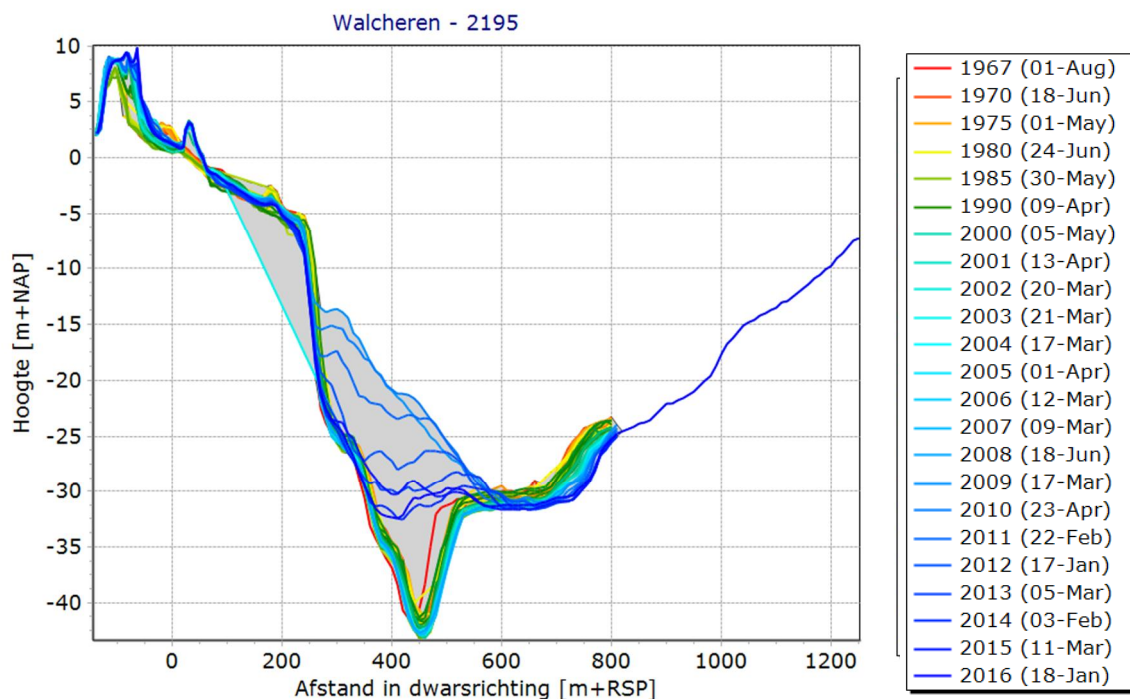
De erosie van de geulwand is zichtbaar in de horizontale positie van de dieptelijnen (Figuur 4.38). Ook hierin is te zien dat de suppletie vrij stabiel is, en de geulwand ver zeewaarts is verplaatst. De verwachting voor het toekomstig beheer is, dat op basis van de nu bekende informatie de geulwandsuppleties het oprukken van het Oostgat voor de komende jaren lijken tegen te zijn gegaan. De erosie van de stranden zal echter door blijven gaan, waardoor regelmatige strandsuppleties nodig zullen blijven.



Figuur 4.32 Ligging van de uitgelichte raaien langs het Oostgat

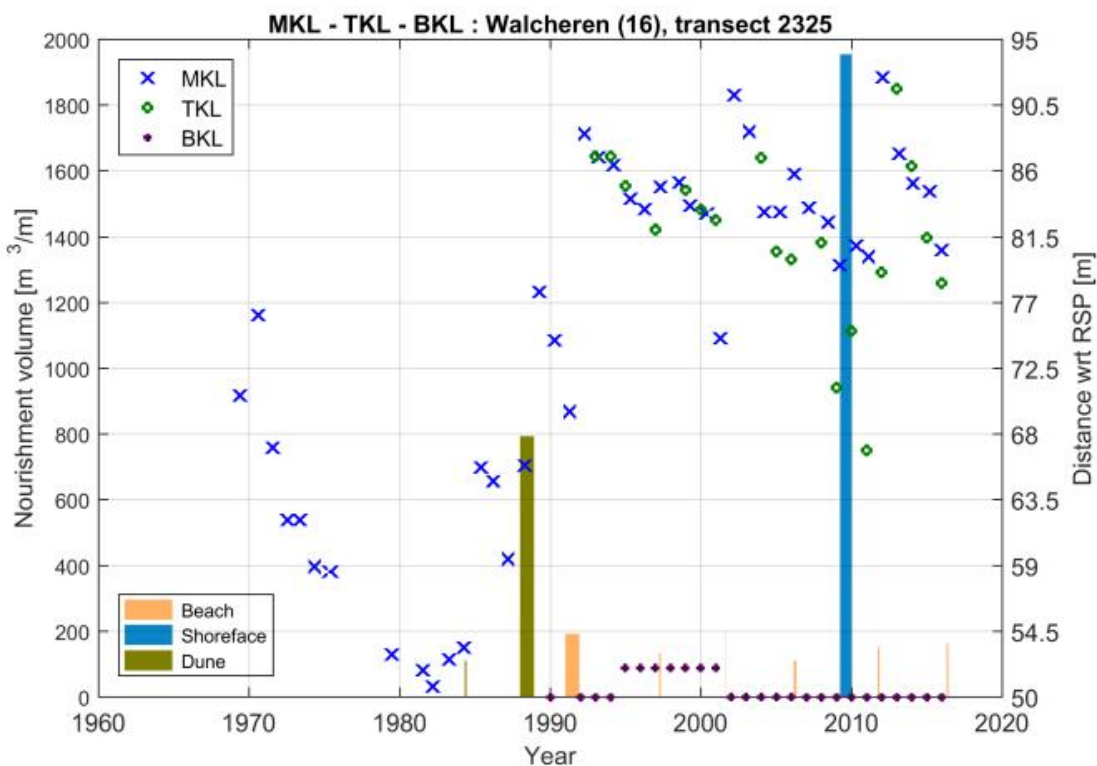
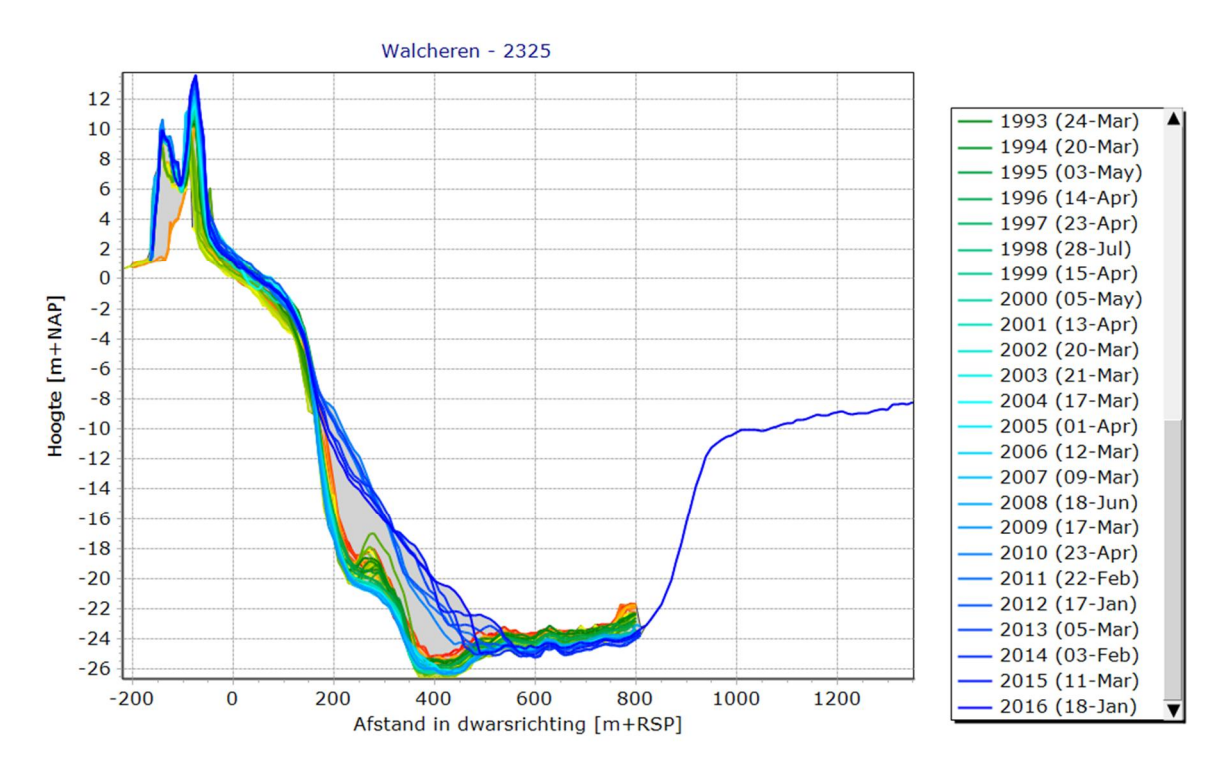


*Figuur 4.33 Raai 2180 toont de Westkappelse zeedijk en het daarvoor liggende Oostgat. In de profielen is de dijkverzwaring van 1986 te zien evenals de grote geulwandsuppletie uit 2009. Zowel de geulwand als de bodem van de geul eroderen langzaam, terwijl het bovenste deel van het profiel door de harde kustverdediging op zijn plek wordt gehouden. Er is geen Basiskustlijn voor deze raai, aangezien de dijk de primaire kering is. (a: Profielen b: MKL).*

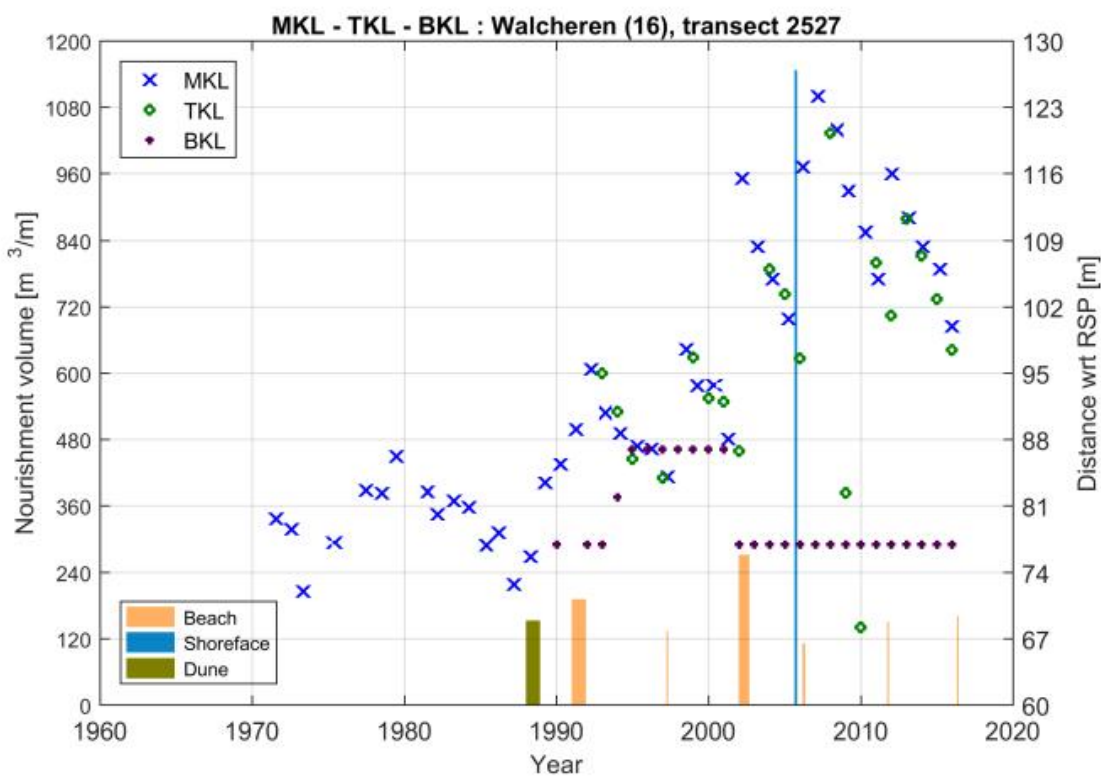
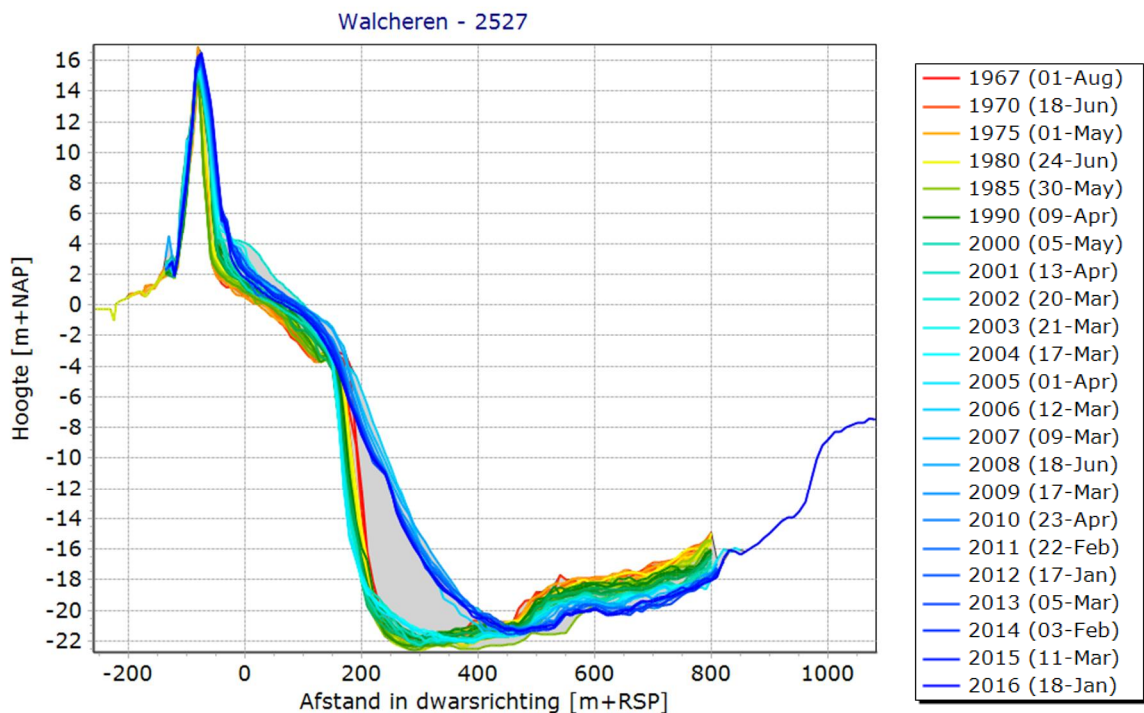


Figuur 4.34 Het diepste deel van het Oostgat is zichtbaar in raai 2195, waar de geul meer dan 40 m onder NAP ligt. Dit is een erosiekuil ontstaan door de aanwezigheid van een afgezonden deel van een dijk. De erosiekuil is met de suppletie opgevuld, maar is in korte tijd gedeeltelijk weer gevormd. Het strand wordt door regelmatige strandsuppleties op niveau gehouden, terwijl door geulwandering een steile vooroever ontstaat. (a: Profielen b: MKL).

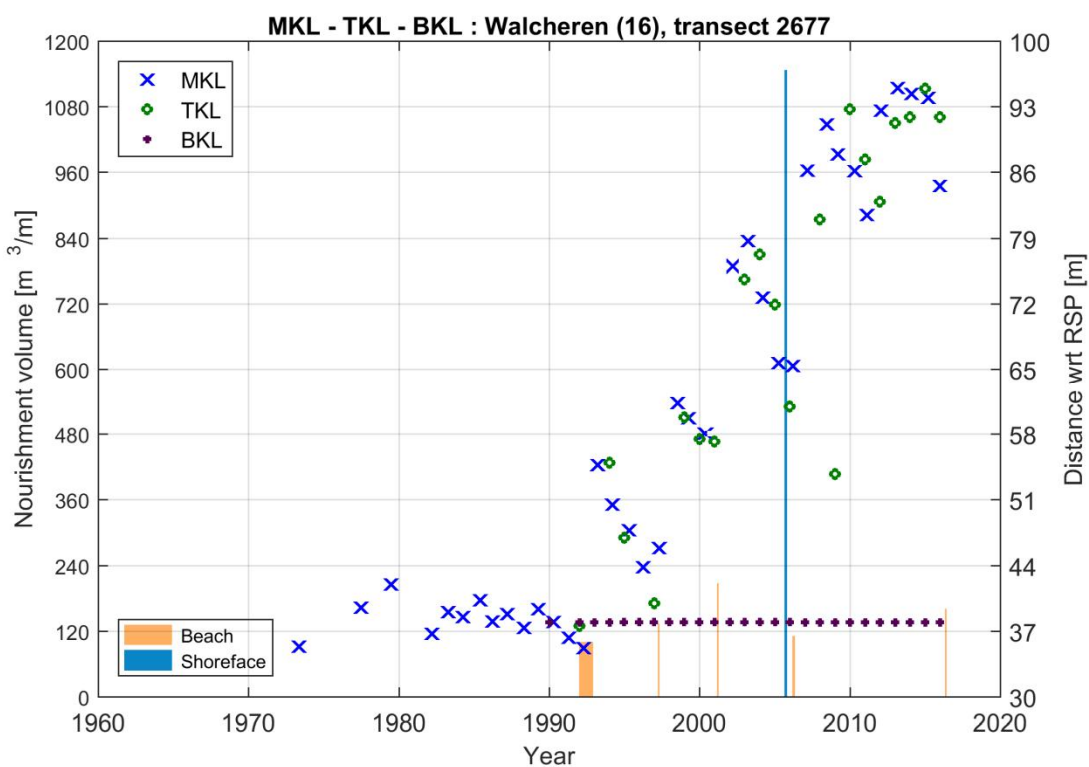
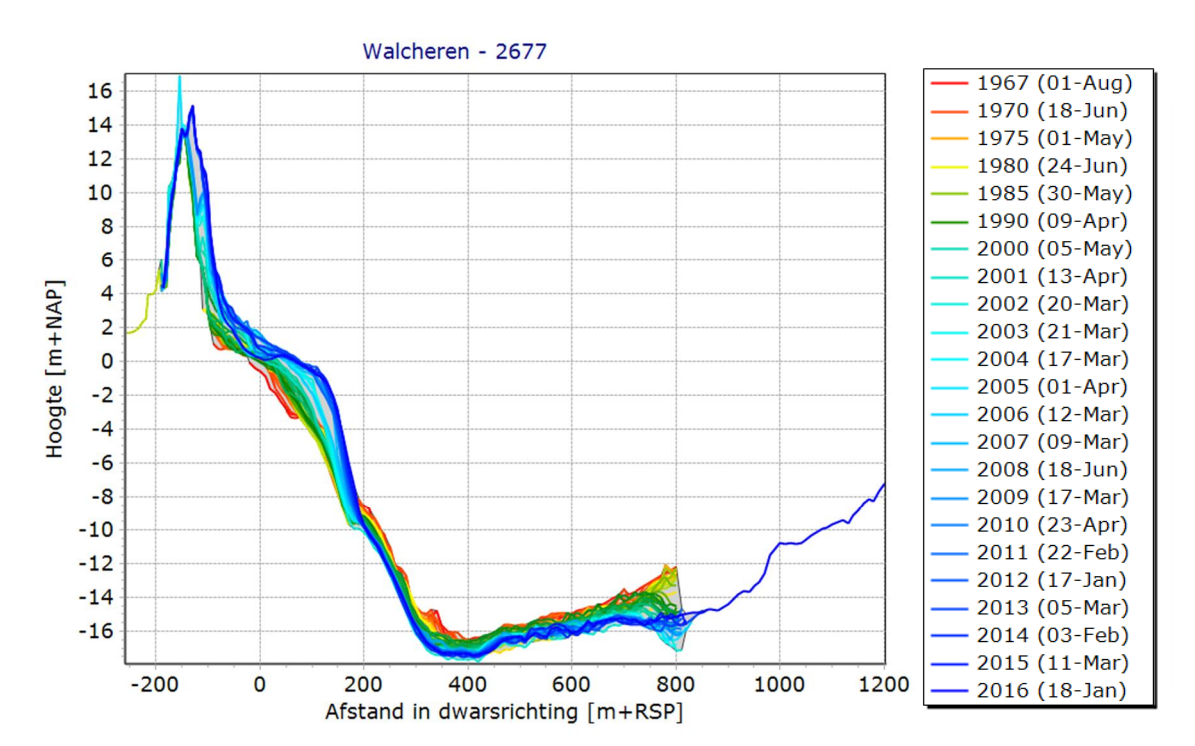




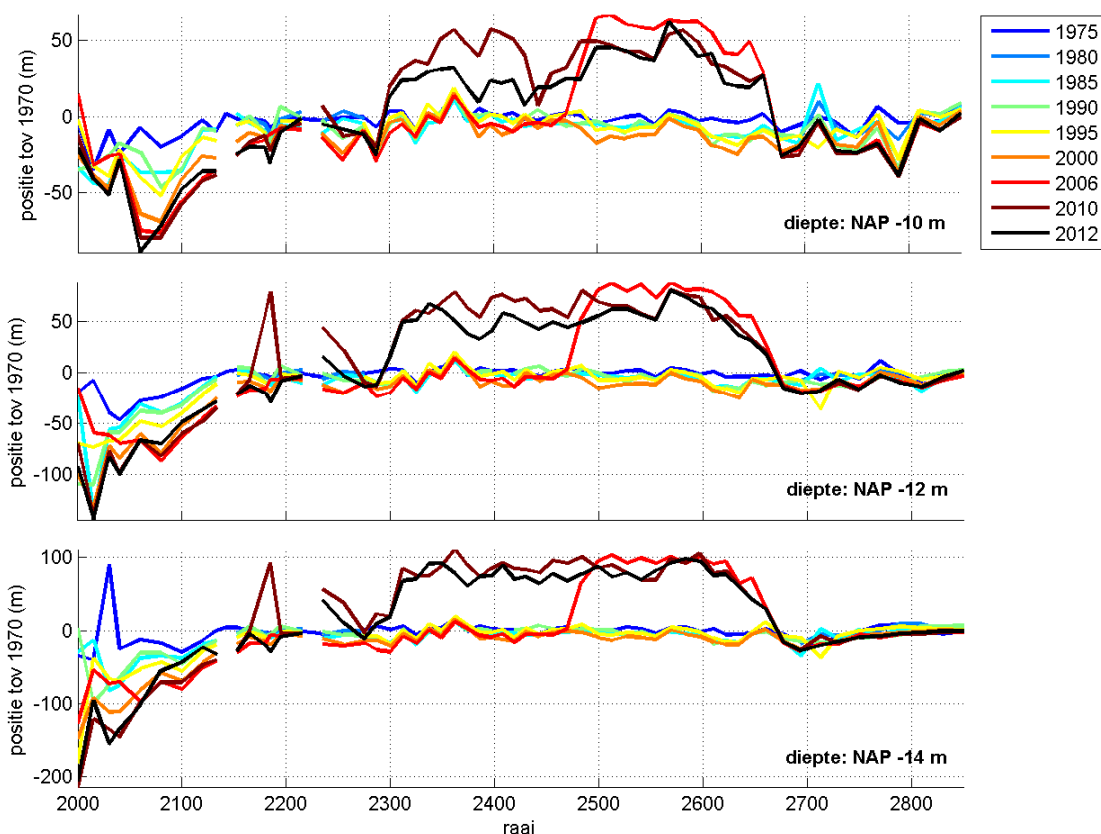
Figuur 4.35 Ook raai 2325 laat een eroderend Oostgat zien en een strand dat met regelmatige strandsuppleties wordt onderhouden. De geulwandsuppletie uit 2009 zorgt voor een flinke zeewaartse verlegging van de geulwand. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.36 Ter hoogte van Zoutelande wordt het Oostgat langzaam ondieper maar laat hetzelfde beeld zien: een hangend strand door suppleties op de plaats gehouden en een erosieve geul. De geulwand suppletie uit 2005 ligt er nog grotendeels hetzelfde bij in 2016. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.37 Ter hoogte van raai 2677 is een vrij steile uitbouw van de vooroever te zien. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.38 Horizontale positie van dieptelijnen NAP -10, -12 en -14 m ten opzichte van de positie in 1970, tussen Westkapelle en Zoutelande. Langs de hele suppletie is de positie van de geulwand verder zeewaarts komen te liggen, verder dan deze voor het jaar 2000 nog lag. De landwaartse verplaatsing van deze dieptelijnen is na de suppletie toegenomen, maar voornamelijk het diepere deel is redelijk stabiel.

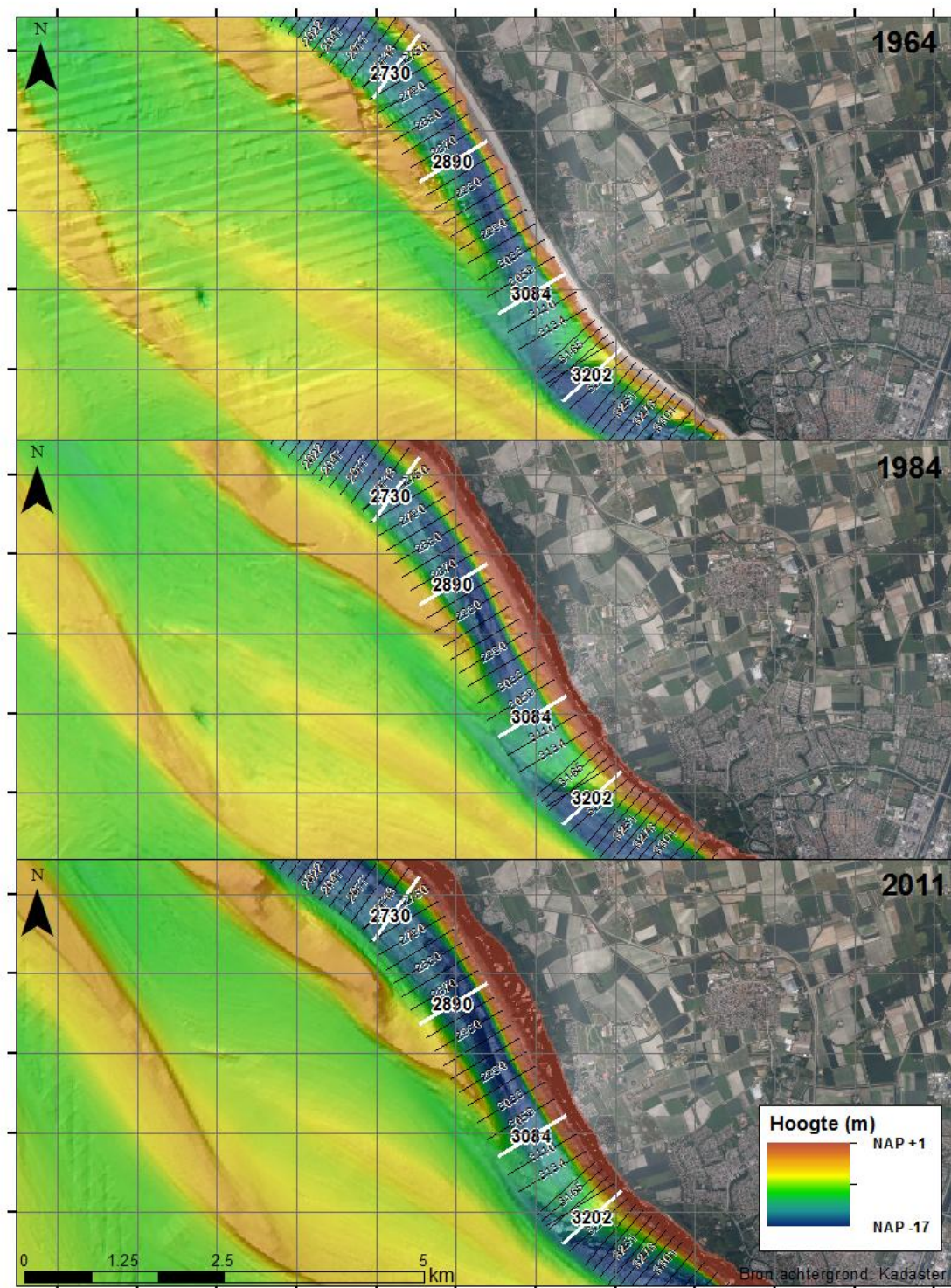
#### 4.3.6 Zoutelande tot Vlissingen (Deelgebied VI)

Ten zuiden van Zoutelande maakt de kust van Walcheren een kleine bocht landinwaarts (Figuur 4.39). Door deze 'knik' heeft de kust hier iets meer ruimte en ligt het Oostgat iets verder uit de kust. De raaien in deze knik, 2713 tot 2950, hebben dan ook een strand dat in hoogte toeneemt en een positieve MKL-trend (Figuur 4.40). Het duin gaat iets achteruit tussen de raaien 2750 en 2910, maar toont ten zuiden van 2910 uitbouw. Het Oostgat is langs deze raaien ook ondieper, tussen NAP -15 en -20 m. Vanwege de negatieve trend in de jaren 1975-1990 in deze raaien is nog tot 2001 gesuppleerd.

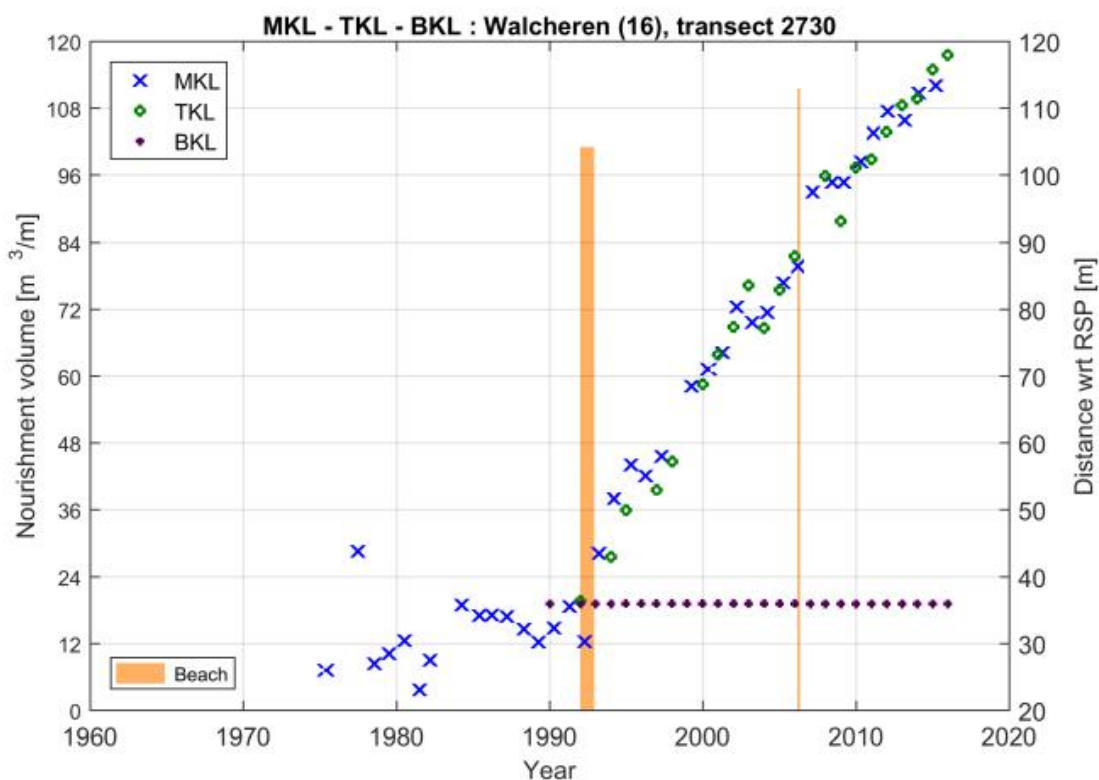
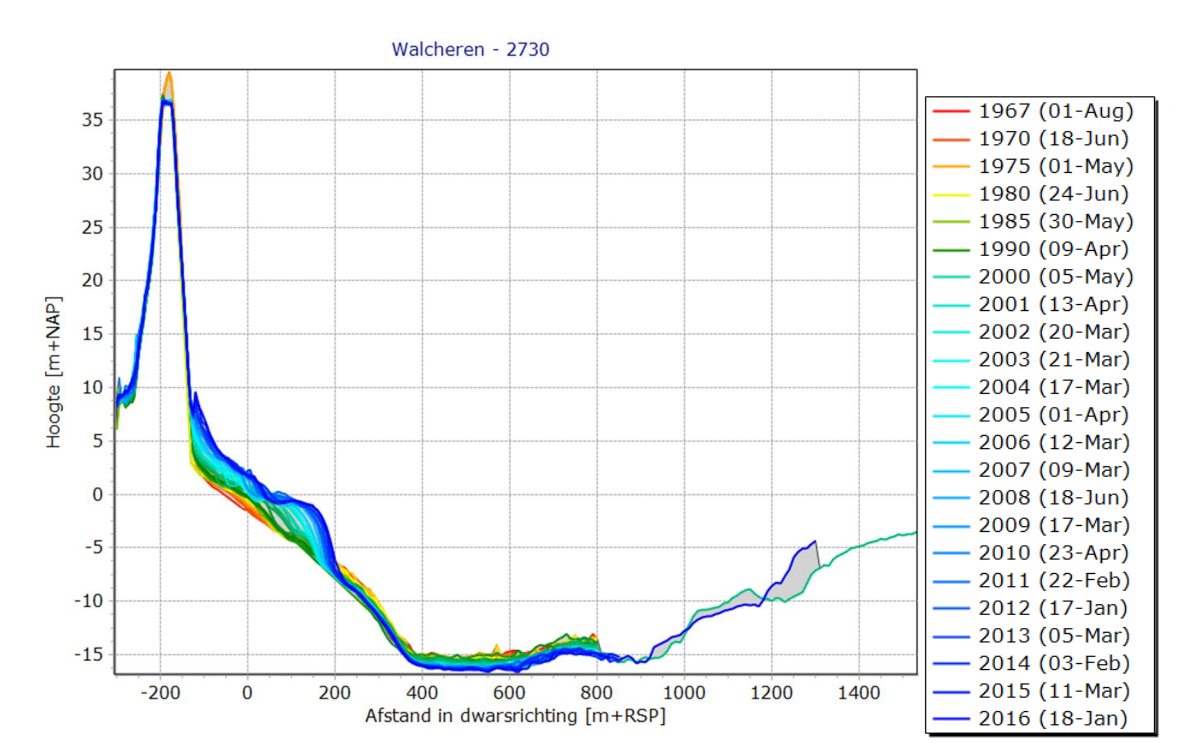
Ten zuiden van raai 2950 wordt het strand structureel gesuppleerd en is de erosie groter (Figuur 4.41). De suppleties worden tot en met de boulevard van Vlissingen elke 4/5 jaar uitgevoerd, hoewel van de raaien vanaf 3264 de MKL minder hard achteruit gaat. Rond deze hoogte vindt er aanzanding plaats in het Oostgat, op de drempel met de Sardijngeul (Figuur 4.42). De drempel en de aanzanding daarvan verplaatst zich in zuidelijke richting en wordt gebaggerd om de geul op diepte voor de scheepvaart te houden. Ten noorden van de drempel, tot en met raai 3165 wordt het Oostgat juist nog langzaam dieper.

Vanaf 3476 is er geen Basiskustlijn vastgesteld, maar vormt de harde zeekering voor Vlissingen de primaire kering.

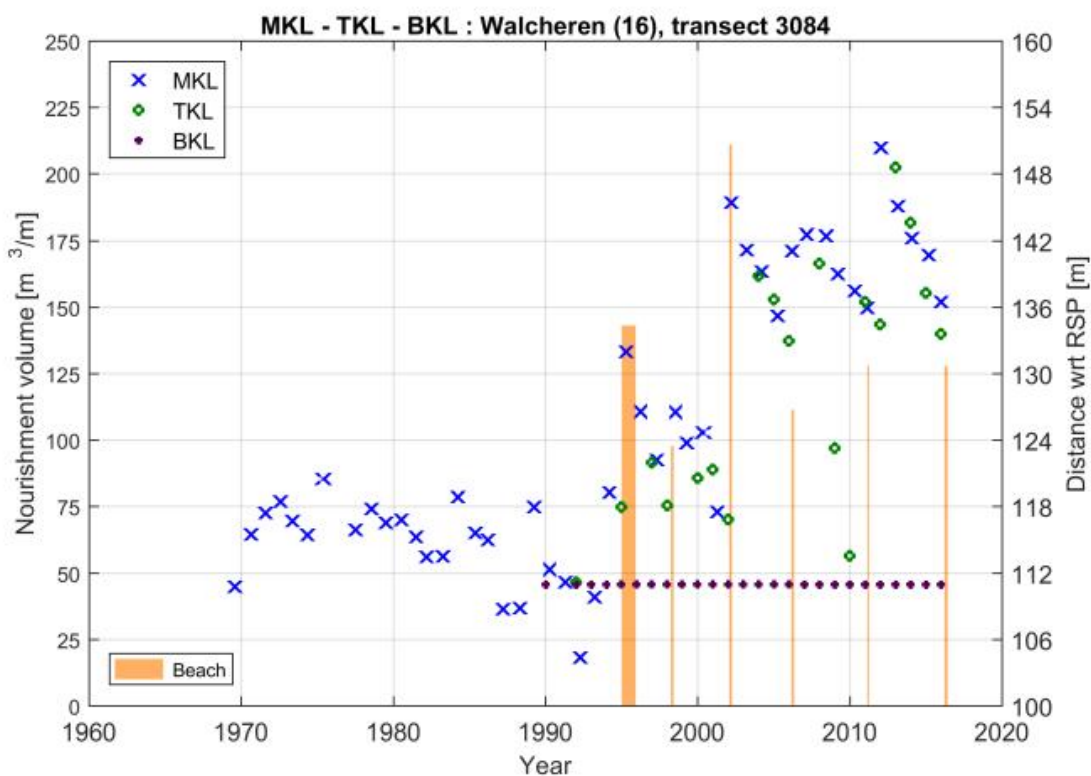
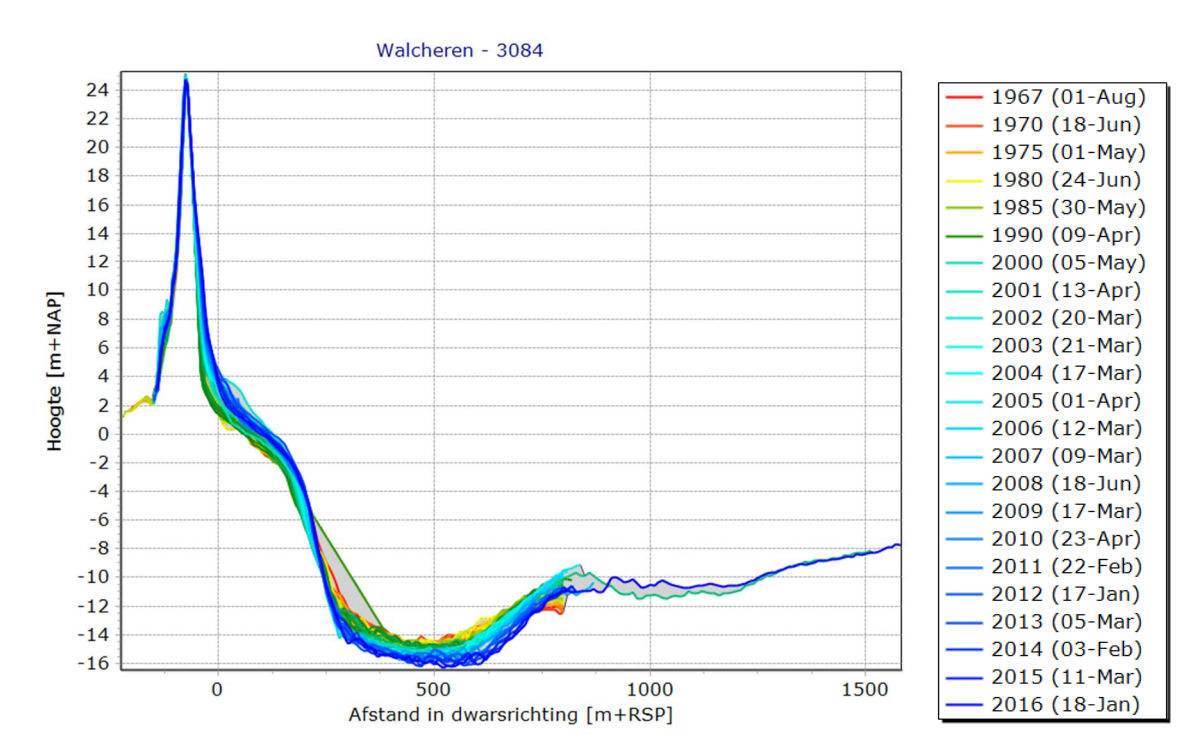
Verwachting toekomstig beheer: voor dit deelgebied worden geen grote veranderingen in beheer verwacht. Door de 'knik' in de kust zal dat gedeelte relatief weinig onderhoud nodig hebben. Ten zuiden hiervan zullen de strandsuppleties nodig blijven.



