

# Habitatkaart 2019 Amelander Zeegat

ihkv benthosbemonstering september 2019





# Habitatkaart 2019 Amelander Zeegat

ihkv benthosbemonstering september 2019

H.Holzhauer



**Titel**

Habitatkaart 2019 Amelanders Zeegat

<b>Opdrachtgever</b>	<b>Project</b>	<b>Kenmerk</b>	<b>Pagina's</b>
Eurofins Omegam B.V., AMSTERDAM- DUIVENDRECHT	11204720-002	11204720-002-ZKS-0002	28

**Trefwoorden**



Buitendelta, Waddenzee, Ameland, Habitat, Benthosbemonstering

**Samenvatting**

In het kader van Kustgenese2.0 is er door Rijkswaterstaat in 2018-2019 een pilotsuppletie uitgevoerd op de buitendelta van het Amelanders Zeegat. Er is nog onvoldoende kennis over de ecologie van het Amelanders zeegat en de effecten van een suppletie op het ecosysteem. Om deze kennis te vergroten en een inschatting te kunnen maken van de effecten van de pilotsuppletie op de ecologie is er in september 2017 en maart 2018 een T0-meting uitgevoerd naar het aanwezige macrobenthos. De basis voor deze bemonstering is de typering van de buitendelta in habitats. Nu de pilotsuppletie is aangelegd is er in september 2019 een T1-bemonstering uitgevoerd. Ten behoeve van deze bemonstering is een habitatkaart 2019 opgesteld. De werkwijze en inputgegevens voor de habitatkaart 2019 is in deze rapportage beschreven.

**Referenties**

-

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
0.1	sep. 2019	ir. H. Holzhauer					
0.2	okt. 2019	ir. H. Holzhauer		ir. B. Smits		P. Visman	

**Status**

definitief



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Habitatkaart en bemonstering 2017</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Werkwijze habitatkaart</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Globale ontwikkeling van de buitendelta</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>Habitatkaart 2019</b>	<b>13</b>
5.1	Basis gegevens	13
5.2	De kaart	15
<b>6</b>	<b>Meetlocaties</b>	<b>19</b>
<b>7</b>	<b>Literatuur</b>	<b>23</b>
	<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A</b>	<b>Ontwikkelingen 2016-2019</b>	<b>A-1</b>
A.1	Bodemhoogte 2016 tot en met 2019	A-1
A.2	Helling van 2016 tot en met 2019	A-2
A.3	Aspect van 2016 tot en met 2019	A-3
A.4	Sedimentatie-Erosie in een jaar van 2017 tot 2019	A-4





## 1 Inleiding

In het kader van Kustgenese2.0 is er door Rijkswaterstaat een pilotsuppletie uitgevoerd op de buitendelta van het Amelandse Zeegat. In 2018 zijn de werkzaamheden hiervoor gestart en begin 2019 is de pilotsuppletie afgerond. Er worden in het Kustgenese2.0 programma naast de pilotsuppletie meerdere studies en veldmetingen uitgevoerd langs de Nederlandse kust en de buitendelta van Ameland in het bijzonder. De algemene doelstelling van het Ministerie van Infrastructuur en Waterstaat (IenW) om tot en met 2020 de suppletie strategie tegen het licht te houden om te zien of er wijzigingen noodzakelijk zijn in relatie tot de zeespiegelstijging. Onderzocht wordt of de hoeveelheid en locatie van het te suppleren zand anders moet dan nu gebruikelijk is. Vooral de inbedding van de gestelde doelen voor natuurbehoud en natuurontwikkeling samen met de veiligheidsopgave is van belang (Schipper en van Dalftsen, 2017). De buitendelta wordt gezien als een mogelijke nieuwe locatie om zand te suppleren.

Om een inschatting te kunnen maken van de ecologische effecten op de buitendelta is er een meetstrategie (Schipper en van Dalftsen, 2017) opgesteld. Voor het macrobenthos is er in september 2017 een T0-meting uitgevoerd naar het aanwezige macrobenthos (Verduin, 2017; Verduin en Engelberts, 2017). De doelstelling van de T0-bemonstering van het macrobenthos was om een basis te leggen voor het bepalen van het effect van de suppletie op de ecologie van de buitendelta. Op basis van de T0-meting is:

- Een beschrijven gemaakt van de macrobenthos gemeenschappen aanwezig op de buitendelta
- Een inzicht verkregen in de ruimtelijke verdeling van de bodemdieren over de buitendelta
- De basis gelegd voor een effect vergelijking na aanleg van de pilotsuppletie in 2018

Aan de basis van de T0-bemonstering ligt de habitatkaart van de buitendelta (Holzhauer, 2017).

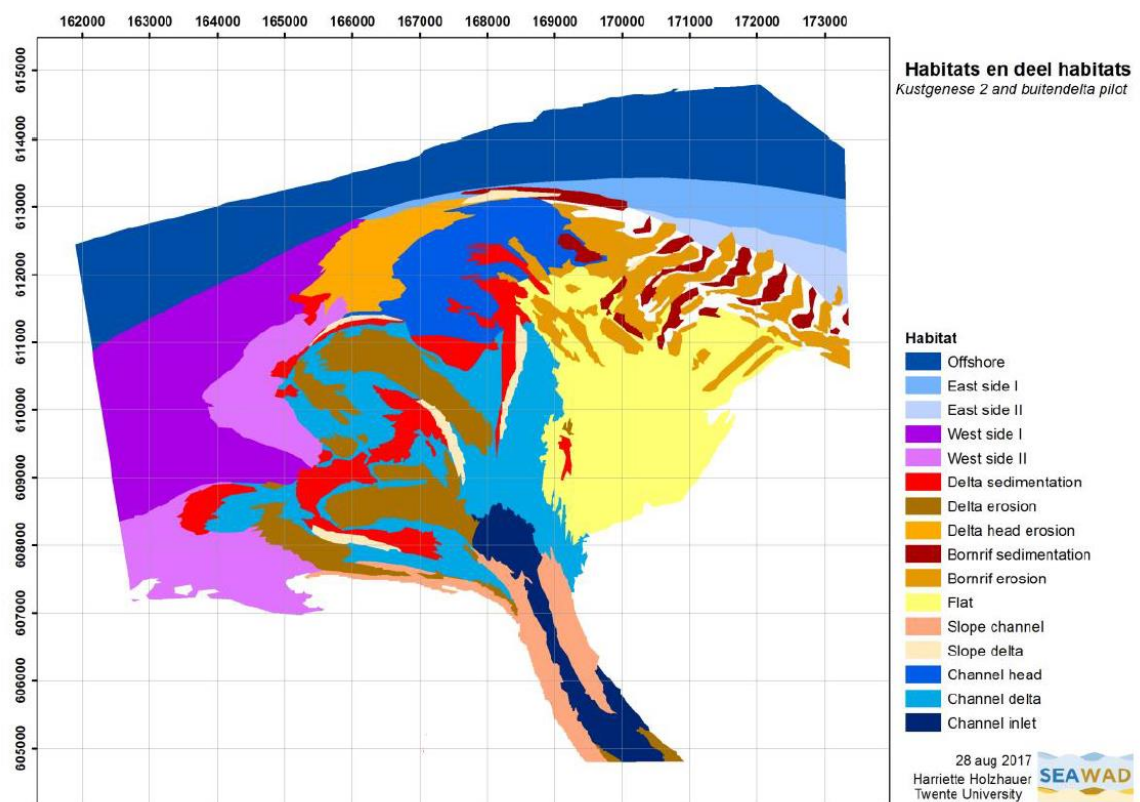
Inmiddels is de pilotsuppletie afgerond en staat voor september 2019 de T1-macrobenthos bemonstering gepland. Om te zorgen dat deze bemonstering aansluit bij de T0-bemonstering is het van belang om eenzelfde aanpak te volgen. Echter, de buitendelta is een zeer dynamisch gebied en altijd in beweging. De habitatkaart moet daarom worden aangepast naar de huidige situatie. In deze rapportage wordt een korte beschrijving gegeven hoe de habitatkaart van het Amelandse Zeegat voor 2019 tot stand is gekomen.



## 2 Habitatkaart en bemonstering 2017

Tijdens de T0-macrobenosbemonstering in september 2017 zijn er 166 boxcorer monsters genomen verdeeld over 16 verschillende habitats (Figuur 1) aangevuld met 53 boxcorer monsters in 2018. De habitats zijn bepaald aan de hand van een set aan basis data gebaseerd op de bathymetrie, mediane korrelgrootte en de inschatting van de bodemschuifspanning. De buitendelta is een dynamische omgeving bestaande uit geulen, ondieptes en platen die ook nog eens verplaatsen in locatie en hoogte ligging (Cleveringa et al., 2004; Elias et al., 2012, 2019; Leopold en Baptist, 2016). Dit maakt dat de buitendelta ruimtelijk gezien niet homogeen is en bestaat uit verschillende deelgebieden met een eigen karakteristiek.

Het uitgangspunt is dat deze eigen karakteristiek ook zijn weerslag vindt in de aanwezige bodemdieren en/of de samenstelling van bodemdieren op een locatie (Holzhauer, 2017).



