



IMARES

WAGENINGEN UR

Deltares

Enabling Delta Life



## T0-rapportage Monitoring en Evaluatie pilot Zandmotor



VERTEGAAL

ECOLOGISCH ADVIES EN ONDERZOEK

BUREAU VOOR STRAND- EN DUINONDERZOEK

ARENS





# **T0-rapportage Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor**

P.K. Tonnon (ed.)  
M.J. Baptist (ed.)

1203519-000



**Titel**  
T0-rapportage Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor

**Opdrachtgever**  
Rijkswaterstaat Waterdienst 1203519-000

**Project**  
1203519-000

**Kenmerk**  
1203519-000-ZKS-0035  
C016/11

**Pagina's**  
198

**Trefwoorden**  
Zandmotor, T0-rapportage, uitgangssituatie, monitoring, evaluatie

**Samenvatting**  
Deze T0-rapportage Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor beschrijft de uitgangssituatie voor aanleg van de Zandmotor aan de hand van de evaluatievragen, parameters en indicatoren uit het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor (Deltares/IMARES, 2011). Het legt de basis voor de beschrijving van de effecten van de Zandmotor en is in opdracht van Rijkswaterstaat Waterdienst gezamenlijk opgesteld door Deltares en IMARES met medewerking van Vertegaal ecologisch advies en onderzoek en Arens bureau voor strand- en duinonderzoek.

**Referenties**  
Opdrachtbrief RWS Waterdienst d.d. 25 oktober 2010 met kenmerk RWS/WD-2010/3387a met betrekking tot overeenkomst zaaknummer 31044353/4500169751 voor "Monitoring en Evaluatie pilot Zandmotor, Fase 1"

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
1.0	31-03-2011	Ir. P.K. Tonnon (ed.)	<i>Mu</i>	Prof. dr. R.W.P.M. Laane	<i>[Handwritten Signature]</i>	Ir. T. Schilperoord	<i>[Handwritten Signature]</i>
		Dr. Ir. M.J. Baptist (ed.)		Dr. J.A.M. Craeymeersch (benthos)	<i>[Handwritten Signature]</i>		
				Prof. dr. A.D. Rijnsdorp (vis)	<i>[Handwritten Signature]</i>		
				Drs. M.F. Leopold (zeevogels)	<i>[Handwritten Signature]</i>		
				Drs. S.M.J.M. Brasseur (zeehonden)	<i>[Handwritten Signature]</i>		
				Dr. M. Scheldat (bruinvissen)	<i>[Handwritten Signature]</i>		

Status  
definitief



## Inhoud

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>1</b>
1.1	Achtergrond	1
1.2	Projectkader en organisatie	1
1.2.1	Projectkader	1
1.2.2	Organisatie	1
1.3	Opzet T0-rapportage	2
1.4	Leeswijzer	2
1.5	Referenties	2
<b>2</b>	<b>Aansluiting Uitvoeringsprogramma</b>	<b>3</b>
2.1	Evaluatievragen en benodigde monitoring 2010	3
2.2	Thema's	3
2.3	Meteo- en hydrodynamiek	4
2.4	Strand en Vooroever – morfologie en sedimentsamenstelling	4
2.5	Strand en Vooroever – ecologie	4
2.6	Natuur/duinen – geomorfologie en ecologie	4
2.7	Referenties	4
<b>3</b>	<b>T0-rapportage Meteo- en hydrodynamiek</b>	<b>7</b>
3.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	7
3.2	Inleiding	7
3.3	Beschrijving parameters	7
3.3.1	Wind	7
3.3.2	Waterstanden	7
3.3.3	Golven	7
3.3.4	Stromingen	8
3.3.5	Muien	8
3.3.6	Neerslag	8
3.3.7	Slib- & zandtransporten	8
3.3.8	Waterkwaliteit	8
3.4	Conclusie	9
3.5	Referenties	9
<b>4</b>	<b>T0-rapportage Meteo- en hydrodynamiek, onderdeel golven</b>	<b>11</b>
4.1	Aansluiting uitvoeringsprogramma	11
4.2	Inleiding	11
4.3	Methode	11
4.4	Resultaten	13
4.5	Golfklimaat (1990 – 2010)	13
4.6	Golfklimaat (2010)	15
4.7	Discussie en conclusies	18
4.8	Referenties	18
<b>5</b>	<b>T0-rapportage Strand- en vooroever; morfologie</b>	<b>19</b>
5.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	19
5.2	Inleiding	19
5.3	Beschrijving indicatoren	20

5.3.1	Momentane Kustlijn positie	20
5.3.2	Positie Gemiddeld Laag Water lijn en Gemiddeld Hoog Water lijn	21
5.3.3	Gemiddelde helling en breedte van strand en voorover	22
5.3.4	Gemiddelde positie en hoogte brekerbanken	25
5.3.5	Volume ontwikkeling kustfundament	25
5.3.6	Positie duinvoet	26
5.3.7	Ligging afslaglijnen	27
<b>6</b>	<b>T0-rapportage Strand en voorover; sedimentsamenstelling</b>	<b>29</b>
6.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	29
6.2	Inleiding	30
6.3	Methode	30
6.4	Resultaten	30
6.4.1	Sediment in de kustzone	30
6.4.2	Sediment van het strand	31
6.4.3	Surfzone en ondiepe voorover locatie Zandmotor	34
6.4.4	Aanvullende data Vlugtenburg (Medusa, 2009)	36
6.4.5	Zware mineralen (Kalium, Thorium, Uranium)	37
6.5	Conclusies en discussie	37
6.5.1	Sediment van de kustzone Zandmotor	37
6.5.2	Bruikbaarheid van de gebruikte informatie	38
6.5.3	Kennishiaten en gewenste of noodzakelijke aanvullingen	38
6.6	Referenties	39
<b>7</b>	<b>T0-rapportage Strand en voorover; ecologie, onderdeel benthos</b>	<b>41</b>
7.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	41
7.2	Inleiding	42
7.3	Methoden	42
7.4	Resultaten	42
7.5	Conclusies en discussie	44
7.6	Referenties	44
<b>8</b>	<b>T0-rapportage Strand en voorover; ecologie, onderdeel vislarven</b>	<b>45</b>
8.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	45
8.2	Inleiding	45
8.3	Methoden	46
8.4	Resultaten	48
8.4.1	Jaarlijkse variabiliteit	48
8.4.2	Schol	48
8.4.3	Tong	48
8.4.4	Haring	49
8.5	Conclusies en discussie	49
8.6	Referenties	53
<b>9</b>	<b>T0-rapportage Strand en voorover; ecologie, onderdeel juveniele vis</b>	<b>55</b>
9.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	55
9.2	Inleiding	55
9.3	Methoden	55
9.3.1	Statistische analyse	56
9.3.2	Kans op voorkomen in relatie tot waterdiepte	56
9.3.3	Invloed van waterdiepte, watertemperatuur en dag op dichtheid	58



9.4	Resultaten	59
9.4.1	Schol	59
9.4.2	Tong	60
9.4.3	Grondel	61
9.4.4	Sprot	62
9.4.5	Wijting	63
9.4.6	Haring	64
9.4.7	Tarbot	65
9.5	Conclusies en discussie	66
<b>10</b>	<b>T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel zeevogels</b>	<b>75</b>
10.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	75
10.2	Inleiding	75
10.3	Methoden	75
10.4	Resultaten	76
10.4.1	Duikers	76
10.4.2	Fuut	76
10.4.3	Aalscholver	77
10.4.4	Eidereenden en Zee-eenden	77
10.4.5	Ganzen, eenden, steltlopers en andere doortrekkers	77
10.4.6	Dwergmeeuw	77
10.4.7	Kleine Mantelmeeuw	77
10.4.8	Drieteenmeeuw	78
10.4.9	Overige meeuwen	78
10.4.10	Grote Stern	78
10.4.11	Visdief en Noordse Stern	78
10.4.12	Dwergstern en Zwarte stern	79
10.4.13	Zeekoet en Alk	79
10.5	Conclusies en discussie	80
10.6	Dankwoord	80
10.7	Referenties	80
<b>11</b>	<b>T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel zeezoogdieren</b>	<b>83</b>
11.1	Aansluiting Uitvoeringsprogramma	83
11.2	Inleiding	83
11.3	Methoden	84
11.4	Resultaten	84
11.4.1	Gewone- en Grijs Zeehond	84
11.4.2	Bruinvis	86
11.5	Conclusies en discussie	90
11.6	Referenties	90
<b>12</b>	<b>T0-rapportage Duinen/Natuur; geomorfologie</b>	<b>93</b>
12.1	Aansluiting uitvoeringsprogramma	93
12.2	Inleiding	93
12.3	Methoden	93
12.3.1	Uitgangssituatie morfologie	94
12.4	Resultaten	97
12.5	Mogelijke effecten van een zandmotor	100
12.5.1	Salt spray	100
12.5.2	Sedimentsamenstelling	100

12.6 Referenties	101
<b>13 T0-rapportage Duinen/natuur; ecologie</b>	<b>103</b>
13.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma	103
13.1.1 Evaluatievragen	103
13.2 Inleiding	105
13.2.1 Studiegebied	105
13.2.2 Vegetatie(structuur)kartering	106
13.2.3 Vegetatieopnamen	107
13.2.4 Hogere planten	107
13.2.5 Broedvogels	108
13.3 Resultaten: analyse van lacunes en advies extra monitoring T0	109
13.4 Resultaten: overzicht advies extra T0-monitoring en kostenraming parameters duinen/natuur	111
13.5 Referenties	111
<b>Bijlage(n)</b>	
<b>A Kaarten mediane korrelgrootte Solleveld 2010</b>	<b>A-1</b>
<b>B Kaarten mediane korrelgrootte en bodemruwheid Vlugtenburg 2009</b>	<b>B-1</b>
<b>C Data vooroeverbemonstering Schiermonnikoog, Ameland en Egmond 2006</b>	<b>C-1</b>
<b>D Data voor de morfologische strata van ondiepe voeroever uit onderzoek uitgevoerd in 2006 &amp; 2008 bij Egmond, Schiermonnikoog en Ameland</b>	<b>D-1</b>
<b>E Bodemsamenstelling (T0-meting) noordwest punt van Texel 2009 (Bos et al., 2009)</b>	<b>E-1</b>
<b>F ESAS/RIKZ zeevogeltellingen</b>	<b>F-1</b>
<b>G ZWS/www.trektellen.nl gegevens zeevogels</b>	<b>G-1</b>
<b>H Kartering (sub)habitattypen Solleveld in 2008</b>	<b>H-1</b>
<b>I Locaties opnamen vegetatiebestand Provincie Zuid-Holland</b>	<b>I-1</b>
<b>J Indeling in vakken bij inventarisatie van planten in Solleveld</b>	<b>J-1</b>
<b>K Vindplaatsen van aandachtsoorten hogere planten in Solleveld in 2004</b>	<b>K-1</b>
<b>L Kavelindeling broedvogelonderzoek Vogelwerkgroep Solleveld</b>	<b>L-1</b>

# 1 Inleiding

## 1.1 Achtergrond

Met het concept van de Zandmotor, een megasuppletie voor de kust waarmee de kustveiligheid voor de lange termijn wordt gecombineerd met de realisatie van ruimte voor natuur en recreatie, is nog geen ervaring opgedaan. Vooruitlopend op de start van de aanleg van de pilot Zandmotor heeft Rijkswaterstaat Waterdienst opdracht verstrekt aan Deltares voor het opstellen van een Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie pilot Zandmotor (opdrachtbrief RWS Waterdienst d.d. 25 oktober 2010 met kenmerk RWS/WD-2010/3387a)

## 1.2 Projectkader en organisatie

### 1.2.1 Projectkader

De uitgangspunten voor de T0-rapportage worden gevormd door het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor (Deltares/IMARES, 2011) waarin de evaluatiesystematiek en monitoringsbehoefte voor evaluatie van de Zandmotor over de periode 2011 tot en met 2021 is beschreven. De T0-rapportage sluit verder aan bij de resultaten van de door de Waterdienst georganiseerde workshop T0.

### 1.2.2 Organisatie

Deze T0-rapportage Monitoring en Evaluatie pilot Zandmotor is gezamenlijk als consortium opgesteld door Deltares en IMARES met medewerking van Vertegaal ecologisch advies en onderzoek en Arens bureau voor strand- en duinonderzoek. Deltares treedt gedurende het project op als penvoerder en is het rechtstreekse aanspreekpunt voor Rijkswaterstaat Waterdienst.

Tabel 1.1 Logo's opstellers uitvoeringsprogramma

Het projectteam bestond uit Pieter Koen Tonnon, Jan van Dalen, Roderik Hoekstra, Jan van Beek (Deltares), Martin Baptist, Jeroen Wijsman, Loes Bolle, Rob van Bemmelen, Lorna Teal, Jan Tjalling van der Wal, Richard Witte (IMARES), Edwin Verduin (Grontmij), Kees Vertegaal (Vertegaal ecologisch advies en onderzoek) en Bas Arens (Arens bureau voor strand- en duinonderzoek). De kwaliteitsborging heeft plaatsgevonden door interne kwaliteitsnormen te handhaven bij zowel Deltares als IMARES. De review van de T0-rapportage is vanuit Deltares uitgevoerd door Prof. dr. Remi Laane en vanuit IMARES door Dr. J.A.M. Craeymeersch (benthos), Prof. Dr. A.D. Rijnsdorp (vis), Drs. M.F. Leopold (zeevogels), Drs. S.M.J.M. Brasseur (zeehonden) en Dr. M. Seidat (bruinvissen).

### 1.3 Opzet T0-rapportage

De T0-rapportage beschrijft de uitgangssituatie voor aanleg van de Zandmotor op basis van de uit de evaluatievragen afgeleide indicatoren. In de T0-rapportage wordt gebruik gemaakt van de in maart 2011 beschikbare gegevens. De T0-rapportage legt de basis voor de beschrijving van de effecten van de Zandmotor.

### 1.4 Leeswijzer

In dit eerste hoofdstuk wordt de achtergrond, het project en de opzet van de T0-rapportage geschetst. In hoofdstuk 2 wordt de aansluiting op het Uitvoeringsprogramma en de thematische indeling behandeld en worden per thema de belangrijkste doelen en evaluatievragen toegelicht waaraan de T0-rapportages toeleveren. Vervolgens wordt de T0-situatie voor de verschillende thema's en onderdelen beschreven.

### 1.5 Referenties

Deltares/IMARES, 2011. Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor. Rapport 1203519-000-ZKS-0035/ C172/10, maart 2011

## 2 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

### 2.1 Evaluatievragen en benodigde monitoring 2010

In het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor (Deltares/IMARES, 2011) is de evaluatiesystematiek en het monitoringsplan 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 beheersdoelstellingen van de Zandmotor en het kunnen voldoen aan de vergunningsvoorwaarden betreffende het aanleveren van monitoring gegevens. De hoog abstracte MER doelen en beheersdoelstellingen zijn vertaald in concrete evaluatievragen en hypothesen waarmee de noodzakelijke informatiebehoefte is bepaald. De drie doelen van de Zandmotor zoals geformuleerd in het MER zijn:

- 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.

In het advies extra benodigde monitoring T0-beschrijving Zandmotor (Deltares/IMARES, 2010) is de voor de T0-rapportage benodigde monitoring geïdentificeerd welke nog in 2010 diende te worden uitgevoerd. Op basis hiervan zijn er bodemfauna metingen op de vooroever en het strand verricht. De resultaten van deze metingen zijn verwerkt in deze T0-rapportage en apart gerapporteerd in "T0 monitoring Zandmotor Delflandse kust: benthos ondiepe kustzone en natte strand" (Wijsman en Verduin, 2011)

### 2.2 Thema's

Ten behoeve van uitbestedingen van monitoringpakketten is het monitoringplan in het Uitvoeringsprogramma thematisch geordend op basis van expertisegebieden. De volgende thema's worden onderscheiden:

- Meteo- en hydrodynamiek
- Strand en Vooroever, morfologie en sedimentsamenstelling
- Strand en Vooroever, ecologie
- Natuur/duinen, geomorfologie en ecologie

De monitoringactiviteiten met betrekking tot grondwater, recreatie en beheer maken geen deel uit van het monitoringplan en worden uitgewerkt vanuit de Taskforce Grondwater en de beheerovereenkomst Zandmotor. In de volgende paragrafen worden de verschillende thema's en de doelen, subdoelen waarop de monitoring en T0-rapportage op gericht zijn behandeld.

## 2.3 Meteo- en hydrodynamiek

De monitoring en T0-rapportage voor het thema Meteo- en hydrodynamiek is vooral gericht op de evaluatie van de Zandmotor doelstellingen met betrekking tot kennisontwikkeling (MER 2) en de beheersdoelstellingen met betrekking tot recreatieveiligheid. Met name voor de vraag hoe de optredende morfologische processen te verklaren zijn uit sturende processen (zodat efficiënter kustonderhoud mogelijk wordt) en de vraag of de Zandmotor bijdraagt aan het beter voorspellen van gevaarlijke zwemsituaties (waarmee effectiever toezicht kan plaatsvinden) is het van belang meteo- en hydrodynamische gegevens te verzamelen en de uitgangssituatie vast te leggen. In Hoofdstuk 3 en 4 (onderdeel golven) wordt de T0-rapportage voor het thema Meteo- en hydrodynamiek gegeven.

## 2.4 Strand en Vooroever – morfologie en sedimentsamenstelling

Hoofdstukken 5 en 6 bevatten de T0-rapportages voor respectievelijk de onderdelen morfologie en sedimentsamenstelling binnen het thema Strand en Vooroever. De monitoring en T0-rapportage voor de morfologie van Strand en Vooroever is met name gericht op de evaluatie van MER doel 1 met betrekking tot duinaangroei voor veiligheid, natuur en recreatie. Voor de doelen met betrekking tot kennisontwikkeling en recreatieveiligheid is morfologische monitoring tijdens en na aanleg noodzakelijk, waaronder Argus en Jetski metingen. Deze gegevens zijn niet beschikbaar voor de T0-rapportage. De monitoring en T0-beschrijving van de sedimentsamenstelling is gericht op het kunnen evalueren van de MER doelen met betrekking tot kennisontwikkeling (MER 2) en het tijdelijk toevoegen van aantrekkelijke natuur (MER 3).

## 2.5 Strand en Vooroever – ecologie

De monitoring en T0-beschrijving voor het onderdeel ecologie binnen het thema Strand en Vooroever is vooral gericht op het evalueren van de MER doelen met betrekking tot kennisontwikkeling (MER 2) en het toevoegen van aantrekkelijke natuur (MER 3). Met name voor de vraag of een eenmalige megasuppletie minder verstorend is voor de ecologie in vergelijking met regulier suppleren om de 3 tot 5 jaar is een goede T0-beschrijving van belang. Hoofdstukken 7, 8, 9, 10 en 11 geven de T0-rapportages voor respectievelijk benthos, vislarven, juveniele vis, zeevogels en zeezoogdieren,.

## 2.6 Natuur/duinen – geomorfologie en ecologie

Hoofdstukken 12 en 13 geven de T0-rapportages voor de onderdelen geomorfologie en ecologie binnen het thema natuur/duinen. De monitoring en T0-beschrijving voor deze onderdelen is met name gericht op MER doel 2 (kennisontwikkeling), op de beheerdoelstellingen en op het kunnen voldoen aan de vergunningvoorwaarden betreffende het aanleveren van monitoring gegevens.

## 2.7 Referenties

Deltares/IMARES, 2011. Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor. Rapport 1203519-000-ZKS-0035/ C172/10, maart 2011

Deltares/IMARES, 2011. Advies extra benodigde monitoring T0 Zandmotor, memo 1203519-000-ZKS-0024, maart 2011.

Wijsman J.W.M., Verduin E. (2011). T<sub>0</sub> monitoring Zandmotor Delflandse kust: benthos ondiepe kustzone en natte strand. IMARES, Yerseke.





## 3 T0-rapportage Meteo- en hydrodynamiek

### 3.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij het thema Meteo- en hydrodynamiek en richt zich op de volgende hypothesen uit het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor (Deltares/IMARES, 2011):

**Hypothese EF2-1a:** De Zandmotor levert (fysische) kennis op waarmee de opgetreden morfologische veranderingen te verklaren zijn uit sturende processen en efficiënter kustbeheer mogelijk wordt.

**Hypothese EF2-1b:** De Zandmotor pilot draagt bij aan het beter voorspellen van gevaarlijke zwemsituaties waarmee effectiever toezicht op de zwemveiligheid kan plaatsvinden.

### 3.2 Inleiding

Als onderdeel van de T0-rapportage worden hierin de benodigde monitoringsgegevens binnen het thema Meteo- en hydrodynamiek beschreven en wordt de beschikbaarheid van de gegevens geïnventariseerd. Deze inventarisatie van gegevens is de eerste stap in de beschrijving van de T0 situatie. Voor de gegevens die niet beschikbaar zijn wordt de noodzaak voor monitoring ten behoeve van de T0 beschrijving nagegaan en worden indien noodzakelijk aanbevelingen gedaan voor monitoring.

### 3.3 Beschrijving parameters

#### 3.3.1 Wind

Wind wordt langs de Nederlandse kust continu gemonitord onder beheer van Rijkswaterstaat (o.a. Hoek van Holland) en in het kader van het Building with Nature programma bij strandslag Vlugtenburg. Daarnaast zijn de HiRLAM windvelden beschikbaar die de gehele Noordzee bestrijken. De HiRLAM windvelden worden geconstrueerd door atmosferische modellen en zijn gebaseerd op waarnemingen van weersatellieten en grond monitoringsstations.

Voor wat betreft de parameters windsnelheid en windrichting zijn voldoende zijn data beschikbaar voor een beschrijving van de T0 situatie. Deze gegevens worden conform het uitvoeringsprogramma beschreven in de vijfjaarlijkse evaluatie in 2016 en 2012.

#### 3.3.2 Waterstanden

Waterstanden worden langs de Nederlandse kust continu gemonitord onder beheer van Rijkswaterstaat (o.a. Hoek van Holland en Scheveningen). Er zijn data beschikbaar voor een beschrijving van de T0 situatie. Deze gegevens worden conform het uitvoeringsprogramma beschreven in de vijfjaarlijkse evaluatie in 2016 en 2012.

#### 3.3.3 Golven

Golven worden op enkele plekken lokaal langs de Nederlandse kust continu gemonitord onder beheer van Rijkswaterstaat (o.a. op het Europlatform en in de IJ-geul). Er zijn geen recente golfmetingen beschikbaar nearshore langs de Delflandse Kust. Voor beschrijving van

de T0 situatie met betrekking tot golven in Hoofdstuk 4 aan de Delflandse Kust wordt gebruik gemaakt van de golftransformatiematrix zoals ontwikkeld binnen het Building with Nature programma. Hiermee kunnen met terugwerkende kracht de nearshore golfgegevens langs de Delflandse kust worden bepaald.

#### 3.3.4 Stromingen

Stromingen worden op enkele plekken lokaal langs de Nederlandse Kust continu gemonitord onder beheer van Rijkswaterstaat (o.a. Hoek van Holland en in de IJmond). Daarnaast zijn driftermetingen beschikbaar bij Scheveningen voor de situatie met strekdammen en zijn beperkte metingen van golfgedreven langsstromingen beschikbaar bij Vlugtenburg. Er zijn geen stromingsmetingen beschikbaar voor Solleveld. Een T0-beschrijving op basis van metingen op andere locaties wordt niet bruikbaar geacht gezien de specifieke situatie bij Solleveld waarbij de strandhoofden door de kustversterking zijn verdwenen.

Voor beschrijving van de T0 situatie aan de Delflandse Kust dienen daarom nearshore stromingsdata beschikbaar te komen. Deze data dienen ten minste informatie te verschaffen van stroomsnelheden en –richtingen. De tijdelijke inzet van een bodem-ADCP (AWAC) bij Solleveld voorafgaand, gedurende of na aanleg van de zandmotor is nodig om betrouwbare informatie te verschaffen van de lokale stroming. Ook driftermetingen of x-band radar metingen voorafgaand-, gedurende- of na aanleg van de zandmotor kunnen informatie leveren ten behoeve van de T0-beschrijving.

#### 3.3.5 Muien

Voor de beschrijving van de T0 situatie zijn gegevens met betrekking tot het voorkomen en de locatie van muien nodig welke na aanleg van de zandmotor bijgehouden zullen worden door de reddingsbrigade. Bij het opstellen van deze T0-rapportage waren geen gegevens beschikbaar met betrekking tot het optreden en de lokatie van muien voorafgaand aan de aanleg van de zandmotor (en na gereedkomen van de kustversterking Delflandse kust)

#### 3.3.6 Neerslag

Neerslag wordt gemonitord door het meteostation dat is gestationeerd bij strandslag Vlugtenburg. Dit meteostation voert meteorologische metingen uit in het kader van het Building with Nature onderzoeksprogramma. De neerslagmetingen die worden uitgevoerd in Vlugtenburg kunnen worden gebruikt voor het beschrijven van de T0 situatie. Deze gegevens zijn van belang zijn bij de interpretatie van de ontwikkelingen van vegetatie. Deze gegevens worden conform het uitvoeringsprogramma beschreven in de vijfjaarlijkse evaluatie in 2016 en 2012.

#### 3.3.7 Slib- & zandtransporten

Van slib- en zandtransporten zijn geen actuele metingen beschikbaar aan de Delflandse Kust. De enige beschikbare informatie is afkomstig uit studies waarin grootschalige zandtransporten zijn afgeleid uit volumeveranderingen (Van Rijn, 1997). In het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Zandmotor zijn vooralsnog geen slib- en zandtransportmetingen voorzien.

#### 3.3.8 Waterkwaliteit

In Nederland worden tijdens het badseizoen (van mei - oktober) eens in de twee weken op ruim zeshonderd plaatsen waterkwaliteitsmetingen uitgevoerd. In de meeste gevallen worden die uitgevoerd door de waterschappen. De kustwateren en grote rivieren worden gecontroleerd door het Rijk. Aan de Delflandse Kust worden op vier locaties zwemwaterkwaliteitsmetingen uitgevoerd, te weten Hoek van Holland, Ter Heijde en Kijkduin

en Scheveningen (ten noorden van de haven) ([www.pzh.nl/zwemwater](http://www.pzh.nl/zwemwater)). Daarnaast heeft de ANWB een meetprogramma ten behoeve van de blauwe vlag -systematiek. Deze data worden gebruikt voor een algemene beschrijving van de zwemwaterkwaliteit aan de Delflandse Kust. In het kader van de monitoring Zandmotor zal echter met name de ontwikkeling van de zwemwaterkwaliteit lokaal in de lagune en het duinmeer van belang zijn, na aanleg van de zandmotor. Ten behoeve van opname in de definitieve T0-rapportage zullen waterkwaliteitsgegevens voor de Delflandse kust worden verzameld en beschreven.

### 3.4 Conclusie

Voor T0-rapportage thema Meteo- en hydrodynamiek kan voor de parameters wind, waterstanden, muien en neerslag gebruik worden gemaakt van bestaande data. Voor stromingen is niet voldoende, actuele data beschikbaar voor beschrijving van de T0 situatie. Voor deze parameters dient voorafgaand-, gedurende- of na aanleg van de zandmotor aanvullende monitoring te worden uitgevoerd. Hiervoor is het op korte termijn, tijdelijk installeren van een bodem-ADCP (AWAC), driftermetingen of een tijdelijke proef met x-band radar noodzakelijk. De uitgangssituatie voor golven wordt in hoofdstuk 4 beschreven met behulp van de golfinterpolatiematrix ontwikkeld binnen het Building with Nature programma.

### 3.5 Referenties

Deltares/IMARES, 2011. Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor, Deltares rapport 1203519-000-ZKS-0035

Van Rijn, 1997. Sediment transport and budget of the central coastal zone of Holland. *Journal of Coastal Engineering* 32 (1997) 61- 90.



## 4 T0-rapportage Meteo- en hydrodynamiek, onderdeel golven

### 4.1 Aansluiting uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij het thema Meteo- en hydrodynamiek en richt zich op de volgende hypothesen uit het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor (Deltares/IMARES, 2011):

**Hypothese EF2-1a:** De Zandmotor levert (fysische) kennis op waarmee de opgetreden morfologische veranderingen te verklaren zijn uit sturende processen en efficiënter kustbeheer mogelijk wordt.

**Hypothese EF2-1b:** De Zandmotor pilot draagt bij aan het beter voorspellen van gevaarlijke zwemsituaties waarmee effectiever toezicht op de zwemveiligheid kan plaatsvinden.

### 4.2 Inleiding

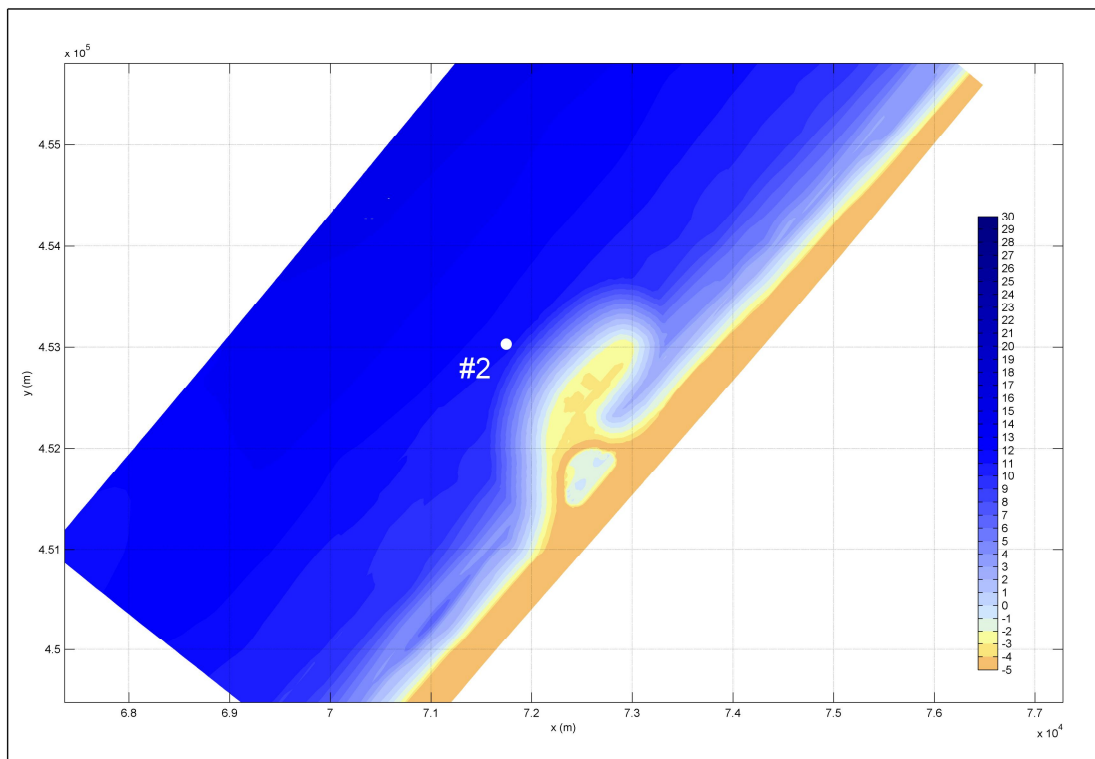
Als onderdeel van de T0-rapportage wordt het golfklimaat aan de Delflandse Kust bepaald. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de golftransformatiematrix die is ontwikkeld binnen het Building with Nature onderzoeksprogramma (project HK 3.2). De werking en toepassing van de golftransformatiematrix zal in de volgende paragraaf nader worden toegelicht.

### 4.3 Methode

Dit hoofdstuk presenteert het golfklimaat representatief voor de Delflandse Kust, voor een punt gelegen in de nabijheid van de aanleglocatie van de Zandmotor en een punt verder offshore om na te gaan wat de invloed is van refractie op golven die naar de kust propageren. Beide punten liggen op Jarkus raai 109.00. Er zal onderscheid worden gemaakt tussen een lange termijn golfklimaat (1990 - 2010), aangenomen als het gemiddelde golfklimaat, en een korte termijn golfklimaat (2010), aangenomen als de 'T0' situatie voor aanleg van de zandmotor. De locatie van het punt nabij de aanleglocatie van de zandmotor is aangegeven in Figuur 4.1, aangeduid met '#2'. Het offshore gelegen punt is vanwege de schaal van de figuur niet aangegeven. In Tabel 4.1 worden de coördinaten en de diepte van de beide punten gepresenteerd.

#	X (RD in m)	Y (RD in m)	Jarkus raai (KM)	Diepte (+NAP)
1	49000	471250	109.00	-25
2	71550	453085	109.00	-11.5

Tabel 4.1 Gegevens van de golfanalyse punten



Figuur 4.1 Overzichtskartaal van het zandmotor ontwerp met daarin aangegeven golfanalyse locatie #2

Voor het afleiden van het golfklimaat t.b.v. de T0 rapportage wordt gebruik gemaakt van de golftransformatiematrix, ontwikkeld binnen het Building with Nature onderzoeksprogramma (project HK3.2). De golftransformatiematrix is in staat om gemeten golf tijdseries vanaf het IJmuiden monitoringplatform en het Europlatform, beiden gelegen in de Noordzee, te transformeren naar een willekeurig punt nearshore langs de Hollandse Kust.

De golftransformatiematrix is gebaseerd op data van golfparameters gemeten op het IJmuiden monitoring station en het Europlatform van de jaren 1979 t/m 2010. Beide monitoringplatforms liggen in de Noordzee. De golfparameters die worden gemeten zijn de golfhogte ( $H_{m0}$ ), de gemiddelde golfperiode ( $T_{m02}$ ) en de golfrichting (nautische coördinaten). Voor een Voor verschillende combinaties van golfhogte, golfperiode, golfrichting, windsnelheid en -richting en surge levels zijn stationaire SWAN simulaties uitgevoerd, 271 in totaal. De invloed van het verticale getij en stromingen zijn voorsnog niet opgenomen in de simulaties. De stationaire simulaties geven een compleet beeld van het golfklimaat voor verschillende hydrodynamische condities en vormen de basis voor de golftransformatiematrix. Gemeten tijdseries op de genoemde monitoringplatforms worden door deze golftransformatiematrix getransformeerd van offshore naar een door de gebruiker op te geven punt en tijdsperiode nearshore langs de Hollandse Kust. De werking van de golftransformatiematrix is gevalideerd op twee monitoringstations gelegen in het modelgebied, te weten de Noordwijk Meetpost en het Lichteiland Goeree. Voor meer informatie aangaande de werking en de ontwikkeling van de golftransformatiematrix wordt verwezen naar (de Fockert & Luijendijk, 2010).

Met behulp van deze tool kan een indruk worden verkregen van het golfklimaat in de nabijheid van de aanleglocatie van de zandmotor. De golftransformatiematrix dekt golven

afkomstig uit de richtingsectie van zuid tot noord (met de klok mee, 180-360° en 0-30°). De figuren waarin tijdseries van golven worden gepresenteerd bevat geel gemarkeerde secties; deze secties duiden aan dat er voor de betreffende periode geen golfdata beschikbaar zijn of dat golven afkomstig zijn buiten de genoemde richtingsectie, beiden voor ten minste 5 opeenvolgende tijdstappen.

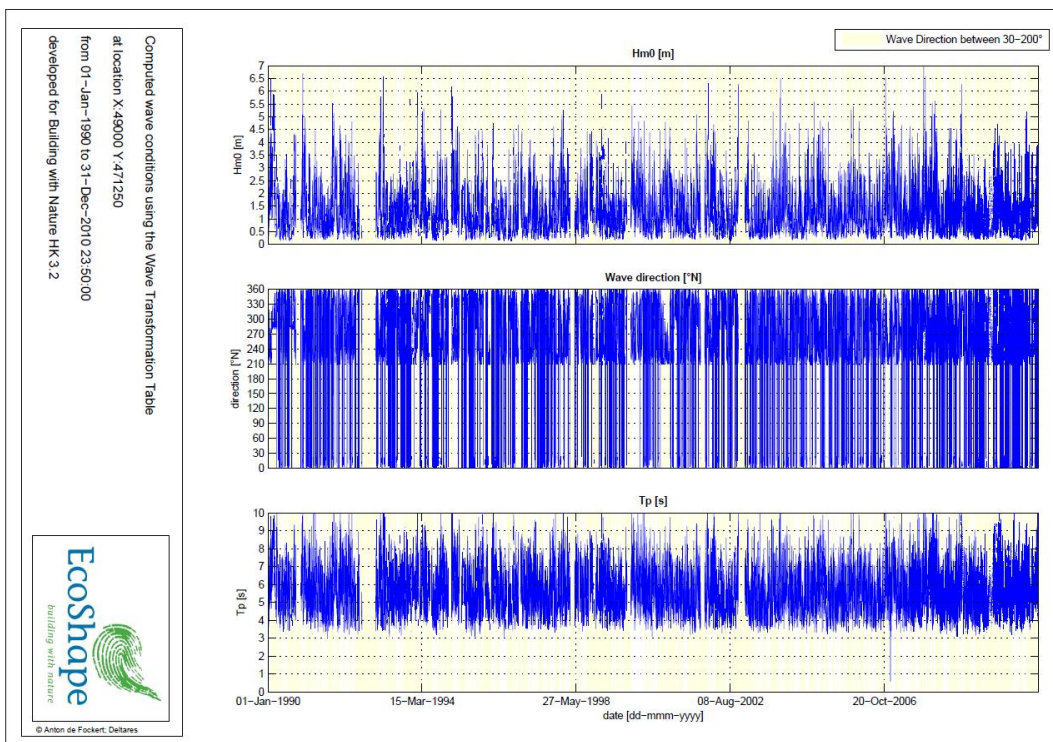
De golftransformatiematrix zal tevens worden gebruikt voor het afleiden van de golfklimaten t.b.v. de jaarlijkse voortgangsrapportages, weliswaar zeer waarschijnlijk toegepast in een gevorderde staat van ontwikkeling.

