



Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor Fase 2

Datarapport benthos bemonstering vooroever en strand najaar 2015

J.W.M. Wijsman (IMARES)

Deltares project 1205045-000
IMARES project 4303103201

Titel
 Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor Fase 2

Opdrachtgever	Project	Kenmerk	Pagina's
Rijkswaterstaat Water, Verkeer en Leefomgeving	Deltares 1205045-000 IMARES 4303103201	1205045-000-ZKS-0118 IMARES Rapport C006/16	71

Samenvatting

Van 24 augustus tot en met 16 oktober 2015 is er een bemonstering uitgevoerd van het benthos en de sedimentkarakteristieken bij de Zandmotor. De vooroever is bemonsterd met de Van Veen happer (120 stations) en de bodemschaaf (109 stations). Het strand is bemonsterd tijdens de eb fase met een meetframe (70 stations). Een aantal (11 stations) van de 120 geplande stations is niet bemonsterd met de schaaaf omdat deze te ondiep lagen (stations 2015_001, 2015_011, 2015_012, 2015_021, 2015_022, 2015_031, 2015_032, 2015_041, 2015_051, 2015_061 en 2015_071). Net als in 2013 is er een extra raai (raai 0) bemonsterd die 1000 meter ten zuiden ligt van raai 1. Dit is gedaan omdat uit de morfologische metingen blijkt dat het zand van de Zandmotor ook in het referentiegebied wordt afgezet. Raai 4, de meest noordelijke raai van het referentiegebied is in 2015 niet bemonsterd voor benthos. Aanvullend zijn er in 2015 (net als in 2013) een aantal (9 locaties) in de lagune bemonsterd met de Van Veenhapper. Voor sedimentkarakteristieken zijn er 82 locaties bemonsterd op het strand en 259 locaties in de vooroever en de lagune.

In deze rapportage worden de resultaten van het sediment en de schaafebemonstering gepresenteerd en vergeleken met voorgaande jaren. De resultaten van de analyses van de Van Veen monsters en de strandmonsters waren op het moment van deze rapportage nog niet gereed en konden daardoor niet worden gerapporteerd.

In de vooroever neemt de dichtheid, maar ook de biomassa aan bodemdieren toe met de diepte. Bij een diepte van minder dan 6 meter beneden NAP is de dichtheid en biomassa aan bodemdieren zeer laag en dat neemt vanaf 6 meter geleidelijk toe met de diepte. Verreweg de meest dominante soort (zowel in dichtheid als in biomassa) is de mesheft *Ensis (directus)*. Rond de Zandmotor is een aantal patronen waar te nemen in de bodemdiergemeenschap, al of niet gerelateerd met diepte en/of sedimentsamenstelling.

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Feb. 2016	dr. ir. J.W.M. Wijsman (IMARES)		Ir. M. Taal (Deltares)		drs. F.M.J. Hoozemans (Deltares)	
				dr. ir. M.J. Baptist (IMARES)		dr. ir. N.A. Steins (IMARES)	

Status
 definitief

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

Inhoud

1 Inleiding	4
1.1 Achtergrond	4
1.2 Aanpak	6
1.3 Doelstelling	6
2 Materiaal en methoden	7
2.1 Opzet monitoring	7
2.2 Sedimentsamenstelling	12
2.3 Bemonstering strand	13
2.4 Bemonstering vooroever met schaaf	14
2.5 Bemonstering vooroever met Van Veen happer	16
2.6 Weerscondities tijdens de bemonstering	17
3 Resultaten	19
3.1 Sediment	19
3.1.1 Korrelgrootte verdeling	19
3.1.2 Organisch koolstof en totaal N	25
3.2 Bodemschaaf	26
4 Conclusies	41
5 Kwaliteitsborging	42
6 Referenties	43
Bijlage(n):	
A. Bemonsteringslocaties Van Veen monsters	45
B. Bemonsteringslocaties strand	48
C. Bemonsteringslocaties bodemschaaf	50
D. Sedimentsamenstelling	53
E. Verspreiding enkele bodemdiersoorten uit bodemschaaf	60
F. Clusteranalyse schaafdata voorgaande jaren	68

1 Inleiding

1.1 Achtergrond

Tussen maart en oktober 2011 is er in opdracht van Rijkswaterstaat en de Provincie Zuid-Holland een grootschalige strandsuppletie aangelegd tussen Ter Heijde en Kijkduin, de Zandmotor. De Zandmotor is aangelegd als een schiereiland in de vorm van een haak. Bij aanleg stak de Zandmotor 1.5 km de zee in en was aan het strand 2 km breed. Voor de aanleg is ongeveer 21.5 miljoen m³ (volumes in het beun) zand gebruikt, waarvan 19 miljoen m³ is gebruikt voor de aanleg van de haak en de rest voor additionele vooroeversuppleties ten noorden en ten zuiden van de zandhaak. De Zandmotor is het eerste experiment met een zogenaamde megasuppletie.

De idee is dat de Zandmotor langzaam erodeert door wind, golven en getijdenbeweging en dat het zand de kustlijn ten noorden van de Zandmotor versterkt. De Zandmotor is een alternatief voor de strand en vooroeversuppleties die iedere 4-5 jaar dienen te worden herhaald. De doelstelling van dit experiment is om na te gaan of het eenmalig aanbrengen van een grote hoeveelheid zand uiteindelijk goedkoper, effectiever en natuurvriendelijker is dan het herhaaldelijk aanbrengen van kleinere hoeveelheden zoals gebeurt bij de reguliere vooroever- en strandsuppleties. Daarnaast is de vraag of een suppletie in deze vorm een aanwinst vormt voor de recreatie.

Het project Monitoring en Evaluatie Zandmotor is opgestart om de ontwikkelingen op en rond de Zandmotor te volgen en hier kennis en ervaring uit op te doen. Uitgangspunt van de monitoring zijn de vier hoofddoelstellingen en de beheerdoelstelling van de Zandmotor zoals geformuleerd in het MER (Fiselier, 2010):

- MER 1: Het stimuleren van natuurlijke duinaangroei in het kustgebied tussen Hoek van Holland en Scheveningen voor veiligheid, natuur en recreatie;
- MER 2: Het genereren van kennisontwikkeling en innovatie om de vraag te beantwoorden in welke mate kustonderhoud meerwaarde voor recreatie en natuur kan opleveren;
- MER 3: Het toevoegen van aantrekkelijk recreatie- en natuurgebied aan de Delflandse Kust.
- MER 4: Het vergaren van voldoende en adequate informatie om de Zandmotor en omgeving op een goede wijze te kunnen beheren.

Het meetrapport zoals voorliggend richt zich op de ontwikkeling van het benthos in de vooroever en het intergetijdenstrand van de Zandmotor, en daarmee op invulling van MER 2 en MER 3.

De Zandmotor kan op verschillende manieren effect hebben op de bodemdiergemeenschap op het strand en de vooroever. De verwachting is dat een Zandmotor een levensduur heeft van 20 jaar. Dat betekent dat bij kustsuppleties met een Zandmotor over een relatief klein oppervlak de bodemdiergemeenschap iedere 20 jaar bedekt zal worden met een dikke laag zand. Het ruimere gebied rondom de Zandmotor zal geleidelijk worden voorzien met zand dat

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

erodeert van de Zandmotor. Aangenomen wordt dat een groter aantal normaliter in de kustzone voorkomende soorten bodemdieren om kan gaan met deze geleidelijke bedekking met zand. Bij reguliere vooroever- en strandsuppleties daarentegen wordt de bodemdiergemeenschap over een groter oppervlak iedere 4-5 jaar met een laag sediment bedekt. De verwachting is dat deze innovatieve vorm van kustsuppletie zich zal uitten in de samenstelling van de bodemdiergemeenschap waarbij er betere kansen zijn voor langlevende soorten. Daarnaast is de verwachting dat de vorm van de Zandmotor zal leiden tot een grotere diversiteit in habitats (stroomsnelheid, golfenergie en sedimentsamenstelling) dan normaliter voorkomt in het gebied. Dit kan een effect hebben op de ruimtelijke verdeling van de bodemdiergemeenschap en op het aantal soorten in de kustzone rondom de Zandmotor. Het benthos is een belangrijke voedselbron voor hogere trofische niveaus (vogels en vis en indirect zeezoogdieren) en daarmee kunnen effecten van de Zandmotor op de bodemdiergemeenschap (samenstelling en biomassa) ook effect hebben op de hogere trofische niveaus.

De hoog abstracte doelen en beheerdoelstellingen zijn vertaald in meer concrete hypothesen en evaluatievragen (Ebbens en Fiselier, 2010), waarmee de noodzakelijke informatiebehoefte voor evaluatie is bepaald. De informatiebehoefte bestaat hierbij uit de indicatoren en de periode, frequentie en gebied waarin deze gemonitord dienen te worden, evenals de parameters en meetmethode om de indicatoren af te kunnen leiden. De opzet van het huidige monitoring- en evaluatieprogramma is uitgebreid beschreven in het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor. In dit document is het monitoringsplan en de evaluatiesystematiek beschreven voor de Pilot Zandmotor voor de periode 2011 tot en met 2021. De evaluatiesystematiek is gericht op het evalueren van de MER doelen en de beheerdoelstellingen van de Zandmotor en het kunnen voldoen aan de vergunningsvoorwaarden betreffende het aanleveren van monitoring gegevens.

Globaal is het project monitoring en evaluatie pilot Zandmotor opgesplitst in twee onderdelen: (1) duinen en (2) strand en vooroever. Het consortium onder leiding van Witteveen en Bos richt zich op de veranderingen in morfologie, vegetatie en fauna van de duinen. Het consortium van Deltares en IMARES richt zich op het monitoren van het strand en de vooroever van de Zandmotor. Deltares is daarbij verantwoordelijk voor de abiotiek (morfologie, hydrologie) maar ook het databeheer en de integratie. IMARES is verantwoordelijk voor de biotiek (bodemdieren, vissen, vogels en zeezoogdieren).

Dit datarapport richt zich op de doelen en vragen die betrekking hebben op het benthos van het strand en de ondiepe kustzone van de Zandmotor. De relevante werkhypothesen behorende bij de MER doelen zijn de volgende (Tonnon e.a., 2011):

MER doel 2:

- Hypothese EF2-2a: De aanleg van de Zandmotor zal leiden tot een verandering in de gradiënten in sedimentsamenstelling.
- Hypothese EF2-2b: Het eenmalig neerleggen van een grote hoeveelheid zand leidt tot een andere bodemdiersamenstelling in de ondiepe kustzone die wordt gekarakteriseerd door langer levende soorten.

MER doel 3:

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

- Hypothese EF3-1b1: Als gevolg van de aanwezigheid van luwe (lagune) en geëxponeerde gebieden (zeezijde) zal de zandhaak zich karakteriseren door een diversiteit in sedimentsamenstelling.
- Hypothese EF3-1b2: De aanleg van de Zandmotor zal leiden tot een hogere natuurwaarden in het intergetijdengebied en de ondiepe kustzone als gevolg van nieuwe en variatie in habitats.
- Hypothese EF3-1b3: De sterke gradiënten (geëxponeerd strand en luwe lagune) als gevolg van de aanleg van de Zandmotor zal zich vertalen in een andere en meer diverse bodemdiergemeenschap.

1.2 Aanpak

Om de effecten van de Zandmotor op de bodemdiergemeenschap te onderzoeken worden er in het najaar bemonsteringen uitgevoerd van sediment en bodemdieren op het strand met een steekframe in de ondiepe kustzone met een Van Veen happer en een bodemschaaf. De Van Veen happer is vooral geschikt voor het bemonsteren de relatief kleinere (maaswijdte zeef is 1 mm), minder zeldzame, in de bodem levende dieren. Het bemonsterde oppervlak is echter beperkt (0.1 m^2) ten opzichte van de bemonsterde oppervlakte met de bodemschaaf (ongeveer 15 m^2). Grotere mobiele en sedentaire, relatief zeldzame dieren, worden daarom kwantitatief beter bemonsterd met een bodemschaaf. Omdat er bij de bodemschaaf gebruik wordt gemaakt van een grotere maaswijdte (5 mm) worden kleinere organismen zoals polychaeten gemist. De bemonstering met de bodemschaaf en de Van Veen happer (of een vergelijkbare methode als de boxcorer) vullen elkaar goed aan (Ens e.a., 2007) en worden vaker naast elkaar gebruikt (Wijsman e.a., 2014).

1.3 Doelstelling

Het doel van dit datarapport is een overzicht te geven van de resultaten van de bemonstering van het sediment en benthos op het strand en de ondiepe kustzone van de Zandmotor in het najaar van 2015. Een dergelijke bemonstering is eerder uitgevoerd in 2010 (Wijsman en Verduin, 2011), 2011 (Boon en Wijsman, 2012), 2012 (Wijsman, 2014a) en 2013 (Wijsman, 2014b). De resultaten van de bemonstering zullen worden gebruikt bij de evaluatie waarbij de bovengenoemde hypothesen zullen worden getoetst.

In 2015 is een tussentijds evaluatierapport voor het ecologische deel geproduceerd (Wijsman e.a., 2015). In deze evaluatie konden voor benthos en sediment de resultaten tot en met 2013 meegenomen omdat de gegevens van 2015 nog niet beschikbaar waren. In deze rapportage is er een update gemaakt van de analyses voor de schaaft en het sediment zodat deze kunnen worden meegenomen in de eindevaluatie 2016.

2 Materiaal en methoden

2.1 Opzet monitoring

De bodemdiergemeenschap (benthos) wordt op diverse manieren beïnvloed door strand en vooroeversuppleties. Een belangrijke vorm van directe impact is begraving van de oorspronkelijke bodemdiergemeenschap met een laag sediment waarna er zich een nieuwe bodemdiergemeenschap kan ontwikkelen (Birklund en Wijsman, 2005; Goldsmit e.a., 2014). Het zijn doorgaans de kortlevende, opportunistische soorten die zich als eerste zullen ontwikkelen. Suppleties kunnen ook via een verandering in sedimentsamenstelling effect hebben op de bodemdiergemeenschap (Van der Wal en Van Dalfsen, 2008; Baptist e.a., 2009).

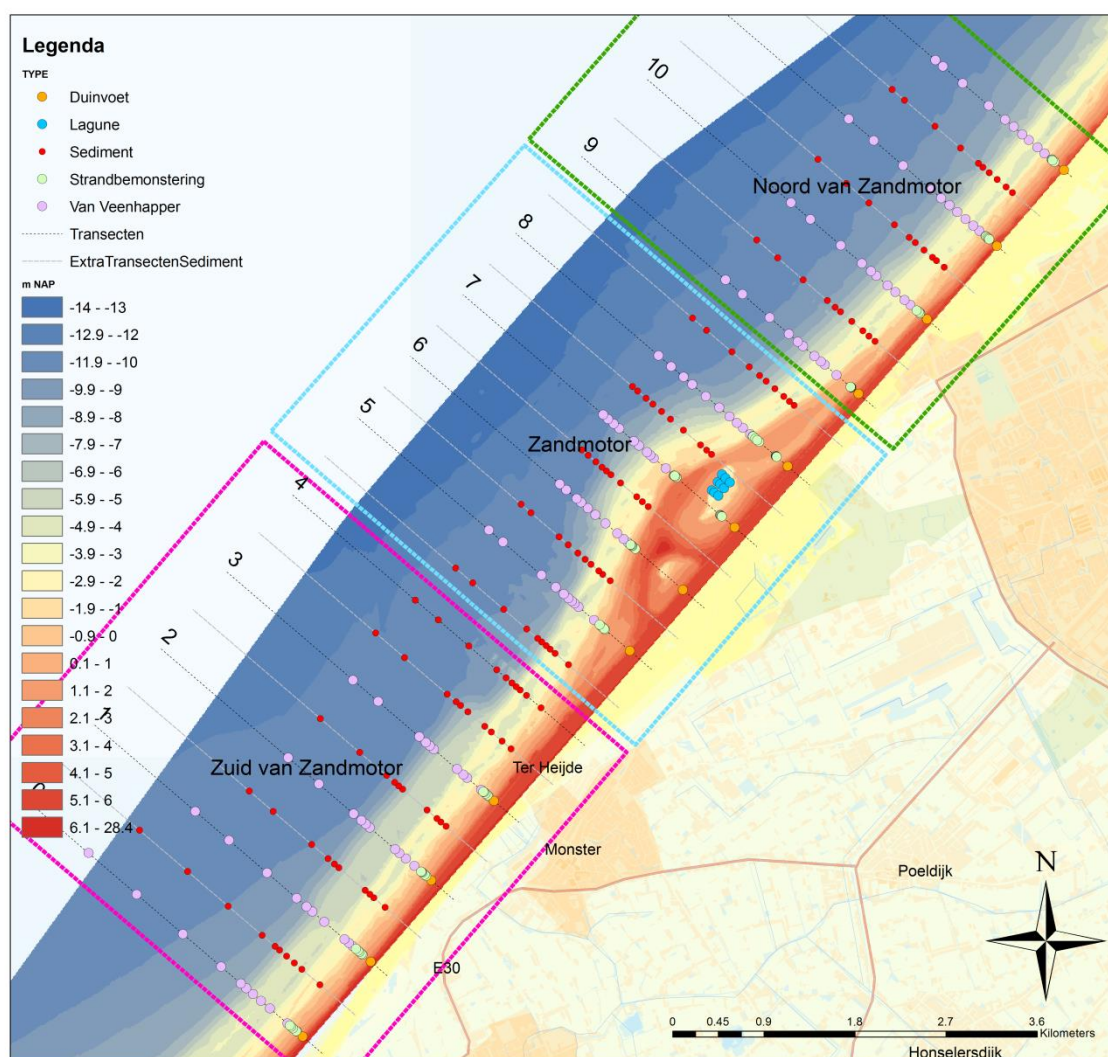
Het onderzoeksgebied van de Zandmotor kan grofweg ingedeeld worden in drie gebieden (Figuur 1)

Zuid: Het gebied ten zuiden van de Zandmotor (raai 0 tot en met raai 4, Figuur 1). Als gevolg van het netto kustlangs transport naar het noorden kan worden verwacht dat het zand van de Zandmotor in mindere mate in dit gebied zal sedimenteren. De term referentie voor dit gebied is echter discutabel omdat de Zandmotor ook invloed zal hebben op sedimentatie/erosie processen in dit gebied. Mogelijk zal de uitstralende werking van de Zandmotor leiden tot lagere stroomsnelheden in dit gebied waardoor het gebied zal aanzanden met sediment uit het zuiden of vanuit dieper water. Reguliere suppleties zijn dan in de nabije toekomst niet nodig. Indien het gebied, ondanks de uitstralende werking van de Zandmotor blijft eroderen zal het mogelijk in de toekomst weer dienen te worden versterkt door middel van een reguliere (vooroever) suppletie. In dat geval kan het gebied worden beschouwd als een “referentiegebied”.

Zandmotor: Dit is het gebied waar de Zandmotor is aangelegd (raai 5 tot en met raai 8, Figuur 1). De oorspronkelijke zeebodem is hier bedekt met een dikke laag zand dat deels permanent boven water uitsteekt. Aan de zeezijde is een sterke diepte gradiënt ontstaan en golven en stroming zorgen hier voor een dynamisch klimaat

Noord: Het gebied ten noorden van de Zandmotor (raai 9 tot en met raai 12, Figuur 1). Als gevolg van de dominante stroomrichting naar het noorden wordt verwacht dat het meeste zand van de Zandmotor ten noorden van de Zandmotor zal worden afgezet. Verwacht wordt dat het gebied als gevolg van de Zandmotor een depositiegebied zal worden met een sterk reliëf. Als gevolg van de geleidelijke aanzanding met zand afkomstig van de Zandmotor zullen reguliere suppleties in de nabije toekomst overbodig zijn en krijgt het bodemleven de kans zich te herstellen.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 1: *Overzicht van de meetlocaties voor sediment en benthosbemonstering in het najaar van 2015. De rode locaties zijn bemonsterd met de Van Veen happer en de bodemschaaf. De groene locaties lagen op het strand en zijn bemonsterd met het steekframe en op de oranje en rode locaties is uitsluitend sediment verzameld. De monsterlocaties zijn geprojecteerd op een recente dieptekaart, waarbij het gebied van de Zandmotor is gemeten in juli 2015. De gekleurde gestippelde kaders geven de deelgebieden weer (Zuid van zandmotor, Zandmotor en Noord van de Zandmotor).*

Om de effecten van de Zandmotor op de bodemdiergemeenschap in kaart te brengen is het benthos in het najaar bemonsterd in 2010 (Wijsman en Verduin, 2011), 2011 (Boon en Wijsman, 2012), 2012 (Wijsman, 2014a) en 2013 (Smaal e.a., 2014). Het doel van de benthos bemonstering is inzicht te verkrijgen in de bodemdiersamenstelling in de vooroever (sublitoraal tot een diepte van 12 meter) en het strand (intertidaal) op en rond de Zandmotor. Door over meerdere jaren te monitoren kan de jaarlijkse dynamiek in bodemdiersamenstelling worden gevolgd en kan de ontwikkeling van langlevende soorten in kaart worden gebracht.

De monitoringslocaties die in het najaar van 2015 zijn bemonsterd voor het macrobenthos liggen op 12 raaien loodrecht op de voormalige kustlijn (Figuur 1). De ligging van de benthos

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

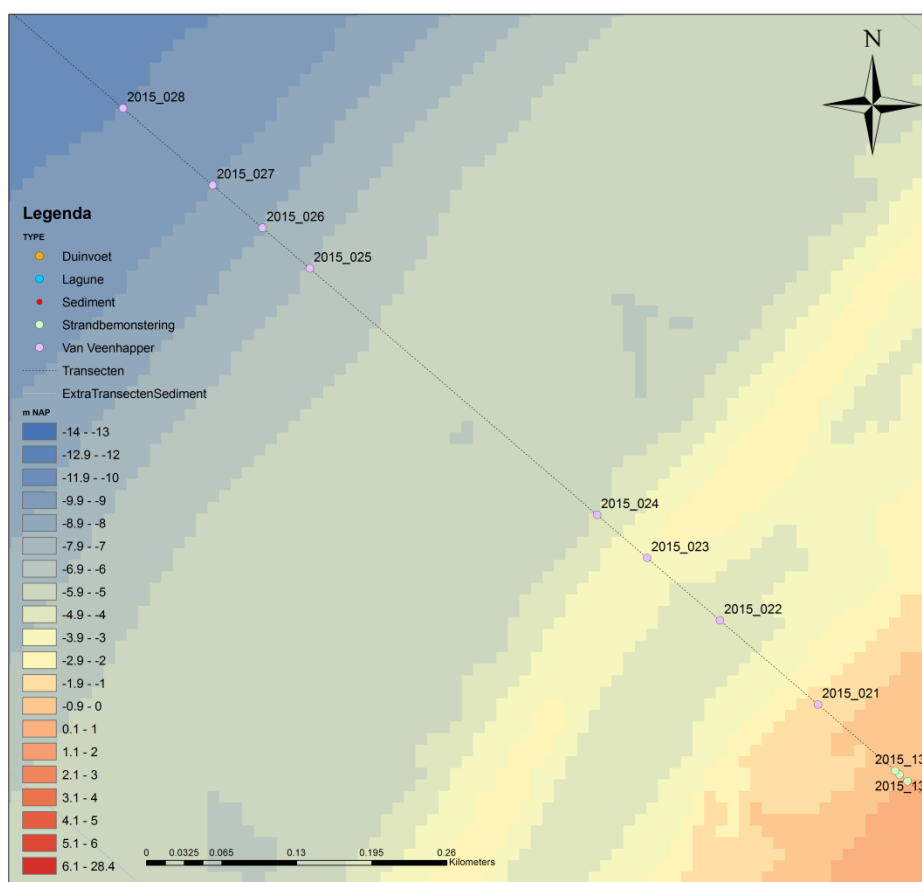
raaien is vrijwel identiek aan de ligging van de raaien uit de bemonstering van 2010 (Wijsman en Verduin, 2011), 2012 (Wijsman, 2014a) en 2013 (Wijsman, 2014b). Het verschil is dat er in 2013 en 2015 een extra raai (raai 0) is bemonsterd aan de zuidwestzijde van het gebied en dit is ten koste gegaan van de benthosbemonstering op raai 4. De reden om deze raai te verplaatsen is dat er redelijk wat aanzanding optreedt op raai 4 als gevolg van de Zandmotor, waardoor deze raai niet meer kan worden beschouwd als een referentierai. De nieuwe raai 0 ligt 1000 meter verder van de Zandmotor vandaan waardoor de stations op deze raai minder zullen worden beïnvloedt door de Zandmotor. Tussen de benthosraaien zijn ook nog additionele raaien gelegd (0-a, 1-a, 2-a enz., aangegeven met de rode stippen in Figuur 1). Op deze additionele raaien is alleen een bodemonster verzameld voor sediment analyse en is geen benthosmonster genomen. Raaien 0 tot en met 3 liggen in het gebied ten zuiden van de Zandmotor wat kan worden gezien als een referentiegebied. De onderlinge afstand tussen de raaien is 1000 meter. Raaien 5 tot en met 8 liggen in het gebied van de Zandmotor. De onderlinge afstand tussen deze raaien is 800 meter. Raaien 9 tot en met 12 liggen in het invloedgebied van de Zandmotor, ten noorden van de Zandhaak. De onderlinge afstand tussen deze raaien is 1000 meter.

Op ieder transect liggen 10 monsterlocaties die zijn bemonsterd met de Van Veen happer en met de bodemschaaf. Op het eerste transect (transect 0) liggen van het strand naar het diepe water de locaties 2015_001 tot en met 2015_010. Op het tweede transect liggen de locaties 2015_011 tot en met 2015_020, enzovoorts. De exacte ligging van de monsterlocaties op de raaien voor de stations die zijn bemonsterd met de Van Veen happer en de bodemschaaf is bepaald aan de hand van een recente bathymetriekaart (juni 2015), waarbij rekening is gehouden met de diepteligging en de morfologie. Indien er een brekerbank aanwezig was op de raai zijn de bemonsterde locaties zo gekozen dat er een locatie ligt op de top van de brekerbank en een locatie in de trog voor de brekerbank (Figuur 2 en Figuur 3). Indien er geen (duidelijke) brekerbank aanwezig is liggen de locaties op het snijpunt van de raaien met de dieptelijnen zoals aangegeven in Tabel 1.

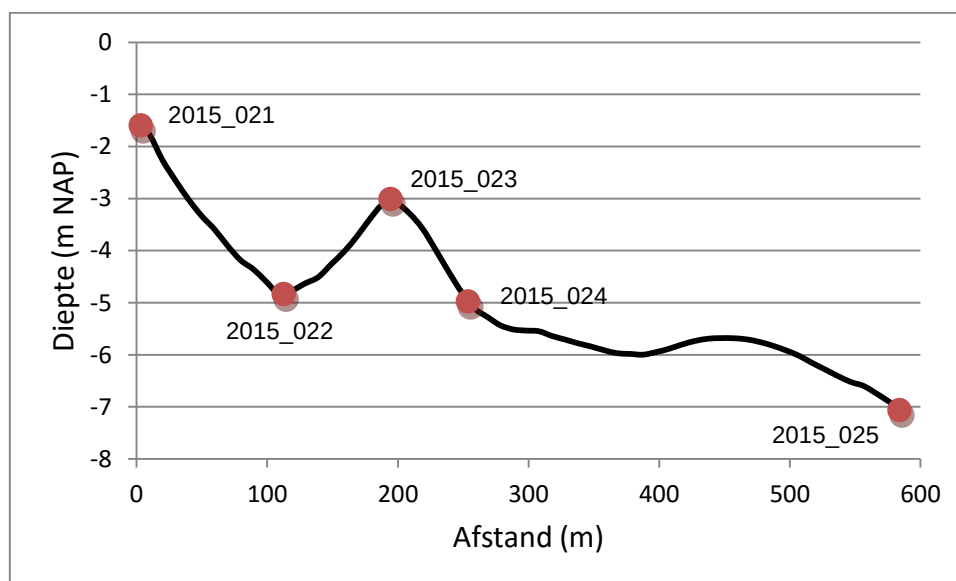
Naast de locaties in de vooroever zijn er in 2015 ook een 9-tal van Veen monsters genomen in het sublitoraal van de lagune (stations 2015_206 tot en met 2015_214).

De aanvullende stations in de vooroever, waar uitsluitend sedimentmonsters zijn verzameld, (additionele raaien) zijn net als de benthosmonsters genummerd van ondiep naar ondiep. De stations op raai 0-a zijn genummerd van 2015_215 (ondiepste station) tot en met 2015_224 (diepste station). De stations op raai 11-a zijn genummerd van 2015_335 (ondiepste station) tot en met 2015_344 (diepste station).

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 2: Detailoverzicht van raai 2 uit de sediment en benthosbemonstering in het najaar van 2015.



Figuur 3: Diepteprofiel (getrokken lijn) van het ondiepe deel van raai 1 met de ligging van stations 2015_21 tot en met 2015_25 (rode punten).

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

Tabel 1: Voorgenomen diepteligging (m t.o.v. NAP) van de monsterlocaties voor het macrobenthos in de vooroever.

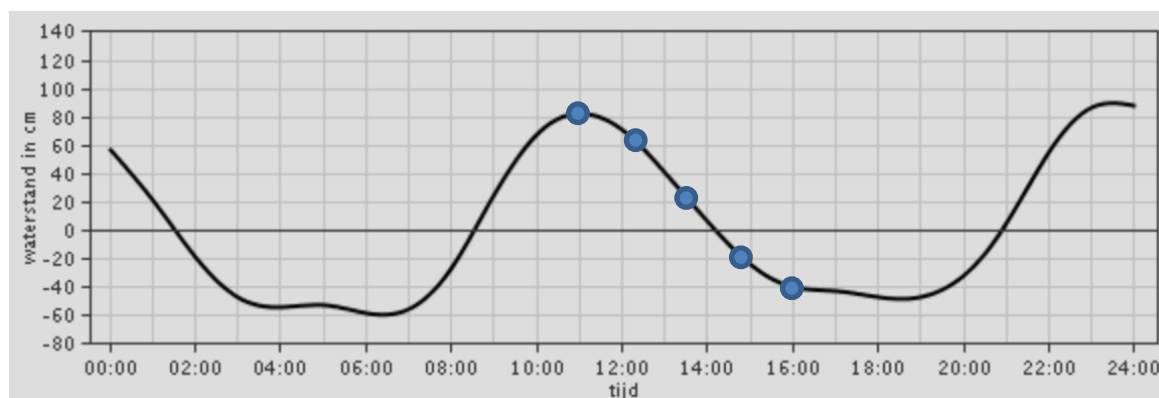
Klasse	Diepteligging (m NAP)
1	-1.0
2	-3.0
3	-4.0
4	-5.0
5	-7.0
6	-8.0
7	-9.0
8	-10.0
9	-11.0
10	-11.5

Op het strand zijn telkens 5 monsterlocaties gelegen op dezelfde transecten. Op transect 0 liggen van de laagwaterlijn naar de hoogwaterlijn de locaties 2015_121 tot en met 2015_125. Op transect 1 liggen de locaties 2015_126 tot en met 2013_130, enzovoorts (Figuur 2). In 2015 zijn er net als in 2013 op nog twee aanvullende transecten monsters genomen in de lagune. Op transect 7 zijn er aan de zuidzijde van de lagune 5 extra stations bemonsterd (stations 2015_201 tot en met 2015_205). Op transect 8 zijn er aan de noordzijde van de lagune 5 extra stations bemonsterd (stations 2015_196 tot en met 2015_200).