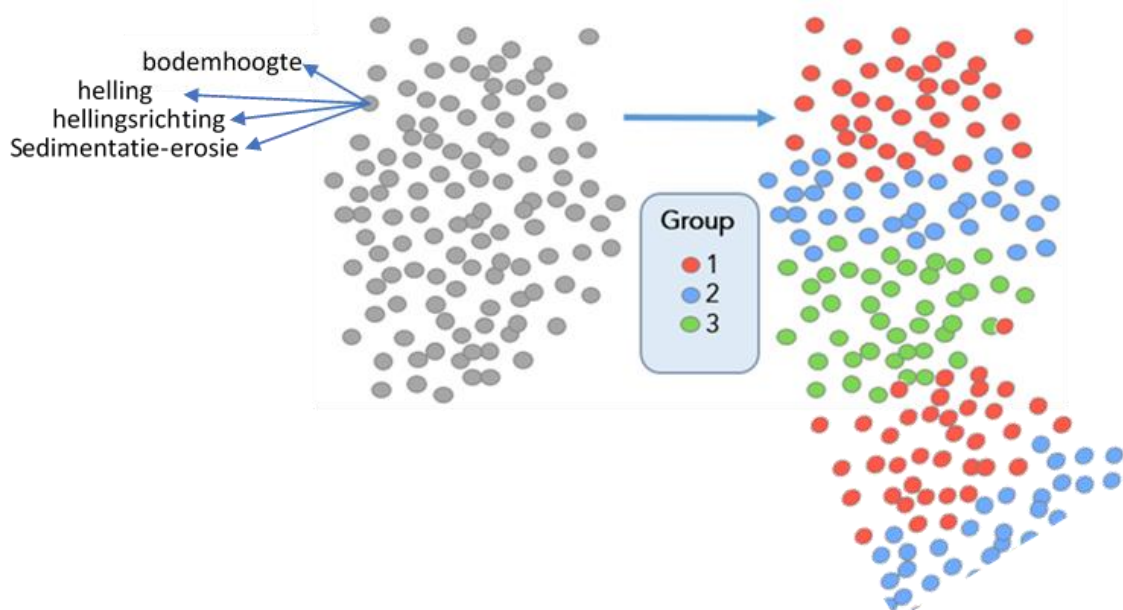
Figuur 1: Habitats gedefinieerd voor de buitendelta van Ameland in 2017 (Holzhauer, 2017)



### 3 Werkwijze habitatkaart

Omgevingsfactoren zoals sedimenteigenschappen, hydrodynamiek, morfologie, waterdiepte, slibgehalte, watertemperatuur en geografische ligging zijn bepalend voor het voorkomen van bodemdieren (Baptist et al., 2006; de Jong et al., 2015; Dijk et al., 2012; Heip et al., 1992; Künitzer et al., 1992; Reiss et al., 2010; van Hoey et al., 2004; Ysebaert en Herman, 2002). Op de schaal van de buitendelta zorgen lokale omstandigheden voor verschillen in habitats en daarmee ook in verschillen in bodemdiergemeenschappen.

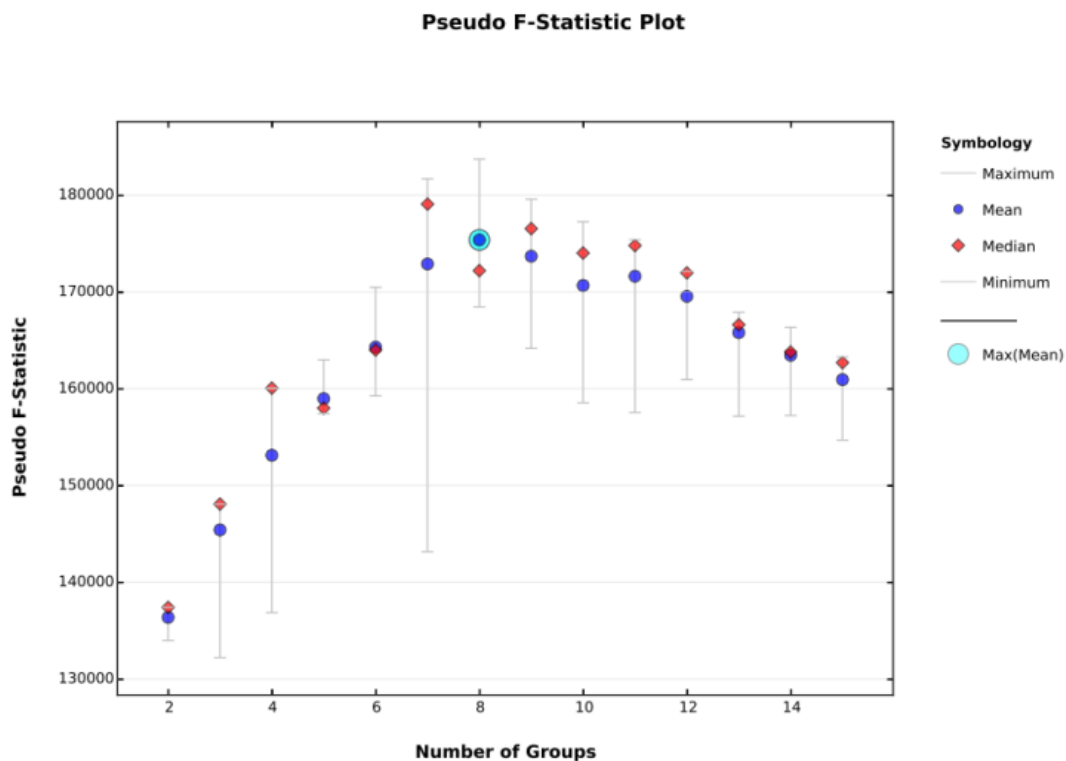
Gelijk aan 2017 is de habitatkaart opgesteld aan de hand van een groepsanalyse uitgevoerd met behulp van ArcGIS 10.4.1. met de bodemligging, hellingshoek en hellingsrichting en de sedimentatie-erosie tussen twee jaren als omgevingsvariabelen. Met behulp van een groepeeringsanalyse is gezocht naar natuurlijke groepen in de beschikbare data. Een groep van locaties is gevormd wanneer de inputparameters op een locatie zo veel mogelijk overeenkwamen met de inputparameters op een andere locatie. Vervolgens waren de gevormde groepen onderling zo verschillend mogelijk van elkaar zijn. Er is gebruik gemaakt van een K-Means algoritme zonder ruimtelijke beperkingen. Dit houdt in dat om tot een groep gerekend te kunnen worden de parameters ruimtelijk gezien niet noodzakelijk naast elkaar hoeven te liggen (Figuur 2).



*Figuur 2: Schematische weergave van de groepeeringsanalyse. Elke gridcel (grijze bol) bevat gegevens over de bodemhoogte helling, hellingsrichting en sedimentatie-erosie. Elke gridcel wordt vergeleken met elke andere gridcel. Wanneer bodemhoogte helling, hellingsrichting en sedimentatie-erosie van de gridcellen overeenkomen vormen ze een groep. De groepen onderling (rood versus blauw, rood versus groen, blauw versus groen) zijn zo verschillend mogelijk.*

Het optimale aantal groepen is geanalyseerd volgens de Calinski-Harabasz pseudo F-statistic (Calinski and Harabasz, 1974). Dit is een ratio die de mate van overeenkomst binnen een groep ten opzichte van de mate van overeenkomst tussen de groepen weergeeft. Het optimale aantal groepen volgens deze methode is acht (Figuur 3). Op basis van de sedimentsamenstelling en

de bodemschuifspanning is nader hand een verdere verfijning van de groepen toegepast om te komen tot definitieve habitats.

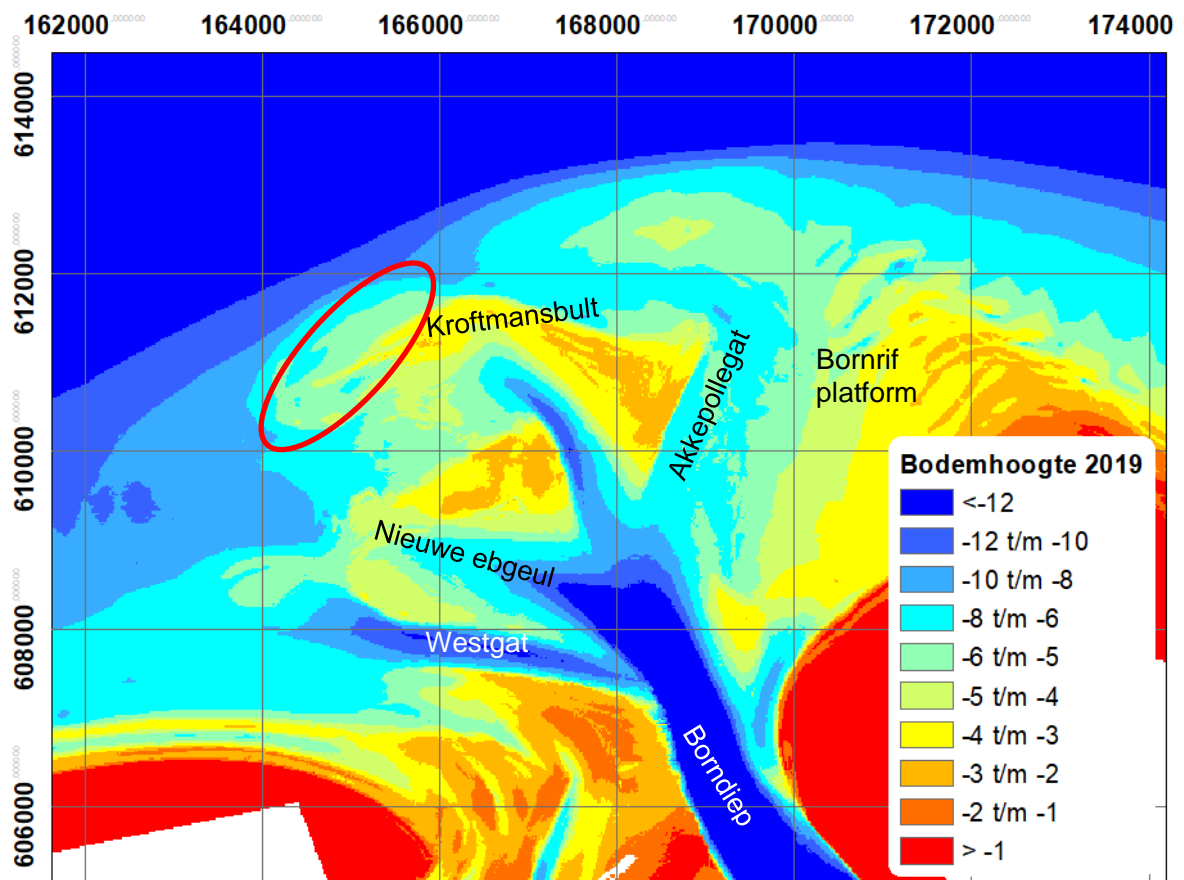


Figuur 3: Grafische weergave optimaal aantal groepen.