#### 4.4 Resultaten

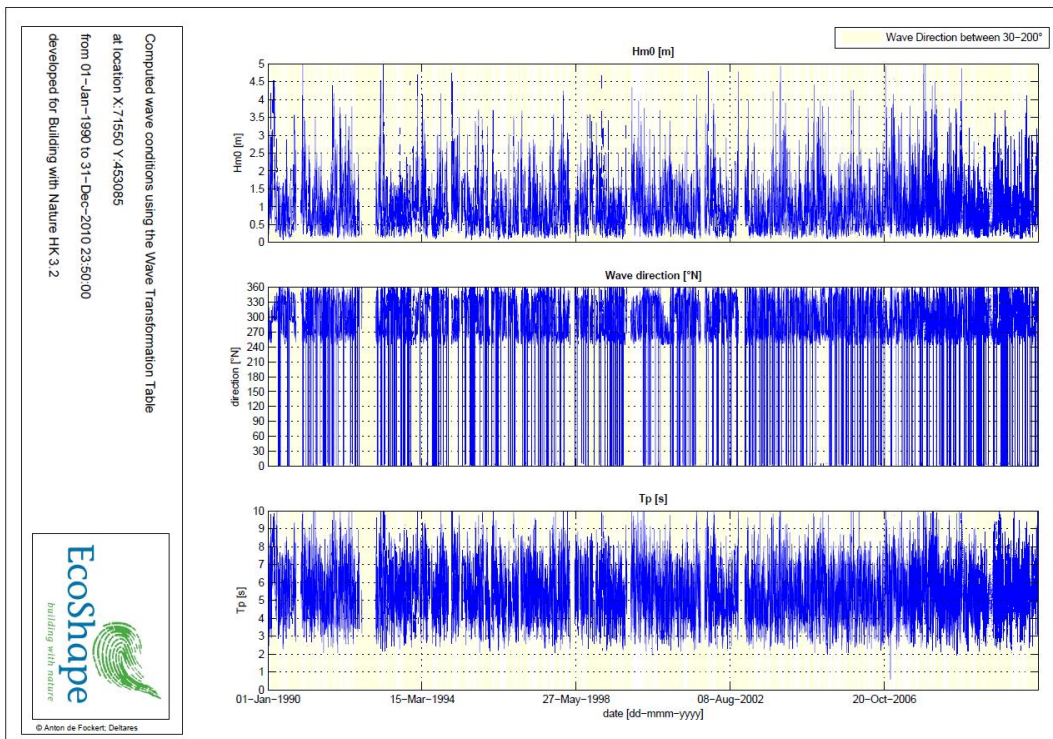
##### 4.5 Golfklimaat (1990 – 2010)

Figuur 4.2 en Figuur 4.3 presenteren getransformeerde golftijdseries voor de golfhoogte (Hm0), de golfrichting (°N) en de golfperiode (Tp), voor respectievelijk locatie 1 en 2 en op basis van golfdata over de jaren 1990 - 2010. Figuur 4.4 en Figuur 4.5 presenteren golfrozen voor de golfhoogte en de golfperiode, voor respectievelijk locatie 1 en 2 en op basis van golfdata over de jaren 1990 - 2010. Het golfklimaat over de jaren 1990 – 2010 wordt beschouwd als het gemiddelde golfklimaat. Voor 17% van de tijd was geen golfdata beschikbaar of waren de golven afkomstig van buiten de beschouwde richtingsectie (zie ook paragraaf 'methode'), in de tijdseries figuren gemarkeerd met geel. Dit geldt uiteraard voor beide locaties aangezien beide locaties gebaseerd zijn op de zelfde periode aan golfdata.

Het gemiddelde nearshore golfklimaat aan de Delflandse Kust wordt gekenmerkt door golven met een gemiddelde golfhoogte van 0.97m (met uitschieters naar max. 5m nearshore) en een golfperiode van 5.6sec. De golven komen uit de richtingsectie NWW tot N. De richtingspreiding neemt af richting de locatie van de zandmotor; voor locatie #2 is de richtingspreiding afgenomen tot de sectie W tot NW. Refractie zorgt ervoor dat naar de kust propagerende golven afbuigen in de richting van de kustnormaal. In de volgende subparagraaf worden meer golfstatistieken gepresenteerd.

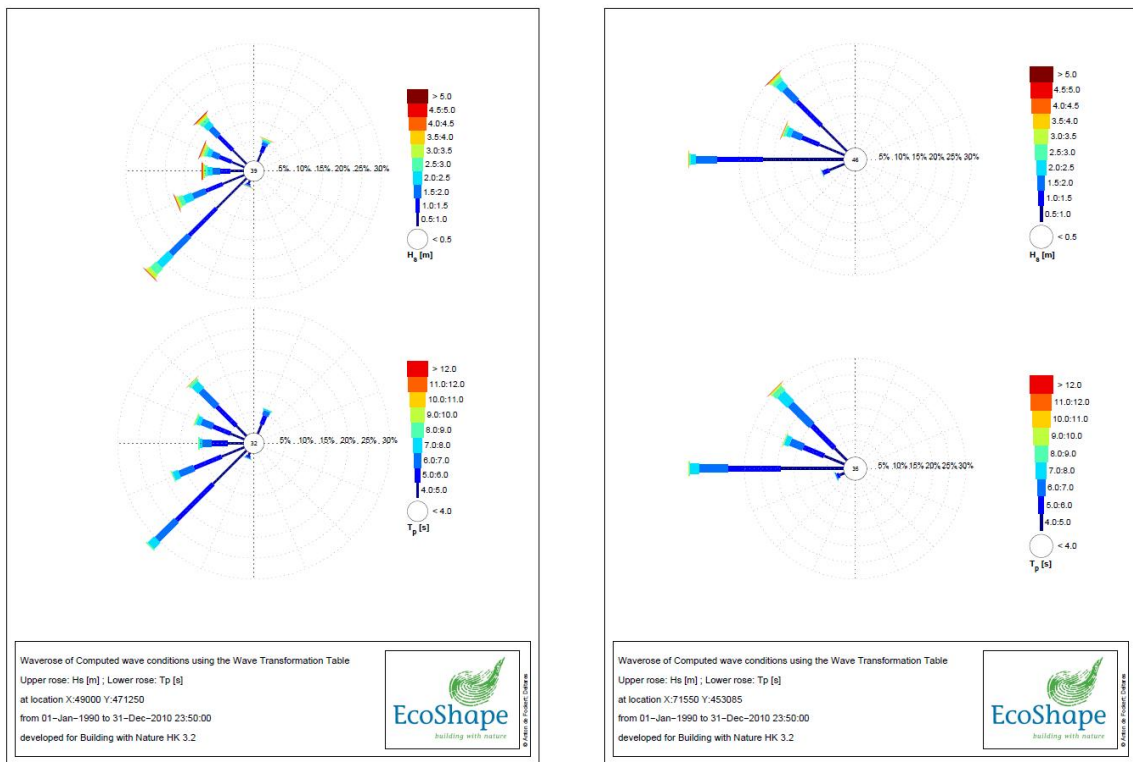


Figuur 4.2 Golftijdseries voor locatie #1 over de jaren 1990-2010



Figuur 4.3 Golftijdseries voor locatie #2 over de jaren 1990-2010





Figuur 4.4 (left) Golfrozen voor locatie #1 op basis van golfdata over de jaren 1990 – 2010

Figuur 4.5 (right) Golfrozen voor locatie #2 op basis van golfdata over de jaren 1990 - 2010

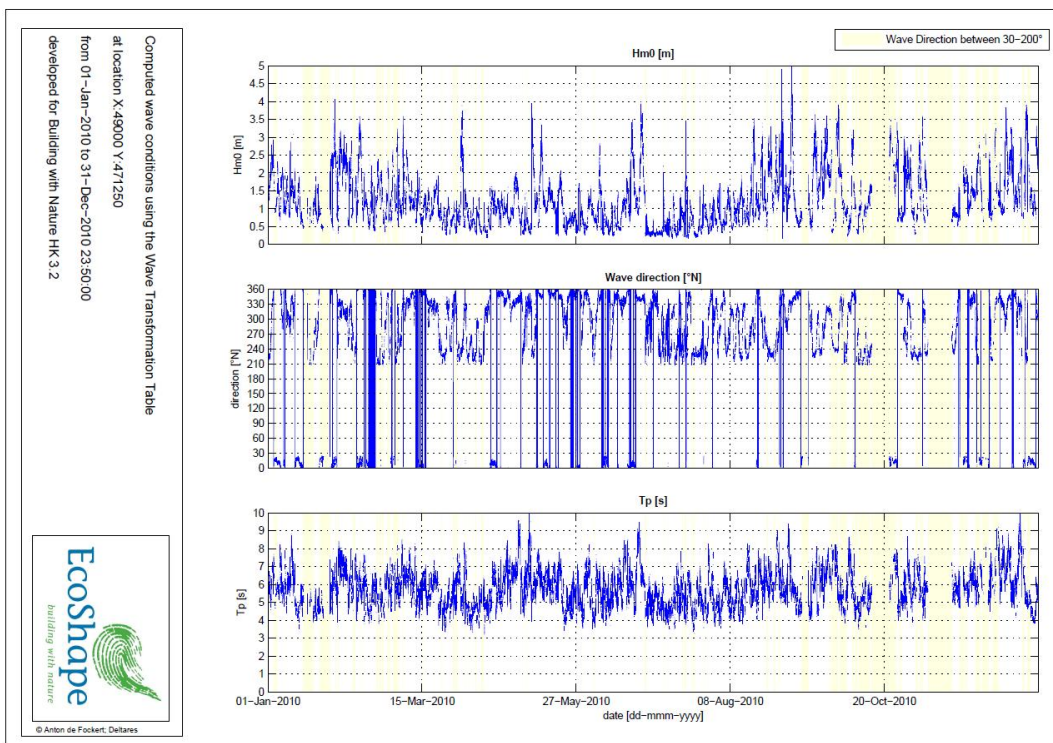
#### 4.6 Golfklimaat (2010)

Figuur 4.6 en Figuur 4.7 presenteren geransformeerde golftijdsreeksen voor de golfhoogte ( $H_m$ ), de golfrichting ( $^\circ N$ ) en de golfperiode ( $T_p$ ), voor respectievelijk locatie 1 en 2 en op basis van golfdata over het jaar 2010. Figuur 4.8 en Figuur 4.9 presenteren golfrozen voor de golfhoogte en de golfperiode, voor respectievelijk locatie 1 en 2 en op basis van golfdata over het jaar 2010. Voor 15% van de tijd was geen golfdata beschikbaar of waren de golven afkomstig van buiten de beschouwde richtingsectie (zie ook paragraaf 'methode'), in de tijdsreeksen figuren gemarkeerd met geel. Dit geldt uiteraard voor beide locaties aangezien beide locaties gebaseerd zijn op de zelfde periode aan golfdata.

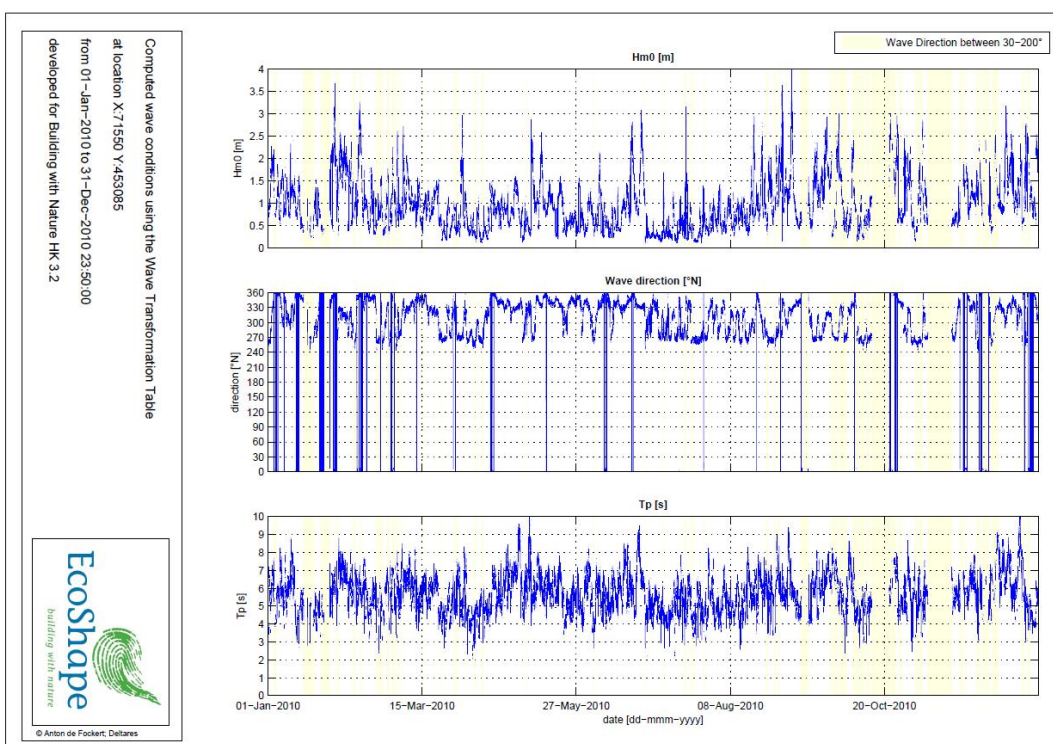
Het golfklimaat nearshore langs de Delflandse Kust (voor locatie #2) voor het jaar 2010 wordt gekenmerkt door een gemiddelde golfhoogte van 0.95m (met uitschieters naar maximaal 4m) en een gemiddelde golfperiode 5.6s. De golven komen voornamelijk uit de richtingsectie W tot NW (met de klok mee) met een gemiddelde golfrichting van 305 nautische graden, weliswaar al sterk gereflecteerd in vergelijking met het offshore klimaat.

Tussen de twee verschillende tijdsreeksen is weinig verschil te zien; weliswaar lijkt er voor locatie #2 een lichte afname van de golfhoogte waarneembaar te zijn t.o.v. locatie #1, in elk geval voor wat betreft de pieken. De golfrichtingsspreiding gepresenteerd in de golfrozen lijkt conform de ontwikkeling van de golfrichting gepresenteerd in de tijdsreeksen. Het effect van refractie is duidelijk waarneembaar over de twee figuren; de richtings spreiding voor locatie #2 (nearshore gelegen) is lager dan voor locatie #1 (offshore gelegen). Op basis van het

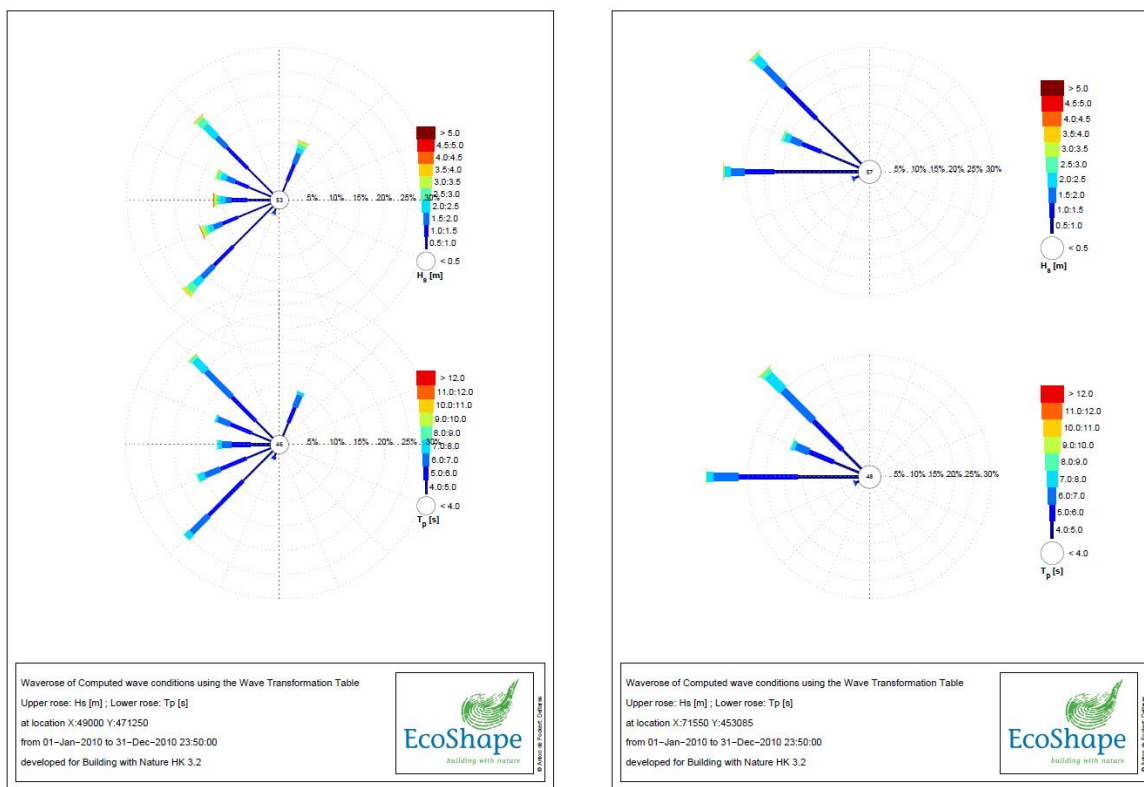
golfklimaat afgeleid uit de data over het jaar 2010 zal de zandmotor voornamelijk te maken krijgen met golven uit de richtingen W tot NW.



Figuur 4.6 Golftijdsree voor locatie #1 over het jaar 2010



Figuur 4.7 Golftijdsree voor locatie #2 over het jaar 2010



Figuur 4.8 (left) Golfrozen voor locatie #1 op basis van golfdata over het jaar 2010

Figuur 4.9 (right) Golfrozen voor locatie #2 op basis van golfdata over het jaar 2010

Tabel 4.2 geeft een overzicht van enkele golfkarakteristieken voor de verschillende golfklimaten, enkele van deze statistieken zijn al genoemd in de voorgaande paragraaf. De overschrijdingstijd van verschillende niveaus van golfhoogten, respectievelijk 1m, 2m, 3m en 4m, zijn aan de statistieken toegevoegd. De overschrijdingstijd is in verhouding tot de tijd dat er daadwerkelijk golfdata beschikbaar is. Het golfklimaat zoals dat is waargenomen in het jaar 2010 komt in hoge mate overeen met het beschouwde 'gemiddelde' golfklimaat over de jaren 1990 – 2010. Noemenswaardig is de overschrijdingstijd van de hogere golven van het jaar 2010 in vergelijking met het veronderstelde gemiddeld klimaat; die ligt relatief lager. Op basis van deze getallen wordt het golfklimaat van het jaar 2010 gekenmerkt door minder stormen dan gemiddeld.

Golfstatistiek (nearshore)	Waarde (2010)	Waarde (1990 – 2010)
Gemiddelde golfhoogte	0.95m	0.97m
Gemiddelde golfperiode	5.6sec	5.6sec
Gemiddelde golfrichting	305°	297°
Hm0>1m	37,1%	38.8%
Hm0>2m	6.0%	6.1%
Hm0>3m	0.3%	0.9%
Hm0>4m	0.0%	0.1%

Tabel 4.2 Overzichtstabel van golfkarakteristieken

De eerder gepresenteerde figuren laten zien dat het gemiddelde golfklimaat over 20 jaar door een dominante ZW richting wordt gekenmerkt, zijn de golfrichtingen over het jaar 2010 meer evenredig verspreid over de richtingen ZW en NW (offshore). Tabel 4.1 geeft een overzicht van enkele golfkarakteristieken voor de verschillende golfklimaten, enkele van deze statistieken zijn al genoemd in de voorgaande paragraaf.

#### 4.7 Discussie en conclusies

Voor de T0 rapportage kan gebruik worden gemaakt van de gevalideerde golftransformatiematrix die offshore gemeten golfdata richting de kust transformeert, wanneer een globaal beeld van het golfklimaat dient te worden bepaald voor een door de gebruiker te bepalen periode en locatie. Enkele processen als het verticale getij en stromingen zijn nog niet opgenomen in de tool. Implementatie van deze processen zou de betrouwbaarheid van het resulterende golfklimaat verder kunnen verhogen. De golftransformatiematrix is enkel geschikt voor toepassing in offshore en nearshore gebieden; voor het actieve gedeelte van het kustprofiel dienen geavanceerdere modellen te worden toegepast die rekening houden met golf-stroom-interactie en (sterk) veranderde kustmorfologie.

Het golfklimaat zoals dat is waargenomen in het jaar 2010 komt in hoge mate overeen met het beschouwde 'gemiddelde' golfklimaat over de jaren 1990 – 2010. Noemenswaardig is de overschrijdingstijd van de hogere golven van het jaar 2010 in vergelijking met het veronderstelde gemiddeld klimaat; die ligt relatief lager. Op basis van deze getallen wordt het golfklimaat van het jaar 2010 gekenmerkt door minder stormen dan gemiddeld. Op basis van het golfklimaat afgeleid uit de data over het jaar 2010 zal de zandmotor voornamelijk te maken krijgen met golven uit de richtingen W tot NW

#### 4.8 Referenties

De Fockert, A.& Luijendijk, A.P., 2010: Wave look-up table. Deltares, rapport 1002337-002-ZKS-0001, 6 pp.

## 5 T0-rapportage Strand- en vooroever; morfologie

### 5.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij het thema Strand- en vooroever en richt zich op de volgende hypothesen:

**Hypothese EF1-1a:** De Zandmotor en aanvullende suppleties garanderen de veiligheid in het kustgebied tussen Hoek van Holland en Scheveningen gedurende 50 jaar en zorgen door duinaangroei voor een verhoogde veiligheid in vergelijking met het reguliere suppletieprogramma tussen 1990 en 2010.

**Hypothese EF1-1b:** Door de Zandmotor is er in vergelijking met regulier suppletieprogramma in totaal minder zand nodig voor onderhoud aan de Basis Kust Lijn (BKL) in het kustgebied tussen Hoek van Holland en Scheveningen over een periode van 20 jaar.

**Hypothese EF1-1c:** Met de Zandmotor en aanvullende suppleties wordt de zandbalans van het kustfundament gehandhaafd in het kustgebied tussen Hoek van Holland en Scheveningen voor minimaal 50 jaar bij een zeespiegelstijging van 3 mm per jaar.

**Hypothese EF2-1a:** De Zandmotor levert (fysische) kennis op waarmee de opgetreden morfologische veranderingen te verklaren zijn uit sturende processen en efficiënter kustbeheer mogelijk wordt.

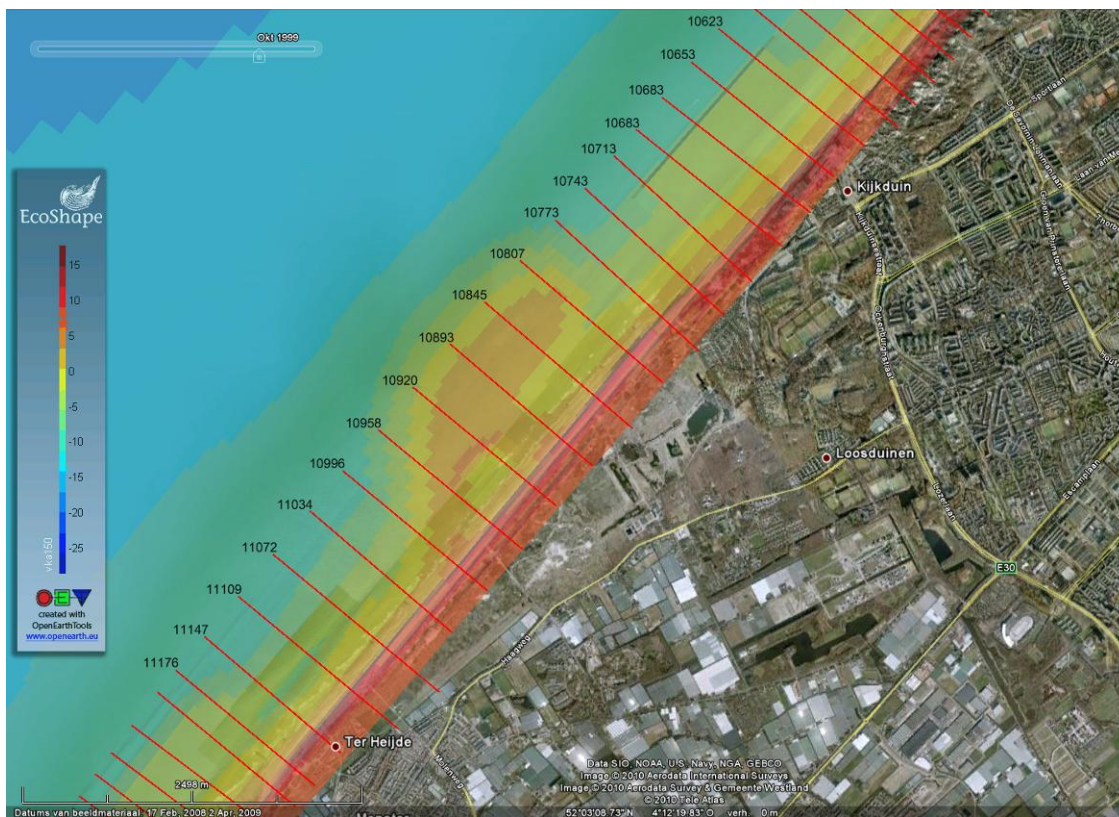
**Hypothese EF2-1b:** De Zandmotor pilot draagt bij aan het beter voorspellen van gevaarlijke zwemsituaties waarmee effectiever toezicht op de zwemveiligheid kan plaatsvinden.

De monitoringsgegevens binnen het thema Strand- en vooroever leveren daarmee voornamelijk toe aan de evaluatie van de Zandmotor doelstellingen met betrekking tot veiligheid (MER 1) en de beheersdoelstellingen met betrekking tot recreatieveiligheid.

### 5.2 Inleiding

Dit hoofdstuk beschrijft de T0 situatie van de Zandmotor binnen het thema's Strand & vooroever, onderdeel morfologie. Hierbij is gebruik gemaakt van de Jarkus data tot en met 2010. Na deze metingen en voor de aanleg van de Zandmotor is de versterking Delflandse kust afgerond waardoor een complete uitwerking van de T0 situatie pas mogelijk is het na beschikbaar komen van de Jarkus 2011 data. In het kader van de T0 beschrijving is een inventarisatie gemaakt van de beschikbaarheid van data. Voor zover mogelijk is de status van enkele relevant geachte indicatoren binnen het genoemde thema toch opgemaakt, te meer een aanzet te geven naar de uiteindelijke presentatie-/evaluatievorm. Dit is gedaan op basis van de meest recente, beschikbare data ten tijde van de opleverdatum van de T0 rapportage.

Voor oplevering van de status- en evaluatierapportages wordt de ontwikkeling van enkele indicatoren gemonitord. Hierbij is gekozen voor het gebied dat officieel wordt aangeduid als het kustvak Delfland. Dit gebied loopt van Hoek van Holland (Jarkus raai 118.50) in noordelijke richting tot ongeveer 5km ten noorden van de haven van Scheveningen (Jarkus raai 97.5), zie ook Figuur 5.1.



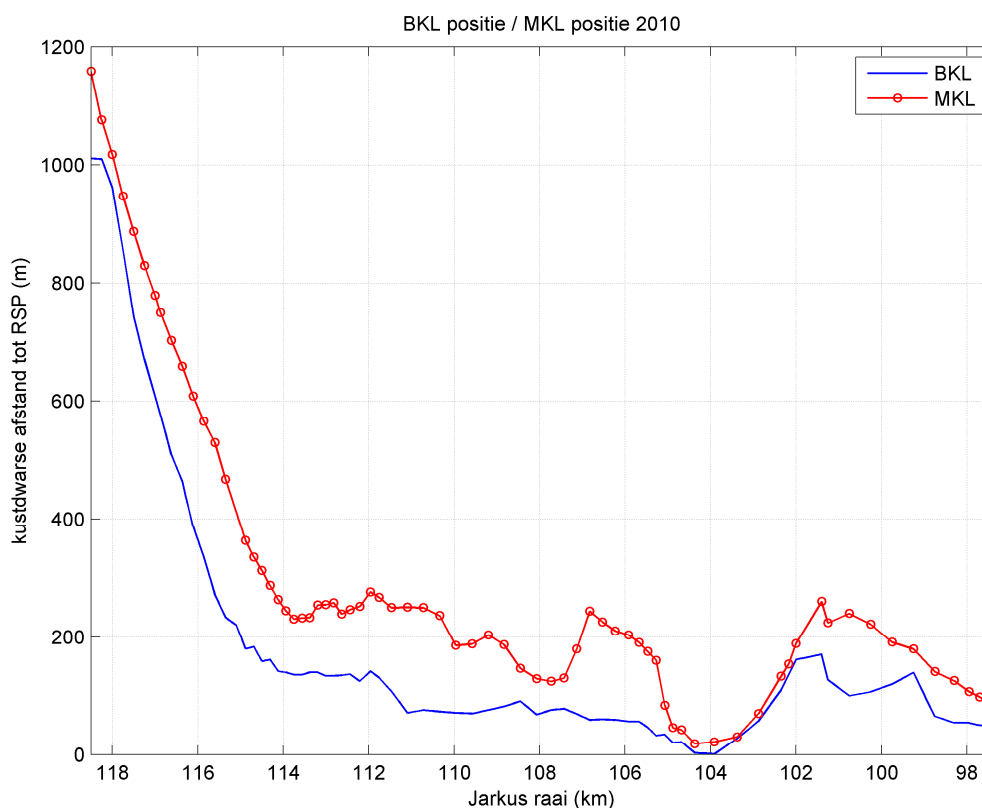
Figuur 5.1 Google Earth plan view van het aanleggebied van de Zandmotor tussen Rijkstrandpalen raaien 11034 en 10773

## 5.3 Beschrijving indicatoren

### 5.3.1 Momentane Kustlijn positie

Voor het bepalen van de Momentane Kustlijn positie (MKL) voor aanleg van de Zandmotor is Jarkus data noodzakelijk. Er is gebruik gemaakt van Jarkus data tot en met 2010. Na deze metingen en voor de aanleg van de Zandmotor is de versterking Delflandse kust afgerond waardoor een complete uitwerking van de T0 situatie pas mogelijk is het na beschikbaar komen van de Jarkus 2011 data.

De Momentane Kustlijn (MKL) positie ten opzichte van het Rijkstrandpalen Plan (RSP) is per profiel afgeleid uit de Jarkus 2010 metingen, zie Figuur 5.2.

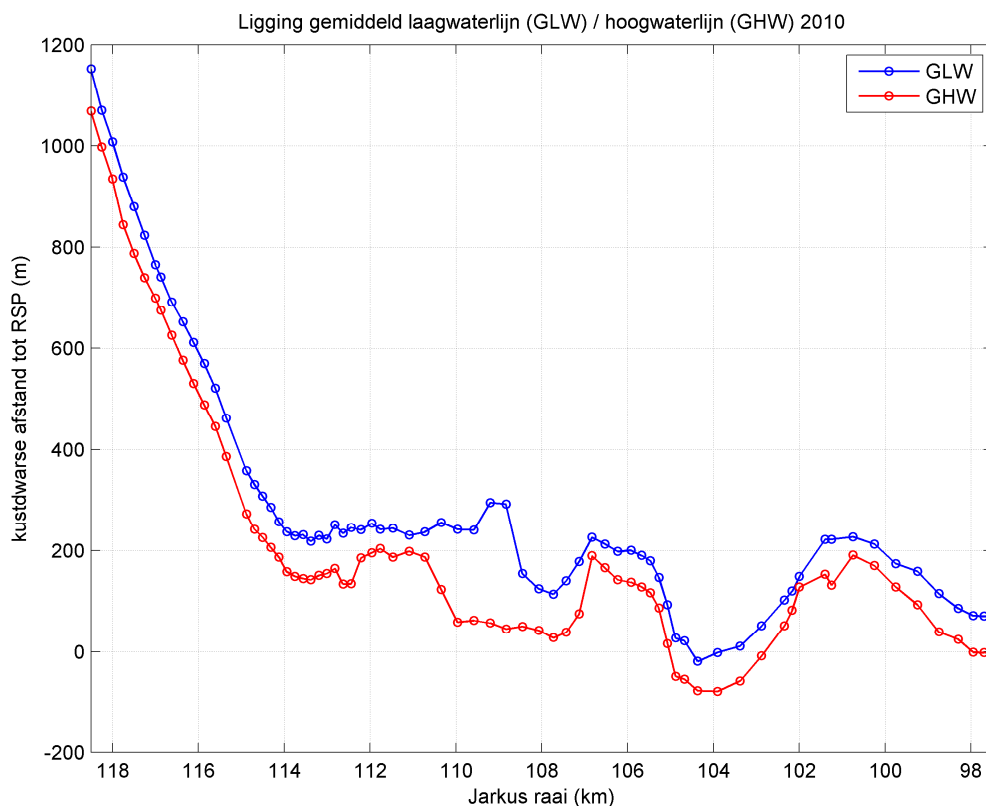


Figuur 5.2 Ligging van de MKL- lijn en BKL- lijn t.o.v. het RijksStrandPalen plan in het kustvak Delfland (Hoek van Holland bij Jarkus raai 118.5 en Scheveningen bij 102.0)

De Momentane Kustlijn (MKL) ligt orde grootte 100m zeewaarts van de BKL positie. Ter hoogte van Hoek van Holland (raaien 117.00 – 118.50) is deze marge beduidend lager; dit gebied is eind 2008 voor het laatst gesuppleerd in het kader van de versterking Zwakke Schakel Delflandse Kust. De zandsuppleties die recentelijk zijn uitgevoerd in het gebied Westduinpark (raaien 102.35 – 105.92) in het kader van de versterking Zwakke Schakel Delflandse Kust zijn nog niet vastgelegd in de Jarkus 2010 metingen. Naar verwachting zal de MKL positie na voltooiing van deze zandsuppleties ook orde grootte 100m zeewaarts verschuiven in de Jarkus 2011 metingen. Het effect van deze zandsuppleties zal naar voren komen in de nieuwe serie Jarkus metingen die worden uitgevoerd voor aanleg van de Zandmotor begin 2011.

### 5.3.2 Positie Gemiddeld Laag Water lijn en Gemiddeld Hoog Water lijn

Voor het bepalen van positie van de Gemiddeld laagwater lijn (GLW) en de Gemiddeld Hoogwater lijn (GHW) is gebruik gemaakt van Jarkus data tot en met 2010 waarin de versterking van de Delflandse kust afgerond nog niet geheel was afgerond. Een complete uitwerking is pas mogelijk is het na beschikbaar komen van de Jarkus 2011 data. Voor het kustvak Delfland is per JarKus profiel de ligging van de Gemiddeld Laagwater (GLW) lijn en de Gemiddeld Hoogwaterlijn (GHW) afgeleid. Het resultaat is weergegeven in Figuur 5.3.



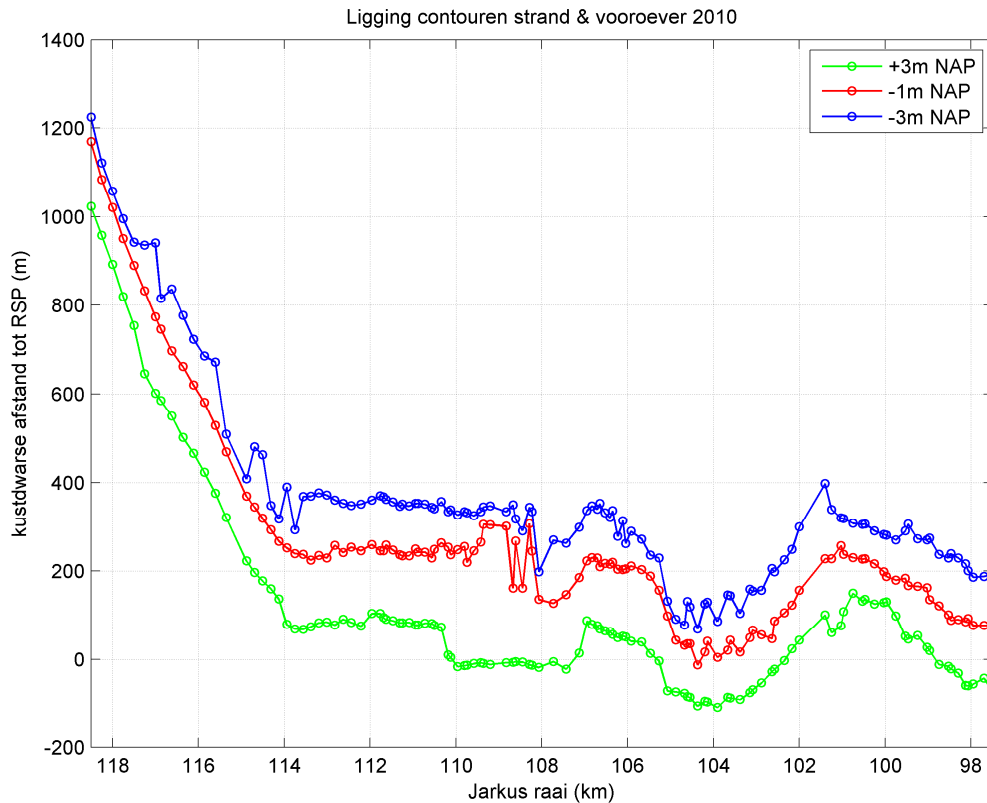
Figuur 5.3 Ligging van GLW-lijn en de GHW-lijn t.o.v. het RijkstrandPalen plan in het kustvak Delfland (Hoek van Holland bij Jarkus raai 118.5 en Scheveningen bij 102.0)

De positie van de waterlijn vertoont een sterke correlatie met de positie van de MKL lijn. De suppleties die worden uitgevoerd in het gebied Westduinpark (raaien 102.35 – 105.92) zullen de waterlijn op korte termijn in zeewaartse richting verplaatsen. De GLW en GHW lijn geven tevens een indicatie voor de breedte en de helling van het intergetijdestrand. Voor het onlangs gesuppleerde gebied Solleveld (raaien 108.07 – 110.72), tevens het aanleggebied voor de Zandmotor, is een relatief hoge breedte van het intergetijdestrand waarneembaar.