De exacte ligging van de monsterlocaties op het strand is afhankelijk van het getij. Bij Scheveningen is de tijd tussen hoogwater en laagwater ongeveer 5 uur (Figuur 4). Het blijft dan ongeveer drie uur laag, waarbij het water nog een klein beetje afneemt, voordat de vloed weer opkomt. Om de droogvalduur van de locaties per droogvalduurklasse uniform te houden zijn er iedere 1:15 uur monsters van de te bemonsteren raaien verzameld. De coördinaten van de monsterlocaties op het strand zijn geregistreerd met een handheld GPS (Garmin GPS 60).

Ten slotte is er op ieder transect ook nog een sedimentmonster genomen op de locatie waar het strand overgaat in het duin. Deze zijn door middel van oranje stippen aangegeven in Figuur 1.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 4: Voorspelde getijcurve Scheveningen voor maandag 7 september 2015. De blauwe stippen geven het moment van bemonstering weer.

2.2 Sedimentsamenstelling

In de periode van 24 augustus tot en met 21 september 2015 zijn in totaal 341 sedimentmonsters genomen voor de analyse van korrelgrootteverdeling. Van 188 van deze stations is tevens het organisch stofgehalte (fractie organisch koolstof en totaal stikstof) bepaald. 259 locaties zijn bemonsterd in de ondiepe kustzone en in de lagune met de Van Veen happer, 70 locaties op het strand en 12 locaties aan de rand van de duinvoet. In de ondiepe kustzone is een steekbuis (ø 3 cm) vijf cm diep in het verzamelde sediment van de Van Veen happer gestoken. Gedurende de bemonstering zijn de sedimentmonsters koel bewaard en vervolgens in het laboratorium opgeslagen bij -32 °C.

Alle 341 monsters zijn gevriesdroogd en vervolgens is een deelmonster geanalyseerd op de korrelgrootte verdeling. Een deel (211) van de monsters is tevens geanalyseerd op organisch stofgehalte. De korrelgrootte verdeling van het sediment is geanalyseerd middels laser diffractie met een Malvern *Mastersizer* (detectie range 0.02 – 2000 µm), op het laboratorium van het NIOZ in Yerseke. Het sediment is hierbij niet voorbehandeld. Van het sediment zijn onder andere de korrelgrootteverdeling (onderverdeeld in 5 verschillende fracties, Tabel 2) en de mediane korrelgrootte (µm) bepaald. Daarnaast is binnen de silt-fractie ook nog onderscheid gemaakt tussen 7 klassen van silt (grenzen: 2, 4, 8, 16, 32, 50 en 63 µm).

Tabel 2: Klassegrenzen korrelgrootteverdeling.

Fractie	Range
Silt	< 63 µm
Zeer fijn zand	62.5 – 125 µm
Fijn zand	125 – 250 µm
Medium zand	250 – 500 µm
Grof zand	500 – 1000 µm

De bepaling van de fractie organisch koolstof en totaal stikstof in het sediment is bepaald met een Carlo Erba *elemental analyzer*, type NA-1500. Als voorbehandeling is het monster na vriesdrogen gemaal. De analyses zijn uitgevoerd door het NIOZ in Yerseke. Van de extra stations (rode stippen in Figuur 1) zijn geen organisch stofgehalten bepaald.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

2.3 Bemonstering strand

De bemonstering van het strand is door IMARES uitgevoerd op maandag 7 september 2015 (raai 8 tot en met raai 12) en dinsdag 8 september 2015 (raai 0 tot en met 11) (Bijlage B). In totaal zijn er 70 locaties op het strand bemonsterd voor benthos.

De bemonstering is uitgevoerd door 4 personen, gebruikmakend van een 4WD. De locaties zijn bezocht tijdens afgaand water. Op 7 september was het voorspelde hoogwater bij Scheveningen om 11:06 (83 cm NAP) en laagwater om 18:40 (-49 cm NAP). Op 8 september was het hoogwater om 12:25 (81 cm NAP) en laagwater om 19:57 (-51 cm NAP). Zodra de locatie droog kwam te staan is er een rvs frame (37 x 27 cm $\approx$ 0,1 m²) de bodem ingedrukt tot een diepte van 13 cm (Figuur 5). Met een spade is de inhoud van het frame leeggescapt en in emmers overgebracht. De inhoud van de emmers is vervolgens gezeefd over een 1 mm zeef (Figuur 6). Het residu dat op de zeef is achtergebleven is overgebracht in potten (500 ml) en geconserveerd in zeewater gebufferde formaline (4%).



Figuur 5: Monsternamen op het strand van de Zandmotor langs de waterlijn. Te zien is het RVS frame dat de bodem is ingedrukt en de emmer waar het sediment wordt ingeschept.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 6: Zeven van de monsters op het strand van de Zandmotor.

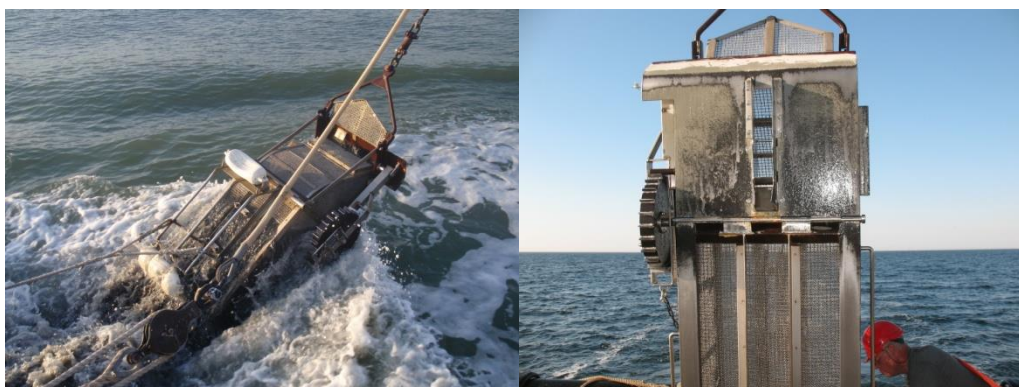
Verwerking

Alle verzamelde monsters van het strand (litoraal) zijn uitgezocht en de aangetroffen soorten zijn (indien mogelijk) tot op soort gebracht. De helft van de monsters zijn geanalyseerd door Grontmij en de andere helft van de monsters zijn geanalyseerd door IMARES. Tijdens de T₀ studie (Wijsman en Verduin, 2011) zijn er monsters door beide labs geanalyseerd. Er waren geen systematische verschillen tussen de labs. Per locatie zijn de dichtheden (aantal per m²) berekend voor de aangetroffen soorten. Asvrij drooggewichten zijn bepaald met de *prepAsh*.

2.4 Bemonstering vooroever met schaaf

De bemonstering met de bodemschaaf is door IMARES uitgevoerd met de YE-42 in de periode 12 tot en met 15 oktober 2015. De bodemschaaf wordt gebruikt voor een kwantitatieve bemonstering van de grotere en relatief zeldzame epifauna en infauna soorten. De bodemschaaf is een kooi (maaswijdte 0,5 cm) die aan de onderzijde is voorzien van een mes van 10 cm breed (Figuur 7). Het mes is ontworpen om een strip sediment over een bepaalde afstand tot een diepte van 10 cm weg te halen en in de kooi te brengen. Omdat het voorste deel iets boven de bodem hangt, worden ook epibentische dieren gevangen. Bepaalde vissen worden ook gevangen in de schaaf (b.v. zandspiering), maar voor een kwantitatieve bemonstering van de vispopulaties zijn andere methodieken (bijvoorbeeld sleepnetten) nodig. De kooi van de schaaf fungeert tijdens het vissen als zeef. De bodemschaaf wordt achter een schip over de zeebodem getrokken. De beviste afstand wordt bepaald via een aan de zijkant van de bodemschaaf gemonteerd wiel (diameter 1,5 meter) voorzien van een elektronische teller die het aantal omwentelingen van het wiel registreert.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 7: Bodemschaaf. Links de bodemschaaf op het moment dat deze wordt opgehaald. Rechts de onderkant van de bodemschaaf waarop het mes is te zien. Aan de zijkant is het wiel te zien waarmee de sleepafstand wordt geregistreerd.

Om te zorgen voor een goed bodemcontact is er een gewicht (280 kg) geplaatst in het voorste deel van de bodemschaaf waar het mes zich bevindt. Het scharnier tussen dit voorste deel en de kooi is vastgezet. Om te voorkomen dat het wiel ronddraaide terwijl de bodemschaaf geen bodemcontact heeft, is een verstelbare blokkeerinrichting aangebracht. De valdiepte waarbij het wiel (inclusief schoepen) nog juist vrij kan draaien is op 90 mm ten opzichte van de onderkant van de bodemschaaf gezet.

De beoogde trek lengte bedroeg 150 m, resulterend in een bemonsterd oppervlakte van 15 m². De minimale trek lengte was 109.5 meter en de maximale trek lengte was 180 meter (gemiddeld 142 meter, standaard deviatie 14 meter). Tevens werd het tijdstip van het begin en einde van vieren en halen genoteerd, evenals de diepte en de kabellengte. De DGPS-positie van het schip is vastgelegd via twee onafhankelijke DGPS-ontvangers: Fugro Seastar DGPS met externe correctie vanaf de ARFSAT satelliet (20Hz) en, als reserve, een JRC DGPS (1 Hz).

Alle slepen zijn genomen evenwijdig aan de kust. Dit om verschillen in heterogeniteit als gevolg van een verandering in bathymetrie te beperken. Er is zoveel mogelijk gestreefd om over het vooraf bepaalde punt heen te slepen met de bodemschaaf.

In verband met de ondiepte in combinatie met de golven was het niet mogelijk om alle stations te bemonsteren. In totaal 11 ondiepe stations (2015_001, 2015_011, 2015_012, 2015_021, 2015_022, 2015_031, 2015_032, 2015_041, 2015_051, 2015_061 en 2015_071) konden niet bemonsterd worden. Stations 2015_052 en 2015_112 zijn wel bemonsterd, maar er zijn geen levende organismen aangetroffen. De coördinaten van de bemonsterde stations zijn weergegeven in Bijlage C, Tabel 7.

Ieder monster genomen met de bodemschaaf is in een bak, aan de onderzijde voorzien van gaas met een maaswijdte van 5 mm overgebracht en, indien noodzakelijk, is het monster gespoeld om het overtollige sediment te verwijderen. De vangst is nadien overgebracht in kisten van 48 liter of emmers van 10 liter.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

Verwerking

Het totale volume van de vangst (liter) is genoteerd. Het maximale volume was 79 liter op locatie 2015_112. Indien de vangst meer dan 6 liter was is er een deelmonster genomen van 6 liter welke aan dek verder is gesorteerd en waar mogelijk tot op soort gedetermineerd.

Vervolgens is per soort het aantal individuen en het versgewicht (met uitzondering van de heremietkreeften, *Diogenes pugilator* en *Pagurus bernhardus*, de zeeappel, *Echinocardium cordatum* en de bivalven *Lutraria lutraria* en *Mya arenaria*) bepaald. Het versgewicht is bepaald door weging op een zeeweegschaal van Marel M2000 series (weegvermogen: 0-300 gr (nauwkeurigheid 0,1 gr); 300-600 gr (0,2 gr); 600-1500 gr (0,5 gr)). Van de otterschelpen (*Lutraria lutraria*) en strandgapers (*Mya arenaria*) worden door de schaaf alleen de boven het sediment uitstekende siphonen bemonsterd. Van deze soorten kon daarom versgewicht niet worden gemeten.

Kapotte exemplaren van schelpdieren zijn meegeteld bij de bepaling van het aantal individuen indien a) het slot en vleesresten of b) enkel de sifons (bijv. mesheften, otterschelpen) aanwezig zijn. Alle hele exemplaren van schelpdieren zijn per soort samen gewogen. Aantallen van krabben, slangsterren en zeesterren zijn bepaald aan de hand van respectievelijk het aantal carapaxen, het aantal schijven en het aantal armen (1 arm = 0,2 individuen). De kapotte exemplaren en delen zijn ook gewogen. De breedte van mesheften is zoveel mogelijk aan boord gemeten om via regressie de versgewichten te bepalen (Craeymeersch e.a., 2006).

Volledige exemplaren van vissen en garnalen zijn per individu gewogen. Tevens is per individu de lengte gemeten. Van kapotte exemplaren van vissen en garnalen zijn de koppen geteld, en meegeteld bij de bepaling van het aantal individuen. Alle restanten (incl. koppen) per soort zijn gezamenlijk gewogen (versgewicht). Niet te identificeren visresten zijn gezamenlijk gewogen.

Alle gegevens m.b.t. de aantallen en de versgewichten per soort, evenals de gemeten breedtes van mesheften, zijn direct aan boord ingevoerd in een database. De gegevens m.b.t. tellerstand en vangstvolumes zijn eerst aan dek genoteerd, en op een later tijdstip in de invoerdatabase overgenomen.

2.5 Bemonstering vooroever met Van Veen happer

De bemonstering van het macrobenthos en het sediment in de ondiepe kustzone is uitgevoerd met de YE-42 van 24 augustus tot en met 29 augustus 2015. Alle beoogde 120 stations zijn in deze periode bemonsterd. Additioneel zijn er op 21 september 2015 ook nog 9 Van Veen happen genomen in de lagune (stations 2015_206 tot en met 2015_214). De coördinaten van de bemonsterde stations zijn weergegeven in Bijlage A, Tabel 4.

De bemonstering is uitgevoerd met een verzwaarde Van Veen bodemhapper, met een oppervlakte van 0,1 m². Op iedere locatie is één monster genomen. Wanneer de Van Veen happer niet vol zat is het monster afgekeurd en is er een nieuw monster genomen.

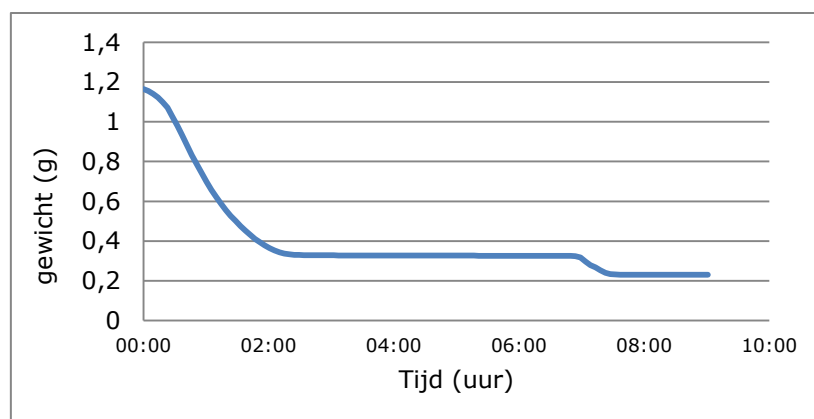
De totale inhoud van de Van Veen happer is gezeefd op een 1 mm zeef en gefixeerd op zeewater gebufferde formaldehyde (4%). De monsters zijn gecodeerd en opgeslagen.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

Verwerking

Alle benthosmonsters die zijn verzameld met de Van Veen happer zijn uitgezocht en de aangetroffen soorten zijn (indien mogelijk) tot op soort gebracht door taxonomen van IMARES en Grontmij (beide labs de helft van de monsters). Tijdens de T₀ studie (Wijsman en Verduin, 2011) zijn er monsters door beide labs geanalyseerd. Er waren geen systematische verschillen tussen de labs.

Per locatie per soort is het asvrijdrooggewicht (AFDW) bepaald met een PrepAsh. Deze verassingsoven kan 12 tot maximaal 29 monsters (afhankelijk van de grootte van het monster) in een run analyseren. Tijdens het drogen en het verassen wordt het gewicht van het monster continu gemonitord. Wanneer de gewichten van de monsters tijdens het drogen respectievelijk verassen niet meer veranderen (< 0,1 % per 30 minuten) is de betreffende fase afgerond. Het drogen is uitgevoerd bij 100°C en het verassen bij 520°C. AFDW is bepaald uit het verschil tussen het drooggewicht en het gewicht na verassing (Figuur 8).

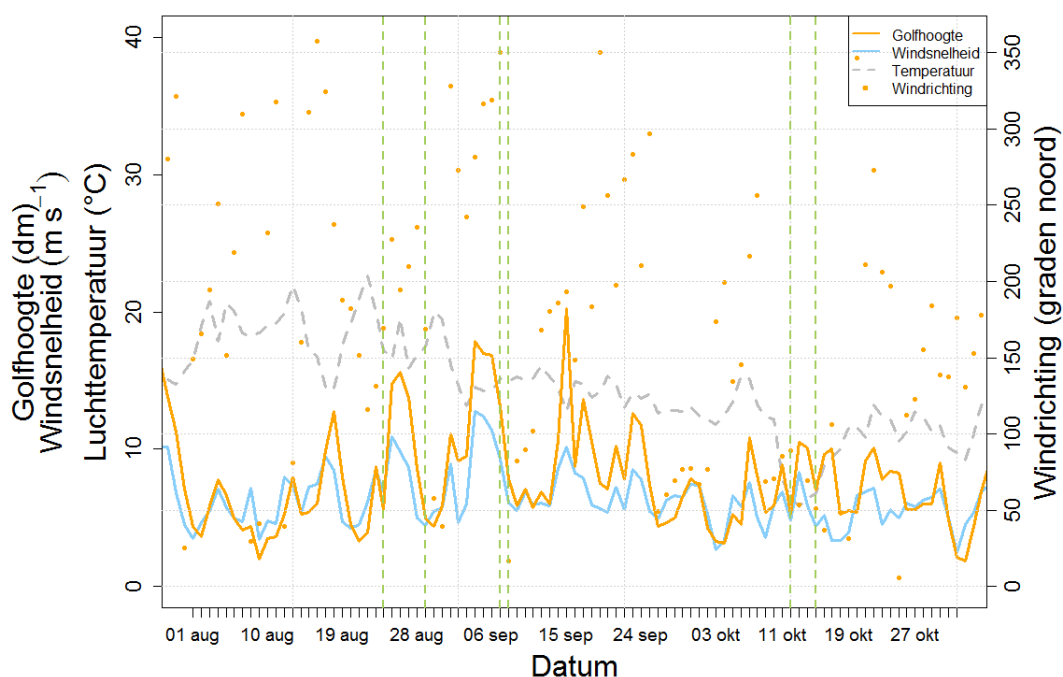


Figuur 8: Voorbeeld gewichtsverloop tijdens een verassing. De bepaling duurde ongeveer 9 uur. Het monster is gedroogd op 100°C. Na 7 uur is de temperatuur verhoogd naar 520°C voor de verassing.

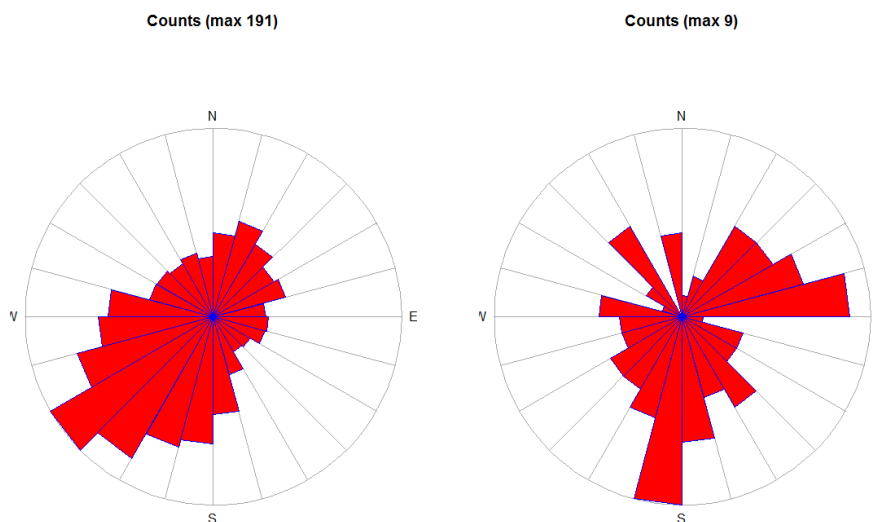
2.6 Weerscondities tijdens de bemonstering

In Figuur 9 zijn de weerscondities voor het najaar van 2015 weergegeven. Deze gegevens zijn afkomstig van KNMI (locatie Hoek van Holland) en de Windguru (www.windguru.cz.nl locatie Ter Heijde). Deze gegevens zijn indicatief voor de werkelijk opgetreden weersomstandigheden bij de Zandmotor. Het najaar van 2015 was een relatief rustige periode waarin de golven slechts een enkele keer boven de 200 cm uitkwamen. De van veen bemonstering is juist uitgevoerd in een periode met relatief hoge golven voor deze periode. De strandbemonstering is uitgevoerd vlak na een periode met hoge golven. Tijdens de schaafbemonstering in oktober was de zee relatief kalm. De windrichting tijdens deze periode was voornamelijk oost en zuid, Figuur 10, terwijl normaal de overheersende windrichting uit het zuidwesten is.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 9: Overzicht weersgegevens (Hoek van Holland) en golfhoogte (Ter Heijde) in de periode tussen 1 augustus en 1 november 2015. De oranje lijnen geven de daggemiddelde golfhoogtes (dm), de blauwe lijn de daggemiddelde windsnelheid (m s^{-1}) en de gebroken grijze lijn de luchttemperatuur ($^{\circ}\text{C}$). De oranje stippen geven de daggemiddelde windrichting aan in graden ten opzichte van het Noorden. De bemonsteringsperiodes zijn gemarkeerd met de onderbroken groene lijnen. De eerste periode is de bemonstering met de Van Veen happer. De tweede periode is de strandbemonstering en de derde periode is de bemonstering met de bodemschaaf. Data zijn afkomstig van KNMI (wind en temperatuur) en windguru.cz (golfhoogte).



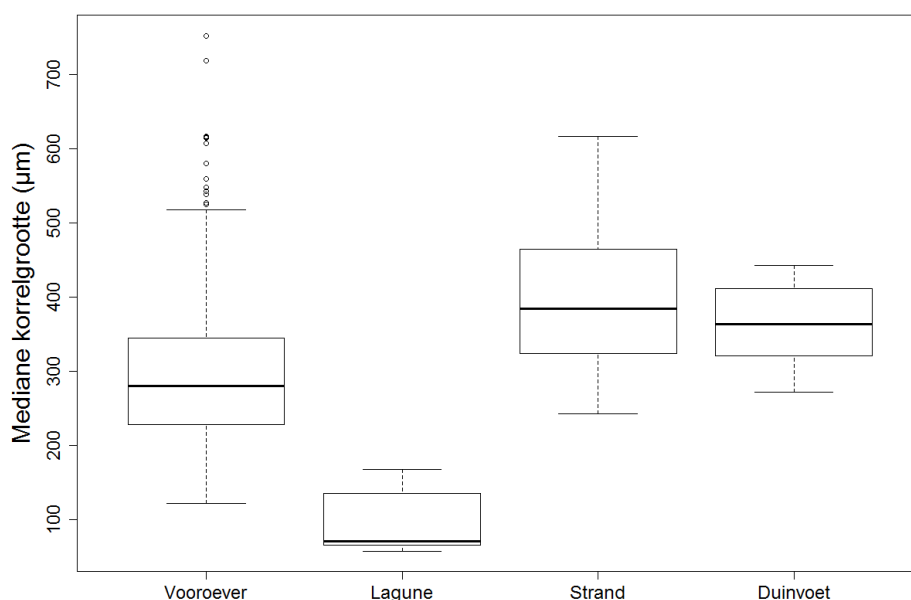
Figuur 10: Windroses voor de locatie Hoek van Holland voor de periode 1 jan 2010 tot en met 7 november 2015 (links) en voor het najaar (1 augustus tot en met 1 november) van 2015. Weergegeven is het aantal dagen dat de wind uit een bepaalde hoek kwam.

3 Resultaten

3.1 Sediment

3.1.1 Korrelgrootte verdeling

De mediane korrelgrootte van het sediment varieert tussen de 57 μm en 751 μm Bijlage D, Tabel 8. De gemiddelde mediane korrelgrootte is 319 μm . In de lagune zijn de fijnste sedimenten gevonden met mediane korrelgroottes variërend van 57 μm tot en met 167 μm . Het sediment in de vooroever is gemiddeld wat fijner dan het sediment op het strand en aan de duinvoet (Figuur 11).



Figuur 11: Box-whisker plots van de mediane korrelgrootte van het sediment voor het de vooroever, de lagune het strand en aan de duinvoet.

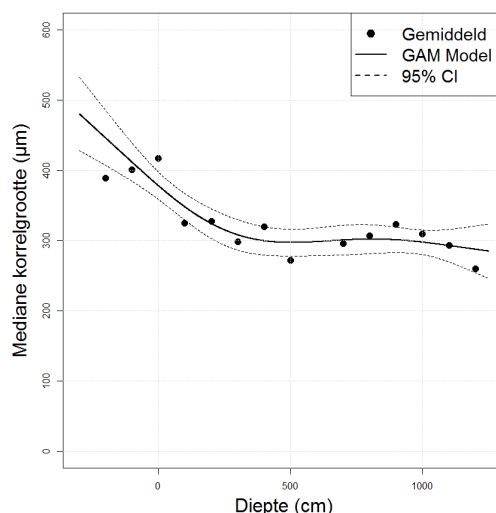
Diepte is een belangrijke co-variabele voor de mediane korrelgrootte. Een GAM (Generalised Additive Model) is gefit door alle metingen op het strand en de vooroever (met uitzondering van de metingen in de lagune). Een GAM model bestaat uit verschillende componenten: een link functie van de verklarende variabelen (in dit geval diepte), een systematische component (smoother) en een random component (variatie). De smoother kan variëren van een rechte lijn (aantal vrijheidsgraden = 1) tot een interpolatie van alle datapunten (aantal vrijheidsgraden = n-1). In deze studie is de er voor de waarde van de smoother parameter $k=4$ gekozen. Bij de selectie van het beste model dient aan de ene kant het aantal vrijheidsgraden te worden geminimaliseerd en aan de andere kant dient de fit zo goed mogelijk te zijn. Deze optimalisatie wordt bereikt met behulp van een zogeheten “minimised generalised cross validation”.

Het GAM model van Figuur 12 is significant ($p < 0.05$) en geeft aan dat er een significant effect is van waterdiepte op de mediane korrelgrootte. Op het strand (tot ongeveer 1 meter beneden

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

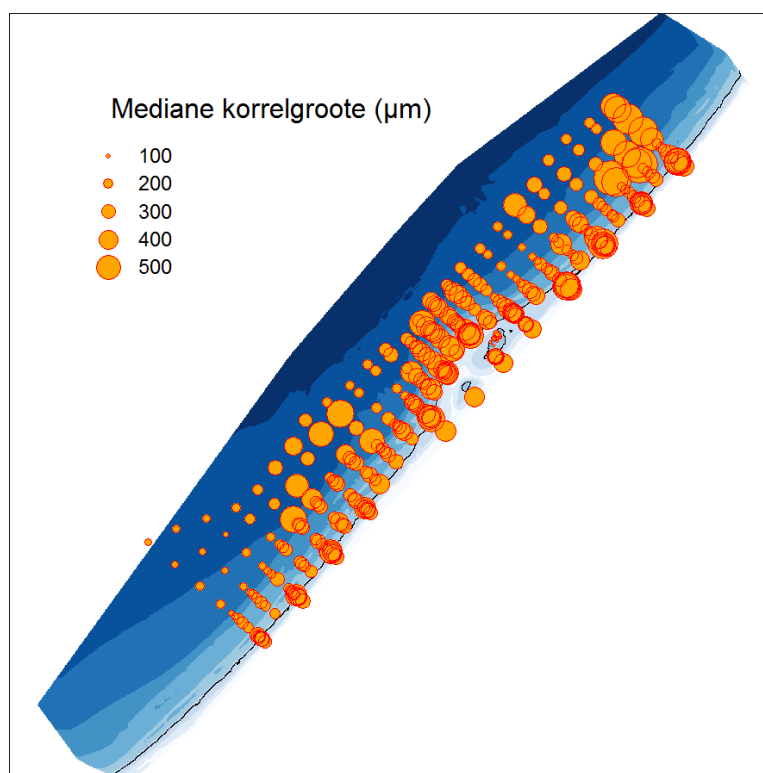
NAP is de mediane korrelgrootte het grootst. Daarna neemt de mediane korrelgrootte af tot een diepte van ongeveer 4 meter beneden NAP. Er is geen duidelijke uniforme relatie te zien tussen de mediane korrelgrootte en de waterdiepte in de vooroever. De zwarte stippen in Figuur 12 zijn de gemiddelde waarde per diepteklasse (iedere meter ten opzichte van NAP).

In het ruimtelijke verspreidingsplaatje (Figuur 13) is wel te zien dat er rond de Zandmotor gebieden zijn met grovere en gebieden met fijnere sedimenten. Zo lijken de sedimenten zeewaarts op de kop van de Zandmotor (transecten 5-a tot en met 7-a) grover dan op dezelfde diepte in de gebieden iets ten noorden (transecten 8, 8-a en 9) en ten zuiden (transecten 4-a en 5) van de Zandmotor. Mogelijk is dit het gevolg van een verschil in stroomsnelheden, waarbij de stroomsnelheden op de kop van de Zandmotor hoger zijn. Ook is er een gebied met relatief grove sedimenten helemaal in het Noorden (transecten 11, 11-a en 12). In de diepere delen van het zuidelijk gebied (transecten 0, 0-a, 1 en 1-a) zijn juist fijne sedimenten te vinden.



Figuur 12: Mediane korrelgrootte (μm) als functie van de diepte (centimeter beneden NAP) voor de monsters verzameld op het strand en in de vooroever. De monsters uit de lagune zijn niet in de analyse meegenomen.

