

## Factsheets herziening BKL 2023



## Factsheets herziening BKL 2023

### Auteur(s)

Ellen Quataert

Roel de Goede

## Factsheets herziening BKL 2023

<b>Opdrachtgever</b>	Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving
<b>Contactpersoon</b>	Marga Rommel, Evelien Brand en Falco van Bakel
<b>Referenties</b>	
<b>Trefwoorden</b>	Kustlijn­zorg, Basiskustlijn, Suppleties, kust­beleid, morfo­logie, ge­bruiks­functies, Her­ziening BKL 2023

### Documentgegevens

<b>Versie</b>	1.0
<b>Datum</b>	23-03-2023
<b>Projectnummer</b>	11208038-002
<b>Document ID</b>	11208038-002-ZKS-0001
<b>Pagina's</b>	185
<b>Classificatie</b>	
<b>Status</b>	definitief

### Auteur(s)

	Ellen Quataert	
	Roel de Goede	

# Samenvatting

Het huidige kustbeleid van dynamisch handhaven van de kustlijn heeft als operationeel doel het tegengaan van structurele erosie van de Nederlandse kust door middel van zandsuppleties. Om de structurele achteruitgang te signaleren, is in 1990 de 'Basiskustlijn' ofwel BKL, als referentie gedefinieerd. In het kader van de Waterwet (artikel 2.7) wordt de BKL eens in de 6 jaar opnieuw herzien en vastgesteld.

Op achttien locaties komt de ligging van de huidige Basiskustlijn (BKL) niet meer goed overeen met de huidige vorm van de kust. Voor deze locaties overweegt Rijkswaterstaat de Basiskustlijn aan te passen voor de herziening van de BKL in 2023. Daarbij kijkt Rijkswaterstaat niet alleen naar de morfologie, maar wordt er ook bekeken in hoeverre de positie van de huidige Basiskustlijn noodzakelijk is voor het handhaven van gebruiksfuncties recreatie en waterveiligheid.

In dit rapport worden de locaties uitgewerkt die in aanmerking komen voor een herziening van de BKL in 2023. Rijkswaterstaat heeft Deltares gevraagd om voor iedere locatie waar een aanpassing van de Basiskustlijn overwogen wordt een zogenaamde factsheet op te stellen. Per factsheet wordt kort toegelicht waarom de Basiskustlijn op deze locatie in aanmerking komt voor een herziening en wordt een beschrijving van de locatie gegeven. Op basis hiervan wordt aangegeven wat mogelijke, nieuwe posities voor de Basiskustlijn zijn. Dit betreft een louter technisch en morfologisch oordeel, opgesteld door Deltares in overleg met Rijkswaterstaat.

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>4</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>9</b>
1.1	Projectbeschrijving	9
1.2	Aanpak	9
1.3	Locaties voor een BKL-herziening	10
<b>2</b>	<b>Zeewaartse uitbouw: versterkingen t.a.v. waterveiligheid</b>	<b>13</b>
2.1	Cadzand-Bad (raaien 1300-1381)	13
2.1.1	Inleiding	13
2.1.2	Vaststelling Basiskustlijn	15
2.1.3	Morfodynamiek	16
2.1.4	Suppletiegeschiedenis	19
2.1.5	Aandachtspunten	19
2.1.6	Technisch voorstel BKL	20
2.1.6.1	Effect op kustonderhoud	22
2.1.6.2	Effect op functies	24
2.2	Katwijk (raaien 8575-8800)	25
2.2.1	Inleiding	25
2.2.2	Vaststelling Basiskustlijn	26
2.2.3	Morfodynamiek	27
2.2.4	Suppletiegeschiedenis	31
2.2.5	Aandachtspunten	31
2.2.6	Technisch voorstel BKL	32
2.2.6.1	Uitgangspunten ontwerp en aannamen BKL-voorstel	32
2.2.6.2	BKL-voorstel 2023	32
2.2.6.3	Effect op kustonderhoud	34
2.2.6.4	Effect op functies	35
<b>3</b>	<b>Morfologische ontwikkeling en afwijkingen van de signaleringswaarde</b>	<b>36</b>
3.1	Cadzand-Bad Haven (raai 1354)	36
3.2	Verdronken Zwarte Polder (951)	37
3.2.1	Inleiding	37
3.2.2	Vaststelling BKL	37
3.2.3	Morfodynamiek	38
3.2.4	Suppletiegeschiedenis	39
3.2.5	Evaluatie voorstel BKL	39
3.2.5.1	Effect op onderhoud	39
3.2.5.2	Effect op functies	39
3.3	Westkapelse Zeedijk (raaien 1905 en 1927)	40
3.3.1	Inleiding	40
3.3.2	Vaststelling Basiskustlijn	40
3.3.3	Morfodynamiek	42
3.3.4	Suppletiegeschiedenis	45
3.3.5	Aandachtspunten	45

3.3.6	Technisch voorstel BKL	46
3.4	Noord-Beveland (raaien 120 - 300)	48
3.4.1	Inleiding	48
3.4.2	Vaststelling Basiskustlijn	48
3.4.3	Morfodynamiek	49
3.4.4	Suppletiegeschiedenis	53
3.4.5	Aandachtspunten	53
3.4.6	Technisch voorstel BKL	54
3.4.6.1	Effect op kustonderhoud	56
3.4.6.2	Effect op functies	56
3.5	Goeree (raaien 1200 – 1900)	57
3.5.1	Inleiding	57
3.5.2	Vaststelling Basiskustlijn	58
3.5.3	Morfodynamiek	60
3.5.4	Suppletiegeschiedenis	63
3.5.5	Aandachtspunten	63
3.5.6	Technisch voorstel BKL	64
3.6	Voorne (raaien 620 – 780)	66
3.6.1	Inleiding	66
3.6.2	Vaststelling Basiskustlijn	66
3.6.3	Morfodynamiek	67
3.6.4	Suppletiegeschiedenis	70
3.6.5	Aandachtspunten	70
3.6.6	Technisch voorstel BKL	71
3.6.6.1	Effect op kustonderhoud	73
3.6.6.2	Effect op functies	73
3.7	Noordwijk (raaien 8075 en 8225)	74
3.7.1	Inleiding	74
3.7.2	Vaststelling Basiskustlijn	74
3.8	Terschelling (raaien 600-760)	76
3.8.1	Inleiding	76
3.8.2	Vaststelling Basiskustlijn	76
3.8.3	Morfodynamiek	78
3.8.4	Suppletiegeschiedenis	81
3.8.5	Aandachtspunten	81
3.8.6	Technisch voorstel BKL	82
3.8.6.1	Effect op functies	84
3.8.6.2	Effect op kustonderhoud	84
3.9	Ameland Noordwest (raaien 4800 – 500)	86
3.9.1	Inleiding	86
3.9.2	Vaststelling Basiskustlijn	86
3.9.3	Morfodynamiek	88
3.9.4	Suppletiegeschiedenis	92
3.9.5	Aandachtspunten	92
3.9.6	Technisch voorstel BKL	93
3.9.6.1	Effect op kustonderhoud	96
3.9.6.2	Effect op functies	96
3.10	Ameland Oost (1700-2300)	98
3.10.1	Inleiding	98
3.10.2	Vaststelling Basiskustlijn	98

3.10.3	Morfodynamiek	100
3.10.4	Suppletiegeschiedenis	105
3.10.5	Aandachtspunten	105
3.10.6	Technisch voorstel BKL	106
3.10.6.1	Effect op onderhoud	109
3.10.6.2	Effect op functies	109
3.11	Schiermonnikoog Westkop (raaien 300 – 540)	111
3.11.1	Inleiding	111
3.11.2	Vaststelling Basiskustlijn	111
3.11.3	Morfodynamiek	113
3.11.4	Suppletiegeschiedenis	116
3.11.5	Aandachtspunten	116
3.11.6	Technisch voorstel BKL	116
3.11.6.1	Effect op kustonderhoud	118
3.11.6.2	Effect op functies	118
<b>4</b>	<b>Implementeren (toekomstige) uitkomsten waterveiligheidsstudies: onderhouden zandvolume voor zeedijken en dammen</b>	<b>119</b>
4.1	Nieuwesluis (Waterdunen, raaien 324 – 413)	119
4.1.1	Inleiding	119
4.1.2	Vaststelling Basiskustlijn	119
4.1.3	Morfodynamiek	121
4.1.4	Suppletiegeschiedenis	124
4.1.5	Aandachtspunten	124
4.1.6	Technisch voorstel BKL	125
4.2	Veerse Gatdam (raaien 380 – 520)	127
4.2.1	Inleiding	127
4.2.2	Vaststelling Basiskustlijn	127
4.2.3	Morfodynamiek	128
4.2.4	Suppletiegeschiedenis	130
4.2.5	Aandachtspunten	130
4.2.6	Technisch voorstel BKL	131
4.2.6.1	Uitgangspunten ontwerp en aannamen BKL-voorstel	131
4.2.6.2	Effect op kustonderhoud	132
4.2.6.3	Effect op functies	133
4.3	Schouwen (de Punt, raai 1742)	134
4.3.1	Inleiding	134
4.3.2	Vaststelling Basiskustlijn	134
4.3.3	Morfodynamiek	135
4.3.4	Suppletiegeschiedenis	138
4.3.5	Aandachtspunten	138
4.3.6	Technisch voorstel BKL	139
4.3.6.1	Effect op kustonderhoud	140
4.3.6.2	Effect op functies	140
4.4	Brouwersdam (raai 1925 – 1950)	141
4.4.1	Inleiding	141
4.4.2	Vaststelling Basiskustlijn	141
4.4.3	Morfodynamiek	142
4.4.4	Suppletiegeschiedenis	145
4.4.5	Aandachtspunten	145
4.4.6	Technisch voorstel BKL	145

4.4.6.1	Uitgangspunten ontwerp en aannamen BKL-voorstel	145
4.4.6.2	Effect op kustonderhoud	147
4.4.6.3	Effect op functies	148
<b>5</b>	<b>Wensen voor ander kustgebruik: dynamisering van de kust t.b.v. natuurontwikkeling</b>	<b>149</b>
5.1	Texel Noordwest (raaien 2520 – 2800)	149
5.1.1	Inleiding	149
5.1.2	Vaststelling Basiskustlijn	150
5.1.3	Morfodynamiek	151
5.1.4	Suppletiegeschiedenis	154
5.1.5	Aandachtspunten	154
5.1.6	Technisch voorstel BKL	155
5.1.6.1	Effect op kustonderhoud	155
5.1.6.2	Effect op functies	157
<b>6</b>	<b>Corrigeren van de rekenschijf van de Momentane Kustlijn als gevolg van zeespiegelstijging</b>	<b>160</b>
6.1	Inleiding	160
6.2	Methodiek	160
6.3	Resultaten	162
6.4	Conclusies	167
6.5	Discussie/aanbevelingen	167
<b>7</b>	<b>Referenties</b>	<b>169</b>
<b>A</b>	<b>Extra figuren corrigeren rekenschijf voor zeespiegelstijging</b>	<b>172</b>



# 1 Inleiding

## 1.1 Projectbeschrijving

Het huidige kustbeleid van dynamisch handhaven van de kustlijn heeft als operationeel doel het tegengaan van structurele erosie van de Nederlandse Kust. Dit wordt gedaan door het onderhouden van de Basiskustlijn (BKL) en het onderhouden van het zandvolume van het kustfundament. In het kader van de Waterwet (artikel 2.7) wordt de BKL eens in de 6 jaar opnieuw herzien en vastgesteld. De BKL is sinds de introductie 3 maal herzien en opnieuw vastgesteld in 2001, 2012 en 2017. In dit rapport worden de locaties uitgewerkt die in aanmerking komen voor een herziening van de BKL in 2023.

Op een aantal plaatsen komt de ligging van de huidige Basiskustlijn (BKL) niet goed overeen met de huidige van de kust. Het gaat met name om locaties waar de Basiskustlijn zodanig zeewaarts is vastgesteld dat het handhaven (economisch) niet efficiënt is. Op andere locaties is de kust juist zeewaarts versterkt vanuit het Hoogwaterbeschermingsprogramma (Zwakke Schakels), terwijl de BKL formeel nog landwaarts ligt van de nieuwe te handhaven kustlijnpositie. Op basis van de huidige inzichten in de morfologische ontwikkeling van de Nederlandse kust wordt bekeken of de huidige Basiskustlijn kan worden aangepast. Daarbij kijkt Rijkswaterstaat niet alleen naar de morfologie, maar wordt er ook bekeken in hoeverre de positie van de huidige Basiskustlijn noodzakelijk is voor het handhaven van gebruiksfuncties recreatie en waterveiligheid.

Rijkswaterstaat heeft Deltares gevraagd om voor iedere locatie waar een aanpassing van de Basiskustlijn overwogen wordt een zogenaamde factsheet op te stellen. Per factsheet wordt kort toegelicht waarom de Basiskustlijn op deze locatie in aanmerking komt voor een herziening en wordt een beschrijving van de locatie gegeven. Op basis hiervan wordt aangegeven wat mogelijke, nieuwe positie(s) voor de Basiskustlijn zijn. Dit betreft een louter technisch (morfologisch) oordeel, opgesteld door Deltares in overleg met Rijkswaterstaat.

## 1.2 Aanpak

Voor elke locatie is er een factsheet opgesteld. Dit rapport betreft de bundeling van alle factsheets. De factsheets zijn opgesteld in 2021/2022, de figuren en analyses zijn gemaakt op basis van de beschikbare gegevens tot 2021 en de kustlijnbeoordeling 1-1-2022, tenzij anders aangegeven. Elke factsheet heeft dezelfde opbouw:

### 1 Inleiding

Geeft de aanleiding voor een potentiële BKL herziening in 2023 en een korte beschrijving van de specifieke aanpak voor het bepalen van de nieuwe positie van de BKL.

### 2 Vaststelling Basiskustlijn

Overzicht van de vaststelling en argumentatie huidige Basiskustlijn en (regionale) afspraken over handhaving hiervan.

### 3 Morfodynamiek

Beschrijving van de recente morfologische ontwikkeling bij de locatie. Waar mogelijk wordt een verwachting van de toekomstige ontwikkeling gegeven. De informatie in dit stuk is gebaseerd op bestaande kennis van het systeem, gecombineerd met de ontwikkeling van de Momentane KustLijn (MKL) positie.

### 4 Suppletiegeschiedenis

Overzicht van de uitgevoerde suppleties op de locatie, zowel regulier kustlijnonderhoud als kustversterkingen (bijvoorbeeld Zwakke Schakel versterkingen).

## 5 Aandachtspunten

Overzicht van belangrijke aandachtspunten bij het bepalen van een nieuwe BKL positie voor deze locatie; bestuurlijke afspraken, lokale bijzonderheden en waterveiligheid functie.

## 6 Technisch voorstel BKL

Hier wordt het voorstel voor een herziening van de BKL gegeven. De aanpak voor het bepalen van een nieuwe BKL is als volgt:

- a Als er al een voorstel voor een nieuwe BKL bestaat (n.a.v. het ontwerp van kustversterkingen of voorstellen voor BKL-herziening uit voorgaande herzieningen in 2001, 2012 of 2017), wordt dit voorstel getoetst op de effecten van het voorstel op kustonderhoud en functies. Wanneer het voorstel niet voldoet op basis van recente morfologische ontwikkelingen, wordt een nieuw voorstel voor BKL-herziening gemaakt.
- b Als er nog geen voorstel bestaat, zal er door Deltares een voorstel voor een herziening van de BKL-positie worden gemaakt. De specifieke methode wordt per locatie bepaald in overleg met Rijkswaterstaat met betrekking tot specifieke aandachtspunten voor dit gebied. Het voorstel wordt vervolgens getoetst op de effecten van het voorstel op kustonderhoud en functies.

## 1.3 Locaties voor een BKL-herziening

De locaties die in aanmerking komen voor een BKL-herziening zijn door Rijkswaterstaat geselecteerd op basis van de ervaring met de jaarlijkse kustlijntoetsing en daaruit voortvloeiende beheer- en onderhoudsinspanning. Bij de selectie spelen meerdere factoren een rol; natuurlijke (o.a. morfologie, zeespiegelstijging), menselijke (o.a. wetenschappelijke inzichten, beleid, infrastructuur), maar ook regionale wensen ten aanzien van de gebruiksfuncties in de kust.

De verschillende aanleidingen voor een potentiële BKL herziening in 2023 zijn weergegeven in Figuur 1-1 en gecategoriseerd per thema. De factsheets zijn per categorie beschreven in de hoofdstukken 2 tot en met 5 en beschrijven de volgende locaties:

- **Zeewaartse uitbouw: versterkingen t.a.v. waterveiligheid (Hoofdstuk 2)**

In het kader van de Zwakke Schakels binnen het HWBP zijn zandige zeewaartse versterkingen uitgevoerd. Op deze locaties moet een (nieuwe) BKL-ligging worden bepaald en vastgesteld, om de gedane zeewaartse uitbreiding in de toekomst te behouden:

  - Cadzand-Bad (H2.1)
  - Katwijk (H2.2)
- **Morfologische ontwikkeling en afwijkingen van de signaleringswaarde (Hoofdstuk 3)**

De signalerende functie van de BKL is de aanleiding tot suppleren of het aangaan van een gesprek over kustonderhoud en functies. De signaleringswaarde is nodig voor een efficiënte en eenduidige uitvoering van de Service Level Agreement (SLA) en daarmee een kustbeleid dat te verantwoorden is. Op enkele locaties is de signalerende functie echter verdwenen, voornamelijk vanwege morfologische ontwikkelingen. Desondanks tellen de BKL-overschrijdingen op locaties waar de signaalfunctie is verdwenen mee in het percentage BKL-overschrijdingen dat wordt gerapporteerd aan het Ministerie van IenW en de Tweede Kamer.

Het inzicht in de morfologische ontwikkeling (morfodynamiek) van de Nederlandse kust is sterk toegenomen. Op basis van dit inzicht heeft Rijkswaterstaat geconcludeerd dat op een aantal locaties de huidige ligging van de BKL mogelijk niet optimaal is en eventueel verlegd kan worden. Streven is om ofwel de BKL opnieuw te bepalen of te verwijderen. Voor deze locaties is het doel de signalerende functie van de BKL te herstellen:

- Cadzand Bad haven (H3.1)
- Verdrongen Zwarte Polder (H3.2)
- Westkapelse Zeedijk (H3.3)
- Noord-Beveland (H3.4)
- Goeree (H3.5)
- Voorne (H3.6)
- Noordwijk (H3.7)

Bij de Friese Waddeneilanden is het streven om de bestuurlijke afspraken te vertalen in een nieuwe ligging van de BKL om zodoende de signaleringsfunctie van de BKL op kustonderhoud in deze gebieden terug te brengen:

- Terschelling (600-760) (H3.8)
- Ameland Noordwest (200-400) (H3.9)
- Ameland Oost (2000-2300) (H3.10)
- Schiermonnikoog Westkop (H3.11)

- **Implementeren (toekomstige) uitkomsten waterveiligheidsstudies: onderhouden zandvolume voor Zeedijken en dammen (Hoofdstuk 4)**

Het uitgangspunt van de BKL-methodiek is het onderhouden van de kustlijn langs de gehele zandige kust, m.a.w. de kust met uitzondering van harde constructies. Voor enkele locaties langs de Nederlandse kust is geobserveerd dat er een BKL is gedefinieerd terwijl er een harde kering ligt of dat er juist geen BKL vastligt terwijl de kustlijn als zandig beschouwd kan worden. Het betreft:

- Nieuwesluis (Waterdunen) (H4.1)
- Veerse Gatdam (H4.2)
- Schouwen (de Punt) (H4.3)
- Brouwersdam (noordelijke deel) (H4.4)

- **Wensen voor ander kustgebruik: Dynamisering van de kust t.b.v. natuurontwikkeling (Hoofdstuk 5)**

Op meerdere delen van de kust wordt gestreefd naar het ontwikkelen en toelaten van meer dynamiek in de kustzone (inclusief het duin). Mogelijk vraagt verdere dynamisering van de kust een andere ligging van de BKL. Dit is mogelijk het geval voor:

- Texel Noordwest (H5.1)

### **Zeespiegelstijging (Hoofdstuk 6)**

Bij de vaststelling van het beleid van dynamisch handhaven van de kustlijn is aangegeven dat de rekenschijf (voor het berekenen van de Momentane kustlijn (MKL) en te Toetsen kustlijn (TKL)) te zijner tijd aangepast moet worden aan de zeespiegelstijging. Tot op heden is deze nog niet aangepast aan de gemeten stijging van de zeespiegel tussen 1990 en heden (2022). Het is altijd de bedoeling geweest om de verticale begrenzing van de rekenschijf periodiek te corrigeren zodat de planning van suppleties weer aansluit bij de opgetreden zeespiegelstijging. In Hoofdstuk 6 wordt de effecten op het suppletiebeleid bepaald indien zeespiegelstijging wordt meegenomen in de rekenkundige verticale begrenzing van de BKL.



Figuur 1-1 Overzicht HBKL 2023 locaties

## 2 Zeewaartse uitbouw: versterkingen t.a.v. waterveiligheid

### 2.1 Cadzand-Bad (raaien 1300-1381)

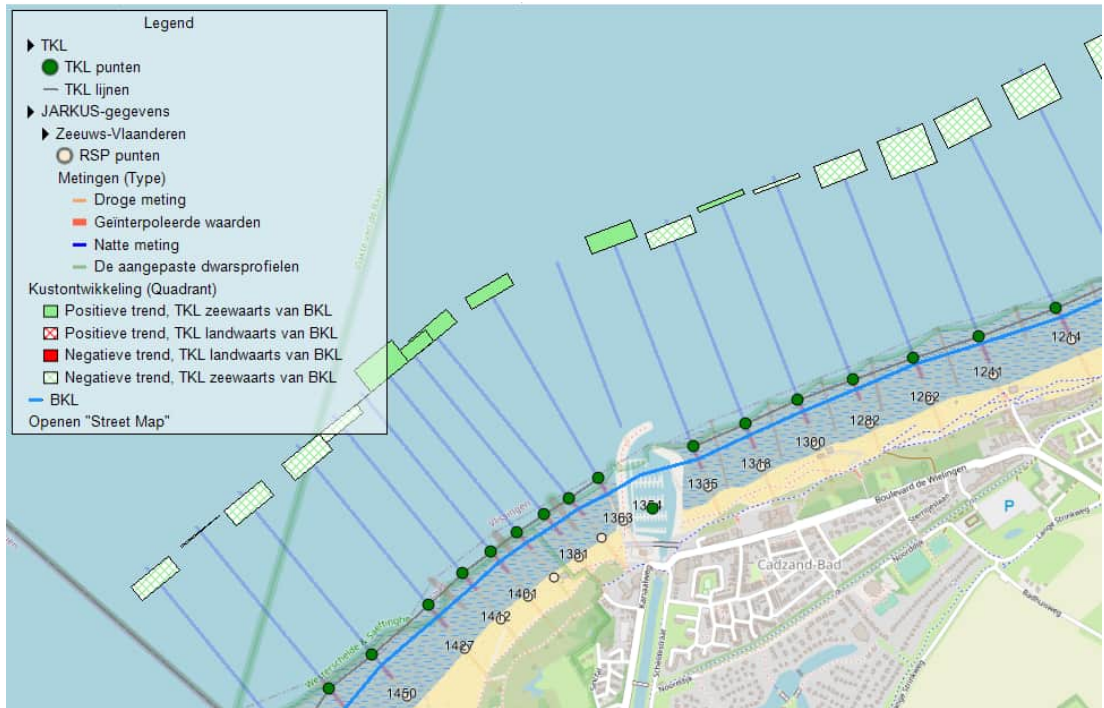
#### 2.1.1 Inleiding

De kustversterking in Cadzand-Bad was het laatste deeltraject van de Zwakke Schakel West Zeeuws-Vlaanderen, zie

*Figuur 2-2.* De kust is over een kilometer versterkt door zand aan te brengen voor de bestaande dijk, zodat een nieuw duin is ontstaan. Dit nieuwe duin is niet hoger dan de bestaande kruinhoogte van de dijk. Het strand is ook zeewaarts uitgebreid door extra zand op te spuiten, waardoor het uiteindelijke strandoppervlak gelijk is gebleven. De strekdammen aan weerszijden van het uitwateringsgemaal zijn langer, hoger en breder gemaakt. De strekdammen zijn aangelegd met breuksteen en een toplaag van Xbloccs. De westelijke strekdam is naar het westen verplaatst, waardoor meer ruimte is ontstaan tussen de dammen, zodat een jachthaven kon worden aangelegd.

Bij het ontwerp van de Zwakke Schakel versterking rondom Cadzand-Bad is er geen concreet BKL-voorstel geformuleerd (Svasek, 2013a,b), en derhalve is er een voorstel geschreven door Deltares bij de HBKL 2017 (Deltares, 2015). Bij het opstellen van het BKL-voorstel voor de HBKL 2017 was men nog bezig met de aanleg van de versteking bij Cadzand-Bad. Er was nog niks bekend over de initiële morfologische veranderingen en het nieuwe evenwicht als gevolg van de versterkingsmaatregel, en dus kon er geen uitspraak worden gedaan over de technische haalbaarheid van de voorgestelde BKL.

Naar aanleiding van het BKL-voorstel uit Deltares (2015) heeft het waterschap Scheldestromen het BKL-voorstel aangepast voor enkele raaien op basis van de veiligheid van de waterkering. Deze voorstellen worden als uitgangspunt gebruikt voor een nieuw te definiëren ligging van de BKL binnen het herzieningstraject van HBKL 2023. Hierbij wordt rekening gehouden met de morfologische ontwikkelingen en de gevolgen voor gebruiksfuncties, alsmede de te verwachten gevolgen voor kustonderhoud.



Figuur 2-1 Kustlijnkaart Cadzand-Bad.



Figuur 2-2 - Kustversterking Zwakke Schakel Cadzand-Bad voor (2005) en na (2018). Bewerkt uit Google Earth afbeeldingen

## 2.1.2 Vaststelling Basiskustlijn

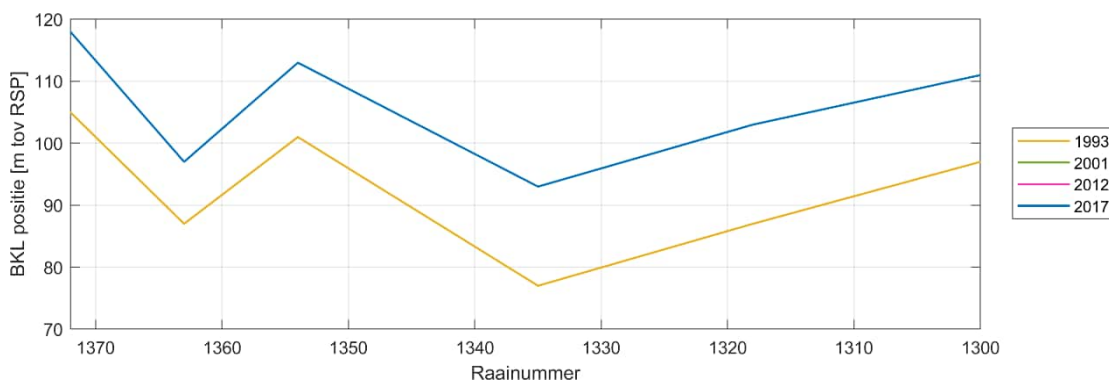
In *Figuur 2-3* zijn de vigerende (2017) en oude (1990, 1992, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Cadzand-Bad weergegeven. Deltaversterkingen langs de kust van Zeeuws-Vlaanderen hebben plaatselijk geleid tot trendbreuken in de MKL-positie trend berekeningen, waardoor er enkele aanpassingen in de rekenperiode zijn gemaakt. Na de landelijke vaststelling van de BKL in 1990 is deze herzien in 2001, 2012 en 2017. Hieronder zijn de relevante herzieningen voor Cadzand-Bad herhaald.

### Voorstel POK uit 2003:

Het Provinciaal Overleg Kust (POK) Zeeland stelt voor om voor heel Zeeuws-Vlaanderen een BKL vast te stellen. Hierbij moet vastgehouden worden aan het beginsel dat landwaartse overschrijding van de vastgestelde BKL ervoor zorgt dat een suppletie noodzakelijk is (BKL met interventiefunctie). Het POK stelt voor om voor Zeeuws-Vlaanderen voor een aantal locaties de BKL zeewaarts te verleggen zodat de stabiliteit van de strandhoofden gewaarborgd kan worden. Dit zal verder geen effect hebben op de hoeveelheid noodzakelijke suppletie, aangezien er door zandtekort in het kustvak ook ter compensatie gesuppleerd dient te worden in dieper water. Verder wordt voorgesteld om in aanvullend advies ook nadere uitwerking te geven aan de taak- en verantwoordelijkheidsverdeling tussen Rijk en waterkeringbeheerder, de beoordeling van suppletie-inspanning en de ligging van de BKL in geval van landwaartse overschrijding van de BKL, functies van strandhoofden als onderdeel van het integrale verbeterplan Zwakke Schakel West Zeeuws-Vlaanderen (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003).

### Afspraken Zeeuws-Vlaanderen na herziening 2017:

Voor Cadzand-Bad, dat in 2015 is versterkt, is nog geen nieuwe BKL vastgesteld. De ontwikkeling van de kust wordt hier eerst afgewacht.



Figuur 2-3 BKL-positie voor Cadzand-Bad bij raaien 1300 tot 1372, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### 2.1.3 Morfodynamiek

De zeewering in het gebied rondom Cadzand-Bad wordt gevormd door een zeedijk over een lengte van 1 km. Het gemaal in Cadzand-Bad verpompt boezemwater naar zee via een afwateringskanaal dat is voorzien van twee strekdammen, uitgebreid tot een jachthaven in 2015. Figuur 2-4 geeft de bodemligging in 1973, 2009 en 2019. Het afwateringskanaal bij Cadzand-Bad is zichtbaar in de bodems vanaf 2009.

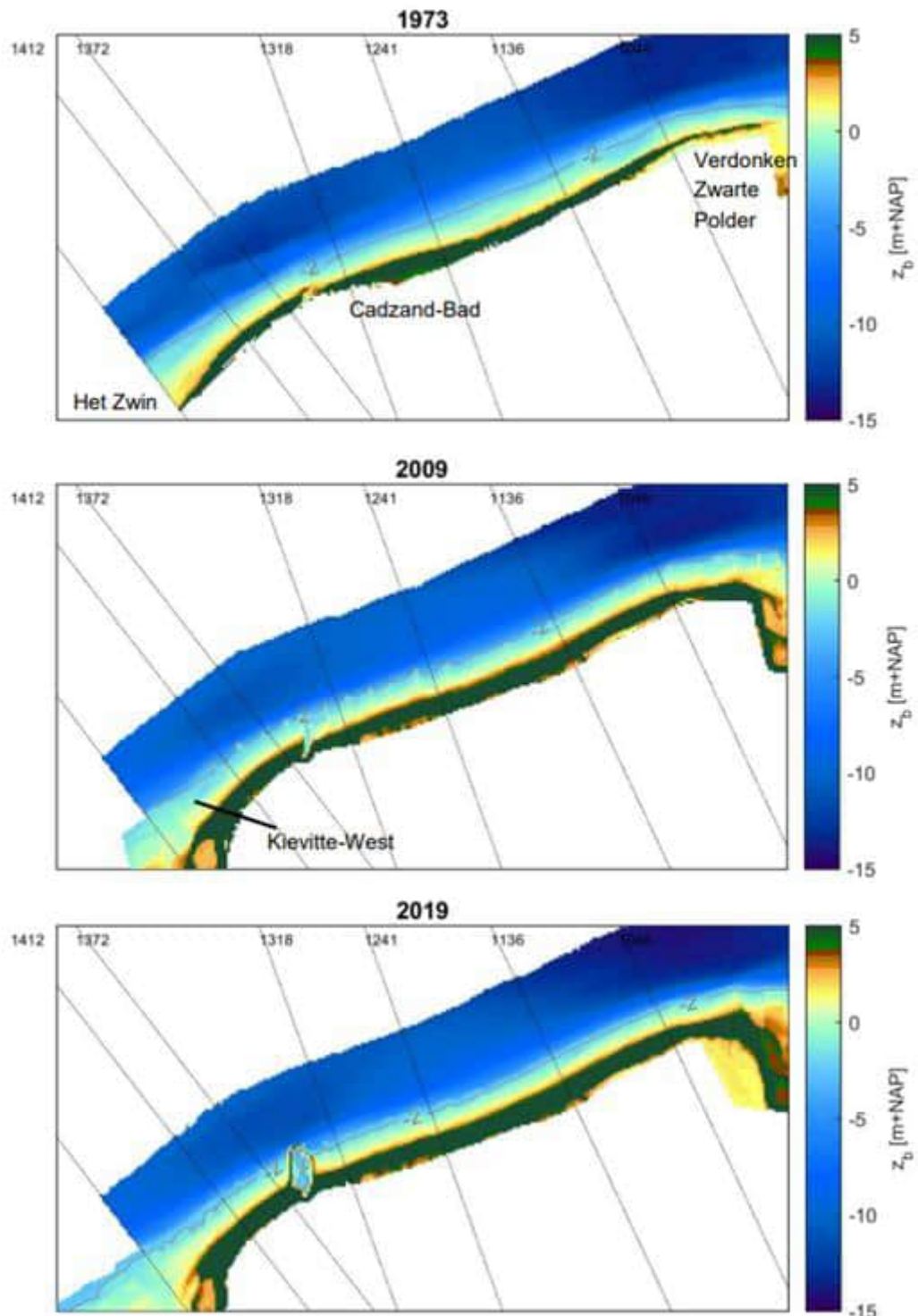
In vrijwel alle raaien in dit deel van het kustvak was er in het verleden, voordat sprake was van kustonderhoud middels suppleties, gedurende 10 jaar of meer een negatieve trend van de MKL (Figuur 2-5). Vanaf 1994 wordt de kust periodiek, elke 3-5 jaar, onderhouden met suppleties. Dit is terug te zien in Figuur 2-6.

Het gebied ten westen van het gemaal (vanaf raai 1363) erodeerde de afgelopen decennia licht. Dit werd gecompenseerd met regelmatige strandsuppleties. Door de verlenging van de strekdam lijkt er extra aanzanding te zijn en is er een zeewaartse trend in MKL-positie waar te nemen sinds 2015.

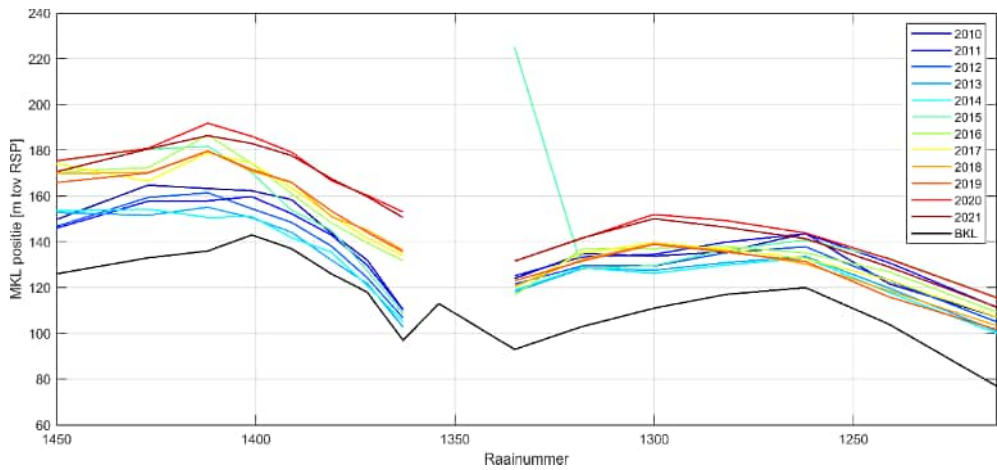


Het gebied ten oosten van het gemaal laat, op raai 1335 na, een eenduidig beeld zien de afgelopen decennia. Er is een landwaartse trend tussen de -1.8 en -3.3 meter/jaar. Raai 1335, de eerste raai ten oosten van de strekdam, laat een voorzichtige zeewaartse trend zien sinds de verlenging van de strekdammen.

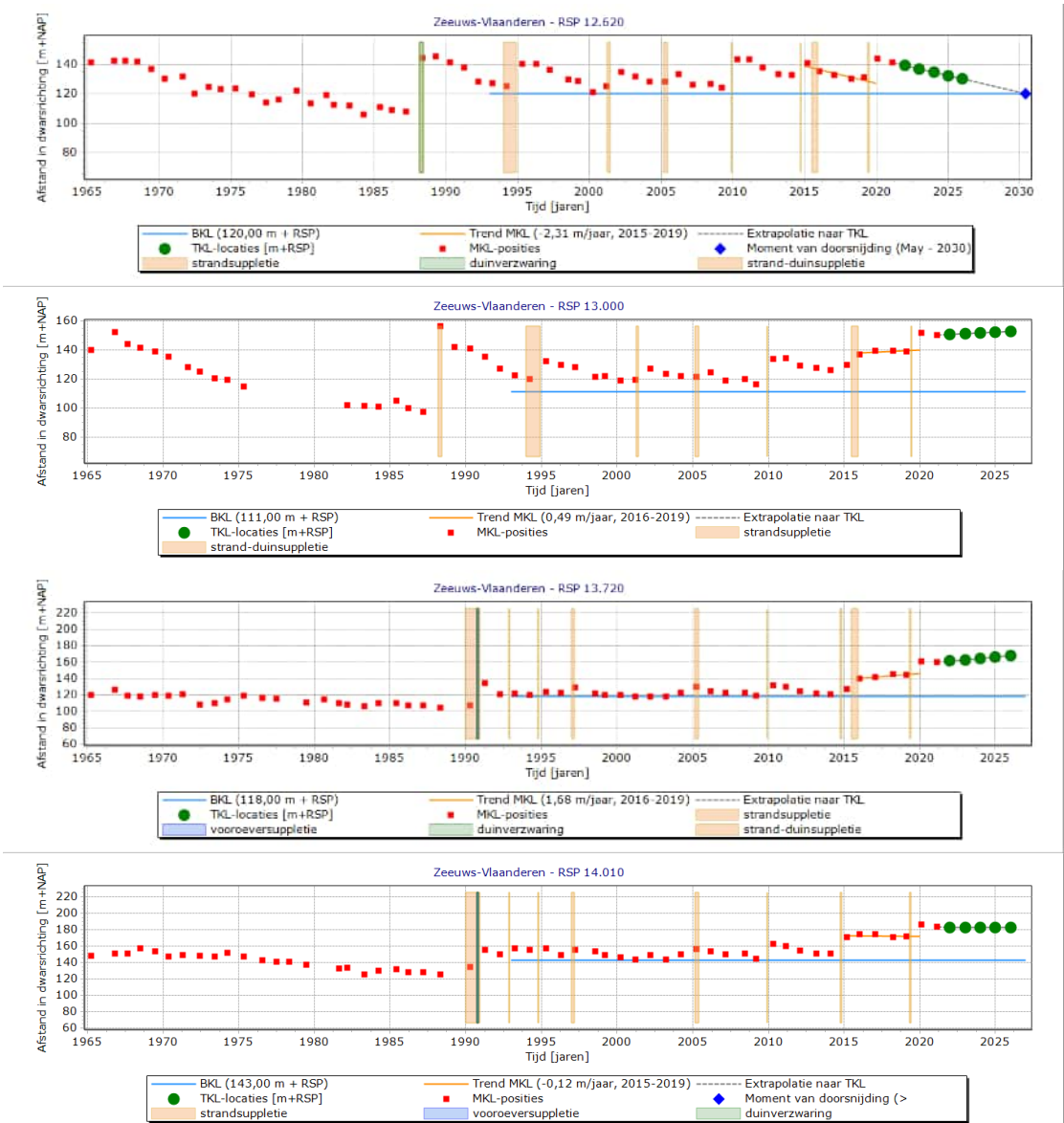
De raai 1354 ligt in de nieuwe haven van Cadzand-Bad geïntegreerd. Hierdoor is er geen MKL meer te bepalen.



Figuur 2-4 Bodemligging Herdijkte Zwarte Polder-Cadzand-Bad (raai 1046-1487). Boven 1973, midden 2009 en onder 2019. Contour: NAP-2 m dieptelij. Bron: Deltares (2020).



Figuur 2-5 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. RSP en de 2017 BKL (zwarte lijn) over de periode 2010 tot 2021. De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2022.



Figuur 2-6 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Cadzand-Bad (kustvak Zeeuws-Vlaanderen), raaien 1262, 1300, 1372 en 1401.

## 2.1.4 Suppletiegeschiedenis

Vanaf 1988 wordt de kust periodiek, elke 2-4 jaar, onderhouden met suppleties.

Locatie	Datum	Begin Raai	Eind Raai	Lengte (m)	Type	Volume (situ, m³)
Cadzand	1988	11,25	13,45	2200	strandsuppletie	936.380
Kievitte-west	1990	13,50	14,70	1200	strandsuppletie	388.000
Cadzand-west	1990	13,30	14,30	1000	vooroeversuppletie	119.000
Cadzand-west	1990	13,30	14,30	1000	duinverzwaring	54.500
Cadzand-west	1990	13,30	14,30	1000	strandsuppletie	200.000
Zwin-noord	1992	13,54	14,87	1330	strandsuppletie	67.000
Cadzand	1994	10,57	13,46	2890	strandsuppletie	560.400
Zwin-noord	1994	13,63	14,17	540	strandsuppletie	91.000
Kievitte-West	1997	13,53	14,60	1070	strandsuppletie	95.000
Cadzand	2001	12,00	13,40	1400	strandsuppletie	258.000
Kievitte oost	2005	10,41	13,40	2990	strandsuppletie	304.810
Kievitte west	2005	13,60	14,67	1070	strandsuppletie	105.906
Cadzand (Kievitte Oost)	2009	11,36	13,35	1990	strandsuppletie	526.957
Cadzand (Kievitte West)	2009	13,53	14,67	1140	strandsuppletie	240.000
Cadzand-Bad oost	2015	12,62	13,35	730	strand-duinsuppletie	55.000
Cadzand-Bad west	2015	13,63	13,81	180	strand-duinsuppletie	14.000
Cadzand-Kievitte west	2019	13,54	14,67	1130	strandsuppletie	150.000
<b>TOTAAL</b>						<b>4.165.953</b>

## 2.1.5 Aandachtspunten

Bestuurlijke afspraken

Geen

Lokale bijzonderheden

De raai 1354 is in de nieuwe haven van Cadzand-Bad gepositioneerd. Het uitwateringskanaal van het gemaal van Cadzand-Bad bevindt zich eveneens in deze raai.



Figuur 2-7 Functiekaart Cadzand-Bad. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

Waterveiligheid

De kustversterking Zwakke Schakel Cadzand-Bad zorgt voor een waarborging van de waterveiligheid voor de komende 50 jaar. Om deze waterveiligheid te kunnen garanderen is het wenselijk de BKL zeewaarts te verplaatsen zodat achteruitgang van de kustlijn tijdig wordt gesignaleerd.

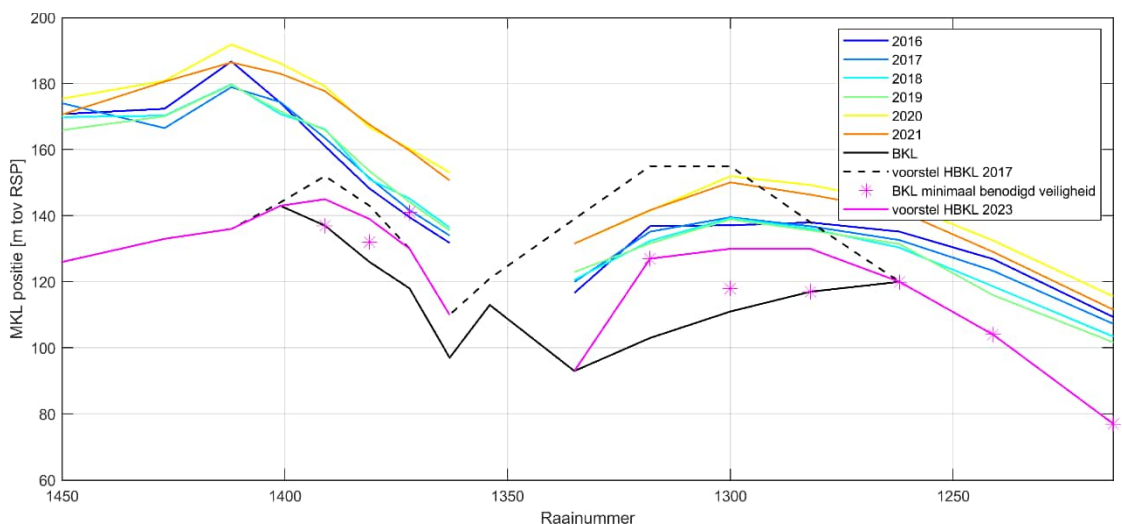
### 2.1.6 Technisch voorstel BKL

Het BKL-voorstel van Deltares (2015) ligt gedeeltelijk verder zeewaarts dan de MKL-positie direct na uitvoer van de versterking. Dit voorstel was afgeleid op basis van de ontwerp-suppletievolumes (inclusief slijtlaag), de versterking was in uitvoering op het moment van schrijven van het advies. Het advies van Deltares (2015) was om een mogelijke BKL-herziening te ijkten aan de daadwerkelijk aangelegde versterking, en de daaropvolgende ontwikkeling van de kust.

Doordat de voorgestelde BKL uit Deltares (2015) verder zeewaarts lag dan de MKL direct na de aanleg van de versterking heeft het waterschap Scheldestromen berekend waar de BKL zou moeten liggen om de veiligheid te waarborgen. Op basis van deze BKL-voorstellen en de recente MKL-trends is een voorstel voor de herziening BKL in 2023 gemaakt. In Figuur 2-8 en

Tabel 2-1 worden de voorstellen en bijbehorende afwegingen weergegeven. In Figuur 2-9 is het verschil tussen de huidige BKL en het voorstel voor de herziening van de BKL (2023) weergegeven op een kaart.

De nieuw voorgestelde BKL ligging volgt in eerste instantie de minimaal benodigde positie ten behoeve van veiligheid, maar is vervolgens zo aangepast dat de BKL ruimtelijk gezien aansluit bij de huidige MKL posities. Voor raai 1372 kwam de MKL (inclusief slijtlaag voor 4 jaar) direct na aanleg van de zwakke schakel versterking reeds overeen met de minimaal benodigde positie van de BKL ten behoeve van veiligheid. Ervan uitgaande dat de veiligheid niet direct na de Zwakke Schakel versterking in het geding was, wordt hier een BKL gedefinieerd die aansluit bij de aangelegde MKL (exclusief slijtlaag). Dit komt neer op een BKL zo'n 11 meter landwaarts van de positie ten behoeve van veiligheid (waarvan de achterliggende berekeningen bij Deltares onbekend zijn).



Figuur 2-8 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. RSP en de 2017 BKL (zwarte lijn) over de periode 2010 tot 2021. Voorstel HBKL uit Deltares (2015) (zwarte stippellijn), de minimaal benodigde BKL i.v.m. veiligheid (magenta sterren) en het voorstel voor de herziening van de BKL in 2023 (magenta lijn).

Tabel 2-1 Overzicht met huidige BKL-ligging (alles t.o.v. RSP), voorstel HBKL uit Deltares (2015), de minimaal benodigde BKL i.v.m. veiligheid en het voorstel voor de herziening van de BKL in 2023.

Raai	Huidige BKL	Voorstel Deltares Herziening 2017	BKL minimaal benodigd voor veiligheid	Voorstel HBKL 2023	Verschil Huidige BKL en Voorstel HBKL 2023	opmerkingen
1262	120	120	120	120	0	Geen reden om zeewaarts te verleggen vanuit veiligheid
1282	117	138	117	130	+13	Zeewaartse correctie op veiligheids-BKL voor een BKL dat de kustlijn volgt
1300	111	155	118	130	+19	Zeewaartse correctie op veiligheids-BKL voor een BKL dat de kustlijn volgt
1318	103	155	127	127	+24	BKL benodigd voor veiligheid overgenomen
1335	93	139		93	0	Geen reden om zeewaarts te verleggen vanuit veiligheid
1354	113	121		*		Hier geen BKL waarde meer hanteren i.v.m. havendam.
1363	97	110		110	+13	De kust is hier ver uitgebouwd. Het is maar een halve raai i.v.m. de verlengde havendam.
1372	118	130	141	130	+12	Hier 130 aanhouden. Dit is wat er is aangelegd.
1381	126	143	132	139	+13	Zeewaartse correctie op veiligheids-BKL voor een BKL dat de kustlijn volgt
1391	137	152	137	145	+8	Zeewaartse correctie op veiligheids-BKL voor een BKL dat de kustlijn volgt
1401	143	144		143	0	Geen reden om zeewaarts te verleggen vanuit veiligheid
1412	136	136		136	0	
1427	133	133		133	0	
1450	126	126		126	0	
1467	95	95		95	0	
1487	-12	-12		-12	0	



Figuur 2-9 Ruimtelijke weergave van de 2017 BKL (zwarte lijn) en het voorstel voor de herziening van de BKL in 2023 (magenta lijn).

#### 2.1.6.1 Effect op kustonderhoud

##### Gebied ten westen van de havendam (raaien 1401 – 1363)

Na de Zwakke-Schakel versterking in 2015 is de MKL zeewaarts verlegd, en er is hierna een licht uitbouwende trend te zien. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de accumulatie van zand door de verlenging van de havendammen. Het HBKL-voorstel heeft hier daarom geen effect op het kustonderhoud op korte termijn (Figuur 2-10).

Het HBKL-voorstel ligt 20-30m landwaarts van de MKL in 2021. Het lijkt erop dat er een nieuwe evenwichtssituatie ontstaat met de verlengde havenhoofden, waarna de sedimentatie afneemt en een redelijk stabiele situatie zal ontstaan. Indien de trend in de MKL omslaat, heeft het HBKL-voorstel een signaleringsfunctie voor onderhoud vergelijkbaar met de situatie voor de versterking.

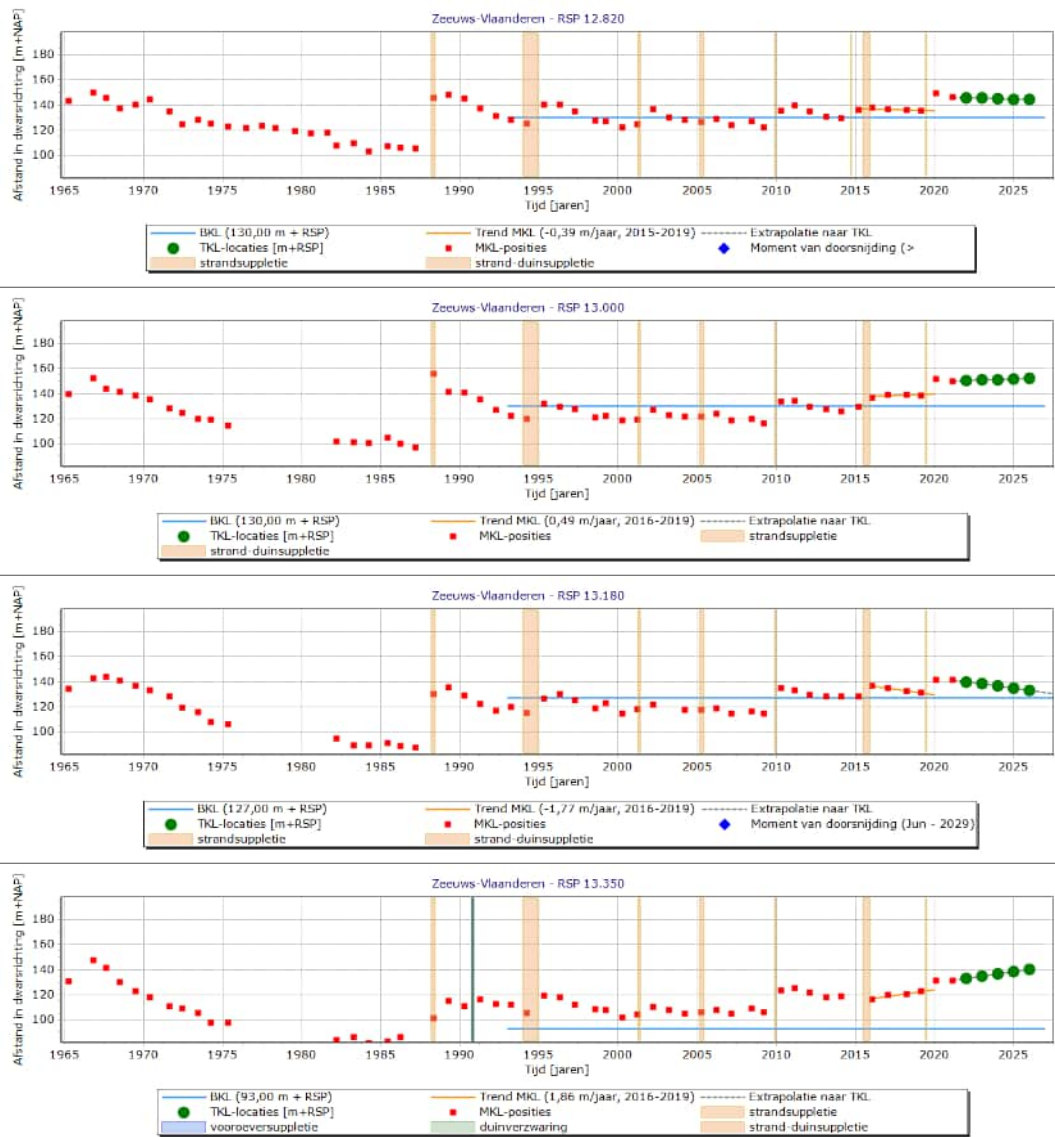


Figuur 2-10 Ontwikkeling van de MKL, TKL en voorstel HBKL (blauwe lijn) voor de raaien ten westen van de haven van Cadzand-Bad (raaien 1363, 1372, 1381 en 1391).

### Gebied ten oosten van de havendam (raaien 1262 – 1335)

De Zwakke-schakel versterking in 2015 heeft geresulteerd in een kleine zeewaartse verplaatsing van de MKL-posities, en erna is een lichte erosieve trend te zien (Figuur 2-11). De strandsuppletie in 2019 heeft een sterk positief effect op de MKL gehad. Doordat er slechts een tweetal MKL punten zijn na de suppletie van 2019 is het nog moeilijk te voorspellen wat de huidige MKL trends zijn.

Indien de erosieve trends (zoals tussen 2015 en 2019 in raai 1318) zich voortzetten, zal met de voorgestelde HBKL naar verwachting de gebruikelijke suppletiefrequentie van 2-4 jaar blijven voldoen voor de komende jaren. Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de processen die de erosieve trends in de MKL drijven, zoals te zien in de voorgaande jaren, niet zijn veranderd door de Zwakke Schakel versterking. Echter bestaat ook de mogelijkheid dat door de verlenging van de havenhoofden zich hier een nieuw evenwicht instelt.



Figuur 2-11 Ontwikkeling van de MKL, TKL en **voorstel HBKL** (blauwe lijn) voor de raaien ten oosten van de haven van Cadzand-Bad (raaien 1282, 1300, 1318 en 1335).

### 2.1.6.2 Effect op functies

Voor het HBKL-voorstel is waterveiligheid als uitgangspunt gebruikt, deze functie is daarmee geborgd in het voorstel (met uitzondering van raai 1372). Met betrekking tot strandrecreatie kan de voorgestelde HBKL-ligging wel resulteren in een initiële afname van de strandbreedte voordat het vanuit kustonderhoud nodig is om te suppleren.



## 2.2 Katwijk (raaien 8575-8800)

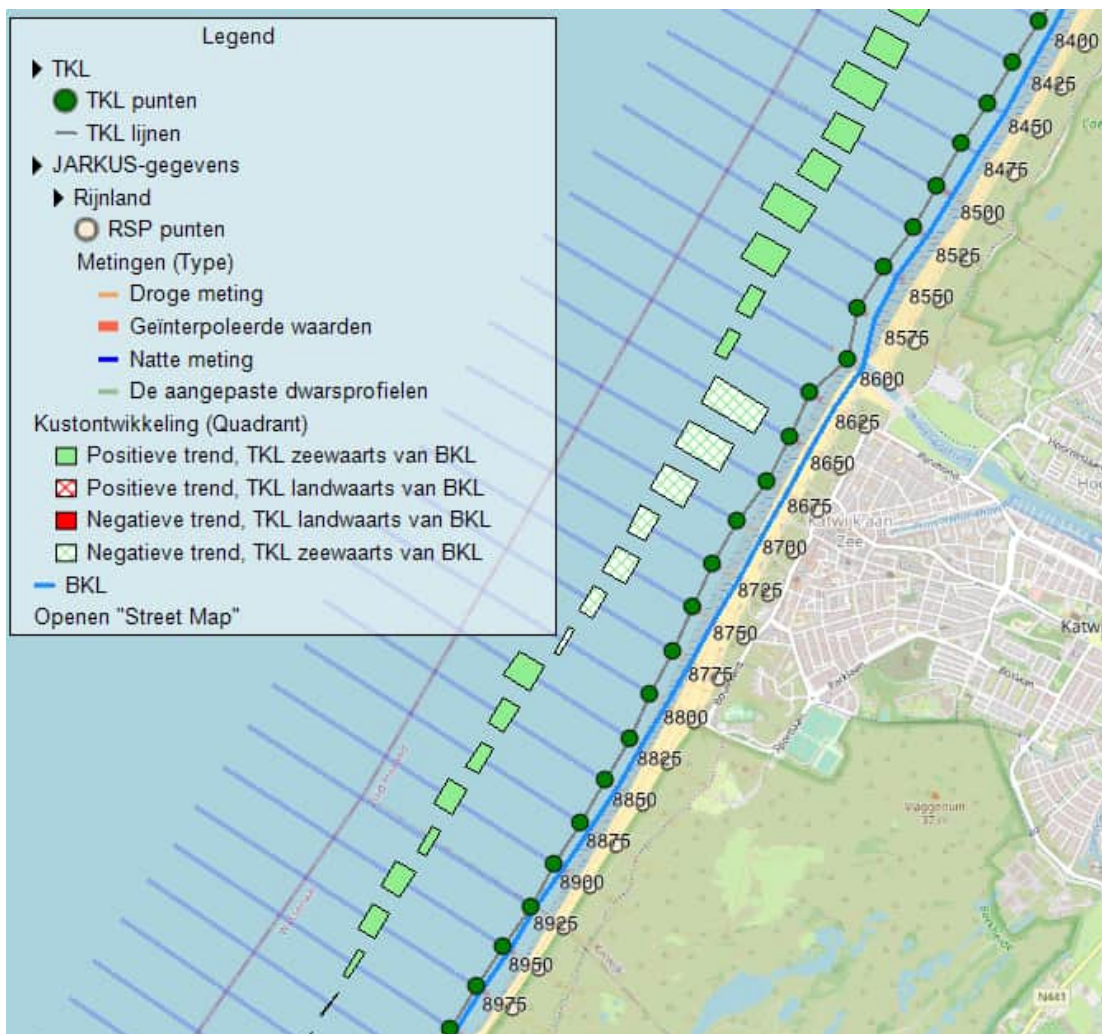
### 2.2.1 Inleiding

De primaire waterkering bij Katwijk vormde een zwakke plek in de Hollandse kust. Om de veiligheid van Zuid-Holland te kunnen garanderen, is de kust bij Katwijk versterkt in het kader van de Zwakke Schakel versterkingen binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma in de periode oktober 2013 tot en met februari 2015. Er is gekozen voor een 'dijk-in-duin' oplossing met parkeergarage zodat de relatie tussen dorp en zee het minst verstoord wordt (Figuur 2-12). Katwijk aan Zee is een familiebadplaats aan de kust van Zuid-Holland en heeft zich ontwikkeld aan de riviermonding van de (Oude) Rijn. Het centrum van Katwijk ligt relatief laag, in een oude duinkom die nu deel uitmaakt van de waterkering en daarom deels buitendijks gelegen is.

Bij het ontwerp van de Zwakke Schakel versterking van Katwijk is een voorstel voor een verplaatsing van de BKL geformuleerd (Ballast Nedam / Rhoden Nielsen, 2014). Voor de Herziening BKL 2023 wordt bekeken wat het effect is van het BKL-voorstel op de onderhoudsinspanning, veiligheid en overige functies. Aandachtspunt bij de analyse van het BKL-voorstel is raai 8600 ter hoogte van de uitwateringslus.



Figuur 2-12 Ontwerp dijk-in-duin bij Katwijk dwarsdoorsnede (boven) en bovenaanzicht (onder) (bron: Arcadis, 2013)



Figuur 2-13 Kustlijankaart Katwijk.

## 2.2.2 Vaststelling Basiskustlijn

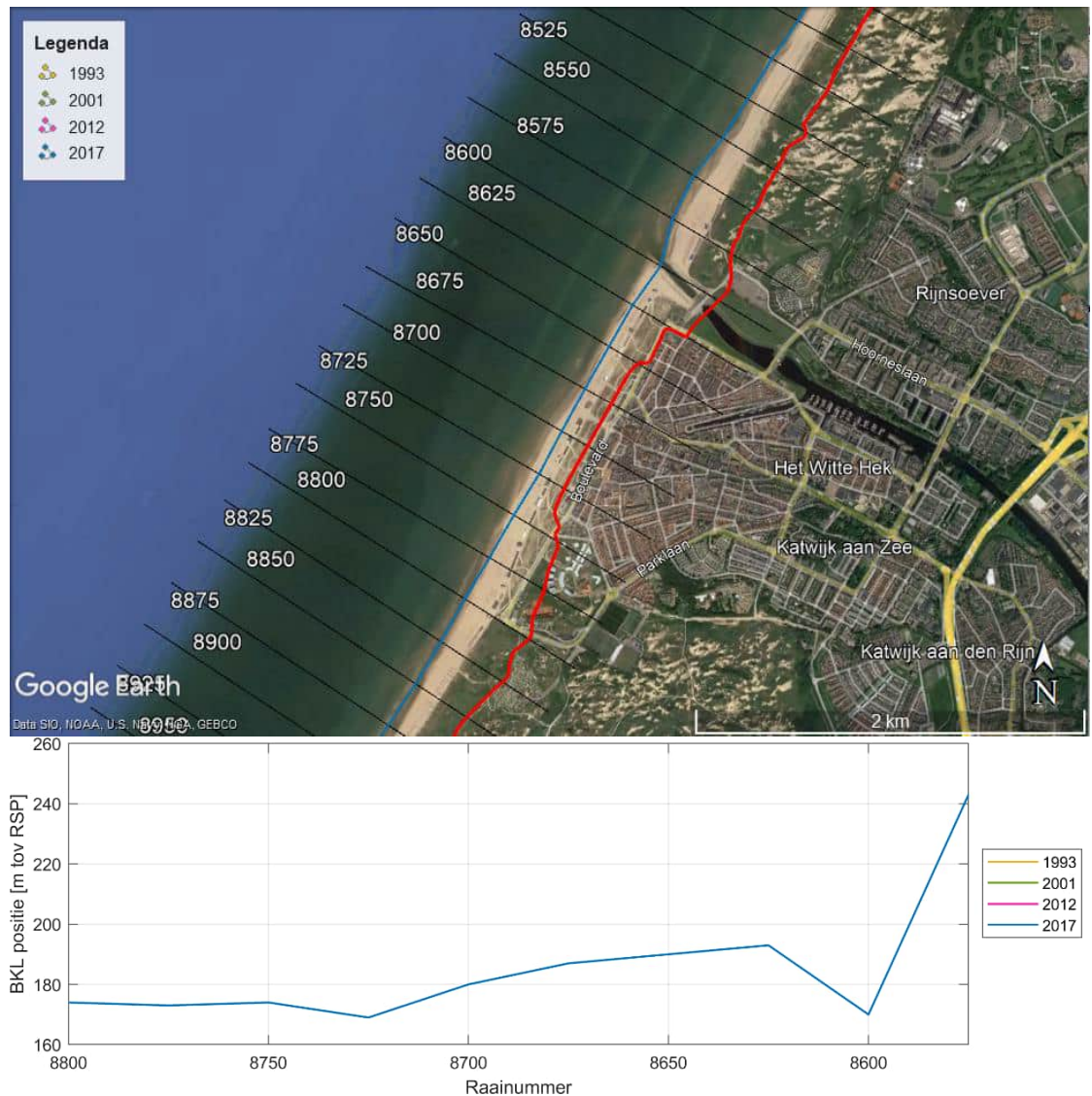
In Figuur 2-14 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Katwijk weergegeven. Sinds 1993 is de BKL-ligging niet meer herzien.

Bij de afleiding van een basiskustlijn op basis van morfologische gronden in 1990 zijn regionale afspraken gemaakt over het kustvak Rijnland. In het Zuid-Hollandse deel van Rijnland is sprake van een stabiele ligging van de kustlijn. Verplaatsingssnelheden van meer dan 3 meter per jaar hebben in de periode 1981-1991 nauwelijks plaatsgevonden. Er zijn geen specifieke problemen in de berekening van de BKL gesignaleerd in het Zuid-Hollandse deel en de fluctuaties in de kustlijnpositie zijn niet substantieel genoeg dat het nodig is de kustlijn landwaarts te verleggen (Hillen et al. 1991). Na de vaststelling van de BKL in 1993 is deze niet meer herzien. De relevante overwegingen tijdens de landelijke herzieningen met betrekking tot het herzien van de BKL bij Katwijk zijn hieronder herhaald.

### Herzieningen en afspraken 2017

Bij de herziening van de BKL in 2017 zijn er geen aanpassingen geweest aan de BKL voor het kustvak Rijnland (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018). De Zwakke Schakel versterking bij Katwijk omvatte een dijk-in-duinconstructie die in 2013 is aangelegd. Voor deze versterking geldt dat deze pas recent zijn uitgevoerd en het wenselijk is om eerst af te wachten hoe de kust zich ontwikkelt, alvorens een nieuwe ligging van de BKL vast te stellen. Voor de veiligheid van deze locaties is het later vaststellen van de BKL geen probleem. Reden is dat

beide versterkingen zijn aangelegd met een zandige 'slijtlaag' van 5 jaar. Dat is een extra hoeveelheid zand die onder invloed van zee en wind 'mag' eroderen, zonder dat dit gevolgen heeft voor de veiligheid.



Figuur 2-14 BKL-positie voor Katwijk bij raaien 8575 tot 8800, weergegeven op een satelliefoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satelliefoto.

### 2.2.3 Morfodynamiek

In Quataert & Elias (2022) is een analyse uitgevoerd van het autonome kustgedrag bij Katwijk (raaien 8525 – 8850), zowel voor als na de Zwakke Schakel versterking. In deze paragraaf worden de belangrijkste resultaten samengevat.

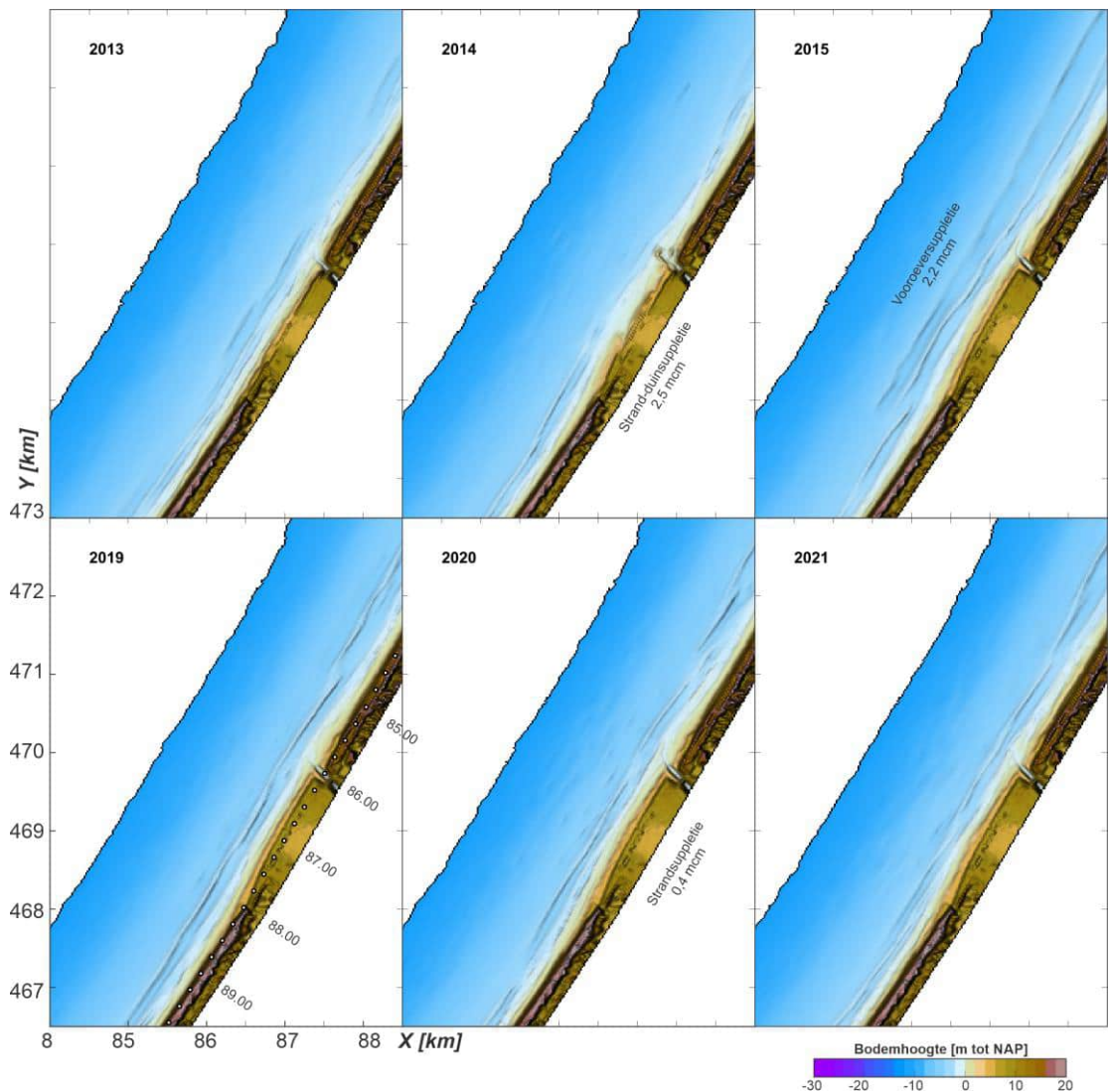
De kust van Katwijk wordt gekarakteriseerd door een enkele brekerbank (Figuur 2-16). Deze bank vertoont tot de jaren negentig een cyclisch gedrag. Het huidige kuststelsel vertoont juist een stabiele bank die een zo rond de 500m tot de RSP aanwezig is (Figuur 2-15).

Vooroeversuppleties zijn in het verleden zeewaarts van de buitenste brekerbank aangebracht (zo rond de 800m tot de RSP). Na aanleg neemt de suppletie snel in hoogte af. De brekerbank landwaarts hiervan neemt juist sterk in hoogte toe en ook de MKL verplaatst zeewaarts, doordat de brekerbank boven de ondergrens van de MKL-rekenshijf komt. De hoogte

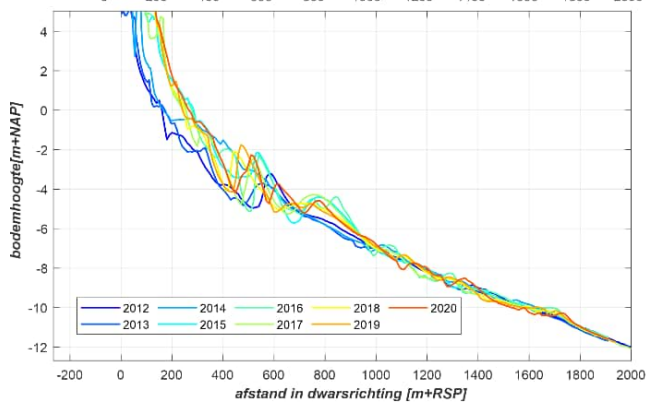
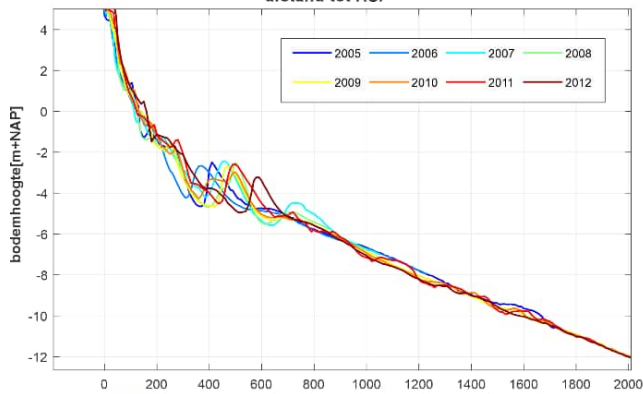
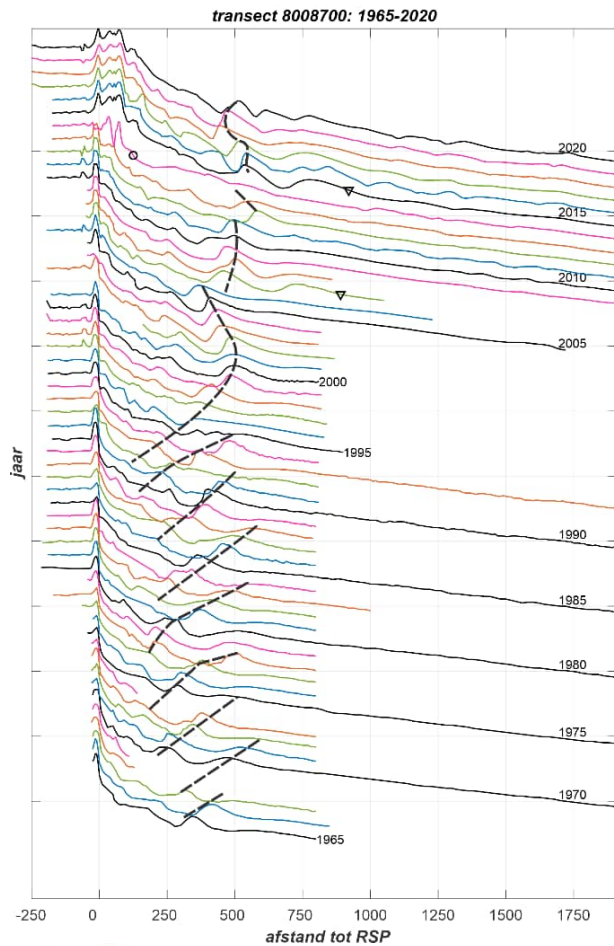
toename van de brekerbank is waarschijnlijk rechtstreeks gerelateerd aan de aanleg van de vooroeversuppletie, waarbij een landwaartse herverdeling van het sediment plaatsvindt.

In 2013-2015 worden in het kader van de Zwakke Schakel versterking een grote strandduinsuppletie (2,5 miljoen m<sup>3</sup>) en vooroeversuppletie (2,2 miljoen m<sup>3</sup>) uitgevoerd. Deze vooroeversuppletie is in de 2015 bodem zichtbaar tussen raai 8850 en 8500 (Figuur 2-15). Het effect van de Zwakke Schakel versterking is direct zichtbaar in de MKL-ligging (Figuur 2-17 en Figuur 2-18), in 2015 heeft de MKL zich ~100m zeewaarts verplaatst. In de 5 jaar erna trekt de MKL zich terug met 5 tot 10 m/jaar tussen raaien 8650 en 8775.

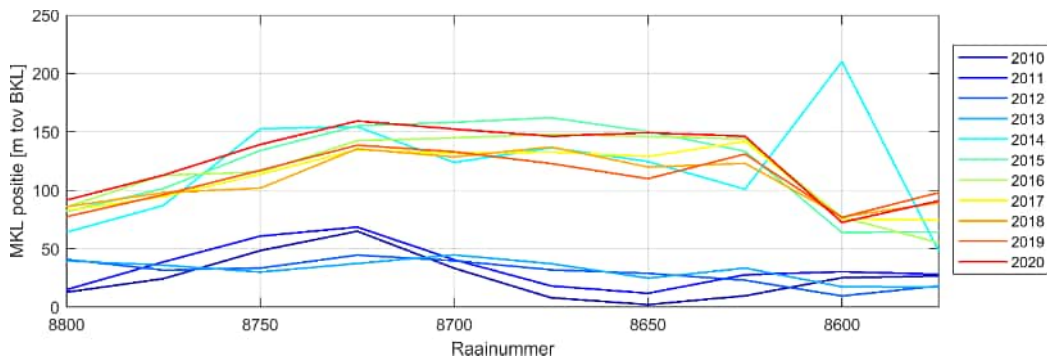
Raai 8600 doorsnijdt de uitwateringssluis (Figuur 2-19). De aanleg (1983) en verlenging (2015, Zwakke Schakel versterking) van de uitwateringssluis is direct zichtbaar in de respons van MKL. Vrijwel alle profielen vertonen een toename van de MKL sinds aanleg. In dit opzicht heeft de uitwateringssluis een invloed uitgeoefend op het ondiepe deel van het kustprofiel. Het diepere deel, het bankgedrag, lijkt niet te zijn beïnvloed door de sluis. Zowel in kustlangse- als kustdwarse richting blijven de banken voor en na aanleg gehandhaafd.