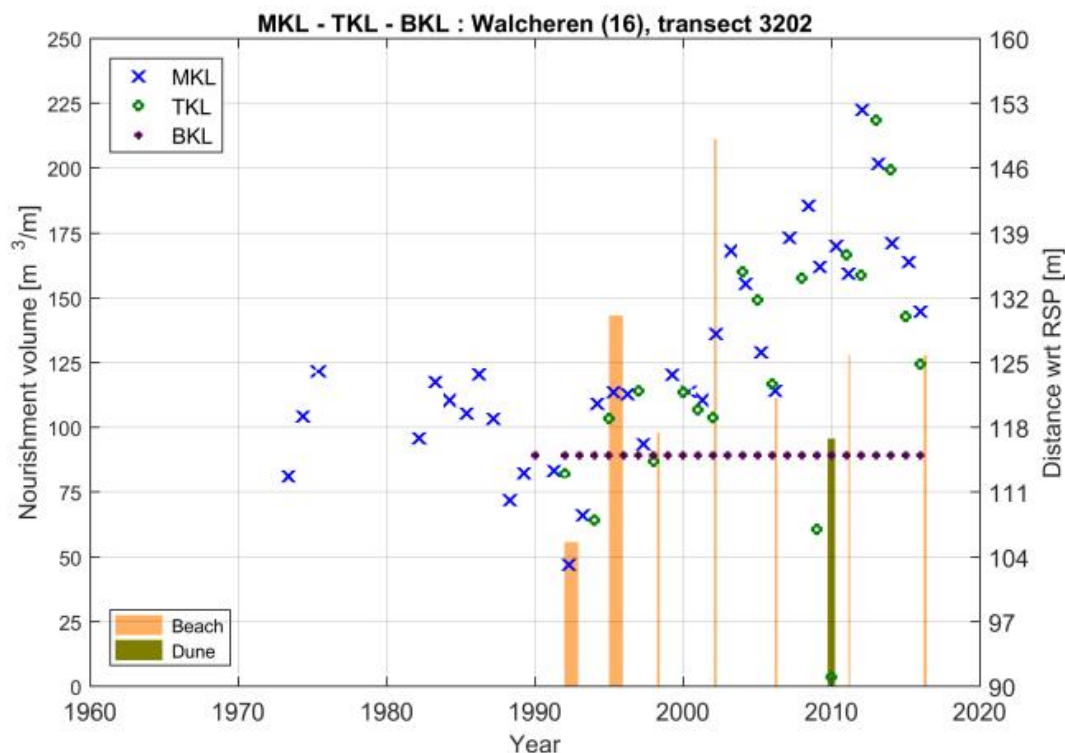
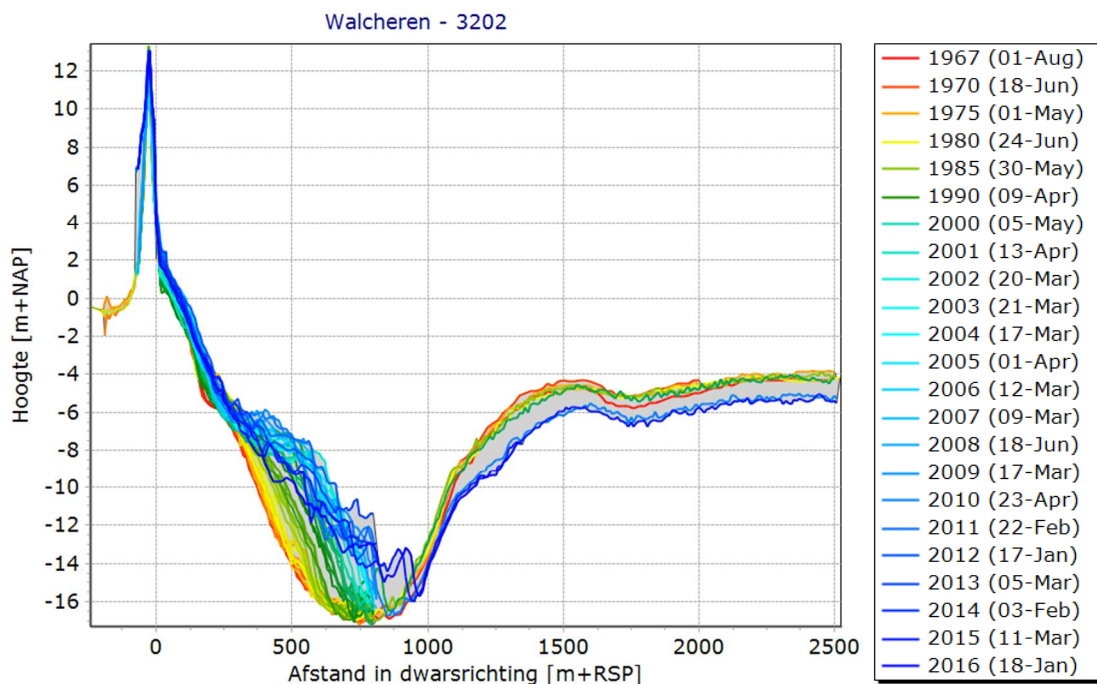
Figuur 4.39 Bathymetrie van de kust tussen Zoutelande en Vlissingen met overzicht van de uitgelichte raaien



Figuur 4.40 Ten zuiden van Zoutelande waar de kust een 'knik' landinwaarts maakt vindt sedimentatie van het strand plaats en verplaatst de MKL zich zeewaarts. Het Oostgat is hier vrijwel stabiel en minder diep dan bij Westkapelle. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.41 Ten zuiden van de 'knik' neemt de erosie weer wat toe en worden vaker strandsuppleties uitgevoerd. (a: Profielen b: MKL).



Figuur 4.42 Ter hoogte van raai 3202 is de drempel tussen het Oostgat en de Sardijingeul, die door natuurlijke dynamiek aanzandt. Het strand vertoont echter nog wel erosie en wordt regelmatig gesuppleerd. (a: Profielen b: MKL).



#### 4.4 Dynamiek van de zeereep (Arens, 2013)

Veroudering en verstarring van het duin- en kustlandschap hebben duidelijk effect op kwaliteit en voorkomen van habitattypen en beschermde soorten in de uitgestrekte Natura2000 gebieden langs de Nederlandse kust. Van zanddynamiek wordt verwacht dat dit een positieve invloed kan hebben op karakteristieke habitattypen, - flora en –fauna. In deze paragraaf wordt de dynamiek van de zeereep en de achterliggende duinen beschreven. De informatie in deze paragraaf is gebaseerd op de volgende studies: Arens et al. (2009) Arens et al. (2010), Arens et al. (2012), Stuijzand et al. (2012). Doelstelling voor deze onderzoeken was het in beeld brengen van de dynamiek van de zeereep en duinen en het verkrijgen van meer inzicht in de effecten van zandsuppleties.

In Figuur 4.43 staat weergegeven welke responstypen (Arens, 2009) langs de kust van Walcheren voorkomen. In Figuur 4.45 staat de volumeverandering per raai voor vier perioden (1966-1978, 1978-1988, 1988-1998, 1998-2008). De volumeberekening is gebaseerd op de Jarkus meting. In Figuur 4.44 staat de volumeverandering boven de +3 m NAP per kilometer. Deze volumeberekening is gebaseerd op de laseraltimetrie meting. De berekenmethode en de beperking van de berekening (bijvoorbeeld fouten door de aanwezigheid van vegetatie) staan beschreven in Arens et al (2010). De berekeningen zijn het meest betrouwbaar voor langjarige perioden. De dynamiek die in deze figuren zichtbaar is, wordt in deze paragraaf verder toegelicht: in paragraaf 4.4.1 staat een algemene beschrijving van de situatie in 1988 en de situatie in 2011, in paragraaf 4.4.2 staat een beschrijving voor de situatie in 1988 en 2011 voor verschillende deelgebieden.

##### **Begrippenlijst**

###### *Dynamiek:*

Dynamiek van stuivend zand, overstuiving (depositie) al dan niet gecombineerd met winderosie.

###### *Aanstuiving:*

Overstuiving nabij de duinvoet, dus aan de voorzijde van de zeereep, waardoor de zeereep zich zeewaarts uitbreidt. In het verleden vaak gestuurd door stuifschermen.

###### *Opstuiving:*

Overstuiving van de zeereep, waardoor deze in hoogte toeneemt.

###### *Doorstuiving:*

Overstuiving tot achter de zeereep, waarbij hetzij strandzand over de zeereep wordt geblazen, hetzij door winderosie aan de voorzijde zeereepzand naar achteren wordt geblazen.

###### *Gekerfde zeereep:*

Een grillig gevormde (vaak grotendeels natuurlijke) zeereep waar het reliëf zowel door overstuiving als door winderosie wordt gevormd.

###### *Stuifkuil:*

Duidelijk geïsoleerde, schotelvormige winderosievorm.

###### *Kerf:*

Winderosievorm in de zeereep die een opening heeft naar het strand.

#### 4.4.1 Algemene beschrijving situatie 1988 en 2011

##### *Situatie 1988*

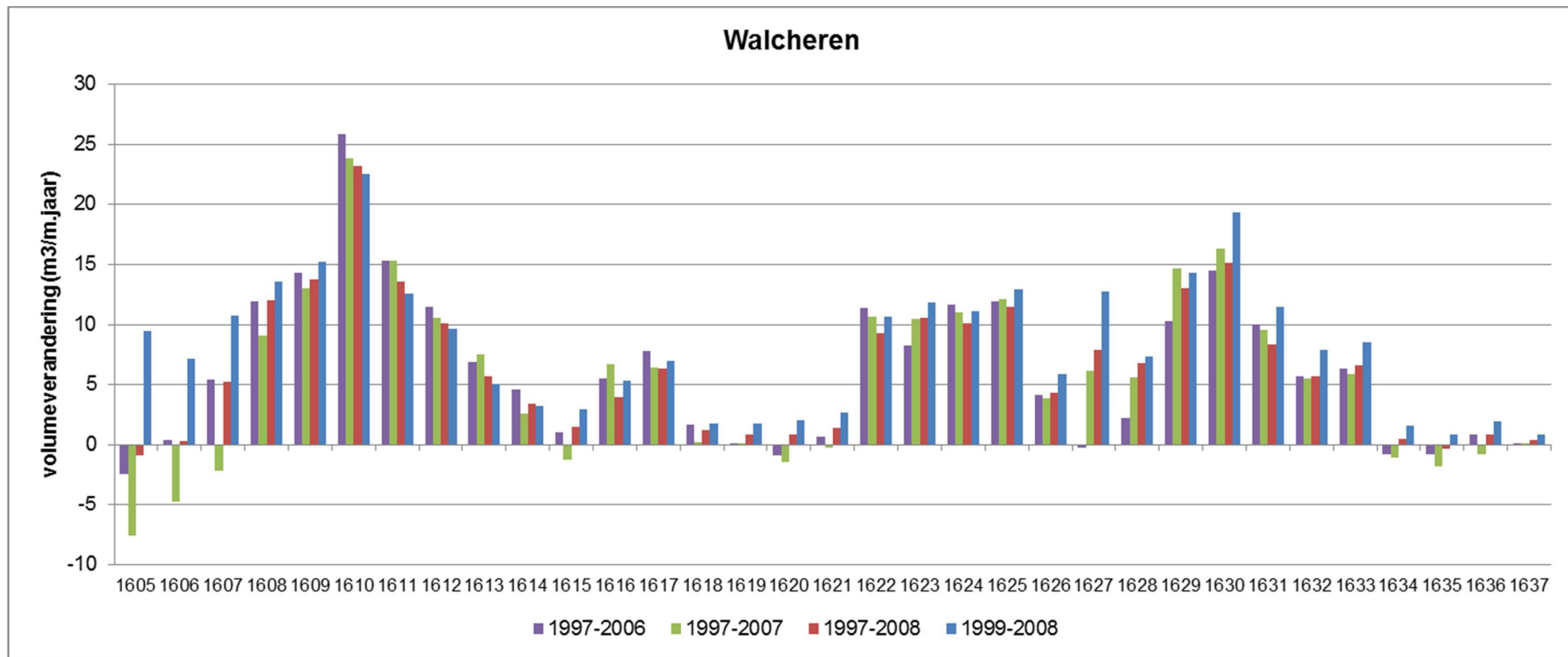
Op Walcheren wordt een “zachte” zeereep afgewisseld met zeedijken. Aan de zuidkant bevindt zich een hoge zeereep met afslaghelling, en veel overstuiving over de zeereeptop. Plaatselijk is er sprake van een golvende zeereep met grote, door afslag aangesneden blow-outs, die echter zijn gestabiliseerd. Naar het noorden toe neemt de overstuiving af. Alleen aan de noordkant bevindt zich een aangroei-zeereep, bestaande uit lage voor elkaar liggende ruggen.

##### *Situatie 2011*

Vrijwel overal op Walcheren is sprake van een vergelijkbare ontwikkeling, met soms forse aanstuiving tegen de zeereep aan, soms in combinatie met embryonale duinontwikkeling. Overstuiving van de zeereeptop lijkt zeldzaam, winderosie is zelfs geheel afwezig. Het lijkt er op dat dit een kustvak is waar door suppleren veel zand in de zeereep terecht komt, waar dit uitsluitend bijdraagt aan de dynamiek rondom de duinvoet. De overige dynamiek in de zeereep is beperkt tot afwezig.



Figuur 4.43 Classificatie van de zeereep voor Walcheren. Het betreft de huidige classificatie van responstypen zoals ze nu (2012) gelden, gebaseerd op laseraltimetrie 1997/1998-2012 en luchtfoto's 2011 en 2012.



Figuur 4.44 Volumeverandering boven de +3 m NAP per kilometer. De volumeberekening is gebaseerd op de laseraltimetrie meting. Notatie: kustvak 16, km of RSP. Km05 (Raai 500) ligt aan de noordoostkant, km37 (Raai 3700) aan de zuidoostkant.

#### 4.4.2 Beschrijving situatie 1988 en 2011 per deelgebied

Deze deelgebieden zijn ingedeeld op basis van bepaalde kenmerken wat betreft duindynamiek, ze wijken daarom dus af van de deelgebieden zoals ingedeeld in paragraaf 4.3, waarbij de focus lag op morfologische kenmerken en (deel)systemen onder water en op het strand. In Figuur 4.43 staan de deelgebieden (A t/m N) aangegeven waarnaar hieronder wordt gerefereerd. De vijf responstypen die zijn gedefinieerd zijn (zie ook Figuur 4.38):

- RT1. Geen dynamiek
- RT2. Dynamiek in embryonale duinen vóór zeereep
- RT3. Beperkte dynamiek, voorzijde zeereep
- RT4. Dynamische zeereep, beperkte doorstuiving
- RT5. Zeer dynamische of gekerfde zeereep, forse doorstuiving

##### RSP 5.40 tot 5.80 (Jarkusraaien 540-580)

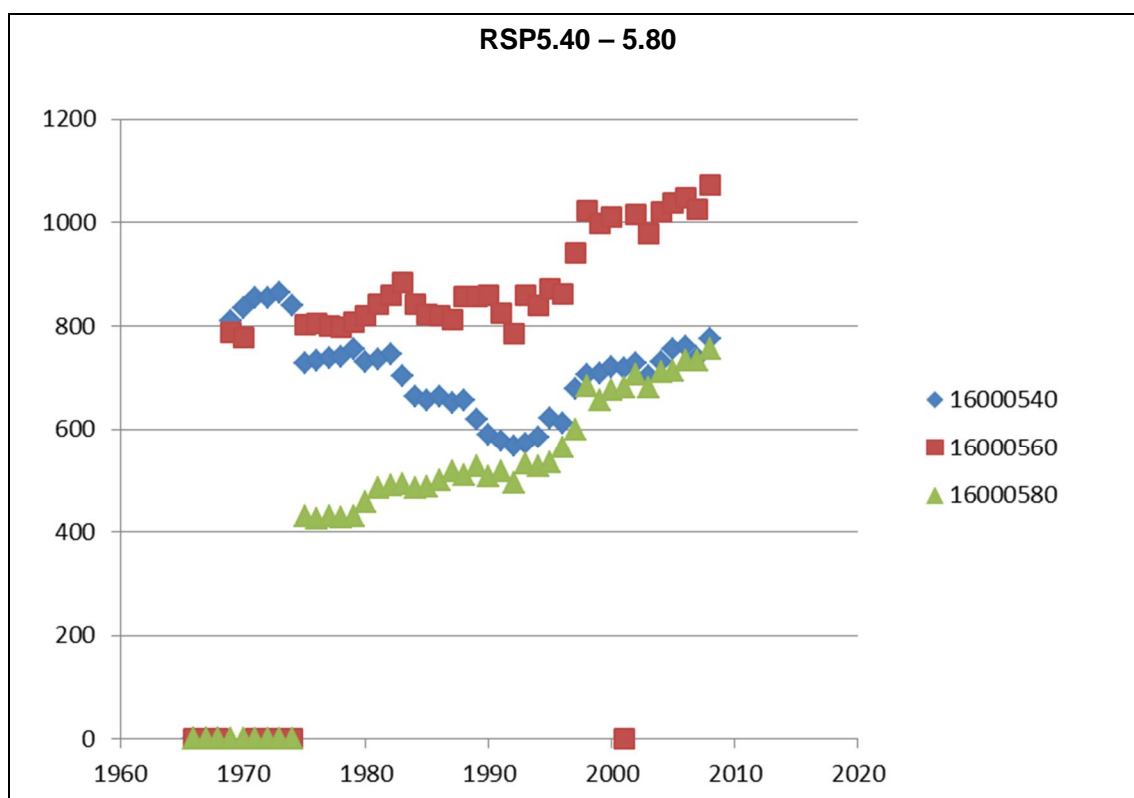
1988

Geheel met struweel begroeide zeereep. De zeewaartse helling is een ex-afslagklif. Geen overstuiving of erosie, de zeereep is statisch.

2011

Er is weinig veranderd. De geringe dynamiek beperkt zich tot enige overstuiving tegen de duinvoet. De volumetoename bedraagt rond de  $5\text{m}^3/\text{m.jaar}$ . Bij 5.40 is éénmaal gesuppleerd.

Respons type 3.



Figuur 4.45 Volume ( $\text{m}^3$ ) boven +3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 5.40 – 5.80, zie legenda (16= kustvaknummer 00540 = raai 540 = RSP of km 5.40).

RSP 5.80 – 8.80 (Jarkusraaien 580-880)

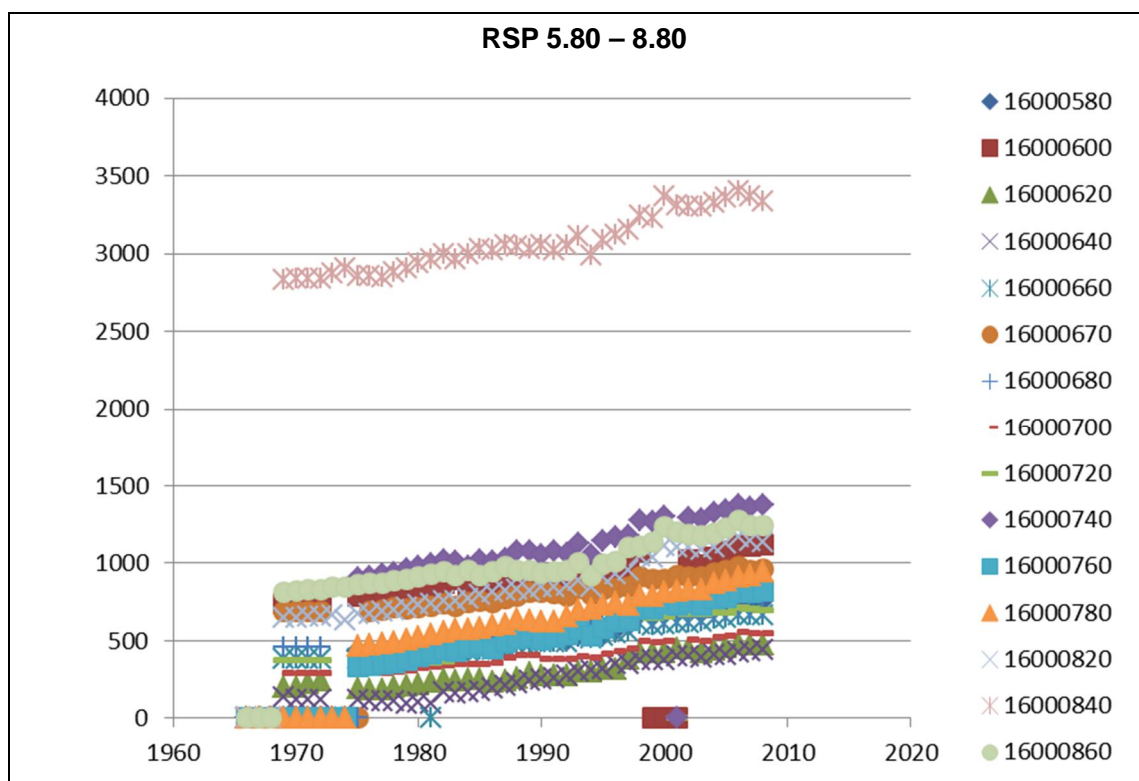
1988

Stabiele zeereep, vanaf 7.00 geringe uitbreiding. Sterke overstuiving, gepaard gaande met ophoging, geen winderosie. Vorming van embryodontjes. Plaatselijk geringe erosie door betreding. Het beheer beperkt zich tot het plaatsen van stuifschermen en aanplant.

2011

Nog steeds overheerst de aanstuiving, waarbij er sprake is van een toename van oost naar west. De dynamiek beperkt zich tot een aanstuivende duinvoet met embryonale duinontwikkeling. Er is geen sprake van winderosie. Het volume neemt gestaag toe, het meest in de periode 1988-1998 (tot ruim 20 m<sup>3</sup>/m.jaar), recentelijk rond 5-10 m<sup>3</sup>/m.jaar. Nooit gesuppleerd.

Respons type 2 (westelijk van 7.00) en 3 (oostelijk van 7.00).



Figuur 4.46 Volume (m<sup>3</sup>) boven +3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 5.80 – 8.80, zie legenda.

RSP 8.80 – 10.25 (Jarkusraaien 880-1025)

1988

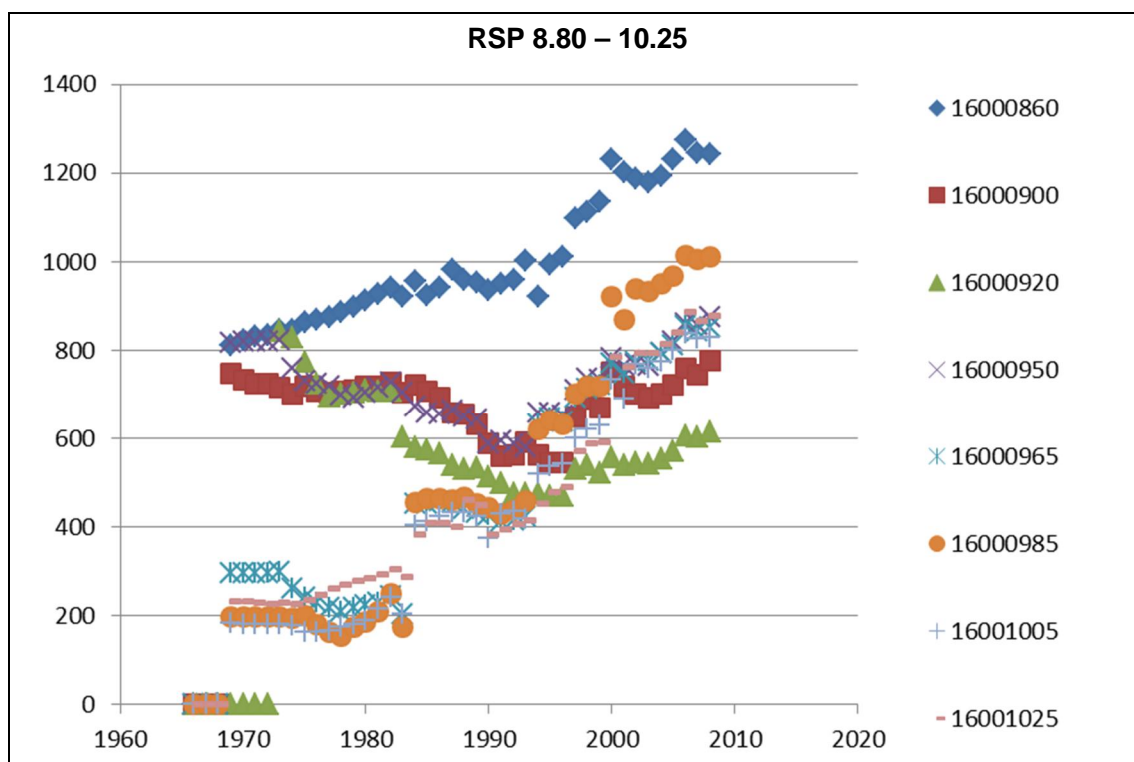
Kunstmatig ogende, zich terugtrekkende zeereep. De zeewaartse helling is een afslagklif. Er vindt geringe overstuiving plaats.

2011

Vergelijkbare ontwikkeling met het vorige deelgebied (ten oosten hiervan), waarbij de aanstuiving naar het westen toe verder toeneemt. Er is sprake van flinke aanstuiving tegen de duinvoet met embryonale duinontwikkeling. Er is geen sprake van winderosie. De

volumetoename loopt op tot meer dan 30m<sup>3</sup>/m.jaar aan de westzijde. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 2 (ten oosten van 9.65) en 4 (vanaf 9.65 naar het westen).



Figuur 4.47 Volume (m<sup>3</sup>) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 8.80 – 10.25, zie legenda.

#### RSP 10.25 – 12.45 (Jarkusraaien 1025-1245)

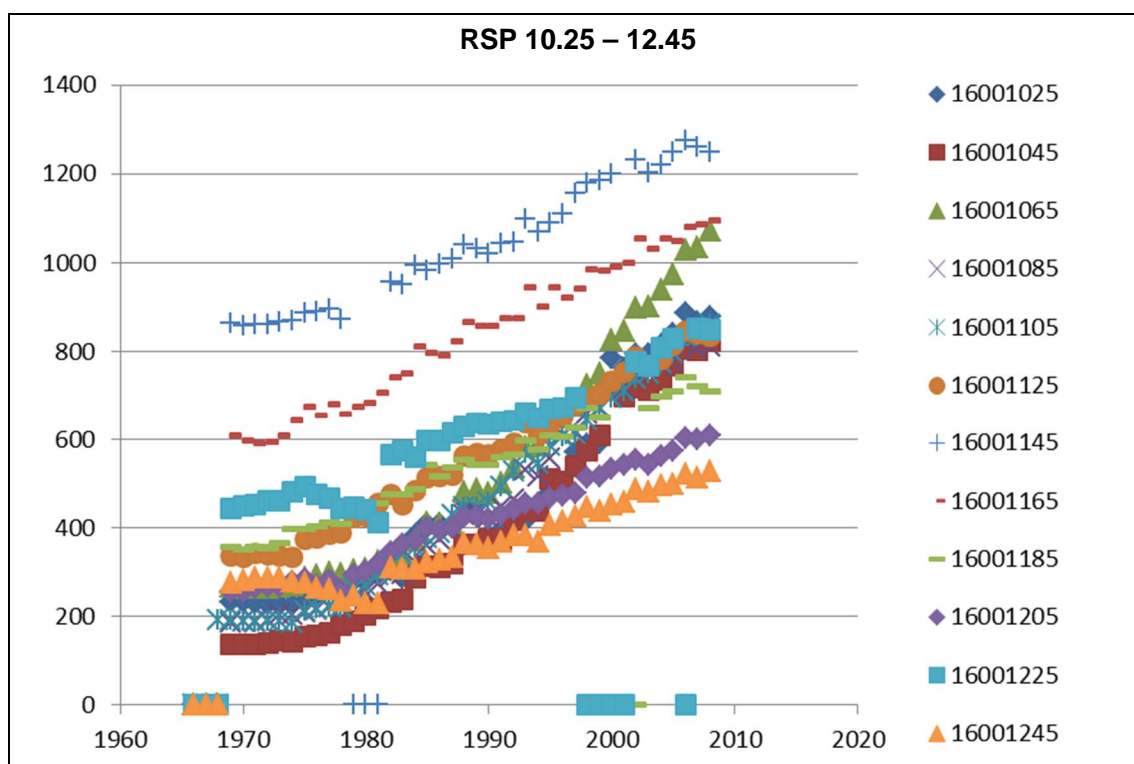
1988

Geringe uitbreiding van de zeereep, zowel in hoogte als in breedte. Overstuiving, met name op de zeewaartse helling en de top. Plaatselijk vorming van embryoduinen tegen de duinvoet. Geringe erosie ten gevolge van betreding van de zeereep.

2011

Afname in dynamiek en aanstuiving van oost naar west. Aan de oostkant ontstaan vóór de zeereep embryonale duinen maar is er ook nog sprake van enige dynamiek over de zeereep zelf. Dit neemt westwaarts af. Er is geen sprake van winderosie. Aan de oostkant bedraagt de volumetoename nog meer dan 30 m<sup>3</sup>/m.jaar. Diverse malen gesuppleerd, maar nooit tussen 11.05 en 12.65.

Respons type 4 (10.25-10.65, 2(10.7-11.4) en 3 (11.45-12.45).



Figuur 4.48 Volume ( $m^3$ ) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 10.25 – 12.45, zie legenda.

### RSP 12.45 - 17.75 (Jarkus-raaien1245-1775)

1988

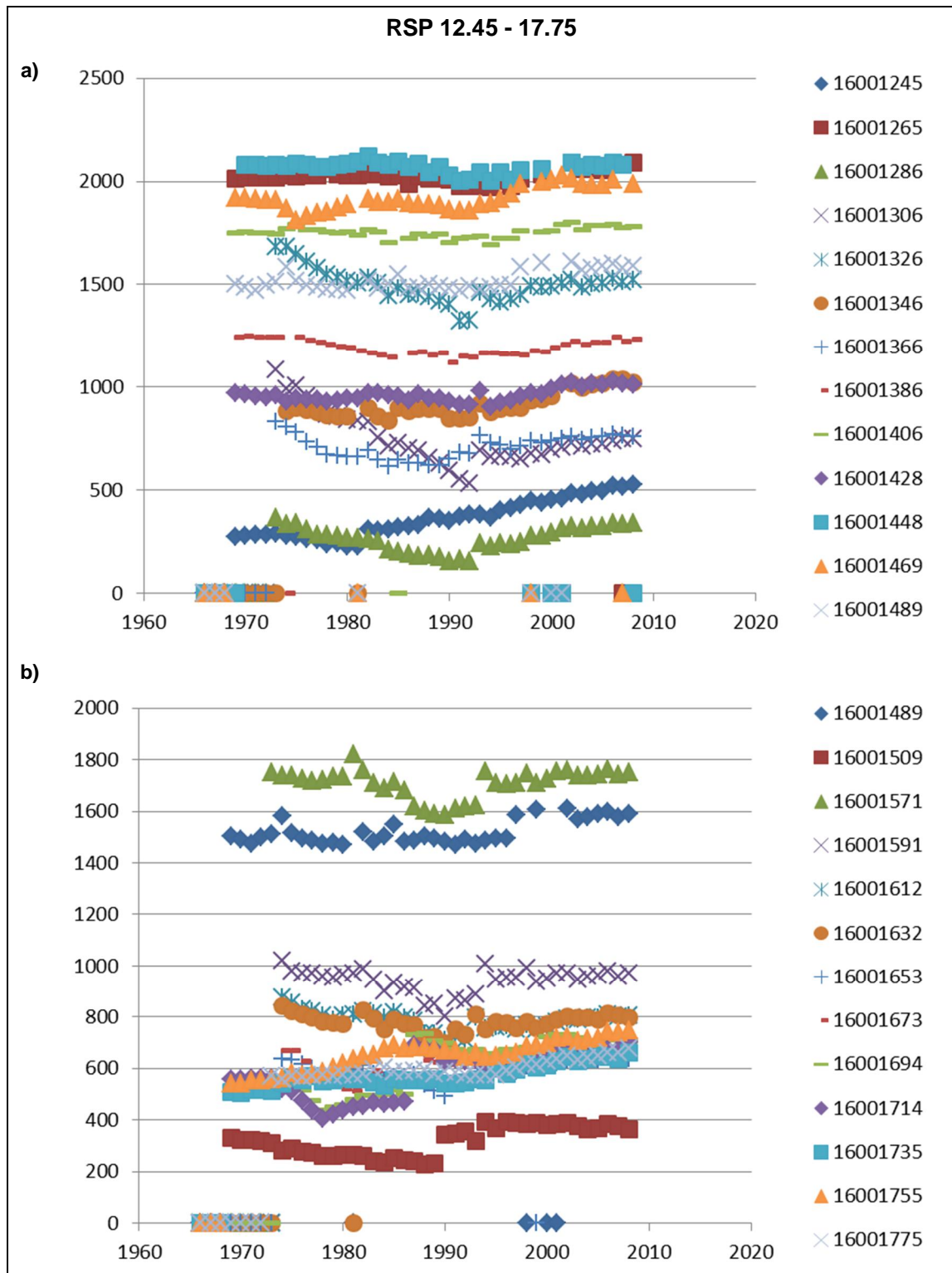
Stabiele en statische zeereep. De zeewaartse helling is steil en recht als een afslagklif, maar er vindt geen afslag plaats. Alleen tussen 12.86 en 13.26 vindt afslag plaats waarbij het volume van de zeereep steeds verder afneemt. Weinig of geen overstuiving. Geen beheersingrepen.

2011

Statische zeereep met nauwelijks of geen dynamiek, met uitzondering van enige aanstuiving tegen de zeewaartse helling. Tussen raai 15.30 en 15.91 is er vrijwel geen aanstuiving. De morfologie van de zeereep wisselt van bescheiden en onregelmatig (tussen 12.45 en 13.66, 15.09- 15.50 en 15.91-16.53) tot fors en loopduinvormig (13.66-14.89 en 15.71) tot monotoon zanddijkvormig (16.53-17.75). Beperkte volumeveranderingen. Vanaf 12.86 naar 17.75 diverse malen gesuppleerd.

Respons type 1 en 3.





Figuur 4.49 Volume ( $m^3$ ) boven +3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 12.45-14.89 (a) en 14.89-17.75 (b), zie legenda.

RSP 17.75 – 22.15 (Jarkusraaien 1775-2215)

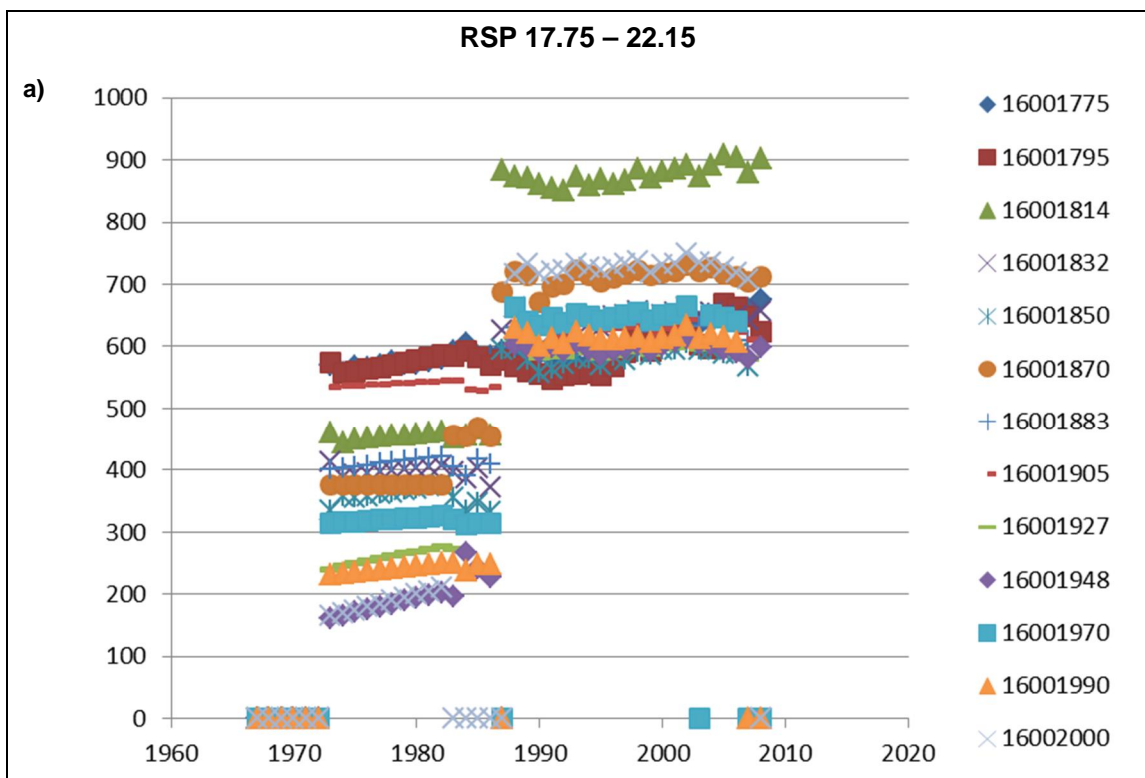
1988

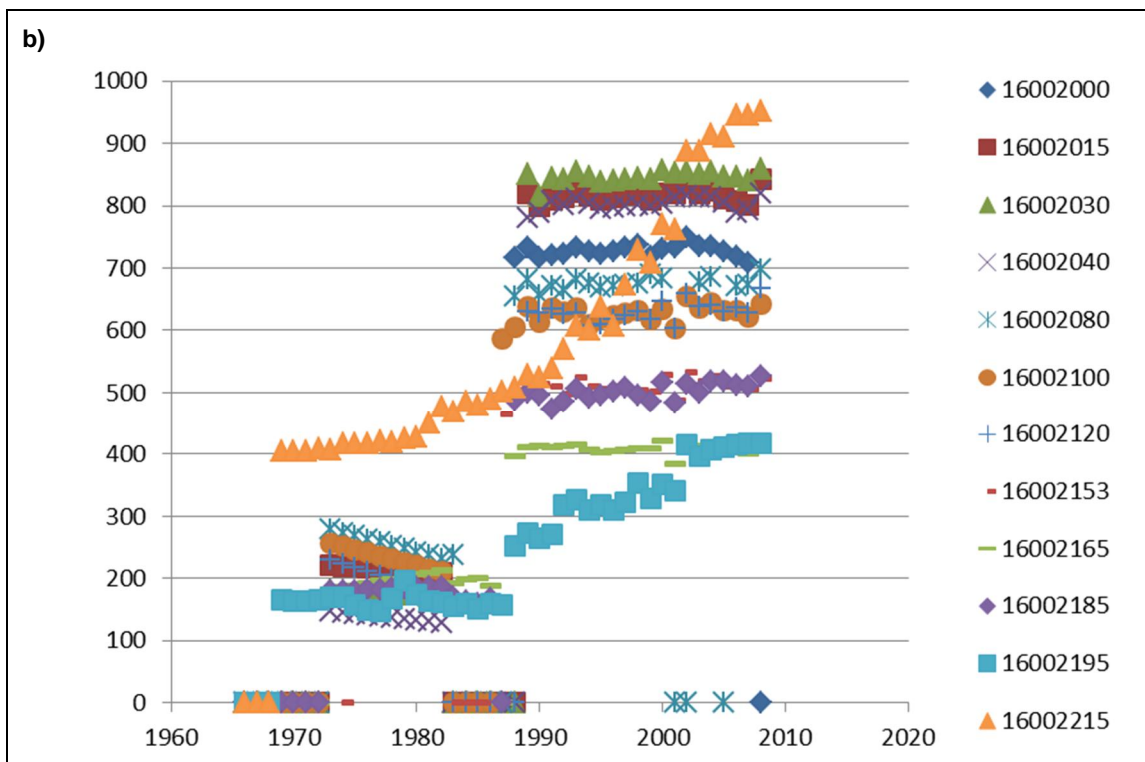
Dijk, geen omschrijving.

2011

Tussen 17.75 en 18.32 is er sprake van een aanstuivende zone tegen de dijk. Zeer beperkte volumeveranderingen. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 3.





Figuur 4.50 Volume ( $m^3$ ) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 17.75 – 20.00 (a), en RSP 20.00 – 22.15 (b), zie legenda.