### 5.3.3 Gemiddelde helling en breedte van strand en voorover

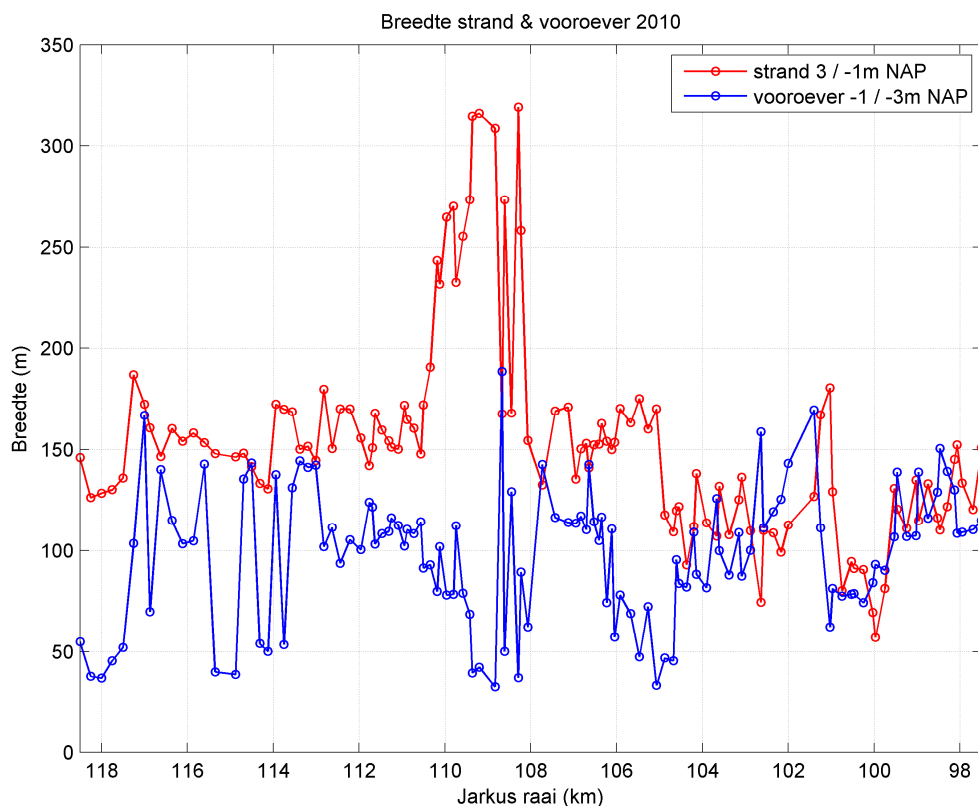
Voor het bepalen van gemiddelde helling en breedte van strand en voorover is gebruik gemaakt van Jarkus data tot en met 2010 waarin de versterking van de Delflandse kust afgerond nog niet geheel is opgenomen. Per profiel is de gemiddelde helling van het strand en de voorover bepaald. Het strand en de voorover worden begrensd door de volgende diepte contouren: strand: +3m NAP / -1m NAP, ondiepe voorover: -1m NAP / -3m NAP. Uit de ligging van deze contouren ten opzichte van het RijkstrandPalen Plan (RSP) wordt de breedte en de gemiddelde helling van het strand en de ondiepe voorover afgeleid, zie Figuur 5.4.





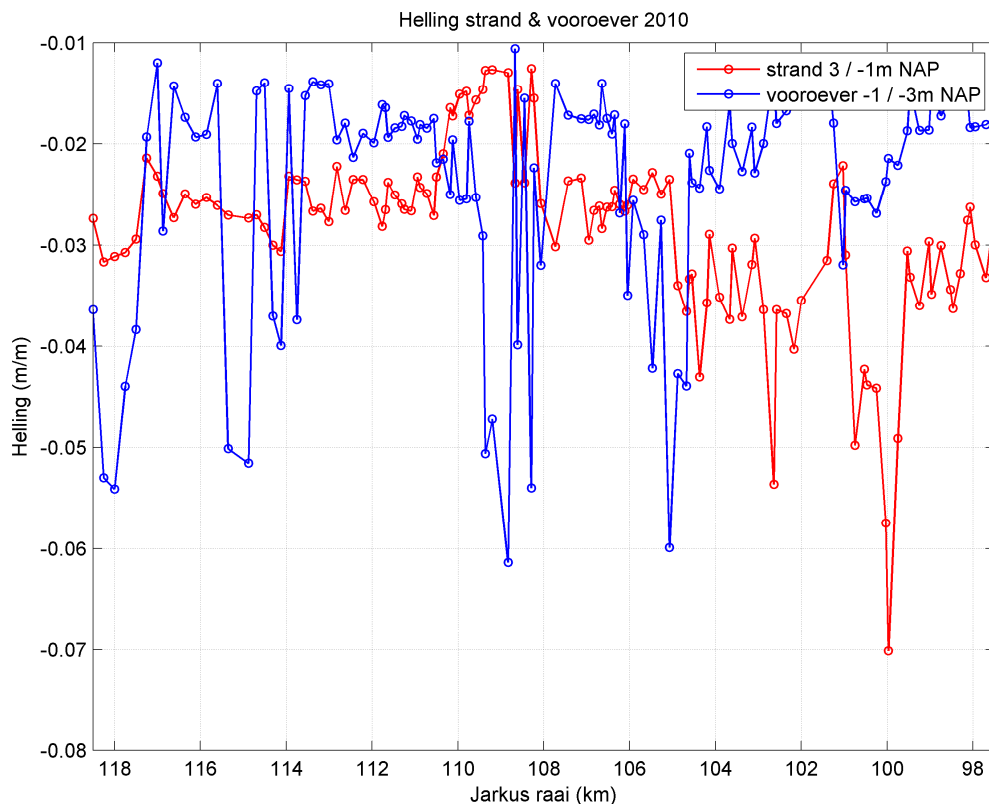
Figuur 5.4 Ligging van +3m NAP, -1m NAP en de -3m NAP diepteconcour t.o.v. het RijksStrandPalen plan in het kustvak Delfland (Hoek van Holland bij Jarkus raai 118.5 en Scheveningen bij 102.0)

Het verloop van de dieptecontouren in langsrichting is over het algemeen geleidelijk. In het gebied Solleveld (raaien 108.07 – 110.72) en het gebied Werstduinpark (raaien 102.35 – 105.92) vertonen de dieptecontouren -1m NAP en -3m NAP een onregelmatig verloop. Dit onregelmatige verloop wordt veroorzaakt de ligging van een of meerdere brekerbanken. De resultaten gepresenteerd in Figuur 5.4 vormen de basis voor het bepalen van de breedte en de gemiddelde helling van het strand en de ondiepe vooroever.



Figuur 5.5 Breedte van het strand en de ondiepe vooroever in het kustvak Delfland

Figuur 5.5 presenteert de breedte van het strand en de ondiepe vooroever voor het kustvak Delfland. De gemiddelde breedte van het strand voor de gebieden die inmiddels gesuppleerd zijn in het kader van de versterking Zwakke Schakel Delflandse Kust is ongeveer 150m. De strandbreedte in het gebied Westduinpark (raaien 103.35 – 105.92) is ongeveer 100m breed. De zandsuppleties die hier worden uitgevoerd zijn niet opgenomen in de Jarkus 2010 metingen. Het gebied Solleveld (raaien 108.07 – 110.72) vertoont enkele uitschieters. Dit heeft enerzijds te maken met het onregelmatige verloop van de -1m NAP dieptecontour als gevolg van de aanwezigheid van een brekerbank, anderzijds met de ligging van de duinvoet (+3m NAP). De zandsuppleties in het duingebied zijn nog niet opgenomen in de Jarkus 2010 metingen. De breedte van de ondiepe vooroever vertoont een zeer onregelmatig patroon; de waarden variëren van 30m tot 200m. Dit onregelmatige patroon wordt voornamelijk veroorzaakt door de aanwezigheid brekerbanken die een eenduidige ligging van zowel de -1m als de -3m dieptecontour onmogelijk maakt.



Figuur 5.6 Gemiddelde helling van het strand en de ondiepe vooroever in het kustvak Delfland

Figuur 5.6 presenteert de gemiddelde helling van het strand en de ondiepe vooroever voor het kustvak Delfland. Het verloop van de gemiddelde helling voor zowel het strand als de vooroever vertoont een onregelmatig patroon. De gemiddelde helling van het strand varieert tussen de 1/50 (zuidelijk gedeelte van het kustvak) en 1/25 (noordelijk gedeelte van het kustvak). De gemiddelde helling van de vooroever lijkt over het algemeen hoger te liggen dan de helling voor het strand; voor het gebied Kijkduin en Solleveld (raaien 105.92 – 110.72) liggen de gemiddelde waarden van het strand en vooroever dicht bij elkaar. Dit gebied is recentelijk (anno 2010) gesuppleerd.

#### 5.3.4 Gemiddelde positie en hoogte brekerbanken

Voor bepalen van de ligging en de hoogte van brekerbanken in het kustvak Delfland is nog geen methode ontwikkeld. Brekerbanken vallen binnen het gebied waar jaarlijks de Jarkus metingen worden uitgevoerd. Ten behoeve van de vijfjaarlijkse evaluaties in 2016 en 2021 dient er een methode te worden ontwikkeld om de langjarig trends in het bankengedrag te analyseren inclusief de periode voor aanleg van de Zandmotor.

#### 5.3.5 Volume ontwikkeling kustfundament

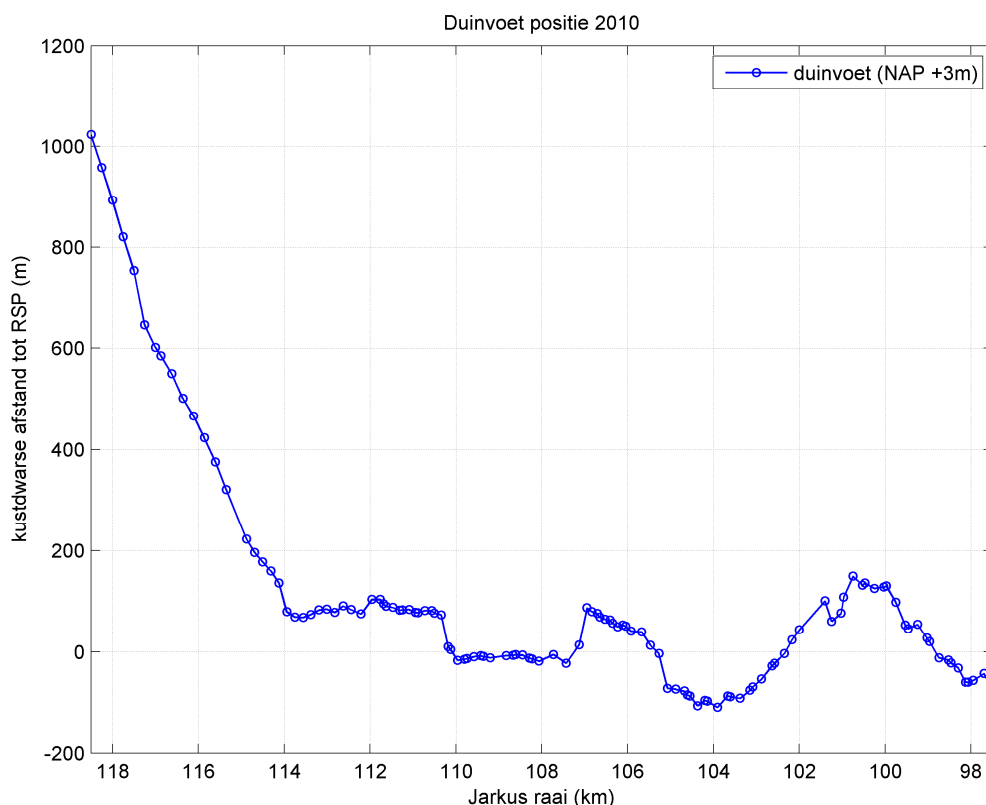
Voor de volumeontwikkeling van het Kustfundament kan gebruik worden gemaakt van Jarkus data, Vakloding data, LIDAR data en het Algemeen Hoogtebestand Nederland (AHN). Het kustfundament is gedefinieerd als het gebied begrensd door de doorgaande NAP -20m dieptecontour en de grens van de waterkering uitgebreid met de ruimtereservering voor

tweehonderd jaar zeespiegelstijging en omvat daar waar de duinen breder zijn dan de waterkering het gehele duingebied.

De berekening van het volume van het kustfundament vergt afstemming met de geomorfologische analyses binnen het thema Duinen welke zullen worden uitgevoerd bij de vijfjaarlijkse evaluaties in 2016 en 2021. Voor evaluatie van het volume van het kustfundament dienen naast instantane bodemmetingen ook tussentijds uitgevoerde suppleties en bagger- & stortwerkzaamheden te worden betrokken in de berekeningen. Deze gegevens zullen gedurende de evaluatiefase van de zandmotor worden verzameld. Het is gezien de nauwkeurigheid van met name de vaklodingen nog maar de vraag of de suppletie, bagger en –stortvolumes in het gebied ook meetbaar blijken. Dit zal moeten blijken uit de evaluatie in 2016.

### 5.3.6 Positie duinvoet

De duinvoet is hier gedefinieerd als de +3m NAP contour aan zeewaartse zijde. De +3m NAP contourlijn voor het kustvak Delfland is afgeleid uit de Jarkus 2010 metingen.

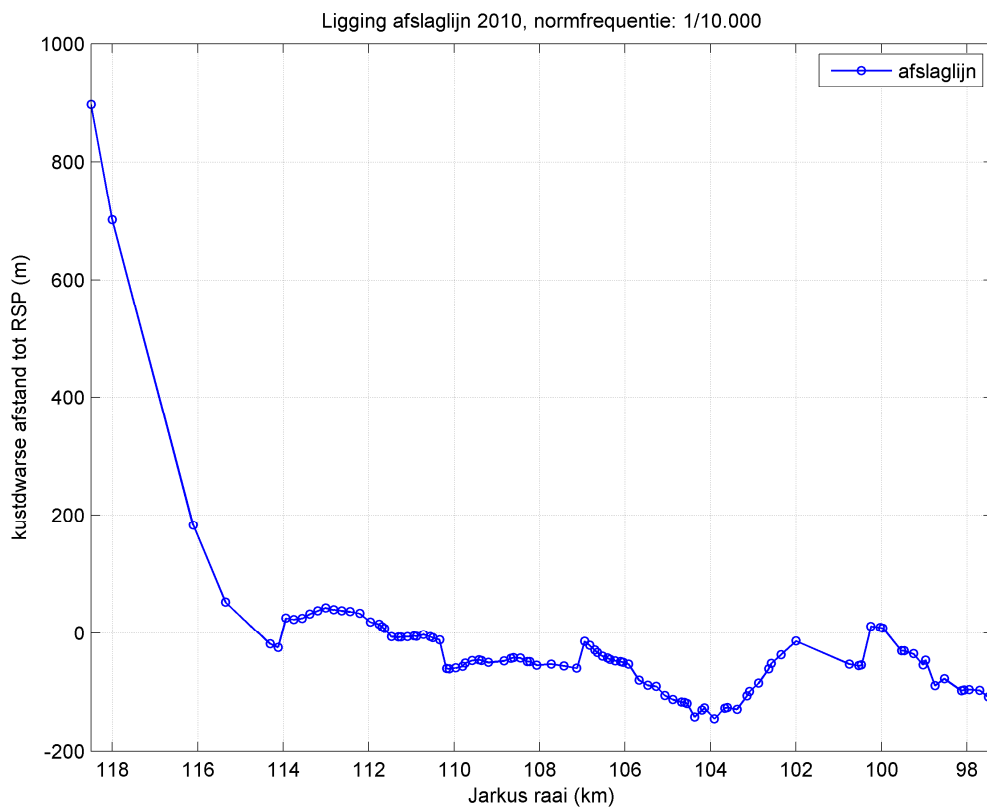


Figuur 5.7 Kustlangse variatie van de duinvoet positie ten opzichte van het RijksStrandpalenPlan (RSP)

Voor een substantieel gedeelte van het kustvak Delfland ligt de duinvoet zeewaarts van de RSP-lijn. In het gebied Westduinpark (raaien 102.35 – 105.92) ligt de duinvoet landwaarts van de RSP (Figuur 5.7). De zandsuppleties die worden uitgevoerd in het kader van versterking van de Zwakke Schakel Delflandse Kust zijn niet verwerkt in de Jarkus 2010 metingen. Naar verwachting zal de duinvoetpositie gelijk getrokken worden/zijn met de duinvoet positie van de omliggende gebieden tot een afstand van ongeveer 100m zeewaarts van de RSP lijn.

### 5.3.7 Ligging afslaglijnen

De ligging van de afslaglijnen is een maat voor de veiligheid. Voor de bepaling van de afslaglijnen is Jarkus data nodig, alsmede Hydraulische randvoorwaarden. Op dit moment is Jarkus data voor 2010 en de Hydraulische Randvoorwaarden voor 2016 beschikbaar, hiermee is per raai de positie van het afslagpunt (Technisch Rapport Duinafslag, 2007) bepaald, onder gestandaardiseerde stormcondities met 1/10.000 stormfrequentie, zie Figuur 5.8. Hierbij is gebruik gemaakt van de DUROS toolbox. De positie van de afslaglijn volgt een trend gelijkwaardig aan die van de positie van de duinvoet, echter een stuk landwaarts gelegen.



Figuur 5.8 Kustlangse variatie van afslaglijnen ten opzichte van het RijkstrandpalenPlan (RSP)



## 6 T0-rapportage Strand en vooroever; sedimentsamenstelling

### 6.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij Thema Strand en Vooroever – sedimentsamenstelling en richt zich op de volgende hypothesen uit het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor (Deltares/IMARES, 2011):

**Hypothese EF2-2a:** De aanleg van de zandmotor zal leiden tot een verandering in de gradiënten in sedimentsamenstelling.

**Hypothese EF3-1b1:** Als gevolg van de aanwezigheid van luwe (lagune) en geexponeerde gebieden (zeezijde) zal de zandhaak zich karakteriseren door een diversiteit in sedimentsamenstelling.

De samenstelling van het sediment is een belangrijke parameter voor zowel geomorfologische als ook ecologische processen. De sedimentsamenstelling is onder andere een belangrijke parameter voor de aanwezigheid van en rekolonisatie door bodemdieren (Baptist et al. 2006; Van Dalssen & Lewis 2001). Organismen kunnen zich vestigen en handhaven afhankelijk van de omgevingsfactoren. De bodemkarakteristieken waaronder de korrelgroottesamenstelling, slib-, kalk- en organisch stofgehalte en pakkingsdichtheid, zijn daarom mede bepalend voor de gemeenschappen die voorkomen. Veranderingen in sedimentparameters kunnen daarmee aanleiding zijn tot verschuivingen in de samenstelling van organismen. Tevens zijn de sedimentparameters van het gesuppleerde materiaal van belang voor de transportprocessen en daarmee van invloed op de duinvorming. Ook de ontwikkeling en verandering van de vegetatie worden mede bepaald door de samenstelling van het zand.

Het volgen van de ontwikkeling van de sedimentparameters van het strand en de vooroever, zowel in een gebied waarin reguliere suppleties plaatsvinden als ook bij de zandmotor, is noodzakelijk antwoord te kunnen geven de volgende MER2 evaluatievragen en hypothesen:

- Om modelmatig voor andere situaties te kunnen bepalen of megasuppleties ingezet kunnen worden, zijn voor de morfologische en ecologische ontwikkeling slechts een aantal factoren sturend
- Het eenmalig neerleggen van een grote hoeveelheid zand is minder versturend voor de ecologie (met name onderwater) dan regelmatig suppleren.

Kennis van de uitgangssituatie ten aanzien van het sediment voorafgaand aan de aanleg van de zandmotor draagt bij aan het beantwoorden van de volgende de subdoelen en hypothesen van het MER 3 "Het toevoegen van aantrekkelijk recreatie- en natuurgebied aan de Delflandse kust":

- Het ontwikkelen van natuurwaarden voor vooroever, strand en intergetijdgebied en duinen
- Realisatie van de Zandmotor zorgt tijdelijk voor nieuwe natuur.

Vanwege het transport van zand van de zandmotor naar het strand en het duin is er tevens een link naar de evaluatievraag van MER doel 1 "Ontwikkelen zich hogere natuurwaarden

voor nieuw duin in vergelijking met kunstmatig aangelegde duinen (Vlugtenburg) en verbeter de kwaliteit van bestaande duinen door de mogelijkheid van meer dynamisch zeereep beheer

## 6.2 Inleiding

Voor het beantwoorden van de vraag in welke mate de Zandmotor een meerwaarde heeft voor de natuurwaarden ten opzichte van regulier suppleren is het noodzakelijk de verandering in de sedimentsamenstelling te kunnen beschrijven. Door het aanbrengen van een grote hoeveelheid zand afkomstig uit een verderop gelegen wingebied wordt verwacht dat er in het gebied van de Zandmotor veranderingen in de sedimentsamenstelling zullen optreden. De korrelgrootte, sortering en pakkingsdichtheid, maar ook organisch stofgehalte en slibgehalte zullen vooral direct na aanleg niet overeenkomen met die van het sediment dat van nature in het gebied voorkomt (Van der Wal 1998). Er waren geen gegevens beschikbaar over de sedimentsamenstelling in het gebied waar de Zandmotor wordt aangelegd en waar deze een uitstralings-effect kan hebben. In 2010 zijn surveys uitgevoerd om deze lacune in data in te vullen (Medusa, 2010; Wijsman & Verduin, 2011).

## 6.3 Methode

Voor de beschrijving van de T0 situatie sediment strand en vooroever van het gebied waarin de studie naar de Zandmotor wordt uitgevoerd is gebruik gemaakt van data van de T0 metingen die in november 2010 op de locatie van de zandmotor en in het nabij gelegen gebied ten noorden en zuiden hiervan zijn verzameld (Medusa 2010, Wijsman & Verduin 2011). De informatie is aangevuld met data beschikbaar uit ander onderzoek uitgevoerd in de kuststrook (Janssen en Mulder 2005, Van Dalfts en 2006; 2009, Bos et al. 2009, Rooke 2009, De Pree 2009). Informatie uit deze laatste studies is samengevat in de Bijlagen A - E.

## 6.4 Resultaten

### 6.4.1 Sediment in de kustzone

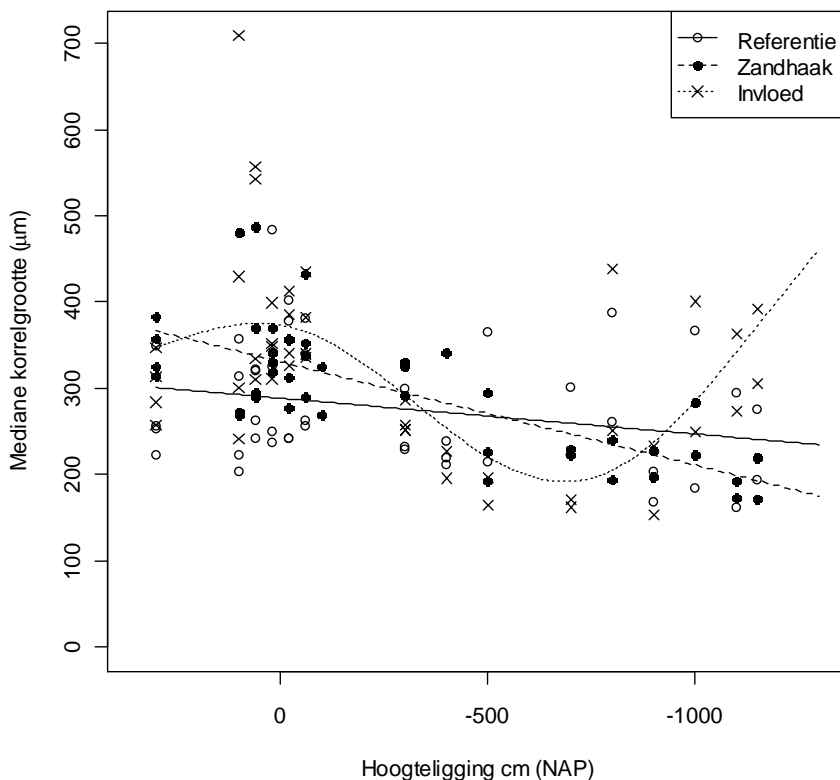
De kust van Nederland wordt getypeerd als een zandige kust. Het sediment in de Nederlandse kustzone is niet uniform en laat geleidelijke veranderingen zien op de stranden en in de ondiepe vooroever. Deze hangen samen met de expositiegraad, windklimaat, golfwerking, getij, het profiel van de kust en de herkomst van het zand. Er bestaat een verschil in herkomst van het zand tussen de kust ten noorden van Bergen en die ten zuiden van Bergen (Eisma 1968). De zanden ten noorden van Bergen bestaan vooral uit glaciaal zand uit het Saalien gemengd met Maas- en Rijnzand. De zanden ten zuiden van Bergen zijn primair Rijnzanden gemengd met laat Pleistocene-Holocene Rijnzanden. De sedimentsamenstelling van de huidige kust wordt sinds de jaren '90 ook beïnvloed door suppletieactiviteiten waarbij materiaal wordt gebruikt dat vooral afkomstig is uit gebieden buiten de kust zone.

De gemiddelde korrelgrootte van het sediment van de stranden en in de vooroever van de Waddeneilanden is kleiner dan dat van de stranden langs de Hollandse kust (Janssen & Mulder 2005). Langs de Nederlandse kust kunnen drie zones onderscheiden worden, die van de Schelde delta, de Hollandse kust en de kust van de Waddenzee eilanden. De opbouw en sortering van sedimenten op de stranden en in de vooroever zijn vooral het gevolg van de door wind gegenereerde golfwerking en transport. De stranden en de vooroever worden gekenmerkt door medium tot fijne zanden in een mesotidaal milieu (Janssen & Mulder 2005). De stranden van de Waddeneilanden hebben een geringe hellingshoek, terwijl die langs de Hollandse kust steiler zijn. In sommige delen van de kust (Hollandse kust en Waddenkust) is een systeem aanwezig met 2-3 kustparallele brekerbanken.



Het gebied waarin de Zandmotor zal worden aangelegd maakt onderdeel uit van de Hollandse kust. Deze wordt getypeerd als een matig geëxponeerde kust (Janssen & Mulder 2005).

Uit de analyses van de sedimenten verzameld tijdens de najaarsbemonstering in 2010 (Wijsman & Verduin 2011) blijkt een duidelijk verband tussen de mediane korrelgrootte en de diepteligging van het monster, waarbij de mediane korrelgrootte afneemt met de diepte. De grootste mediane korrelgroottes zijn te vinden op het natte strand (Figuur 6.1).



Figuur 6.1 Mediane korrelgrootte als functie van de hoogteligging in cm t.ov. NAP (Wijsman & Verduin 2011).

#### 6.4.2 Sediment van het strand

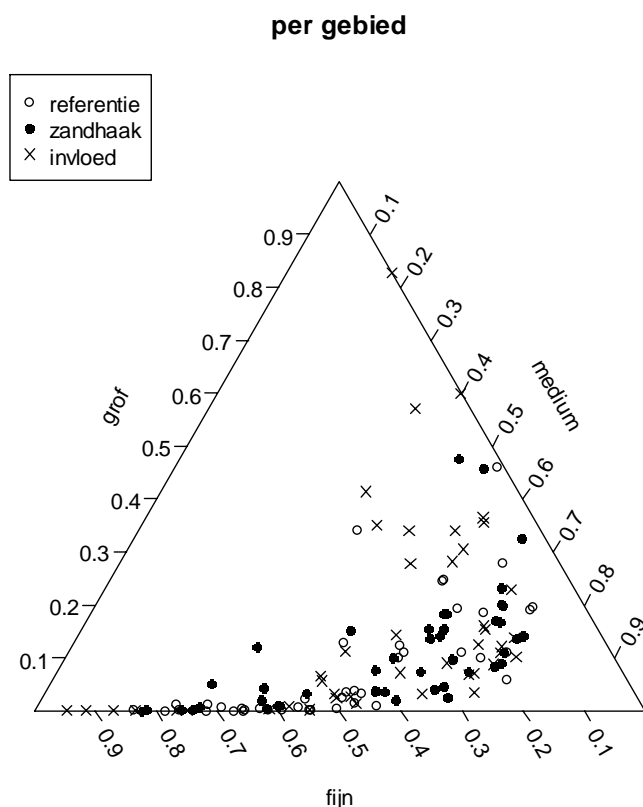
Uit de beschrijving van Janssen en Mulder (2005) kan een algemeen beeld worden verkregen voor de samenstelling van het sediment van het strand langs de Nederlandse kust. Ter hoogte van de Hoogwaterlijn is de gemiddelde korrelgrootte relatief klein, de sortering matig, het kalkgehalte laag en de dichtheid relatief hoog. Ter hoogte van de Laagwaterlijn is het sediment beter gesorteerd, is de gemiddelde korrelgrootte groter en is de dichtheid lager door een hoger watergehalte (Tabel 6.1). Het kalkgehalte op de stranden ten zuiden van Egmond is hoger dan op de stranden van de Waddeneilanden en de dichtheid van het sediment is ook hoger (Tabel 6.2).

Op basis van de sedimentbemonstering uitgevoerd in het najaar 2010 (Wijsman & Verduin 2011) kan het sediment van het strand voor alle drie de deelgebieden worden gekarakteriseerd als medium tot fijn zand (Figuur 6.2, Figuur 6.3 en Tabel 6.2). Voor het

gehele onderzoeksgebied bedraagt de gemiddelde korrelgrootte (D50) 344  $\mu\text{m}$ . Er is in de sedimentmonsters genomen op de stranden geen slib gemeten. De gemeten waarden zijn vergelijkbaar met die van Janssen & Mulder (2005). Deze vonden voor de Hollandse kust een gemiddelde korrelgrootte van 326  $\mu\text{m}$ .

De Medusa-metingen uitgevoerd in november 2010 op het strand in het onderzoeksgebied van de Zandmotor geven lagere waarden (zie figuur 3.1 en kaart A1 in Bijlage A, Medusa 2010) De D50 waarden zijn berekend op basis van correlaties met de gemeten 40-Kalium gehalten. In de Medusametingen varieert de gemiddelde korrelgrootte D50 op het strand van het onderzoeksgebied tussen circa 260  $\mu\text{m}$  en 285  $\mu\text{m}$ . Ter hoogte van de geplande locatie van de Zandmotor zijn de waarden lager dan ten noorden en zuiden van de Zandmotorlocatie.

Eerdere metingen geven ook een lagere D50 waarde van 230  $\mu\text{m}$ , met respectievelijk maximale en minimale waarden van rond de 270  $\mu\text{m}$  en 170  $\mu\text{m}$  (Rijkswaterstaat 1984). Dergelijke waarden zijn ook gevonden tijdens zeefanalyses uitgevoerd in 2009 door de TUDelft (De Pree 2010).



Figuur 6.2 Weergave van korrelgrootte verdeling over verschillende grootteklassen (fijn: < 250  $\mu\text{m}$ , medium 250-500  $\mu\text{m}$  en grof > 500  $\mu\text{m}$  met onderverdeling per deelgebied (Wijsman & Verduin 2011).

Tabel 6.1 Gemiddelde waarden voor korrelgrootte, sortering, dichtheid en kalkgehalte voor 7 transectlocaties voor 9 stranden langs de Nederlandse kust in 2002 (uit Janssen & Mulder 2005.) Locatie 0 bevindt zich op HW + 40 cm, locatie 6 op LW -40 cm.

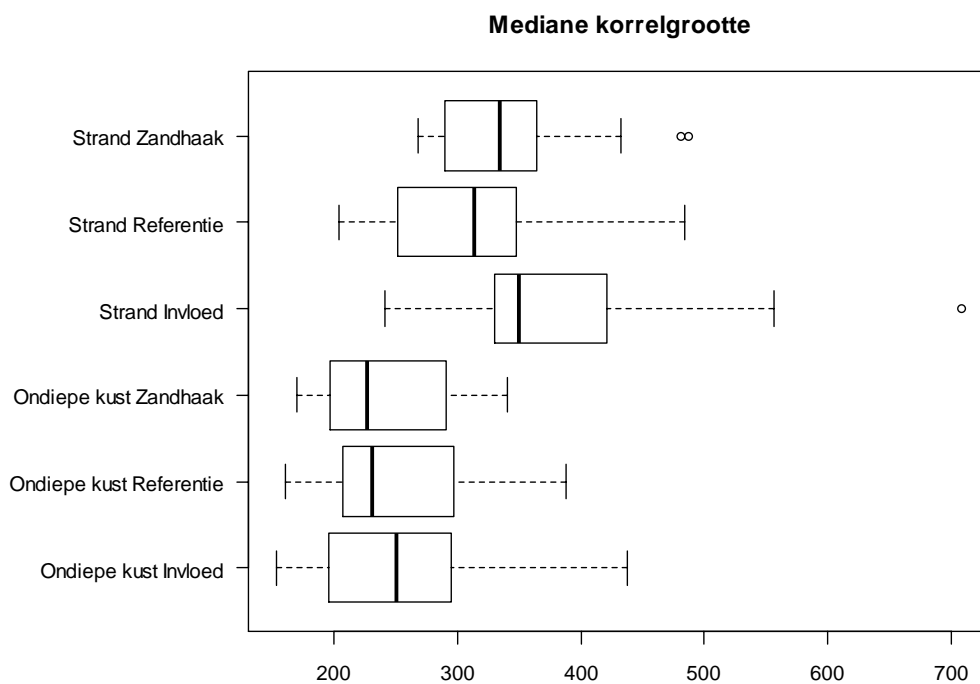
Locality	Grain size [ $\mu\text{m}$ ]	Sorting [ $\phi$ ]	Penetration	Carbonate content [%]
0	265	3.6	516	4.4
1	258	3.7	533	3.9
2	253	3.4	564	5.2
3	270	3.4	486	10.2
4	298	3.2	385	11.6
5	279	3.5	250	6.9
6	279	3.4	269	10.9

Tabel 6.2 Korrelgrootte, sortering, dichtheid, kalkgehalte en helling in 2002 voor 9 stranden langs de Nederlandse kust. (gemiddelde waarden van 7 metingen; uit Janssen & Mulder 2005.)

Beach	Grain size [ $\mu\text{m}$ ]	Sorting [ $\phi$ ]	Penetration	Carbonate content [%]	Slope [ $1/x$ ]
Schier Oost	208	4.0	288	2	96
Schier West	202	4.1	202	2	89
Texel	261	3.5	261	2	21
Egmond	305	3.5	305	2	42
Castricum	314	3.1	314	25	31
IJmuiden57	257	3.1	257	13	77
IJmuiden60	328	3.2	328	8	32
Katwijk	359	2.8	359	12	36
Goeree	218	3.6	218	6	96

Tabel 6.3 Mediane korrelgrootte ( $D_{50}$ ), voor de 3 deelgebieden van het onderzoeksgebied zandmotor (Wijsman & Verduin 2011)

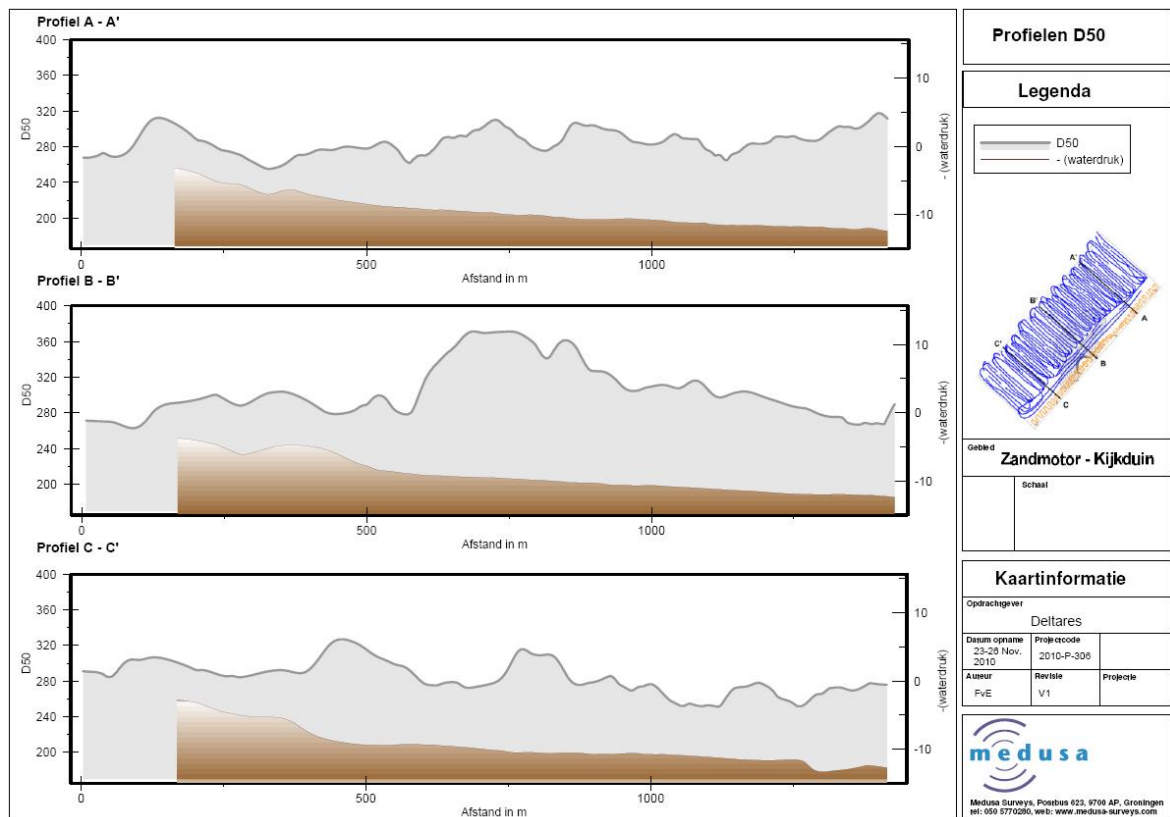
Gebied	Gemiddeld	Stdev
Ondiepe kust invloed	261	83
Ondiepe kust referentie	251	66
Ondiepe kust Zandhaak	246	55
Strand Invloed	390	107
Strand Referentie	303	64
Strand Zandhaak	340	65



Figuur 6.3 Weergave van de mediane korrelgrootte verdeling per per deelgebied (Wijsman & Verduin 2011).

### 6.4.3 Surfzone en ondiepe vooroever locatie Zandmotor

In de surfzone van het onderzoeksgebied is niet heel duidelijk een systeem van brekerbanken zichtbaar (Figuur 6.4). De eerste brekerbank ligt op circa 250 van de kustlijn en de tweede bevindt zich op circa 375 m vanaf de kustlijn. Daartussen bevindt zich een kleine trog. Ter hoogte van geplande locatie voor de Zandmotor is de brekerbank duidelijk hoger en breder dan ten noorden of ten zuiden hiervan. Het sediment in de trog lijkt iets minder grof te zijn grof te zijn dan dat van de banken en het strand (Medusa 2010).



Figuur 6.4 Kustprofielen ter hoogte van het studiegebied Zandmotor (Medusa 2010)

Het sediment in de voorover voor alle drie de deelgebieden kan gekarakteriseerd worden als medium tot fijn zand (Figuur 6.2 en Tabel 6.3). Voor het gehele onderzoeksgebied bedraagt de gemiddelde D50 waarde 253  $\mu\text{m}$ . In de sedimentmonsters genomen op in de ondiepe voorover zijn de gehalten aan slib erg laag. Het gemiddelde slibgehalte bedraagt 0,56 % waarbij moet worden aangetekend dat op meeste locaties is een slibgehalte van 0% is aangetroffen, terwijl op enkele locaties een hoge waarde is vastgesteld.

