

# **Vooroeversuppletie- en bankgedrag langs de Nederlandse kust**

**Een supplement op de Master scriptie van Rolf Bruins**

Rolf Bruins



## Titel

Vooroeversuppletie- en bankgedrag langs de Nederlandse kust

<b>Opdrachtgever</b> Rijkswaterstaat-WVL	<b>Project</b> ????	<b>Kenmerk</b> ????	<b>Pagina's</b> xx
---------------------------------------------	------------------------	------------------------	-----------------------

## Trefwoorden

Vooroeversuppleties, JARKUS data, kustonderhoud

## Samenvatting

Om de kust te onderhouden voert Rijkswaterstaat vooroeversuppleties uit. In de Master scriptie van Rolf Bruins zijn er 20 vooroeversuppleties geanalyseerd op morfologisch gedrag. Hieruit bleek dat vooroeversuppleties zich aanpassen aan het bestaande bankgedrag. Wanneer het bestaande bankgedrag kustdwars is, zullen de banken richting de 'zone of decay' migreren. Voor de vooroeversuppleties geldt dit ook. In deze notitie zijn de overige vooroeversuppleties geanalyseerd, die tijdens de Master scriptie niet zijn geanalyseerd, en hieruit blijkt dat deze 'nieuwe' vooroeversuppleties ook ditzelfde gedrag vertonen. Daarnaast zien we in bankgedrag terug dat er langs de Hollandse kust vooral dwarsgedrag van zandbanken is, op de regio's rondom de havendammen na. Op de Waddeneilanden zien we dat de zeegaten waarschijnlijk invloed hebben op het gedrag van de banken en daarmee dus ook de vooroeversuppleties.

In het laatste hoofdstuk van deze notitie is onderzoek gedaan naar een goede methode om de JARKUS data goed te kunnen presenteren op een schaalbare kaart. Er is een voorbeeld uitgewerkt in Prezi, waarin de animaties van de BodemViewer zijn verwerkt tot een kaart met de animaties. Dit is echter niet een optimale manier om een schaalbare kaart te verkrijgen. Er is gebleken dat het maken van een schaalbare kaart met animaties het beste gedaan kan worden door eerst met de BodemViewer animaties te maken en deze vervolgens met verschillende Java scripts samen te voegen tot een schaalbare kaart.

## Referenties

KPP2017 B&O Kust

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	mrt. 2017	Rolf Bruins		Ad van der Spek		Dirk-Jan Walstra	

## Status

concept

Dit document is een concept en uitsluitend bedoeld voor discussiedoeleinden. Aan de inhoud van dit rapport kunnen noch door de opdrachtgever, noch door derden rechten worden ontleend.



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Overzicht vooroeversuppleties</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Migratie vooroeversuppleties</b>	<b>4</b>
3.1	Overzicht migratie ten opzichte van de kust	4
3.2	Overzicht migratie ten opzichte van de netto sedimenttransportrichting	7
<b>4</b>	<b>Verband tussen afstand aanlegpositie suppletie - 'zone of decay' en dwarsmigratie</b>	<b>8</b>
4.1	'Zone of decay'	8
4.2	Verband	8
<b>5</b>	<b>Overzicht verschillende types migratie van banken</b>	<b>11</b>
5.1	Dwarsmigratie	11
5.2	Langs-migratie	11
5.3	Geen vaste bank-migratie	11
<b>6</b>	<b>Overzichtskaarten Nederland</b>	<b>12</b>
6.1	Bankmigratie langs Nederlandse kust	12
6.2	Migratie vooroeversuppleties	13
6.3	Sediment-transporten langs de Hollandse kust	15
<b>7</b>	<b>Toelichting op schaalbare kaarten</b>	<b>17</b>
7.1	Prezi	17
7.2	KML-file	17
7.3	Java script	17



## 1 Inleiding

Deze notitie is een toevoeging op de Master scriptie van Rolf Bruins (<http://repository.tudelft.nl/islandora/object/uuid%3Ae7585706-571d-4b97-8b89-d7c7abd9730c?collection=education>), waarin onderzoek is gedaan naar het morfologische gedrag van vooroeversuppleties. In deze notitie zal dit gedrag verder worden onderzocht en zal ook kort worden ingegaan op het bankgedrag langs de Nederlandse kust. Deze notitie kan niet op zichzelf worden gezien en moet altijd worden gelezen naast de scriptie.

## 2 Overzicht vooroeversuppleties

In dit hoofdstuk is een overzicht weergegeven in een tabel van de uitgevoerde vooroeversuppleties langs de Nederlandse kust. In deze lijst staan alleen de vooroeversuppleties uit de database van Rijkswaterstaat die geanalyseerd konden worden. In het overzicht staan uiteindelijk minder vooroeversuppleties dan dat er weergegeven zijn in de database. Hier volgt een korte toelichting op waarom dit zo is.

De suppleties in Vlieland staan in de database aangemerkt als vooroeversuppleties. Als we echter de suppleties nader bekijken, zien we dat deze suppleties niet lijken op het ontwerp van een vooroeversuppletie, het gedrag anders is, en we dit dus als een geulwandsuppletie kunnen beschouwen. De suppletie bij Noordwijkerhout is vanwege gebrekkige data helaas moeilijk te analyseren en valt daarom uit de selectie. Dit geldt ook voor meerdere vooroeversuppleties in het kustvak Rijnland, die daarom niet zijn opgenomen in de tabel. Daarnaast is er besloten om vooroeversuppleties uitgevoerd tot en met 2012 mee te nemen in de selectie. Voor deze vooroeversuppleties is nog een goede analyse uit te voeren. Voor vooroeversuppleties aangelegd in de jaren hierna is het gezien de korte tijdsduur lastig om een goede schatting te maken van de migratie. De vooroeversuppletie bij Walcheren is ook buiten de analyse gehouden, omdat ook deze qua ontwerp en gedrag niet overeenkomt met de standaard vooroeversuppleties. De suppletie bij Heemskerk is uitgevoerd in twee delen. Dit betekent dat ze in de analyse zijn meegenomen als twee afzonderlijke vooroeversuppleties.