#### RSP 22.15 – 22.55 (Jarkusraaien 2215-2255)

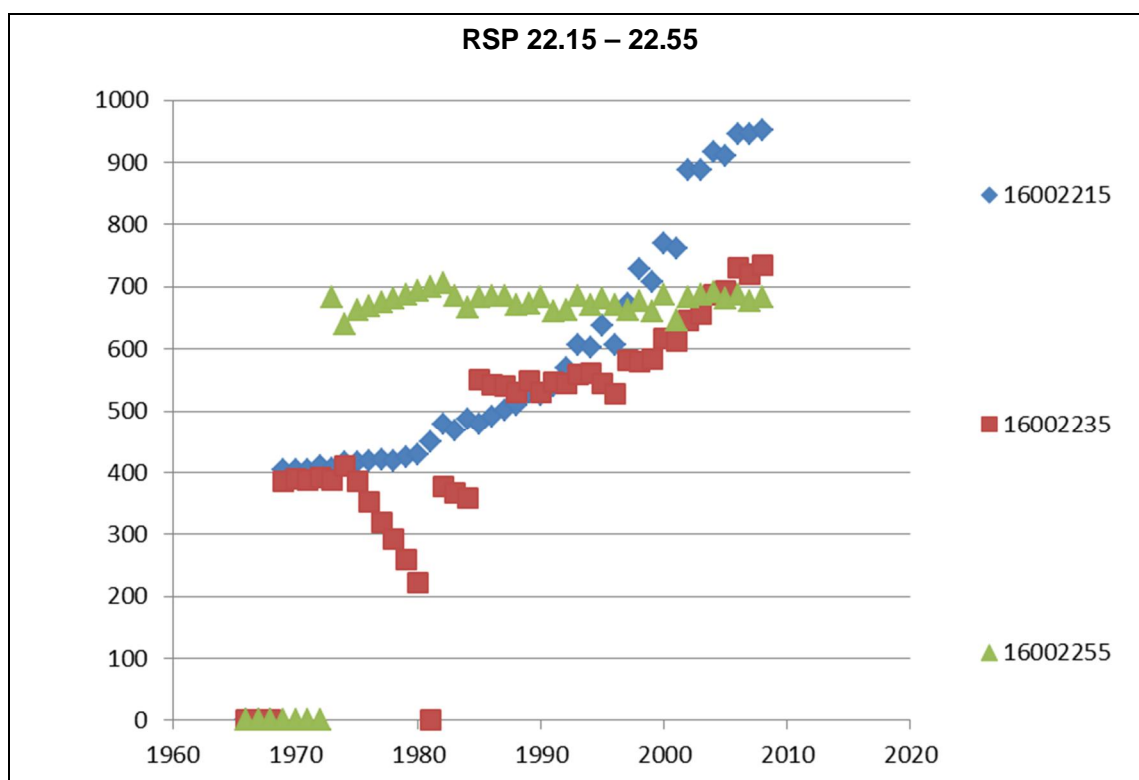
1988

Stabiele zeereep met geringe overstuiving. De vorm is kunstmatig.

2011

Zeer klein deelgebiedje met aanstuivende en enigszins overstuivende zeereep. Op de overgangen naar de dijken aan noordwest- en zuidoostzijde is sprake van omvangrijke mechanische herprofilering. Volumetoename van 5-20  $m^3/m.jaar$ . Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 4.



Figuur 4.51 Volume (m<sup>3</sup>) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 22.15 – 22.55, zie legenda.

### RSP 22.55 – 23.12 (Jarkusraaien 2250-2312)

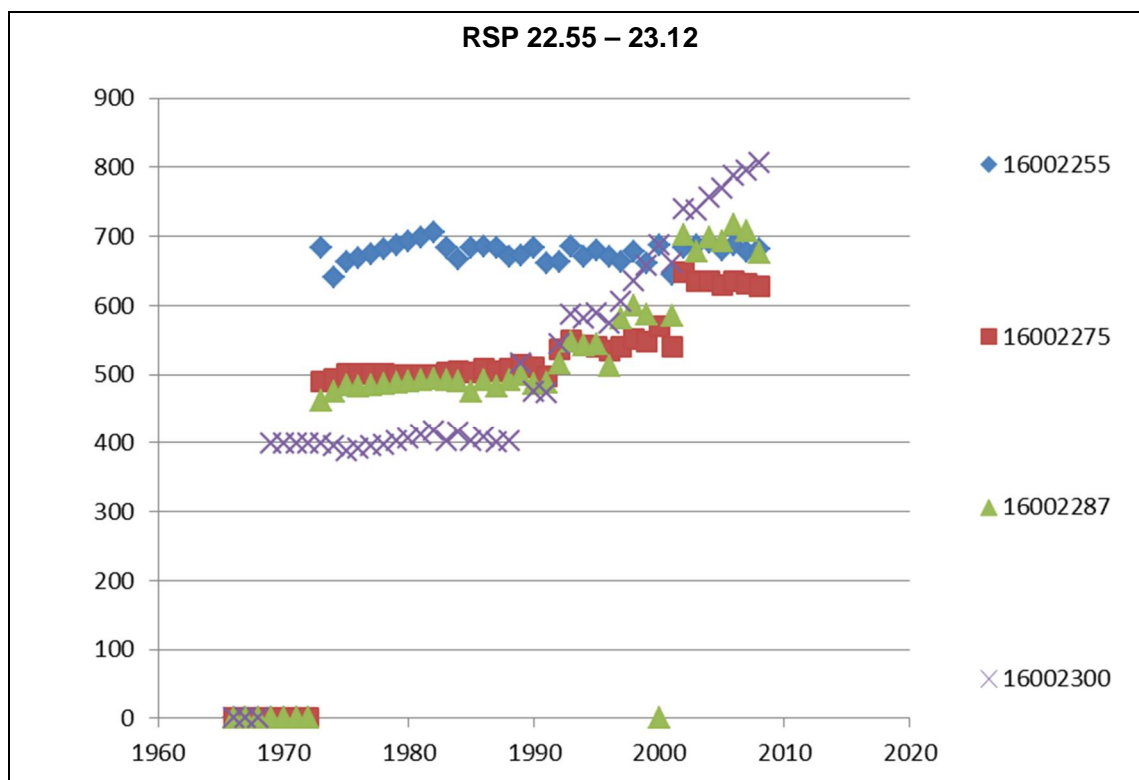
1988

Dijk. Geen omschrijving.

2011

Kunstmatic door beheersactiviteiten. Volumeverandering varieert van net onder de 10 tot boven de 10 m<sup>3</sup>/m.jaar. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 3.



Figuur 4.52 Volume ( $m^3$ ) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 22.55 – 23.00, zie legenda.

### RSP 23.12 – 28.10 (Jarkusraaien 2312-2810)

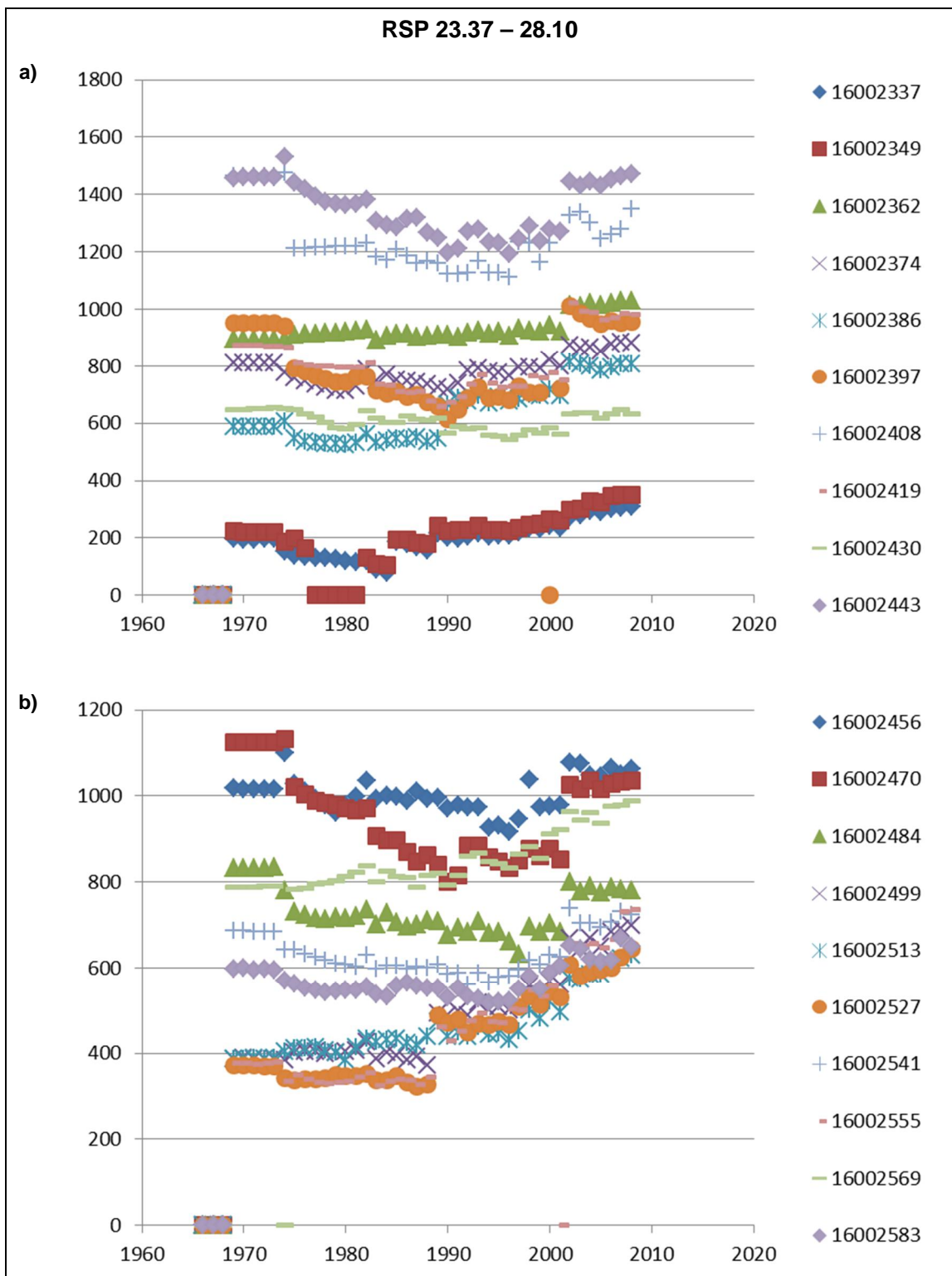
1988

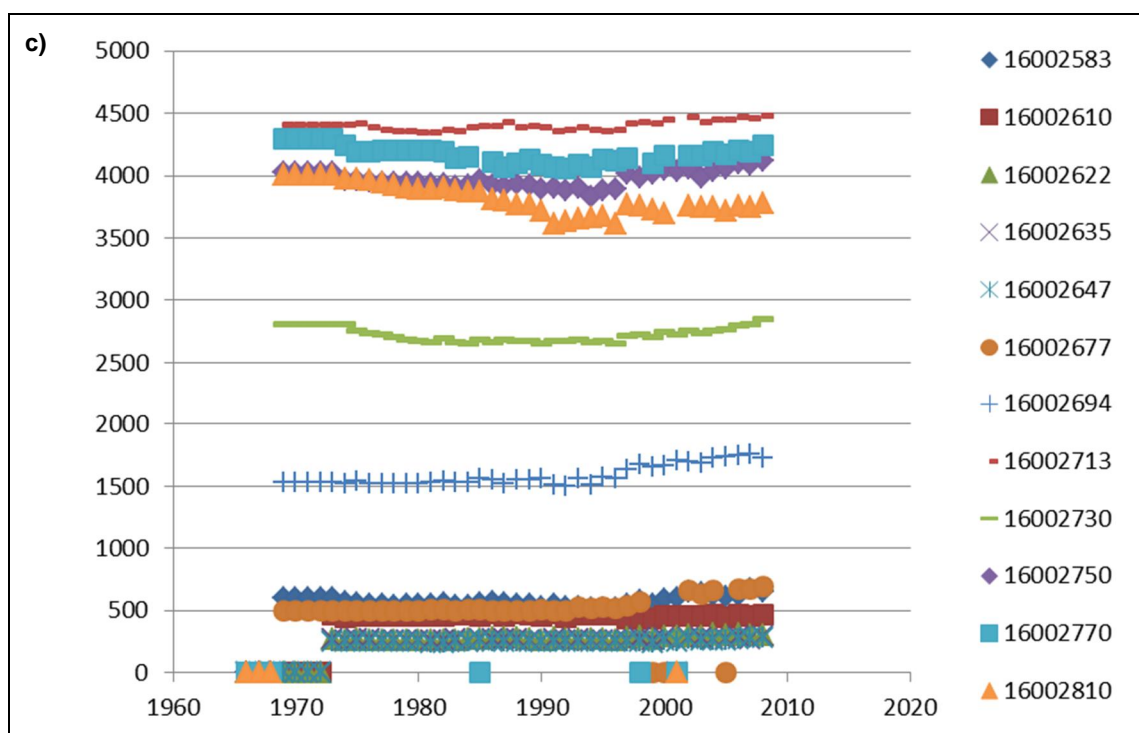
Statische zeereep, soms met geringe achteruitgang. Ook hier is de zeewaartse helling steil en recht, zonder dat er sprake is van afslag. Tussen 25.83 en 26.94 bevindt zich een dijk.

2011

Overwegend weinig dynamische zeereep met hier en daar forse aanstuiving tegen de duinvoet. Vanaf 27.70 naar het zuidoosten neemt de aanstuiving sterk af. De volumeverandering varieert rondom de  $10 m^3/m.jaar$  met tussen 26.22 en 26.47 nauwelijks verandering. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 3 met een klein stuk van type 4 (rondom 25.69).





Figuur 4.53 Volume ( $m^3$ ) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 23.37 – 24.43 (a), RSP 24.56 – 25.83 (b), en RSP 25.83 – 28.10 (c), zie legenda.

### RSP 28.10 – 29.30 (Jarkusraaien 2810-2930)

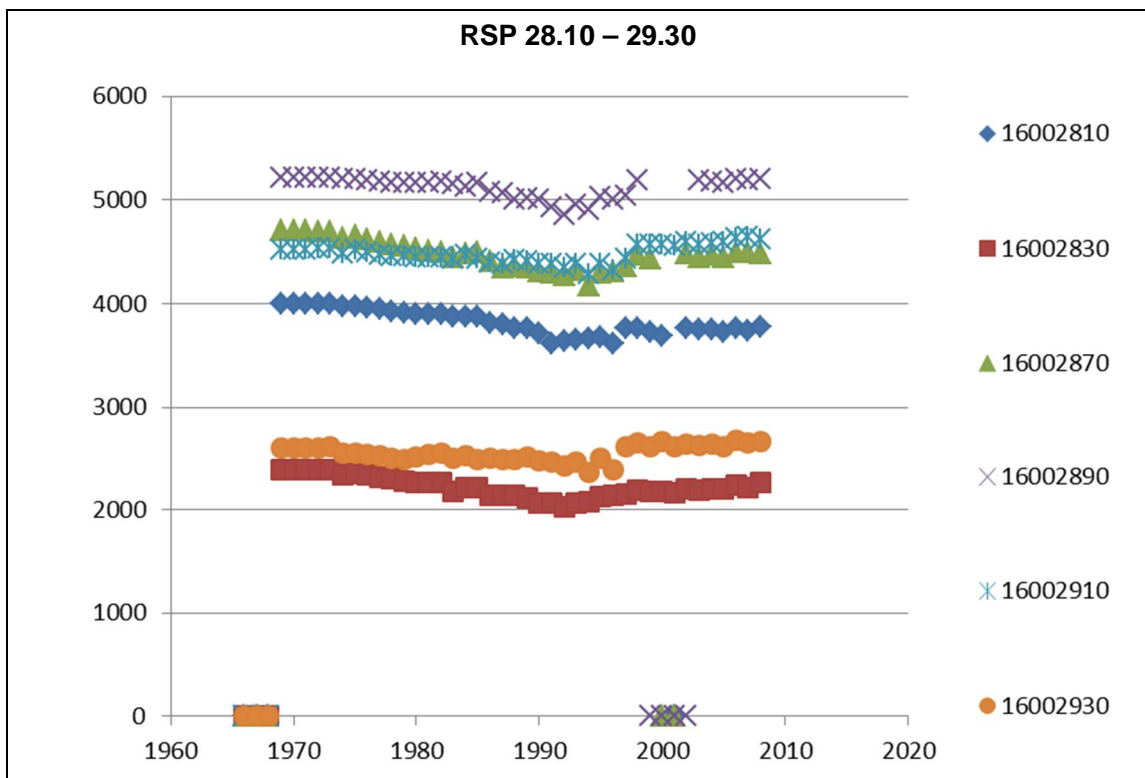
1988

De zeereep is zeer hoog (tot 41 m), met sterke overstuiving en winderosie, met name op de zeewaartse helling en de zeereeptop. De zeewaartse helling is steil en recht, als een afslagklif. Er treedt geringe achteruitgang op. De helling wordt soms bedekt met snoeisel om overstuiving tegen te gaan. De top van de zeereep lijkt te bestaan uit door afslag aangesneden en inmiddels gestabiliseerde blow-outs.

2011

Zeer forse en massieve zeereep met aanstuiving aan de voorzijde. Er is geen sprake van winderosie. Variabele volumetoename, rondom  $5 m^3/m$ .jaar. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 3.



Figuur 4.54 Volume ( $m^3$ ) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 28.10 – 29.30, zie legenda.

### RSP 29.30 – 32.02 (Jarkusraaien 2930-3202)

1988

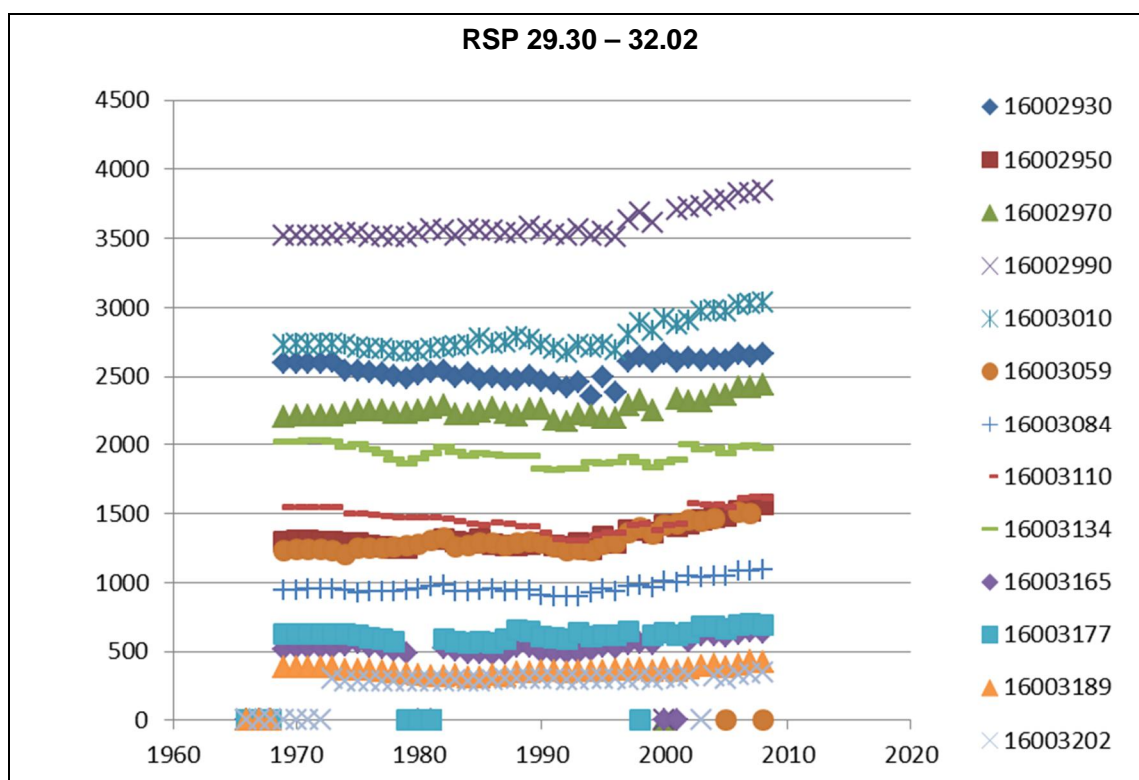
Stabiele en statische zeereep, plaatselijk met een niet actief afslagklif. Alleen tegen de duinvoet vindt lokaal accumulatie plaats. Het beheer lijkt zich te beperken tot strandhoofden en palenrijen op het strand, en plaatselijk verharderen van de duinvoet.

2011

Van 29.30 tot 31.53 forse en massieve zeereep met aanstuiving aan de voorzijde. Vanaf 31.53 verzwaring aan de landwaartse zijde. Volumeverandering varieert tussen 10 en 20  $m^3/m$ .jaar. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 3 en 4.





Figuur 4.55 Volume (m<sup>3</sup>) boven +3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 29.30 – 32.02, zie legenda.

### RSP 32.02 – 33.60 (Jarkusraaien 3202-3360)

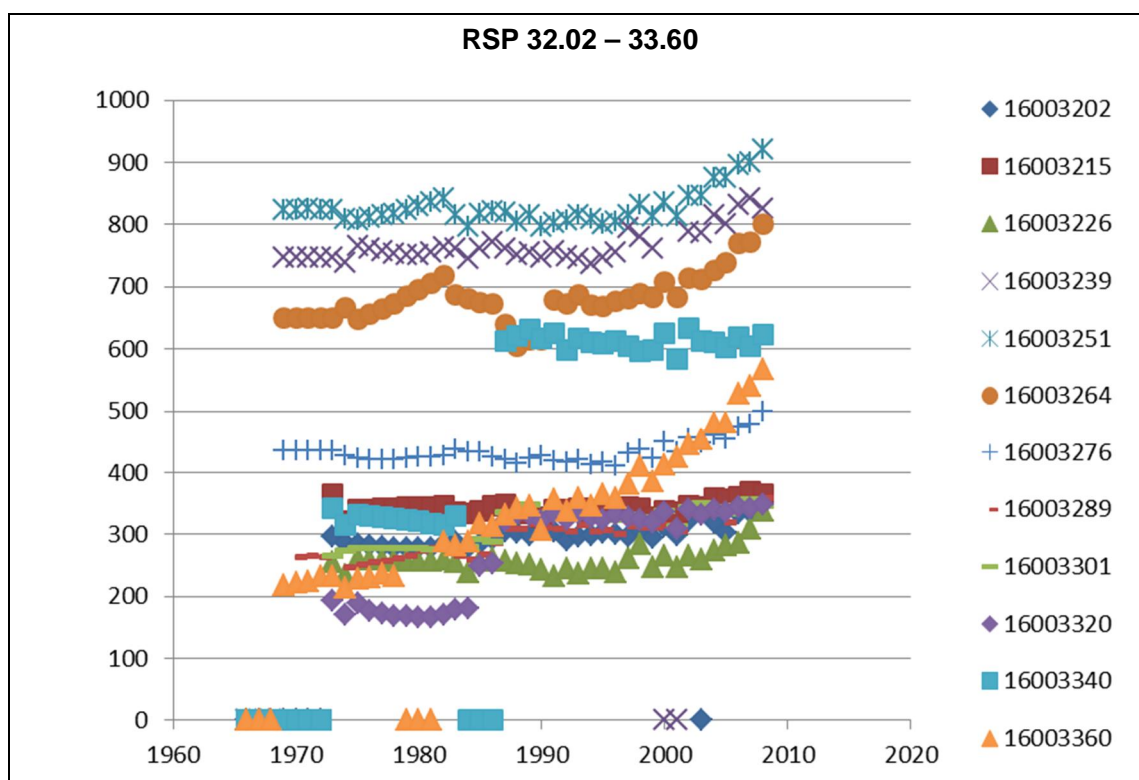
1988

Dijk, geen omschrijving.

2011

Overheersende dynamiek door beheersactiviteit ten gevolge van aanleg duinverzwaring aan de landwaartse zijde. Volumetoename in orde 5 m<sup>3</sup>/m.jaar. Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 3 (achterhaald door huidige beheersactiviteit).



Figuur 4.56 Volume ( $m^3$ ) boven +3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 32.02 – 33.60, zie legenda.

#### RSP 33.60 – 33.80 (Jarkusraaien 3360-3380)

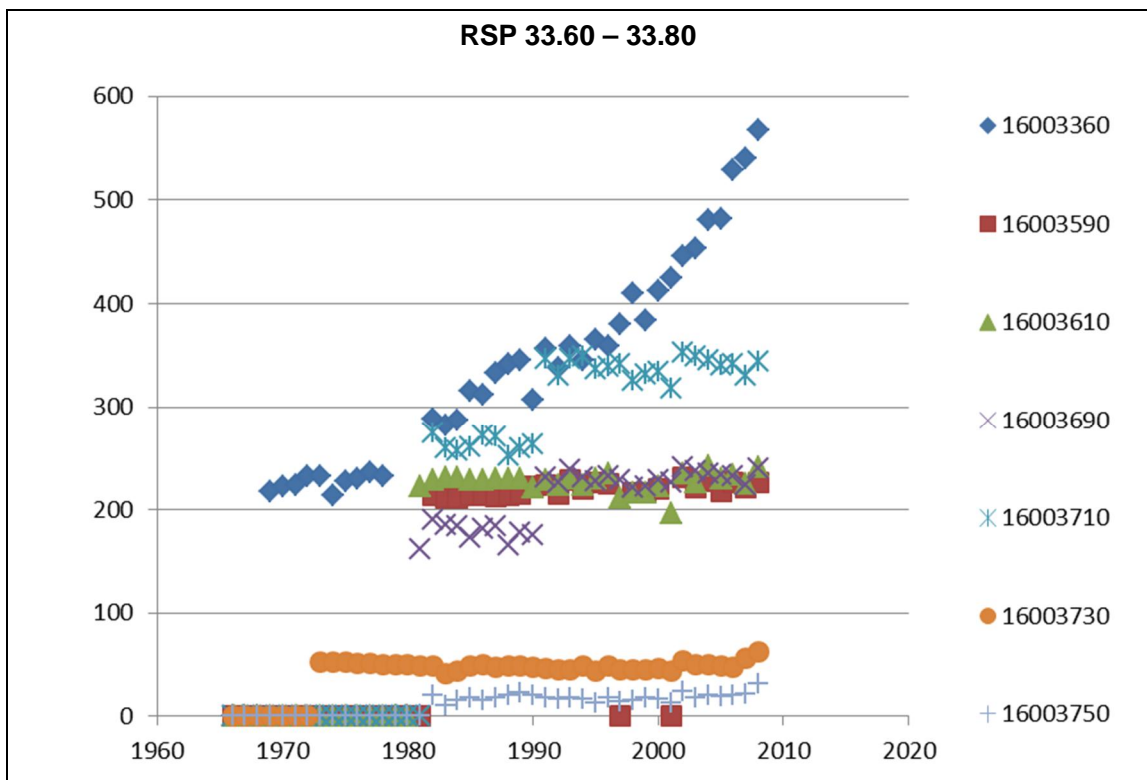
1988

Stabiele en sterk overstuivende zeereep.

2011

Zeer klein tussen dijken ingeklemd deelgebiedje met zeereep en achterliggende dijk. Forse aanstuiving tegen zeewaartse helling. Volumetoename groter dan  $10 m^3/m.jaar$ . Diverse malen gesuppleerd.

Respons type 4.



Figuur 4.57 Volume (m<sup>3</sup>) boven + 3m NAP (verticale as) per jaar (horizontale as) voor RSP 33.60 – 33.80, zie legenda.

## 5 Kustverdediging en primaire waterkering

### 5.1 Harde kustverdediging kustvak Walcheren

#### 5.1.1 Overzicht verdedigingswerken

Langs de kust van Walcheren zijn verschillende verdedigingswerken aanwezig, zie Figuur 5.1 en Figuur 5.2. Langs vrijwel de gehele kust zijn strandhoofden en palenschermen aanwezig, met uitzondering van de uiterste noordoostkant en circa 2 km kust tussen Zoutelande en Dishoek (de zwarte lijnen dwars op de kust in Figuur 5.1 geven de strandhoofden en paalrijen aan). Als onderdeel van de Deltawerken zijn de Veerse Gatdam (1961) en Oosterscheldekering (1986) aangelegd (zie paragraaf 3.2.2).

Langs de zuidwestkust zijn verschillende zeedijken aangelegd: de Westkappelse Zeedijk, de dijk bij Zoutelande, de Nolledijk en de versterkte boulevard van Vlissingen. De Westkappelse Zeedijk en de Nolledijk zijn tijdens de Tweede Wereldoorlog gebombardeerd om Walcheren te laten inunderen. Het water ten zuiden van Westkapelle, de Westkapelsche Kreek, is een overblijfsel hiervan. In de jaren na de oorlog zijn deze dijken weer hersteld. De Westkappelse zeedijk is daarna nog versterkt in 1986 en in 2008 als één van de zwakke schakels (paragraaf 4.2.3). De Nolledijk is in 2009/2010 ook versterkt als één van de zwakke schakels.



Figuur 5.1 Overzichtskartaal kustverdediging Walcheren/Noord-Beveland, de letters geven de locaties aan van de foto's uit Figuur 5.2.



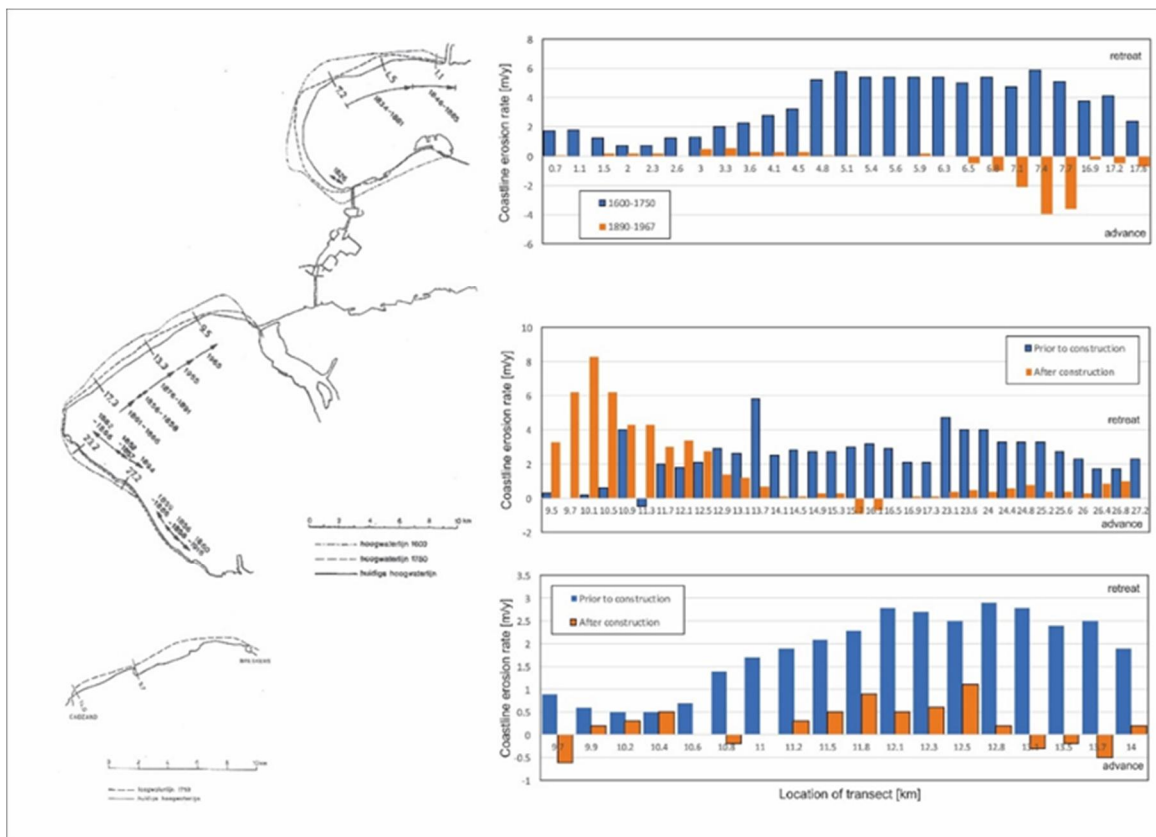
*Figuur 5.2 Kustverdediging op Walcheren en Noord-Beveland: a) Veerse Gatdam met Oosterscheldekering op de achtergrond, b) Westkappelle Zeedijk, c) Dijk bij Zoutelande, d) Nolledijk, e) Dijk en kustbescherming boulevard Vlissingen. Op foto's b), c) en d) zijn ook de strandhoofden en palenschermen zichtbaar. Alle foto's afkomstig van <http://beeldbank.rws.nl/>.*

### 5.1.2 Strandhoofden (uit Lazar et al, 2017)

Een uitgebreide studie naar de effecten van strandhoofden langs de kust van Zeeland sinds de 18<sup>e</sup> eeuw is gerapporteerd door Verhagen en Van Rossum (1989). In deze paragraaf (zie ook Figuur 5.3) worden de resultaten van deze studie samengevat, met name voor de kustvakken Walcheren en Schouwen.

Het grootste deel van de kustlijn van het kustvak Walcheren wordt beschermd door ofwel een zeewering (bij Westkapelle en Vlissingen) of strandhoofden. Langs de noordwestelijke kust werden de eerste hoofden al geplaatst in de 17<sup>e</sup> eeuw om de erosie te vertragen van de kustlijn, die zich inmiddels al over meer dan 1 km had teruggetrokken. De erosie van de noordelijke en zuidelijke kustdelen houdt grotendeels verband met de aanwezigheid van de grote getijdegeulen Roompot en Oostgat. Vóór 1750 waren de erosiesnelheden in het middendeel gemiddeld 2 m/jaar, maar namen lokaal toe tot 4 à 5 m/jaar. Sinds de constructie van de strandhoofden (1890 – 1967) zijn de erosiesnelheden afgenomen tot minder dan 1 m/jaar in het zuidelijk deel (km 13,7 – 17,3), maar namen in het noordelijk deel toe tot meer dan 8 m/jaar. Deze laatste hoge waarden houden verband met de uitschuring van de Roompot geul in de periode 1955 – 1967. De uiterste zuidwestelijke punt van het eiland, waar het Oostgat het meeste invloed heeft, wordt beschermd door een 5 km lange zeedijk (de Westkappelse Zeewering). De oorsprong van deze zeewering stamt vermoedelijk al van de vroege 15<sup>e</sup> eeuw. Met recente aanpassingen en herstelwerkzaamheden tussen 1986 – 1988 is de kruinhoogte van 11 tot 12 m verhoogd en bij aanvullende werkzaamheden in 2008 is een grote zandsuppletie van 2,5 Mm<sup>3</sup> geplaatst langs het noordelijke uiteinde van de zeewering (paragraaf 4.2.3).

Het kustdeel tussen de Westkappelse Zeewering en Vlissingen wordt zuidwest Walcheren genoemd. Behalve een gedeelte van 2 à 3 km halverwege (bij Zoutelande), wordt de gehele kustlijn beschermd door strandhoofden om de erosie door het Oostgat in toom te houden. De constructie van de strandhoofden begon in 1865 pal ten noorden van Vlissingen. Het strandhoofdenveld werd uitgebreid in noordwestelijke richting tussen 1861 en 1866 en in 1916 werden de laatste hoofden in het zuiden toegevoegd. Ten zuiden van Westkapelle is een ongeveer 5 km lang strandhoofdenveld gebouwd tussen 1852 en 1894. Tezamen waren deze strandhoofden in staat om de kustlijninterugtrekking ten gevolge van de landwaartse migratie van het Oostgat aanzienlijk te verminderen. De erosiesnelheden bij Westkapelle namen af van 1,7 à 2,7 tot minder dan 1 m/jaar (Figuur 5.3). Niettemin maakte de doorgaande migratie van het Oostgat uitgebreide beschermings- en onderhoudsmaatregelen van de strandhoofdpunten nodig, terwijl langs de kust regelmatig zandsuppleties nodig waren om de stranden te onderhouden. Aanvankelijk werd dit gedaan door vervanging en toevoeging van steenbestorting, maar sinds 2005 worden zowel de hoofden als de kustlijn met succes onderhouden door geulwandsuppleties (zie paragraaf 4.2.2).



Figuur 5.3 (links) Kustlijnontwikkeling van de eilanden Walcheren en Schouwen van 1600-1900. (rechts) Samenvatting kustlijnontwikkeling voor en na de aanleg van de strandhoofden (Lazar et al, 2017, gebaseerd op Verhagen en Van Rossum, 1989)

### 5.1.3 Paalschermen (Verhagen en Van Rossum, 1989)

Paalschermen zijn gebouwd langs de kust van Schouwen en Walcheren, in totaal over een lengte van 21,3 km. In eerste instantie leken de ervaringen met deze hoofden vrij positief. Na plaatsing trad in de meeste gevallen aanzanding op. Na gedetailleerde analyse (zie Roelse [1984]) bleek echter achteraf, dat dit in alle gevallen aanzanding was die andere oorzaak had, zoals migrerende zandgolven en verplaatsen van getijgeulen. Op sommige plaatsen werkten ze zelfs "zo goed", dat de palen vrijwel volledig onder het zand verdwenen (Schouwen). Bij oprukkende getijgeulen bleek dat de palen geen enkele weerstand konden bieden aan het oprukken van de geul, de palen vielen vrij snel om na verdieping van de onderwateroever (o.a. palen van 12 m lengte vielen om t.g.v. het landwaarts verplaatsen van de Urk, een geul langs de kust bij Domburg).

In het kustvak ten zuidoosten van Zoutelande bleken de paalschermen in staat om de ter plaatse optredende erosie (ten gevolge van de harde verdediging aldaar) wat te spreiden. De inscharing werd wat minder diep, het eroderende gebied strekte zich echter over een grotere afstand uit. In een aantal gevallen is tussen twee strandhoofden een paalscherm gebouwd. Het blijkt dat zich tussen de hoofden de gebruikelijke strandboog vormt, en dat de aanwezigheid van het paalscherm geen enkele invloed had op de vorm van deze strandboog. Ook in dit geval moeten dus twijfels gezet worden bij de effectiviteit van paalschermen.

## 5.2 Primaire waterkering dijkringgebied Walcheren

Walcheren vormt in zijn geheel dijkring 29 (met een lengte van 69 km), zie Figuur 5.4, die wordt beheerd door Waterschap Scheldestromen. De dijkring grenst aan de Noordzee (Noordwest), de Westerschelde (Zuid) en het Veerse Meer (Noordoost).

### *Duin - Noordzee*

Het Noordzeedeel van dijkring 29 bestaat bijna geheel uit duinwaterkeringen (23,3 km), bij o.a. Westkapelle en Zoutelande zijn deze duinwaterkeringen onderbroken door zeedijken. Bij Vlissingen gaat het duin over in een dijk en later in een boulevard (Figuur 5.2). Op de overgangen tussen het duin en de harde keringen zijn aansluitingsconstructies te vinden. In totaal bevat de dijkring 10 aansluitingsconstructies.

### *Dijk – Westerschelde en Veerse Meer*

De delen van de dijkring grenzend aan de Westerschelde en het Veerse meer bestaan uit dijken (met een lengte van 45,7 km), inclusief 10,4 km dijk in het havengebied bij Vlissingen. De dijkring bevat daarnaast nog 6 kunstwerken.



Figuur 5.4 Primaire waterkering Walcheren, dijkring 29 (Anteagroep, 2014).



### 5.3 Toetsing primaire waterkering

De Waterwet<sup>4</sup> schrijft voor dat er elke zes jaar een toetsing van de primaire waterkering moet plaatsvinden. Bij de toetsing wordt gekeken of de waterkering in kwestie nog aan de wettelijke veiligheidsnormen voldoet. Uit de toetsing komt één van drie mogelijke oordelen voort:

- de waterkering voldoet aan de norm,
- de waterkering voldoet niet aan de norm,
- of er kan geen oordeel geveld worden.

De wijze van toetsen wordt beschreven in het Voorschrift Toetsen op Veiligheid (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007) en de hulpmiddelen die nodig zijn voor de toetsing worden aangeleverd in het Wettelijk Beoordelings Instrumentarium (WBI<sup>5</sup>). Hiernaast zijn er de nodige gegevens nodig om de toets uit te kunnen voeren. De gegevens over de belasting op de waterkering (bijvoorbeeld golfeigenschappen en waterstanden) worden aangeleverd in de Hydraulische Randvoorwaarden (HR). De beheerders van de waterkering zijn verantwoordelijk voor gegevens over (de actuele toestand van) de waterkering.

De methode van toetsing hangt in grote mate af van de soort waterkering. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen:

- dijken en dammen,
- duinen, waterkerende kunstwerken (bijvoorbeeld sluizen of kademuuren),
- niet-waterkerende objecten (NWO's, zoals kabels en leidingen).

Voor al deze categorieën zijn toetsmethodieken beschreven in het WBI

De primaire waterkeringen zijn voor ongeveer 90% bij de waterschappen en voor ongeveer 10% bij Rijkswaterstaat in beheer. Deze waterkeringbeheerders zijn verantwoordelijk voor het (laten) uitvoeren van de toetsing en de beschikbaarheid van de actuele gegevens m.b.t. de toetsing van de waterkering.

In het volgende tekstkader staan de begrippen toegelicht die in deze paragraaf gebruikt worden.

---

<sup>4</sup> <http://wetten.overheid.nl/>

<sup>5</sup> [https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-\(wbi\)/](https://www.helpdeskwater.nl/onderwerpen/waterveiligheid/primaire/beoordelen-(wbi)/)

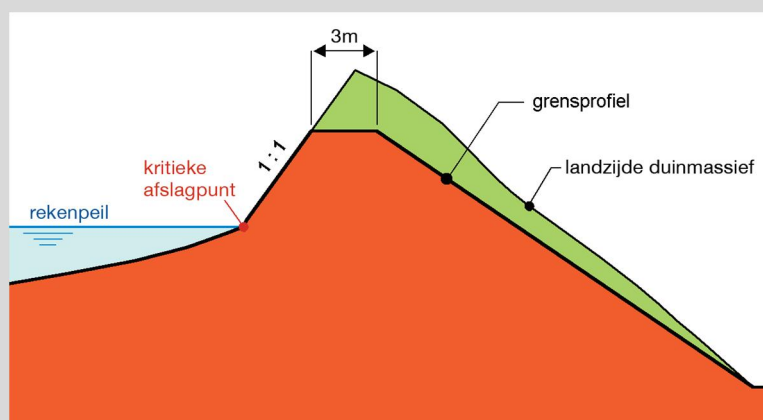
## Begrippenlijst Toetsing Waterkering

### Aansluitingsconstructie

Een aansluitingsconstructie vormt een overgang (aansluiting) tussen twee verschillende type waterkeringen, vaak tussen een duin en een dijk.