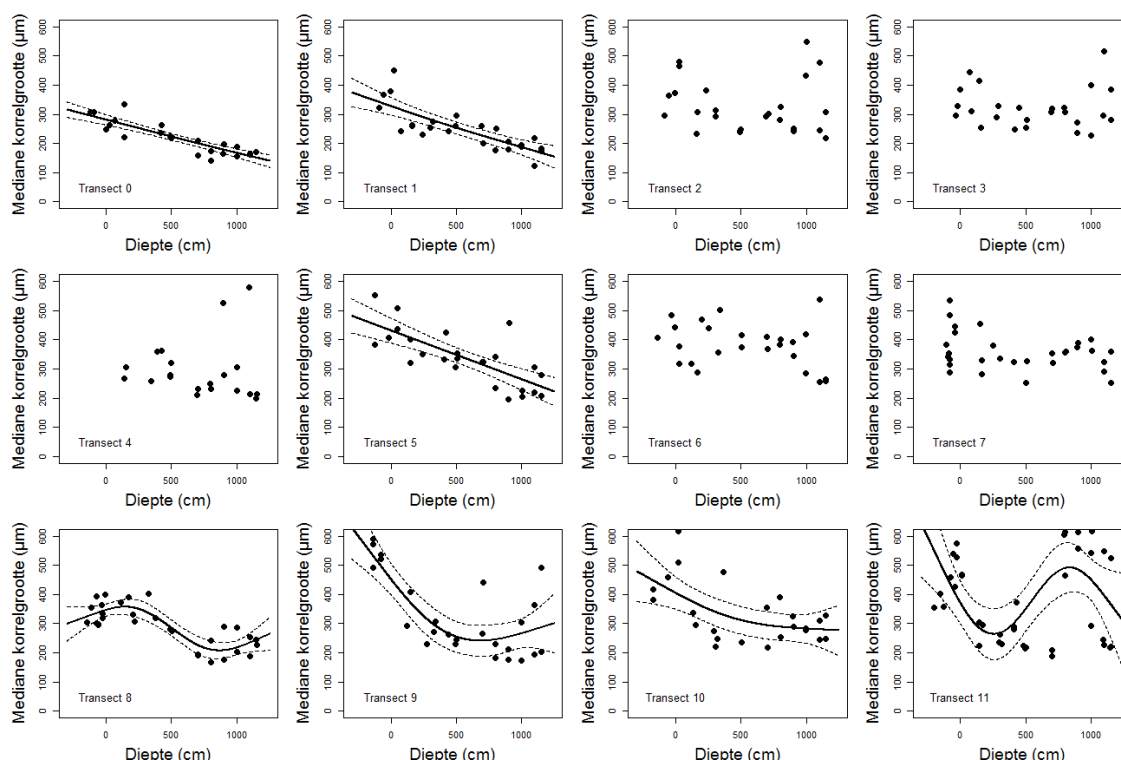
1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 13: Ruimtelijke verdeling mediane korrelgrootte (μm) in het gebied van de Zandmotor.

Deze patronen zijn ook terug te vinden in de profielen van mediane korrelgrootte als functie van de diepte voor de verschillende transecten (Figuur 14). In het algemeen is er afname in mediane korrelgrootte met de diepte, gaande van het strand naar de diepere vooroever. In het zuiden (transect 0 en transect 1) neemt de mediane korrelgrootte in de vooroever duidelijk af met de waterdiepte. De transecten 2, 3 en 4 hebben geen duidelijke relatie met de diepte, maar de sedimenten zijn grover op dieptes groter dan 5 meter dan op vergelijkbare dieptes op transecten 0 en 1. Hetzelfde geldt voor de transecten op de Zandmotor (transect 6 en transect 7). De transecten net ten zuiden van de Zandmotor (transect 5) en net ten noorden van de Zandmotor (transecten 8, 9 en 10 vertonen weer een afname in mediane korrelgrootte met de waterdiepte. Op transecten 11 (en 12) worden de grofste sedimenten echter gevonden op dieptes groter dan 7 meter beneden NAP.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 14: Resultaat GAM analyses voor de mediane korrelgrootte (μm) als functie van de diepteligging t.o.v. NAP. Iedere figuur bevat de gegevens van twee transecten, het transect zelf (x) en het bijbehorende aanvullende transect voor sediment (x-a). Alleen de figuur van transect 11 bevat de gegevens van drie transecten (transect 11, transect 11-a en transect 12). Alleen de significante ($p < 0.05$) GAM modellen zijn in de figuren geplot.

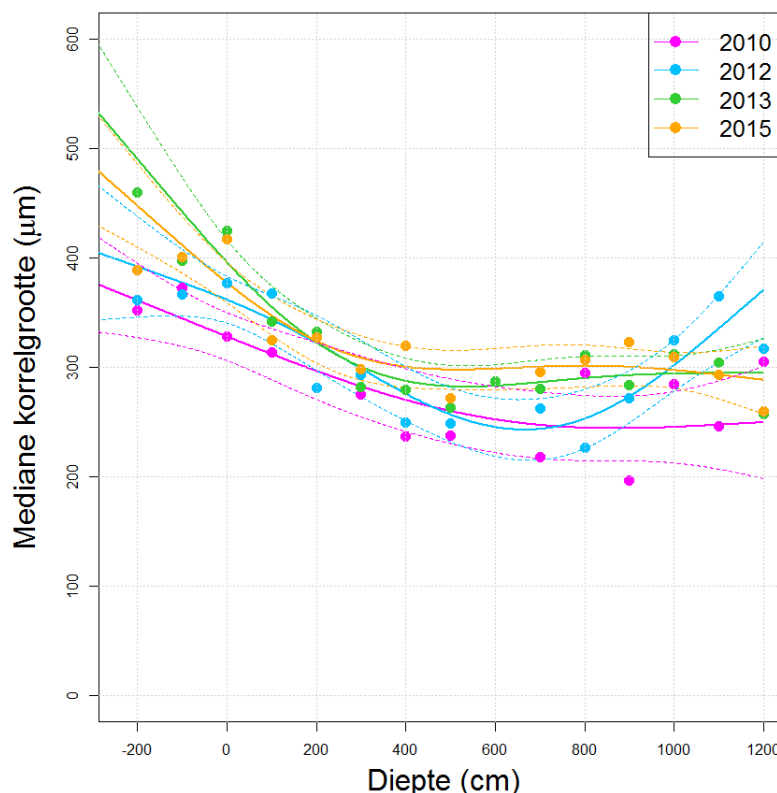
Om de verschillen in mediane korrelgrootte tussen de verschillende gebieden en de verschillende jaren te onderzoeken zijn er aanvullend GAM modellen gefit met respectievelijk jaar en transect als factor (Figuur 15 en Figuur 16). Voor iedere figuur zijn drie GAM modellen gemaakt. Als eerste is er een GAM model (Model_0) gemaakt waarbij er geen onderscheid is gemaakt tussen de factoren (zelfde intercept en smoother voor alle data). Vervolgens is er een model gemaakt (Model_1) waarbij de smoother is vastgezet en het intercept is gevarieerd. Ten slotte is er een model gemaakt (Model_2) waarbij zowel het intercept als de smoother zijn gevarieerd.

Middels ANOVA en Akaike's Information Criterium (AIC) zijn de drie modellen met elkaar getoetst op significantie. Eerst is het meest eenvoudige model (Model_0) vergeleken met Model_1. In het geval dat Model_1 significant beter is dan Model_0 is een tweede toets uitgevoerd waarbij Model_1 is vergeleken met Model_2. Bij de ANOVA is een α van 0.05 aangehouden. Bij de AIC test is gekeken naar $\Delta_p = cAIC_{Model1} - cAIC_{Model2}$. Als de waarde voor Δ_p groter is dan 2 is model 2 significant beter dan model 1.

Er zijn verschillen te zien in de mediane korrelgrootte als functie van diepte vanaf het strand tot in de vooroever tussen de verschillende jaren (Figuur 15). Over het algemeen zijn de mediane korrelgroottes in 2013 en 2015 groter dan in de jaren 2010 en 2012. In 2012 lijkt er

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

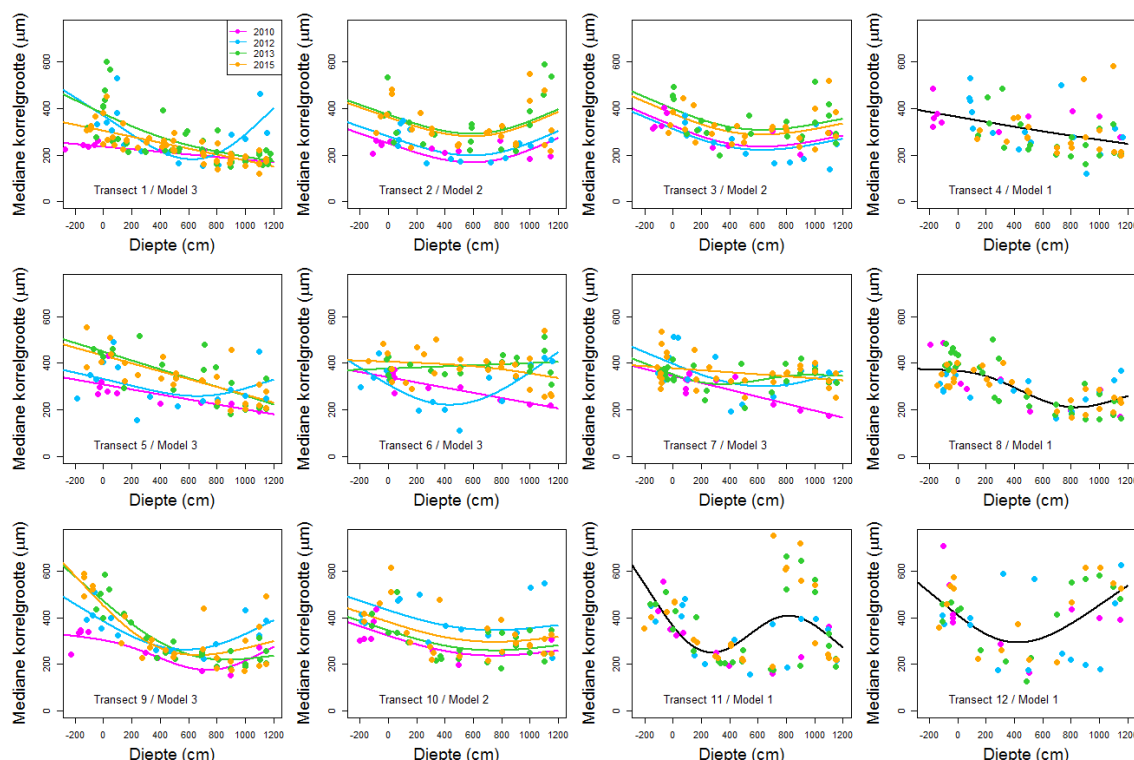
een toename in mediane korrelgrootte op te treden op grotere diepten (>8 meter). In de overige jaren is dit niet het geval.



Figuur 15: Mediane korrelgrootte als functie van de diepte (cm beneden NAP) met jaar als factor. De getrokken lijnen geven de resultaten van de beste GAM modellen en stippellijnen geven de 95%-betrouwbaarheid intervallen weer. De stippen geven de gemiddelde korrelgrootte per meter-interval.

Er zijn duidelijkere verschillen in de patronen voor de verschillende transecten (Figuur 16). Opvallend op transect 1 is de relatief grove sedimenten op grotere diepte (>8 meter) in 2012. In de overige jaren zijn de sedimenten in dit gebied juist relatief fijn. Op transect 4 zijn er geen verschillen tussen de jaren. De transecten 2 en 3 is de mediane korrelgrootte in 2013 en 2015 hoger dan in 2010 en 2012. Op de transecten 6 en 7 is de mediane korrelgrootte op grotere diepte toegenomen na de aanleg van de Zandmotor in 2011. Op het transect net ten noorden van de Zandmotor (transect 8) is er geen duidelijk verschil tussen de jaren. Het sediment is in alle jaren relatief fijn op dieptes groter dan 4 meter. Op transect 10 is het sediment in 2013 en 2015 over de hele diepterange grover dan in 2010 en 2012. In de meest noordelijke transecten zijn te vinden op dieptes groter dan 8 meter. Er is geen duidelijk verschil tussen de jaren.

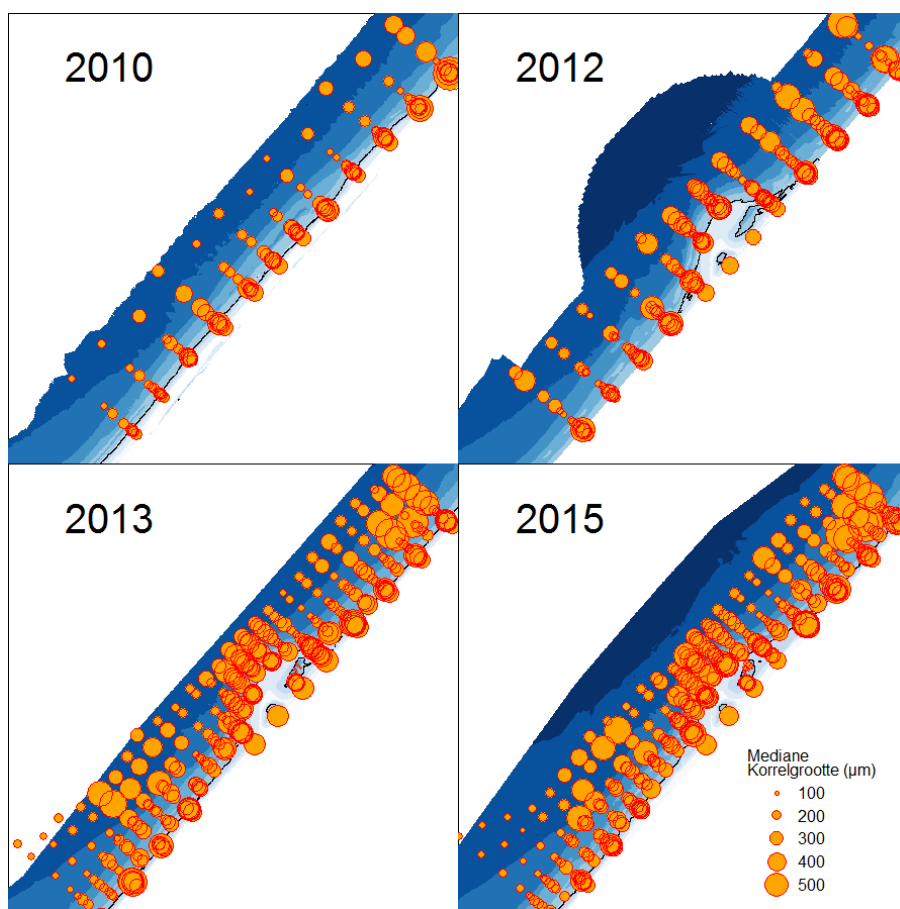
1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 16: Mediane korrelgrootte als functie van de diepte (cm beneden NAP) met jaar als factor voor de verschillende transecten. Bij Model 1 (getrokken zwarte lijnen) is er geen significant verschil tussen de jaren. Bij model 2 is er wel een significant verschil tussen de jaren, maar is er geen verschil in het patroon met de diepte. Bij model 3 is er ook een significant verschil in het patroon met de diepte tussen de verschillende jaren.

Dezelfde patronen zijn ook terug te zien in de ruimtelijke plots (Figuur 17). Een aantal van de ruimtelijke patronen die in 2015 zijn te zien waren ook al in 2013 zichtbaar en in mindere mate ook in 2010 en 2012. Zo is er te zien dat er over het algemeen een toename is opgetreden in de mediane korrelgrootte in het gehele gebied. Vooral op de kop van de zandmotor is het sediment relatief grof, maar ook in het noorden (transecten 11 en 12) en ten zuiden van de Zandmotor (transecten 2 tot en met 4). In de gebieden juist ten noorden en ten zuiden van de Zandmotor (transecten 5 en 9) alsmede helemaal in het zuidelijke gebied (transecten 0 en 1) zijn de sedimenten relatief fijn.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

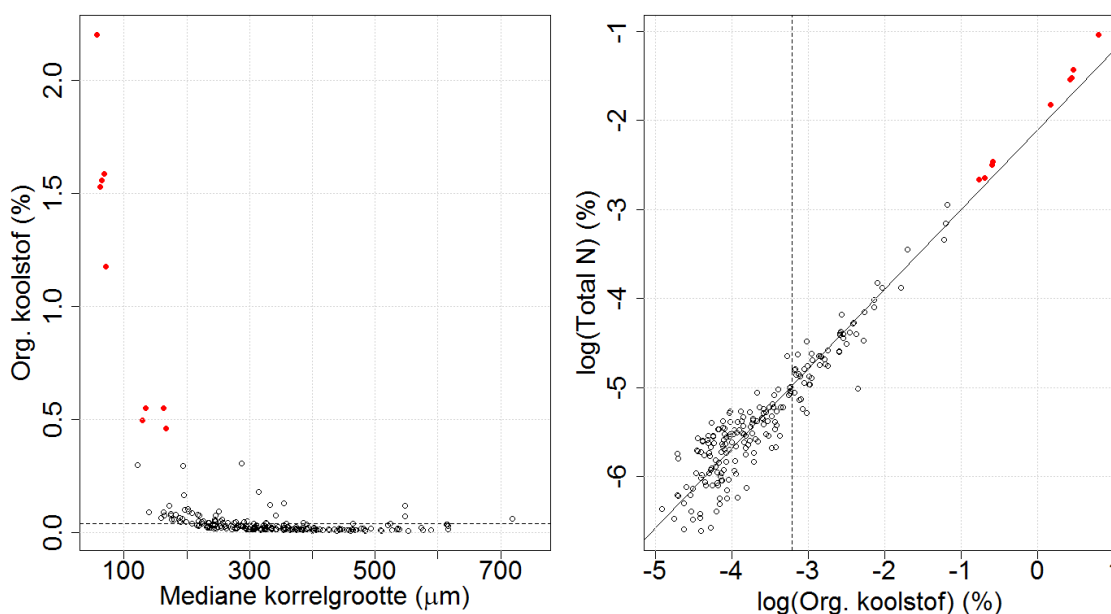


Figuur 17: Ruimtelijke verdeling van de mediane korrelgrootte over het gebied van de Zandmotor voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

3.1.2 Organisch koolstof en totaal N

Er is een duidelijke relatie tussen de mediane korrelgrootte en het organisch koolstofgehalte (Figuur 18). Hoe fijner het sediment, hoe meer organisch stof. De hoogste organisch koolstof fracties worden gemeten in de fijne sedimenten met een mediane korrelgrootte minder dan 100 μm . Dit zijn allen monsters die zijn genomen in de lagune. Al deze negen stations hebben een organisch koolstof fractie van meer dan 0,4%. Ook zijn er nog een aantal uitbijters die een relatief hoge organisch koolstof fractie hebben in relatie tot de mediane korrelgrootte. Mogelijk heeft er een stukje plantaardig of dierlijk materiaal in deze monsters gezeten. Van belang in deze figuur is dat de meeste metingen beneden de detectielimiet liggen voor het organisch koolstof (0,04%). Beneden deze waarde neemt de betrouwbaarheid van de analyse af.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 18: Relatie tussen het organisch koolstofgehalte en de mediane korrelgrootte (links) en totaal stikstof en organisch koolstof (rechts) voor de sedimentanalyses uit 2015. De stippellijnen geven de detectielimiet voor het organisch koolstofgehalte. De rode stippen zijn de monsters die genomen zijn in de lagune.

3.2 Bodemschaaf

In totaal zijn er 109 locaties in de vooroever bemonsterd met de bodemschaaf. Op de locaties 2015_052 en 2015_112 zijn geen bodemdieren aangetroffen. De gemiddelde biomassa (versgewicht) van bodemdieren per monster is 162 g m^{-2} (stdev 305 g m^{-2}). De maximale biomassa is aangetroffen op locatie 2015_010 (2600 g m^{-2}). De biomassa's van *Diogenes pugilator*, *Pagurus bernhardus*, *Mya arenaria* en *Lutraria lutraria* zijn hierbij niet meegenomen. In totaal zijn er 26 taxa aangetroffen in de monsters. De meest verspreide soorten zijn *Diogenes pugilator*, *Ensis*, *Liocarcinus holsatus*, *Spisula subtruncata*, *Donax vittatus*, *Portumnus latipes* en *Macoma balthica*. Deze soorten zijn op meer dan 35% van de stations aangetroffen. De soorten *Acanthocardia echinata*, *Corystes cassivelaunus*, *Liocarcinus depurator*, *Liocarcinus navigator*, *Petricolaria pholadiformis* en *Tellina tenuis* zijn slechts op 1 station aangetroffen (Tabel 3).

In 2015 zijn er drie soorten (*Acanthocardia echinata*, *Liocarcinus depurator* en *Petricolaria pholadiformis*) aangetroffen die in voorgaande jaren nog niet waren gevonden.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

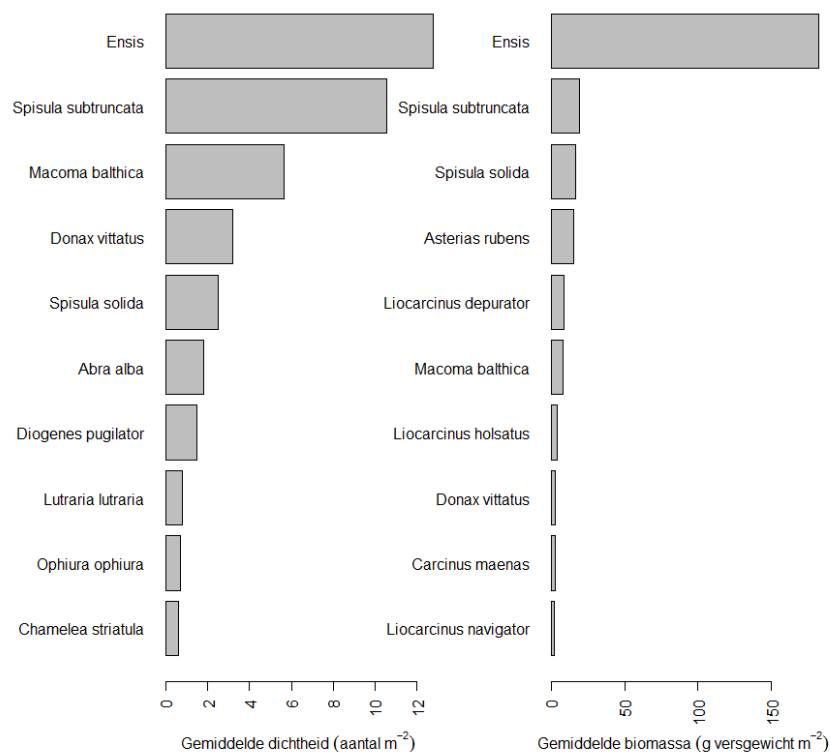
Tabel 3: Aantal stations dat taxon is aangetroffen in een monster met de bodemschaaf. In 2010 zijn 114 locaties bemonsterd, in 2012 zijn er 120 locaties bemonsterd, in 2013 zijn er 113 locaties bemonsterd en in 2015 zijn er 109 locaties bemonsterd.

	2010	2012	2013	2015	totaal
<i>Ensis</i>	91	106	86	82	365
<i>Diogenes pugilator</i>	50	114	57	86	307
<i>Liocarcinus holsatus</i>	5	104	82	72	263
<i>Portumnus latipes</i>	39	69	41	44	193
<i>Spisula subtruncata</i>	18	68	41	65	192
<i>Pagurus bernhardus</i>	6	59	28	69	162
<i>Abra alba</i>	15	50	22	20	107
<i>Spisula solida</i>	5	43	18	29	95
<i>Donax vittatus</i>	6	9	19	54	88
<i>Macoma balthica</i>	0	25	20	41	86
<i>Ophiura ophiura</i>	9	33	15	17	74
<i>Nassarius spp</i>	7	34	29	2	72
<i>Euspira nitida</i>	12	27	14	15	68
<i>Actiniaria</i>	21	21	7	16	65
<i>Tellina fabula</i>	1	30	19	12	62
<i>Lutraria lutraria</i>	6	4	6	25	41
<i>Chamelea striatula</i>	1	2	8	18	29
<i>Spisula elliptica</i>	0	10	11	5	26
<i>Carcinus maenas</i>	8	9	3	4	24
<i>Asterias rubens</i>	0	2	7	3	12
<i>Leeg monster</i>	9	0	0	2	11
<i>Mytilus edulis</i>	1	7	3	0	11
<i>Ophiura albida</i>	1	8	2	0	11
<i>Tellina tenuis</i>	0	2	8	1	11
<i>Corystes cassivelaunus</i>	3	1	1	1	6
<i>Echinocardium cordatum</i>	0	0	6	0	6
<i>Liocarcinus navigator</i>	2	1	0	1	4
<i>Sagartia troglodytes</i>	0	0	4	0	4
<i>Crepidula fornicata</i>	0	0	2	0	2
<i>Thia scutellata</i>	1	1	0	0	2
<i>Acanthocardia echinata</i>	0	0	0	1	1
<i>Liocarcinus depurator</i>	0	0	0	1	1
<i>Mya arenaria</i>	0	0	1	0	1
<i>Petricolaria pholadiformis</i>	0	0	0	1	1
<i>Venerupis corrugata</i>	0	1	0	0	1

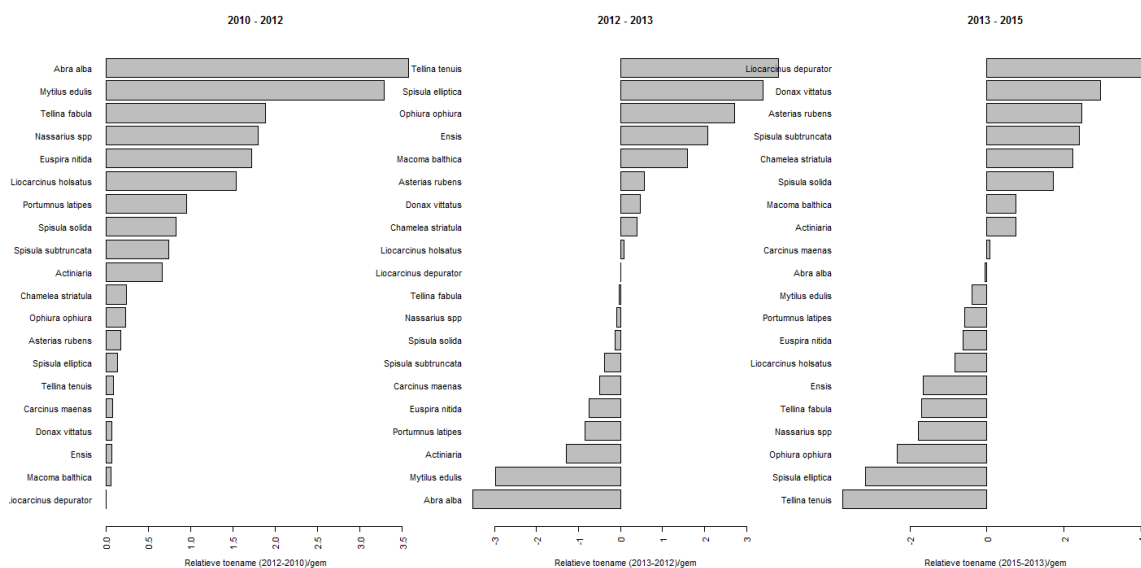
De meest dominante soort in de schaaft monsters is *Ensis*, met een gemiddelde dichtheid van 12,8 individuen m⁻² en een biomassa van 182 gram m⁻² (Figuur 19). Ook *Spisula subtruncata* is in grote dichtheden aangetroffen (10,5 individuen m⁻²). Andere belangrijke soorten in dichtheid zijn *Macoma balthica*, *Donax vittatus* en *Spisula solida*. In biomassa zijn naast *Ensis* soorten als *Spisula subtruncata*, *Spisula solida* en *Asterias rubens* van belang.

Vrijwel de meeste soorten zijn in gemiddelde biomassa toegenomen van 2010 naar 2012 (Figuur 20). Tussen 2012 en 2013 en tussen 2013 en 2015 zijn sommige soorten in biomassa toegenomen terwijl andere in biomassa zijn afgenomen. Een soort die duidelijk is toegenomen is *Donax vittatus*. Ook *Asterias rubens* is in deze periode toegenomen, maar de soort wordt maar op een beperkt aantal locaties waargenomen. *Ensis* was in gemiddelde biomassa toegenomen tussen 2010 en 2013, maar is in 2015 weer afgenomen.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



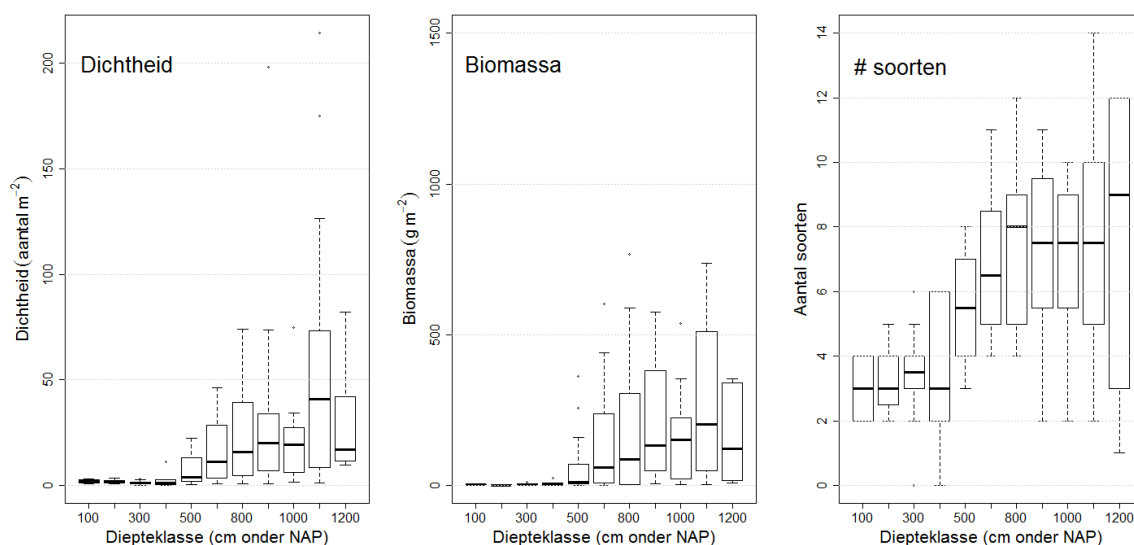
Figuur 19: Gemiddelde dichtheden en biomassa's van de 10 meest dominante soorten bij de bemonstering met de schaaf in 2015. Van de soorten *Diogenes pugilator*, *Pagurus bernhardus*, *Mya arenaria* en *Lutraria lutraria* zijn geen versgewichten bepaald



Figuur 20: Relatieve veranderingen in gemiddelde biomassa van de 20 meest dominante soorten qua biomassa van 2010 naar 2012 (links), 2012 naar 2013 (midden) en 2013 naar 2015 (rechts). De verschillen zijn gewogen naar het gemiddelde gewicht per soort over al de jaren.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

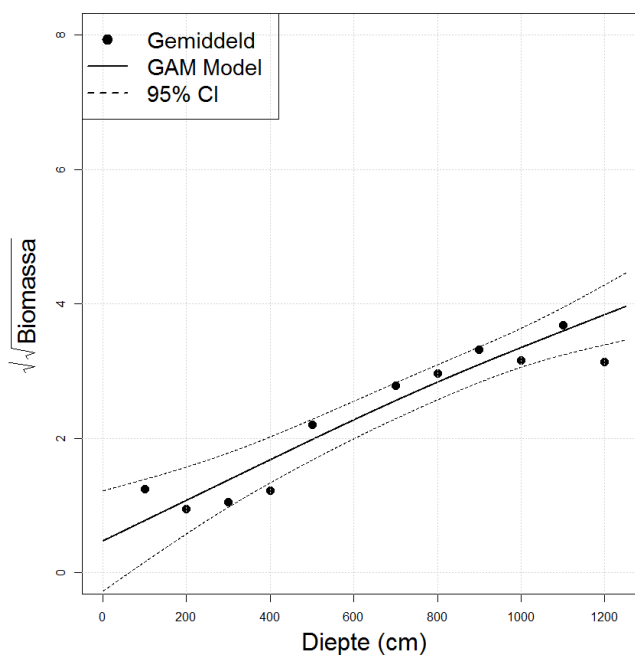
Er is een duidelijke relatie tussen de dichtheid en biomassa aan bodemdieren in de schaaft met de diepte (Figuur 21). In het ondiepe deel van de vooroever (< 6 meter onder NAP) is de biomassa alsmede de dichtheid aan bodemdieren zeer laag. Vanaf een diepte van 5 à 6 meter nemen zowel de gemiddelde biomassa als dichtheid toe met de diepte. Ook het aantal soorten dat is aangetroffen per locatie neemt toe met de waterdiepte, van 2 tot 4 soorten in de ondiepe (< 4 meter) vooroever tot 6 à 9 soorten per monster in de diepe zone (>7 meter). Hetzelfde beeld is te zien in de resultaten van het GAM model voor de biomassa (Figuur 22).