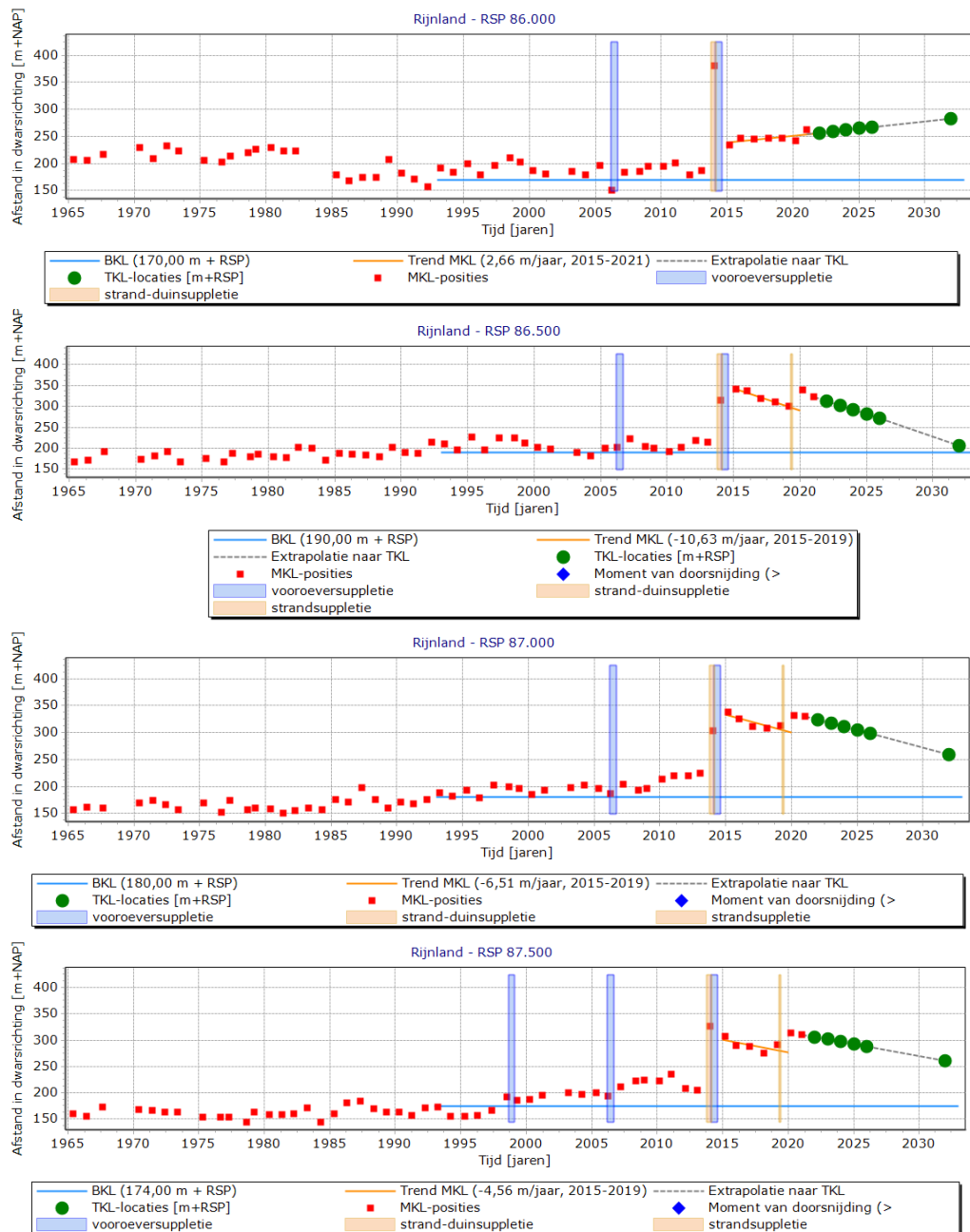
Figuur 2-15: Overzicht van de kustontwikkeling over de periode 2013 -2021 aan de hand van de JARKUS grids (missende datapunten zijn met recentere jaren ingevuld). Bron: Quataert & Elias (2022)



Figur 2-16: Ontwikkeling van raai 8700 in detail. links: timestack van profielontwikkeling over de periode 2005-2020. Rechts: dwarsprofielen voor de periode 2005-2012 (midden) en 2012-2020 (onder). Bron: Quataert & Elias (2022)



Figuur 2-17 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de periode 2010 tot 2020). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2021.



Figuur 2-18 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Katwijk (kustvak Rijnland), raaien 8600, 8650, 8700 en 8750.

## 2.2.4 Suppletiegeschiedenis

Van het totale gesuppleerde volume (6,9 miljoen m<sup>3</sup>) bij Katwijk, is 2,5 miljoen m<sup>3</sup> gesuppleerd voor de Zwakke Schakel versterking in 2013 samen met een vooroeveroppletie van 2,2 miljoen m<sup>3</sup>. Na de Zwakke Schakel versterking is er één strandsuppletie uitgevoerd in 2019.

Locatie	Datum	Begin Raai	Eind Raai	Lengte	Type	Volume (situ) m <sup>3</sup>
Katwijk	1998	87,50	89,50	2000	vooroeversuppletie	753.338
Noordwijk - Katwijk	2006	81,50	89,00	7500	vooroeversuppletie	1.055.035
Katwijk	2013	85,75	88,00	2250	strand-duinsuppletie	2.500.000
Rijnland Zuid	2014	80,00	88,50	8500	vooroeversuppletie	2,200,000
Katwijk	2019	86,50	88,25	1750	strandsuppletie	400.000
<b>TOTAAL</b>						<b>6.908.373</b>

## 2.2.5 Aandachtspunten

### Bestuurlijke afspraken

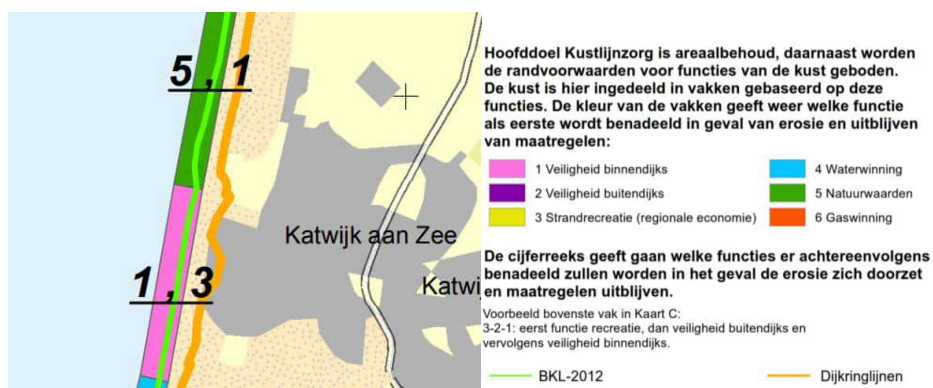
Niet aanwezig

### Lokale bijzonderheden

Bij raai 8600 ligt een uitwateringssluis. De uitwateringssluis van Katwijk is aangelegd in 1983. Als onderdeel van de Zwakke Schakel werkzaamheden is het kanaal van de uitwateringssluis verlengd met 50m om verzanding van het kanaal te voorkomen en de waterafvoerende functie te behouden (Arcadis, 2013).



Figuur 2-19 Uitwateringssluis bij Katwijk in 2011 (links), in 2021 na verlenging met 50m (midden) en het ontwerp van de verlenging (rechts). Bron: Google Earth en Arcadis (2013)



Figuur 2-20 Functiekaart Katwijk. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

De versterking bij Katwijk zal zorgen dat de veiligheid van het achterland wordt gewaarborgd. De versterkingen zijn aangelegd met een zandige 'slijtlaag' van 5 jaar. Dat is een extra hoeveelheid zand die onder invloed van zee en wind 'mag' eroderen, zonder dat dit gevolgen heeft voor de veiligheid.

## **2.2.6 Technisch voorstel BKL**

### **2.2.6.1 Uitgangspunten ontwerp en aannamen BKL-voorstel**

*Deze paragraaf vormt een samenvatting van het ontwerpdocument (Arcadis, 2013) en het BKL voorstel (Ballast Nedam / Rhoden Nielsen, 2014).*

Voor het ontwerp wordt er gerekend met de DUROS+ en voor de hydraulische randvoorwaarden wordt de HR2006 gebruikt. In dit specifieke geval betekent dat een ontwerpwaterstand van NAP +6.4m, een significante golfhoogte van 8.55m met een piekperiode van 14.3 seconden. Hiermee wordt er gerekend met het 50 jaar middenscenario (klimaatscenario met 30 cm zeespiegelstijging) en dus voldaan aan de veiligheidsnormen in 2050 (Arcadis, 2012). Als veiligheidsseis wordt er aangenomen dat het afslagprofiel minimaal zeewaarts van de boulevard dient te liggen en de positie van het controle punt zeewaarts van de bebouwing.

Met behulp van twee numerieke modellen, PONTOS en CrossMOR/LongMOR, is een inschatting gemaakt van de onderhoudsbehoefte voor het kustvak Katwijk. Op basis van deze morfologische modellen wordt het verlies geschat op 124.000 tot 195.000 m<sup>3</sup> in de eerste 5 jaar na aanleg. Bij aanleg van de kustversterking wordt een slijtlaag aangebracht ter grootte van 195.000 m<sup>3</sup> (bovenop het volume zand dat voor veiligheid nodig is). Hiermee is conform de modellen de verwachting dat in de eerste 5 jaar – en mogelijk bijna 8 jaar – na aanleg geen onderhoud noodzakelijk is.

### **2.2.6.2 BKL-voorstel 2023**

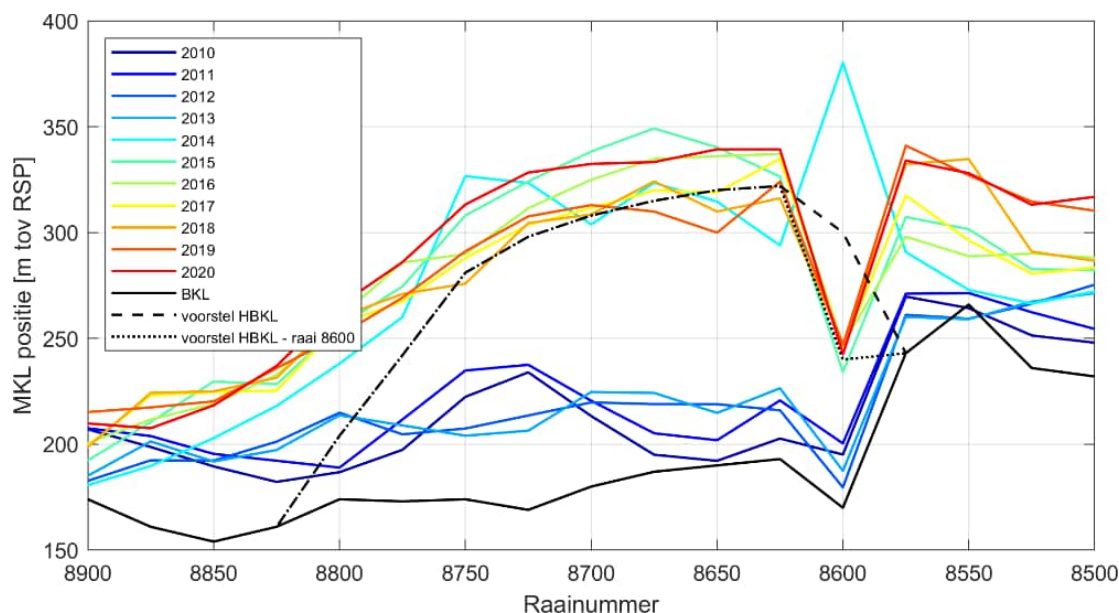
In Figuur 2-21 en Tabel 2-2 is het voorstel voor een BKL herziening bij Katwijk weergegeven. Uitgangspunt voor de BKL-positie is de minimale hoeveelheid zand in het profiel die nodig is zodat de waterkering voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm. Voor de bepaling van de ligging van de BKL is uitgegaan van het theoretisch dwarsprofiel van de kustversterking.

In Deltares (2015) zijn voor de herziening BKL2017 twee belangrijke aspecten genoemd om in oogschouw te houden voor een herziening bij Katwijk:

- Belangrijk is dat het strandbanket wel meegenomen in de veiligheidsberekening. Aangezien het maximum niveau van het strandbanket op NAP+4,5m ligt, is er zeewaarts van het duin dus (veiligheids-) zand aanwezig boven de bovengrens van de BKL-schijf (op NAP+3m). Algemeen gezien zorgt Rijkswaterstaat ervoor dat er geen structurele erosie optreedt (schept randvoorwaarden). Over dit gedeelte moeten afspraken worden gemaakt voordat herziening van de BKL aan de orde kan komen.
- Overgang naar de uitwateringsluis (raai 8600). Er is voor dit gebied geen expliciet voorstel gedaan in Ballast Nedam / Rhoden Nielsen (2014), maar voor de ruimtelijke inpassing en langstransport vormt dit onderdeel wel een belangrijk detail. In Deltares (2015) is een BKL-ligging voor raai 8600 van RSP +300m voorgesteld (interpolatie tussen BKL ligging 8625 en 8575, Figuur 2-21). De MKL ligt sinds de versterking vrij stabiel rond RSP +245m, waardoor er een continue overschrijding van de BKL zou ontstaan door dit BKL-voorstel. Het voorstel van Deltares is om de BKL bij raai 8600 op RSP +243m te leggen, gelijk aan de BKL van raai 8575. Met de stabiele trend in de MKL-positie bij raai 8600, samen met de



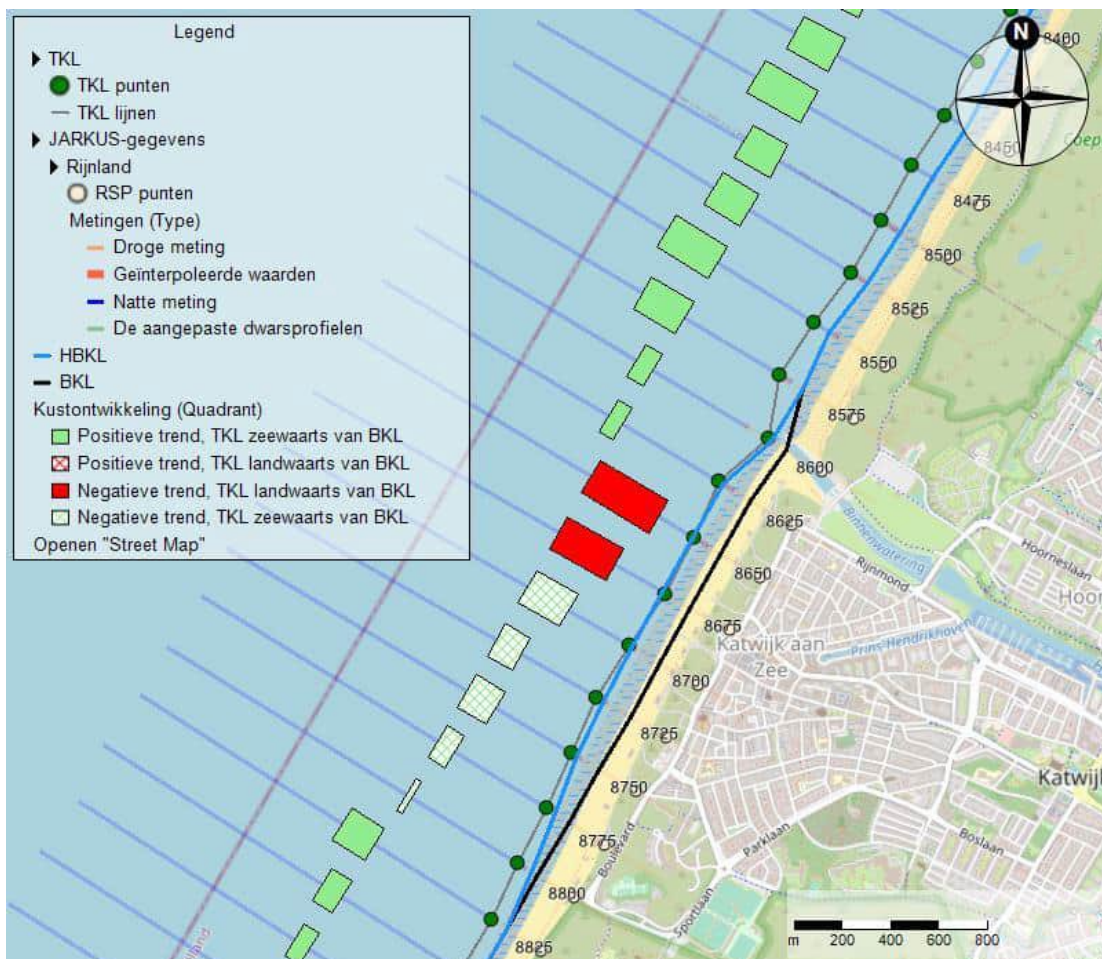
aanzanding na verlenging van de uitwateringssluis in 2015, is het niet de verwachting dat raai 8600 hiermee een sturende raai wordt.



Figuur 2-21 Een overzicht van de ontwikkeling van de MKL tussen raai 8900 en 8500 voor de periode 2010-2020. De huidige BKL is weergegeven in de zwarte lijn en het voorstel voor BKL herziening met de zwarte gestippelde lijn.

Tabel 2-2 Voorstel voor een BKL verplaatsing voor Katwijk zoals geconstrueerd door Ballast Nedam / Rhoden Nielsen (2014). Waardes zijn in meter ten opzichte van RSP. Waardes gemarkeerd met een \* worden voorgesteld door Deltares (2022) en wijken af ten opzichte van het oorspronkelijke BKL-voorstel (2015) bij de uitwateringssluis raai 8600.

Raaien	Huidige BKL [m]	Voorstel BKL [m]	Vershil [m]
8575	243	243	0
8600	170	300 (243*)	+130 (73*)
8625	193	322	+129
8650	190	320	+130
8675	187	315	+128
8700	180	308	+128
8725	169	298	+129
8750	174	281	+107
8775	173	242	+69
8800	174	204	+30



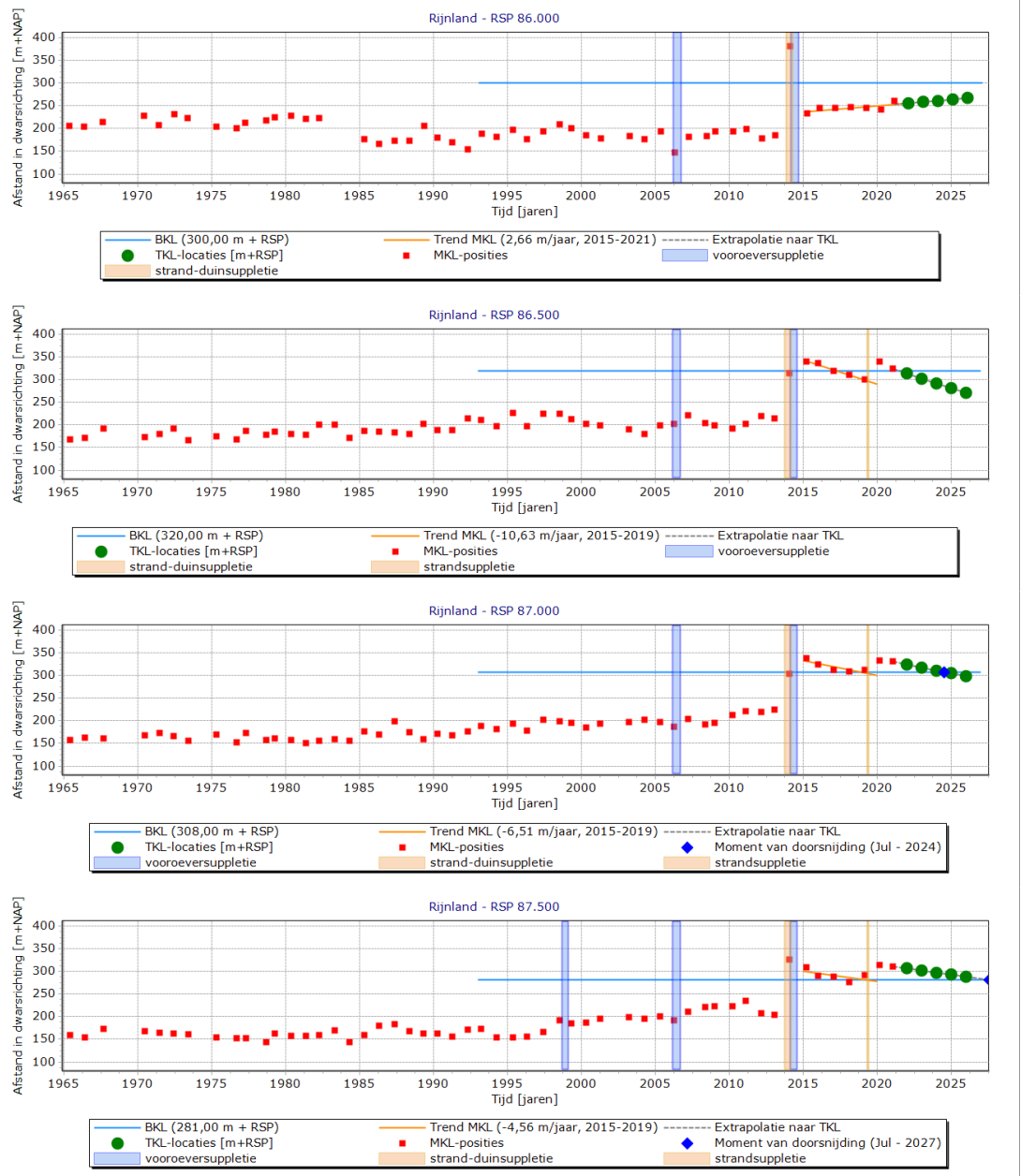
Figuur 2-22 Overzicht kustlijnontwikkeling bij Katwijk (TKL - groene punten) met daarin de voorgestelde (H)BKL (blauwe lijn) en de huidige BKL (zwarte lijn).

### 2.2.6.3 Effect op kustonderhoud

Figuur 2-22 en Figuur 2-23 illustreren het effect van het BKL-voorstel op de voorspelde BKL-overschrijding voor de kustlijntoetsing van 1-1-2022. Voor de zuidelijke raaien 8800 tot 8700 is de MKL-trend erosief, en wordt een BKL overschrijding > 5 jaar na de strandsuppletie in 2019 verwacht. De erosieve MKL-trend in de raaien 8650 en 8675 is sterker, en geeft al een BKL-overschrijding 1-2 jaar na de strandsuppletie van 2019. De raaien ten noorden van raai 8625 laten een stabiele of positieve MKL-trend zien.

Raaien 8650 en 8675 zijn, met dit BKL-voorstel, sturende raaien voor kustonderhoud. Het BKL-voorstel in Ballast Nedam / Rhoden Nielsen (2014) is gemaakt zodat de kering voldoet aan waterveiligheidseisen. Op basis hiervan zal er een onderhoudsinspanning elke 2-3 jaar benodigd zijn.

Hierbij dient opgemerkt te worden dat Ballast Nedam / Rhoden Nielsen (2014) is uitgegaan van het theoretisch dwarsprofiel van de kustversterking voor het BKL-voorstel. Een aanpassing van het BKL voorstel in raaien 8650 en 8675 zou kunnen zorgen voor lagere onderhoudsinspanning. Het advies is om het effect van een dergelijke aanpassing aan het voorstel-BKL op de waterveiligheid te onderzoeken.



Figuur 2-23 Ontwikkeling van de MKL, TKL en de nieuw voorgestelde (H)BKL (blauwe lijn) voor Katwijk (kustvak Rijnland), raaien 8600, 8650, 8700 en 8750.

#### 2.2.6.4 Effect op functies

Uitgangspunt voor het BKL-voorstel is de minimale hoeveelheid zand in het profiel dat nodig is zodat de nieuwe waterkering voldoet aan de wettelijke veiligheidsnorm, dus de veiligheidsfunctie voldoet. De ligging van het BKL-voorstel zorgt ervoor dat er elke 2-5 jaar gesuppleerd zal worden, hierdoor zal het strand breed genoeg blijven voor recreatie.

### 3 Morfologische ontwikkeling en afwijkingen van de signaleringswaarde

#### 3.1 Cadzand-Bad Haven (raai 1354)

Voorgesteld wordt om de BKL bij raai 1354 bij de nieuwe haven van Cadzand-Bad te verwijderen omdat deze raai nu in de haven gepositioneerd ligt. Dit betreft een formalisatie van de bestaande praktijk, aangezien hier sinds de aanleg van de haven geen MKL-posities meer kunnen worden berekend.



Figuur 3-1 BKL-posities voor verschillende jaren nabij Cadzand-Bad weergegeven op een satellietfoto. De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn.

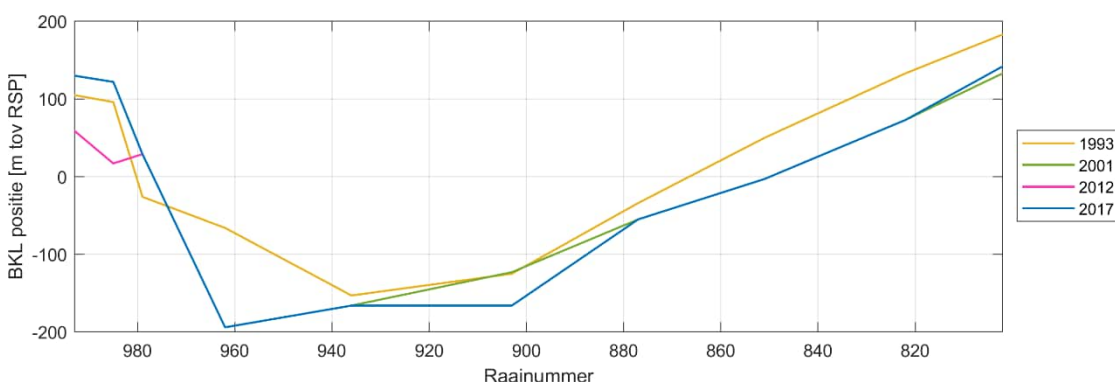
## 3.2 Verdrongen Zwarte Polder (951)

### 3.2.1 Inleiding

Voor raai 951 in kustvak Zeeuws-Vlaanderen, bij de Verdrongen Zwarte Polder (VZP), ontbreken de boven- en ondergrenzen voor de bepaling van de MKL-positie, ondanks dat het een toetsraai is. De reden hiervoor is dat de raai zich bevindt in een slufferachtig systeem. In deze factsheet wordt onderzocht wat het effect zou zijn van het instellen van boven- en ondergrenzen op het onderhoud, de veiligheid en de overige functies.

### 3.2.2 Vaststelling BKL

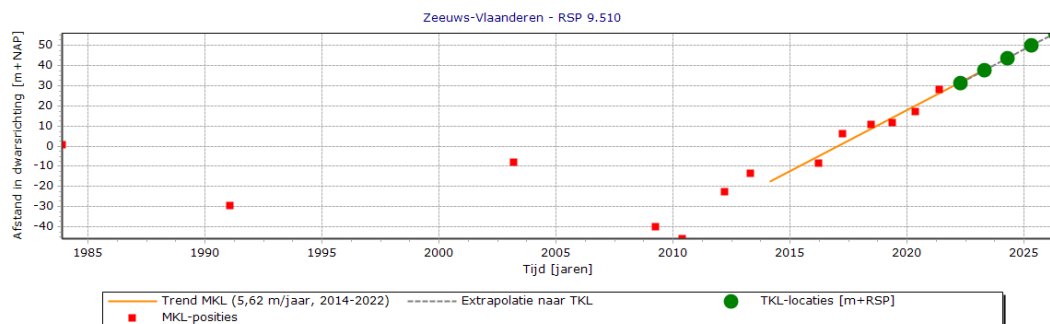
In 1993 is de BKL in raai 951 vastgesteld op RSP – 116 m. Tijdens de BKL herziening van 2001 is de BKL in verband met bescherming van natuurwaarden verlegd tot RSP – 192 m (Termaat & Maranus, 2000).



Figuur 3-2 Positie van raai 951 bij de Verdrongen Zwarte Polder (Zeeuws-Vlaanderen), weergegeven op een satellietfoto. De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

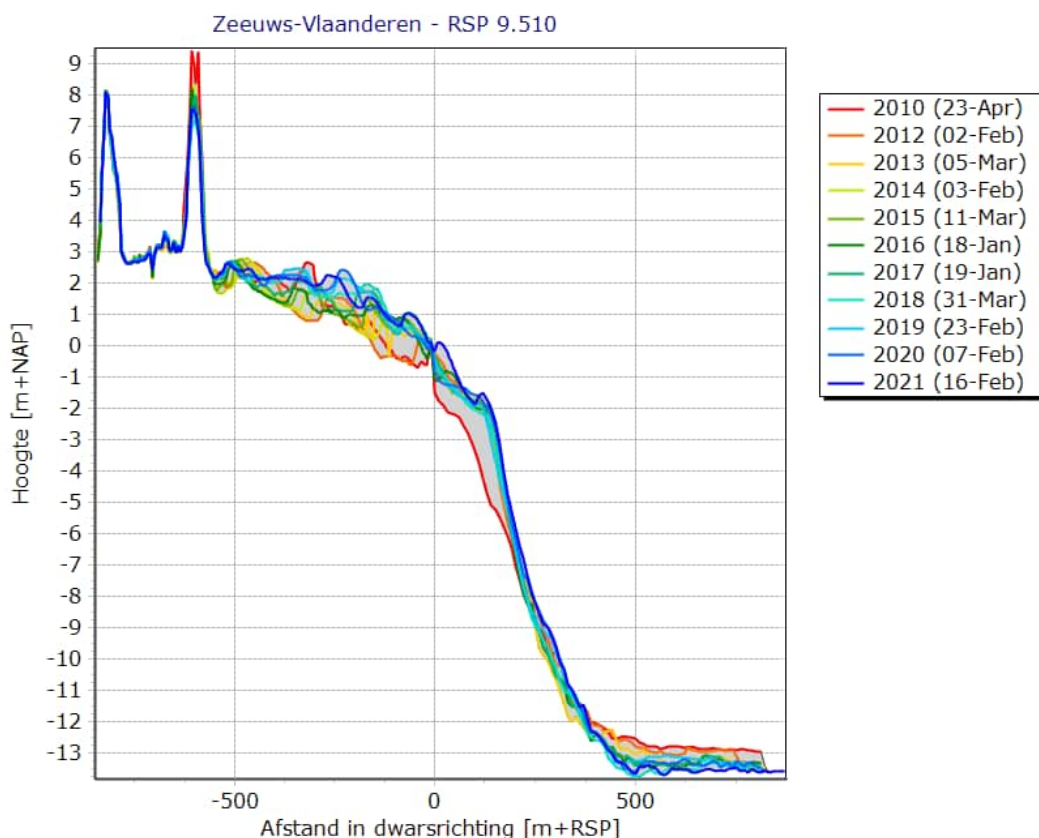
### 3.2.3 Morfodynamiek

Om de MKL ontwikkeling in kaart te brengen zijn de boven- en ondergrenzen van naastgelegen raaien overgenomen. Dit komt neer op een bovengrens van +3 m NAP en een ondergrens van -6,8 m NAP. Voor het gros van de jaren tot 2010 is het jarkus-profiel incompleet (geen profiel ingemeten onder 0 m NAP), waardoor hier geen MKL bepaald kan worden. Sinds 2010 is een duidelijke zeewaartse trend in de MKL-positie waar te nemen (zie Figuur 3-3). Raai 951 wordt vermoedelijk gevoed door de suppleties nabij de Adornispolder (ten oosten van de VZP) en de Tienhonderdpolder (ten westen van de VZP).



Figuur 3-3 Ontwikkeling van de MKL-positie ten opzichte van RSP [m] in raai 951. Merk op dat de MKL-positie ontbreekt voor een groot deel van de jaren. Dit komt doordat de profielmeting incompleet waren.

Ter aanvulling is in Figuur 3-4 de ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 951 sinds 2010 weergegeven. Ter hoogte van het strand is de nodige variatie over de jaren te zien, maar ook de algemeen uitbouwende trend van raai 951 komt hierin duidelijk naar voren.



Figuur 3-4 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 951 sinds 2010.

### **3.2.4 Suppletiegeschiedenis**

Hoewel in de omliggende raaien veelvuldig is gesuppleerd, zijn er vooralsnog geen suppleties uitgevoerd ter plaatse van de verdrongen zwarte polder.

### **3.2.5 Evaluatie voorstel BKL**

De BKL in raai 951 is in de BKL herziening van 2001 verlegd naar RSP – 192 m. De berekeningen in paragraaf 3.2.3 laten zien dat het instellen van de boven - en ondergrens van de rekenschijf in deze raai resulteert in een MKL rond RSP + 25 m (ruim 200 meter zeewaarts van de BKL). Bovendien bouwt de kustlijn zich uit, vermoedelijk gevoed door suppleties in naastgelegen raaien.

#### **3.2.5.1 Effect op onderhoud**

Er is geen aanleiding om aan te nemen dat het terugbrengen van de rekengrenzen in raai 951 het kustonderhoud zal beïnvloeden.

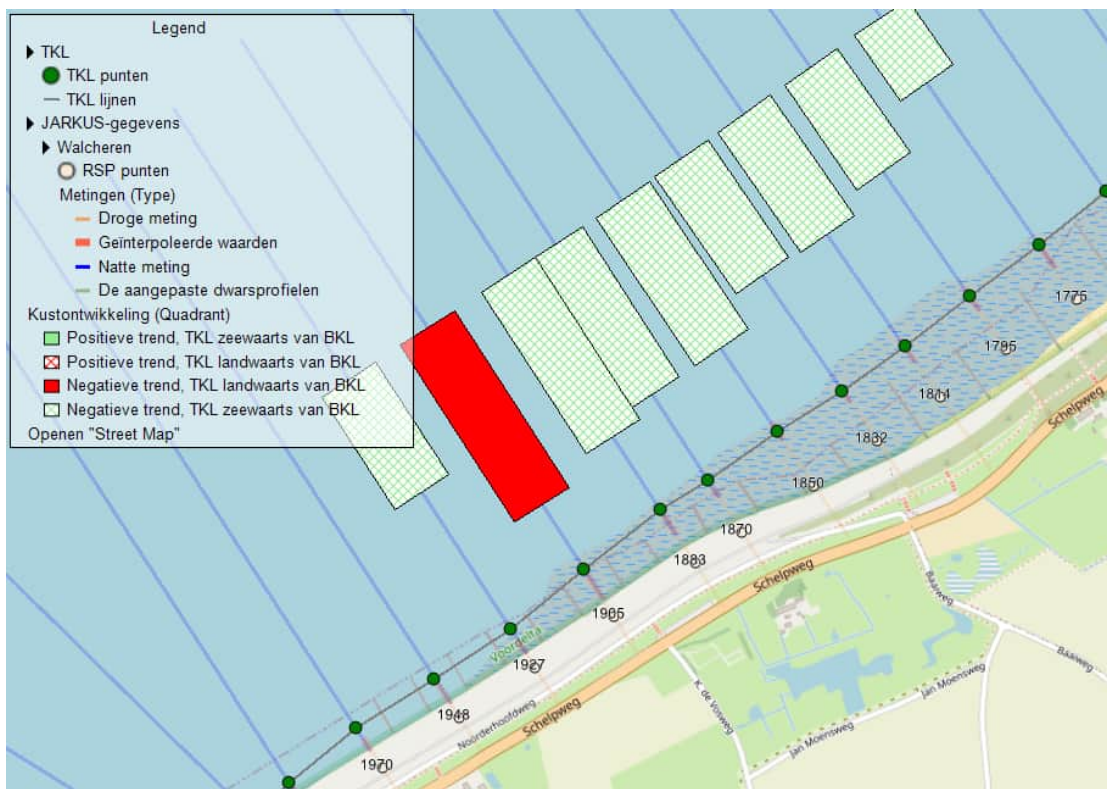
#### **3.2.5.2 Effect op functies**

De BKL is ooit ingesteld op basis van bescherming van natuurwaarden. Het terugbrengen van de rekengrenzen heeft hierop geen invloed.

### 3.3 Westkapelse Zeedijk (raaien 1905 en 1927)

#### 3.3.1 Inleiding

Ter hoogte van de raaien 1905 en 1927 op Walcheren is de dijk versterkt in 2009 door het overslagbestendig maken van de dijk en door het verondiepen van de vooroever door middel van suppleties. Voor raai 1755 tot 1927 is de BKL in 2012 herzien om het nieuwe profiel in stand te houden. Voor het HBKL 2023 traject stelt Rijkswaterstaat voor om te verkennen of de BKL-ligging voor deze raaien onderhoudbaar is gebleken of dat de BKL mogelijk opnieuw herzien moet worden. Hierbij wordt gekeken naar de recente morfologische ontwikkelingen, alsmede de te verwachten onderhoudsinspanning.

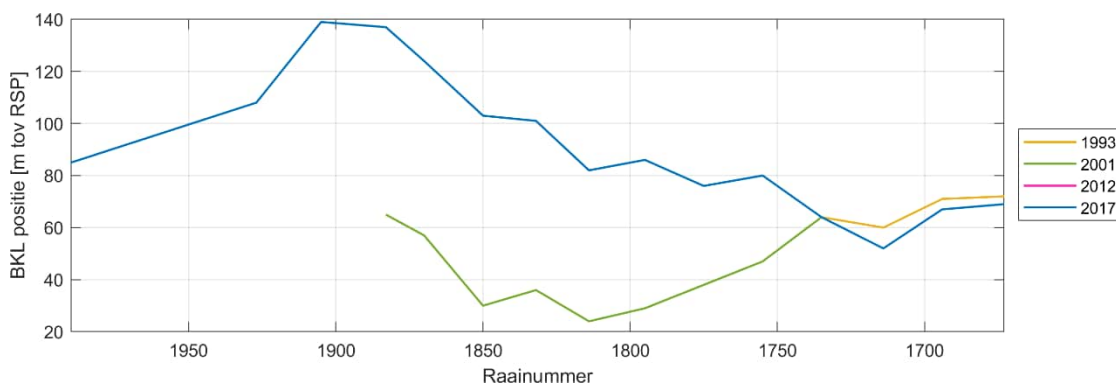


Figuur 3-5 Kustlijnenkaart Westkapelse Zeedijk kustlijnbeoordeling 1-1-2022.

#### 3.3.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 3-6 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen nabij de Westkapelse Zeedijk weergegeven. Voor de versterking in 2009 was in de raaien 1905 en 1927 geen BKL gedefinieerd. Na de zeewaartse versterking in 2009 is hier een BKL vastgesteld in 2012.





Figuur 3-6 BKL-positie voor de Westkapelse Zeedijk bij raaien 1950-1714, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### Herzieningen en afspraken 2012

Op basis van het advies voor de herziening is besloten om in Walcheren op één locatie de Basiskustlijn aan te passen, vanwege het onderhoud van de zeewaartse versterking. Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2012) schrijft hierover:

Begin 2009 is de zandige versterking van de Westkapelse Zeedijk opgeleverd. De dijk is hier versterkt door een zeewaartse versterking met zand, door het overslagbestendig maken van de dijk en door het verondiepen van de vooroever door middel van suppletie. 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.

Om de zandige versterking te handhaven is op een aantal raaien de BKL zeewaarts verlegd. Ook is voor een tweetal raaien (1905 en 1927) een BKL ingesteld, waar voorheen geen BKL aanwezig was. De herziene BKL is overgenomen van het voorstel van het Waterschap

Scheldestromen (Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2008) en gebaseerd op het in stand houden van het nieuwe profiel (vooroever en zand voor de dijk) dat voor de dijk ligt. Het BKL voorstel van het waterschap bevatte ook een voorstel voor een BKL in raaien 1895, 1917 en 1938. Deze raaien zijn geen Jarkusraaien en worden daarom niet (meer) jaarlijks ingemeten. Op deze raaien kan derhalve geen BKL worden vastgesteld. Gezien het vloeiende verloop van de nieuwe BKL zal het zandvolume in deze raaien voldoende geborgd worden middels de BKL van raaien 1905 en 1927.

### 3.3.3 Morfodynamiek

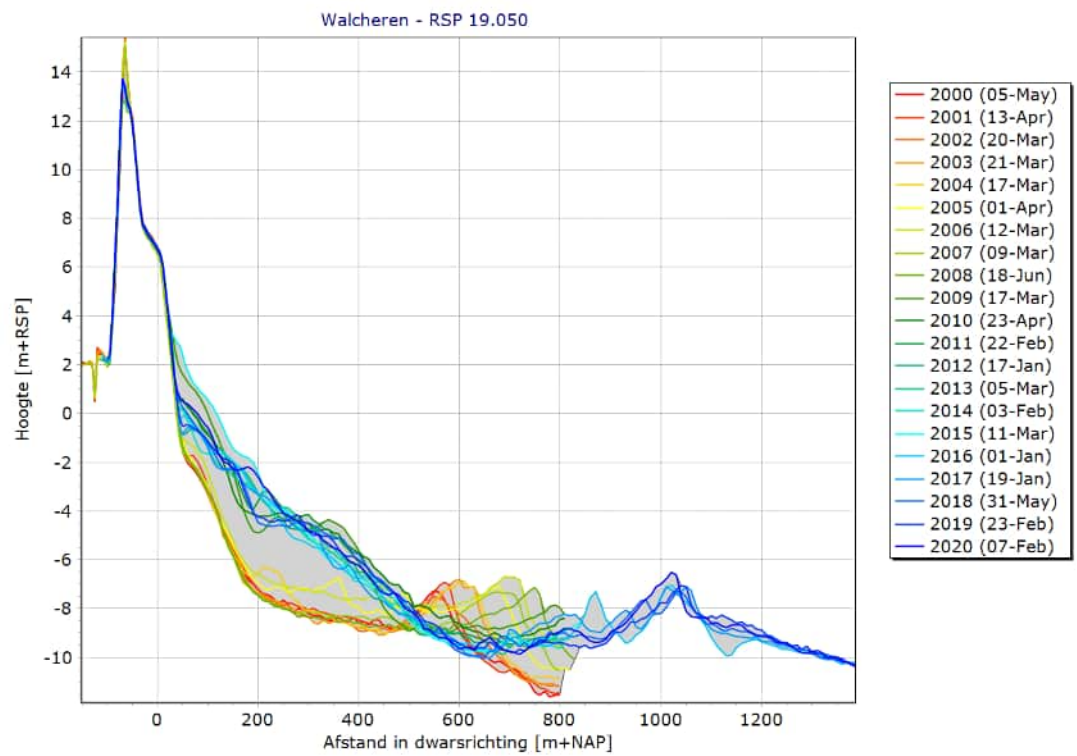
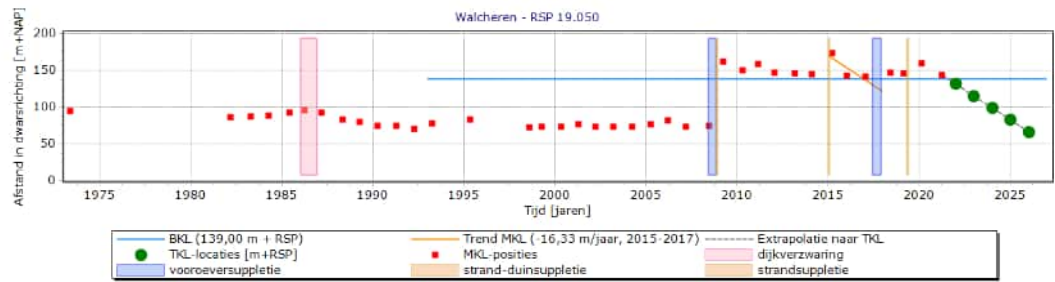
Om te zorgen dat de Westkapelse zeedijk ook in de toekomst blijft voldoen aan de wettelijke veiligheidsnorm, is er in 2008 een gecombineerde vooroeversuppletie (tussen raai 1980 en raai 1745) en strandsuppletie (tussen raai 1960 en raai 1653) aangelegd. De aannahme bij deze zeewaartse versterking is, dat door het uitbreiden van de vooroever de golfbelasting dusdanig wordt gereduceerd dat er geen dijkverzwaring nodig is.

In Elias et al. (2014) is de ontwikkeling van de suppletie over de periode 2009-2013 geëvalueerd. Zij concluderen dat over de periode 2009-2013 ruim 500.000 m<sup>3</sup> sediment van de vooroeversuppletie is geërodeerd en dat de vooroeversuppletie sterk is vervormd. De oorspronkelijk rechthoekige vooroeversuppletie is binnen 2 tot 3 jaar uitgesmeerd over een groter gebied. Na suppletie ligt de Momentane Kustlijn (MKL) tussen raaien 1883 en 1714 tot 60 m zeewaarts van de huidige, in 2012 aangepaste basiskustlijn (BKL). In de periode 2009-2013 migreert de MKL ruim 40 m landwaarts. Elias et al. (2014) concludeert ook dat, op basis van de ontwikkeling van de MKL, de geplande 4-jarige onderhoudsstrategie een goede schatting lijkt te geven voor het interval van suppleren.

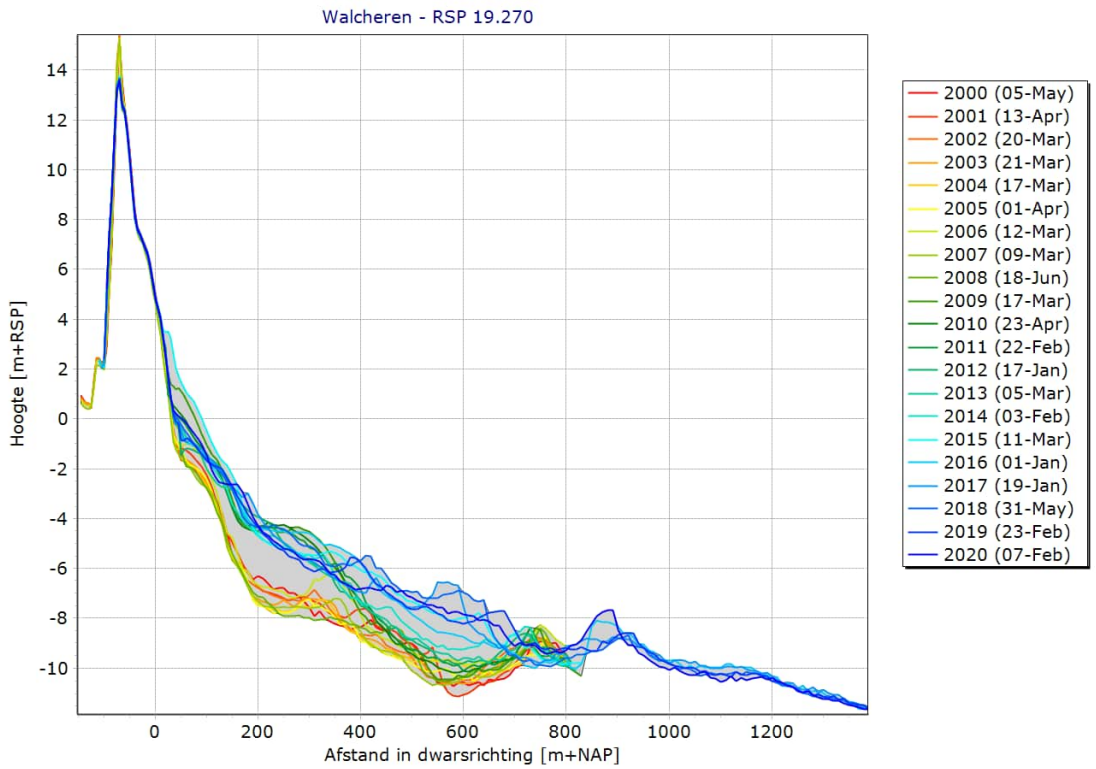
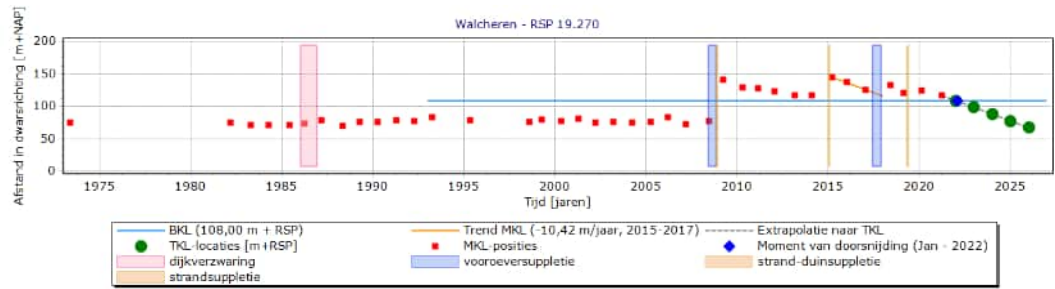
De profielontwikkelingen (raai 1905 in Figuur 3-7 en raai 1927 in Figuur 3-8) laten zien dat door de Zwakke-Schakel suppletie in het zuidwesten een droog strand is ontstaan, welke eerder niet aanwezig was. Dit sediment erodeert binnen twee tot drie jaar weer tot op de harde zeewering. Na de opvolgende strandsuppleties (in 2015 en 2019), erodeert de strandsuppletie telkens tot op de harde zeewering. De bodemligging onder water (< -2m+NAP) is redelijk stabiel na de Zwakke-Schakel suppletie, en wordt waarschijnlijk in stand gehouden door de uitgevoerde suppleties tussen 2015 en 2019.

In de MKL-positie in raai 1905 en 1927 lijkt er, na een initiële teruggang na suppleties, sprake te zijn van een stabilisatie. Of er daadwerkelijk een stabilisatie van de MKL-ligging optreedt, is lastig te beoordelen door de frequent uitgevoerde suppleties tussen 2015 en 2019. Door de harde zeewering kan het profiel tussen +3m en -1m+NAP niet verder eroderen, wat samen met de stabiele bodemligging onder water een verklaring kan zijn voor de stabilisatie in de MKL-positie.

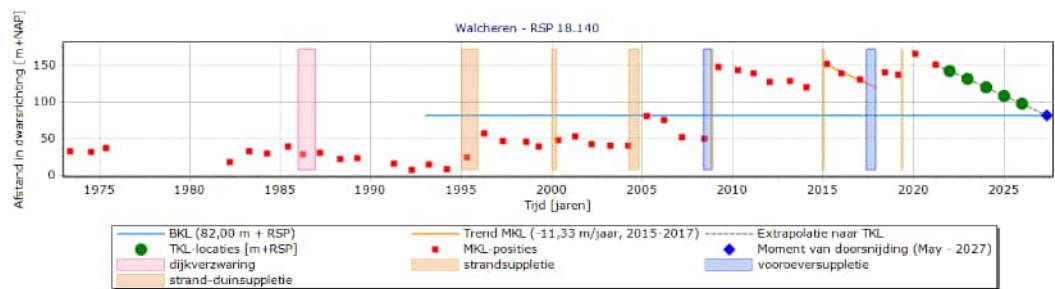
In het noordoosten (vanaf raai 1870) was al een droog strand aanwezig welke door de Zwakke-Schakel suppletie een stuk zeewaarts wordt verplaatst (gemiddeld 100 m, Figuur 3-9 en Figuur 3-10). Na aanleg van de versterking is er in het noorden sprake van een zeer ruime marge tussen de MKL en BKL. Door de recente suppleties tussen 2015 en 2019 is de MKL-ligging verder netto zeewaarts verplaatst, ondanks de erosieve trend in de MKL (Figuur 3-9). De harde zeewering ligt hier meer landwaarts vergeleken met de zeewering in raai 1905 en 1927 (zie Figuur 3-6 en Figuur 3-11), waardoor het gesuppleerde zand voor een langere periode kan worden behouden tussen de strandhoofden.



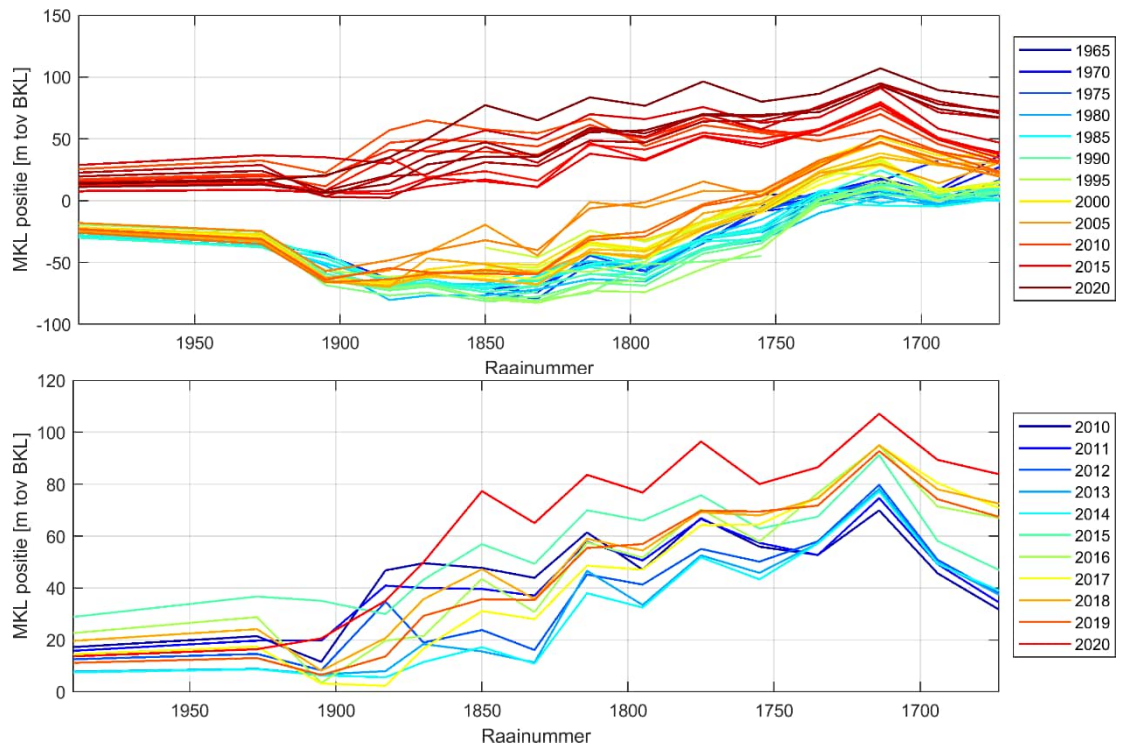
Figuur 3-7 Ontwikkeling van de MKL (boven) en bodemligging (onder) van raai 1905.



Figuur 3-8 Ontwikkeling van de MKL (boven) en bodemligging (onder) van raai 1927.



Figuur 3-9 Dwarsprofielen van de MKL in raai 1814.



Figuur 3-10 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2020.

### 3.3.4 Suppletiegeschiedenis

Sinds de suppletie in het kader van de Zwakke-Schakel versterking bij de Westkapelse zeedijk, zijn er nog 2 strandsuppleties en één vooroeversuppletie uitgevoerd om de kustlijn te onderhouden.

Locatie	Datum	Begin Raai	Eind Raai	Lengte	Type	Volume (situ)
Westkapelse Zeedijk	1986	17,95	23,00	5050	dijkverzwaring	1.300.000
Westkapelse Zeedijk Zw.Sch.	2008	17,55	19,70	2150	vooroeversuppletie	1.392.722
Westkapelse Zeedijk Zw.Sch.	2008	17,55	19,70	2150	strand-duinsuppletie	1.022.609
Westkapelse Zeedijk	2015	17,55	19,48	1930	strandsuppletie	600.000
Westkapelse Zeedijk	2017	17,35	22,15	4800	vooroeversuppletie	2.400.000
Westkapelse Zeedijk	2019	17,35	19,48	2130	strandsuppletie	600.000
<b>TOTAAL</b>						<b>7.315.330</b>

### 3.3.5 Aandachtspunten

#### Bestuurlijke afspraken

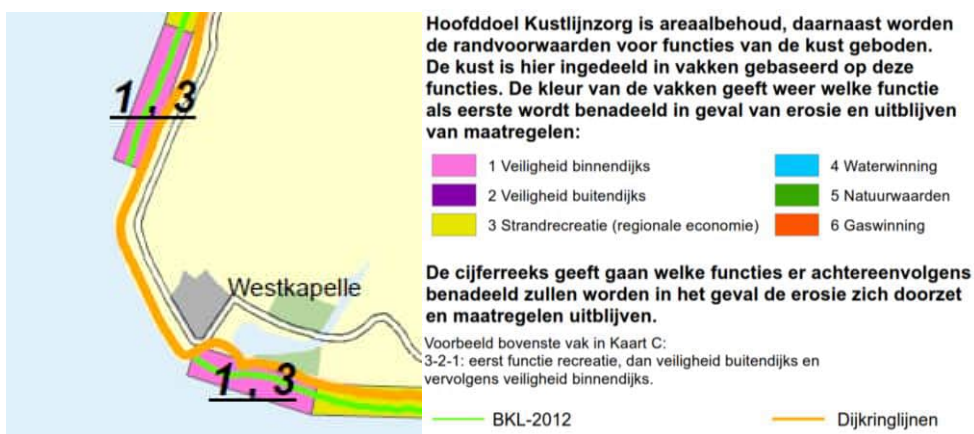
Geen

#### Lokale bijzonderheden

De kust van Walcheren is op veel plaatsen beschermd door kustverdedigingswerken. Bij Westkapelle ligt een harde zeewering in de vorm van de Westkapelse Zeedijk. Vliissingen wordt beschermd door een zeewering/boulevard. Tussen deze twee harde ophangpunten beschermen strandhoofden en palenrijen de kustlijn.



Figuur 3-11 Harde kustverdediging bij de Westkapelse Zeedijk. Bron: Deltares (2017)



Figuur 3-12 Functiekaart Westkapelse Zeedijk. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

De zeedijk vormt de primaire waterkering, voor raaien 1905 en 1927 in combinatie met de zandige vooroever. Bij een herziening van de BKL dienen de waterveiligheid en stabiliteit van de dijk onderzocht te worden.

#### 3.3.6 Technisch voorstel BKL

Sinds de aanleg van de kustversterking bij de Westkapelse zeedijk in 2009 is er sprake is van structurele erosie tussen raaien 1714 en 1927. Deze twee raaien zijn gezien de MKL-trends momenteel sturende raaien voor kustonderhoud in dit gebied. Kustonderhoud zal bij de Westkapelse zeedijk waarschijnlijk nodig blijven op lange termijn, wegens de structurele erosie. Een suppletiefrequentie van 4 jaar, zoals voorgesteld in Elias et al. (2014), lijkt te voldoen voor de raaien ten noorden van raai 1883.

Bij raaien 1905 en 1927 ligt de zeedijk meer zeewaarts, wat ervoor zorgt dat het strand snel erodeert na het aanbrengen van de strandsuppleties (2015 en 2019). Echter heeft dit tot op heden nog niet geresulteerd in een daadwerkelijke BKL-overschrijding, er lijkt een stabilisatie van de MKL-ligging op te treden. Een verklaring hiervoor is dat de erosie wordt geremd door

de aanwezigheid van de harde zeewering (kustprofiel kan simpelweg niet verder terugtrekken), en de vooroever wordt gevoed (en stabiel lijkt) door de suppleties (zie kustprofielen in Figuur 3-7 en Figuur 3-8). Het zou kunnen dat een suppletiefrequentie van 4 jaar ook voor deze twee raaien voldoende is om de BKL te handhaven, maar dat is door de recente suppleties niet met zekerheid te zeggen.

De herziening van de BKL bij de Westkapelse zeedijk in 2012 is gebaseerd op het in stand houden van het nieuwe profiel (vooroevers en zand voor de dijk) dat voor de dijk ligt (Waterschap Zeeuwse Eilanden, 2008). De aanname van het Waterschap is dat door handhaving van de nieuwe (2012) BKL, het minimale profiel dat benodigd is voor veiligheid gehandhaafd blijft. Een potentiële landwaartse verlegging van de BKL kan hier effect hebben op de waterveiligheid, en zal eerst onderzocht moeten worden. Daarom adviseert Deltares voor nu om de BKL niet te verleggen.

## 3.4 Noord-Beveland (raaien 120 - 300)

### 3.4.1 Inleiding

Bij het Banjaardstrand op Noord-Beveland (raaien 120-300) komen regelmatig BKL-overschrijdingen voor, ondanks dat er elke drie tot vijf jaar gesuppleerd wordt. Met name bij de raaien 220, 240 en 260 is de basiskustlijn vaak overschreden. De signaleringsfunctie van de BKL is in de praktijk niet aanwezig omdat de basiskustlijn hier bij het instellen in 1990 al direct overschreden was. Met regelmatige strandsuppleties wordt hier de kustlijnpositie, zoals die in 1990 was, vastgehouden. Deze positie is in de orde 10 meter meer landwaarts dan de basiskustlijn. Door deze positie als basiskustlijnpositie in te stellen komt de beoordelingsmethode weer overeen met de situatie op het strand en wordt de signaleringswaarde hersteld.

Het Banjaardstrand is al lange tijd aan stranderosie onderhevig ten gevolge van golf-gedreven erosie van het strand gecombineerd met de voorliggende geul (Schaar van de Onrust), met als gevolg overschrijdingen van de BKL. Door deze aanhoudende erosie zullen suppleties in de toekomst nodig blijven om de positie van de kustlijn vast te houden. Het strand op het Banjaardstrand is op een aantal raaien relatief smal, waardoor er weinig ruimte is om een grote suppletie te plaatsen. Daardoor is de frequentie van suppleren hier hoog. Het strand is van recreatief belang, achter het duin ligt een vakantiepark.

Voor het Banjaardstrand wordt voor het HBKL (Herziening BKL) 2023 traject voorgesteld om te verkennen of het mogelijk is om de BKL landwaarts te verplaatsen. Specifiek wordt er uitgewerkt hoeveel de BKL landwaarts kan worden verplaatst zodat de signaalfunctie van de BKL weer terugkomt. Hierbij wordt rekening gehouden met de morfologische ontwikkelingen en de gevolgen voor gebruiksfuncties (o.a. veiligheid en recreatie). Een belangrijk uitgangspunt in het BKL-voorstel is dat de huidige suppletie-inspanning (elke 3-5 jaar strandsuppletie) niet verandert.

### 3.4.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 3-13 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Noord-Beveland weergegeven.

De strand- en duinvorming hebben er na de aanleg van de relatief korte Veerse Gatdam (1961) voor gezorgd dat dit kustdeel een haast natuurlijk onderdeel vormt in de kustboog tussen Walcheren en de Oosterscheldekering. Daarom werd voorgesteld hier een BKL vast te stellen (Hillen et al., 1991). Na de landelijke vaststelling in 1993 is de BKL tussen raaien 120 en 360 niet meer herzien. De belangrijkste overwegingen voor Noord-Beveland zijn hieronder herhaald.

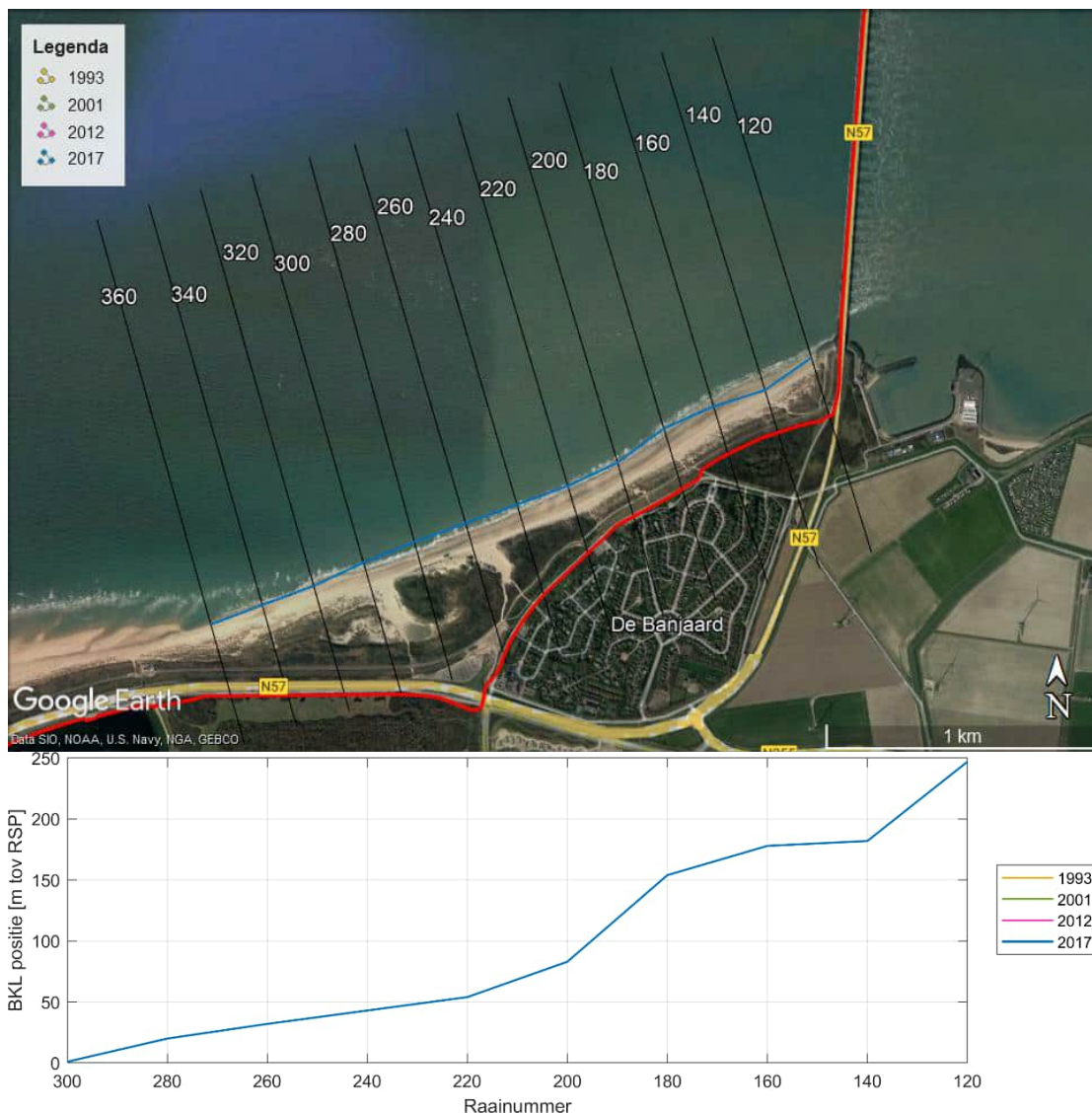
#### Herzieningen en afspraken 2001

De BKL is in 2001 niet herzien voor raaien 120 – 360 bij Noord-Beveland (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003).

#### Herzieningen en afspraken 2012

Er zijn geen BKL-herzieningen voor Noord-Beveland in 2012. Wel wordt opgemerkt dat het handhaven van de BKL wordt bemoeilijkt door het opdringen van een geul richting de kust aangezien dit zorgt voor structurele erosie op het diepere profiel. Een landwaartse herziening van de BKL zou de opdringende geul de ruimte geven zich te verplaatsen naar een nieuw evenwicht. Er zou bij deze aanpassing van de BKL een groot stuk strand en duinareaal verloren gaan, daarom wordt de BKL niet herzien (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2012).





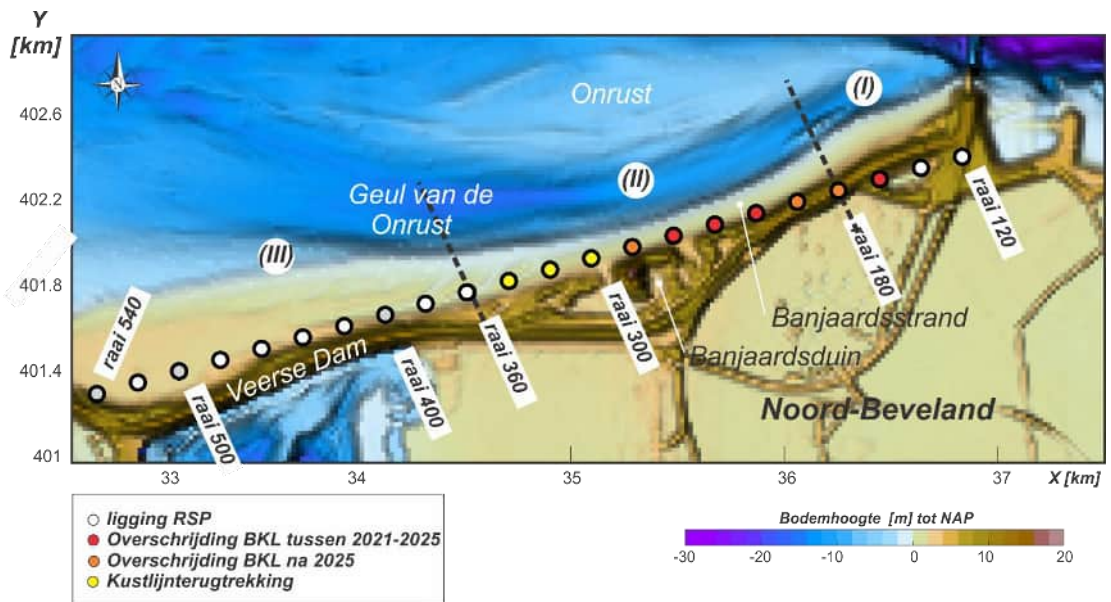
Figuur 3-13 BKL-positie voor Noord-Beveland bij raaien 120 tot 300, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### 3.4.3 Morfodynamiek

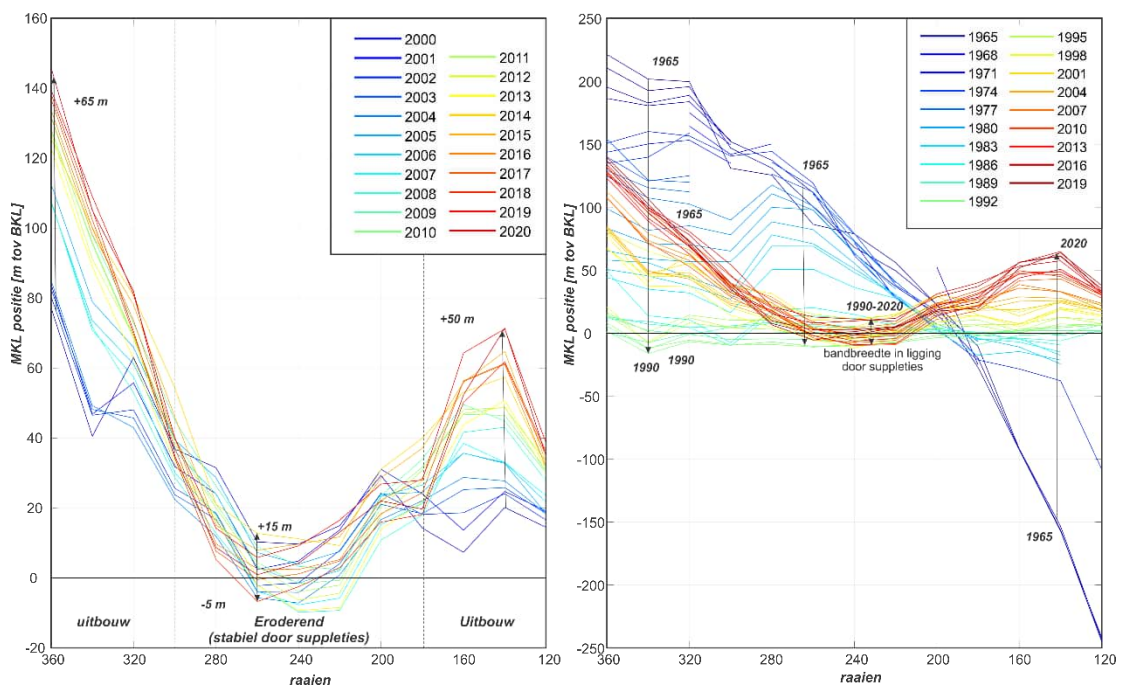
In Elias & Quataert (2021) zijn de morfologische ontwikkelingen van de kust bij het Banjaardstrand onderzocht t.b.v. kustbeheer en -onderhoud. De onderstaande morfologische beschrijving volgt uit dit rapport.

Het kustvak Noord-Beveland strekt zich uit vanaf de Oosterscheldekering, raai 120, tot en met raai 520 bij de Veerse Gatdam (Figuur 3-14). De Schaar van Onrust ligt dicht op de kust en zorgt voor een minimale strandbreedte tussen raai 180 en 360. Op basis van de MKL (Figuur 3-15) kan de kustzone in een drietal zones onderverdeeld worden (waarvan zone 3 in de rest van deze sectie buiten beschouwing zal worden gelaten):

- Zone I (raai 120-180): overgang naar de Oosterscheldekering. Hier ligt de geul iets verder uit de kust en is het strand breder. In dit gebied zandt de kust aan.
- Zone II (raai 180-360): hier ligt de geul dicht op de kust waardoor het strand zeer smal is. In dit gebied vindt het merendeel van de suppleties plaats.
- Zone III (raai 360-540): uitbouwende strandvlakte van de Veerse Gatdam.



Figuur 3-14: Overzicht van de kust van Noord-Beveland (raai 120-500). Alleen raaien 120-360 zijn toetsraaien.



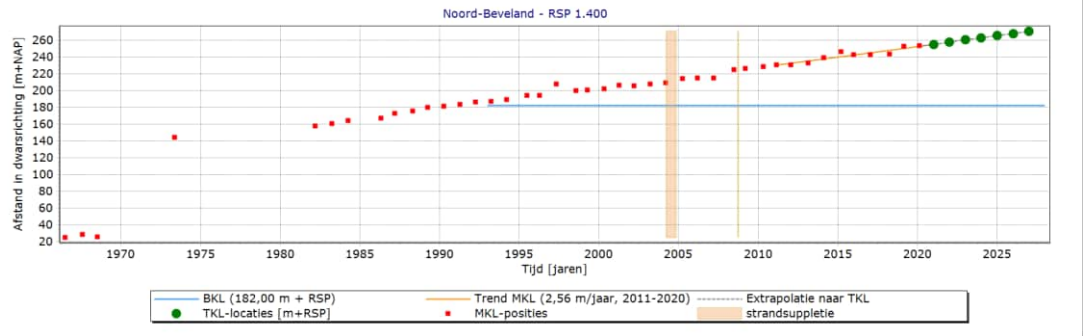
Figuur 3-15: Een overzicht van de ontwikkeling van de MKL tussen raai 360 en 120 voor de periode 2000-2020 (links) en 1965-2020 (rechts).

Dicht bij de Oosterscheldekering bouwt het volume in de MKL rekenschild uit (deelgebied I). Deze uitbouw is een continu proces en zet zich ook in de recente metingen door (Figuur 3-15, links). Sinds 2000 is de MKL hier nog met 50 m zeewaarts verplaatst. Het lijkt hier waarschijnlijk dat de overgang van de Oosterscheldekering naar de kust van Noord-Beveland voor een blokkade van de langstransporten zorgt. Eigenlijk fungeert de Oosterscheldekering hier als een strekdam. Aan de zeewaartse zijde vult de ruimte dan langzaam op met zand. Dit opvullen vindt plaats tot het einde van de blokkade bereikt wordt, daarna kan het zand de blokkade weer passeren en zal de kustlijn stabiliseren.

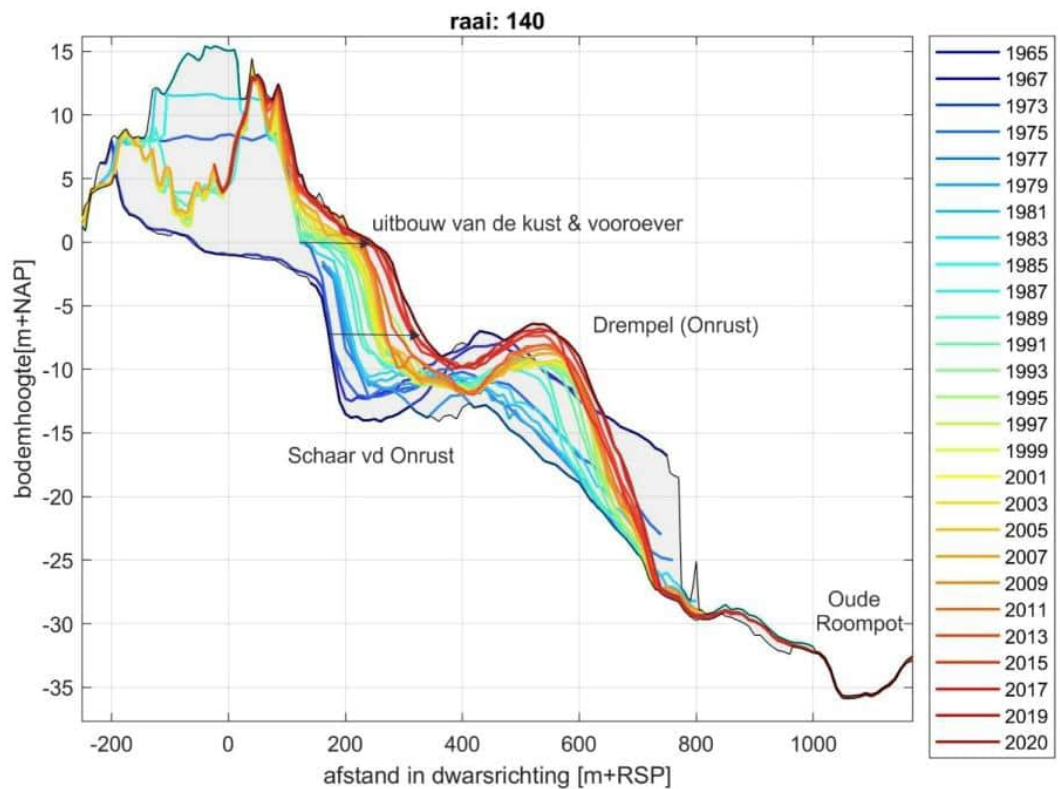
Vanaf raai 180 tot raai 360 (deelgebied II) is het strand smal en vinden er regelmatig (lichte) overschrijdingen van de BKL plaats. Vanaf 1965 tot 1990 is de MKL hier sterk teruggetrokken tot ongeveer de BKL-positie (Figuur 3-15, rechts). Zonder suppleties zou deze terugtrekking zich doorgezet hebben, maar door intensief suppleren blijft de MKL binnen een bandbreedte van ongeveer 20 m rond de BKL positie behouden (Figuur 3-15, links).

### Ontwikkeling van deelgebied I (raai 120 – 180)

Het stukje strand gelegen tussen raai 120 en 200 vertoont een toename van de volumes in de kustzone. Deze trend wordt duidelijk geïllustreerd door de MKL-ontwikkeling van raai 140 (Figuur 3-16). De MKL-positie verplaatst hier sinds 1960 zeewaarts en de metingen vanaf 1982 laten een vrijwel lineaire verplaatsing zien. In 2020 ligt de MKL meer dan 70 m zeewaarts van de BKL. Deze uitbouwende kust is duidelijk terug te zien in de profielontwikkeling (Figuur 3-17).



Figuur 3-16: Ontwikkeling van de MKL van raai 140.



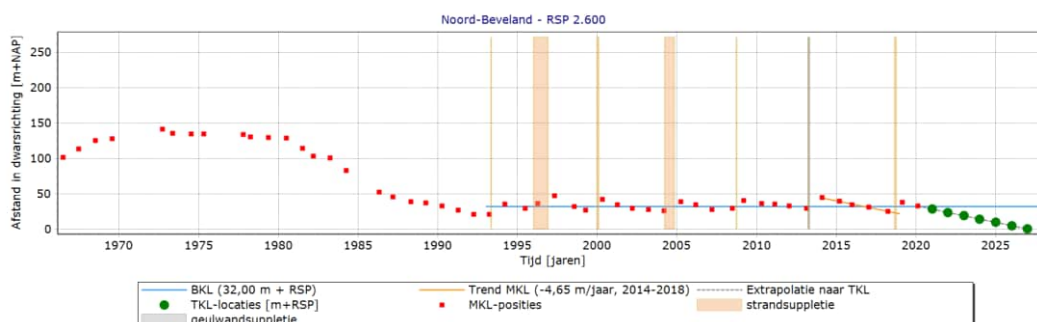
Figuur 3-17 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 140 tussen 1965 en 2020.