Op basis van het rapport van de Medusa-metingen kan een volgende beschrijving worden gegeven van het sediment in de surfzone en de ondiepe voorover in het onderzoeksgebied van de Zandmotor (Medusa 2010):

Op de kaart met de D50 waarden (Bijlage A) is de kustparallele brekerbank te zien. Het zand op deze bank is grover. Verder zee-inwaarts en met name in het noordwesten wordt de zandfractie fijner van samenstelling. Ter plaatse van de geplande zandmotor is de korrelgrootte van het zand grover dan meer naar het zuidwesten en noordoosten. Op een afstand van circa 750 uit de kust worden waarden van circa 370  $\mu\text{m}$  bereikt. Dichter bij de kust en verder uit de kust zijn de waarden lager (300  $\mu\text{m}$ ). Ongeveer 500 m ten zuidwesten van de geplande zandmotor loopt een uitstroombgeul, ook wel een mui, door de brekerbank, bestaande uit fijner materiaal. Het zand op het strand is fijner dan het zand in de brandingszone.

Uit de Medusa metingen blijken de brekerbanken een grovere sedimentsamenstelling te hebben dan de trog ertussen. Tussen de brekerbank en het strand is een zone met wat fijner

zand van rond de 300 µm. Op basis van de bodemruwheid is er een aanwijzing dat er in de trog mogelijk een concentratie van schelpmateriaal aanwezig is.

Uit studies uitgevoerd bij Egmond (Janssen & Mulder, 2005, van Dalftsen, 2006, van Dalftsen 2009) komt naar voren dat het sediment in de trog getypeerd kan worden als goed gesorteerd, middel tot grof zandig met een hoog kalkgehalte en slibgehalte. Op dieper water zou het zand minder goed gesorteerd zijn en een lager slibgehalte bevatten.

#### 6.4.4 Aanvullende data Vlugtenburg (Medusa, 2009)

In nabijheid van de locatie van de zandmotor zijn in het kader van de compensatie Maasvlakte 2 studie in november 2009 door de TU Delft en Medusa Explorations BV metingen verricht op het strand van 's Gravenzande en op het strand en in de vooroever ter plaatse van slag Vlugtenburg (De Pree, 2009; Rooke, 2009). Met het Medusa systeem is gebiedsdekkende informatie verkregen over korrelgrootte en de ruwheid en is ook de dichtheid van de bodem op het strand is bepaald. Daarnaast zijn sedimentmonsters genomen en geanalyseerd op de concentraties radioactieve elementen, korrelgrootte- samenstelling en slibgehalte. De resultaten zijn weergegeven in Tabel 6.4.

Tabel 6.4 Diepte range, nucleotide concentraties, mediane korrelgrootte (D50) en slibgehalte analyse Medusa monsters (a) en TU Delft monsters (b) (naar Rooke 2009).

a)

Locatie	locatie/ range m-NAP	40-K Bq/kg	232-Th Bq/kg	D50 µm	%< 63 µm
M001	vooroever (5 - 8)	253.6	32.2	164	5.26
M002	vooroever (4 - 5)	204.9	5.8	na	na
M003	vooroever (5 - 8)	271.4	8.1	220	0.32
M004	vooroever (4 - 5)	240.9	7.6	220	0.17
M005	vooroever (0 - 2)	238.7	9.3	231	0.15
M006	vooroever (2 - 4)	234.4	8.8	na	na
M007	vooroever (2 - 4)	224.0	5.6	423	0

b)

Locatie		40-K Bq/kg	232-Th Bq/kg	D50 µm
1	vooroever (2 - 4)	202.3	10.2	257
2	vooroever (0 - 2)	172.6	9.7	228
3	vooroever (0 - 2)	202.4	10.1	282
4	vooroever (0 - 2)	212.3	10.1	202
5	strand (0- +1)	230.5	10.9	218
6	strand (0- +1)	234.4	9.6	306
7	vooroever (2 - 4)	189.8	9.4	246
8	vooroever (2 - 4)	187.8	10.9	276
9	vooroever (2 - 4)	191.4	1.9	231
10	vooroever (2 - 4)	160.0	6.4	302

#### 6.4.5 Zware mineralen (Kalium, Thorium, Uranium)

Er is een verhoging gemeten aan 40-Kalium is gemeten op dieper water, vanaf een afstand van circa 1000 meter uit de kust. De waarden zijn ook verhoogd op het strand dicht aan de duinvoet. Een zelfde waarneming is gedaan bij Vlugtenburg in 2009 (Rooke, 2009).

Op de kaart met D50 waarden is ten noordoosten van de geplande zandmotor duidelijk een kom met fijner materiaal zichtbaar. Op deze locatie is een duidelijke verhoging van 232-Thorium gemeten. Onduidelijk is op dit moment of dit toe te schrijven is aan een verhoogd slibgehalte of een verhoogde concentratie zware mineralen in dit gebied. Het zand op het strand is fijner dan het zand in de brandingszone.

### 6.5 Conclusies en discussie

#### 6.5.1 Sediment van de kustzone Zandmotor

De beschrijving van de sedimenten in het onderzoeksgebied is gebaseerd op de resultaten van de sedimentanalyses uitgevoerd in november 2010 (Wijsman & Verduin 2011) en de kaarten uit de Medusa survey (Medusa 2010). Deze beschrijving is aangevuld met data en waarnemingen uit ander onderzoek uitgevoerd in de Nederlandse kustzone.

Het patroon van vergroving dat vanaf de Waddeneilanden (Schiermonnikoog, Ameland en Texel) tot aan Egmond steeds grover lijkt te kunnen worden doorgetrokken verder naar het zuiden tot aan de locatie van de Zandmotor. De voorlopige kaarten van de Medusa survey in 2010 geven D50 waarden aan voor de vooroever variërend tussen de 260  $\mu\text{m}$  en 320  $\mu\text{m}$  aan. In het gebied waar de Zandmotor is voorzien zijn de waarden nog hoger (260 – 370  $\mu\text{m}$ ). De D50 waarden uit de analyse van de sedimentmonster van de vooroever sluiten hier bij aan zij het aan de onderzijde.

De beschikbare sedimentanalyses maken het op dit moment niet mogelijk om verschillen aan te geven gerelateerd aan de morfologie van de vooroever. Wel is duidelijk dat de mediane korrelgrootte afneemt met de diepte.

In de trog tussen de brekerbanken kan er naast grof zand ook schelpmateriaal voorkomen. De aanwezigheid van schelpmateriaal is ook waargenomen tijdens de studies uitgevoerd door Janssen en Mulder bij Egmond in 2002 (Janssen & Mulder, 2005) en door Van Dalftsen (2006, 2009). Ook in de studie bij Vlugtenburg (Rooke, 2009) zijn er enkele verhogingen waargenomen dicht onder het strand.

In dit hoofdstuk T0-rapportage sediment beschrijving is een eerste indruk verkregen met betrekking tot de huidige sedimentsamenstelling op de lokatie van de Zandmotor en bij Vlugtenburg. Op basis van literatuur met betrekking tot de natuurlijk sedimentsamenstelling langs de Hollandse kust en met de huidige en toekomstige metingen van de sedimentsamenstelling op de Zandmotor lokatie en bij Vlugtenburg kan het effect van suppleties op de sediment samenstelling worden onderzocht

#### Zware mineralen

De aanwezigheid van zware mineralen is ook in een band voor de Duitse Oost-Friese kuststrook beschreven in waterdiepten tussen 4 - 6 m met concentraties variërend van 3.7 – 6.6% (Ludwig & Figge 1979). Het betreft hier wel andere mineralen (Zirkonium, Ilmeniet, Rutil, Titaniet, Mozaniet & Xenotim), maar blijkbaar vindt door natuurlijke processen een

sortering plaats die er toe leidt dat zware mineralen in deze relatief ondiepe zone worden geconcentreerd.

### 6.5.2 Bruikbaarheid van de gebruikte informatie

In en rondom de onderzoeksgebieden van de locatie Zandmotor hebben recentelijk ingrepen plaatsgevonden. De recente suppleties voor de duincompensatie en de zwakke schakel bij Vlugtenburg en Solleveld en de uitstralende effecten hiervan maken dat het gebied van de Zandmotor niet als onverstoord kan worden beschouwd.

Tussen de metingen van Wijsman & Verduin (2011) en die Medusa (Medusa 2010) bestaan verschillen. De D50 waarden van de sedimentanalyses voor de stranden zijn hoger dan de afgeleide D50 waarden bepaald met de Medusa methode. De gemeten waarden voor de vooroever zijn echter lager dan die verkregen op basis van de MEDUSA metingen. Mogelijk is het verschillen te verklaren uit de wijze waarop de waarden worden verkregen. Bij de Medusamethode worden de korrelgroottewaarden berekend op basis van correlaties met gemeten gehalten aan zware mineralen. Mogelijk zijn deze natuurlijke correlaties minder geschikt voor toepassing bij verstoorde sedimenten zoals pas gesuppleerde zanden. Dit dient nader te worden uitgezocht.

#### Aanvullende data Medusa (2009)

De studies die in november 2009 door de TU Delft en Medusa Explorations BV zijn uitgevoerd op het strand van 's Gravenzande en op het strand en in de vooroever ter plaatse van slag Vlugtenburg (De Pree 2009, Rooke 2009) lijken geschikt om naast de beschrijving van de T0-situatie voor het gebied ter hoogte van de Zandmotor te worden gebruikt. De gebruikte methodiek is dezelfde. Echter het betreft hier metingen die zijn uitgevoerd na beëindiging van de suppletiewerkzaamheden voor de Compensatie Maasvlakte 2. De samenstelling van het sediment en de sortering is daardoor niet natuurlijk.

De kaarten die met het Medusa systeem zijn verkregen op basis van de november 2011 metingen geven een gebiedsdekkend beeld van het oppervlakesediment. Deze voorlopige kaarten voor de D50 waarden van de metingen in 2010 geeft een groter aantal klassen voor de D50 waarden dan de kaart van het gebied bij Vlugtenburg uit 2009 en lijkt daarmee een grotere nauwkeurigheid te hebben. Na analyse van de sedimentmonsters en de ijking van de meetwaarden zal blijken in hoeverre deze nauwkeurigheid ook gehandhaafd kan blijven.

### 6.5.3 Kennishiaten en gewenste of noodzakelijke aanvullingen

Het MER2 subdoel D06 heeft betrekking op de sedimentsamenstelling van o.a. het strand en de onderwateroever. Verwacht wordt dat er een verandering in de sedimentsamenstelling in het gebied van de Zandmotor optreedt als gevolg van de aanleg van de Zandmotor. De sedimentsamenstelling is een belangrijke basis voor de aanwezige bodemdieren in het gebied en de rekolonisatie van de Zandmotor zelf.

Sinds 2001 is er circa 30 Mm<sup>3</sup> zand gesuppleerd langs de Zeeuwse tot en met Delflandse kust (RWS 2009). Dit zand heeft zich sindsdien weer verspreid langs de kust. Het is onduidelijk in hoeverre de verspreiding van het gesuppleerde zand van invloed is geweest op de samenstelling van het sediment op het strand en in de ondiepe vooroever in het gebied ter hoogte van de geplande Zandmotor.



Met het verzamelen van de sedimentgegevens, zowel door het nemen van sedimentmonsters op het strand en in de vooroever, als door het maken van gebiedsdekkende kaarten met het Medusa- systeem lijkt er voldaan te zijn aan het invullen van de geïdentificeerde leemte in sedimentdata over de T0-situatie in het onderzoeksgebied voorafgaande aan de aanleg van de Zandmotor.

## 6.6 Referenties

Baptist, M. J., J. Van Dalftsen, A. Weber, S. Passchier and S. Van Heteren (2006). "The distribution of macrozoobenthos in the southern North Sea in relation to meso-scale bedforms." *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 68(3-4): 538-546.

Van Dalftsen, J.A., & W.E. Lewis, 2001. Lange-termijn effecten op de bodemfauna van een tijdelijke zandwin/overslagput in de kustzone ter hoogte van Heemskerk. TNO-Rapport R2001/494.

Bos, O.G. , H.W.G. Meesters, J.T. van der Wal, W.E. Lewis, J. Cuperus, A.G. Bakker, P.W. van Leeuwen (2009). Kwantitatieve bemonstering van benthos en bodem voorafgaand aan zandsuppleties bij Texel (nulmeting). Imares Wageningen Rapport C134/09

De Pree, E. (2009) Vlughtenburg. Onderzoek naar korrelgrootteverdeling. Studentenverslag Hogeschool Utrecht.

Eisma, D., "Composition, origin and distribution of Dutch coastal sands between Hoek van Holland and the island of Vlieland," *Neth. J. Sea Res.*, 1968, 123-267.

Janssen G.M. & S. Mulder (2005): Zonation of macrofauna across sandy beaches and surf zones along the Dutch coast. *Oceanologia* 47:265-282.

Ludwig G. & K. Figge (1979). Schwermineralvorkommen und Sandverteilung in der Deutschen Bucht. *Geol. Jb.* D32. pp 23-68.

Medusa (2010) Tussentijdse rapportage Project Zandmotor Delfland, t0 meting. Medusa Explorations BV, Groningen.

Rooke W. (2009). Zandmotor Delfland, t0 meting. Medusa rapport 2009-P-266. Medusa Explorations BV, Groningen.

Rijkswaterstaat 1984, De Korrelgrootte statistiek van de Zeereep langs de Nederlandse kust Nota WWKZ -84 G.007

RWS (2009). Kustlijnkaarten 2010. V&W

Van Dalftsen, J.A. (2006). Inventarisatie brandingszone zandige kust. TNO-rapport B&O-DH-R2005/251

Van Dalftsen, J.A. (2009). Inventarisatie brandingszone. Wageningen IMARES rapport C0138/07

van der Wal D. (1998). The Impact of the Grain-Size Distribution of Nourishment Sand on Aeolian Sand Transport. *J. Coastal Research* Vol. 14, No. 2. pp. 620-631



Wijsman J.W.M., Verduin E. (2011). T<sub>0</sub> monitoring Zandmotor Delflandse kust: benthos ondiepe kustzone en natte strand. IMARES, Yerseke.

## 7 T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel benthos

Auteurs: J.W.M. Wijsman (IMARES) & E. Verduin (Grontmij)

### 7.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij Thema Strand en Vooroever – ecologie en richt zich op:

**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.

**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.

Omdat tevens de sedimentsamenstelling is bepaald bij de bemonstering op benthos richt deze T0-beschrijving zich ook op:

**Hypothese EF2-2a:** De aanleg van de zandmotor zal leiden tot een verandering in de gradiënten in sedimentsamenstelling.

**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.

Aanvullend op de beschrijving van de T0-situatie zal regelmatig bemonstering plaatsvinden van het benthos op het strand en in de vooroever. Ter beantwoording van de hypothesen is het tevens belangrijk aan te sluiten op andere, langlopende programma's. Met betrekking tot de bodemdieren is een aansluiting te maken op de zone waarin de Zandmotor wordt aangelegd met aansluitend dieper water middels de gegevens van de WOT Schelpdiermonitoring. Deze monitoring vindt plaats langs de gehele Nederlandse kust en verzameld gegevens over een 30- tot 40-tal epi- en endobenthische soorten sinds 1995. De methode van monstern is met een bodemschaaf. Vanwege de maaswijdte van het vistuig (5 mm) geeft de dataset geen informatie over de meeste kleine soorten waaronder polychaeten (wormen) en kleine kreeftachtigen, maar geeft wel een goede aansluiting aan bodemschaafmonsters in en rond het gebied De Zandmotor.

Daarnaast is, in overleg met het Havenbedrijf Rotterdam, mogelijk een aansluiting te maken aan de benthossurveys die IMARES uitvoert in het kader van de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Een deel van de monsterpunten bevinden zich nabij de locatie van de Zandmotor, zij het ook op iets dieper water vanaf circa 10 meter -NAP. Voor bodemdieren zijn er tevens data beschikbaar uit het Noordzee-brede BIOMON (MWTL) programma. Deze data zijn echter niet kust-specifiek en ten aanzien van de vooroeverfauna zijn hooguit slechts enkele referenties van de Noord-Hollandse kust bruikbaar voor deze studie.

## 7.2 Inleiding

In het najaar van 2010 zijn er bemonsteringen uitgevoerd voor het sediment en bodemfauna van het natte strand en de ondiepe kustzone voor de Delflandse kust. De bemonstering is beschreven in een veldrapportage (Wijsman & Verduin 2010) en de resultaten van de analyse zijn beschreven in rapport "T0 monitoring Zandmotor Delflandse kust: benthos ondiepe kustzone en natte strand" (Wijsman & Verduin 2011).

Onderstaand wordt een samenvatting gegeven van de rapportage over de T0 benthos en sediment.

## 7.3 Methodes

De werkzaamheden zijn uitgevoerd door IMARES (hoofdaannemer) en Grontmij (onderaannemer) in opdracht van de Waterdienst van Rijkswaterstaat. Voor het onderzoek zijn sedimentmonsters genomen en is de bodemfauna van de ondiepe kustzone bemonsterd met een van Veen happer (Grontmij, infauna) en een bodemschaaf (IMARES, epifauna en zeldzamere, veelal grotere infauna). De bemonstering van het benthos en sediment van het natte strand is uitgevoerd tijdens de eb periode met een roestvijstalen frame (37x27 cm) dat op het moment van droogval in de grond is gedrukt. De analyses van het sediment zijn uitgevoerd door het NIOO-CEME.

De locaties zijn uitgezet in een twaalftal raaien loodrecht op de kust. Vier van de raaien zijn gelegen in het gebied waar de zandmotor wordt aangelegd. Vier raaien liggen ten noorden van de zandmotor en staan vermoedelijk onder invloed van het effect van de zandmotor. Ten slotte zijn er vier raaien gelegen in het gebied ten zuiden van de zandmotor. Dit gebied wordt vermoedelijk niet beïnvloed door de zandmotor en kan gezien worden als referentiegebied.

Op alle bemonsterde locaties is sediment verzameld voor analyse op korrelgrootte, sedimentsamenstelling, fractie organisch koolstof en organisch stikstof. Na monsternamen zijn de monsters ingevroren en vervolgens gevriesdroogd. Een deel van de monsters is geanalyseerd in het kader van dit project. De rest van de monsters is opgeslagen voor een eventuele analyse op een later moment.

Van de monsters uit de bodemschaaf is per soort het aantal individuen en het versgewicht (met uitzondering van heremietkreeften) bepaald en is de lengte van intacte vissen opgemeten. De helft van de benthosmonsters uit de ondiepe kustzone die verzameld zijn met de Van Veenhapper en alle benthosmonsters die verzameld zijn op het strand zijn uitgezocht en de aangetroffen soorten zijn (indien mogelijk) tot op soort gebracht door experts bij IMARES en de Grontmij. Per locatie per soort is het afvrijdrooggewicht (AFDW) bepaald.

## 7.4 Resultaten

### Benthos bodemschaaf

In totaal zijn er 23 soorten aangetroffen in de 114 bemonsterde locaties met de bodemschaaf. Maximale dichtheid aan soorten is aangetroffen op locatie 66, met een dichtheid van 125 mesheften (*Ensis*) per m<sup>2</sup>. *Ensis* is de meest dominante soort in de schaaftmonsters, in termen van zowel aantallen als biomassa's. De gemiddelde dichtheid van *Ensis* is 17 exemplaren per m<sup>2</sup>. Na mesheften zijn de dominante soorten de breedpootkrab (*Portumnus latipes*) en de kleine heremietkreeft (*Diogenes pugilator*) met een gemiddelde dichtheid van respectievelijk 0.52 en 0.32 exemplaren per m<sup>2</sup>. Een aantal soorten, kleine slangster (*Ophiura albida*), gewone slangster (*Ophiura ophiura*), mossel (*Mytilus edulis*), nagelkrab (*Thia*

*scutellata*), rechtsgestreepte platschelp (*Tellina fabula*) en venusschelp (*Chamelea striatula*) zijn slechts op één locatie aangetroffen.

De mesheften (*Ensis*) is verreweg het genus met de hoogste biomassa per m<sup>2</sup>. Mogelijk is de biomassa aan mesheften zelfs hoger omdat van een deel van de mesheften slechts de topjes (siphonen) zijn bemonsterd met de schaaaf. Overige soorten van belang voor de biomassa zijn krabben (de breedpootkrab en de strandkrab) en de halfgeknotte strandschelp (*Spisula subtruncata*).

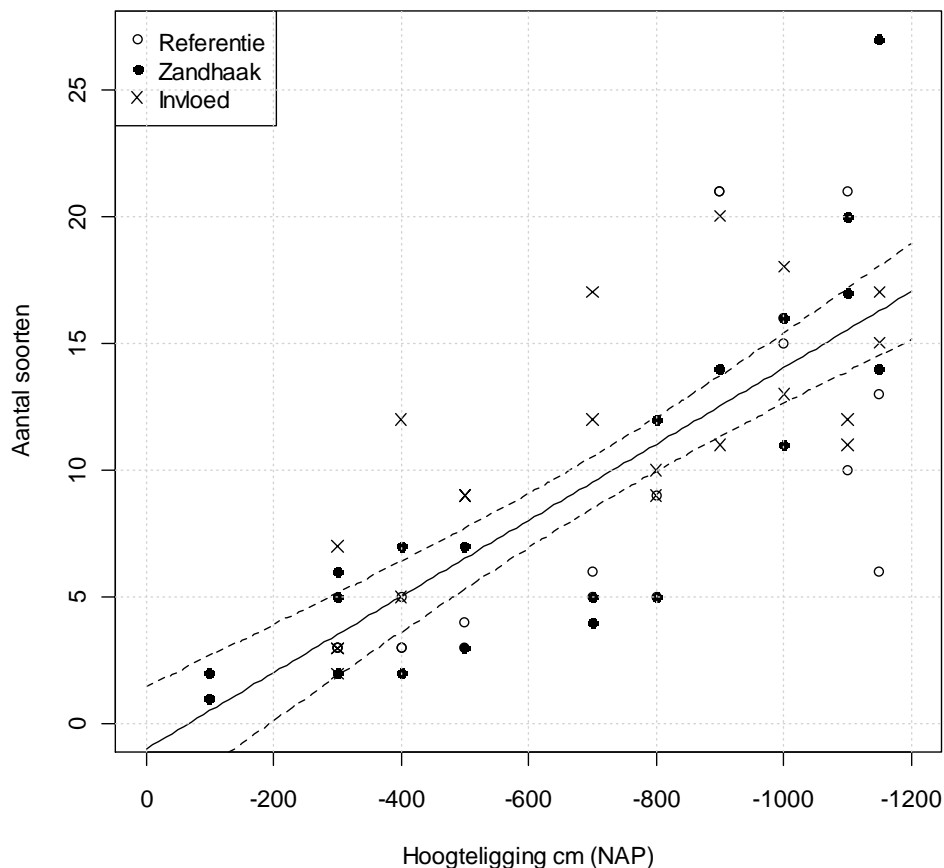
Het aantal soorten per monster en de Shannon-Wiener diversiteitsindex neemt toe met de diepte. In de monsters die verzameld met de bodemschaaaf zijn op een diepte van -1 m NAP zijn geen soorten aangetroffen. Er is geen duidelijk verschil in soortensamenstelling tussen de verschillende deelgebieden (referentie, zandhaak en invloed).

### **Benthos Van Veen happer**

Ook in de monsters van de Van Veen happer was *Ensis* de soort met de hoogste dichtheid. Het aantal soorten per monster neemt vrijwel lineair toe met de diepte over het geanalyseerde interval. Ook de Shannon-Wiener diversiteitsindex neemt toe met de waterdiepte. Er is geen duidelijk verschil in diversiteit tussen de verschillende gebieden (referentie, zandhaak en invloed).

### **Benthos natte strand**

De diversiteit van de monsters van de strandbemonstering is in het algemeen zeer laag. In totaal zijn er slechts 9 soorten aangetroffen. De meest algemene soorten in de strandmonsters zijn de borstelworm *Scolelepis squamata* en de vlokreeft *Haustorius arenarius*. Specifieke soorten die wel in de strandbemonstering zijn aangetroffen en niet in de ondiepe kustzone zijn de isopode *Eurydice pulchra*, de zeepissebed *Pontocrates arcticus* en de mossel *Mytilus edulis* (één exemplaar aangetroffen). De amphipode *Haustorius arenarius* komt weliswaar ook voor in de ondiepe kustzone, maar dan alleen op de meest ondiep gelegen stations (maximaal 3 meter beneden NAP).



Figuur 1. Aantal soorten per monster in de Van Veen monsters als functie van de hoogteligging voor de verschillende gebieden. De lijnen geven de regressielijn en het 95% interval van het GAM model.

## 7.5 Conclusies en discussie

Het referentiegebied, zandmotorgebied en invloedsgebied lijken sterk op elkaar wat betreft de sedimentsamenstelling en de bodemdiersamenstelling. Het aantal soorten en de diversiteit per monster neemt toe met de diepte. In de monsters die verzameld zijn met de bodemschaaf zijn op een diepte van -1 m NAP geen soorten aangetroffen. De hoogste biomassa's zijn te vinden op een diepte van dieper dan -7 m.

## 7.6 Referenties

Wijzman J.W.M., Verduin E. (2010). T<sub>0</sub> monitoring Zandmotor Delflandse kust: Vaarrapport bemonstering benthos ondiepe kustzone en natte strand. Report No. C166/10, IMARES, Yerseke.

Wijzman J.W.M., Verduin E. (2011). T<sub>0</sub> monitoring Zandmotor Delflandse kust: benthos ondiepe kustzone en natte strand. Rapport No. C039/11, IMARES, Yerseke.

## 8 T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel vislarven

Auteurs: L.J. Bolle (IMARES) & J.K.L. van Beek (Deltares)

### 8.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij Thema Strand en Vooroever – ecologie en richt zich op:

**Hypothese EF2-2c:** De relatieve beschutte ligging van het gebied aan de noordrand van de zandmotor heeft een positief effect op juveniele vis en epibenthos.

**Hypothese EF3-1b4:** De relatief beschutte ligging van de lagune en de hoge voedselbeschikbaarheid zal de kinderkamerfunctie van het gebied doen toenemen.

De functie als kinderkamer voor juveniele vis is mede bepaald door de verspreiding en het transport van vislarven. Ter beantwoording van bovenstaande hypothesen wordt in dit hoofdstuk de T0-situatie voor vislarven gerapporteerd en in het volgende hoofdstuk de T0-situatie voor juveniele vis.

In het Uitvoeringsprogramma is voorgesteld geen metingen te doen aan vislarven.

### 8.2 Inleiding

Er zijn geen veldgegevens beschikbaar voor vislarven in het gebied van de Zandmotor. In het algemeen zijn gegevens over de ruimtelijk en temporele verspreiding van vislarven schaars vanwege de hoge kosten verbonden aan ichthyoplanktonsurveys. De meeste ichthyoplanktonsurveys richten zich op de eieren of larven van een bepaalde vissoort, waardoor de ruimtelijk en temporele dekking beperkt zijn. Bovendien worden vaak alleen de eieren of larven van de doelsoort uitgezocht. Uitzondering hierop zijn de ICES surveys uitgevoerd eind jaren 80 - begin jaren 90 van de vorige eeuw (Heessen & Rijnsdorp 1989, van der Land 1991, ICES 1992, Bolle et al. 2011), de PLACES surveys uitgevoerd in 2003-2004 (Taylor et al. 2007, van Damme et al. 2009) en de surveys die momenteel uitgevoerd worden in het kader van het Shortlist Masterplan Wind (SMW). Deze surveys hebben een hoge ruimtelijke dekking (inclusief de Nederlandse kustwateren) en een redelijk tot goede temporele dekking (4-12 maanden van het jaar). Tijdens de ICES surveys zijn alleen viseieren geregistreerd, maar tijdens de PLACES en SMW surveys zijn (worden) ook alle vislarven gedetermineerd. De ruimtelijke resolutie van de PLACES en SMW surveys is echter laag. Weinig stations vallen binnen de strook tot 1 km uit de Nederlandse kust en geen enkel station valt in het zandmotorgebied.

Wegens het gebrek aan veldgegevens zal de beschrijving van de T0 situatie voor vislarven gedaan worden op basis van modelstudies die zijn uitgevoerd ten behoeve van de Passende Beoordeling voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte (Bolle et al. 2005). Het model ontwikkeld voor deze studie had tot doel eventuele veranderingen in het transport ten gevolge van de aanleg 2<sup>e</sup> Maasvlakte te onderzoeken. Het model focust daarom op transport en sommige biologische processen, zoals natuurlijke mortaliteit, zijn niet opgenomen in het model. Daarnaast is het model tot op heden alleen geparаметriseerd voor schol, tong en haring.

Het model zal gebruikt worden om de volgende schattingen te genereren:

- 1) Dichtheid schol-, tong- en haringlarven in het zandmotorgebied ten opzichte van de Noord en Zuid Hollandse kust.
- 2) Transport van schol-, tong- en haringlarven door het zandmotorgebied ten opzichte van een transect tot 130 km uit de kust.

Bij de interpretatie van de resultaten dient rekening gehouden te worden met de beperkingen van het model:

- De schattingen zijn uitgedrukt in aantal larven per m<sup>2</sup> (dichtheid) of per m (transport), maar omdat natuurlijke mortaliteit niet opgenomen is in het model zijn dit geen correcte schattingen van de absolute aantallen. De waarden dienen om een vergelijking mogelijk te maken tussen het zandmotorgebied en het aangrenzend gebied, waarbij impliciet ervan uit wordt gegaan dat de natuurlijke mortaliteit niet verschilt tussen deze gebieden.
- De resolutie van het model is beperkt. Het zandmotorgebied, met een oppervlakte van zo'n 4km<sup>2</sup>, valt op de grens van 2 gridcellen van het model, met een gezamenlijke oppervlakte van 22km<sup>2</sup>.

Het model zal niet gebruikt worden om scenario studies te doen naar veranderingen in transportpatronen ten gevolge van de aanleg van de Zandmotor, zoals gedaan is in het Maasvlakte 2 onderzoek. Toen is geconcludeerd dat de aanleg van de Tweede Maasvlakte een verwaarloosbaar klein effect heeft op transport van haring-, schol- en tonglarven ten opzichte van de natuurlijke variabiliteit. Gezien de beperkte oppervlakte van de Zandmotor ten opzichte van Maasvlakte 2 mag verwacht worden dat de aanleg van de Zandmotor geen noemenswaardige effecten zal hebben op transportpatronen.

Het foerageersucces en daarmee de overleving van larven wordt mogelijk beïnvloed door veranderingen in de troebelheid van het water ten gevolge van de Zandmotor. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat het gebied waarin verandering van troebelheid zal ontstaan vele malen groter is dan het zandmotorgebied. Er is weinig bekend over de relatie tussen troebelheid en het voorkomen dan wel de overleving van vislarven. Door gebrek aan kennis wordt dit aspect niet meegenomen in de T0 beschrijving en de monitoring. Effecten van de Zandmotor door verandering in de troebelheid van het water kunnen echter niet uitgesloten worden.

### 8.3 Methodes

Transport van viseieren en -larven is gesimuleerd door een "finite-volume advection-dispersion" model (Delft3D-WAQ), gekoppeld aan een 3-dimensionaal hydrodynamisch model (Delft3D-FLOW). De hydrodynamica is berekend voor 9 jaren (december t/m juni) op grond van actuele meteorologische data en rivierdebieten. Deze berekeningen zijn uitgevoerd op het zgn. "ZUNO-grof" grid (Figuur 2). Soortspecifieke ontwikkeling van eieren en larven in relatie tot temperatuur, en soortspecifiek gedrag in relatie tot ontwikkelingsfase en omgevingsvariabelen zijn geformuleerd in het transportmodel. Deze processen zijn alleen voor schol, tong en haring geparаметriseerd. Als input voor het model dient de ruimtelijke en temporele verspreiding van eieren ten tijde van de paai.

Het model voor transport van viseieren en -larven is ontwikkeld door Deltares (toenmalig WL|Delft Hydraulics) en IMARES (toenmalig RIVO) in het kader van de MER en Passende Beoordeling voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte (Bolle et al. 2005). De effectstudies zijn gepubliceerd in de wetenschappelijke literatuur (Ertfemeijer et al. 2009), daarnaast zijn de modelstudies gebruikt voor publicaties over jaarlijkse variabiliteit in transport en rekrutering

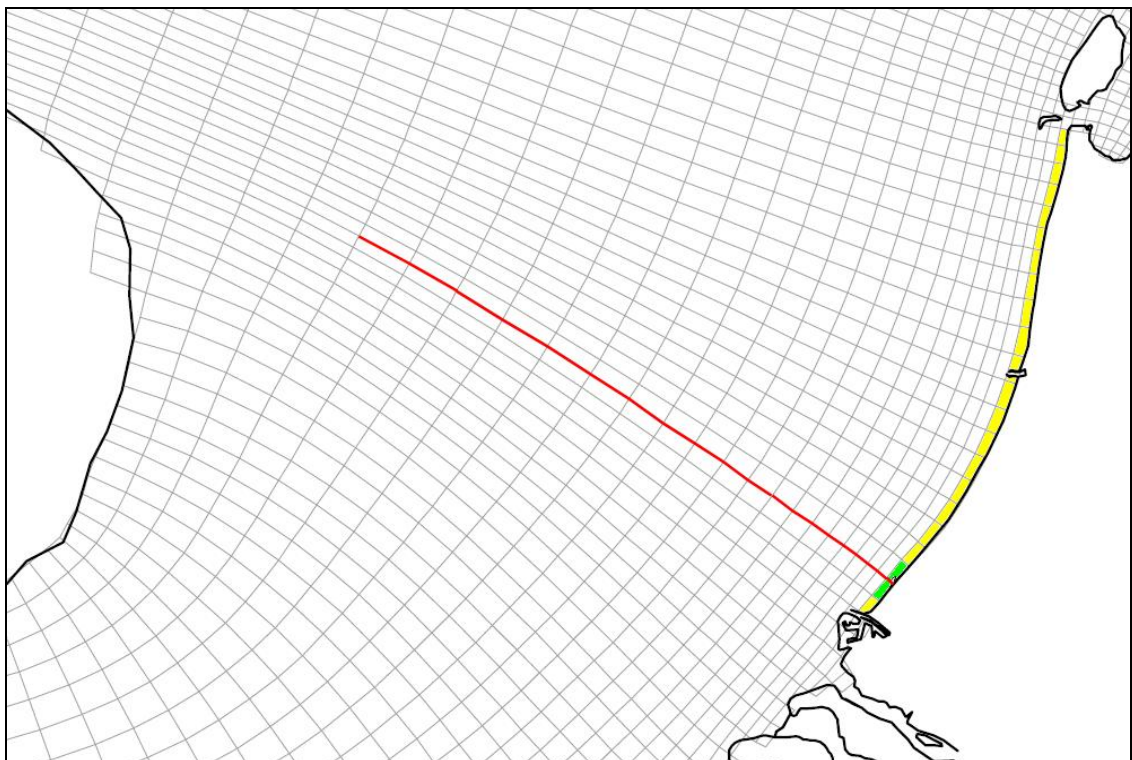


(Bolle et al. 2009, Dickey-Collas et al. 2009, van der Veer et al. 2009). Nadere details over het model, de soortspecifieke parameters en de validatie van het model worden gegeven in de hiervoor genoemde rapport en wetenschappelijke publicaties.

In deze studie zijn alleen de zuidelijke paaigronden relevant. Voor schol is alleen de Zuidelijke Bocht paaipopulatie (Harding et al. 1978) gebruikt als input voor het model. De modelstudies voor haring zijn beperkt tot de 'Downs herring' populatie, waarvan de paaigronden in het oostelijk Kanaal en het zuidelijkste puntje van de Noordzee liggen (Burd & Howlett, 1974). Voor tong is er geen duidelijke ruimtelijke scheiding tussen paaigronden langs de continentale kust (Houghton & Riley 1981, Bolle et al. 2011), daarom zijn alle paaigronden gebruikt als input voor het model. De resultaten voor de Zandmotor studie worden gedomineerd door larven afkomstig van de paaigronden langs de Noordzeekust van het Nauw van Calais tot Texel.

Het model is gebruikt om een schatting te geven van de larvendichtheid (aantal schol-, tong- en haringlarven per  $m^2$ ) in het zandmotorgebied in vergelijking met de aangrenzende zone langs de Nederlandse kust. De Zandmotor valt in 2 gridcellen van het model (Figuur 2, groene cellen), het gemiddelde hiervan wordt vergeleken met de gemiddelde dichtheid in alle kust gridcellen langs de Noord en Zuid Hollandse kust (Figuur 2, gele cellen). Deze resultaten worden, voor ieder jaar en soort afzonderlijk, gepresenteerd als een tijdserie van de paai (hatch in het geval van haring) tot het einde van de larvenfase.

Het model is ook gebruikt om een schatting te geven van het transport door het zandmotorgebied in vergelijking met verder uit de kust gelegen zones. Hiervoor is het totaal aantal larven dat over een inshore-offshore transect is getransporteerd berekend, voor elke lijnstuk ter grootte van een gridcel (Figuur 2, rode lijn). Deze waarden (uitgedrukt in aantal larven per m) zijn berekend voor ieder jaar en soort afzonderlijk. Positieve waarden duiden op netto transport richting noord, negatieve waarden op netto transport richting zuid.

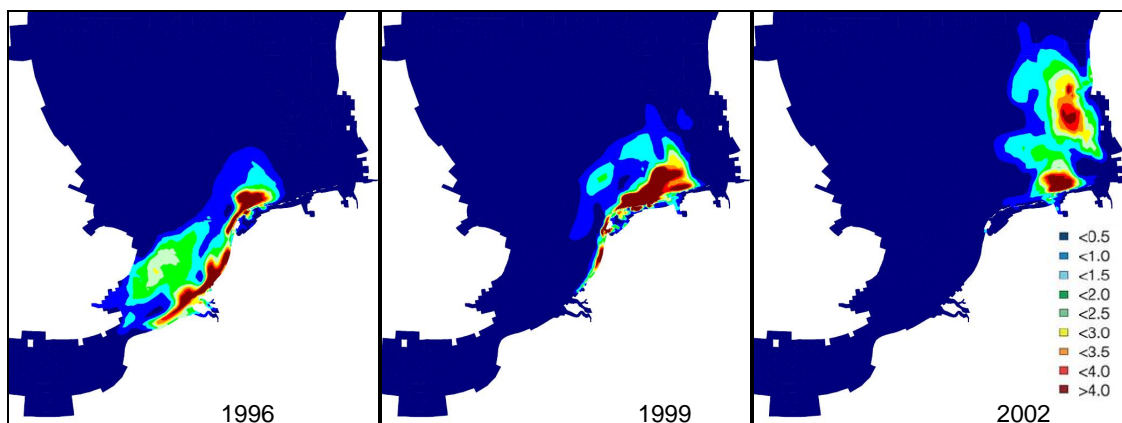


*Figuur 2. Model grid (ingezoomd op de zuidelijke Noordzee) met hierin aangegeven de gridcellen die het zandmotorgebied representeren (groen), de gridcellen gebruikt voor de vergelijking van larvendichtheid (geel) en het transect gebruikt voor de vergelijking van transport (rood).*

## 8.4 Resultaten

### 8.4.1 Jaarlijkse variabiliteit

De gemodelleerde transportpatronen vertonen grote verschillen tussen jaren voor schol en haring (Bolle et al. 2009, Dickey-Collas et al. 2009) en in mindere mate voor tong (Bolle et al. 2005). Dit is in Figuur 3 geïllustreerd door de gemodelleerde verspreiding van schollarven in 2 extreme jaren (1996 en 2002) en een gemiddeld jaar (1999).