Figuur 21: Box-whisker plots van dichtheid (aantal m^{-2}), biomassa (g versgewicht m^{-2}) en aantal soorten als functie van de waterdiepte.

Ook voor de biomassa van bodemdieren in de schaaft blijkt dat diepte een belangrijke co-variabele is. Een GAM model is gefit door alle schaaftdata die verzameld zijn in 2015. Dit GAM model is significant ($p < 0,05$) en geeft aan dat er een significant effect is van waterdiepte op de biomassa (Figuur 22).

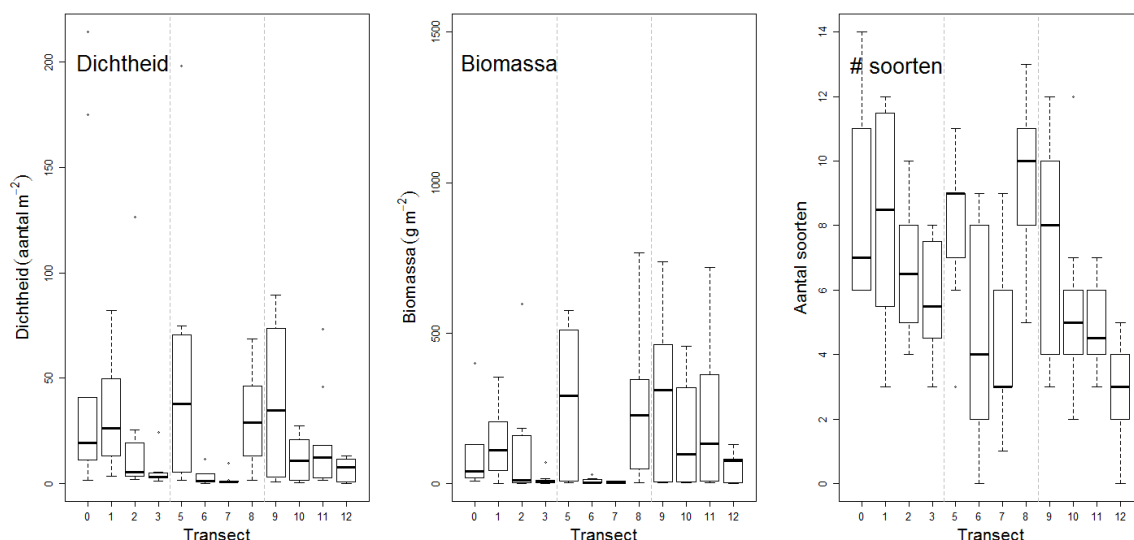
1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 22: Vierdemachtswortel-getransformeerde biomassa ($\text{g versgewicht m}^{-2}$) als functie van de diepte (centimeter beneden NAP) van het benthos verzameld met de schaaf. De getrokken lijn geeft het resultaat van het GAM model als functie van de diepte en de stippellijnen geven de 95%-betrouwbaarheid intervallen weer.

Er blijkt ook een grote ruimtelijke variatie over de kustlangse richting (Figuur 23). De transecten loodrecht op de Zandmotor (transecten 6 en 7) zijn relatief arm met een relatief lage dichtheid en biomassa aan bodemdieren, maar ook met een beperkt aantal soorten per monster. De transecten net ten zuiden (transect 5) en ten noorden van de Zandmotor (transecten 8 en 9) zijn rijker, zowel in dichtheid en biomassa als in aantal soorten. Deze gebieden komen overeen met de gebieden waar ook de relatief fijne sedimenten zijn aangetroffen (Figuur 13).

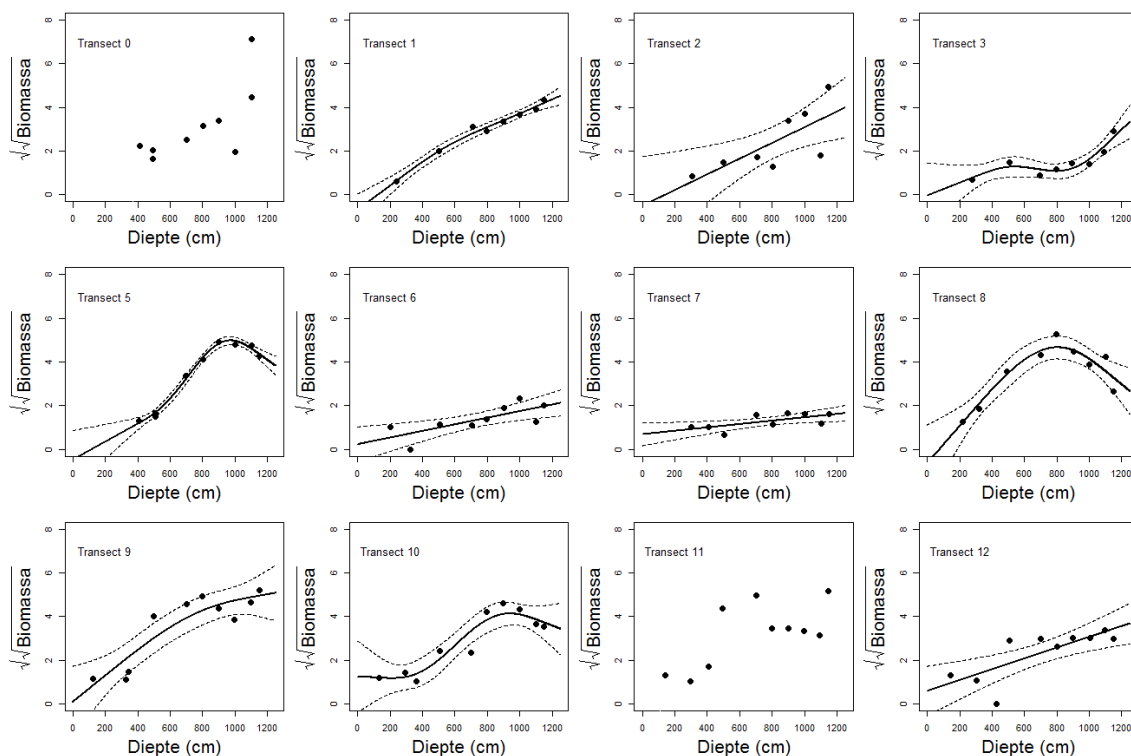
1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



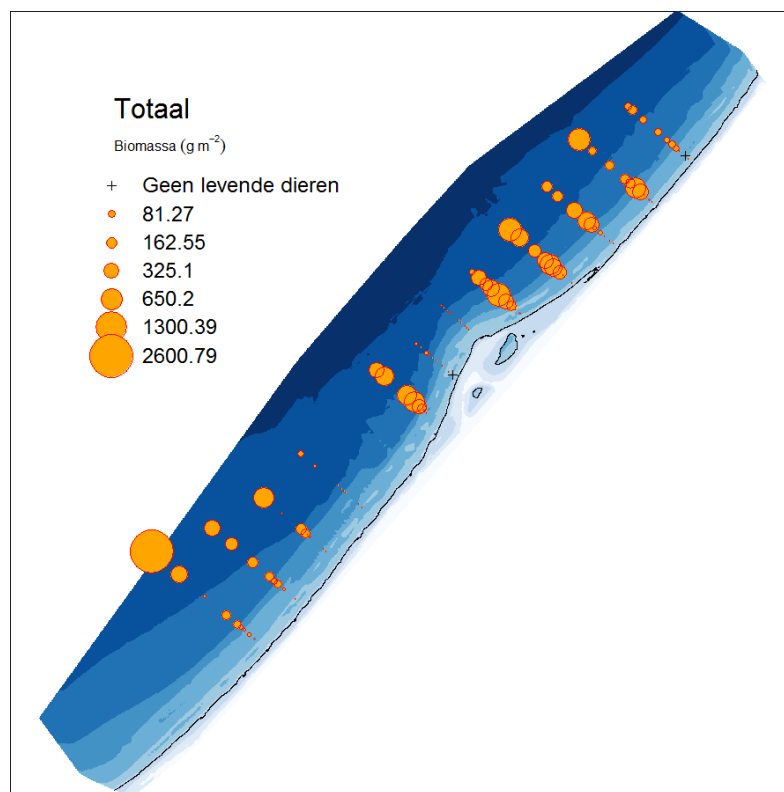
Figuur 23: Box-whisker plots van dichtheid (aantal m⁻²), biomassa (g versgewicht m⁻²) en aantal soorten over de verschillende transecten van het meest zuidelijke (transect 0) naar het meest noordelijke (transect 12). De verticale stippellijnen geven de scheiding tussen de verschillende deelgebieden.

Om de verschillen tussen de verschillende jaren voor de verschillende transecten te onderzoeken zijn er aanvullende GAM modellen gefit met de verschillende transecten die zijn bemonsterd in 2015 (Figuur 24). Dezelfde patronen zijn ook terug te zien in de verspreidingskaart van de totale bodemdierbiomassa die is verzameld met de bodemschaaf (Figuur 25). Op deze kaart is goed te zien dat de biomassa op alle transecten laag is op de ondiepe stations in de brandingszone. Ook springen de transecten 3, 6, 7 en 12 eruit met een lage biomassa. Dit is ook te zien in Figuur 24. Over het algemeen neemt de biomassa toe met de diepte. Op de transecten 5, 8 en 10 lijkt er een optimum te zitten in biomassa tussen de 8 tot 10 meter. In de figuren is de lage biomassa op de transecten 3, 6, 7 en 12 ook te zien. Omdat de totale biomassa sterk wordt gedomineerd door *Ensis* is er in Figuur 26 ook een verspreidingskaart gemaakt van de totale biomassa na aftrek van *Ensis*. De relatieve verschillen met de totale biomassa zijn niet opvallend, wat inhoudt dat locaties en gebieden waar de biomassa van *Ensis* groot is dat dit ook gebieden zijn waar de biomassa van overige bodemdieren hoog is.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

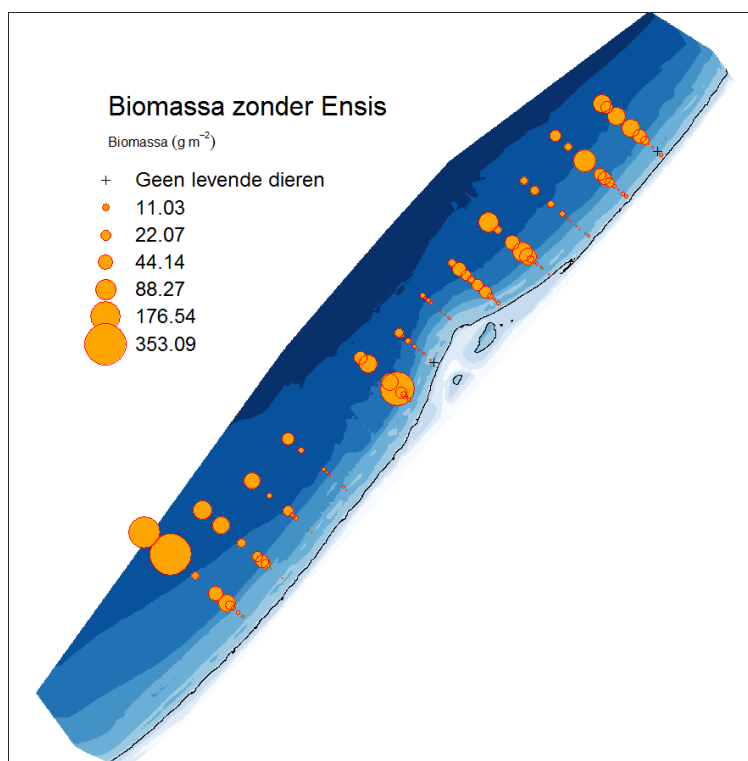


Figuur 24: GAM regressiemodellen voor de vierdemachtswortel-getransformeerde biomassa als functie van de waterdiepte (cm beneden NAP) voor de 12 transecten. Alleen de significante GAM modellen zijn geplott.



Figuur 25: Verspreidingskaart totale bodemdierbiomassa (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



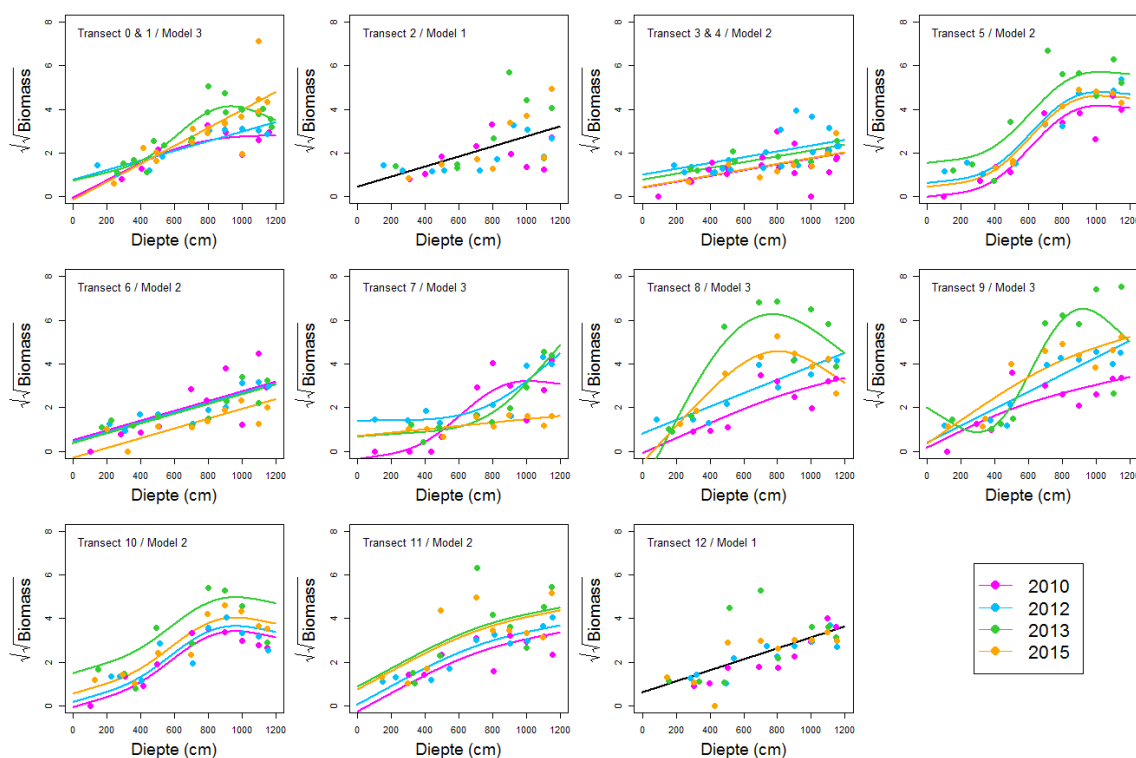
Figuur 26: Verspreidingskaart totale bodemdierbiomassa zonder *Ensis* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf.

In bijlage E is de verspreiding van bodemdieren bemonsterd met de bodemschaaf voor een aantal dominante soorten uitgezet. De verspreiding van de meest dominante soort (*Ensis*) (Figuur 36) vertoont vanzelfsprekend veel overeenkomsten met de totale biomassa. In de ondiepe brandingszone komt *Ensis* niet of in zeer lage biomassa's voor. *Spisula solida* is voornamelijk aangetroffen in de diepere, relatief grove sedimenten in het noorden van de Zandmotor (Figuur 38, Figuur 49), terwijl *Spisula subtruncata* meer is aangetroffen in de diepere delen van de Zandmotor en in het zuidelijke gebied (Figuur 37, Figuur 48). De verspreiding van *Donax vittatus* lijkt overeenkomsten te vertonen met de verspreiding van de mediaan korrelgrootte in het gebied. De soort lijkt voornamelijk voor te komen op de relatief fijne sedimenten en wordt voornamelijk aangetroffen op de transecten net ten noorden en ten zuiden van de Zandmotor (transecten 5, 8 en 9). *Liocarcinus holsatus* (Figuur 40) komt wijd verspreid in het gebied voor. Niet alleen in de diepere delen, maar ook in de ondiepe brandingszone. *Nassarius* spp. beperkt zich tot slechts twee stations op het meest zuidelijke transect (Figuur 41). In 2013 en ook in 2015 is de soort op veel meer locaties in het gebied aangetroffen (Figuur 45). *Abra alba*, die in 2012 nog hoge biomassa's voorkwam, net ten noorden en ten zuiden van de Zandmotor, is in 2013 en in 2015 aanzienlijk in biomassa afgenomen. De breedpootkrab (*Portunus latipes*) is een karakteristieke soort voor de ondiepe brandingszone (Figuur 42).

Ten slotte is er een GAM analyse uitgevoerd voor de gemiddelde biomassa als functie van de diepte voor de verschillende transecten en jaren. Daarbij is eenzelfde aanpak gehanteerd als bij de mediane korrelgrootte (zie paragraaf 3.1.1). In Figuur 27 zijn de gemiddelde biomassa's van bodemdieren in de schaaft uitgezet tegen de waterdiepte voor de verschillende

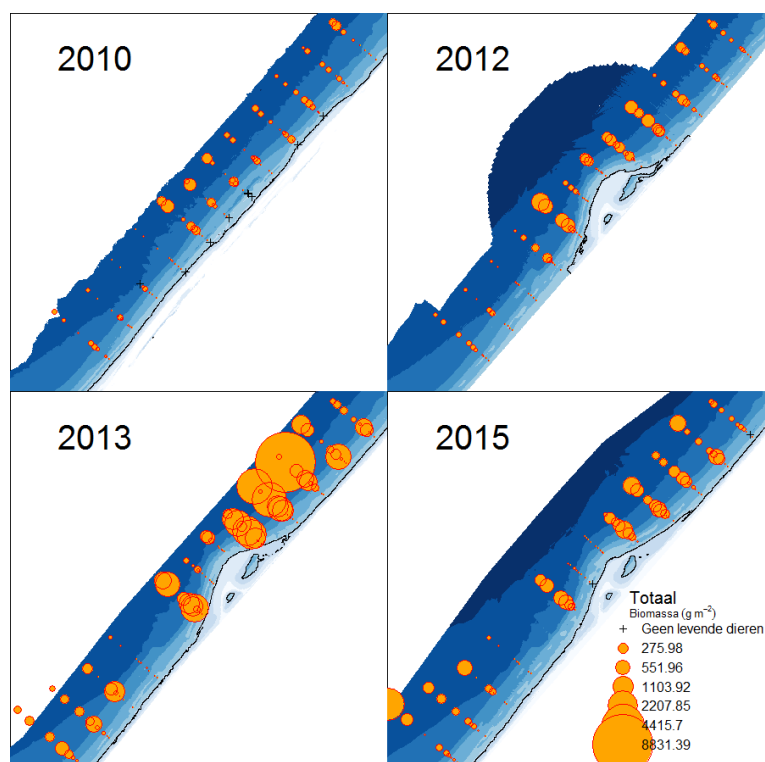
1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

transecten. Op de transecten 0 en 1 lijkt het erop dat de biomassa in het diepere deel (> 8 meter) is toegenomen in 2013 en 2015, maar komt ook deels door de relatief hoge biomassa die er op transect 0, die alleen is bemonsterd in 2013 en 2015, is aangetroffen (Figuur 28). Op transect 2, maar ook op transecten 3 en 4 zijn er geen duidelijke effecten over de jaren. Vooral op de transecten 3 en 4 is de biomassa over het algemeen laag. Op transect 5 worden er hoge biomassa's aangetroffen, in het bijzonder in 2013. De transecten 6 en 7 zijn vooral in 2015 gekenmerkt door een lage biomassa. Transecten 8 en 9 hebben vooral hoge biomassa's in 2013, maar ook in de jaren 2012 en 2015 zijn deze stations relatief rijk aan biomassa. Transecten 10 en 11 zijn hebben in 2013 en 2015 een hogere biomassa dan in de voorgaande jaren. Tenslotte is er geen significant verschil in totale biomassa tussen de jaren aangetroffen op transect 12.



Figuur 27: Biomassa bodemdieren (g m^{-2}) als functie van de diepte (cm beneden NAP) met jaar als factor voor de verschillende transecten. Bij Model 1 (getrokken zwarte lijnen) is er geen significant verschil tussen de jaren. Bij model 2 is er wel een significant verschil tussen de jaren, maar is er geen verschil in het patroon met de diepte. Bij model 3 is er ook een significant verschil in het patroon met de diepte tussen de verschillende jaren.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 28: Verspreidingskaart totale bodemdierbiomassa (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2010, 2012, 2013 en 2015.

Multivariate analyses (cluster analyse en multi-dimensional scaling) zijn uitgevoerd op de dichtheden (aantal m^{-2}) van de organismen die zijn gevangen met de schaar met behulp van PRIMER (Clarke e.a., 2014a; Clarke en Gorley, 2015). De data zijn vierdemachtswortel getransformeerd om ervoor te zorgen dat er een goede balans is tussen dominante soorten en minder abundante soorten in de variantieanalyses (Clarke e.a., 2014b). De analyses zijn uitgevoerd op de Bray-Curtis similariteitsmatrix. De Bray-Curtis similariteit (S_{jk}) tussen twee locaties (j en k) is daarbij berekend als:

$$S_{jk} = 100 \left\{ 1 - \frac{\sum_{i=1}^p |y_{ij} - y_{ik}|}{\sum_{i=1}^p |y_{ij} + y_{ik}|} \right\}$$

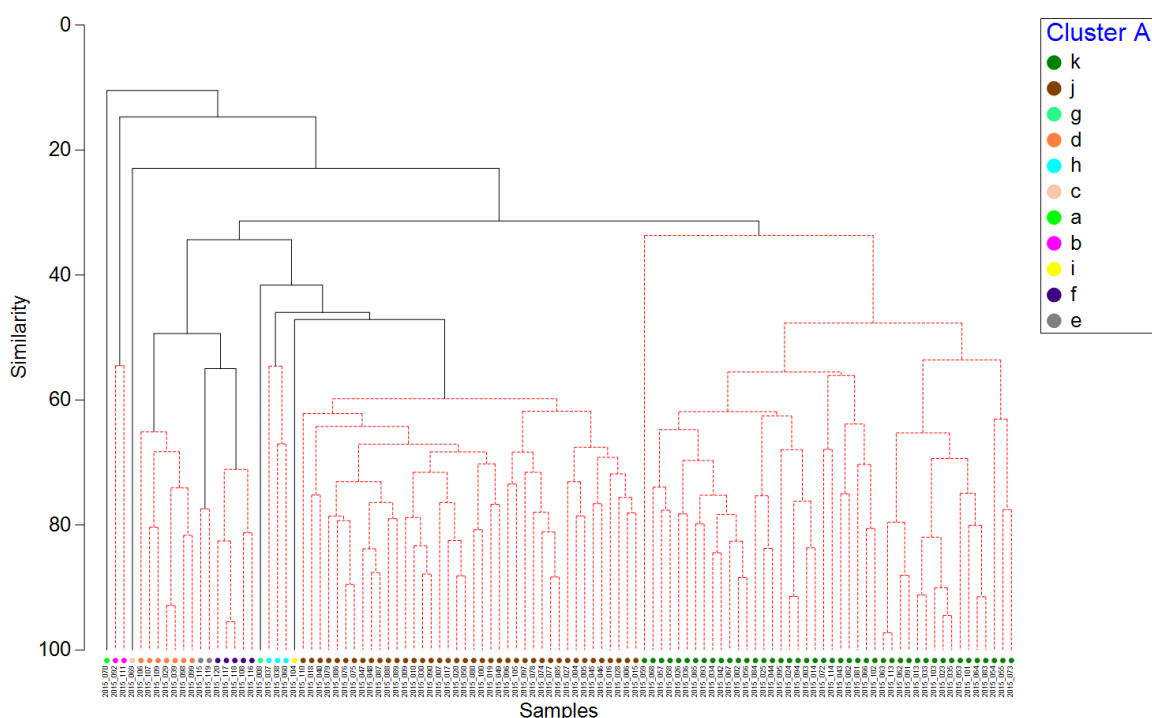
Hierbij is y_{ik} de dichtheid van soort i op locatie k . Hoe hoger de waarde van de Bray-Curtis similariteit tussen twee locaties j en k , hoe meer overeenkomsten tussen bodemdiergemeenschap die is gevonden op beide stations. De Bray-Curtis similariteit ligt tussen 0 (bodemdietsamenstelling is compleet anders) en 100 (zelfde soorten in dezelfde verhoudingen).

Allereerst zijn er clusteranalyses uitgevoerd voor de verschillende jaren (zie Bijlage F). Een clusteranalyse groepeerde de bemonsterde stations in groepen (clusters) op basis van de overeenkomsten in de bodemdietsamenstelling (Bray-Curtis similariteit). Stations binnen een cluster hebben dus een overeenkomstige bodemdiergemeenschap. De clusters zijn berekend op *group averages* en de significantie van de clusters is getoetst met een SIMPROF permutatie test ($\alpha=0.05$). Met behulp van deze test is het mogelijk om te toetsen of de verschillen in bodemdietsamenstelling tussen twee verschillende cluster gebaseerd zijn op

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

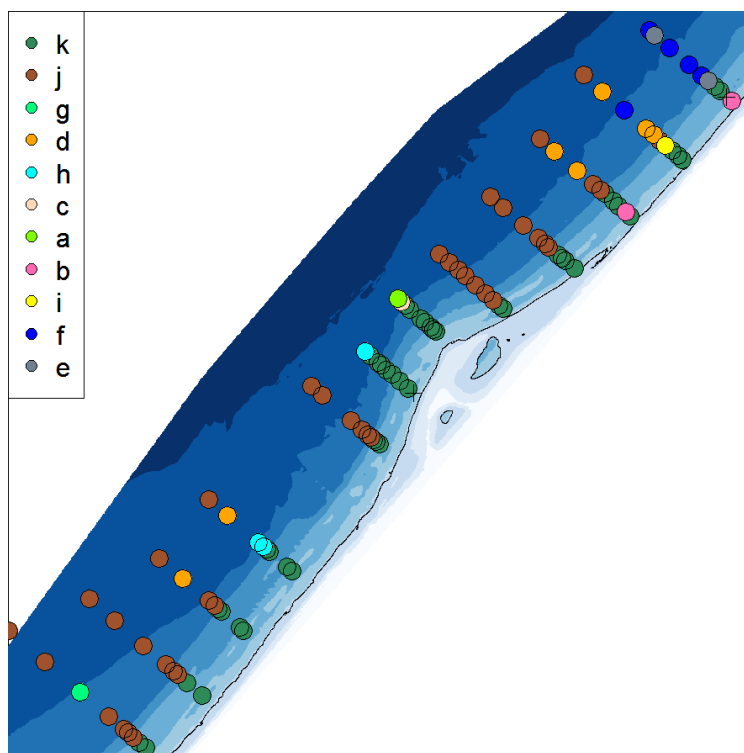
toeval of niet. In Figuur 29 bijvoorbeeld zijn de significante clusters aangegeven met de zwarte lijnen. De clusters die aangegeven zijn met de rode lijnen zijn niet significant. Dit wil zeggen dat de verschillen in bodemdiergemeenschap die zijn aangetroffen tussen deze clusters waarschijnlijk berust op toeval. De labels die zijn gebruikt zijn de ligging op het transect gerekend vanaf de laagwaterlijn (1 tot en met 10, zie Tabel 1). Hoe hoger het getal, hoe dieper en verder van het strand.

In 2015 zijn er 11 significante ($p < 0,05$) clusters geïdentificeerd (Figuur 29). De clusters a, c, g en i bestaan slechts uit één station (respectievelijk 2015_070, 2015_69, 2015_008 en 2015_104). Het grote cluster k bestaat uit stations die voornamelijk voorkomen in de ondiepe zone maar ook in de diepere delen van de transecten 6 en 7 op de kop van de Zandmotor. Karakteristieke soorten voor dit cluster zijn de heremietkreeften *Diogenes pugilator* en *Pagurus bernhardus* en de nagelkrab *Portumnus latipes*. Dit zijn specifieke soorten voor een dynamische omgeving. Het tweede grote cluster (cluster j) bevindt zich voornamelijk in de diepere delen van de vooroever, ten zuiden maar ook ten noorden van de Zandmotor (Figuur 30). Dit cluster wordt voornamelijk gekarakteriseerd door soorten als *Ensis*, *Spisula subtruncata*, *Liocarcinus holsatus*, *Diogenes pugilator* en *Donax vittatus*. In stations met de relatief grove sedimenten in het noordelijk gebied (transecten 11 en 12) wordt cluster j vervangen door drie clusters: f, e en d. Alle drie de clusters worden gekenmerkt door de aanwezigheid van *Spisula solida*, een karakteristieke soort voor de grovere sedimenten (De Mesel e.a., 2011) en *Ensis*. Cluster h lijkt op een overgangszone te liggen van k naar j. In dit cluster zijn zowel soorten van cluster k (*Pagurus bernhardus*) als cluster j, (*Spisula subtruncata*) aangetroffen.



Figuur 29: Clusterdiagram van bodemdieren in de schaaf in 2015. Zwarte lijnen geven de significante clusters (Simprof test, $p < 0,05$).

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

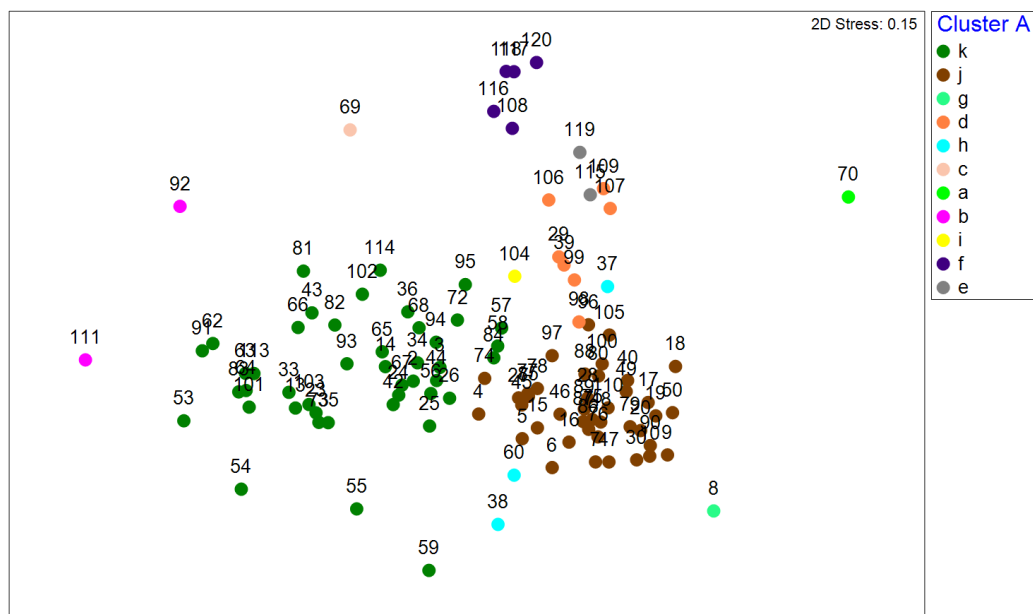


Figuur 30: Verspreidingskaart significante clusters bodemdiergemeenschappen schaal 2015.