### Ontwikkeling van deelgebied II (raai 200 - 380)

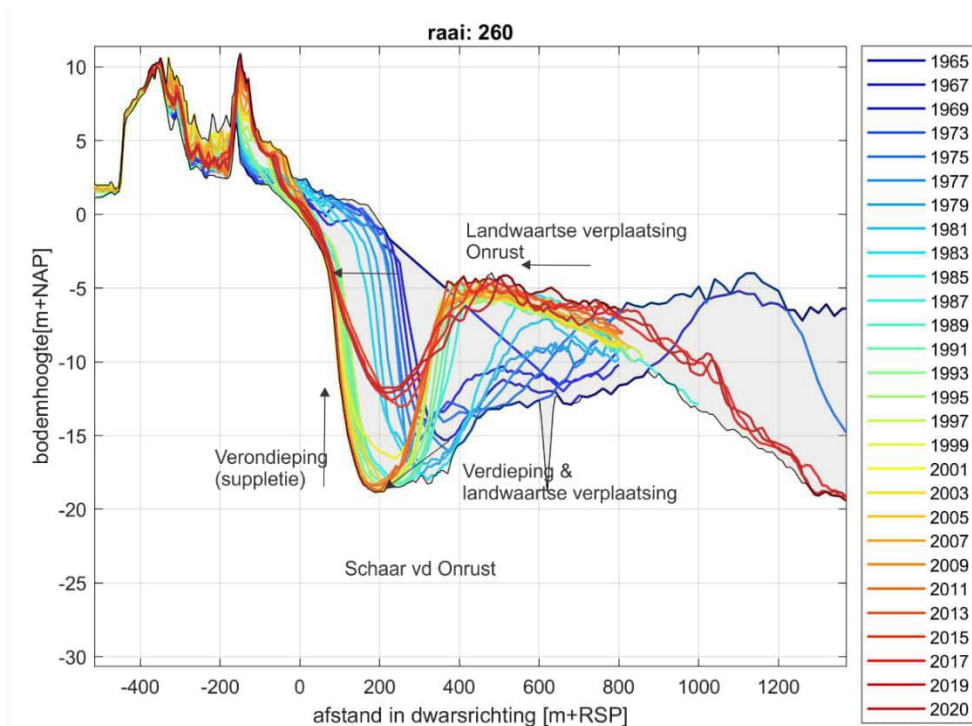
Raai 260 geeft een representatief beeld van de MKL-ontwikkeling tussen raaien 220-280 (Figuur 3-18). Vanaf 1980 is hier een grote teruggang van de MKL te zien. Na 1993 blijft de MKL dan behouden rond de BKL-positie, maar hiervoor zijn wel met regelmaat terugkerende suppleties nodig. Na iedere suppletie wordt de MKL zeewaarts verlegd naar een positie tussen de 45 en 48 m RSP. Dit is ongeveer 15 m zeewaarts van de BKL-positie. Het duurt dan gemiddeld 3 jaar tot de kustlijn terug op of landwaarts van de BKL ligt. De geulwandsuppletie uitgevoerd in 2013 verandert dit beeld niet. Ook na deze suppletie vindt de erosie van de strandzone nog onverminderd plaats. De suppletie zelf vertoont slechts kleine verliezen.

Een gedetailleerde analyse van de dwarsprofielen laat zien dat de strandontwikkeling zich zal doorzetten (Figuur 3-19). Een aanname hierbij is dat ook het tot nu toe gevoerde suppletiebeleid wordt doorgezet. Suppleties zijn nodig om de kustlijn hier in stand te houden. Zonder suppletie zou hier geen recreatiestrand aanwezig zijn. De frequentie van suppleren is afhankelijk van de grootte van de suppletie, maar ook natuurlijke variatie speelt een rol. In een relatief stormachtig jaar zullen de verliezen groter zijn dan in een rustig jaar. Op basis van de uitgevoerde suppleties wordt geconcludeerd dat de MKL na suppletie gemiddeld 15 m zeewaarts verplaatst. Daarna vindt een jaarlijkse terugtrekking van de MKL plaats van 5 m/jaar.

De recente bodemopnamen, vanaf 2014, laten een verflauwing van de geulwand zien. Deze verflauwing zal er niet voor zorgen dat de erosie van het strand op korte termijn reduceert. Wel kan dit een indicatie zijn dat de geul langzaam iets in belang afneemt. Op langere termijn kan dit de erosie iets reduceren, maar zolang een geul aanwezig is zal deze niet verdwijnen. De golf-gedreven erosie van het strand zal onverminderd plaatsvinden.



Figuur 3-18: Ontwikkeling van de MKL van raai 260.



Figuur 3-19: Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 260 tussen 1965 en 2020.

### 3.4.4 Suppletiegeschiedenis

Vanaf 1993 wordt de kust periodiek, elke 4-5 jaar, onderhouden met strandsuppleties. Het gesuppleerde volume varieert tussen de 150 en 300 m<sup>3</sup>/m. Gemiddeld wordt er 126.000 m<sup>3</sup>/jaar aan strandsuppleties geplaatst (geulwandsuppletie is buiten het gemiddelde gelaten).

Locatie	Datum	BeginRaai	EindRaai	Lengte	Type	Volume (situ)
Onrustpolder	1973	1,80	2,20	400	strandsuppletie	210.000
Onrustpolder	1993	2,20	3,65	1450	strandsuppletie	411.000
Onrustpolder	1996	2,10	3,80	1700	strandsuppletie	435.000
Onrustpolder	2000	2,00	3,60	1600	strandsuppletie	524.470
Noord-Beveland	2004	1,35	4,05	2700	strandsuppletie	502.353
Onrustpolder	2008	1,40	4,00	2600	strandsuppletie	461.043
Onrustpolder	2013	1,60	3,40	1800	geulwandsuppletie	1.500.000
Onrustpolder	2013	1,80	3,20	1400	strandsuppletie	360.000
Noord-Beveland	2018	1,60	3,20	1600	strandsuppletie	250.000
<b>TOTAAL</b>						<b>4.653.866</b>

### 3.4.5 Aandachtspunten

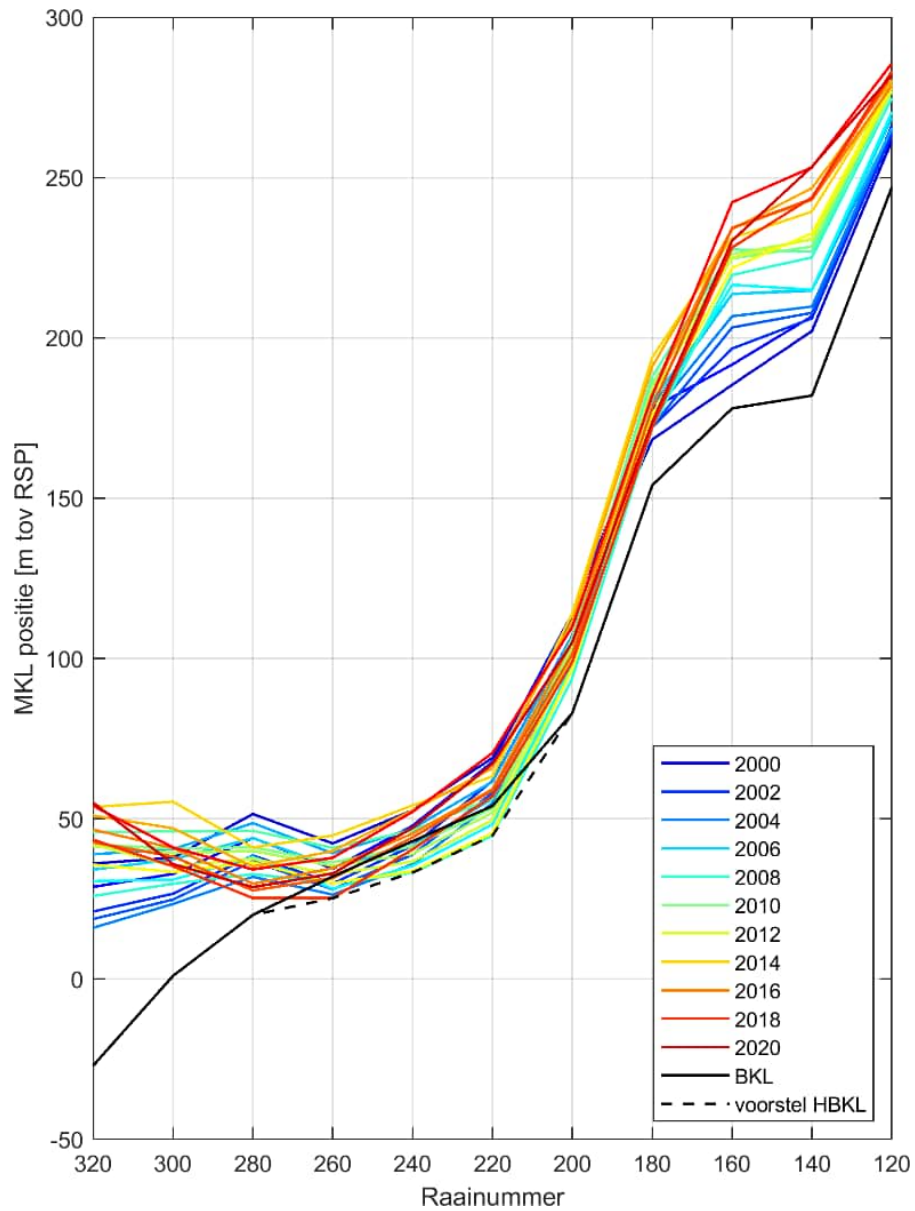
#### Bestuurlijke afspraken

Niet aanwezig

#### Lokale bijzonderheden

Er ligt een vakantiepark direct achter het duin.





Figuur 3-21 Een overzicht van de ontwikkeling van de MKL tussen raai 320 en 120 voor de periode 2000-2020. De huidige BKL is weergegeven in de zwarte lijn en het voorstel voor BKL herziening met de zwarte gestippelde lijn.

Tabel 3-1 Voorstel voor een BKL verplaatsing op basis van teruglegging naar de (minimale) MKL-positie van de afgelopen 20 jaar. Waardes zijn in meter ten opzichte van RSP.

Raaien	Huidige BKL [m]	Voorstel BKL [m]	Vershil [m]
120	247	247	0
140	182	182	0
160	178	178	0
180	154	154	0
200	83	83	0
220	54	45	-9
240	43	33	-10
260	32	25	-7
280	20	20	0
300	1	1	0

#### 3.4.6.1 Effect op kustonderhoud

Een belangrijke aanname in dit BKL-voorstel is dat de huidige suppletie-inspanning (elke 3-5 jaar strandsuppletie) niet verandert. Zonder deze suppleties zal het strand verder eroderen, en een terugtrekking van ~5 m/jaar in de MKL-positie geven. Een landwaartse verlegging van de BKL in de raaien 220, 240 en 260 verandert niets aan de erosieve trend, maar zorgt alleen voor een wat latere BKL-overschrijding in de tijd. Bijvoorbeeld voor raai 260 is te zien dat de BKL na elke strandsuppletie binnen 1 tot 3 jaar alweer wordt overschreden, zie Figuur 3-18. Een landwaartse BKL-verlegging zorgt ervoor dat het moment van overschrijden van de TKL met ~1-2 jaar wordt verlaat (en is afhankelijk van het suppletievolume). De signaleringsfunctie van de BKL wordt hiermee hersteld, omdat nu zal worden gesignaleerd wanneer de kustlijnpositie die onderhouden kan worden met reguliere strandsuppleties overschreden zal worden en een nieuwe strandsuppletie nodig is.

#### 3.4.6.2 Effect op functies

Een landwaartse verlegging van de BKL heeft geen invloed op de recreatiefunctie. Hoewel het strand op sommige plekken reeds relatief smal is, zal onder voortzetting van het huidige suppletiebeleid deze strandbreedte binnen de bandbreedte van de afgelopen 20 jaar blijven.

Ook is het de verwachting dat het BKL-voorstel geen effect heeft op de waterveiligheid, door het duingebied (Banjaardsduin) dat zich heeft ontwikkeld in de afgelopen jaren. Hierbij is het wel belangrijk dat de huidige suppletie-inspanning wordt doorgezet. Wanneer de erosieve trend zich kan doorzetten

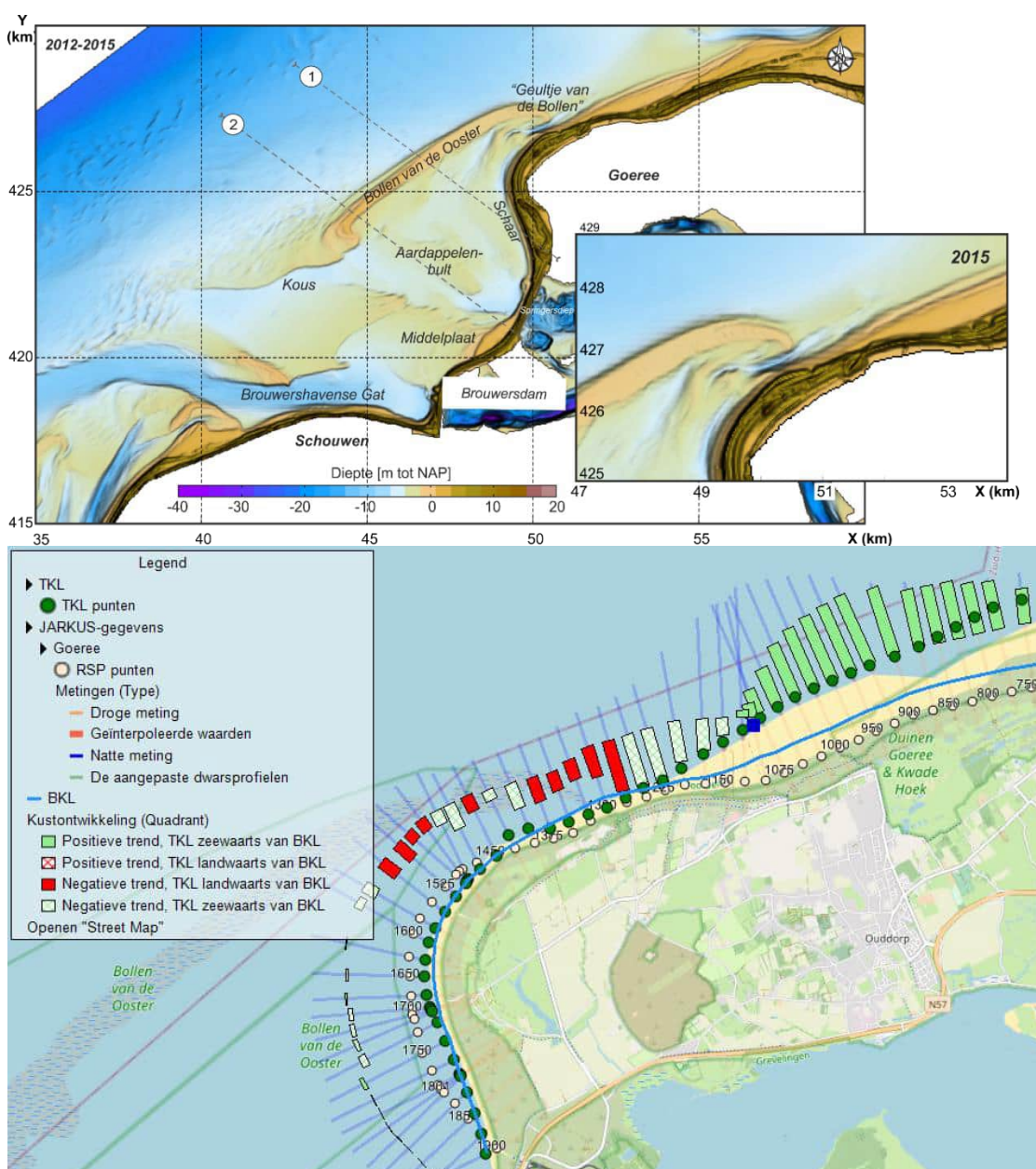


### 3.5 Goeree (raaien 1200 – 1900)

#### 3.5.1 Inleiding

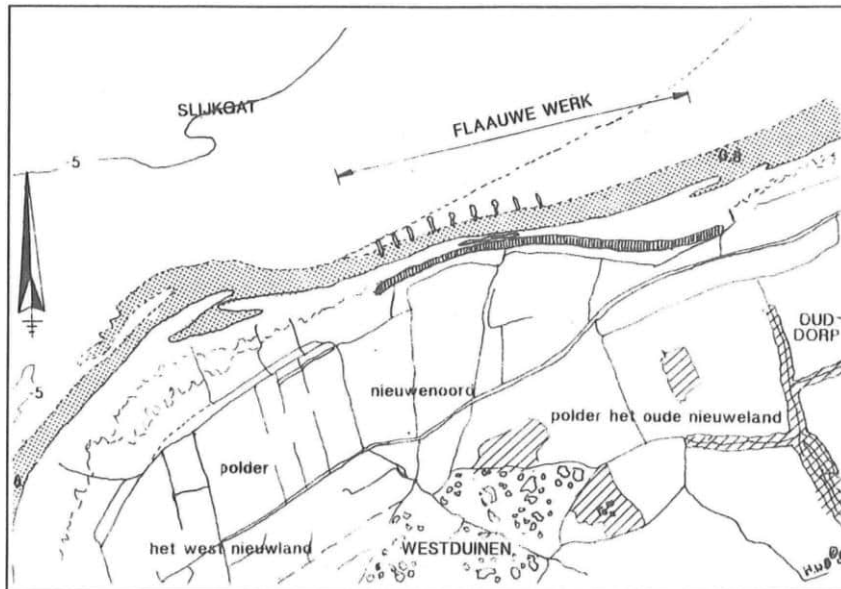
De Kop van Goeree heeft een sterk gekromde kustlijn en eindigt bij de damaanzet van de Brouwersdam (Figuur 3-22). Het is een zeer dynamisch gebied door de sterke interactie met de nabijgelegen Bollen van de Ooster en de geul Schaar. Dit resulteert in regelmatige BKL-overschrijdingen en een lastig te onderhouden kust.

Voor de Kop van Goeree wordt voor het HBKL 2023 traject voorgesteld om te onderzoeken of het mogelijk is om de BKL te herzien naar een beter handhaafbare positie, waarbij de waterveiligheid niet in het geding komt. Belangrijke afwegingen voor een mogelijke verlegging van de BKL zijn de aanwezigheid van de stabiliteit van de zeedijk Het Flaauwe Werk en het mogelijk aanladen van de Bollen van de Ooster. In het voorstel voor een nieuwe BKL ligging wordt rekening gehouden met de morfologische ontwikkelingen en de gevolgen voor gebruiksfuncties (o.a. veiligheid en recreatie).



Figuur 3-22 Overzicht van de kust van Goeree (boven) en Kustlijkaart Goeree (onder).

Centraal gelegen langs de noordwestkust van Goeree ligt de zeedijk het Flauwe Werk. De dijk ligt tussen RijksStrandPalen (RSP) 10,50 en 13,25 en heeft een lengte van 2,75 kilometer. De 5 meter brede kruin van de waterkering ligt op NAP + 12,6 meter. De huidige dijk is in 1984 aangelegd. In 2007/2009 is het Flauwe Werk in het kader van de Zwakke Schakels verder versterkt, door 60.000 ton nieuw asfalt op de dijk aan te brengen en 90.000 m<sup>3</sup> zand als afdeklaag erbovenop. In de 18<sup>de</sup> en 19<sup>e</sup> eeuw werden er 9 strandhoofden aangelegd om de kustachteruitgang te vertragen (Verhagen en van Rossum, 1990).



Figuur 3-23: Een overzichtstekening van het Flauwe Werk (uit Eversdijk, 1989).

### 3.5.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 3-24 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Goeree weergegeven. Na een voorstel voor de BKL-ligging op morfologische gronden door Hillen et. al. (1991), is deze in 1993 voor het eerst vastgesteld door de minister. In 2001, 2012 en 2017 is de BKL op landelijke schaal herzien. De relevante herzieningen voor Goeree zijn hieronder herhaald.

#### Herziening 1992:

##### Voorstel Rijkswaterstaat:

Voor Goeree werden twee locaties aangegeven waar werd overwogen om de BKL te verleggen, op morfologische gronden (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993).

##### Advies POK:

Het advies van het POK Zuid-Holland (Provinciaal Overlegorgaan voor de Kust), met betrekking tot Voorne en Goeree, luidde (Min. V&W, 1993):

- Goeree, tussen raai 300 en 900, en tussen raai 1325 en 1802. Het POK-Zuid-Holland adviseert hier tot landwaartse verlegging van de basiskustlijn. Rijkswaterstaat neemt dit advies over.

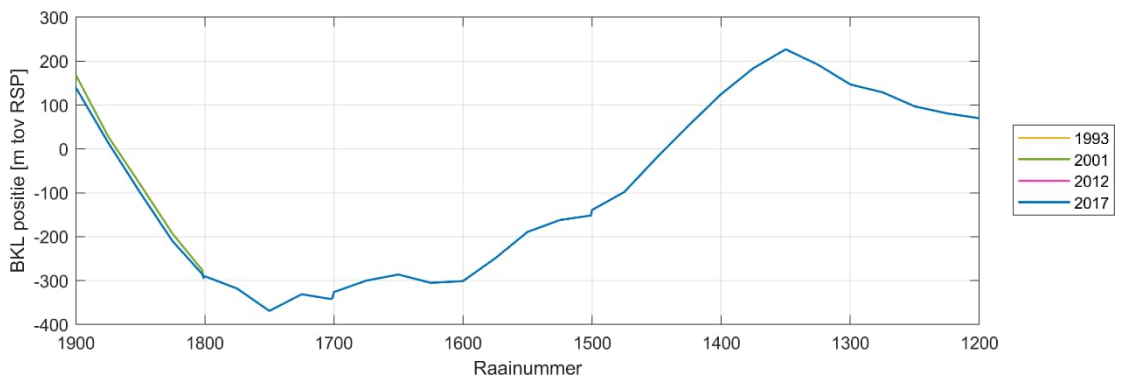
#### Herziening 2012:

Voor Goeree is bekeken of de Basiskustlijn tussen raai 1820 en 1900 herzien moest worden vanwege een te ver zeewaarts vastgestelde Basiskustlijn.

In de raaien 1800 tot 1900 ligt de te toetsen kustlijn vaak landwaarts van de basiskustlijn, toch is in dit gebied maar één keer sinds 1990 een suppletie uitgevoerd. Verdere suppleties in dit

gebied zijn door de Waterschap Hollandse Delta als onnodig beschouwd, omdat er geen sprake was van structurele erosie en er geen functies in het geding kwamen.

De te toetsen kustlijn bevindt zich voor een deel van het gebied zeewaarts van de basiskustlijn, voor een deel landwaarts. Dit laatste wordt mede veroorzaakt doordat bij het vaststellen van de basiskustlijn geen rekening is gehouden met de natuurlijke dynamiek en de zeewaartse trend uit de jaren 80 verder is geëxtrapoleerd. Door de BKL nu iets terug te leggen, krijgt de BKL weer een sterkere signaalfunctie dan voorheen het geval was. Gezien de breedte van het duingebied, het huidige onderhoudsregime en de geringe voorgestelde teruglegging van de BKL, zal het effect op het benodigde onderhoud en de veiligheid nihil zijn (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).



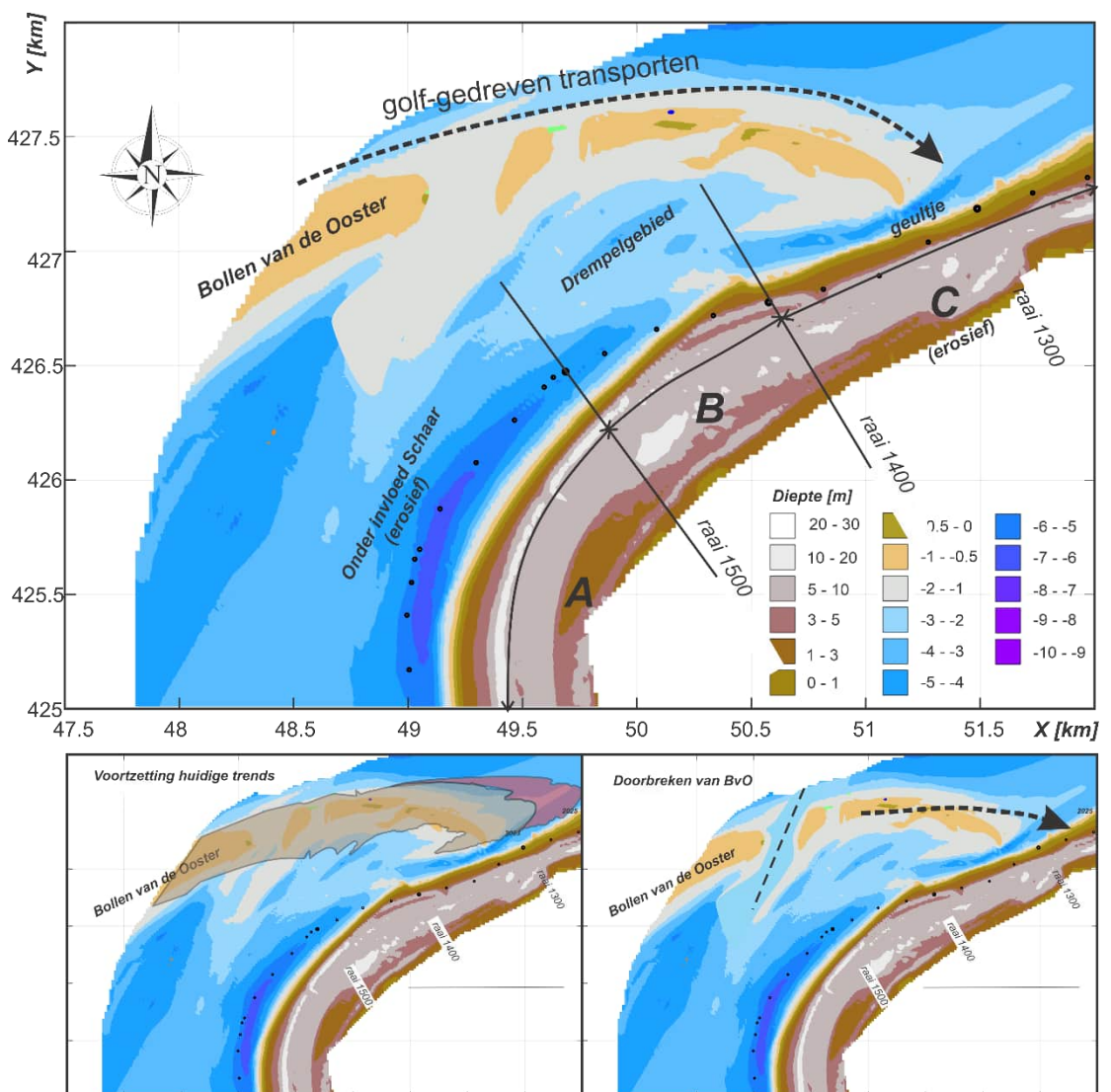
Figuur 3-24 BKL-positie voor Goeree bij raaien 1200 tot 1900, weergegeven op een satelliefoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satelliefoto.

### 3.5.3 Morfodynamiek

In deze paragraaf zijn de voor de raaien 1200-1900 relevante bevindingen uit Elias (2021b) samengevat.

De Westkop van Goeree wordt sterk beïnvloed door de voorliggende bank Bollen van de Ooster (BvO) en de voormalige geul Schaar. Schaar zorgt ervoor dat er slechts een beperkte strandbreedte optreedt ten zuiden van raai 1500 (Gebied A in Figuur 3-25).

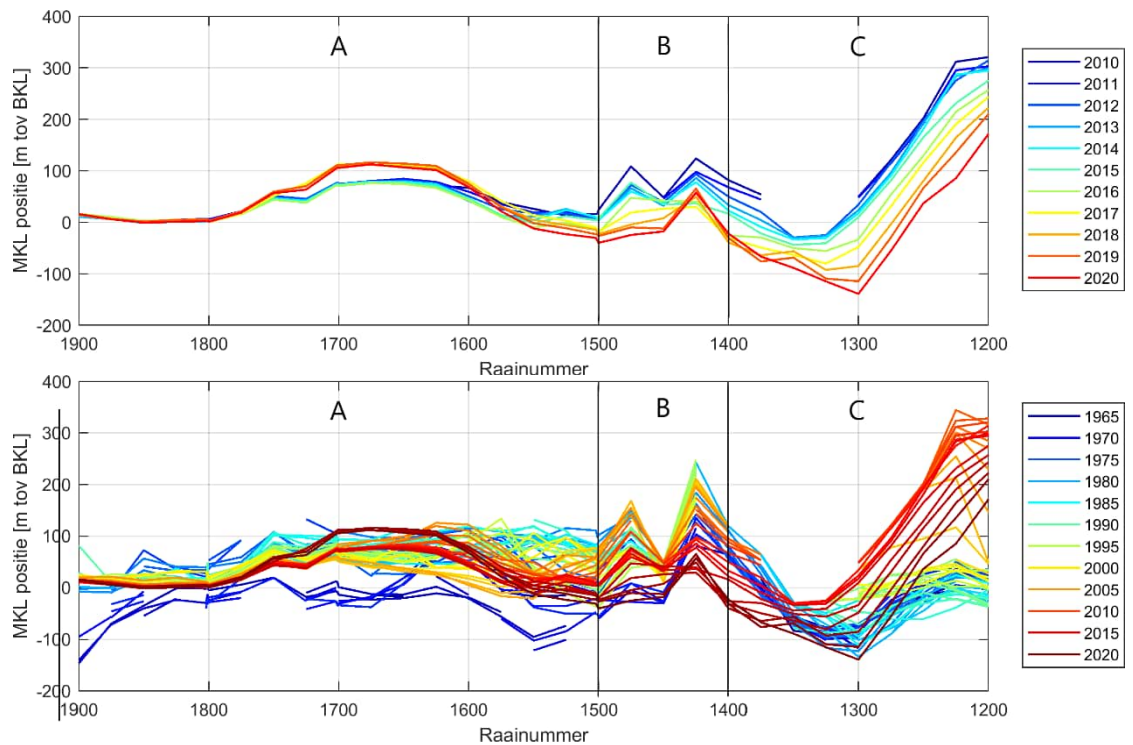
Een sterk erosief gebied is ook aanwezig ten noorden van raai 1400 (Gebied C). De kop van de BvO is hier de kust dicht genaderd. Getijstroming wordt tussen de kop en de kust door geperst waardoor stroming en transporten toenemen. Er ontstaat zo een geul die voor een sterk verlies van de kustvolumes zorgt. In 2020 ligt de kop van de BvO ter hoogte van raai 1325. Het erosiegebied strekt zich echter verder uit. Tot raai 1275 ligt de MKL al landwaarts van de BKL en tot en met raai 1150 is er een negatieve trend van de MKL zichtbaar (Figuur 3-26 en Figuur 3-27). De recente strandsuppletie zal leiden tot (gedeeltelijk) herstel van de MKL-positie.



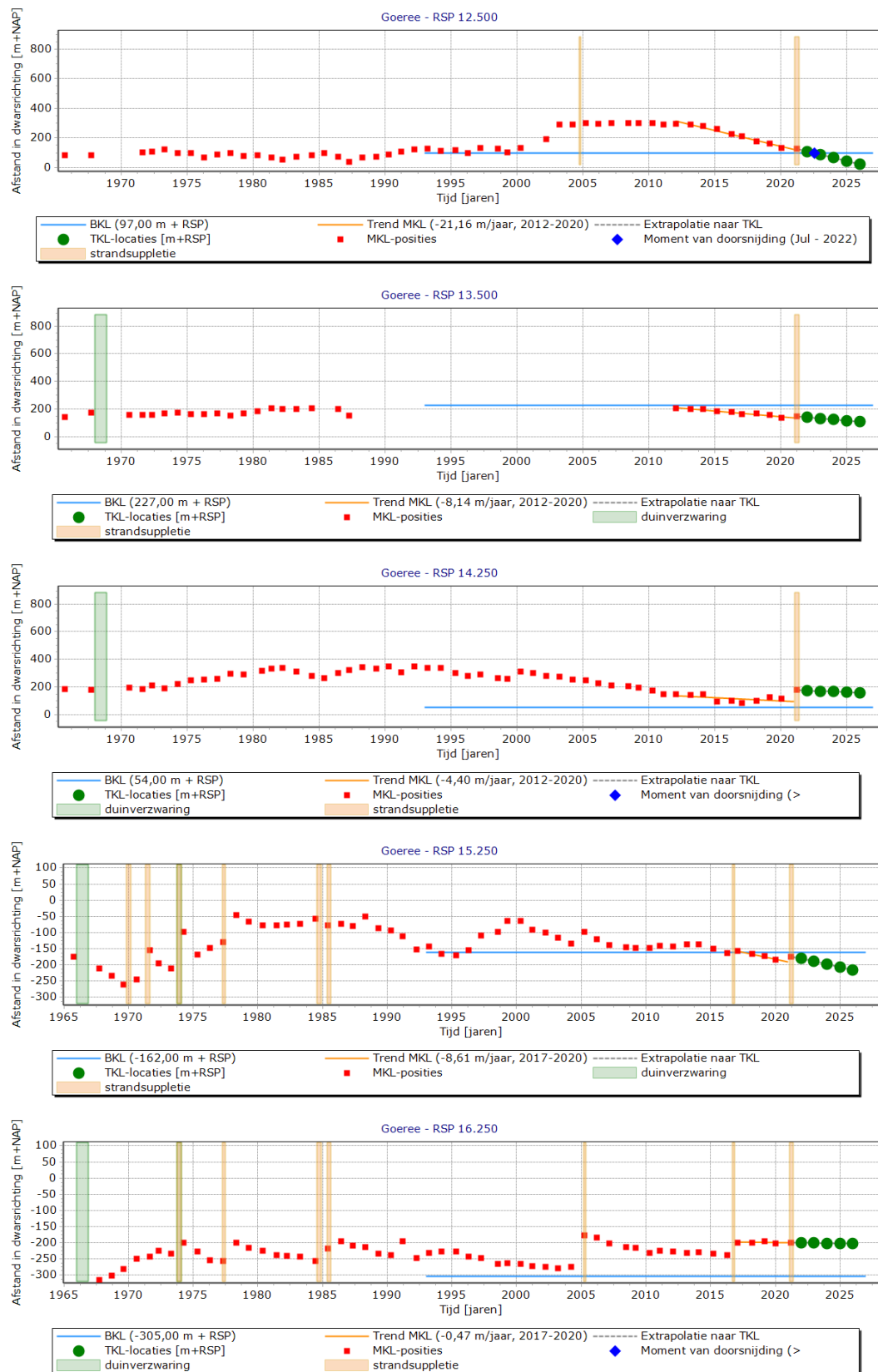
Figuur 3-25: Een conceptuele beschrijving van het huidige en mogelijk toekomstig gedrag rond de BvO. De bovenste figuur geeft het huidige gedrag weer. De twee onderste figuren mogelijk toekomstige scenario's. Bron: Elias (2021b).

De Schaar en het geultje van de BvO vormen geen doorgaande geul, maar worden gescheiden door een ondiep drempelgebied (Gebied B). In dit gebied wisselen perioden van erosie en sedimentatie elkaar af. Met het noordwaarts opschuiven van de kortsluitgeul lijkt het drempelgebied ook op te schuiven. De Schaar lijkt zich hierdoor weer wat verder langs de kust uit te strekken waardoor er een (kleine) trend van erosie ontstaat.

Bij doorzetting van de huidige trends is het de verwachting dat de kustlijnerosie zich hier zal voortzetten en zich verder noordoostelijk zal uitstrekken (Figuur 3-25, linksonder). Het al dan niet doorzetten van de huidige trends wordt gedreven door stochastische processen zoals het doorbreken van de BvO en het aanlanden van de kop van de BvO tijdens een zware storm (Figuur 3-25, rechtsonder). Wanneer zo'n stochastisch event optreedt is a priori niet te voorspellen.



Figuur 3-26 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2020.



Figuur 3-27 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Goeree, raaien 1250, 1350, 1425, 1525 en 1625.

### 3.5.4 Suppletiegeschiedenis

In de periode van 1966-1985 zijn meerdere duinverzwaringen en strandsuppleties uitgevoerd, waarna de eerste strandsuppletie pas weer in 2004 volgde. In 2021 is een grote, 1,26 miljoen m<sup>3</sup> strandsuppletie uitgevoerd tussen raaien 1200 en 1625 (RSP 12,00 – 16,25).

Locatie	Datum	BeginRaai	EindRaai	Lengte	Type	Volume (situ)
Westhoofd	1966	15,00	17,00	2000	duinverzwaring	150.000
Flauwe werk	1968	13,00	15,00	2000	duinverzwaring	800.000
Westhoofd	1969	15,01	16,01	1000	strandsuppletie	401.000
Westhoofd	1971	15,01	16,01	1000	strandsuppletie	610.000
Westhoofd	1972	16,50	17,25	750	duinverzwaring	100.000
Westhoofd-Brouwersdam	1972	18,75	19,00	250	duinverzwaring	100.000
Westhoofd	1973	14,50	17,50	3000	duinverzwaring	1.000.000
Westhoofd	1973	14,50	17,50	3000	strandsuppletie	2.300.000
Westhoofd	1976	18,50	19,00	500	duinverzwaring	50.000
Westhoofd	1977	14,50	17,50	3000	strandsuppletie	1.267.000
Westhoofd	1984	14,50	17,50	3000	strandsuppletie	330.000
Westhoofd	1985	14,50	17,50	3000	strandsuppletie	530.000
Flauwe werk (west)	2004	10,25	12,75	2500	strandsuppletie	920.424
Westhoofd	2005	15,50	18,75	3250	strandsuppletie	1.000.552
Westhoofd	2016	15,25	17,25	2000	strandsuppletie	500.000
Goeree Noordwest	2021	12,00	16,25	4250	strandsuppletie	1,255,778
<b>TOTAAL</b>						<b>10.058.976</b>

### 3.5.5 Aandachtspunten

Bestuurlijke afspraken

Niet aanwezig

Lokale bijzonderheden



Figuur 3-28 Functiekaart Goeree. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

De primaire waterkering ligt dicht aan de kust, zie de rode lijn in Figuur 3-24 en de oranje lijn in Figuur 3-28. Bij een nieuw BKL-voorstel dient de waterveiligheid te worden meegenomen.

### 3.5.6 Technisch voorstel BKL

Voor de beschouwing of de BKL landwaarts verplaatst kan worden bij de kop van Goeree, is het gebied opgedeeld in 2 delen: raaien 1200-1500 (Gebied B en C in Figuur 3-25) en raai 1500-1900 (Gebied A in Figuur 3-25).

#### Raaien 1200-1500, gebied B en C

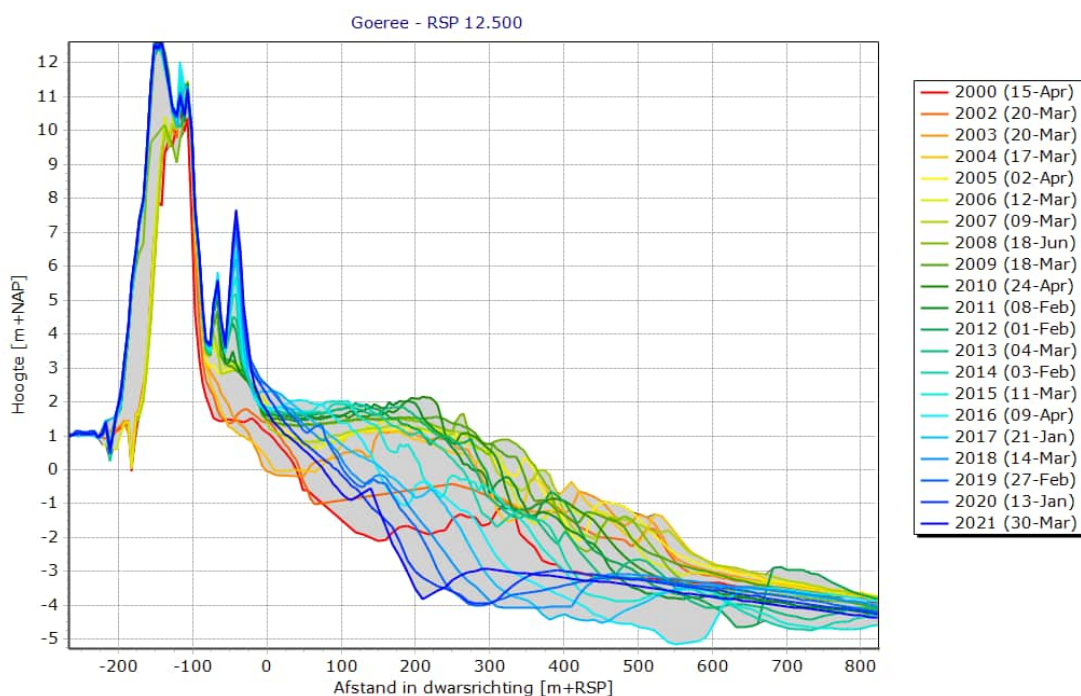
Zolang de Bollen van de Ooster aanwezig blijven, zal de erosieve trend blijven bestaan. Het doorbreken van de BvO tijdens een zware storm zou kunnen zorgen voor het aanlanden van de kop van de BvO aan de kust, waarmee de erosieve trend wordt doorbroken. Wanneer een dergelijk event optreedt is niet te voorspellen, maar dit kan in de komende 10 jaar mogelijk al plaatsvinden.

Een belangrijke afweging voor een eventuele BKL-herziening is de aanwezigheid van het Flauwe Werk, de zeedijk tussen raaien 1050 en 1325. Als de continue trend van erosie zich doorzet, zoals bijvoorbeeld in raai 1250 (Figuur 3-29), kan dit mogelijk effect hebben op de stabiliteit van de zeedijk. Door middel van suppleties wordt, hoewel de erosieve trend doorzet, de achteruitgang van de kustlijn vertraagd. Een landwaartse verlegging van de BKL zou betekenen dat er minder wordt gesuppleerd in de periode na verlegging, tot de nieuwe BKL ook wordt overschreden.

Vanwege de onzekerheden in;

- 1 het effect van de erosieve trend op de stabiliteit van de zeedijk (en daarmee waterveiligheid), en;
- 2 de mogelijkheid van aanlanden van de BvO op de kust; wat tot een natuurlijke uitbouw van de kust kan leiden;

is het voorstel om in dit gebied de BKL niet landwaarts te verleggen. Aangeraden wordt om bij de volgende BKL-herziening de morfologische ontwikkeling (en het al dan niet opbreken van de BvO) wederom te analyseren.



Figuur 3-29 Ontwikkeling dwarsprofiel raai 1250 over de periode 2000-2021. Rond 2008 is de versterking van de dijk te zien aan landwaartse zijde



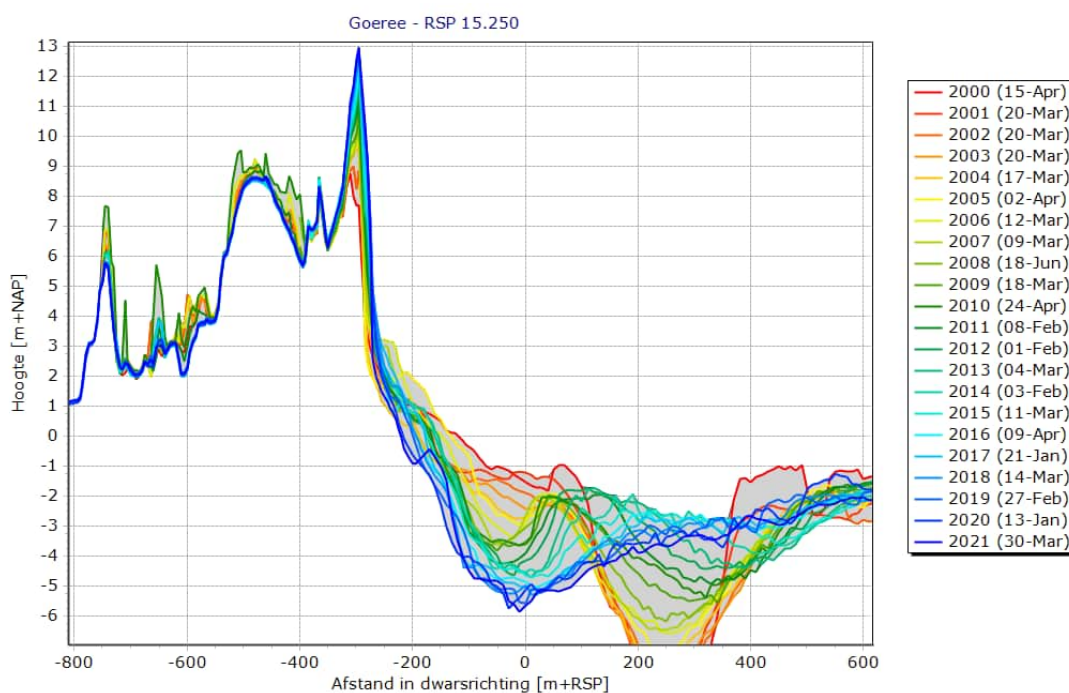
### Raaien 1500-1900, gebied A

In dit gebied zorgt de geul Schaar voor een beperkte strandbreedte en een erosieve trend in de MKL (Figuur 3-26). Er is hier geen natuurlijke aanvoer van zand (zoals bijvoorbeeld wel bij eilandkoppen in de Waddenzee). Door de strandsuppleties wordt de MKL weer wat zeewaarts gelegd, maar de erosieve trend blijft. Wel is te zien dat de eerste duinenrij hier toeneemt in hoogte en er nieuwe duinen vóór zijn ontstaan (Figuur 3-30).

Door het steile strandprofiel en de voorliggende Schaar zal een storm hier zorgen voor erosie van de eerste duinenrij. Het zandvolume dat hierbij afslaat zal niet meer natuurlijk herstellen wegens het gebrek aan natuurlijke aanvoer van zand. In de praktijk zal door middel van strandsuppleties het zandvolume op het strand worden aangevuld, en het effect van een storm op de eerste duinenrij daarmee worden verminderd. Uit veiligheidsoogpunt lijkt een landwaartse verlegging van de BKL mogelijk (de duinen zijn momenteel breed genoeg om wat duinafslag op te vangen). Echter,

- het is onduidelijk of hiermee het erosieve karakter van de kust verandert, en daarmee de kust beter onderhoudbaar wordt (wat het idee is achter een landwaartse verlegging)
- zal er hierdoor minder gesuppleerd worden, waardoor er waarschijnlijk op korte termijn strandbreedte verloren gaat.

Daarom wordt hier voorgesteld de BKL niet te verleggen.



Figuur 3-30 Ontwikkeling dwarsprofiel raai 1525 over de periode 2000-2021.

## 3.6 Voorne (raaien 620 – 780)

### 3.6.1 Inleiding

Het noordelijk deel van de kust van Voorne grenst aan de Brielse Gatdam (Figuur 3-31). Door aanleg van de Brielse Gatdam (1966) en de Slufter (1986-1987), is het gebied een invang geworden voor (slibrijk) sediment. Voor raaien 620 – 780 is er wel een BKL vastgelegd, maar er zijn geen grenzen van de rekenschijf gedefinieerd. Hierdoor wordt er geen MKL berekend en wordt dit deel van de kust niet jaarlijks getoetst op een BKL overschrijding.

Binnen het HBKL 2023 traject wordt onderzocht of de grenzen van de rekenschijf voor raaien 620 – 780 hersteld kunnen worden. Het voorstel voor raaien 620 – 780 is om de grenzen van de rekenschijf gelijk te zetten aan de naastgelegen raaien 800 en 820. Specifiek wordt er uitgewerkt wat het herstellen van de rekengrenzen voor gevolgen heeft voor kustonderhoud en gebruiksfuncties (o.a. kustveiligheid en natuurwaarden).



Figuur 3-31 Kustlijkaart Voorne.

### 3.6.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 3-32 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Voorne weergegeven. Voor de betreffende raaien in Voorne heeft dit vooralsnog niet tot een herziening van de BKL geleid.

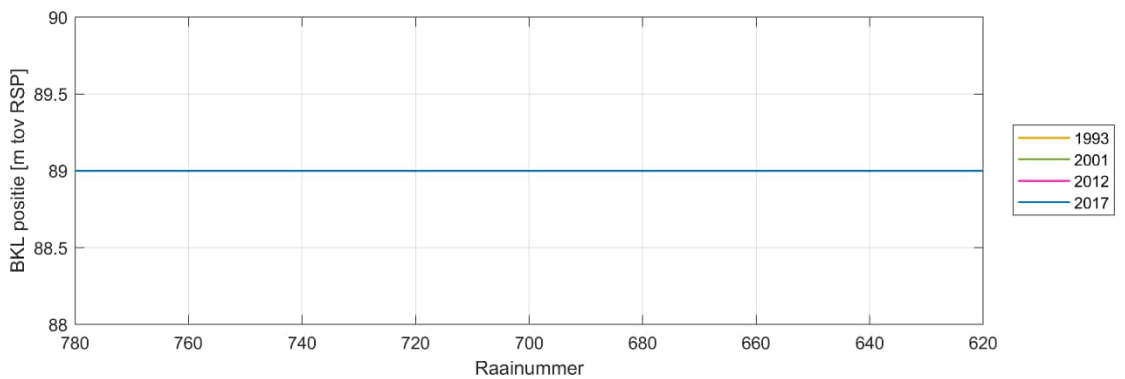
#### Advies POK

Het advies van het POK (Provinciaal Overlegorgaan voor de Kust), met betrekking tot Voorne en Goeree, luidde (Min. V&W, 1993): Provincie Zuid-Holland stelt voor om, op grond van natuur en natuurlijke dynamiek, op Voorne en op Goeree de BKL op een groter gebied landwaarts te verplaatsen dan in het eerste voorstel van Rijkswaterstaat. Het gaat hier om de volgende

gebieden: - Voorne, raaien 620 t/m 780. In afwijking van BKL-1 stelt het POK-Zuid-Holland voor om, omwille van de duidelijkheid, hier wél een BKL vast te stellen. Het betreft een sterk aanzandend/aanslibbend gebied waar de vooroever te ondiep is om een basiskustlijn te kunnen berekenen. Het POK adviseert om hier de basiskustlijn enige honderden meters landwaarts van de bestaande kustlijn vast te stellen.

*Reactie Rijkswaterstaat*

Rijkswaterstaat neemt dit advies over



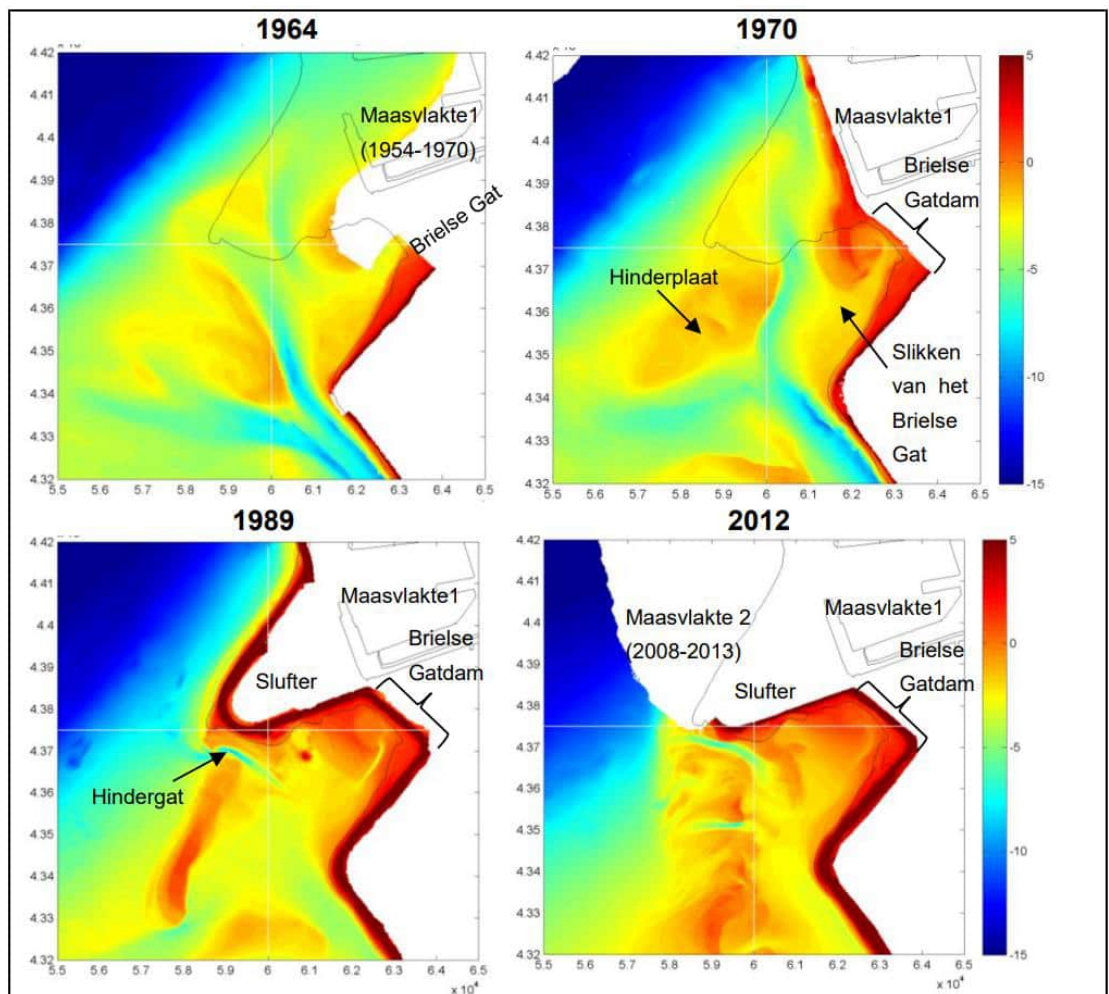
*Figuur 3-32 BKL-positie voor Voorne bij raaien 620-780, weergegeven op een satelliefoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satelliefoto.*

**3.6.3 Morfodynamiek**

Het Brielse Gat (zie Figuur 3-33) vormde ooit de monding van de Nieuwe Maas in zee, maar omdat de Brielse Maas sterk begon te verzanden is in 1872 de Nieuwe Waterweg geopend als nieuwe monding van de Nieuwe Maas. In 1950 werd de Brielse Maasdam aangelegd, waarmee het gebied volledig werd afgesneden van de rivier. De invloed van het getij op de Noordzee kon nog wel in het Brielse Gat doordringen, via een geul die in noordelijke richting langs de Maasvlakte liep (op de plek waar zich tegenwoordig De Slufter bevindt). Dit veranderde met de aanleg van de Brielse Gatdam in 1966. Aan de zeezijde bleef nog een klein getijdengebied

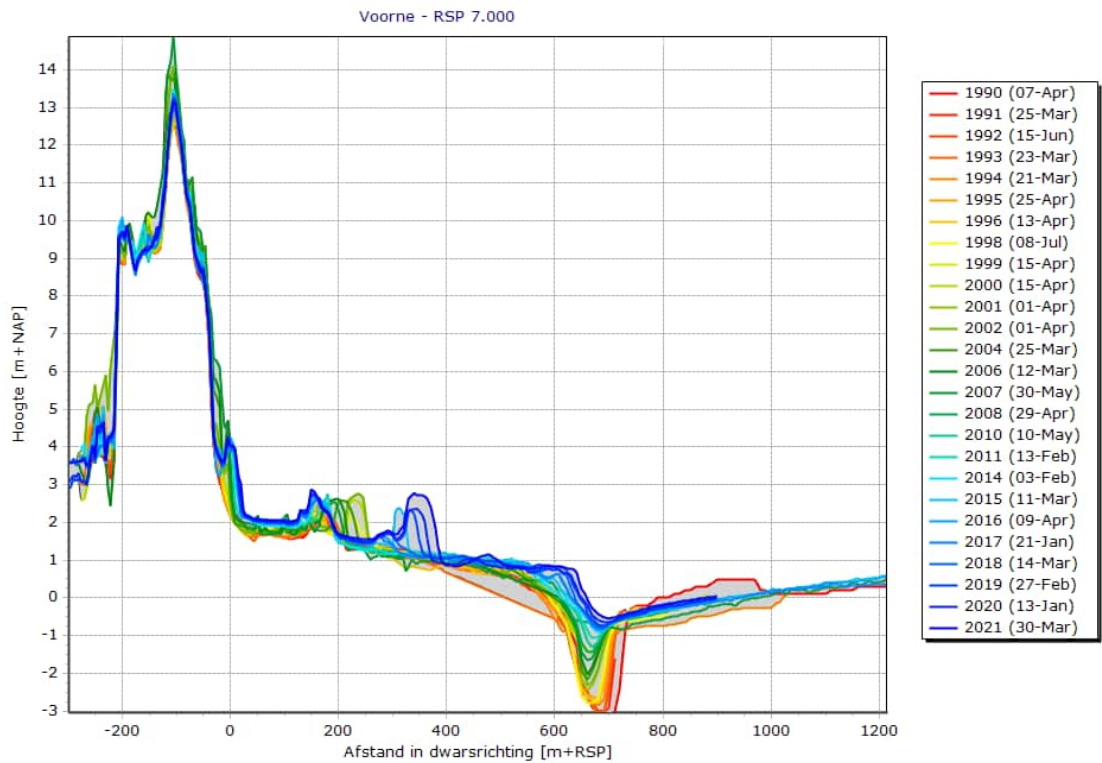
over, de Slikken van het Brielse Gat. De afname van het oppervlak aan getijdengebied zorgde voor een afname van de getij-invoed. De getijstrooming in de geul nam af, waardoor de geul begon te sedimenteren. Ook was de getijstrooming niet sterk genoeg meer om het door golven aangevoerde sediment weer af te voeren. Het gehele gebied begon hierdoor op te hogen met sediment. Dit is te zien aan de verschillen in de bodemligging van het gebied tussen de jaren 1964 en 1970, in Figuur 3-33.

Tussen 1986 en 1987 is de Slufter aangelegd, het baggerspeciedepot voor vervuild slib uit de Rotterdamse haven, als een uitbreiding van de Maasvlakte. Het bedekte het noordelijk deel van de Hinderplaat, zie Figuur 3-33, en er werd hier een nieuwe geul, het Hindergat, gebaggerd. Door de verdere uitbreiding van de Maasvlakte eind jaren zeventig en met name de aanleg van de Slufter, kwam de hoek van het voormalige Brielse Gat steeds meer in de luwte te liggen. Het gebied is hiermee een invang geworden voor slibrijk sediment dat onder invloed van golven vanuit het zuidwesten naar het gebied wordt getransporteerd. Dit slibrijke sediment is afkomstig uit de riviermondingen, maar ook komt er door de spuisluizen van de Haringvlietdam slibrijk sediment vrij.

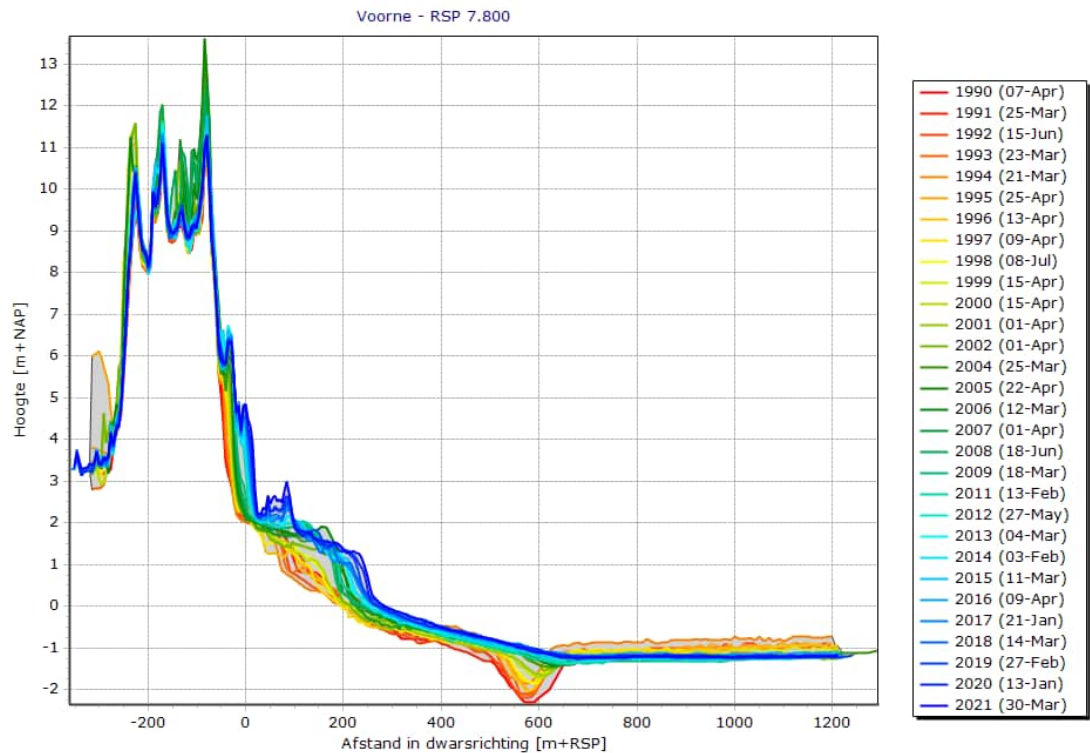


Figuur 3-33 Bodemligging (m+NAP) kust van Voorne, rond het Brielse Gat. Linksboven (1964) is de situatie vlak vóór de aanleg van de Brielse Gatdam weergegeven, rechtsboven (1970) toont de situatie enkele jaren later, rond de afsluiting van het Haringvliet. Linksonder (1989) geeft de situatie kort na de aanleg van de Slufter weer. Rechtsonder toont de bodem van 2012.

Door het ontbreken van grenzen van de rekenschijf kan de MKL niet berekend worden, maar de invang van sediment in het gebied is wel terug te zien in de profielmetingen. De ontwikkeling van de dwarsprofielen voor raaien 700 en 780 is weergegeven in Figuur 3-34 en Figuur 3-35 respectievelijk. Voor beide raaien is te zien dat de vooroever zeer ondiep is (maximaal -1m +NAP) en het strand gestaag ophoogt.



*Figuur 3-34 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 700 tussen 1990 en 2021. Grijs vlak geeft de omhullende van de minimum en maximum ligging.*



Figuur 3-35 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 780 tussen 1990 en 2021. Grijs vlak geeft de omhullende van de minimum en maximum ligging.

### 3.6.4 Suppletiegeschiedenis

In de betreffende raaien nabij Voorne zijn nog geen suppleties uitgevoerd. Wel zijn er enkele suppleties geplaatst ten zuiden van raai 800.

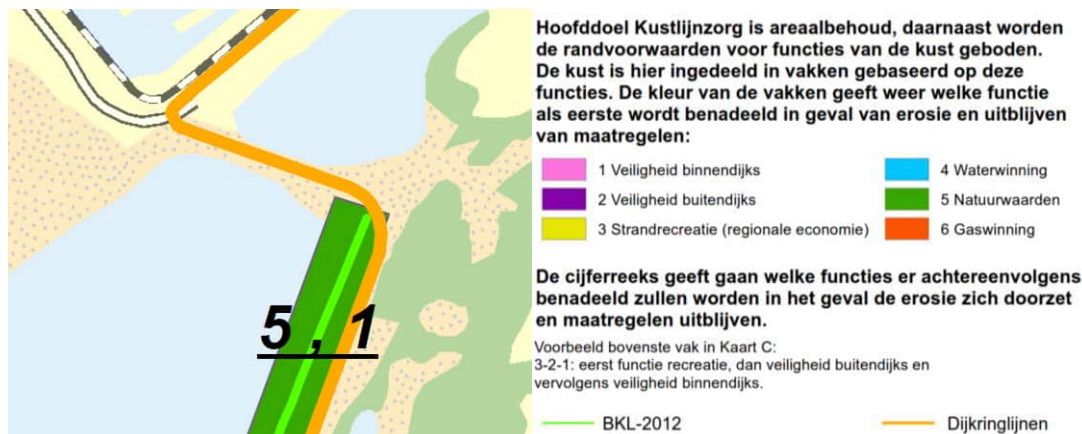
Locatie	Datum	BeginRaai	EindRaai	Lengte	Type	Volume (situ)
De Punt	1977	8.80	12.50	3700	anders	55,000
De Punt	1977	8.80	12.50	3700	strandsuppletie	1,045,000
Rockanje	1984	8.00	14.00	6000	duinverzwaring	3,400,000
<b>TOTAAL</b>						<b>4.500.000</b>

### 3.6.5 Aandachtspunten

Bestuurlijke afspraken

Geen.

Lokale bijzonderheden



Figuur 3-36 Functiekaart Voorne. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

Waterveiligheid vormt geen risico.

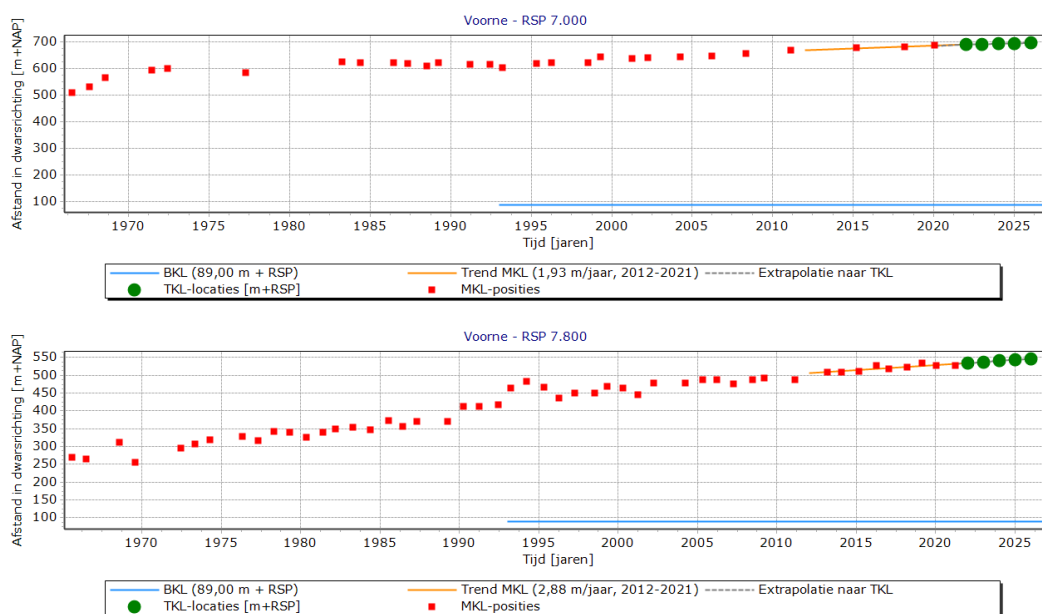
### 3.6.6 Technisch voorstel BKL

Voor raaien 620 tot 820 is bij de vaststelling van de BKL in 1990 een BKL vastgelegd op RSP +89m. Het voorstel voor raaien 620 – 780 is om de grenzen van de rekenschijf gelijk te zetten aan de naastgelegen raaien 800 en 820, zie Tabel 3-2. De hieruit resulterende MKL-trends en TKL voor raaien 620 – 780 is weergegeven in Figuur 3-75 en Figuur 3-79.

De boven- en ondergrens bij raaien 800 tot 1000 liggen momenteel op, respectievelijk, NAP +0m en -1,8m. Door de ondiepe vooroever voor de Brielse Gatdam is er geen doorsnijding van het profiel met de ondergrens van de rekenschijf tussen raaien 620 en 700. Voor deze raaien kan er geen MKL-volume berekend worden, en dus ook geen TKL (Figuur 3-79). Er kan voor deze raaien wel worden vastgesteld dat de MKL en TKL zeker niet landwaarts van de BKL liggen.

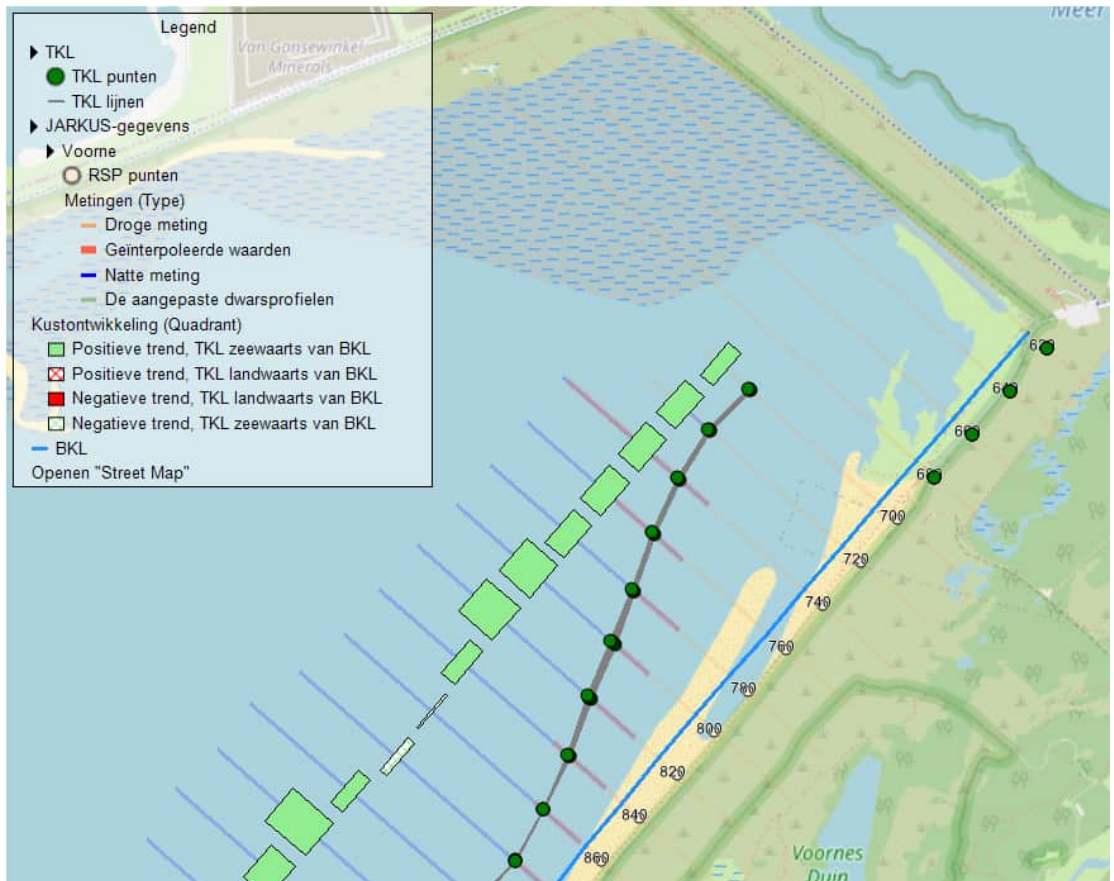
Tabel 3-2 Grenzen MKL-rekenschijf voor raaien 620 tot 820 bij Voorne. Grijs gekleurde vakken geven het voorstel voor de (nieuwe) grenzen tussen raaien 620 en 780.

Raai	Bovengrens [m tov NAP]	Ondergrens [m tov NAP]	Landwaartse grens [m tov RSP]	Zeewaartse grens [m tov RSP]	BKL [m tot RSP]	MKL 2021 [m tot RSP]
620	0	-1,8	NaN	700	89	NaN
640	0	-1,8	NaN	700	89	NaN
660	0	-1,8	NaN	700	89	NaN
680	0	-1,8	NaN	700	89	NaN
700	0	-1,8	NaN	700	89	NaN
720	0	-1,8	NaN	700	89	698
740	0	-1,8	NaN	700	89	669
760	0	-1,8	NaN	700	89	611
780	0	-1,8	NaN	700	89	528
800	0	-1,8	NaN	700	89	456
820	0	-1,8	NaN	700	89	387



Figuur 3-37 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Voorne (Raaien 700 en 780)





Figuur 3-38 Kustlijnkaart Voorne, inclusief de TKL-punten (groene bollen) voor raaien 620-780 met de herstelde grenzen in de rekenschijf. Voor raaien 620 tot en met 680 kan er geen MKL of TKL worden vastgesteld doordat het profiel de ondergrens van de rekenschijf niet doorsnijdt.

### 3.6.6.1 Effect op kustonderhoud

Het herstellen van de grenzen van de rekenschijf voor raaien 620 – 780 zal geen effect hebben op het kustonderhoud. Bij raaien 700 – 780 ligt de MKL in 2021 ruim zeewaarts van de BKL (500 tot 700 m t.o.v. RSP). Ook is de trend in de MKL-ligging zeewaarts omdat het gebied langzaam verزند (zie Figuur 3-75). Het is niet de verwachting dat deze trend op korte termijn (enkele jaren) zal veranderen.

Hierbij dient wel opgemerkt te worden dat de volumeveranderingen van het (droge) strand niet wordt meegenomen in de MKL-berekening, door de relatief lage bovengrens in de rekenschijf op NAP +0m. De dwarsprofielen in Figuur 3-34 en Figuur 3-35 laten zien dat ook het profiel boven NAP +0m zich uitbouwt. De MKL-trends zullen dus niet significant veranderen wanneer het droge strand wordt meegenomen in de MKL-berekening.

### 3.6.6.2 Effect op functies

Het terugbrengen van de rekengrenzen heeft geen effect op het kustonderhoud en daarmee niet op de functies. Ook als in de toekomst wordt besloten om de boven- en ondergrenzen van de rekenschijf te verruimen (bijvoorbeeld de bovengrens naar 3m + NAP), zal de aanzandende trend naar verwachting niet veranderen. Daarmee wordt er geen effect verwacht op de natuur- en waterveiligheidsfuncties.

## 3.7 Noordwijk (raaien 8075 en 8225)

### 3.7.1 Inleiding

Bij Noordwijk is de BKL herzien in 2012 als gevolg van de Zwakke Schakel versterking. In de begin- en eindraai van het herziene traject voor Rijnland: raai 8075 resp. 8225 zijn de BKL-waarden die zijn opgegeven in de bijlage Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018) foutief en deze zullen in de Herziening BKL 2023 formeel gerectificeerd worden. In de hoofdtekst van het rapport uit 2018 worden reeds de juiste waardes gegeven, welke zijn herhaald in Tabel 3-3. Voor deze locatie is geen volledige factsheet opgesteld, maar de rectificatie is wel opgenomen in dit rapport ter borging.

Tabel 3-3 De juiste waarden voor de BKL-ligging zoals beschreven in de hoofdtekst van Basiskustlijn 2012 rapport (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).

Km raai	BKL 2001	BKL versterkingsplan	BKL 2012	BKL verschuiving
80.75	192	219	204	12
81.00	191	225	215	24
81.25	194	228	218	24
81.50	192	234	224	32
81.75	193	245	235	42
82.00	198	250	240	42
82.25	192	228	213	21

### 3.7.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 3-39 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Noordwijk weergegeven.

Bij de afleiding van een basiskustlijn op basis van morfologische gronden in 1990 zijn regionale afspraken gemaakt over het kustvak Rijnland. In het Zuid-Hollandse deel van Rijnland is sprake van een stabiele ligging van de kustlijn. Verplaatsingssnelheden van meer dan 3 meter per jaar hebben in de periode 1981-1991 nauwelijks plaatsgevonden. Er zijn geen specifieke problemen in de berekening van de BKL gesignaleerd in het Zuid-Hollandse deel en de fluctuaties in de kustlijnpositie zijn niet substantieel genoeg dat het nodig is de kustlijn landwaarts te verleggen (Hillen et al. 1991). Na de vaststelling van de BKL in 1993 is deze een keer herzien. De relevante herzieningen voor Noordwijk zijn hieronder herhaald.

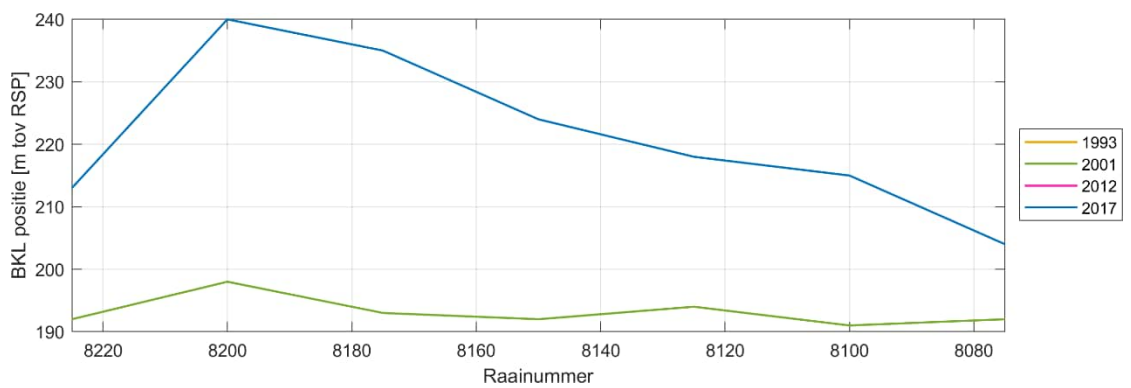
#### Herziening 2012:

In het Zuid-Hollandse deel van Rijnland is tussen 2007 en 2009 de versterking van de Zwakke Schakel Noordwijk uitgevoerd. De versterking bestaat uit een dijk-in-duin constructie in combinatie met strandverbreding, waarmee ruimte wordt gecreëerd voor een toekomstige kwaliteitsimpuls van de boulevard. De nieuwe BKL is gekoppeld aan het in stand houden van het nieuwe profiel. Tijdens de plan fase van de versterking is een voorstel voor de nieuwe BKL gemaakt op basis van de minimale BKL voor veiligheid, aangevuld met een extra veiligheidsmarge van 10 meter en aan beide kopse kanten van 15 meter (Figuur 2.3B; Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).

#### Herziening 2017; Correctie op fout in rapport Basiskustlijn 2012:

In de begin- en eindraai van het herziene traject voor Rijnland: raai 8075 resp. 8225 wordt in de beschrijving en de tabel op pagina 15 van Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (2018) de juiste waarden gegeven; 204 resp. 213. In de tabel op pagina 55 staan hier foutief de waarden 209 resp. 218. Dit verschil is ontstaan door het verminderen met 10 meter van de

BKL2012 ten opzichte van het versterkingsplan in plaats van het verminderen met 15 meter. De correcte waarden zijn nogmaals herhaald in Tabel 3-3 voor de Herziening BKL 2023.