Al met al betekent dit dat er in de selectie voor de analyse uiteindelijk 31 vooroeversuppleties meegenomen kunnen worden voor een goede analyse. Dit zijn dus alle vooroeversuppleties langs de Nederlandse kust, die geanalyseerd kunnen worden. Een deel van deze vooroeversuppleties is al geanalyseerd in de scriptie en wordt hier dus aangevuld met de analyses van de overgebleven vooroeversuppleties.



Tabel 1: Overzicht vooroeversuppleties.

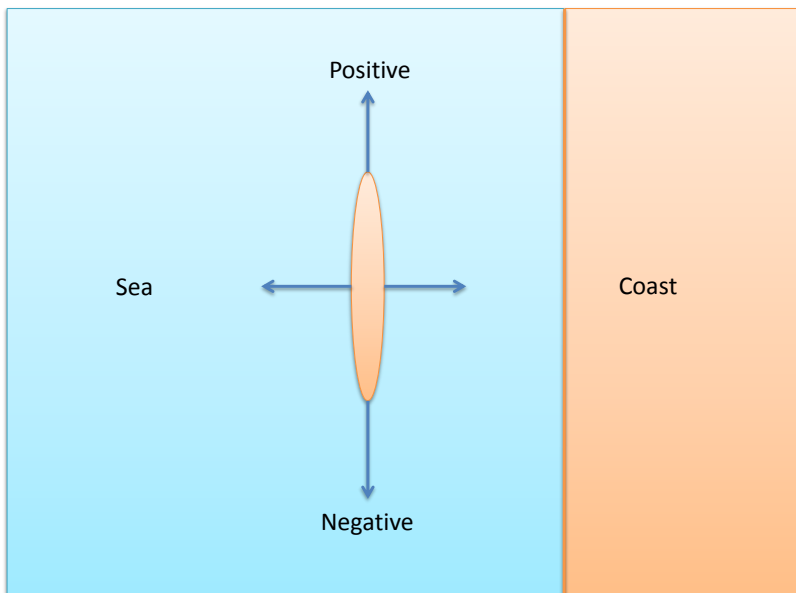
Suppleties	Kustvak	Naam	Jaar	Beginraai	Eindraai
1	Ameland	Midden	1998	13	21
2	Ameland	Midden	2006	12	17
3	Ameland	Midden	2010	11	20
4	Texel	De Koog	2002	17	23
5	Texel	Eierland	2004	25,2	27,8
6	Texel	Centrale Kust	2005	13,52	16,9
7	Texel	De Koog	2006	17	23
8	Texel	Zuidwest	2007	9	13,5
9	Texel	Eierlandse Dam	2009	26	28,8
10	Texel	Midden	2012	12	21,11
11	Noord-Holland	Egmond	1999	36,9	39,1
12	Noord-Holland	Bergen aan Zee	2000	32,25	34,25
13	Noord-Holland	Callantsoog	2001	14,01	11,08
14	Noord-Holland	Camperduin	2002	26,5	30
15	Noord-Holland	Callantsoog-Zwanenwater	2003	10	16
16	Noord-Holland	Egmond aan Zee	2004	36,2	40,2
17	Noord-Holland	Bergen	2005	31,5	36,2
18	Noord-Holland	Callantsoog-Zwanenwater	2006	10	15,2
19	Noord-Holland	HBPZ	2008	15	29,5
20	Noord-Holland	Den Helder-Julianadorp	2009	7	10
21	Noord-Holland	Egmond-Bergen	2010	31	40
22	Noord-Holland	Heemskerk	2011	45,75	47,5
23	Noord-Holland	Heemskerk	2011	48	50
24	Rijnland	Zandvoort Zuid en Noord	2004	62,75	67,75
25	Rijnland	Noordwijk-Katwijk	2006	81,5	89
26	Rijnland	Bloemendaal	2008	61	63
27	Delfland	Ter Heijde	1997	113,15	114,85
28	Delfland	Scheveningen	1999	97,73	100,5
29	Delfland	Kijkduin-Ter Heijde	2001	107,4	112,5
30	Delfland	Monster	2005	108,6	113
31	Delfland	Kijkduin-Ter Heijde	2011	111,76	113,94

### 3 Migratie vooroever-suppleties

Voor de migratie van de vooroever-suppleties is dezelfde methode gehanteerd als in het eerdere onderzoek naar vooroever-suppleties in de Master scriptie. Dit is terug te vinden in hoofdstuk 4.2 van de scriptie.

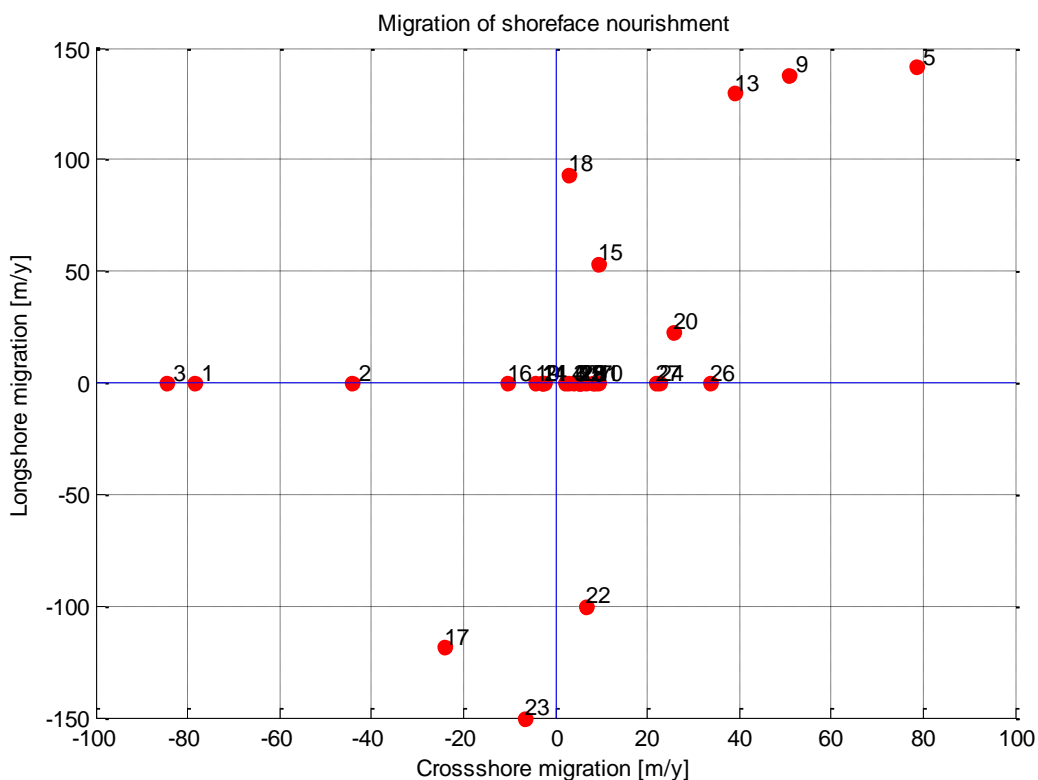
#### 3.1 Overzicht migratie ten opzichte van de kust