Een andere manier om de verschillen in bodemdiergemeenschap tussen de stations te visualiseren is via multidimensional scaling (MDS). Bij een MDS worden de dissimilariteiten (100 - similariteit) gevisualiseerd in een twee-dimensionale figuur, waarbij de afstand tussen twee locaties op de figuur overeenkomt met de dissimilariteit in bodemdiersamenstelling tussen betreffende stations. Hoe dichters de stations dus bij elkaar liggen in een MDS plot, hoe meer overeenkomsten er zijn in bodemdiersamenstelling. Een nMDS is een niet-metrische MDS waarbij de afstand is gebaseerd op de rangorde van de dissimilariteiten.

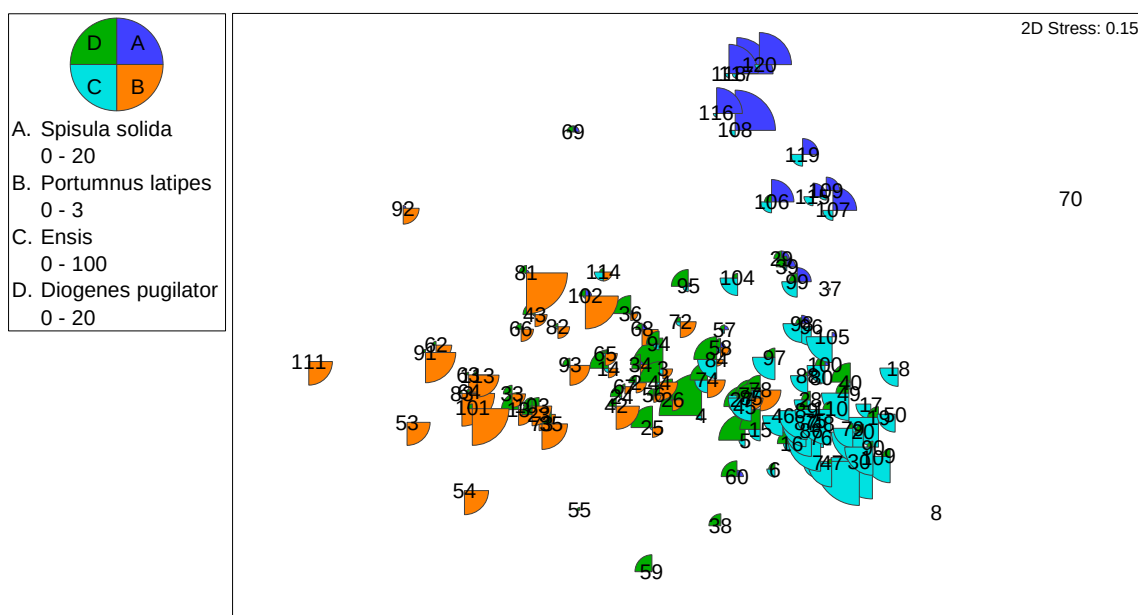
Er is een nMDS analyse uitgevoerd met de gegevens van 2015 met behulp van PRIMER. De clusters onderscheiden zich ook duidelijk op de nMDS plot (Figuur 31). Er is een duidelijk onderscheid tussen de clusters k en j, met daartussen het overgangscuster h. Ook cluster f onderscheidt zich duidelijk in de nMDS. Clusters e en d verbinden het cluster met cluster j.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



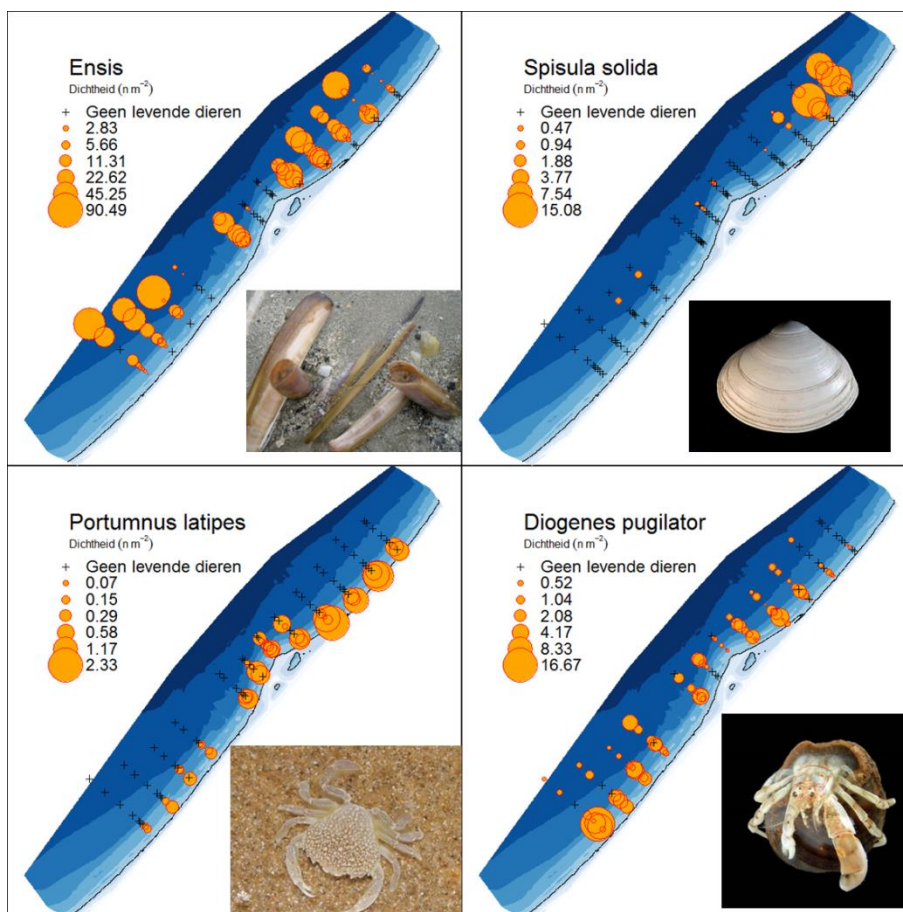
Figuur 31: nMDS plot schaaftdata 2015. De labels geven de nummers van de bemonsteringslocaties weer. De kleur van de markers geeft het cluster uit de clusteranalyse.

In Figuur 32 is ook te zien hoe er een overgang zit in soorten over de stations is waar te nemen. In de linkerzijde van de nMDS (cluster b en een deel van de stations in cluster k) komt voornamelijk de breedpootkrab (*Portumnus latipes*) voor. De kleine heremietkreeft (*Diogenes pugilator*) vormt de overgang van cluster k naar cluster j. *Ensis* is vooral aangetroffen in cluster j. *Spisula solida* ten slotte komt voornamelijk voor in cluster f en de overgangclusters d en e. De verspreiding van deze soorten over het gebied is weergegeven in Figuur 33.



Figuur 32: nMDS plot schaaftdata 2015, als in Figuur 31. De markers geven nu het relatieve aandeel van de belangrijkste soorten weer. De verspreiding van deze soorten is weergegeven in Figuur 33

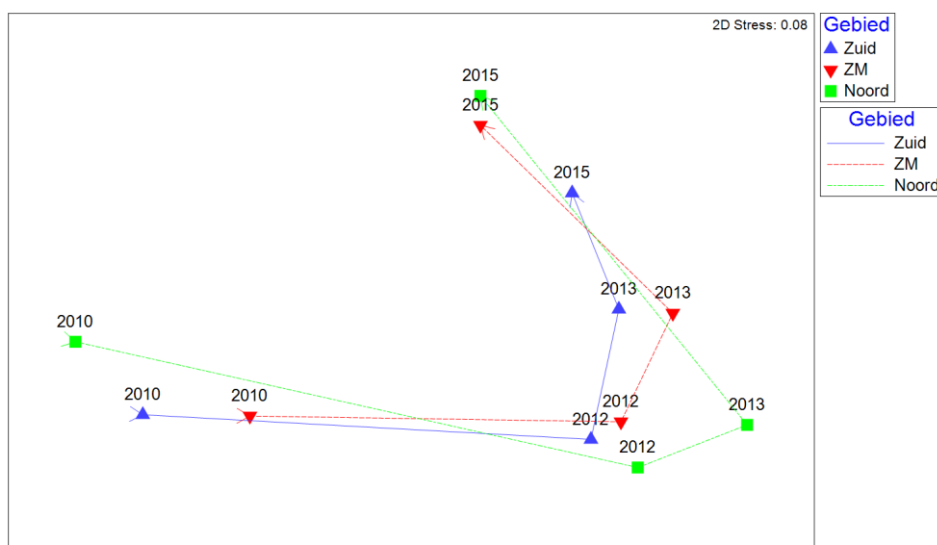
1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 33: Verspreiding van de soorten *Ensis*, *Spisula solida*, *Portumnus latipes* en *Diogenes pugilator* in 2015.

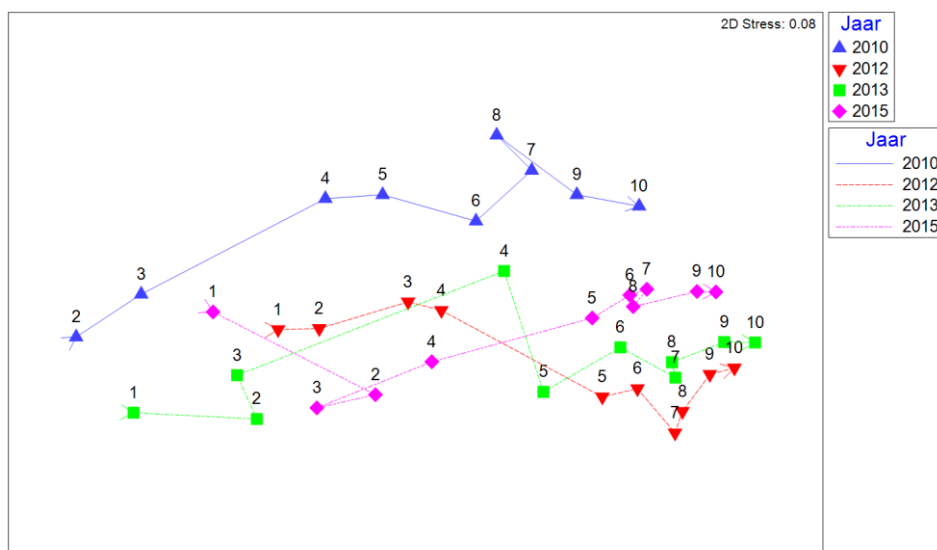
Een niet-metrische MDS plot (nMDS) is gemaakt op basis van de Bray-Curtis similariteitsmatrix van de vierdemachtswortel-getransformeerde dichtheden (Figuur 34). De dichtheden zijn hiervoor gemiddeld per jaar, per gebied. In deze figuur is te zien dat er een duidelijk patroon is van 2010 via 2012 en 2013 naar 2015. Dit patroon is te zien in alle drie de gebieden, wat een aanwijzing is dat er duidelijke jaarlijkse verschillen zijn die in alle drie de gebieden terugkomen. De grootste verschillen zijn van 2010 naar 2012. Dit is een relatief lange periode van 2 jaar waarin tevens de Zandmotor is aangelegd. Na de verstoring beweegt de bodemdiergemeenschap zich in alle gebieden over eenzelfde lijn van 2012 via 2013 naar 2015 wat suggereert dat er in alle gebieden eenzelfde ontwikkeling plaatsvindt.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 34: nMDS plot van de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap over de tijd voor de drie verschillende deelgebieden (Zuid, Zandmotor en Noord). De afstand tussen de punten is een maat voor de dissimilariteit in bodemdiergemeenschap.

In Figuur 35 is in een nMDS plot de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap als functie van de diepte voor de verschillende jaren weergegeven. De labels geven de volgorde op de transecten waarbij 1 het meest ondiepe station is aan de strandzijde van het transect en 10 het diepste station aan de zeezijde van het transect (zie ook Tabel 1). In de figuur is te zien dat er in alle jaren een gradiënt is van de brandingszone (diepteklasse 1 tot 5 á 6) naar de diepere stations (klasse 7 tot en met 10). Duidelijk is ook te zien dat het jaar 2010 zich onderscheidt van de overige jaren.



Figuur 35: nMDS plot van de ontwikkeling van de bodemdiergemeenschap als functie van de diepte voor de verschillende jaren. De afstand tussen de punten is een maat voor de dissimilariteit in bodemdiergemeenschap.

4 Conclusies

De bemonstering van 2015 is relatief vlot verlopen. Dit is mede het gevolg van de gunstige weerscondities. Een aantal ondiepe stations konden niet worden bemonsterd met de schaaaf vanwege het risico om op de grond vast te lopen. De bemonstering in de ondiepe brandingszone vereist naast goed weer schepen met een geringe diepgang en die groot genoeg zijn om niet met de branding te worden meegenomen. Tevens is het van belang dat de bemanning het gebied goed kent.

Er zijn duidelijke patronen in de sedimentsamenstelling te zien die in meer of in mindere mate ook in de bodemdiërsamenstelling kan worden teruggevonden. Het sediment op het strand is grover dan in de vooroever. Ook in de vooroever zijn locaties met relatief fijne sedimenten te vinden. In de diepe locaties van het zuidelijk deel van de Zandmotor (transecten 0, 0-a 1 en 1-a) maar ook in de gebieden net ten noorden en ten zuiden van de zandhaak (transecten 5 en 5-a en 9 en 9-a). Mogelijk zijn de fijne sedimenten in deze laatste twee gebieden het gevolg van de veranderde stroomsnelheden door de Zandmotor. Op de kop van de Zandmotor is het sediment relatief grof, mogelijk als gevolg van de sterke dynamiek. In het noordelijk deel van het onderzoeksgebied (transecten 11, 11-a en 12) zijn de sedimenten ook relatief grof, maar dat waren ze ook al tijdens de T₀ bemonstering in 2010.

De gemiddelde biomassa in 2015 (162 g m⁻²) is lager dan in 2013 (429 g m⁻²). De belangrijkste soorten in termen van biomassa zijn *Ensis*, *Spisula subtruncata* en *Spisula solida*. Zowel de bodemdierbiomassa als de dichtheid en het aantal soorten bemonsterd met de schaaaf neemt toe met de waterdiepte. De brandingszone is relatief arm maar bevat wel een specifieke bodemdiërgemeenschap. De stations met de relatief fijne sedimenten in het zuiden alsmede aan de noord- en zuidzijde van de Zandmotor laten een relatief hoge bodemdierbiomassa zien. De stations op de transecten op de kop van de Zandmotor, waar het sediment relatief grof is (transecten 6 en 7), hebben een lage biomassa en de bodemdiërgemeenschap heeft gelijkenis met de bodemdiërgemeenschap in de brandingszone.

De relatief grove sedimenten in het noorden van het onderzoeksgebied vertonen een specifieke bodemdiërgemeenschap die wordt gedomineerd door *Spisula solida*. Dit patroon is ook in voorgaande jaren (2013 en in mindere mate in 2012) waargenomen.

Op basis van de resultaten van 2015 is het niet nodig om de conclusies uit het evaluatierapport (Wijsman e.a., 2015) met betrekking tot bodemdieren in de schaaaf en sedimentsamenstelling te heroverwegen.

5 Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 187378-2015-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 september 2018. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Het project Monitoring en evaluatie pilot Zandmotor is een project dat wordt uitgevoerd door een consortium van Deltares en IMARES. In het kader van de kwaliteitsborging worden alle producten gereviewed door onafhankelijke deskundigen van beide instituten.

6 Referenties

- Baptist, M., J. E. Tamis, B. W. Borsje en J. J. Van der Werf (2009) Review of the geomorphological, benthic ecological and biogeomorphological effects of nourishments on the shoreface and surf zone of the Dutch coast. Wageningen IMARES / Deltares, Rapport nummer: Report IMARES C113/08, Deltares Z4582.50.
- Birklund, J. en J. W. M. Wijsman (2005) Ecological effects of aggregate extraction, Pages J1-J11 in L. C. Van Rijn, R. L. Soulsby, P. Hoekstra, en A. G. Davies, eds. Sandpit. Sand transport and morphology of offshore sand mining pits. Process knowledge and guidelines for coastal management. Amersfoort, Aqua Publications.
- Boon, A. R. en J. W. M. Wijsman (2012) Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor Fase 2 - Meetrapportage monsternamen najaar 2011 van benthos, vis vooroever, lagune en strand. Deltares / IMARES, Rapport nummer: C049/12, 28 pagina's.
- Clarke, K. R., R. N. Gorley, P. J. Somerfield en R. M. Warwick (2014a) Change in marine communities: An approach to statistical analysis and interpretation. 3rd Edition. Plymouth, PRIMER-E Ltd.
- Clarke, K. R., J. R. Tweedley en F. J. Valesini (2014b) Simple shade plots aid better long-term choices of data pre-treatment in multivariate assemblage studies. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 94: 1-16.
- Clarke, K. R. en R. N. Gorley (2015) PRIMER v7: User manual/Tutorial. Plymouth, PRIMER-E Ltd.
- Craeymeersch, J. A., D. Baars, E. Brummelhuis, T. P. Bult, J. J. Kesteloo en J. Perdon (2006) Handboek bestandsopnames en routinematige bemonstering van schelpdieren. Centrum Voor Visserijonderzoek (CVO), Rapport, 80 pagina's.
- De Mesel, I., J. Craeymeersch, T. Schellekens, C. Van Zweeden, J. W. M. Wijsman, M. Leopold, E. Dijkman en C. Cronin (2011) Kansenskaarten voor schelpdieren op basis van abiotiek en hun relatie tot het voorkomen van zwarte zee-eenden. Wageningen IMARES, Rapport, 85 + bijlagen 75p pagina's.
- Ebbens, E. en J. Fiselier (2010) Monitoring- en evaluatieplan Zandmotor. DHV, Rapport, 38 pagina's.
- Ens, B. J., J. A. Craeymeersch, F. E. Fey, H. J. L. Heessen, A. C. Smaal, A. G. Brinkman, R. Dekker, J. R. Van Der Meer en M. Van Stralen (2007) Sublitorale natuurwaarden in de Waddenzee. Een overzicht van bestaande kennis en een beschrijving van de onderzoeksopzet voor een studie naar het effect van mosselzaadvisserij en mosselkweek op sublitorale natuurwaarden. Wageningen IMARES, Rapport nummer: C077/07, 117 pagina's.
- Fiselier, J. (2010) Projectnota/ MER. Aanleg en zandwinning Zandmotor Delflandse kust. DHV, Rapport nummer: C6158-01.001, 303 pagina's.
- Goldsmith, J., K. L. Howland en P. Archambault (2014) Establishing a baseline for early detection of non-indigenous species in ports of the Canadian Arctic. Aquatic Invasions 9: 327-342.
- Smaal, A. C., P. Kamermans, M. Tangelder en J. W. M. Wijsman (2014) Verkenning kansen schelpdierkweek Veerse Meer. IMARES, Rapport nummer: C139/14, 23 pagina's.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

- Tonnon, P. K., L. Van der Valk, H. Holzhauer, M. J. Baptist, J. W. M. Wijsman, C. T. M. Vertegaal en S. M. Arens (2011) Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie pilot Zandmotor. Deltares/Wageningen IMARES, Rapport, 154 pagina's.
- Van der Wal, J. T. en J. A. Van Dalen (2008) Monitoring kustsuppleties. Wageningen IMARES, Rapport, 114 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. en E. Verduin (2011) T₀ monitoring Zandmotor Delflandse kust: Benthos ondiepe kustzone en natte strand. Wageningen IMARES, Rapport nummer: C039/11, 75 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. (2014a) Monitoring en Evaluatie Pilot zandmotor Fase 2: Datarapport benthos bemonstering vooroever en natte strand najaar 2012. Deltares / IMARES, Rapport nummer: C149/14, 49 pagina's.
- Wijsman, J. W. M. (2014b) Monitoring en Evaluatie Pilot zandmotor Fase 2: Datarapport benthos bemonstering vooroever en natte strand najaar 2013. Deltares / IMARES, Rapport nummer: C150/14, 57 pagina's.
- Wijsman, J. W. M., P. C. Goudswaard, V. Escaravage en S. Wijnhoven (2014) De macrobenthosgemeenschap van de Zeeuwse Banken na zandwinning. Een overzicht van drie T₀ jaren en een eerste jaar van rekolonisatie. IMARES, Rapport nummer: C164/13, 95 pagina's.
- Wijsman, J. W. M., R. Van Hal en R. H. Jongbloed (2015) Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor - Fase 2 Evaluatie benthos, vis, vogels en zeezoogdieren 2010 - 2014, Rapport nummer: C125/15, 109 pagina's.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

A. Bemonsteringslocaties Van Veen monsters

Tabel 4: Bemonsteringslocaties bemonsterd met de Van Veen happer in 2015. De coördinaten van de locatie zijn gegeven in decimale graden. De hoogteligging (cm t.o.v. NAP) is bepaald aan de hand van de ligging van de locaties op de dieptekaart. Op deze locaties zijn tevens de sedimentmonsters genomen. In de kolom bodemdieren is aangegeven of er bodemdieren in het monster zijn aangetroffen. In de laatste kolom staat aangegeven welk lab de bodemdieren heeft gedetermineerd.

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)	Lab
2015_001	29-8-2015	4.131372	52.00801	0	-137	IMARES_Ye
2015_002	29-8-2015	4.128808	52.00932	0	-495	GRONTMIJ
2015_003	29-8-2015	4.127523	52.00997	0	-414	IMARES_Ye
2015_004	29-8-2015	4.126352	52.01057	0	-493	GRONTMIJ
2015_005	29-8-2015	4.125374	52.01107	0	-704	IMARES_Ye
2015_006	29-8-2015	4.124583	52.01147	0	-802	GRONTMIJ
2015_007	29-8-2015	4.12169	52.01295	0	-900	IMARES_Ye
2015_008	29-8-2015	4.116119	52.0158	0	-1000	GRONTMIJ
2015_009	29-8-2015	4.109358	52.01925	0	-1100	IMARES_Ye
2015_010	29-8-2015	4.102318	52.02284	0	-1100	GRONTMIJ
2015_011	29-8-2015	4.140554	52.01498	1	-160	IMARES_Ye
2015_012	29-8-2015	4.140048	52.01524	1	-304	GRONTMIJ
2015_013	29-8-2015	4.139385	52.01558	1	-241	IMARES_Ye
2015_014	29-8-2015	4.136436	52.01709	1	-500	GRONTMIJ
2015_015	29-8-2015	4.134677	52.01799	1	-708	IMARES_Ye
2015_016	29-8-2015	4.13383	52.01842	1	-796	GRONTMIJ
2015_017	29-8-2015	4.132381	52.01916	1	-899	IMARES_Ye
2015_018	29-8-2015	4.128086	52.02135	1	-999	GRONTMIJ
2015_019	29-8-2015	4.122522	52.02419	1	-1100	IMARES_Ye
2015_020	29-8-2015	4.117596	52.02671	1	-1150	GRONTMIJ
2015_021	29-8-2015	4.149271	52.0222	2	-157	IMARES_Ye
2015_022	29-8-2015	4.148016	52.02284	2	-490	GRONTMIJ
2015_023	29-8-2015	4.147086	52.02332	2	-304	IMARES_Ye
2015_024	29-8-2015	4.146443	52.02364	2	-497	GRONTMIJ
2015_025	29-8-2015	4.142766	52.02552	2	-708	IMARES_Ye
2015_026	29-8-2015	4.142161	52.02583	2	-802	GRONTMIJ
2015_027	29-8-2015	4.141525	52.02616	2	-901	IMARES_Ye
2015_028	29-8-2015	4.140375	52.02674	2	-1001	GRONTMIJ
2015_029	29-8-2015	4.135314	52.02933	2	-1100	IMARES_Ye
2015_030	29-8-2015	4.130833	52.03161	2	-1148	GRONTMIJ
2015_031	29-8-2015	4.158685	52.02906	3	-158	IMARES_Ye
2015_032	29-8-2015	4.156651	52.0301	3	-451	GRONTMIJ
2015_033	29-8-2015	4.156088	52.03039	3	-276	IMARES_Ye
2015_034	29-8-2015	4.155158	52.03086	3	-508	GRONTMIJ
2015_035	29-8-2015	4.151785	52.03258	3	-693	IMARES_Ye
2015_036	29-8-2015	4.1512	52.03288	3	-799	GRONTMIJ
2015_037	29-8-2015	4.150606	52.03319	3	-894	IMARES_Ye
2015_038	29-8-2015	4.14964	52.03368	3	-1002	GRONTMIJ
2015_039	29-8-2015	4.143644	52.03674	3	-1093	IMARES_Ye
2015_040	24-8-2015	4.139971	52.03862	3	-1149	GRONTMIJ
2015_041	24-8-2015	4.174552	52.0443	5	-152	IMARES_Ye
2015_042	24-8-2015	4.172289	52.04545	5	-510	GRONTMIJ
2015_043	24-8-2015	4.171693	52.04576	5	-406	IMARES_Ye
2015_044	24-8-2015	4.171306	52.04595	5	-509	GRONTMIJ

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)	Lab
2015_045	24-8-2015	4.170804	52.04621	5	-697	IMARES_Ye
2015_046	24-8-2015	4.170114	52.04656	5	-802	GRONTMIJ
2015_047	24-8-2015	4.168956	52.04715	5	-898	IMARES_Ye
2015_048	24-8-2015	4.166846	52.04823	5	-1002	GRONTMIJ
2015_049	24-8-2015	4.16124	52.0511	5	-1100	IMARES_Ye
2015_050	24-8-2015	4.159165	52.05216	5	-1150	GRONTMIJ
2015_051	24-8-2015	4.179266	52.05123	6	-121	IMARES_Ye
2015_052	24-8-2015	4.17861	52.05156	6	-323	GRONTMIJ
2015_053	24-8-2015	4.177668	52.05204	6	-202	IMARES_Ye
2015_054	29-8-2015	4.175975	52.05291	6	-505	GRONTMIJ
2015_055	29-8-2015	4.174495	52.05366	6	-705	IMARES_Ye
2015_056	29-8-2015	4.173396	52.05422	6	-797	GRONTMIJ
2015_057	29-8-2015	4.172402	52.05473	6	-900	IMARES_Ye
2015_058	29-8-2015	4.171751	52.05506	6	-998	GRONTMIJ
2015_059	29-8-2015	4.170251	52.05583	6	-1102	IMARES_DH
2015_060	24-8-2015	4.169272	52.05633	6	-1151	GRONTMIJ
2015_061	24-8-2015	4.184516	52.05788	7	-151	IMARES_DH
2015_062	24-8-2015	4.182777	52.05877	7	-302	GRONTMIJ
2015_063	29-8-2015	4.182247	52.05904	7	-407	IMARES_DH
2015_064	29-8-2015	4.181764	52.05929	7	-507	GRONTMIJ
2015_065	29-8-2015	4.180614	52.05988	7	-700	IMARES_DH
2015_066	29-8-2015	4.179859	52.06026	7	-804	GRONTMIJ
2015_067	29-8-2015	4.177713	52.06136	7	-897	IMARES_DH
2015_068	29-8-2015	4.176895	52.06177	7	-1003	GRONTMIJ
2015_069	28-8-2015	4.176094	52.06218	7	-1102	IMARES_DH
2015_070	28-8-2015	4.175362	52.06256	7	-1150	GRONTMIJ
2015_071	24-8-2015	4.196604	52.06104	8	-173	IMARES_DH
2015_072	24-8-2015	4.195525	52.0616	8	-321	GRONTMIJ
2015_073	24-8-2015	4.194652	52.06204	8	-220	IMARES_DH
2015_074	28-8-2015	4.19357	52.06259	8	-491	GRONTMIJ
2015_075	28-8-2015	4.192069	52.06336	8	-701	IMARES_DH
2015_076	28-8-2015	4.190134	52.06435	8	-799	GRONTMIJ
2015_077	28-8-2015	4.188124	52.06538	8	-901	IMARES_DH
2015_078	28-8-2015	4.186851	52.06603	8	-1001	GRONTMIJ
2015_079	28-8-2015	4.185057	52.06694	8	-1102	IMARES_DH
2015_080	28-8-2015	4.183197	52.06789	8	-1149	GRONTMIJ
2015_081	24-8-2015	4.208904	52.06643	9	-123	IMARES_Ye
2015_082	24-8-2015	4.207174	52.06732	9	-341	GRONTMIJ
2015_083	28-8-2015	4.206586	52.06762	9	-326	IMARES_DH
2015_084	28-8-2015	4.205679	52.06808	9	-499	GRONTMIJ
2015_085	28-8-2015	4.204011	52.06893	9	-700	IMARES_DH
2015_086	28-8-2015	4.203226	52.06934	9	-800	GRONTMIJ
2015_087	28-8-2015	4.201938	52.06999	9	-900	IMARES_DH
2015_088	28-8-2015	4.199132	52.07143	9	-995	GRONTMIJ
2015_089	28-8-2015	4.195137	52.07347	9	-1099	IMARES_DH
2015_090	28-8-2015	4.192681	52.07472	9	-1149	GRONTMIJ
2015_091	24-8-2015	4.219385	52.07275	10	-130	IMARES_DH
2015_092	29-8-2015	4.218538	52.07319	10	-363	GRONTMIJ
2015_093	29-8-2015	4.217171	52.07389	10	-295	IMARES_DH
2015_094	29-8-2015	4.216051	52.07446	10	-504	GRONTMIJ
2015_095	29-8-2015	4.214424	52.07529	10	-699	IMARES_DH
2015_096	29-8-2015	4.213614	52.0757	10	-798	GRONTMIJ

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)	Lab
2015_097	29-8-2015	4.212299	52.07638	10	-897	IMARES_DH
2015_098	29-8-2015	4.209208	52.07796	10	-997	GRONTMIJ
2015_099	29-8-2015	4.204788	52.08021	10	-1099	IMARES_DH
2015_100	29-8-2015	4.201936	52.08167	10	-1150	GRONTMIJ
2015_101	24-8-2015	4.229135	52.07945	11	-143	IMARES_DH
2015_102	24-8-2015	4.228255	52.0799	11	-408	GRONTMIJ
2015_103	24-8-2015	4.227137	52.08047	11	-298	IMARES_Ye
2015_104	29-8-2015	4.225928	52.08109	11	-493	GRONTMIJ
2015_105	29-8-2015	4.224803	52.08166	11	-704	IMARES_DH
2015_106	29-8-2015	4.223566	52.08229	11	-799	GRONTMIJ
2015_107	29-8-2015	4.222134	52.08303	11	-899	IMARES_DH
2015_108	29-8-2015	4.218009	52.08513	11	-999	GRONTMIJ
2015_109	29-8-2015	4.213738	52.08732	11	-1095	IMARES_DH
2015_110	29-8-2015	4.210061	52.0892	11	-1148	GRONTMIJ
2015_111	24-8-2015	4.238355	52.08641	12	-144	IMARES_DH
2015_112	24-8-2015	4.237331	52.08694	12	-427	GRONTMIJ
2015_113	24-8-2015	4.236065	52.08758	12	-306	IMARES_Ye
2015_114	24-8-2015	4.235117	52.08807	12	-505	GRONTMIJ
2015_115	24-8-2015	4.233882	52.08873	12	-702	IMARES_Ye
2015_116	24-8-2015	4.232606	52.08935	12	-802	GRONTMIJ
2015_117	29-8-2015	4.230208	52.09058	12	-900	IMARES_DH
2015_118	29-8-2015	4.226402	52.09252	12	-1003	GRONTMIJ
2015_119	29-8-2015	4.223524	52.09399	12	-1097	IMARES_DH
2015_120	29-8-2015	4.222446	52.09454	12	-1150	GRONTMIJ

Tabel 5: Bemonsteringslocaties bemonsterd met de Van Veen happer in 2015 in de lagune. De coördinaten van de locatie zijn gegeven in decimale graden. De hoogteligging (cm t.o.v. NAP) is bepaald aan de hand van de ligging van de locaties op de dieptekaart. Op deze locaties zijn tevens de sedimentmonsters genomen. In de kolom bodemdieren is aangegeven of er bodemdieren in het monster zijn aangetroffen. In de laatste kolom staat aangegeven welk lab de bodemdieren heeft gedetermineerd.