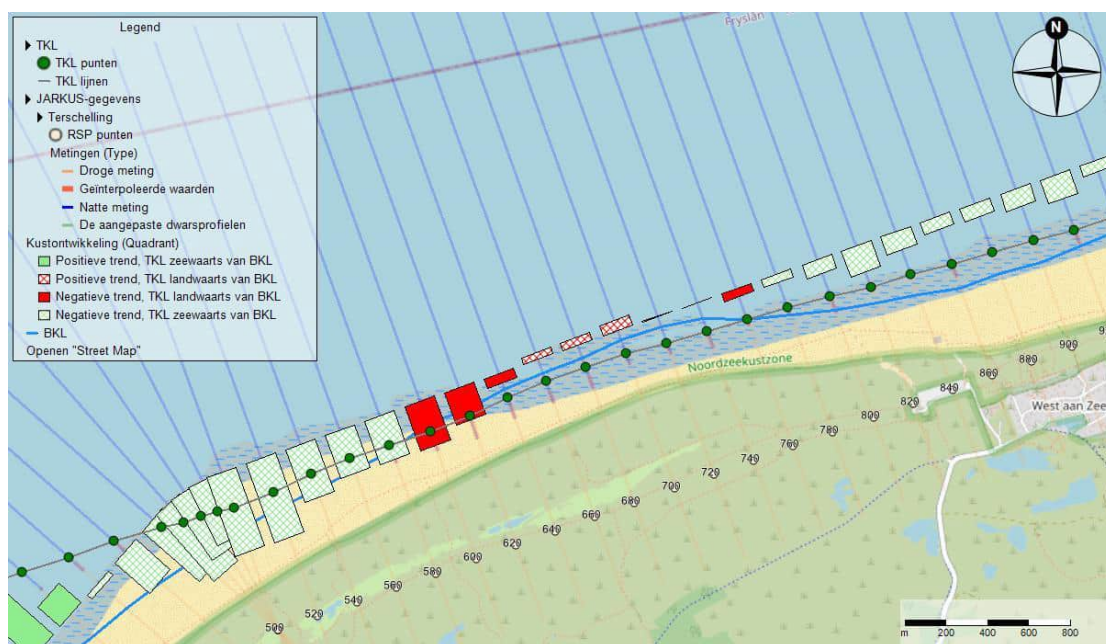
Figuur 3-39 BKL-positie voor Noordwijk bij raaien 8075 tot 8225, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

## 3.8 Terschelling (raaien 600-760)

### 3.8.1 Inleiding

Op enkele raaien op Terschelling is de BKL reeds jaren overschreden. Dit heeft echter niet geleid tot het uitvoeren van een suppletie, omdat het vanuit natuurbelangen wenselijk is om meer dynamiek en verstuuving toe te staan. De veiligheid in de zeereep is hier niet direct in het geding. Het niet strikt handhaven van de BKL op deze locatie is vastgelegd in regionale afspraken.

Rijkswaterstaat stelt voor om voor Terschelling, raaien 600-760, in het kader van het HBKL (Herziening BKL) 2023 traject te bekijken of de bestuurlijke afspraken kunnen worden vertaald in een nieuwe ligging van de BKL. Tot hoever de dynamiek wordt toegestaan, en vanaf welk moment ingrijpen wel wenselijk zou zijn, is nu niet duidelijk afgebakend. Specifiek wordt er uitgewerkt hoeveel de BKL landwaarts kan worden verplaatst zodat de signaalfunctie van de BKL wordt hersteld. Hierbij wordt rekening gehouden met de morfologische ontwikkelingen en de gevolgen voor gebruiksfuncties (o.a. veiligheid en natuurwaarden).



Figuur 3-40 Overzicht van de Kustlijkaart Terschelling. Kustlijnbeoordeling 1-1-2022

### 3.8.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 3-41 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Terschelling weergegeven.

In 1991 heeft Rijkswaterstaat voorgesteld om daar waar voldoende ruimte is dynamiek maximaal toe te staan (Hillen et al., 1991). Op Terschelling wordt daarom voor de raaien 220 tot 740 voorgesteld de Basiskustlijn landwaarts vast te stellen ten opzichte van de trend 1980-1989. Het Provinciaal Overlegorgaan Kust (POK) is akkoord gegaan met het voorstel van Rijkswaterstaat (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993). Op basis van de beschikbare data blijkt dat voor een deel van dit gebied bij de uiteindelijke vaststelling van de Basiskustlijn in 1993 een verdere landwaartse aanpassing heeft plaatsgevonden.

In het document "Dynamisch kustbeheer kustzone westelijk Terschelling" (POK, 1997) staan de volgende regionale afspraken over het handhaven van de Basiskustlijn voor dit deel van de kust van Terschelling:

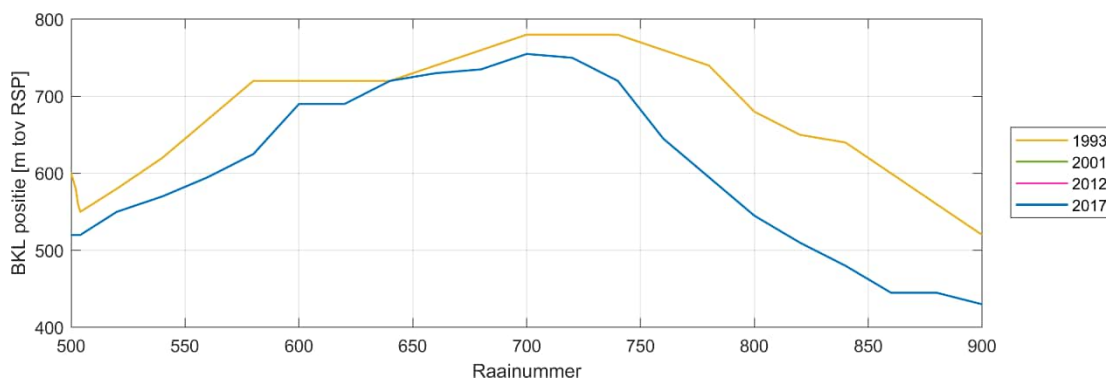
*“De kustlijn en de zeereep dienen niet als min of meer zelfstandige objecten beschouwd te worden; door meer "gebiedsgericht" te kijken kan een betere invulling worden gegeven aan het dynamisch kustbeheer. De Basiskustlijn op Terschelling dient niet te worden gehanteerd als een lijn die bij overschrijding per definitie moet worden gehandhaafd, maar als een signaal dat er iets aan de hand is. Voor veiligheid is de zeereep niet van belang. Voor natuurbelang wordt meer dynamiek en verstuiving als positief gezien. Voor Km 1 tot 2 wordt aanbevolen om de Basiskustlijn niet langer te handhaven en voor km 2- 8 niet langer strikt te handhaven.”*

#### Herziening 2001

In 2001 is een evaluatie van de Basiskustlijn uitgevoerd (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003). Vanwege de reeds gemaakte regionale afspraken is bij deze landelijke evaluatie door het POK geadviseerd om met de aanpassing van de Basiskustlijn te wachten tot na de evaluatie van de gebiedsgerichte projecten.

#### Herziening 2012

In 2012 heeft Deltares geconcludeerd dat de aanpassing van de BKL mogelijk is voor raaien 600-780 op basis van de omhullende van de momentane kustlijn (minimale MKL-posities sinds 1995). Het Ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft in 2012 besloten de Basiskustlijn nog niet aan te passen, vanwege de voorziene vaststelling van de legger op het eiland. Bovendien zou het landwaarts verplaatsen van de Basiskustlijn kunnen leiden tot maatschappelijke onrust, omdat er ook een hoge mate van zeereepdynamiek wordt toegestaan. Mogelijk kan de BKL later worden aangepast, nadat de leggers op de eilanden zijn vastgesteld. Ook voor het HBKL traject van 2017 is een voorstel voor aanpassing van de BKL gedaan door Deltares (2015), maar niet meegenomen in de definitieve herziening (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018).



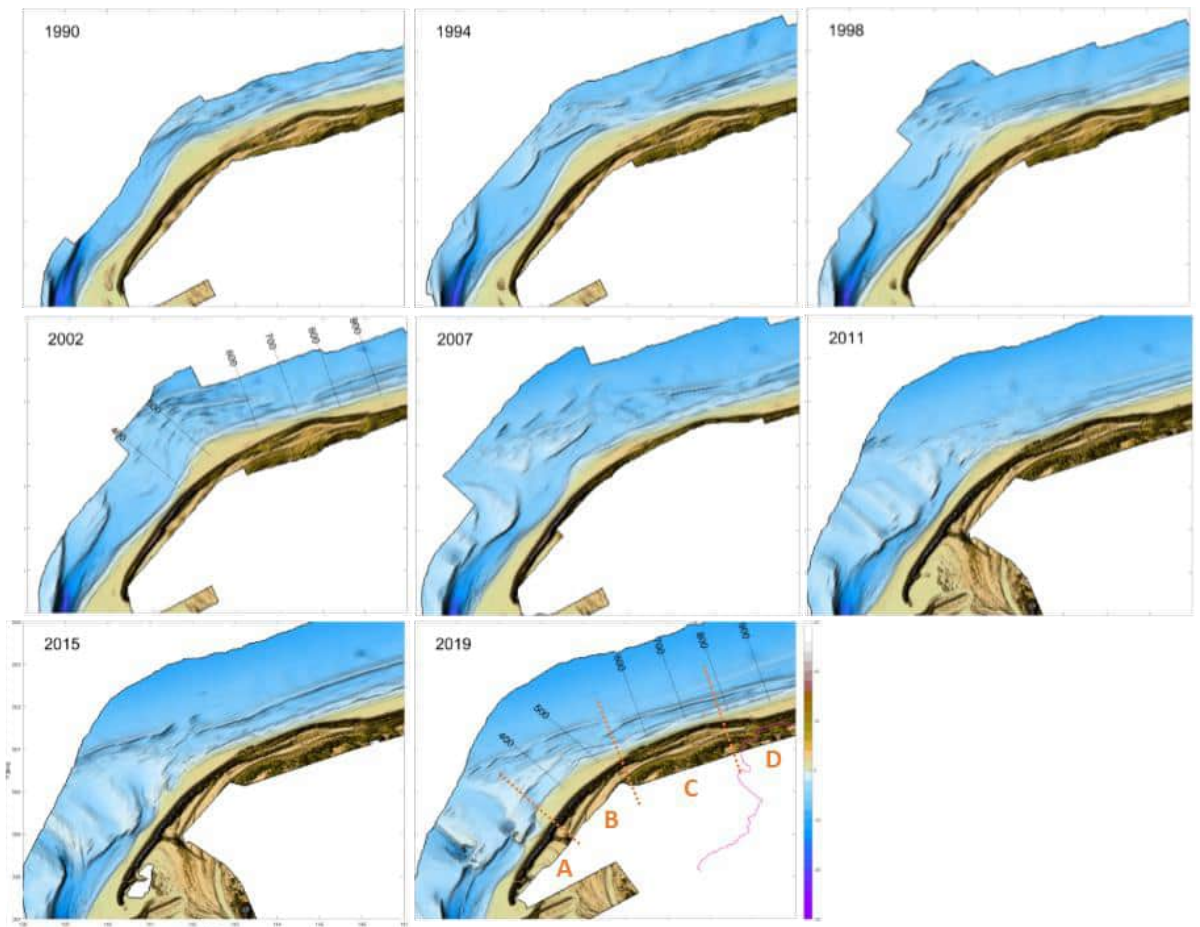
Figuur 3-41 – BKL-positie voor Terschelling bij raaien 500 tot 900, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### 3.8.3 Morfodynamiek

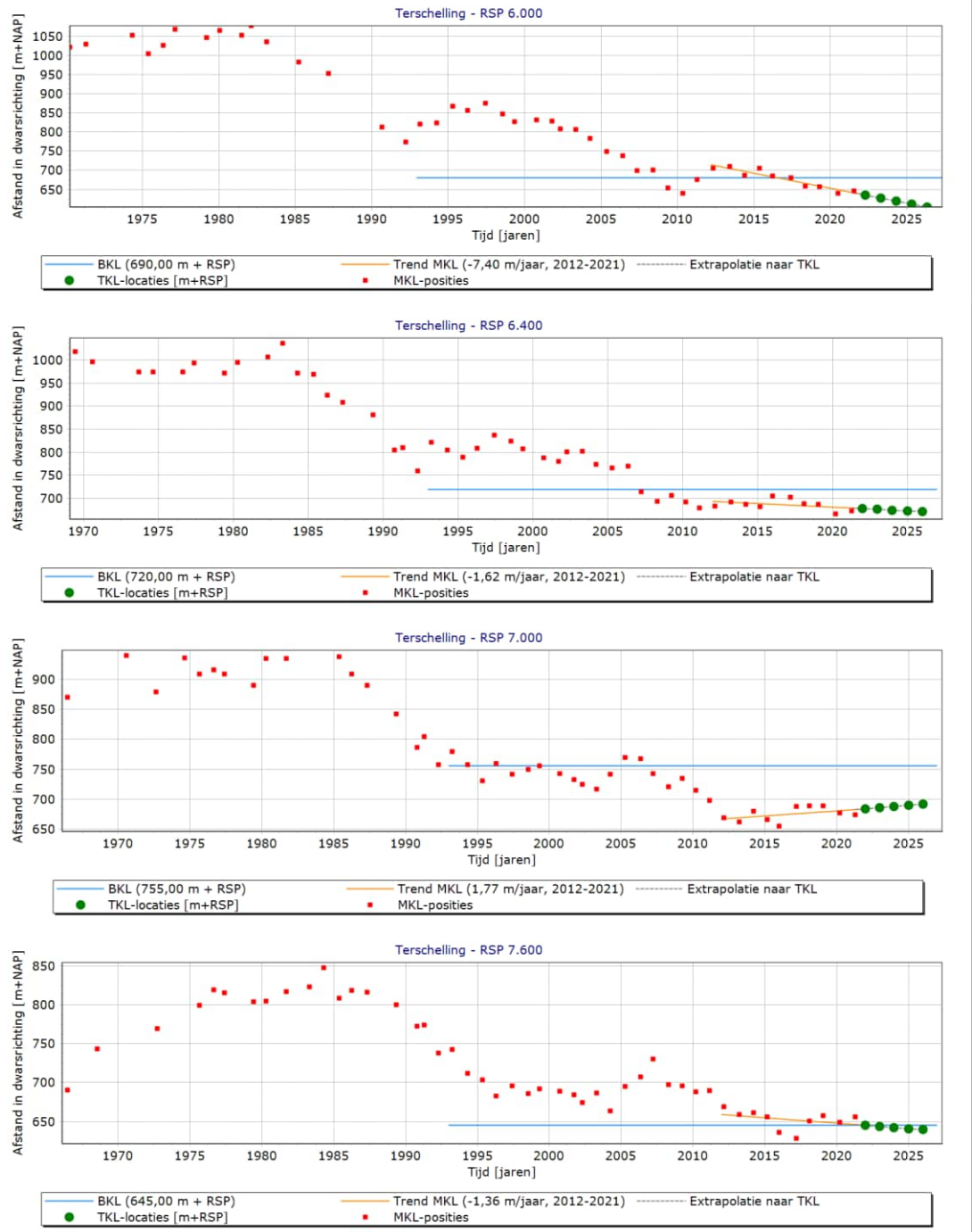
Op lange termijn staat de kust van Terschelling onder invloed van de ontwikkeling in de zeegaten (geulontwikkeling en aanlanden van zandplaten, zie Figuur 3-42). Het aanlanden van platen vanuit de Noordwestgronden en de Noordergronden zorgt voor extra sedimenttoevoer naar de kust. Met aanlanden wordt de kustlijn in (relatief) korte tijd sterk zeewaarts verplaatst. Daarna volgt een langdurige periode van erosie door het 'uitsmeren' van de aangelande bank. Hierdoor is er sprake van structurele erosie aan de kust rondom de overgang van de Noordsvaarder naar de eilandkust bij raaien 500 tot 800 (gebied C in Figuur 3-42), waarbij lokaal de Basiskustlijn (BKL) wordt overschreden (Figuur 3-44).

Raai 600 tot 760 vertonen over het algemeen een sterke terugtrekking van de MKL posities (Figuur 3-43 en Figuur 3-44), waarbij de MKL landwaarts van de BKL ligt voor raaien 640 tot 760. Rond 1970 heeft hier de laatste grote aanlanding plaatsgevonden. Sinds 1985 is de MKL bijna 400m landwaarts verplaatst. Deze terugtrekking van de MKL heeft met name in de periode voor 1995 plaats gevonden. In de afgelopen periode wisselen periodes van beperkte uitbouw en terugtrekking van de momentane kustlijn elkaar af.

Op de termijn van decennia nemen de volumes van de Noordwestgronden en Noordergronden af, waardoor er de verwachting heerst dat de volumes van aanlandende platen ook zullen afnemen. IJff et al. (2019) concluderen daarom dat het niet aannemelijk is dat de lokale erosie (en BKL overschrijding) in toekomst door natuurlijke processen opgeheven zal worden.

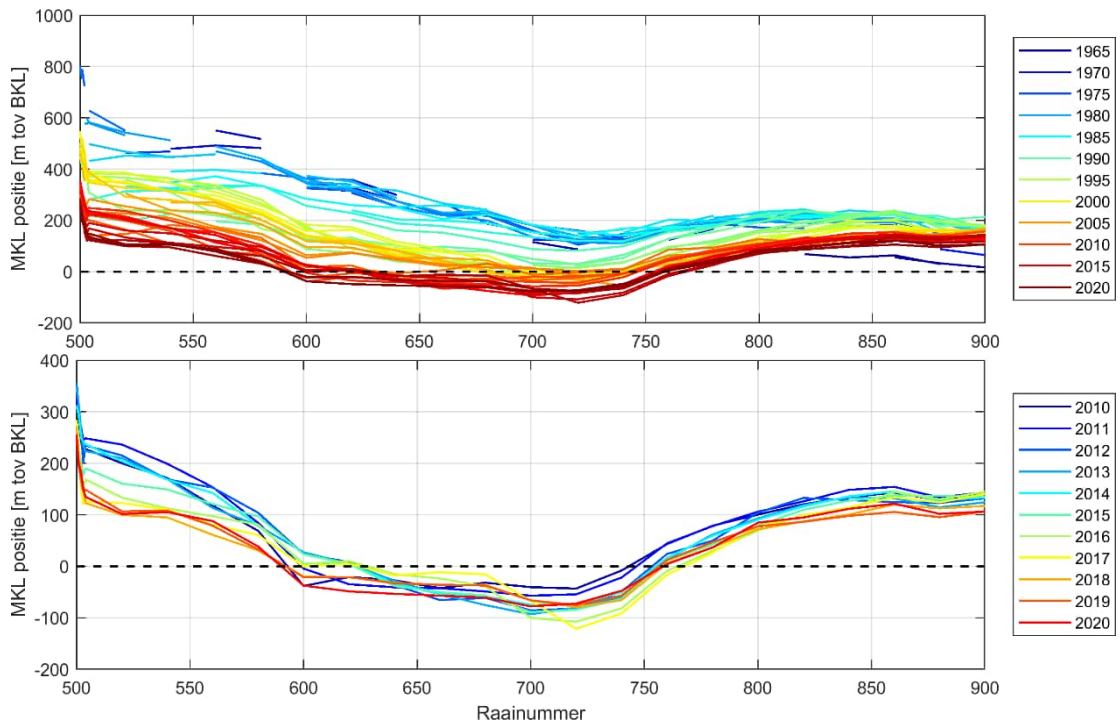


*Figuur 3-42 - Bodemontwikkelingen voor de periode 1990 tot 2019 rondom het overgangsg gebied tussen de Noordsvaarder en centrale eilandkust, op basis van de vergridde JARKUS data. Zeewaartse grens van de primaire waterkering in de roze lijn. Bron: IJff et al. (2019)*



Figuur 3-43 - Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Terschelling, raaien 600, 640, 700 en 760. Kustlijnbeoordeling 1-1-2022





Figuur 3-44 – Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf 1-1-2020.

### 3.8.4 Suppletiegeschiedenis

In de betreffende raaien (600-760) op Terschelling zijn tot op heden geen suppleties uitgevoerd.

### 3.8.5 Aandachtspunten

#### Bestuurlijke afspraken

*Bron: POK (1997) Dynamisch Kustbeheer kustzone westelijk Terschelling:*

- Raai 200 - 800: Hier is overschrijding van de BKL in bepaalde mate acceptabel. Met een ingreep kan worden gewacht omdat het aanwezige belang (de natuur) in ieder geval op kortere termijn (15 jaar) niet in het geding komt. Als kusterosie leidt tot een lokale doorbraak van de zeereep, kan de natuur baat hebben bij meer dynamiek door incidentele zee-invoed in de Kroonpolders. Dit onder voorwaarde dat de veiligheid van de dijkkring niet in het gedrang komt.

#### Lokale bijzonderheden

Het grondwaterwingebied ligt op enige afstand van de kustlijn (in het achterland) en speelt geen rol bij kusthandhaving. Het betreft een Natura2000 gebied en is onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur.



Hoofddoel Kustlijn zorg is areaalbehoud, daarnaast worden de randvoorwaarden voor functies van de kust geboden. De kust is hier ingedeeld in vakken gebaseerd op deze functies. De kleur van de vakken geeft weer welke functie als eerste wordt benadeeld in geval van erosie en uitblijven van maatregelen:

<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF00FF; border: 1px solid black;"></span> 1 Veiligheid binnendijks	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #00FFFF; border: 1px solid black;"></span> 4 Waterwinning
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #800080; border: 1px solid black;"></span> 2 Veiligheid buitendijks	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #008000; border: 1px solid black;"></span> 5 Natuurwaarden
<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FFFF00; border: 1px solid black;"></span> 3 Strandrecreatie (regionale economie)	<span style="display: inline-block; width: 15px; height: 15px; background-color: #FF4500; border: 1px solid black;"></span> 6 Gaswinning

De cijferreeks geeft aan welke functies er achtereenvolgens benadeeld zullen worden in het geval de erosie zich doorzet en maatregelen uitblijven.

Voorbeeld bovenste vak in Kaart C:  
3-2-1: eerst functie recreatie, dan veiligheid buitendijks en vervolgens veiligheid binnendijks.

BKL-2012                       Dijkkringlijnen

Figuur 3-45 – Functiekaart Terschelling. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

Waterveiligheid vormt geen risico, de primaire waterkering ligt ruim landwaarts (rode lijn in Figuur 3-41 en oranje lijn in Figuur 1-6).

### 3.8.6 Technisch voorstel BKL

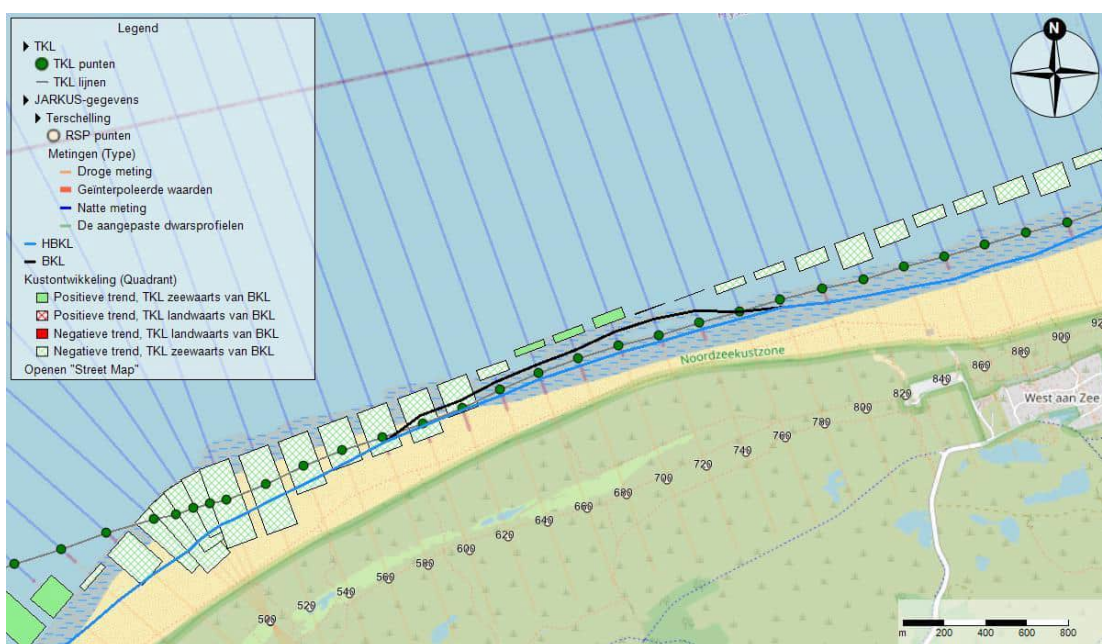
Bij raaien 600 tot 760 heeft er voornamelijk in de periode voor 1995 sterke terugtrekking van de momentane kustlijn (MKL) plaatsgevonden. Hoewel de algemene trend van de kustlijnontwikkeling sindsdien erosief is, wisselen periodes van beperkte uitbouw en terugtrekking van de MKL elkaar af. Het is de verwachting dat de volumes van aanlandende platen zullen afnemen. Hierdoor zal de huidige overschrijding van de BKL rond raaien 620-760 naar verwachting niet natuurlijk opgelost worden of slechts voor korte duur.

Conform regionale afspraken hebben de BKL-overschrijdingen in de afgelopen jaren niet geleid tot het uitvoeren van een suppletie. Om de signaalfunctie voor een eroderende kust te herstellen wordt, vergelijkbaar met de BKL-voorstellen van 2012 en 2017, een BKL voorstel gedaan op basis van de minimale MKL-positie in de afgelopen 20 jaar. Dit voorstel is samengevat in

Tabel 3-4 en gevisualiseerd in Figuur 3-46. Hoewel de minimale MKL-posities van de afgelopen 20 jaar de basis vormen voor het voorstel, is het in het daadwerkelijke voorstel ook rekening gehouden met de ruimtelijke inpassing.

Tabel 3-4 Voorstel voor een BKL verplaatsing op basis van teruglegging naar de (minimale) MKL-positie van de afgelopen 20 jaar. Waardes zijn in meter ten opzichte van RSP.

Raaien	Huidige BKL [m]	Minimale MKL [m]	Voorstel BKL [m]	Verschil [m]
600	690	650	640	-50
620	690	640	645	-45
640	720	665	650	-70
660	730	660	660	-70
680	735	655	655	-80
700	755	650	650	-105
720	750	630	635	-115
740	720	625	625	-95
760	645	625	610	-35



Figuur 3-46 Kustlijkaart met de voorgestelde BKL herziening (in blauw) voor Terschelling.

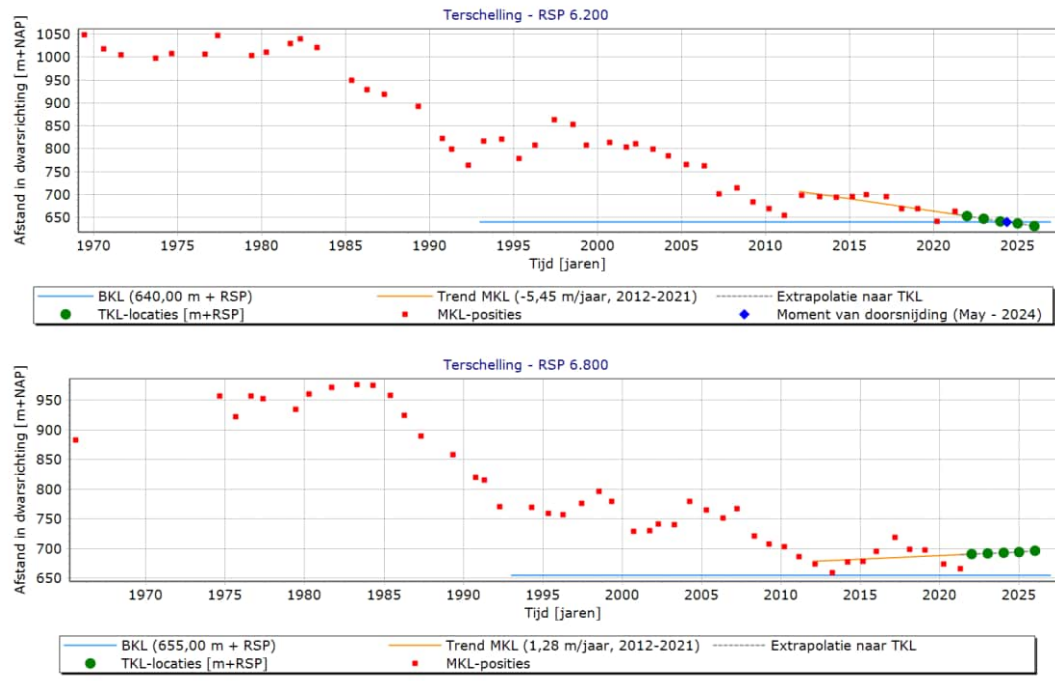
### 3.8.6.1 Effect op functies

Het voorstel voor BKL herziening zal geen effect hebben op de waterveiligheid. Voor de functies recreatie en natuur zal een BKL verlegging ook geen effect hebben, aangezien het een voortzetting is van de huidige beheerpraktijk om ruimte te geven aan natuurlijke dynamiek.

### 3.8.6.2 Effect op kustonderhoud

Met het voorstel voor BKL herziening zoals in

Tabel 3-4 krijgt de BKL zijn signaleringswaarde terug en kunnen de bestuurlijke afspraken komen te vervallen; deze zijn met het voorstel vertaald in een nieuwe ligging van de BKL. Er wordt voor drie raaien (raaien 600, 620 en 640) een BKL-overschrijding berekend binnen 1 tot 7 jaar. Bij BKL-overschrijdingen zal steeds worden afgewogen, in lijn met de huidige praktijk en in overleg met de betrokken omgevingspartijen middels het jaarlijkse consultatieproces binnen Uitvoeringsprogramma Kustlijnzorg, of suppleren noodzakelijk is.



Figuur 3-47 - Ontwikkeling van de MKL, TKL en voorstel-BKL voor Terschelling, raaien 620 en 680.

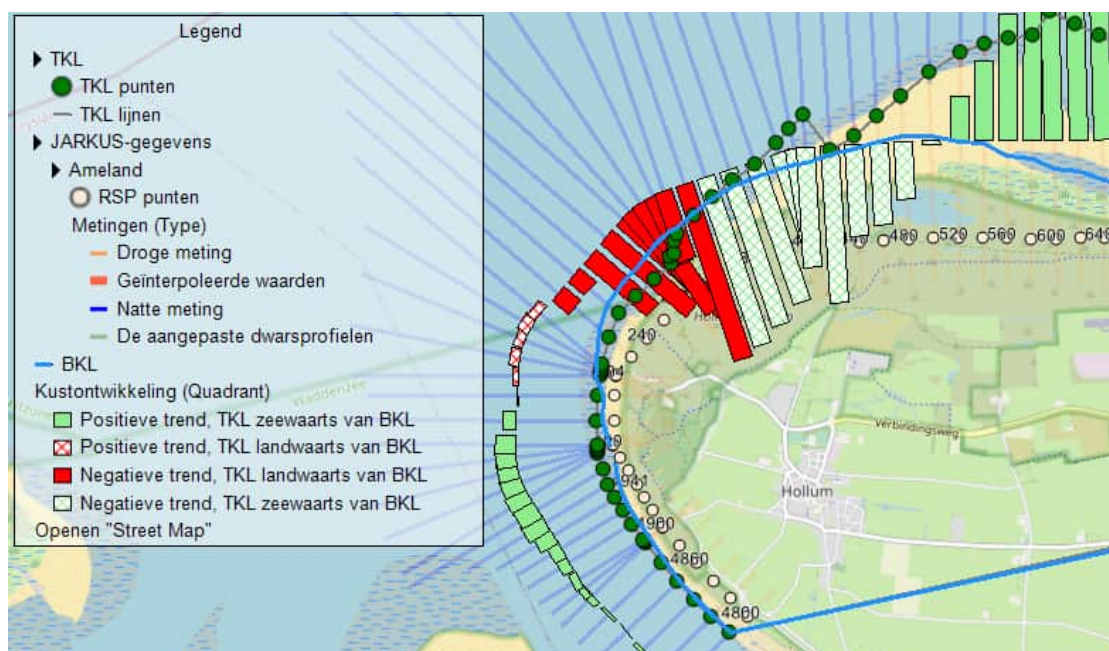
## 3.9 Ameland Noordwest (raaien 4800 – 500)

### 3.9.1 Inleiding

In de gebiedsgerichte studie Dynamisch kustbeheer noordwest Ameland (1997) is afgesproken dat de BKL van raai 100 t/m 700 niet strikt wordt gehandhaafd. Overschrijding van de BKL wordt hier, onder bescherming van de aanwezige belangen, in bepaalde mate acceptabel geacht. Deze locatie omvat het gebied waar het Bornrif vanaf ca. 1980 is aangeland, wat tijdelijk voor veel aanzanding van de kust heeft gezorgd. Dit zand wordt geleidelijk over het eiland verspreid en voornamelijk oostwaarts getransporteerd (mogelijk ook beperkt westwaarts), waardoor de omvang van het Bornrif geleidelijk afnam. De Basiskustlijn is vastgesteld na de aanlanding van het Bornrif. De BKL ligt hierdoor op de raaien 300-400 ver zeewaarts. Door het natuurlijke dynamische gedrag van de kust is de BKL hier lastig handhaafbaar. Dit gebied wordt gemiddeld om de 4 á 5 jaar gesuppleerd. Hierbij wordt de BKL niet gehaald, maar wordt geprobeerd de kustligging van 2010 te handhaven.

Voor de herziening van de BKL in zowel 2012 als 2017 is de haalbaarheid van een landwaartse BKL-verlegging onderzocht, maar dit heeft nog niet geleid tot een BKL-herziening. Voor de herziening in 2023 kan opnieuw worden bekeken of recente ontwikkelingen aanleiding geven voor een herziening van de BKL.

Het doel van het BKL-voorstel in deze factsheets is dat het beter aansluit op de huidige kustlijn en dat de BKL zijn signaleringsfunctie weer terugkrijgt, vooral voor raaien 200 tot 400. Met het voorstel is het uitgangspunt dat de huidige frequentie van suppleren van elke 4 á 5 jaar wordt behouden.



Figuur 3-48 Kustlijnkaart Ameland Noordwest kustlijnbeoordeling 1-1-2022.

### 3.9.2 Vaststelling Basiskustlijn

In 1991 stelt Rijkswaterstaat (Hillen et al., 1991) voor om daar waar voldoende ruimte is dynamiek maximaal toegestaan (oftewel de Basiskustlijn landwaarts verplaatst). Door de aanwezigheid van een grote strandvlakte heeft bij de eilandkop van Ameland een dergelijke landwaartse aanpassing plaatsgevonden. Ook het Provinciaal Overlegorgaan Kust (POK) gaat hiermee akkoord (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993). In 1995 heeft voor een deelgebied een verdere landwaartse aanpassing plaats gevonden.

### Herziening 2001

In 2001 is de Basiskustlijn niet verder aangepast: Met het oog op de doelstelling van 'dynamisch handhaven' (veiligheid en duinareaal waarborgen) zijn op alle Friese Waddeneilanden dynamische kustbeheerprojecten uitgevoerd. In het kader van deze gebiedsgerichte projecten is met belanghebbenden uitgebreid gesproken over nut en noodzaak van de BKL en de ligging daarvan. Dit heeft geresulteerd in nieuwe aanvullende criteria voor de mate van verlies aan duinareaal en in het flexibel omgaan met overschrijdingen van de BKL zonder deze te verleggen. Het doel hiervan is om meer dynamiek in de zeereep te krijgen. De ontwikkeling van de zeereep en het achterliggende duingebied wordt gemonitord, zodat in overleg met alle betrokkenen besloten kan worden toch in te grijpen als het duinareaal te sterk afneemt. Het POK Fryslân adviseert om met de aanpassing van de BKL te wachten tot na evaluatie van de gebiedsgerichte projecten.

In het document "*Dynamisch kustbeheer kustzone Noordwest-Ameland*" (POK Friesland 1997) staat het volgende beschreven:

*De Basiskustlijn dient niet te worden gehanteerd als een lijn die bij overschrijding per definitie moet worden gehandhaafd, maar als signaal dat er iets aan de hand is.*

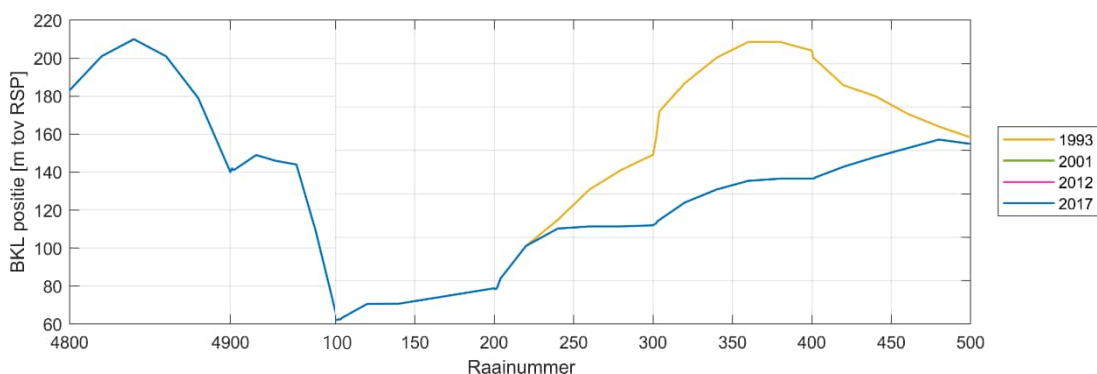
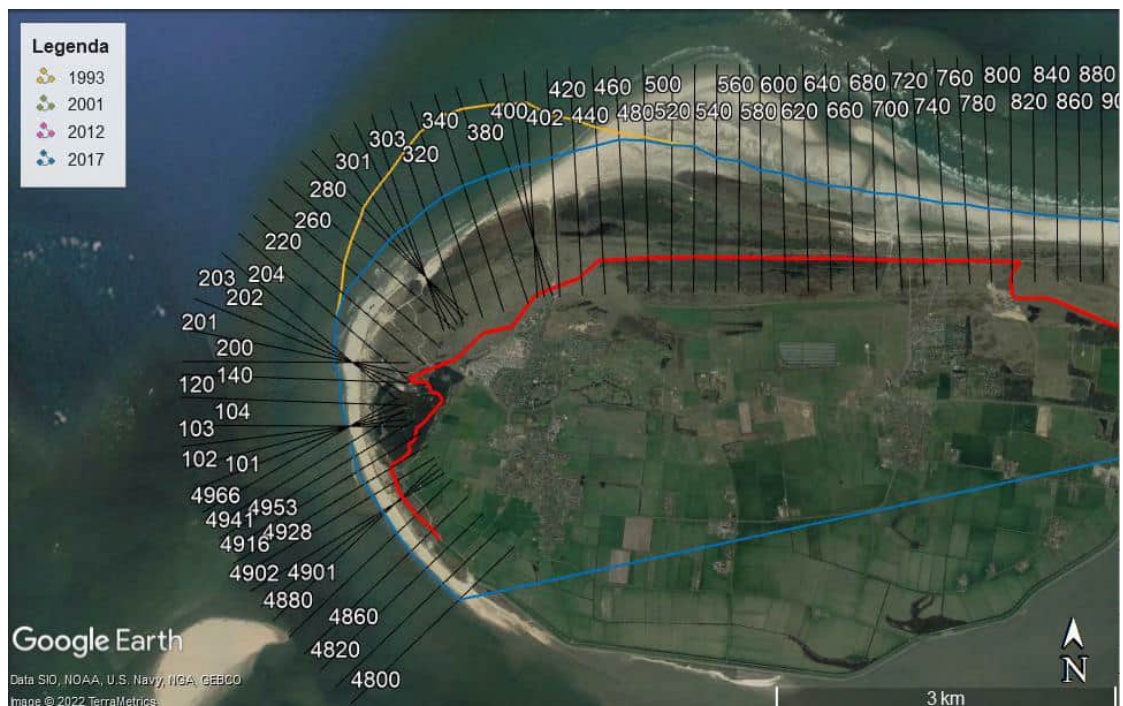
- **Delta Veiligheid:** Ook bij doorgaande kusterosie komt deze niet in het geding, behalve tussen km 5 en 7. Met name tussen km 3 en 5 is er veel ruimte voor natuurlijke dynamiek.
- **Recreatie:** Recreatie kan worden gewaarborgd middels het handhaven van een voldoende breed badstrand over een lengte van 1 km door het aanbrengen van zandsuppleties.
- **Natuur:** Het wordt als positief beoordeeld wanneer er door vrij spel van water, wind en vegetatie een natuurlijker zeereep ontstaat langs het moerasgebied Lange Duinen-noord. Dit gebied mag door kusterosie niet substantieel in omvang afnemen, maar wel door natuurlijke dynamiek veranderen.
- **NAM:** De NAM-locatie ligt boven het niveau van extreem hoog water, meer dynamiek en eventuele doorbraak levert geen probleem.
- **Waterwinning:** Capaciteit verkleind door waterleiding vanaf vaste land. Verzilting geen invloed op waterwinning.

*De aanbevelingen voor kustlijnbeheer luiden:*

- Ten zuiden van km 1 handhaven van de Basiskustlijn
- Van km 1 tot 7 flexibel handhaven, overschrijdingen zijn acceptabel onder bescherming van de aanwezige belangen:
- Van km 1.4 tot 3 dient voldoende zand aanwezig te zijn voor een droog badstrand van circa 100 m
- Van km 3 tot 5 pas ingrijpen als de duinvoet over eenmaal zijn breedte (50 m) naar binnen is verplaatst
- km 5 tot 7 pas ingreep als sprake is van structurele erosie duinvoet (ook voor veiligheid dient voldoende zand aanwezig te zijn)

### Herziening 2012 en 2017

In 2012 heeft Deltares onderzocht of het haalbaar was om de Basiskustlijn te verleggen. Geadviseerd werd om de kustlijn rond raaien 300 en 400 enkele honderden meters landwaarts te verplaatsen. Zo zou er meer ruimte kunnen worden gegeven aan natuurlijke dynamiek, zonder dat er sprake is van structurele erosie. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft echter besloten om de Basiskustlijn in 2012 nog niet aan te passen, omdat dit mogelijk de vaststelling van de legger voor de primaire waterkering in de weg zou staan. Voorgesteld werd om de BKL op een later moment opnieuw te herzien, als ook de leggers op de andere Waddeneilanden zijn vastgesteld. Ook in 2017 is een voorstel voor aanpassing van de BKL gedaan door Deltares, maar niet meegenomen in de herziening.



Figuur 3-49 BKL-positie voor Ameland bij raaien 200 tot 400, weergegeven op een satelliefoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satelliefoto

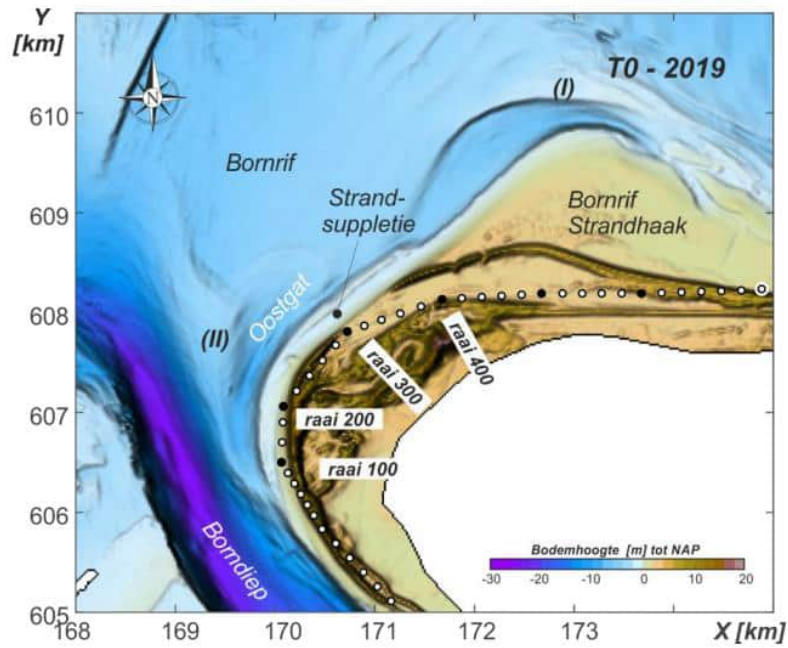
### 3.9.3 Morfodynamiek

Figuur 3-50 geeft een overzicht van de bodem ter plaatse van Ameland Noordwest. Dit stuk kust ligt achter de buitendelta van het Zeegat van Ameland (het Bornrif). Figuur 3-51 geeft de ontwikkeling van de kustzone in detail weer. In deze figuur zijn afwisselende gebieden met erosie en aanzanding te onderscheiden. De eilandkop (ruwweg km-raai 47 – 2.5) wordt daarbij gedomineerd door erosie. Het stukje direct aanliggend aan het Borndiep ligt eigenlijk relatief vast. De ontwikkeling van de kustlijn wordt hier direct aangestuurd door de ontwikkelingen in het Zeegat van Ameland. Door het oostwaarts verplaatsen van het Borndiep wordt een gebied van zo'n 2 km al sinds 1850 gekenmerkt door kustafslag. De zuidwestelijke kustlijn is hier gestabiliseerd door het aanbrengen van oeverbestorings met zinkstukken en een stortstenen dam. Aan de noordwestzijde wordt de aanhoudende kusterosie door middel van suppleties ondervangen. Sinds 1979 is hier al meer dan 6 miljoen m<sup>3</sup> zand gesuppleerd.

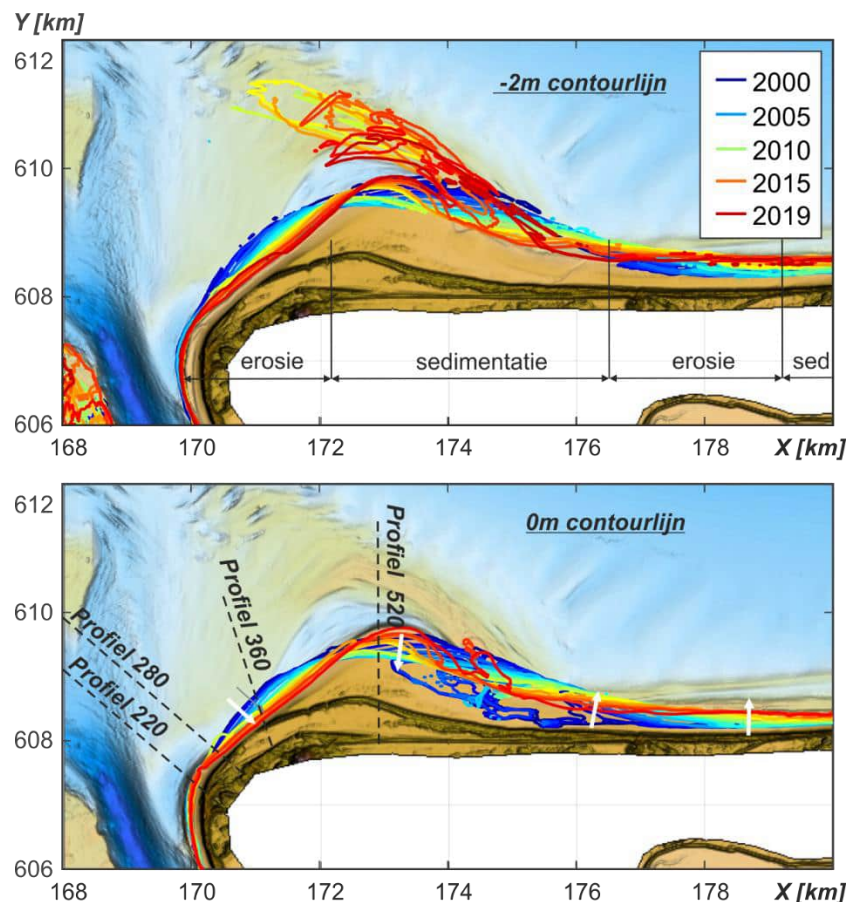
Het erosiegebied strekt zich uit tussen raaien 200 en 400. Ten oosten hiervan liggen de restanten van de Bornrif Strandhaak. Er vindt hier veel erosie plaats, maar het strand is nog zeer breed. De erosie van de strandhaak geeft een oostwaarts transport langs de kust van Ameland. De erosieve trend zorgt voor een regelmatige overschrijding van de BKL tussen raai 200-400 (Figuur 3-52 en Figuur 3-53). De regelmatige suppleties zorgen ervoor dat de



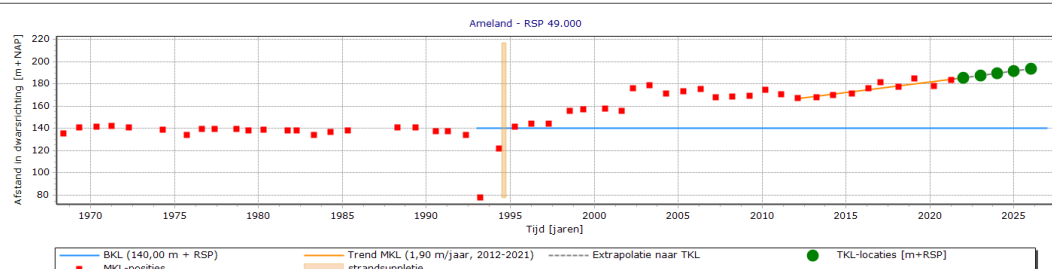
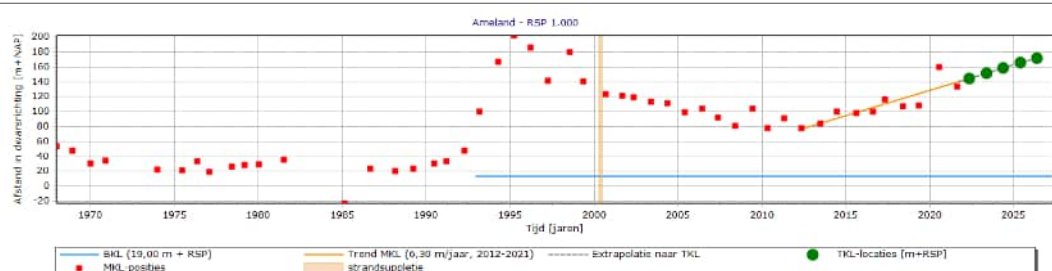
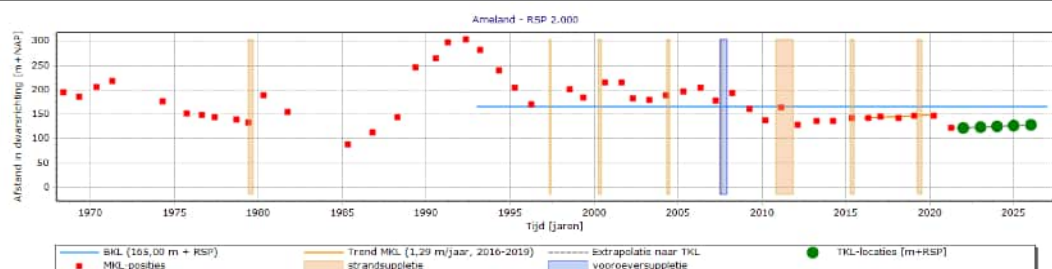
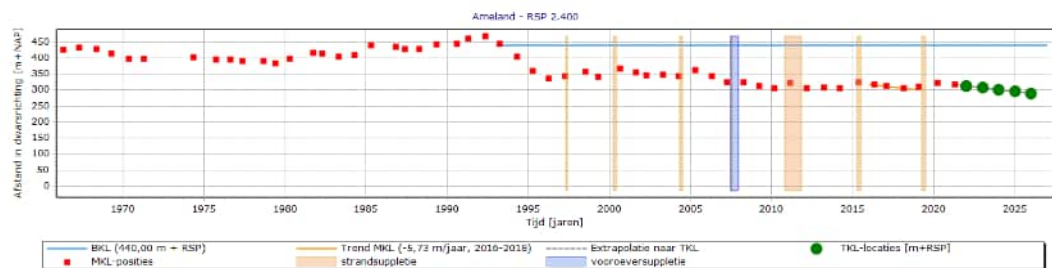
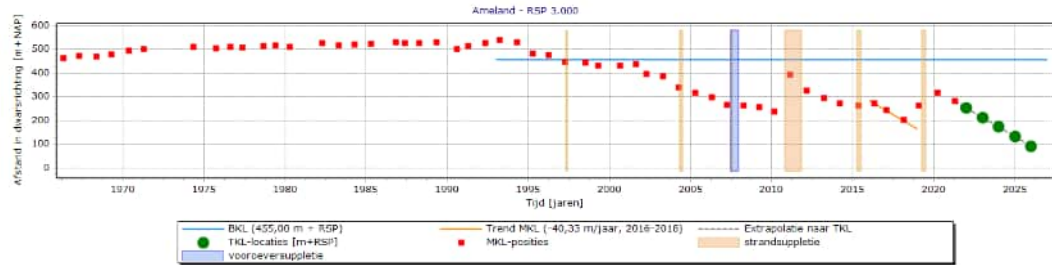
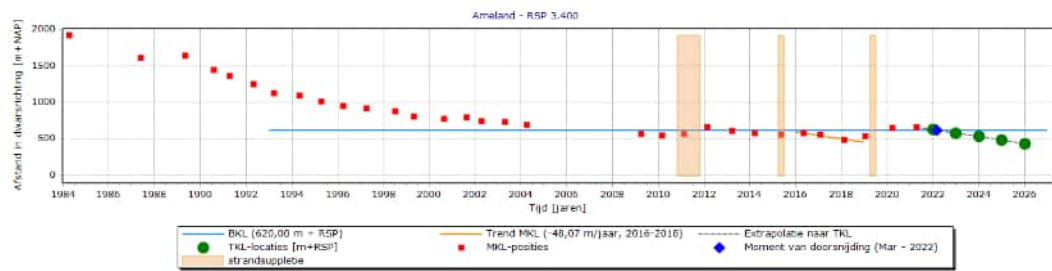
terugtrekking van de MKL wordt beperkt, maar tussen raaien 200 en 300 heeft de MKL al sinds 2010 niet meer zeewaarts van de BKL gelegen.



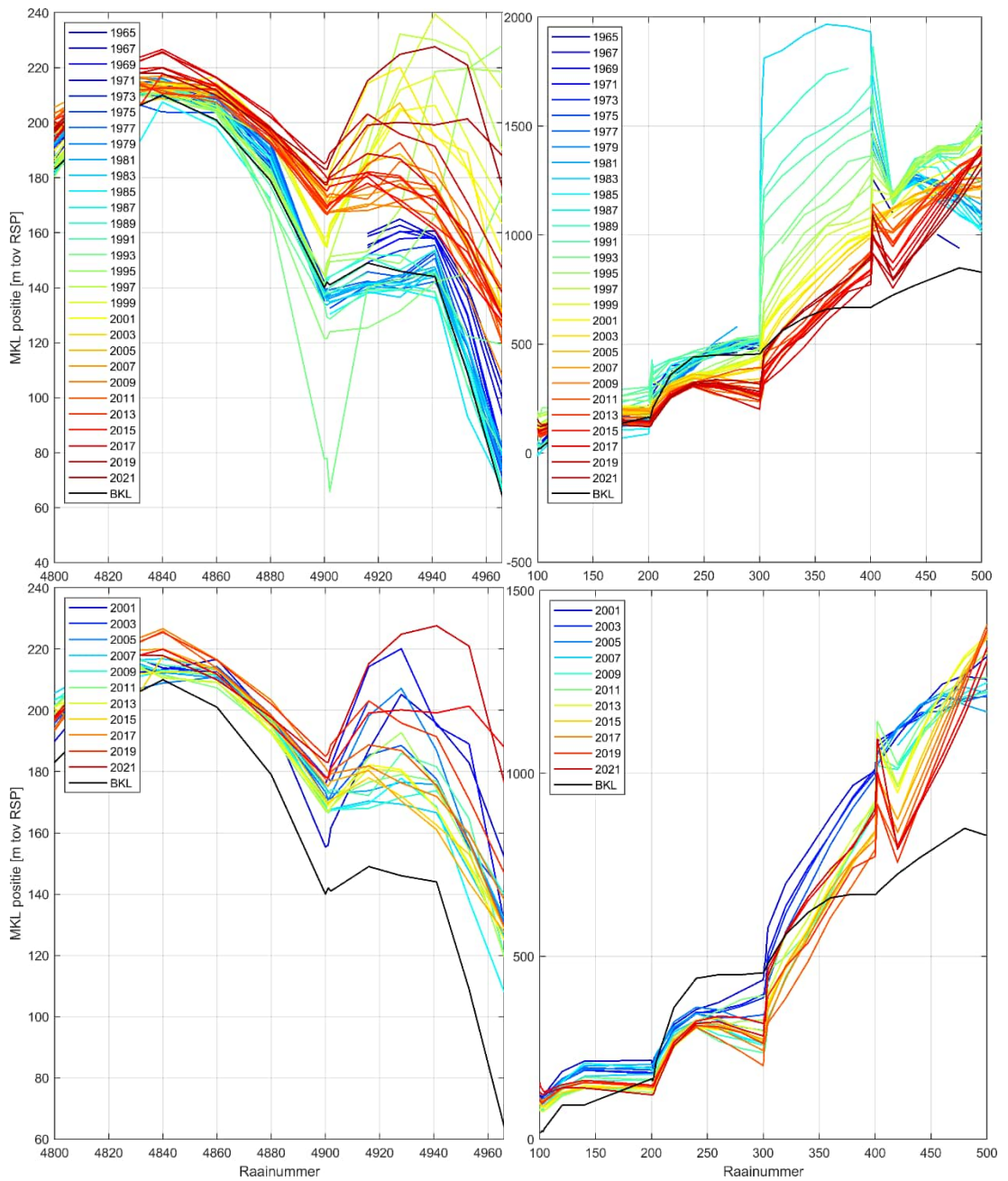
Figuur 3-50 Een detailoverzicht van de T0 bodem in 2019 en ligging van de raaien 100, 200, 300 en 400. Bron: Elias (2020)



Figuur 3-51 Ontwikkeling van de kustlijn van Ameland NW en de het voorliggende Bornrif aan de hand van de -2m en 0m contour (2000-2019). Onderliggende bodem is representatief voor 2017. Bron : Elias (2020)



Figuur 3-52 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Ameland Noordwest, raaien 340, 300, 240, 200, 100 en 4900.



Figuur 3-53 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte lijn) over de periode 1965 tot 2021 (boven) en de laatste 20 jaar (onder). De MKL-positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2022.

### 3.9.4 Suppletiegeschiedenis

Dit gebied wordt gemiddeld om de 4 á 5 jaar gesuppleerd.

Locatie	Datum	Begin Raai	Eind Raai	Lengte	Type	Volume (situ)
Hollum	1979	1,6	2,2	600	strandsuppletie	300.000
Hollum	1997	1,2	3	1800	strandsuppletie	510.804
Hollum	2000	1	2,6	1600	strandsuppletie	401.002
Noord-west	2004	2	3,2	1200	strandsuppletie	403.635,7
Westkop	2007	1,95	3,02	1070	vooroeversuppletie	1.201.234
Westkop	2007	2	3,2	1200	strandsuppletie	303.444,3
West	2010	2	4	2000	strandsuppletie	1.888.934
West	2015	1,4	4,02	2620	strandsuppletie	1.300.000
<b>Zuidwest</b>	2017	46.20	48.20	2000	geulwandsuppletie	2.500.000
Amelander zeegat	2018				buitendeltasuppletie	5.000.000
Ameland west	2019	1,2	4,2	3000	strandsuppletie	2.542.000
<b>TOTAAL</b>						<b>13.143.974</b>

### 3.9.5 Aandachtspunten

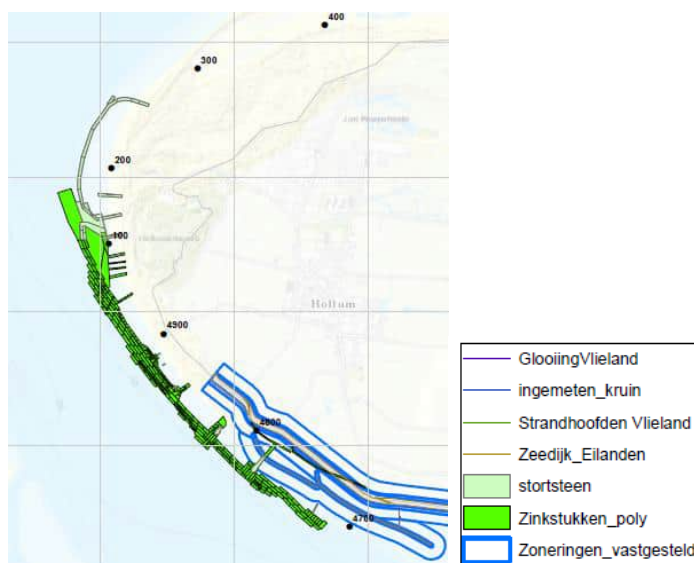
#### Bestuurlijke afspraken

In het document "*Dynamisch kustbeheer kustzone Noordwest-Ameland*" (POK Friesland 1997) staan bestuurlijke afspraken beschreven. Zie paragraaf 'Vaststelling Basiskustlijn'.

#### Lokale bijzonderheden

Er ligt een bestorting ter hoogte van ongeveer raai 104 t/m 240, de zuidwestelijke kustlijn is gestabiliseerd door het aanbrengen van oeverbestortingen met zinkstukken en een stortstenen dam.

In de kustzone bevindt zich een grondwaterwingebied, een gaswinput, een Natura2000 gebied en een onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur. De NAM is heeft aangegeven dat de gaswinput op deze locatie niet meer wordt gebruikt. Het grondwaterwingebied is beperkt en zal waarschijnlijk niet beïnvloed worden door teruglegging van de Basiskustlijn.



Figuur 3-54 Harde kustverdediging bij Ameland NW. Bron: Deltares (2017)



Figuur 3-55 – Functiekaart Ameland Westkop. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

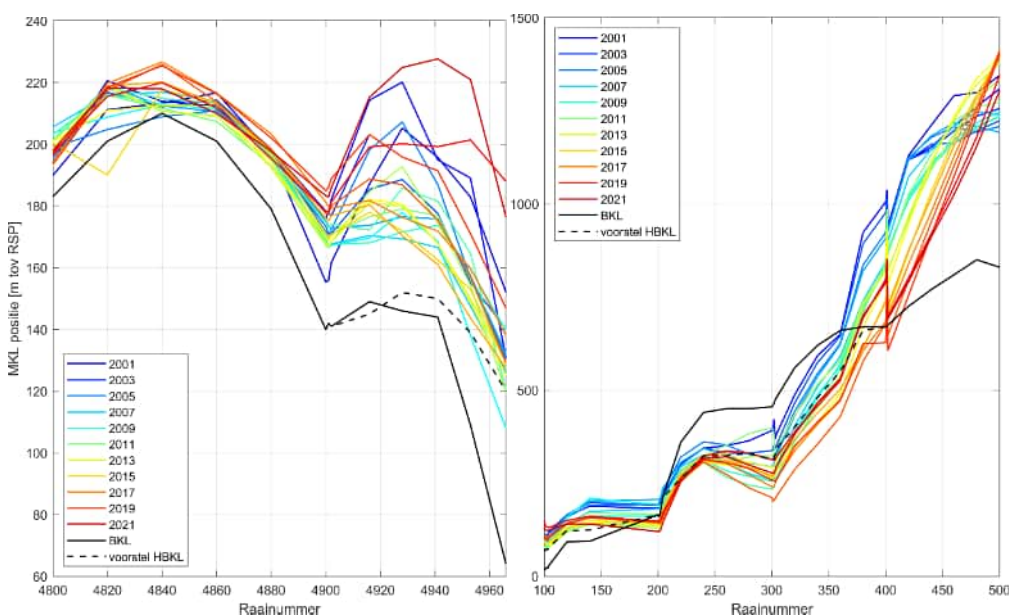
### Waterveiligheid

De legger voor de primaire waterkering ligt ruim landwaarts (rode lijn in Figuur 3-49). Afslag van de eerste duinenrij is echter niet wenselijk.

### 3.9.6 Technisch voorstel BKL

Voor de kop van Ameland is er onderzocht of er een BKL-ligging kan worden afgeleid dat beter aansluit op de huidige morfodynamiek. Het doel van het BKL-voorstel is om de signaleringfunctie weer terug te krijgen, met name bij raaian 200 tot 400. Met dit voorstel is het uitgangspunt dat de huidige frequentie van suppleren van 4 á 5 jaar wordt behouden.

Het voorstel voor een herziening van de BKL is weergegeven in Tabel 3-5 en Figuur 3-56. Als uitgangspunt voor het voorstel HBKL is de gemiddelde MKL-ligging<sup>1</sup> over de afgelopen 10 jaar berekend (gele lijn in Figuur 3-57). Vervolgens zijn hier enkele aanpassingen aan gemaakt om er een vloeiende lijn die de vorm van de kustlijn volgt van te maken (magenta lijn in Figuur 3-57 en zwarte stippellijn in Figuur 3-56). Hierbij is de ligging van de HBKL rondom raai 300 niet te ver landwaarts verlegd om te zorgen dat deze niet te dicht bij de duinen ligt i.v.m. veiligheid. De HBKL rondom raai 200 is niet landwaarts verlegd (huidige BKL-ligging blijft behouden) i.v.m. de recreatiefunctie van het strand.



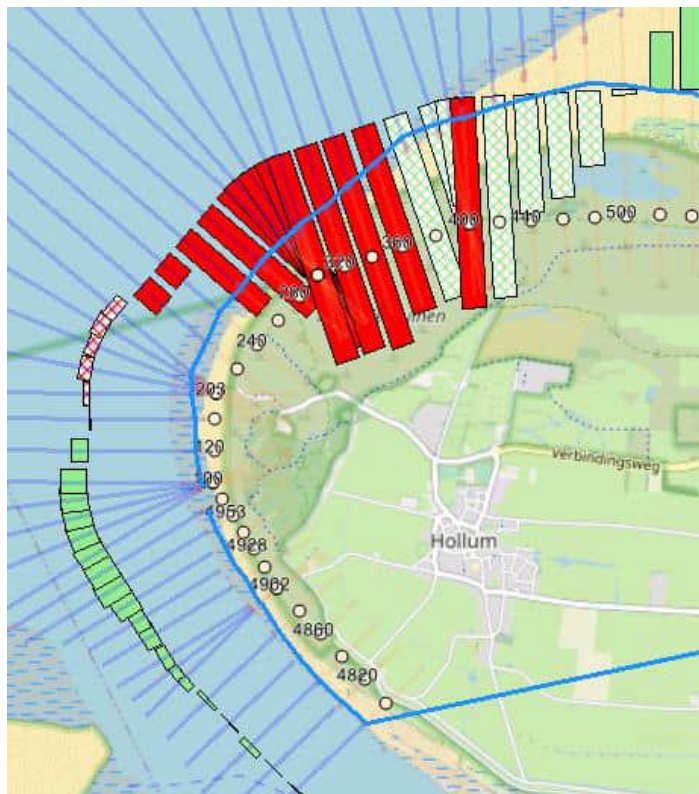
Figuur 3-56 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte lijn) over de laatste 20 jaar. Het voorstel voor de Herziening BKL is weergegeven met de zwarte stippellijn. De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2022.

<sup>1</sup> De MKL-liggingen voor deze factsheet van Ameland NW zijn berekend met de zeewaartse grenzen in de MKL-rekenschijf zoals deze gedefinieerd worden vanaf de kustlijnbeoordeling 1-1-2023 (Pluis en van Kuik, 2022).

Tabel 3-5 Huidige BKL ligging, voorstel HBKL2023 en het verschil tussen beide.

Raai	Huidige BKL [m+RSP]	Voorstel HBKL2023 [m+RSP]	Verskil [m]
4900	140	140	
4901	142	142	
4902	141	141	
4916	149	145	-4
4928	146	152	+6
4941	144	150	+6
4953	109	139	+30
4966	64	120	+56
100	19	69	+50
101	19	69	+50
102	23	73	+50
103	21	71	+50
104	28	78	+50
120	93	123	+30
140	94	124	+30
200	165	165	0
201	160	160	0
202	170	170	0
203	190	190	0
204	210	210	0
220	360	263	-97
240	440	324	-116
260	450	324	-126
280	450	330	-120
300	455	314	-141
301	460	315	-145
302	465	315	-150
303	475	330	-145
304	480	344	-136
320	560	400	-160
340	620	480	-140
360	660	550	-110
380	670	660	-10
400	670	670	
401	670	670	
402	675	675	
420	725	725	
440	770	770	
460	810	810	

480	850	850	
500	830	830	



Figuur 3-57 Kustlijkaart Ameland Noordwest met het voorstel HBKL2023, op basis van zeewaartse grenzen bepaald uit Pluis en van Kuik (2022) (boven). Onder: de ligging van de huidige BKL (zwarte lijn), gemiddelde MKL-ligging over de laatste 10 jaar (gele lijn) en het voorstel voor de HBKL 2023 (magenta lijn).

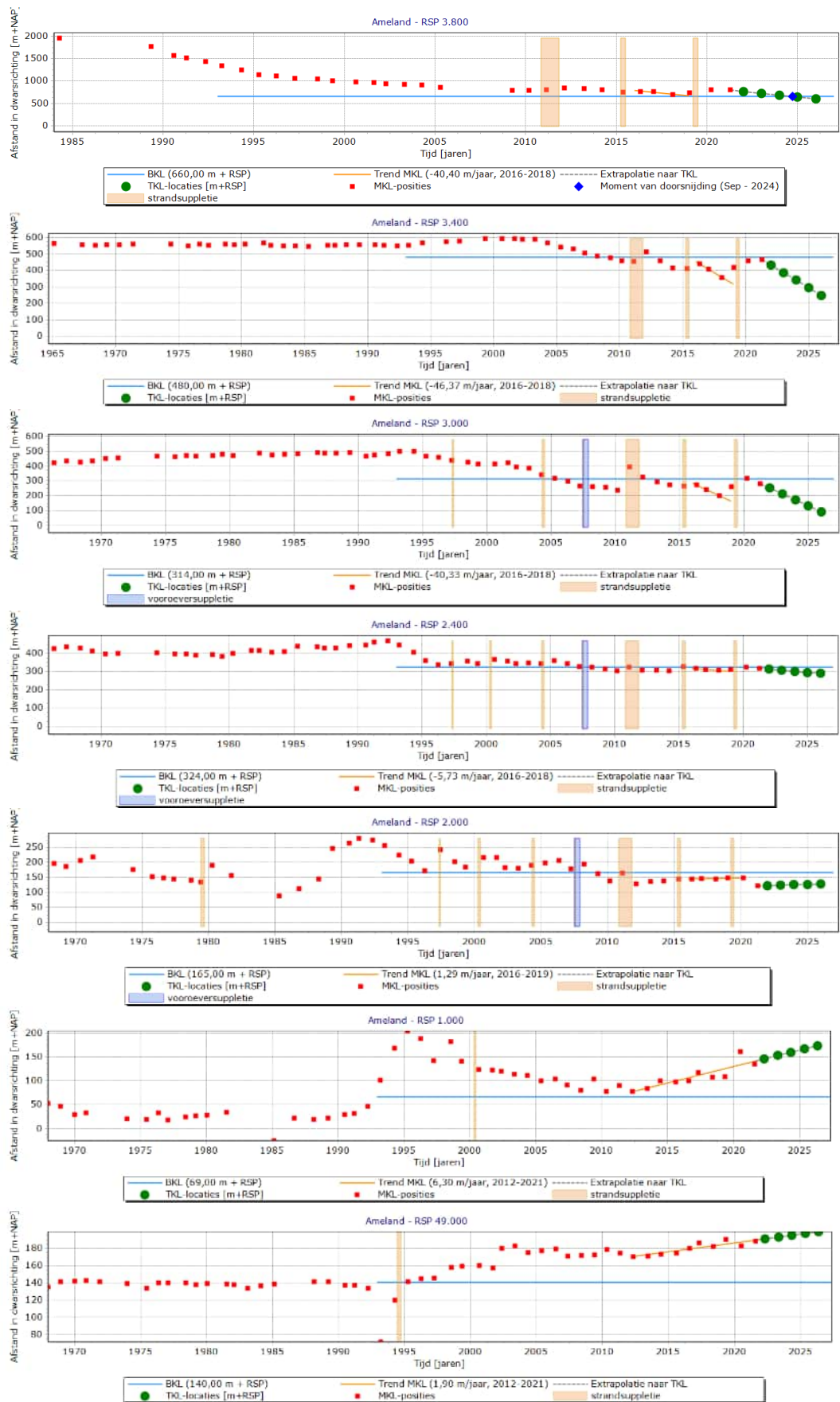
#### 3.9.6.1 Effect op kustonderhoud

Met het voorstel voor een BKL herziening krijgt de BKL zijn signaleringsfunctie weer terug, vooral voor raaien 200 tot 400. Met dit voorstel is het uitgangspunt dat de huidige frequentie van suppleren van 4 á 5 jaar wordt behouden. Het is niet de verwachting dat er tussen raaien 200 en 400 op korte termijn (5-10 jaar) de erosieve trends zullen veranderen.

#### 3.9.6.2 Effect op functies

Bij behoud van de suppletiefrequentie van 4-5 jaar wordt er geen effect op de recreatiefunctie (strandbreedte) verwacht. Voor waterveiligheid en natuur is dit complexer door de opening tussen de duinen rondom raai 300. In het voorstel is de BKL rondom raai 300 in mindere mate landwaarts verlegd, overeenkomend met de huidige MKL, zodat dit geen extra nadelige gevolgen heeft voor de duinen ten opzichte van de huidige situatie. De BKL-overschrijdingen zullen nog regelmatig plaatsvinden, waardoor onderhoud nodig zal blijven.



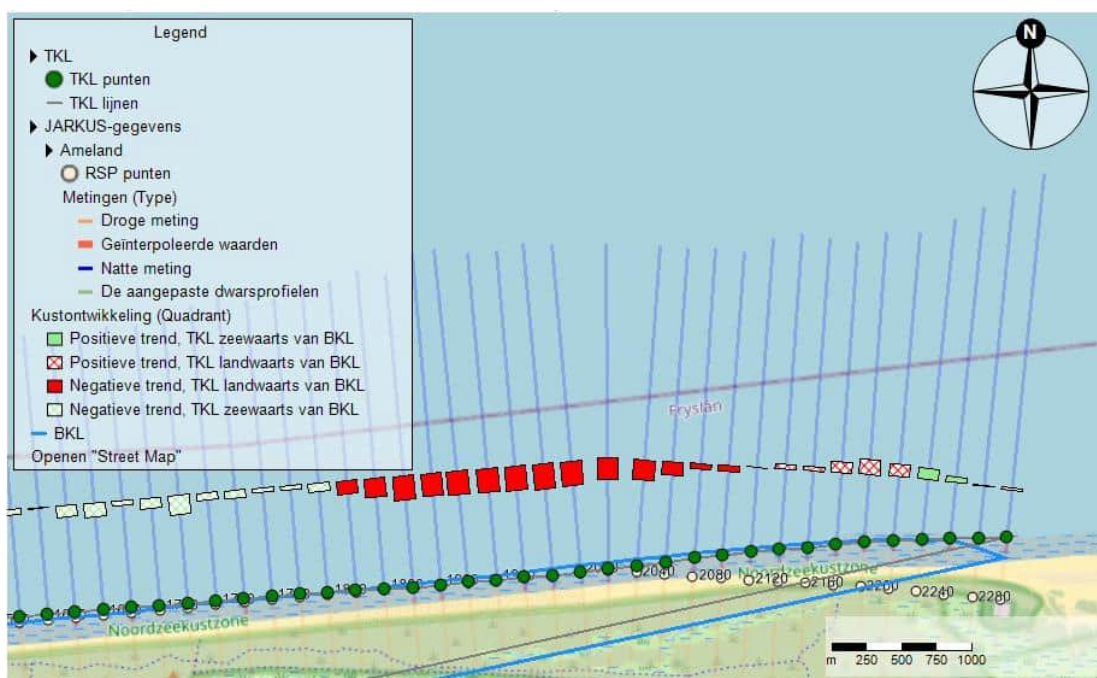


Figuur 3-58 Ontwikkeling van de MKL, TKL en voorstel HBKL voor Ameland Noordwest, raaien 380, 340, 300, 240, 200, 100 en 4900.

## 3.10 Ameland Oost (1700-2300)

### 3.10.1 Inleiding

In dit gebied komen met grote regelmaat overschrijdingen van de Basiskustlijn voor, zonder dat veiligheid en functies direct in het geding zijn. Daarom gelden voor dit gebied bestuurlijke afspraken over het moment van suppleren. Er wordt pas ingegrepen als er sprake is van een gemiddelde overschrijding over de raaien 1700 tot 2300. Dit houdt in dat er wordt gesuppleerd als de gemiddelde momentane kustlijn van de afzonderlijke kustvakken km 17-20 of km 20-23 structureel landwaarts ligt ten opzichte van de Basiskustlijn. Er wordt in deze factsheet onderzocht/bekeken of de huidige bestuurlijke afspraak vertaald kan naar een nieuwe ligging van de BKL. Het doel hiervan is om de signaalfunctie van de BKL te herstellen.



Figuur 3-59 Kustlijncarta Ameland Oost kustlijnbeoordeling 1-1-2022.

### 3.10.2 Vaststelling Basiskustlijn

Hillen et. al. (1991) stelt in 1991 voor om, daar waar voldoende ruimte is, dynamiek maximaal toe te staan (oftewel de Basiskustlijn landwaarts te verplaatsen). Op Ameland is een dergelijke landwaartse verplaatsing (ten opzichte van de trend 1980-1989) tussen de raaien 760 en 2200 niet eerder uitgevoerd. Het Provinciaal Overlegorgaan Kust (POK) gaat hiermee akkoord (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993).