### Grensprofiel

Het grensprofiel is het minimale dwarsprofiel wat in de toetsing nog aanwezig moet zijn na een duinafslag berekening. De dimensies van het benodigde grensprofiel zijn afhankelijk van de Hydraulische Randvoorwaarden. De ligging van het grensprofiel is opgenomen in de legger van de waterkering.



### Hybride kering

Een kering die bestaat uit een combinatie van twee type waterkeringen, bijvoorbeeld een dijk achter een duinenrij of een dijk-in-duin constructie.

### Legger

De legger van de primaire waterkering registreert de precieze ligging van de waterkering. Leggers kunnen de vorm hebben van een kaartenboek of een digitaal (GIS) bestand. De Waterwet verplicht sinds 2009 dat er voor elk waterstaatswerk een legger wordt opgesteld. Bij duinwaterkeringen wordt in de legger het grensprofiel geregistreerd.

### Normfrequentie

Het veiligheidsniveau van elke dijkkring is vastgelegd in een normfrequentie. Deze frequentie geeft aan op welke waterstand de keringen berekend moeten zijn. Bijvoorbeeld: als een dijkkring een normfrequentie van 1/4000 per jaar heeft, dan moeten de keringen van die dijkkring bestand zijn tegen een waterstand die met een waarschijnlijkheid van 1/4000e per jaar (en dus gemiddeld eens in de 4000 jaar) voorkomt.

### Voorland

Het gebied dat aan de zeezijde van een waterkering gelegen is.

### Zeereep

De duinenrij die direct aan het strand grenst. Deze kan samenvallen met, of zeewaarts liggen van, de primaire waterkering.

### 5.3.1 Eerste toetsronde: 1996-2001

In deze paragraaf worden de toetsingen van de Waterkering Walcheren (dijkring 29), zie Figuur 5.4, samengevat. De volledige toetsresultaten staan beschreven in de toetsrapporten van Rijkswaterstaat Dienst Zeeland en het waterschap. Dijkring 29 heeft een normfrequentie van 1/4000 per jaar.

#### *Zandige kust*

Er komt in een aantal gevallen duinvoetverdediging voor in de dijkring, deze delen krijgen 'geen oordeel', omdat de duinvoetverdedigingen niet worden meegenomen in de beoordeling. De overige lengte van de duinwaterkering scoort 'goed' of 'voldoende'. Voor de tien aansluitingsconstructies is een simpele toets uitgevoerd, maar bleek toch nader onderzoek nodig te zijn. Daarom voor allen de score 'geen oordeel'.

#### *Harde keringen*

Over een lengte van 7,2 km wordt er 'geen oordeel' gegeven voor de toets op dijkhoogte, omdat er door een verhoogd overslagdebiet verder onderzoek naar de stabiliteit van het binnentalud nodig is. Ook in het havengebied kan er 'geen oordeel' gegeven worden omdat hier een doorvertaling van de hydraulische randvoorwaarden naar het havenbassin moet plaatsvinden.

Grote delen dijk (o.a. bij Westkapelle en Vlissingen) scoren 'onvoldoende' op hun bekleding (gras en steenzettingen).

Vijf van de waterkerende kunstwerken hebben de score 'geen oordeel', de laatste scoort 'goed'.

### 5.3.2 Tweede toetsronde: 2001-2006

#### *Zandige kust*

De noordelijke aansluitingsconstructie van de Westkappelse Zeedijk scoort een 'onvoldoende', evenals de duinvoetverdediging vlakbij Vlissingen. De rest van de duinwaterkering krijgt het oordeel 'voldoende' of 'goed'.

#### *Harde keringen*

Voor de dijken zijn er over een lengte van 9 kilometer maatregelen nodig met betrekking tot de harde bekleding. Over eenzelfde lengte is een nadere beoordeling nodig van de grasbekleding. Ten behoeve van de stabiliteit is er over 12 km nader onderzoek nodig, en is de score 'geen oordeel'.

Voor de delen van de Sloehaven en de buitenhaven van Vlissingen ontbreken gegevens, en kan geen beoordeling plaatsvinden. De rest van de dijken scoort 'voldoende' of 'goed'.

### 5.3.3 Derde toetsronde: 2006-2011

In het kader van het project Veiligheid Nederland in Kaart (VНК2) is door Rijkswaterstaat het overstromingsrisico in dijkringgebied 29, Walcheren onderzocht, zie Antegroep (2014), Figuur 5.3. Dit betreft echter geen toetsrapport in het kader van de Waterwet.

## 6 Gebruiksfuncties

In deze beheerbibliotheek staat de kennis over het morfologische systeem en morfologische kustindicatoren centraal (Hoofdstukken 3 en 4). Daarnaast bevat de beheerbibliotheek een beschrijving van het uitgevoerde kust- en duinbeheer (Hoofdstuk 2), met nadruk op de uitgevoerde suppleties, alsmede van de waargenomen effecten van dat beheer. De beheerbibliotheek dient, op termijn, verder aangevuld te worden met ecologische en socio-economische kennis die relevant is voor het vaststellen van de suppletiestrategie. Hiervoor zal in de aankomende jaren bekeken worden of en waar deze kennis beschikbaar is. In deze versie van de beheerbibliotheek is alvast een bescheiden gestart gemaakt met de volgende onderwerpen: In paragraaf 6.1 volgt een samenvatting van het voorkomen van type recreatiestranden in Walcheren, deze paragraaf is een samenvatting van de studie die door Decisio in 2011 is uitgevoerd (Decisio, 2011). In paragraaf 6.2 staat een overzicht van de Natura 2000 gebieden en habitatkaarten van het gebied. Op basis van uitgevoerde Passende Beoordelingen wordt deze informatie aangevuld met een beschrijving van de voorkomende ecologie en hoe hier bij het uitvoeren van suppleties rekening mee wordt.

### 6.1 Recreatie Noordzeekust (Decisio, 2011)

#### 6.1.1 Economische waarde

De kust is een belangrijke trekpleister voor zowel binnen- als buitenlandse toeristen. Ongeveer 21 procent van de binnenlandse en 26 procent van de buitenlandse overnachtingen in hotels, campings, pensions, bungalowparken, etc. vindt plaats in de kustgebieden. In totaal komt dat neer op ruim 19 miljoen overnachtingen in 2009. Als de kust als één geheel wordt beschouwd is dit daarmee het belangrijkste toeristengebied van Nederland. Voor de vier kustprovincies is het kusttoerisme nog belangrijker: bijna de helft van alle toeristen overnacht aan de kust.

Jaarlijks maken Nederlanders circa 6,5 miljoen dagtochten naar het strand (Centraal Bureau voor Statistiek) en zijn er inclusief verblijfsrecreanten ruim 24 miljoen recreanten op het strand te vinden (NRIT, 2004), Tabel 6.1. Dit is waarschijnlijk nog een forse onderschatting, aangezien er volgens de gemeente Den Haag jaarlijks al 12 miljoen mensen het strand van Scheveningen bezoeken (NRIT, 2007). Het Nederlands Bureau voor Toerisme en Congressen (NBTC) gaat uit van 95 miljoen eendaagse vrijetijdsactiviteiten aan de kust en 4,8 miljoen meerdaagse vakanties aan de kust, waarvan 1,5 miljoen buitenlandse vakanties (NBTC, 2010). Deze 95 miljoen is inclusief activiteiten als wandelingen en fietstochten door de duinen en uit eten gaan en zijn dus niet allemaal strandgerelateerd.

Op basis van 24 miljoen bezoekers per jaar concludeert het Nederlands Research Instituut voor Recreatie en Toerisme (NRIT) dat kustrecreatie jaarlijks bijdraagt aan bijna 300 miljoen euro toegevoegde waarde en circa 14.000 banen (arbeidsjaren). Het RIKZ (2006) komt op een hogere toegevoegde waarde uit. Alleen al in het zogenaamde normaflagegebied (het gebied dat bij een zware storm af mag slaan zonder dat de waterkering het begeeft) is de directe toegevoegde waarde van bedrijven 1,3 miljard euro. Zandvoort en Scheveningen nemen hiervan 90 procent voor hun rekening. Dit is alleen de toegevoegde waarde van de bedrijven die op of direct aan het strand liggen en daarmee voor het overgrote deel gebonden zijn aan toerisme en recreatie. Andere bedrijven in de gemeente of de verdere omgeving die draaien op toerisme zijn daarbij nog niet inbegrepen.

Het NBTC (2010) berekende dat toeristen ongeveer 2,5 miljard euro per jaar uitgeven aan de Nederlandse kust. Doordat de toeristische industrie behoorlijk service gebonden is, lijkt een toegevoegde waarde van 1,3 miljard euro plausibel. Naast de bestedingen aan de kust, besteedt een deel van het toerisme dat is aangetrokken door de kust ook in het gebied daarachter. De nabijheid van de kust heeft ook invloed op woongenot en daarmee de huizenprijzen. Het totale economische belang van de kust ligt daarmee hoger dan alleen de bestedingen van toerisme aan de kust.

Gegevens over het daadwerkelijke gebruik van het strand zijn beperkt aanwezig. De enige bron die op nationale schaal onderzoek heeft gedaan naar strand-bezoek (NRIT, 2004), blijkt veel onbruikbare resultaten te geven (met name voor stranden met veel dagtoerisme). Op lokale schaal worden incidenteel tellingen verricht, maar de cijfers zijn niet (altijd) recent, compleet of vergelijkbaar. De gezamenlijke cijfers over werkgelegenheid in de horeca, aantal strandpaviljoens en de - indien beschikbare - cijfers over strandbezoek, geven wel een indicatie van het belang van het strand. Uiteraard heeft niet alleen de horeca of de strandpaviljoenhouder profijt van het strand. Ook de detailhandel, toeleveranciers etc. hebben direct of indirect economisch voordeel van de strandbezoeker.

#### *Kerngegevens Nederlandse kust*

Onderwerp	
Aantal strandpaviljoens	374
<b>Aantal campings Noordzeepadplaatsen</b>	<b>347</b>
Als percentage van camping in de vier kustprovincies	45%
Als percentage van campings in Nederland	15%
<b>Aantal logiesaccommodaties Noordzeepadplaatsen</b>	<b>949</b>
Als percentage van accommodaties in de vier kustprovincies	33%
Als percentage van accommodaties in Nederland	13%
<b>Aantal slaapplekken Noordzeepadplaatsen</b>	<b>197.597</b>
Als percentage van slaapplekken in de vier kustprovincies	41%
Als percentage van slaapplekken in Nederland	16%
<b>Aantal overnachtingen aan de kust</b>	<b>19.093.500</b>
Als percentage van alle overnachtingen in de vier kustprovincies	48%
Als percentage van alle overnachtingen in Nederland	23%
Dagtochten naar zee	6.499.000*

\* Dit is waarschijnlijk een sterke onderschatting. Alleen in Scheveningen is volgens de gemeente het aantal bezoekers hoger. In België met een veel kleinere kustlijn ligt het aantal dagbezoekers jaarlijks tussen de 16 en 19 miljoen<sup>8</sup>.

Tabel 6.1 Kerngegevens voor de Nederlandse kust (Decisio, 2011).

- 6.1.2 Uitleg over de Recreatiebasiskustlijn en de werkwijze vaststellen recreatiestranden  
In opdracht van de vier kustprovincies Fryslân, Noord-Holland, Zeeland en Zuid-Holland heeft Decisio in 2011 een onderzoek gedaan naar de recreatiebasiskustlijn, oftewel naar de strandbreedte die nodig is voor het recreatieve gebruik van het strand.

De recreatiebasiskustlijn (rBKL) is gedefinieerd als "een zone die aangeeft hoe breed het strand moet zijn om voldoende ruimte te bieden aan de toeristisch-recreatieve functies van de

Noordzeekust op de betreffende locatie". De rBKL is bepaald door verschillende recreatieve functies van het strand vast te stellen en hiervoor een minimaal noodzakelijke strandbreedte te definiëren. De strandbreedte is het droge strand: het strand vanaf de duinvoet tot de gemiddeld hoogwaterlijn.

Er zijn in het onderzoek vier 'strandgebruikscategorieën' gedefinieerd (Tabel 6.2). Recreatieve stranden zijn in dit onderzoek gedefinieerd als stranden waar economische activiteit op of direct achter het strand plaats vindt. Er zijn hier strandpaviljoens, georganiseerde activiteiten op het strand, of campings en stads/dorpskernen direct achter het strand. Met behulp van luchtfoto's en Kustlijnkaarten zijn de locaties bepaald waar economische activiteit op of achter het strand plaats vindt. Deze locaties zijn vervolgens doorgesproken in de discussiebijeenkomsten met vertegenwoordigers van provincies, gemeenten, ondernemers, waterschappen en (in Zeeland en Zuid-Holland) Rijkswaterstaat.

In het onderzoek van Decisio zijn er knelpunten aangewezen tussen strandbreedte en recreatie. De inventarisatie van de gemiddelde strandbreedte in de afgelopen 10 jaar, en de ontwikkeling daarin, geeft een indicatief beeld van de strandbreedtes. Echter moet hierbij aangetekend worden dat de situatie verschilt van jaar tot jaar en van jaargetijde tot jaargetijde door zandsuppleties, erosies en weeromstandigheden. Knelpunten in recreatief gebruik van de Noordzeestranden hebben niet alleen met de breedte te maken, maar ook kan het komen door:

- Beleid en wet- en regelgeving. Het beleid van de waterschappen is bijvoorbeeld gericht op natuur en veiligheid. Aangegroeide duinen worden in dit kader gehandhaafd. De duinvoet schuift dus op, met als gevolg dat stranden smaller worden en paviljoens moeten worden verplaatst. Dit speelt in alle kustprovincies. Ook ervaren gemeenten knelpunten die te maken hebben met (de externe werking) van Natura 2000 beleid en ander natuur- en milieu beleid die de gebruiksmogelijkheden van het strand beperken.
- Beperkte bereikbaarheid van veel stranden en de parkeermogelijkheden.
- Meer (verschillende) activiteiten, meer jaarrond. Dit betekent dat op veel recreatiestranden op een 'maatgevende stranddag' (een dag met redelijk mooi weer in het voor-, na- of hoogseizoen) gezoned moet worden.
- De kwaliteit van het strand en de strandhelling. Het is van belang dat het strand schoon is, en dat er geen harde voorwerpen in het zand of onder water liggen die hinder of onveilige situaties opleveren.

### 6.1.3 Strandrecreatie Zeeland (Tabel 6.3)

Het achterland van Zeeland is (relatief) dun bevolkt, waardoor het aantal dagtochten naar zee lager ligt dan in de verstedelijkte provincies Noord- en Zuid-Holland. De aantrekkingskracht op verblijfstoerisme is wel zeer groot. In Zeeland overnacht men het meest op campings en in bungalowparken. Van de vier kustprovincies heeft Zeeland de meeste campings. In totaal heeft Zeeland vijf gemeenten met badplaatsen aan de Noordzee, namelijk gemeente Sluis, Veere, Vlissingen, Noord-Beveland, en Schouwen-Duiveland.

De stranden in Zeeland zijn in het algemeen niet breed en op sommige plekken zelfs ronduit smal. Bijvoorbeeld in Zeeuws-Vlaanderen (gemeente Sluis) zijn de stranden gemiddelde 41 meter, maar bij de badplaatsen Cadzand-Bad en Breskens smaller met respectievelijk 26 en 20 meter.

Categorie strandgebruik	Toelichting en voorbeelden	Strandbreedte vanaf de duinvoet
Sport/evenementen stranden	Gebruik door ruimtevragende (durf)sporten en evenementen. Bijvoorbeeld (delen van): Cadzand-Bad, strand bij Veerse Gatdam, Brouwersdam, Scheveningen, IJmuiden tot aan zuidzijde Wijk aan Zee, Strandpaal 17 Texel, Velsen, Hoek van Holland, Nes Ameland	Minimaal 100 m
Zeer intensief, stedelijk	Zeer drukke, bruisende badplaatsen. Scheveningen, Noordwijk aan Zee, Zandvoort, Strandpaviljoens Bloemendaal aan Zee, Hoek van Holland	Minimaal 80 m
Matig / redelijk intensief	Middengroep wat betreft gebruiksintensiteit. Grote en gevarieerde groep met economische activiteit op het strand: vrijwel alle badplaatsen hebben strand in deze categorie. Bijvoorbeeld De Koog, Bergen, Egmond, Wijk aan Zee, Hoek van Holland, Rockanje, Renesse en Cadzand-Bad.	Minimaal 60 m
Rustig recreatief	Rustige stranden, maar wel economische activiteit vlakbij het strand. In kilometers hoort het grootste deel van de Noordzeestranden hiertoe. Bijvoorbeeld een strand nabij campings, hotels, woningen e.d.	Minimaal 25 m
'overig' – niet recreatief	Strand zonder economische activiteiten op of nabij het strand. Zeer beperkt recreatief gebruik, alleen natuurliefhebbers en een enkele wandelaar.	(buiten beschouwing in dit onderzoek)

Tabel 6.2 De categorieën strandgebruik en de daarbij horende minimale strandbreedte (Decisio, 2011).

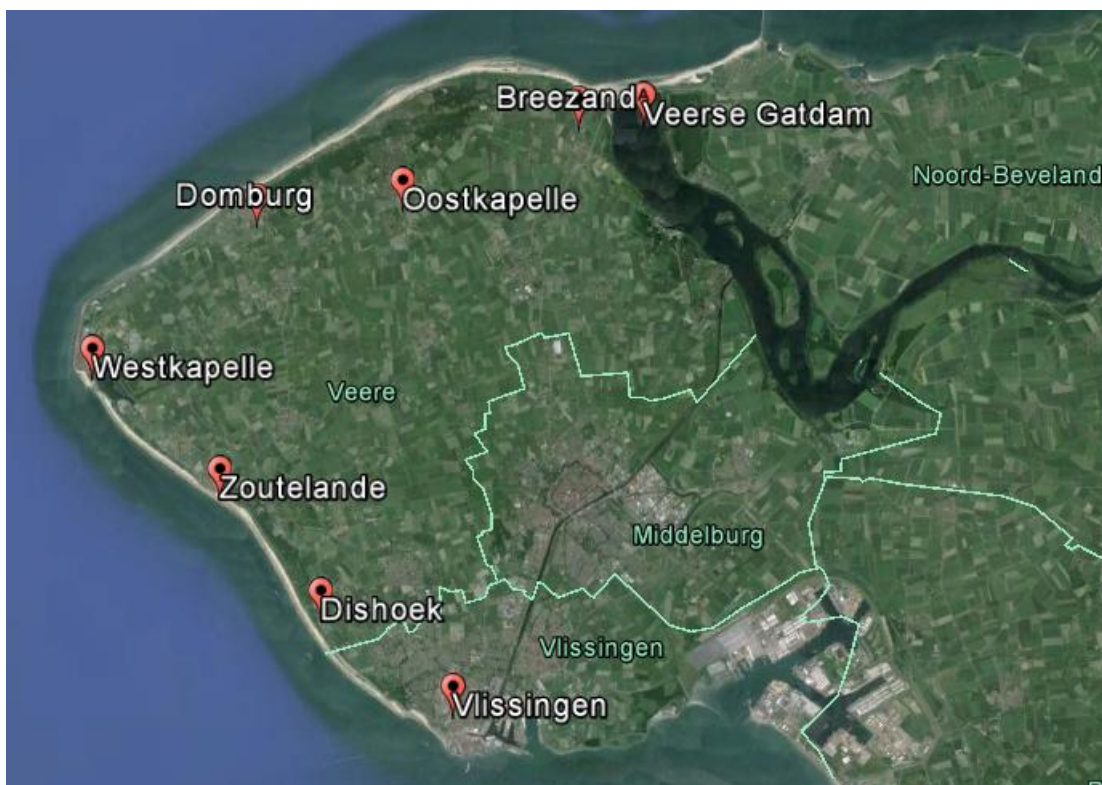
Onderwerp	
Aantal strandpaviljoens	60
Totaal aantal horecabedrijven	1.598
Aantal campings	296
Aantal logiesaccommodaties	632
Aantal slaapplaatsen	131.294
Aantal Hotelovernachtingen	1.320.000
Waarvan zakelijk	39%
Aantal overnachtingen logiesaccommodaties	7.648.300
Percentage buitenlandse overnachtingen	18%
Aantal overnachtingen verblijfsrecreatie	6.327.500
Percentage buitenlandse overnachtingen verblijfsrecreatie	39%
Werkzame personen in de Horeca	10.940
Dagtochten naar zee	873.000

Cijfers voor gehele provincie Zeeland, inclusief niet-kustgemeenten.

Tabel 6.3 Kerngegevens voor de gehele Zeelandse kust (Decisio, 2011).

### Gemeentes met strandrecreatie in Walcheren

Walcheren kent twee gemeentes met stranden aan de Noordzeekust: Veere en Vlissingen, zie Figuur 6.1.



Figuur 6.1 Gemeentes in Walcheren met stranden aan de Noordzeekust (Veere en Vlissingen) en de belangrijkste badplaatsen.

Gemeente Vlissingen heeft met name horecavoorzieningen op de boulevards. Het meest westelijke gedeelte van het strand aan Boulevard Bankert tussen paal 34,58 en 35,00 maakt geen onderdeel uit van de Basiskustlijn, omdat het hier een harde kering betreft. Het strandtoerisme speelt in Vlissingen relatief een minder belangrijke rol dan in de andere Zeeuwse kustgemeenten. Vlissingen heeft een groter stadscentrum en een haven die belangrijk is voor de lokale economie.

Gemeente Veere heeft veel kilometers strand, de meeste strandbezoekers en de meeste strandpaviljoens van alle Zeeuwse gemeenten. Toerisme en recreatie is voor de gemeente Veere een belangrijke economische motor. Meer dan 35 procent van de werkgelegenheid is in de horeca.

Verdeeld over verschillende kernen zijn er de volgende toeristische activiteiten (Figuur 6.2):

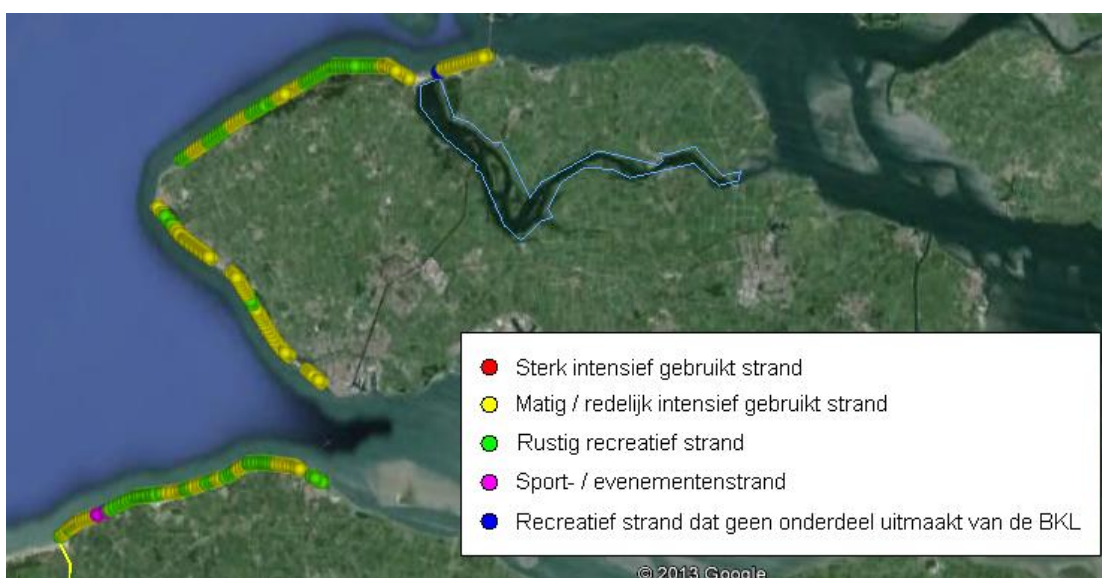
- Vezenbos/Dishoek: km 32,39 – 29,5 (meerdere campings en een paar strandtenten)
- Valkenisse/Zoutelande: km 28,5 – 23,25 (campings, strandtenten e.d. M.u.v. 2597 – 2697 direct aan het dorp Zoutelande, daar lijkt het strand zeer smal en zijn geen strandpaviljoens).
- Westkapelle: km 21,95 – 22,35 (strandpaviljoen)
- Tussen Domburg en Westkapelle: km 18,14 – 17,35 (strandpaviljoen + camping)
- Domburg: km 15,71 – 14,69 (kern Domburg)



- Tussen Domburg en Oostkapelle zijn wel strandopgangen, maar geen strandpaviljoens e.d.
- Oostkapelle: km 12,86 – 11,45 (campings en strandpaviljoens)
- Tussen Oostkapelle en Breezand zijn wel strandopgangen, maar is slechts 1 strandpaviljoen ter hoogte van paal 9
- Breezand: km 7 – 5,4 (strandpaviljoens + camping)

#### Overzicht van belangrijkste stranden in Walcheren:

- *Sport en evenementenstranden Walcheren:* strand bij Veerse Gatdam
- *Matig / redelijk intensief bezochte stranden van Walcheren:* Vlissingen (strand bij boulevard, Nollehoofd en richting Vebeenabos), Dishoek, Zoutelande, Westkapelle, Domburg, Oostkapelle, Breezand.



Figuur 6.2 Recreatieve stranden Zeeuws-Vlaanderen, Walcheren en Noord-Beveland (Decisio, 2011)

#### Overzicht van knelpunten in Zeeland (Decisio, 2011, Figuur 6.3)

Op diverse plekken is het strand in Zeeland te smal om de recreatieve activiteiten goed te kunnen faciliteren. Daarnaast spelen beperkingen vanuit natuur en milieu. Verder speelt ook in Zeeland het knelpunt van de “opschuivende” duinvoet, slaan stukken strand weg en zijn stranden soms zo smal dat ze bij harde wind onveilige situaties voor wandelaars opleveren. Knelpunten in strandbreedte in Walcheren zijn (Decisio, 2011):

- Het strand tussen Vlissingen en Westkapelle (veel gebruikt door dagrecreanten) slaat regelmatig weg.
- Het strand tegen de boulevard van Vlissingen aan is ook regelmatig aan de smalle kant, maar kan vanwege stromingen ook niet overal worden gebruikt voor strandrecreatie.
- Op verschillende plekken in de gemeente Veere is sprake van knelpunten in strandbreedte:
  - Bij Domburg, Oranjezon en Westkapelle slaat regelmatig strand weg.
  - Panoramaweg: hier is een nieuw strand, maar ook dat slaat inmiddels weg. Er zouden kansen voor ontwikkeling van nieuwe economische activiteiten liggen, maar momenteel is dat niet mogelijk.

- Bij Zoutelande en Dishoek (slaaphuisjes, cabines en paviljoens) zijn er ook knelpunten ten aanzien van de strandbreedte. Ook bij het Westduinstrand is het strand te smal.
- Tegen de Veerse Gatdam aan, waar veel sportactiviteiten zijn te vinden, is het strand te smal.



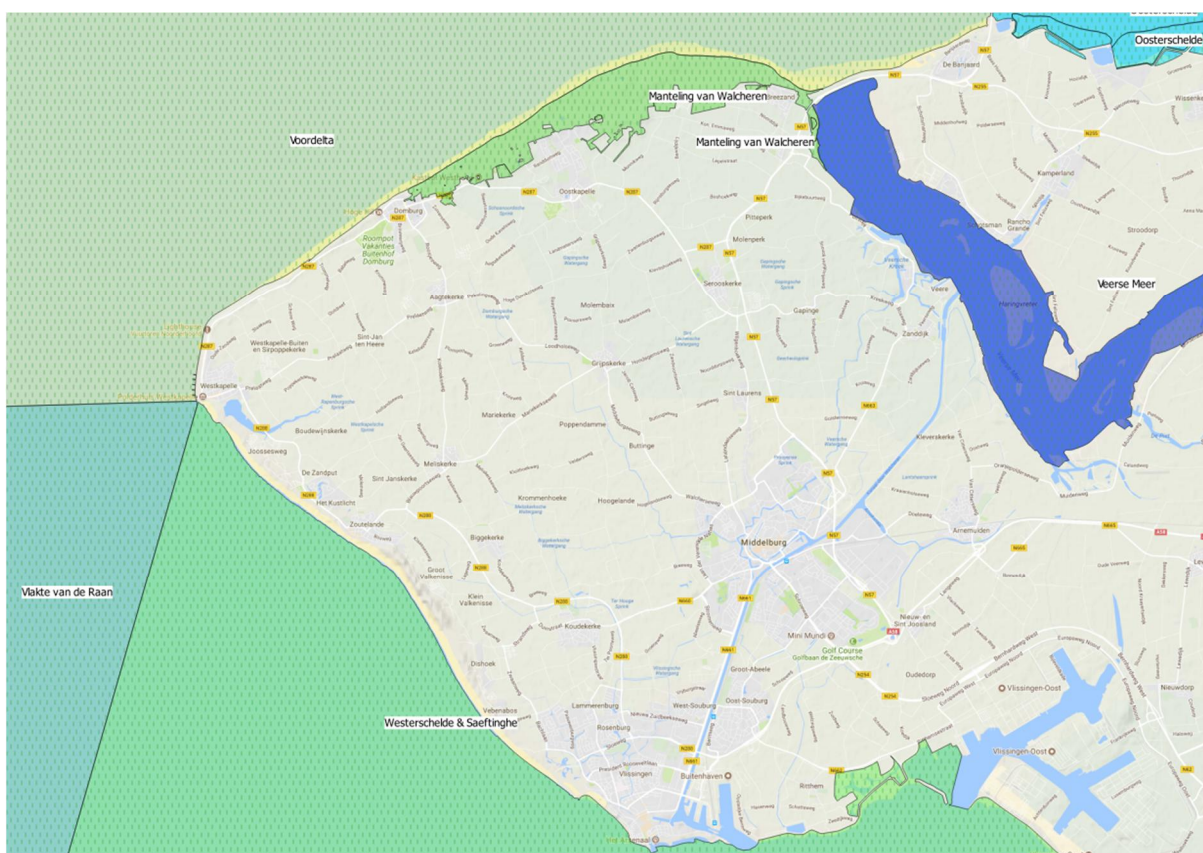
Figuur 6.3 Locaties waar regelmatig knelpunten in strandbreedte optreden langs de kust van Zeeuws-Vlaanderen, Walcheren en Noord-Beveland (Decisio, 2011). Knelpunten zijn tijdens workshops door deelnemers aangegeven.

Via de Kustviewer (<http://kml.deltares.nl/kml/rijkswaterstaat/kustviewer/>) kan zowel de ontwikkeling in strandbreedte als het type recreatiestrand en knelpunten bekeken worden.

## 6.2 Natuur

### 6.2.1 Natuurwetgeving

De duinen, het strand en de vooroever van Walcheren zijn belangrijke gebieden voor de natuur, zoals duidelijk wordt uit de ligging van de verschillende Natura 2000-gebieden. De kust van Walcheren grenst aan de zeezijde overal aan het Natura 2000 gebied “Voordelta” dat aan de landzijde is begrensd op de duinvoet van Walcheren. Het duingebied op de Noordwestrand van Walcheren is aangewezen als Natura 2000 gebied “Manteling van Walcheren” (Figuur 6.4). In de nabije omgeving liggen ook de Natura 2000 gebieden Veerse Meer, Vlakte van Raan en Westerschelde en Saeftinge. De laatst genoemde gebieden worden voor de beschrijving van dit kustvak buiten beschouwing gelaten.



Figuur 6.4 Ligging van de Natura 2000 gebieden Manteling van Walcheren, Voordelta, Vakte van Raan, Veerse Meer en Westerschelde & Saeftinghe. ( GIS-kaart Natura 2000 gebieden, 17 feb 2017).

Hieronder zijn de gebiedsbeschrijvingen weergegeven zoals deze zijn opgenomen in het beheerplan Natura 2000 Voordelta (februari 2016) en het aanwijzingsbesluit Natura 2000-gebied Manteling van Walcheren. Voor gedetailleerde informatie over de specifieke habitats en soorten wordt geadviseerd de online informatie te raadplegen via de website van Ministerie van Economische zaken, Beschermde natuur in Nederland, Natura 2000-gebieden, Manteling van Walcheren:

<https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=10&id=n2k117>

## 6.2.2 Habitatkarakteristieken

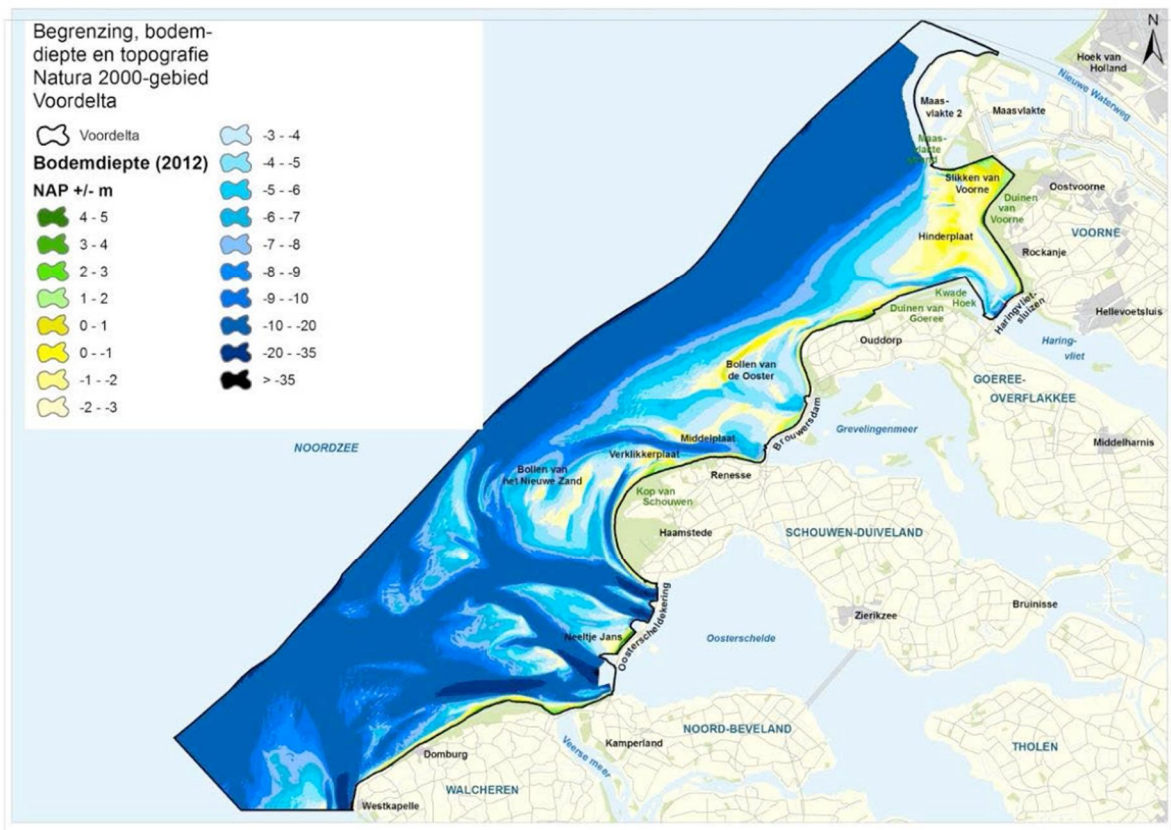
### *Manteling van Walcheren*

De Manteling van Walcheren betreft een kalkarm duingebied aan de noordwestrand van het voormalige eiland Walcheren. De kust is hier al vele honderden jaren een afslagkust en de kustlijn is in de loop der tijd enkele kilometers landinwaarts verplaatst. Hierdoor is de zone met primaire duinen uiterst smal of ontbreekt volledig en komen de oude duinen tot zeer kort aan de kustlijn. Aan de zeezijde is tamelijk veel reliëf aanwezig dat verder landinwaarts overgaat naar minder geaccidenteerd terrein. In het westelijke deel van het duingebied liggen, niet ver achter de zeereep, oude duineikenbossen die hier een natuurlijke bosgrens vormen. Het oostelijk gelegen Oranjezon herbergt een aantal vochtige duinvalleien en soortenrijke duindoornstruwelen. Van oudsher wordt de Manteling van Walcheren

gekenmerkt door buitenplaatsen met statige landhuizen en soortenrijke bossen met stinzenplanten in de binnenduinrand.

### Voordelta

De Voordelta is de ondiepe zee met aangrenzende stranden voor de kust van Zeeland en het zuidelijkste deel van Zuid-Holland (Figuur 6.5). Sinds de (al of niet gedeeltelijke) afsluiting van de voormalige zeearmen Haringvliet, Grevelingen en Oosterschelde is de Voordelta sterk van karakter veranderd. De getijdenstroming in en uit de zeearmen is geheel verdwenen of sterk afgenomen. Voor de mondingen van de zeearmen zijn evenwijdig aan de kust hoge zandbanken ontstaan die bij laagwater gedeeltelijk droogvallen. Het meest in het oog springend zijn de Hinderplaat, de Bollen van de Ooster en de Bollen van het Nieuwe Zand. De oost-west georiënteerde getijdengeulen in het gebied zijn veel ondieper geworden.



Figuur 6.5 Begrenzing Natura 2000-gebied Voordelta, bodemdiepte, platen en topografie.

De Voordelta herbergt natuurlijke habitats en leefgebieden die voor het Europese netwerk Natura 2000 van belang zijn (Ministerie LNV, 2008). De Voordelta is een leefgebied voor de gewone en de grijze zeehond vanwege het stelsel van droogvallende zandbanken. Het open water van de Voordelta is vooral van belang voor vis etende trekvogels, in het bijzonder voor de roodkeelduiker en voor schelpdiereters als zwarte zee-eend en eider. De intergetijdengebieden zijn van belang voor steltlopers en eenden, zoals scholeksters, drieteenstrandlopers en bergeenden.

## 7 Literatuur

- Aarninkhof, S.G.J. & Van Kessel, T. (1999). Data analyse Voordelta: Grootschalige morfologische veranderingen 1960-1996. WL|Delft Hydraulics, Z2694.
- Anteagroep (2014), Veiligheid Nederland in Kaart 2, Overstromingsrisico dijkkringgebied 29, Walcheren
- Arens, B., Geelen, L. van der Hagen, H. & Slings, R. (2009). Duurzame verstuiving in de Hollandse duinen. Kans, droom of nachtmerrie. Eindrapport fase 2. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Waternet, Dunea, PWN, RAP 2009.03.
- Arens, S.M., van Puijvelde S.P. en Brière, C. (2010). Effecten van suppleties op duinontwikkeling. Rapportage geomorfologie. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek, Bosschap Rapport OBN 142.
- Arens, S.M., Everts, F.H. Kooijman, A.M. Leek, S.T. Nijssen, M. de Vries N.P.J. (2012) Ecologische effecten van zandsuppletie op de duinen langs de Nederlandse kust. OBN rapport DK166.
- Arens, S.M., J.P.M. Mulder, Q.L. Slings, L.H.W.T. Geelen en P. Damsma, 2012. Dynamic dune management, integrating objectives of nature development and coastal safety: Examples from the Netherlands. Geomorphology
- Balen, W. van, Vuik, V., Vuren, S. van (2011) Indicatoren voor kustlijnzorg-Analyse van indicatoren voor veiligheid en recreatie. HKV rapport PR2063.20.
- Beekman, F., 2007. De Kop van Schouwen onder het zand. Duizend jaar duinvorming en duingebruik op een Zeeuws eiland. Matrijs, Utrecht, 304 pp.
- Berg, J.H. van den, 1984. Morphological changes of the ebb-tidal delta of the Eastern Scheldt during recent decades. *Geologie en Mijnbouw* 63(4): 363–375.
- Berg, J.H. van den, 1986. Aspects of sediment- and morphodynamics of subtidal deposits of the Oosterschelde (The Netherlands). Proefschrift Utrecht, 122 pp.
- Berg, J.H. van den, 1987. Toelichting bij de Isallobatenkaart Voordelta 1975-1984. Nota ZL 87.0020, Rijkswaterstaat, Directie Zeeland, Middelburg, 49 pp.
- Bruens, A., McCall, R., Steetzel, H., van Santen, R. (2012). Achtergrondrapport Basiskustlijn 2012 – feiten & cijfers ter onderbouwing van de herziening van de Basiskustlijn. Deltares rapport 1206171-000-ZKS-0031.
- Bruin, M.P. de en Wilderom, M.H., 1961. Tussen Afsluitdammen en Deltadijken, deel 1, Noord-Beveland
- Bruens, A., Spek, A.J.F. van der, Elias, E., Giardino, A. (2013). Projectplan KPP-B&OKust 2013. Deltares rapport 1207724-000-ZKS-0005

- Cleveringa, J., 2008. Morphodynamics of the Delta coast (south-west Netherlands): Quantitative analysis and phenomenology of the morphological evolution 1964-2004. Alkyon rapport A1881R1r2.
- Daamen, J., 2014. Coastal erosion processes in tidal channel Oostgat. MSc thesis University of Twente, 9 Oktober 2014.
- Davis, R.A., Hayes, M.O., 1984. What is a wave-dominated coast? *Marine Geology*, 60, 313-329.
- Decisio, (2011). Ruimte voor recreatie op het strand; onderzoek naar een recreatie Basiskustlijn.
- Dekker, L., 2012. Monitoring vooroeversuppleties Oostgat, Zeeuws-Vlaanderen t/m november 2011 en Zwakke Schakels t/m maart 2012 (eindrapport). Rijkswaterstaat, Meetadviesdienst Zeeland.
- Dijk, T.A.G.P. van, Kleinhans, M.G., 2005. Processes controlling the dynamics of compound sand waves in the North Sea. *Journal of Geophysical Research*, 110.
- Eelkema, M., Wang, Z.B. and Stive, M.J.F. (2012) Impact of Back-Barrier Dams on the Development of the Ebb-Tidal Delta of the Eastern Scheldt, *Jo. of Coastal Research*
- Eelkema, M. 2013. Eastern Scheldt Inlet Morphodynamics. Proefschrift TU Delft.
- Erkens, G., 2003. Analyse Multibeam data Oostgat. Rapport RIKZ/OS/2003.168x, Rijkswaterstaat, Rijksinstituut voor Kust en Zee RIKZ, Den Haag.
- Elias, E.P.L. en Walstra, D.J.R., 2006. SMB ZW Walcheren - Modellerings effectiviteit zeewaartse kustbeschermingsalternatieven. Rapport Z4052, WL|Delft Hydraulics, Delft.
- Elias, E.P.L., Vermaas, T., Vonhögen-Peeters, L. en Bruens, A. (2014) Ontwikkeling Zwakke-Schakel suppletie Westkapelle, Morfologische veranderingen 2008 – 2013, Deltares, 1209381-008
- Elias, E.P.L. en Spek, A.J.F. van der (2015) Uitwerking sedimentbudget van de Westerscheldemonding, Deltares 1210301-012
- Elias, E.P.L., Spek, A.J.F. van der, Lazar, M. (2016) The 'Voordelta', the contiguous ebb-tidal deltas in the SW Netherlands: large-scale morphological changes and sediment budget 1965–2013; impacts of large-scale engineering, *Netherlands Journal of Geosciences, Geologie en Mijnbouw* <https://doi.org/10.1017/njg.2016.37>
- Enkevoort, I. van, 1996. Morfologische ontwikkeling van de Westerschelde monding sinds 1800. Report R96-21, Instituut voor marien en atmosferisch onderzoek Utrecht (Utrecht): 56 pp.
- Gerritsen, F. en de Jong, H., 1983. Stabiliteit van doorstroomprofielen in de Westerschelde. Report WWKZ-83.V008, Rijkswaterstaat (Vlissingen): 36 pp.