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)	Lab
2015_206	21-9-2015	4.191232	52.056	-	-357	GRONTMIJ
2015_207	21-9-2015	4.191552	52.05582	-	-406	GRONTMIJ
2015_208	21-9-2015	4.192158	52.05553	-	-196	GRONTMIJ
2015_209	21-9-2015	4.192062	52.05675	-	-275	GRONTMIJ
2015_210	21-9-2015	4.1924	52.05656	-	-415	GRONTMIJ
2015_211	21-9-2015	4.192949	52.0562	-	-207	GRONTMIJ
2015_212	21-9-2015	4.192626	52.05743	-	-283	GRONTMIJ
2015_213	21-9-2015	4.193149	52.0571	-	-404	GRONTMIJ
2015_214	21-9-2015	4.193769	52.05673	-	-203	GRONTMIJ

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

B. Bemonsteringslocaties strand

Tabel 6: Bemonsteringslocaties op het strand in 2015. De coördinaten van de locatie zijn gegeven in decimale graden. Op deze locaties zijn tevens de sedimentmonsters genomen.

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)	Lab
2015_121	8-9-2015	4.131735	52.00782	0	-67	IMARES_Ye
2015_122	8-9-2015	4.131929	52.00772	0	-29	GRONTMIJ
2015_123	8-9-2015	4.132183	52.00759	0	0	IMARES_Ye
2015_124	8-9-2015	4.132663	52.00735	0	95	GRONTMIJ
2015_125	8-9-2015	4.132779	52.00729	0	117	IMARES_Ye
2015_126	8-9-2015	4.141048	52.01473	1	-76	GRONTMIJ
2015_127	8-9-2015	4.141358	52.01457	1	-23	IMARES_Ye
2015_128	8-9-2015	4.14157	52.01447	1	2	GRONTMIJ
2015_129	8-9-2015	4.141892	52.0143	1	59	IMARES_Ye
2015_130	8-9-2015	4.142035	52.01423	1	87	GRONTMIJ
2015_131	8-9-2015	4.150258	52.0217	2	-27	IMARES_Ye
2015_132	8-9-2015	4.150316	52.02167	2	-27	GRONTMIJ
2015_133	8-9-2015	4.150416	52.02162	2	9	IMARES_Ye
2015_134	8-9-2015	4.150784	52.02143	2	55	GRONTMIJ
2015_135	8-9-2015	4.150972	52.02133	2	84	IMARES_Ye
2015_136	8-9-2015	4.159003	52.0289	3	-86	GRONTMIJ
2015_137	8-9-2015	4.159116	52.02884	3	-69	IMARES_Ye
2015_138	8-9-2015	4.159341	52.02873	3	0	GRONTMIJ
2015_139	8-9-2015	4.159613	52.02859	3	23	IMARES_Ye
2015_140	8-9-2015	4.15976	52.02851	3	34	GRONTMIJ
2015_141	8-9-2015	4.175347	52.04389	5	-52	IMARES_Ye
2015_142	8-9-2015	4.17548	52.04382	5	-47	GRONTMIJ
2015_143	8-9-2015	4.175776	52.04367	5	18	IMARES_Ye
2015_144	8-9-2015	4.176022	52.04355	5	121	GRONTMIJ
2015_145	8-9-2015	4.176116	52.0435	5	120	IMARES_Ye
2015_146	8-9-2015	4.179631	52.05104	6	-28	GRONTMIJ
2015_147	8-9-2015	4.179677	52.05102	6	-28	IMARES_Ye
2015_148	8-9-2015	4.179789	52.05096	6	7	GRONTMIJ
2015_149	8-9-2015	4.179877	52.05091	6	36	IMARES_DH
2015_150	8-9-2015	4.180304	52.0507	6	137	GRONTMIJ
2015_151	7-9-2015	4.185725	52.05726	7	42	IMARES_DH
2015_152	7-9-2015	4.185747	52.05725	7	42	GRONTMIJ
2015_153	7-9-2015	4.185801	52.05723	7	80	IMARES_DH
2015_154	7-9-2015	4.185904	52.05717	7	80	GRONTMIJ
2015_155	7-9-2015	4.186079	52.05708	7	111	IMARES_DH
2015_156	7-9-2015	4.19696	52.06086	8	6	GRONTMIJ
2015_157	7-9-2015	4.197007	52.06084	8	31	IMARES_DH
2015_158	7-9-2015	4.197336	52.06067	8	75	GRONTMIJ
2015_159	7-9-2015	4.197636	52.06052	8	114	IMARES_DH
2015_160	7-9-2015	4.197899	52.06038	8	144	GRONTMIJ
2015_161	7-9-2015	4.210943	52.06539	9	78	IMARES_DH
2015_162	7-9-2015	4.210953	52.06539	9	78	GRONTMIJ
2015_163	7-9-2015	4.210972	52.06538	9	137	IMARES_DH
2015_164	7-9-2015	4.211005	52.06536	9	137	GRONTMIJ
2015_165	7-9-2015	4.211048	52.06534	9	137	IMARES_DH
2015_166	7-9-2015	4.22032	52.07228	10	-22	GRONTMIJ
2015_167	7-9-2015	4.220382	52.07224	10	-22	IMARES_DH

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)	Lab
2015_168	7-9-2015	4.220604	52.07213	10	60	GRONTMIJ
2015_169	7-9-2015	4.22079	52.07204	10	171	IMARES_DH
2015_170	7-9-2015	4.220821	52.07202	10	171	GRONTMIJ
2015_171	7-9-2015	4.230056	52.07898	11	-12	IMARES_DH
2015_172	7-9-2015	4.230099	52.07895	11	-12	GRONTMIJ
2015_173	7-9-2015	4.2303	52.07885	11	42	IMARES_DH
2015_174	7-9-2015	4.230478	52.07876	11	155	GRONTMIJ
2015_175	7-9-2015	4.230572	52.07871	11	202	IMARES_DH
2015_176	7-9-2015	4.239417	52.08587	12	28	GRONTMIJ
2015_177	7-9-2015	4.239453	52.08585	12	28	IMARES_DH
2015_178	7-9-2015	4.239548	52.0858	12	53	GRONTMIJ
2015_179	7-9-2015	4.239672	52.08574	12	76	IMARES_DH
2015_180	7-9-2015	4.239815	52.08567	12	130	GRONTMIJ
2015_196	7-9-2015	4.200466	52.05907	8	29	GRONTMIJ
2015_197	7-9-2015	4.200428	52.05909	8	29	IMARES_DH
2015_198	7-9-2015	4.200404	52.0591	8	62	GRONTMIJ
2015_199	7-9-2015	4.200381	52.05911	8	62	IMARES_DH
2015_200	7-9-2015	4.200319	52.05915	8	76	GRONTMIJ
2015_201	7-9-2015	4.192459	52.05382	7	79	IMARES_DH
2015_202	7-9-2015	4.19251	52.0538	7	79	GRONTMIJ
2015_203	7-9-2015	4.19258	52.05376	7	85	IMARES_DH
2015_204	7-9-2015	4.192666	52.05372	7	90	GRONTMIJ
2015_205	7-9-2015	4.192698	52.0537	7	95	IMARES_DH

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

C. Bemonsteringslocaties bodemschaaf

Tabel 7: Bemonsteringslocaties met de schaaft in 2015. De coördinaten van de vooraf bepaalde locatie zijn gegeven in decimale graden.

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)
2015_002	15-10-2015	4.128808	52.00932	0	-495
2015_003	15-10-2015	4.127523	52.00997	0	-414
2015_004	15-10-2015	4.126352	52.01057	0	-493
2015_005	15-10-2015	4.125374	52.01107	0	-704
2015_006	15-10-2015	4.124583	52.01147	0	-802
2015_007	15-10-2015	4.12169	52.01295	0	-900
2015_008	15-10-2015	4.116119	52.0158	0	-1000
2015_009	12-10-2015	4.109358	52.01925	0	-1100
2015_010	12-10-2015	4.102318	52.02284	0	-1100
2015_013	15-10-2015	4.139385	52.01558	1	-241
2015_014	15-10-2015	4.136436	52.01709	1	-500
2015_015	15-10-2015	4.134677	52.01799	1	-708
2015_016	15-10-2015	4.13383	52.01842	1	-796
2015_017	15-10-2015	4.132381	52.01916	1	-899
2015_018	13-10-2015	4.128086	52.02135	1	-999
2015_019	12-10-2015	4.122522	52.02419	1	-1100
2015_020	12-10-2015	4.117596	52.02671	1	-1150
2015_023	15-10-2015	4.147086	52.02332	2	-304
2015_024	15-10-2015	4.146443	52.02364	2	-497
2015_025	15-10-2015	4.142766	52.02552	2	-708
2015_026	15-10-2015	4.142161	52.02583	2	-802
2015_027	15-10-2015	4.141525	52.02616	2	-901
2015_028	13-10-2015	4.140375	52.02674	2	-1001
2015_029	12-10-2015	4.135314	52.02933	2	-1100
2015_030	12-10-2015	4.130833	52.03161	2	-1148
2015_033	15-10-2015	4.156088	52.03039	3	-276
2015_034	15-10-2015	4.155158	52.03086	3	-508
2015_035	15-10-2015	4.151785	52.03258	3	-693
2015_036	15-10-2015	4.1512	52.03288	3	-799
2015_037	15-10-2015	4.150606	52.03319	3	-894
2015_038	13-10-2015	4.14964	52.03368	3	-1002
2015_039	12-10-2015	4.143644	52.03674	3	-1093
2015_040	12-10-2015	4.139971	52.03862	3	-1149
2015_042	15-10-2015	4.172289	52.04545	5	-510
2015_043	15-10-2015	4.171693	52.04576	5	-406
2015_044	15-10-2015	4.171306	52.04595	5	-509
2015_045	15-10-2015	4.170804	52.04621	5	-697
2015_046	15-10-2015	4.170114	52.04656	5	-802
2015_047	15-10-2015	4.168956	52.04715	5	-898
2015_048	13-10-2015	4.166846	52.04823	5	-1002
2015_049	12-10-2015	4.16124	52.0511	5	-1100
2015_050	12-10-2015	4.159165	52.05216	5	-1150
2015_052	15-10-2015	4.17861	52.05156	6	-323
2015_053	12-10-2015	4.177668	52.05204	6	-202
2015_054	12-10-2015	4.175975	52.05291	6	-505
2015_055	15-10-2015	4.174495	52.05366	6	-705
2015_056	15-10-2015	4.173396	52.05422	6	-797
2015_057	15-10-2015	4.172402	52.05473	6	-900

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)
2015_058	13-10-2015	4.171751	52.05506	6	-998
2015_059	12-10-2015	4.170251	52.05583	6	-1102
2015_060	12-10-2015	4.169272	52.05633	6	-1151
2015_062	15-10-2015	4.182777	52.05877	7	-302
2015_063	12-10-2015	4.182247	52.05904	7	-407
2015_064	12-10-2015	4.181764	52.05929	7	-507
2015_065	15-10-2015	4.180614	52.05988	7	-700
2015_066	14-10-2015	4.179859	52.06026	7	-804
2015_067	14-10-2015	4.177713	52.06136	7	-897
2015_068	13-10-2015	4.176895	52.06177	7	-1003
2015_069	12-10-2015	4.176094	52.06218	7	-1102
2015_070	12-10-2015	4.175362	52.06256	7	-1150
2015_072	15-10-2015	4.195525	52.0616	8	-321
2015_073	12-10-2015	4.194652	52.06204	8	-220
2015_074	12-10-2015	4.19357	52.06259	8	-491
2015_075	15-10-2015	4.192069	52.06336	8	-701
2015_076	14-10-2015	4.190134	52.06435	8	-799
2015_077	14-10-2015	4.188124	52.06538	8	-901
2015_078	13-10-2015	4.186851	52.06603	8	-1001
2015_079	12-10-2015	4.185057	52.06694	8	-1102
2015_080	12-10-2015	4.183197	52.06789	8	-1149
2015_081	12-10-2015	4.208904	52.06643	9	-123
2015_082	12-10-2015	4.207174	52.06732	9	-341
2015_083	12-10-2015	4.206586	52.06762	9	-326
2015_084	15-10-2015	4.205679	52.06808	9	-499
2015_085	15-10-2015	4.204011	52.06893	9	-700
2015_086	14-10-2015	4.203226	52.06934	9	-800
2015_087	14-10-2015	4.201938	52.06999	9	-900
2015_088	13-10-2015	4.199132	52.07143	9	-995
2015_089	12-10-2015	4.195137	52.07347	9	-1099
2015_090	12-10-2015	4.192681	52.07472	9	-1149
2015_091	12-10-2015	4.219385	52.07275	10	-130
2015_092	12-10-2015	4.218538	52.07319	10	-363
2015_093	12-10-2015	4.217171	52.07389	10	-295
2015_094	15-10-2015	4.216051	52.07446	10	-504
2015_095	14-10-2015	4.214424	52.07529	10	-699
2015_096	14-10-2015	4.213614	52.0757	10	-798
2015_097	14-10-2015	4.212299	52.07638	10	-897
2015_098	13-10-2015	4.209208	52.07796	10	-997
2015_099	12-10-2015	4.204788	52.08021	10	-1099
2015_100	12-10-2015	4.201936	52.08167	10	-1150
2015_101	12-10-2015	4.229135	52.07945	11	-143
2015_102	12-10-2015	4.228255	52.0799	11	-408
2015_103	12-10-2015	4.227137	52.08047	11	-298
2015_104	15-10-2015	4.225928	52.08109	11	-493
2015_105	14-10-2015	4.224803	52.08166	11	-704
2015_106	14-10-2015	4.223566	52.08229	11	-799
2015_107	14-10-2015	4.222134	52.08303	11	-899
2015_108	13-10-2015	4.218009	52.08513	11	-999
2015_109	12-10-2015	4.213738	52.08732	11	-1095
2015_110	12-10-2015	4.210061	52.0892	11	-1148
2015_111	12-10-2015	4.238355	52.08641	12	-144

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Datum	Latitude	Longitude	Transect	Diepte (cm NAP)
2015_112	12-10-2015	4.237331	52.08694	12	-427
2015_113	12-10-2015	4.236065	52.08758	12	-306
2015_114	15-10-2015	4.235117	52.08807	12	-505
2015_115	14-10-2015	4.233882	52.08873	12	-702
2015_116	14-10-2015	4.232606	52.08935	12	-802
2015_117	14-10-2015	4.230208	52.09058	12	-900
2015_118	13-10-2015	4.226402	52.09252	12	-1003
2015_119	12-10-2015	4.223524	52.09399	12	-1097
2015_120	12-10-2015	4.222446	52.09454	12	-1150

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

D. Sedimentsamenstelling

Tabel 8: Overzicht resultaten sedimentsamenstelling 2015. Aangegeven zijn de parameters mediane korrelgrootte (μm), percentage silt ($< 63 \mu\text{m}$), percentage zeer fijn zand ($63\text{-}125 \mu\text{m}$), percentage fijn zand ($125\text{-}250 \mu\text{m}$), percentage medium zand ($250\text{-}500 \mu\text{m}$) en percentage grof zand ($500\text{-}1000 \mu\text{m}$).

StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_001	4.131372	52.00801	335	0.00	0.54	26.49	52.36	20.61
2015_002	4.128808	52.00932	220	0.00	2.95	62.30	34.69	0.06
2015_003	4.127523	52.00997	235	0.00	1.94	55.59	41.89	0.59
2015_004	4.126352	52.01057	224	0.00	4.80	56.62	37.66	0.92
2015_005	4.125374	52.01107	159	0.02	25.61	63.28	11.08	0.00
2015_006	4.124583	52.01147	140	0.90	37.79	54.94	6.45	0.00
2015_007	4.12169	52.01295	197	0.81	22.34	39.46	23.23	14.22
2015_008	4.116119	52.0158	189	0.48	21.37	46.24	24.69	7.26
2015_009	4.109358	52.01925	163	0.20	26.29	58.41	15.12	0.00
2015_010	4.102318	52.02284	164	0.14	25.32	59.11	15.44	0.01
2015_011	4.140554	52.01498	260	0.00	1.31	44.58	50.23	3.89
2015_012	4.140048	52.01524	254	0.00	1.68	46.53	48.60	3.19
2015_013	4.139385	52.01558	231	0.00	2.04	57.33	40.11	0.52
2015_014	4.136436	52.01709	295	0.00	1.18	34.23	53.56	11.03
2015_015	4.134677	52.01799	199	0.00	12.43	58.08	28.74	0.74
2015_016	4.13383	52.01842	177	0.01	20.88	57.28	21.16	0.67
2015_017	4.132381	52.01916	181	0.34	22.69	50.35	24.41	2.24
2015_018	4.128086	52.02135	193	0.03	19.38	48.86	26.91	4.83
2015_019	4.122522	52.02419	121	21.03	30.94	36.53	9.92	1.79
2015_020	4.117596	52.02671	174	1.66	21.66	54.72	20.64	1.34
2015_021	4.149271	52.0222	233	0.00	2.32	56.05	40.86	0.77
2015_022	4.148016	52.02284	240	0.00	2.44	51.94	43.88	1.74
2015_023	4.147086	52.02332	313	0.00	0.79	30.04	54.87	14.30
2015_024	4.146443	52.02364	248	0.00	3.86	46.83	44.84	4.48
2015_025	4.142766	52.02552	301	0.00	4.21	32.65	45.81	17.33
2015_026	4.142161	52.02583	325	0.00	2.55	28.13	50.33	18.99
2015_027	4.141525	52.02616	252	0.00	5.71	43.72	43.49	7.08
2015_028	4.140375	52.02674	548	0.51	2.67	0.99	36.98	58.86
2015_029	4.135314	52.02933	244	0.01	9.31	42.29	37.37	11.02
2015_030	4.130833	52.03161	218	1.25	13.73	44.86	34.32	5.86
2015_031	4.158685	52.02906	254	0.00	0.21	47.36	51.91	0.52
2015_032	4.156651	52.0301	323	0.00	0.05	24.17	64.58	11.20
2015_033	4.156088	52.03039	290	0.00	0.77	34.98	55.47	8.78
2015_034	4.155158	52.03086	280	0.00	0.70	37.69	55.98	5.64
2015_035	4.151785	52.03258	309	0.00	0.79	30.33	56.82	12.05
2015_036	4.1512	52.03288	307	0.00	1.13	30.75	55.84	12.28
2015_037	4.150606	52.03319	236	0.00	6.45	48.62	40.14	4.79
2015_038	4.14964	52.03368	226	0.00	12.44	44.15	29.61	13.80
2015_039	4.143644	52.03674	297	0.00	0.90	33.32	55.36	10.43
2015_040	4.139971	52.03862	386	0.00	0.47	18.74	50.80	30.00
2015_041	4.174552	52.0443	402	0.00	0.00	6.72	68.18	25.10
2015_042	4.172289	52.04545	335	0.00	0.00	20.74	66.60	12.66
2015_043	4.171693	52.04576	334	0.00	0.15	24.14	59.91	15.80
2015_044	4.171306	52.04595	355	0.00	0.00	18.68	62.61	18.71

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_045	4.170804	52.04621	325	0.00	0.10	24.24	63.81	11.85
2015_046	4.170114	52.04656	234	0.00	5.37	50.95	41.48	2.20
2015_047	4.168956	52.04715	195	3.89	12.38	55.29	27.90	0.55
2015_048	4.166846	52.04823	204	2.22	13.65	49.42	27.45	7.27
2015_049	4.161124	52.0511	220	2.87	7.54	50.55	33.92	5.12
2015_050	4.159165	52.05216	208	0.00	12.01	53.08	30.51	4.40
2015_051	4.179266	52.05123	317	0.00	0.10	26.27	62.88	10.75
2015_052	4.17861	52.05156	357	0.00	0.00	17.13	63.96	18.91
2015_053	4.177668	52.05204	469	0.00	0.00	0.32	59.56	40.13
2015_054	4.175975	52.05291	374	0.00	0.00	13.22	65.67	21.10
2015_055	4.174495	52.05366	369	0.00	0.00	10.93	71.79	17.28
2015_056	4.173396	52.05422	382	0.00	0.00	9.74	69.29	20.97
2015_057	4.172402	52.05473	345	0.00	0.00	15.65	72.46	11.88
2015_058	4.171751	52.05506	286	0.00	0.53	35.46	58.40	5.61
2015_059	4.170251	52.05583	257	0.00	4.83	43.15	36.43	15.60
2015_060	4.169272	52.05633	258	0.00	3.39	43.92	42.61	10.08
2015_061	4.184516	52.05788	456	0.00	0.00	1.27	61.26	37.48
2015_062	4.182777	52.05877	335	0.00	0.00	20.90	66.32	12.78
2015_063	4.182247	52.05904	325	0.00	0.00	21.51	69.42	9.06
2015_064	4.181764	52.05929	326	0.00	0.00	20.47	70.72	8.81
2015_065	4.180614	52.05988	355	0.00	0.00	13.55	72.48	13.97
2015_066	4.179859	52.06026	359	0.00	0.00	12.86	71.91	15.23
2015_067	4.177713	52.06136	391	0.00	0.00	8.00	69.71	22.29
2015_068	4.176895	52.06177	363	0.00	0.00	11.89	72.63	15.49
2015_069	4.176094	52.06218	323	0.00	0.01	23.59	66.22	10.17
2015_070	4.175362	52.06256	358	0.00	0.11	20.95	55.20	23.74
2015_071	4.196604	52.06104	391	0.00	0.00	10.47	64.69	24.84
2015_072	4.195525	52.0616	403	0.00	0.00	12.20	58.05	29.76
2015_073	4.194652	52.06204	308	0.00	0.15	28.69	62.06	9.09
2015_074	4.19357	52.06259	281	0.00	2.77	37.23	50.46	9.54
2015_075	4.192069	52.06336	191	0.00	11.32	66.01	22.66	0.01
2015_076	4.190134	52.06435	242	0.00	2.29	51.34	44.90	1.47
2015_077	4.188124	52.06538	289	0.00	0.15	33.39	61.63	4.82
2015_078	4.186851	52.06603	286	0.00	0.07	33.77	62.79	3.37
2015_079	4.185057	52.06694	253	0.00	1.29	47.19	49.20	2.31
2015_080	4.183197	52.06789	245	0.00	2.01	50.03	46.26	1.69
2015_081	4.208904	52.06643	292	0.00	0.25	33.40	60.14	6.20
2015_082	4.207174	52.06732	307	0.00	0.04	26.71	67.04	6.22
2015_083	4.206586	52.06762	273	0.00	0.15	38.80	59.27	1.78
2015_084	4.205679	52.06808	245	0.00	2.44	49.71	46.02	1.83
2015_085	4.204011	52.06893	265	0.00	5.40	40.23	42.89	11.48
2015_086	4.203226	52.06934	182	0.00	17.02	61.40	21.57	0.01
2015_087	4.201938	52.06999	175	0.00	19.96	60.86	19.06	0.12
2015_088	4.199132	52.07143	172	3.74	19.29	58.01	18.45	0.50
2015_089	4.195137	52.07347	195	8.98	14.08	44.26	28.95	3.75
2015_090	4.192681	52.07472	202	2.44	12.13	52.99	29.88	2.57
2015_091	4.219385	52.07275	337	0.00	0.00	20.92	65.13	13.94
2015_092	4.218538	52.07319	477	0.00	0.00	8.22	45.64	46.14
2015_093	4.217171	52.07389	275	0.00	1.13	39.21	53.83	5.84
2015_094	4.216051	52.07446	234	0.00	2.73	54.43	41.89	0.95
2015_095	4.214424	52.07529	355	0.00	1.04	23.02	52.18	23.77

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_096	4.213614	52.0757	391	0.00	0.67	17.02	52.42	29.89
2015_097	4.212299	52.07638	326	0.00	2.33	28.01	49.85	19.80
2015_098	4.209208	52.07796	279	0.00	2.63	37.83	50.89	8.65
2015_099	4.204788	52.08021	245	1.13	5.70	44.75	43.44	4.97
2015_100	4.201936	52.08167	328	0.00	1.28	27.23	53.42	18.06
2015_101	4.229135	52.07945	305	0.00	0.15	29.57	61.39	8.89
2015_102	4.228255	52.0799	280	0.00	0.13	36.37	60.54	2.97
2015_103	4.227137	52.08047	237	0.00	2.12	54.07	42.89	0.92
2015_104	4.225928	52.08109	216	0.00	3.74	63.66	32.50	0.09
2015_105	4.224803	52.08166	188	0.00	9.22	71.97	18.80	0.00
2015_106	4.223566	52.08229	616	0.01	2.74	5.84	26.14	65.27
2015_107	4.222134	52.08303	719	0.00	0.00	0.00	18.68	81.32
2015_108	4.218009	52.08513	291	0.00	4.74	35.04	40.28	19.95
2015_109	4.213738	52.08732	244	0.00	4.80	47.39	43.95	3.87
2015_110	4.210061	52.0892	218	0.00	10.45	50.51	33.43	5.61
2015_111	4.238355	52.08641	224	0.00	3.08	59.83	36.85	0.24
2015_112	4.237331	52.08694	374	0.00	0.09	18.49	55.00	26.42
2015_113	4.236065	52.08758	263	0.00	1.13	43.53	51.90	3.44
2015_114	4.235117	52.08807	218	0.00	3.96	61.45	34.34	0.25
2015_115	4.233882	52.08873	208	0.00	4.93	66.33	28.68	0.05
2015_116	4.232606	52.08935	465	0.00	2.49	14.70	37.80	45.01
2015_117	4.230208	52.09058	614	0.00	0.00	0.03	28.37	71.61
2015_118	4.226402	52.09252	617	0.01	1.76	4.85	27.88	65.50
2015_119	4.223524	52.09399	547	2.78	4.86	6.09	29.55	56.75
2015_120	4.222446	52.09454	524	0.15	2.98	6.11	36.88	53.89
2015_121	4.131735	52.00782	277	0.00	0.15	37.48	59.73	2.64
2015_122	4.131929	52.00772	263	0.00	0.05	42.09	57.54	0.32
2015_123	4.132183	52.00759	247	0.00	0.37	51.47	47.90	0.27
2015_124	4.132663	52.00735	309	0.00	0.02	26.12	67.46	6.40
2015_125	4.132779	52.00729	306	0.00	0.23	29.60	61.03	9.14
2015_126	4.141048	52.01473	243	0.00	0.44	53.59	45.80	0.17
2015_127	4.141358	52.01457	451	0.00	0.00	4.19	57.23	38.58
2015_128	4.14157	52.01447	380	0.00	0.00	9.59	70.69	19.72
2015_129	4.141892	52.0143	368	0.00	0.00	11.29	72.08	16.63
2015_130	4.142035	52.01423	323	0.00	0.02	24.17	64.31	11.51
2015_131	4.150258	52.0217	482	0.00	0.00	5.12	48.45	46.43
2015_132	4.150316	52.02167	464	0.00	0.00	5.78	51.58	42.65
2015_133	4.150416	52.02162	374	0.00	0.00	12.83	66.29	20.88
2015_134	4.150784	52.02143	365	0.00	0.00	18.68	57.67	23.64
2015_135	4.150972	52.02133	295	0.00	0.20	32.67	59.28	7.85
2015_136	4.159003	52.0289	310	0.00	0.09	27.79	62.61	9.51
2015_137	4.159116	52.02884	444	0.00	0.00	4.78	58.07	37.15
2015_138	4.159341	52.02873	384	0.00	0.00	9.05	70.09	20.86
2015_139	4.159613	52.02859	328	0.00	0.00	20.20	70.70	9.10
2015_140	4.15976	52.02851	297	0.00	0.04	30.00	65.10	4.86
2015_141	4.175347	52.04389	439	0.00	0.00	3.04	62.93	34.03
2015_142	4.17548	52.04382	509	0.00	0.00	0.25	47.47	52.28
2015_143	4.175776	52.04367	406	0.00	0.00	2.52	76.21	21.27
2015_144	4.176022	52.04355	553	0.00	0.00	0.14	37.60	62.25
2015_145	4.176116	52.0435	384	0.00	0.00	6.12	76.32	17.56
2015_146	4.179631	52.05104	318	0.00	0.00	22.75	69.86	7.39