#### Herziening 2001

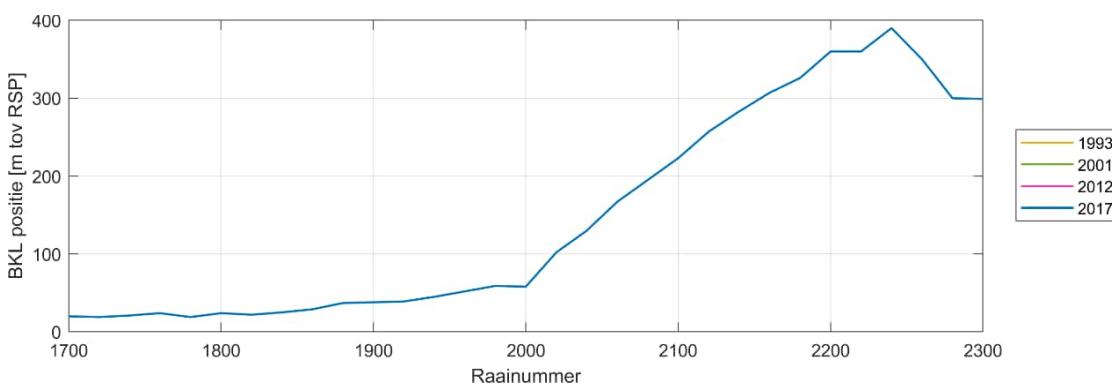
In 2001 is de Basiskustlijn niet aangepast: In Friesland zijn in overleg met belanghebbenden nieuwe aanvullende criteria opgesteld voor de acceptabele mate van verlies aan duinareaal en voor het flexibel omgaan met overschrijdingen van de Basiskustlijn zonder deze te verleggen. Het doel hierbij is meer dynamiek in de zeeoep. Het POK adviseert om met de aanpassing van de Basiskustlijn te wachten tot na de evaluatie van de gebiedsgerichte projecten.

In het document Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (2000) staat de volgende regionale afspraak met betrekking tot het handhaven van de Basiskustlijn:

*In het kustvak van km 17 tot 23 hoeft de Basiskustlijn om veiligheidsredenen niet strikt gehandhaafd te worden. Hier spelen nagenoeg alleen natuurbelangen. Voorgesteld wordt de*

handhaving van de Basiskustlijn hier flexibel te hanteren en de gemiddelde overschrijding in een helft van het kustvak te beschouwen. Als de gemiddelde momentane kustlijn van de afzonderlijke kustvakken km 17-20 en km 20-23 structureel zeewaarts ligt ten opzichte van de Basiskustlijn wordt er gesuppleerd.

Het tijdelijk achteruitgaan van de duinvoet, het eventueel ontstaan van wash-overs en het doorstuiven naar het binnenduin wordt niet tegengegaan. Er vindt zo nodig alleen enig onderhoud plaats ter plekke van overgangen en de NAM locatie.



Figuur 3-60 BKL-positie voor Ameland bij raaien 1700 tot 2300, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### Herziening 2012

In 2012 heeft Deltares geadviseerd om, waar mogelijk, de Basiskustlijn te verleggen naar een minimum positie van de afgelopen 20 jaar. Dit zou kunnen worden aangevuld met een monitoring van de ontwikkeling in duinvoet, gemiddeld laagwater en gemiddeld hoogwater. Het ministerie van Infrastructuur en Milieu heeft in overleg met de regio besloten om de Basiskustlijn in 2012 nog niet aan te passen. Technisch is het vatten van de regionale afspraken in een nieuwe BKL goed mogelijk, maar gezien de recente vaststelling van de legger

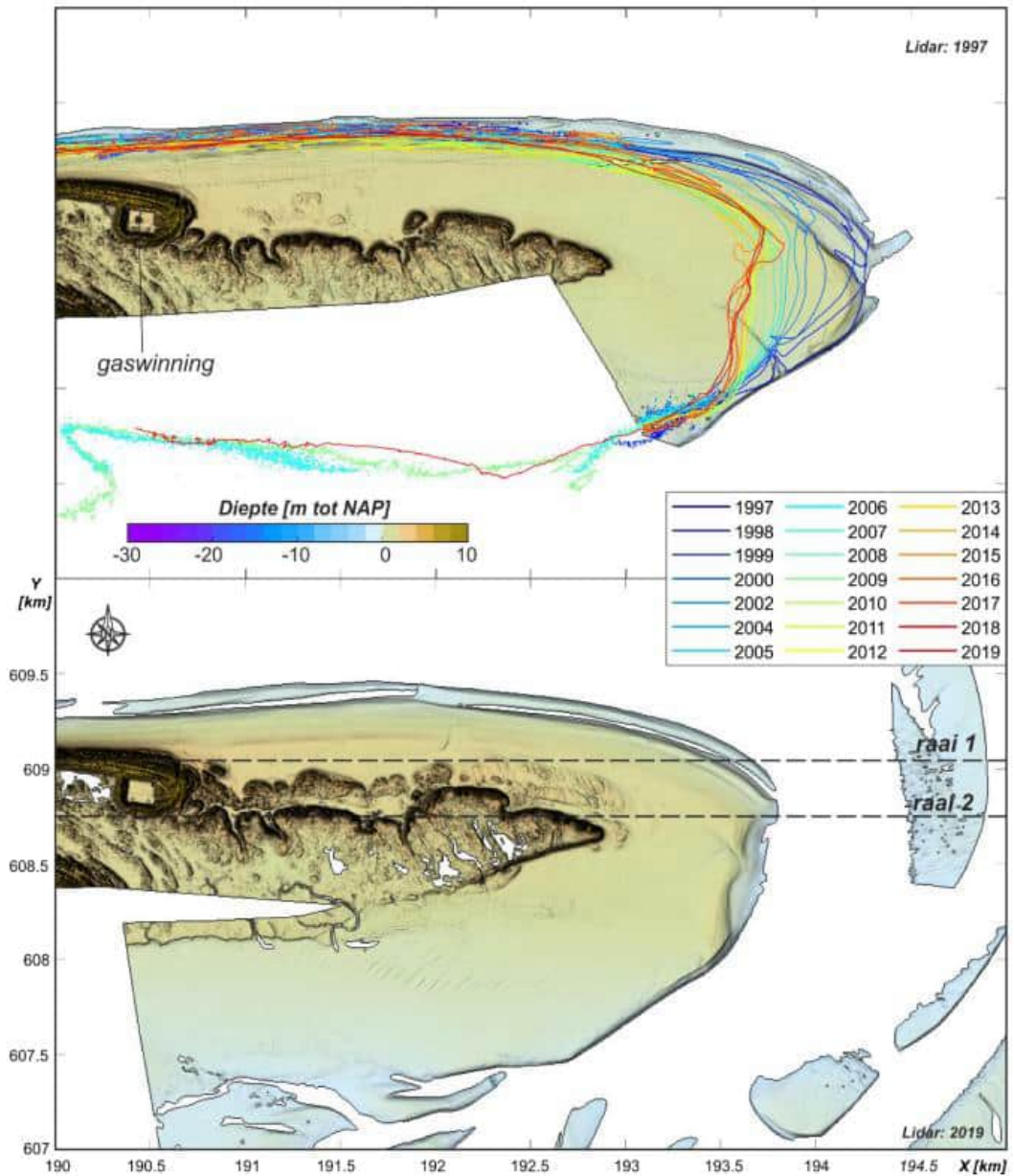
voor primaire waterkering, en de nog lopende vaststelling van de leggers op de andere eilanden, wordt de BKL in deze fase hier nog niet herzien. Mogelijk kan de BKL later worden aangepast als ook de leggers op de andere Waddeneilanden zijn vastgesteld. Tot die tijd volstaan de regionale afspraken. Ook in 2017 is een voorstel voor aanpassing van de BKL gedaan door Deltares, maar niet meegenomen in de herziening.

### **3.10.3 Morfodynamiek**

De analyse van de morfodynamiek bij Ameland Oost in deze paragraaf komt uit het rapport van Elias, E. en Oost, A. (2021).

Voor Ameland Oost is de ontwikkeling van het Friesche Zeegat van belang. Dit zeegat kent een grote mate van morfodynamiek, wat grote effecten heeft op de morfologie van de eilandstaart (raaien 2000 en hoger). Een gedetailleerd beeld van de recente ontwikkelingen (1997-2019) kan worden verkregen door analyse van de Lidar hoogtemetingen (Figuur 3-61). Het grootschalige beeld vertoont een terugtrekking van de eilandstaart. In totaal is de oostelijke punt 700m teruggetrokken. Het merendeel van deze terugtrekking vond plaats tussen 1997 en 2006.

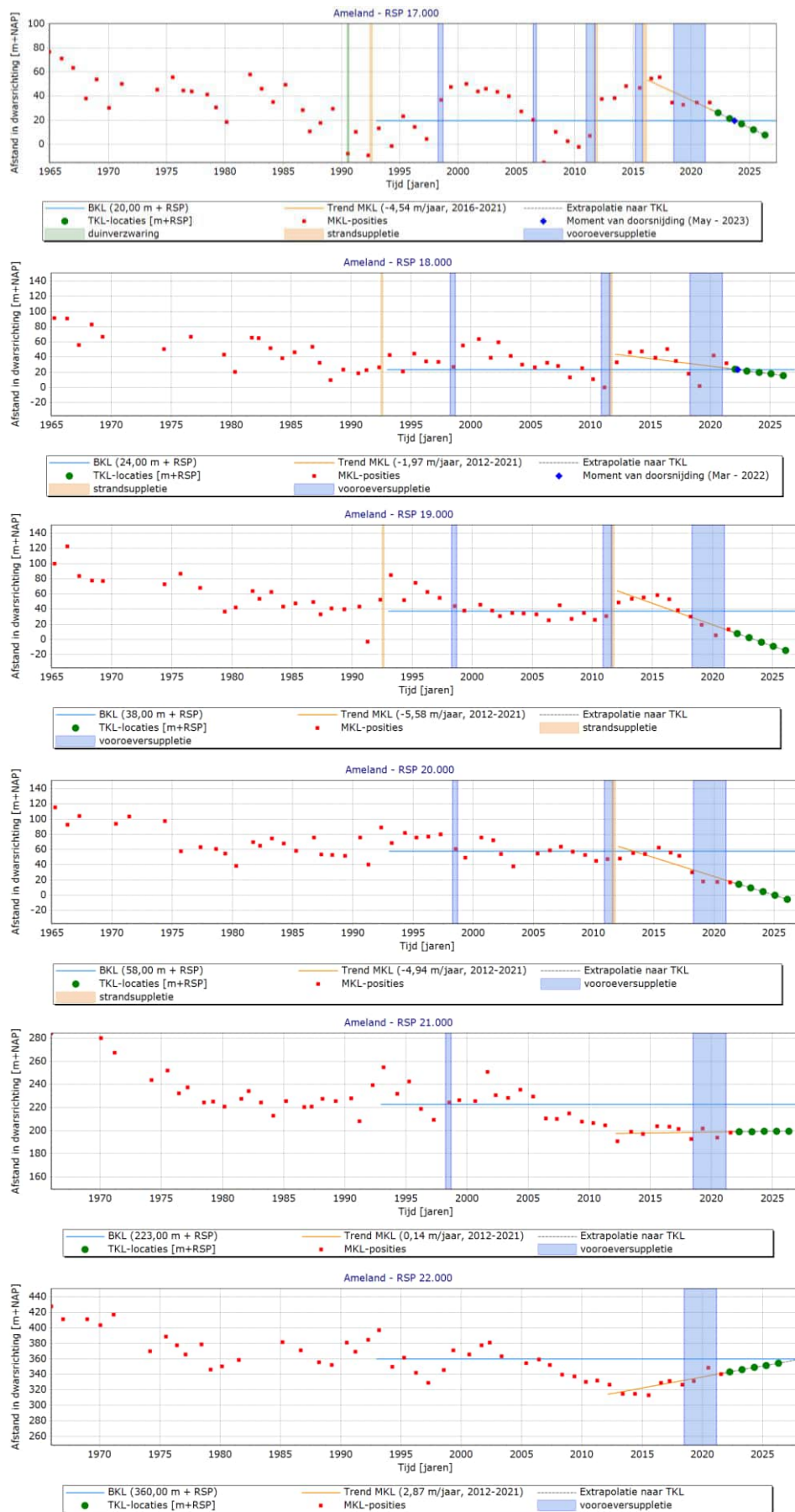
Sinds 2009 vindt dan vooral een vormverandering van de eilandstaart plaats. De eilandstaart had een vrijwel ronde, doorgaande vorm tussen 2006 en 2008. Vanaf 2008 vervormt dit en vindt er vanaf de zeezijde een kleine uitbouw plaats en aan de bekkenzijde juist erosie doordat hier een kleine geul vormt. Aan de kustzijde blijft de kustlijn relatief stabiel in positie liggen. De strandvlakte neemt in die tijd in hoogte toe met ongeveer 0,5 m. Aan de zeewaartse zijde van de duinenrij vindt duingroei plaats. Hier worden embryonale duinen gevormd met een hoogte van zo'n 2 m.



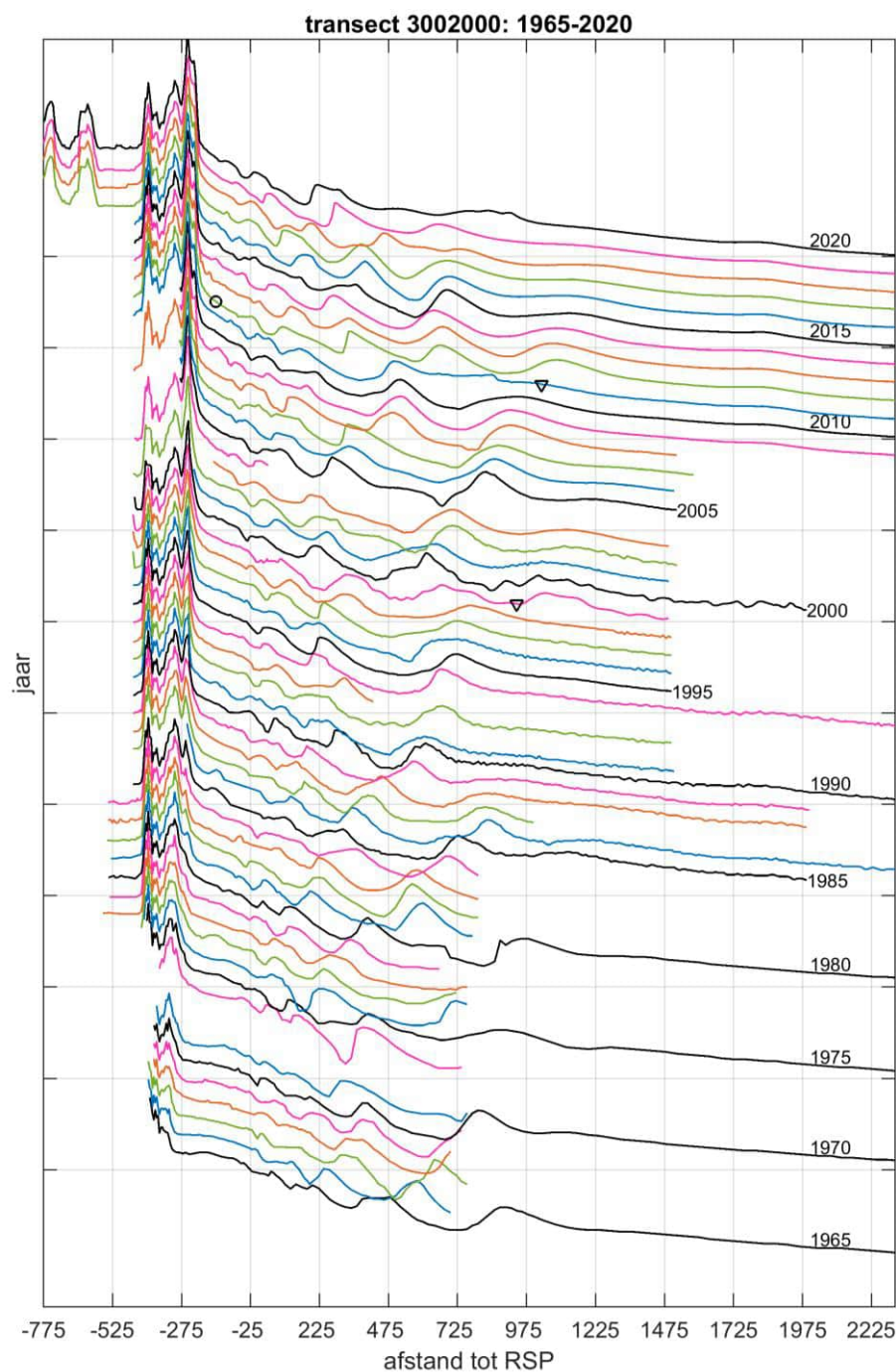
Figuur 3-61 Ontwikkeling van De Hon (Ameland) aan de hand van de Lidar data over de periode 1997-2019. Lijnen geven de ligging van de NAP (0 m) contour weer. Bron: Elias, E. en Oost, A. (2021).

Op kleinere tijdschaal (<10 jaar) is er sprake van fluctuaties als gevolg van zandbanken die langs de kust voorkomen. Deze zandbanken ontstaan vlak onder het strand, verplaatsen zich zeewaarts en dempen uit. Vervolgens ontstaat er weer een nieuwe zandbank aan de kust. Deze bank dynamiek is terug te zien in de MKL-posities weergegeven in Figuur 3-62 en heeft een sterke invloed op de bepaling van de TKL-locaties, waarin dit cyclische gedrag buiten beschouwing wordt gelaten. In zogenaamde time stacks is deze verplaatsing van de zandbanken goed zichtbaar (Figuur 3-63). In Figuur 3-63 is het de cyclische dynamiek nogmaals in beeld gebracht voor raai 2000, waarin goed zichtbaar is dat tussen 2010 en 2020 de bank zeewaarts migreert en uitdempt, waarna een nieuwe zandbank ontstaat aan de kust. Het migreren van zandbanken lijkt te variëren in de tijd en wordt beïnvloed door de vooroeversuppleties die worden aangebracht bij de centrale eilandkust van Ameland (Vermaas et al., 2013).

Ondanks de cyclische bankdynamiek trekt de kust zich vrij systematisch terug, gemiddeld zo'n 5 m/jaar. Dit wordt (deels) gecompenseerd door suppleties, zie Figuur 3-62 en Figuur 3-64. Voor de raaien 1700 en 1800 resulteert de huidige onderhoudsinspanning in behoud van de MKL binnen zekere marges van de BKL. Vanaf raai 1820 tot 2080 (e.g 1900 en 2000) is de MKL ondanks de onderhoudsinspanning teruggetrokken sinds 2016. De suppletie van 2018 lijkt relatief weinig effect te hebben gehad op de MKL-positie in deze raaien. Dit kan echter ook worden veroorzaakt door de cyclische bankdynamiek, aangezien de MKL in raai 1900 bijvoorbeeld in 2021 wel zeewaarts verplaatst. Vanaf raai 2100 lijkt de kustlijn te stabiliseren of zelfs uit te bouwen.

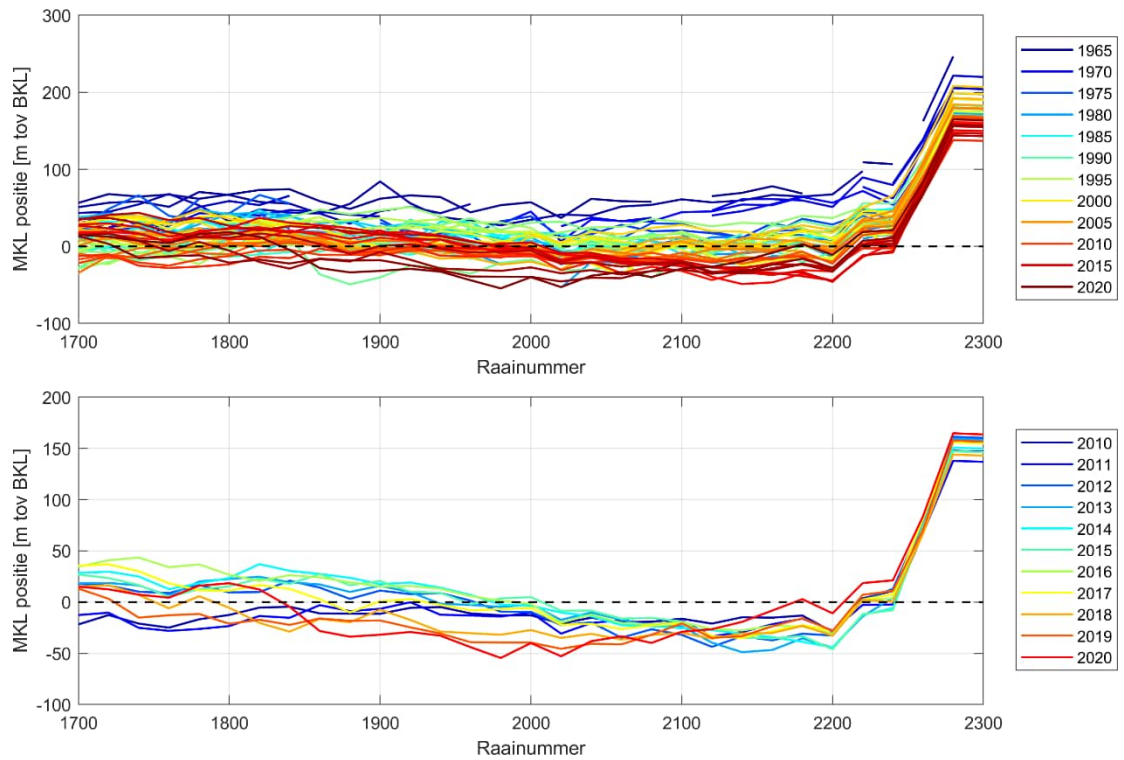


Figuur 3-62 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Ameland Oost



*Figuur 3-63 Timestack voor raai 2000 waarin het cyclische gedrag van zandbanken (zeewaarts migreren en uitdempen gevolgd door het ontstaan van een nieuwe bank aan de kust) goed te zien is. Uitgevoerde vooroeversuppleties worden aangeduid met de driehoeken, de strandsuppleties met de cirkels.*





Figuur 3-64 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 1970 BKL (zwarte stippellijn) over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2020.

### 3.10.4 Suppletiegeschiedenis

Hoewel er vrijwel geen directe suppleties op de eilandstaart (raaien 2000-2300) zijn geplaatst, wordt er op de centrale eilandkust (tot raai 1700) wel structureel gesuppleerd. Een aantal van deze suppleties strekten zich uit voorbij raai 1700:

Locatie	Datum	BeginRaai	EindRaai	Lengte	Type	Volume (situ)
Ameland-midden	1992	11,50	19,60	8100	strandsuppletie	1.442.000
Ameland-midden	1998	13,00	21,00	8000	vooroeversuppletie	2.030.510
Ameland midden	2011	17,00	20,00	3000	vooroeversuppletie	1.634.783
Ameland midden	2011	16,20	20,00	3800	strandsuppletie	909.565
Ameland midden	2018	13,00	23,00	10000	vooroeversuppletie	4.460.000

### 3.10.5 Aandachtspunten

#### Bestuurlijke afspraken

Er gelden voor dit gebied bestuurlijke afspraken over het moment van suppleren. Er wordt pas ingegrepen als er structureel sprake is van een gemiddelde overschrijding over de raaien 1700 tot 2000 of 2000 tot 2300, zie paragraaf 'vaststelling BKL'.

#### Lokale bijzonderheden

In de kustzone bevindt zich een Natura2000 gebied, een Ecologische Hoofdstructuur en een NAM gaswinput (ter hoogte van raai 2300).



Figuur 3-65 – Functiekaart. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

Waterveiligheid vormt geen risico, de positie van de primaire waterkering ligt ruim landwaarts (rode lijn in Figuur 3-65)

### 3.10.6 Technisch voorstel BKL

Het technisch oordeel volgt in hoofdlijnen de conclusies uit de rapportages voor de herziening van de BKL in 2012 en 2017. Uit de beschikbare data blijkt dat er sprake is van een structureel zandverlies (landwaartse verplaatsing MKL met +/- 5 m/jaar). Volgens de trends in de MKL is er onderhoud nodig, in dezelfde orde als het verlies, om dit te compenseren. Rijkswaterstaat staat echter voor een keuze wat betreft het beleid:

- 1 BKL **niet aanpassen** en doorgaan op dezelfde voet. Dit betekent dat de BKL nog steeds niet wordt gehandhaafd, maar dat de kust wordt onderhouden volgens de bestuurlijke afspraak. De BKL heeft hier dan een functie die afwijkt van het landelijk beleid, maar wel nog steeds sturend is voor het suppletieprogramma: een overschrijding op raainiveau is hier niet doorslaggevend, maar een gemiddelde overschrijding over een bepaald aantal raaien wel.
- 2 BKL **aanpassen**, zodat de ligging hiervan overeenkomt met wat nu via de bestuurlijke afspraak is geregeld. De bestuurlijke afspraak is dan niet meer nodig omdat de BKL deze functie weer heeft overgenomen.

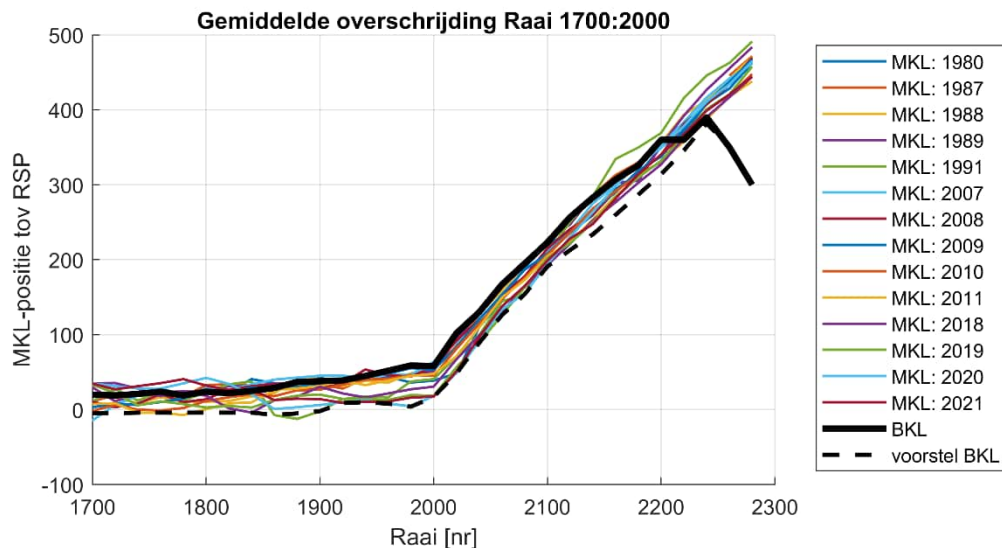
In beide gevallen verandert er niks aan het kustlijnonderhoud: Ameland Oost wordt niet kleiner. Het voorstel is om de BKL te verleggen naar de positie die past bij de huidige onderhoudsinspanning en – interval. Hiervoor is gekeken naar wanneer er sprake was van een gemiddelde overschrijding zoals beschreven in de bestuurlijke afspraken. De MKL posities voor de jaren waarin er sprake was van een gemiddelde overschrijding over de raaien 1700-2000 of 2000-2300 zijn visueel weergegeven in respectievelijk Figuur 3-66 en Figuur 3-67. Ter aanvulling op deze figuren is in Figuur 3-68 weergegeven hoeveel de gemiddelde BKL-overschrijding betrof over de betreffende raaien. Hierin is duidelijk te zien dat de raaien 1700:2000 het suppletiebeleid bepaalden. Raaien 2000-2300 zijn maar 1x gesuppleerd, dus daar werd niet gehandeld naar de gemiddelde overschrijding.

Door de BKL te verleggen naar de minimale MKL-positie over de jaren van gemiddelde overschrijding wordt de signaalfunctie van de BKL hersteld, en daarmee kunnen de bestuurlijke afspraken vervallen. Bij de bepaling van de BKL is bovendien rekening gehouden met de aansluiting van de BKL bij de huidige kustlijn. Hierdoor kan het voor een aantal raaien voorkomen dat met de voorgestelde BKL, een enkele historische overschrijding blijft bestaan.

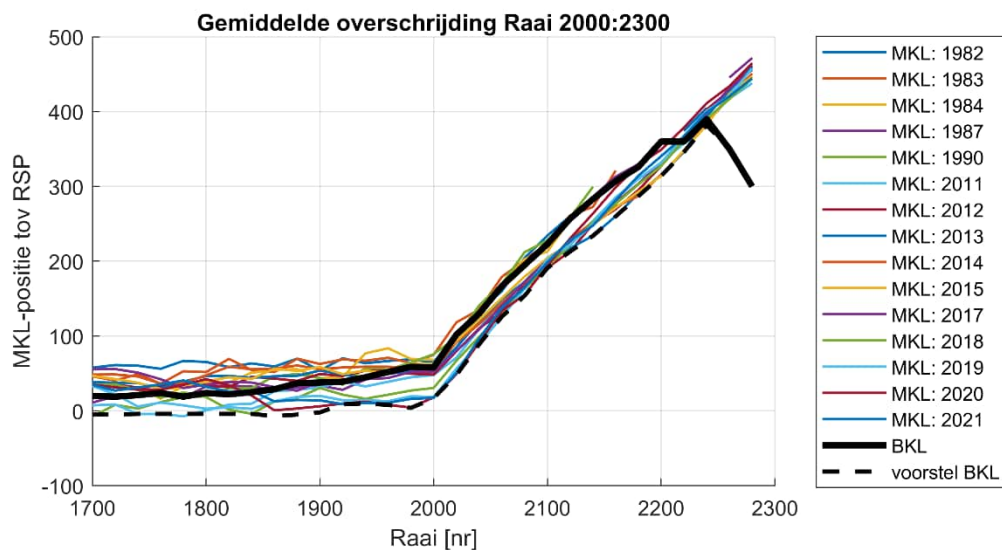
De voorgestelde BKL is gevisualiseerd in Figuur 3-66, Figuur 3-67 en Figuur 3-69 en samengevat in Tabel 3-6.

Tabel 3-6 Voorstel voor een BKL-ligging voor de raaien 1700-2300 op Ameland Oost.

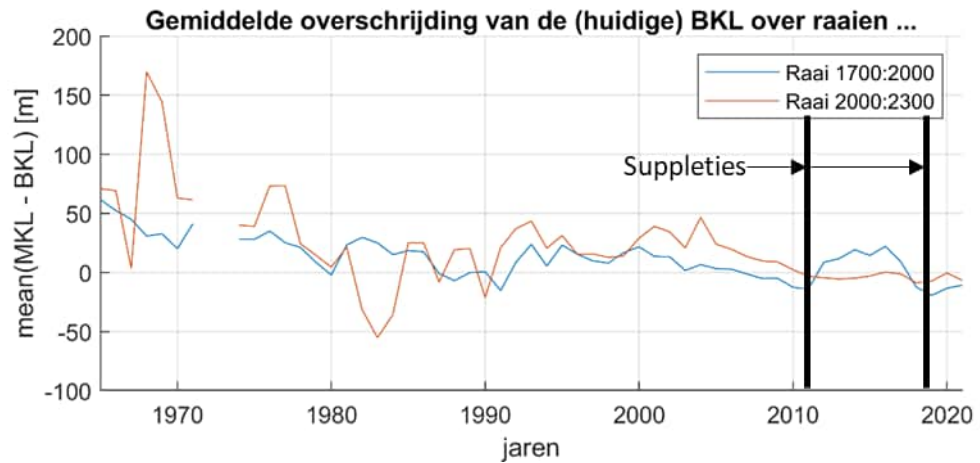
Raai	Huidige BKL [m tov RSP]	Minimale MKL [m tov RSP]	Voorstel BKL [m tov RSP]	Vershil BKL[m]
1700	20	-15	-5	-25
1720	19	3	-5	-24
1740	21	-4	-4	-25
1760	24	-4	-4	-28
1780	19	-7	-4	-23
1800	24	1	-4	-28
1820	22	2	-4	-26
1840	25	-4	-4	-29
1860	29	-7	-7	-36
1880	37	-12	-5	-42
1900	38	-2	-2	-40
1920	39	9	9	-30
1940	45	10	10	-35
1960	52	8	8	-44
1980	59	4	4	-55
2000	58	17	17	-41
2020	102	48	48	-54
2040	130	89	89	-41
2060	167	126	126	-41
2080	195	154	154	-41
2100	223	191	191	-32
2120	257	213	213	-44
2140	283	234	234	-49
2160	307	260	260	-47
2180	326	287	287	-39
2200	360	314	314	-46
2220	360	346	346	-14
2240	390	382	382	-8
2260	350	-	350	0
2280	300	-	300	0



*Figuur 3-66 MKL-locaties ten opzichte van RSP voor de raaien 1700-2300 voor de jaren (gekleurd), waarin sprake was van een gemiddelde overschrijding in de raaien 1700-2000 en de huidige BKL in zwart. De voorgestelde BKL is weergegeven in zwart-gestreept.*



*Figuur 3-67 MKL-locaties ten opzichte van RSP voor de raaien 1700-2300 voor de jaren (gekleurd), waarin sprake was van een gemiddelde overschrijding in de raaien 2000-2300 en de huidige BKL in zwart. De voorgestelde BKL is weergegeven in zwart-gestreept.*



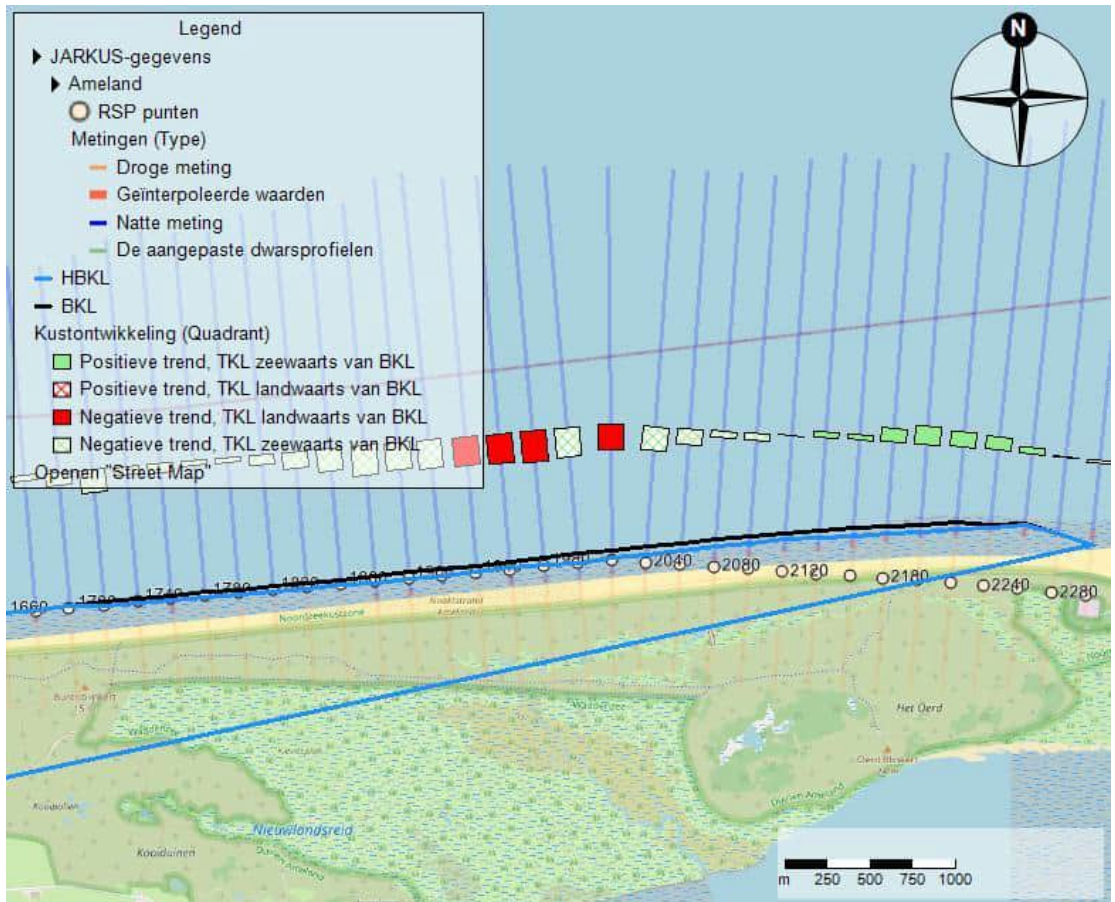
Figuur 3-68 Gemiddelde BKL overschrijding over de 2 raaitransecten sinds 1965. Merk op dat dit is uitgerekend ten opzichte van de huidige BKL, en er voor 1990 geen BKL aanwezig was. Suppleties zijn uitgevoerd in 2011 (tot raai 2000) en in 2018 voor alle raaien.

### 3.10.6.1 Effect op onderhoud

De voorgestelde verlegging van de BKL heeft geen effect op de erosieve trend van de kustlijn van Ameland Oost. Onderhoud zal dus nodig blijven, in dezelfde orde als het verlies, om dit te compenseren. In de huidige praktijk is het signaal om te suppleren een gemiddelde overschrijding over de raaien 1700-2000 of 2000-2300. De positie van de voorgestelde BKL komt overeen met de minimale MKL-posities over alle jaren met zo'n overschrijding. Hierdoor is er met de voorgestelde BKL voor alle momenten dat er vroeger een gemiddelde overschrijding was (en dus gesuppleerd moest worden), ook met de herziene BKL minimaal 1 raai met een BKL-overschrijding. Hiermee krijgt de BKL zijn signaleringsfunctie op individueel raai-niveau terug en zal de onderhoudsinspanning waarschijnlijk gelijk blijven.

### 3.10.6.2 Effect op functies

Waterveiligheid vormt geen risico, de positie van de primaire waterkering ligt ruim landwaarts (rode lijn in Figuur 3-65). Doordat de onderhoudsinspanning niet verandert ten opzichte van de afgelopen jaren (zie 1.6.1), zullen de andere functies niet in het geding komen.

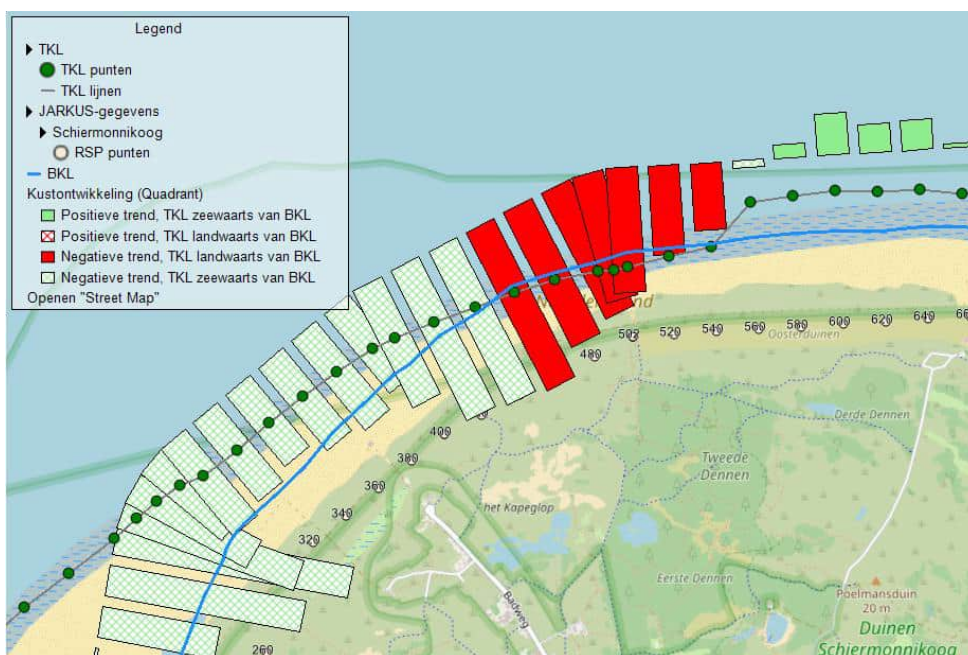


Figuur 3-69 Ruimtelijke inpassing van de HBKL op Ameland-Oost.

## 3.11 Schiermonnikoog Westkop (raaien 300 – 540)

### 3.11.1 Inleiding

Op de Westkop van Schiermonnikoog wordt momenteel de Basiskustlijn overschreden. Vanuit natuurbeheerders en eilandbewoners bestaat de wens het gebied zo natuurlijk mogelijk te houden en daarom niet in te grijpen met supplementies. Op deze locatie speelt waterveiligheid echter ook een belangrijke rol. In 2021 zijn gesprekken gevoerd met betrokkenen (o.a. de gemeente Schiermonnikoog, Wetterskip Fryslân en de terreinbeheerders van de zandige keringen en duinen op de Waddeneilanden) over het gewenste en benodigde onderhoud op deze locatie. Hierbij is afgesproken om in ieder geval nog enkele jaren erosie toe te staan, waarbij de waterveiligheid niet in het geding mag komen. Voorgesteld wordt om deze afspraken vast te leggen in een nieuwe ligging van de BKL. Het voorstel van Rijkswaterstaat is om de BKL te verleggen zodat raaien 380-540 niet eerder dan 2028, het zichtjaar voor de waterveiligheidsberekeningen i.v.m. de beoogde start dijk- en duinverbetering Schiermonnikoog, worden overschreden.



Figuur 3-70 Kustlijncartaat Schiermonnikoog Westkop. kustlijnbeoordeling 1-1-2022

### 3.11.2 Vaststelling Basiskustlijn

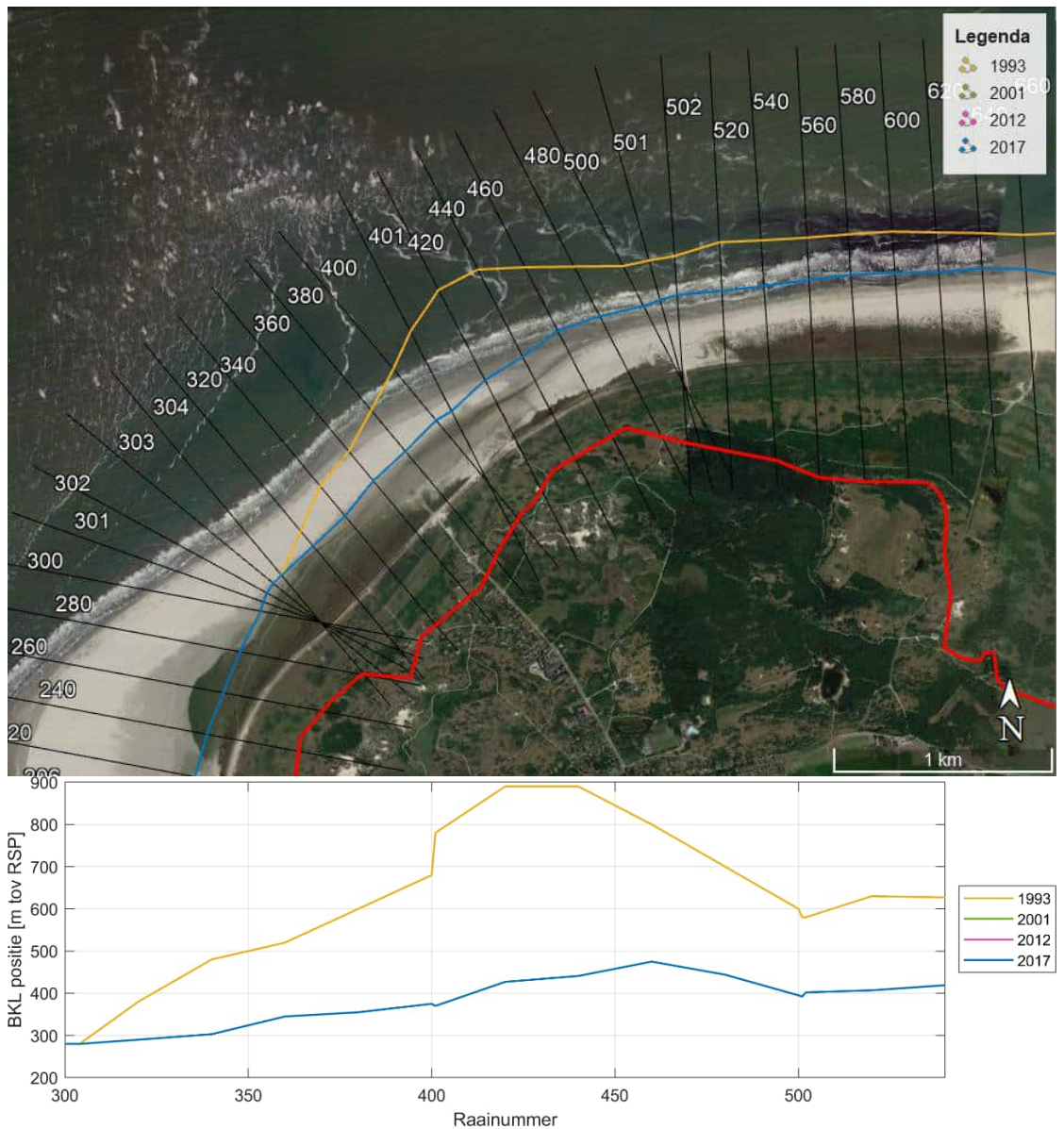
Sinds de initiële vaststelling van de BKL in 1993 is deze niet meer herzien. Bij Schiermonnikoog wordt de kust tussen raai 100 en 700 dynamisch gehandhaafd. Hieronder volgen de bestuurlijke regionale afspraken voor Schiermonnikoog zoals vastgelegd in Provinciaal Overleg Kust (POK) Fryslân, (2000).

*Km 1– 5 (Westerstrand): De zeereep is hier ofwel onderdeel van de primaire waterkering rond het dijkgebied ofwel de zeereep ligt op enkele honderden meters aan de zeezijde van de waterkering. Het onderhoud is gericht op het waar nodig vastleggen van de zeereep. Uitgangspunt hierbij is dat de duinvoet gemiddeld over het kustvak op z'n plek blijft. Het beheer is een compromis, om tegemoet te komen aan wensen van bewoners met betrekking tot veiligheid en kustbeheer.*

- *Westerplas: smalle duinenrij, zandinhoud moet intact blijven, geen dynamiek. Nu weinig onderhoud nodig, omdat hiervoor het Rif ligt met pionierduintjes.*

- *Westerduinen: hoog en breed duinmassief (met omvangrijke secundaire verstuivingen). Het strand is laag en nat (en inmiddels geheel begroeid), waardoor geen zand aanstuift. Onderhoud door aanplant in 'creatieve' vorm, waardoor duinvoet minder strak wordt.*
- *Primaire vallei tussen Strandhotel en vuurtoren: hier wordt geen doorstuiving toegelaten, vanwege de waardevolle vegetatie in de (uitgegraven) primaire vallei, zoals onder andere Parnassia.*
- *Direct ten oosten hiervan: beperkte mogelijkheden door ligging strandhotel en primaire waterkering direct achter de zeereep. Onderhoud wordt voortgezet.*
- *Noorderduinen: meer ruimte voor dynamiek, brede duinen en hoog strand.*

**Km 5 – 7 (Noorderstrand):** Hier zijn geen eisen ten aanzien van de vormvastheid van de zeereep, omdat de waterkering verder naar binnen ligt. Bovendien zijn er weinig overige belangen. Hoofdzakelijk ter weerszijden van de strandovergangen bij de Grilk is enig onderhoud nodig.



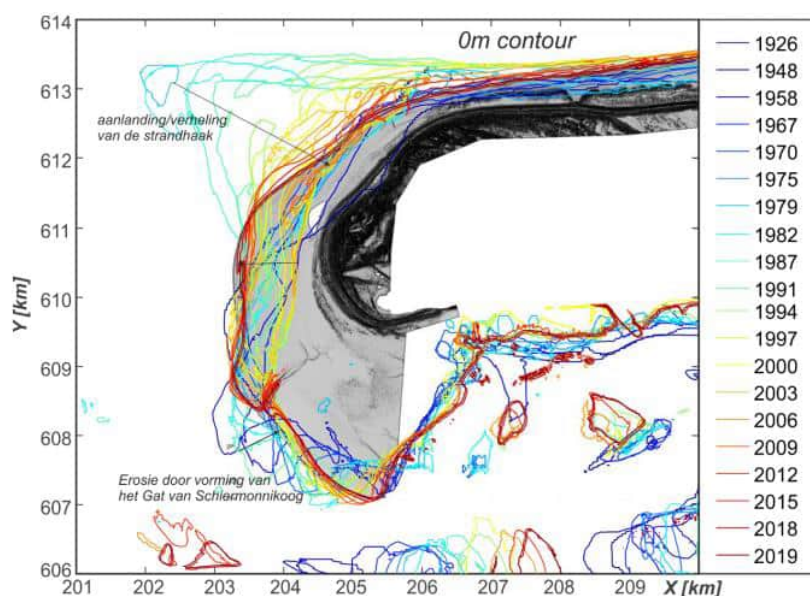
Figuur 3-71 BKL-positie voor Schiermonnikoog bij raaiens 300 tot 540, weergegeven op een satelliefoto. De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satelliefoto.



### 3.11.3 Morfodynamiek

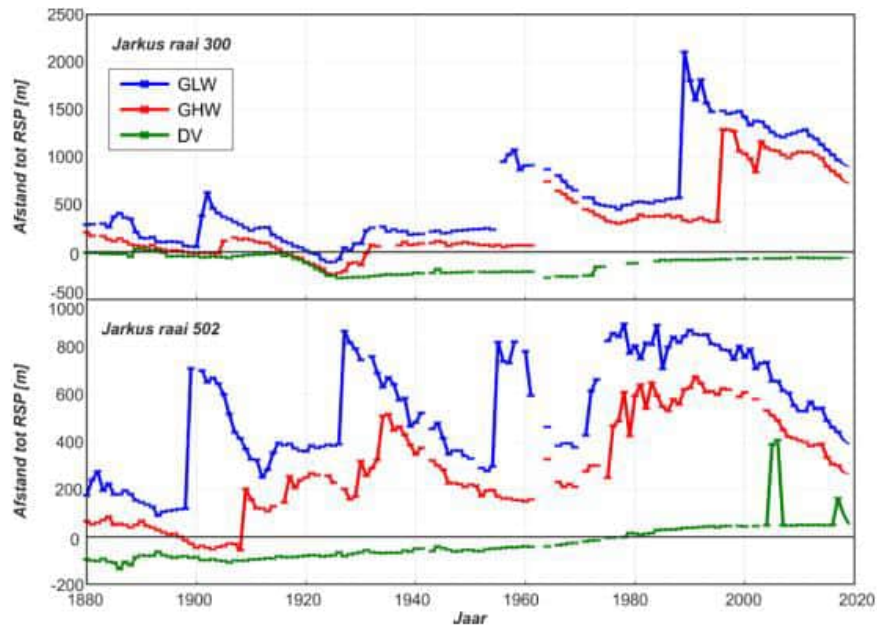
De morfologische veranderingen van het zeegat van de Zoutkamperlaag zijn belangrijk voor de eilandkop van Schiermonnikoog, in het bijzonder de bankaanlandingen (Elias & Oost, 2021). Vóór afsluiting van de Lauwerszee (1969) vonden deze aanlandingen gemiddeld om de 25 tot 35 jaar plaats. De afsluiting van de Lauwerszee heeft geresulteerd in grote veranderingen op de buitendelta zoals de vorming van een grote strandhaak. Deze strandhaak verheelde met de kust in 1997 (Figuur 3-72). De afsluiting heeft echter niet geleid tot een wezenlijk andere dynamiek in de sediment bypassing op de buitendelta. Zowel voor als na afsluiting treden de twee mechanismen van sediment bypassing (outer channel shifting en main ebb-channel shifting) op en vormen er zich één of twee geul configuraties. Voor de kust van Schiermonnikoog lijkt het dan ook plausibel dat bankaanlandingen blijven plaatsvinden (Elias & Oost, 2021).

In Figuur 3-73 is de strandlijnligging van de GLW, GHW en DV weergegeven voor JarKus raaien 300 en 502. Deze raaien zijn gelegen aan de noordwestzijde van de eilandkop waar de banken vanaf de buitendelta verlanden. In raai 502 treedt periodiek, een sterke zeewaartse verplaatsing van de kustlijn op. Deze verplaatsing representeert het aanlanden van grootschalige banken. Tot 1967 vindt een zekere herhaling in de plaataanlandingen plaats met een aanlanding om de 25 tot 35 jaar. De aanlanding rond 1990 wijkt hier vanaf want deze wordt veroorzaakt door de Strandhaak.

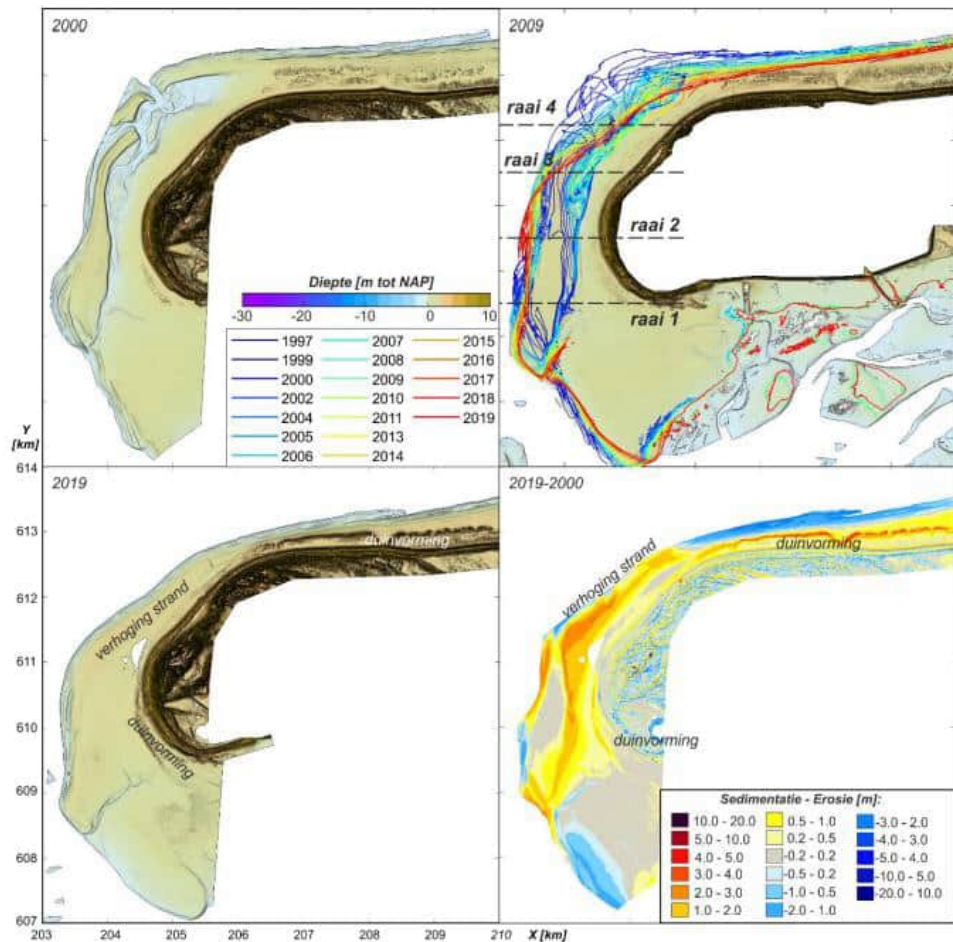


Figuur 3-72 Ontwikkeling van de kop van Schiermonnikoog, het Westerstrand, aan de hand van 0 m NAP contour gebaseerd op Vakklodingen data over de periode 1926-2019. Bron: Elias & Oost (2021)

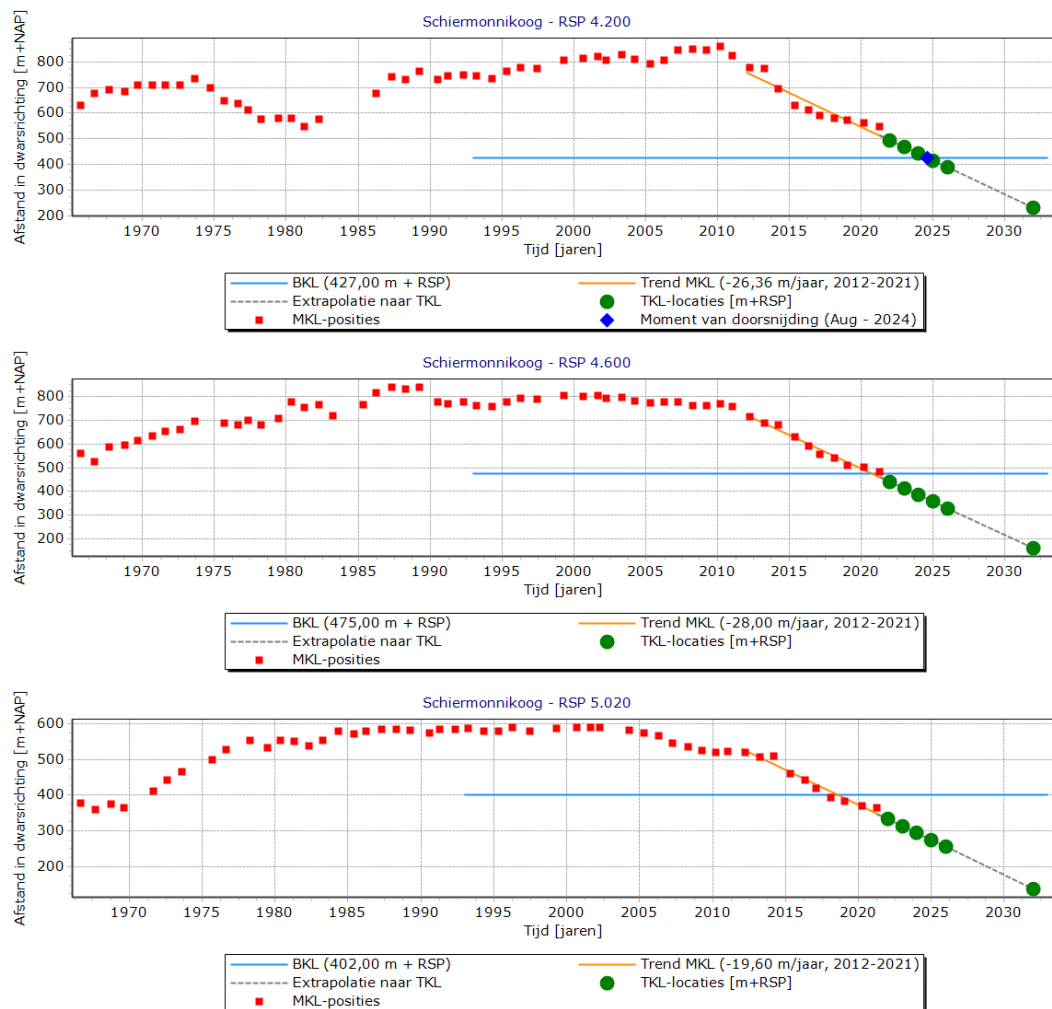
De Lidar opnamen over de periode 1997-2019 geven de recente ontwikkelingen in detail weer (Figuur 3-74). Wat in deze opname opvalt is de significante verhoging van het strand. Ter plaatse van de strandhaak, raaien 300-400, trekt de kustlijn sterk terug (zie ook Figuur 3-75), maar het achterliggende strand neemt hier door verstuuving juist sterk in hoogte toe. Zowel aan de noordzijde en aan de zuidwestzijde vinden we embryonale duinvorming terug. Het grootschalige beeld vertoont een terugtrekking van de eilandkop. In totaal is de westelijke punt 700 m teruggetrokken. Het merendeel van deze terugtrekking vond plaats tussen 1997 en 2006. Sinds 2009 vindt dan vooral een vormverandering van de eilandkop plaats. De eilandkop had een vrijwel ronde, doorgaande vorm tussen 2006 en 2008. Vanaf 2008 vervormt dit en vindt er vanaf de zeezijde een kleine uitbouw plaats en aan de bekkenzijde (Schiermonnikoog-zuid) juist erosie doordat hier een kleine geul vormt. Aan de Noordzeezijde blijft de kustlijn relatief stabiel in positie liggen.



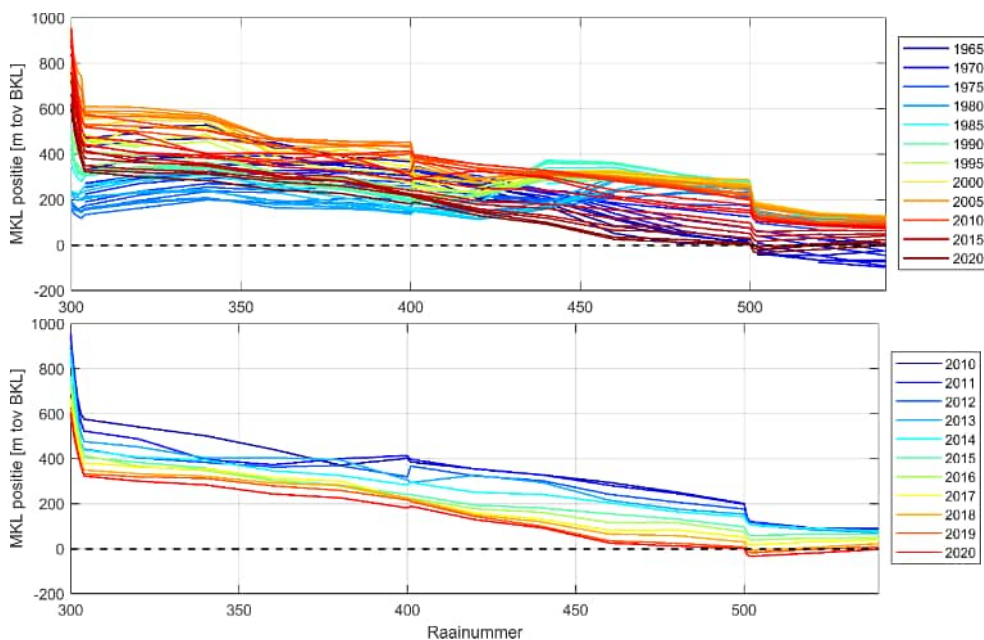
Figuur 3-73 Ontwikkeling van strandlijnen van raai 300 en raai 502 op Schiermonnikoog voor Gemiddeld Laag Water (GLW), Gemiddeld Hoog Water (HGW) en de DuinVoet (DV) over de periode 1880-2019. Bron: Elias & Oost (2021)



Figuur 3-74 Ontwikkeling van de kop van Schiermonnikoog, het Westerland, aan de hand van de Lidar data voor de bodems 2000 (a), 2009 (b), 2019 (c) en de verschilkaart tussen de jaren 2000-2019 (d). In (b) wordt tevens de ligging van de 0m contour over de gehele periode (1997-2019) getoond. Bron: Elias (2021a)



Figuur 3-75 Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Schiermonnikoog Westkop (Raaien 420, 460 en 502)



Figuur 3-76 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekensijf beoordeling 1-1-2020.

### 3.11.4 Suppletiegeschiedenis

Ter hoogte van Schiermonnikoog Westkop (raaien 300 – 540) is nog nooit gesuppleerd.

### 3.11.5 Aandachtspunten

#### Bestuurlijke afspraken

De kust bij de Westkop van Schiermonnikoog wordt dynamisch gehandhaafd, onder voorwaarde dat de te beschermen belangen (waterkering, bebouwing, badstrand) niet in de knel komen.

#### Lokale bijzonderheden

Geen



Figuur 3-77 – Functiekaart Schiermonnikoog. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

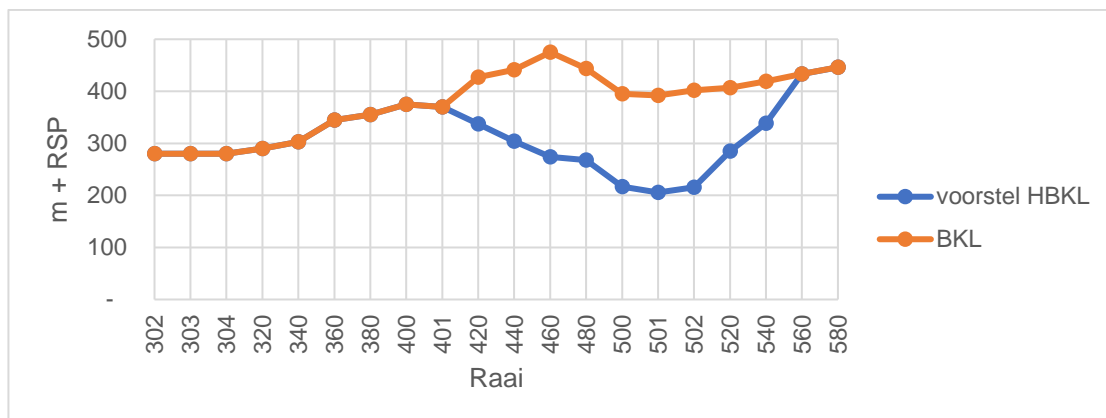
#### Waterveiligheid

Waterveiligheid speelt hier een rol, de legger voor de primaire waterkering ligt dicht bij de kust tussen raaien 400 en 500 (oranje lijn in Figuur 3-77).

### 3.11.6 Technisch voorstel BKL

Het voorstel van Rijkswaterstaat is om de BKL landwaarts te verleggen zodat de huidige afspraken m.b.t. het dynamisch handhaven worden vertaald in een BKL-ligging. Er moet hierbij rekening worden gehouden met waterveiligheid. Uit de veiligheidsbeoordeling duinwaterkering van het Wetterskip Fryslan volgt dat de duinwaterkering bij JARKUS-raai 460, de meest kritische raai, voldoet aan de eisen voor de waterveiligheid voor het zichtjaar 2028 (beoogde start dijk- en duinverbetering Schiermonnikoog, pers. com.) Bij de analyse is meegenomen dat de migratie van de geul Plaatgat zich landwaarts doorzet. Ook zijn er berekeningen uitgevoerd waarbij de eerste duinenrij is verwijderd uit het profiel.

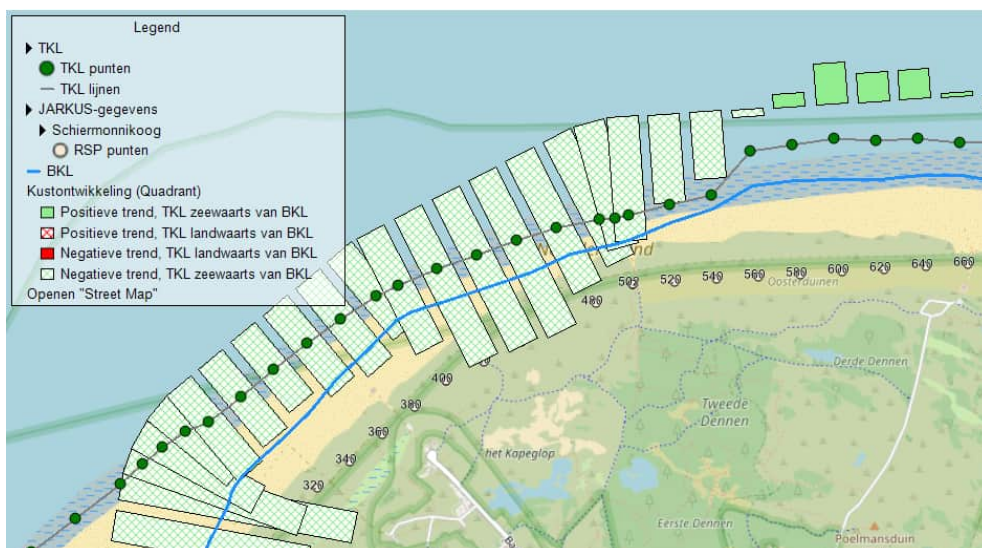
Het voorstel is om de BKL te verleggen zodat raaien 380-540 niet eerder dan 2028, het zichtjaar voor de waterveiligheidsberekeningen, worden overschreden. In Tabel 3-7 en Figuur 3-79 is het voorstel voor de herziening van de BKL weergegeven. De HBKL-positie is bepaald door de trendlijn van de MKL zoals berekend in de 1-1-2022 toetsing (Figuur 3-75) door te trekken, en de TKL op 1-1-2028 af te leiden.



Figuur 3-78 Huidige BKL-ligging (oranje lijn) en het voorstel HBKL-ligging (blauwe lijn), ten opzichte van RSP. Het voorstel HBKL is bepaald op basis van de TKL-positie op 1-1-2028, berekend op basis van de trends in de kustlijntoetsing van 1-1-2022.

Tabel 3-7 huidige BKL-ligging, het voorstel HBKL-ligging en het verschil hiertussen.

Raai	BKL [m+RSP]	voorstel [m+RSP]	HBKL	verschil [m]
380	355	355		-
400	375	375		-
401	370	370		-
420	427	337		-90
440	441	304		-137
460	475	274		-201
480	444	268		-176
500	395	217		-178
501	392	206		-186
502	402	216		-186
520	407	285		-122
540	419	338		-81
560	433	433		-
580	446	446		-



Figuur 3-79 Kustlijankaart Schiermonnikoog, inclusief de TKL-punten (groene bollen), voorstel HBKL (blauwe lijn) en MKL trends. De TKL positie is aangegeven t.o.v. de HBKL in plaats van de huidige BKL, verder is dit figuur gelijk aan Figuur 3-70.

### 3.11.6.1 Effect op kustonderhoud

Het doel van het HBKL-voorstel is om de huidige bestuurlijke afspraken m.b.t. het dynamisch handhaven van Schiermonnikoog NW vast te leggen in een BKL-ligging. Met dit voorstel wordt er geen effect op het kustonderhoud tot 2028 verwacht.

### 3.11.6.2 Effect op functies

De landwaartse verlegging van de BKL zorgt er voor dat er geen BKL-overschrijdingen worden berekend bij de kustlijntoetsing, en er dus geen suppletie wordt geprogrammeerd. Echter worden er in het huidige kustonderhoud al geen suppleties uitgevoerd bij Schiermonnikoog NW wegens de bestuurlijke afspraken, ondanks een overschrijding van de BKL in raaien 460-540. Door de herziening van de BKL zal de huidige erosieve trend zich doorzetten op korte termijn, met een MKL trend tussen -10 en -28 m/jaar. Mogelijk gevolg van het verleggen van de BKL is daarmee dat, indien geen nieuwe banken aanlanden, de kustlijn zich tot 168 m terugtrekt. Dit zal zich waarschijnlijk eveneens vertalen in een (verdere) afname van de strandbreedte, te zien aan de negatieve trend in de strandlijnligging (Figuur 3-73). Ook kan er erosie van de embryonale duinen optreden. Beide hebben effect op de recreatie- en natuurfunctie.

Bovenstaande erosieve trends kunnen veranderen wanneer er weer bankaanlandingen plaatsvinden bij de kust van Schiermonnikoog (Elias & Oost, 2021). Of dergelijke aanlandingen gaan plaatsvinden, en binnen welke periode, is op dit moment niet duidelijk.

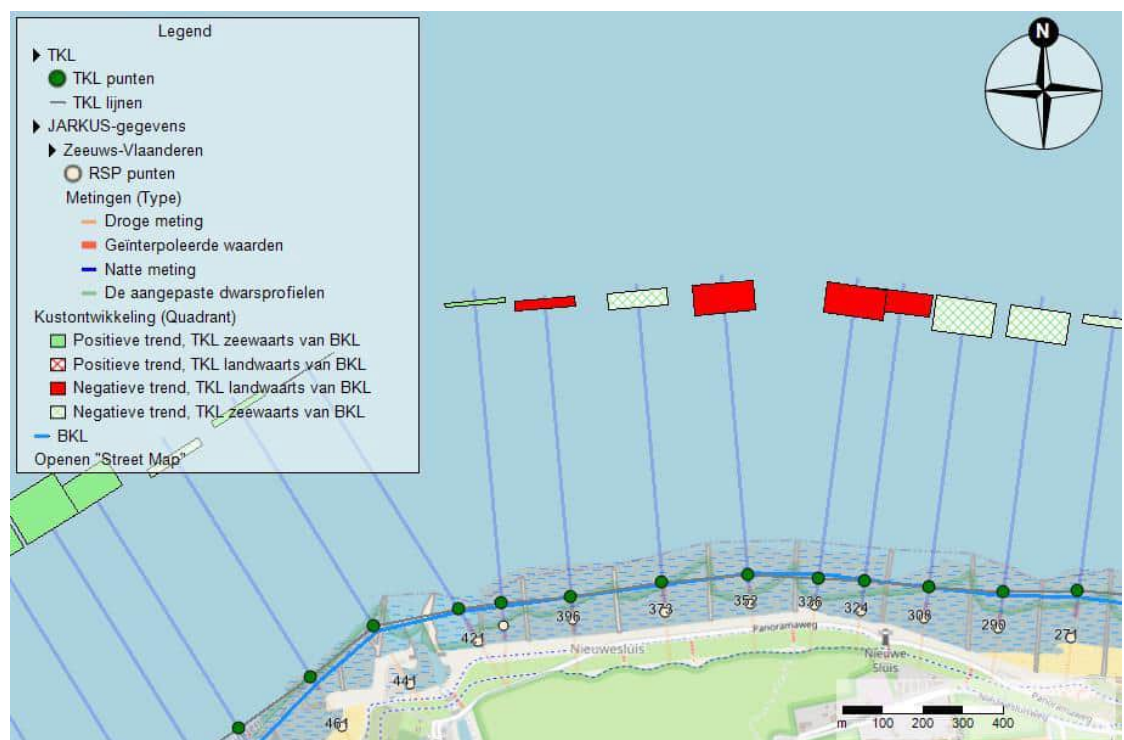
## 4 Implementeren (toekomstige) uitkomsten waterveiligheidsstudies: onderhouden zandvolume voor zeedijken en dammen

### 4.1 Nieuwesluis (Waterdunen, raaien 324 – 413)

#### 4.1.1 Inleiding

In het kader van de Zwakke Schakel versterkingen binnen het Hoogwaterbeschermingsprogramma is bij Nieuwesluis (Zeeuws-Vlaanderen) in 2012 begonnen met de aanleg van een groot kustversterkingsproject genaamd Waterdunen. Het project is eind 2015 afgerond en gecombineerd met de aanleg van een groot natuur- en recreatiegebied met slikken en schorren. De kust ter plaatse van het project Waterdunen bestaat voor het grootste deel uit dijk. Deze dijk is aan de binnenkant versterkt.

Rijkswaterstaat stelt voor om binnen het traject HBKL 2023 te verkennen of hier de BKL moet worden aangepast of laten vervallen, aangezien dit traject geen zandige kust betreft. Hierbij dient rekening gehouden te worden met eventuele effecten die dat heeft op de stabiliteit van de dijk of het onderhouden van het kustfundament.



Figuur 4-1 Kustlijnskaart Nieuwesluis (Waterdunen) kustlijnbeoordeling 1-1-2022.

#### 4.1.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 4-2 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Nieuwesluis weergegeven. Na de landelijke vaststelling van de BKL in 1993 is deze herzien in 2001, 2012 en 2017. Hieronder zijn de relevante herzieningen voor Nieuwesluis herhaald.

### Afspraken Zeeuws-Vlaanderen na herziening 2012:

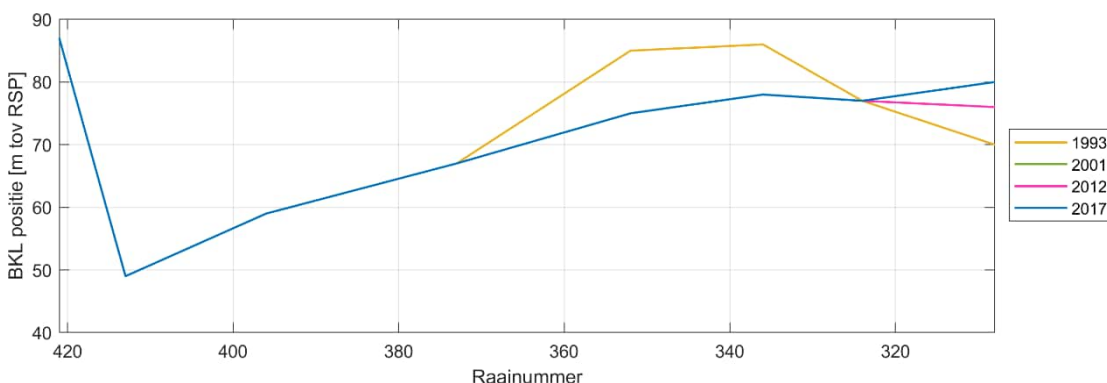
In 2009 is het kustvak Nieuwvliet – Groede in het project Zwakke Schakels versterkt met een zeewaartse duinverzwaring in combinatie met een strandverbreding. Hierbij is ook een nieuwe BKL vastgesteld. Deze nieuwe BKL is gebaseerd op het in stand houden van het nieuwe profiel en is overgenomen uit het voorstel van het Waterschap Scheldestromen. Een deel van het versterkingsvolume is gebruikt voor het aanleggen van een erosieberm op de vooroever als pilotproject, echter er zal geen extra BKL verschuiving plaatsvinden om deze berm te handhaven (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).

### Afspraken Zeeuws-Vlaanderen na herziening 2017:

Voor Zeeuws-Vlaanderen is de BKL op de volgende locaties herzien (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018):

Herziening vanwege zeewaartse versterking van Zwakke Schakels:

- bij raaien 230 – 308 wordt de BKL 4 tot 30 m zeewaarts verplaatst,
- bij raaien 336 tot 352 wordt de BKL respectievelijk 8 en 10 meter landwaarts verplaatst,
- bij raai 461 (aan de westkant bij 't Killetje) wordt de BKL 31 m zeewaarts verplaatst.