Als gekeken wordt naar de migratie van de suppleties, kan dit op verschillende manieren gebeuren. De eerste manier is het bekijken van de migratie ten opzichte van de kust. Hiervoor zijn dan dus verschillende migratierichtingen. Als we naar de dwarsbeweging kijken zien we dat de suppletie richting de kust of richting de zee kan migreren. Wanneer we naar de langs-migratie kijken, wordt een migratie van de vooroever-suppletie met de klok mee als positief beschouwd. Dit is weergegeven in het volgende figuur.



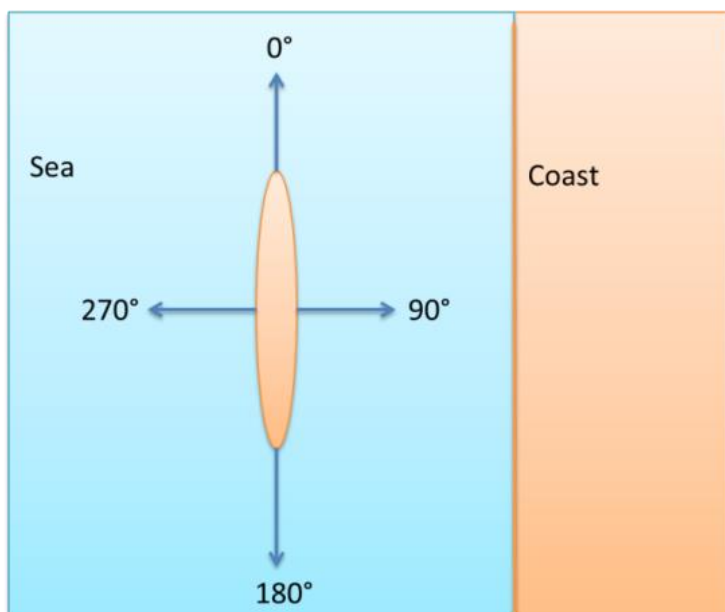
Figuur 1: Uitleg migratie richting

In Figuur 2 is een overzicht te zien met de migratie per vooroever-suppletie. Over het algemeen zien we een groep van suppleties die op hun plek blijven liggen en een groep die positief langs de kust migreren en naar de kust toe. Dit komt overeen met wat we in de scriptie kunnen lezen. We zien bij Heemskerk dat er een 'negatieve' migratie ten opzichte van de kust optreedt. Dit zal verderop worden behandeld.



Figuur 2: Migratie vooroeversuppleties

Als we kijken naar de totale migratie, de optelsom van de langs- en dwarsmigratie, kan dit worden weergegeven met een vector die een grootte en een richting heeft. In Figuur 3 is aangegeven welke hoek correspondeert met een bepaalde richting. In Tabel 2 zijn vervolgens de berekende gegevens voor de 31 vooroeversuppleties gegeven en verderop in deze notitie (Figuur 9) is een kaartje te vinden van de vooroeversuppleties langs de kust met hun corresponderende migratie.



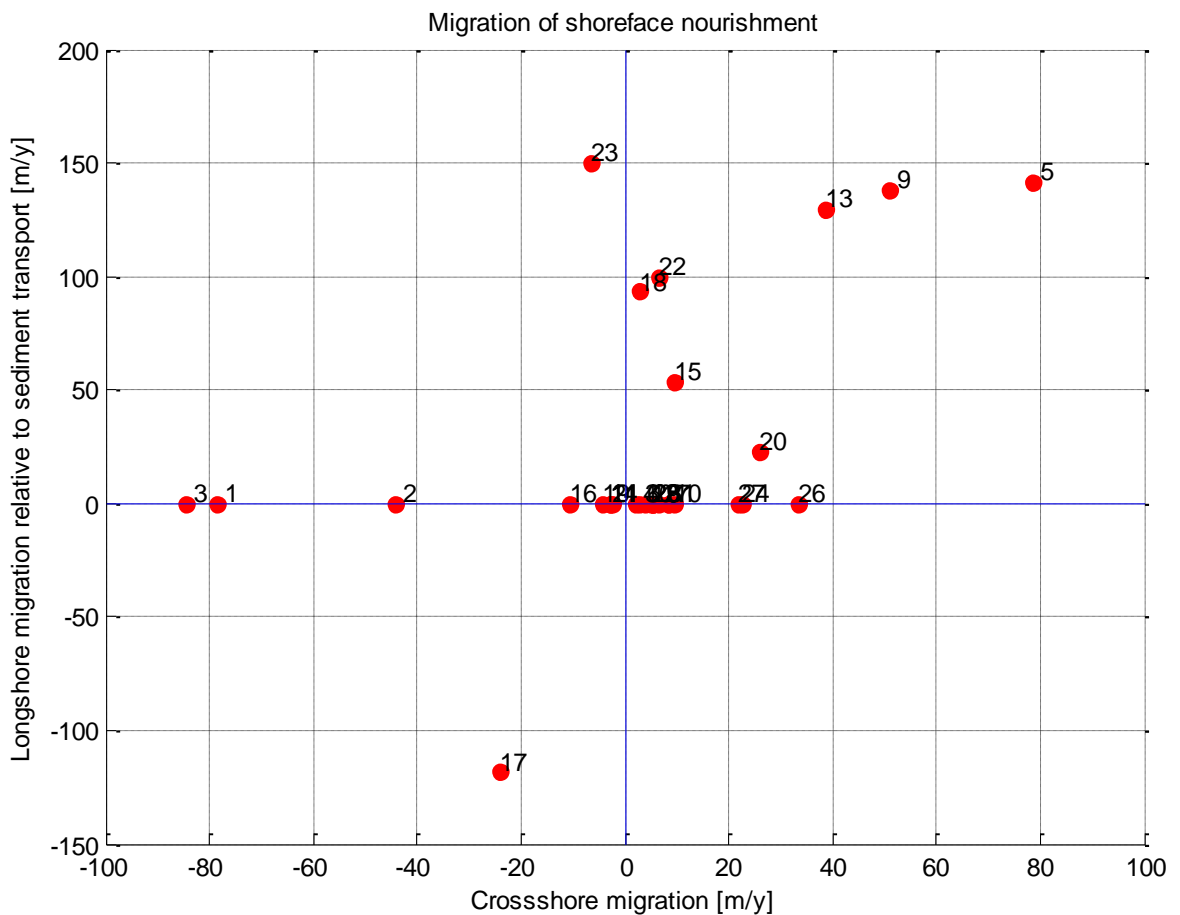
Figuur 3: Uitleg verband migratie richting en corresponderende hoek