- Giardino, A., den Heijer, K. en Santinelli, G. (2014), The state of the coast / Toestand van de Kust; case study: The South-Westerly Delta', Deltares, 1209381-006
- Haring, J., 1978. De geschiedenis van de ontwikkeling van de waterbeweging en van het profiel van de getijwateren en zeegaten van het zuidelijk deltabekken en van het hierbij aansluitende gebied voor de kust gedurende de perioden 1872–1933–1952–1968–1974. Report K77M031E, Rijkswaterstaat, Deltadienst (The Hague): 41 pp.
- Hoozemans, F.M.J., 1991. Horizontale zandgolven – literatuurstudie. Waterloopkundig laboratorium | WL, Delft.
- Hordijk D., 2002. Voorstudie geulwandsuppletie Oostgat. Thesis MSc. TU Delft, Faculteit der Civiele Techniek.
- Hillen, R., Ruig, J.H.M. de, Roelse, P., Hallie, F.P., 1991. De Basiskustlijn, een technisch/morfologische uitwerking. Rijkswaterstaat rapport GWWS-91.006.
- <http://wetten.overheid.nl/>
- [http://www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/bescherming\\_tegen\\_het\\_water/organisatie/wettelijk\\_toetsinstrumentarium/](http://www.rijkswaterstaat.nl/water/veiligheid/bescherming_tegen_het_water/organisatie/wettelijk_toetsinstrumentarium/)
- Hijma, M. (2017) Geology of the Dutch coast, The effect of lithological variation on coastal morphodynamics. Deltares, 1220040-007
- Hijma, M. (2017) Tidal-channel migration between 1997-2014 in relation to the local build-up of the subsurface, The Netherlands. Deltares, 1220040-007
- Israel, C., 1993. De ontwikkeling van de Westerscheldemond voor de Zuid-Westkust van Walcheren. Afstudeerverslag. HTS Vlissingen, Afdeling Civiele Techniek.
- Jeuken, M.C.J.L., S.G.J. Aarninkhof, R. Bruinsma, G. van Holland & J.A. Roelvink. 2000. Modelleren van de grootschalige bodemveranderingen in de voordelta van Oosterschelde en Grevelingen.
- Kohsiek, L.H.M., & J.P.M. Mulder (redactie), 1988, Een verkenning van een veranderend watersysteem: De Voordelta, Rijkswaterstaat DGW nota GWAO-88.002.
- Kohsiek, L.H.M., & J.P.M. Mulder (redactie), 1989, De Voordelta; Een watersysteem verandert, Rijkswaterstaat DGW.
- Kohsiek, L.H.M., 1988. Reworking of former ebb-tidal deltas into large longshore bars following the artificial closure of tidal inlets in the southwest of the Netherlands. In: de Boer, P.L., van Gelder, A. & Nio, S.D. (eds): Tide influenced sedimentary environments and facies. D. Reidel Publishing Cie (Dordrecht): 113–122.
- Lazar, M., Elias, E., Van der Spek, A., (2017), Coastal Maintenance and Management of the "Voordelta", The contiguous ebb-tidal deltas in the SW Netherlands, Coastal Dynamics, Paper No. 206

- Louters, T. & Van den Berg, J.H., 1998. Geomorphological changes of the Oosterschelde tidal system during and after implementation of the Delta Project. *Journal of Coastal Research* 14: 1134–1151.
- Maranus, J.W. en Verhagen, H.J., 1987. Zandgolven en kustverdediging in Zeeland – Voorspelling van kustgedrag.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2015. Kustlijnkaartenboeken 2016.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012. Herziening Basiskustlijn 2012.
- Ministerie van Economische zaken, Beschermd natuur in Nederland, Natura 2000-gebieden, Manteling van Walcheren
- <https://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=n2k&groep=10&id=n2k117>
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1990. Kustverdediging na 1990, beleidskeuze voor de kustlijnverzorging. Tweede Kamer 1989-1990, 21 136, nrs 5-6.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993. De Basiskustlijn, Norm voor Dynamisch Handhaven. Rijkswaterstaat rapport DGW-93.035.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1995. Nota Kustbalans 1995 – De Tweede Kustnota.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2002a. Basiskustlijn 2001, Evaluatie ligging Basiskustlijn. Rijkswaterstaat rapport RIKZ-2002.018.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2002b). De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland. Achtergrondrapport. Resultaten van de eerste toetsronde van 1996 – 2001.
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2007. Voorschrift Toetsen op Veiligheid.
- Mulder, J. P. M. (2000). Zandverliezen in het Nederlandse kuststelsel. Advies voor dynamische handhaven in de 21e eeuw (in Dutch), Report RIKZ/2000.36. Rijkswaterstaat RIKZ, The Hague.
- NBTC (2010). Terug naar de kust in cijfers
- Nederbragt, G. en Koomans, R.L., 2006. Nourishment of the slope of a tidal channel – from experiment to practice. In: Sanchez-Arcilla, A. (ed.): Coastal dynamics 2005: state of the practice. Coastal Dynamics 5th International Conference, 4–8 April 2005, Barcelona, Spain. Reston, VA: American Society of Civil Engineers: 1–10. doi: 10.1061/40855(214)55.
- Nichols, M.M., 1989. Sediment accumulation rates and relative sea-level rise in lagoons. *Marine Geology* 88: 201-219.
- NRIT (2004). Waarde (kust)recreatie Intensiteit, bestedingen en werkgelegenheid in relatie tot toerisme en recreatie aan de Nederlandse kust.
- NRIT (2007). Strandlopers.



- Postma, R., J.P.M. Mulder, T. Louters, F.P. Hallie, F.J. de Vos, 1990a, Een kwalitatieve prognose van de morfologie van de Oosterschelde-buitendelta, Rijksuniversiteit Utrecht Rapport Geopro 1991.10, Rijkswaterstaat DGW Notitie GWAO 900.13040.
- Ormondt, M. van, J.G. de Ronde, 2009. Mogelijke effecten geulwandsuppletie Oostgat op de drempel tussen het Oostgat en de Sardijngeul. Rapport z4582.70. Deltares, Delft.
- Rijkswaterstaat, 2002. De veiligheid van de primaire waterkeringen in Nederland. Resultaten van de eerste toetsronde 1996 – 2001. (Achtergrondrapport en Hoofdrapport). *Rijkswaterstaat Dienst Weg- en Waterbouwkunde*.
- RIKZ (2006). Risicobeheersing in kustplaatsen.
- Roelse, P. 1984. Ervaringen met paalschermen in Zeeland, Kust en zee, pp 24-35.
- Roelse, P. en Maranus, J.W. (1988), Prognose Kustontwikkeling Zeeland 1990-2090, Rijkswaterstaat
- Ronde, J.G. de, A.P. Oost, J. de Lima Rego en A.C. Bijlsma. 2012. Stormvloedkering Oosterschelde: ontwikkeling ontgrondingskuilen en stabiliteit bodembescherming. Deelrapportage Morfologie. Deltares rapport 1206907-004-GEO-0003.
- Roskam, A.P., 1988. Golfklimaten voor de Nederlandse Kust. Report GWAO- 88.046, Rijkswaterstaat, Tidal Waters Division (The Hague): 69 pp.
- Schrijvershof, R.A., Mastbergen, D.R. (2016) Stabiliteit aanzanding bij Zoutelande, Deltares, 1230043-001-ZKS-0010
- Sha, L.P., en J.H. van den Berg, 1993. Variation in ebb-delta geometry along the coast of the Netherlands and the German Bight. *J. Coastal Research*, 9, 3: 730-746.
- Slikke, Van der 1998. Grootschalige en interne zandbalans Westerscheldemonding (1969–1993). Report R98-05, Instituut voor marien en atmosferisch onderzoek (Utrecht): 60 pp.
- Spek, A.J.F. van der, 1997. De geologische opbouw van de ondergrond van het mondingsgebied van de Westerschelde en de rol hiervan in de morfologische ontwikkeling. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen TNO, rapport NITG 97-284-B.
- Spek, A.J.F. van der, Elias, E.P.L., Lodder, Q. en Hoogland, R. (2015), Toekomstige Suppletievolumes – Eindrapport 1208140-005, Deltares
- Stuyfzand, P.J., Arens S.M., Oost A.P. en Baggelaar, P. K. (2012). Geochemische effecten van zandsuppleties in Nederland; langs de kust van Ameland tot Walcheren. OBN rapport DK167.
- Terwindt, J.H.J., 1973. Sand movement in the in- and offshore tidal area of the SW part of the Netherlands. *Geologie en Mijnbouw*, 52(2): 69–77.

- Veen, J. van, A.J.F. van der Spek, M.J.F. Stive, en T. Zitman, 2005. Eb band flood channel systems in the Netherlands tidal waters. *Journal of Coastal Research*, 21(6), 1107-1120. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.
- Verhagen, H.J. en Van Rossum, H. (1989) Technisch Rapport 12, Strandhoofden en Paalrijen, Evaluatie van hun werking, Rijkswaterstaat
- Vermaas, T. en Bruens, A. (2013) Beheerbibliotheek Walcheren, Deltares, 1207724-004
- Vos, P.C.; van Heeringen, R.M. (1997). Holocene geology and occupation history of the province of Zeeland, in: Fischer, M.M. (Ed.) *Holocene evolution of Zeeland (SW Netherlands)*. Mededelingen. Nederlands Instituut voor Toegepaste Geowetenschappen, 59: pp. 5-109.
- Vos, P.C., 2015. Origin of the Dutch coastal landscape. Long-term landscape evolution of the Netherlands during the Holocene, described and visualized in national, regional and local palaeogeographical map series. *Barkhuis, Groningen*, 359 pp.
- Vries, S. de (2016) Modeling sediment pathways in the mouth of the Scheldt estuary. MSc thesis University of Twente, Civil Engineering and Management. 20 January 2016.
- Vroon, J., 1994. Hydrodynamic characteristics of the Oosterschelde Eastern Scheldt in recent decades. *Hydrobiologia* 282/283, 17-27.
- Vuik, V., Van Balen, W., Paarlberg, P. (2012) Indicatoren voor kustlijn- en kustveiligheid. Analyse van stormen, suppleties en kustveiligheid. HKV rapport PR2063.30.
- Walstra, D.J., 2005. Haalbaarheidsstudie Geulwandsuppletie Oostgat, Z4056, WL|Delft Hydraulics, Delft.
- Walton, T.L. & Adams, W.D., 1976. Capacity of inlet outer bars to store sand. 15th Conference on Coastal Engineering, 11–18 July 1976, Honolulu, Hawaii: 1919–1937. Conference proceedings.
- Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2006. De waterkering getoetst. De Veiligheid van Noord- en Midden-Zeeland 2006.
- Werf, J.J. van der, Doornenbal, P.J. en McCall, R.T., 2010. Verkenning van strategieën voor het kustonderhoud bij de Onrustpolder, Zeeland. Deltares, Delft.
- Werf, J.J. van der, Giardino, A. en Santinelli, G., 2011. Aanzanding en onderhoudsbaggerwerkzaamheden in de Sardijngeul, Deltares rapport 7 maart 2011, definitief (Project 1204421-004)
- Wijnberg, K.M., 1995. Morphologic behaviour of a barred coast over a period of decades. PhD Thesis. Utrecht University (Utrecht): 245 pp.
- Wilderom, M.H., 1968. Tussen Afsluitdammen en Deltadijken, deel 3, Midden Zeeland (Walcheren en Zuid-Beveland).
- Witteveen en Bos, 2007. Oriënterende economische studie geulwandsuppletie Oostgat.

## **A Teksten uit Kustlijnkaartenboeken voor kustvak 16, Walcheren**

### **A.1 Algemene opmerkingen uit de Kustlijnkaartenboeken**

#### **1994**

In Zeeland is bij de berekening van de BKL en de toetsing van 1992 en 1993 uitgegaan van een trendberekening over de voorafgaande 15 jaar. Omdat de validatie van het Jarkusbestand nu volledig is, kan bij de toetsing per 1-1-'94 voor de eerste maal uitgegaan worden van een trendberekening over 10 jaar (1984-1993), waardoor de toetsingsmethode voor Zeeland dezelfde is als voor de rest van Nederland. Een gevolg van deze overgang van een 15-jarige naar een 10-jarige trend is dat de resultaten van de toetsing van 1994 op enkele punten afwijken van die van het vorige jaar, waarbij aangetekend moet worden dat de 1994-toetsing beter aansluit bij de recente kustlijnontwikkelingen.

#### **1995**

In Zeeland is bij de berekening van de BKL en de toetsing van 1992 en 1993 uitgegaan van een trendberekening over de voorafgaande 15 jaar. Omdat de validatie van het Jarkusbestand in 1994 volledig is gemaakt, kan bij de toetsing uitgegaan worden van een trendberekening over 10 jaar (1985-1994), waardoor de toetsingsmethode voor Zeeland dezelfde is als voor de rest van Nederland.

#### **1997**

In Zeeland is bij de berekening van de BKL en de toetsing van 1992 en 1993 uitgegaan van een trendberekening over de voorafgaande 15 jaar. Omdat de validatie van het Jarkusbestand in 1994 volledig is afgerond, kan nu bij de toetsing uitgegaan worden van een trendberekening over 10 jaar (1987-1996). Als gevolg van tussentijdse zandsuppleties in de diverse kustvakken kent nog maar 17% van de raaien een niet direct door suppleties beïnvloede ontwikkeling.

#### **1998**

In Zeeland is bij de berekening van de BKL en de toetsing van 1992 en 1993 uitgegaan van een trendberekening over de voorafgaande 15 jaar. Na validatie van het Jarkusbestand in 1994 is bij de toetsing in principe uitgegaan van een trendberekening over 10 jaar (1988-1997). Echter omdat er steeds gesuppleerd is, kan maar voor 17% van de Zeeuwse kustlengte deze 10 jaar worden toegepast. In de overige 83% gaat het om een trendberekening met een periode korter dan 5 jaar.

#### **2001**

De BKL (BKL) is in Zeeuws-Vlaanderen nog niet definitief vastgesteld. Onderzoek naar de optimale ligging van de BKL heeft geleid tot een advies vanuit het Zeeuws Overleg Waterkering (ZOW) aan de Minister van Verkeer en Waterstaat, waarbij een nieuwe ligging van de BKL is voorgesteld. In deze voorstellen is onder andere rekening gehouden met de natuurlijke dynamiek van de onderwateroever. Ook voor de kustvakken Walcheren en Schouwen zijn wijzigingen voorgesteld. Bij de toetsing van 1 januari 2001 is uitgegaan van de voorlopige BKL van Zeeuws-Vlaanderen en de in 1990 vastgestelde BKL van Walcheren en Schouwen. In een aantal gevallen waar de BKL wordt overschreden zal niet worden gesuppleerd. Hierbij wordt geanticipeerd op de goedkeuring van de wijzigingsvoorstellen. Van

deze mogelijkheid is alleen gebruik gemaakt op voorwaarde dat de kustveiligheid blijft gewaarborgd.

### 2003

De toetsing van de BKL voor de provincie Zeeland is uitgevoerd met behulp van de waarden voor de BKL, de rekengrenzen en de zeewaartse begrenzingsen zoals die opgenomen zijn in het advies van het ZOW aan de Minister van Verkeer en Waterstaat (brief 002318 dd.2/3/2000 incl. aanvulling 004373 dd.26/04/2000) conform de toetsing 1-1-2002.

### 2004

Voor het beheersgebied van de Directie Noord-Nederland zijn in 2003 geen hoogtemetingen uitgevoerd. Voor de toetsing betekent dit dat de hoogtemetingen van 2002 zijn gekoppeld aan de lodingen van 2003. In het beheersgebied van de Directies Zuid-Holland en Noord-Holland zijn in 2003 daarentegen wel hoogtemetingen uitgevoerd. Voor de toetsing heeft dit tot gevolg dat de hoogtemetingen van 2003 gekoppeld zijn aan de lodingen van 2003.

## A.2 Kustlijnonwikkeling Walcheren, kustvak 16 (kaarten 6 t/m 3)

### 1992

Voor grote delen van Walcheren is de trend '92 negatief. Voor het gedeelte tussen de raaien 1286 en 3276 is vrijwel overal van een (in grootte beperkte) negatieve trend sprake. Het kustvak Westkapelle-Zoutelande (raaien 2195 t/m 2597) is in 1991 gesuppleerd. In 1992 worden de gedeelten Zoutelande-Badstrand (raaien 2610 t/m 3458) en Noordwest-Walcheren (raaien 1286 t/m 1755) gesuppleerd. De basiskustlijn wordt overschreden tussen raai 900 en 1025. Voor een deel betreft dit een situatie waar de trend negatief is. Voor het overige is er op twee individuele raaien sprake van een overschrijding van de BKL: raaien 580 en 1205.

### 1993

Geen info gegeven.

### 1994

Vanaf 1990 is op Walcheren een aantal suppleties uitgevoerd:

1990: raai 1005 en 1469-1735 (omgeving Domburg)

1991: raai 2195-2597 (Westkapelle-Zoutelande) en 3400-3458 (Vlissingen)

1992: raai 1286-1735 (NW-kust) en 2770-3458 (Zoutelande-Vlissingen). Deze suppleties zijn voor een gedeelte pas in 1993 en '94 voltooid.

1993: raai 480-560 (aansluiting op Veerse Dam) en 900-1025 (Oranjezon).

In de praktijk betekent dit dat sinds 1991 vrijwel de gehele noordwest- en zuidwestkust van Walcheren gesuppleerd is. Afgaande op de ontwerp-levensduur van de suppleties sinds 1991 zouden zowel de noordwest- als de zuidwestkust in 1995 voor een herhalingsuppletie in aanmerking komen.

Voor de toetsing is steeds uitgegaan van de MKL-1993 en de trend uit de periode voorafgaand aan de suppletie. De toetsing per 1 -1 -'94 indiceert dat herhalingsuppleties voor grote delen van de kust van Walcheren enkele jaren later kunnen worden uitgevoerd dan was voorzien.

De noordkust van Walcheren (raaien 560-880) heeft brede stranden. Op een aantal raaien is de BKL landwaarts verlegd. Tussen de raaien 580 en 700 is de trend negatief. Op drie raaien (620-660) is de BKL overschreden. In raai 660 lijkt zich een omslag naar kustuitbouw af te tekenen. Bij Oranjezon (900-1025) is in 1993 gesuppleerd, voornamelijk met het oog op de deltaveiligheid. Hier ontbreekt de toetsing per 1 -1 -'94. Tussen raai 1045 en 1165 vindt een natuurlijke uitbouw van de kust plaats. Het gedeelte van raai 1185 tot 1406 toont overwegend positieve trends; op twee (niet-aaneengesloten) raaien is de BKL licht overschreden. Voor het deel tussen 1406 en 1571 heeft geen toetsing plaatsgevonden (suppletie in 1993/94). Het deel tussen 1591 en 1735 toont een negatieve trend; de TKL'94 ligt zeewaarts van de BKL. Bij de aansluiting op de Westkappelse Zeedijk (1735-1883) is de BKL met maximaal 18 meter overschreden bij een landwaartse trend van 1 tot 3 m/jaar.

Over het traject 2195-2541 ligt de TKL'94 zeewaarts van de BKL als gevolg van de suppletie in 1991 (deels uitgevoerd in de vorm van een "zandbuffer" ter hoogte van km 22,5-23,5). De trend in de kustlijnverplaatsing is voornamelijk negatief.

Op het tijdstip van toetsen is de BKL overschreden op de raaien 2555 en 2597. Op de twee tussenliggende raaien (2569 en 2583) wordt de BKL naar verwachting in 1994 overschreden. De trends zijn licht negatief. Tussen de raaien 2610 en 2750 ligt de TKL'94 zeewaarts van de BKL. De trends zijn klein, tussen -1 en +1 m/jaar. Het gedeelte van raai 2770 t/m raai 2950 is in 1993 gesuppleerd (geen toetsing). De kustlijn tussen Dishoek en Vlissingen (2970-3301) toont een negatieve trend van maximaal 2 m/jaar. Op diverse raaien is de BKL met enkele meters overschreden. Hoewel het gedeelte tussen de raaien 3059 en 3153 in 1993 is gesuppleerd (meteen ontwerp-levensduur tot 1995), kan een vervolgsuppletie waarschijnlijk niet tot na 1995 worden uitgesteld.

Nabij Vlissingen (3320-3458) ligt de TKL'94, op één raai na, zeewaarts van de BKL. De trends zijn klein (-1 tot +1 m/j).

### 1995

Op Walcheren is na de beleidskeuze voor 'dynamisch handhaven' frequent gesuppleerd:

1990: raai 1005 en 1469-1735 (omgeving Domburg)

1991: raai 2195-2597 (Westkapelle-Zoutelande) en 3400-3458 (Vlissingen)

1992: raai 1286-1735 (Domburg, NW-kust), 2770-2780 (Zoutelande-Vijgeter) en 3360-3458 (Vijgeter- Vlissingen).

1993: raai 480-560 (aansluiting op Veerse Dam), 900-1025 (Oranjezon), 2770-2950 en 3059-3153 tussen Zoutelande en Vijgeter. Dit ter aanvulling van de suppletie die in 1992 gestart is.

1994: raai 1448-1509 (omgeving Domburg).

Kortom, vrijwel de gehele noordwest- en zuidwestkust van Walcheren is gesuppleerd sinds 1990. Afgaande op de ontwerp-levensduur van de suppleties sinds 1991 zouden zowel de noordwest- als de zuidwestkust in 1995 voor een herhalingsuppletie in aanmerking komen. In het werkschema 1995 zijn drie suppleties opgenomen: 1650-1900 (Domburg-Golflinks), 2200-2600 (Zoutelande) en 3000-3450 (Dishoek-Vlissingen). De suppletie-omvang aan de zuidwestkust is bescheidener dan oorspronkelijk geraamd.

Aan de noordkust van Walcheren (raai 540-880) is de BKL op drie locaties overschreden. Ter plekke is het strand breed ('Breezand'). Bij Oranjezon (900-1025) is in 1993 gesuppleerd, voornamelijk met het oog op de deltaveiligheid. De BKL wordt met name aan de randen van het vak overschreden. De trend bij beide randen is daarbij negatief. Tussen raai 1045 en

1145 vindt een natuurlijke uitbouw van de kust plaats. Het kustdeel tussen Oostkapelle en Domburg (raaien 1265-1653) toont deels positieve en deels negatieve trends. De BKL wordt nergens overschreden.

Dit is wel het geval (fors: overschrijding tot 20 meter, met een landwaarts gerichte trend van -3 m/jr) tussen Domburg en Westkapelle (raai 1653-1883; hier wordt dit jaar dan ook gesuppleerd. Tussen Westkapelle en Zoutelande, aan de zuidwestkust van Walcheren is voor het laatst in 1991 gesuppleerd. Het deel bij Westkapelle tot raai 2374 ligt er nog alleszins redelijk bij. Verder richting Zoutelande is de reserve gering; ter hoogte van Zoutelande-Kustlicht wordt de BKL zelfs overschreden. Hier zal dit jaar een kleine suppletie uitgevoerd worden. Dit zal, op basis van de huidige trend na suppletie (-1 tot -7 m/jr) waarschijnlijk onvoldoende zijn om de kustlijn in het hele traject (raaien 2374-2610) tot het eind van deze eeuw zeewaarts van de BKL te houden.

De kust tussen Zoutelande en Dishoek is in 1992/1993 gesuppleerd. De BKL wordt nergens overschreden. In 1997 is een volgende suppletie gepland. Er is vooralsnog geen aanleiding om hiervan af te wijken. De kustlijn tussen Dishoek en Vlissingen (raai 3010-3320) schuift gestaag tot 2 m/jr in landwaartse richting op. De raaien 3215 tot en met 3320 voldoen niet aan de norm. Nabij Vlissingen (raai 3340-3458) ligt de kustlijn nog juist zeewaarts van de BKL. Er is hier geen sprake van een eenduidige kustontwikkeling. In 1995 zal tussen Dishoek en Vlissingen een suppletie uitgevoerd worden.

## 1996

Op Walcheren is na de beleidskeuze voor 'dynamisch handhaven' frequent gesuppleerd:

1990: raai 1005 en 1469-1735 (omgeving Domburg)

1991: raai 2195-2597 (Westkapelle-Zoutelande) en 3400-3458 (Vlissingen)

1992: raai 1286-1735 (Domburg, NW-kust), 2590-2970 (Zoutelande-Vijgeter) en 3060-3458 (Vijgeter-Vlissingen).

1993: raai 1386-1428 en 1509-1571 (omgeving Domburg)

raai 480-560 (aansluiting op Veerse Dam), 900-1025 (Oranjezon), 2770-2950 en 3059-3153 tussen Zoutelande en Vijgeter. Dit ter aanvulling van de suppletie die in 1992 gestart is.

1994: raai 1448-1509 (omgeving Domburg)

Kortom, vrijwel de gehele noordwest- en zuidwestkust van Walcheren is gesuppleerd sinds 1990. Afgaande op de ontwerp-levensduur van de suppleties sinds 1991 zouden zowel de noordwest- als de zuidwestkust in 1995 voor een herhalingsuppletie in aanmerking komen. In 1995 zijn drie suppleties uitgevoerd : 1694-1883 (Golflinks- Westkappelse zeedijk), 2555-2597 (Zoutelande) en 2990-3301 (Dishoek-Vlissingen). De omvang van de suppletie bij Zoutelande is zeer beperkt geweest.

Aan de noordkust van Walcheren (raai 540-880) is de BKL op drie lokaties overschreden. Ter plekke is het strand breed ('Breezand').

Bij Oranjezon (900-1025) is in 1993 gesuppleerd, voornamelijk met het oog op de deltaveiligheid. Vijf van de acht raaien overschrijden de norm. Er is dan ook besloten dit vak in 1996 te suppleren. De BKL wordt met name aan de randen van het vak overschreden. Tussen raai 1045 en 1145 vindt een natuurlijke uitbouw van de kust plaats. Het kustdeel tussen Oostkapelle en Domburg (raaien 1265-1653) toont negatieve trends. De BKL wordt nergens overschreden. (In de kaart zijn helaas 3 getoetste raaien niet weergegeven)

Tussen Westkapelle en Zoutelande, aan de zuidwestkust van Walcheren is voor het laatst in 1991 gesuppleerd. Het deel bij Westkapelle tot raai 2374 ligt er nog alleszins redelijk bij. Verder richting Zoutelande is de reserve gering; ter hoogte van Zoutelande-Kustlicht wordt de BKL overschreden.

De suppletie in het traject 2555-2597 is zo beperkt van omvang geweest dat er op normale wijze getoest is voor deze raaien. Over het traject Westkapelle-Zoutelande is de trend negatief (gemiddeld -3 m/jaar). De kust tussen Zoutelande en Dishoek is in 1992/1993 gesuppleerd. De BKL wordt nergens overschreden. In 1997 is een volgende suppletie gepland. Er is vooralsnog geen aanleiding om hiervan af te wijken.

De kustlijn tussen Dishoek en Vlissingen (raai 3010-3320) is in 1995 gesuppleerd. Over het traject 3320-3458 zijn 3 van de 8 raaien overschreden.

Nabij Vlissingen (raai 3340-3458) ligt de kustlijn landwaarts van de BKL. Er is hier geen sprake van een eenduidige kustontwikkeling. In 1995 is tussen Dishoek en Vlissingen een suppletie uitgevoerd.

### 1997

Walcheren is na de beleidskeuze voor 'dynamisch handhaven' frequent gesuppleerd:

1990: raai 1005 en 1469-1735 (omgeving Domburg);

1991: raai 2195-2597 (Westkapelle-Zoutelande) en 3400-3458 (Vlissingen);

1992: raai 1286-1735 (Domburg, NW-kust), 2590-2970 (Zoutelande-Vijgeter) en 3060-3458 (Vijgeter-Vlissingen);

1993: raai 1386-1428 en 1509-1571 (omgeving Domburg), raai 480-560 (aansluiting op Veerse Dam), 900-1025 (Oranjezon), 2770-2950 en 3059-3153 tussen Zoutelande en Vijgeter. Dit ter aanvulling van de suppletie die in 1992 gestart is.

1994: raai 1448-1509 (omgeving Domburg);

1995: raai 1694-1883 (Golflinks-Westkappelse zeedijk, raai 2555-2597 (Kustlicht te Zoutelande), raai 2990-3301 (Dishoek-Vlissingen).

Zo hebben er praktisch over de gehele kust van Walcheren sinds 1990 suppleties plaatsgevonden. Gezien de gemiddelde ontwerp-levensduur van ca. 5 jaar worden er vanaf 1995 in enkele vakken herhalingsuppleties uitgevoerd. In 1996 is in het kustvak Oranjezon (raai 900 t/m 1045) een herhalingsuppletie uitgevoerd, waardoor er over dit kustvak nu niet getoetst is.

Aan de noordkust van Walcheren (raai 540-880) is de BKL op drie locaties overschreden. Ter plekke is het strand zeer breed ('Breezand') waardoor suppletie niet aan de orde is. [Door een technische onvolkomenheid ontbreken raai 1085, 1105 en 1125 op de kaart; ze staan wel vermeld in de tabel].

Bij Oranjezon (900-1025) is in 1993 gesuppleerd, voornamelijk met het oog op de deltaveiligheid. Omdat in vijf van de acht raaien de norm BKL werd overschreden, is dit vak in 1996 gesuppleerd.

Tussen raaien 1045 en 1205 vindt een natuurlijke uitbouw plaats. Het kustdeel tussen Oostkapelle en Domburg (raaien 1265-1653) toont negatieve trends. De BKL wordt nergens overschreden. De weergegeven negatieve trend in het kustvak Golflinks-Westkappelse zeedijk

(raai 1632-1883) is gebaseerd op de kustontwikkeling van voor de suppletie in 1995 en moet als indicatief worden beschouwd.

Tussen Westkapelle en Zoutelande, aan de zuidwestkust van Walcheren, is voor het laatst in 1991 gesuppleerd. Het deel bij Westkapelle tot raai 2397 ligt er behoudens één incidentele raai 2195 redelijk bij. Verder richting Zoutelande is de suppletie uit 1991 aan het eind van zijn levensduur. In een zevental raaien wordt de BKL overschreden, en is de trend negatief. Ook ter plaatse van het aansluitende, in 1992 gesuppleerde, dijkvak Zoutelande is de zand voorraad zo goed als verdwenen. Daarom is men voornemens om het gehele kustvak Westkapelle t/m Zoutelande in 1997 te suppleren, waarbij rekening zal worden gehouden met de nog plaatselijk aanwezige zand voorraad.

Ter plaatse van de noordelijke beëindiging van het in 1995 gesuppleerde traject Dishoek-Vlissingen (raai 2950-3320) wordt de BKL in een drietal raaien (2950, 2990 en 3010) overschreden.

Voor het traject raai 3000-3450 staat in de doorkijk 1998-2001 van het suppletieschema een suppletie in 1998 gepland.

Omdat de suppletievoorraad uit 1992/1993 t.p.v. het Badstrand Vlissingen bijna is uitgeput, wordt de BKL bij raai 3458 momenteel overschreden. Voor 1997 is voor dit strand een suppletie gepland (raaien 3400-3458).

### **1998**

Op Walcheren is na de beleidskeuze 'dynamisch handhaven' frequent gesuppleerd. Zo zijn vanaf 1990 vijftien suppleties uitgevoerd.

Met andere woorden praktisch langs de gehele Walcherse kust zijn sinds 1990 suppleties uitgevoerd. Gezien de gemiddelde suppletie levensduur van ca 5 jaar was het nodig om in 1997 ter plaatse van de kustvakken Westkapelle - Zoutelande (raai 2195-2694) en het Badstrand Vlissingen (raai 3400-3458) suppleties uit te voeren. Voor 1998 is een suppletie in het traject Zoutelande - Vlissingen (raai 2970-3301) gepland.

Evenals vorige jaren is aan de noordkust van Walcheren (raai 540-880) de BKL in een drietal raaien (620, 640 en 660) overschreden. Ter plaatse is het strand zeer breed ('Breezand') waardoor suppletie niet aan de orde is. Voor 1999 zal i.v.m. de landelijke herziening BKL ook voor deze drie raaien een aanpassing van de BKL worden overwogen.

Ondanks een suppletie in 1996 bij Oranjezon (900-1025) wordt de norm ter plaatse van raai 1025 en 1045 niet gehaald. Tussen raai 1045 en 1205 vindt een natuurlijke uitbouw plaats. Verder naar het zuidwesten toont het traject Oostkapelle tot en met Domburg (raaien 1265-1653) overwegend negatieve trends van 2 tot 8 meter per jaar. De BKL is echter nog nergens in het geding, al is het overschot in raai 1694 met één meter minimaal. De weergegeven negatieve kustlijnverplaatsing in het kustvak Golfliks-Westkappelse zeedijk (raai 1755-1883) is gebaseerd op de kustontwikkeling van voor de suppletie in 1995 en moet als indicatief worden beschouwd.

Het kustvak Westkapelle - Zoutelande (raai 2195 - 2694) is in 1997 gesuppleerd. Uitgangspunt bij deze suppletie is een levensduur van ca vier jaar. In het aansluitende kustvak Zoutelande - Vlissingen (raai 2970-3301) wordt de BKL in meerdere raaien bijna overschreden. Zoals gesteld, zal de zandvoorraad hier in 1998 aangevuld worden.



Het Badstrand Vlissingen (raai 3400 - 3458) is in 1997 gesuppleerd. Ook hier is uitgangspunt een suppletielevensduur van 4 jaar.

### **1999**

Dit kustvak is sedert 1990, verscheidene keren gesuppleerd. Van de totale kustlengte van ca 14 km is thans twee derde deel gesuppleerd. Zowel op de noord- als noordwestkust zal in 2000 opnieuw een suppletie uitgevoerd worden.

Tussen de Veersedam en de Westkappelse zeedijk wordt de BKL op 1-1-1999 op een aantal locaties overschreden.

Ter plaatse van Breezand wordt, evenals de voorgaande jaren, de BKL in de raaien 620, 640 en 660 met respectievelijk 35, 66 en 19 meter overschreden. Aangezien het hier gaat om een kustvak met een nog altijd breed strand (250m) waarbij de erosie de aanwezige functie waarden op strand en duin niet bedreigt, wordt een suppletie voorsnog niet overwogen. Bij de evaluatie van de BKL zal een voorstel tot landwaartse verlegging voor de raaien 620 t/m 660 worden gedaan.

Ter plaatse van het kustvak Oranjezon wordt de BKL in één raai (1025) met 1 meter overschreden, terwijl dit naar verwachting bij een viertal raaien binnen 1 à 2 jaar zal gebeuren. De geplande suppletie voor 2000 zal de overschrijding van de BKL weer teniet doen.

In de omgeving van Golf-Links met aansluiting van de Westkappelse zeedijk wordt de BKL in raai 1694 en raai 1832 overschreden met circa 0.5 m. De suppletie die in 2000 zal worden uitgevoerd, komt dus precies op tijd.

Ten aanzien van het kustvak Westkapelle - Zoutelande (raai 2195 - raai 2713) kan worden opgemerkt dat als gevolg van de suppletie 1997 de kustlijn 1-1-1999 nergens de BKL heeft overschreden. Ter plaatse van Kustlicht bij Zoutelande (raai 2555) is de positie van de BKL thans bereikt. Met een negatieve trend van ca. 1.30 meter per jaar mag worden verwacht dat overschrijding van de norm spoedig zal plaatsvinden.

Het aansluitend gelegen kustvak Zoutelande tot Vlissingen (raai 2730 - raai 3380) is in 1998 van een zandsuppletie voorzien en is daarom niet getoetst in 1999.

Voor het Badstrand Vlissingen geldt dat een suppletie in 1997 heeft plaatsgevonden, waardoor de kustlijn op 1-1-1999 ca. 5 - 20 meter zeewaarts van de BKL is uitgekomen.

In de meerjaren planning is voor het gehele kustvak Westkapelle - Vlissingen een suppletie in het jaar 2002 voorzien.

### **2000**

Dit kustvak is sedert 1990 verscheidene keren gesuppleerd. Van de totale kustlengte van het noordwestelijk deel (14 km.) is thans voor twee derde gesuppleerd. Inmiddels is voor dit kustvak een suppletie aanbesteed, die in het jaar 2000 zal worden uitgevoerd.

Tussen de Veerse Dam en de Westkappelse zeedijk wordt de BKL op 1-1-2000 op een aantal locaties overschreden.

Ter plaatse van Breezand wordt, evenals de voorgaande jaren, de BKL overschreden in de raaien 620, 640 en 660 met respectievelijk 37, 65 en 19 meter. Aangezien het hier gaat om een kustvak met een nog altijd breed strand, waarbij de erosie de aanwezige functiewaarden op strand en duin niet bedreigt, wordt een suppletie vooralsnog niet overwogen. Bij de evaluatie van de BKL zal een voorstel tot landwaartse verlegging voor de raaien 620 t/m 660 worden gedaan.

Ter plaatse van het kustvak Oranjezon wordt de BKL in twee raaien (raai 940 en 1025) met respectievelijk 2 en 10 meter overschreden. De verwachting is dat binnen twee jaar dit ook bij een drietal andere raaien zal gebeuren. De suppletie in 2000 zal de overschrijding van de BKL teniet doen.

Bij de aansluiting van de Westkappelse zeedijk wordt de BKL overschreden met ca. 3 meter. De suppletie die in 2000 zal worden uitgevoerd komt dus precies op tijd.

Ten aanzien van de kustvak Westkapelle- Zoutelande (raai 2195 - 2713) kan worden opgemerkt dat de BKL op 1-1-2000 op een drietal plaatsen wordt overschreden. Het betreft de raaien 2195, 2555 en 2597 waar de BKL met respectievelijk ca. 2, 4 en 1 meter wordt overschreden.

Het aansluitend gelegen kustvak Zoutelande - Vlissingen (raai 2730 - 3380) is in 1998 gesuppleerd. Desondanks wordt de BKL op een drietal locaties overschreden. Het betreft de raaien 3010, 3153 en 3165. De overschrijdingen bedragen respectievelijk ca. 2, 1 en 2 meter.

Door de suppletie van 1997 is de kustlijn 2000 van de kustvak voor het Badstrand Vlissingen (raai 3400 - 3458) 5 tot 25 meter zeewaarts van de BKL uitgekomen.

In de meerjarenplanning is voor de gehele zuidwestkust van Walcheren (Westkapelle-Vlissingen) een suppletie voorzien in het jaar 2002.

## **2001**

Dit kustvak is sedert 1990 verscheidene keren gesuppleerd. In 2000 is de kustsectie tussen de Veerse dam en de Westkappelse zeedijk voor een groot gedeelte gesuppleerd. De toetsing voor de kustlijn (TKL2001) is hier alleen uitgevoerd voor de niet gesuppleerde kustvakken: raai 540 t/m 880 en raai 1105 t/m 1225. In 2001 en 2002 zal de kustsectie tussen de Westkappelse zeedijk en het badstrand Vlissingen gesuppleerd worden.