## 4 Globale ontwikkeling van de buitendelta

Om een gevoel te krijgen van de veranderingen die hebben plaatsgevonden tussen 2017 en 2019 is per inputparameter een kaart gemaakt voor de jaren 2016 t/m 2019. Vervolgens is per inputparameter een verschilkaart gemaakt tussen 2017 en 2019.

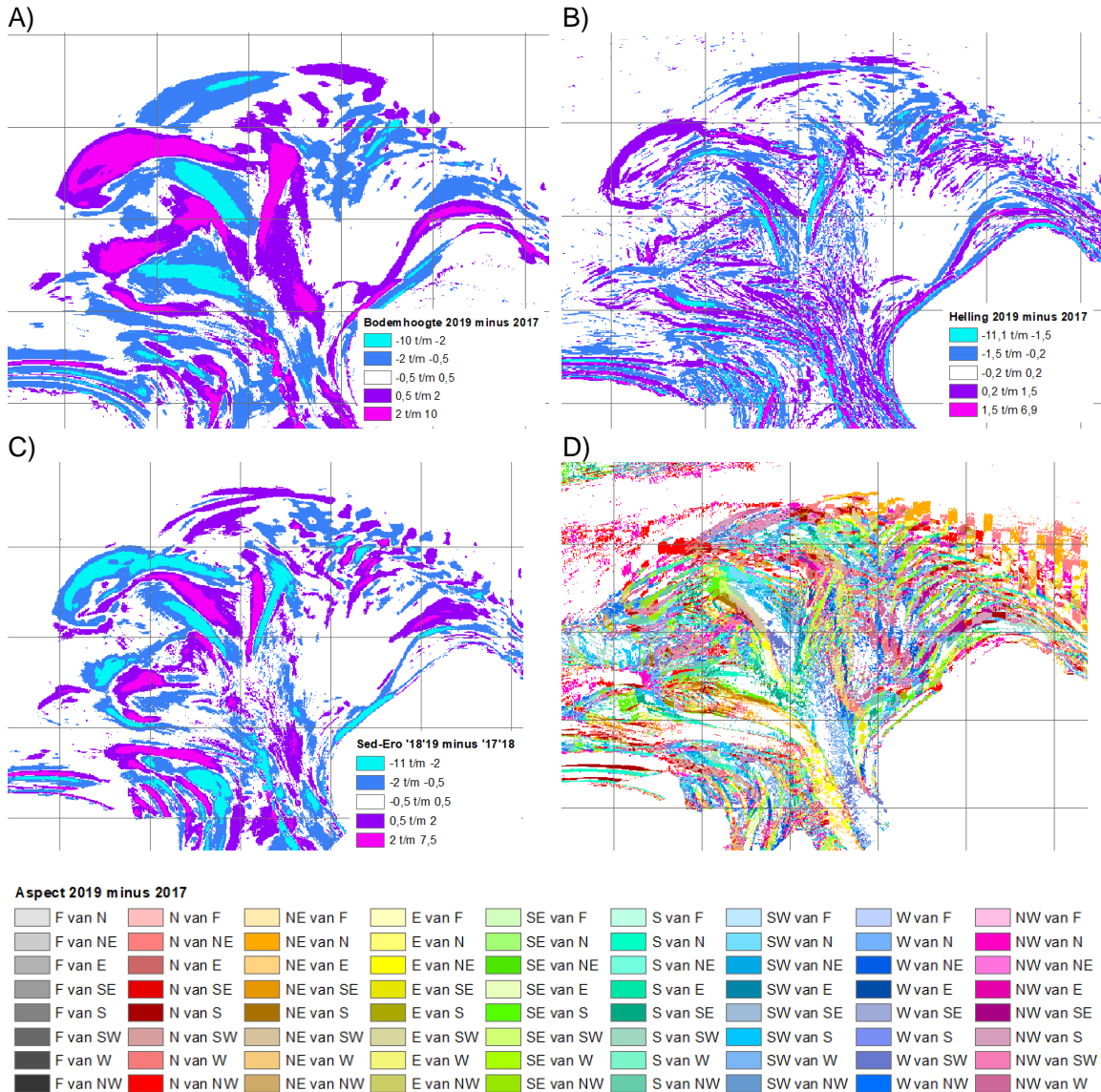
De buitendelta bestaat uit twee hoofdgeulen (Borndiep en Akkepollegat) welke vooralsnog redelijk op een positie zijn blijven liggen. Vanaf 2014 is er een nieuwe ebgeul ontstaan net zuid van de Kroftmansbult. Deze geul groeit gestaag en draai naar het noordoosten. Hierdoor wordt de doorstroom van het Akkepollegat beperkt en draait deze geul ook steeds verder richting het oosten. Met als gevolg dat het platform van het Bornrif naar de kust wordt gedrukt (Elias et al., 2019). Gezien deze ontwikkeling is het volgens Elias et al. (2019) te verwachten dat er een nieuwe ebgeul wordt gevormd net ten noorden van het Westgat die op termijn mogelijk zal samengaan met het Westgat. Mogelijk dat dit dan een van de hoofdgeulen wordt (zie Figuur 4 voor de ligging van de verschillende geulen en platen. Tevens is duidelijk de ligging van de pilotsuppletie zichtbaar, welke aan de westzijde van de Kroftmansbult is aangelegd.



Figuur 4: Bodemligging 2019. Annotatie naar Elias et al. (2019). Suppletie is met de rode cirkel aangegeven.

De buitendelta is dus continu aan verandering onderhevig. Ter informatie is in de bijlage een overzicht gegeven van de ontwikkeling in de bodemhoogte, helling en sedimentatie erosie van

2016 tot en met 2019. Deze ontwikkelingen hebben hun weerslag hebben in de Habitatkaart van 2019.



Figuur 5: Verschil tussen 2017 en 2019 voor Bodemhoogte in meters (A), Helling in graden (B), Sedimentatie-erosie in een jaar in meters (C) en Aspect (D)

In de onderstaande figuur zijn de verschillen tussen de input parameters voor de habitatkaart van 2019 en 2017 weergegeven. Aan de hand van de bodemhoogte is te zien dat er gebieden zijn die in 2019 een bodemhoogte hebben die gelijk is aan 2017 (witte kleur Figuur 5-A). Daarnaast zijn het ondieper worden van het Akkepollegat en de aanleg van de suppletie duidelijk zichtbaar (roze kleur Figuur 5-A). Ook de ontwikkeling van de nieuwe ebegeul ten noorden van het Westgat zorgt voor grote veranderingen in de bodemhoogte (blauw en lichtblauw Figuur 5-A). Wat betreft de hellingen in het gebied is de verplaatsing van de geulrand van het Akkepollegat opvallend (van licht blauw naar roze Figuur 5-B). Ook langs het Westgat is een verschuiving zichtbaar. Het verschil tussen de sedimentatie-erosie in een jaar is wat lastiger te interpreteren. Het geeft een gevoel of de mate van erosie of sedimentatie is toegenomen of afgenomen Figuur 5-C. De veranderingen in aspect zijn klein en lokaal Figuur



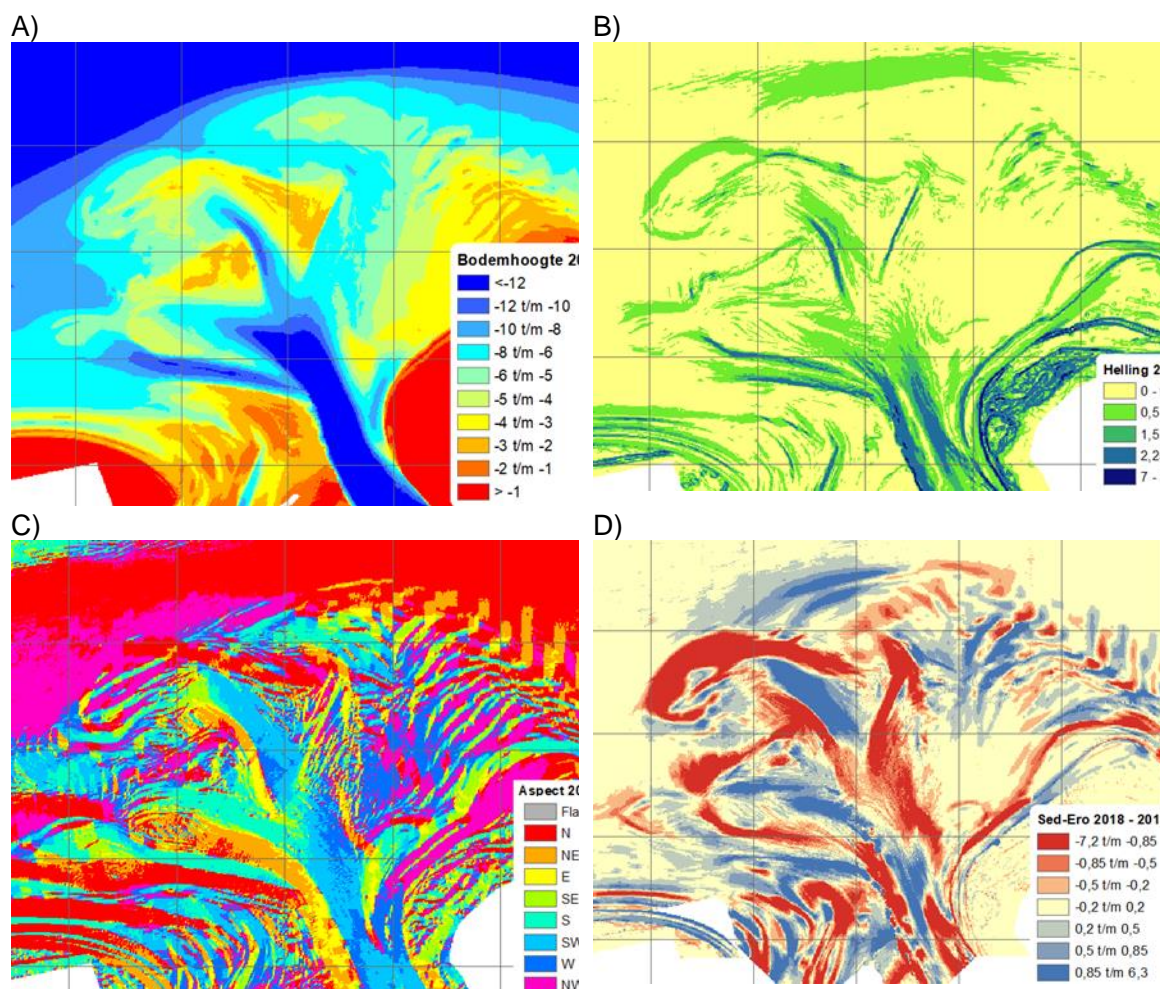
5-D. Er zijn onvoldoende gegevens beschikbaar om de ontwikkeling van de buitendelta tussen 2016 en 2019 te traceren in de bodemsamenstelling en de bodemschuifspanning.