Tabel 2: Overzicht totale migratie grootte en -richting per vooroeversuppletie

Suppleties	Cross-shore migration [m/y]	Alongshore migration [m/y]	Overall migration [m/y]	Angle with coast [°]
1	-78,5	0	78,5	270
2	-44,2	0	44,2	270
3	-84,7	0	84,7	270
4	2,2	0	2,2	90
5	78,7	141,7	162,1	29
6	2,8	0	2,8	90
7	8,3	0	8,3	90
8	6,5	0	6,5	90
9	50,9	138,2	147,3	20
10	9,4	0	9,4	90
11	-2,7	0	2,7	270
12	5,1	0	5,1	90
13	38,8	130	135,7	17
14	-2,9	0	2,9	270
15	9,5	53,6	54,4	10
16	-10,5	0	10,5	270
17	-24,1	-118,3	120,7	12
18	2,8	93,4	93,4	2
19	-4,3	0	4,3	270
20	25,8	23,1	34,6	48
21	-2,3	0	2,3	270
22	6,5	-100	-100,2	176
23	-6,5	-150	-150,1	182
24	22,5	0	22,5	90
25	5,3	0	5,3	90
26	33,5	0	33,5	90
27	21,7	0	21,7	90
28	5,5	0	5,5	90
29	5,5	0	5,5	90
30	4	0	4,0	90
31	8,5	0	8,5	90

### 3.2 Overzicht migratie ten opzichte van de netto sedimenttransportrichting

Naast de daadwerkelijke migratie van de vooroever-suppleties, is het interessant om te weten hoe de suppleties bewegen ten opzichte van de netto sedimenttransportrichting langs de kust. In dit geval gedragen de vooroever-suppleties bij Heemskerk zich hetzelfde als de andere vooroever-suppleties die in dezelfde richting bewegen als het netto sedimenttransport. Bij Heemskerk vindt er namelijk een netto sediment transport naar het zuiden plaats. De vooroever-suppleties bewegen hier ook naar het zuiden en dus volgen ze het heersende sediment transport. Als we kijken naar vooroever-suppleties die het netto sediment transport volgen, zien we dat alleen de vooroever-suppletie bij Bergen (nr. 17) zich anders gedraagt. De reden hiervoor is uitgelegd op blz. 45 van de scriptie.



Figuur 4: Overzicht migratie ten opzichte van heersende netto sedimenttransportrichting

## 4 Verband tussen afstand aanlegpositie suppletie - 'zone of decay' en dwarsmigratie

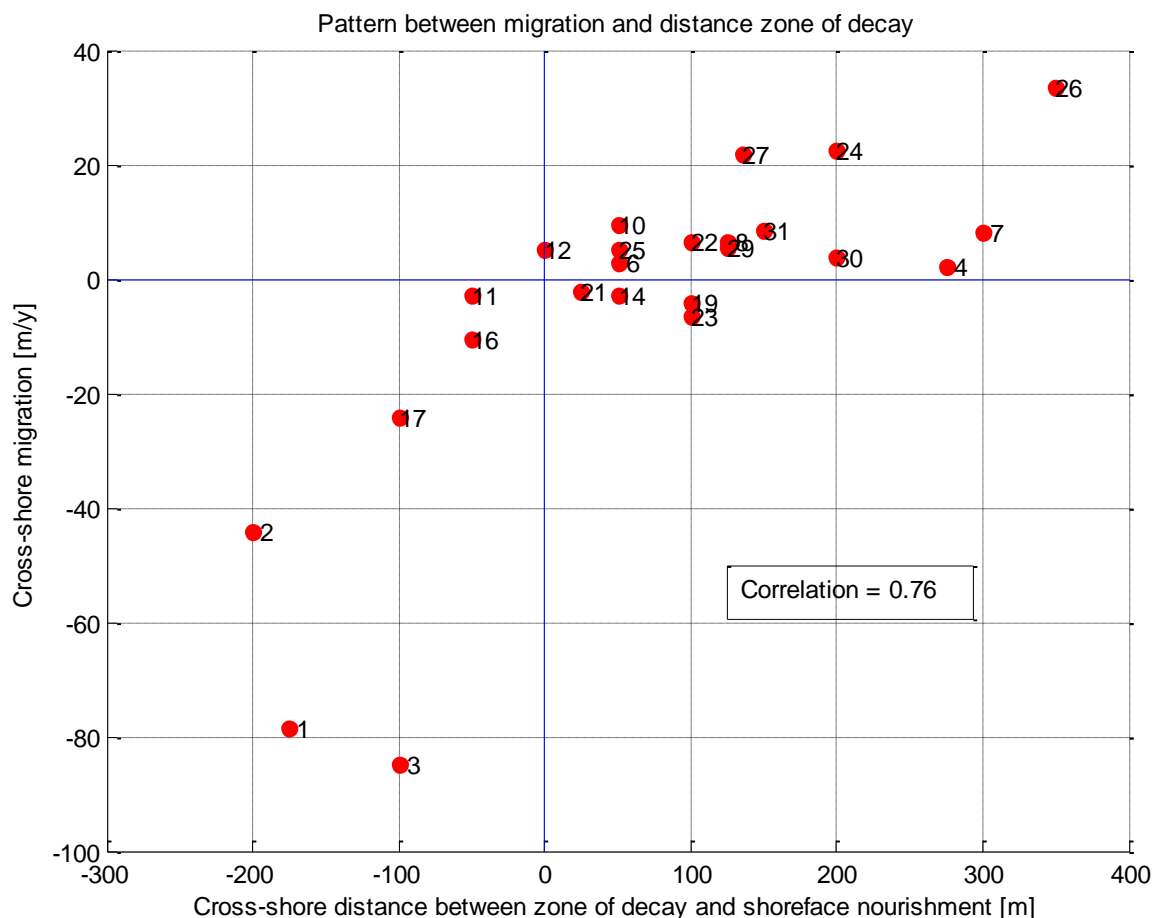
In dit hoofdstuk zal het verband tussen de aanlegpositie van de vooroeversuppletie tot de 'zone of decay' en de dwarsmigratie worden besproken. Eerst zal er naar alle uitgevoerde vooroeversuppleties gekeken worden en vervolgens wordt er gekeken of er een verband is te vinden.