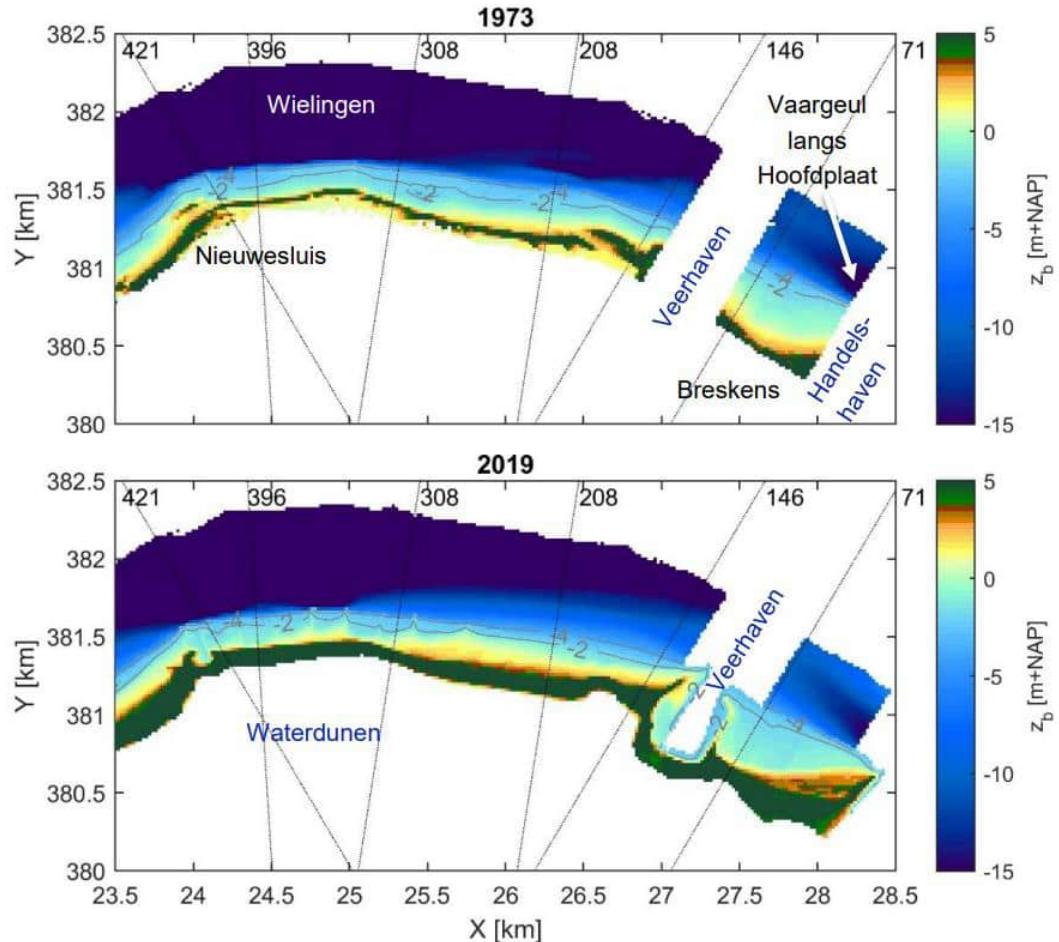


Figuur 4-2 BKL-positie voor Nieuwvliet bij raaien 308 tot 421, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de Legger is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto



### 4.1.3 Morfodynamiek

Figuur 4-3 toont de bodemligging tussen Breskens en Nieuwesluis voor de jaren 1973 en 2019. Voor de jaren voorafgaand aan 1973 is de dekking van de metingen op het strand beperkter. De bodem ligt in 2019 duidelijk hoger in de kustzone, het resultaat van de versterking van de Zwakke Schakel. Tussen raai 308 en 421 is de meest recente MKL-trend landwaarts gericht en is de BKL in meerdere raaien overschreden. Tussen raai 324 en 413 is in 2015 en 2016 het project Waterdunen uitgevoerd waarbij er een landwaartse duinversterking heeft plaatsgevonden en een getijdenuiker is gerealiseerd.



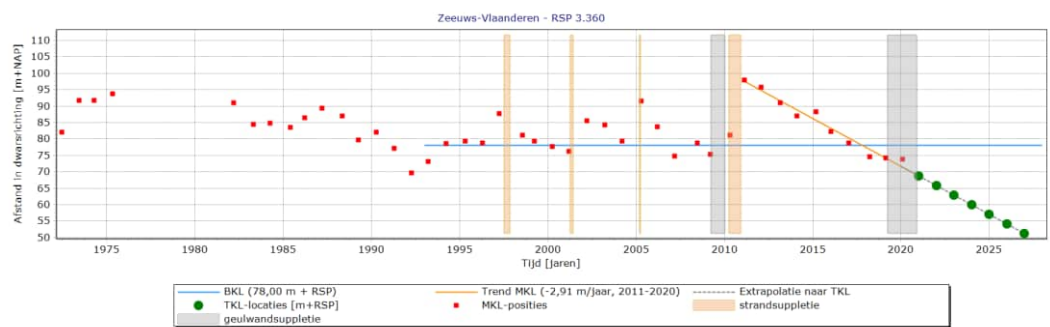
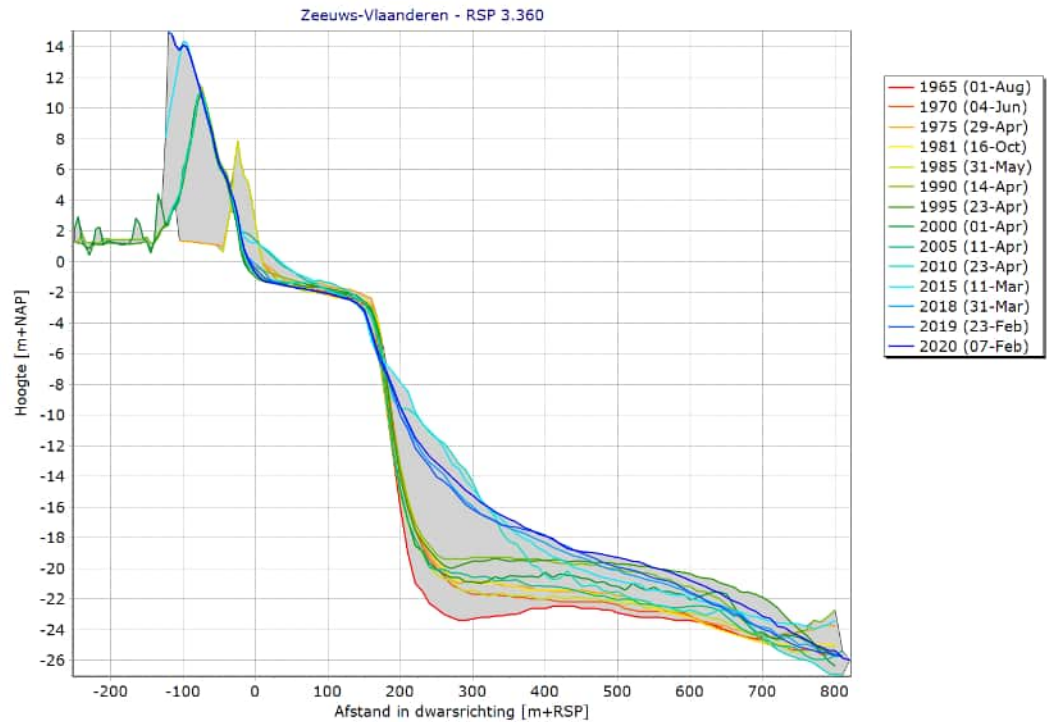
Figuur 4-3 Bodemligging Deelgebied I: Breskens-Groede (raai 11-441). Boven 1973, onder 2019. Contour: NAP-2 m dieptelijn.

Het hierboven beschreven gedrag van de kustlijn is goed te zien in een aantal figuren van MKL-posities en dwarsprofielen sinds 1965. Veel van het gesuppleerde zand erodeert weer snel na aanleg, zie bijvoorbeeld raai 336 in Figuur 4-4.

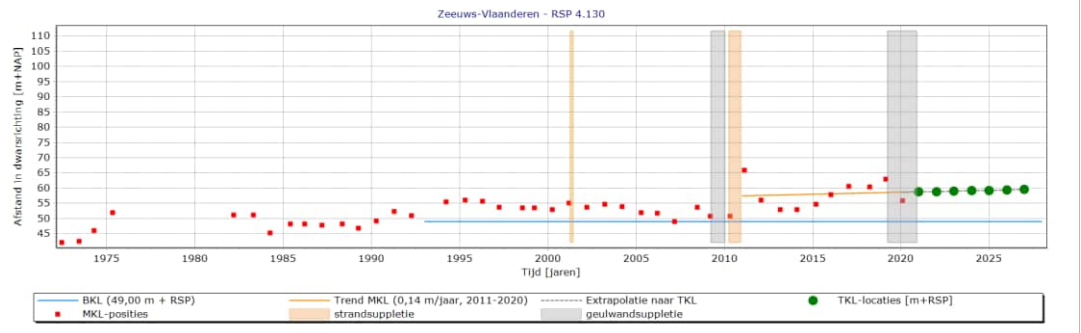
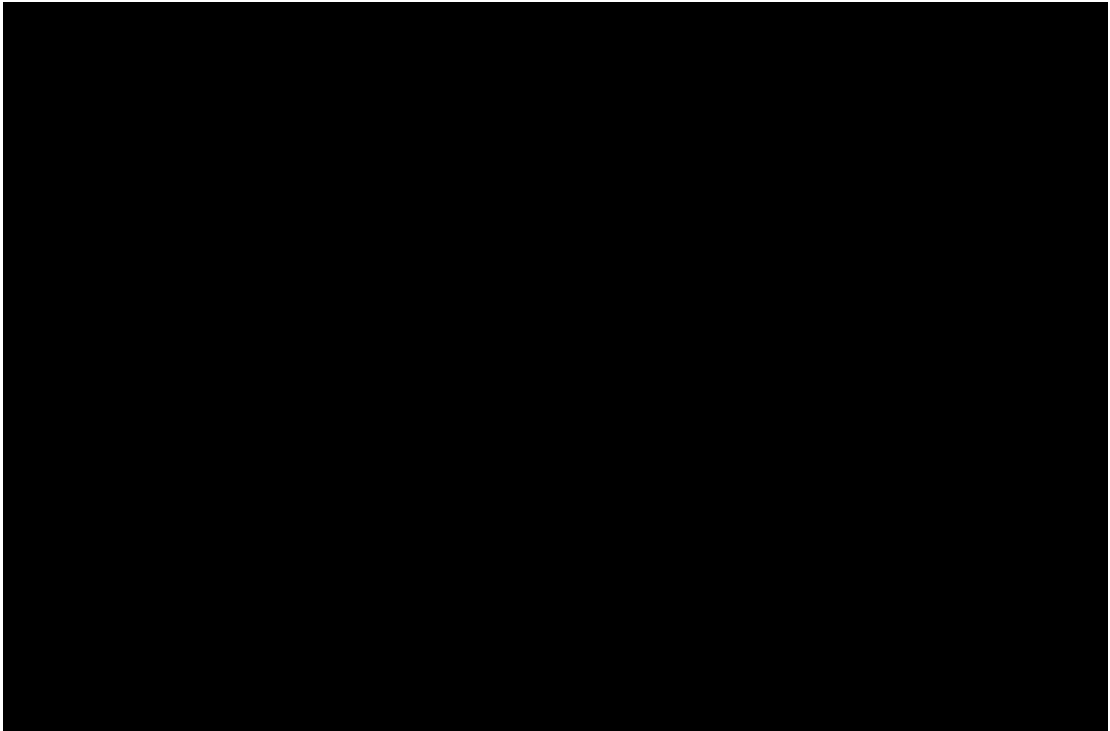
De geulwandsuppletie rondom Nieuwesluis (2009) is te zien in de profielen van raai 413 (Figuur 4-5). Op deze locatie is de oever steil en verdedigd met strandhoofden, met oeverwerken (zinkstukken en bestorting) rond de kop. De vooroever is daardoor zeer steil, zoals te zien in de figuur, maar de vorm van het profiel is wel stabiel. Vanaf de kop van de hoofden is de onderwateroever erg steil en diep, ooit wel tot -30 m NAP, maar door de suppleties wordt deze afgevlakt en verondiept tot ten hoogste de -10 m NAP lijn. Na de grote vooroeversuppletie in 2009-2010 is een deel van het aangebrachte zand in deze raai weer afgevoerd door de sterke stroming.

De levensduur van de suppletie is hier sterk afhankelijk van de locatie. De raaien 308, 324 en 336 liggen net oostelijk van de meest noordelijke punt van de kust en de uitgevoerde suppletie is hier stabiel. De raaien 352 t/m 441 liggen ter plaatse van de noordelijkste punt en westelijk hiervan. In deze raaien is sterke erosie van de suppletie opgetreden waarbij in raai 421 zelfs alle aangebrachte zand boven NAP-20 m binnen 1-2 jaar weer is verdwenen. De effecten laten zich verklaren door de convergentie van de getijstrooming.

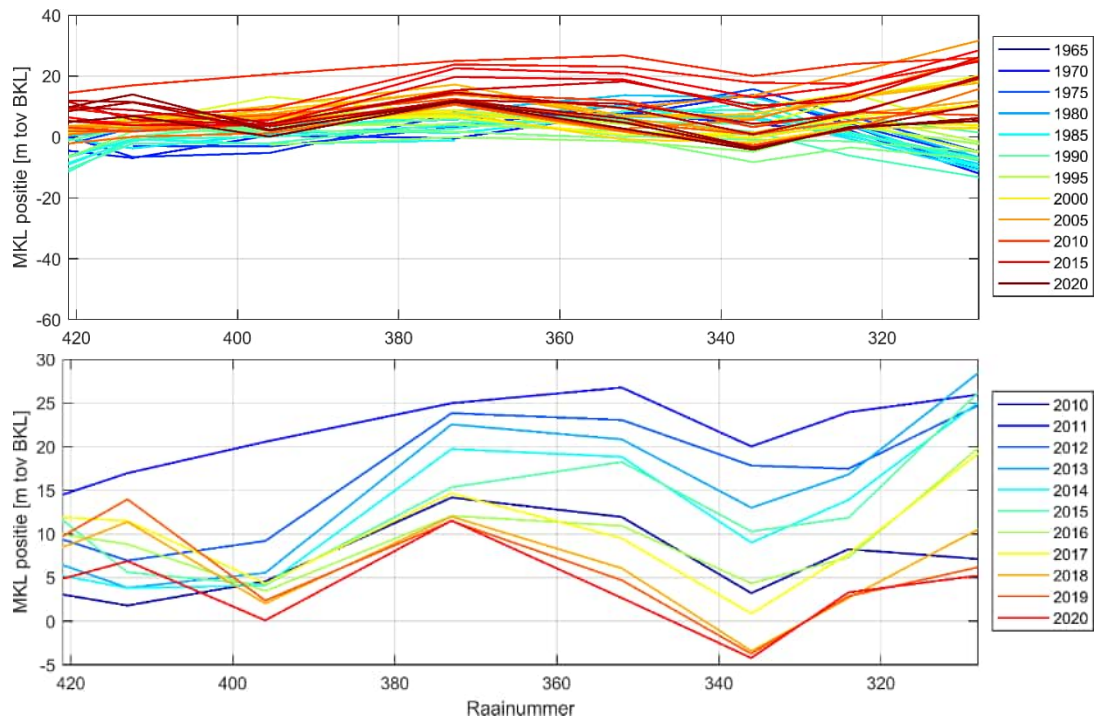
Hoewel de MKL-positie tussen 1960 en 1990 redelijk constant is, is in de periode daarna een sterke erosieve trend waar te nemen, die wordt onderbroken door suppleties. Na elke strandsuppletie is een erosieve trend in de MKL te zien. Door de combinatie van strandhoofden en suppleties wordt de kustlijn behouden. Waarschijnlijk zorgen de strandhoofden voor de min of meer stabiele ligging van de MKL voor 1990.



Figuur 4-4 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 336 over de periode 1965-2020 (boven) en de ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL over dezelfde periode (onder).



Figuur 4-5 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 413 over de periode 1965-2020 (boven) en de ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL over dezelfde periode (onder).



Figuur 4-6 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2020.

#### 4.1.4 Suppletiegeschiedenis

Tussen raaien 324 en 421 zijn er meerdere strandsuppleties uitgevoerd, en tweemaal (in 2009 en 2019) een geulwandsuppletie.

Locatie	Datum	Begin Raai	Eind Raai	Lengte	Type	Volume (situ)
Breskens-Schooneveld	1993	2,40	3,12	720	strandsuppletie	90.000
Breskens-Schooneveld	1997	2,90	3,52	620	strandsuppletie	185.000
Breskens Schooneveld	2001	2,60	4,20	1600	strandsuppletie	168.000
Schooneveld	2005	2,51	3,60	1090	strandsuppletie	141.927
Nieuwsluis	2009	2,71	4,41	1700	geulwandsuppletie	2.669.565
Schoneveld	2010	1,71	4,21	2500	strandsuppletie	429.565
Nieuwsluis	2019	3,24	4,61	1370	geulwandsuppletie	1.100.000
<b>TOTAAL</b>						<b>4.784.057</b>

#### 4.1.5 Aandachtspunten

##### Bestuurlijke afspraken

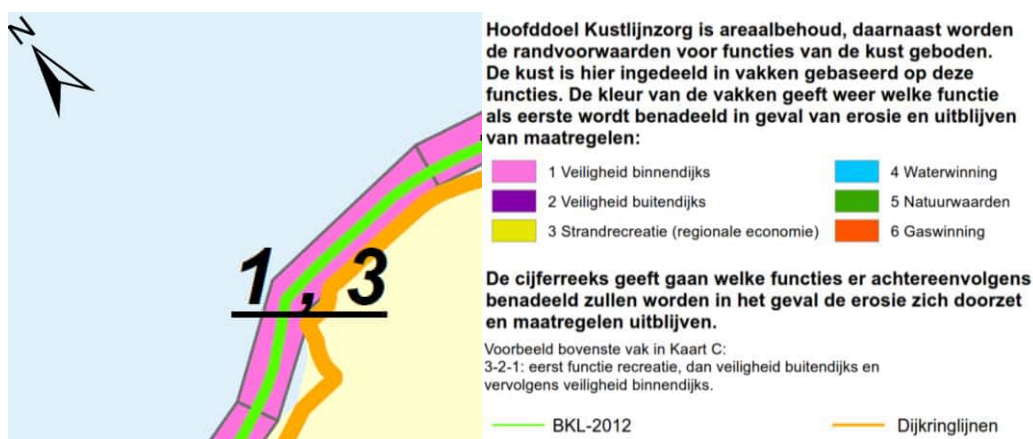
Geen

##### Lokale bijzonderheden

De kust is verdedigd met strandhoofden en oeverwerken (zinkstukken en bestorting) rond de kop, zie Figuur 4-7.



Figuur 4-7 Harde kustverdediging bij Nieuwesluis – Waterdunen. Bron: Deltares (2017)



Figuur 4-8 – Functiekaart Nieuwesluis – Waterdunen. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

Waterveiligheid is hier wel van belang. Stabiliteit van de dam dient mee genomen te worden in de overweging voor een BKL-herziening.

#### 4.1.6 Technisch voorstel BKL

De kustlijn tussen de Jarkus-raaien 308 en 421 betreft geen zandige kust, maar een harde waterkering met strandhoofden. Bij elke strandsuppletie wordt het gebied tussen de strandhoofden opgevuld met zand, wat vervolgens erodeert en door de geul wordt afgevoerd. Dit is ook terug te zien in de MKL-ontwikkeling. Vóór de uitvoering van de suppleties in 1990 heeft de MKL een relatief stabiele positie, waarschijnlijk veroorzaakt door de combinatie van strandhoofden en een harde waterkering.

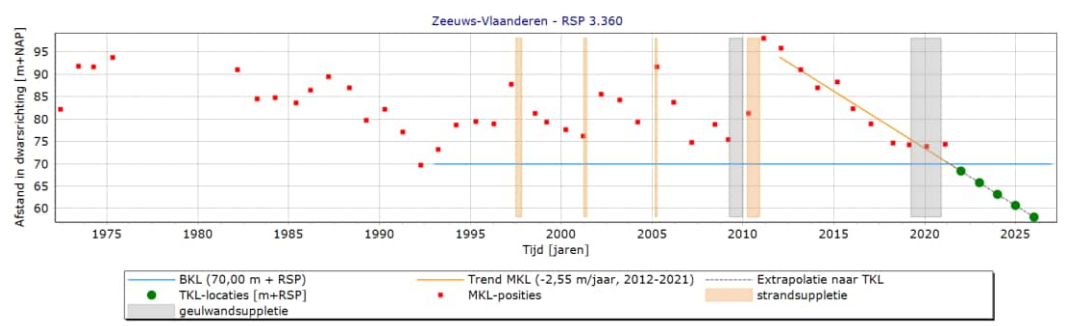
Door het Ministerie van Verkeer en Waterstaat (1993) werd voorgesteld de ligging van de Basiskustlijn te optimaliseren met een minimalisatie van het zandverlies tot gevolg. Het uitgangspunt hierbij was de aanwezigheid en de stabiliteit van de strandhoofden. Na evaluatie van de BKL ligging door Ministerie van Verkeer en Waterstaat (2003) is de BKL voor deze raaien niet herzien. Het is echter onduidelijk wat toentertijd de overweging is geweest om de BKL niet te herzien in 2001.

Op dit moment is er geen duidelijkheid over de mogelijke rol van het strand/zand in de stabiliteit van de strandhoofden en daarmee de kering. Voor een eventuele landwaartse verlegging van de BKL is de stabiliteit van de strandhoofden belangrijk, en de functie van het zand tussen de strandhoofden bij die stabiliteit. Dit geeft dan twee opties m.b.t. herziening van de BKL;

- 1 Wanneer het aanwezige zand geen cruciale rol speelt in de stabiliteit van de harde waterkering (en ook niet voor de strandhoofden), heeft de BKL geen functie en kan komen te vervallen.
- 2 Wanneer blijkt dat een bepaalde hoeveelheid zand nodig is ten behoeve van de stabiliteit van de harde waterkering, kan op basis van de benodigde hoeveelheid zand een BKL worden bepaald. Hierin wordt onderscheid gemaakt tussen de volgende scenario's;
  - a indien de huidige BKL niet voldoet, kan er een nieuwe (meer zeewaartse positie van de) BKL worden gedefinieerd die aansluit bij de veiligheidseisen;
  - b de huidige BKL voldoet, dus de huidige BKL-ligging wordt in stand gehouden;
  - c indien de huidige BKL landwaarts kan worden verlegd, kan er een nieuwe BKL worden gedefinieerd die de minimale MKL positie van de periode tussen 1990 en 2021 volgt, weergegeven in Tabel 4-1. Hiermee wordt mogelijk het benodigde kustonderhoud gereduceerd, mits de erosieve trend in de MKL stabiliseert ten gevolge van de aanwezige harde kustverdediging (zoals het geval lijkt als de MKL nabij RSP + 75 m komt voor raai 336, zie Figuur 4-9).

Tabel 4-1 Voorstel voor een nieuwe BKL-positie, gebaseerd op de minimale MKL posities in de periode 1990 tot 2021.

Raai	Huidige BKL [m tov RSP]	Minimale MKL [m tov RSP]	Voorstel BKL [m tov RSP]	Verschil BKL [m]
324	77	74	74	-3
336	78	70	70	-8
352	75	74	74	-1
373	67	66	66	-1
396	59	56	56	-3
413	49	49	49	0



Figuur 4-9 Ontwikkeling van de MKL, TKL en voorstel HBKL (blauwe lijn) voor de raai 336 nabij Nieuwesluis

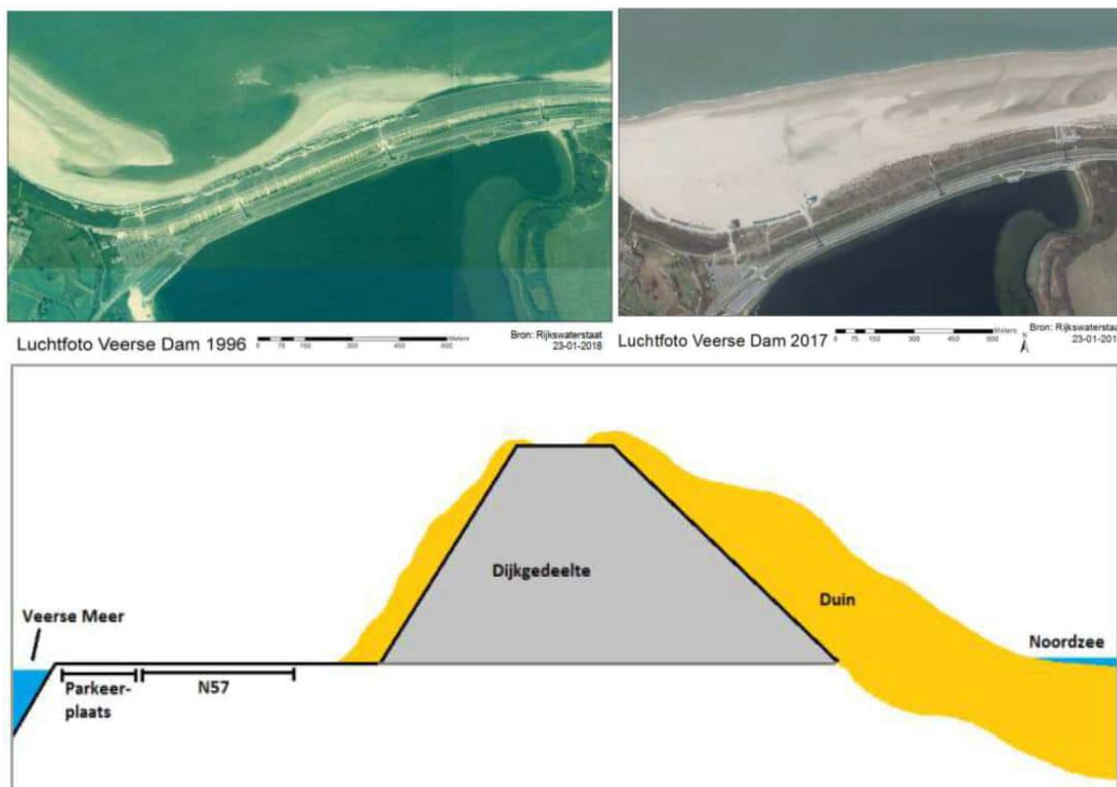
## 4.2 Veerse Gatdam (raaien 380 – 520)

### 4.2.1 Inleiding

Tussen de kustvakken Noord-Beveland en Walcheren ligt de Veerse Gatdam (raaien 280 – 520), aangelegd voor de afsluiting van het Veerse Meer in 1961. Na afsluiting, met het wegvallen van de getijdestroming in en uit het Veerse Meer, hebben de voorliggende banken zich landwaarts verplaatst waardoor de strandzone zich sterk heeft uitgebouwd.

Voor raaien 380 – 520 is er geen BKL gedefinieerd. Bij de beoordeling van de primaire waterkering is de Veerse Gatdam beoordeeld als duin (Witteveen+Bos, 2021c), omdat er geen sterkte meer ontleend kan worden aan de asfaltbekleding van de dam. Dit betekent dat de Veerse Gatdam ook als zodanig onderhouden zou moeten worden. Er is hier nog geen BKL vastgesteld, maar er wordt voorgesteld die hier wel te definiëren omdat dit traject onderdeel is geworden van de zandige kust.

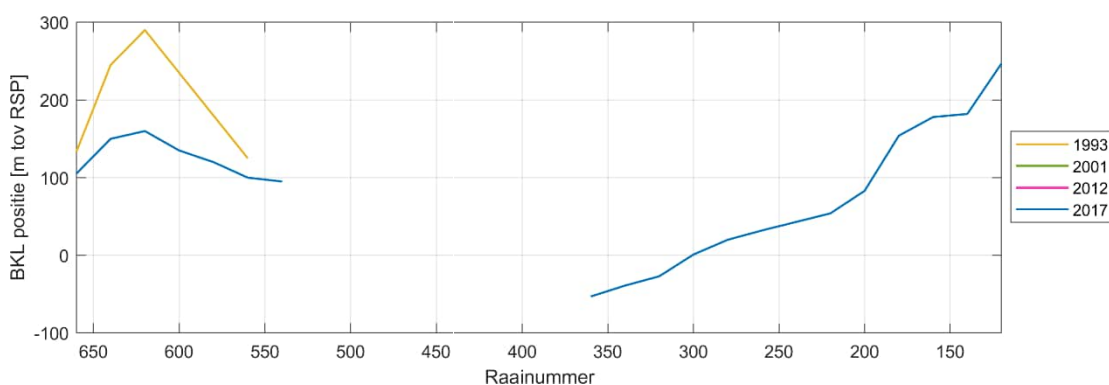
In Witteveen+Bos (2021c) is een voorstel voor een nieuw te definiëren BKL bij raaien 380 – 520 gemaakt. In deze factsheets zijn er door Deltares geen nieuwe (veiligheids-)berekeningen uitgevoerd, maar is bekeken wat het effect van het BKL-voorstel op het kustonderhoud en functies is.



Figuur 4-10 Luchtfoto Veerse Gatdam 1996 (linksboven) en 2017 (rechtsboven), schematische weergave doorsnede Veerse Gatdam (onder). Bron: Witteveen+Bos (2021c)

### 4.2.2 Vaststelling Basiskustlijn

Voor de Veerse Gatdam is op het moment van schrijven geen BKL gedefinieerd. Echter is de Veerse Gatdam bij de beoordeling van de primaire waterkering wel als duin beoordeeld. In Witteveen+Bos (2021c) is een voorstel voor een nieuw te definiëren BKL bij raaien 380 – 520 gemaakt. In Figuur 4-11 zijn de vigerende (2017) en oude (1990, 1992, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor de raaien nabij de Veerse Gatdam weergegeven.



Figuur 4-11 – BKL-positie rondom de Veerse Gatdam bij raaien 120 tot 670, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

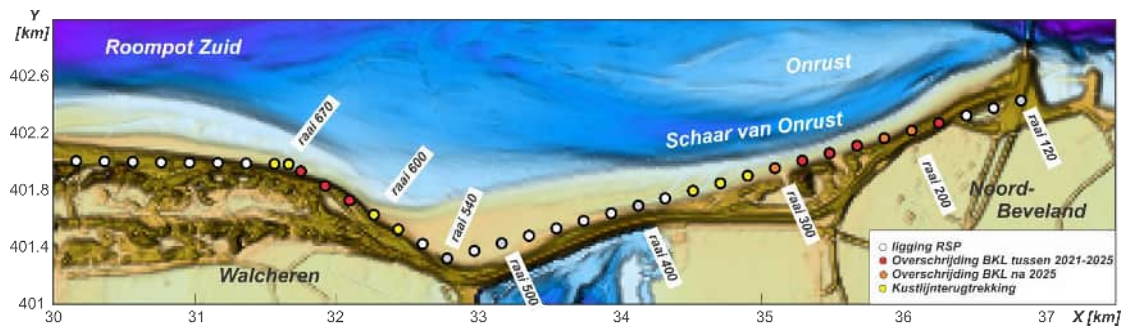
### 4.2.3 Morfodynamiek

Een BKL is niet gedefinieerd voor het gebied tussen raaien 380 en 540 (Figuur 4-12), wel doen zich hier grote morfologische veranderingen voor. Deze veranderingen zijn samengevat door raai 440 weer te geven (Figuur 4-13).

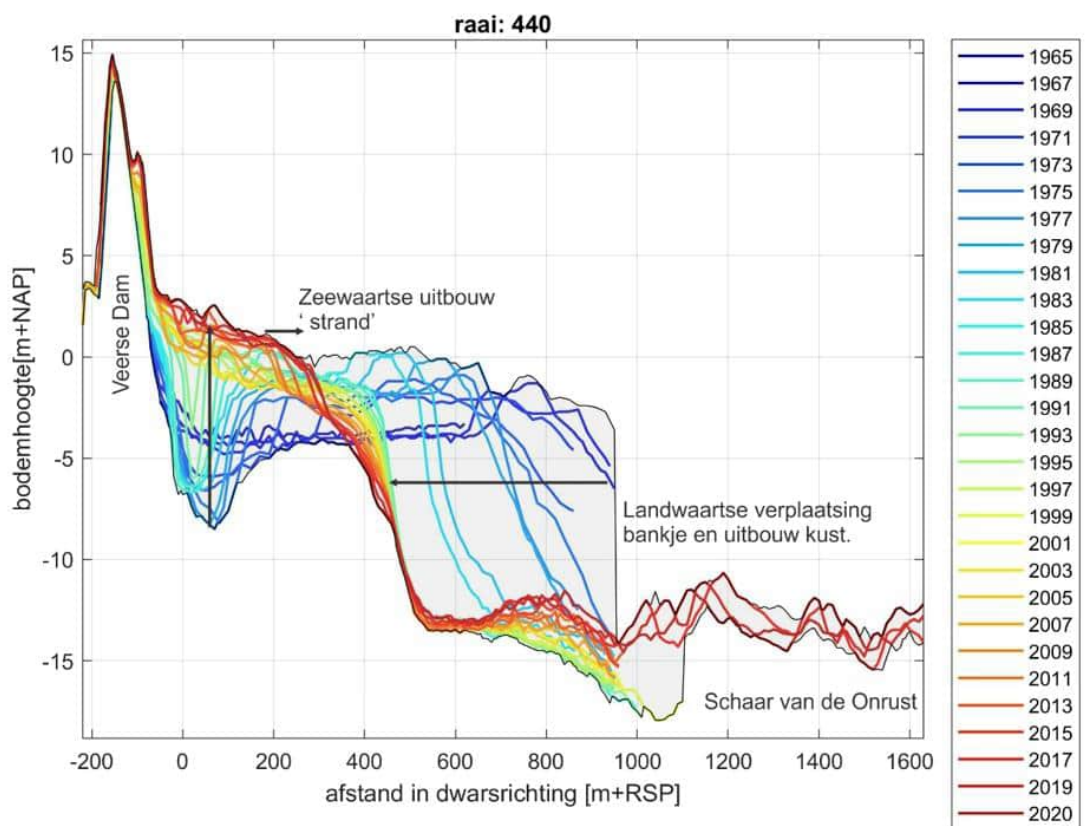
Er zijn een aantal trends te zien. In 1969 ligt er een klein geultje (-7 m NAP) vlak langs het strand. Zeewaarts hiervan bevindt zich een bank met een kruinhoogte van -4 m NAP. De Schaar van Onrust ligt hier weer zeewaarts van (> 1000 m tot de RSP). De bank verplaatst tussen 1969 en 1990 landwaarts. De geulwand van de Schaar van de Onrust bevindt zich in 1965 op meer dan 1000 m RSP, in 1990 ligt deze al op 450 m RSP. Landwaarts hiervan is de kustzone sterk in hoogte toegenomen. De toename in hoogte zet zich ook na 1990 door tot ongeveer 2015. Naast een toename van de hoogte neemt ook de breedte van het strand toe. Het (natte) strand, gedefinieerd als het gebied tussen de +3 m en de -1.1 m, bouwt zich zeewaarts uit. Op dit moment is er nog een kleine knik zichtbaar tussen de geulwand en het strand (ongeveer op 300m RSP), maar het is de verwachting dat deze knik langzaam verdwijnt.



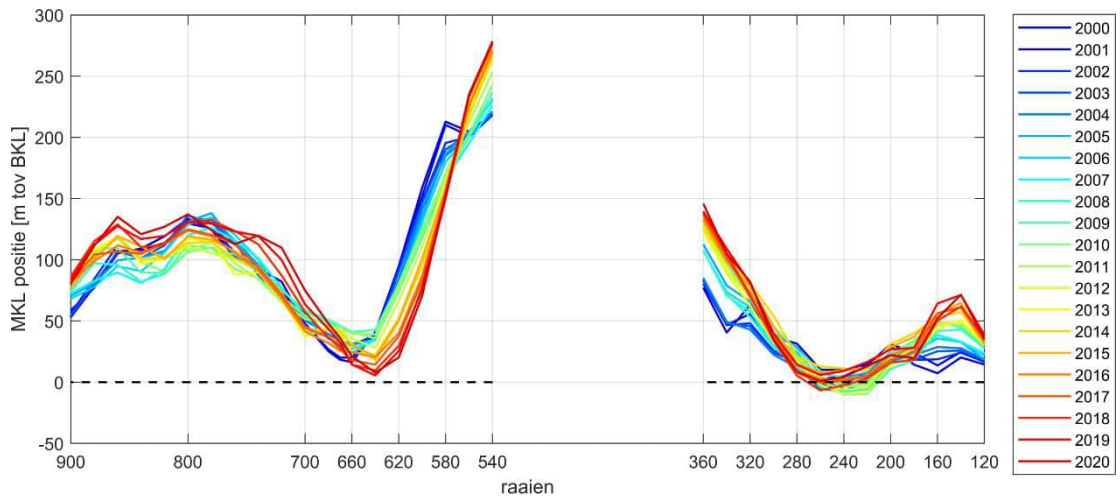
De opbouw van het strand wordt enerzijds gevoed door de hier in het verleden aanwezige buitendelta banken van het Veerse Gat. Deze verplaatsen landwaarts. Daarnaast is er netto zandtransport van west naar oost langs de kust van Walcheren. In de knik in de kustlijn bij Breezand ontstaat een luwtegebied waar aanzanding kan optreden (Elias & Quataert, 2020).



Figuur 4-12 Een overzicht van de kust van Noord-Beveland (raai 120-500) en Walcheren (raai 540 – 570). Overschrijding op basis van de kustlijnbeoordeling 1-1-2021. Bron: Elias & Quataert, 2020



Figuur 4-13 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 440 tussen 1965 en 2020. Bron: Elias & Quataert, 2020



Figuur 4-14 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de laatste 10 jaar. De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2021.

#### 4.2.4 Suppletiegeschiedenis

Vanaf 1993 wordt de kust van Noord-Beveland ten noorden van de Veerse Gatdam periodiek, elke 3-5 jaar, onderhouden met strandsuppleties. Deze suppleties vinden plaats in de (erosieve) raaien 180-300, maar enkele suppleties reiken tot de Veerse Gatdam (raaien 380-520). Voor de volledigheid zijn deze twee suppleties in de onderstaande tabel opgenomen.

Locatie	Datum	BeginRaai	EindRaai	Lengte	Type	Volume (situ)
N-Beveland	2004	135	405	2700	strandsuppletie	502.353
Onrustpolder	2008	140	400	2600	strandsuppletie	461.043
<b>TOTAAL</b>						<b>963.396</b>

#### 4.2.5 Aandachtspunten

##### Bestuurlijke afspraken

Geen

##### Lokale bijzonderheden



Figuur 4-15 Functiekaart Veerse Gatdam. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

##### Waterveiligheid

Bij de beoordeling van de primaire waterkering is de Veerse Gatdam beoordeeld als duin (Witteveen+Bos, 2021c), omdat er geen sterkte meer ontleend kan worden aan de asfaltbekleding van de dam. Bij het vaststellen van een BKL dient er rekening gehouden te worden met de waterveiligheid.

## 4.2.6 Technisch voorstel BKL

### 4.2.6.1 Uitgangspunten ontwerp en aannamen BKL-voorstel

In Witteveen+Bos (2021c) is een voorstel voor een nieuw te definiëren BKL bij raaien 380 – 520 gemaakt, deze is in Tabel 4-2 weergegeven en gevisualiseerd in Figuur 4-16 en Figuur 4-17. De uitgangspunten en aannamen voor de BKL-voorstel uit Witteveen+Bos (2021c) worden in deze paragraaf samengevat. Er zijn door Deltares geen nieuwe veiligheidsberekeningen uitgevoerd, er is bekeken wat het effect van het BKL-voorstel op het kustonderhoud en functies is.

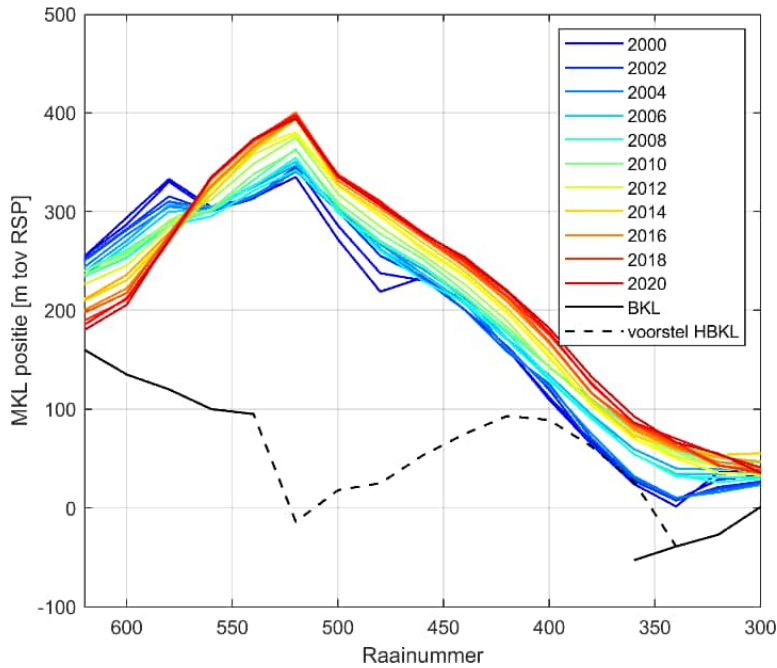
Voor het vaststellen van een nieuwe BKL is waterveiligheid als uitgangspunt gehanteerd. Hiervoor is een profiel bepaald waarmee de Veerse Gatdam nog net voldoet aan de waterveiligheidseisen: het minimale profiel. Dit minimale profiel is gebaseerd op het 2020 Jarkus-profiel van de maatgevende raai, met een (hypothetische) combinatie van een duinversmalling van 10m en een verlaging van het strand van 2,3m. De strandverlaging heeft een grote invloed op de ligging van de MKL, maar voor de duinversmalling geldt dit niet (dit deel van het profiel valt buiten de MKL-rekenschijf). De grote invloed van de duinversmalling op de waterveiligheid is een aandachtspunt voor het onderhoud van de Veerse Gatdam. Met inachtneming van de gekozen uitgangspunten voor een gecombineerde duinversmalling en strandverlaging is een overschrijding van de BKL een directe interventiewaarde voor de waterveiligheid. Voor het handelingsperspectief houdt dit in dat onderhoud noodzakelijk is wanneer de BKL wordt overschreden, of wanneer het duin meer dan 10 m versmalt.

De voorgestelde BKL ligging is als volgt bepaald:

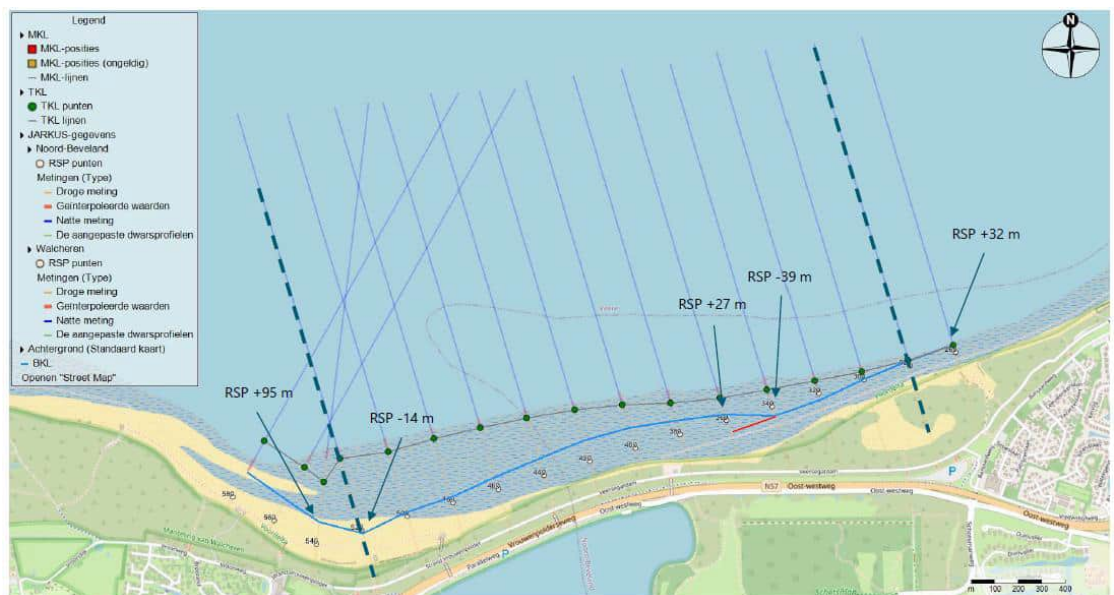
- voor raai 280 tot 340 voldoet de huidige BKL aan het minimaal profiel (gebaseerd op raai 340). De BKL kan hier worden gehandhaafd;
- voor raai 360 wordt voorgesteld om de BKL 80 m zeewaarts te verplaatsen, om aan de waterveiligheidseisen (minimaal profiel van raai 360) te voldoen;
- voor de overige raaien (380-520) wordt een BKL voorgesteld die gebaseerd is op een doorvertaling van het minimale profiel van de maatgevende raai 400. Het is niet de verwachting dat de nieuwe BKL op korte termijn wordt overschreden. De suppleties in dit gebied blijven gestuurd worden door de oostelijke raaien waar reeds een BKL aanwezig is. Een duinversmalling van meer dan 10 m ligt ook niet in de lijn der verwachting, omdat het duin tot nu toe uitsluitend aangroeit. Mede door de natuurlijke aanvoer van zand van de kust van Walcheren en mogelijk ook door de naburige suppleties wordt geen onderhoudsinspanning verwacht.

Tabel 4-2 Voorstel voor een BKL-ligging bij raaien 360 tot 520 bij de Veerse Gatdam, op basis van het voorstel van Witteveen+Bos (2021c). Waardes zijn in meter ten opzichte van RSP.

Raaien	Huidige BKL [m]	Voorstel BKL [m]	Vershil [m]
320	-27	-27	0
340	-39	-39	0
360	-53	27	+80
380	-	62	
400	-	89	
420	-	93	
440	-	75	
460	-	53	
480	-	25	
500	-	18	



Figuur 4-16 Ontwikkeling van de MKL-positie ten opzichte van RSP over de periode 2000 tot 2020. De huidige BKL ligging is weergegeven in de zwarte doorgetrokken lijn en het voorstel voor de BKL herziening met de zwarte stippellijn.



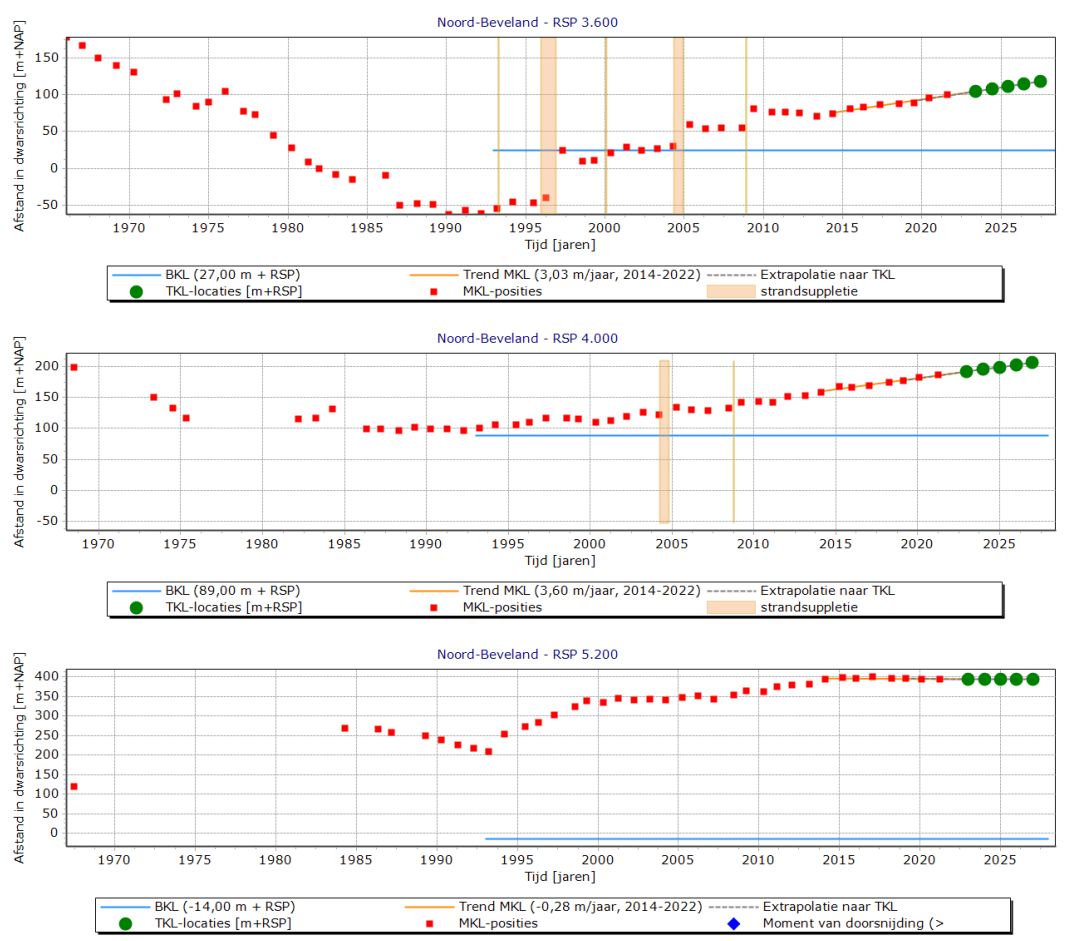
Figuur 4-17 Overzicht kustlijnontwikkeling Veerse Gatdam (TKL - groene punten) met daarin de voorgestelde BKL (blauwe lijn) en wijzigingen ten opzichte van de huidige BKL (rode lijn). Bron: Witteveen+Bos (2021c)

#### 4.2.6.2 Effect op kustonderhoud

Het is niet de verwachting dat de voorgestelde BKL op korte termijn wordt overschreden, en er wordt geen onderhoudsinspanning verwacht. Door de sterke aanzanding voor de Veerse Gatdam ligt er een breed strand, en dit bouwt zich uit. Er is geen indicatie dat de huidige trend van een uitbouwende kustzone tussen raaien 540 en 340 op korte termijn zal veranderen (Elias & Quataert, 2020). Ook de zeewaartse verplaatsing van de BKL bij raai 360 zal niet resulteren

in een BKL-overschrijding op korte termijn (Figuur 4-18). De trend in de MKL-ligging is zeewaarts gericht en de marge tussen de huidige kustlijn en de BKL is ~70m. Bij een verandering in de trend, en een BKL-overschrijding, zal onderhoud noodzakelijk zijn in verband met waterveiligheid.

Voor de berekeningen van de MKL bij de nieuwe toetsraaien 380 tot 520 (Figuur 4-18 en Figuur 4-16) is in de MKL-rekenschijf dezelfde onder- en bovengrens gebruikt als voor de toetsing van Noord-Beveland (ondergrens NAP -5,9m en bovengrens NAP +3m). Bij deze berekeningen is geen zeewaartse grens toegepast. Voor de naastgelegen raaien 360 en 540 is er in de kustlijnbeoordeling van 1-1-2022 wel een zeewaartse grens gedefinieerd, bij respectievelijk +400m en +500m t.o.v. RSP. Het effect van een zeewaartse grens op de MKL-posities tussen raaien 380 en 520 is ook getest, en is beperkt. Een zeewaartse grens ter hoogte van ~400m RSP heeft alleen een effect op de MKL-posities vóór 1990. In deze periode lag er voor de Veerse Gatdam nog een geul en een bank (zie het dwarsprofiel van raai 440 in Figuur 4-13), waardoor een zeewaartse grens nog sterk het MKL-volume bepaald. Met de huidige morfologische configuratie is een zeewaartse grens in de MKL-rekenschijf bij raaien 380-520 niet nodig.



Figuur 4-18 MKL-posities en TKL-locaties voor raaien 360, 400 en 520 bij de Veerse Gatdam. De voorgestelde nieuwe BKL-ligging is toegevoegd.

#### 4.2.6.3 Effect op functies

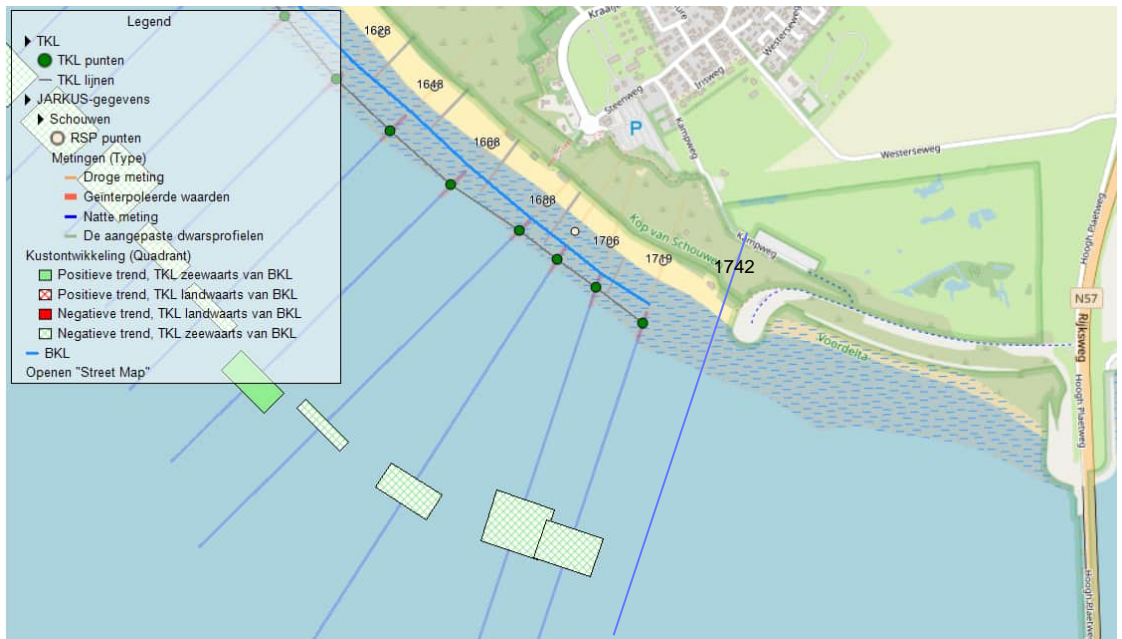
Het BKL-voorstel is afgeleid met waterveiligheid als uitgangspunt, dus de functie waterveiligheid is geborgd. Omdat er geen onderhoudsinspanning wordt verwacht op korte termijn en de kust zich uitbouwt, wordt er ook geen effect van het BKL-voorstel op de functie strandrecreatie en natuurwaarden verwacht.

## 4.3 Schouwen (de Punt, raai 1742)

### 4.3.1 Inleiding

Raai 1742 ligt ter hoogte van strandopgang 'De Punt' bij het kustvak Schouwen. Hier is geen BKL gedefinieerd dus dit is momenteel geen toetsraai. Deze raai behoort echter nog net tot de zandige kust. Daarom wordt voorgesteld om voor deze raai een BKL-positie te bepalen in het HBKL 2023 traject. Een belangrijke functie van het strand bij raai 1742 is de bereikbaarheid van het strand voor hulpdiensten.

Voor raai 1742 stelt Deltares voor om een BKL af te leiden op basis van het verschil tussen de BKL en de MKL is de naastgelegen raai 1719, zodat de erosiebuffer hetzelfde wordt, en raai 1742 daarmee niet direct een sturende raai voor kustonderhoud wordt. Het effect van het BKL-voorstel op de bereikbaarheid van het strand voor hulpdiensten wordt getoetst op basis van de trends in de droge strandbreedte.



### 4.3.2 Vaststelling Basiskustlijn

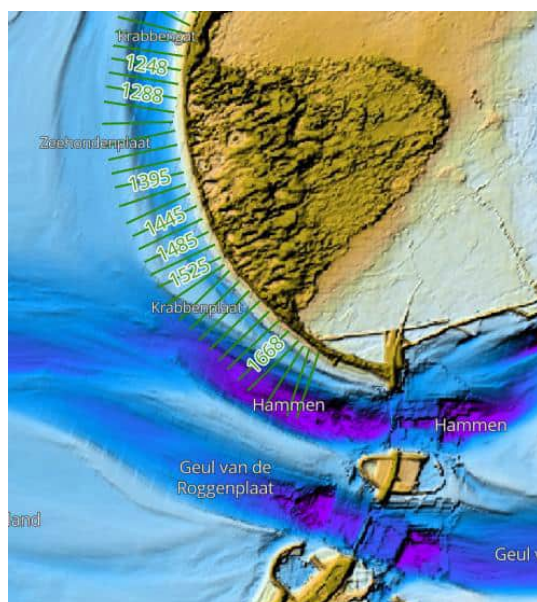
Er is momenteel geen BKL gedefinieerd voor raai 1742.



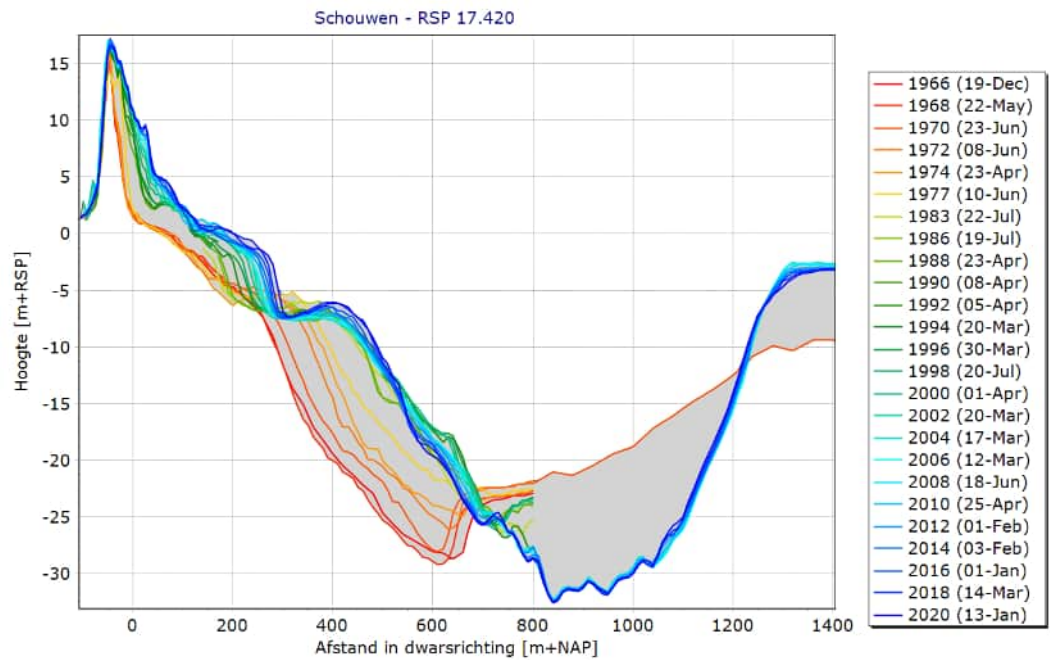
Figuur 4-20 BKL-posities voor Schouwen, bij strandopgang de Punt raai 1742, weergegeven op een satellietfoto. De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### 4.3.3 Morfodynamiek

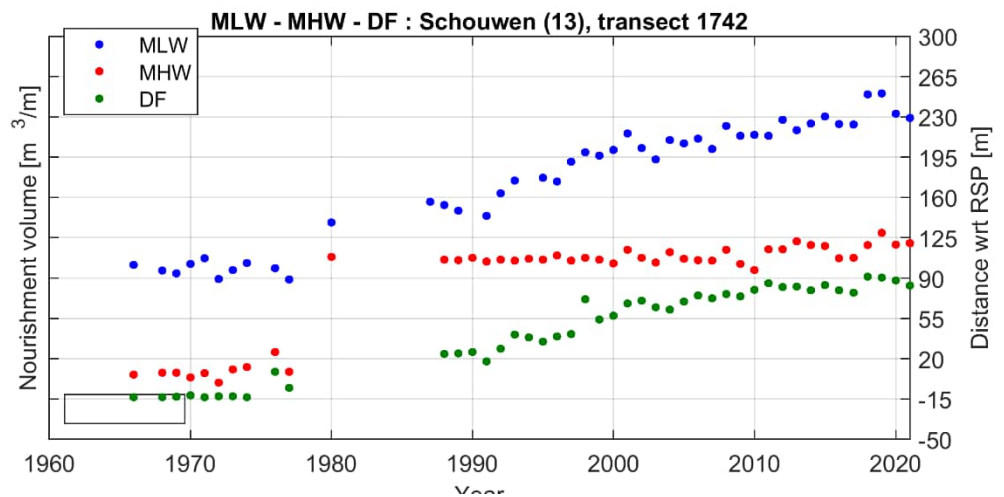
De morfodynamiek bij raai 1742 wordt gekenmerkt door de overgang van de eb-gedomineerde getijdegeul de Hammen (~900m +RSP in Figuur 4-22) naar het Krabbengat, een geul direct zeewaarts van het strand (~300 m+RSP in Figuur 4-22). Ten opzichte van de situatie in 1970 is de kustlijn sterk uitgebouwd en is het Krabbengat zeewaarts gemigreerd. De uitbouwende trend is terug te zien in zowel de gemiddeld laagwaterlijn, gemiddeld hoogwaterlijn en de duinvoet (zie Figuur 4-23). Hierin is ook het effect van suppleties te zien die bij de naastgelegen raaien zijn uitgevoerd.



Figuur 4-21 Bodemligging van de Oosterschelde monding bij de Kust van Schouwen d.m.v. de Vaklodingen. Bron: Kustviewer (<https://www.openearth.nl/coastviewer-static/#/>).



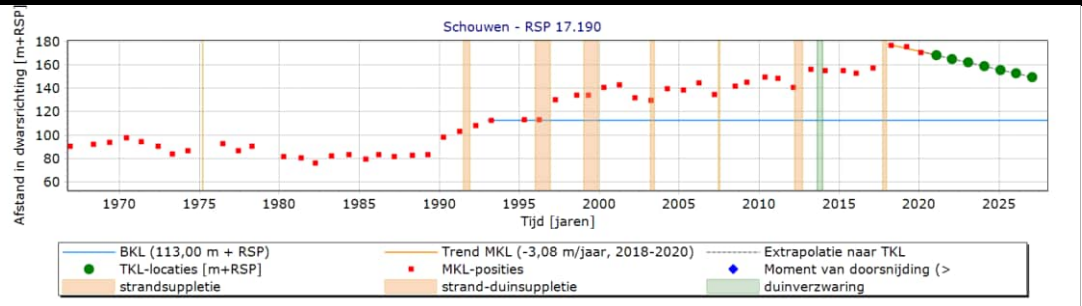
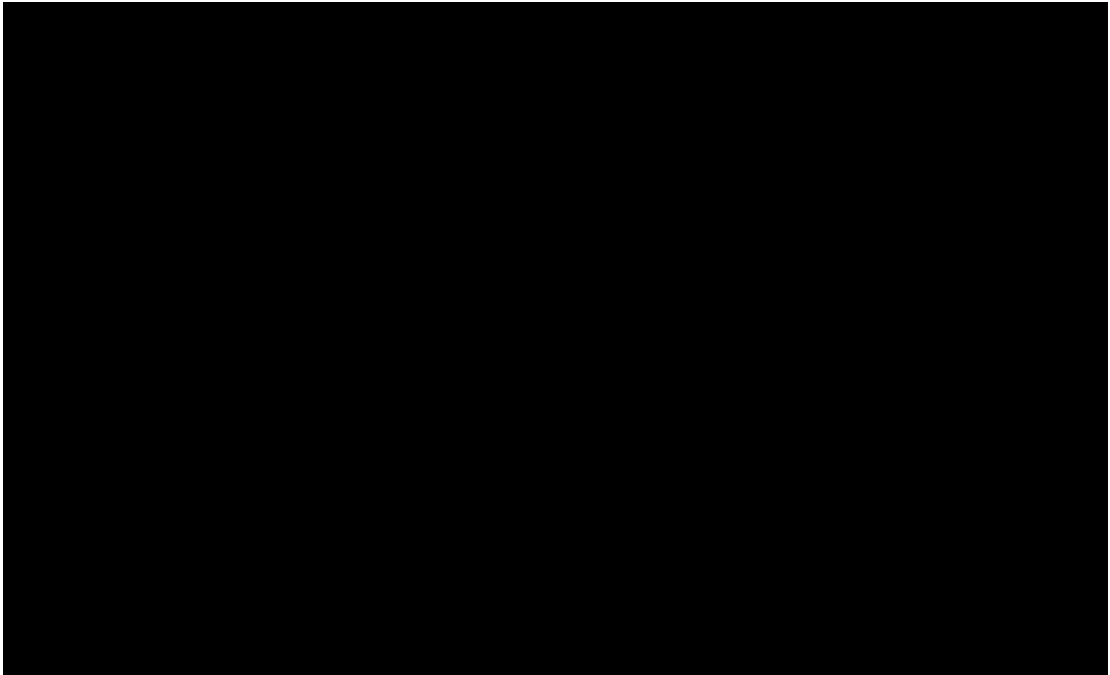
Figuur 4-22 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 1742 over de periode 1966-2020



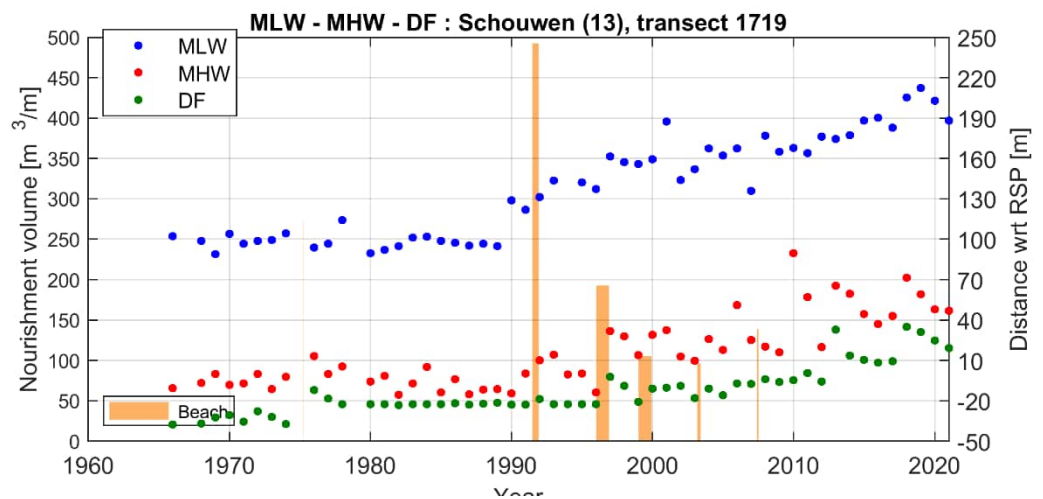
Figuur 4-23 Posities per jaar (van 1964 tot nu) van de gemiddelde laagwater lijn (MLW in blauw), gemiddelde hoogwater lijn (MHW in rood) en de duinvoet (DF in groen) voor raai 1742.

De (toets)raai 1719 ligt direct naast raai 1742, en laat een vergelijkbare trend in het dwarsprofiel zien (Figuur 4-24). In de MKL ontwikkeling is te zien dat de uitbouw van de kust sterk wordt beïnvloed door de vele strand suppleties. Door de suppleties is er een zeewaartse trend in de MKL op lange termijn, maar tussen de suppleties is de MKL-trend landwaarts. Dit patroon is ook duidelijk terug te zien in de posities van de MLW, MHW en duinvoet (zie Figuur 4-25).





Figuur 4-24 - Ontwikkeling van het dwarsprofiel (boven) en de MKL, TKL en BKL (onder) voor raai 1719 bij Schouwen de Punt.



Figuur 4-25 Posities per jaar (van 1964 tot nu) van de gemiddelde laagwater lijn (MLW in blauw), gemiddelde hoogwater lijn (MHW in rood) en de duinvoet (DF in groen) voor raai 1719.

#### 4.3.4 Suppletiegeschiedenis

Bij de Kop van Schouwen vinden regelmatig suppleties plaats, om de 4-5 jaar worden er strandsuppleties uitgevoerd. In de onderstaande tabel worden de suppleties weergegeven die direct westelijk van raai 1742 zijn uitgevoerd.

Locatie	Datum	Begin Raai	Eind Raai	Lengte	Type	Volume (situ)
Burgh Westlandpolder	1975	17.00	17.41	410	strandsuppletie	112.000
Westenschouwen	1991	11.84	17.27	5430	strand-duinsuppletie	2.672.983
Kop van Schouwen	1996	11.58	17.32	5740	strandsuppletie	733.000
Burgh-Westlandpolder	1999	16.20	17.20	1000	strandsuppletie	105.000
Westenschouwen-I	2003	15.98	17.28	1300	strandsuppletie	125.220
West Schouwen Westkop	2007	10.24	17.42	7177	strandsuppletie	994.023
Renesse	2013	10.40	21.90	11500	duinverzwaring	212.000
Westkop zuid	2017	13.75	17.19	3440	strandsuppletie	800.000
<b>TOTAAL</b>						<b>7.579.126</b>

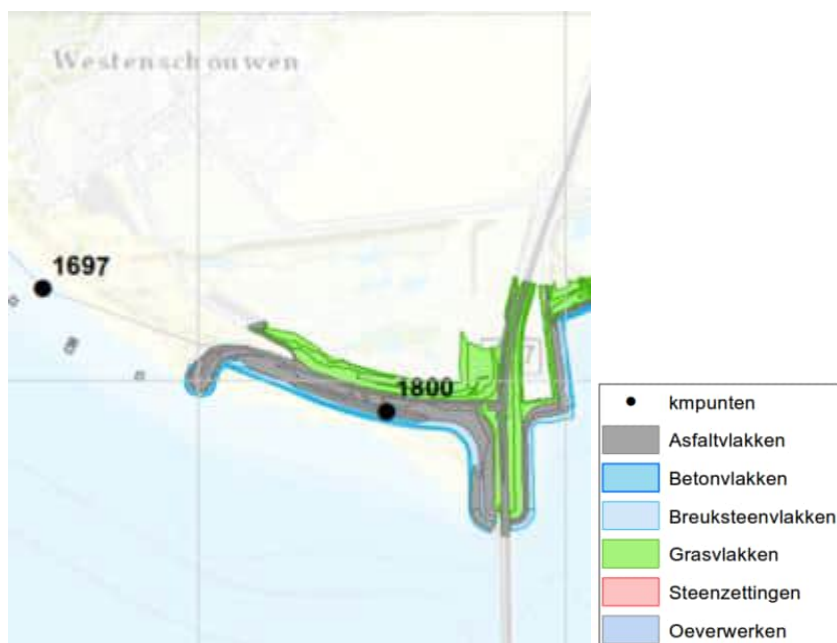
#### 4.3.5 Aandachtspunten

##### Bestuurlijke afspraken

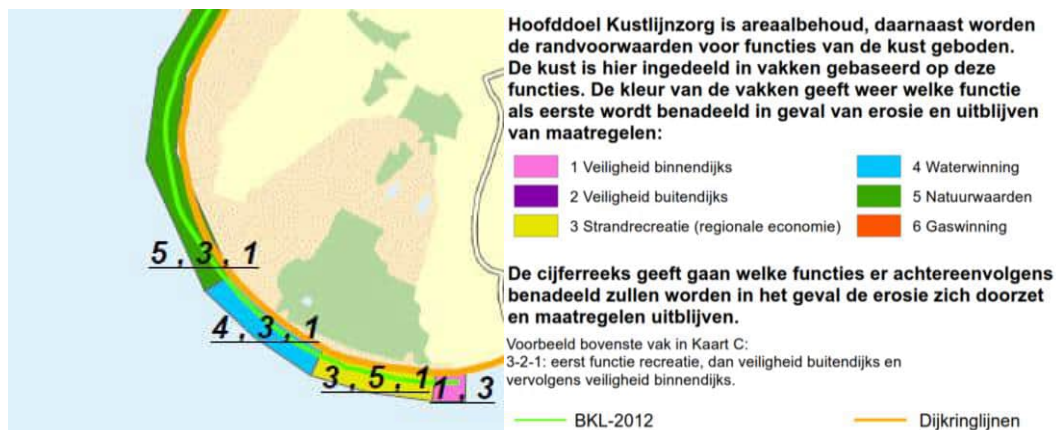
Geen

##### Lokale bijzonderheden

Raai 1742 ligt net ten westen van de harde verdedigingswerken (Figuur 4-26) en ter hoogte van strandopgang de Punt.



Figuur 4-26 Harde verdedigingswerken bij het Zuiden van Schouwen. Bron: Deltares (2017).



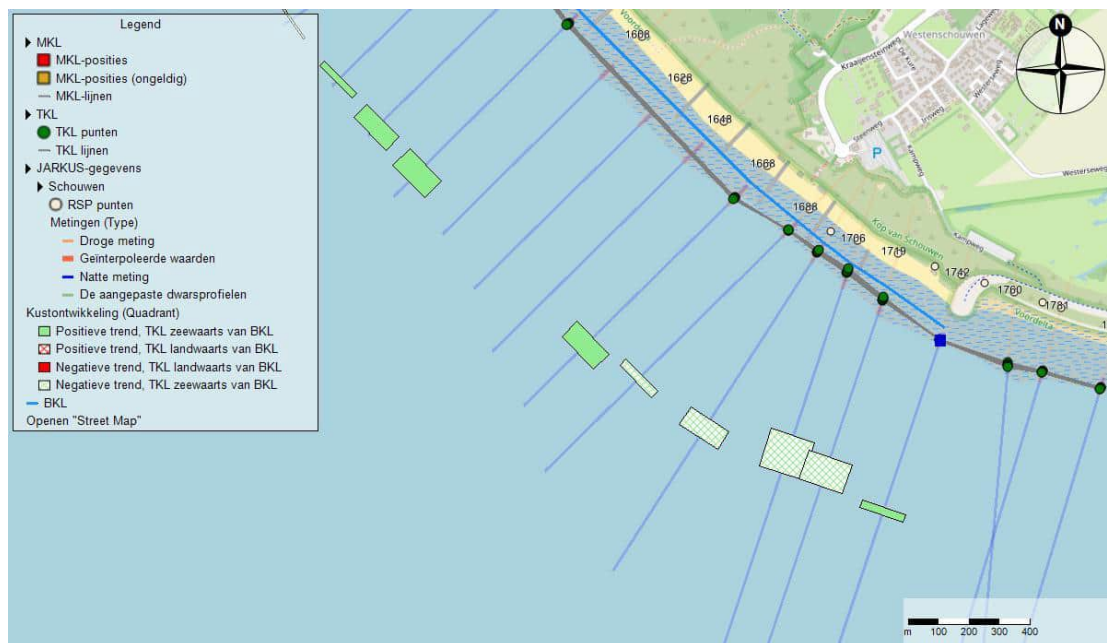
Figuur 4-27 Functiekaart Schouwen (de Punt). Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014).

### Waterveiligheid

Er zijn geen aanwijzingen dat de waterveiligheid hier direct in het geding is. De legger voor de primaire waterkering ligt ruim landwaarts (rode lijn in Figuur 4-20).

#### 4.3.6 Technisch voorstel BKL

Hoewel er in de raaien ten westen van de Punt van Schouwen een erosieve trend is waar te nemen, is de MKL er als gevolg van frequent (elke 4-5 jaar) suppleren toch netto zeewaarts verplaatst (met name door de suppleties in 2012/2013 en 2017). Hierdoor ligt de MKL gemiddeld zo'n 40 meter zeewaarts van de BKL. Deltares stelt voor om het verschil tussen de BKL en de MKL net zo groot te maken in raai 1742 zodat de erosiebuffer hetzelfde wordt, en raai 1742 daarmee niet direct een sturende raai voor kustonderhoud wordt. Dit is visueel weergegeven in Figuur 2-22 en gekwantificeerd in Tabel 4-3.



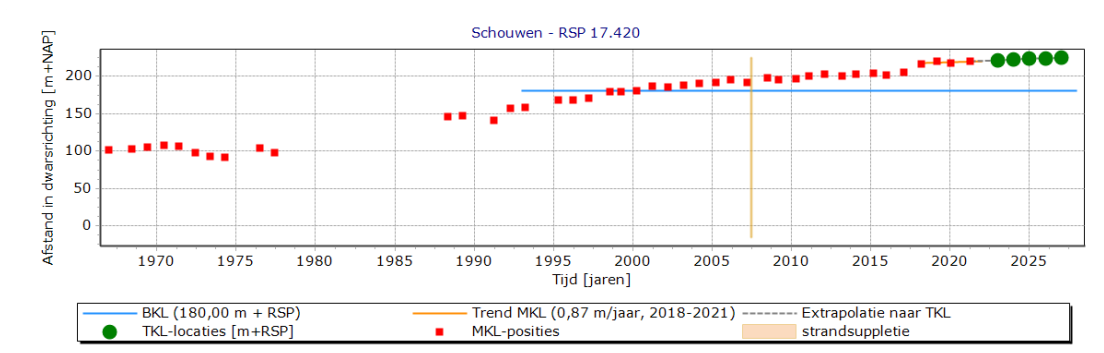
Figuur 4-28 Overzicht kustlijnontwikkeling bij de Punt van Schouwen (TKL - groene punten) met daarin de voorgestelde BKL (blauw).

Tabel 4-3 Voorstel voor een BKL-ligging voor raai 1742.

Raaien	Positie MKL (beoordeling 1-1-2021) [m]	Voorstel BKL [m]	Verskil [m]
1742	RSP + 220 m	RSP + 180 m	-40

#### 4.3.6.1 Effect op kustonderhoud

In tegenstelling tot naastgelegen raaien laat raai 1742 een kleine (~1 m/jaar) zeewaartse MKL-trend zien sinds de laatste suppletie in 2007 (zie Figuur 4-29). Hoewel het waarschijnlijk is dat raai 1742 gevoed wordt door suppleties in aangrenzende raaien, is ook in de jaren tussen deze suppleties nauwelijks erosie zichtbaar waar dat wel het geval is in bijvoorbeeld raai 1719 (-3 m/jaar, zie Figuur 4-24). Het is niet de verwachting dat raai 1742 een sturende raai wordt met betrekking tot onderhoudsinspanning. Raai 1742 zal blijven profiteren van de suppleties in de naastgelegen raaien. En wanneer de MKL-trend toch omslaat naar een landwaartse trend, vervult het BKL-voorstel een signaleringsfunctie voor onderhoud.



Figuur 4-29 MKL-posities en TKL-locaties voor raai 1742 bij de Punt van Schouwen. De voorgestelde nieuwe BKL-ligging is toegevoegd.

#### 4.3.6.2 Effect op functies

Gezien de huidige positieve MKL-trend (en uitbouwende duinvoet) wordt op de korte termijn niet verwacht dat de functies (veiligheid, recreatie en bereikbaarheid van het strand voor hulpdiensten) in het geding komen. Ervan uitgaande dat de BKL in de aangrenzende raaien de functies waarborgt, is de verwachting dat een vergelijkbare BKL (zoals voorgesteld) hier ook voor zorgt in raai 1742.