## 5 Habitatkaart 2019

### 5.1 Basis gegevens

Voor de habitatkaart van 2019 is gebruik gemaakt van de bodemhoogte ingewonnen tussen januari en juli 2019. Op basis van deze kaart zijn de helling en hellingsrichting (aspect) bepaald (Figuur 6-A t/m C). De sedimentatie-erosie over een jaar is verkregen door de bodemhoogte van 2019 af te trekken van de bodemhoogte van mei 2018 (Figuur 6-D).

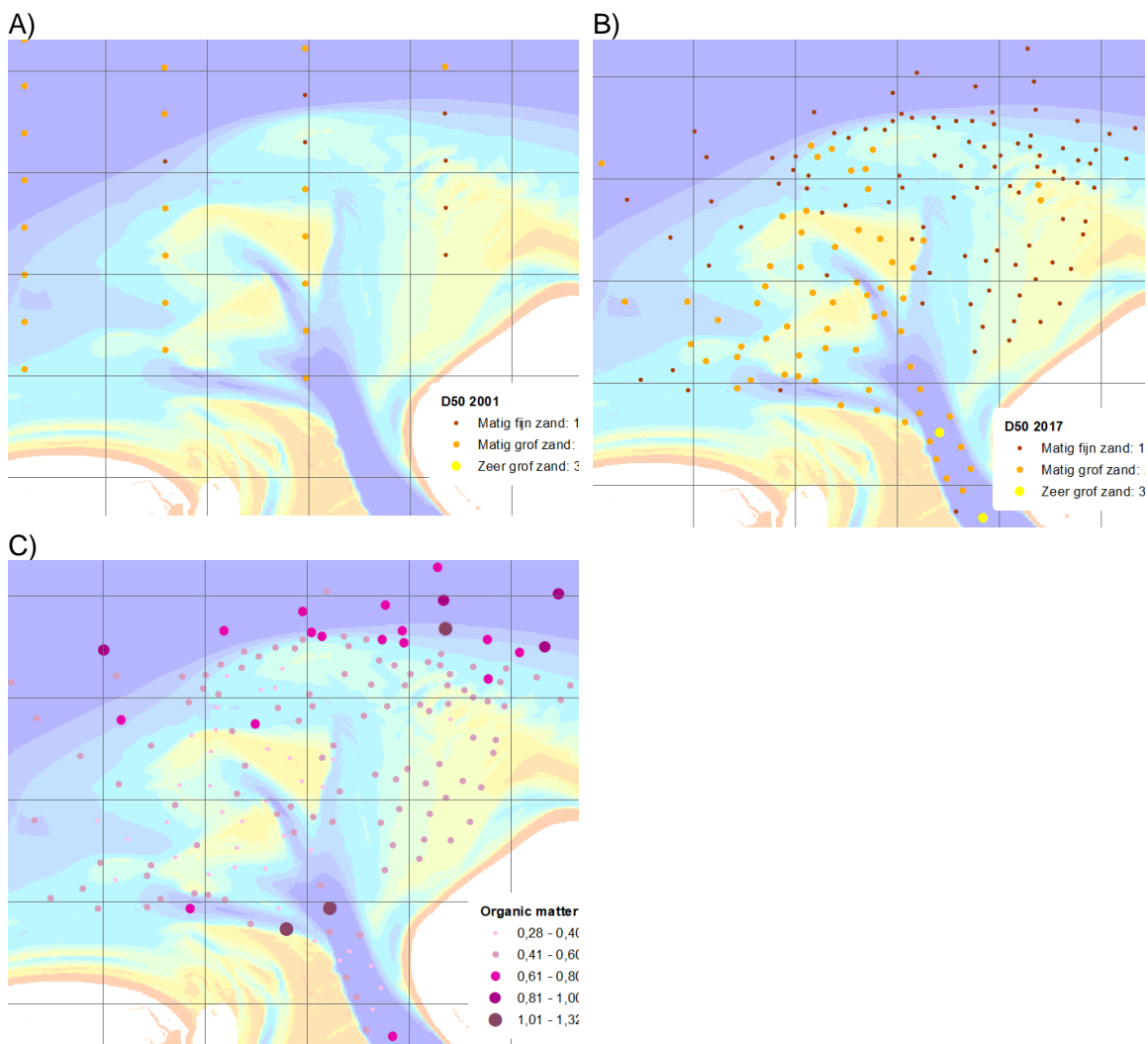


Figuur 6: Basisgegevens habitatkaart A) bodemhoogte 2019, B) helling C) aspect en D) Sedimentatie-erosie tussen 2018 en 2019, rood = sedimentatie, blauw = erosie.

Voor de habitatkaart voor de T0-situatie in 2017 waren er enkel korrelgrootte gegevens beschikbaar uit 2001. Voor de habitatkaart van 2019 zijn er nu ook gegevens beschikbaar uit de T0-meting in 2017. Het ruimtelijke beeld van de korrelgrootte in 2001 (gebruikt voor de habitatkaart van 2017) komt in grote lijnen overeen met het meer gedetailleerde beeld van de korrelgrootte verkregen uit de T0-meting in 2017 (Figuur 7-A en B). Er is een duidelijke scheiding tussen oost en west waarbij aan de oostkant de mediane korrel voornamelijk overeenkomt met matige fijn zand en aan de west kant met matig grof zand. Dit was ook te verwachten gezien de werking van de buitendelta. Opvallend zijn de twee in 2017 gevonden locaties in het Borndiep met zeer grof zand. De conclusie van een scheiding tussen de oostkant

en westkant van de buitendelta op basis van de mediane korrelgrootte is daarmee niet gewijzigd. In theorie is het mogelijk om de gegevens van 2017 te interpoleren tot een gebiedsdekkende kaart en deze toe te voegen aan de groepeeringsanalyse. Echter zouden we daarmee afwijken van de aanpak uit 2017.

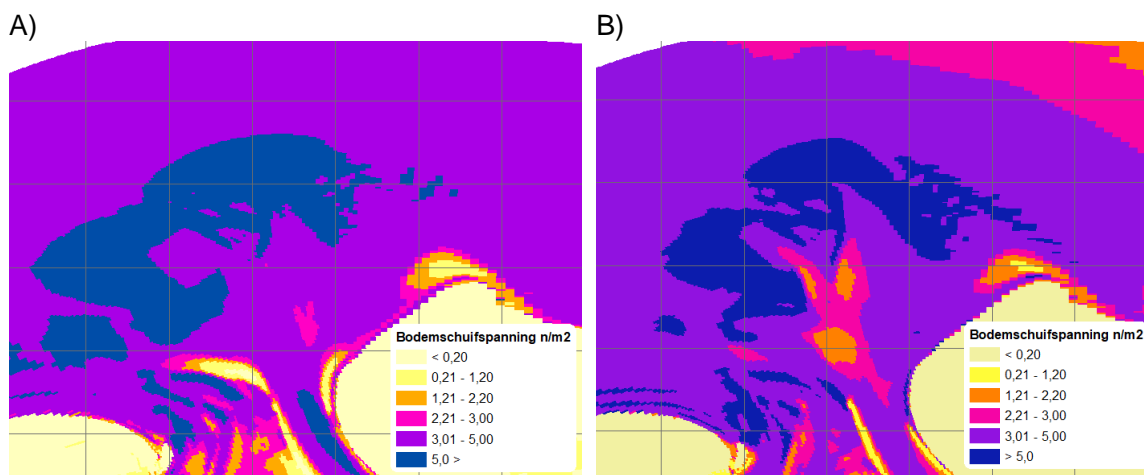
Het organisch materiaal was voor de habitatkaart van 2017 niet beschikbaar. Tijdens de T0-meting in 2017 is het organisch materiaal bemonsterd. Hieruit bleek dat organisch materiaal in de buitendelta vrij laag is. De hoogste waarden kwamen voor in de diepere delen van de buitendelta en daarmee de diepere habitats (Figuur 7-C). Het organisch stof zorgt eerder voor een verdere karakterisering van deze habitats dan dat het een andere indeling van habitats betekent.



Figuur 7: Sedimentgegevens A) de D50 in 2001 op basis van sedimentgegevens ingewonnen door IMARES/TNO, B) de D50 in 2017 ingewonnen tijdens de T0-meting C) het organischstof ingewonnen tijdens de T0-meting (Verduin, 2017).