*Figuur 3. Gemodelleerde verspreiding van schollarven (aantal per  $m^2$ ), afkomstig van de Zuidelijk Bocht paaigrond, aan het einde van de larvenfase voor de jaren 1996, 1999 en 2002 (uit Bolle et al. 2009).*

### 8.4.2 Schol

De gemodelleerde larvendichtheden verschillen sterk tussen jaren (Figuur 4). Deze verschillen worden volledig veroorzaakt door verschillen in transportpatronen (Figuur 3), aangezien eiproductie gefixeerd is voor alle runs en mortaliteit niet is opgenomen in het model. Voor alle jaren zijn de geschatte dichtheden in het zandmotorgebied in dezelfde grootte orde als in het Noord en Zuid Hollandse kustgebied. In sommige jaren is de dichtheid in het zandmotorgebied hoger dan in het aangrenzend kustgebied, in andere jaren lager, maar de verschillen zijn klein t.o.v. de jaarlijkse variabiliteit.

Schol paaït uit de kust (Harding et al. 1978, Taylor et al. 2007). De eieren en vroege larvale stadia worden met de reststromen van de paaigrond in de Zuidelijk Bocht naar het noorden getransporteerd (Talbot 1977). Pas in de laat larvale stadia trekken de larven richting kust, waarschijnlijk door gebruik te maken van selectief getijden transport (Rijnsdorp et al. 1985, Bolle et al. 2009). Het transport door het zandmotorgebied is dan ook zeer beperkt vergeleken met verder uit de kust (Figuur 5).

### 8.4.3 Tong

Voor tong verschillen de gemodelleerde larvendichtheden relatief weinig tussen jaren. Voor alle jaren zijn de geschatte dichtheden in het zandmotorgebied hoger dan in het aangrenzend kustgebied. De verschillen tussen jaren en gebieden zijn in dezelfde grootte orde (Figuur 6).

Tong paait in kustwateren (Houghton & Riley 1981), waardoor er minder variabiliteit in transportpatronen tussen jaren waargenomen wordt. Paaieren is niet beperkt tot min of meer discrete paaigronden zoals bij schol en haring, maar er worden wel lokale hot-spots met hoge eidichtheden waargenomen, o.a. voor de Frans-Belgische Noordzeekust (Bolle et al. 2011). De hogere dichtheden in het zandmotorgebied ten opzicht van de Noord en Zuid Hollandse kust kan gerelateerd worden aan de afstand tot deze paai hot-spot.

Transport langs de kust (in noord-zuid richting) is veel geringer bij tong dan bij schol en haring. Bij tong vindt dit transport vooral plaats in kustwateren tot 20 km uit de kust (Figuur 7). Transport verder uit de kust is beperkt, omdat tong in kustwateren paait. Transport speelt een veel minder belangrijke rol bij tong dan bij haring en schol omdat de afstand van de paaigebieden tot de kinderkamers klein is.

#### 8.4.4 Haring

Haringeieren zijn bentisch, waardoor de transportfase pas begint in het planktonische larvenstadium. Het einde van de transportfase is minder duidelijk dan bij schol en tong, omdat haring een pelagische vissoort is die niet op de bodem gaat leven aan het einde van de larvenfase.

Downs haring paait in de het oostelijk kanaal en de zuidelijke Noordzee (Burd & Howlett, 1974). Door de offshore ligging van de paaigronden wordt bij haring, zoals bij schol, een grote variabiliteit in transportpatronen tussen jaren gemodelleerd (Figuur 8) en is het transport door het zandmotorgebied zeer beperkt vergeleken met verder uit de kust (Figuur 9).

De gemodelleerde larvendichtheden verschillen weinig tussen het zandmotorgebied en het Noord en Zuid Hollandse kustgebied; in sommige perioden is de dichtheid in het zandmotorgebied hoger dan in het aangrenzend kustgebied, in andere perioden lager, maar de verschillen zijn klein t.o.v. de jaarlijkse variabiliteit (Figuur 8).

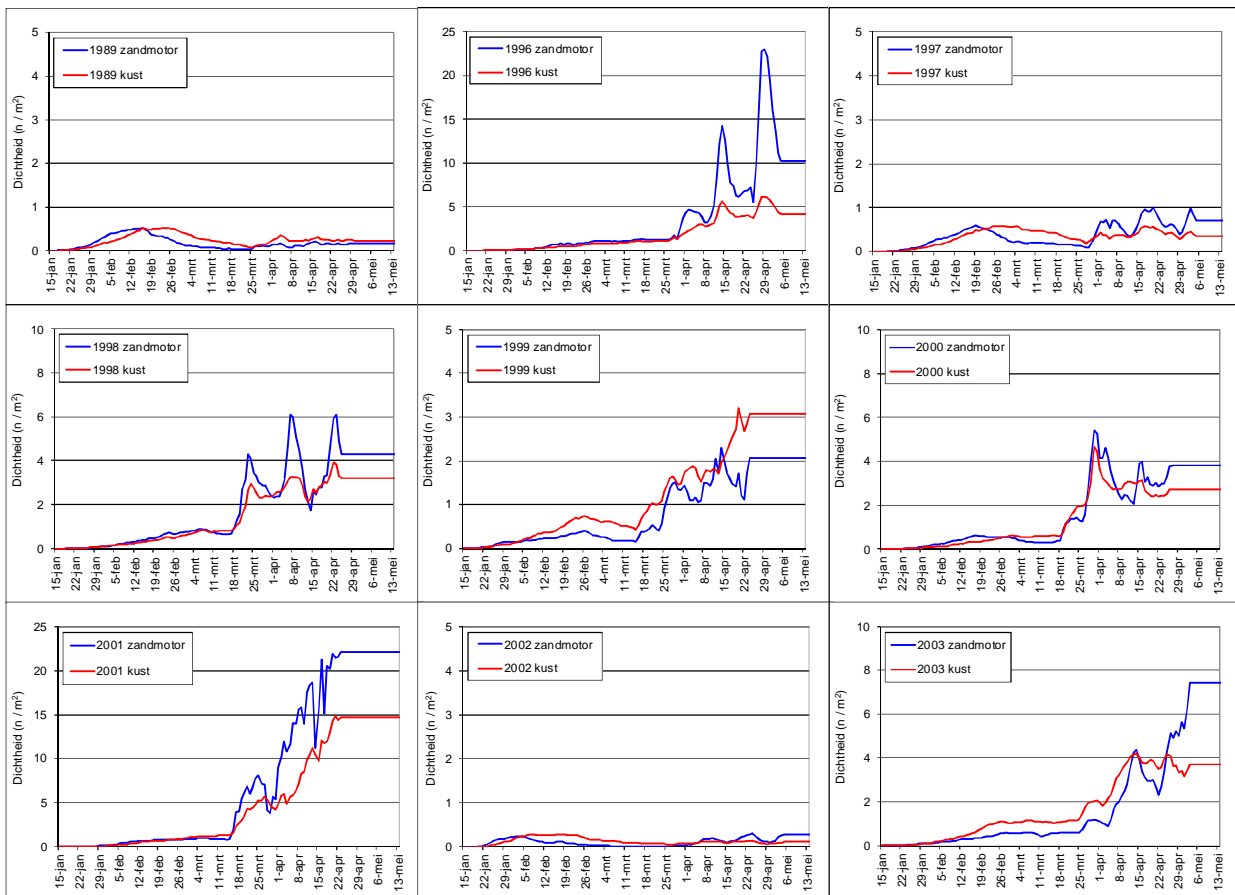
### 8.5 Conclusies en discussie

Het zandmotorgebied is voor geen van de 3 vissoorten een cruciaal transportgebied in de route van paaigronden naar kinderkamers.

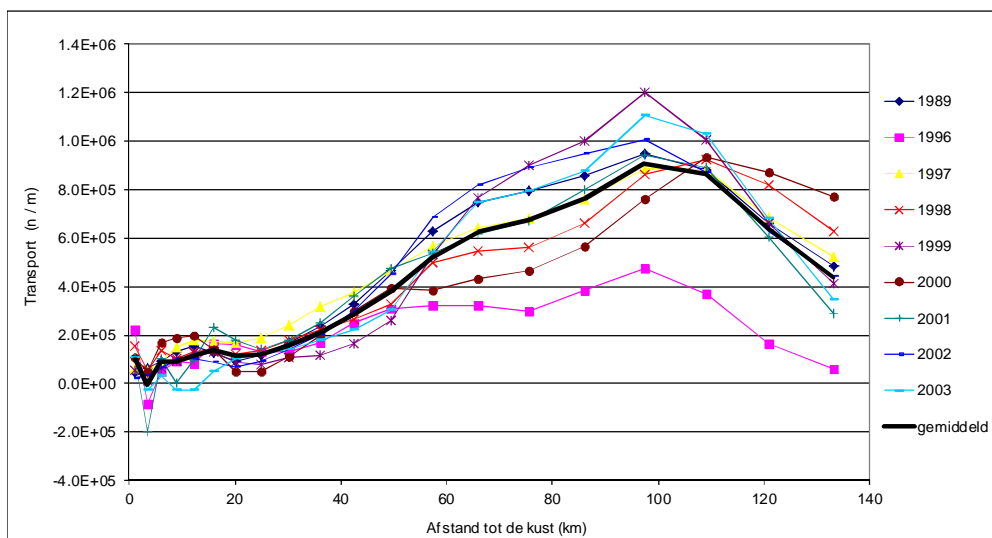
Voor schol en haring is de larvendichtheid in het zandmotorgebied in sommige jaren hoger en in andere jaren lager dan in het aangrenzend kustgebied. Voor tong wordt structureel een hogere larvendichtheid gemodelleerd in het zandmotorgebied dan in het aangrenzend kustgebied.

Op grond van scenariostudies uitgevoerd in het kader van het Maasvlakte 2 onderzoek wordt verwacht dat de aanleg van de Zandmotor geen noemenswaardige effecten zal hebben op transportpatronen.

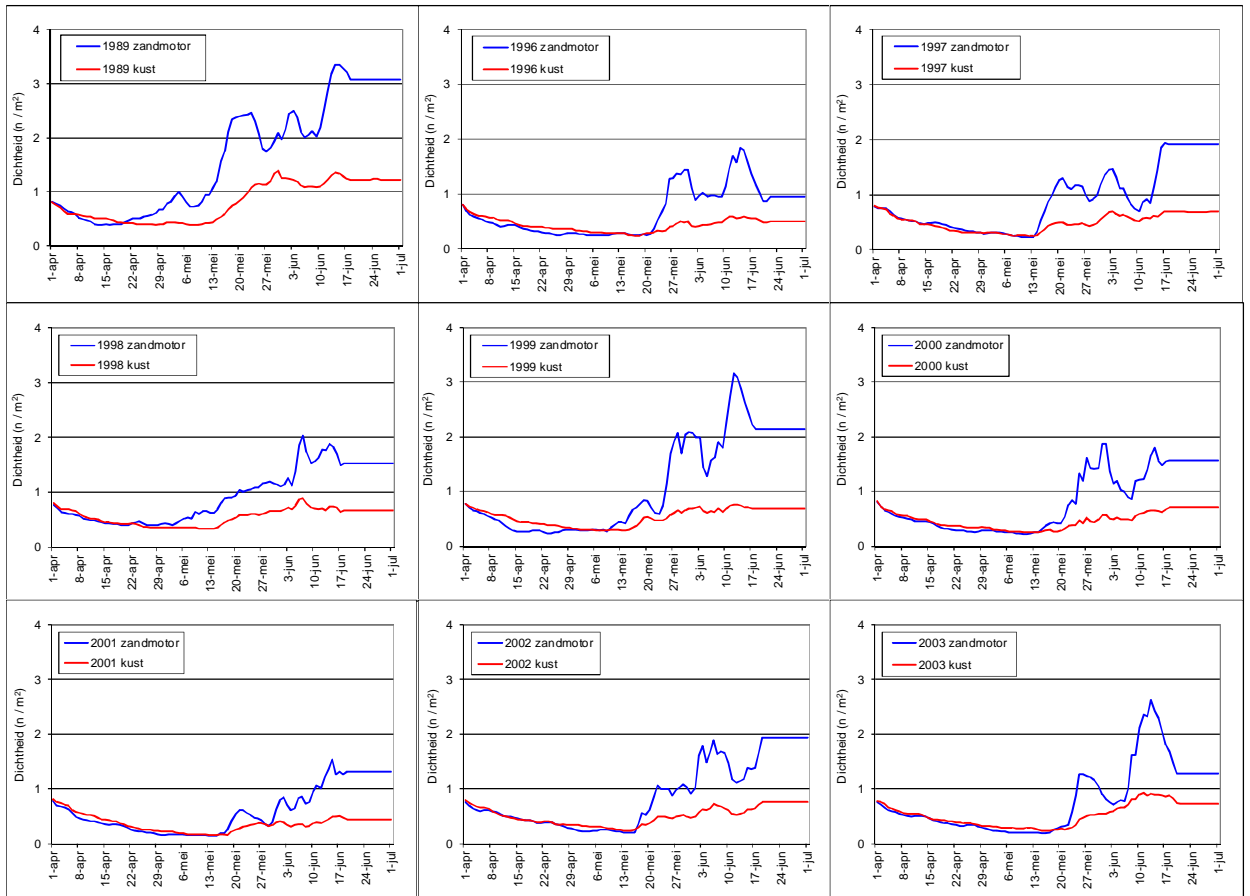
Door gebrek aan kennis over de relatie tussen troebelheid en de verspreiding/overleving van vislarven wordt dit aspect niet meegenomen in de T0 beschrijving en de monitoring. Effecten van de Zandmotor door verandering in de troebelheid van het water kunnen echter niet uitgesloten worden. Hierbij dient rekening gehouden te worden met het feit dat het gebied waarin verandering van troebelheid zal ontstaan vele malen groter is dan het zandmotorgebied.



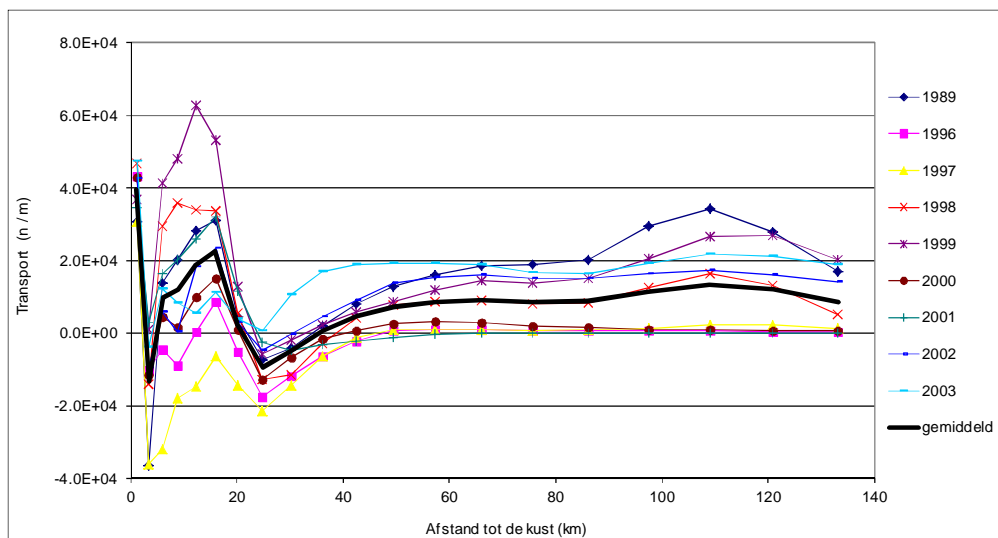
Figuur 4. Gemiddelde dichtheid van scholeieren en -larven (aantal per  $m^2$ ) in het zandmotorgebied en langs de Noord en Zuid Hollandse kust gemodelleerd voor 9 jaren (1989, 1996-2003). Overgang van ei naar larvenstadium is 31 januari ( $\pm 2$  dgn). Einde larvenstadium (einde transportfase) is 30 april ( $\pm 6$  dgn).



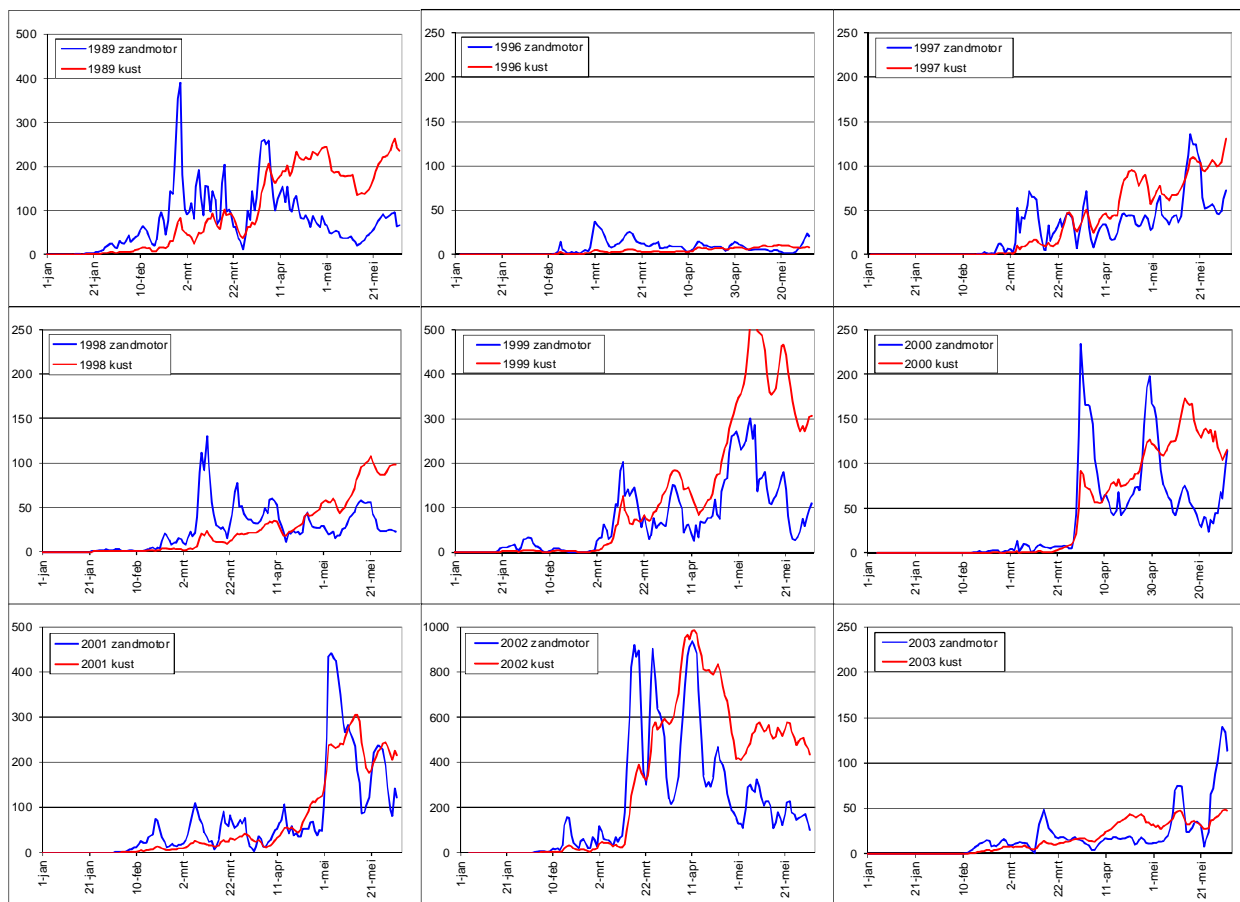
Figuur 5. Transport van scholeieren en -larven (totaal aantal per m) over een inshore-offshore transect ter hoogte van de Zandmotor. Positieve waarden geven netto transport richting noord aan, negatieve waarden netto transport richting zuid.



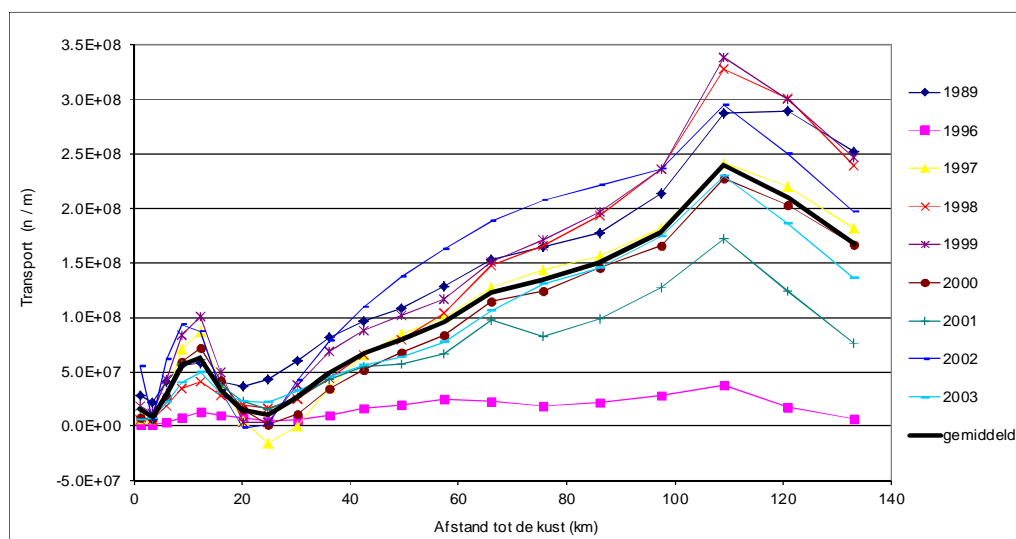
Figuur 6. Gemiddelde dichtheid van tongeieren en -larven (aantal per  $m^2$ ) in het zandmotorgebied en langs de Noord en Zuid Hollandse kust gemodelleerd voor 9 jaren (1989, 1996-2003). Overgang van ei naar larvenstadium is 10 april ( $\pm 1$  dg). Einde larvenstadium (einde transportfase) is 20 juni ( $\pm 2$  dgn).



Figuur 7. Transport van tongeieren en -larven (totaal aantal per m) over een inshore-offshore transect ter hoogte van de Zandmotor. Positieve waarden geven netto transport richting noord aan, negatieve waarden netto transport richting zuid.



Figuur 8. Gemiddelde dichtheid van haringlarven (aantal per m<sup>2</sup>) in het zandmotorgebied en langs de Noord en Zuid Hollandse kust gemodelleerd voor 9 jaren (1989, 1996-2003).



Figuur 9. Transport van haringlarven (totaal aantal per m) over een inshore-offshore transect ter hoogte van de Zandmotor. Positieve waarden geven netto transport richting noord aan, negatieve waarden netto transport richting zuid.

## 8.6 Referenties

Bolle LJ, Dickey-Collas M, Erftemeijer PLA, van Beek JKL, Jansen HM, Asjes J, Rijnsdorp AD, Los HJ (2005). Transport of fish larvae in the southern North Sea. Impacts of Maasvlakte 2 on the Wadden Sea and North Sea coastal zone (track 1, part IV: fish larvae) & baseline study MEP Maasvlakte 2 (lot3b: fish larvae). RIVO Report C072/05, p1-144.

[http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/page\\_kennisplein.aspx?DossierURI=tcm:195-17870-4&Id=325640](http://www.verkeerenwaterstaat.nl/kennisplein/page_kennisplein.aspx?DossierURI=tcm:195-17870-4&Id=325640).

Bolle LJ, Dickey-Collas M, van Beek JKL, Erftemeijer PLA, Witte JIJ, van der Veer HW, Rijnsdorp AD (2009). Variability in transport of fish eggs and larvae. III. Effects of hydrodynamics and larval behaviour on recruitment in plaice. *Mar Ecol Prog Ser* 390:195–211.

Bolle LJ, Rijnsdorp AD and others (2011). Spawning grounds of common sole (*Solea solea*) in the North Atlantic. *ICES J Mar Sci*.

Burd AC, Howlett GJ (1974). Fecundity studies on North Sea herring. *J Cons Int Explor Mer* 35:107–120.

Dickey-Collas M, Bolle LJ, van Beek JKL, Erftemeijer PLA (2009). Variability in transport of fish eggs and larvae. II. Effects of hydrodynamics on the transport of Downs herring larvae. *Mar Ecol Prog Ser* 390:183–194.

Erftemeijer PLA, van Beek JKL, Bolle LJ, Dickey-Collas M, Los HFJ (2009). Variability in transport of fish eggs and larvae. I. Modelling the effects of coastal reclamation. *Mar Ecol Prog Ser* 390:167–181.

Harding D, Nichols JH, Tungate DS (1978). The spawning of plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the southern North Sea and English Channel. *Rapp P-V Reun Cons Int Explor Mer* 172:102–113.

Heessen HJL, Rijnsdorp AD (1989). Investigations on egg production and mortality of cod (*Gadus morhua* L.) and plaice (*Pleuronectes platessa* L.) in the southern and eastern North Sea in 1987 and 1988. *Rapp P-V Reun Cons Int Explor Mer* 191:15–20.

Houghton RG, Riley JD (1981). Sole (*Solea solea*) spawning areas. In: Lee AJ, Ramster JW (eds). *Atlas of the Seas around the British Isles*, MAFF, London.

ICES (1992). Report of the study group on the fecundity of sole and plaice in sub-areas IV, VII and VIII. *ICES CM* 1992/G:16.

Rijnsdorp AD, van Stralen M, van der Veer HW (1985). Selective tidal transport of North Sea plaice larvae *Pleuronectes platessa* in coastal nursery areas. *Trans Am Fish Soc* 114:461–470.

Talbot JW (1977). The dispersal of plaice eggs and larvae in the Southern Bight of the North Sea. *J Cons Int Explor Mer* 37:221–248.

Taylor N, Fox CJ, Bolle LJ, Dickey-Collas M and others (2007). Results of the spring 2004 North Sea ichthyoplankton surveys. *ICES Coop Res Rep No. 285*, ICES, Copenhagen.

van Damme CJG, Bolle LJ, Fox CJ, Fossum P and others (2009). A reanalysis of North Sea plaice spawning-stock biomass using the annual egg production method. *ICES J Mar Sci* 66:1999–2011.

van der Land MA (1991). Distribution of flatfish eggs in the 1989 egg surveys in the south-eastern North Sea, and mortality of plaice and sole eggs. *Neth J Sea Res* 27:277–286.

van der Veer HW, Bolle LJ, Geffen AJ, Witte JIJ (2009). Variability in transport of fish eggs and larvae. IV. Interannual variability in larval stage duration of immigrating plaice in the Dutch Wadden Sea. *Mar Ecol Prog Ser* 390:213–223.





## 9 T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel juveniele vis

Auteurs: L. Teal, M.J. Baptist & J.T. van der Wal (IMARES).

### 9.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij Thema Strand en Vooroever – ecologie en richt zich op:

**Hypothese EF2-2c:** De relatieve beschutte ligging van het gebied aan de noordrand van de zandmotor heeft een positief effect op juveniele vis en epibenthos.

**Hypothese EF3-1b4:** De relatief beschutte ligging van de lagune en de hoge voedselbeschikbaarheid zal de kinderkamerfunctie van het gebied doen toenemen.

Ter beantwoording van bovenstaande hypothesen is in het voorgaande hoofdstuk ingegaan op het transport en de dichtheid van vislarven en wordt in dit hoofdstuk de T0-situatie voor juveniele vis gerapporteerd.

Ter beantwoording van de hypothesen is het tevens belangrijk aan te sluiten op andere, langlopende programma's. Er kan informatie verkregen worden uit de Demersal Fish Survey die in het kader WOT door IMARES wordt uitgevoerd. De DFS vindt plaats langs de gehele Nederlandse kust, jaarlijks in september-oktober en loopt sinds 1969. Er wordt gevist met een boomkor op demersale (bodembewonende) vis en epibenthos zoals Schol, Tong en Gewone garnaal. Een 40 tot 50 soorten worden gemonitord. Voor het beschrijven van het epibenthos kan tevens gebruik worden gemaakt van de gegevens van de WOT Schelpdiermonitoring.

### 9.2 Inleiding

Het Rijksinstituut voor Visserijonderzoek (RIVO) voerde in de periode 1974 – 1985 reguliere visbemonsteringen op juveniele vis (en epibenthos) uit. De data waren tot 2010 nog niet gedigitaliseerd. Omdat dit de enige consistente, meerjarige datareeks van juveniele vis in de ondiepe kustzone van Nederland is, is besloten deze data te digitaliseren en te analyseren. De data zijn nu opgenomen in de IMARES database en zijn door de standaard kwaliteitscontrole gegaan. De resultaten van de analyse zijn ten behoeve van de T0-beschrijving Zandmotor gebruikt voor een eerste inzicht in de verspreidingspatronen van juveniele vis in de ondiepe kustzone ter hoogte van de Delflandse kust.

### 9.3 Methoden

De bemonsteringen werden uitgevoerd met een 2 m boomkor vanaf een rubberboot (1974-1981), de Krab (1975 op de Waddeneilanden) en de Stern (1977, 1980 Wijk aan Zee, Parnassia en Noordwijk). In 1977, 1979 en 1983 werden enkele bemonsteringen lopend vanaf het strand uitgevoerd met een garnalennet (duwnet). Van iedere bemonstering werd de lokale waterdiepte (niet getij-gecorrigeerd), en de watertemperatuur genoteerd. Bemonstering met het garnalenduwnet vond plaats lopend tussen twee punten langs de kust in de brandingszone. Bemonsteringen met de boomkor vonden plaats parallel aan de kust met een standaard trekduur. De afgelegde afstand werd gemeten met een meetwiel dat was bevestigd aan de boomkor. De gemiddelde trek lengte bedroeg 150 m. De diepte waarop bemonsterd

werd, werd bepaald met een echolood. De bemonstering vonden maandelijks plaats, *ad hoc*, wanneer het weer en de tijd het toelieten.

De vangsten werden uitgezocht op een sorteertafel op het strand en zoveel mogelijk tot op soortniveau gedetermineerd. Vissen en garnalen werden opgemeten en naar beneden afgerond (centimeter), benthische soorten werden geteld.

In totaal werden 610 trekken uitgevoerd tussen 1974 en 1985 in 17 gebieden. Hiervan werden 75 trekken uitgevoerd met een garnalenduwnet. De meerderheid hiervan (41) vond plaats in 1982 (Tabel 1). Van de 17 gebieden is de meerderheid van de data afkomstig van Wijk aan Zee (142 trekken), Noordwijk (123 trekken), IJmuiden (113 trekken) en Egmond (85 trekken).

De meeste trekken vonden plaats in het derde kwartaal (231), vervolgens het tweede kwartaal (189 trekken) en het vierde kwartaal (148 trekken). Het eerste kwartaal (42) is relatief weinig bemonsterd.

### 9.3.1 Statistische analyse

Vanwege de onbalans in de databeschikbaarheid (per jaar, maand, schip en monstertuig), is eerst een data exploratie uitgevoerd. Van de 54 aangetroffen soorten zijn er 7 geselecteerd voor statistische analyse, gebaseerd op het aandeel aanwezigheid in de bemonsteringen. Alle soorten die in meer dan 20% van de bemonsteringen voorkomen zijn geanalyseerd en hier gepresenteerd.

De analyse is in twee fasen uitgevoerd. Eerst is de kans op voorkomen van een soort gebaseerd op de waterdiepte bepaald. Hierbij is een gegeneraliseerd lineair model (GLM) toegepast op de presentie/absentie van iedere soort. De waterdiepte was beschikbaar voor de meerderheid van de trekken (85%) en presentie/absentie is niet in grote mate afhankelijk van het monstertuig. Deze analyse maximaliseert de hoeveelheid data die kan worden gebruikt.

In een volgende fase zijn de gevonden dichtheden geanalyseerd in relatie tot de multivariate samenstelling van waterdiepte, temperatuur en dag van het jaar. Hierbij is een gegeneraliseerd additief model (GAM) toegepast. Voor deze analyse zijn alleen de boomkordata geselecteerd. Het totaal aantal bemonsteringen dat alle variabelen bevatte is  $n = 356$ .

### 9.3.2 Kans op voorkomen in relatie tot waterdiepte

Een GLM is toegepast op de volledige dataset en afzonderlijk per geselecteerde soort, om de kans op voorkomen in relatie tot waterdiepte te bepalen. Presentie/absentie data is gebruikt als respons-variabele en het model is gefit op een binomiale verdeling vanwege het binaire karakter van de data.

Presentie/absentie is gemodelleerd als een lineaire functie van de waterdiepte:

$$P / A = \alpha + \beta(\text{Depth}) + \varepsilon$$

Waarin  $\alpha$  is het intercept,  $\beta$  is de helling en  $\varepsilon$  is de error (onverklaarde variantie).

Year	1974		1975		1976		1977		1978		1979		1980		1981		1982		1983		1984		1985	
	2m Beam	RIB	2m Beam	Krab	2m Beam	RIB	2m Beam	Stern	Pushnet	2m Beam	RIB	2m Beam	RIB	2m Beam	Stern	2m Beam	RIB	2m Beam	RIB	2m Beam	Pushnet	NA	2m Beam	RIB
Ameiland	0	0	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Belgzand??	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
Bloemendaal	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Egmond	0	0	0	0	3	9	0	1	0	0	0	0	0	0	0	24	3	0	8	11	0	2	0	0
IJmuiden	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	6	2	10	15	0	4	0	4	
Katwijk	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
Noordwijk	8	0	0	0	4	15	3	0	0	0	0	0	0	0	29	1	30	0	10	5	4	0	4	
Ouddorp	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Oostvoorne	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Parnassia	4	0	0	0	3	18	4	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Schiermonnikoog	0	0	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Terschelling	0	0	0	6	0	5	0	0	0	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Texel	0	0	0	3	8	0	0	0	0	0	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Vlieland	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
WASS	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
Wijk aan Zee	4	0	0	0	3	19	13	1	24	0	0	0	0	0	22	6	19	0	13	10	0	2	0	6
Zeebrugge	0	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Unknown	0	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Total	20	16	19	21	77	20	2	31	19	3	12	5	107	17	108	2	41	46	5	12	0	0	27	

Tabel 1: Samenvatting van de bemonsteringen, per jaar, gebied, monstertuig en schip.

De modellen geven een p-waarde die de significantie beschrijft van de variabele waterdiepte op de kans op voorkomen. De modeluitvoer kan worden gebruikt om de kans op voorkomen van een soort te voorspellen op basis van de bathymetrie van de ondiepe kustzone. De voorspellingen worden gegeven door een logistisch model:

$$\pi_i = \frac{e^{\alpha + \beta(\text{Depth}_i) + \varepsilon}}{1 + e^{\alpha + \beta(\text{Depth}_i) + \varepsilon}}$$

Waarin  $\pi$  is de kans op voorkomen van een soort op waterdiepte  $i$ .

### 9.3.3 Invloed van waterdiepte, watertemperatuur en dag op dichtheid

De tweede stap in de statistische analyse was gericht op het bepalen van de invloed van milieu-variabelen op de dichtheid van de soorten. Om rekening te kunnen houden met niet-lineaire verbanden werd hiervoor een GAM gebruikt. Een GAM gebruikt een 'smoothing functie' voor de regressie-coëfficiënt  $\beta$  (Wood 2006; Zuur et al. 2007). In plaats van een constante waarde voor  $\beta$ , wordt deze nu geschat door een best passende niet-lineaire continue functie. Vanwege de verschillen in dichtheidsschattingen voor de boomkor en het garnalenduwnet zijn alleen de boomkordata gebruikt.

Tellingen van iedere trek werden gebruikt als responsvariabele met een Poisson verdeling. De regressie-coëfficiënt  $\beta$  werd gemodelleerd als smoothing function,  $f$ , als multivariate functie van de waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar. Afgelegde afstand werd meegenomen in het model om te corrigeren voor de verschillen in trek lengte, en dus dichtheid:

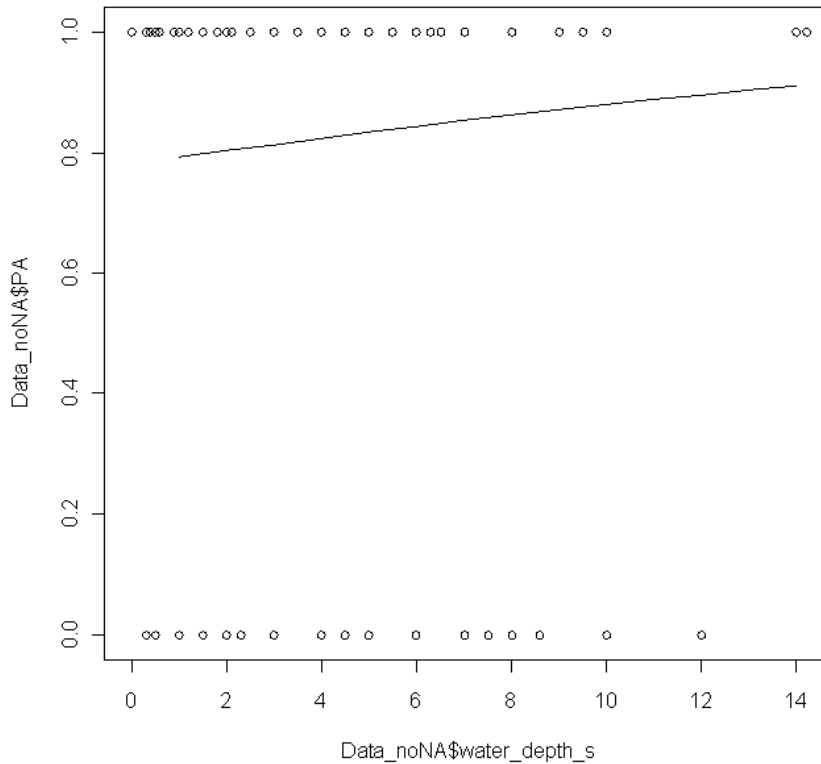
$$\text{Count} = \varepsilon^{\alpha + f(\text{Depth}) + f(\text{Temperature}) + f(\text{JulianDay}) + \log(\text{haullength}) + \varepsilon}$$

Op basis van grafische data exploratie kon worden geconcludeerd dat er geen interacties waren tussen de verklarende variabelen en colineariteit kon worden uitgesloten. De modellen werden visueel gevalideerd op homogeniteit en uitbijters werden verwijderd.