Ter plaatse van Breezand (raai 540 t/m 880) wordt de BKL op 1 januari 2001 evenals vorige jaren in drie raaien overschreden; raai 620 (40 m), raai 640 (62 m) en raai 660 (19 m). Deze overschrijdingen worden veroorzaakt door de niet optimale ligging van de BKL. Als de door het Zeeuws Overleg Waterkering voorgestelde wijziging van de BKL wordt overgenomen, is er geen sprake meer van overschrijdingen. De verwachting is dat pas in 2004 veel meer raaien op het zelfde moment niet meer aan de norm voldoen. Voor dit jaar is dan ook een suppletie gepland.

In de kustsectie (900 t/m 1085) is in 2000 een suppletie uitgevoerd. Hierdoor kon er geen toetsing plaatsvinden.

De kustsectie tussen raai 1105 en 1225 is de laatste jaren niet gesuppleerd. Bij toetsing zijn geen overschrijdingen geconstateerd. De trend is in hoofdzaak positief.

Ook in de kustsectie 1245 t/m 1883 is in 2000 een suppletie uitgevoerd. De ligging van de kustlijn kon dit jaar dan ook niet worden getoetst.

Ten aanzien van de kustsectie Westkapelle - Zoutelande (raai 2195 t/m 2713) wordt opgemerkt dat de BKL op 1 januari 2001 op een drietal plaatsen wordt overschreden. Het betreft de raaien 2555 en 2597 waar de BKL met 1 - 5 is overschreden. Voor 2002 is in deze sectie een suppletie gepland. Deze suppletie is onderdeel van een twee jarig contract, zodat de mogelijkheid bestaat dat de suppletie al in 2001 wordt uitgevoerd.

De aansluitend gelegen kustsectie Zoutelande - Vlissingen (raai 2730 t/m 3380) is in 1998 gesuppleerd. Desondanks is de BKL momenteel op een drietal locaties met circa 2 meter overschreden. Het betreft de raaien 3010, 3153 en 3165. Deze overschrijdingen worden in 2002 opgeheven door het aanbrengen van extra zand.

Door de suppletie van 1997 ligt de kustlijn van de kustsectie voor het Badstrand Vlissingen (raai 3400 t/m 3458) tijdens de toetsing 2001 4 tot 40 meter zeewaarts van de BKL. De trend is echter negatief : 1 tot 5 meter per jaar. Voor 2002 is voor dit kustvak dan ook een suppletie gepland.

## **2002**

Dit kustvak is sedert 1990 verscheidene keren gesuppleerd. In 2000 is het kustvak tussen de Veerse Dam en de Westkappelse zeedijk voor een groot gedeelte gesuppleerd. Vanaf de Westkapelle tot Vlissingen is in 2001 een deel gesuppleerd als onderdeel van een tweejarig bestek. In 2002 zal in het overige deel een suppletie uitgevoerd worden. De toetsing van de kustlijn (TKL2002) is hier alleen uitgevoerd voor de kustsecties die in 2001 niet gesuppleerd zijn.

Ter plaatse van de kustsectie Breezand (raai 540 - 880) wordt de BKL op 1-1-2002 niet overschreden. De BKL is op veel plaatsen land- en soms zeewaarts verlegd. In de raaien 620 - 660 is de trend nog wel negatief (2-3 meter), maar zal overschrijding wellicht pas na 2006 optreden.

In de kustsectie Oranjezon - Oostkapelle is in raai 900 - 1065 de trend negatief en in raai 1085 - 1185 is de trend positief. De BKL wordt niet overschreden.

In de kustsectie Oostkapelle - Domburg (raai 1205 - 1386) wordt de BKL nergens overschreden. In het oostelijk deel (raai 1205 - 1326) is de trend negatief. In 2000 is over een groot deel van deze sectie een suppletie uitgevoerd.

In de kustsectie Domburg - Westkapelle (raai 1406 - 1883) is in 2000 een suppletie uitgevoerd. De kustlijn ligt momenteel meestal ruim zeewaarts van de BKL. Alleen in de raaien 1832 - 1883 is de afstand geringer: 4,6 tot 17,2 meter

In de kustsectie Westkapelle - Zoutelande (raai 2195 - 2694) is in 2001 voor een groot deel een suppletie uitgevoerd. In 2002 zal vanaf Zuiderduin tot het bungalowpark het Kustlicht (raai 2408 - 2527) een suppletie worden uitgevoerd.

De kustsectie Zoutelande - Vlissingen (raai 2730 - raai 3380) is in 1998 gesuppleerd. De BKL wordt op zes plaatsen overschreden. In 2002 zal tussen raai 2950 en 3380 een suppletie

worden uitgevoerd. Met het huidige suppletiebeleid kan de BKL zone redelijk in stand worden gehouden. Dit geldt echter niet voor de steile oever beneden de BKL zone, dit kustfundament blijft achteruit gaan. Voor dit probleem wordt thans onderzoek uitgevoerd.

In de kustsectie Badstrand Vlissingen (raai 3400 - 3458) is in 1997 een suppletie uitgevoerd. Voor 2002 staat voor deze sectie weer een suppletie gepland.

### 2003

Het kustvak Walcheren is in de periode 2000-2002 voor een groot deel gesuppleerd: de noordwestkust in 2000 (raai 9.00 t/m 10.65 en 14.06 t/m 18.83) en de zuidwestkust in 2001 (raai 25.41 t/m 26.94) en 2002 (raai 21.95 t/m 25.27 en 29.50 t/m 34.58). De secties van de noordwestkust zullen in 2004 weer aan de beurt komen.

In de kustsectie Breezand (raai 5.40 t/m 8.80) is de BKL op vele plaatsen land- en soms zeewaarts verlegd. De trend in de raaien 5.40 t/m 8.80 varieert van +4 tot -3 meter per jaar. De BKL wordt niet overschreden. In de kustsectie Oranjezon (raai 9.00 t/m 10.65) is de trend negatief van 2 tot 10 meter per jaar. Thans vinden geen overschrijdingen plaats.

In de kustsectie Oranjezon-Oostkappelle (raai 10.85 t/m 11.85) is de trend positief. De BKL wordt niet overschreden.

In de omgeving Domburg (raai 12.05 t/m 13.86) is de trend negatief van ca 1 tot 4 meter per jaar. In de raaien 12.05 t/m 12.45 ligt de kustlijn 7 tot 22 meter van de BKL. De BKL wordt hier niet overschreden. In de kustsectie omgeving Domburg-Westkappelle (raai 14.06 t/m 18.83) is de trend negatief van 2 tot 8 meter per jaar. De BKL in raai 18.32 wordt met 7 meter overschreden.

In de kustsectie Westkappelle-Zoutelande (raai 21.95 t/m 25.27) is in 2002 een strandsuppletie uitgevoerd en vindt hier derhalve geen toetsing plaats. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 25.41 t/m 29.30) is de trend overwegend negatief en varieert tussen ca 0 tot 4 meter per jaar. De BKL wordt hier nergens overschreden. In de kustsectie Groot Valkenisse-Vlissingen (raai 29.50 t/m raai 34.58) is in 2002 een strandsuppletie uitgevoerd en vindt hier geen toetsing plaats.

*Opmerking: Met het huidige suppletiebeleid kunnen we de BKLzone tussen Westkappelle en Vlissingen nu nog in stand houden. Dit geldt echter niet voor het deel beneden de BKL zone. Dit kustfundament blijft achteruit gaan ondanks de kustlijnhandhaving met suppleties. Voor dit probleem wordt thans onderzoek uitgevoerd.*

### 2004

Het kustvak Walcheren is voor het laatst in de periode 2000-2002 voor een groot deel gesuppleerd: de noordwestkust Walcheren in 2000 (raai 900 t/m 1065 en 1406 t/m 1883) en de zuidwestkust Walcheren in 2001 (raai 2541 t/m 2694) en 2002 (raai 2195 t/m 2527 en 2950 t/m 3458).

Langs de noordwest kust van Walcheren is de BKL in slechts 3 afzonderlijke raaien overschreden: raai 940, 1245 en 1832. De trend in de kustlijnligging is afwisselend landwaarts en zeewaarts gericht. De landwaartse trend is het sterkst in de secties Oranjezon (raai 900-1185: tot 10,7 meter per jaar) en Domburg-Westkappelle (raai 1406-1883: tot 7,8

meter per jaar). Langs de noordwestkust van Walcheren zijn in 2004 een aantal suppleties gepland.

De zuidwestkust van Walcheren vanaf de Westkappelse zeedijk tot de boulevard van Vlissingen staat onder invloed van het Oostgat. Deze geul die zich in de loop van de tijd naar de kust toe verplaatst ligt dicht onder de kust. De verplaatsingssnelheid is afgenomen, maar de aanwezigheid aan de geul en de optredende erosie van de onderwateroever leiden tot een zeer stijl profiel van de onderwateroever. Door op deze plek strand- en duinfrontsuppleties uit te voeren kan de kustlijn nu nog worden gehandhaafd. De ontwikkeling van het Oostgat en de zuidwestelijke oever van Walcheren en mogelijke beheersmaatregelen zijn onderwerp van studie in het landelijke onderzoeksprogramma K2005.

De kustlijnontwikkeling in dit kustvak is overal landwaarts gericht (0-7 meter per jaar), het sterkst bij Zoutelande (raai 2622-2680). Het is echter de verwachting dat in ook in 2004 dit kustvak aan de BKL norm blijft voldoen.

Als gevolg van de beheerdersoordelen die in 2003 zijn gegeven naar aanleiding van de verzwaarde randvoorwaarden staat voor de omgeving van raai 3340-3380 een suppletie voor 2004 gepland.

## 2005

In 2004 is de noordwestkust van Walcheren t.p.v. de raaien 880 t/m 1065 en 1469 t/m 1883 gesuppleerd en hier zal derhalve geen toetsing 2005 worden uitgevoerd. Aan de noordkust nabij Breezand treedt kustuitbouw op tot ca. 4 meter per jaar. Alleen nabij de Veerse Dam is enige erosie.

Westelijk van de bij Oranjezon uitgevoerde suppletie, ter hoogte van Oostkapelle, vindt grotendeels kustuitbouw (tot ca. 5 meter per jaar) plaats.

Tussen Oostkapelle en Domburg (tot de andere uitgevoerde suppletie) is het beeld iets gevarieerder. Erosie en aanzanding komen beide in geringe mate voor. Nergens wordt de BKL overschreden.

De zuidwestkust van Walcheren is t.p.v. de raaien 2541 t/m 2694 in 2001 gesuppleerd en t.p.v. de raaien 2195 t/m 2527 en 2950 t/m 3458 in 2002 gesuppleerd. Hier treedt tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 tot raai 2694) kusterosie op tot maximaal 10 meter per jaar. De afstand tussen BKL en TKL is op sommige plaatsen erg klein aan het worden. In 2005 zal er niet gesuppleerd gaan worden.

In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2830) treedt lichte kustuitbouw op van ca 1 tot 3 meter per jaar. Verder zuidwaarts tot aan Vlissingen (raai 3458) is kusterosie van 1 tot 5 meter berekend.

Met het huidige suppletiebeleid kan de BKLzone tussen Westkapelle en Vlissingen nu nog in stand gehouden worden. Dit geldt echter niet voor het deel beneden de BKL zone. Dit kustfundament blijft achteruit gaan ondanks de kustlijnhandhaving met suppleties.

## 2006

De zuidwestkust van Walcheren is voor een klein deel (bij Zoutelande) in 2001 en voor een groter deel (Westkapelle-Zoutelande en Dishoek-Vlissingen) in 2002 gesuppleerd. Tussen

Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt kusterosie op tot 10 meter per jaar. De BKL wordt in een aantal raaien (raai 2408 en 2597 t/m 2635) bijna overschreden.

Tussen Zoutelande en Groot Valkenisse vindt lichte kustuitbouw plaats, maar verder zuidwaarts tot bij Vlissingen (raai 2850 t/m 3458) is een gemiddelde kusterosie berekend van 5 meter per jaar, met uitzondering van raai 3420 (Badstrand Vlissingen) waar erosie van 16 meter per jaar is berekend. Ook in dit kustgedeelte wordt de afstand TKL-BKL in enkele raaien erg klein. In raai 3458 wordt de BKL met circa 5 meter overschreden. Voor het hele kustvak tussen raai 2195 en 3458 is daarom in 2006 een volgende suppletie gepland.

*Opmerking: Met het huidige suppletiebeleid kunnen we de BKLzone tussen Westkappelle en Vlissingen nu nog in stand houden. Dit geldt echter niet voor het deel beneden de BKL zone. Dit kustfundament blijft achteruit gaan ondanks de kustlijnhandhaving met strandsuppleties. Om het zandverlies van het kustfundament beneden de BKL-zone te compenseren is t.p.v. raai 2470 t/m 2730 in 2005, in première, een onderwatersuppletie uitgevoerd, die frequent gemonitord zal worden.*

In 2004 is de noordwestkust van Walcheren t.p.v. raai 880 t/m 1065 en raai 1469 t/m 1883 gesuppleerd. Tussen Domburg en Westkapelle t.p.v raai 1386 t/m 1883 treedt kusterosie op tot ruim 5 meter per jaar. De kustlijn heeft t.o.v. de BKL een overschot van 10 meter (nabij Domburg) tot ruim 50 meter. De BKL wordt niet overschreden. Verder oostwaarts tot Oostkapelle treedt kustuitbouw op tot circa 4 meter per jaar. Tussen Oostkapelle en Oranjezon (t.p.v raai 900 t/m 1065) treedt kusterosie op van ca. 5 tot 10 meter per jaar.

Aan de noordkust nabij Breezand treedt kustuitbouw op tot circa 4 meter per jaar. Ten westen van de Veerse Dam en nabij Oranjezon treedt enige kusterosie op tot circa 5 meter per jaar. De TKL heeft t.o.v. de BKL een overschot van circa 40 tot 140 meter.

## **2007**

Langs de noordwestkust van Walcheren treedt overwegend erosie op. Tussen Oostkapelle en Domburg en ten oosten van Oranjezon bouwt het strand nog steeds uit, als gevolg van zandgolfgedrag. In 1 raai wordt de BKL overschreden.

Ten westen van de Veersedam (raai 580 t/m raai720) erodeert het strand met ca. 5 meter per jaar. Verder westwaarts richting Oranjezon (raai 740 t/m raai 780) bouwt het strand nog steeds uit met enkele meters per jaar. Tussen Oranjezon en Oostkapelle (raai 800 t/m raai 1085) treedt kusterosie op van enkele meters tot ruim 15 meter. De kustlijn heeft t.o.v. de BKL een overschot van ruim 20 meter (t.h.v. het waterwingebied) tot bijna 175 meter. Tussen Oostkapelle en Westhove (raai 1105 t/m raai 1346) is, op enkele raaien na, nog steeds sprake van lichte kustuitbouw.

Tussen Domburg en Westkapelle (raai 1366 t/m raai 1883) treedt kusterosie van ruim 10 meter per jaar op. De BKL wordt in raai 1530 met bijna 5 meter overschreden. De gehele ZW-kust van Walcheren is niet getoetst vanwege een dit jaar daar aangebrachte strandsuppletie.

**2008**

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt overwegend erosie op. Tussen Oostkapelle en Domburg en ten oosten van Oranjezon vindt aanzanding plaats. De BKL wordt in drie raaien overschreden.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de scheepvaartgeulen Oostgat en Sardijngeul. De geul Het Oostgat, die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich, ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties, steeds verder landwaarts. In 2006 is de zuidwestkust van Walcheren van raai 2195 t/m 3458 gesuppleerd.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt erosie op. De BKL wordt niet overschreden. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2830) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts tot aan Vlissingen (raai 2850 t/m 3458) treedt erosie op. De BKL wordt nog nergens overschreden.

Met het huidige suppletiebeleid kan de BKL-zone tussen Westkapelle en Vlissingen nu nog in stand worden gehouden. Dit geldt echter niet voor het deel beneden de BKL-zone. Dit kustfundament blijft achteruit gaan ondanks de strandsuppleties. Om het zandverlies van het kustfundament beneden de BKL-zone te compenseren, is in 2005 van raai 2470 t/m 2730 een vooroeversuppletie uitgevoerd. Deze wordt met een hoge frequentie gemonitord waarbij de eerste resultaten positief lijken te zijn.

**2009**

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt erosie op. Tussen Oostkapelle en Domburg en ten oosten van Oranjezon vindt aanzanding plaats. In 2008 zijn raaien 860 t/m 1070 en 1400 t/m 1633 gesuppleerd. Deze raaien zijn daarom niet getoetst.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2006 is het strand van de zuidwestkust van Walcheren van raai 2195 t/m 3458 gesuppleerd. Tevens is in 2005 ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie uitgevoerd en staat voor 2009/2010 een verlenging van deze geulwandsuppletie tot aan Westkapelle gepland.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt erosie op. Maar de BKL wordt hier niet overschreden. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts tot aan Vlissingen (raai 2850 t/m 3458) treedt erosie op. De BKL wordt nergens overschreden.

**2010**

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt erosie op. Tussen Oostkapelle en Domburg en ten oosten van Oranjezon vindt aanzanding plaats. In 2008 zijn raaien 860 t/m 1070 en 1400 t/m 1633 gesuppleerd. In 2009 is tevens de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties. In 2006 is het strand van de zuidwestkust van Walcheren van raai 2195 t/m 3458 gesuppleerd.

Tevens is in 2005 ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie richting Westkapelle uitgevoerd. Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2660) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts tot aan Vlissingen (raai 2970 t/m 3458) treedt erosie op. De BKL wordt nergens overschreden, de eerste overschrijdingen treden op in de loop van 2010.

## 2011

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt op een aantal plaatsen erosie op. Tussen Oostkapelle en Domburg en ten oosten van Oranjezon vindt aanzanding plaats. In 2008 zijn raaien 860 t/m 1070 en 1400 t/m 1633 gesuppleerd.

In 2008 is tevens de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. Afhankelijk van een zeewaartse herziening van de BKL als gevolg van de zeewaartse versterking worden in de komende jaren wel overschrijdingen verwacht ter plaatse van de versterking.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties. In 2006 is het strand van de zuidwestkust van Walcheren van raai 2195 t/m 3458 gesuppleerd. Tevens is in 2005 ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie richting Westkapelle uitgevoerd.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2677) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts tot aan Vlissingen (raai 2970 t/m 3458) treedt erosie op. De BKL wordt nergens overschreden, de eerste overschrijdingen treden op in de loop van 2011. In het suppletieprogramma 2011 zijn bij Domburg en Zuidwest Walcheren strandsuppleties gepland.

## 2012

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt op een aantal plaatsen erosie op. Tussen Oostkapelle en Domburg en ten oosten van Oranjezon vindt aanzanding plaats. In 2008 zijn raaien 860 t/m 1070 en 1400 t/m 1633 gesuppleerd. Ondanks de suppletie in 2008 is de BKL in raai 1530 overschreden en zal worden overschreden ook in de raaien 1509 (2012) en 1550 (ca. 2013). In het suppletieprogramma 2011 (uitvoeringsjaar 2012) is een strandsuppletie opgenomen van raai 1489 t/m 1632.



In 2008 is tevens de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. Afhankelijk van een zeewaartse herziening van de BKL als gevolg van de zeewaartse versterking worden in de komende jaren wel overschrijdingen verwacht ter plaatse van de versterking.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie richting Westkapelle uitgevoerd. In 2006 is het strand van de zuidwestkust van Walcheren van raai 2195 t/m 3458 gesuppleerd.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2677) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts tot aan Vlissingen (raai 2970 t/m 3458) treedt erosie op. De BKL wordt nergens overschreden, de eerste overschrijdingen treden op in de loop van 2012. In het suppletieprogramma 2011 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties uitgevoerd.

### 2013

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt overwegend erosie op. Er vindt lichte aanzanding plaats ter hoogte van het strand Breezand en tussen Oostkapelle en Westhove. De BKL is in drie raaien overschreden: 1509, 1530 en 1550. Echter in 2012 is een strandsuppletie uitgevoerd van raai 1489 t/m raai 1632. Omdat deze suppletie is uitgevoerd na de Jarkusmeting is het effect van de suppletie nog niet zichtbaar. Verder naar het westen ter plaatse van Golflinks is aanzanding gemeten van gemiddeld 4 meter per jaar.

In 2008 is tevens de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. In raai 1755 t/m raai 1883, waar de BKL is herzien, treedt erosie op tot ca. 16 meter per jaar, maar de BKL is nog niet overschreden. De eerste overschrijdingen ter plaatse van de versterking worden verwacht vanaf 2013. In raai 1905 en 1907 is een nieuwe BKL vastgesteld.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie (2,5 mln m<sup>3</sup> zand) uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie (6,2 mln m<sup>3</sup> zand) richting Westkapelle uitgevoerd.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts richting Westduin (raai 2910 t/m 3226) treedt erosie op. Tussen Westduin en Vlissingen treedt overwegend lichte aanzanding op. De BKL wordt op 1 januari 2013 nergens overschreden. In 2011 zijn op Zuidwest Walcheren tussen Dishoek en Vlissingen strandsuppleties uitgevoerd. In het suppletieprogramma 2012-2015 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties gepland in 2015-2016.

**2014**

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt overwegend erosie op. Er vindt lichte aanzanding plaats ter hoogte van het strand Breedzand en tussen Oostkapelle en Westhove. De BKL is in één raai overschreden: 1530. Vanaf 2016 wordt ook overschrijding van de BKL verwacht in de omliggende raaien. In 2012 is een strandsuppletie uitgevoerd van raai 1489 t/m raai 1632. Verder naar het westen ter plaatse van Golflinks is aanzanding gemeten van gemiddeld 4 meter per jaar.

In 2008 is tevens de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. In raai 1755 t/m raai 1883, waar de BKL is herzien, treedt erosie op tot ca. 13 meter per jaar. De eerste overschrijdingen ter plaatse van de versterking worden verwacht vanaf 2014. In raai 1905 en 1907 is een nieuwe BKL vastgesteld.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en de boulevard van Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatst zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie (2,5 mln m<sup>3</sup> zand) uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie (6,2 mln m<sup>3</sup> zand) richting Westkapelle uitgevoerd.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2713 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts richting Westduin (raai 2910 t/m 3226) treedt erosie op. Tussen Westduin en Vlissingen treedt overwegend lichte aanzanding op. De BKL wordt op 1 januari 2014 nergens overschreden, de eerste overschrijdingen worden verwacht in 2016. In 2011 zijn op Zuidwest Walcheren tussen Dishoek en Vlissingen strandsuppleties uitgevoerd. In het suppletieprogramma 2012-2015 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties gepland in 2015-2016.

**2015**

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt overwegend erosie op. Er vindt lichte aanzanding plaats in het oosten, ter hoogte van het strand Breezand en tussen Oostkapelle en Domburg. De BKL wordt bij Domburg overschreden in raai 1509 en 1530. Vanaf 2016 wordt ook overschrijding van de BKL verwacht in raai 1550. In 2012 is een strandsuppletie uitgevoerd van raai 1489 t/m raai 1632. Ten westen van Domburg richting Golflinks treedt lichte aanzanding op.

In 2008 is de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. In raai 1755 t/m raai 1883, waar de BKL is herzien, treedt erosie op tot ca. 12 meter per jaar. De eerste overschrijdingen ter plaatse van de versterking treden op in raai 1832, 1870 en 1883. Vanaf 2016 ook in raai 1905 en 1927. In raai 1905 en 1927 is in 2012 een nieuwe BKL vastgesteld.

In 2015 is ter hoogte van Domburg een strandsuppletie gepland van raai 1448 t/m 1632. In de laatste uitvoeringscyclus 2015/2016 van het meerjaren programma 2012 - 2015 zijn tevens vooroeversuppleties gepland bij Domburg (raai 1448 t/m 1632) en ter hoogte van de Westkappelse Zeedijk (raai 1755 t/m 2215).

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en het Badstrand Vlissingen. In dit kustvak vindt al eeuwenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust

liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatste zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie (2,5 mln m<sup>3</sup> zand) uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie (6,2 mln m<sup>3</sup> zand) richting Westkapelle uitgevoerd. Deze geulwandsuppleties hebben een stabiliserend effect op de landwaartse geulwand tussen Westkapelle en Zoutelande.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2694) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2677 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts richting Vlissingen treedt overwegend erosie op. De eerste overschrijding wordt verwacht in 2015 (raai 2990).

In 2010/2011 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties uitgevoerd. In het suppletieprogramma 2012-2015 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties gepland in 2015/2016.

## 2016

Langs de noordwestkust Walcheren (raai 540 t/m 1883) treedt overwegend erosie op. Er vindt lichte aanzanding plaats in het oosten, ter hoogte van het strand Breezand (raaien 540 en 560) en tussen Breezand en Oostkapelle (raaien 820 t/m 880). Van raai 1045 t/m raai 1406 is er een zeewaartse trend op raai 1265 na.

Rond Domburg (raai 1428 t/m 1612) is er een landwaartse trend. De BKL wordt hier alleen bij raai 1530 in 2018 overschreden. In 2014 is een strandsuppletie uitgevoerd van raai 1469 t/m raai 1612 en in 2015 is een strandsuppletie uitgevoerd voor de raaien 1755 t/m 1948. De raaien 1632 t/m 1735 hebben een zeewaartse trend en de raaien 1755 tot aan de Westkappelse zeedijk hebben een landwaartse trend. De BKL is in 2012 herzien voor de raaien 1755 t/m 1883, 1905 en 1927. In de raaien 1870 en 1883 wordt de BKL in respectievelijk 2019 en 2017 overschrijden.

In 2008 is de zeewaartse versterking van de Westkappelse zeedijk uitgevoerd. In het meerjarensuppletieprogramma 2012-2015 zijn twee vooroeversuppleties gepland bij Domburg (raai 1448 t/m 1632) en ter hoogte van de Westkappelse Zeedijk (raai 1755 t/m 2215). In het meerjarensuppletieprogramma 2016 -2019 staan er voor de periode 2019/2020 twee strandsuppleties gepland bij Domburg en bij de Westkappelse Zeedijk.

Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en het Badstrand Vlissingen. In dit kustvak vindt al jarenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatste zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie (2,5 mln m<sup>3</sup> zand) uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie (6,2 mln m<sup>3</sup> zand) tot Westkapelle uitgevoerd. Deze geulwandsuppleties hebben een stabiliserend effect op de landwaartse geulwand tussen Westkapelle en Zoutelande.

Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2660) treedt erosie op. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2660 t/m 2790) treedt lichte aanzanding op. Verder zuidwaarts richting Vlissingen treedt overwegend erosie op. De eerste overschrijding wordt verwacht in 2016 (raai 2990 en 3010). De raaien 3202 en 3215 worden overschreden

in respectievelijk 2018 en 2019. In het suppletieprogramma 2012-2015 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties gepland in 2015/2016 tussen de raaien 2195-2694 en 2950-3458.

## 2017

Walcheren ligt op dit moment voldoende in het zand. Dit is het gevolg van het uitgevoerde onderhoud vanuit het reguliere suppletieprogramma.

### Noordwest Walcheren (raai 540 - 1990)

Langs de noordwestkust Walcheren, van Breezand tot Domburg, treedt afwisselend lichte erosie (raaien 580 t/m 760, 900 t/m 1025, 1145, 1165, 1265 en 1428) en lichte aanzanding op (540, 560, 780 t/m 880, 1045 t/m 1125, 1185 t/m 1245, 1286 t/m 1406, 1448 en 1469).

Ter hoogte van Domburg is de trend landwaarts. De BKL wordt naar verwachting in drie raaien overschreden (raai 1530 in 2017, raai 1509 en 1550 in 2019).

Van raai 1653 t/m 1735 vindt lichte aanzanding plaats door een zeewaartse trend van gemiddeld 3 m/jaar. Van 1755 t/m 1927 is de trend, gemiddeld 6 m/jaar, landwaarts met een piek bij raai 1814 t/m 1883. Tussen 2017 en 2020 zullen er overschrijdingen van de BKL zijn tussen raai 1850 en 1905. De BKL is in 2012 herzien voor de raaien 1755 t/m 1883, 1905 en 1927. In 2014 en 2015 zijn twee strandsuppleties uitgevoerd van raai 1469 t/m 1612 en van 1755 t/m 1948.

De twee vooroeversuppleties bij Domburg (raai 1448 t/m 1632) en bij de Westkappelse Zeedijk (raai 1755 t/m 2215) worden naar verwachting in 2017 uitgevoerd. Verder zijn in 2019/2020 twee strandsuppleties gepland bij Domburg en bij de Westkappelse Zeedijk.

### Zuidwest Walcheren (raai 2195 - 3458)

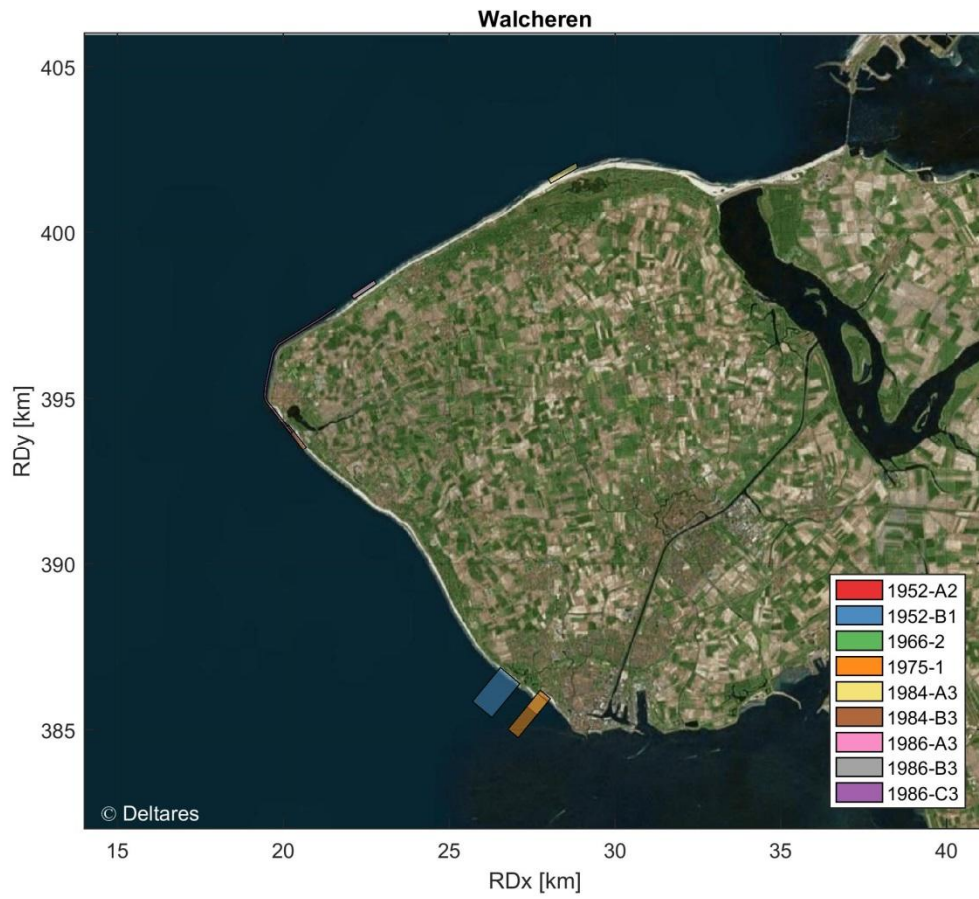
Het zuidwestelijke deel van Walcheren ligt tussen de Westkappelse Zeedijk en het Badstrand Vlissingen. In dit kustvak vindt al jarenlang structurele erosie plaats. Parallel aan de kust liggen aan elkaar geschakeld de getijdengeulen Oostgat en Sardijngeul. Het Oostgat, een geul die een kortsluiting vormt tussen de Oosterschelde en Westerschelde, verplaatste zich steeds verder landwaarts ondanks de regelmatig uitgevoerde strandsuppleties.

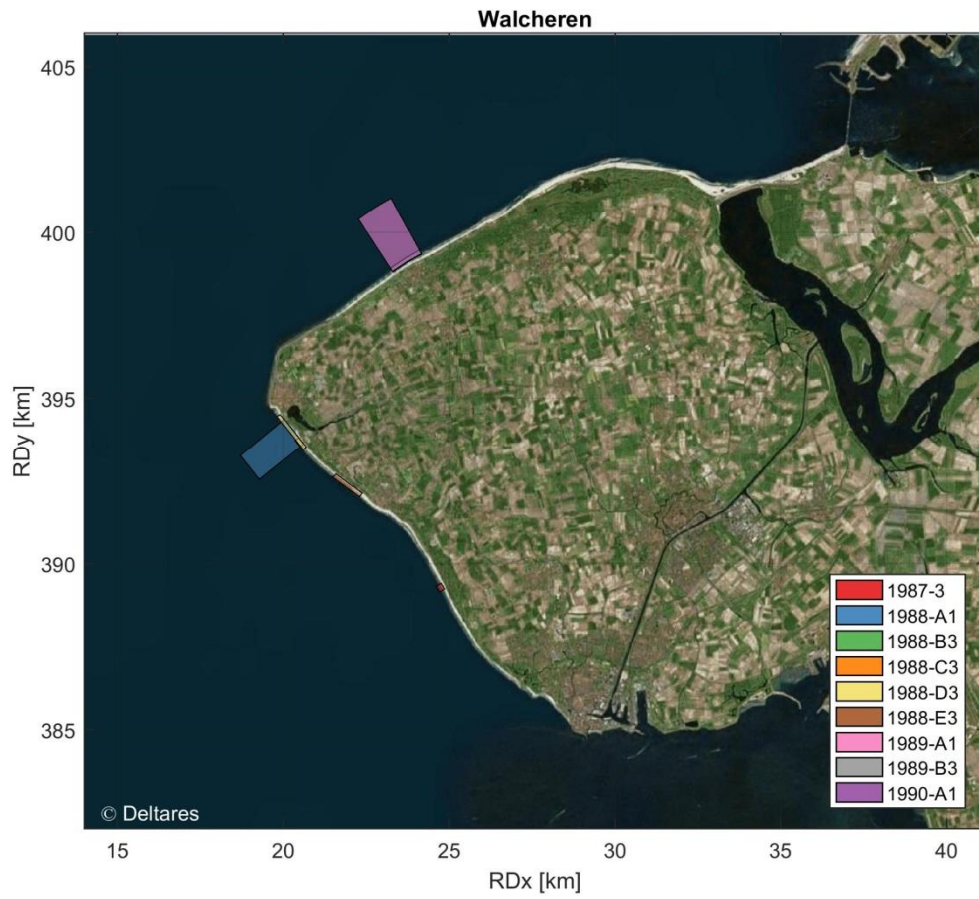
In 2005 is ter hoogte van Zoutelande een geulwandsuppletie (2,5 mln m<sup>3</sup> zand) uitgevoerd en is in 2009 een verlenging van de geulwandsuppletie (6,2 mln m<sup>3</sup> zand) tot Westkapelle uitgevoerd. Deze geulwandsuppleties hebben een stabiliserend effect op de landwaartse geulwand tussen Westkapelle en Zoutelande.

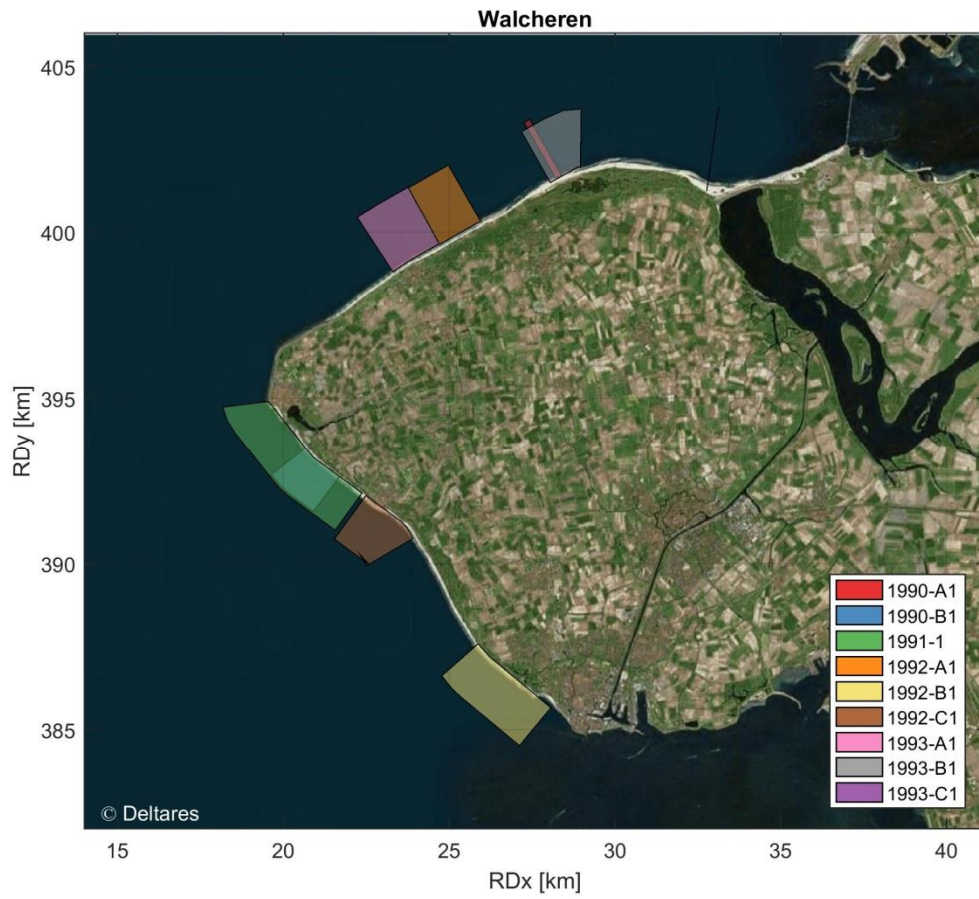
Tussen Westkapelle en Zoutelande (raai 2195 t/m 2660) is een landwaartse trend zichtbaar van gemiddeld 3 m/jaar. In het kustgedeelte tussen Zoutelande en Groot Valkenisse (raai 2660 t/m 2790) treedt lichte aanzanding (circa 1 m/jaar) op als gevolg van een zeewaartse trend. Verder zuidwaarts richting Vlissingen is de trend weer landwaarts.

De BKL laat in de raaien 2990 en 3010 een overschrijding zien. Na de jaarlijkse kustmetingen van 2016 zijn op Zuidwest Walcheren strandsuppleties uitgevoerd tussen de raaien 2195 - 2694 en 2950 - 3458. De verwachting is dat deze suppleties de kustlijn hebben hersteld en er geen BKL overschrijdingen meer zijn.