Een beeld van de hydrodynamiek is verkregen aan de hand van een globale berekening van de bodemschuifspanning tijdens eb en vloed in D3D, met dank aan Stuart Pearson (Figuur 8). Het betreft geen gekalibreerde modeloutput waardoor de waarden met voorzichtigheid gebruikt moeten worden. Desondanks geeft het een indicatie waar delen met een hogere

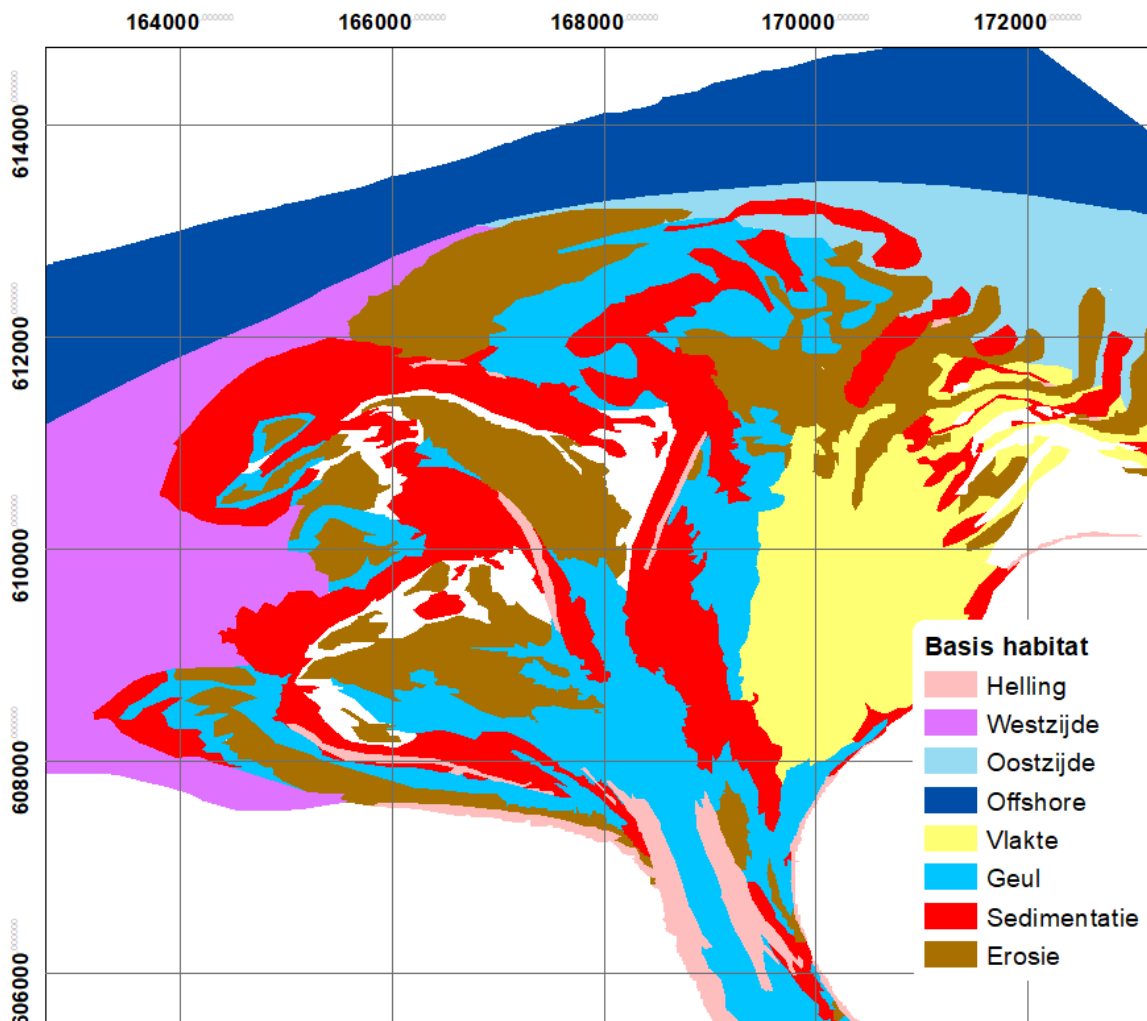
bodemschuifspanning en delen met een lagere bodemschuifspanning verwacht kunnen worden.



Figuur 8: Beeld maximale bodemschuifspanning tijdens eb (A) en vloed(B) met golven van 1,6m uit het noordwesten op 20 augustus 2017 op basis van de real time berekening voor 2017 (Nederhoff et al., 2019).

## 5.2 De kaart

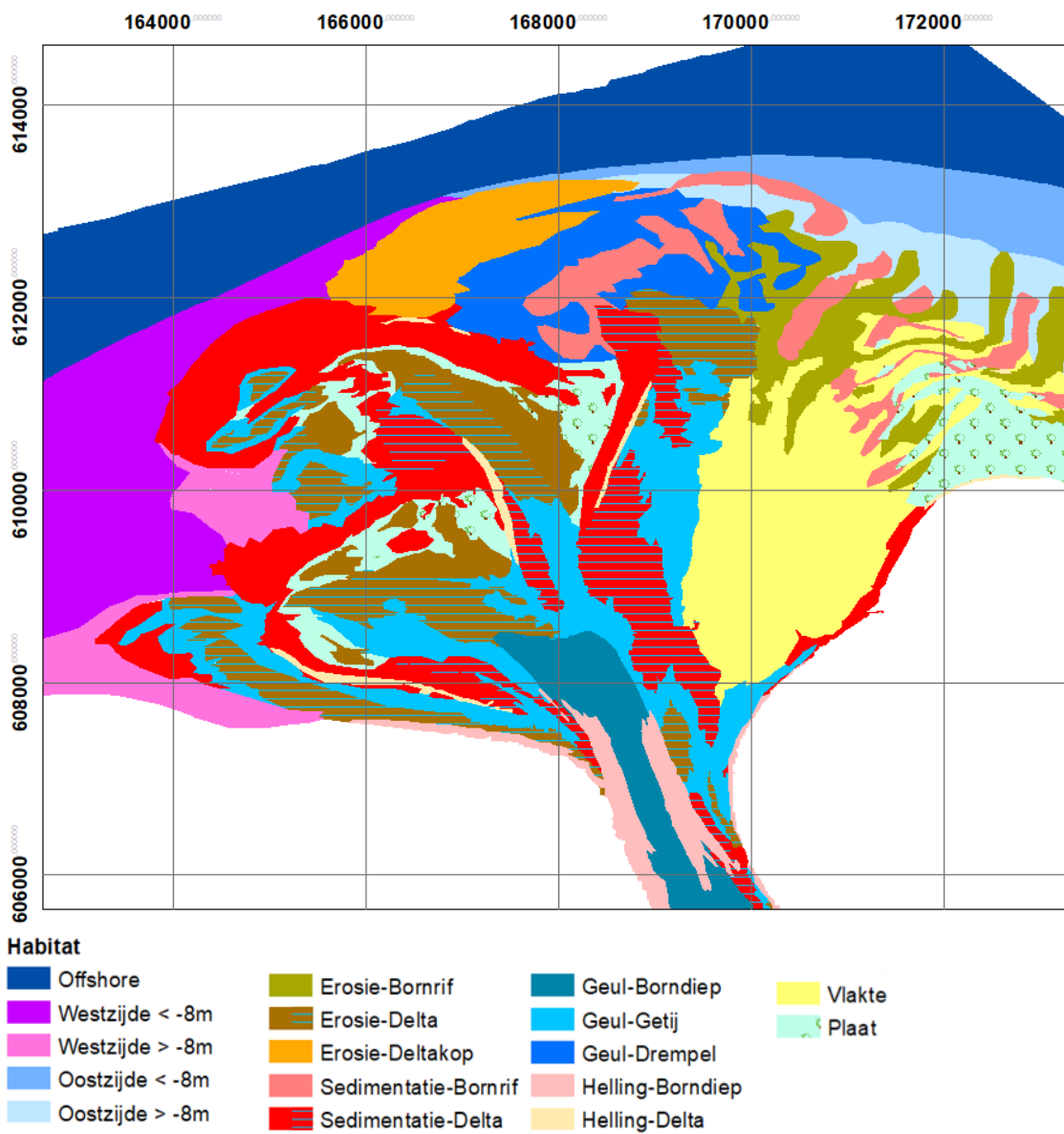
Na de groeperingsberekening aan de hand van de vier input parameters (helling, hellingsrichting, bodemhoogte en sedimentatie-erosie) zijn er voor de habitatkaart van 2019 acht basis habitats onderscheiden. Figuur 9: De 8 basis habitats zijn het resultaat van de groeperingsanalyse met bodemhoogte, helling, hellingsrichting en sedimentatie-erosie als input parameters en vormen de basis van de habitatkaart van 2019. Dit is gelijk aan het aantal basis habitats onderscheiden voor de habitatkaart van 2017. Het is goed om te realiseren dat de combinatie van inputparameters een habitat bepaald. Dit houdt in dat er per input parameter geen vaste klassegrens is gehanteerd. De combinatie van de waarden van de vier inputparameters samen maakt dat een habitat onderscheidend is.



Figuur 9: De 8 basis habitats zijn het resultaat van de groeperingsanalyse met bodemhoogte, helling, hellingsrichting en sedimentatie-erosie als input parameters en vormen de basis van de habitatkaart van 2019.