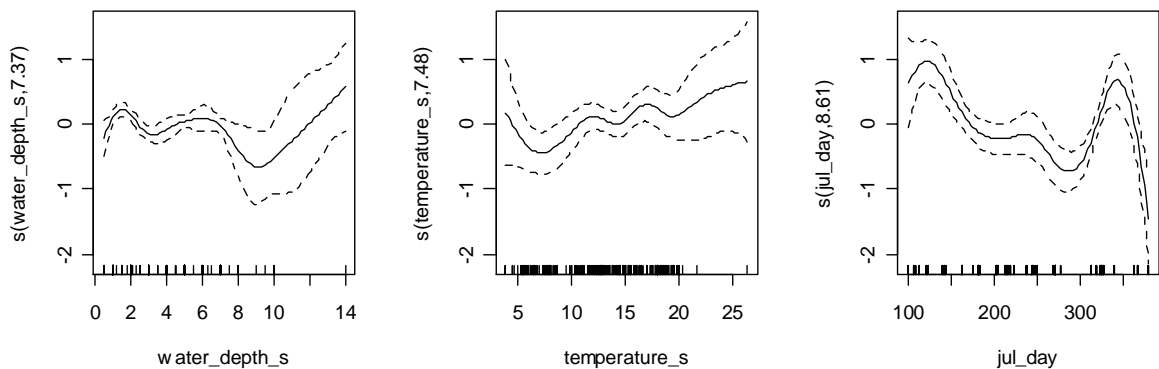
## 9.4 Resultaten

### 9.4.1 Schol

Diepte had geen significant effect ( $p = 0.124$ ) op de kans op voorkomen van Schol.

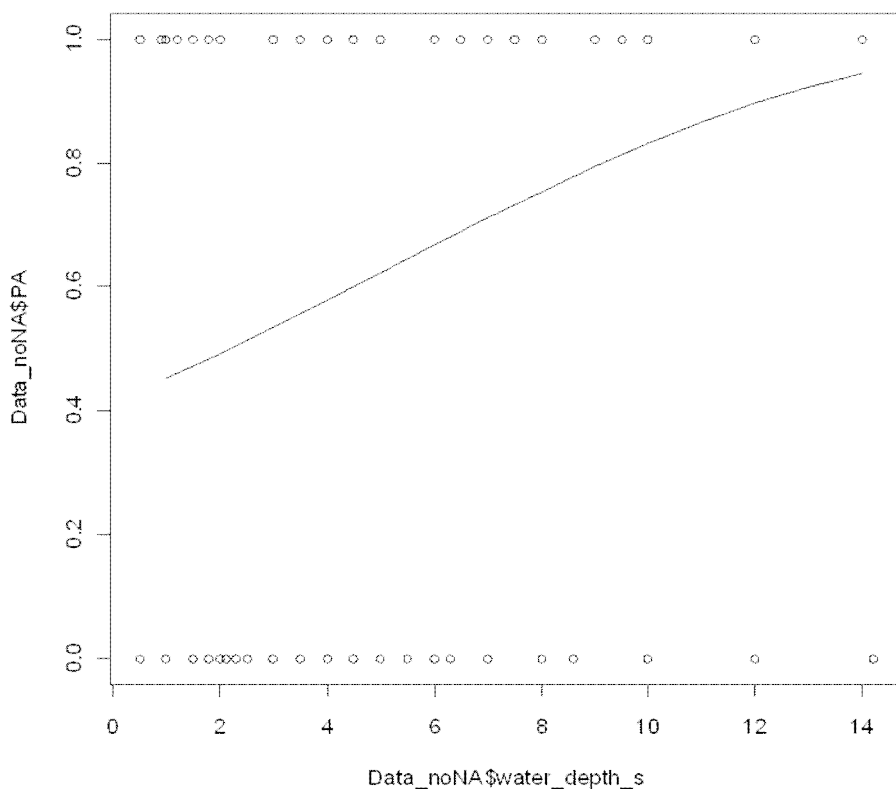


Waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar hadden een significant ( $p = 0.002$ ,  $p = 0.008$  en  $p < 0.001$  respectievelijk), niet-lineair effect ( $df = 7.37$ ,  $7.49$  en  $8.6$  respectievelijk) op aantallen Schol. Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven  $20^{\circ}\text{C}$  is de data beperkt waardoor het betrouwbaarheidsinterval rond de schattingen voor de smoother toeneemt.

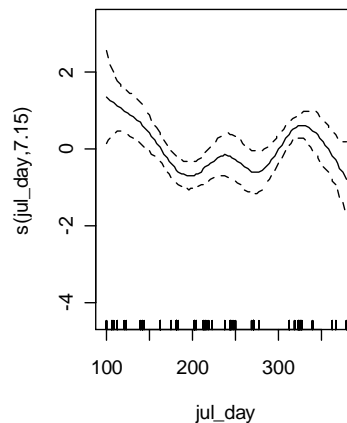
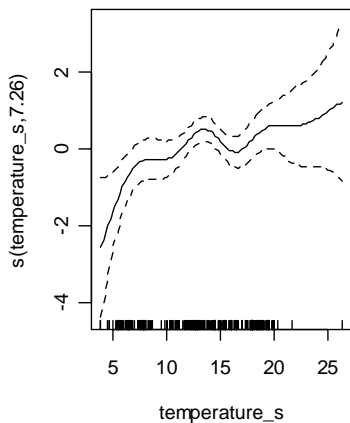
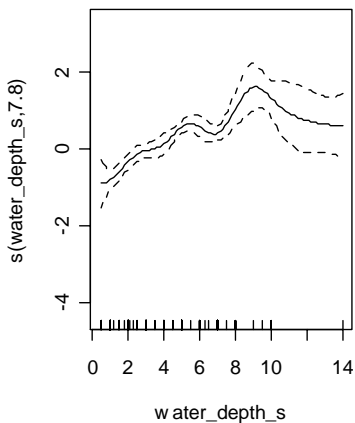


9.4.2 Tong

Diepte had een significant positief effect ( $p < 0.001$ ) op de kans op voorkomen van Tong.

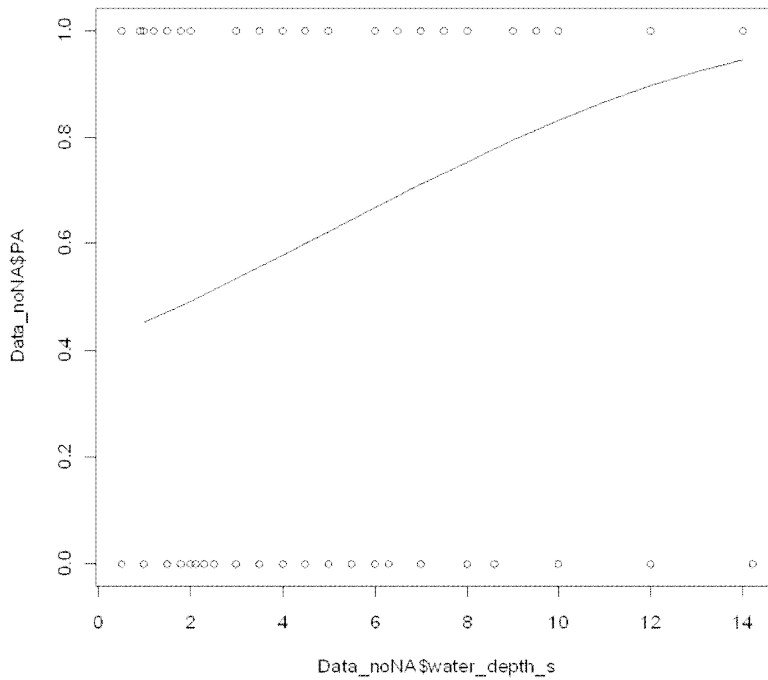


Waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar hadden een significant ( $p < 0.001$   $p = 0.002$  en  $p < 0.001$  respectievelijk), niet-lineair effect (df = 7.80, 7.26 en 7.15 respectievelijk) op de aantallen Tong. Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven 20°C is de data beperkt waardoor het betrouwbaarheidsinterval rond de schattingen voor de smoother toeneemt.

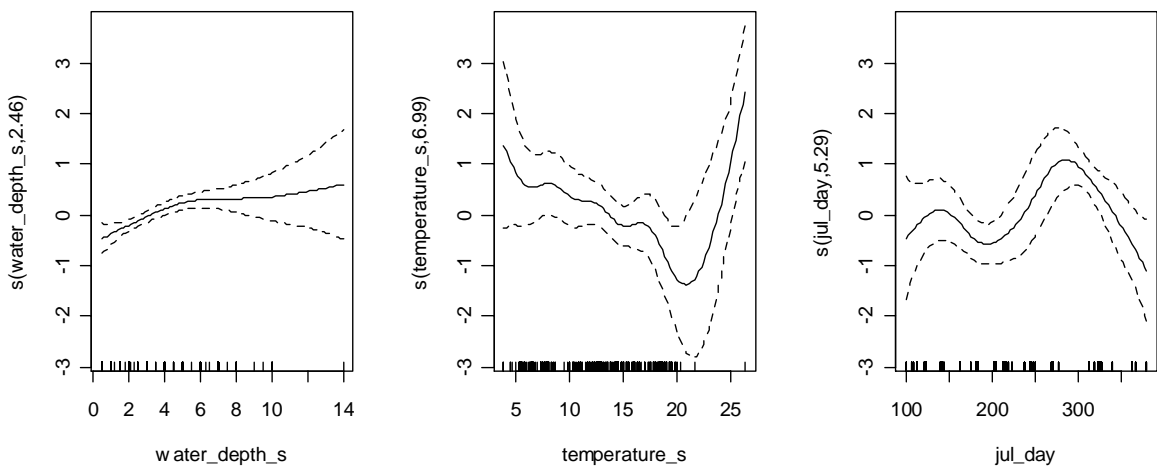


### 9.4.3 Grondel

Diepte had een significant positief effect ( $p < 0.001$ ) op de kans op voorkomen van Grondel.

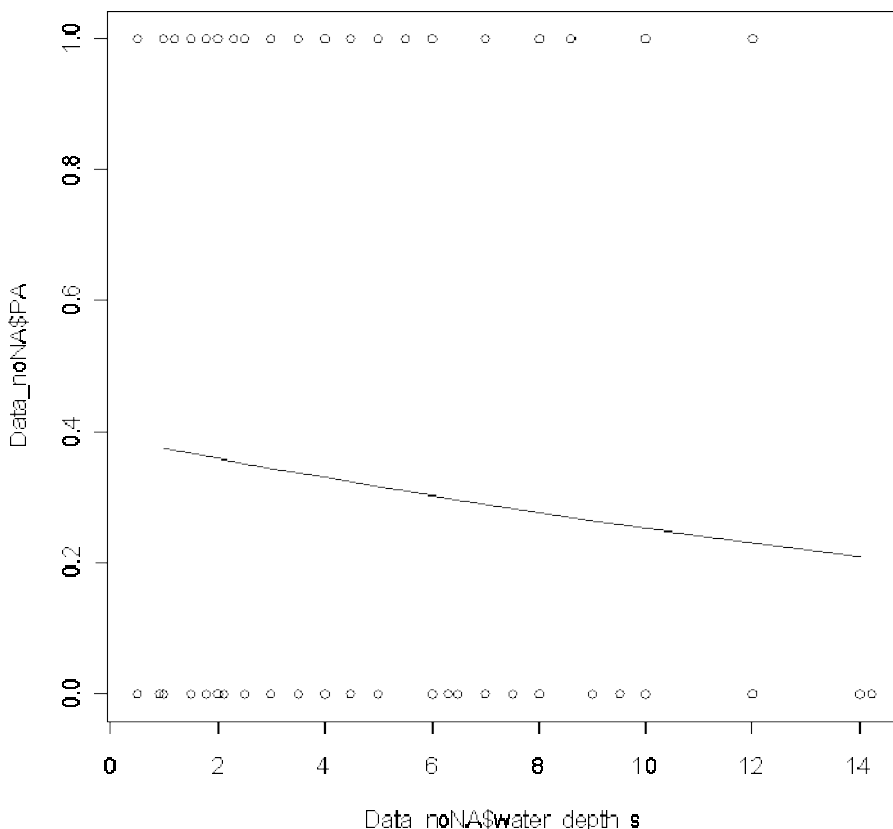


Waterdiepte en dag van het jaar hadden een significant ( $p < 0.001$  voor beiden), niet-lineair effect (df = 2.45 en 5.29 respectievelijk) op de aantallen Grondels. Het effect van watertemperatuur was niet-significant ( $p = 0.163$ ). Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven 20°C is de data beperkt waardoor het betrouwbaarheidsinterval rond de schattingen voor de smoother toeneemt.

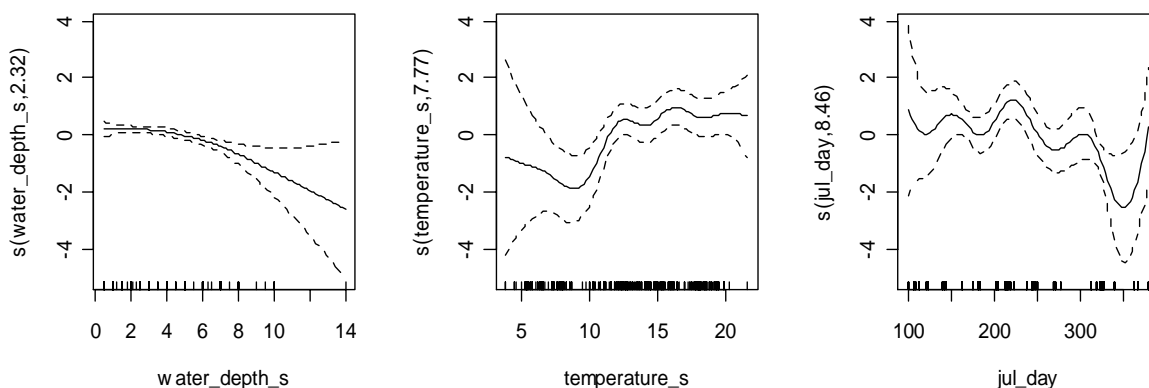


9.4.4 Sprot

Diepte had geen significant effect ( $p = 0.124$ ) op de kans op voorkomen van Sprot.



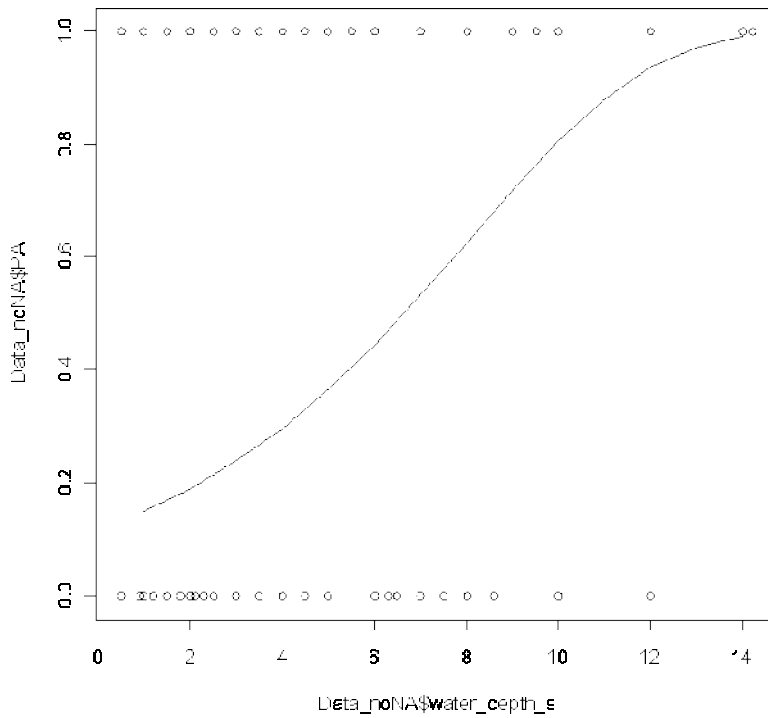
Waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar hadden een significant ( $p < 0.001$   $p = 0.003$  en  $p < 0.001$  respectievelijk), niet-lineair effect ( $df = 2.32, 7.77$  en  $8.46$  respectievelijk) op aantallen Sprot. Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven  $20^{\circ}\text{C}$  is de data beperkt waardoor de foutenmarge rond de schattingen voor de smoother toeneemt.



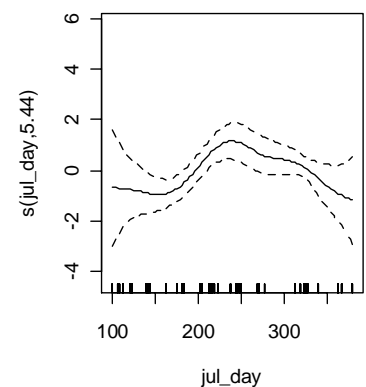
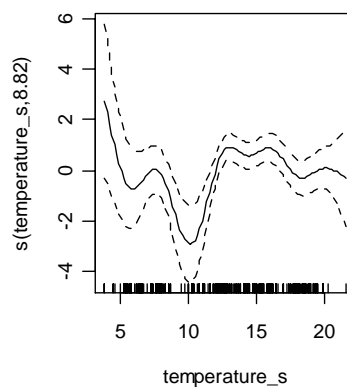
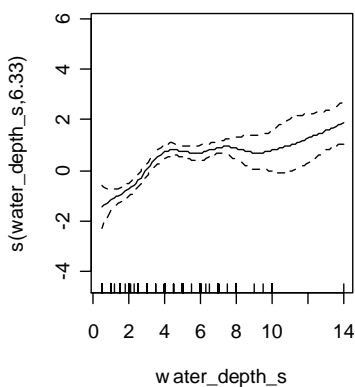


### 9.4.5 Wijting

Diepte had een significant positief effect ( $p < 0.0001$ ) op de kans op voorkomen van Wijting

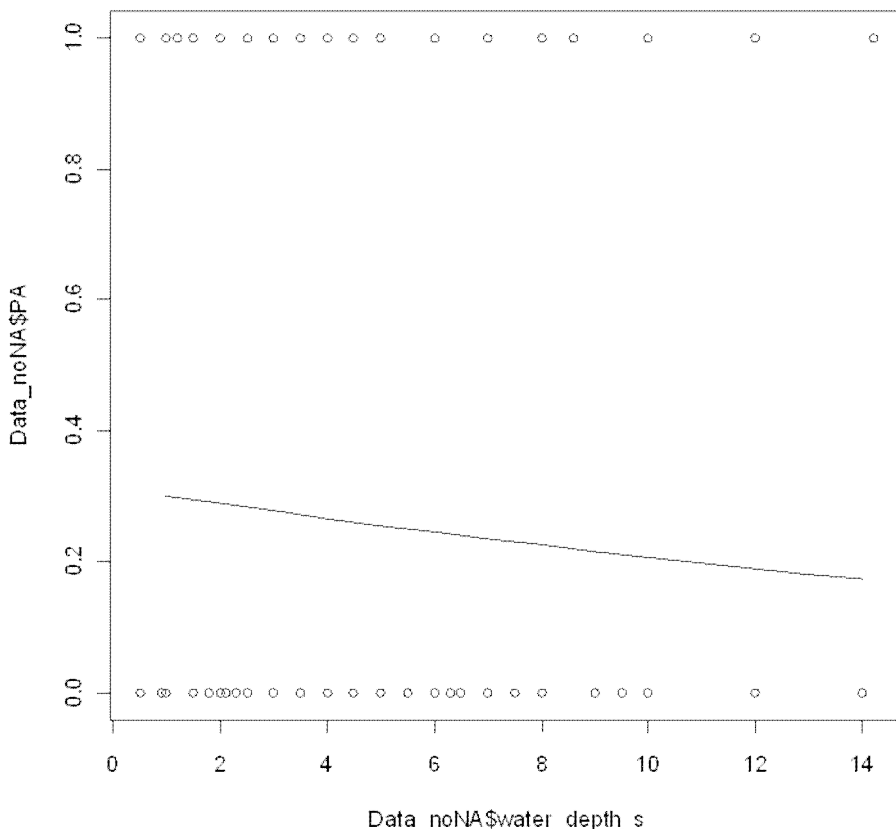


Waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar hadden een significant ( $p < 0.001$   $p < 0.001$  en  $p = 0.001$  respectievelijk), niet-lineair effect (df = 6.33, 8.81 en 5.44 respectievelijk) op de aantallen Wijting. Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven 20°C is de data beperkt waardoor het betrouwbaarheidsinterval rond de schattingen voor de smoother toeneemt.

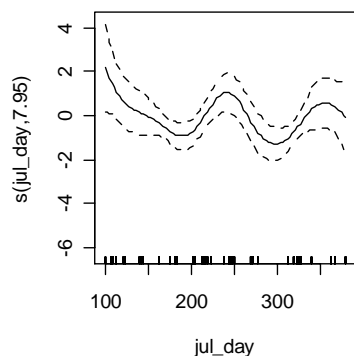
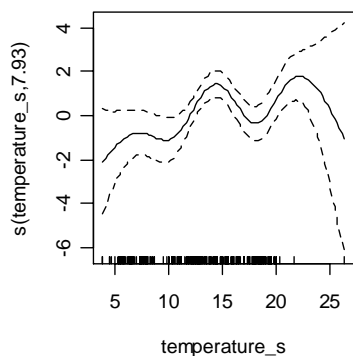
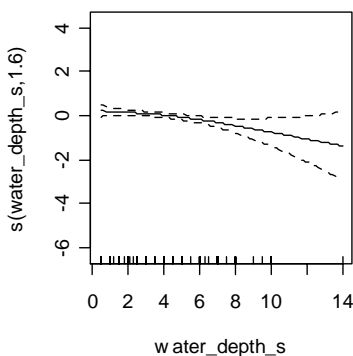


9.4.6 Haring

Diepte had geen significant effect ( $p < 0.206$ ) op de kans op voorkomen van Haring.

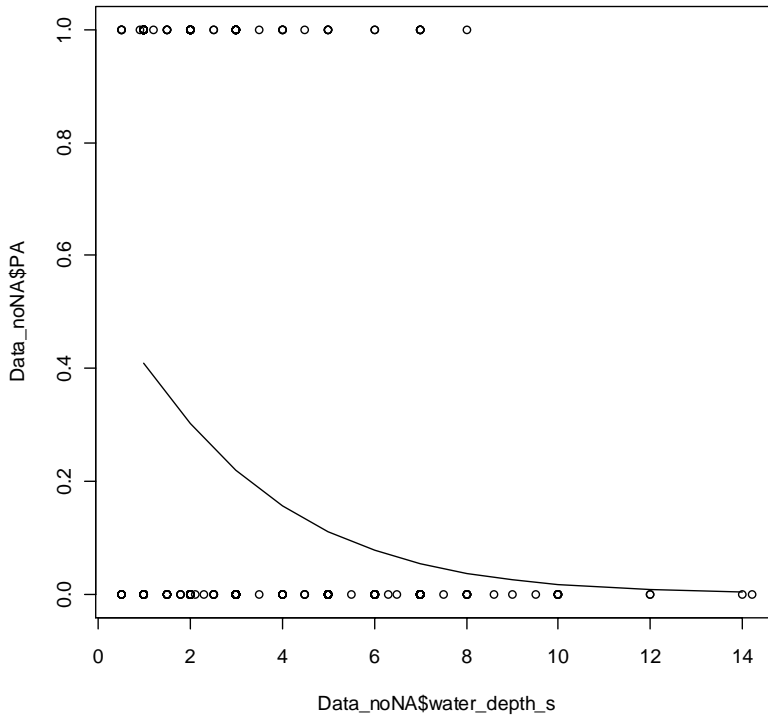


Waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar hadden een significant ( $p < 0.019$ ,  $p < 0.001$  en  $p < 0.001$  respectievelijk), niet-lineair effect ( $df = 6.33$ ,  $8.81$  en  $5.44$  respectievelijk) op aantallen Haring. Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven  $20^{\circ}\text{C}$  is de data beperkt waardoor het betrouwbaarheidsinterval rond de schattingen voor de smoother toeneemt.

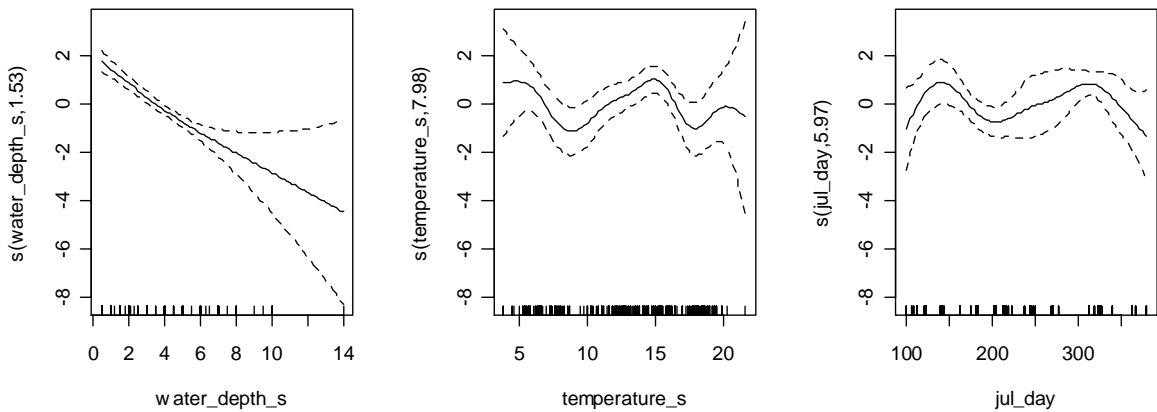


9.4.7 Tarbot

Diepte had een significant negatief effect ( $p < 0.0001$ ) op de kans op voorkomen van Tarbot.



Waterdiepte, watertemperatuur en dag van het jaar hadden een significant ( $p < 0.001$ ,  $p = 0.002$  en  $p = 0.003$  respectievelijk), niet-lineair effect (df = 1.53, 7.98 en 5.97 respectievelijk) op aantallen Tarbot. Bij waterdieptes groter dan 10 m en temperatuur boven 20°C is de data beperkt waardoor het betrouwbaarheidsinterval rond de schattingen voor de smoother toeneemt.



## 9.5 Conclusies en discussie

De variabelen gebruikt in de analyses geven een eerste richting in de beschrijving van de habitatvoorkeuren voor juveniele vissoorten in de ondiepe kustzone. Tabel 2 geeft een overzicht van significantie van de relaties.

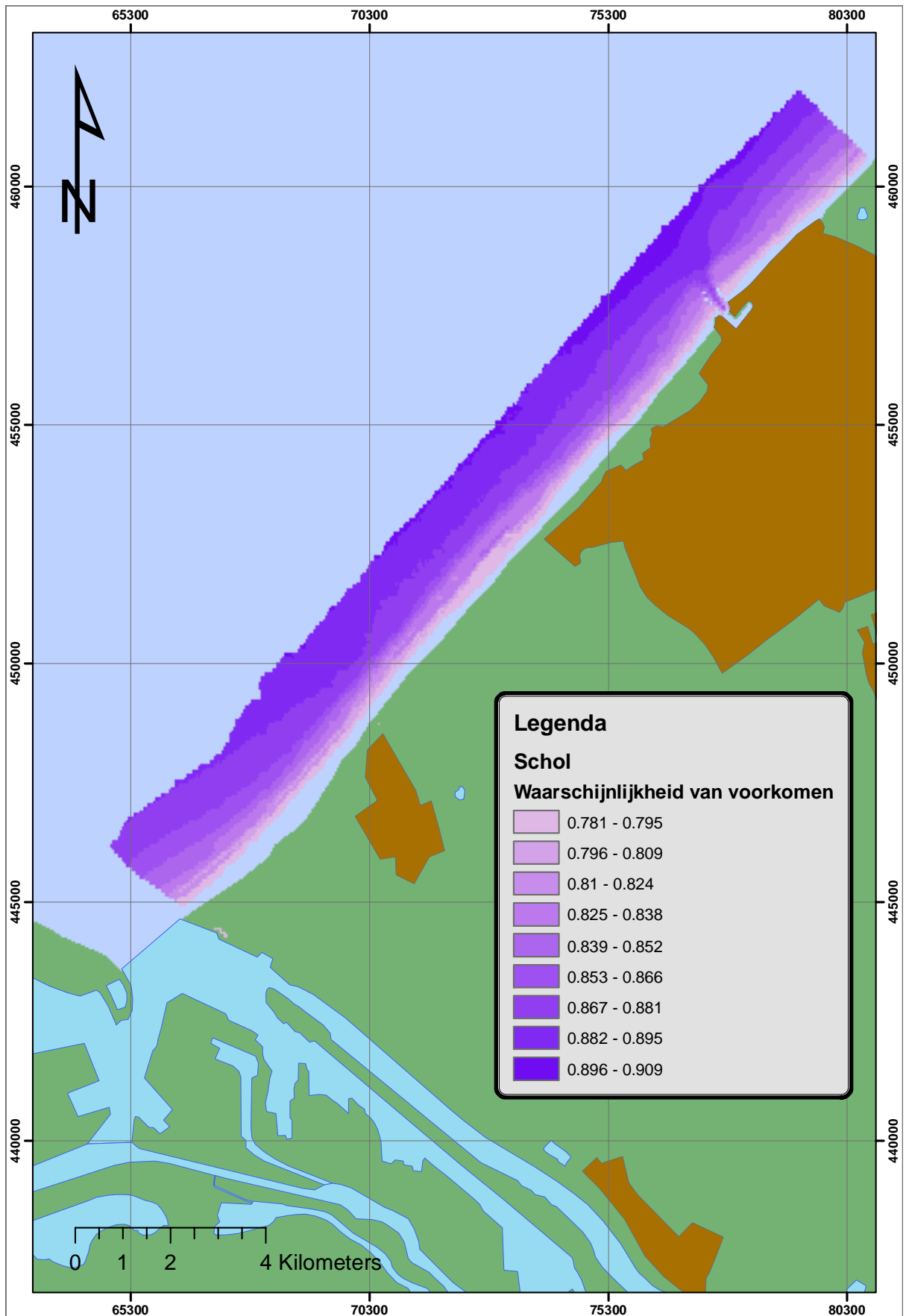
Species	PA	Aantallen			
	Diepte	Diepte	Temperatuur	Dag	Deviantie
Schol	0.124	0.002	0.008	0.001	23.90%
Tong	< 0.001 +	< 0.001	0.002	< 0.001	30.10%
Grondel	< 0.001 +	0.001	0.163	< 0.001	32.50%
Sprot	0.124	< 0.001	0.004	< 0.001	37.70%
Wijting	< 0.001 +	< 0.001	< 0.001	0.001	41.60%
Haring	0.206	< 0.001	< 0.001	0.001	41.60%
Tarbot	< 0.001 -	< 0.001	0.002	0.009	42.10%

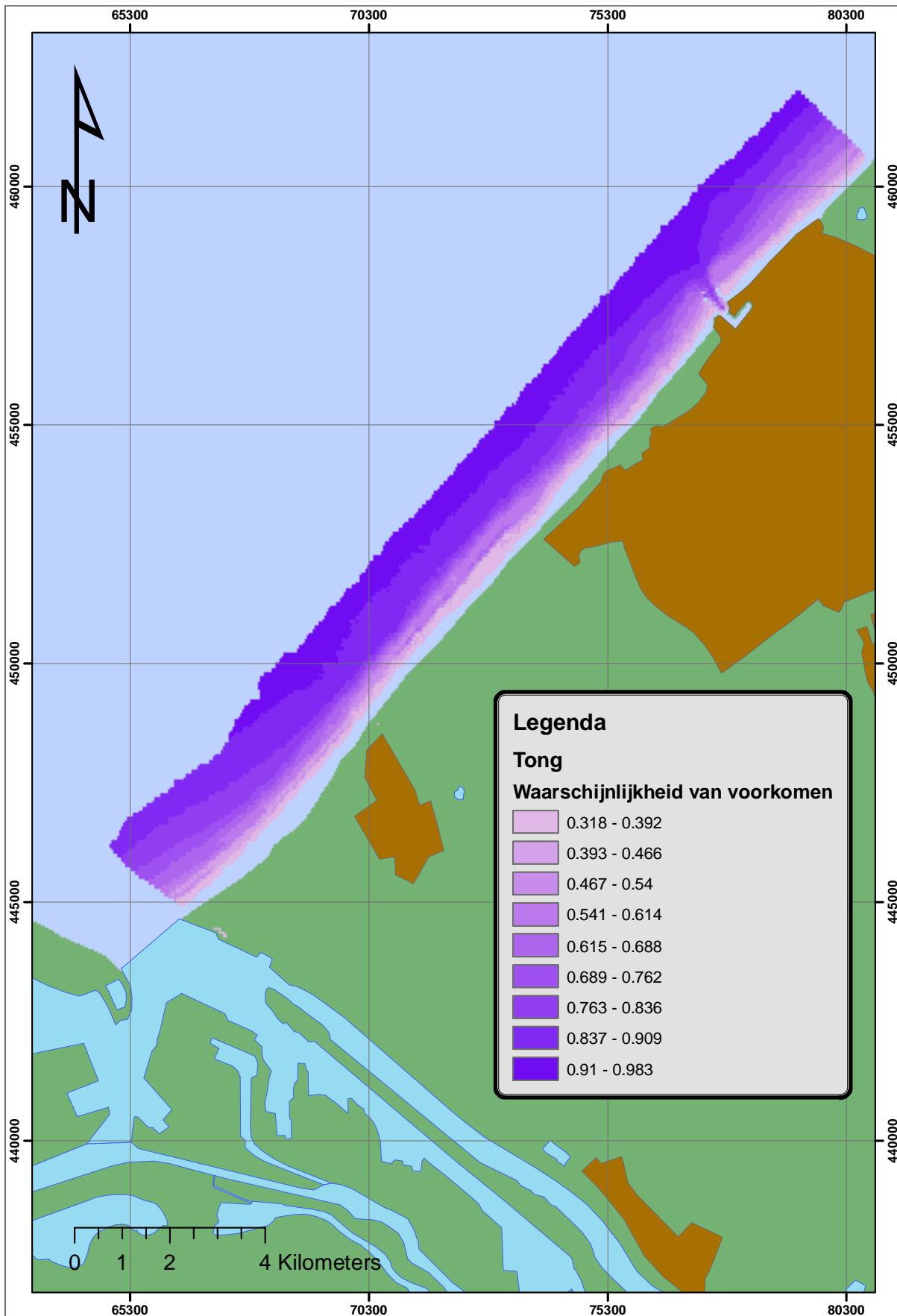
*Tabel 2:* Samenvatting van p-waarden verkregen van presentie/absentie (PA) en de analyse op aantallen. De +/- tekens in de PA-Depth kolom geven aan waar de relatie significant positief of negatief was. Met grijs aangegeven waarden waren niet significant op het 0.05 niveau. De deviantie is gebaseerd op aantallen volgend uit GAM-model.

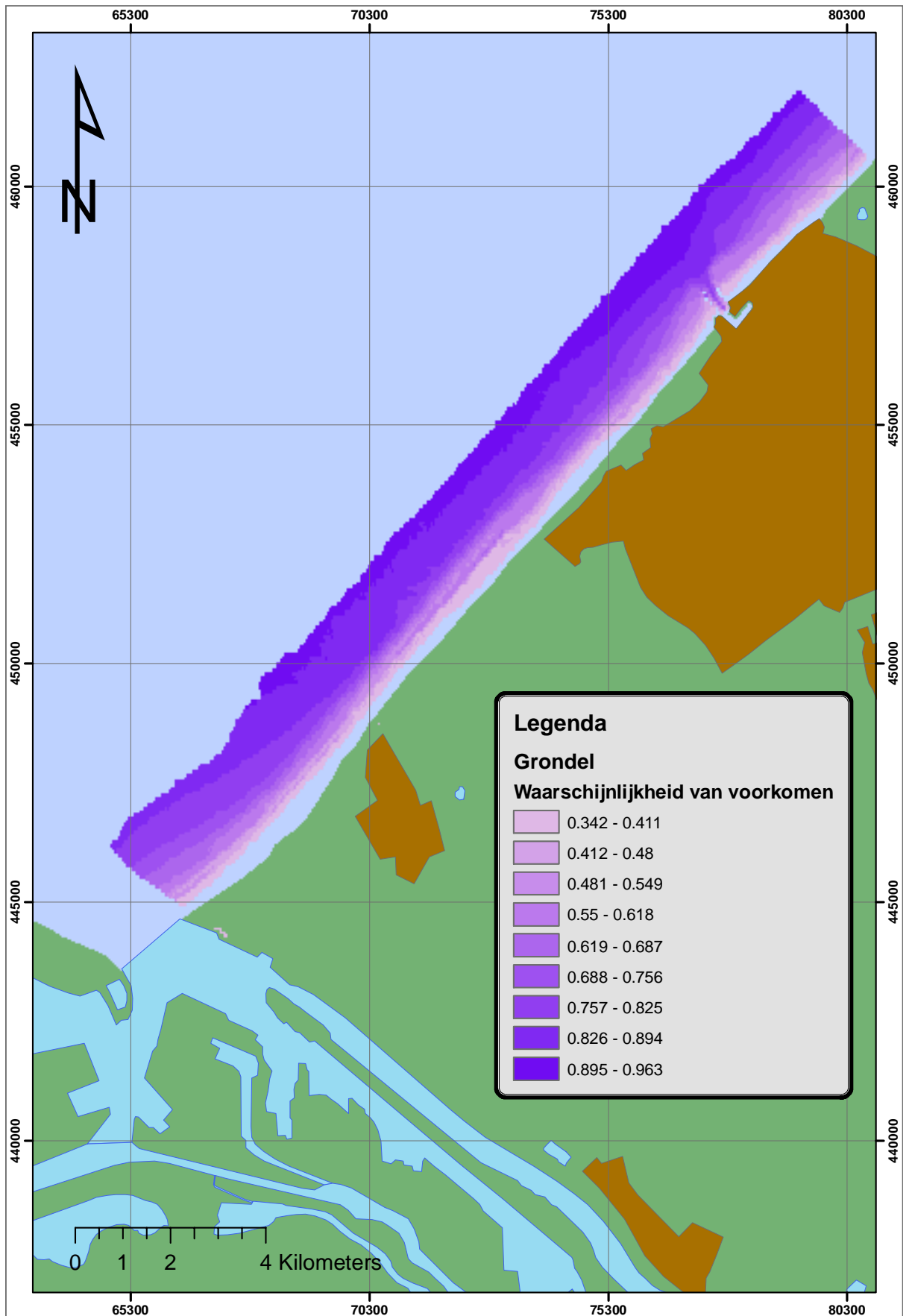
Vanwege de variabiliteit in de data, zowel temporeel (tussen jaren) en ruimtelijk (tussen verschillende gebieden) is het gebruik van de resultaten van de GAM af te raden. De analyses zijn gebaseerd op het bijeenvoegen van alle gebieden. Hierbij is geen rekening gehouden met verschillen die lokaal kunnen optreden, bijvoorbeeld door gradiënten in larventransport of door niet meegenomen variabelen zoals korrelgroottesamenstelling (dat in ieder geval van belang is voor juveniele Schol). Bovendien is geen van de bemonsteringen verricht voor de Zuid-Hollandse kust. Toepassing van deze relaties gebeurt dan ook buiten het modeldomein. Om deze redenen wordt voor de habitatbeschrijvingen gebruik gemaakt van de GLM resultaten voor kans op voorkomen.