### 4.1 'Zone of decay'

Zandbanken die kust-dwars migreren, migreren naar een bepaalde positie en dempen uit op deze positie. Deze uitdempingspositie wordt ook wel de 'zone of decay' genoemd. Op deze 'zone of decay' dempen niet alleen de zandbanken uit, maar zien we ook dat de vooroeversuppleties uitdempen. De verwachting is dus dat in deze zone een bepaald evenwicht bestaat tussen hydrodynamische parameters en de parameters van het plaatselijke kustprofiel.

### 4.2 Verband

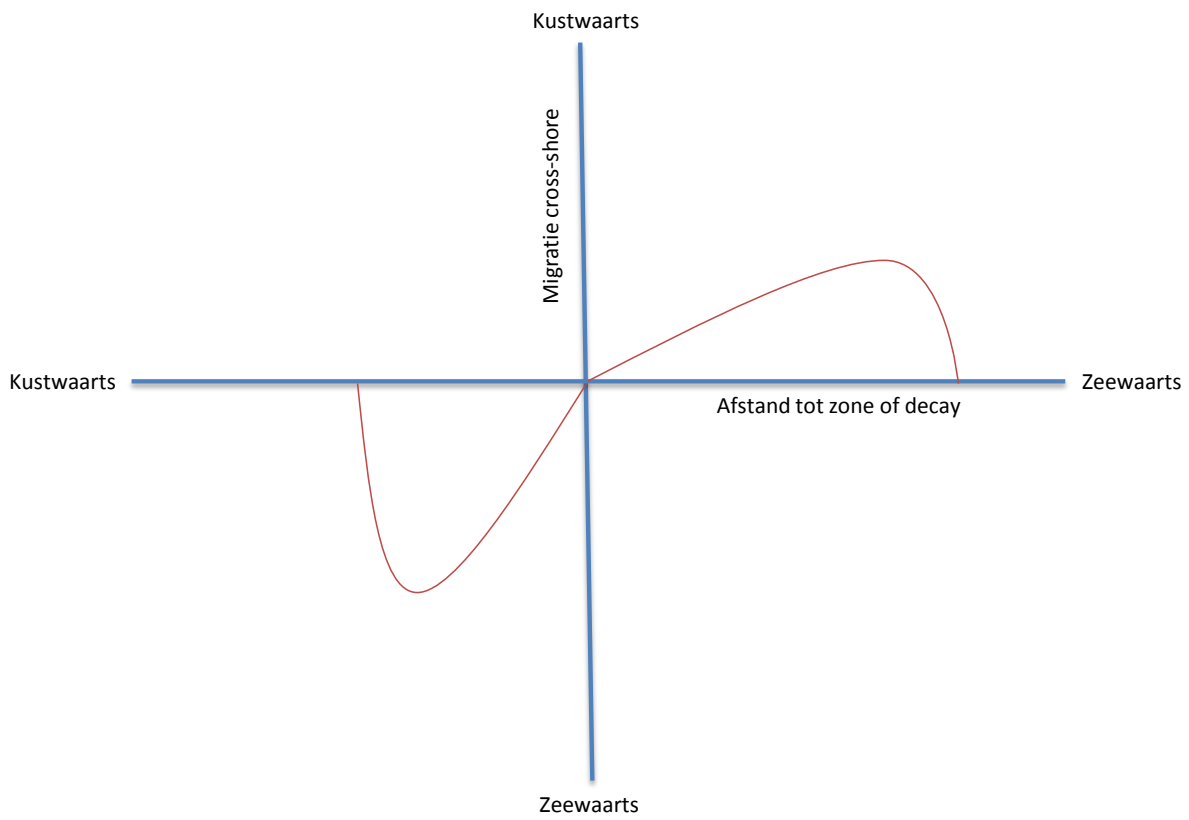
Kijkend naar het verband tussen aanleglocatie van de suppleties ten opzichte van de 'zone of decay' en de migratie snelheid (Fig. 5), zien we een patroon. We zien dat suppleties naar de 'zone of decay' toe bewegen. Echter zien we wel dat de suppleties bij Ameland (suppleties 1, 2 en 3) uit de toon vallen. Op deze locatie zien we ook dat de 'zone of decay' verder offshore ligt dan op de andere locaties. Tegelijkertijd is de helling van de kust ook een stuk flauwer (1:500 tegenover gemiddeld 1:300 langs de Hollandse kust).



Figuur 5: Verband tussen de dwarsmigratie en de afstand tot de 'zone of decay'

Een verklaring voor het grote verschil in migratie on-shore en offshore kan zijn dat vooroeversuppleties die zijn uitgevoerd landwaarts van de 'zone of decay' sneller richting de 'zone of decay' migreren dan vooroeversuppleties uitgevoerd zeewaarts van de 'zone of decay'. In Figuur 6 is de mogelijke verhouding tussen de aanlegpositie van de vooroeversuppletie en de verwachte migratiesnelheid en -richting schematisch weergegeven. In dit figuur is te zien dat vooroeversuppleties, op de 'zone of decay' aangelegd, geen kustdwarse migratie vertonen. Ook zien we dat de beide uiteinden van de curve naar nul gaan bij een toenemende afstand tot de 'zone of decay'. Dit komt omdat de strandwaartse tak op een bepaald punt het strand bereikt en de zeewaartse tak op een bepaald punt geen interactie meer aangaat met golven en niet meer kustwaarts migreert vanaf dit punt.