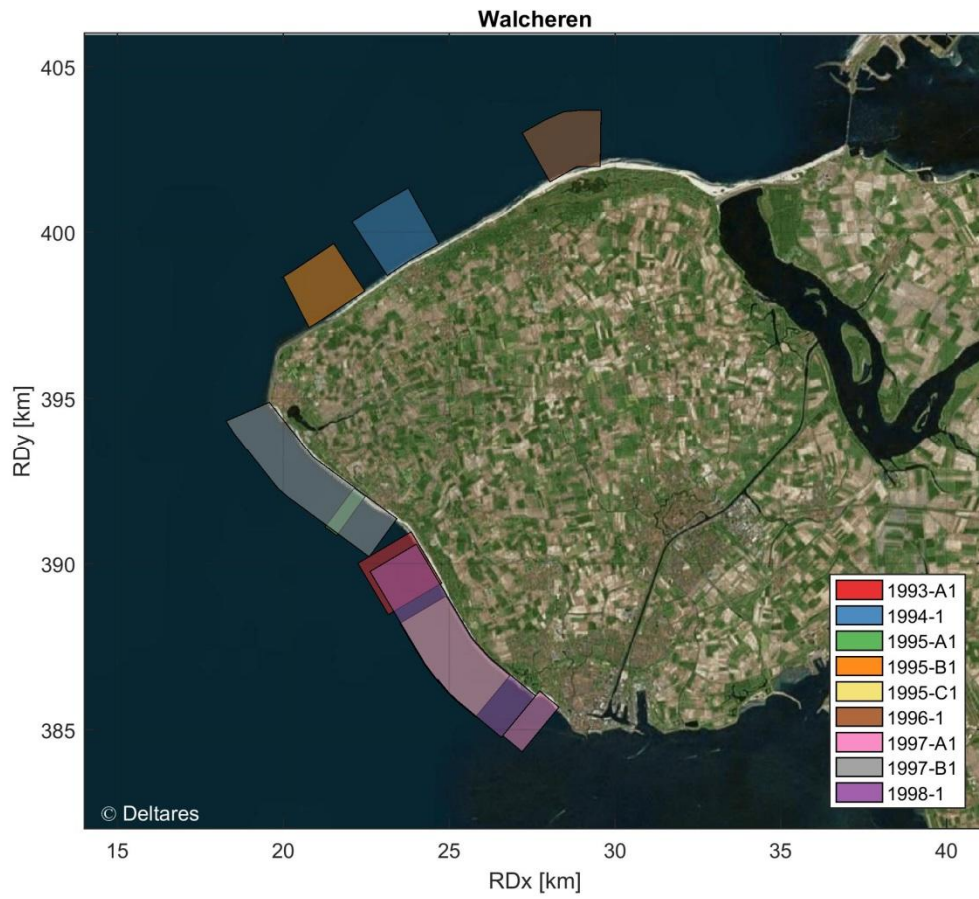
## **B Suppletieoverzicht Kustvak Walcheren (1952-2016)**

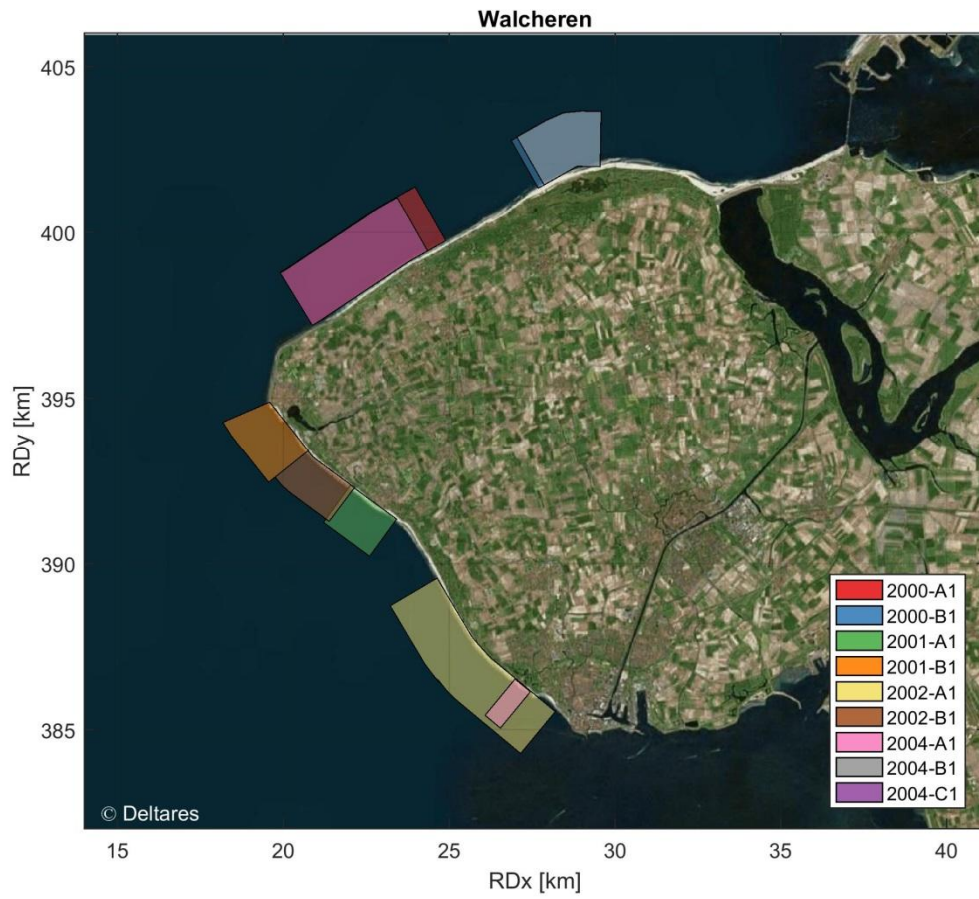


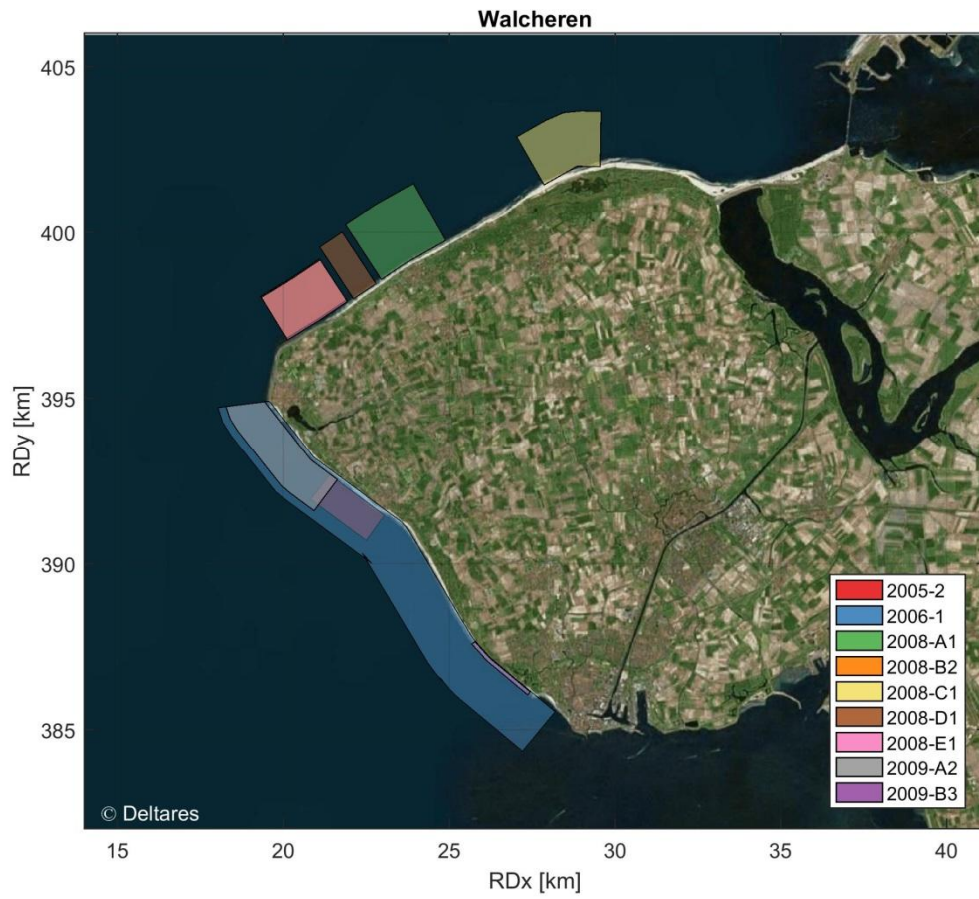


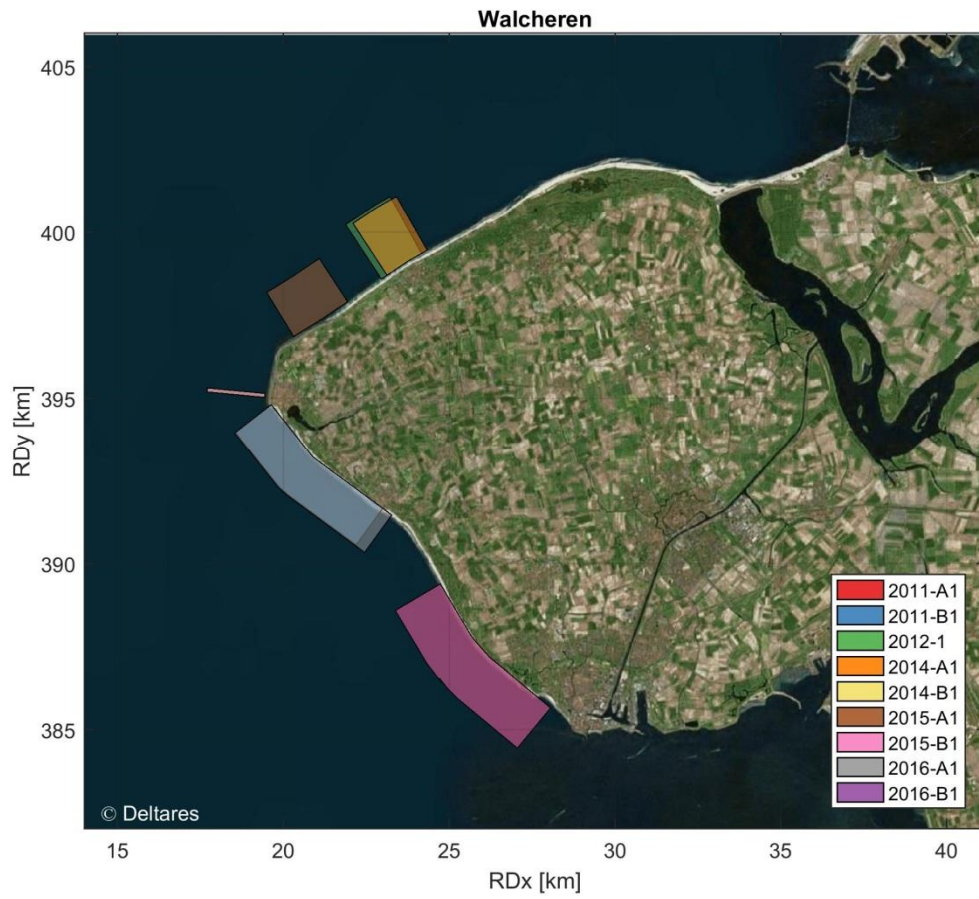


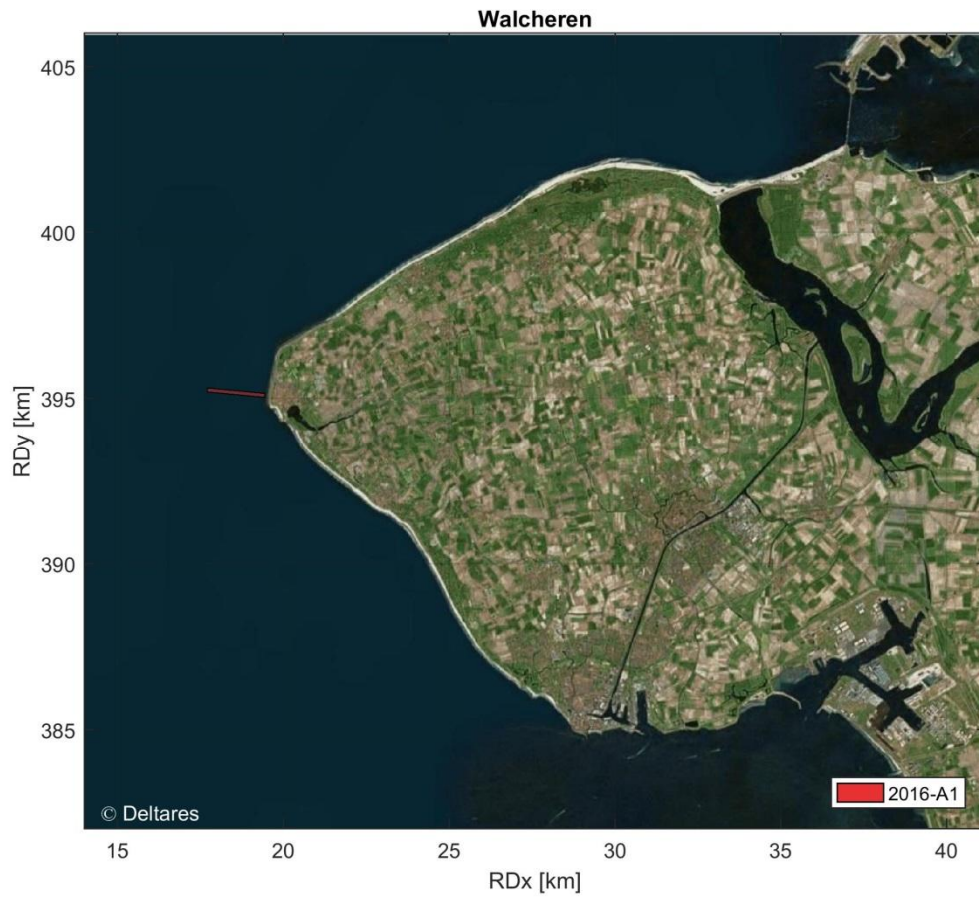




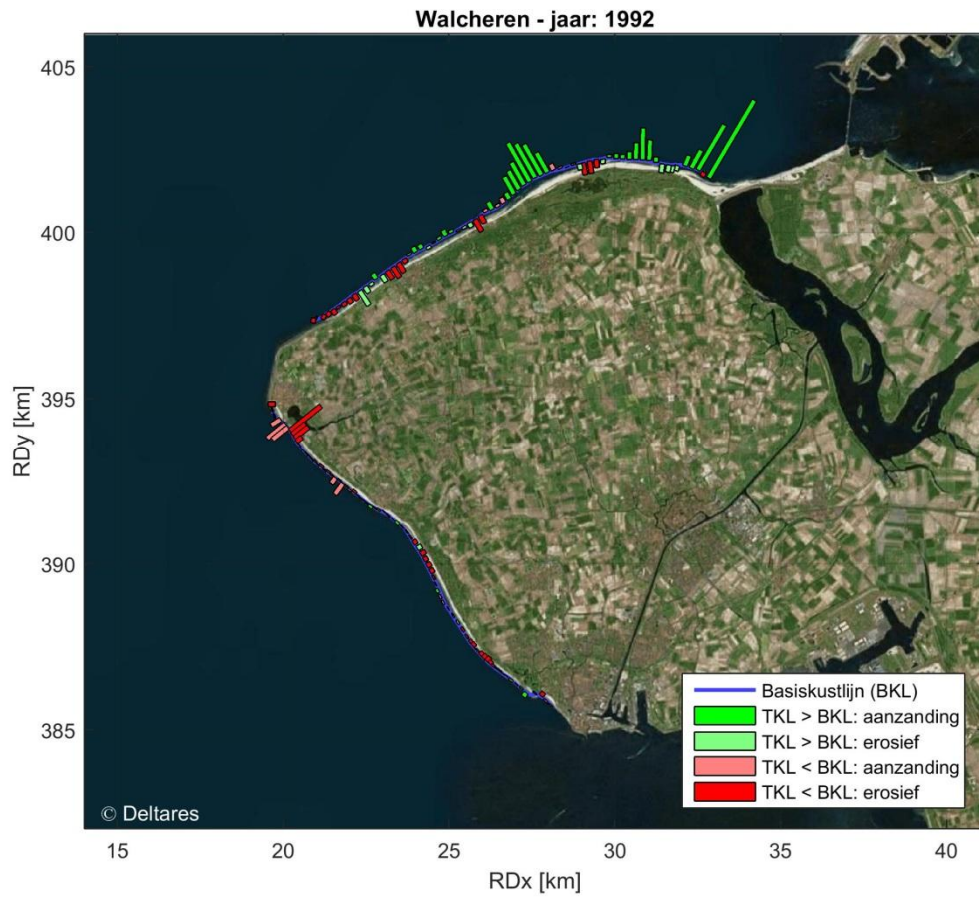


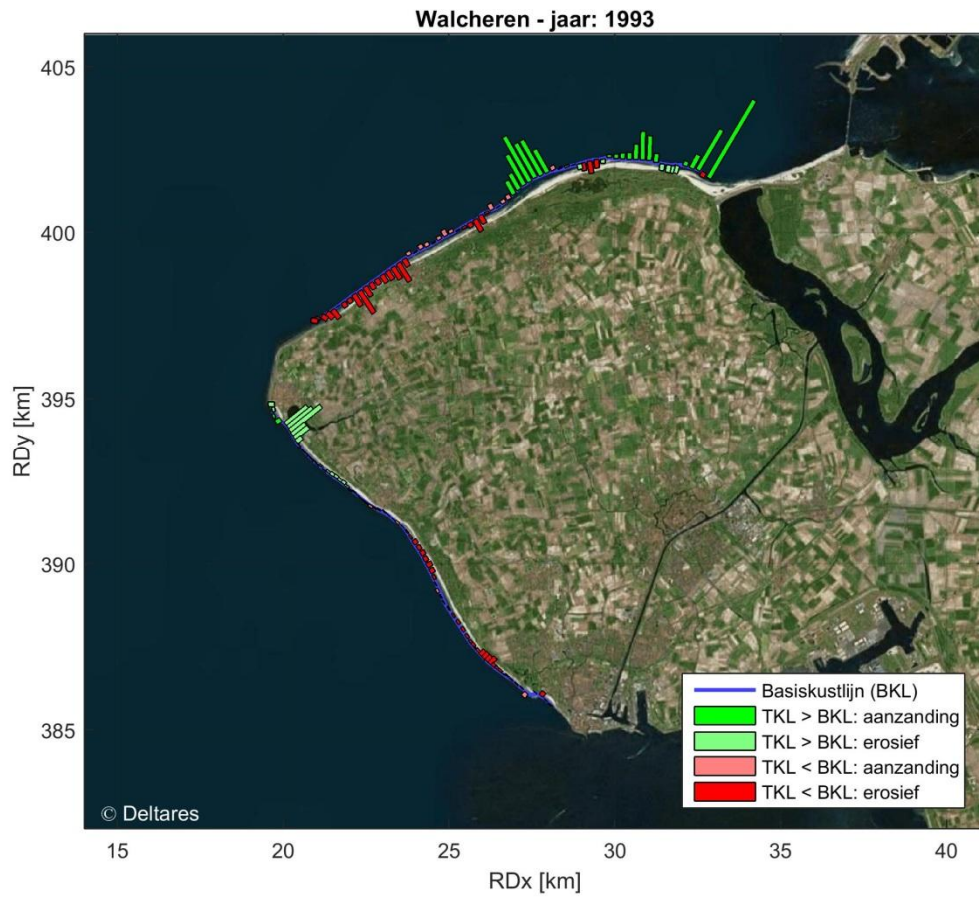




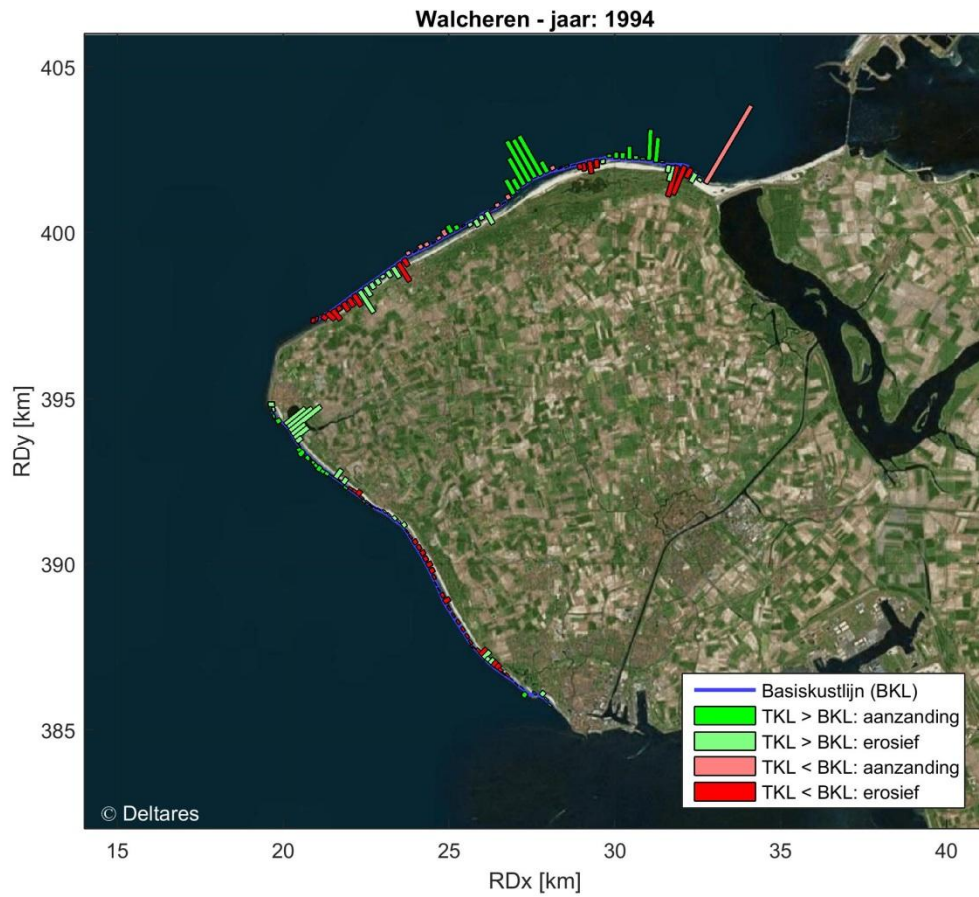


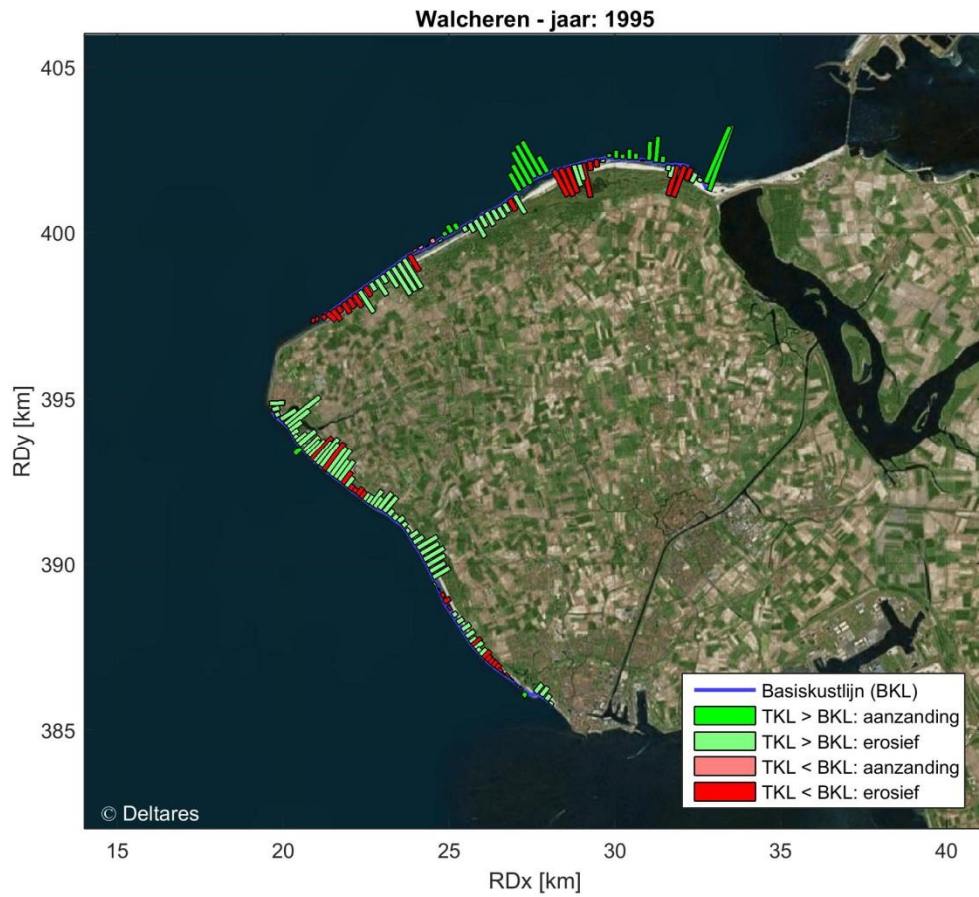
## **C Kustlijnindicatoren Kustvak Walcheren (1995-2015)**