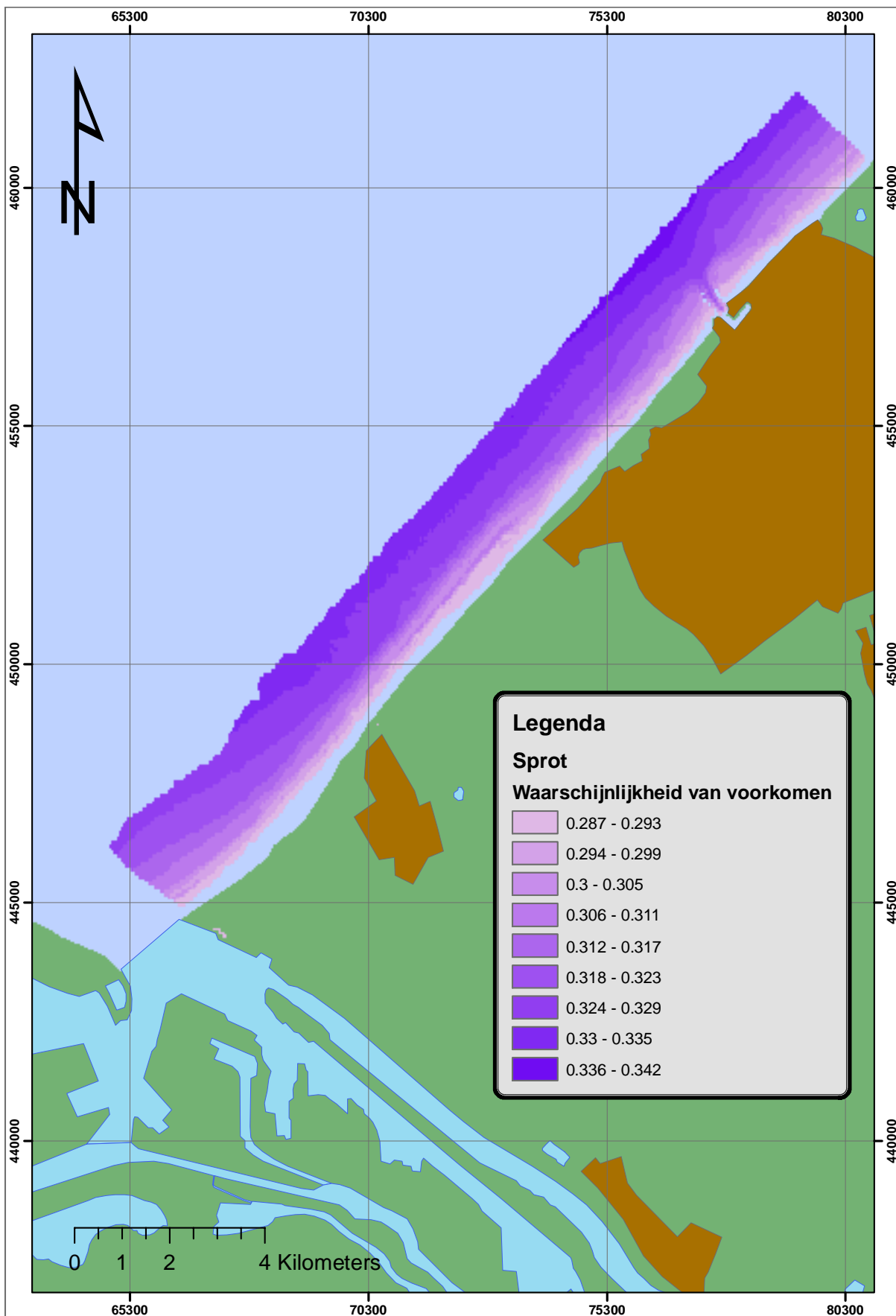
Gebaseerd op het GLM model voor kans op voorkomen in relatie tot waterdiepte zijn voor de beschreven soorten habitatkaarten gemaakt. Deze habitatkaarten geven een eerste indicatie van de T0-situatie voor de Zandmotor, in de zin dat ze beschrijven in welke dieptezones de kans op aanwezigheid van deze soorten groot, hetzij klein is. We raden sterk aan dit te onderbouwen met lokaal verzamelde veldgegevens en hierbij andere habitatfactoren te betrekken.

De kans op voorkomen van Schol is voor elke dieptezone groot. Ongeacht de diepte wordt met een kans van 80-90% Schol aangetroffen. Tong laat een significante voorkeur zien voor dieper water. Vlak aan de kust is de kans op voorkomen zo'n 30%, toenemend naar 90% op water met een diepte van 14 m. Grondel laat een soortgelijk beeld zien als Tong met toenemende kans op voorkomen van ondiep (40%) naar diep (90%) water. Sprot heeft een evenwichtige kans op voorkomen van zo'n 30-35%, onafhankelijk van de diepte. Wijting laat een voorkeur zien voor dieper water, met een kans op voorkomen van zo'n 20% in ondiep water en toenemend naar 90% in diep water. Haring heeft, net als Sprot, een evenwichtige kans op voorkomen van zo'n 25% ongeacht de waterdiepte. Tarbot is een soort die een duidelijke voorkeur heeft voor ondiep water (in de brandingszone, er is mogelijk een sterk verband met golfdynamiek en korrelgroottesamenstelling). Tarbot wordt nagenoeg niet aangetroffen op diep water (5%) en met een toenemende kans naar bijna 40% in de meest ondiepe zone.

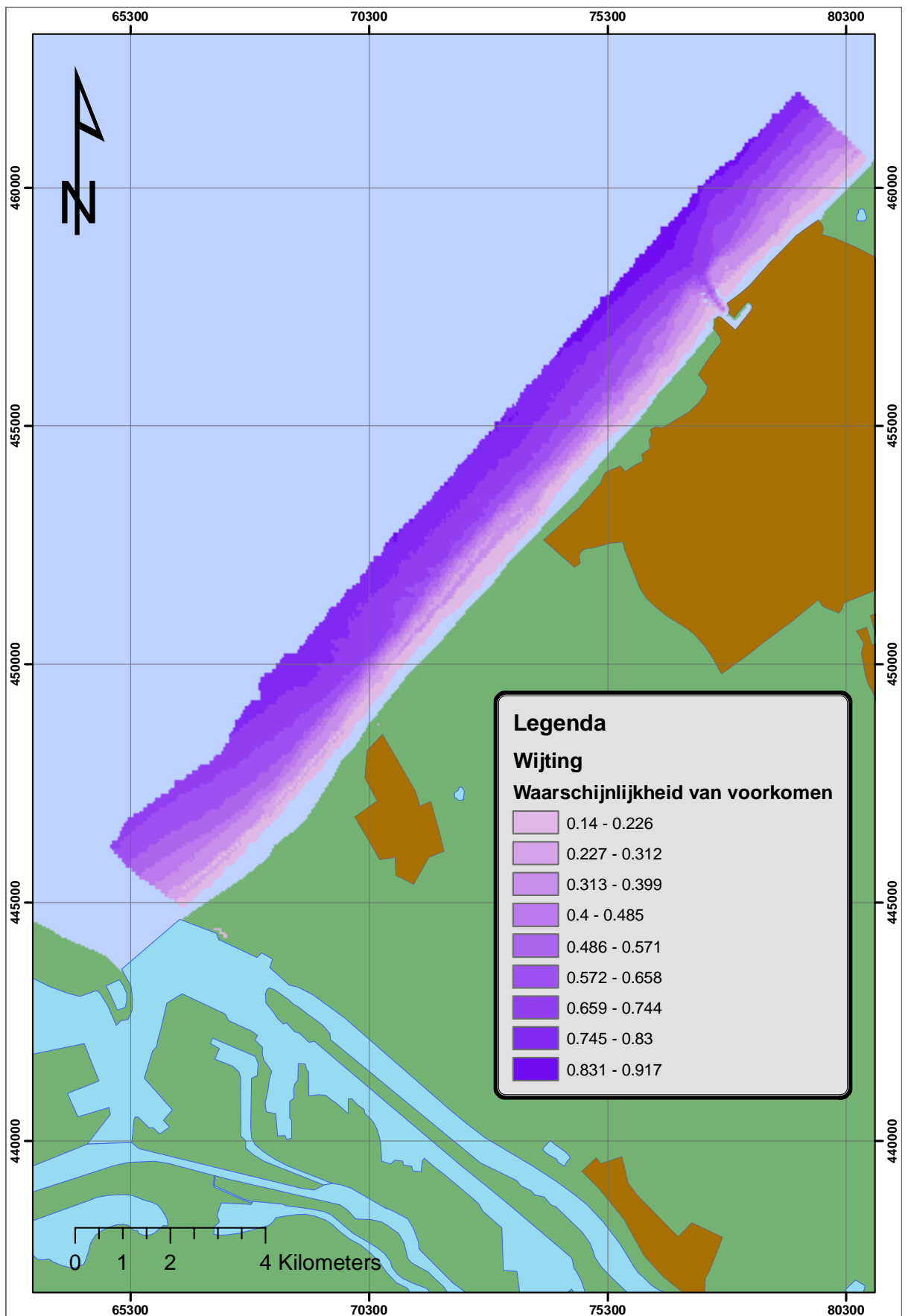


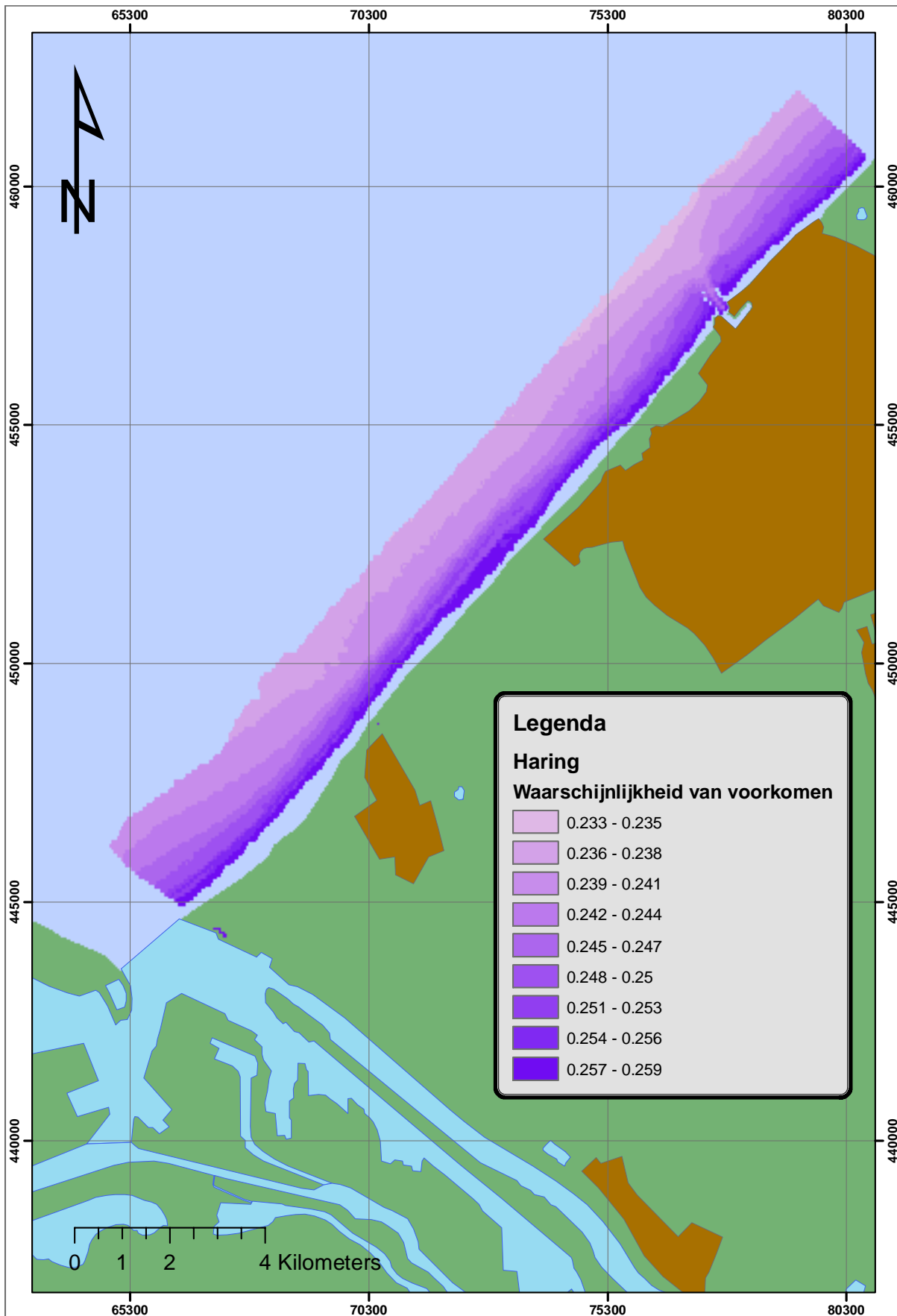


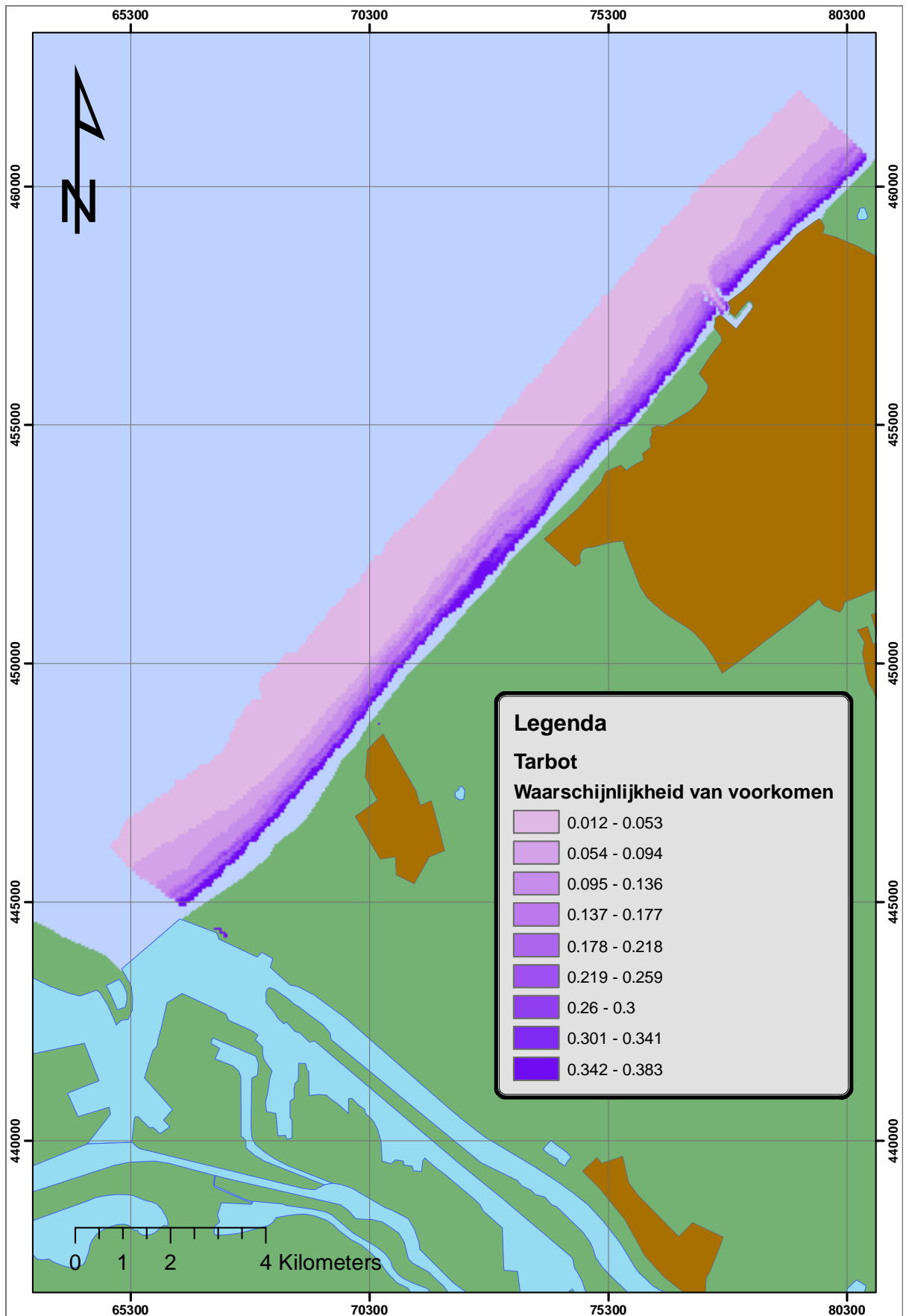














## 10 T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel zeevogels

Auteur: R. van Bemmelen, IMARES

### 10.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij Thema Strand en Vooroever – ecologie en richt zich op:  
**Hypothese EF2-2d:** Als gevolg van het positieve effect van de zandmotor op benthos en jonge vis heeft het een positief effect op zeevogels die foerageren op schelpdieren en vis in de ondiepe kustzone.

**Hypothese EF3-1b5:** De lagune zal leiden tot een toename van steltlopers en zeevogels in het gebied.

### 10.2 Inleiding

De kustzone waar de zandmotor zal worden aangelegd wordt door een breed spectrum aan zee- en kustvogels gebruikt. Het gebied wordt gebruikt als foerageergebied, met name in de herfst en winter, en daarnaast vindt er (gestuwde) trek langs de kust plaats.

Omdat iedere soort een eigen seizoensdynamiek heeft zijn de gegevens van scheeps- en vliegtuigtellingen samengevat per periode van 2 maanden. Trektellingen hebben een hogere resolutie en zijn samengevat per maand.

### 10.3 Methoden

Er zijn nooit gerichte, dan wel gebiedsdekkende inventarisaties uitgevoerd van het studiegebied. Wel zijn er drie databestanden voorhanden die gegevens bevatten van tellingen vanaf schepen, vanuit vliegtuigen en vanaf de kust. Deze databestanden zijn gebruikt om de avifauna van het onderzoeksgebied te beschrijven.

1. **ESAS database.** Deze database bevat tellingen vanaf schepen.
2. **RIKZ vliegtuigtellingen database.** Deze database bevat tellingen vanuit vliegtuigen.
3. **ZWS / [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl).** Zeetrekellingen door de Zeetrekwaarnemers Scheveningen (ZWS) worden opgeslagen in de database van [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl).

Zeevogels zijn gedurende een reeks van jaren geïnterviewd, zowel per vliegtuig (1991-2007; RIKZ/Waterdienst) als per schip (1979-2006; European Seabirds At Sea Database). Van beide databases zijn voor deze T0-studie de meest recente jaren geraadpleegd (2005-2006). De scheepstellingen zijn onregelmatig uitgevoerd, terwijl de vliegtuigtellingen jaarlijks, om de twee maanden zijn uitgevoerd. De telmethode is in essentie gelijk (strip-transecten), maar vanaf het schip zijn sommige soorten makkelijker tot op soort te determineren dan vanuit het vliegtuig. In bijlage F, sub a), wordt de waarnemingsintensiteit van scheeps- en vliegtuigtellingen gepresenteerd. Dekking, zowel in de tijd als in de ruimte binnen het zoekgebied verschilt tussen beide telreeksen, waardoor ook gevonden verspreidingspatronen enigszins kunnen verschillen. Voor de perioden augustus-september en juni-juli is er geen data beschikbaar in de ESAS database.

Vanaf de pier van Scheveningen worden tellingen van langstreckende vogels gedaan (Zeetrekwaarnemers Scheveningen, ZWS/www.trektellen.nl). Tellingen uit de jaren 2005-2010 zijn voor deze T0-studie geanalyseerd. In bijlage G, sub a), wordt de waarnemingsintensiteit van deze tellingen gepresenteerd. De waarnemingsinspanning op de Scheveningse trektelpost is relatief hoog. De frequentie van de tellingen is hoog, met in vrijwel alle jaren tellingen op ongeveer de helft van het aantal dagen per maand. Het aantal getelde uren per maand piekt in april-mei en in augustus en is het laagst in juni.

## 10.4 Resultaten

Per soort of soortgroep zal het voorkomen en het belang van het gebied worden besproken. In het gebied komt een verscheidenheid aan zeevogels voor, waarbij iedere soort zijn eigen seizoensdynamiek heeft. Om die reden zijn de RIKZ en ESAS gegevens samengevat per periode van twee maanden (F). Een hogere resolutie kon worden bereikt voor de ZWS trektellingen – deze worden per maand gepresenteerd (bijlage G).

### 10.4.1 Duikers

Duikers (Annex 1, Vogelrichtlijn) zijn in ons land overwinterraars en doortrekkers. Het overwinteringsgebied van Roodkeelduikers omvat de kustwateren (tot 20 m diep in Nederland, tot 30 m diep verder noordelijk) langs de Noordzeekusten (Skov et al. 1995). Nederland neemt hierin een belangrijke plaats in (Camphuysen & Leopold 1994) en ook in het zoekgebied overwinteren duikers (voor het overgrote deel Roodkeelduikers). Roodkeelduikers worden in alle maanden behalve juni in het onderzoeksgebied gezien. Roodkeelduikers arriveren in het gebied in de herfst, overwinteren er, en trekken in april-mei weer weg. Parelduikers zijn schaars tot zeer schaars. De hoogste aantallen worden tijdens de voorjaarsstrek waargenomen (april-mei). Waar deze doortrekkers vandaan komen is niet duidelijk. In de zomer verblijven duikers in de noordelijke broedgebieden.

### 10.4.2 Fuut

Futen worden in alle maanden in de kustzone aangetroffen, maar de aantallen zijn in de periode mei-september laag. Daarna stijgen de aantallen, waarbij de hoogste aantallen bereikt worden in december-januari. Aantallen Futen zijn in recente jaren enorm toegenomen in de Hollandse kustzone. Een op deze soort gerichte survey in de winter van 2005/2006 liet zien dat in het gebied tussen Hoek van Holland en Den Helder 28.000 exemplaren overwinteren. Het onderzoeksgebied vormt hier geen uitzondering op: ook hier worden regelmatig grote aantallen Futen vastgesteld. Zo zijn vanaf de zeetrekelpost Scheveningen in de winter 2008/2009 dagmaxima van 1350 (december 2008), 950 (januari 2009), 120 (december 2009) en 1900 (januari 2010) exemplaren geteld. Dit betrof zwemmende vogels. Omdat Futen in het binnenland broeden is de aanwezigheid minimaal in de periode mei-september. Eerder was de kustzone voor ZW Zuid-Holland slechts een overloopgebied voor Futen in zeer strenge winters. Wanneer het IJsselmeer dicht vroom, moesten de aldaar overwinterende Futen uitwijken naar de Noordzee en de meeste vogels kwamen onder dergelijke omstandigheden voor de kust van Zuid-Holland terecht. Deze verplaatsingen gingen gepaard met een hoge sterfte (Camphuysen & Derks 1989). De huidige situatie wijkt hiervan sterk af: zowel bij milde als bij strenge winters overwinteren internationaal belangrijke aantallen Futen voor de Hollandse kust. De meest vogels verblijven hierbij zeer dicht onder het strand, binnen 2 km uit de kust (De Lange & Van der Vliet 2005; Poot et al. 2010; Leopold et al. (in prep.)).

#### 10.4.3 Aalscholver

Deze soort kan tijdens de broedtijd foerageertochten maken over tientallen kilometers, waardoor het zoekgebied ruim binnen bereik ligt van deze broedvogels. De aantallen zijn de laatste jaren op de Noordzee sterk toegenomen (Bijlsma et al 2001). In het onderzoeksgebied wordt de soort in alle maanden aangetroffen, met de hoogste aantallen in de winter (december-februari).

#### 10.4.4 Eidereenden en Zee-eenden

Eidereenden komen in Nederland met name in de Waddenzee voor. In sommige winters is de soort ook talrijk in de Hollandse kustzone, maar dan voornamelijk in het noordelijke deel hiervan. Toch wordt de soort in alle maanden van het jaar waargenomen in het onderzoeksgebied. Doortrek vindt met name plaats in oktober-december en februari-april. De laagste presentie wordt vastgesteld in mei-september. In juni-augustus zijn de aantallen zeer laag en is de kans op verstoring minimaal. Bovendien worden in het onderzoeksgebied geen hoge concentraties schelpdieren aangetroffen (Goudswaard et al 2010), waardoor het gebied als voedselgebied, in recente jaren, geen belangrijke rol inneemt.

Begin jaren 90 waren Zwarte Zee-eenden soms en tijdelijk talrijk in de gehele Noordzeekustzone, met de grootste groepen ten noorden van Schiermonnikoog en Rottum (Leopold et al. 1995). In het onderzoeksgebied worden Zwarte Zee-eenden in alle maanden vastgesteld. Met name in april-mei vindt er veel doortrek plaats. Omdat er in het onderzoeksgebied geen hoge concentraties schelpdieren aangetroffen worden (Goudswaard et al 2010), worden er geen grote concentraties foeragerende zee-eenden gezien.

#### 10.4.5 Ganzen, eenden, steltlopers en andere doortrekkers

Langs de Hollandse kust vindt met name in het voor- en najaar (gestuwde) vogeltrek plaats. Dit betreft een breed scala aan soorten. Voorbeelden hiervan zijn ganzen zoals Rotgans en Kleine Rietgans, eenden zoals Smient, Wintertaling en Zomertaling, en steltlopers zoals Bonte Strandloper, Kanoet en Rosse Grutto. De voorjaarsstrek piekt voor veel soorten in maart-mei. Terugtrek van steltlopers is vaak minder gepiekt en verschilt meer tussen soorten. Zo worden de hoogste aantallen zuidwaarts trekkende Kanoeten in augustus gezien, terwijl zuidwaarts trekkende Bonte Strandlopers pas rond oktober pieken.

#### 10.4.6 Dwergmeeuw

Dwergmeeuwen trekken in het voorjaar in zeer grote aantallen (>10.000) en in betrekkelijk korte tijd (april) door de kustzone (Camphuysen & van Dijk 1983; Platteeuw et al. 1994; Keijl & Leopold 1997; Leopold et al. 2004). Tijdens de voorjaarsstrek maken ze gebruik van stroomnaadjes om te foerageren, vermoedelijk vooral op vislarven en bijeengedreven insecten (Leopold et al. 2004; Schwemmer & Garthe 2006). Het voorkomen van de juiste foerageeromstandigheden is niet goed voorspelbaar en getij-afhankelijk: in het voorjaar kunnen concentraties van tientallen tot honderden Dwergmeeuwen overal binnen het onderzoeksgebied kortstondig, maar intensief foeragerend, worden aangetroffen. Najaarsstrek vindt plaats vanaf september. In de periode juni-augustus zijn Dwergmeeuwen in de broedgebieden.

#### 10.4.7 Kleine Mantelmeeuw

Kleine Mantelmeeuwen zijn het hele jaar in het gebied aanwezig, maar de aantallen zijn in herfst en winter laag. Kleine Mantelmeeuwen zijn opportunisten en gebruiken een zeer groot marien areaal om voedsel te zoeken. In de nabijheid van het onderzoeksgebied bevinden zich grote kolonies Kleine Mantelmeeuwen. De grootste aantallen broeden op de Maasvlakte/Europoort. Het is niet uit te sluiten dat ook individuen van andere kolonies, zoals die op Texel en het Volkerak, het gebied bezoeken. Op grond van de externe werking onder

de Natuurbeschermingswet zijn de vogels van kolonies in Natura2000 gebieden ook buiten de kolonie (en buiten het Natura2000 gebied) beschermd. Ook is er in het voorjaar (noordwaarts) en najaar (zuidwaarts) gerichte trek.

#### 10.4.8 Drieteenmeeuw

Drieteenmeeuwen zijn echte zeevogels en worden met name in perioden met aanlandige wind langs de kust waargenomen. De aantallen zijn het hoogst in december-februari. In de zomer zijn ze zo goed als afwezig.

#### 10.4.9 Overige meeuwen

Kokmeeuw, Stormmeeuw, Zilvermeeuw en Grote Mantelmeeuw zijn alle vier algemene soorten in het studiegebied en worden in alle maanden vastgesteld. Grote Mantelmeeuwen worden voornamelijk in de winter vastgesteld. Aantallen Zilvermeeuwen zijn niet consequent geteld vanaf de zeetrekpost Scheveningen. Aantallen Stormmeeuwen pieken in oktober-mei, met noordwaartse trek in maart-mei en zuidwaartse trek in november. Noordwaartse trek van Kokmeeuwen piekt in april. Sterke zuidwaartse trek kan waargenomen worden in juli (voornamelijk onvolwassen vogels) en november-januari. In tegenstelling tot andere doortrekkers zoals ganzen, eenden, en zangvogels, foerageren deze trekkende meeuwen vaak onderweg, dus ook binnen het studiegebied.

#### 10.4.10 Grote Stern

Grote Sterns broeden in een aantal kolonies in de Waddenzee en in de Delta. De kolonies in de delta liggen het dichtst bij het onderzoeksgebied. Grote Sterns foerageren in het broedseizoen in de aangrenzende Noordzeekustzone. Mogelijk ondervindt de soort bij het voedsel zoeken nadeel van toenemende troebelheid (Baptist & Leopold 2010), al zal dit vermoedelijk slechts om een lokaal effect gaan binnen een veel groter foerageergebied. In het onderzoeksgebied is de soort een talkrijke doortrekker, in voor- en najaar. De soort is daarmee van april tot september talrijk aanwezig in het onderzoeksgebied, met lagere aantallen in februari-maart en oktober-november (Camphuysen & van Dijk 1983; Platteeuw *et al.* 1994).

#### 10.4.11 Visdief en Noordse Stern

Visdieven broeden in Nederland met name in de Delta en het Waddengebied, met verspreid door het land kleinere kolonies. Noordse Sterns broeden in Nederland met name in het Waddengebied. De twee soorten zijn op zee vaak lastig van elkaar te onderscheiden, met name vanuit een vliegtuig. De afwezigheid van Noordse Sterns in het onderzoeksgebied in juli laat zien dat de Noordse Sterns die hier worden gezien doortrekkers zijn tussen overwinterings- en broedgebieden. De voorjaarstrek speelt zich voornamelijk in april-mei af, terwijl de najaarstrek in augustus-oktober plaats heeft, maar lage aantallen (voornamelijk eerstejaars vogels) tot in november (Camphuysen & van Dijk 1983; Platteeuw *et al.* 1994). Ook voor Visdieven geldt dat een groot deel van de waargenomen individuen doortrekkers betreft die echter net als de doortrekkende meeuwen, tijdens de trek in het studiegebied kunnen foerageren. In het voorjaar (mei) is er een duidelijke piek in de noordwaarts vliegende vogels, terwijl grote aantallen zuidwaarts trekkende Visdieven in august-september worden gezien (Camphuysen & van Dijk 1983; Platteeuw *et al.* 1994). Voor Visdief geldt echter dat ook broedvogels het onderzoeksgebied bezoeken om hier te foerageren. Over het algemeen vissen ze in troebeler water en dichter bij land dan Grote Sterns. Er is geen informatie over mogelijke effecten van verdere vertroebeling. Zowel Visdieven als Noordse Sterns zijn vaak achter schepen te vinden (in tegenstelling tot Grote Stern en Dwergstern) en dit suggereert een hogere tolerantie voor vertroebeling van het water.



#### 10.4.12 Dwergstern en Zwarte stern

Dwergsterns zijn in Nederland veel minder talrijke broedvogels dan de hierboven besproken sternsoorten en verkiezen verlaten, hoog-dynamische stranden als broedhabitat. In (de directe omgeving van) het zoekgebied broedt de soort niet. Dwergsterns foerageren doorgaans in zeer ondiep water, vlak onder de kust, buiten bereik van tellers op schepen of in vliegtuigen, maar binnen het bereik van zeetrektellers. De soort wordt in het onderzoeksgebied in de periode april-september gezien, met sterke doortrek in april/mei en in augustus. Van oktober tot en met maart verblijven deze vogels in zuidelijkere overwinteringsgebieden.

Zwarte Sterns broeden in moerasgebieden. In mei kan er sterke noordwaartse trek worden waargenomen in het studiegebied; in augustus-september vindt er minder gepiekte terugtrek plaats. In november-maart overwintert de soort in Afrika. Beide soorten trekken in grote aantallen door het studiegebied (tienduizenden per jaar). Onduidelijk is of ze er onderweg ook foerageren.

#### 10.4.13 Zeekoet en Alk

Zeekoeten en Alken zijn talrijke doortrekkers en overwinteraars in de Zuidelijke Bocht. De soorten zijn vanuit het vliegtuig niet van elkaar te onderscheiden en de opgemerkte aantallen liggen vanaf schepen ook aanzienlijk hoger. Vanaf schepen en tijdens vliegtuigtellingen zijn beide soorten nauwelijks vastgesteld in het onderzoeksgebied. Daarentegen worden beide soorten tijdens trektellingen wel gezien – in wisselende aantallen. Zeekoeten worden in alle maanden van het jaar gezien, met zeer lage aantallen in juni-augustus, wanneer ze elders op rotskusten broeden. Aantallen nemen vanaf september toe en pieken in december-januari, waarna noordwaartse trek piekt in februari. Daarna nemen de aantallen langzaam af. Zeekoeten arriveren al vroeg op de broedrichels en vogels die in maart-mei langs de Hollandse kusten worden gezien zijn dan ook voornamelijk onvolwassen, nog niet broedende, individuen. Alken worden voornamelijk in oktober (zuidwaartse trek) en in januari gezien, maar zijn afwezig in juni-augustus.

Een aantal soorten die in het studiegebied voorkomen staan op de EU Vogelrichtlijn Annex 1 (Tabel 3). Het merendeel van deze soorten betreft (zeer) schaarse doortrekkers. Van acht soorten worden jaarlijks grote aantallen (>1000) waargenomen vanaf de Scheveningse kust (ZWS / [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl)) – voornamelijk als doortrekker.

Tabel 3. Zeevogels, opgenomen in de EU Vogelrichtlijn Annex 1 (BirdLife International 2004), én vastgesteld op het studiegebied volgens de trektellingen vanaf Scheveningen (ZWS / [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl)). Dwaalgasten en schaarse gasten en doortrekkers zijn voor de huidige studie niet relevant, evenals soorten die gewoonlijk op zoet water voorkomen (zoals Nonnetje *Mergellus albellus*). Relevante soorten in **vet**.

Nederlandse naam	Wetenschappelijke naam	Status in studiegebied
<b>Roodkeelduiker</b>	<i>Gavia stellata</i>	Algemene wintergast
<b>Parelduiker</b>	<i>Gavia arctica</i>	Schaarse wintergast/doortrekker in voorjaar
IJsduiker	<i>Gavia immer</i>	Zeer schaarse wintergast/trekvogel
Kuifduiker	<i>Podiceps auritus</i>	Zeer schaarse trekvogel
Vale Pijlstormvogel	<i>Puffinus (p.)mauretanicus</i>	Zeer schaarse trekvogel
Stormvogeltje	<i>Hydrobates pelagicus</i>	Zeer schaarse trekvogel
Vaal Stormvogeltje	<i>Oceanodroma leucorhoa</i>	Schaarse trekvogel
Grauwe Franjepoot	<i>Phalaropus lobatus</i>	Zeer schaarse trekvogel
Zwartkopmeeuw	<i>Larus melanocephalus</i>	Schaarse trekvogel
<b>Dwergmeeuw</b>	<i>Larus minutus</i>	Talrijke trekvogel
Lachstern	<i>Gelochelidon nilotica</i>	Zeer schaarse trekvogel

Reuzensterne	<i>Sterna caspia</i>	Zeer schaarse trekvogel
Grote Sterne	<i>Sterna sandvicensis</i>	Talrijke doortrekker en foeragerend in broedtijd
Visdief	<i>Sterna hirundo</i>	Talrijke trekvogel en foeragerend in broedtijd
Noordse Sterne	<i>Sterna paradisaea</i>	Talrijke trekvogel
Dwergsterne	<i>Sterna albifrons</i>	Vrij talrijke trekvogel
Zwarte Sterne	<i>Chlidonias niger</i>	Vrij talrijke trekvogel

## 10.5 Conclusies en discussie

In het studiegebied is een breed scala aan soorten vastgesteld, waaronder enkele vogelsoorten voor met een bijzondere status (Vogelrichtlijn, Annex 1: zie Tabel 1). Voor geen van deze soorten is het gebied van bijzondere betekenis als foerageer- of rustgebied. Dat wil zeggen: ook voor die soorten waarvoor het gebied binnen het reguliere verspreidingsgebied ligt, omvat het slechts een gering deel van hun trekweg, foerageergebied vanuit broedkolonies of overwinteringsgebied.

Om verschillende redenen zal het moeilijk zijn om effecten van de Zandmotor op zeevogels aan te tonen. Er zijn nooit gebiedsdekkende inventarisaties uitgevoerd in het studiegebied. De waarnemingsintensiteit van scheeps- en vliegtuigtellingen binnen het studiegebied is zeer laag. Daarmee is er niet alleen gebrek aan goede data, maar ook aan een gestandaardiseerd survey design met een hoge gebiedsdekking en temporele dekking, waardoor kwantitatieve vergelijkingen van dichtheden problematisch worden. Tegelijkertijd zijn trektellingen vanaf de kust met name gericht op langstreckende vogels. Vogels die ter plaatse foerageren worden daarmee onderbelicht. Bovendien beslaan de tellingen vanaf land slechts één locatie, op enige afstand ten noorden van de Zandmotor.

## 10.6 Dankwoord

Rinse van der Vliet, Michel de Lange (beide ZWS) en Gerard Troost ([www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl)) stelden de data van de Scheveningse zeetrekellingen beschikbaar.