Daarnaast valt in Figuur 5 op dat de vooroeversuppleties bij Zandvoort en Bloemendaal (resp. 24 en 26) snel richting de 'zone of decay' bewegen. Op deze locaties zien we dat de bankencyclus gemiddeld sneller is dan op de andere plekken. Dit kan er op duiden dat kenmerken van de initiële bankencyclus zoals de snelheid van bankmigratie, worden overgenomen door de vooroeversuppleties.



*Figuur 6: Opzet voor eventueel verband tussen migratie snelheid en afstand tot 'zone of decay'*



## 5 Overzicht verschillende types migratie van banken

Wanneer gekeken wordt naar het bankgedrag langs de Nederlandse kust, valt al snel op dat banken zich niet allemaal hetzelfde gedragen. Over het algemeen zijn er drie verschillende types van bankmigratie te onderscheiden. Deze drie types zijn hieronder toegelicht.

### 5.1 Dwarsmigratie

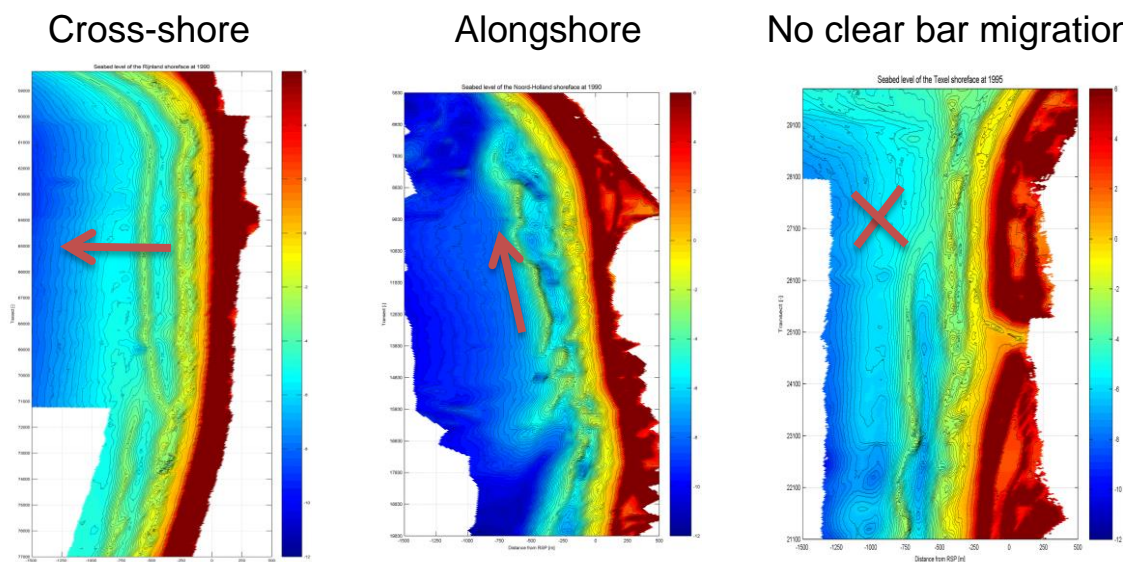
Bij dit type bankmigratie ontstaan de banken aan de strandzijde en migreren richting zee, waar ze uitdempnen in de 'zone of decay'. Dit is goed terug te zien in het noorden van Rijnland. Hier is een duidelijk patroon te zien waarbij banken ontstaan aan het strand en met een periode van ongeveer 4 jaar richting de 'zone of decay' migreren om daar vervolgens uit te dempen.

### 5.2 Langs-migratie

Bij dit type migreert de zandbank langs de kust. Dit is te zien bij Callantsoog. In deze regio is duidelijk de aanwezigheid van een bank te zien. Deze bank blijft kust-dwars op de zelfde positie liggen, maar er is wel een duidelijke langs-migratie van de bank te zien.

### 5.3 Geen vaste bank-migratie

Bij dit bank type is er geen duidelijke migratie van de bank in kust-langse of kust-dwarse richting. Dit is bijvoorbeeld te zien bij Den Helder en bij Texel Eierland. Hier is af en toe een bank te zien die niet migreert of af en toe onregelmatig migreert. Er is hier dus geen sprake van een duidelijke langs- of dwarsmigratie van de zandbank.



Figuur 7: Verschillende soorten bankmigratie

## 6 Overzichtskaarten Nederland

Om het gedrag van de vooroeversuppleties en zandbanken goed in beeld te brengen, zijn er in dit hoofdstuk verschillende kaarten opgenomen die zullen worden toegelicht.

### 6.1 Bankmigratie langs Nederlandse kust

Op de kaart in Fig. 8 zijn de types bankmigratie langs de Nederlandse kust te zien (exclusief het Deltagebied, aangezien daar weinig bank-migratie optreedt). Met een pijl is aangegeven hoe de banken migreren. Bij kust-dwarse migratie is de positie van de 'zone of decay' weergegeven met het getal.

Langs de Hollandse kust zie je over het algemeen een kust-dwarse beweging van de zandbanken. Alleen bij de havendammen (Hoek van Holland, Scheveningen en IJmuiden) is te zien dat het bankgedrag afwijkt. Ten noorden van de (voormalige) Hondsbossche en Pettemer Zeewering (HBPZ) is een meer kust-langse beweging van de banken te onderscheiden.



Figuur 8: Overzicht bankgedrag langs de Nederlandse kust. Met de getallen is, in het geval een 'zone of decay' aanwezig is, de positie aangegeven

## 6.2 Migratie vooroeversuppleties

Op de volgende twee kaarten (Figs. 9, 10) zijn de 31 geanalyseerde vooroeversuppleties te zien met hun migratie-snelheid en –richting. Hier is goed te zien dat vooroeversuppleties neergelegd op dezelfde locatie eenzelfde gedrag vertonen. Interessant is ook dat we in Figuur 8 zien dat de zandbanken plaatselijk naar het zuiden bewegen bij Heemskerk en dat de vooroeversuppleties op deze locatie ook naar het zuiden bewegen. Deze volgen de trend dat vooroeversuppleties zich aanpassen aan het bestaande bankgedrag. Wanneer we Figuur 8 en Figuur 9 vergelijken met elkaar, geeft dat een mooi beeld van de overeenkomsten tussen bankgedrag en vooroeversuppletie-gedrag.