De verdere verfijning van de 8 basis habitats vindt plaats aan de hand van de mediane korrelgrootte en de bodemschuifspanning. De oost-west verdeling zoals waargenomen in de D50 en bodemschuifspanning zorgt ervoor dat de basis habitats "Sedimentatie" en "Erosie" worden opgedeeld in "Sedimentatie-Bornrif", "Sedimentatie-Delta", "Erosie-Bornrif" en "Erosie-Delta". De bodemschuifspanning zorgt voor een verdeling van het basis habitat "Helling" in gebieden met hellingen langs de hoofdgeulen waar de stroming zeer sterk kan zijn zoals in de keel ("Helling-Borndiep") en hellingen aan de randen van de getijdeplaten ("Helling-Delta"). Tevens zorgt de bodemschuifspanning voor een opdeling van de basis habitats "Geulen" in de getijdegeulen ("Geul-getijde"), uitstroom drempel ("Geul-drempel") en het Borndiep ("Geul-Borndiep"). Ook wordt het habitat "Erosie-Delta" verder opgesplitst met het habitat "Erosie-Deltakop". Tot slot is er nog een opdeling gemaakt in de westelijke en oostelijke gebieden, de basis habitats "Oostzijde" en "Westzijde" op de 8 meter diepte lijn. Deze opdeling is aangehouden omdat de suppletie in het westelijke gebied is aangelegd tussen de -5 en -8 meter diepte lijn. Dit resulteert in de habitats "Oostzijde- dieper dan 8m", "Oostzijde ondieper dan 8m", "Westzijde dieper dan 8m" en "Westzijde ondieper dan 8m".

Basis Habitat	Habitat	Omschrijving
Offshore		Zone dieper dan 12m met een vrij vlakke helling en weinig sedimentatie-erosie.
Oostzijde	Dieper dan 8m	Zone met lichte helling, weinig sedimentatie-erosie en een waterdiepte tot 8m NAP aan de oostkant van de buitendelta
	Ondieper dan 8m	Zone met lichte helling, weinig sedimentatie-erosie en een waterdiepte vanaf 8m NAP aan de oostkant van de buitendelta
Westzijde	Dieper dan 8m	Zone met lichte helling, weinig sedimentatie-erosie en een waterdiepte tot 8m NAP aan de westkant van de buitendelta
	Ondieper dan 8m	Zone met lichte helling, weinig sedimentatie-erosie en een waterdiepte minder dan 8m NAP aan de westkant van de buitendelta
Sedimentatie	Bornrif	Ondiepe gebieden met sedimentatie en matig fijn zand
	Delta	Ondiepe gebieden met sedimentatie en matig grof zand
Erosie	Bornrif	Ondiepe gebieden met erosie en matig fijn zand
	Delta	Ondiepe gebieden met erosie en matig grof zand
	Deltakop	Ondiepte aan het einde van de grootste getijdengeul met een waterdiepte meer dan 7m en een hoge bodemschuifspanning
Vlakte		Zeer ondiep vlak gebied
Helling	Delta	Helling langs de getijde platen met matige tot sterke stroming
	Borndiep	Helling langs de hoofdgeul (Borndiep) met sterke stroming
Geulen	Getijde	Getijde geulen met een water diepte tussen de 7 en 12 meter en gemiddelde bodemschuifspanning tijden eb en lagere bodemschuifspanning tijdens vloed.
	Drempel	Ondiepte aan het einde van de grootste getijdengeul met een waterdiepte minder dan 7m en een hoge bodemschuifspanning
	Borndiep	Hoofdgeul met een waterdiepte dieper dan 12 meter en gemiddelde bodemschuifspanning tijdens eb en vloed



Figuur 10: Habitats van de buitendelta in 2019.



## 6 Meetlocaties

In 2017 waren in elk van de in 2017 bepaalde habitats de monsterlocaties random verdeeld over het betreffende habitat. Hierbij werden er steeds 11 monsters per habitat genomen op de gebieden van de buitendelta (getijde platen met sedimentatie en erosie, de geul, de vlakte en de hellingen). De gebieden er omheen (de overgang naar de diepere kustzone, het westelijke en oostelijke flank van de buitendelta) werden op 6 locaties bemonsterd. Een power analyse heeft aangetoond dat het aantal van 11 monsters voldoende is om na de suppletie in 2018 met een power van 80% een verschil van 30% te kunnen aantonen (Kater, 2017).

Voor de T1-bemonstering van 2019 is het van belang dat er een vergelijking gemaakt kan worden met de T0-bemonstering van 2017. Dit kan op een tweetal manieren. Ten eerste door in 2019 op dezelfde locaties te monstren als in 2017 en ten tweede door het aantal monsters per habitat gelijk te houden met 2017. Tevens was er in maart 2018 aanvullend op de suppletie locatie gemonsterd en waren een aantal locaties per habitat opnieuw bemonsterd. De T1-bemonstering zal ook moeten aansluiten op deze aanvullende monsters. In overleg met Rijkswaterstaat en Eurofins AquaSense is besloten om ervoor te zorgen dat

- 1 Er een vergelijking gemaakt kan worden tussen monsterlocaties van 2017 en 2019.
- 2 Er een vergelijking gemaakt kan worden voor de monsters op de suppletielocatie van 2018 en 2019
- 3 Er een vergelijking gemaakt kan worden tussen de habitats van 2017 en 2019 waarbij elk habitat met een gelijk aantal monsters als in 2017 bemonsterd wordt

Deze drie punten resulteert in een aanpak, waarbij de locaties bemonsterd in 2017 en/of 2018 in 2019 opnieuw worden bezocht. Daarnaast worden er nieuwe locaties gepland wanneer blijkt dat er op basis van de nieuwe habitatkaart er onvoldoende locaties in een habitat liggen. In de onderstaande tabel is een overzicht gegeven van de aanwezige locaties per habitat in 2019. Tevens wordt het aantal aanvullende locaties weergegeven dat nodig is om te komen tot een gelijk aantal monsterlocaties per habitat als in 2017. Aangezien er in 2018 op enkele locaties uit 2017 is bemonsterd en op een 20-tal nieuwe is het totaal aan te bemonstren locaties niet gelijk aan de optelsom uit 2017 en 2018.

Habitat	Locaties 2017-2018 aanwezig in 2019	Benodigde locaties per habitat	Verschil aanwezig vs. benodigd locaties	Benodigde nieuwe locaties	Locaties te bemonstren in 2019
Offshore	11	11	0	0	11
Oostzijde dieper dan 8m	6	6	0	0	6
Oostzijde ondieper dan 8m	7	6	1	0	7
Westzijde dieper dan 8m	5	6	-1	1	6
Westzijde ondieper dan 8m	2	6	-4	4	6
Geul – Borndiep	6	6	0	0	6
Geul – Getijde	10	11	-1	1	11
Geul – Drempel	9	11	-2	2	11
Vlakte	18	22	-4	4	22
Sedimentatie – Delta	21	11	10	0	21

Sedimentatie – Bornrif	10	11	-1	1	11
Erosie – Delta	17	11	6	0	17
Erosie – Bornrif	12	11	1	0	12
Erosie – Deltakop	14	11	3	0	14
Helling – Borndiep	11	11	0	0	11
Helling – Delta*	2	15	-13	10	12
Overig*	5	0	5	0	5
Suppletie*	18	20	-2	2	20
<b>Totaal</b>	<b>184</b>	<b>186</b>		<b>25</b>	<b>209</b>

De onderdelen aangeduid met een (\*) in bovenstaand overzicht verdienen wat extra toelichting.

### Helling – Delta

Het totaal aantal locaties in het habitat *Helling-Delta* was in 2017 gezet op minimaal 3 locaties per gebied. Met 5 gebieden met het habitat *Helling-Delta* kwam dit uit op 15 locaties in totaal. Hierbij werd dus afgeweken van het totaal van 11 locaties per habitat. Reden hiervoor was dat de gebieden met het habitat *Helling-Delta* zeer klein waren en zeer verspreid over de buitendelta. De verwachting was dat steeds een enkele locatie in een afzonderlijk gebied van dit habitat een onvoldoende beeld zou geven. Vandaar de 3 locaties per gebied voor dit habitat. In 2019 waren er nog maar 4 gebieden met het habitat *Helling-Delta* aanwezig. Het gebied met het *Helling-Delta* habitat helemaal op de kop van de buitendelta was niet meer aanwezig. Voor de habitatkaart van 2019 is voor dit habitat wederom uitgegaan van 3 locaties per gebied. Hierdoor is het totaal aantal locaties uitgekomen op 12 waarmee ook is voldaan aan de minimale eis van 11 locaties per habitat.