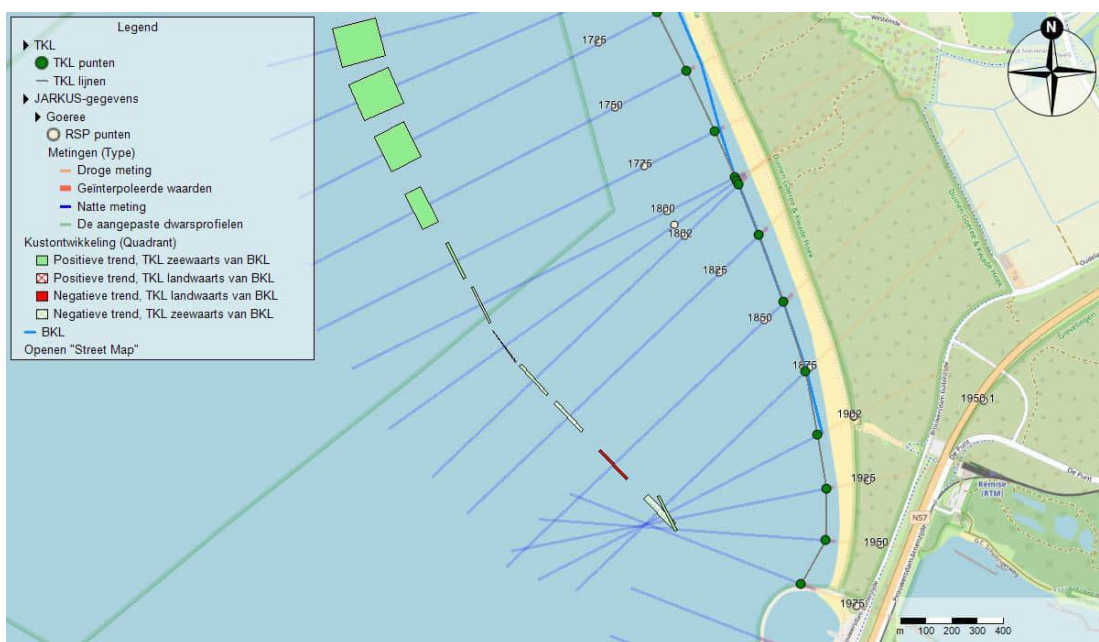
Het is niet de verwachting dat de voorgestelde BKL bij raai 1742 effect zal hebben op de bereikbaarheid van het strand voor hulpdiensten. De droge strandbreedte in deze raai is over de laatste 10 jaar gemiddeld 30m (Figuur 4-23). Het is onwaarschijnlijk dat de droge strandbreedte zal afnemen ten gevolge van het BKL-voorstel, gegeven de uitbouwende trend in de MKL ten gevolge van de reguliere suppleties in de naastgelegen raaien.

## 4.4 Brouwersdam (raai 1925 – 1950)

### 4.4.1 Inleiding

In 2018 is uit bouwtekeningen gebleken dat het noordelijke deel van de dam (bij raaien 1950 en 1925) een zanddam is in plaats van een harde dam. Conform de uitgangspunten van de BKL-ligging (voor alle zandige waterkeringen langs de kust, niet bij dammen) moet verkend worden of hier een BKL vastgesteld zou moeten worden. Binnen het HBKL (Herziening BKL) 2023 traject zal een voorstel voor een BKL voor de raaien 1925 en 1950 worden gedaan.

In Witteveen+Bos (2021) is een voorstel voor een nieuw te definiëren BKL bij raaien 1925 en 1950 gedaan. In deze factsheet wordt beschouwd wat de effecten zijn van de voorgestelde BKL-ligging op kustonderhoud en de gebruiksfuncties (o.a. veiligheid en recreatie). Hiervoor worden door Deltares geen nieuwe berekeningen uitgevoerd. De aanbeveling uit Witteveen+Bos (2021) om geen BKL vast te stellen voor raai 1975, omdat hier reeds een strekdam aanwezig is die de ligging van de kustlijn waarborgt, wordt overgenomen.

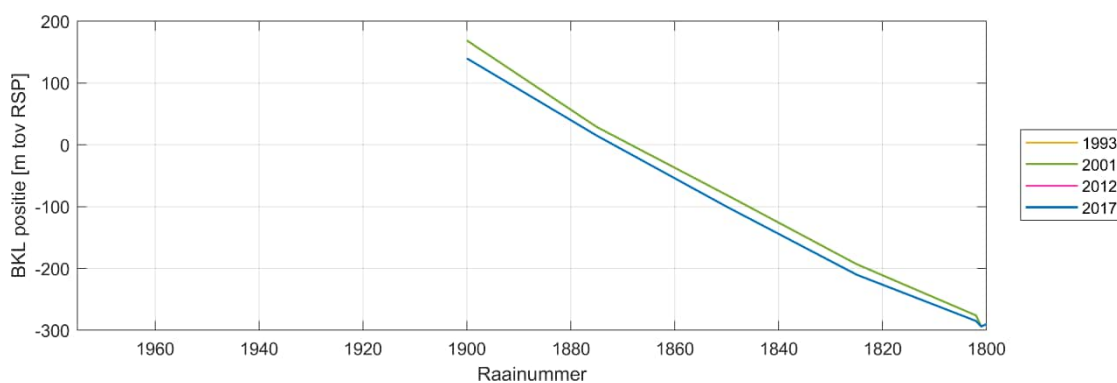


Figuur 4-30 Kustlijnkaart Brouwersdam.

### 4.4.2 Vaststelling Basiskustlijn

Momenteel is er geen BKL gedefinieerd voor de raaien 1925 en 1950 nabij de Brouwersdam. Sinds 2018 blijkt de Brouwersdam ter hoogte van deze raaien een zanddam te zijn in plaats van een harde dam - met bijvoorbeeld steenbestorting - , waardoor een BKL vereist is voor de jaarlijkse beoordeling van de primaire waterkering. In Figuur 4-31 zijn de vigerende (2017) en oude (1993, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor de raaien ten noorden van de Brouwersdam weergegeven.

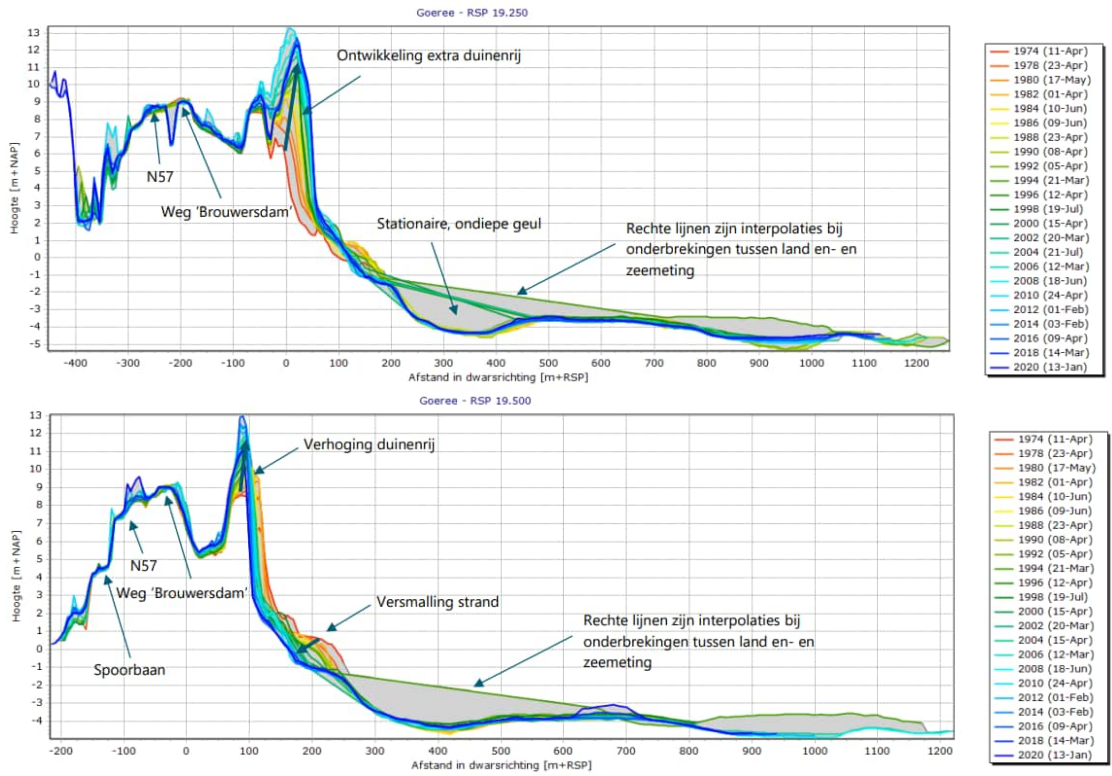
Voor naastgelegen raaien 1800 tot 1900 is de BKL in 2012 herzien. Hier werd de BKL reeds jaren overschreden, zonder dat sprake is van sterke erosie en functies die in het geding komen. Door de BKL iets terug te leggen krijgt de BKL een sterkere signaalfunctie dan dat voorheen het geval is. Dit is gedaan door de BKL op een plek te leggen net landwaarts van de natuurlijke fluctuatie van de momentane kustlijn (Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2012).



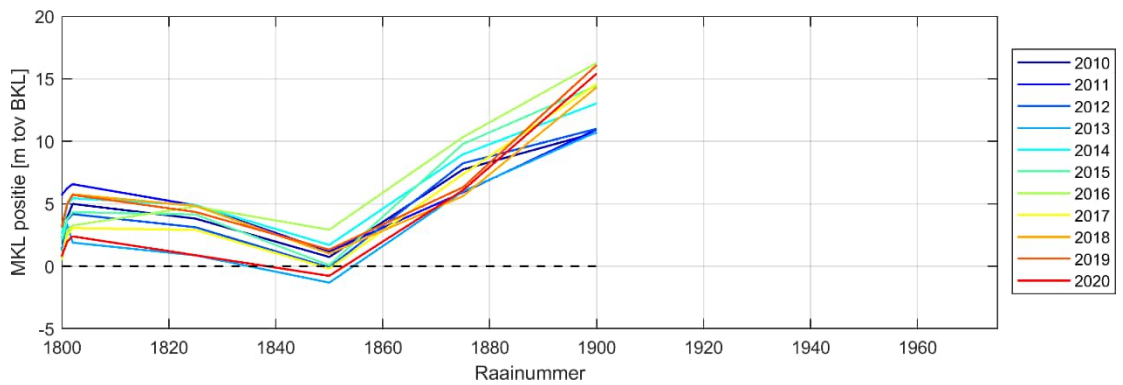
Figuur 4-31 – BKL-positie bij raaien 1800 tot 1960, weergegeven op een satelliefoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satelliefoto.

#### 4.4.3 Morfodynamiek

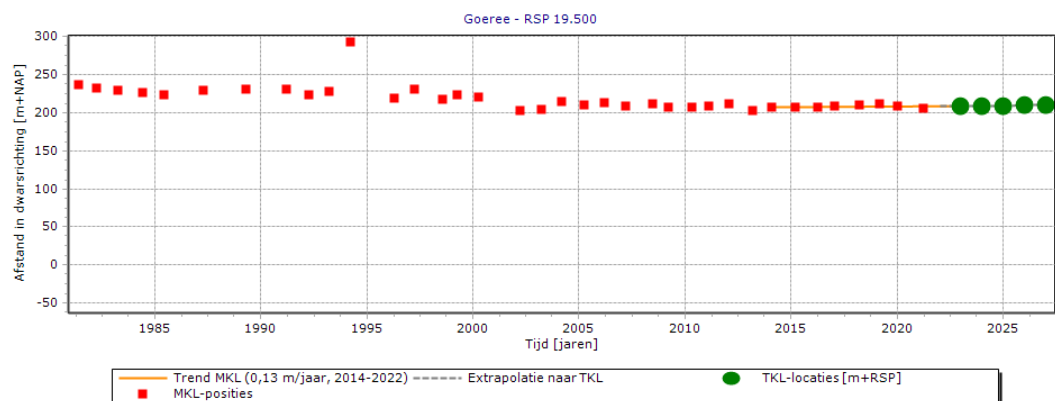
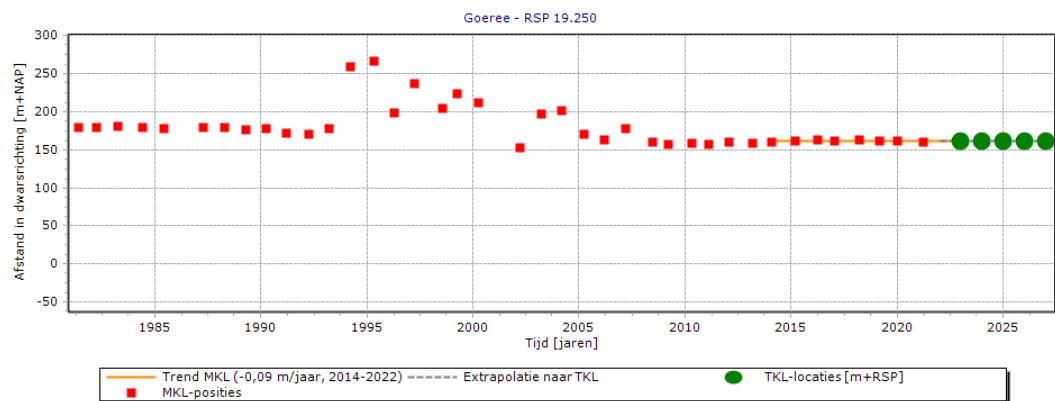
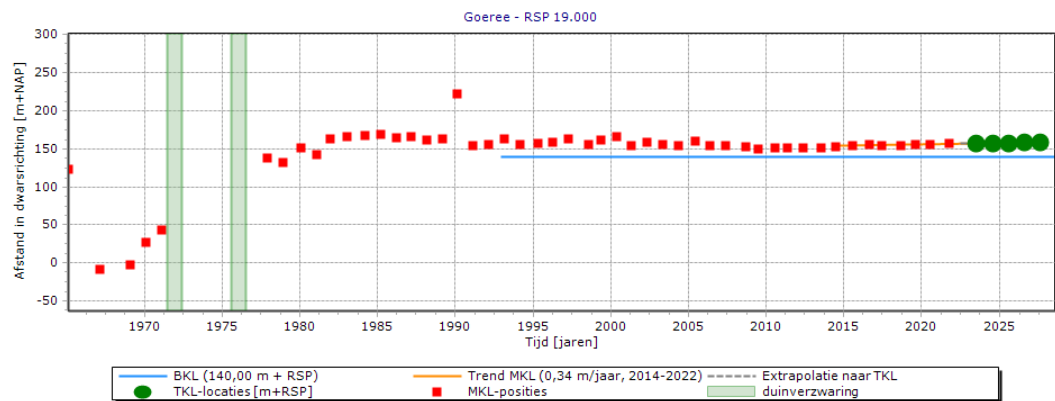
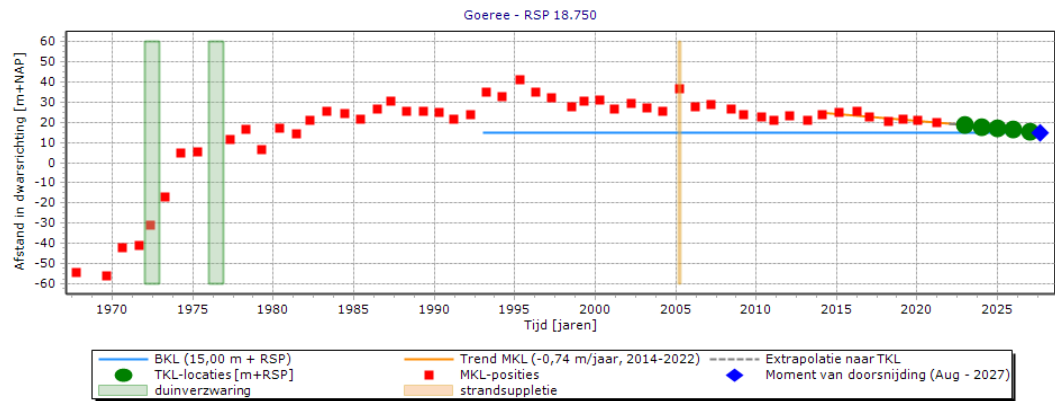
De dwarsprofielen van raaien 1925 en 1950 tussen 1974 en 2020 zijn weergegeven in Figuur 4-32. Hoewel de eerste duinenrij in beide profielen sinds 1974 wat ontwikkelingen hebben doorgemaakt, zijn ze sinds 2008 vrij stabiel. Beide profielen hebben een relatief ondiepe, lange vooroever tot maximaal -4.5 m+NAP. Voor raai 1950 is een lichte landwaartse verplaatsing van het duinfront en strandprofiel te zien, waar dit bij raai 1925 stabiel is. De MKL-trends voor de naastgelegen raaien 1875 en 1900 zijn zeer stabiel vanaf 1985 (Figuur 4-34 en Figuur 4-33). Ook de MKL-trends voor de raaien 1925 en 1950 laten een zeer stabiel beeld zien vanaf 2008.



Figuur 4-32 Ontwikkeling van het dwarsprofiel van raai 1925 (boven) en 1950 (onder) over de periode 1990-2020. Bron: Witteveen+Bos (2021)



Figuur 4-33 Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de laatste 10 jaar. De MKL positie is berekend op basis van de rekenschijf beoordeling 1-1-2021.



Figuur 4-34 Ontwikkeling van de MKL en TKL (en indien aanwezig BKL) voor raaien 1875 en 1900, 1925 en 1950.



#### 4.4.4 Suppletiegeschiedenis

Er zijn voornamelijk geen suppleties geplaatst in de raaien 1925 en 1950. Wel zijn er enkele suppleties geplaatst in de nabijgelegen raaien op Goeree.

Locatie	Datum	BeginRaai	EindRaai	Lengte	Type	Volume (situ)
Westhoofd-Brouwersdam	1972	18.75	19.00	250	duinverzwaring	100.000
Westhoofd	1976	18.50	19.00	500	duinverzwaring	50.000
Westhoofd	2005	15.50	18.75	3250	strandsuppletie	1.000.552
<b>TOTAAL</b>						<b>1.150.552</b>

#### 4.4.5 Aandachtspunten

##### Bestuurlijke afspraken

Geen

##### Lokale bijzonderheden

Deze raaien liggen ten noorden van de harde kustverdediging van de Brouwersdam.



Figuur 4-35 Functiekaart Brouwersdam Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

##### Waterveiligheid

Er zijn geen aanwijzingen dat de waterveiligheid hier direct in het geding is. De legger voor de primaire waterkering ligt ruim landwaarts, zie de rode lijn in Figuur 4-31.

#### 4.4.6 Technisch voorstel BKL

##### 4.4.6.1 Uitgangspunten ontwerp en aannamen BKL-voorstel

In Witteveen+Bos (2021) is een voorstel voor een nieuw te definiëren BKL bij raaien 1925 en 1950 gemaakt, deze is in

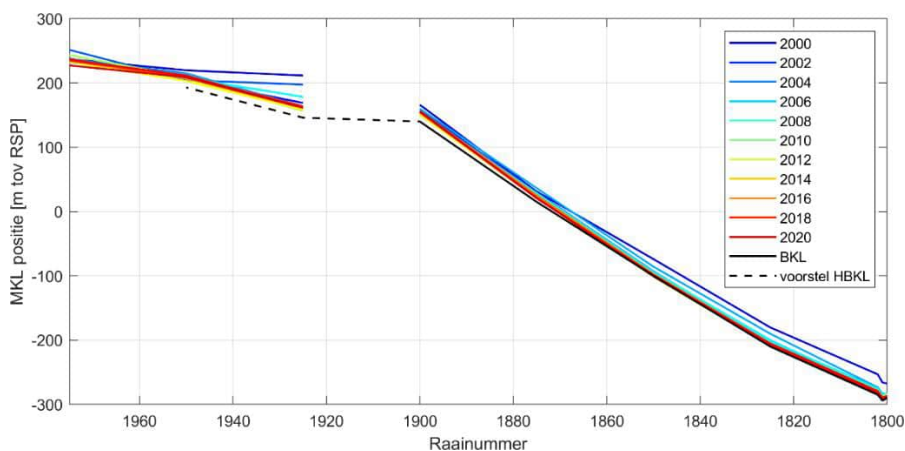
Tabel 3-4 Tabel 4-4 weergegeven en gevisualiseerd in Figuur 4-36 en Figuur 4-37. De uitgangspunten en aannamen voor het BKL-voorstel uit Witteveen+Bos (2021) worden in deze paragraaf samengevat.

De in sectie 4.2.3 beschreven morfodynamiek rondom de betreffende raaien van de Brouwersdam toont een zeer stabiel beeld. Dit beeld komt overeen met de algemene conclusie van Witteveen+Bos (2021), waarin wordt gesteld dat er weinig morfologische veranderingen plaatsvinden tussen raaien 1880 en 1950, en dat dit voornamelijk aanzanding betreft. Voor de vaststelling van een nieuwe BKL is onderzocht wat het minimaal te handhaven profiel zou zijn om alle functies te vervullen die de Brouwersdam bedient. Dit is in de eerste plaats een waterveiligheidsfunctie, maar andere functies zijn het faciliteren van de natuurcompensatie van de Blankenburgverbinding en toegang verlenen tot de Brouwersdam via de weg 'Brouwersdam' (de weg parallel aan de N57).

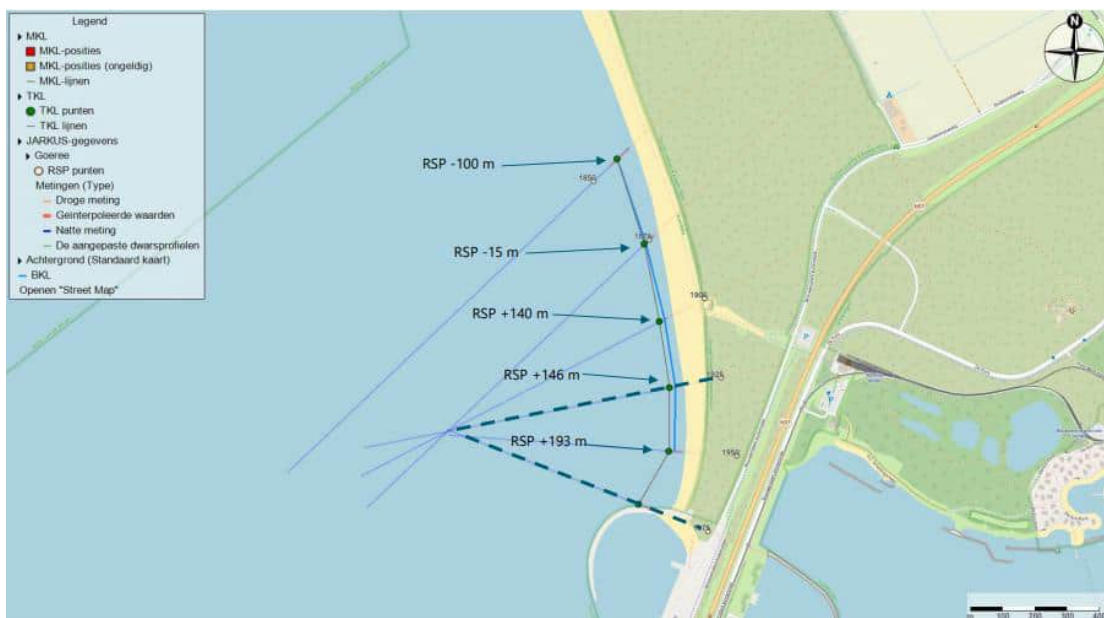
Resultaten laten zien dat zowel in huidige als toekomstige scenario's (met zeespiegelstijging) ruim voldoende zandvolume aanwezig is in relatie tot de waterveiligheid. Daarom zijn de overige functies leidend voor de bepaling van het minimale profiel. Voor raaien 1925 en 1950 wordt geadviseerd de BKL te baseren op de meest landwaartse kustlijnligging van de afgelopen 10 jaar (inclusief 10 m extra marge landwaarts). Hiervoor is gekozen vanwege de stabiele kustligging en de afwezigheid van een landwaartse trend in de kustlijn.

Tabel 4-4 Voorstel voor een BKL-ligging op basis bij raaien 1925 en 1950 bij de Brouwersdam, op basis van het voorstel van Witteveen+Bos (2021).

Raaien	Positie MKL (beoordeling 1-1-2021) [m]	Voorstel BKL [m]	Verschil [m]
1925	RSP + 161 m	RSP + 146 m	-15
1950	RSP + 209 m	RSP + 193 m	-16



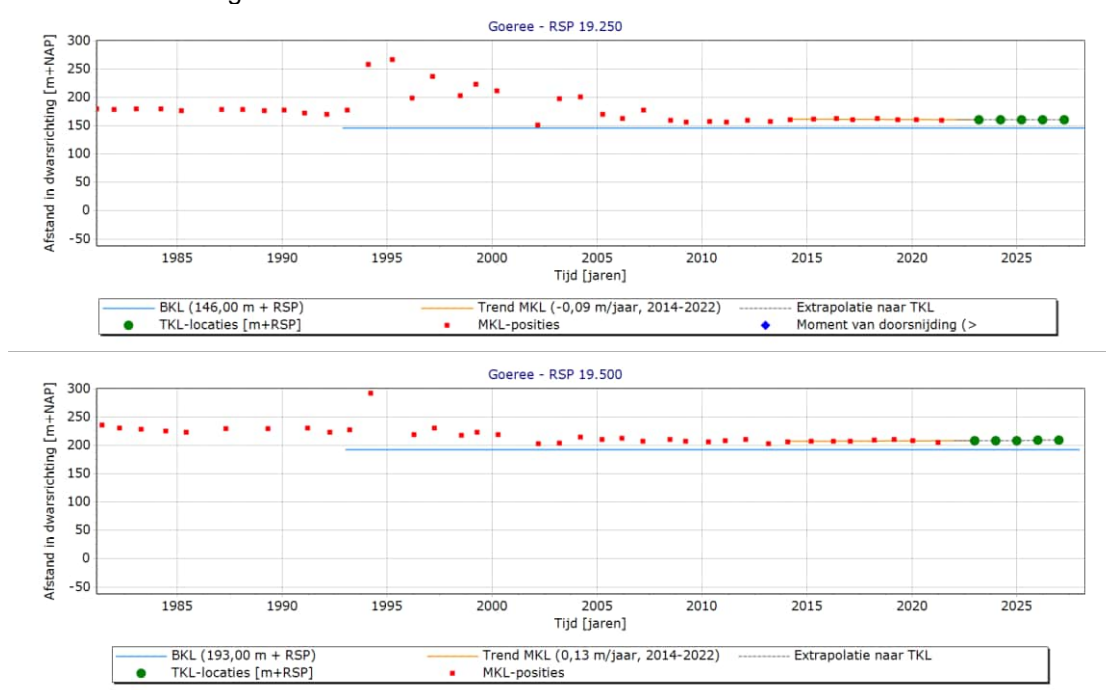
Figuur 4-36 Ontwikkeling van de MKL-positie ten opzichte van RSP over de periode 2000 tot 2020. De huidige BKL ligging is weergegeven in de zwarte doorgetrokken lijn en het voorstel voor de BKL herziening met de zwarte stippellijn.



Figuur 4-37 Overzicht kustlijnontwikkeling Brouwersdam (TKL - groene punten) met daarin de voorgestelde BKL (blauw). Bron: Witteveen+Bos (2021)

#### 4.4.6.2 Effect op kustonderhoud

De voorgestelde BKL voor raaien 1925 en 1950 ligt op een vergelijkbare afstand van de huidige MKL als in naastgelegen raai 1900 (Figuur 4-34 en Figuur 4-38). Ook is de TKL-trend voor raaien 1925 en 1950 nagenoeg stabiel (respectievelijk  $-0.09$  en  $+0.13$  m/jaar, Figuur 4-38). Hierdoor worden geen nieuwe sturende raaien toegevoegd aan het kustonderhoud in dit gebied. Er wordt dus geen onderhoudsinspanning verwacht op korte termijn ( $\sim 5$  jaar) die door deze raaien wordt geïnitieerd.



Figuur 4-38 MKL-posities en TKL-locaties voor raaien 1925 en 1950 bij de Brouwersdam. De voorgestelde nieuwe BKL-ligging is toegevoegd.

#### 4.4.6.3 Effect op functies

De voorgestelde BKL borgt zowel de waterveiligheid als de andere functies waaronder; 1) de natuurcompensatie Blankenburgverbinding, en 2) de weg 'Brouwersdam' (de weg parallel aan de N57, zie Figuur 4-32) dat toegang verleend tot de Brouwersdam. Door middel van het vaststellen van een nieuwe BKL voor deze twee raaien, wordt structurele erosie van de eerste duinenrij en strand tijdig gesignaleerd.

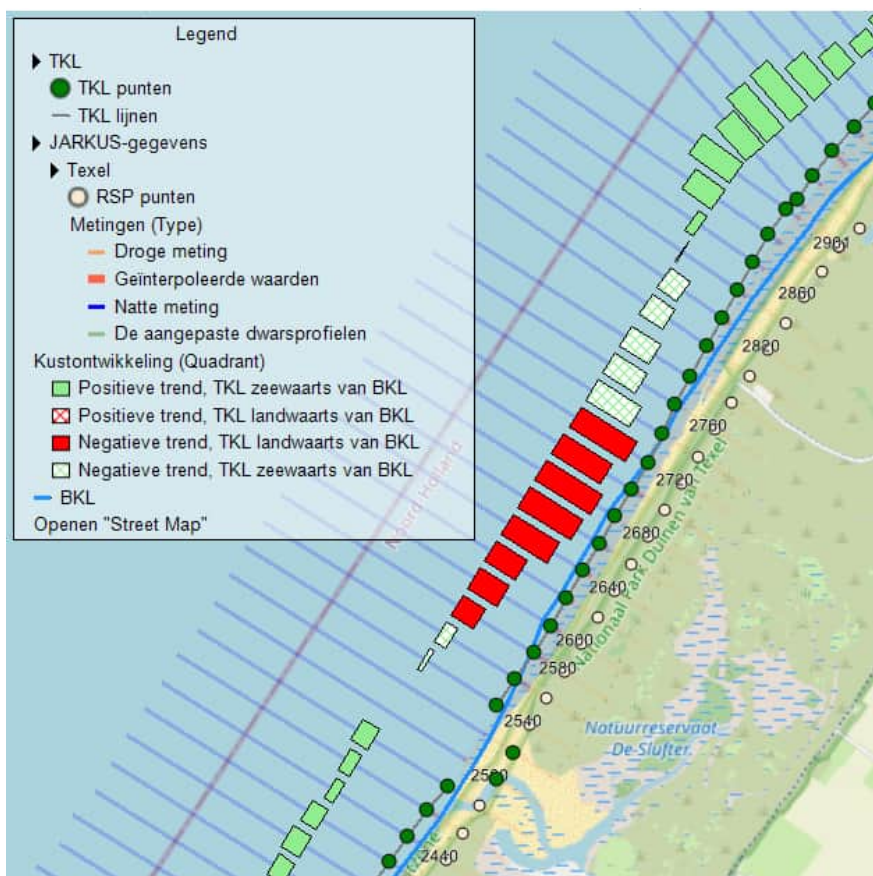
## 5 Wensen voor ander kustgebruik: dynamisering van de kust t.b.v. natuurontwikkeling

### 5.1 Texel Noordwest (raaien 2520 – 2800)

#### 5.1.1 Inleiding

De erosie bij Texel Noordwest is structureel van aard, bij raai 2520-2800. Het gebiedsproces Kust van Texel, dat in september 2020 door de gemeente Texel is geïnitieerd, moet leiden tot dynamisering van het kustgebied en op nog nader te bepalen locaties een verbeterde verbinding tussen het duingebied en het strand/zee (doorstuiving). Om op deze locatie meer dynamiek toe te staan zou de BKL landwaarts kunnen worden verlegd. Er wordt voorgesteld om in het huidige HBKL (Herziening BKL) traject het effect van een dergelijke landwaartse verlegging technisch door te rekenen.

In deze factsheet wordt bekeken of er een BKL-verplaatsing ten noorden van de sluftermonding (raaien 2520-2820) mogelijk is waarmee de kustzone onderhouden kan worden met alleen vooroeversuppleties. Er wordt in kaart gebracht wat het effect is van een landwaartse BKL-verplaatsing van 20, 50, 100 en 200 m over het hele traject van raai 2520-2820. Meer specifiek wordt er bekeken wat de BKL-verplaatsing betekent voor het kustonderhoud, de morfologie van het strand en duinen, de aanwezige functies en de Slufter monding.



Figuur 5-1 Kustlijnkkaart Texel Noordwest, kustlijnbeoordeling 1-1-2022.

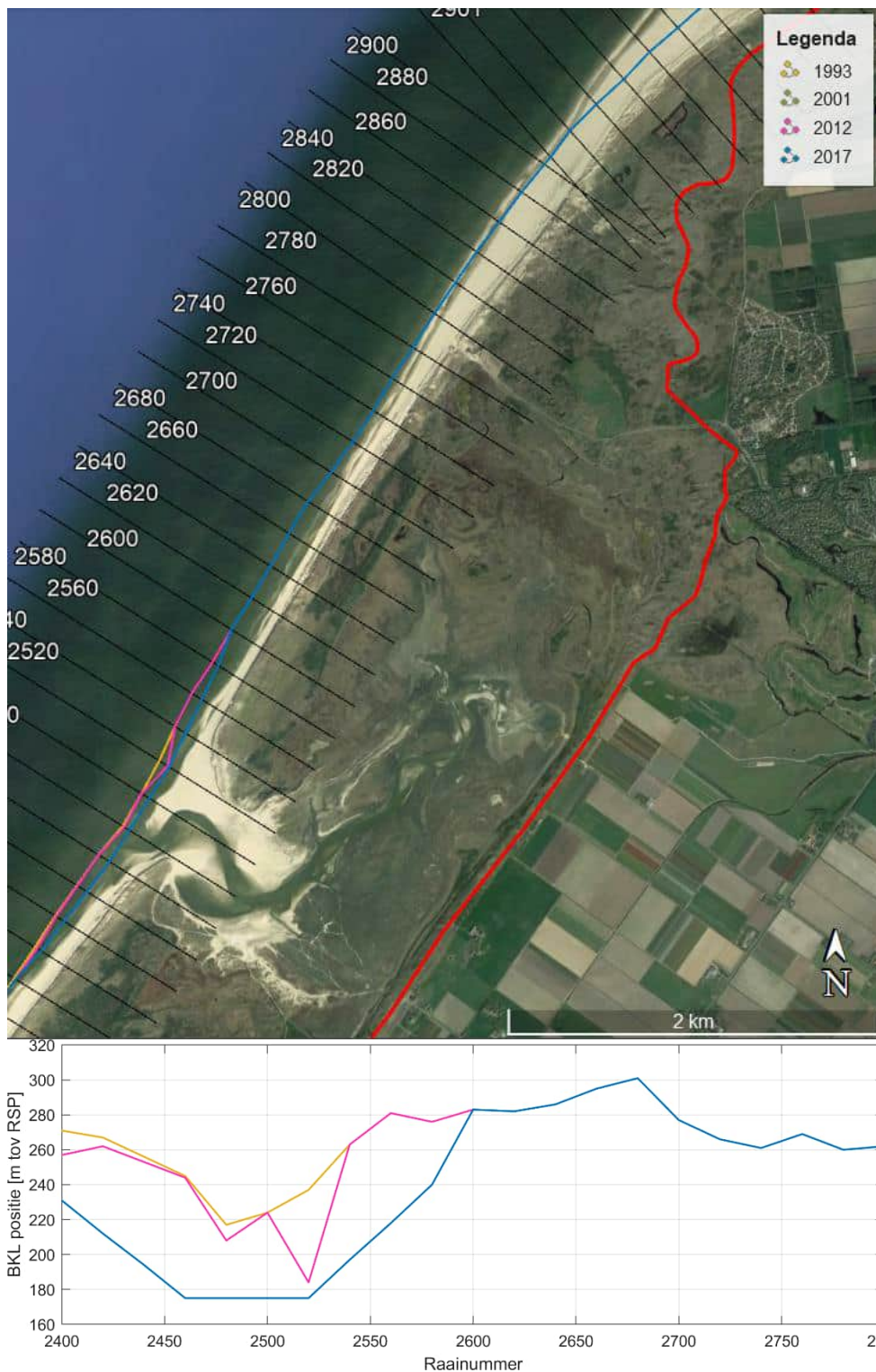
### 5.1.2 Vaststelling Basiskustlijn

In Figuur 5-2 zijn de vigerende (2017) en oude (1990, 1992, 2001 en 2012) BKL-liggingen voor Texel Noordwest weergegeven. Sinds 1990 is de BKL-ligging niet meer herzien vanaf raai 2600 richting het noorden.

In 1991 heeft Rijkswaterstaat voorgesteld om de Basiskustlijn niet landwaarts of zeewaarts vast te stellen ten opzichte van de trend 1980-1989 (Hillen et al., 1991). Het Provinciaal Overlegorgaan Kust (POK) gaat akkoord met het voorstel van Rijkswaterstaat (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993). In 2001 is een evaluatie van de Basiskustlijn uitgevoerd (Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003). Hierin staat het volgende voorstel van het POK:

*Door het POK is een technische en bestuurlijke evaluatie van de Basiskustlijn uitgevoerd. De trendperiode is aangepast (was voorheen onjuist). Daarnaast was onvoldoende ingespeeld op lange termijn processen en fluctuaties. Ten slotte is er in de nieuwe berekeningen rekening gehouden met de nieuwste hydraulische randvoorwaarden. Het technische advies luidt een meest landwaartse verplaatsing van de Basiskustlijn (toestaan dynamiek ten bate van natuur). Ook hier zijn de nieuwe basispeilen lager en op locaties waar voorheen ten bate van de veiligheid de Basiskustlijn zeewaarts was verplaatst, kan die nu landwaarts verplaatst worden. Voor Texel NW leidt dit niet tot aanpassing van de Basiskustlijn.*

In 2012 en 2017 is overwogen om de BKL terug te leggen of los te laten, aangezien de kust dan waarschijnlijk naar een nieuwe evenwichtspositie zal trekken door aanleg van de Eierlandse Dam in 1995. Het ministerie heeft besloten dat de BKL in 2012 nog niet wordt aangepast, vanwege onduidelijkheid over de verwachte nieuwe evenwichtsligging van de kust. In 2017 is de BKL landwaarts verplaatst tussen raaien 2400-2580, zodat de BKL in de komende jaren niet wordt overschreden. Dit is het gebied ter hoogte van de Slufter, hier wordt echter in principe geen zand gesuppleerd om te voorkomen dat de monding van de Slufter versneld verzandt. Ook uit natuuroverwegingen is het hier gewenst zoveel mogelijk ruimte te geven aan natuurlijke processen en zo min mogelijk zand te suppleren. Door de BKL hier landwaarts te verleggen, krijgt de BKL weer een duidelijke signaalfunctie (Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018).



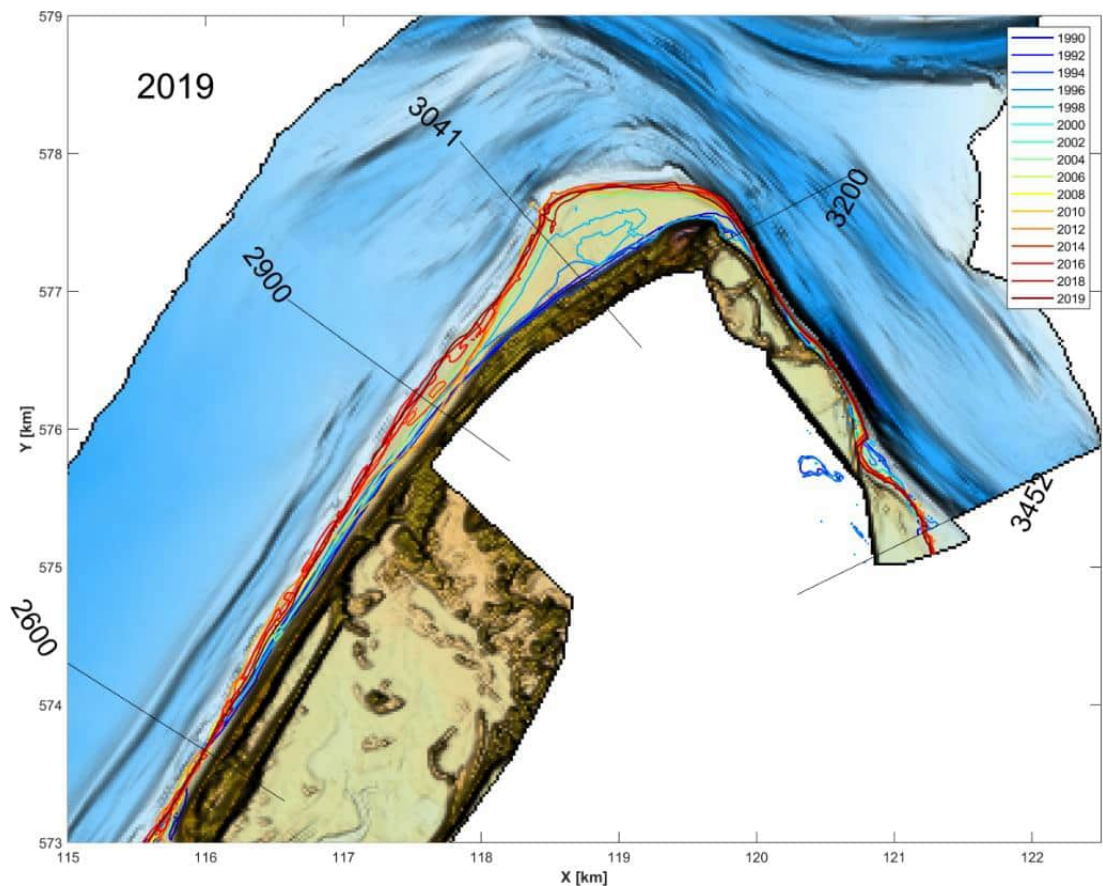
Figuur 5-2 – BKL-positie voor Texel Noordwest bij raaien 2400 tot 2800, weergegeven op een satellietfoto (boven) en ten opzichte van RSP (onder). De locatie van de primaire waterkering is weergegeven met de rode lijn in de satellietfoto.

### 5.1.3 Morfodynamiek

Het gebied tussen de Slufter en het aanzandingsgebied van de Eierlandse Dam (raai 2600 – 2900) wordt gekarakteriseerd door de aanwezigheid van over het algemeen twee banken (Figuur 5-3). Tot 1980 was er in dit gebied sprake van een erosieve trend in de kustlijn, waarna er vanaf 1979 regelmatig suppleties (vooroever en strand) zijn uitgevoerd (Figuur 5-4). Tussen

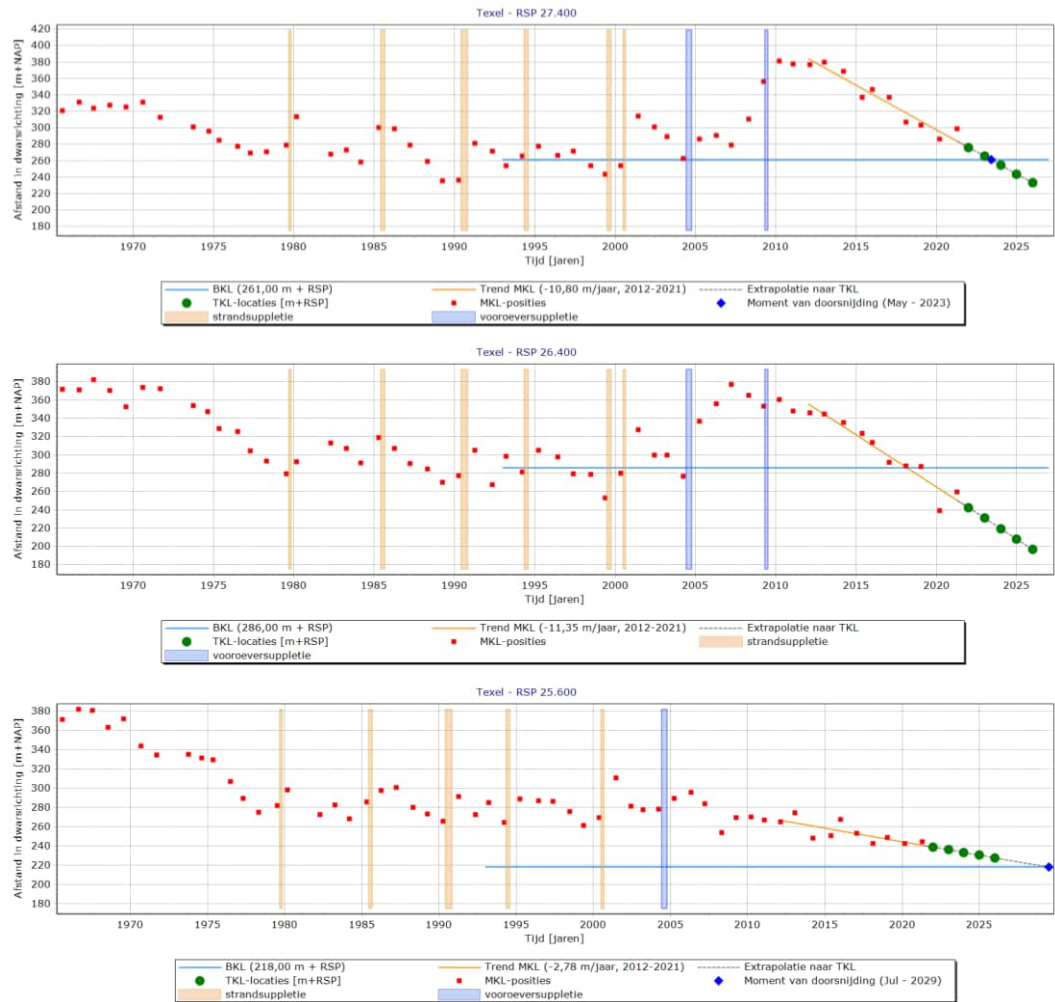
2005 en 2011 is er een sterke zeewaartse verplaatsing van de MKL te zien, de vooroeveroppleties van 2004 en 2009 vallen hier binnen de MKL-rekenschijf. De laatste suppletie in dit gebied ten noorden van de Slufter was de vooroeveroppletie in 2009, en vanaf deze periode is er een landwaartse trend in de MKL-positie te zien tot raai 2800 over de laatste 10 jaar (Figuur 5-5). Uit analyse van de twee vooroeveroppleties volgt dat deze een sterke noordwaartse verplaatsing vertonen na aanleg (Vermaas, 2018). Hierdoor is het effect op de MKL positie pas ca. 1 km ten noorden van de zuidelijkste positie van de suppletie zichtbaar.

In het dwarsprofiel van één van de meest erosieve raaien (raai 2640, Figuur 5-6) is te zien dat de twee zandbanken veel dynamiek vertonen na aanleg van de vooroeveroppleties, maar in de laatste jaren uitdoven. Daarnaast is er terugtrekking van het profiel in de strandzone, (en dus volume in de MKL-rekenschijf) en een toename in de hoogte van de eerste duinenrij te zien sinds 1990. Dit is het geval voor alle raaien tussen 2580 en 2800.

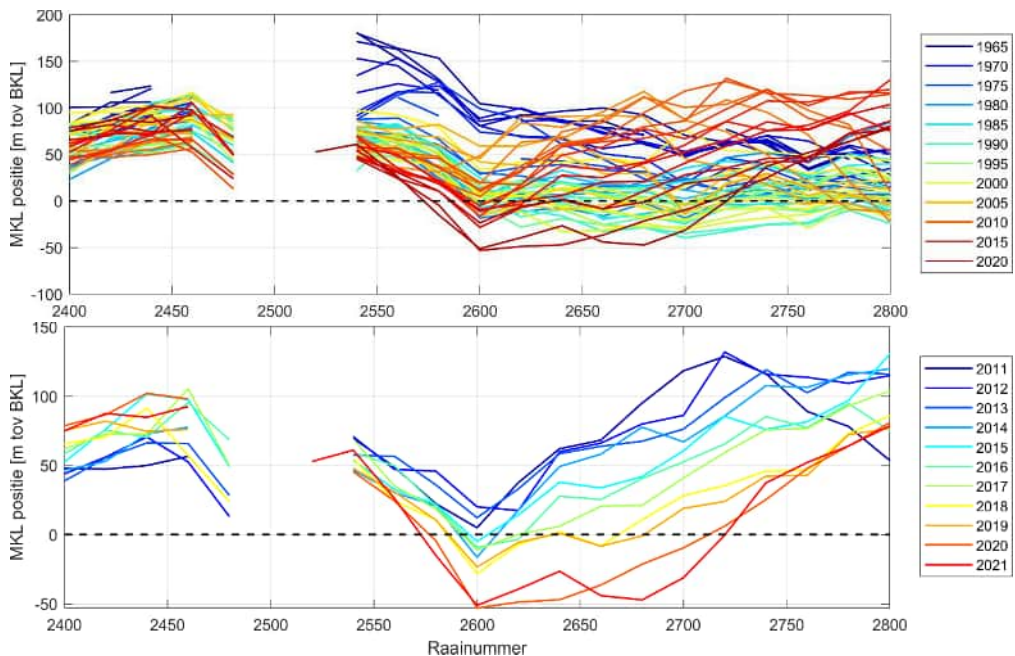


Figuur 5-3 - Ontwikkeling van de 0m contourlijn tussen 1990 en 2019 op basis van de gegridde Jarkus metingen.

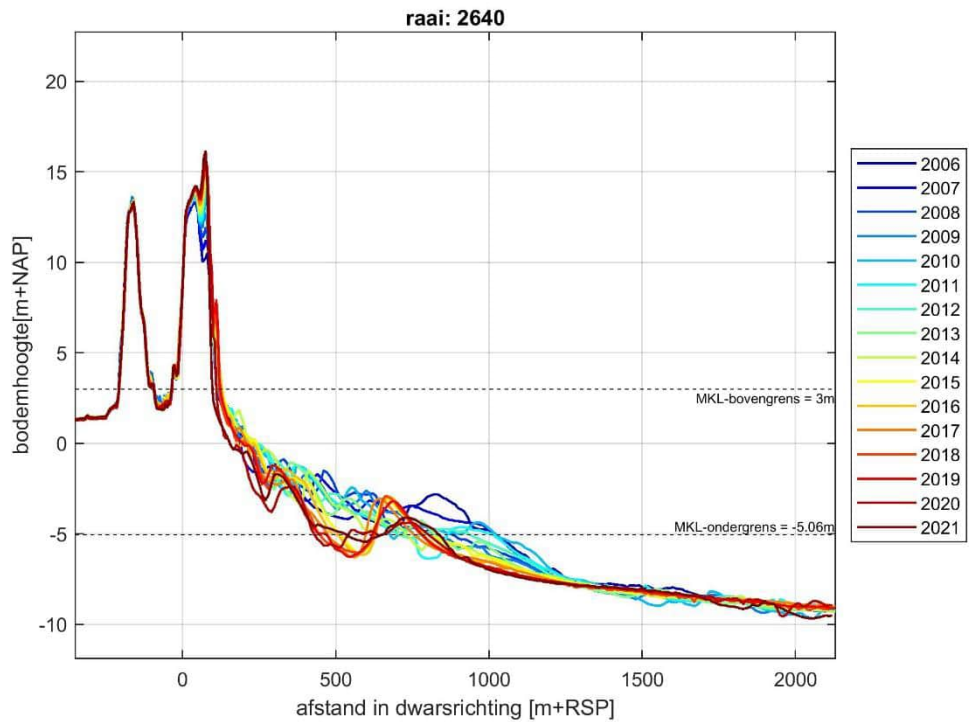




Figuur 5-4 - Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Texel Noordwest, raaien 2740, 2640 en 2540.



Figuur 5-5 – Ontwikkeling MKL positie t.o.v. de 2017 BKL (zwarte stippellijn) over de periode 1965 tot 2021 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschrift beoordeling 1-1-2022.



Figuur 5-6 – Dwarsprofiel Texel raai 2640

#### 5.1.4 Suppletiegeschiedenis

Bij Texel Noordwest wordt er regelmatig gesuppleerd, elke 3-5 jaar is er een vooroever- of strandsuppletie geplaatst. Sinds 1979 is er in totaal 17 miljoen m<sup>3</sup> geplaatst (5,2 miljoen m<sup>3</sup>/m kustlans). De laatste (vooroever)suppletie net ten noorden van de Slufter is aangelegd in 2009.

Locatie	Datum	Begin raai	Eind raai	Type	Volume (situ) [1000 m3]	Volume [m3/m]
Eierland	1979	2560	3120	strand	3091	552
Eierland	1985	2540	3040	strand	2850	570
Eierland	1990	2560	3061	strand	2545	508
Eierland	1994	2540	2820	strand	1330	475
Eierland	1995	2820	2960	strand	811	579
Eierland	1999	2600	2860	strand	1219	469
Westkust (Eierland)	2000	2550	2780	strand	883	384
Eierland	2004	2520	2780	vooroever	2402	924
Eierlandse dam	2009	2600	2880	vooroever	1305	466
Eierlandse dam	2012	2780	3001	strand	701	317
Texel Noord	2022-2023	2520	2800	vooroever	1500	534
<b>TOTAAL</b>					<b>17.137</b>	<b>5.244</b>

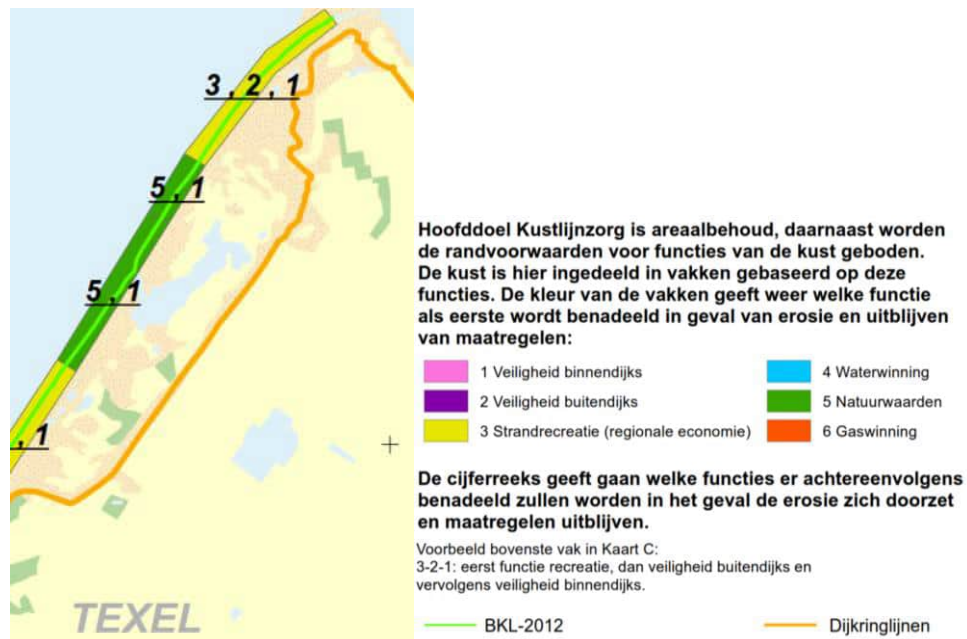
#### 5.1.5 Aandachtspunten

##### Bestuurlijke afspraken

Niet aanwezig

### Lokale bijzonderheden

Het betreft een Natura2000 gebied en een Ecologische Hoofdstructuur. Direct landwaarts van de zeereep ligt het natuurgebied van de Slufter.



Figuur 5-7 – Functiekaart Texel Noordwest. Bron: Ministerie van Infrastructuur en Milieu (2014)

### Waterveiligheid

Waterveiligheid vormt geen risico, de legger voor de primaire waterkering ligt ruim landwaarts (rode lijn in Figuur 5-2).

#### 5.1.6 Technisch voorstel BKL

In de volgende paragrafen wordt in kaart gebracht wat het effect is van een landwaartse BKL-verplaatsing van 20, 50, 100 en 200 m over het hele traject van raai 2520-2820. Meer specifiek wordt er bekeken wat de BKL-verplaatsing betekent voor het kustonderhoud, de morfologie van het strand en duinen, de aanwezige functies en de Slufter monding.

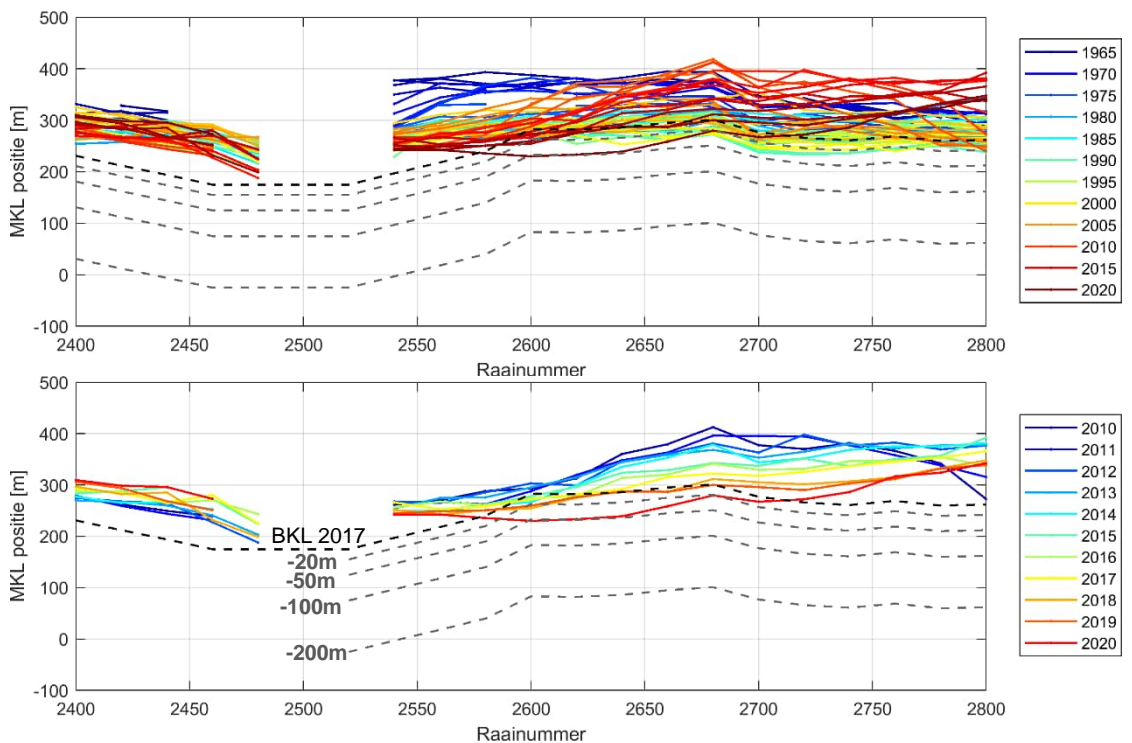
##### 5.1.6.1 Effect op kustonderhoud

In Figuur 5-8 is voor de raaien 2520-2820 weergegeven waar de huidige BKL ligt en hoe de MKL-locatie is verplaatst ten opzichte van RSP over de afgelopen 10 jaar. Daarnaast is weergegeven waar de BKL komt te liggen bij een verplaatsing van 20, 50, 100 en 200 m. Hierin is te zien dat de MKL landwaarts migreert (met uitzondering van de zee­waartse verplaatsing bij de raaien 2780-3001 door de strandsuppletie in 2012). Met de huidige ligging van de BKL wordt deze reeds voor een aantal raaien overschreden. Pas bij een landwaartse verplaatsing van de BKL van 100 m ligt de MKL zee­waarts van de BKL voor alle raaien.

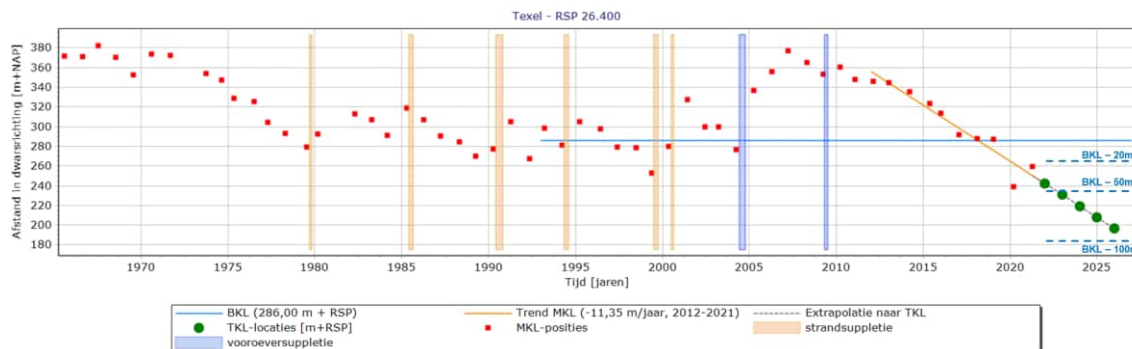
Echter, hoewel dit op korte termijn resulteert in minder kustonderhoud, zal door teruglegging van de BKL op Texel NW de kust zich verder terugtrekken. Dit wordt ondersteund door Figuur 5-9, waarin de kustlijnontwikkeling sinds 1965 voor raai 2640 is weergegeven. Sinds 1970 is, onderbroken door de zandsuppleties, een duidelijke lineaire trend van kusterosie (gemiddeld -10 m/jaar) te zien. Bij een BKL-verlegging van 20-50m zal deze trend op korte termijn waarschijnlijk niet veranderen. Bij een BKL verlegging van 100-200 m, zal de kustlijn er waarschijnlijk anders uitzien. In Figuur 5-10 is voor raai 2640 het profiel van 2021 200m landwaarts verplaatst, ter illustratie van de (hypothetische) situatie bij een BKL verplaatsing van -200m. Hieruit volgt dat de hele eerste duinenrij zou verdwijnen, waaruit dan veel zand

vrijkomt dat de erosie mogelijk zal vertragen. Daarnaast zullen er mogelijk effecten op de naastgelegen stukken kust ontstaan, hier zal mogelijk intensiever moeten worden gesuppleerd. Het wordt ook geadviseerd om bij het overwegen van een verlegging van de BKL van 100-200m een meer uitgebreid onderzoek naar de effecten ervan uit te voeren.

Naast de erosieve trend van de kustlijn is ook het effect van de suppleties goed terug te zien in Figuur 5-9. Sinds 2004 is de kustlijn ten Noorden van de Slufter onderhouden met vooroever-suppleties. De vooroever-suppletie van 2004 heeft meer effect gehad op de MKL-locatie dan de vooroever-suppletie in 2009. Dit verschil is gerelateerd aan de gesuppleerde volumes (924 t.o.v. 466 m<sup>3</sup>/m). Uit analyse volgt dat de twee vooroever-suppleties een sterke noordwaartse verplaatsing vertonen na aanleg (Vermaas, 2018). Het is de verwachting dat een toekomstige suppletie hetzelfde gedrag zal vertonen, ook bij een meer landwaarts gelegen BKL. De geplande (in 2022-2023) vooroever-suppletie kan gebruikt worden om te verifiëren of de huidige BKL onderhoudbaar blijkt voor alle raaien.



Figuur 5-8 - Ontwikkeling MKL positie t.o.v. RSP over de periode 1965 tot 2020 (boven) en de laatste 10 jaar (onder). De vingerende BKL (zwarte stippellijn) en de voorgestelde BKL-verleggingen (grijze stippellijnen). De MKL positie is berekend op basis van de rekenschip beoordeling 1-1-2020.



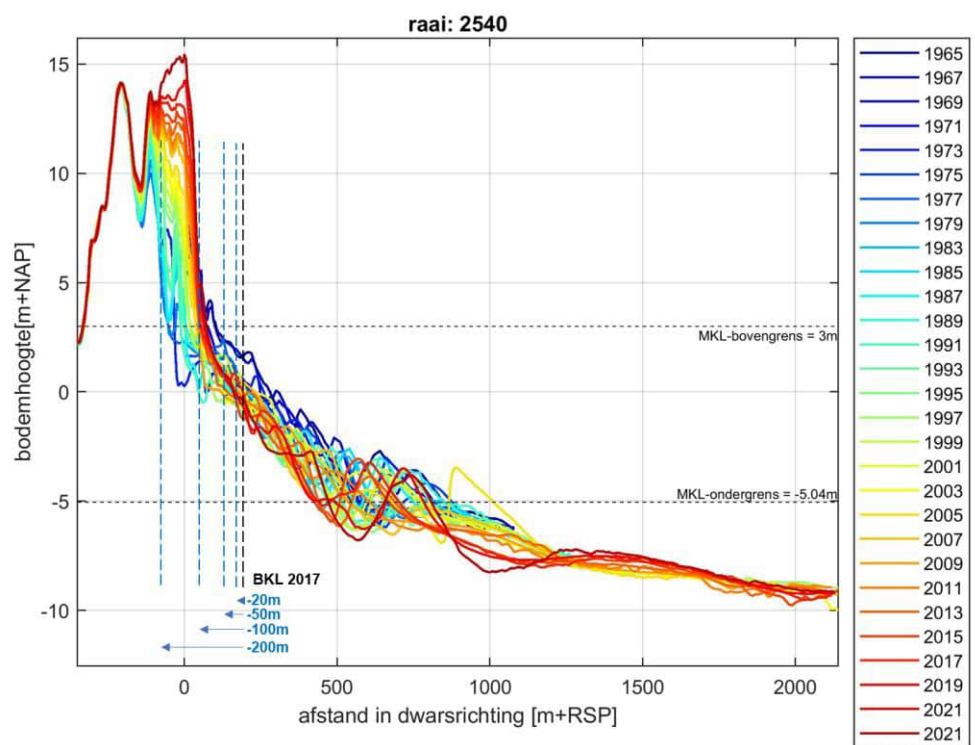
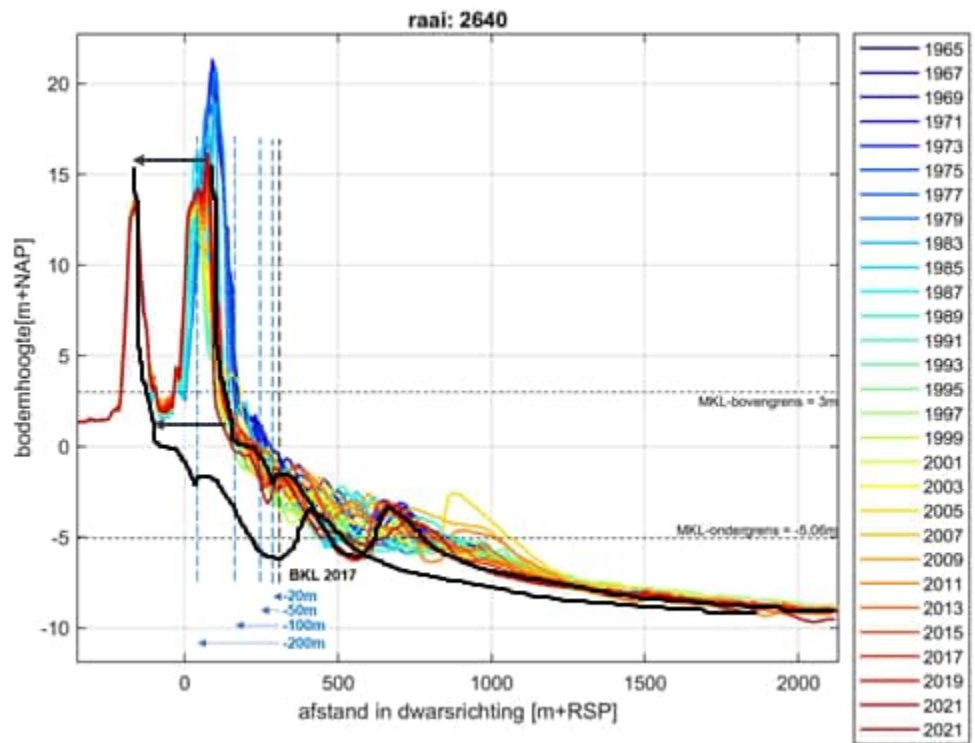
Figuur 5-9 - Ontwikkeling van de MKL, TKL en BKL voor Texel Noordwest, raai 2640. De positie van de voorgestelde BKL verplaatsingen van -20m, -50m en -100m zijn aangegeven in blauw.

### 5.1.6.2 Effect op functies

Volgens de functiekaart uit Figuur 5-7 is de kustlijn ten noorden van de sluffermonding (raaien 2520-2820) met name belangrijk voor natuurwaarden en binnendijkse veiligheid. Een verlegging van de Basiskustlijn in die raaien in combinatie met het onderhouden van de kustzone met vooroeversuppleties is mogelijk. Een verlegging van -20m of -50m zal naar verwachting ook geen negatieve effecten hebben voor de veiligheid. Er is ruim voldoende zand aanwezig en zelfs zonder het voorliggend duin is de achterliggende dijk rondom de Slufter vallei sterk genoeg.

In Figuur 5-10 is de positie van de huidige BKL en de voorgestelde verleggingen weergegeven in twee dwarsprofielen. Bij een verlegging van de BKL van -100m ligt de BKL ter hoogte van de duinvoet, en bij -200m zelfs achter de zeereep. Een BKL-verplaatsing van -100 of -200m zal waarschijnlijk zorgen voor significante morfologische verandering van de duin, met zelfs één of meerdere doorbraken. In Figuur 5-10 is voor raai 2640 het profiel van 2021 200m landwaarts verplaatst, ter illustratie van de (hypothetische) situatie bij een BKL verplaatsing van -200m. Hieruit volgt dat de hele eerste duinenrij zou verdwijnen. Op de bodemkaart in Figuur 5-3 is te zien dat er bij raai 2640 nog een tweede duinenrij aanwezig is, maar meer ten noorden hiervan niet. Een BKL-verplaatsing van 100 of 200m zal zorgen voor een significante verandering van de kustlijn rondom de Slufter, en daarom effect hebben op de functies waterveiligheid, natuur en recreatie. Het wordt ook geadviseerd om bij het overwegen van een verlegging van de BKL van 100-200m een meer uitgebreid onderzoek naar de effecten ervan uit te voeren.

In Figuur 5-11 is tot slot een bovenaanzicht weergegeven van de huidige BKL-locatie en de voorgestelde verleggingen van de BKL. Zonder aanbrengen van suppleties zal door de structurele erosie de strandbreedte afnemen. Hierdoor kan de doorgang over het strand tijdens hoogwater niet langer worden gegarandeerd.



Figuur 5-10 – dwarsprofielen Texel raaien 2640 en 2540. De huidige BKL (zwarte stippellijn) en de positie van de voorgestelde BKL verplaatsingen van -20m, -50m, -100m, en -200m (blauwe stippellijnen) zijn aangegeven.



Figuur 5-11 Bovenaanzicht van de huidige BKL-locatie (roze-lijn) en de voorgestelde liggingen (in zwart).

## 6 Corrigeren van de rekenschijf van de Momentane Kustlijn als gevolg van zeespiegelstijging

### 6.1 Inleiding

Bij de vaststelling van het beleid van 'dynamisch handhaven' van de kustlijn is afgesproken om de achteruitgang van de kustlijn, waar mogelijk, te bestrijden door middel van zandsuppleties. De in 1990 ontwikkelde rekenmethode toetst de kust aan een basiswaarde, de basiskustlijn (BKL). Daarbij werd aangegeven dat de rekenschijf, de verticale begrenzing die gebruikt wordt voor de bepaling van de momentane kustlijn (MKL) en toekomstige kustlijn (TKL), te zijner tijd aangepast moet worden aan de zeespiegelstijging.

Een aanpassing van de MKL-rekenschijf is tot op heden niet doorgevoerd. Zeespiegelstijging kan effect hebben op de MKL-positie door het omhoog verplaatsen van de rekenschijf (het directe effect), maar ook effect hebben op het volume zand in de BKL-schijf door veranderingen in de zandtransporten (het indirecte effect) (Rijkswaterstaat, 2001). In 2016 is het (directe) effect van zeespiegelstijging op de MKL-berekeningen onderzocht voor het suppletieprogramma 2016-2019 (Rijkswaterstaat, 2016), en wordt geconcludeerd dat het meenemen van zeespiegelstijging in de berekening van de MKL geen directe gevolgen heeft voor het suppletiebeleid. Om in de toekomst echter tijdig te kunnen reageren en de signaleringsfunctie van de BKL intact te houden, wordt een aanpassing van de rekenkundige verticale begrenzing van de BKL aan de zeespiegelstijging geadviseerd voor de herziening BKL 2023. De herziening kan het beste in werking treden tegelijkertijd met de start van een nieuw suppletieprogramma 2024-2027, om aanpassingen tijdens een lopend suppletieprogramma als gevolg van het meenemen van zeespiegelstijging in de rekenschijf uit te sluiten.

In dit hoofdstuk worden de effecten op het suppletiebeleid bepaald indien zeespiegelstijging wordt meegenomen in de rekenkundige verticale begrenzing van de BKL. Hierbij wordt dezelfde aanpak gevolgd als in Rijkswaterstaat (2016). De onderstaande vragen zullen worden gebruikt om de bevindingen te concretiseren voor zowel huidige als toekomstige suppletieprogramma's:

- Hoeveel raaien worden er overschreden wanneer de huidige rekenmethodiek wordt gevolgd, en hoeveel worden dat er indien zeespiegelstijging wordt meegenomen?
- Komen er extra locaties bij waar anders (nog) niet gesuppleerd zou hoeven worden?

### 6.2 Methodiek

#### **Algehele methodiek**

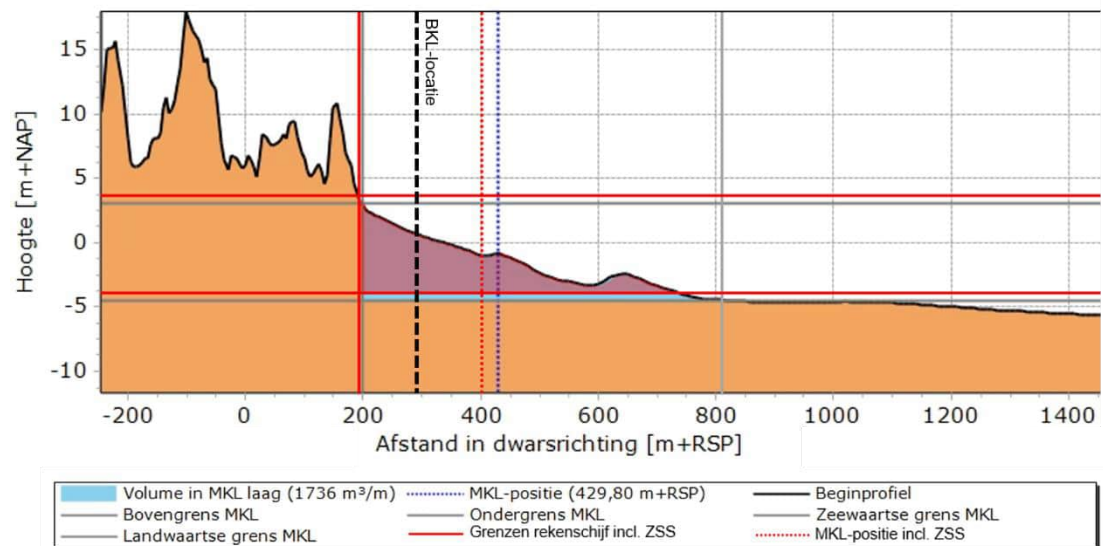
De resultaten van de kustlijntoetsing van 1-1-2022 worden gebruikt als uitgangspunt. De kustlijntoetsing van 1-1-2022 is vervolgens nogmaals uitgevoerd, maar dan met een rekenschijf waarbij de zeespiegelstijging is meegenomen. Door deze analyse uit te voeren voor de situaties mét en zonder zeespiegelstijging, wordt in kaart gebracht wat de consequenties zijn van het meenemen van zeespiegelstijging op het suppletieprogramma. Hierbij wordt zowel gekeken naar de implicaties op korte termijn (de termijn van een (fictief) suppletieprogramma, 2022-2025) als de implicaties voor toekomstige suppletieprogramma's (tot 2032). Voor de tweede onderzoeksvraag is het niet alleen belangrijk om het aantal overschreden raaien voor de verschillende termijnen in beeld te brengen, maar eveneens te kijken naar de locaties van de extra overschreden raaien.



## Zeespiegelstijging

Voor de zeespiegelstijging is de meest actuele waarde voor zeespiegelstijging benodigd. Uit Baart et al. (2021) volgt dat de gemiddelde (relatieve) zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust sinds 1993, 2.47 mm per jaar bedraagt. Hoewel deze waarde enigszins varieert langs de Nederlandse kust, is ervoor gekozen om een constante waarde te gebruiken voor de verschillende kustvakken. De huidige verticale begrenzing van de rekenschijf is in 1990 vastgesteld en wordt aangepast aan de zeespiegelstijging die in 2022 is opgetreden. Dit komt neer op een verhoging van bijna 8 cm ( $32 \text{ jaar} \cdot 2.47 \text{ mm} = 79.04 \text{ mm}$ ).

Voor de vaststelling van de rekenschijf inclusief zeespiegelstijging wordt niet gekeken naar de GLW-lijn of de duinvoet (zoals bij initiële bepaling van de rekenschijf), omdat voor een groot aantal raaien de begrenzing van de rekenschijf in de loop van de jaren op basis van bestuurlijke afspraken is herzien. In Figuur 6-1 is ter illustratie voor een profiel langs de Nederlandse kust met rode lijnen weergegeven hoe zeespiegelstijging wordt meegenomen in de vaststelling van de rekenschijf. Zowel de onder- als bovengrens van de rekenschijf worden met bijna 8 cm verhoogd, waardoor in ieder geval de landwaartse grens verandert. Ook bij een gelijkblijvend volume zal hierdoor de MKL-positie landwaartse verplaatsen. In tegenstelling tot de MKL-positie, verandert de positie van de BKL niet door zeespiegelstijging. De BKL beschrijft immers een minimaal benodigde positie voor de kustlijn ongeacht zeespiegelstijging.



Figuur 6-1 Voorbeeld van hoe de verticale begrenzing van de rekenschijf (horizontale grijze lijnen) verandert indien zeespiegelstijging wordt meegenomen (horizontale rode lijnen). Door de verandering van de verticale grenzen verschuift de MKL-positie, in dit geval, landwaarts (rode stippellijn). De positie van de BKL (zwart gestreepte lijn) verandert niet.