Figuur 9: Overzicht migratie vooroeversuppleties langs de Nederlandse kust

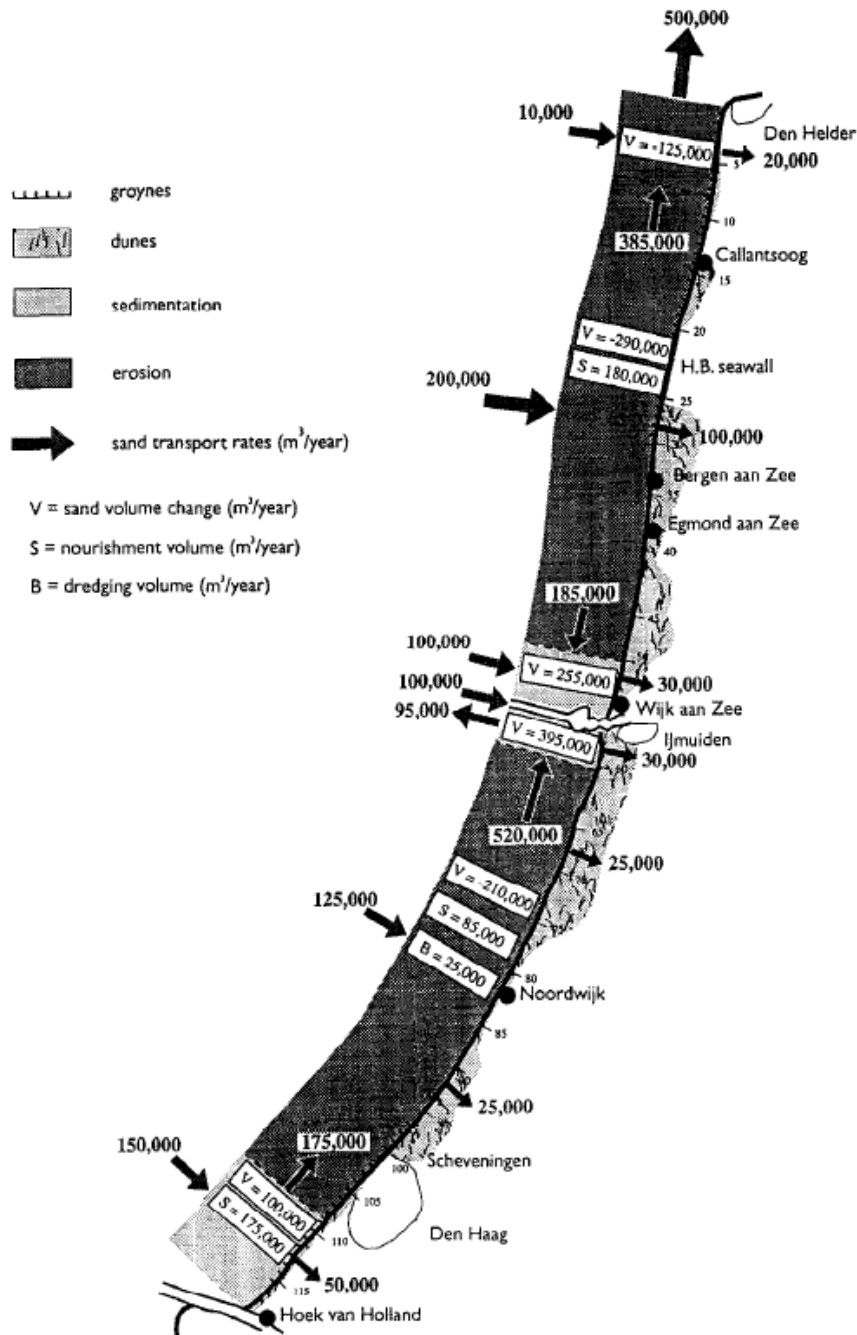
Als we kijken naar de verschillende groeperingen van migraties, zien we dat de vooroeversuppleties langs de Hollandse kust vooral een kust-dwarse migratie laten zien en daarbij ook migreren naar de 'zone of decay'. De enige uitzonderingen hierop zijn Heemskerk, Callantsoog en Den Helder. Bij Heemskerk zien we dat de vooroeversuppleties voor naar het zuiden migreren, het netto sediment-transport volgende. Bij Callantsoog migreren de vooroeversuppleties vooral naar het noorden en richting de kust, het netto sediment transport is hier ook naar het noorden (zie volgende paragraaf). Bij Texel migreren de vooroeversuppleties voornamelijk kust-dwars naar de 'zone of decay', met uitzondering van de vooroeversuppleties bij Eierland die zowel kustwaarts als kustlangs bewegen. Bij Ameland volgen de vooroeversuppleties ook het bankgedrag en migreren ze dwars op de kust zeewaarts naar de 'zone of decay'.