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_147	4.179677	52.05102	376	0.00	0.00	12.30	66.78	20.92
2015_148	4.179789	52.05096	444	0.00	0.00	4.92	58.09	37.00
2015_149	4.179877	52.05091	485	0.00	0.00	2.23	51.24	46.53
2015_150	4.180304	52.0507	407	0.00	0.00	11.96	57.40	30.64
2015_151	4.185725	52.05726	447	0.00	0.00	2.77	60.72	36.52
2015_152	4.185747	52.05725	427	0.00	0.00	2.44	68.62	28.93
2015_153	4.185801	52.05723	484	0.00	0.00	1.17	52.87	45.95
2015_154	4.185904	52.05717	535	0.00	0.00	0.09	40.84	59.07
2015_155	4.186079	52.05708	383	0.00	0.00	6.22	76.52	17.26
2015_156	4.19696	52.06086	400	0.00	0.00	4.42	73.67	21.92
2015_157	4.197007	52.06084	364	0.00	0.00	8.93	78.08	12.99
2015_158	4.197336	52.06067	394	0.00	0.00	3.47	79.24	17.29
2015_159	4.197636	52.06052	354	0.00	0.00	10.68	78.39	10.93
2015_160	4.197899	52.06038	305	0.00	0.00	24.26	72.36	3.39
2015_161	4.210943	52.06539	521	0.00	0.00	1.33	44.31	54.35
2015_162	4.210953	52.06539	535	0.00	0.00	0.62	41.57	57.81
2015_163	4.210972	52.06538	493	0.00	0.00	2.23	49.30	48.46
2015_164	4.211005	52.06536	573	0.00	0.00	0.06	33.71	66.23
2015_165	4.211048	52.06534	589	0.00	0.00	0.01	28.84	71.15
2015_166	4.22032	52.07228	617	0.00	0.00	0.00	20.72	79.28
2015_167	4.220382	52.07224	510	0.00	0.00	0.06	46.88	53.06
2015_168	4.220604	52.07213	460	0.00	0.00	0.45	62.12	37.43
2015_169	4.22079	52.07204	417	0.00	0.00	1.52	74.98	23.50
2015_170	4.220821	52.07202	382	0.00	0.00	4.19	82.08	13.73
2015_171	4.230056	52.07898	469	0.00	0.00	0.75	58.02	41.23
2015_172	4.230099	52.07895	464	0.00	0.00	1.74	57.53	40.73
2015_173	4.2303	52.07885	427	0.00	0.00	1.21	72.05	26.74
2015_174	4.230478	52.07876	403	0.00	0.00	2.27	78.42	19.31
2015_175	4.230572	52.07871	354	0.00	0.00	13.25	73.70	13.05
2015_176	4.239417	52.08587	575	0.00	0.00	0.02	31.32	68.65
2015_177	4.239453	52.08585	527	0.00	0.00	0.11	42.78	57.11
2015_178	4.239548	52.0858	538	0.00	0.00	0.12	40.34	59.55
2015_179	4.239672	52.08574	458	0.00	0.00	1.18	60.79	38.04
2015_180	4.239815	52.08567	357	0.00	0.00	10.40	77.65	11.95
2015_181	4.1336	52.00687	272	0.00	0.08	38.88	59.60	1.44
2015_182	4.143228	52.01362	307	0.00	0.04	26.95	66.28	6.74
2015_183	4.151735	52.02094	335	0.00	0.00	18.67	70.87	10.46
2015_184	4.16056	52.0281	293	0.00	0.08	31.50	63.79	4.62
2015_185	4.179791	52.04162	435	0.00	0.00	2.09	66.32	31.59
2015_186	4.18728	52.04713	411	0.00	0.00	6.81	64.68	28.51
2015_187	4.194597	52.05273	402	0.00	0.29	15.01	53.21	31.49
2015_188	4.202072	52.05825	384	0.00	0.00	14.07	60.98	24.95
2015_189	4.212125	52.06479	443	0.00	0.00	2.94	61.92	35.15
2015_190	4.221796	52.07152	342	0.00	0.00	13.74	77.26	9.00
2015_191	4.231726	52.07812	343	0.00	0.00	16.23	71.83	11.94
2015_192	4.24121	52.08495	411	0.00	0.00	5.36	67.68	26.96
2015_196	4.200466	52.05907	318	0.00	0.00	22.43	70.69	6.88
2015_197	4.200428	52.05909	335	0.00	0.00	15.42	76.80	7.78
2015_198	4.200404	52.0591	299	0.00	0.00	26.84	69.98	3.17
2015_199	4.200381	52.05911	295	0.00	0.00	28.00	69.57	2.43
2015_200	4.200319	52.05915	302	0.00	0.04	27.97	66.85	5.14

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_201	4.192459	52.05382	332	2.89	1.25	24.35	52.40	19.13
2015_202	4.19251	52.0538	314	4.01	2.88	26.21	50.77	16.15
2015_203	4.19258	52.05376	288	4.86	5.65	29.82	45.93	13.76
2015_204	4.192666	52.05372	355	2.37	0.78	21.07	52.30	23.50
2015_205	4.192698	52.0537	342	1.77	1.02	23.59	52.38	21.24
2015_206	4.191232	52.056	69	47.52	22.14	20.40	9.39	0.79
2015_207	4.191552	52.05582	57	53.09	24.61	18.28	4.26	0.02
2015_208	4.192158	52.05553	65	48.90	26.01	20.92	4.42	0.01
2015_209	4.192062	52.05675	130	27.36	20.84	37.00	14.92	0.02
2015_210	4.1924	52.05656	135	29.40	17.41	34.53	18.35	0.44
2015_211	4.192949	52.0562	71	46.64	23.43	23.38	6.77	0.01
2015_212	4.192626	52.05743	163	20.82	16.01	39.19	23.32	0.75
2015_213	4.193149	52.0571	167	18.89	15.37	42.17	23.27	0.36
2015_214	4.193769	52.05673	62	50.63	22.71	19.42	7.05	0.43
2015_215	4.135957	52.0115	222	0.00	1.68	63.75	34.54	0.03
2015_216	4.133328	52.01284	218	0.00	4.96	59.94	34.77	0.33
2015_217	4.132232	52.0134	262	0.00	0.59	44.03	53.29	2.08
2015_218	4.13107	52.01399	220	0.00	5.10	58.40	35.97	0.54
2015_219	4.130045	52.01452	209	0.00	10.07	56.68	32.51	0.75
2015_220	4.129399	52.01485	173	0.01	21.37	59.47	19.13	0.02
2015_221	4.12751	52.01581	166	1.45	28.16	46.99	20.00	3.49
2015_222	4.122565	52.01834	155	16.20	23.15	34.23	20.18	6.38
2015_223	4.116641	52.02136	161	4.98	26.67	48.55	17.68	2.21
2015_224	4.109607	52.02495	172	2.02	18.80	62.73	16.44	0.01
2015_225	4.145136	52.01848	264	0.00	0.87	43.22	52.14	3.77
2015_226	4.143508	52.01931	241	0.00	6.36	46.35	33.98	13.31
2015_227	4.142906	52.01962	274	0.00	1.63	39.64	51.12	7.61
2015_228	4.142228	52.01996	261	0.00	2.12	43.79	49.40	4.68
2015_229	4.138412	52.02191	259	0.00	4.47	42.36	46.17	7.00
2015_230	4.137743	52.02225	250	0.00	6.34	43.70	43.28	6.68
2015_231	4.136832	52.02272	205	0.00	12.57	54.54	31.51	1.39
2015_232	4.134425	52.02395	190	9.26	17.51	39.97	27.41	5.92
2015_233	4.128791	52.02682	219	0.46	15.57	42.24	31.25	10.49
2015_234	4.125302	52.02861	183	1.66	21.28	48.88	24.10	4.10
2015_235	4.153709	52.02577	309	0.00	0.20	29.16	60.07	10.57
2015_236	4.152986	52.02614	293	0.00	0.10	31.53	63.80	4.57
2015_237	4.152378	52.02645	381	0.00	0.00	12.26	65.10	22.64
2015_238	4.150949	52.02718	244	0.00	5.43	46.84	41.52	6.23
2015_239	4.14737	52.02901	294	0.00	1.22	34.12	55.24	9.42
2015_240	4.146811	52.02929	280	0.00	2.14	37.56	52.34	7.96
2015_241	4.146216	52.02959	242	0.00	5.79	47.23	42.18	4.80
2015_242	4.14504	52.0302	434	1.14	0.89	9.17	51.45	37.37
2015_243	4.141106	52.0322	479	10.74	4.61	6.27	31.26	47.17
2015_244	4.13536	52.03514	308	0.00	1.25	31.10	54.46	13.18
2015_245	4.162886	52.03275	415	0.00	0.02	12.77	53.44	33.78
2015_246	4.161588	52.03341	248	0.00	1.08	49.82	47.97	1.13
2015_247	4.160023	52.03421	327	0.00	0.00	20.43	70.49	9.08
2015_248	4.159054	52.03471	253	0.00	2.46	46.41	47.60	3.53
2015_249	4.15657	52.03598	321	0.00	0.11	25.32	63.36	11.20
2015_250	4.155517	52.03651	323	0.00	0.23	26.48	59.81	13.49
2015_251	4.154868	52.03685	271	0.00	2.89	39.83	50.21	7.08

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

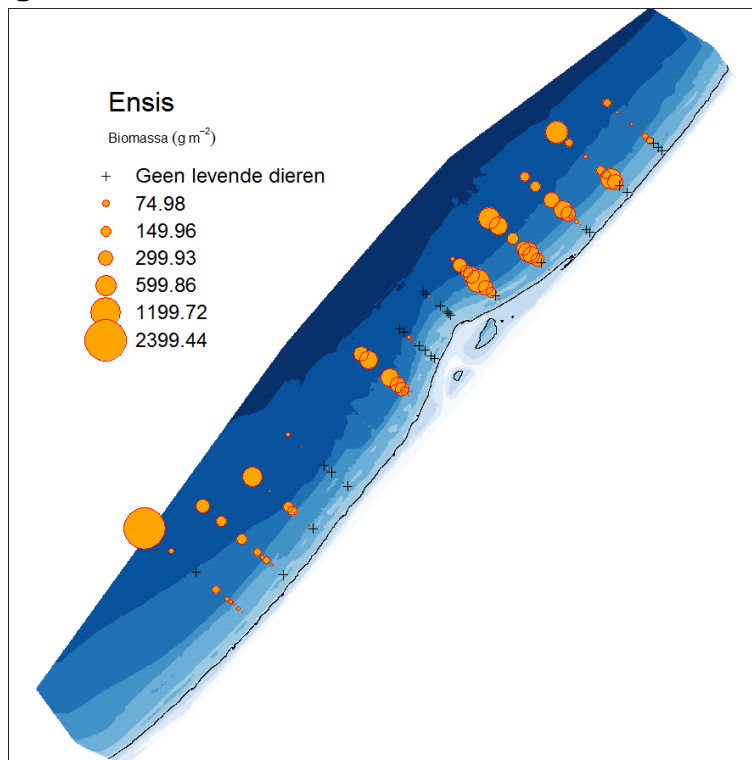
StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_252	4.153575	52.03751	401	0.00	0.00	11.14	60.13	28.73
2015_253	4.147349	52.04068	518	9.47	4.17	6.43	27.91	52.08
2015_254	4.143131	52.04284	282	0.00	1.06	37.33	54.44	7.17
2015_255	4.167115	52.03642	307	0.00	0.21	29.52	60.13	10.13
2015_256	4.164976	52.03752	319	16.33	5.52	15.99	38.83	23.40
2015_257	4.164069	52.03798	258	0.00	1.52	45.12	50.48	2.89
2015_258	4.163481	52.03828	278	0.00	0.93	38.23	55.20	5.64
2015_259	4.162874	52.03859	210	0.00	6.86	61.45	31.35	0.34
2015_260	4.161995	52.03904	250	0.00	6.19	43.90	42.12	7.79
2015_261	4.160634	52.03974	527	0.00	0.00	3.04	42.07	54.90
2015_262	4.156553	52.04182	306	3.60	0.61	28.22	55.12	12.45
2015_263	4.152095	52.0441	580	0.36	1.07	3.98	33.26	61.36
2015_264	4.148736	52.04581	213	7.24	10.95	43.42	34.41	4.00
2015_265	4.170951	52.0403	267	0.00	0.87	41.89	53.68	3.55
2015_266	4.169002	52.0413	363	0.00	0.00	15.23	66.15	18.61
2015_267	4.168292	52.04166	359	0.00	0.04	19.07	59.97	20.92
2015_268	4.167703	52.04196	274	0.00	0.85	39.62	54.83	4.69
2015_269	4.167067	52.04228	231	0.00	4.04	54.08	40.62	1.26
2015_270	4.166459	52.04259	231	1.72	7.08	48.06	38.79	4.35
2015_271	4.164863	52.04341	278	0.00	4.99	36.80	47.02	11.18
2015_272	4.16152	52.04512	225	2.03	6.92	50.59	37.55	2.91
2015_273	4.156984	52.04743	213	0.00	8.77	56.39	33.74	1.10
2015_274	4.154481	52.04871	198	4.68	11.90	52.92	29.12	1.37
2015_275	4.176783	52.04783	321	0.00	0.05	24.46	64.97	10.52
2015_276	4.175692	52.04838	426	0.00	0.00	6.85	59.83	33.31
2015_277	4.175089	52.04869	349	0.00	0.00	14.73	72.32	12.95
2015_278	4.173969	52.04926	307	0.00	0.10	28.64	63.27	7.99
2015_279	4.173122	52.0497	322	0.00	0.21	26.32	60.45	13.02
2015_280	4.172055	52.05024	341	0.00	0.00	19.29	66.74	13.97
2015_281	4.170649	52.05096	459	0.00	0.00	9.76	47.43	42.82
2015_282	4.169317	52.05164	226	0.00	7.20	51.81	36.76	4.23
2015_283	4.165199	52.05374	306	0.00	1.58	32.37	48.25	17.79
2015_284	4.163761	52.05448	279	0.00	4.26	37.67	43.13	14.94
2015_285	4.182072	52.05446	288	0.00	0.50	34.76	58.50	6.24
2015_286	4.181208	52.0549	502	0.00	0.00	1.79	47.82	50.38
2015_287	4.180375	52.05533	439	0.00	0.00	3.37	62.16	34.47
2015_288	4.178027	52.05653	416	0.00	0.00	7.27	62.08	30.65
2015_289	4.176613	52.05725	410	0.00	0.00	7.76	63.31	28.94
2015_290	4.175979	52.05757	401	0.00	0.00	8.86	64.31	26.84
2015_291	4.175327	52.05791	393	0.00	0.00	9.82	65.31	24.88
2015_292	4.174433	52.05836	421	0.00	0.00	7.11	61.04	31.85
2015_293	4.173291	52.05895	538	8.53	4.10	5.07	27.55	54.80
2015_294	4.172365	52.05942	266	5.96	5.19	34.68	40.23	13.94
2015_295	4.191079	52.0592	281	0.00	0.61	36.99	57.54	4.87
2015_296	4.190365	52.05956	381	0.00	0.00	11.93	65.49	22.58
2015_297	4.18946	52.06003	329	0.00	0.00	20.10	70.28	9.62
2015_298	4.186943	52.06131	253	0.00	1.37	47.10	49.52	2.02
2015_299	4.185065	52.06227	320	0.00	0.00	21.77	70.86	7.37
2015_300	4.183755	52.06294	357	0.00	0.00	10.42	77.80	11.78
2015_301	4.182503	52.06358	375	0.00	0.00	9.88	71.45	18.66
2015_302	4.181508	52.06409	402	0.00	0.00	8.80	63.78	27.42

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

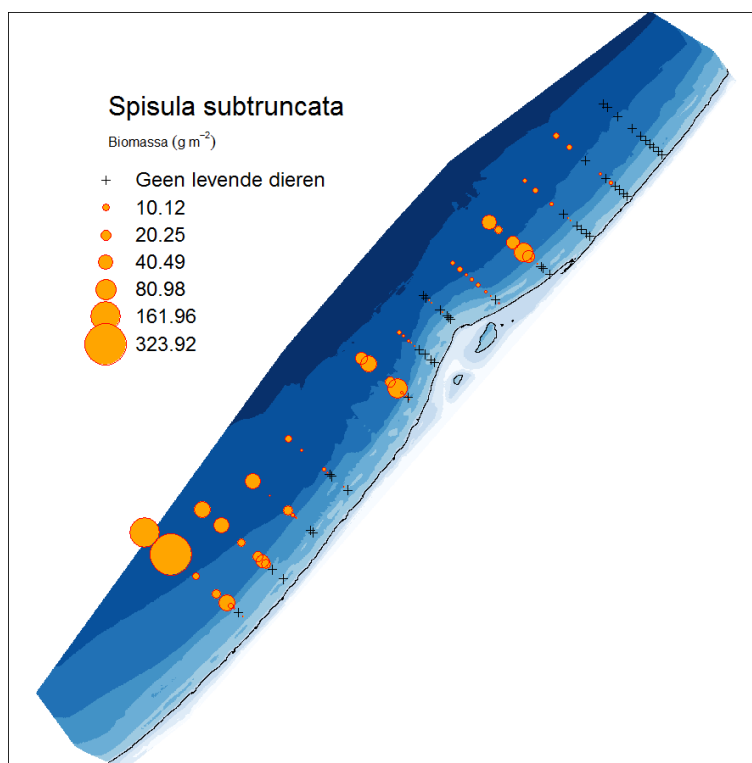
StationNr	Latitude	Longitude	Mediaan	% silt	% zeer fijn zand	% fijn zand	% medium zand	% grof zand
2015_303	4.180275	52.06472	292	0.00	0.30	33.53	58.85	7.31
2015_304	4.179514	52.06511	251	6.66	2.84	40.01	45.96	4.53
2015_305	4.202855	52.06369	372	0.00	0.00	13.23	66.22	20.55
2015_306	4.202175	52.06403	321	3.30	0.31	25.07	57.23	14.10
2015_307	4.201355	52.06445	331	0.00	0.00	19.10	71.49	9.41
2015_308	4.200043	52.06512	273	0.00	2.68	39.29	50.96	7.06
2015_309	4.198771	52.06577	193	0.00	14.02	59.17	26.28	0.53
2015_310	4.197794	52.06627	167	3.11	19.78	62.90	14.21	0.00
2015_311	4.196308	52.06703	177	3.50	15.44	63.04	18.01	0.01
2015_312	4.193758	52.06834	204	0.00	9.97	59.81	29.88	0.34
2015_313	4.190072	52.07022	188	14.69	12.35	41.81	27.32	3.86
2015_314	4.187992	52.07128	228	1.66	6.79	49.56	37.78	4.22
2015_315	4.214368	52.06948	407	0.00	0.00	6.08	67.49	26.43
2015_316	4.213464	52.06994	263	0.00	0.32	43.51	54.97	1.21
2015_317	4.212562	52.0704	229	0.00	2.48	57.78	39.37	0.37
2015_318	4.210955	52.07122	231	0.00	5.48	52.17	39.80	2.55
2015_319	4.209318	52.07206	441	0.29	0.74	10.40	49.49	39.08
2015_320	4.208546	52.07246	229	0.00	10.05	46.59	36.69	6.67
2015_321	4.2074	52.07304	213	0.00	10.57	53.43	33.86	2.15
2015_322	4.203867	52.07485	304	3.22	3.82	29.08	47.79	16.09
2015_323	4.200137	52.07675	362	0.00	0.00	17.75	61.39	20.86
2015_324	4.197077	52.07832	491	0.38	1.34	8.52	41.25	48.51
2015_325	4.224153	52.07615	295	0.00	0.34	32.85	59.18	7.62
2015_326	4.223016	52.07674	248	0.00	0.98	49.85	48.17	1.01
2015_327	4.222441	52.07703	222	0.00	4.75	57.94	36.59	0.71
2015_328	4.221202	52.07766	237	0.00	4.26	51.00	41.82	2.93
2015_329	4.219946	52.07831	218	0.00	5.82	58.28	34.96	0.94
2015_330	4.219052	52.07876	255	0.00	4.02	44.32	45.10	6.55
2015_331	4.216897	52.07986	289	0.00	4.34	34.92	45.84	14.90
2015_332	4.213175	52.08177	282	0.00	1.57	37.03	53.66	7.73
2015_333	4.209853	52.08346	311	0.00	0.85	30.34	54.03	14.79
2015_334	4.20573	52.08557	248	1.63	3.93	45.29	45.20	3.94
2015_335	4.233817	52.08289	296	0.00	0.19	32.07	60.48	7.25
2015_336	4.232888	52.08337	289	0.00	0.08	32.97	63.14	3.81
2015_337	4.231607	52.08402	229	0.00	2.09	58.51	39.17	0.23
2015_338	4.230441	52.08462	224	0.00	2.75	60.59	36.48	0.19
2015_339	4.229521	52.08509	752	0.00	3.24	7.26	12.62	76.88
2015_340	4.228851	52.08543	607	0.00	4.47	11.43	21.59	62.50
2015_341	4.226239	52.08677	559	0.08	1.54	4.62	34.65	59.11
2015_342	4.222521	52.08867	542	0.00	0.00	2.79	39.94	57.28
2015_343	4.218062	52.09095	227	0.00	6.86	51.87	38.28	3.00
2015_344	4.216233	52.09188	220	0.00	10.34	49.78	33.91	5.97

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

E. Verspreiding enkele bodemdiersoorten uit bodemschaaf

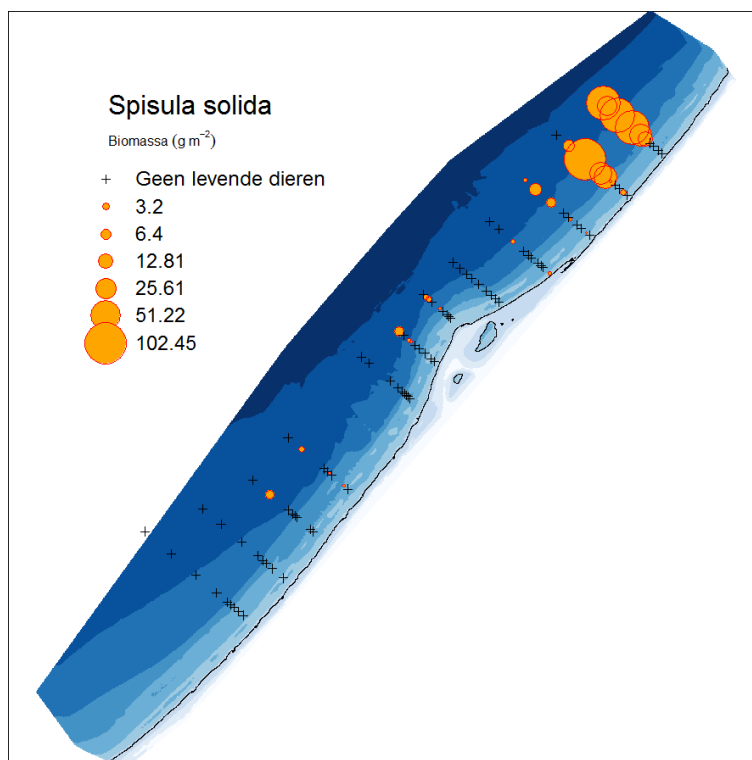


Figuur 36: Verspreidingskaart *Ensis* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

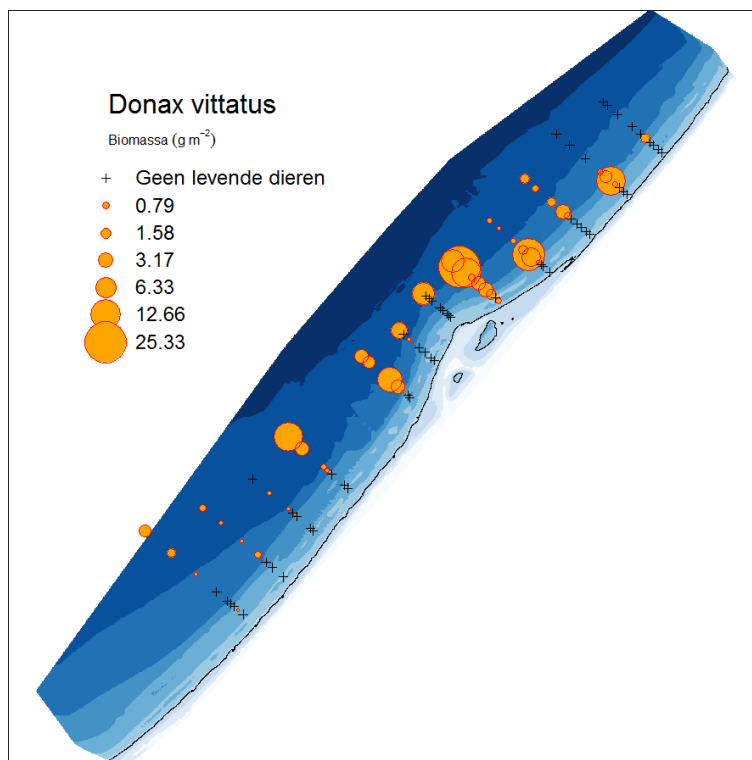


Figuur 37: Verspreidingskaart *Spisula subtruncata* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

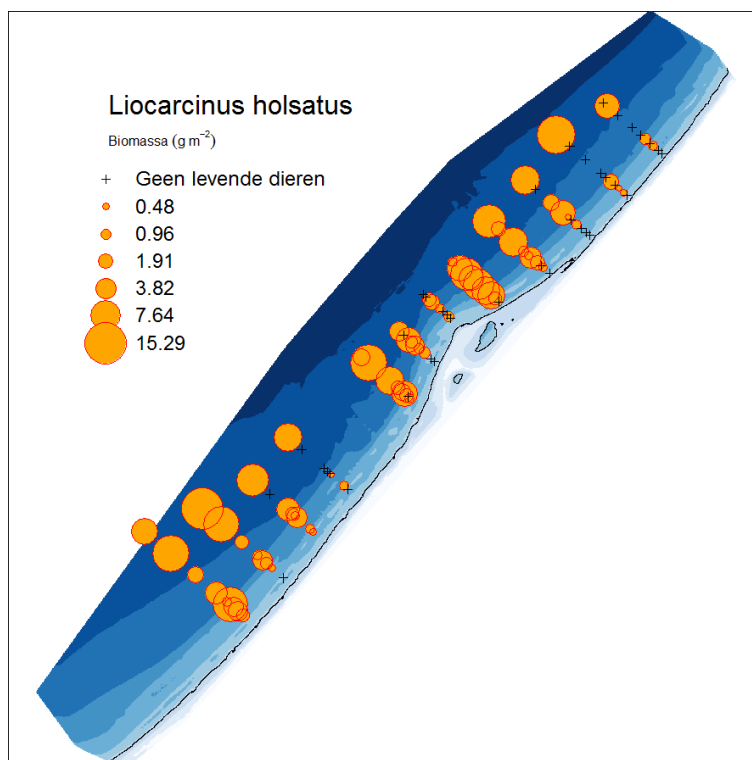


Figuur 38: Verspreidingskaart *Spisula solida* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

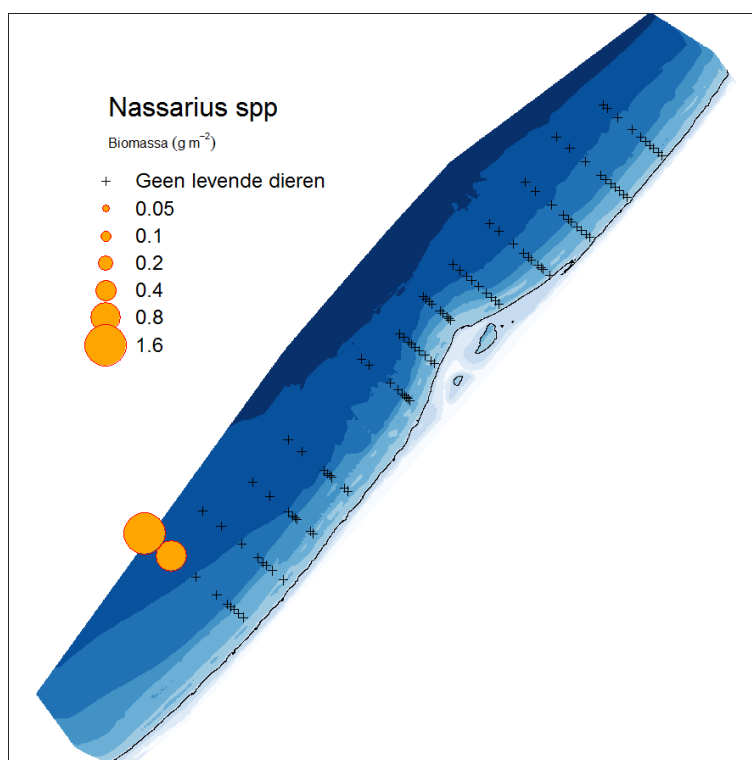


Figuur 39: Verspreidingskaart *Donax vittatus* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

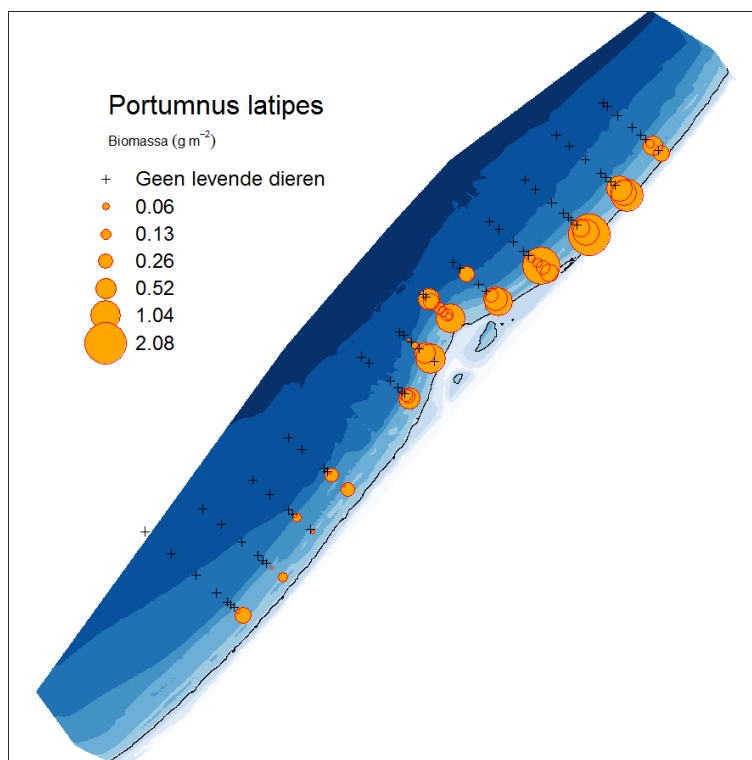


Figuur 40: Verspreidingskaart *Liocarcinus holsatus* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

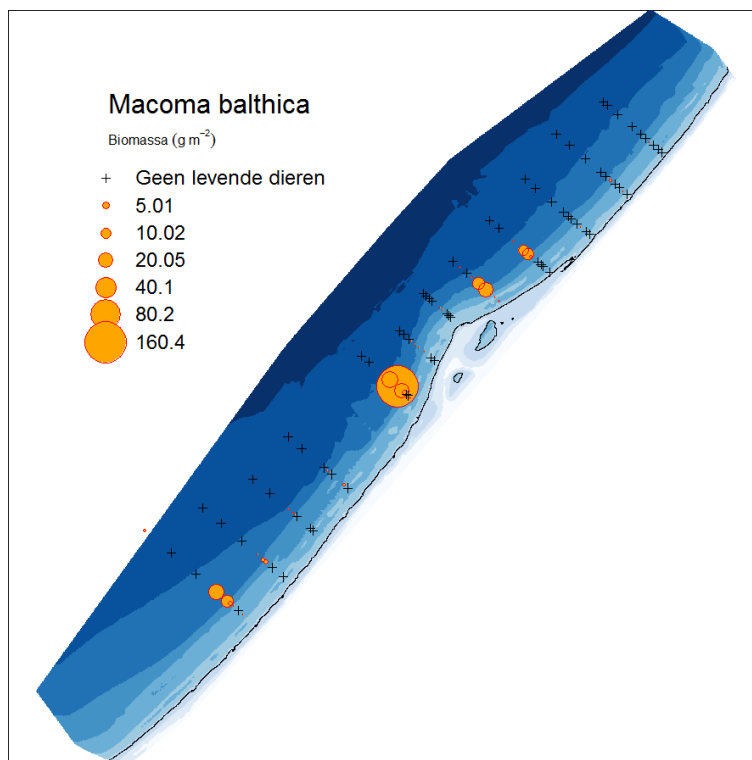


Figuur 41: Verspreidingskaart *Nassarius spp* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