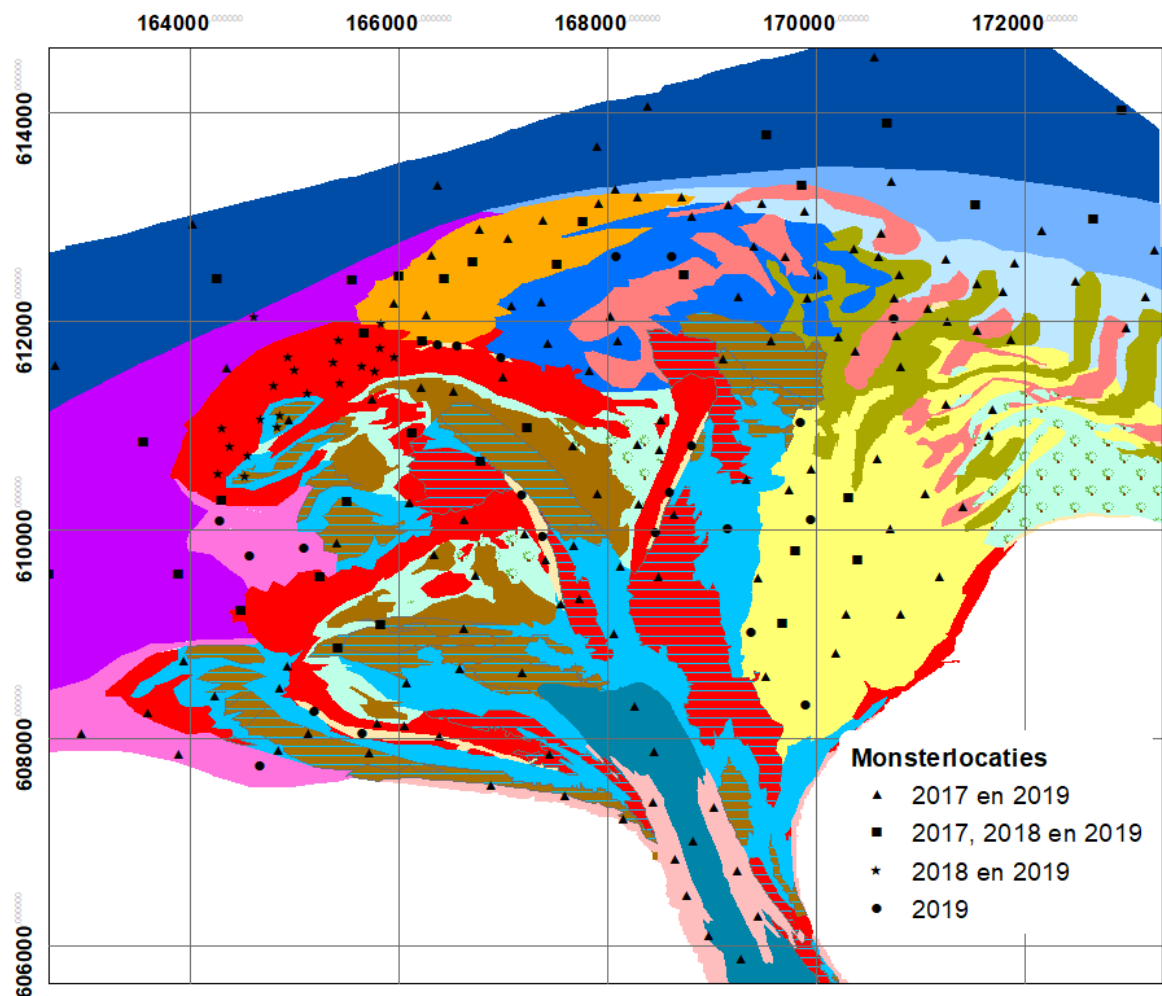
### Overig

De categorie Overig is geen habitat maar zijn locaties die in 2017 wel binnen een habitat vielen en in 2019 niet meer. Deze locaties worden wel opnieuw bemonsterd. Zodat een vergelijking tov van 2017 gemaakt kan worden.

### Suppletie

Tot slot de locaties op de suppletie. De suppletie is geen habitat maar het is wel van belang om de ontwikkeling van de suppletie te kunnen volgen. Door verplaatsingen tijdens de meetcampagne in 2018 zijn er voor 2019 twee locaties toegevoegd tov van het aantal locaties uit 2017.

Deze aanpak resulteert in de volgende verdeling in habitats en monsterlocaties (Figuur 11). De exacte coördinaten van de locaties zijn weergegeven in het uitvoeringsplan voor de T1-bemonstering van Eurofins AquaSense welke de T1-bemonstering uitvoert.



Figuur 11: Ligging monsterpunten T1-bemonstering met de habitats op de achtergrond.



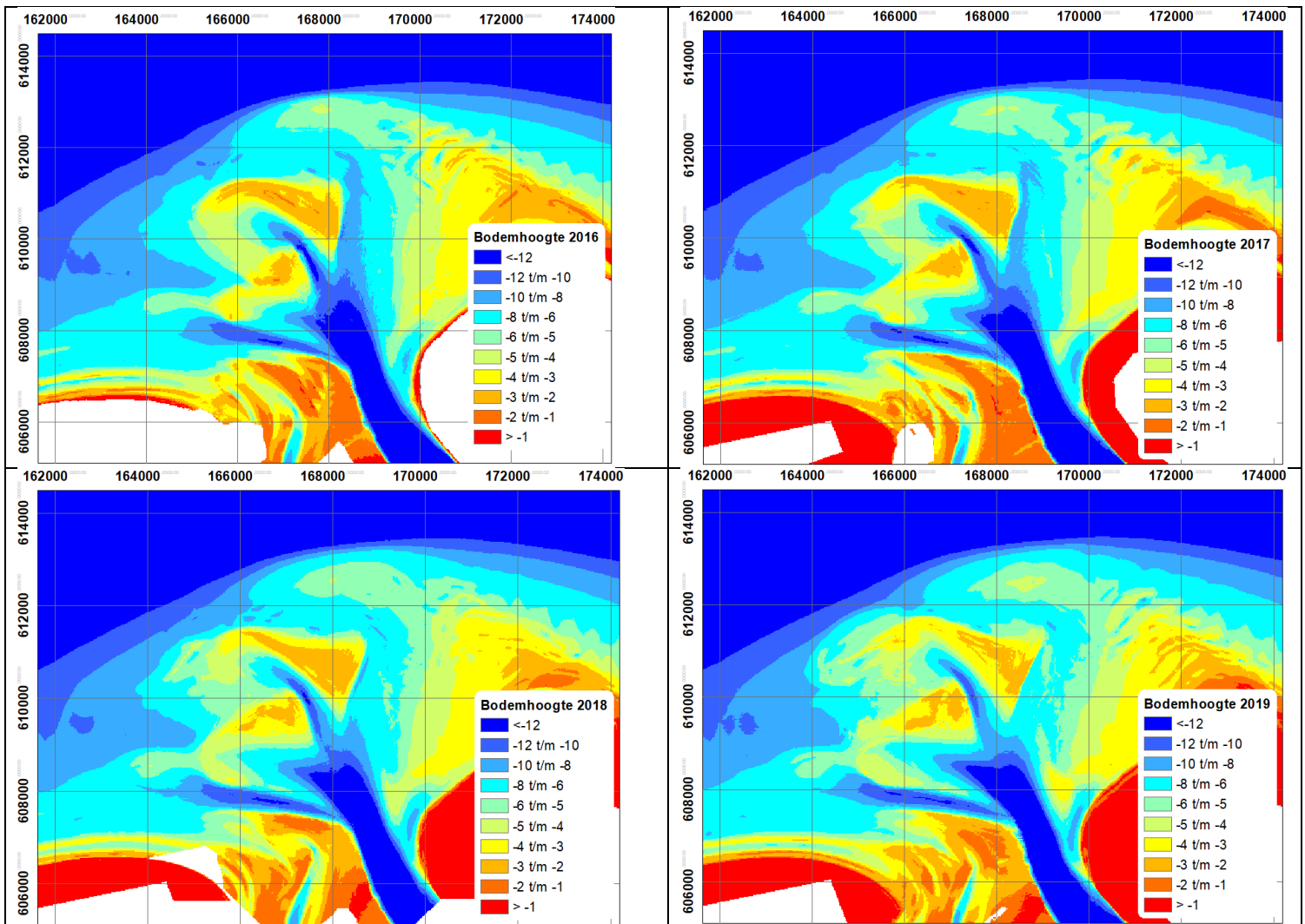
## 7 Literatuur

- Baptist, M.J., van Dalftsen, J.A., Weber, A., Passchier, S., van Heteren, S., Dalftsen, J. Van, Weber, A., Passchier, S., Heteren, Sytze Van, 2006. The distribution of macrozoobenthos in the southern North Sea in relation to meso-scale bedforms. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 68, 538–546.
- Calinski, T., Harabasz, J., 1974. A dendrite method for cluster analysis. *Commun. Stat. - Theory Methods* 3, 1–27.
- Cleveringa, J., Mulder, S., Oost, A., Koskamp, G., 2004. Kustverdediging van de koppen van de Waddeneilanden: de dynamiek van de kust nabij buitendelta's en passende maatregelen voor het kustbeheer. Rijkswaterstaat RIKZ, Haren.
- de Jong, M.F., Baptist, M.J., Lindeboom, H.J., Hoekstra, P., 2015. Relationships between macrozoobenthos and habitat characteristics in an intensively used area of the Dutch coastal zone. *ICES J. Mar. Sci.*
- Dijk, T.A.G.P. Van, Dalftsen, J.A. Van, Lancker, V. Van, Overmeeren, R.A. Van, Heteren, S. Van, Doornenbal, P.J., Van Dijk, T.A.G.P., Van Dalftsen, J.A., Van Lancker, V., Van Overmeeren, R.A., Van Heteren, S., Doornenbal, P.J., 2012. Benthic Habitat Variations Over Tidal Ridges, North Sea, The Netherlands, in: *Seafloor Geomorphology as Benthic Habitat*. pp. 241–249.
- Elias, E., Oost, A., Bruens, A., Mulder, J., van der Spek, A., Stronkhorst, J., de Ronde, J., Wang, Z., 2012. Buitendelta's: samenvatting bestaande kennis en opties voor zandsuppletie-pilots. Delft.
- Elias, E.P.L., Van der Spek, A.J.F., Pearson, S.G., Cleveringa, J., 2019. Understanding sediment bypassing processes through analysis of high-frequency observations of Ameland Inlet, the Netherlands. *Mar. Geol.* 415, 105956.
- Heip, C., Basford, D., Craeymeersch, J.A., Dewarumez, J.-M., Dörjes, J., Wilde, P. de, Duineveld, G., Eleftheriou, A., Herman, P.M.J., Niermann, U., Kingston, P., Künitzer, A., Rachor, E., Rumohr, H., Soetaert, K., Soltwedel, T., 1992. Trends in biomass, density and diversity of North Sea macrofauna. *ICES J. mar. Sci.* 49, 13–22.
- Holzhauser, H., 2017. Meetlocaties benthos. Bemonstering van de buitendelta van Ameland in September 2017 voorafgaand aan de proefsuppletie. Enschede.
- Kater, B.J., 2017. Poweranalyses ten behoeve van proefsuppletie Ameland. Zwolle.
- Künitzer, A., Basford, D., Craeymeersch, J.A., Dewarumez, J.M., Dorjes, J., Duineveld, G.C.A., Eleftheriou, A., Heip, C., Herman, P., Kingston, P., Niermann, U., Rachor, E., Rumohr, H., De Wilde, P.A.J., 1992. The benthic infauna of the north sea: Species distribution and assemblages. *ICES J. Mar. Sci.* 49, 127–143.
- Leopold, M.F., Baptist, M.J., 2016. De buitengewone biologie van de buitendelta's van de Nederlandse Waddenzee. Den Helder.
- Nederhoff, C.M., Schrijvershof, R., Tonnon, P.K., van der Werf, J.J., 2019. The Coastal Genesis II Terschelling - Ameland inlet (CGII-TA) model. Model setup, calibration and validation of a hydrodynamic- wave model. Delft.
- Reiss, H., Degraer, S., Duineveld, G.C.A., Kröncke, I., Aldridge, J., Craeymeersch, J.A., Eggleton, J.D., Hillewaert, H., Lavaleye, M.S.S., Moll, A., Pohlmann, T., Rachor, E., Robertson, M., Vanden Berghe, E., van Hoey, G., Rees, H.L., 2010. Spatial patterns of infauna, epifauna, and demersal fish communities in the North Sea. *Ices J. Mar. Sci.* 67, 278–293.
- Schipper, C., van Dalftsen, J., 2017. Meetstrategie T-nulmeting Ecologie Pilotsuppletie Buitendelta Amelander Zeegat (Deel 1). Lelystad.
- van Hoey, G., Degraer, S., Vincx, M., 2004. Macrobenthic community structure of soft-bottom sediments at the Belgian Continental Shelf. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* 59, 599–613.
- Verduin, E.C., 2017. CONCEPT: T-nulmeting Benthos buitendelta Amelander Zeegat 2017. Uitvoeringsplan voor veldwerk. Amsterdam.
- Verduin, E.C., Engelberts, A., 2017. T-nulmeting Benthos buitendelta Amelander Zeegat 2017. Veldrapportage Benthos boxcorer. Amsterdam-Duivendrecht.
- Ysebaert, T., Herman, P.M.J.J., 2002. Spatial and temporal variation in benthic macrofauna and