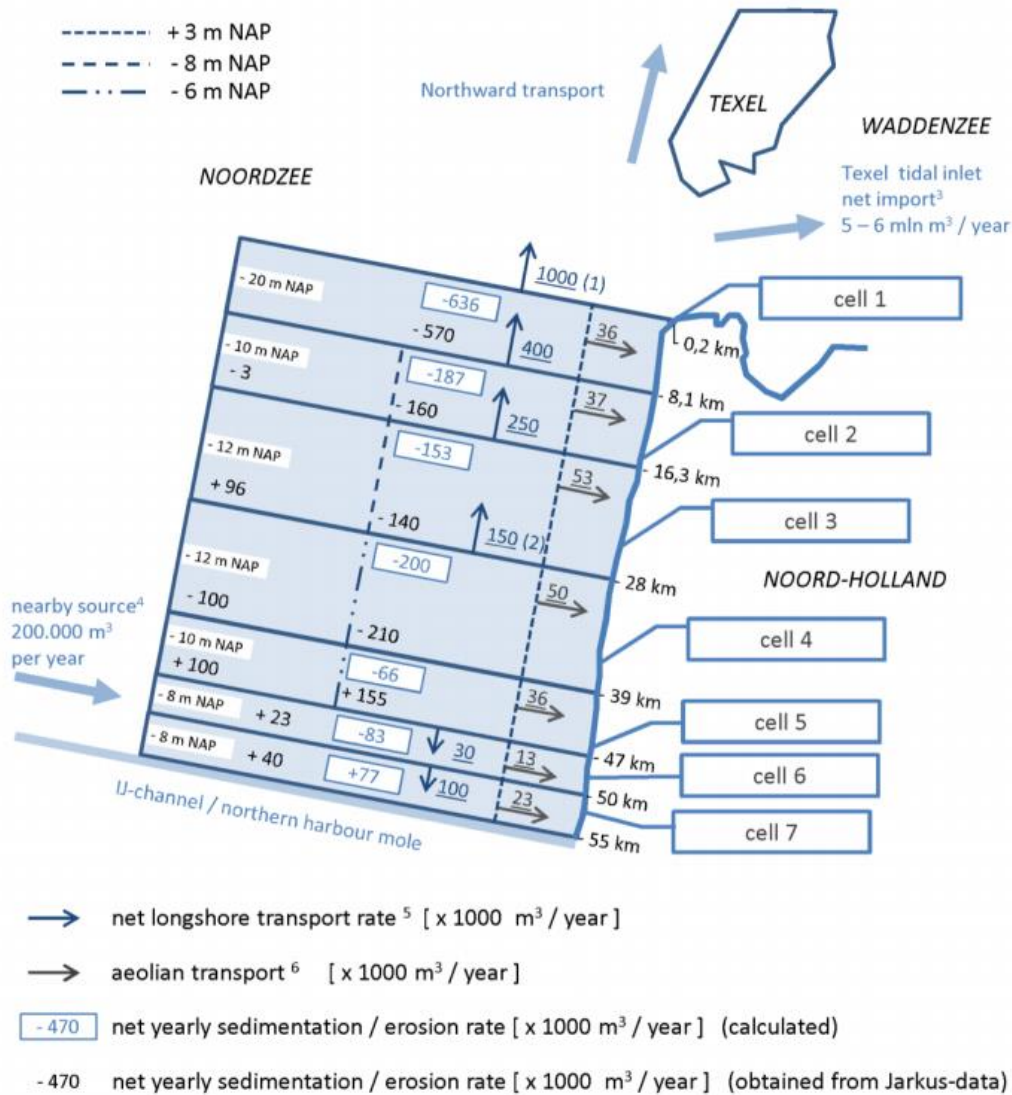
Figuur 10: Overzicht groeperingen van vooroeversuppleties langs de Nederlandse kust. De vooroeversuppleties met een blauwe omkadering migreren richting de 'zone of decay'. De vooroeversuppleties met een groene omkadering bewegen vooral langs de kust en naar de kust toe.

### 6.3 Sediment-transporten langs de Hollandse kust

De figuren 11 en 12 geven overzichten van de sediment-transporten langs de Hollandse kust uit de rapporten van Leo v. Rijn (Figuur 11) en Remon Pot (Figuur 12). Deze kaarten kunnen weer goed vergeleken worden met Figuur 8, waarop het initiële bankgedrag is te vinden. Wat hier wederom opvalt is dat bij Heemskerk het netto transport naar het zuiden is en dat de het gedrag van banken en vooroeversuppleties ook naar het zuiden is.



Figuur 11: Sediment transporten langs de Hollandse kust volgens v. Rijn



Figuur 12: Sediment transporten langs de kust van Noord-Holland volgens R. Pot

## 7 Toelichting op schaalbare kaarten

Om het bankgedrag langs de Nederlandse kust visueel goed te kunnen analyseren, is onderzoek gedaan naar een goede methode om de JARKUS data om te zetten naar een kaart waarop de data van opeenvolgende jaren als filmpje afgespeeld kan worden en waarbij tegelijkertijd kan worden ingezoomd op een bepaald gebied. In dit hoofdstuk is een korte toelichting gegeven op de verschillende manieren die hiervoor mogelijk zijn en wat de voor- en nadelen per optie zijn. De verschillende opties uitgewerkt in deze notitie zijn:

- Prezi
- KML-file van JARKUS data maken voor Google Earth
- Meerdere filmpje met Java script samenvoegen en vervolgens een ander Java script schrijven voor in- en uitzoomen

### 7.1 Prezi

Prezi is software die vooral bedoeld is als beweegbare vervanger van PowerPoint. Het is een soort van grote poster waarop je allemaal plaatjes, afbeeldingen en informatie zet. Vervolgens kan je zelf kiezen wat je in welke volgorde wil laten zien. Voor animaties, zoals gewenst voor dit project, is Prezi niet optimaal. Wel is het mogelijk om filmpjes (gemaakt met de Bodemviewer) te laten zien, maar helaas kunnen ze niet synchroon worden afgespeeld. In- en uitzoomen gaat wel erg goed. Het voordeel van Prezi is wel dat je alle animaties in een document hebt, dat je de filmpjes van de hele Nederlandse kust kunt aanklikken en ze meteen kunt zien. Een voorbeeld dat gemaakt is met Prezi is te zien op: <https://prezi.com/0bpxctsfhp9/holland-coast/?webgl=0>

### 7.2 KML-file

De JARKUS data is ook met behulp van KML-files te transporteren naar Google Earth. Hiervoor moet je echter wel een volledig nieuw script schrijven dat de JARKUS data vertaalt naar animaties die je weer naar Google Earth kan exporteren. Op zich is dit niet heel veel moeite, aangezien er al veel scripts zijn die JARKUS data transporteren naar animaties. Met een handleiding, die op de Publicwiki van Deltares staat, zou je vervolgens de animaties kunnen vertalen naar een KML file. Nadeel hiervan is wel dat je altijd de desktop versie van Google Earth moet gebruiken en dat het programmeren van de KML file wat tijd kost. De uitleg voor het plotten van KML files in Google Earth is te vinden op: <https://publicwiki.deltares.nl/display/OET/Matlab+plotting+into+Google+Earth>

### 7.3 Java script

De derde en beste optie is het schrijven van meerdere Java scripts. Hiervoor is echter de kennis van Java modelleren nodig. Met een Java script kunnen de verschillende animaties van de kustvakken (gemaakt met de Bodemviewer) worden samengevoegd tot een complete kaart. Vervolgens kan er met een ander Java script het in- en uitzoomen worden toegepast. Op die manier krijg je een kaart met animaties die je kunt in- en uitzoomen. Fedor Baart heeft dit al eens uitgeprobeerd en het resultaat is te vinden op: <https://github.com/SiggyF/siggyf.github.io/>





15 maart 2017, concept

Deltares