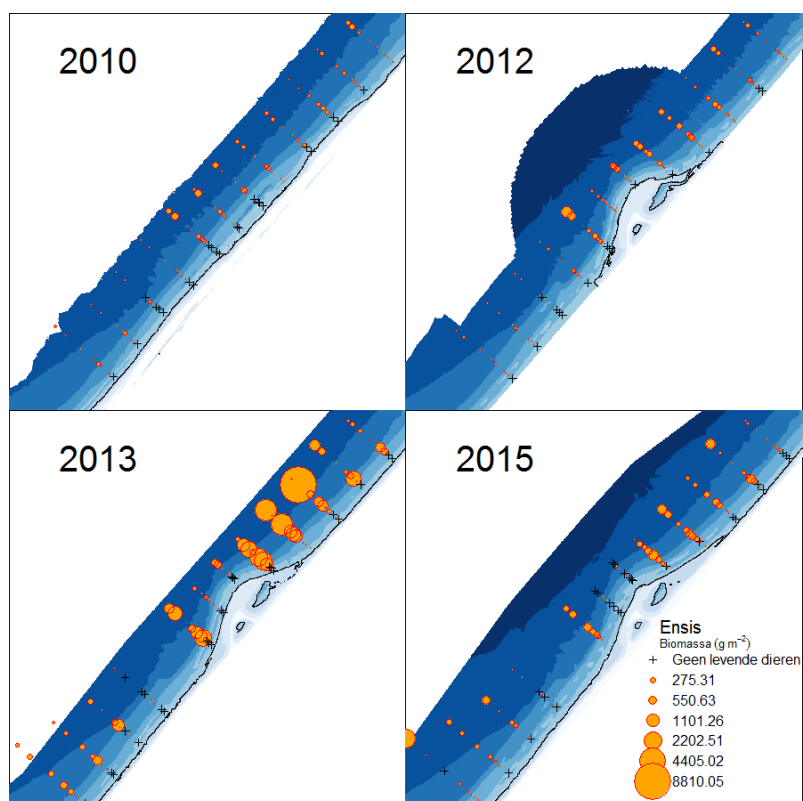


Figuur 42: Verspreidingskaart *Portumnus latipes* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

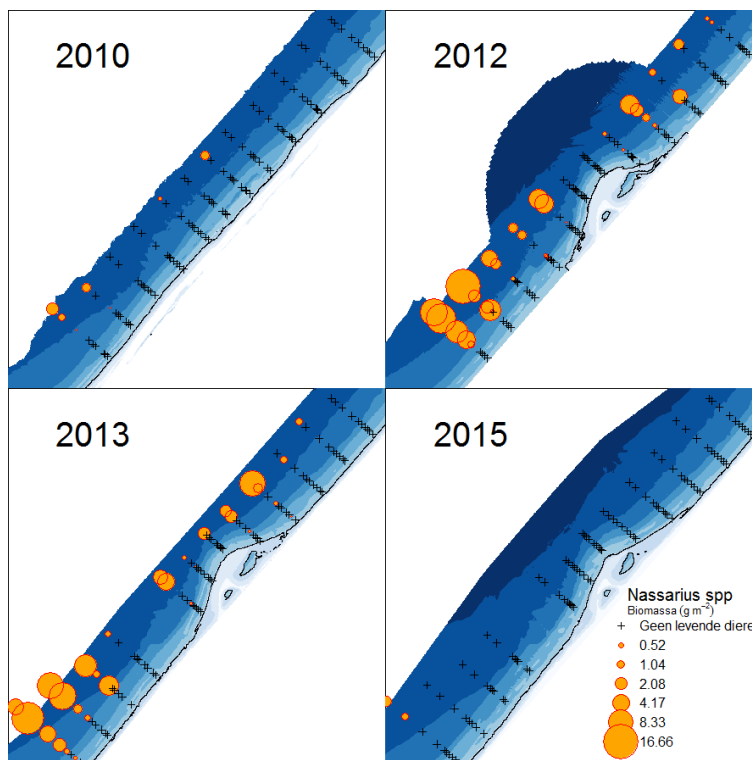


Figuur 43: Verspreidingskaart *Macoma balthica* (g m^{-2}) bemonsterd met de bodemschaaf in 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

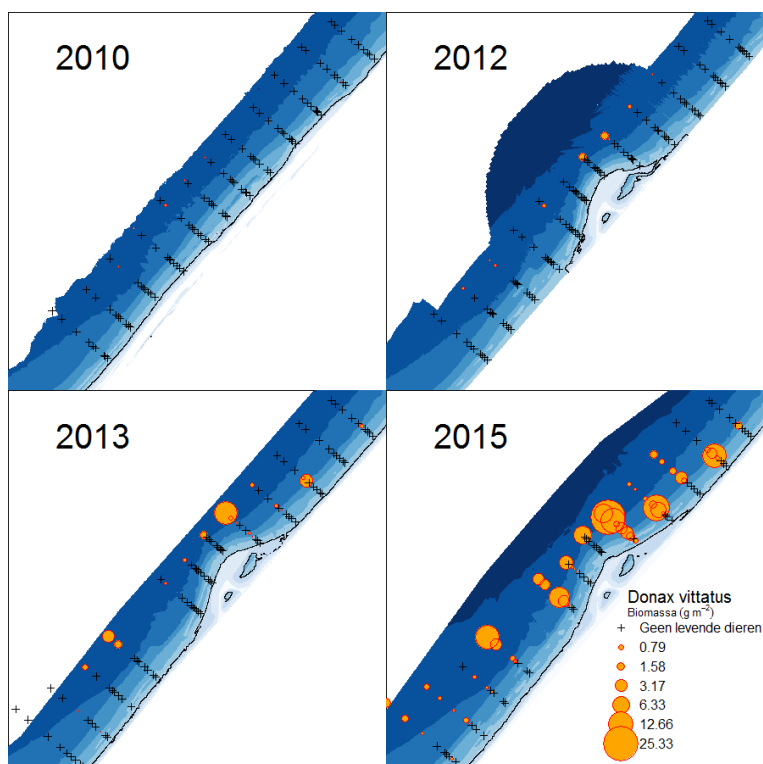


Figuur 44: Verspreidingskaart *Ensis* (g m⁻²) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

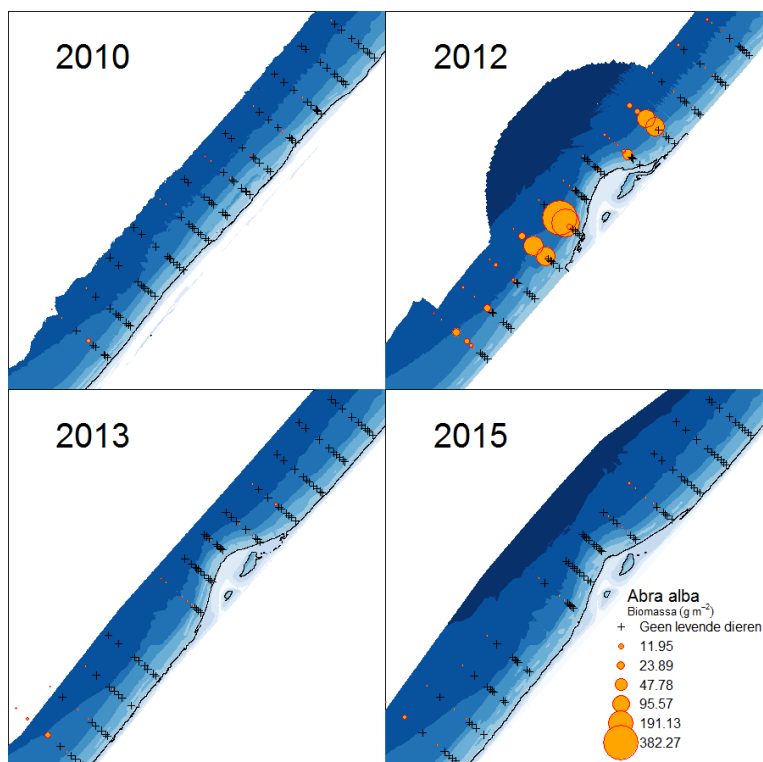


Figuur 45: Verspreidingskaart *Nassarius* spp. (g m⁻²) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

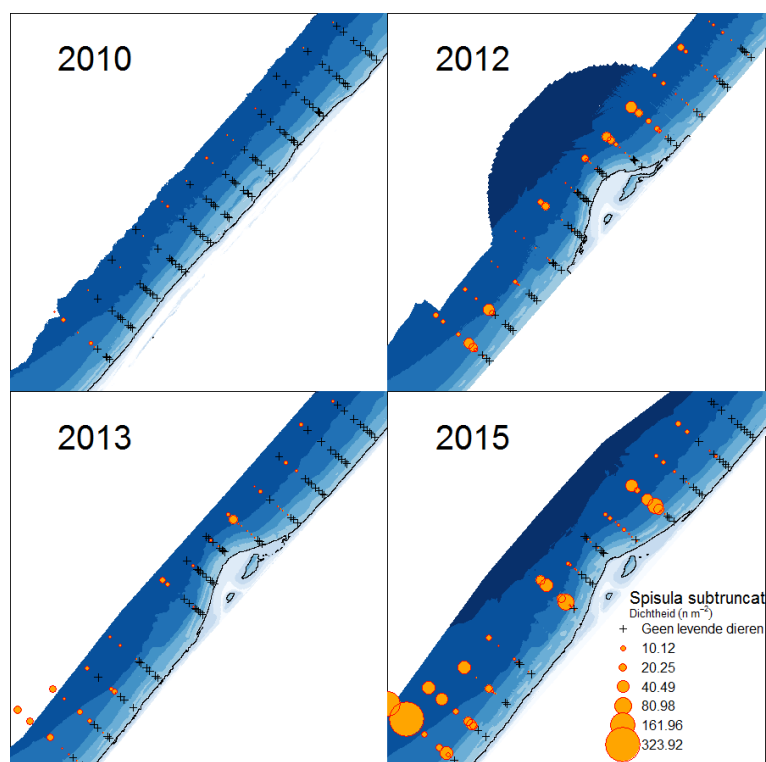


Figuur 46: Verspreidingskaart *Donax vittatus*. (g m⁻²) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

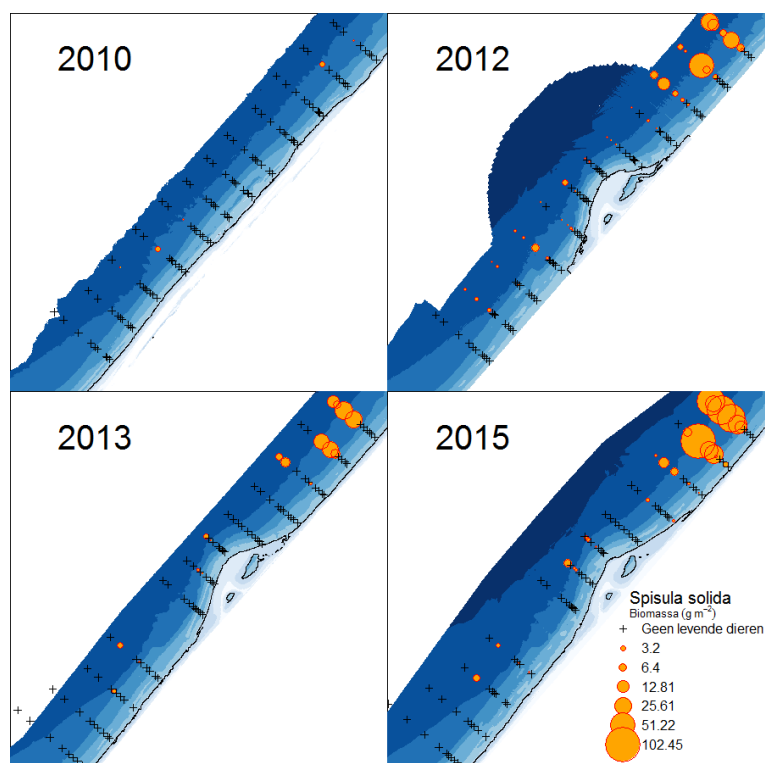


Figuur 47: Verspreidingskaart *Abra alba* (g m⁻²) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

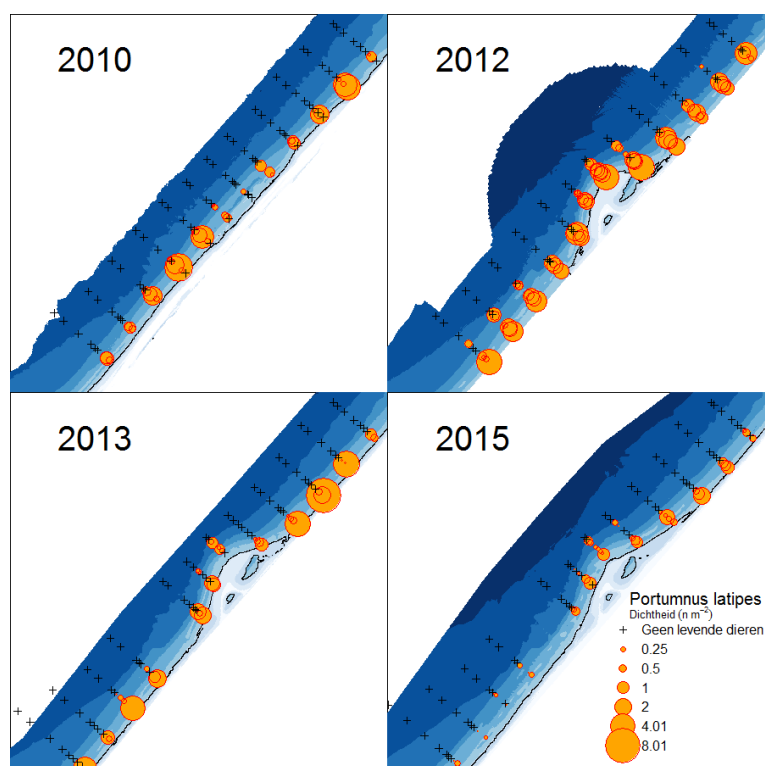


Figuur 48: Verspreidingskaart *Spisula subtruncata* (g m⁻²) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.



Figuur 49: Verspreidingskaart *Spisula solida* (g m⁻²) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

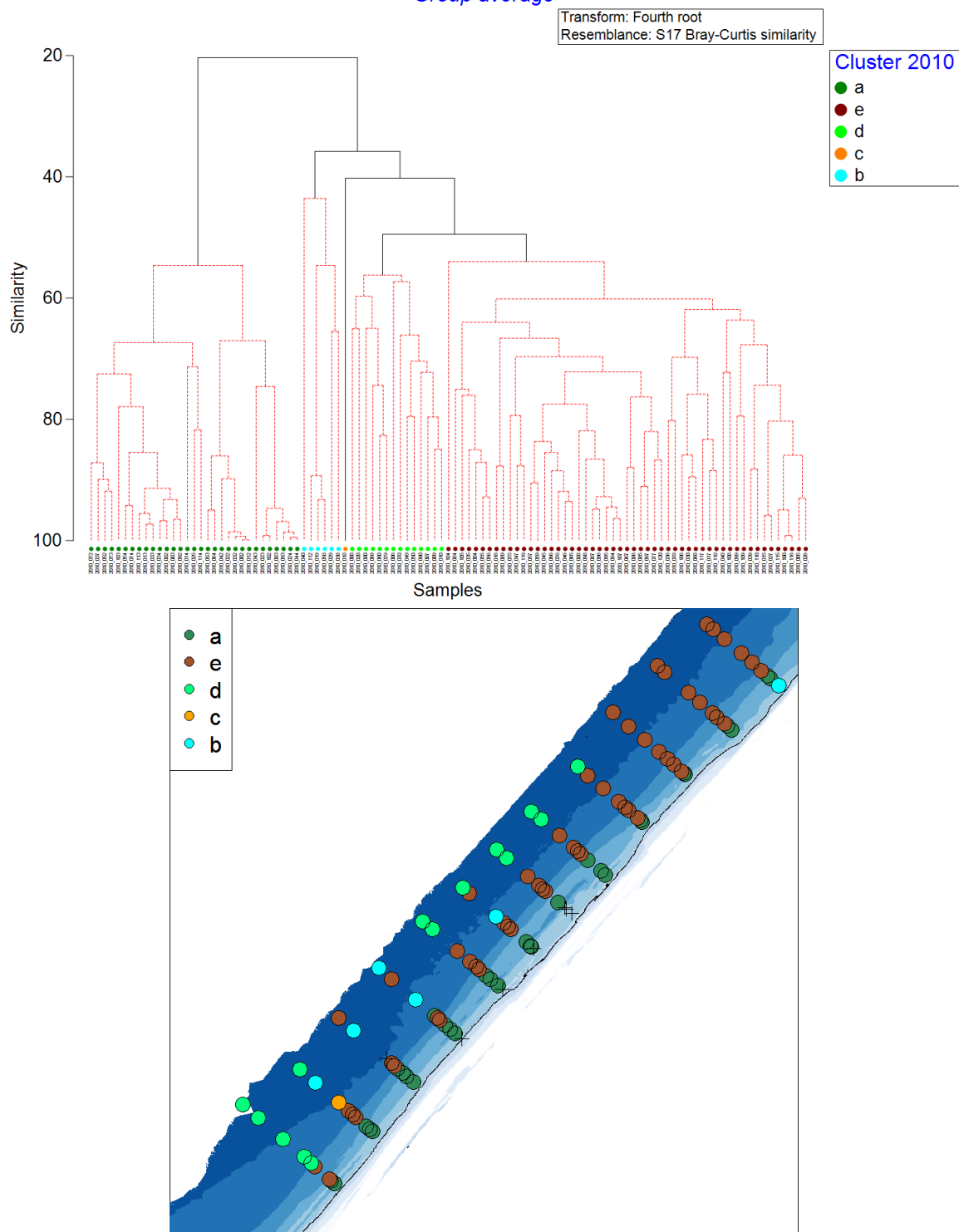


Figuur 50: Verspreidingskaart *Portumnus latipes* ($g \cdot m^{-2}$) bemonsterd met de bodemschaaf voor de jaren 2010, 2012, 2013 en 2015.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief

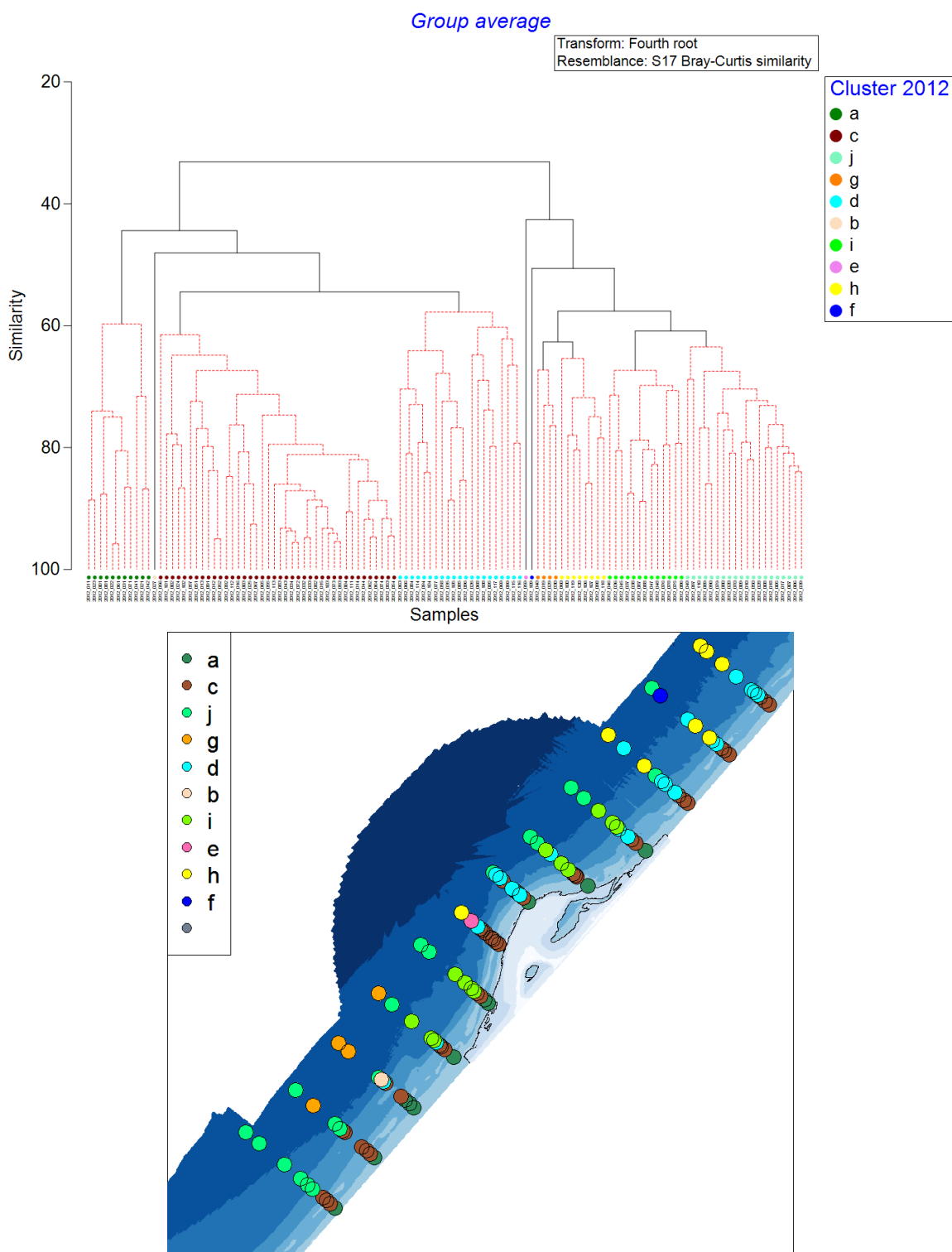
F. Clusteranalyse schaaftdata voorgaande jaren

Group average



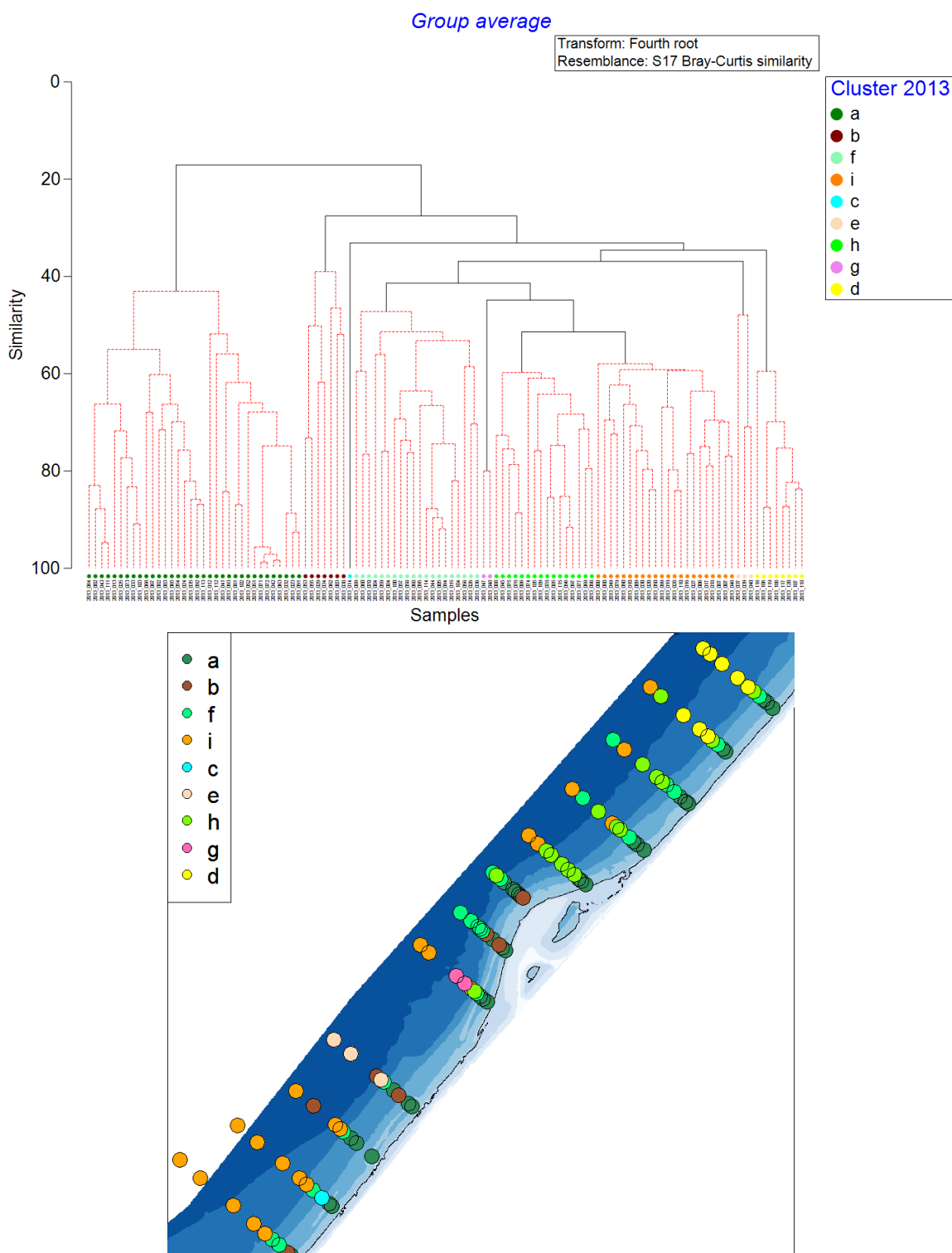
Figuur 51: Clusteranalyse schaaftdata 2010. Bovenste plot het dendrogram. Zwarte lijnen van het dendrogram geven de significante ($p < 0.05$) clusters weer. De markers geven de verschillende clusters. Onderste plot: de ruimtelijke verdeling van de clusters over het gebied.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



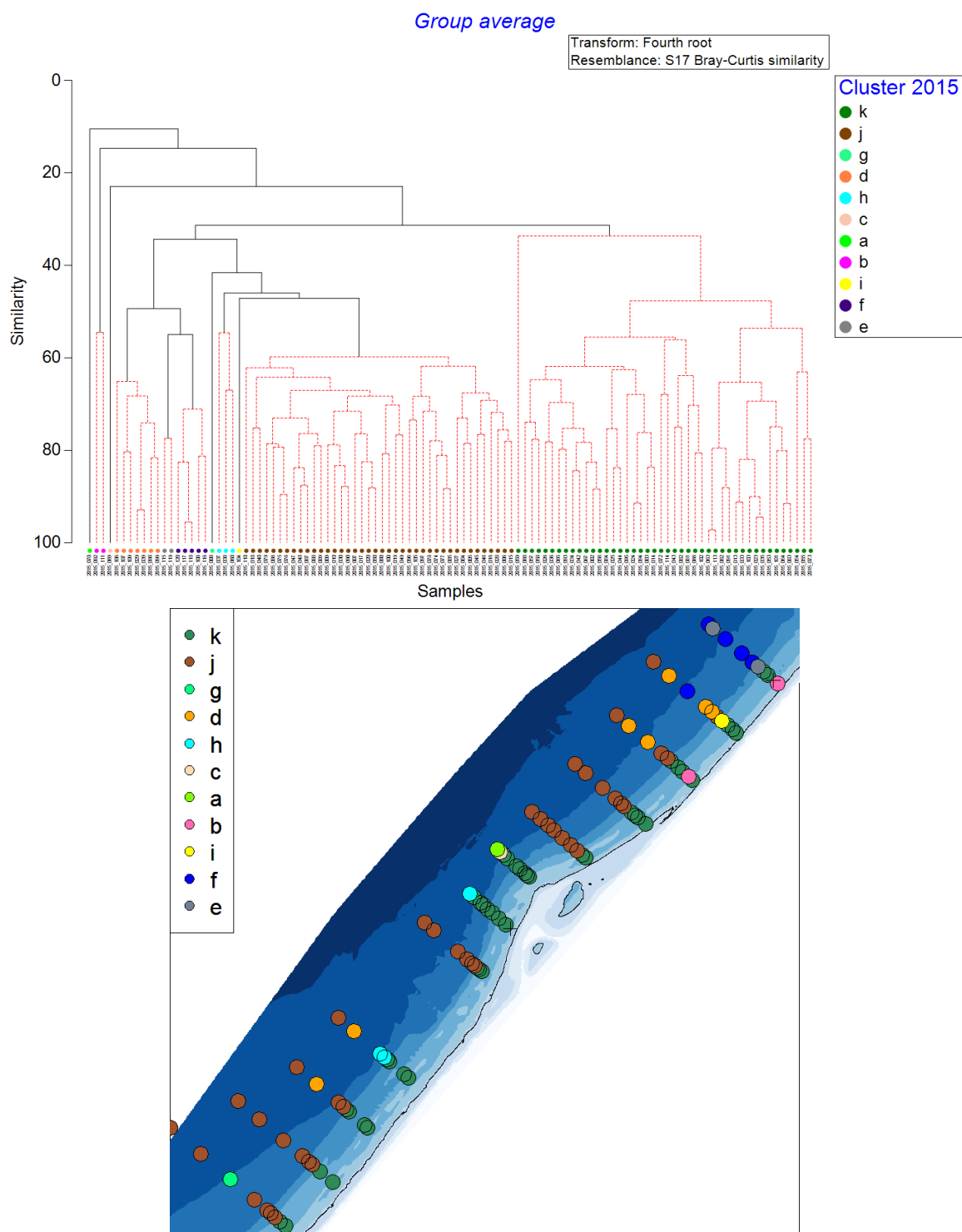
Figuur 52: Clusteranalyse schaaftdata 2012. Bovenste plot het dendrogram. Zwarte lijnen van het dendrogram geven de significante ($p < 0.05$) clusters weer. De markers geven de verschillende clusters. Onderste plot: de ruimtelijke verdeling van de clusters over het gebied.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 53: Clusteranalyse schaaftdata 2013. Bovenste plot het dendrogram. Zwarte lijnen van het dendrogram geven de significante ($p < 0.05$) clusters weer. De markers geven de verschillende clusters. Onderste plot: de ruimtelijke verdeling van de clusters over het gebied.

1205045-000-ZKS-0118, 9 februari 2016, definitief



Figuur 54: Clusteranalyse schaaftdata 2015. Bovenste plot het dendrogram. Zwarte lijnen van het dendrogram geven de significante ($p < 0.05$) clusters weer. De markers geven de verschillende clusters. Onderste plot: de ruimtelijke verdeling van de clusters over het gebied.