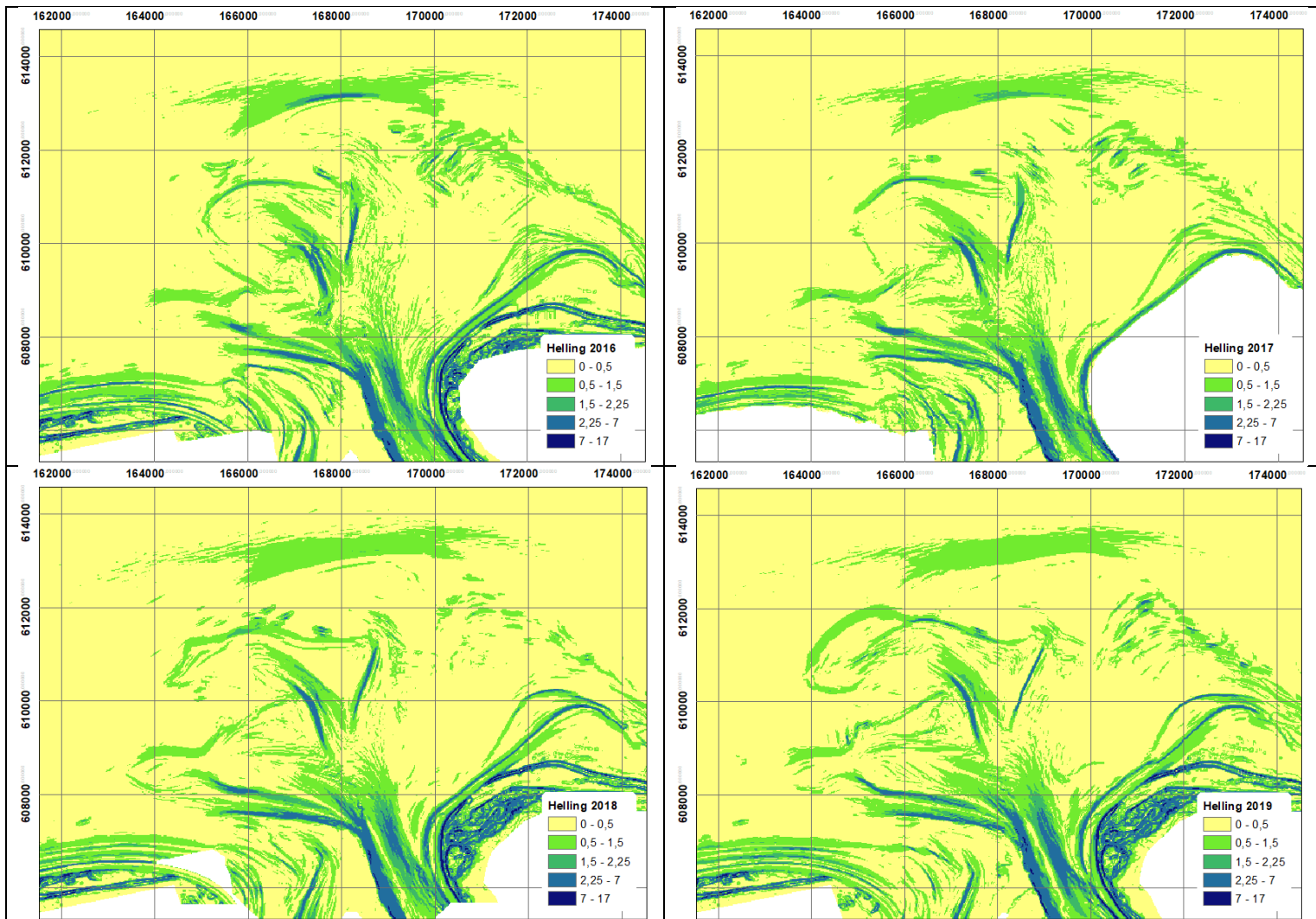
relationships with environmental variables in an estuarine, intertidal soft-sediment environment. Mar. Ecol. Prog. Ser. 244, 105–124.

## A Ontwikkelingen 2016-2019

### A.1 Bodemhoogte 2016 tot en met 2019

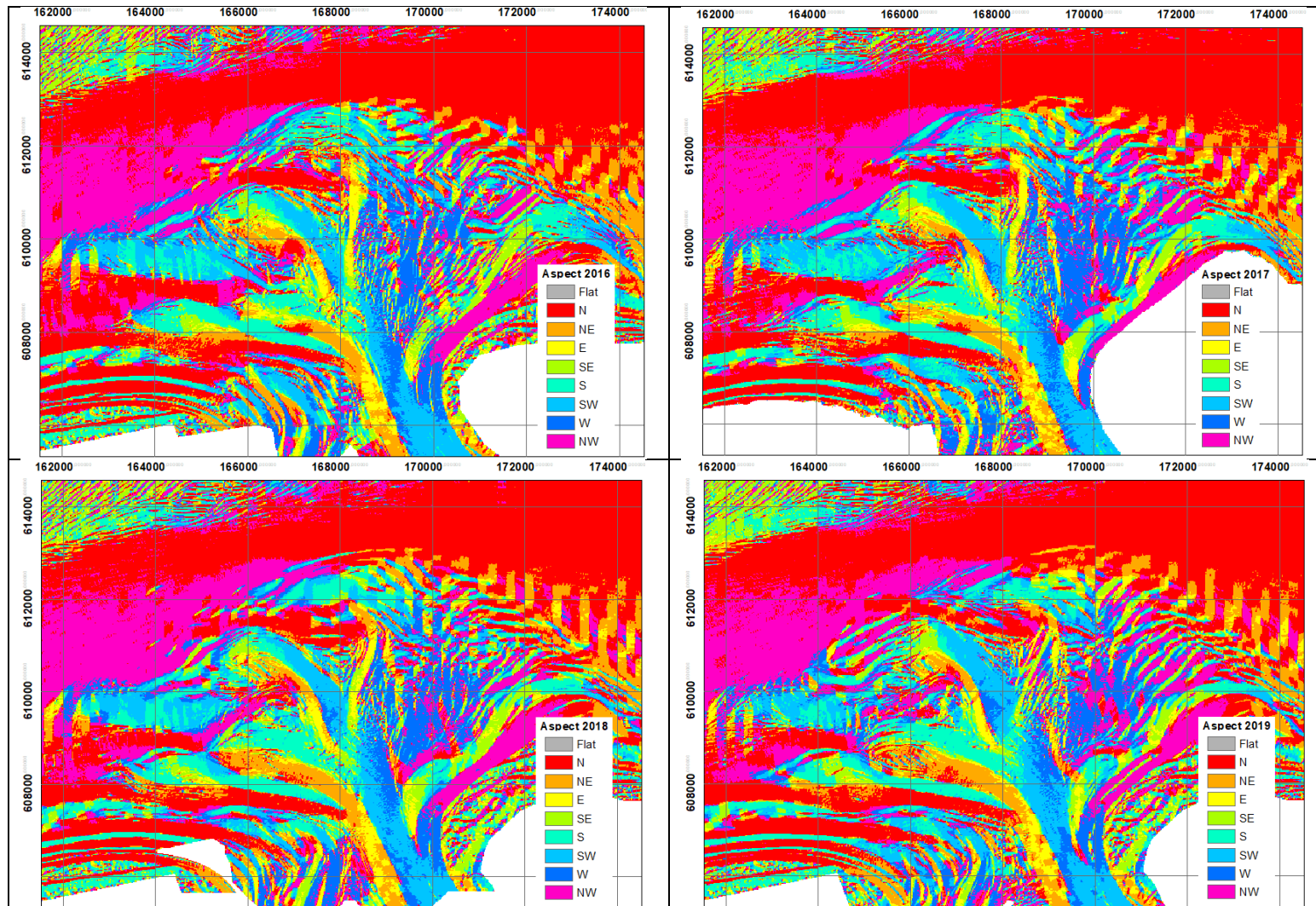


## A.2 Helling van 2016 tot en met 2019





### A.3 Aspect van 2016 tot en met 2019



## A.4 Sedimentatie-Erosie in een jaar van 2017 tot 2019