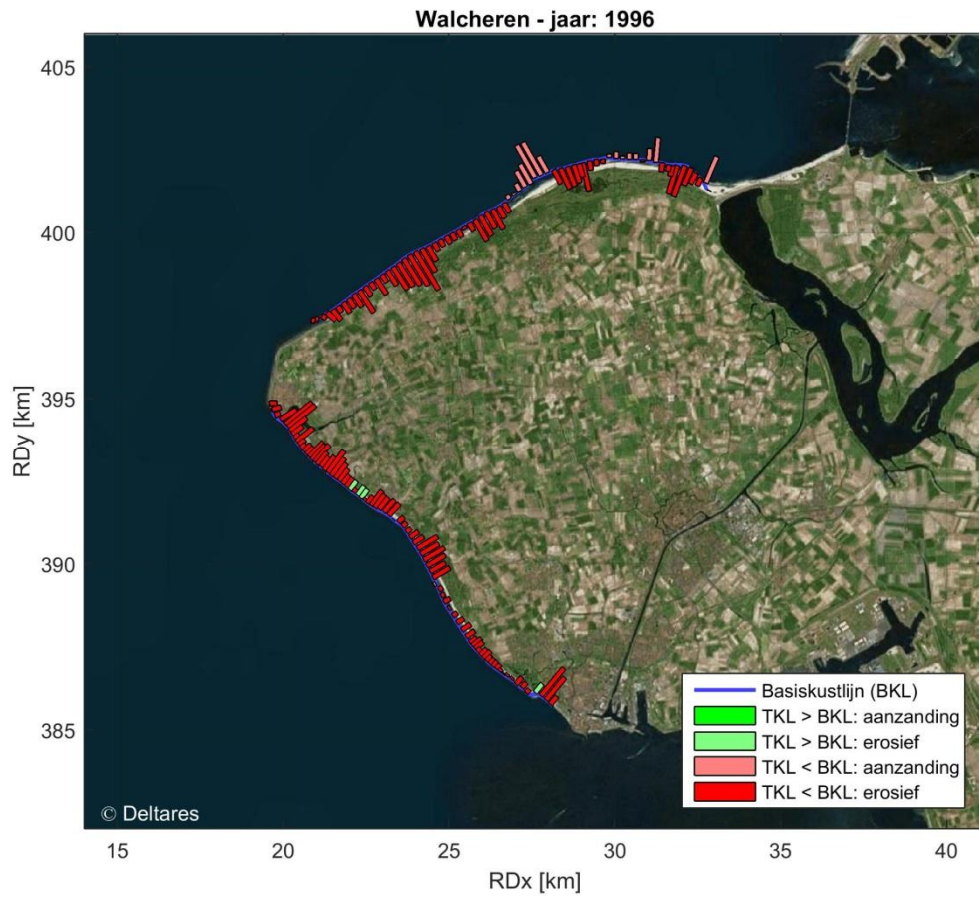


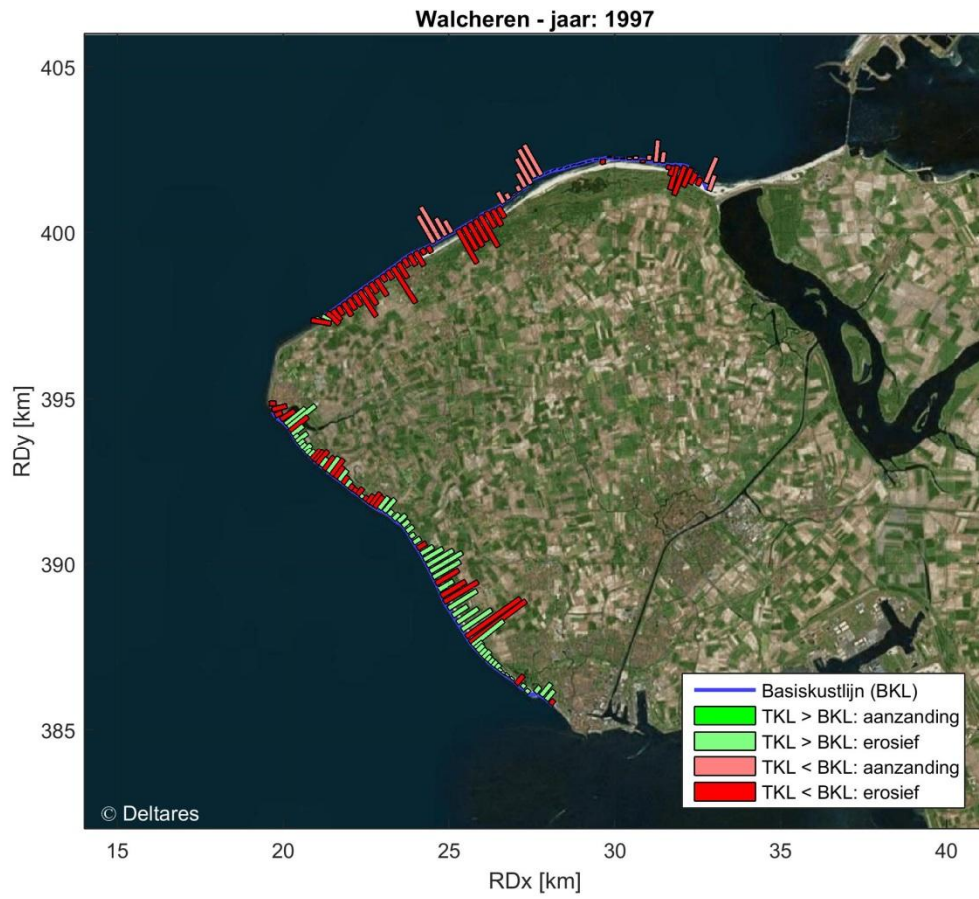


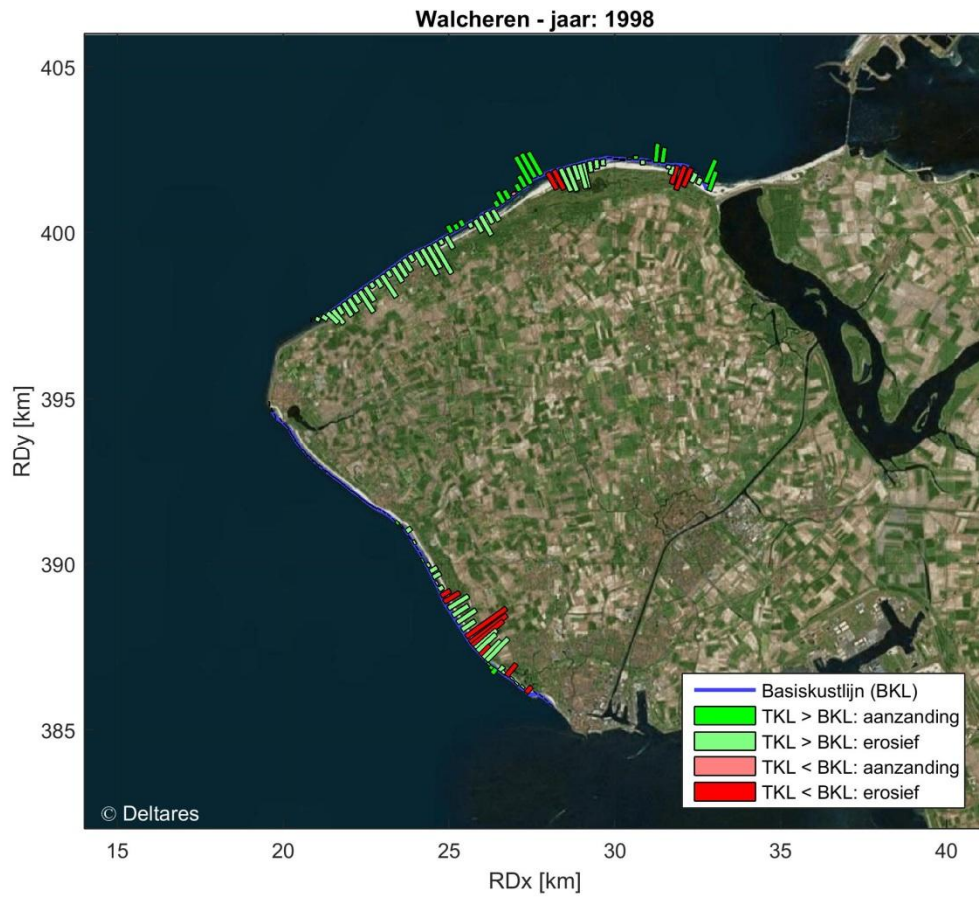


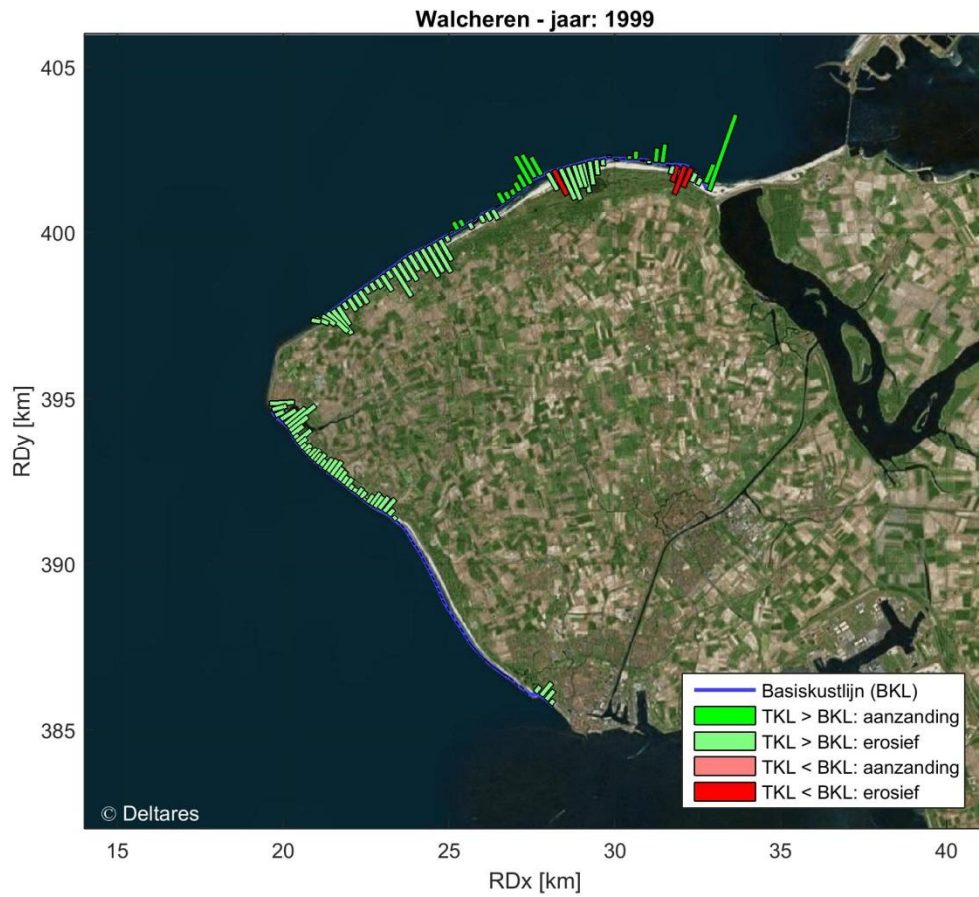


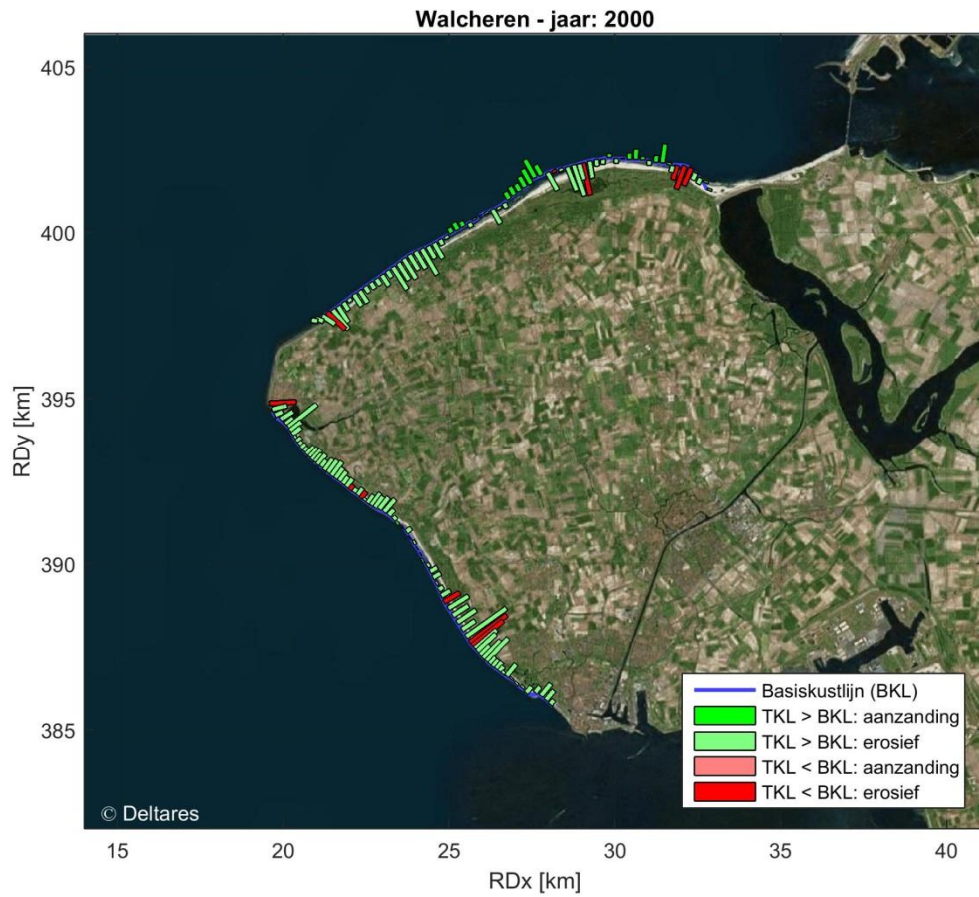


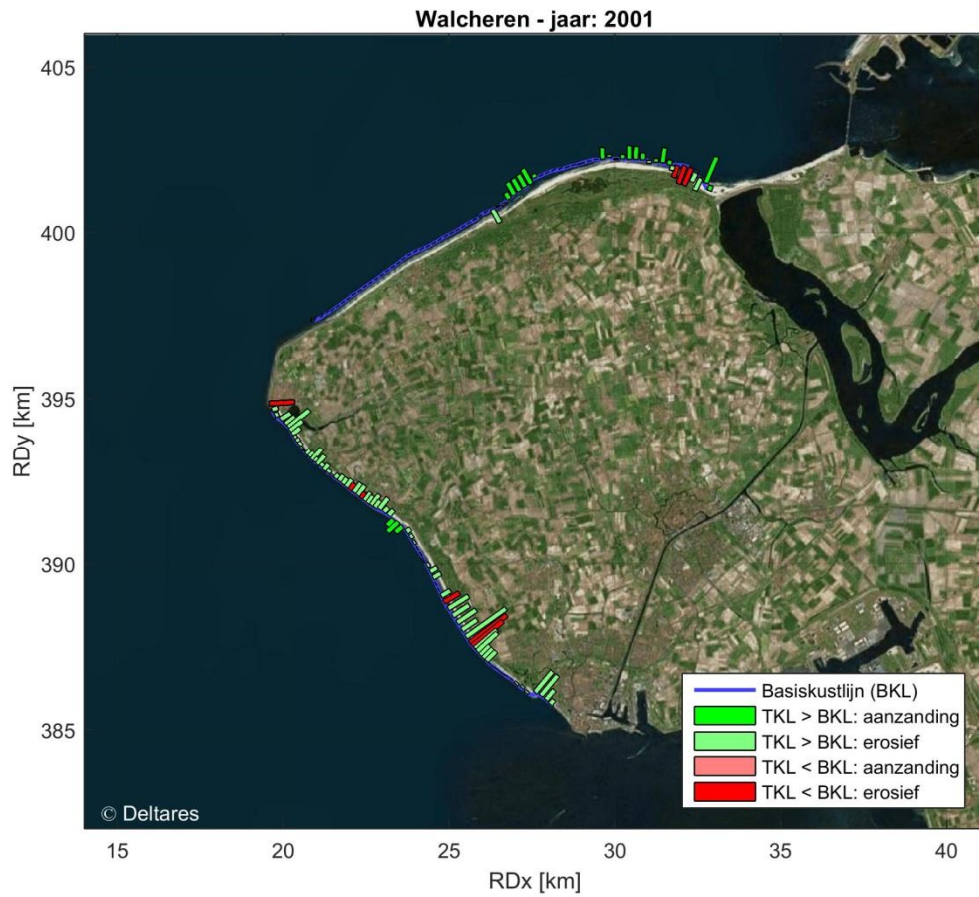




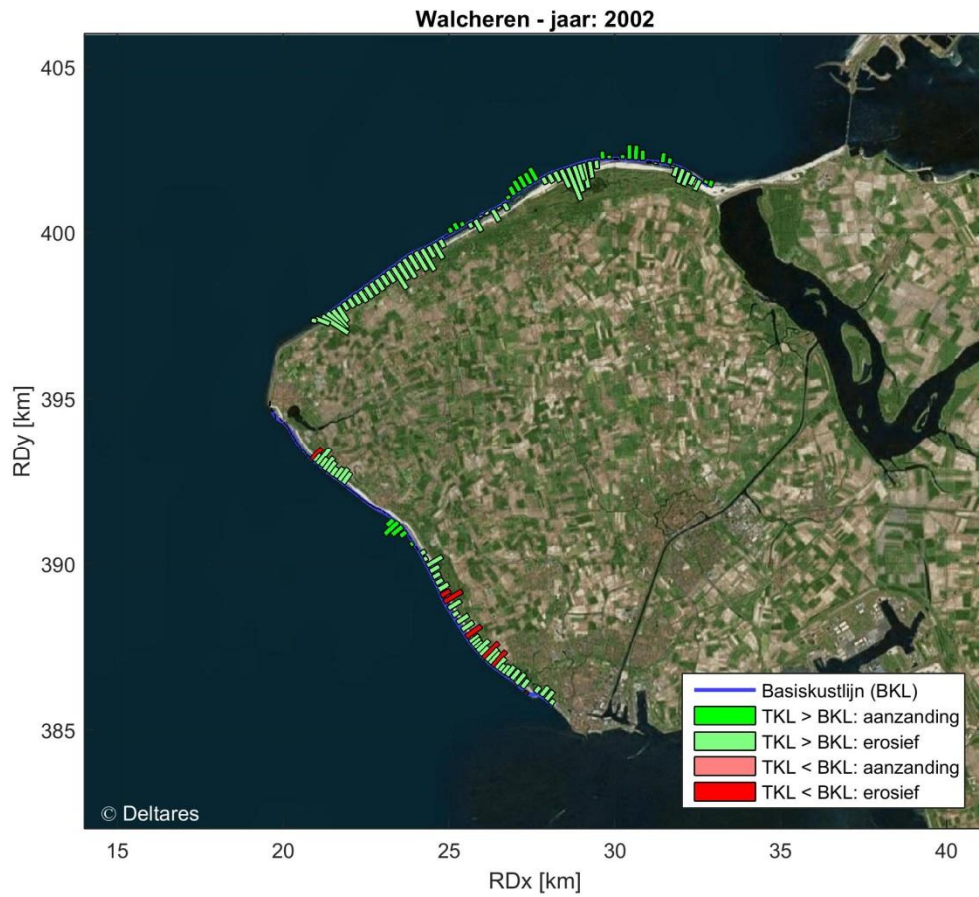


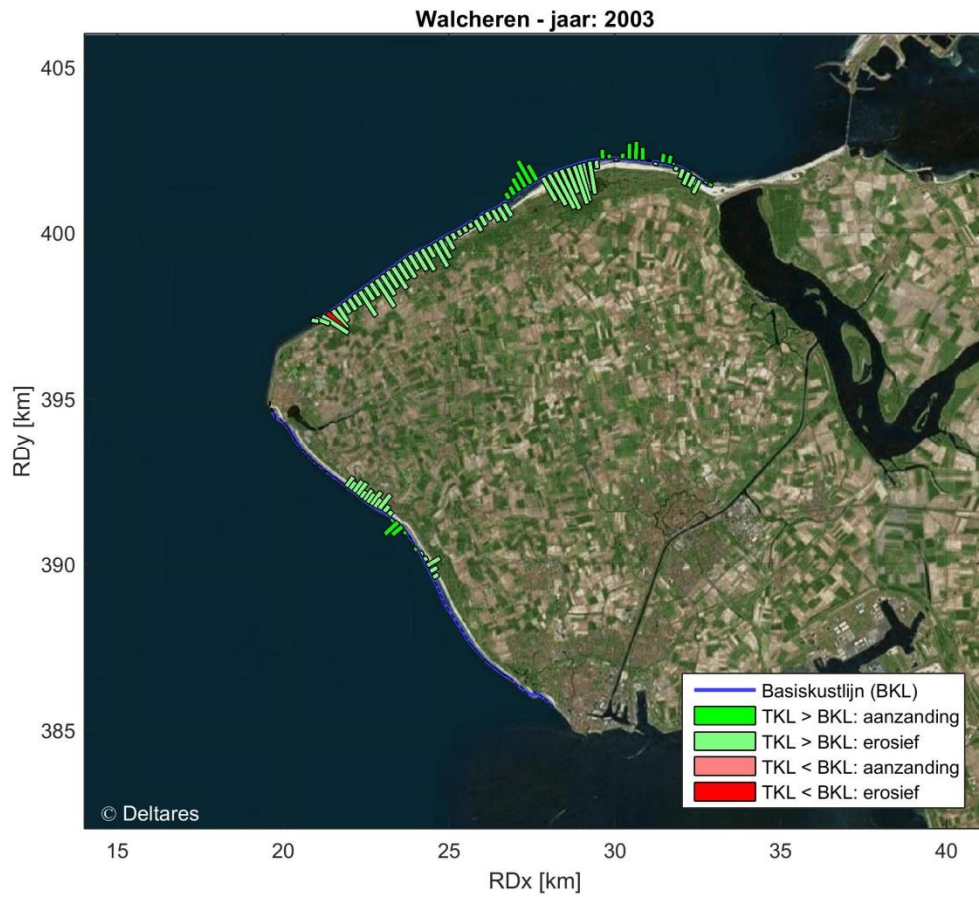


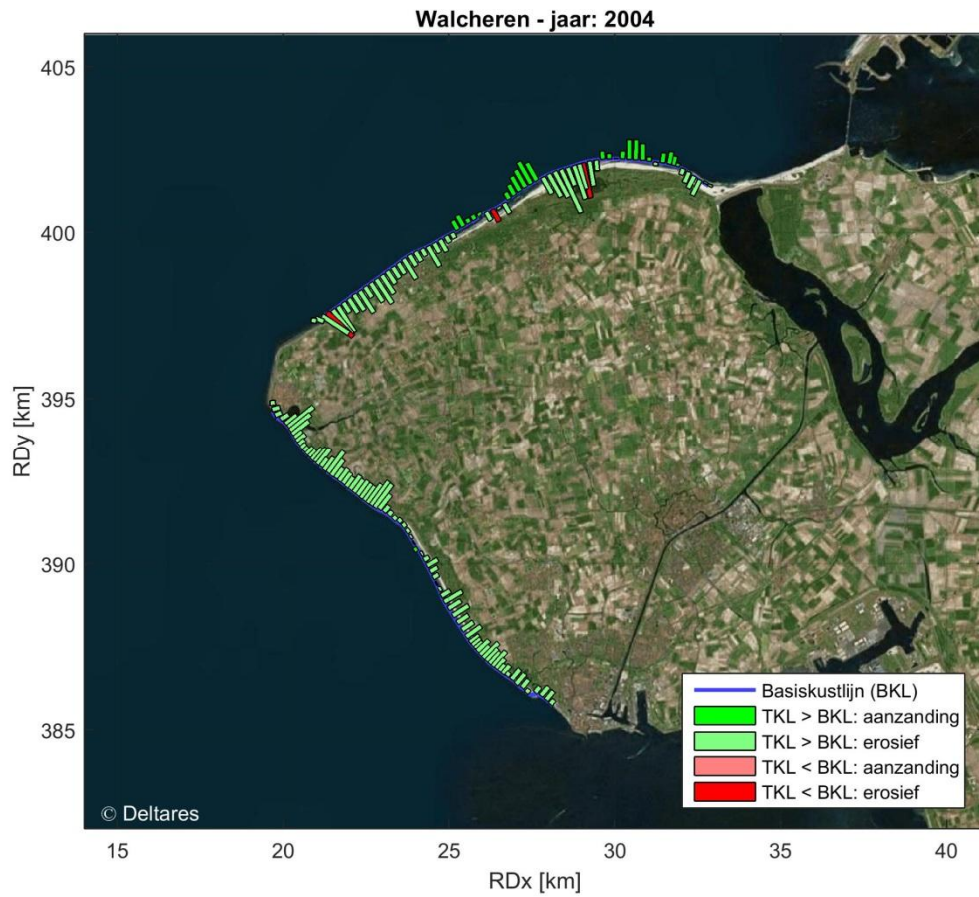


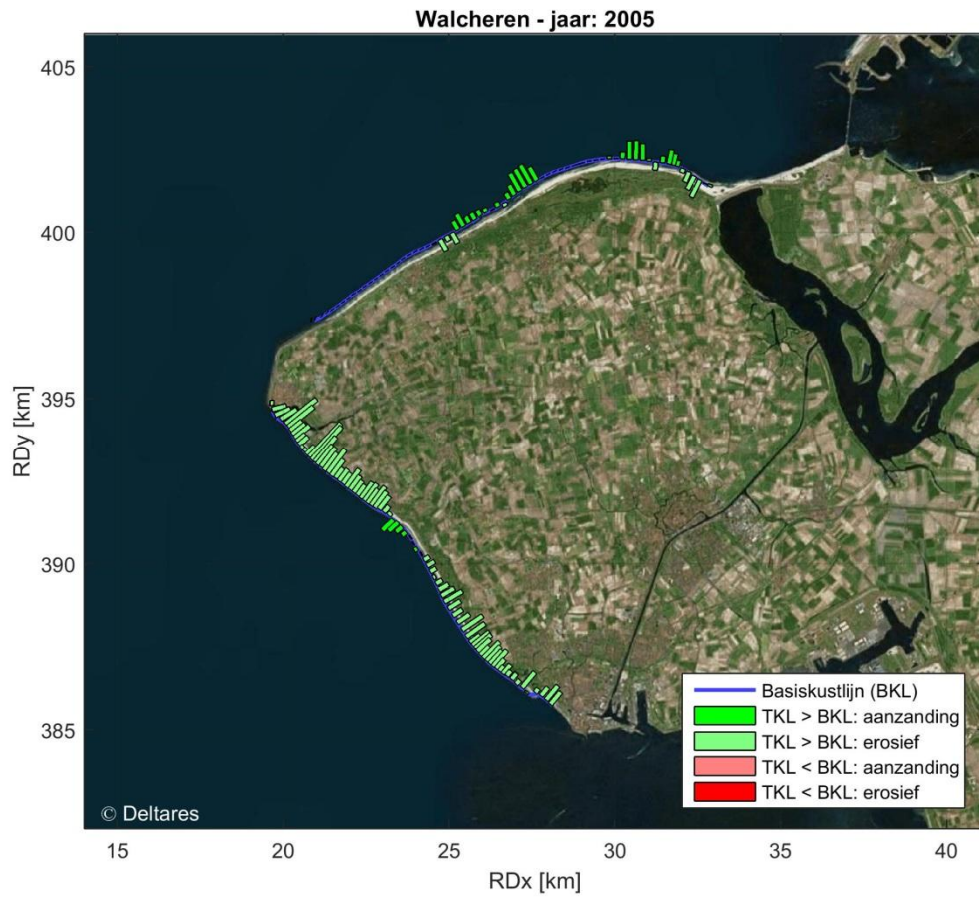


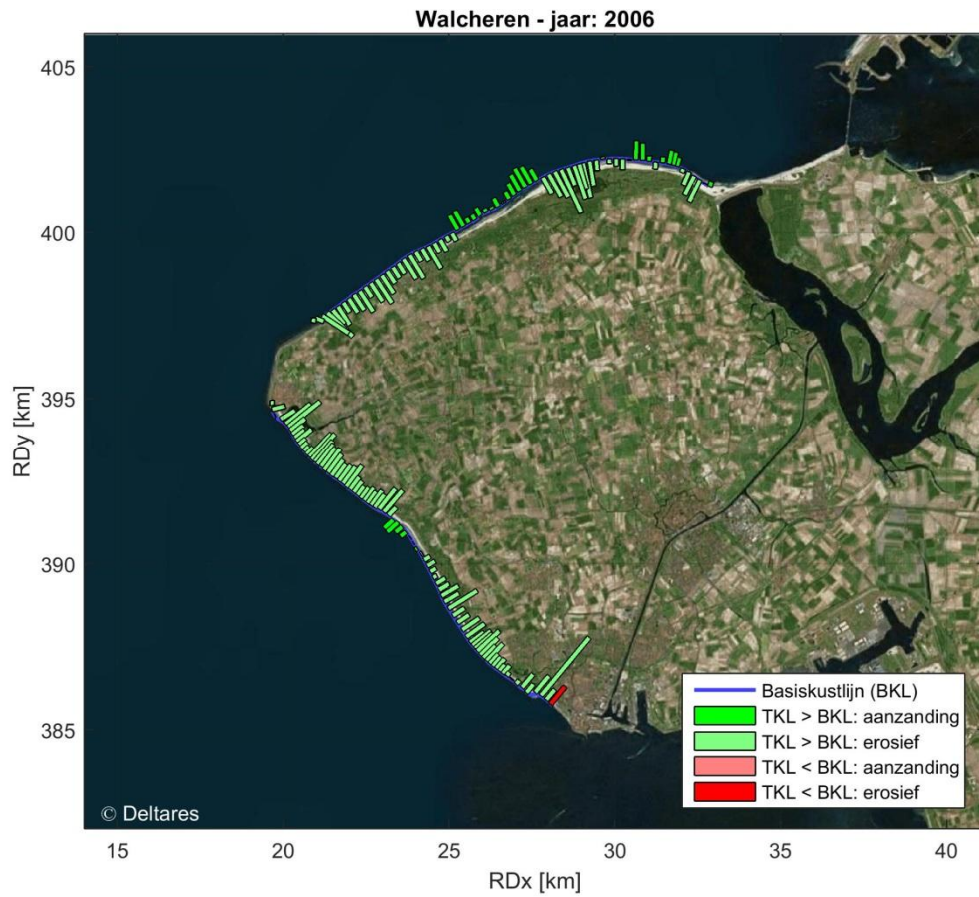


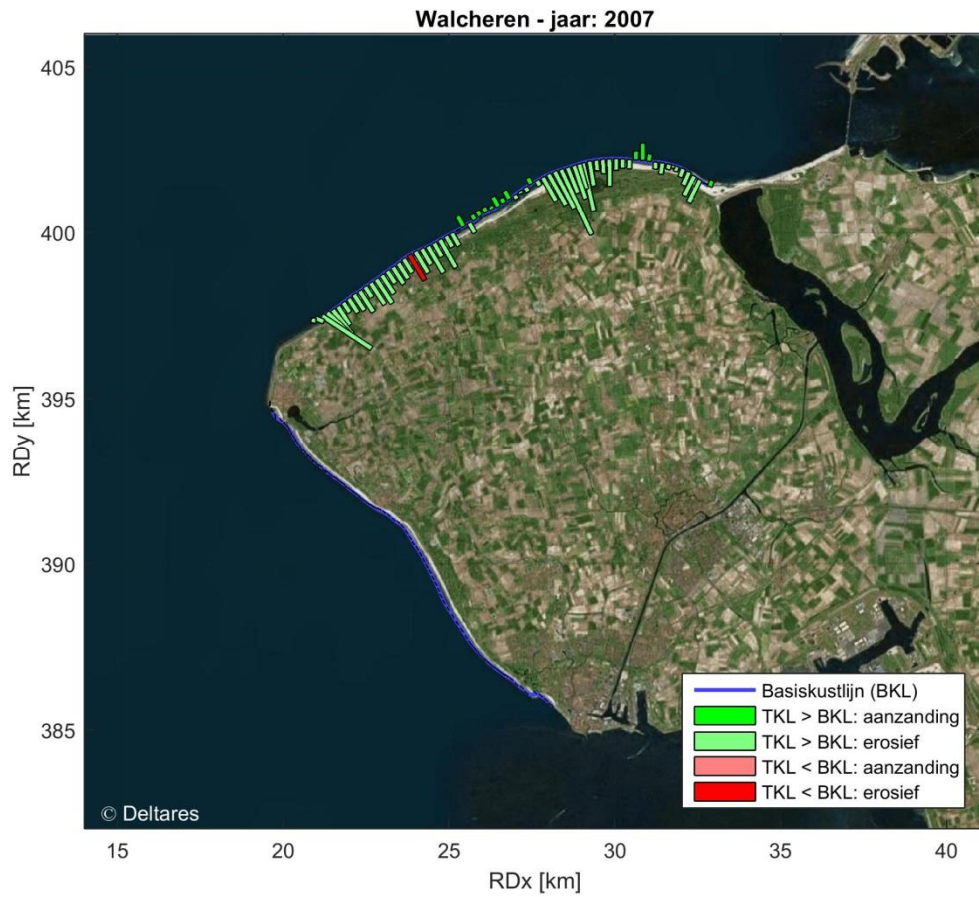


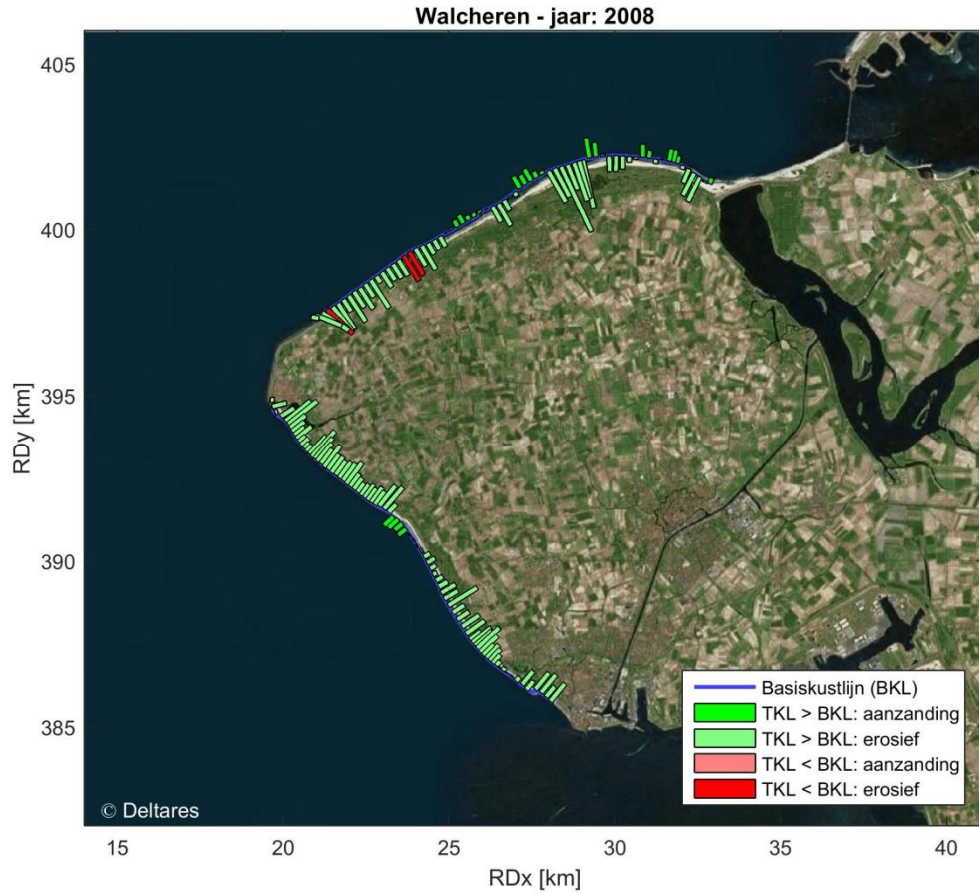


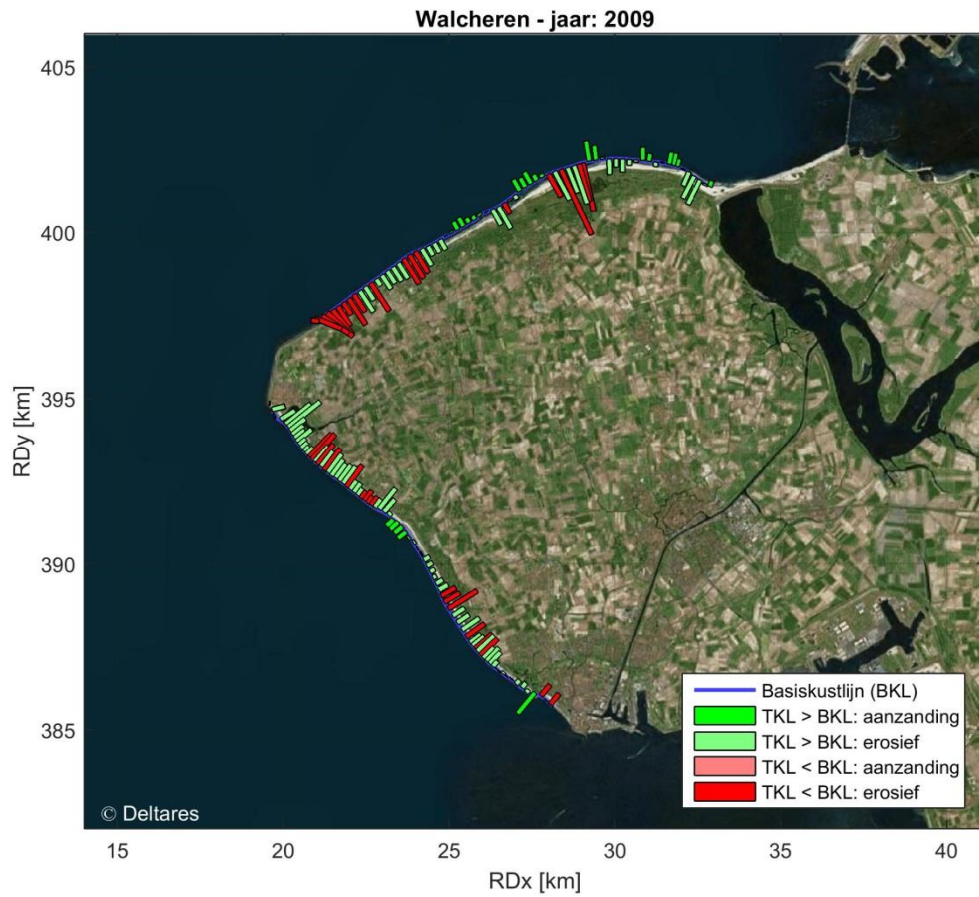




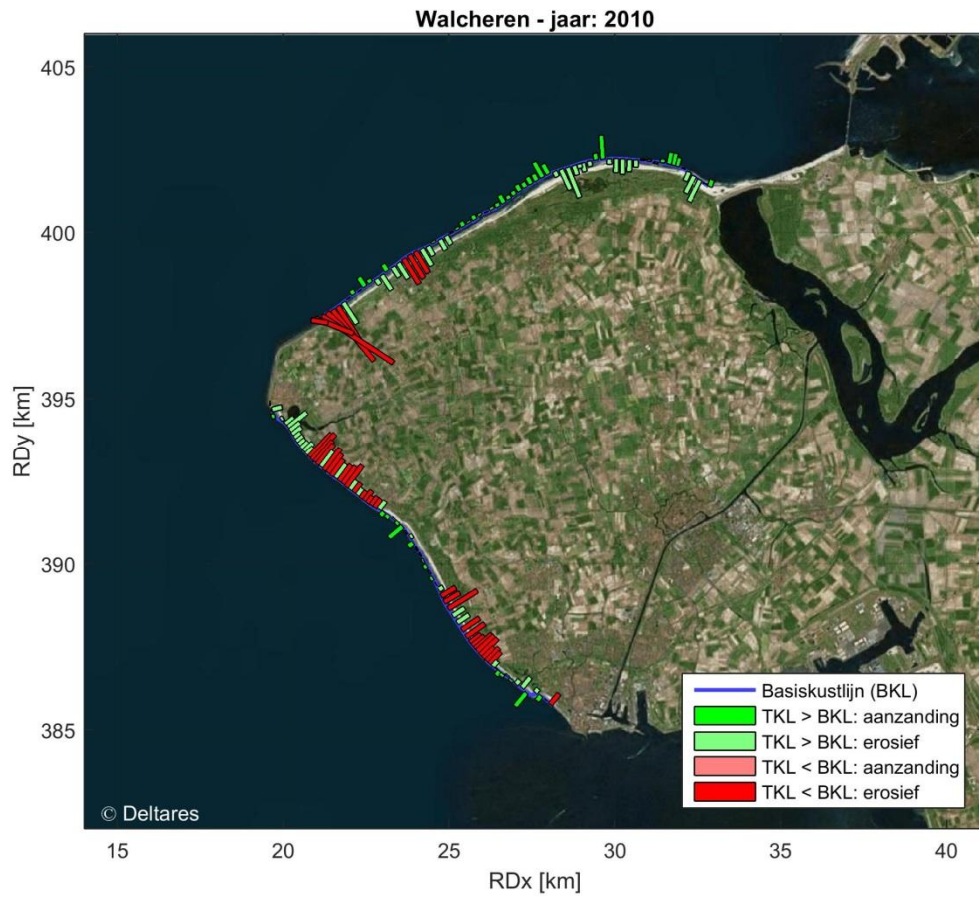


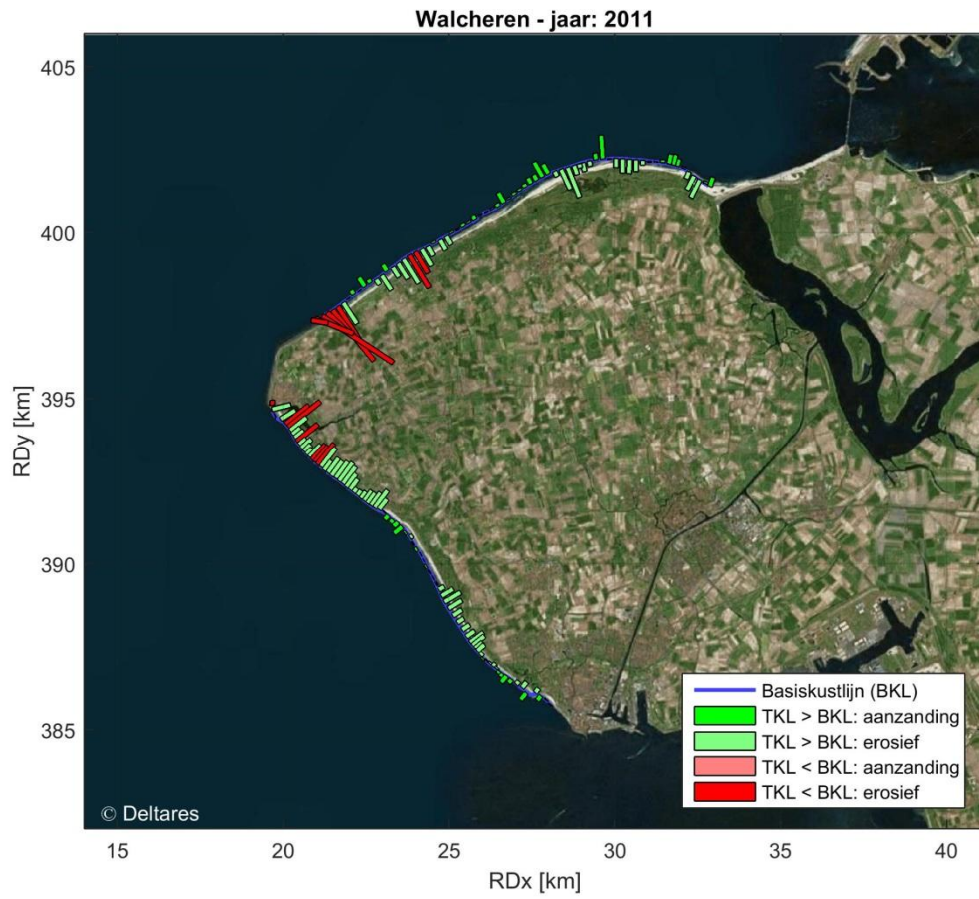


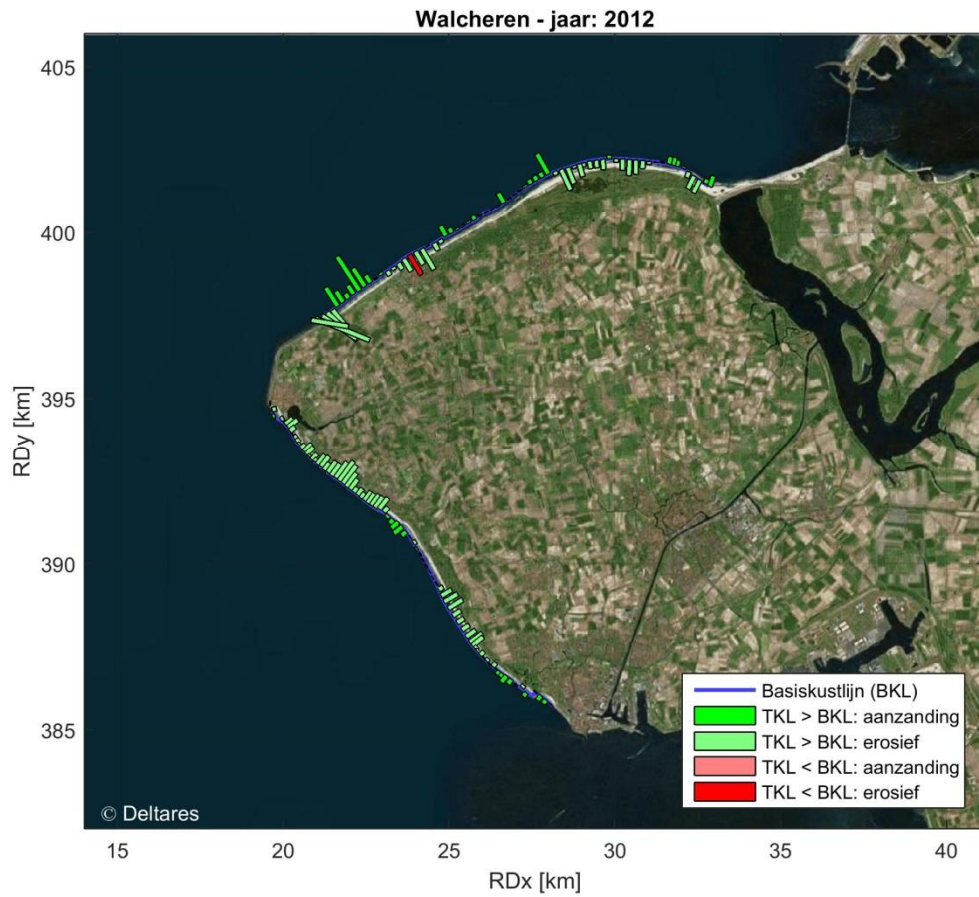


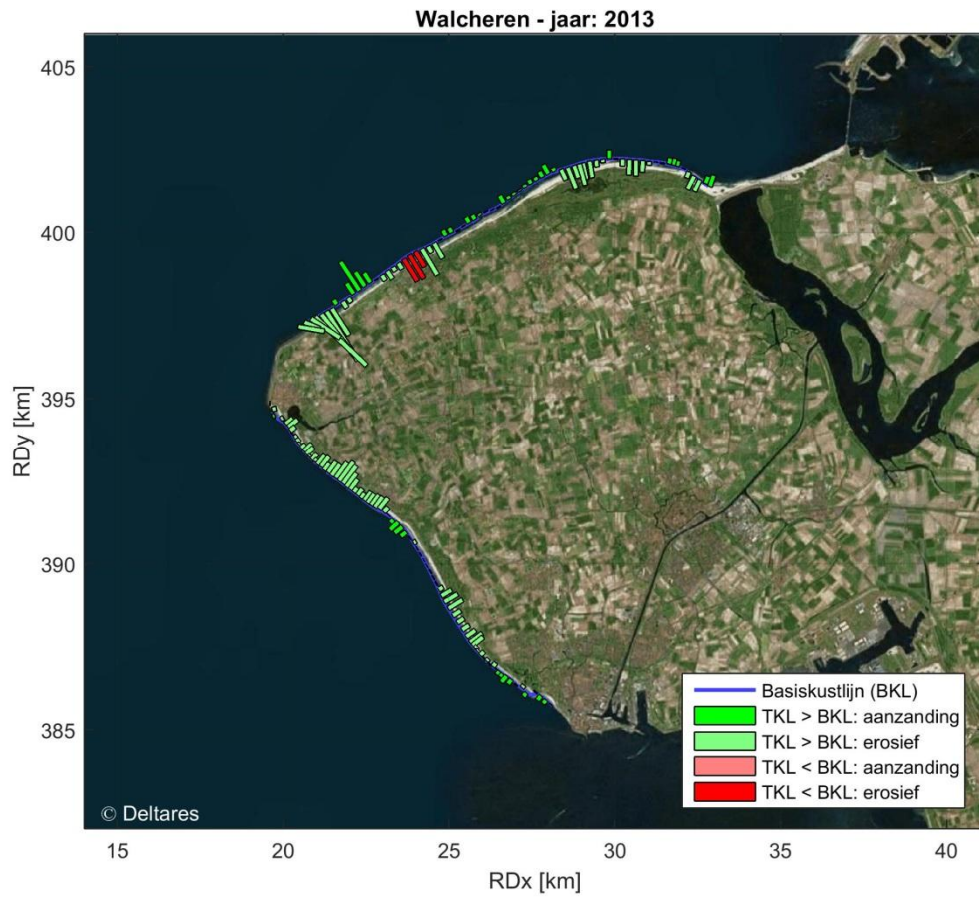


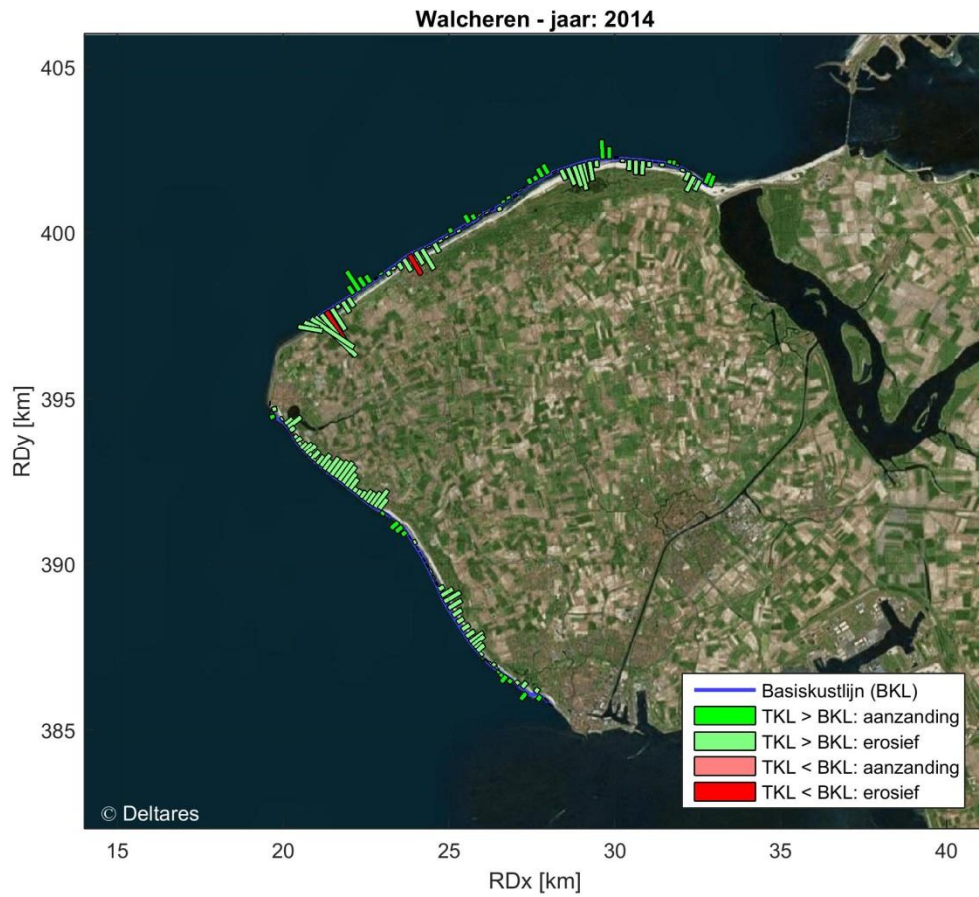


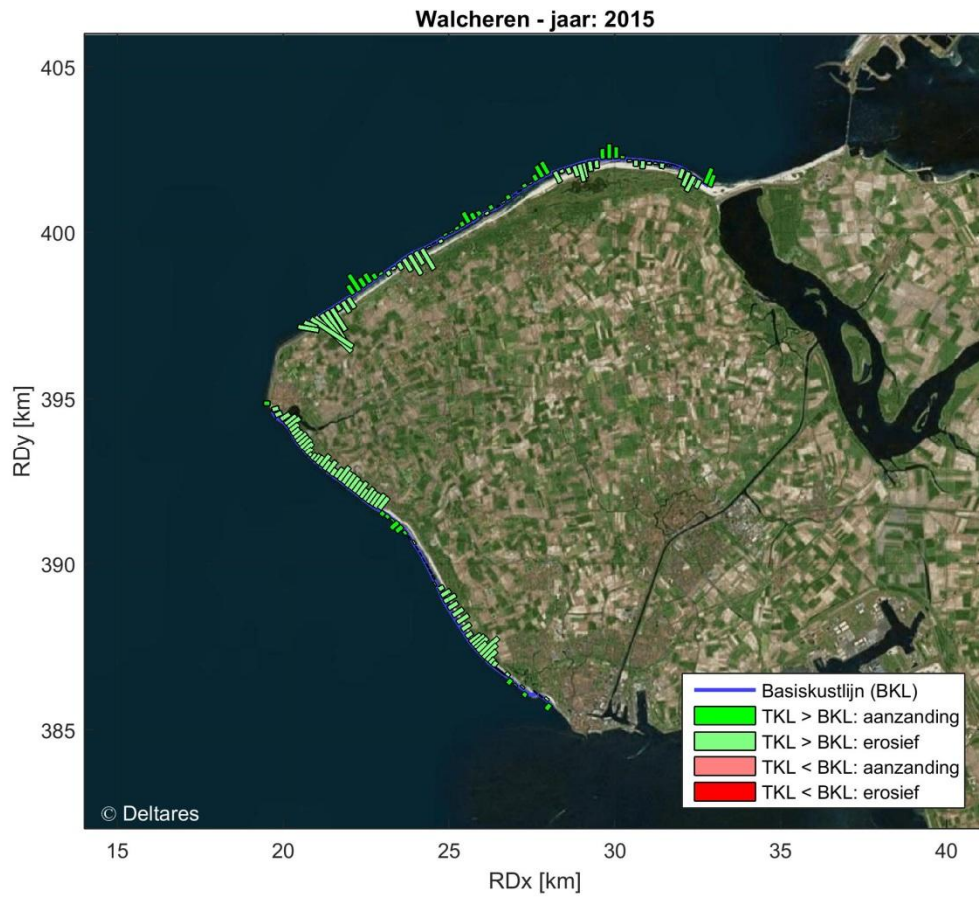


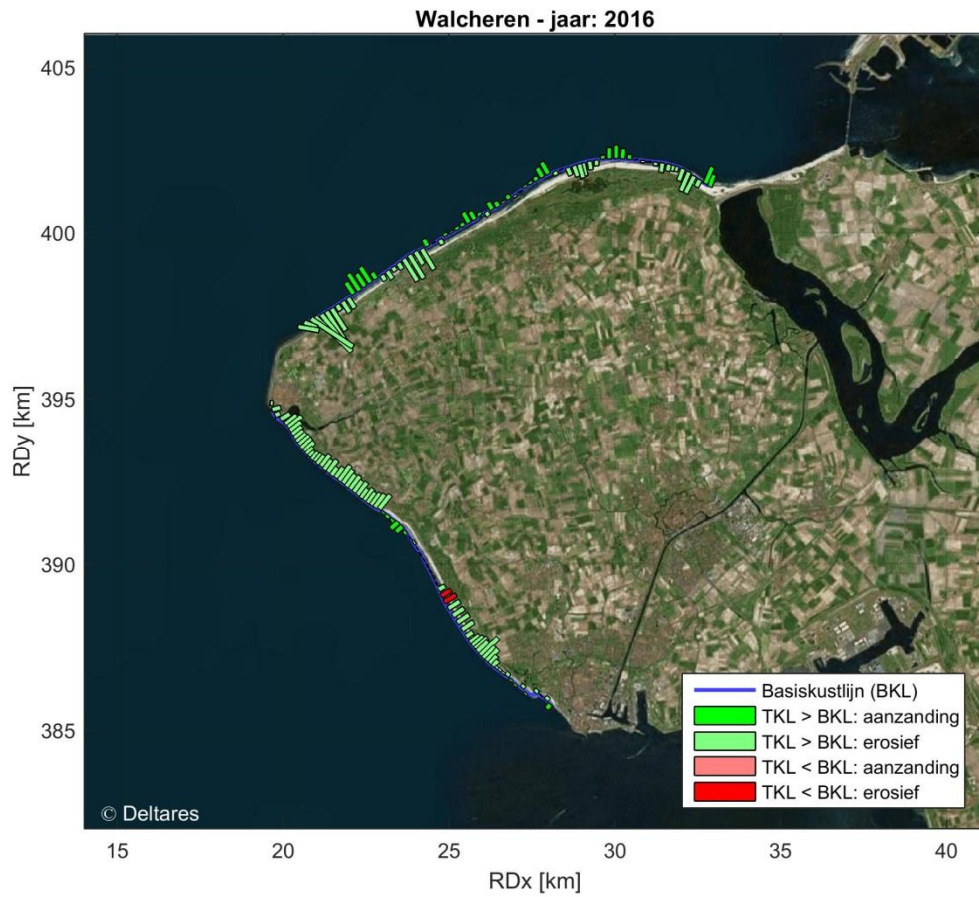


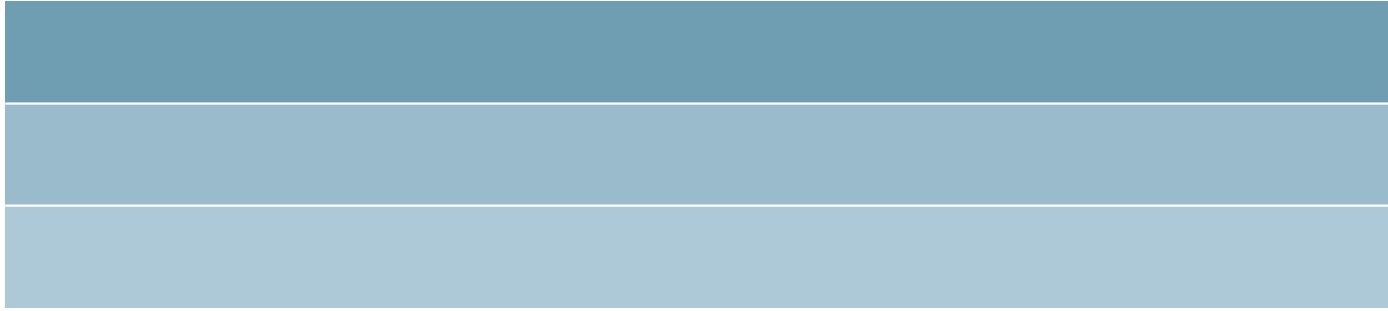












**Deltares**