## Filteren van de raaien

Voor de analyse zijn alleen de raaien relevant die van invloed zijn op de suppletieprogrammering in de komende 10 jaar. De volgende raaien worden buiten beschouwing gelaten in de analyse:

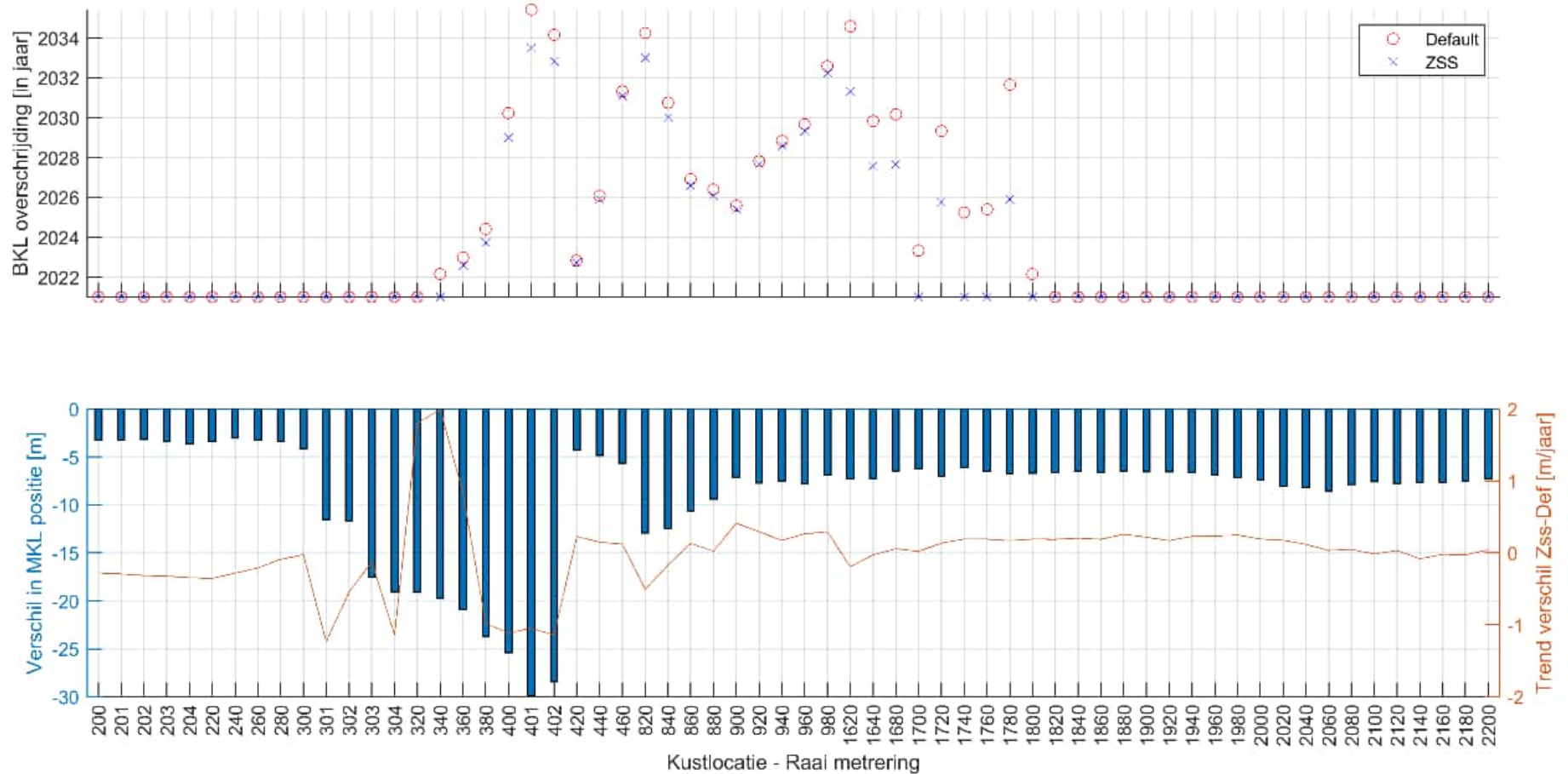
- De raaien waarvoor een positieve trend in de MKL is berekend, en de kust zich uitbouwt.
- Alle raaien waar de BKL overschreden wordt na 2032 (zowel in de huidige berekening als de berekening met zeespiegelstijging). Deze raaien vormen geen direct probleem, want ze hebben een zeer kleine erosieve trend en/of een MKL die nog ver zeewaarts ligt van de BKL. De aanname is dat er genoeg zand beschikbaar is om in de extra zandbehoefte te voorzien.

## 6.3 Resultaten

De resultaten zullen in twee stappen behandeld worden. Eerst zal het resultaat voor één voorbeeld kustvak (Ameland) worden toegelicht met meer detail. Daarna worden de resultaten gepresenteerd voor alle kustvakken samen, en een overzicht van de implicaties van zeespiegelstijging op de resultaten gekwantificeerd.

### **Resultaten voor het kustvak van Ameland**

In Figuur 6-2 (boven) is voor elke raai die overblijft na het filteren weergegeven in welk jaar de BKL wordt overschreden met de huidige rekenschijf (rode rondjes) en wanneer dit gecorrigeerd wordt voor zeespiegelstijging (blauwe kruisjes). Voor het kustvak Ameland worden per 01-01-2022 met de huidige rekenmethodiek reeds 35 raaien overschreden, en dit loopt op tot 40 wanneer zeespiegelstijging wordt meegenomen. Ook is te zien dat voor de raaien waar een BKL overschrijding verwacht wordt ná 2022, de BKL eerder wordt overschreden na correctie voor zeespiegelstijging (blauwe kruisjes verplaatsen naar beneden ten opzichte van de rode rondjes). De mate waarin dit verandert voor Ameland varieert tussen één maand en ~5 jaar.

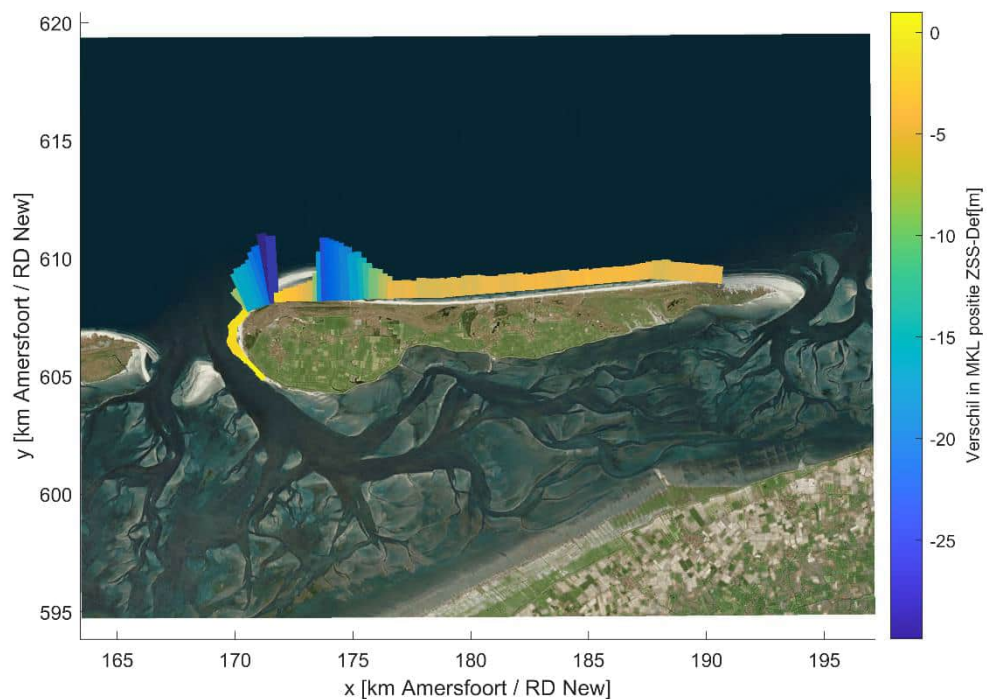


Figuur 6-2 De datum van de verwachte BKL-overschrijding per raai voor de huidige situatie (rode rondjes) en situatie met ZSS (blauwe kruisjes) in het bovenste paneel. In het onderste paneel wordt in blauw het verschil tussen de beide situaties in MKL-locatie (in 2021) weergegeven en in oranje het verschil in de trend. Voor vergrote weergave, zie Figuur A-2

Naast het moment van overschrijding van de BKL, is ook de absolute verandering van de MKL positie (in meters) en het verschil in de trend van de MKL (in m/jaar) weergegeven in Figuur 6-2 (onder). Het gemiddelde verschil in MKL-positie over alle raaien van het kustvak is ~9 meter, variërend tussen de -29,8 en -1,7 meter. In Figuur 6-3 is een ruimtelijke weergave weergegeven van dit verschil van de MKL-positie bij correctie voor zeespiegelstijging. Hierin is te zien dat de grootste landwaartse verplaatsing van de MKL door zeespiegelstijging rondom de Bornrif strandhaak plaatsvindt. Deze grote landwaartse verplaatsing wordt met name veroorzaakt door de aanwezigheid van een vlakke vooroever, waardoor een kleine verticale verschuiving van de rekenschijf in grote volumeverliezen resulteert. Vergelijkbare gevoeligheden zijn ook te zien voor de andere kustvakken bij aanwezigheid van zandbanken voor de kust.

Het verschil in de trend van de MKL (in m/jaar) (Figuur 6-2 onder), laat zien in hoeverre de MKL-trends veranderen door het meenemen van de zeespiegelstijging in de berekening. Er zijn veranderingen in de MKL-trends te zien, zowel positief als negatief. De verschillen zijn klein (minder dan 1 m/jaar) en gemiddeld over alle raaien rond de 0 m/jaar. Het opschuiven van de datum van BKL overschrijding kan dus met name worden toegeschreven aan het absolute verschil in de MKL-positie (en volume), dan aan een verandering van de MKL-trend.

Op basis van het bovenste paneel van Figuur 6-2 kan ook geconcludeerd worden dat er meer raaien worden overschreden in de situatie met zeespiegelstijging, maar dat de extra raaien vrijwel direct aansluiten op de clusters waarin de raaien reeds overschreden worden in de huidige situatie. Dit impliceert dat dit niet resulteert in het programmeren van extra suppleties, alleen verlengen/vergroten van de reeds benodigde suppleties.



Figuur 6-3 Het verschil in MKL-locatie voor de situatie mét ZSS ten opzichte van de MKL-locatie volgende de huidige (default) methode. De kleur en lengte van de bars geven een indicatie van de grootte van het verschil.

### Invloed van de zeespiegelstijging op de resultaten voor alle kustvakken

Op een vergelijkbare manier als voor Ameland zijn ook de andere kustvakken geanalyseerd. De resultaten van deze analyse zijn samengevat in Tabel 6-1 en Tabel 6-2, en per kustvak gevisualiseerd in Figuur A-1 tot Figuur A-13. Voor de waarden in Tabel 6-1 geldt dat de gemiddelde verplaatsing van de MKL en het verschil in trend is gebaseerd op alle raaien per kustvak, terwijl het verschil in BKL-overschrijding (in jaren) is gebaseerd op alleen de raaien die tussen 2022 en 2032 worden overschreden (dus ook niet de raaien die al overschreden zijn vóór 2022).

In Tabel 6-1 is te zien dat het gemiddelde verschil in de trend van de MKL (mean  $\Delta$ Trend) voor vrijwel alle kustvakken rond de 0 zit. Voor het verschil in MKL-positie is er wat meer variatie over de kustvakken te zien, met gemiddelde landwaartse verplaatsingen van 1.5 tot 12.5 meter. De spreiding in de verplaatsing van de MKL-locatie is met name groot voor de Waddeneilanden, en Voorne en Goeree. In alle gevallen wordt dit veroorzaakt door de aanwezigheid van een vlakke vooroever of zandbanken, en de relatief grote veranderingen in MKL volume door het verhogen van de rekenschijf met de zeespiegelstijging. De effecten van zeespiegelstijging op de overschrijding van de BKL zit gemiddeld voor vrijwel alle kustvakken tussen de 0.5 en 1.5 jaar. Wat opvalt is dat voor Goeree de BKL-overschrijding gemiddeld 9 jaar naar voren verplaatst. Dit wordt veroorzaakt door een drietal raaien waarbij de MKL al jaren vlak bij de BKL ligt. Hoewel er hier nauwelijks een erosieve trend is vast te stellen, is de MKL-verplaatsing ten gevolge van het meenemen van zeespiegelstijging net genoeg voor een BKL-overschrijding.

Tabel 6-1 Minimale, gemiddelde en maximale verschillen voor de situatie met zeespiegelstijging ten opzichte van de huidige situatie voor de trend, MKL-positie en de BKL-overschrijding.

Kustvak	min $\Delta$ Trend (m/jaar)	mean $\Delta$ Trend (m/jaar)	max $\Delta$ Trend (m/jaar)	min $\Delta$ MKL (m)	mean $\Delta$ MKL (m)	max $\Delta$ MKL (m)	min $\Delta$ overschrijding (in jaren)	mean $\Delta$ overschrijding (in jaren)	max $\Delta$ overschrijding (in jaren)
02 Schiermonnikoog	-3,8	0,2	5,4	-55,4	-12,5	-3,8	-0,4	-0,3	-0,1
03 Ameland	-1,3	-0,1	2,0	-29,8	-8,8	-1,7	-5,7	-1,5	-0,1
04 Terschelling	-0,5	0,1	0,5	-22,8	-8,4	-2,5	-6,4	-0,9	-0,2
05 Vlieland	-0,3	0,0	0,8	-11,0	-4,3	-0,8	-1,6	-0,9	-0,4
06 Texel	-0,8	0,0	1,8	-12,2	-5,0	-2,6	-2,6	-1,0	-0,3
07 Noord-Holland	-0,6	0,0	0,6	-9,2	-4,7	-2,4	-2,4	-0,8	-0,3
08 Rijnland	-0,2	0,0	0,4	-10,0	-5,8	-2,8	-6,5	-3,3	-0,3
09 Delfland	-0,8	0,0	0,3	-10,0	-5,0	-3,3	-5,3	-1,6	-0,3
11 Voorne	-2,2	-0,2	0,2	-37,1	-8,6	-2,8			
12 Goeree	-2,7	0,0	1,2	-30,4	-5,7	-0,9	-33,9	-9,0	-0,1
13 Schouwen	-0,2	0,0	2,6	-3,0	-1,5	23,3	-1,4	-0,6	-0,2
15 Noord-Beveland	-0,1	0,0	0,0	-2,5	-1,7	-1,2	-0,5	-0,3	-0,2
16 Walcheren	-0,5	0,0	0,4	-5,7	-2,4	-0,5	-2,8	-0,7	-0,3
17 Zeeuws-Vlaanderen	-0,2	0,0	0,3	-6,6	-2,6	-1,3	-2,9	-1,1	-0,5
Gemiddeld over alle raaien		0,0			-5,5			1,3	

In Tabel 6-2 is samengevat hoeveel raaien er per kustvak overschreden worden in 2022, 2025 en 2032. Hoewel de MKL-posities voor alle kustvakken gemiddeld een grotere landwaartse

verplaatsing laten zien in de situatie met zeespiegelstijging, resulteert dit niet voor alle kustvakken in extra raaien met een BKL-overschrijding. Voor de kustvakken Vlieland, Texel, Noord-Holland, Rijnland, Delfland, Schouwen, Walcheren en Zeeuws-Vlaanderen resulteert het meenemen van zeespiegelstijging in één extra BKL-overschrijding per 01-01-2022. Echter sluit deze in alle gevallen aan op gebieden waar de BKL ook wordt overschreden in de situatie zonder zeespiegelstijging (Figuur A-1 tot Figuur A-13).

Voor de kustvakken Ameland en Goeree resulteert het meenemen van zeespiegelstijging in respectievelijk 5 en 3 extra BKL-overschrijdingen. Voor beide kustvakken geldt dat de extra overschreden raaien direct aansluiten op reeds overschreden raaien. Hoewel er een minimaal erosieve trend is vast te stellen voor de overschreden raaien voor Goeree, is een suppletie benodigd om de kust mee te laten groeien met ZSS.

Samengevat kan geconcludeerd worden dat het effect van het corrigeren van de rekenschijf voor de opgetreden zeespiegelstijging op de resultaten van de kustlijntoetsing van 1-1-2022 beperkt is. Ook op de termijn van een suppletieprogramma, tot 1-1-2025, is het effect beperkt, daarom worden er geen significante veranderingen aan het suppletieprogramma verwacht.

Tabel 6-2 Het aantal overschreden raaien per kustvak voor de huidige rekenmethodiek en indien zeespiegelstijging wordt meegenomen per 01-01-2022, 01-01-2025 en 01-01-2032.

Kustvak	Aantal raaien	01-01-2022			01-01-2025			01-01-2032		
		Raaien overschreden (huidig) per 01-01-2022	Raaien overschreden (ZSS) per 01-01-2022	Verschil per 01-01-2022	Raaien overschreden (huidig) per 01-01-2025	Raaien overschreden (ZSS) per 01-01-2025	Verschil per 01-01-2025	Raaien overschreden (huidig) per 01-01-2032	Raaien overschreden (ZSS) per 01-01-2032	Verschil per 01-01-2032
02 Schiermonnikoog	67	7	7	0	9	9	0	11	11	0
03 Ameland	135	35	40	5	41	43	2	57	58	1
04 Terschelling	137	18	18	0	21	24	3	34	35	1
05 Vlieland	85	10	11	1	14	15	1	16	16	0
06 Texel	116	34	35	1	45	47	2	58	58	0
07 Noord-Holland	264	4	5	1	15	17	2	40	41	1
08 Rijnland	164	5	6	1	7	9	2	12	13	1
09 Delfland	73	1	2	1	1	3	2	9	10	1
11 Voorne	52	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12 Goeree	75	12	15	3	16	19	3	19	23	4
13 Schouwen	94	7	8	1	14	15	1	34	36	2
15 Noord-Beveland	13	3	3	0	5	6	1	8	8	0
16 Walcheren	167	4	5	1	17	18	1	56	60	4
17 Zeeuws-Vlaanderen	79	7	8	1	9	11	2	21	22	1

## 6.4 Conclusies

Met behulp van de voorgaande analyse worden de onderzoeksvragen beantwoordt:

- *Hoeveel raaien worden er overschreden wanneer de huidige rekenmethodiek wordt gevolgd, en hoeveel worden dat er indien zeespiegelstijging wordt meegenomen?*

Wanneer de geobserveerde zeespiegelstijging langs de Nederlandse kust sinds 1990 wordt meegenomen in de kustlijntoetsing van 1-1-2022, resulteert dit in een eerdere overschrijding van de BKL. Voor alle kustvakken wordt de BKL tussen de 0,5 en 1,5 jaar eerder overschreden wanneer er voor zeespiegelstijging gecorrigeerd wordt. Er worden 0 tot 5 extra raaien overschreden per kustvak door de zeespiegelstijging correctie.

- *Komen er extra locaties bij waar anders (nog) niet gesuppleerd zou hoeven worden?*

Voor de huidige kustlijnbeoordeling van 1-1-2022 en voor de verwachte BKL-overschrijdingen op de korte tot middellange termijn (1-1-2025 en 1-1-2032) zijn de gevolgen van het corrigeren van de rekenschijf voor zeespiegelstijging beperkt, maar zijn er wel extra raaien waar de BKL wordt overschreden. Deze extra raaien waarvoor een BKL-overschrijding wordt berekend, sluiten in alle gevallen aan op clusters van raaien waar de BKL al reeds wordt overschreden.

De BKL wordt voor alle kustvakken gemiddeld eerder overschreden in de tijd doordat de MKL meer landwaarts komt te liggen. Dit impliceert dat de suppleties eerder uitgevoerd moeten worden in de tijd, en er dus in de eerste jaren na correctie van de rekenschijf voor zeespiegelstijging relatief meer suppleties uitgevoerd zullen worden.

## 6.5 Discussie/aanbevelingen

Voor de analyse in dit hoofdstuk is het effect van zeespiegelstijging tussen 1990 en 2021 op het suppletieprogramma bepaald door middel van een relatief eenvoudige correctie van de verticale grenzen van de MKL-rekenschijf. Voor de herziening van de BKL in 2023, en de daarop volgende suppletieprogrammering 2024-2027, is deze correctie van de rekenkundige verticale begrenzing van de BKL aan de zeespiegelstijging voldoende. Het is echter onzeker of een dergelijke eenvoudige correctie voldoende is voor de suppletieprogrammering op lange termijn, bijvoorbeeld ten gevolge van een versnelling in de zeespiegelstijging. Het advies van Deltares is om de rekenkundige verticale begrenzing van de BKL te evalueren bij de volgende BKL herziening. Hiervoor worden de volgende aanbevelingen/overwegingen geadviseerd:

- De bovengrens van de rekenschijf ligt nu standaard op NAP +3m, en zou representatief zijn voor de duinvoet. De daadwerkelijke duinvoet – knik in het profiel tussen de zeereep en strand – ligt niet overal op NAP +3m. Ook laat een recente studie van IJzendoorn et al. (2021) zien dat de duinvoet zich over de laatste jaren verticaal heeft verplaatst, zelfs 7-8 keer sneller dan de gemeten zeespiegelstijging. Een evaluatie van een logische en praktische bovengrens voor de BKL-rekengrens zou bij een herziening van de rekengrenzen meegenomen moeten worden.
- De ondergrens van de rekenschijf is afgeleid op basis van het Gemiddeld Laag Water (GLW) in 1990. Het is onzeker of een eenvoudige correctie van de ondergrens met de zeespiegelstijging representatief is voor het daadwerkelijke GLW. Ook voor de ondergrens wordt geadviseerd om deze te evalueren bij een herziening van de rekengrenzen.
- Een methode vastleggen voor het meenemen van zeespiegelstijging bij toekomstige herzieningen van de BKL.

Bovenstaande aanbevelingen zijn relevant voor toekomstige aanpassingen van de BKL-rekenschijf, maar niet noodzakelijk voor de komende herziening van de BKL in 2023. Voor de

BKL herziening in 2023 is een correctie van de rekenkundige verticale begrenzing van de BKL aan de zeespiegelstijging, zoals gebruikt in dit hoofdstuk, voldoende.



## 7 Referenties

- Arcadis. (2013). Projectplan kustversterking Katwijk: ontwerp van duin en strand voor het referentiaalalternatief.C03021.000106.0100.
- Ballast Nedam / Rhoden Nielsen (2014). Kunstwerk Katwijk, Voorstel BKL Katwijk. Memo, kenmerk 12i097\_13062014\_04\_sbo
- Baart, F., Robin Nicolai, Guus Rongen, Jelmer Veenstra, Stendert Laan, & Willem Stolte. (2021). Dutch sea-level monitor 2021 (v2021.0.1). Zenodo. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5745166>
- Deltares, 2012. Achtergrondrapport Basiskustlijn 2012 – feiten en cijfers ter onderbouwing van de herziening van de Basiskustlijn. Rapportnummer: 1206171-000-ZKS-0031
- Deltares, 2015. Factsheet - BKL herziening op basis van morfologische gronden. Rapportnummer: 1220044-000-ZKS-0002
- Deltares (2015). Factsheet - BKL herziening op basis van versterkingsmaatregel (Zwakke Schakels). Deltares memo 1209426-000-VEB-0009.
- Deltares, 2017. GIS Atlas harde constructies . Deltares presentatie
- Deltares, 2020. Beheerbibliotheek Zeeuws-Vlaanderen. Deltares rapport, kenmerk 11203683-000-ZKS-0008
- Elias, E.P.L., (2020). Kustfundamentalsuppleties op eilandkoppen. Een inventarisatie van 4 mogelijke locaties. Deltares rapport 11205236-005-ZKS-0003.
- Elias, E.P.L., (2021a). Morfologische processen van het Friesche Zeegat. Een conceptueel model. Deltares rapport 11205236-003-ZKS-0005.
- Elias (2021b). Morfologische analyse Noordzeekust Goeree. Deltares rapport 11206794-004-ZKS-0005
- Elias, E.P.L., Quataert, E. (2021). Morfologische ontwikkeling Noord-Beveland en Breezand Regio advies kusterosie Banjaardstrand en Breezand. Deltares rapport 11206794-001-ZKS-0002
- Elias, E., Vermaas, T., Vonhögen-Peeters, L. en Bruens, A. (2014). Ontwikkeling Zwakke-Schakel suppletie Westkapelle. Deltares rapport 1209381-008-ZKS-0001
- Eversdijk, P.J., 1989. Technisch rapport 16: harde kustverdediging. Zeedijken, havengebieden en strandmuren als waterkering. Rijkswaterstaat, Directie Sluizen en Stuwen, hoofdafdeling Waterbouw: 141 p.
- Hillen, R, H.M. de Ruig, P. Roelse, F.P. Hallie (1991). De basiskustlijn, een technisch / morfologische uitwerking. Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat, Dienst Getijdewateren. Nota GWWS-91.006 (RKB 91-19).

- Ijff, S., Leijnse, T. en Maarse, M. (2019). Regionaal advies Noordsvaarder, Terschelling. Morfologische ontwikkeling en ecologie van de Noordsvaarder en de effecten van een suppletie hierop. Deltares rapport 11202190-000-ZKS-0023
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu. (2012). Basiskustlijn 2012. Herziening Basiskustlijn.
- Ministerie van Infrastructuur en Milieu, 2014. Kaart Kustlijn zorg in relatie tot de kustfuncties. Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving (RWS, WV), Afdeling Hoogwaterveiligheid
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 1993. De Basiskustlijn, Norm voor Dynamisch Handhaven,
- Ministerie van Verkeer en Waterstaat, 2003. Basiskustlijn 2001 - Evaluatie ligging Basiskustlijn, Rijkswaterstaat december 2000
- Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat, 2018. Basiskustlijn 2017 – Herziening van de ligging van de Basiskustlijn. 30 januari 2018
- Oost, A.P., 1995. Dynamics and Sedimentary Development of the Dutch Wadden Sea with Emphasis on the Frisian Inlet. A Study of Barrier Islands, Ebb-Tidal Deltas, Inlets and Drainage Basins. Geologica Ultraiectina, Mededelingen van de Faculteit Aardwetenschappen 126, Utrecht University (Utrecht): 454 pp
- Pluis, S. en van Kuik, N. (2022, in voorbereiding). MKL-berekeningsmethodiek – Geschiedenis van 30 jaar kustlijn berekeningen en advies voor de toekomst. Rijkswaterstaat WV
- POK, 1997. Dynamisch kustbeheer: Kustzone westelijk Terschelling. Een advies over het kustbeheer van paal 0 tot paal 8 op Terschelling. Provinciaal Overlegorgaan Kust Friesland, projectgroep westelijk Terschelling. September 1997
- POK, 1997. Dynamisch kustbeheer: Kustzone noordwest-Ameland. Een advies over het beheer van de kustzone tot paal 7 op Ameland. Provinciaal Overlegorgaan Kust Friesland, projectgroep Ameland-west. April 1997
- Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân (2000). Dynamisch kustbeheer kustzone midden en oost Ameland. POK Fryslân, Projectgroep midden en oost Ameland
- Provinciaal Overlegorgaan Kust Fryslân, 2000b: Kustbeheer Schiermonnikoog anno 2000. POK Fryslân, Projectgroep Schiermonnikoog, 53 pp + bijlagen.
- Quataert, E. en Elias, E.P.L (2022). Regionaal advies vooroeversuppletie Katwijk. Deltares rapport 11206794-001-ZKS-0004
- Rijkswaterstaat (2001). Invloed zeespiegelstijging op berekening Voorstel tot aanpassing rekenschijf aan zeespiegelstijging. Werkdocument RIKZ/AB2001.105X
- Rijkswaterstaat (2016). Advies over het corrigeren van de rekenschijf van de Momentane Kustlijn als gevolg van zeespiegelstijging. Memo 10 maart 2016.
- Shore (2020). Analyse Morfologische Ontwikkeling Kop van Schouwen 2015-2020
- Svasek. (2013a). Toesting en ontwerp Cadzand-Bad West.

Svasek. (2013b). Toetsing en ontwerp Cadzand-Bad Oost.

Termaat, G.R. & J.W. Maranus. Evaluatie Basiskustlijn 2000 Zeeland. Rijkswaterstaat Directie Zeeland, Middelburg. NWL-00.41, juni 2000

van IJzendoorn, C.O., de Vries, S., Hallin, C. et al. Sea level rise outpaced by vertical dune toe translation on prograding coasts. *Sci Rep* 11, 12792 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-92150-x>

Verhagen, H. J. & van Rossum, H., 1990. Strandhoofden en paalrijen: evaluatie van hun werking. Report, Ministry of Transport and Public Works, Rijkswaterstaat, Dienst Wegen en Waterbouwkunde (The Hague): 40 p.

Vermaas, T., Elias, E. en Vonhogen-Peeters, L (2013). Ontwikkeling gefaseerde suppletie Ameland 2010-2011. Deltares rapport 1207724-002-ZKS-001

Vermaas, T. (2014). Evaluatie verlegging Krabbengat 1987/1991/1996. Deltares rapport 1209381-008-ZKS-0005

Vermaas, T (2018). Verwachte ontwikkelingen suppletie Texel 2019/2020. Deltares memo, kenmerk 11202190-001-ZKS-0010, 18 augustus 2018.

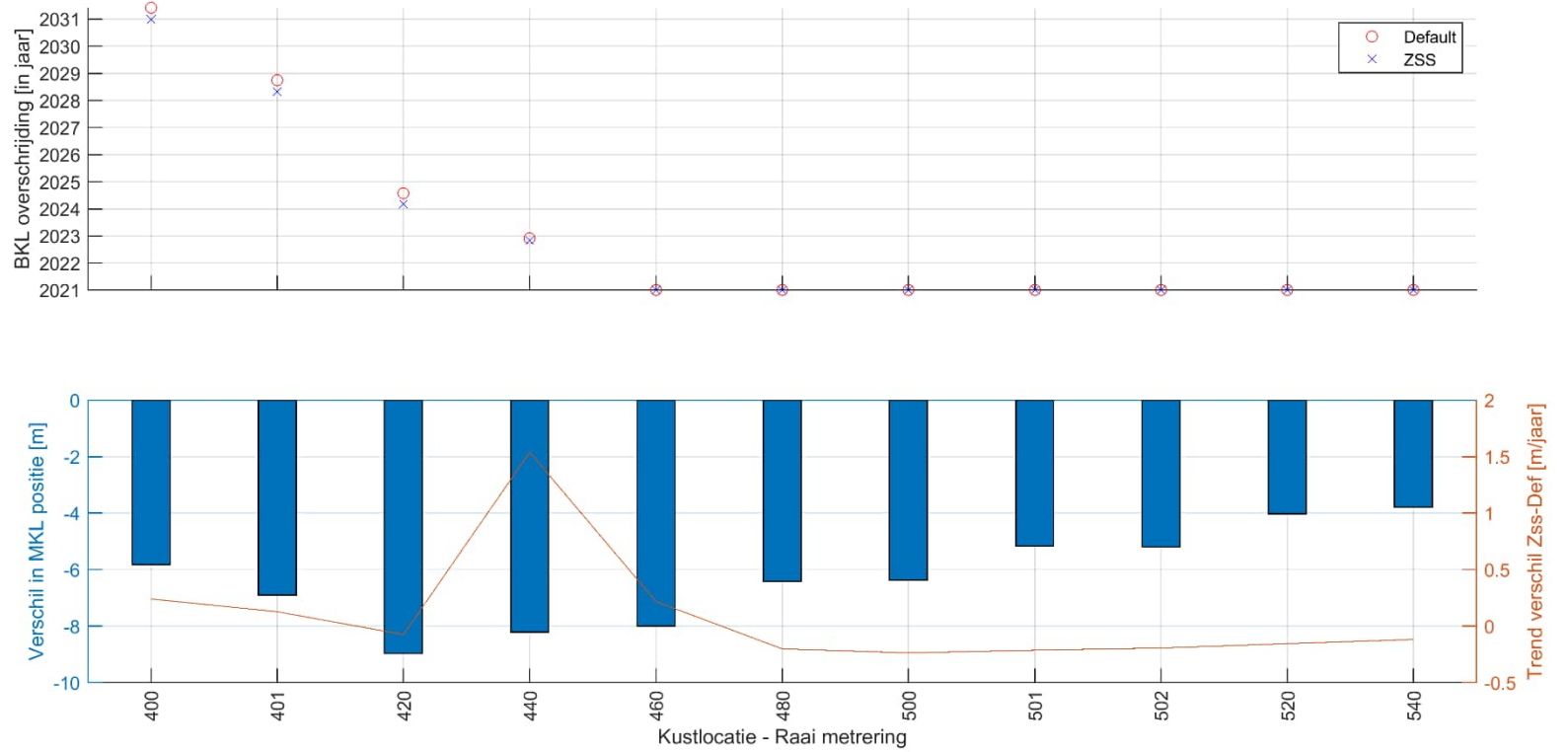
Waterschap Zeeuwse Eilanden (2008). Verlegging BKL a.g.v. kustuitbouw bij Westkapelle; Memo 0318, maart 2008.

Witteveen+Bos (2021a). Beoordeling primaire keringen. Beoordeling Veerse Gatdam. Rapport 119857/21-004.351, 18 maart 2021

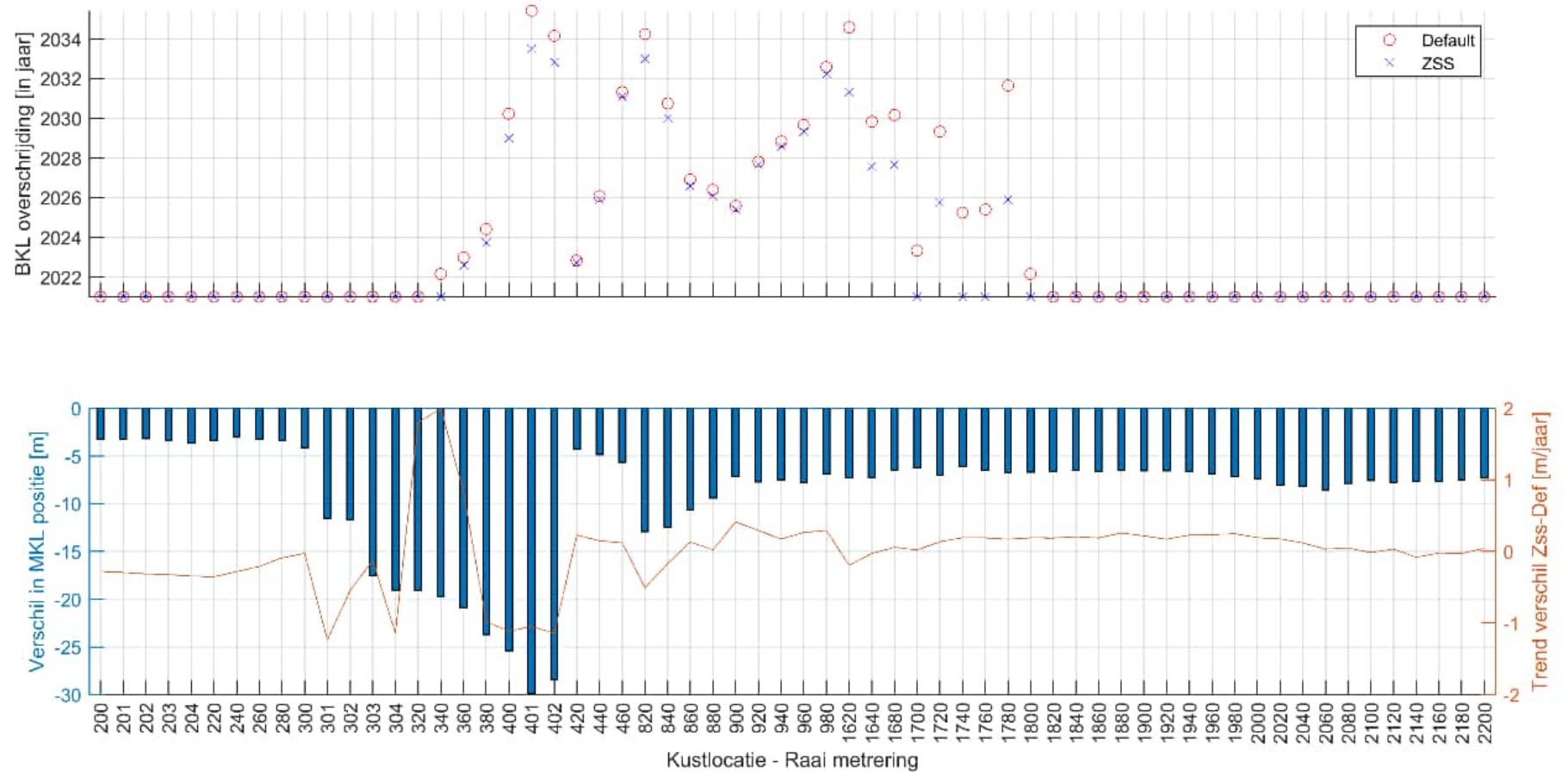
Witteveen+Bos (2021b). Handelingsperspectief duingedeelte Brouwersdam. Morfologische studie en bepaling BKL. Referentie: 119857/21-019.576. 21 december 2021

Witteveen+Bos (2021c). Handelingsperspectief Veerse Gatdam. Morfologische studie en bepaling BKL. Referentie: 119857/21-015.363. 13 oktober 2021

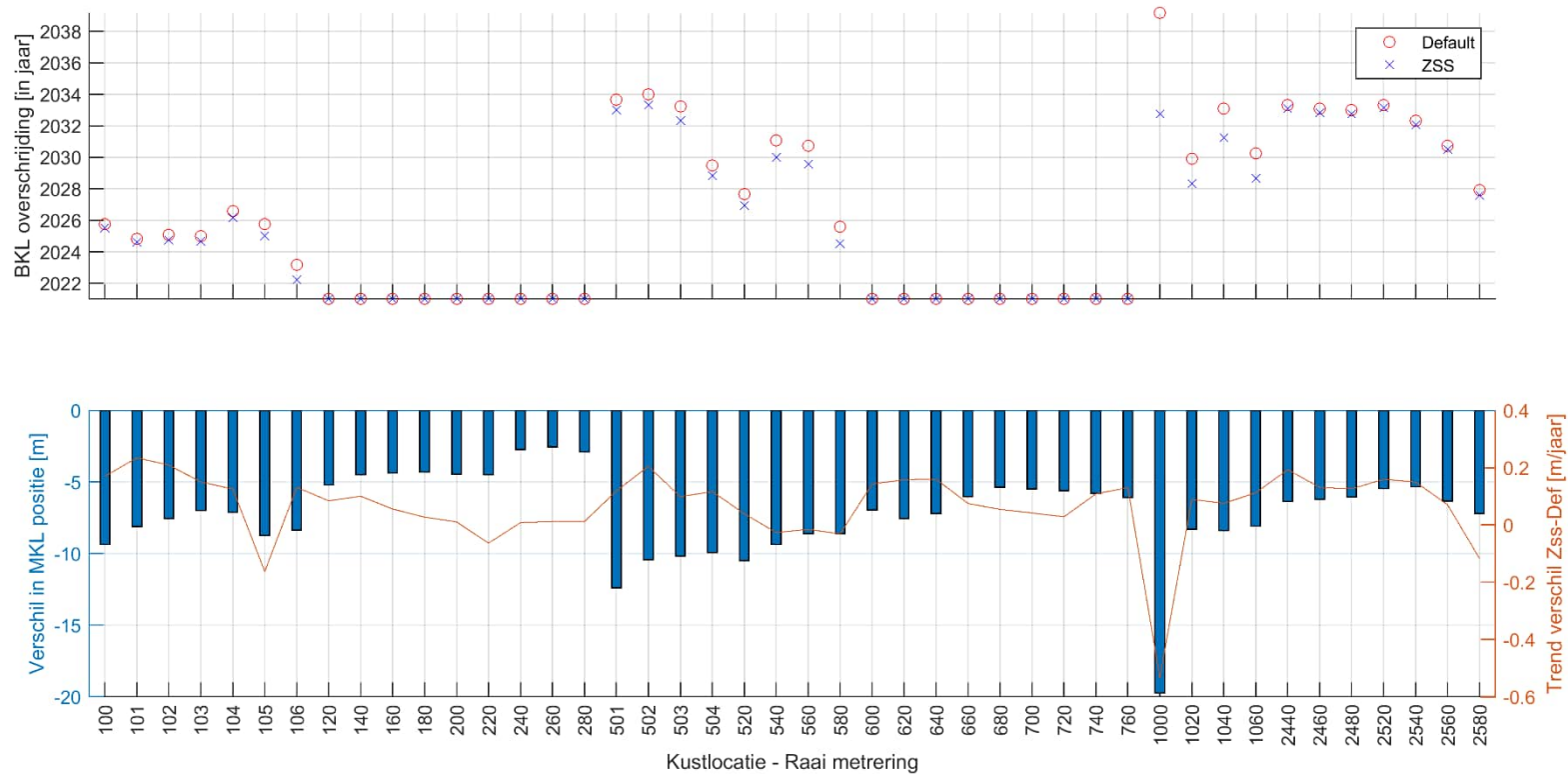
# A Extra figuren corrigeren rekenschijf voor zeespiegelstijging



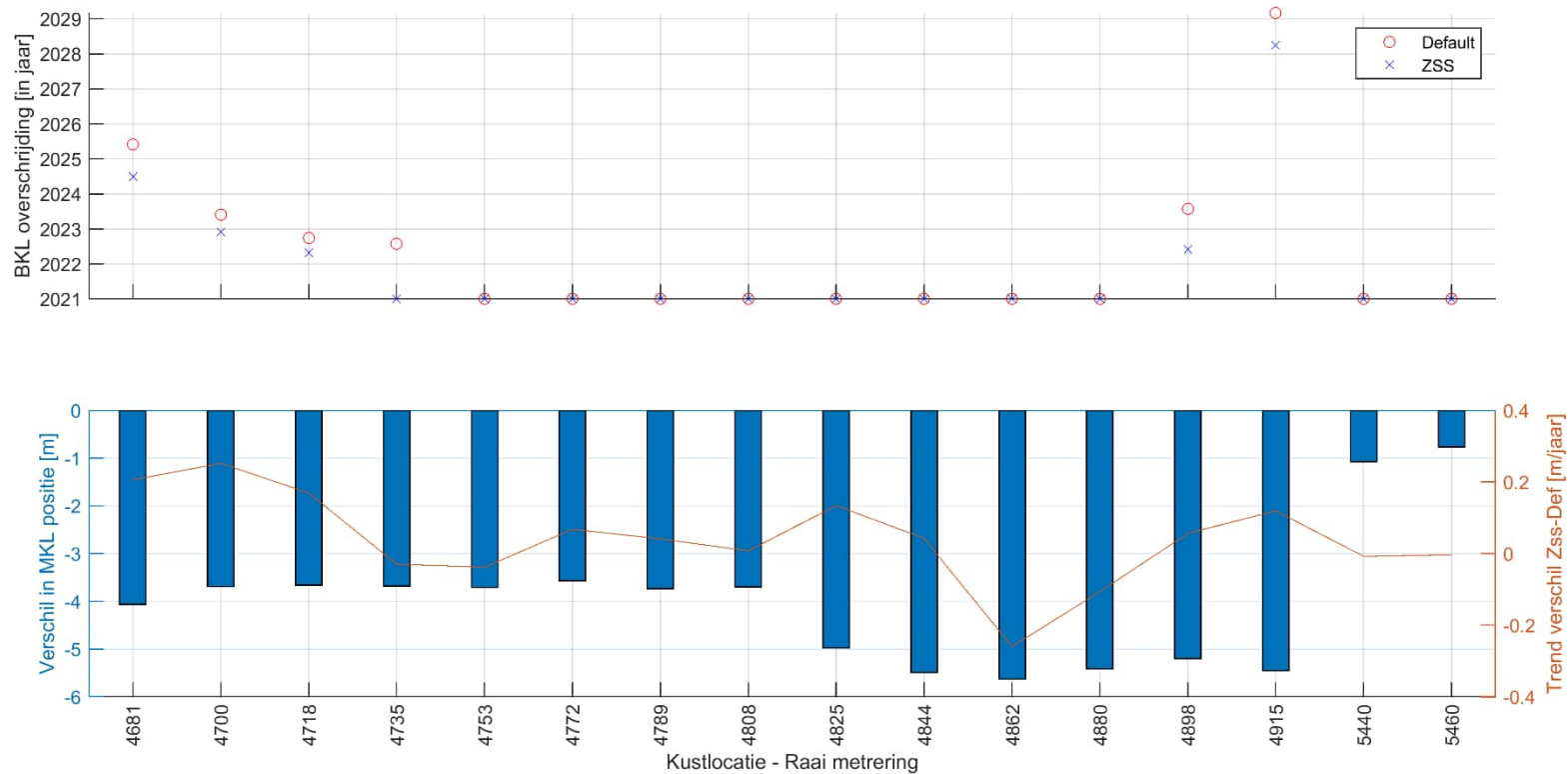
Figuur A-1 Schiermonnikoog



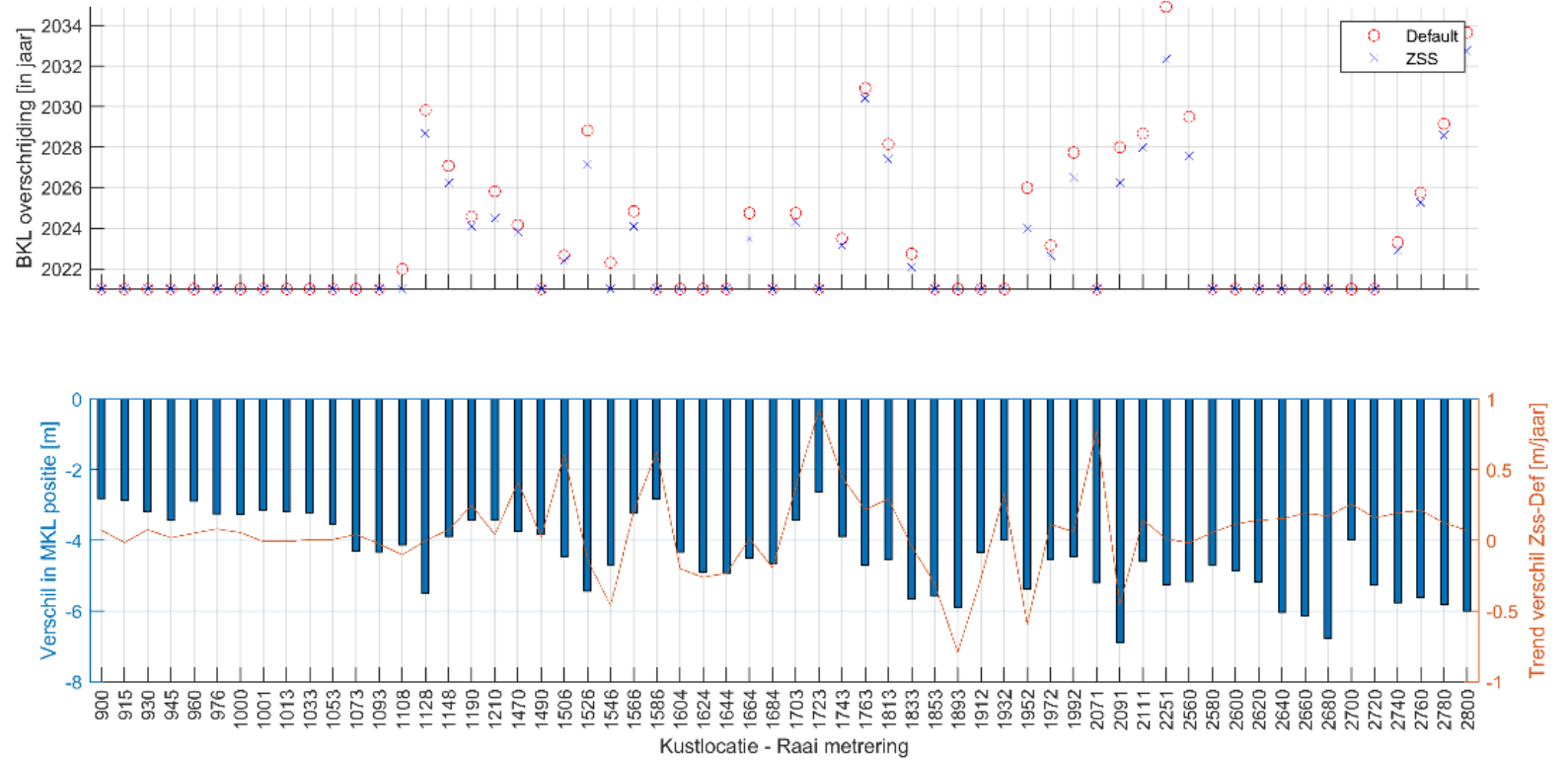
Figuur A-2Ameland



Figuur A-3Terschelling

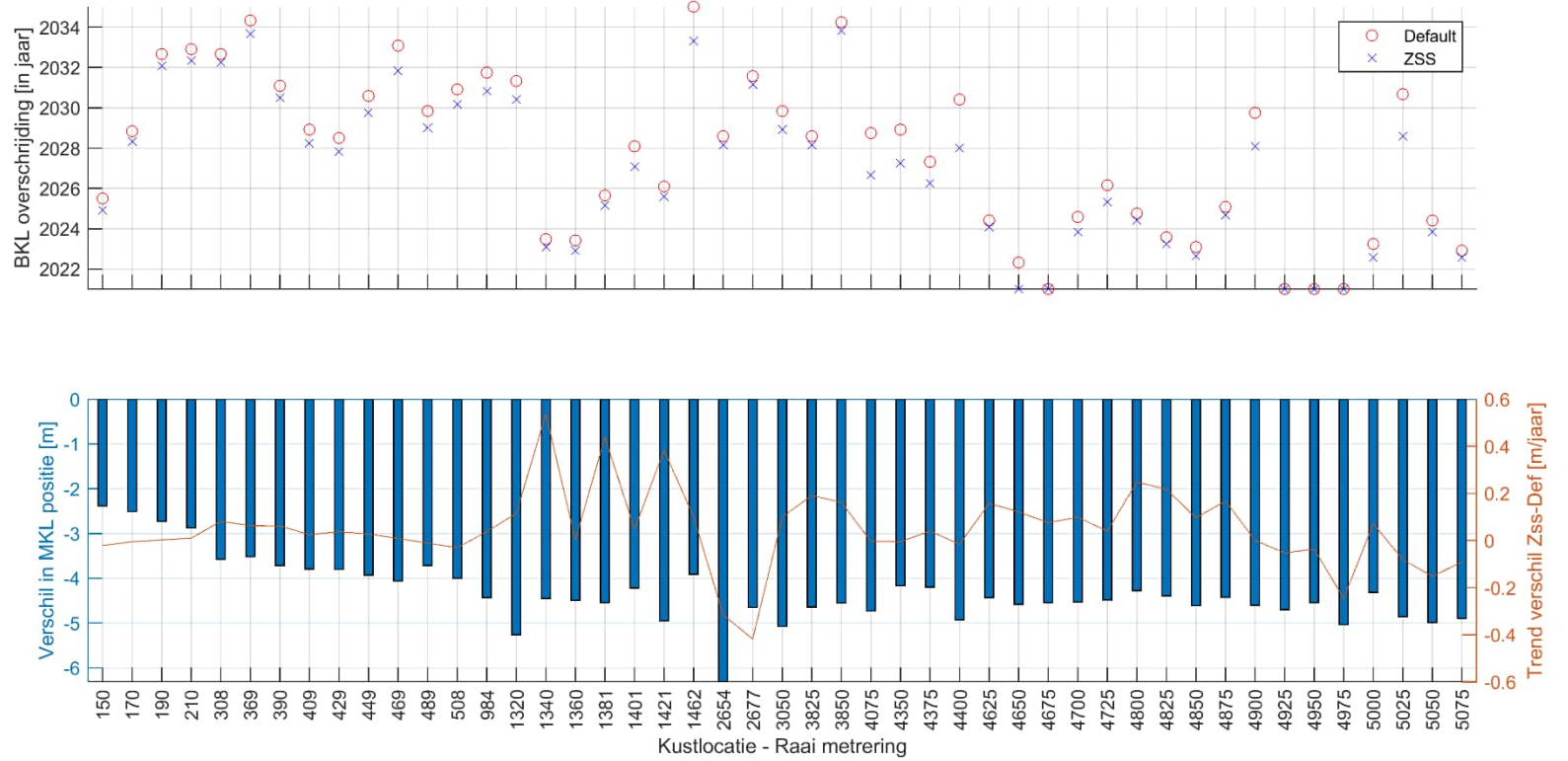


Figuur A-4Vlieland

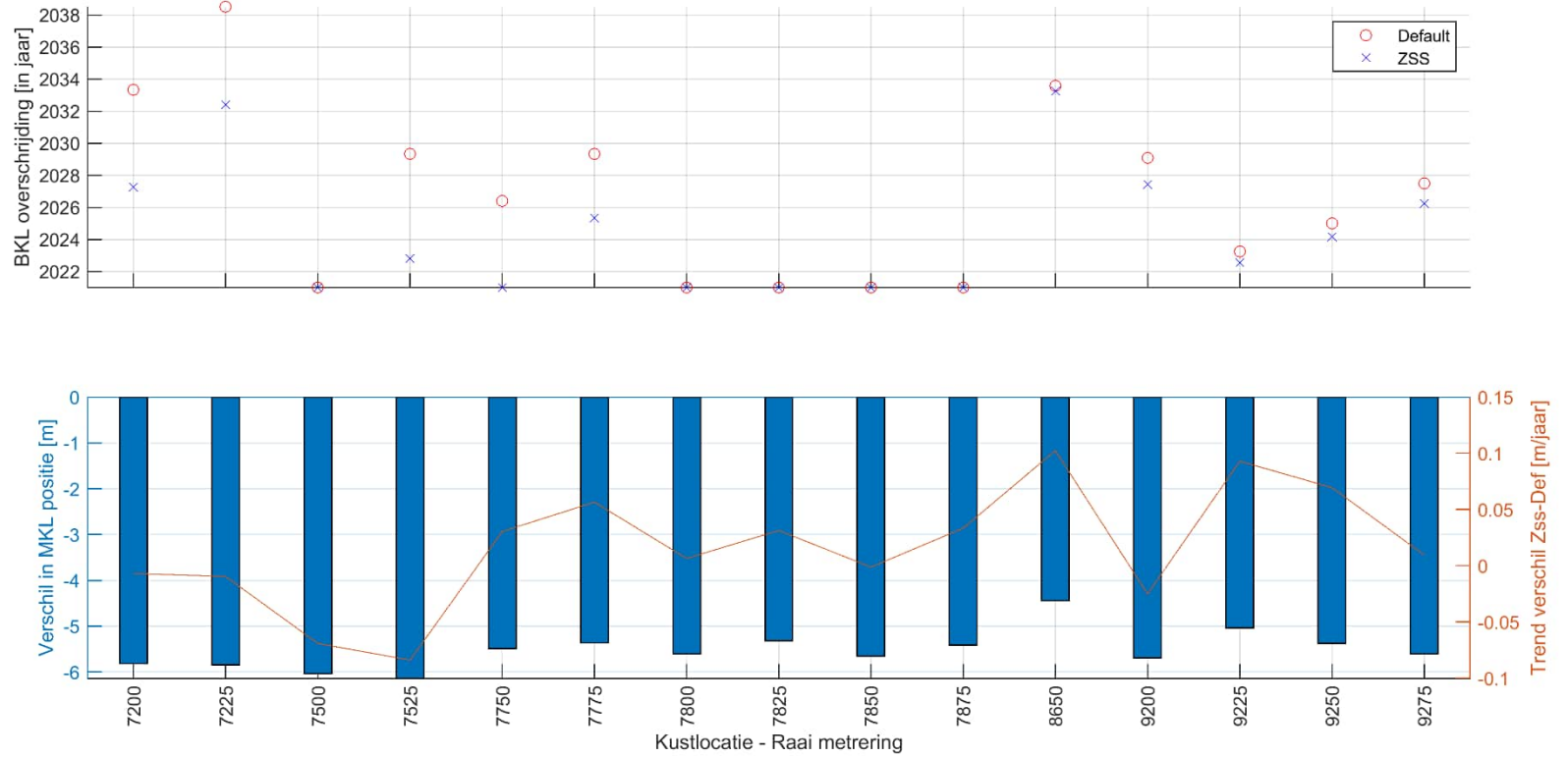


Figuur A-5Texel

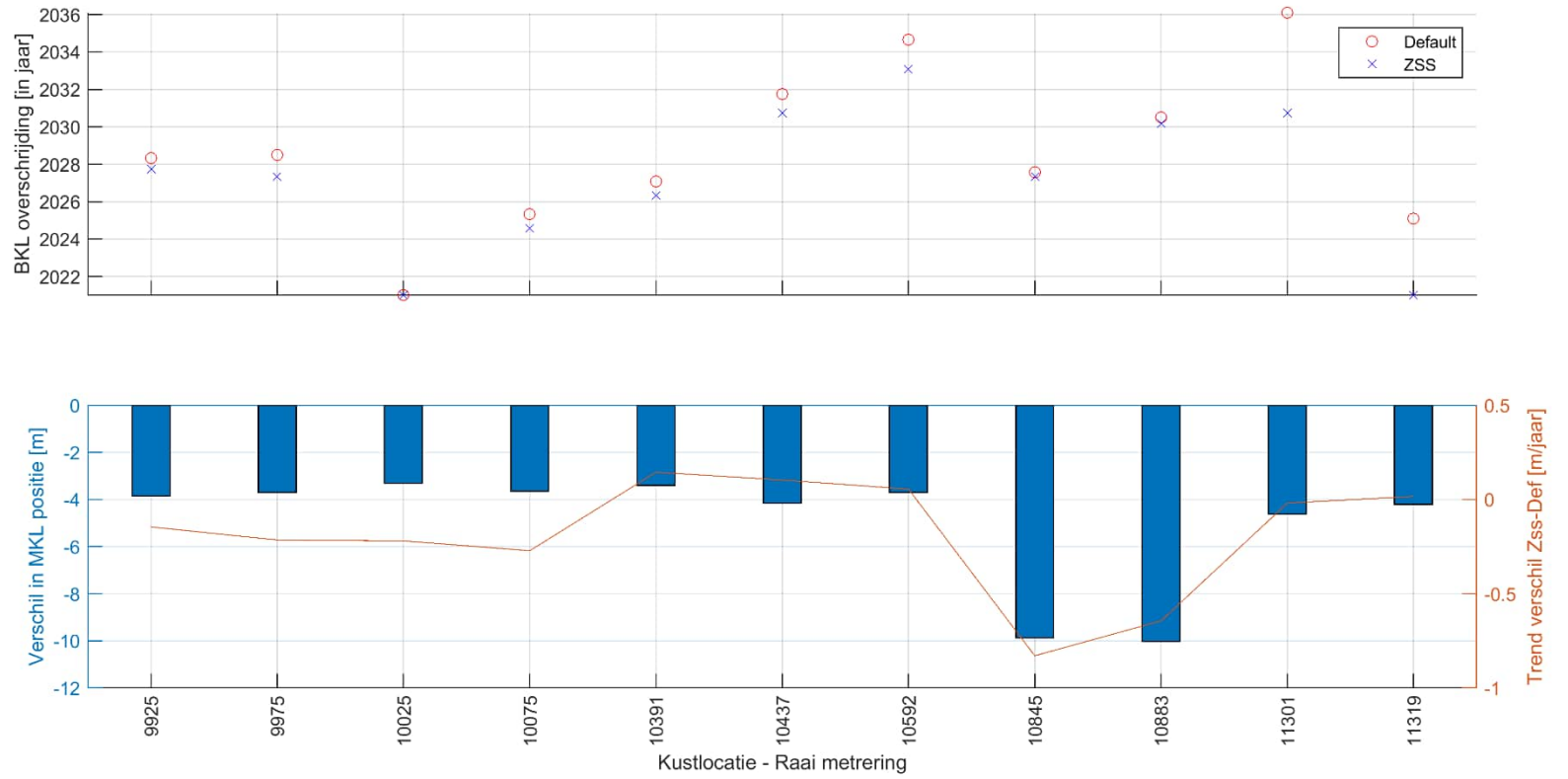




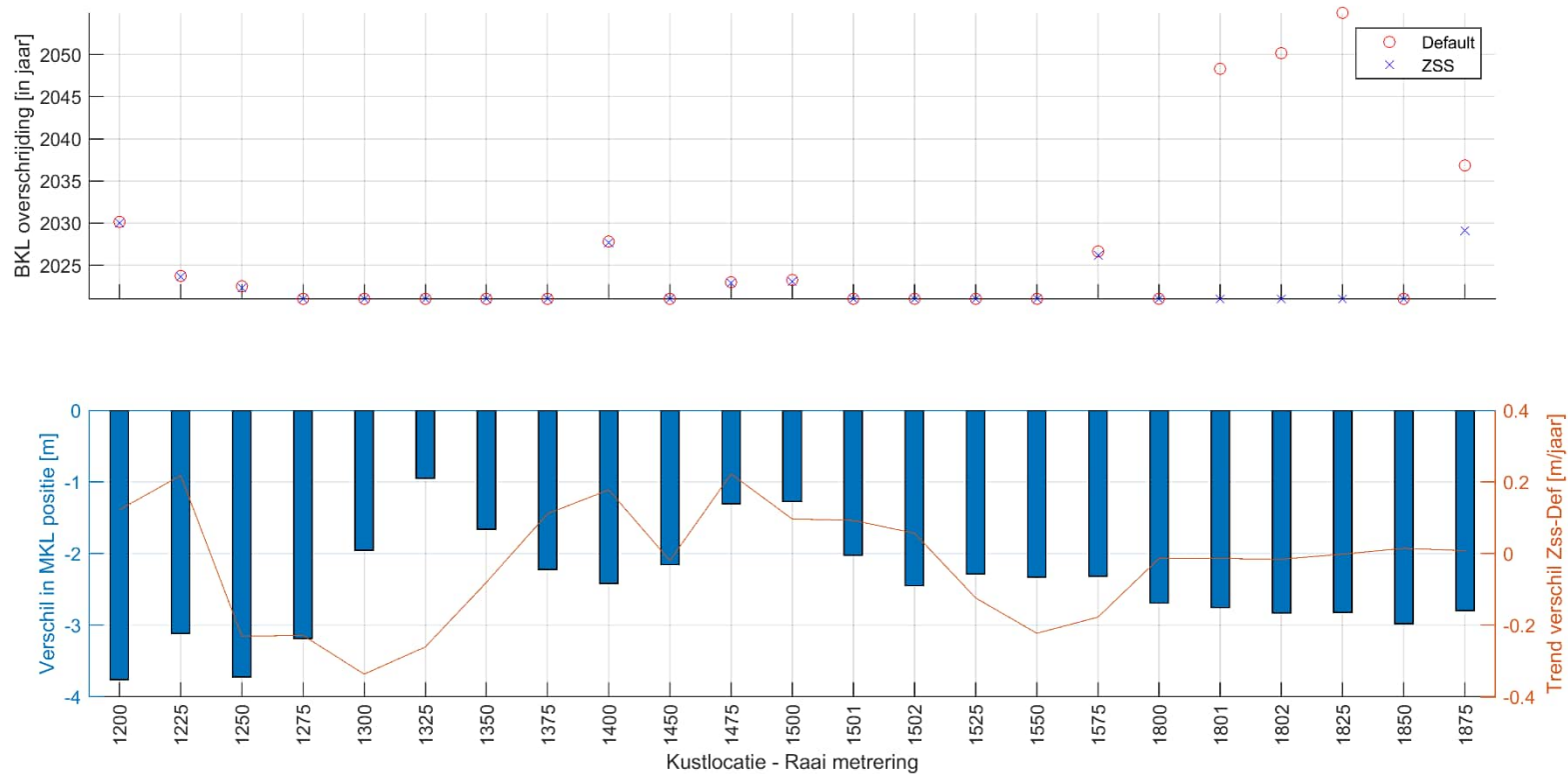
Figuur A-6 Noord-Holland



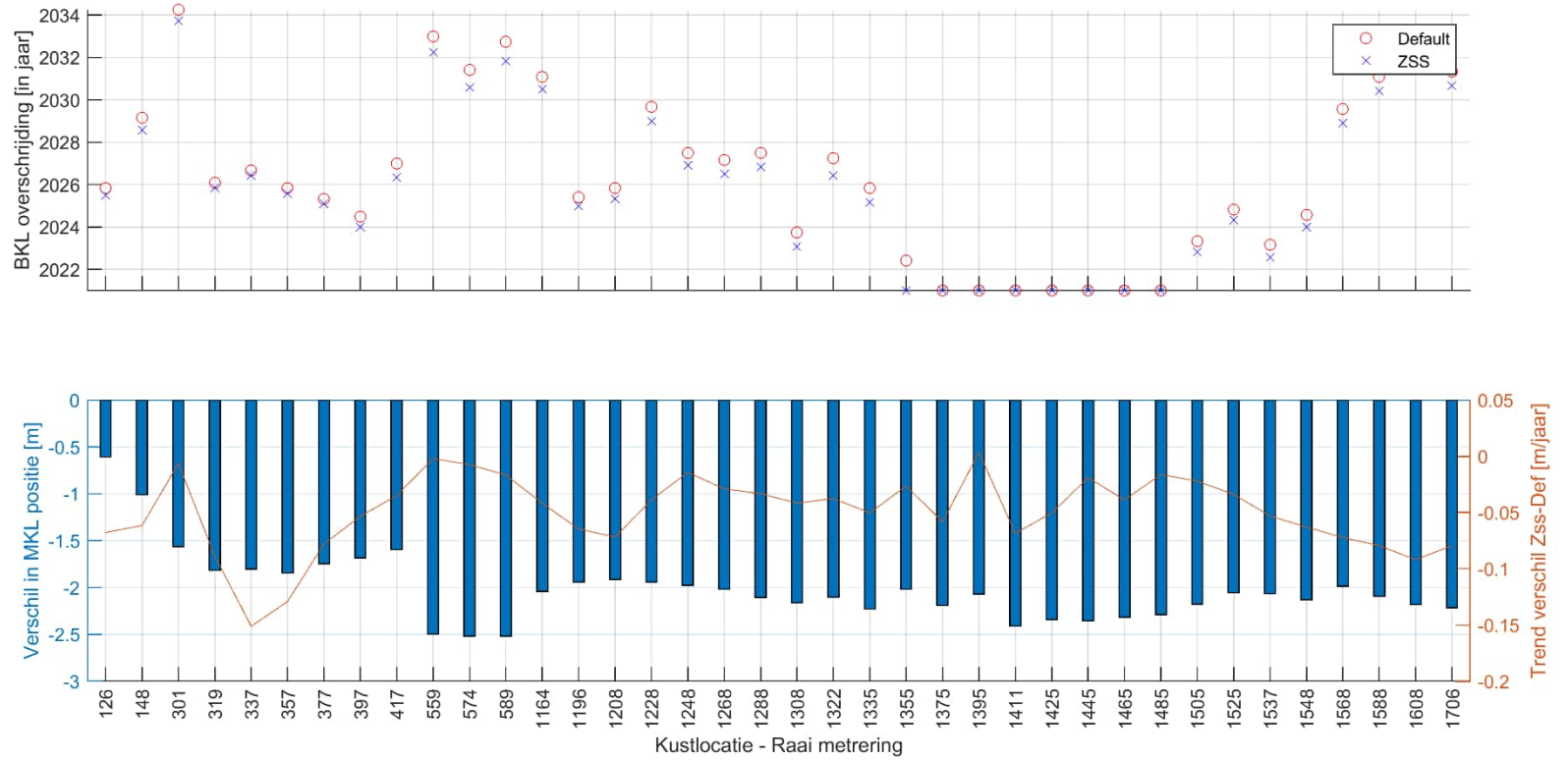
Figuur A-7 Rijnland



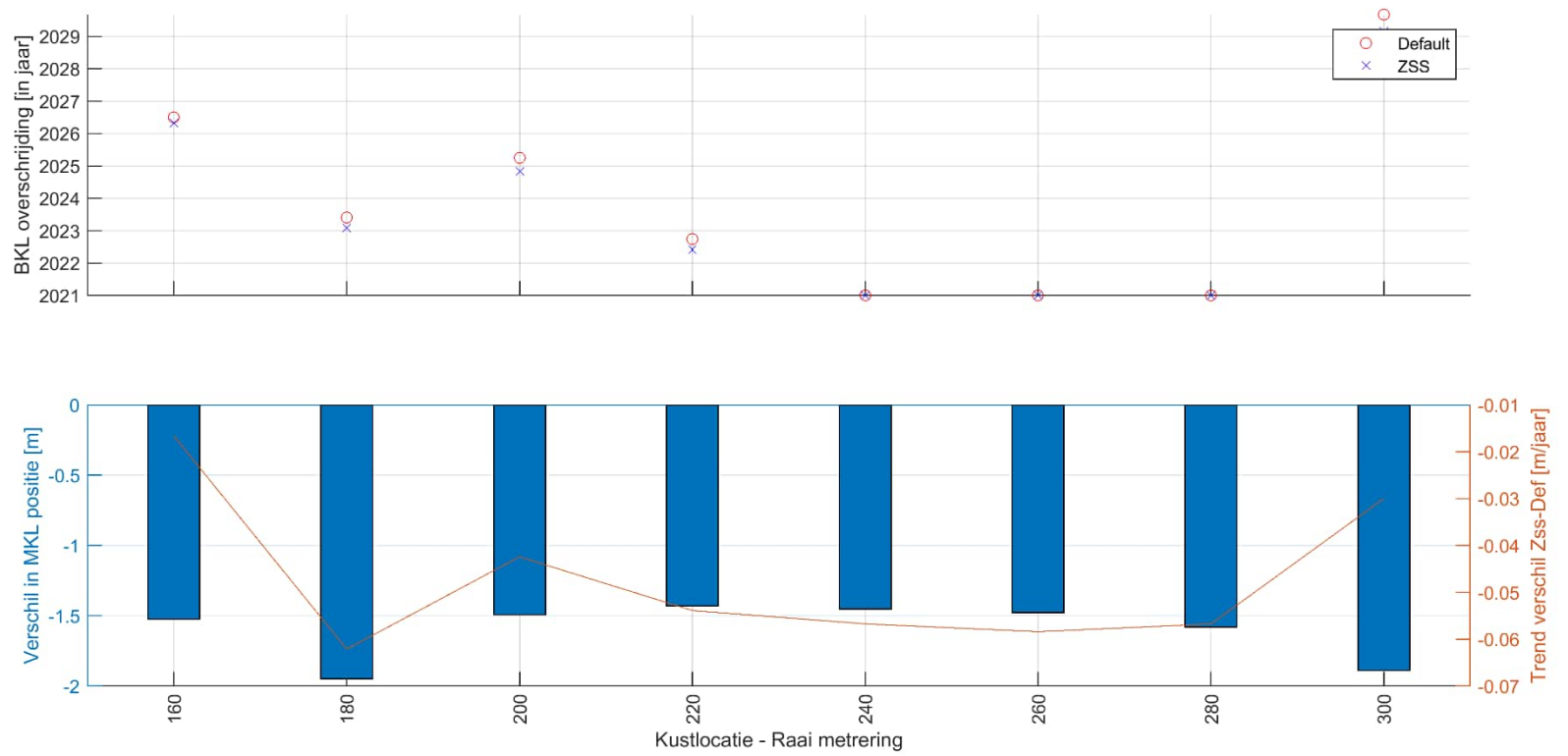
Figuur A-8 Delfland



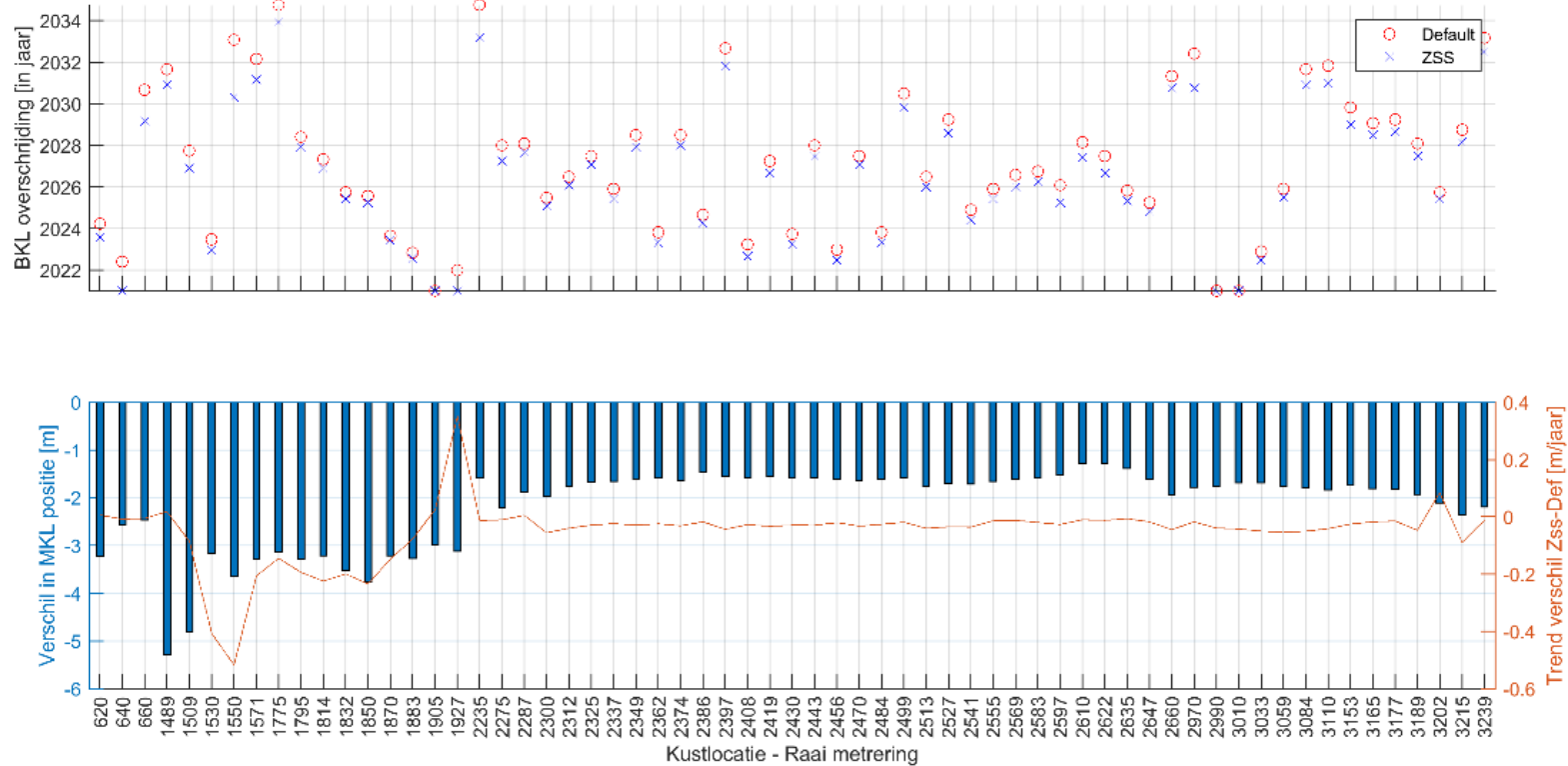
Figuur A-9 Goeree



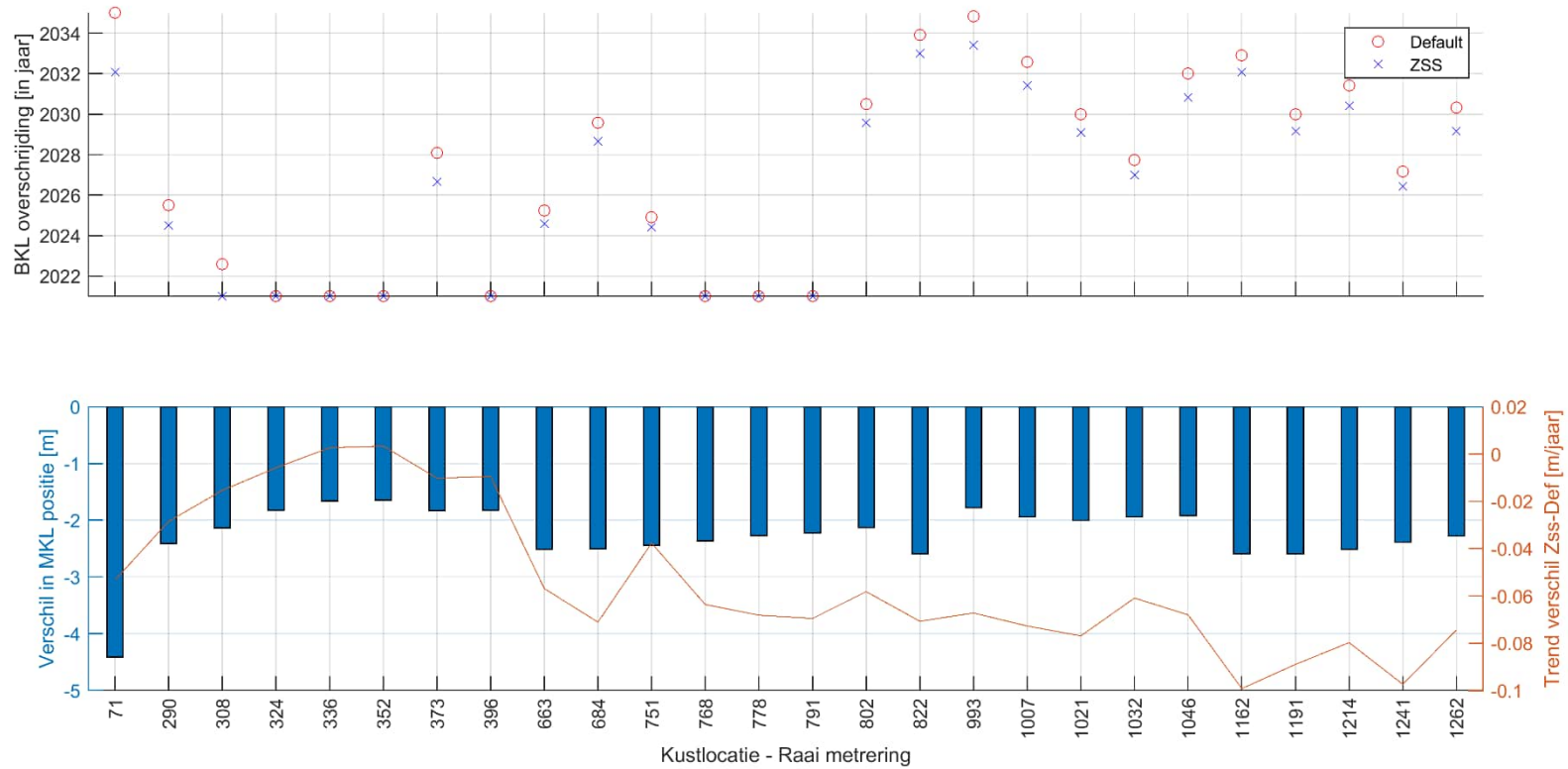
Figuur A-10 Schouwen



Figuur A-11 Noord-Beveland



Figuur A-12 Walcheren



Figuur A-13 Zeeuw-Vlaanderen



Deltares is een onafhankelijk kennisinstituut voor toegepast onderzoek op het gebied van water en ondergrond. Wereldwijd werken we aan slimme oplossingen voor mens, milieu en maatschappij.

**Deltares**

[www.deltares.nl](http://www.deltares.nl)