## 10.7 Referenties

- Baptist, M.J. & M.F. Leopold, 2009. The effects of shoreface nourishments on *Spisula* and scoters in The Netherlands. *Marine Environmental Research* 68: 1-11.
- Baptist, M.J. & M.F. Leopold, 2010. Prey capture success of Sandwich Terns *Sterna sandvicensis* varies non-linearly with water transparency. *Ibis* 152: 815-825.
- BirdLife International 2004. Birds in the European Union: a status assessment. Wageningen, The Netherlands. <http://birdsineurope.birdlife.org>.
- Bijlsma R.G., Hustings F. & Camphuysen C.J. 2001. Avifauna van Nederland II - Algemene en schaarse vogels van Nederland. GMB Uitgeverij/KNNV, Haarlem/Utrecht.
- Camphuysen C.J. & Derks P.J.T. 1989. Voorkomen en sterfte van de Fuut *Podiceps cristatus* voor de Nederlandse kust, 1974-86. *Limosa* 62: 57-62.
- Camphuysen C.J. & van Dijk J. 1983. Zee- en kustvogels langs de Nederlandse kust 1974-79. *Limosa* 56:81-230.
- Camphuysen C.J. & Leopold M.F. 1994. Atlas of seabirds in the southern North Sea. IBN Research report 94/6, NIOZ Report 1994-8, Institute for Forestry and Nature Research, Netherlands Institute for Sea Research and Dutch Seabird Group, Texel.
- Goudswaard P.C., Perdon K.J., Kesteloo J.J., Jol J., van Zweeden C., Hartog E., Jansen J.M.J. & K. Troost 2010. Schelpdieren in de Nederlandse kustwateren, een kwantitatieve en kwalitatieve bestandsopname in 2010. IMARES Rapport C 099/10.

- Keijl G.O. & Leopold M.F. 1997. Massaal fouragerende Dwergmeeuwen *Larus minutus* voor de Hollandse kust in april 1996. *Sula* 11: 17-20.
- Lange M. de & R. van der Vliet 2005. Spectaculaire aantallen roodkeelduikers, drieteenmeeuwen, zeekoeten, alken en bruinvissen voor Hollandse kust van december 2004 tot januari 2005. *Nieuwsbrief NZG* 6: 5-7.
- Leopold M.F., Baptist H.J.M. , Wolf P.A. & Offringa H. 1995. De Zwarte Zeeëend *Melanitta nigra* in Nederland. *Limosa* 68: 49-64.
- Leopold, M.F., Camphuysen C.J., ter Braak C.J.F, Dijkman E.M., Kersting K. & van Lieshout, S.M.J. 2004. Baseline studies North Sea Wind Farms: Lot 5 Marine Birds in and around the future sites Nearshore Windfarm (NSW) and Q7. Wageningen, Alterra, Alterra Report 1048.
- Leopold M, van Bemmelen R & Geelhoed S (in prep) Natuurverkenning 2011 Marien. Zeevogels op de Noordzee. IMARES report.
- Platteeuw M., Ham N.F. van der & Ouden J.E. den 1994. Zeetrekellingen in Nederland in de jaren tachtig. *Sula* 8(1/2, special issue): 1-203.
- Poot, MJM, van Horssen PW, Fijn RC, Collier MP & Viada C (2010) Do potential and proposed Marine Protected Areas in the Dutch part of the North Sea qualify as Marine Important Bird Areas (MIBAs)? Rapport final draft, Bureau Waardenburg, Culemborg
- Schwemmer, P & Garthe, S 2006. Spatial patterns in at-sea behaviour during spring migration by Little Gulls (*Larus minutus*) in the south-eastern North Sea. *Journal of Ornithology* 147: 354-366.
- Skov H., Durinck J., Leopold M.F. & Tasker M.L. 1995. Important bird areas in the North Sea, including the Channel and the Kattegat. BirdLife International, Cambridge, 156p.



## 11 T0-rapportage Strand en vooroever; ecologie, onderdeel zeezoogdieren

Auteur: Richard Witte (IMARES)

### 11.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij Thema Strand en Vooroever – ecologie en richt zich op:  
**Hypothese EF2-2e:** De zandmotor heeft een positief effect op zeezoogdieren in het gebied.  
**Hypothese EF3-1b6:** De zandhaak zal leiden tot een foerageer en rustgebied voor zeezoogdieren.

### 11.2 Inleiding

Voor de Nederlandse kust zijn minimaal vijftien soorten walvisachtigen (Cetacea) en vijf soorten zeehonden (Pinnipedia) waargenomen (Dirksen *et al.* 2001, Moorsel *et al.* 2001, Witte *et al.* 2001, Camphuysen & Peet 2006). Ter hoogte van de beoogde locatie voor de zandmotor komen echter slechts drie soorten regelmatig voor, te weten de Gewone Zeehond (*Phoca vitulina*), Grijs Zeehond (*Halichoerus grypus*) en de Bruinvis (*Phocoena phocoena*). Dit zijn de enige soorten die in dit stuk in meer detail beschreven worden. Voor alle andere soorten zeezoogdieren (bijvoorbeeld de Tuimelaar (*Tursiops truncatus*) of Gewone Dolfijn (*Delphinus delphis*) en Witsnuitdolfijn (*Lagenorhynchus albirostris*) kan gesteld worden dat ze onregelmatig voorkomen, meestal als dwaalgast, en dat het plangebied geen onderdeel vormt van hun vaste leefgebied waardoor de aanleg van de zandmotor geen directe invloed heeft op het voorkomen en voortbestaan van deze soorten.

*Tabel 4: Overzicht strandingen en waarnemingen van zeezoogdieren langs de Zuid-Hollandse kust (Hoek van Holland tot Noordwijk). Cursief weergegeven zijn waarnemingen en/of jaren waarbij wel zeer waarschijnlijk was maar niet helemaal zeker. +/- betekent onregelmatige gast, +++ = algemeen (maandelijks) voorkomend. De gewone en grijze zeehonden die aanspoelen worden niet structureel geregistreerd. Bron: Naturalis 2010, ZWS 2010, VWG Den Haag 2010, Ecomare 2010, MMDB 2010).*

	# strandingen	Laatste jaar van stranding	# waarnemingen	Laatste jaar van waarneming
<b>Cetacea</b>				
gewone vinvis	3	2004	2	2000
dwergvinvis	0	nvt	1-3	2006
bultrug	1	2003	3	2004
potvis	6	2009	0	nvt
gewone spitssnuitdolfijn	1	1911	0	nvt
grays spitssnuitdolfijn	1	1927	0	nvt
beloega	0	nvt	1	1966
griender	1	1917	0	nvt
Zwaardwalvis (orka)	1	1926	0	nvt
witsnuitdolfijn	3	2009	+/-	2006
gewone dolfin	3	1953	+/-	1999
gestreepte dolfin	1	1999	0	nvt
tuimelaar	34	1975	+/-	2004

grijze dolfijn	2	1970	0	nvt
bruinvis	216	2010	+++	2010
<b>Pinnipedia</b>				
gewone zeehond	nvt	nvt	+++	2010
grijze zeehond	nvt	nvt	+++	2010
klapmuts	1	1996	0	nvt
zadelrob	1	1988	0	nvt
ringelrob	1	1991	0	nvy

### 11.3 Methoden

Het plangebied Zandmotor, zoals beschreven in dit rapport, is te klein voor een goede beschrijving van de zeezoogdieren die zeer mobiel zijn. Populatieschattingen en monitoring van deze soorten worden op een volledig andere schaal uitgevoerd. Belangrijke ligplaatsen voor zeehonden, daar waar de tellingen worden gedaan, zijn relatief ver weg. Bestandsopnames voor bruinvissen worden gemaakt op basis van vliegtuigtellingen die ten miste een groot deel van het NCP omvatten.

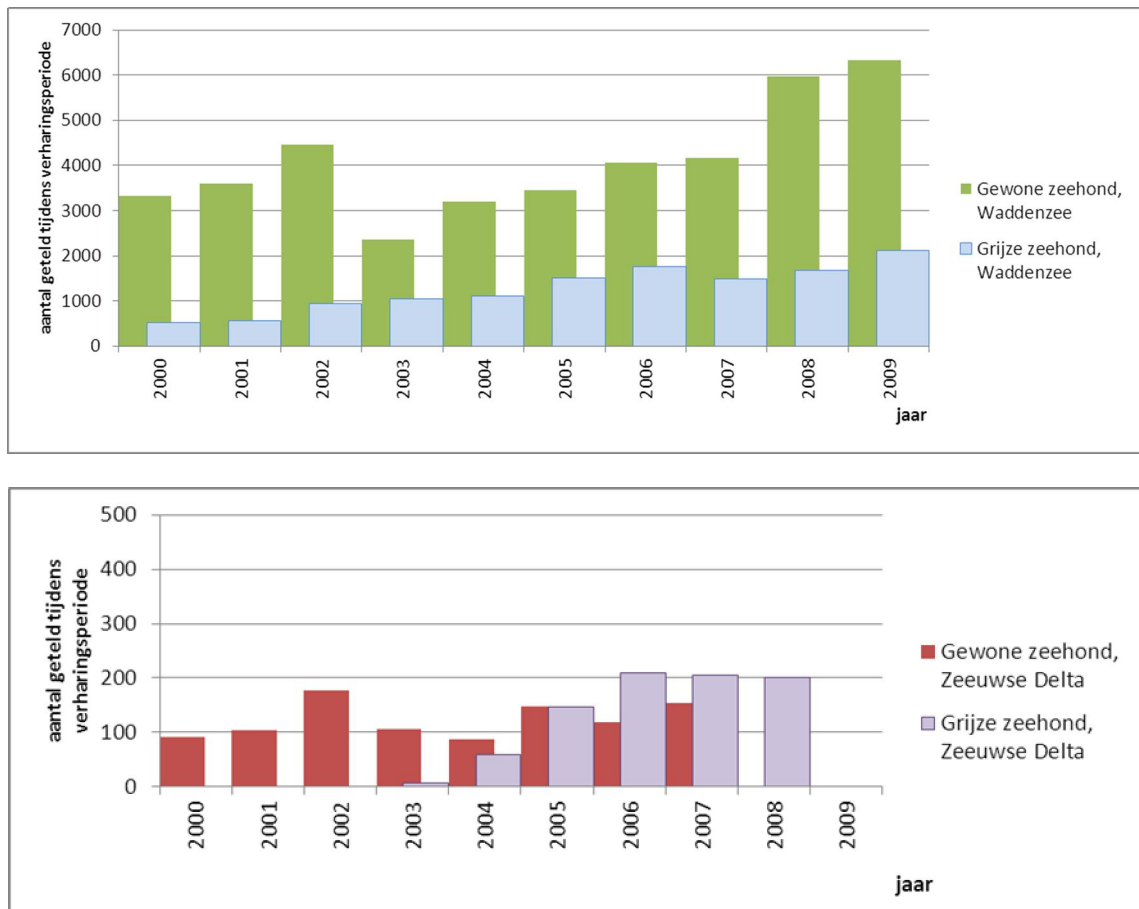
Kennis over het voorkomen van bruinvissen voor de Delflandse kust is grotendeels gebaseerd op waarnemingen door vogelaars die in Scheveningen naar zeetrek keken. Halverwege de zestiger jaren van de 20<sup>e</sup> eeuw begonnen enkele pioniers met het systematisch registreren van de vogeltrek over zee en sindsdien is de telpost jaarlijks bemand geweest onder de naam ZWS, de Zeetrek Waarnemers Scheveningen. Jaarlijks verzamelen en verwerken de coördinatoren honderden tel-uren, en verslagen verschijnen regelmatig. Tellingen vanaf schepen en vanuit vliegtuigen geven informatie over het voorkomen iets verder uit de kust (veelal minimaal 0,5-1 km). Daarnaast baseert men zich op vondsten van dode zeezoogdieren op het strand. Zeehonden die stranden worden hierbij echter onvolledig geregistreerd.

Bij zeehonden laat vooral data van zenderonderzoek zien in hoeverre het plangebied en de nabije omgeving wordt gebruikt. Hoewel verre van een volledige monitoring, werden regelmatig gewone zeehonden gezenderd tussen 1997 en 2011 voor verschillende projecten. Ook werden tussen 2005 en 2007 grijze zeehonden van een zender voorzien (Werner et al. 1995; Brasseur 1999; Reijnders et al. 2000; Brasseur 2001; Brasseur and Reijnders 2001; Brasseur and Fedak 2003; Brasseur et al. 2004; Härkönen et al. 2007; Brasseur et al. 2008; Brasseur 2009; Reijnders et al. 2010).

### 11.4 Resultaten

#### 11.4.1 Gewone- en Grijze Zeehond

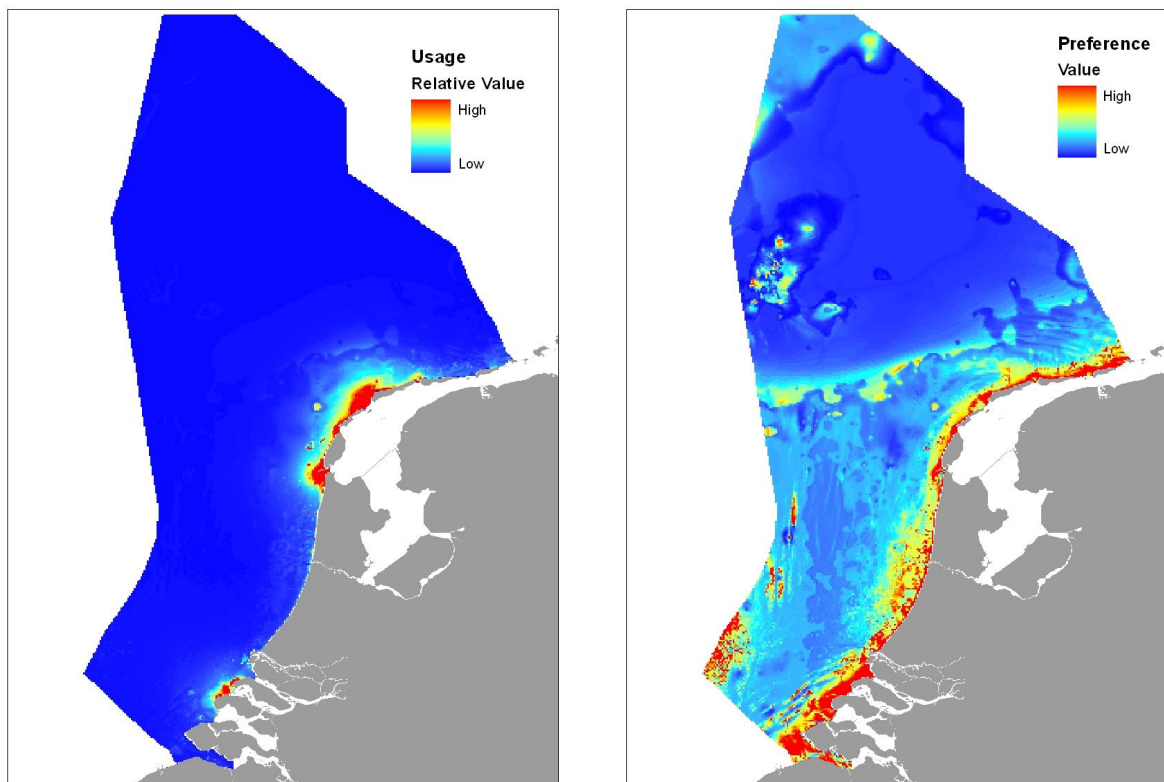
Zowel het aantal gewone zeehonden als grijze zeehonden zijn in de Nederlandse wateren sterk toegenomen in de afgelopen jaren (Figuur 10). Zoals gezegd ontbreekt een schatting voor het plangebied de Zandmotor, die het relatieve belang voor de populaties zou kunnen helpen bepalen.



Figuur 10. Ontwikkeling van het aantal zeehonden in de Waddenzee (boven) en Delta-gebied (onder). Let op de verschillende schalen. Bron: IMARES, RWS en Provincie Zeeland in [www.compendiumvoordeleefomgeving.nl](http://www.compendiumvoordeleefomgeving.nl).

Ter hoogte van de haven van Scheveningen (naast Solleveld) worden regelmatig enkele zeehonden gezien. Het gaat hierbij tot op heden nooit om meer dan vier zeehonden tegelijkertijd. Jonge zeehonden zijn hier voor zover bekend nooit geboren. Zwemmend worden nooit meer dan tien zeehonden tegelijkertijd gezien. Dit gebied wordt niet als vaste ligplaats beschouwd en de dieren worden er niet systematisch geteld. Zeehonden in het water zijn vaak moeilijker zichtbaar dan bruinvissen aangezien ze niet altijd hun kop volledig boven water hoeven te hebben om adem te halen. Dit blijkt ook uit een analyse van de data van de lokale zeetrekters (ZWS) waarin duidelijk wordt dat, hoewel deze dieren regelmatig gezien worden, ze mogelijk niet altijd volledig worden geregistreerd. Dit in tegenstelling tot de bruinvissen die hieronder besproken worden. Daarnaast ontbreekt het aan een gecentraliseerde database voor de strandingen.

De verwachting is dat er regelmatig dieren door of langs het plangebied trekken. Gebaseerd op de zenderdata werden er t.b.v. studies naar potentiële effecten van windmolens habitatpreferentie kaarten gemaakt voor beide zeehondensoorten op het gehele NCP (Basseur et al. 2009; Basseur et al ongepubliceerd). Hierbij werd zowel de actuele verspreiding gemodelleerd als de preferentie, ofwel geschiktheid van het habitat voor de dieren. Figuur 11 laat dit voor de grijze zeehond zien. Dit model is gebaseerd op 29 gezenderde dieren. Hetzelfde werd gedaan voor 89 gezenderde gewone zeehonden. Deze data laat zien dat individuele dieren inderdaad frequent langs de kust, dus ook langs het plangebied trekken bij een uitwisseling tussen de Waddenzee en de Deltawateren.



Figuur 11. Links: Gemodelleerde verspreiding van grijze zeehonden gebaseerd op zenderdata en het aantal dieren geteld op de ligplaatsen. Rechts: Habitat preferentie voor de grijze zeehond, gebaseerd op 29 dieren gezenderd tussen 2005 en 2008. Data werd gemodelleerd op basis van de preferentie van de individuele dieren voor diepte, slibgehalte van de bodem, en scheepvaart (Brasseur et al 2009).

#### 11.4.2 Bruinvis

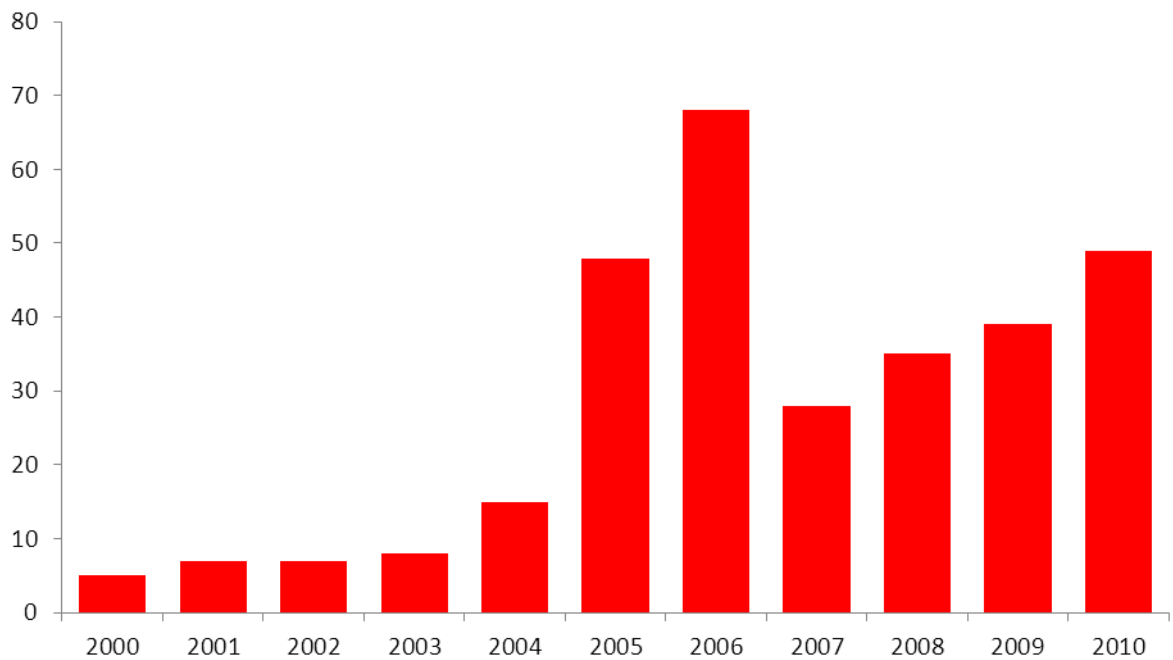
Gedurende het hele jaar komen Bruinvissen voor in het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP) en aangrenzende kustwateren (onder andere Oosterschelde en Waddenzee) (Camphuysen & Peet 2006, Haelters & Camphuysen 2009). Langs de kust worden van februari tot en met maart/april de hoogste dichtheden vastgesteld en in de zomer zijn de aantallen Bruinvissen in de kustzone zeer laag (Witte et al. 1998). Tot in 2008 lag het aantal waarnemingen tijdens vliegtuigtellingen die door de Waterdienst worden uitgevoerd in het kader van de Monitoring van de Waterstaatkundige Toestand des Lands (MWTL) (Baptist et al. 1998) op het NCP in de periode augustus/september – december/januari zo laag ( $< 0,1$  per  $\text{km}^2$ ) dat er geen exacte gemiddelde dichtheid op het NCP vastgesteld kon worden. In februari-maart steeg de dichtheid veelal ( $> 0,1$  per  $\text{km}^2$ ) en in april/mei werd de hoogste gemiddelde dichtheid ( $0,4$  per  $\text{km}^2$ ) vastgesteld (Arts 2009).

Recente waarnemingen laten zien dat de seizoenspatronen en voorkomende aantallen niet stabiel zijn. Sinds november 2008 zijn er door IMARES diverse op Bruinvis gerichte tellingen vanuit vliegtuigen uitgevoerd, waarbij enkele raaien binnen het plangebied liggen. In de periode 3 februari – 3 april 2009 werd een telling uitgevoerd van de Nederlandse kust tot aan



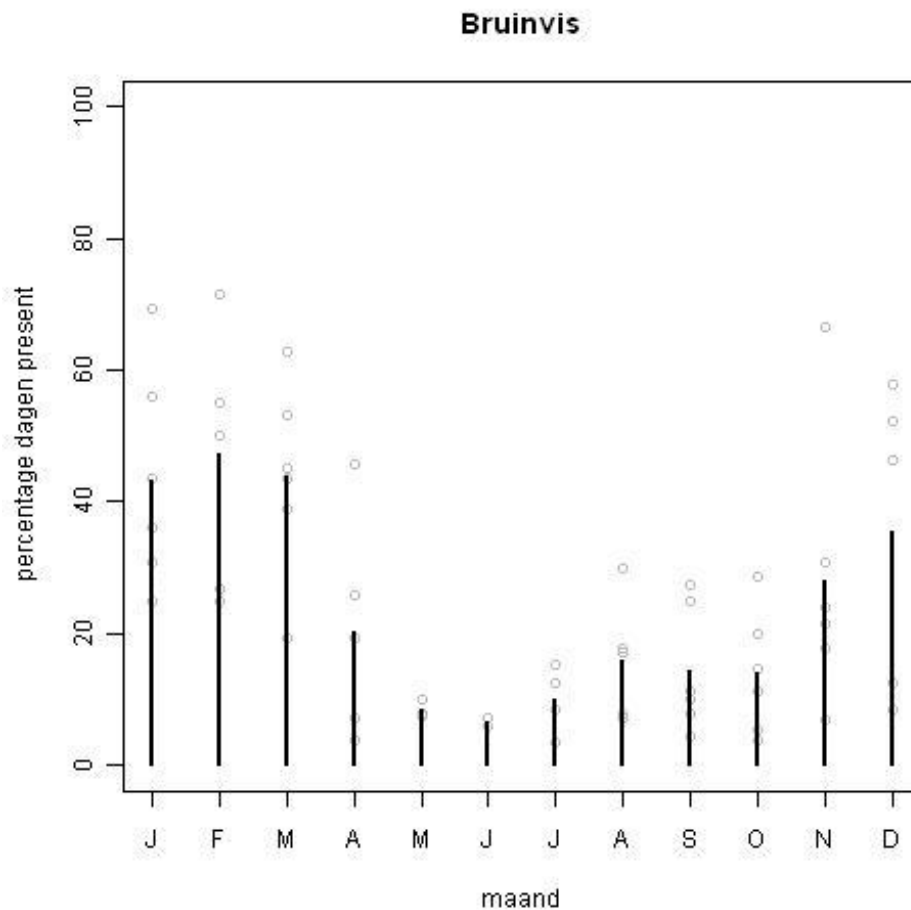
het Friese Front en daarbij werd een dichtheid van 1,12 Bruinvissen per km<sup>2</sup> vastgesteld. Echter binnen het plangebied werden geen Bruinvissen gezien, ze verbleven allen buiten de 10 m dieptelijn (Scheidat & Verdaat 2009). Aanvullend hierop moet worden gesteld dat het waarnemen van Bruinvissen vanuit een vliegtuig binnen de 10 m dieptelijn is bemoeilijkt door de troebelheid van het water.

Vóór 2004 lag het aantal Bruinvissen dat gevonden werd op het strand tussen Hoek van Holland en IJmuiden op minder dan 10 per jaar. Vervolgens nam dit sterk toe tot maar liefst 68 in 2006. In 2007 daalde het aantal gevonden Bruinvissen tot 28 om vervolgens weer toe te nemen tot circa 50 in 2010 (situatie 05-11-2010, zie Figuur 12).



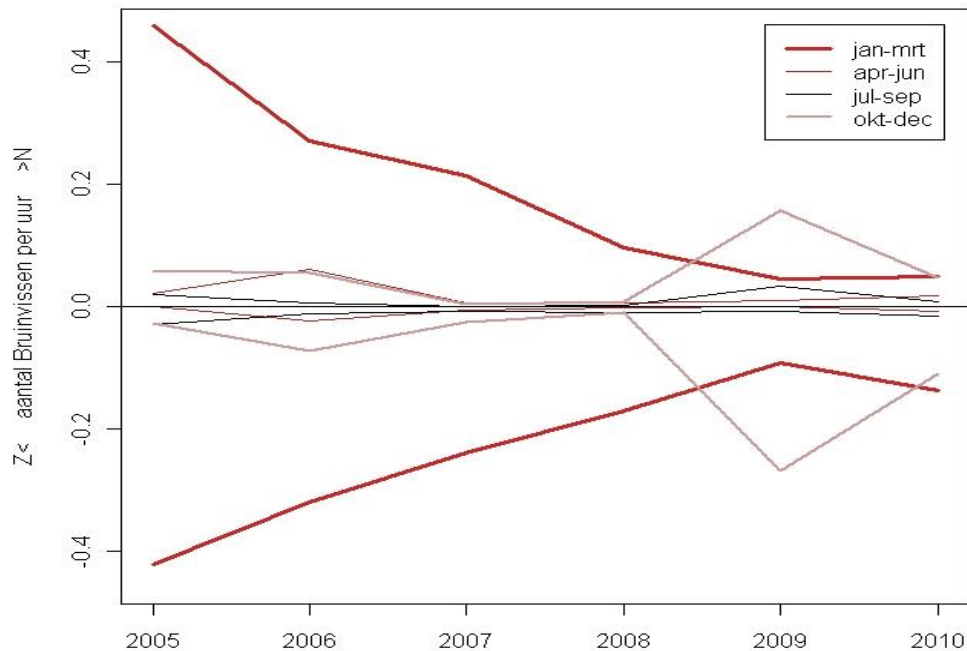
Figuur 12. Overzicht aantal strandingen van Bruinvissen tussen Hoek van Holland en IJmuiden. Bron: NCB Naturalis.

Vanaf Scheveningen wordt vrij constant over zee gekeken om de trek van vogels te volgen. Hierbij worden regelmatig zeezoogdieren gezien (en geteld). De aantallen waargenomen Bruinvissen vertonen een duidelijk seizoenspatroon (zie Figuur 13) met de grootste aantallen in de periode november – maart en de kleinste aantallen in de periode mei – juli (periode waarin jongen geboren worden).



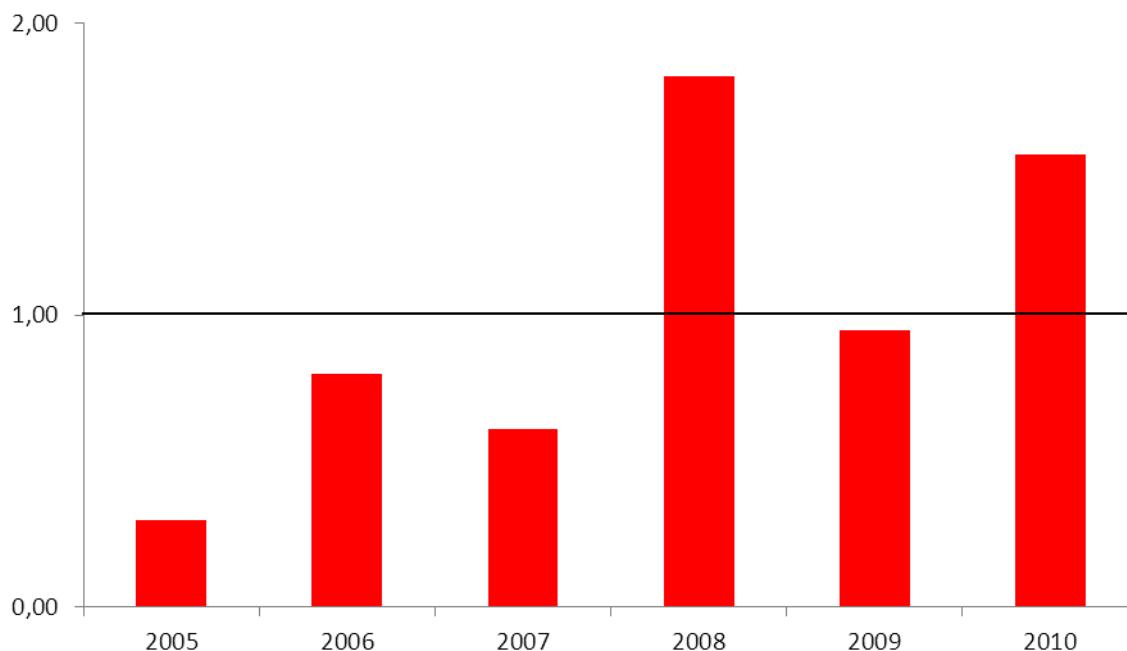
Figuur 13. Presentie van Bruinvissen in de tellingen vanaf de kust van Scheveningen per jaar (stippen) en gemiddeld over periode 2005-2010 (verticale lijnen). Bron: Zeetrekwaarnemers Scheveningen (ZWS: [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl)).

Overduidelijk is verder dat, als gekeken wordt naar het aantal Bruinvissen dat per teluur is waargenomen, er sinds 2005 sprake is van een sterke daling in het aantal waargenomen Bruinvissen. Opvallend is wel dat in het laatste kwartaal van 2009 relatief veel Bruinvissen werden gezien. Het getelde aantal bruinvissen vertoont duidelijk niet dezelfde lijn als het aantal gestrande Bruinvissen.



Figuur 14. Aantal Bruinvissen per tel-uur, gemiddelden per kwartaal. Naar noord zwemmend weergegeven boven de x-as, naar zuid zwemmend beneden de x-as. Bron: Zeetrekwaarnemers Scheveningen (ZWS: [www.trektellen.nl](http://www.trektellen.nl)).

Vergelijken we het aantal gestrande Bruinvissen (Figuur 12) met het aantal per uur waargenomen Bruinvissen (Figuur 14) dan blijken in 2008 en 2010 relatief meer Bruinvissen te stranden dan je in vergelijking met alle jaren op grond van het aantal waarnemingen verwacht. In 2008 werden opvallend weinig dieren gezien terwijl er wel volop dieren dood op het strand werden aangetroffen. Ook in 2010 strandden relatief veel Bruinvissen. Met name in 2005 werden daarentegen beduidend minder dieren op het strand aangetroffen terwijl er een hoog aantal dieren werd waargenomen. Er is dus geen verband tussen het aantal dieren dat gestrand gevonden wordt en het aantal Bruinvissen dat langszwemmend wordt gezien.



Figuur 15. Geïndiceerde aantal gestrande Bruinvissen in verhouding tot het aantal waargenomen langszwemmende Bruinvissen (per teluur).

## 11.5 Conclusies en discussie

Het plangebied zoals beschreven in dit rapport is te klein voor een goede beschrijving van de zeezoogdieren, die zeer mobiel zijn. Populatieschattingen en monitoring van deze soorten worden op een volledig andere schaal uitgevoerd. Belangrijke ligplaatsen voor zeehonden, waar de tellingen worden gedaan zijn relatief ver weg. In het plangebied zijn zeehonden en bruinvissen nooit systematisch geteld waardoor er geen goed beeld bestaat van (maandelijks) voorkomende aantallen en trends op deze kleine schaal. De aantallen die wel zijn geregistreerd laten een dermate grote variatie zien dat het moeilijk is om een 'vast beeld' voor de nul situatie te schetsen. Het zal niet mogelijk zijn om een eventuele trendverandering of effect onder invloed van de aanleg van de zandmotor vast te stellen anders dan dat de Zandmotor mogelijk wordt gebruikt als rustplaats voor zeehonden.

## 11.6 Referenties

- Arts, F.A., 2009. Trends en verspreiding van zeevogels en zeezoogdieren op het Nederlands Continentaal Plat 1991 – 2008. RWS Waterdienst BM 09.08.
- Baptist H.J.M., R.H. Witte & P.A. Wolf, 1998. Harbour porpoises *Phocoena phocoena* monitoring on the Dutch sector of the North Sea: 105-108. In: P.G.H. Evans, E.C.M. Parson & S.L. Clark (eds.) European Research on Cetaceans -11. Proceedings of the eleventh annual conference of the European Cetacean Society, Stralsund, Germany 10-12 march 1997.
- Brasseur, S., Aarts, G., Meesters, E., Polanen Petel, T.v., Dijkman, E., Cremer, J., and Reijnders, P. unpublished. Habitat preferences of harbour seals in the Dutch coastal area: analysis and estimate of effects of offshore wind farms.
- Brasseur, S., T. van Polanen Petel, G. Aarts, E. Meesters, E. Dijkman, and P. Reijnders 2010. Grey seals (*Halichoerus grypus*) in the Dutch North sea: population ecology and effects of wind farms. <http://www.we-at-sea.org/index.php?keuze=r1222005-006>

- Brasseur, S., Tulp, I., Reijnders, P., Smit, C., Dijkman, E., Cremer, J., Kotterman, M., and Meesters, E. 2004. Voedseleecologie van de gewone en grijze zeehond in de Nederlandse kustwateren. I Onderzoek naar de voedseleecologie van de gewone zeehond, II Literatuurstudie naar het dieet van de grijze zeehond, gepubliceerd, Alterra, Wageningen.
- Brasseur, S.M.J.M., P.J.H. Reijnders, O. Henriksen, J. Carstensen, J. Tougaard, J. Teilmann, M.F. Leopold, C. Camphuysen & J. Gordon 2004. Baseline data on the harbour porpoise, *Phocoena phocoena*, in relation to the intended wind farm site NSW, in the Netherlands. Alterra-rapport 1043, ISSN 1566-7197. 80 pp. Alterra, Wageningen, The Netherlands.
- Brasseur, S.M.J.M., and Fedak, M. 2003. Habitat Use of Harbour Seals in Relation to Recreation, Fisheries, and Large Infra-structural Works. Wadden Sea Ecosystem 17.
- Brasseur, S.M.J.M., P.J.H. Reijnders. 1999. Behaviour of satellite tagged naive harbour seals released in the wild. In 13th biennial conference Society for Marine Mammals
- Brasseur, S.M.J.M., P.J.H. Reijnders. 2001. Tracking Breeding Harbour Seal (*Phoca vitulina*) Females in Dutch Waters, Diving, Haulout and Movement. In 14th biennial conference Society for Marine Mammals
- Brasseur, S.M.J.M., and Reijnders, P.J.H. 2001. Zeehonden in de Oosterschelde, fase 2 : effecten van extra doorvaart door de Oliegeul. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.
- Brasseur, S.M.J.M., Scheidat, M., Aarts, G.M., Cremer, J.S.M., and Bos, O.G. 2008. Distribution of marine mammals in the North Sea for the generic appropriate assessment of future offshore wind farms. Available from [http://library.wur.nl/file/wurpubs/wurpublikatie\\_i00367417\\_002.pdf](http://library.wur.nl/file/wurpubs/wurpublikatie_i00367417_002.pdf)
- Camphuysen, C.J. & G. Peet, 2006. Walvissen en dolfijnen in de Noordzee. Tekeningen van Frits-Jan Maas. Fontaine Uitgevers, 160 blz.
- Dirksen, S., M.J.M. Poot, S.M.J. van Lieshout, R.H. Witte & R. Steijn, 2001. Effecten van een vliegveldeiland in zee op vogels en zeezoogdieren. Flyland – Mariene Ecologie & Morfologie Perceel 6, Hoofdrapport fase 1. Rapport nr. 01-087. Bureau Waardenburg, Alkyon.
- EcoMare, 2010, <http://www.ecomare.nl/nl/ecomare-encyclopedie/organismen/dieren/zoogdieren/roofdieren/vinpotigen/zeehonden>, zoals aanwezig op 3 november 2010.
- Haelters, J. & C.J. Camphuysen, 2009. The Harbour Porpoise in the southern North Sea. Abundance, threats and research- & management proposals. Royal Belgian Institute of Natural Sciences (RBINS), department Management Unit of the North Sea Mathematical Models (MUMM), Royal Netherlands Institute for Sea Research (NIOZ). International Fund for Animal Welfare.
- Härkönen, T., Brasseur, S.M.J.M., Teilmann, J., Vincent, C., Dietz, R., Abt, K., and Reijnders, P.J.H. 2007. Status of grey seals along mainland Europe from the Southwestern Baltic to France. In Grey Seals in the North Atlantic and the Baltic. - Tromso, Norway : NAMMCO, Polar Environmental Centre, (NAMMCO Scientific Publication ). pp. p. 57 - 68.
- Moorsel, G.W.N.M. van, S. Bouma, A.J.J.M. Meijer, R.H. Witte, R. Lensink, M.J.M. Poot, J.M. Reitsma & G.C.W. van Beek, 2001. Het belang van ruimtelijke rangschikking van gebieden voor het voorkomen van soorten in de Noordzee en kustwateren. Implicaties voor locatiekeuze en succes van herstelmaatregelen. Rapportnr. 01-088, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- MMDB, 2010. <http://home.plante.nl/~camphuys/NLflippers.html>.
- Naturalis, 2010, [www.walvisstrandingen.nl](http://www.walvisstrandingen.nl) zoals aanwezig op 3 november 2010. NCB Naturalis
- Reijnders, P.J.H., Brasseur, S.M.J.M., Borchardt, T., Camphuysen, K., Czeck, R., Gilles, A., Jensen, L.F., Leopold, M., Lucke, K., Ramdohr, S., Scheidat, M., Siebert, U., and

- Teilmann, J. 2009. Marine Mammals. In Quality Status Report 2009 Thematic Report No. 20, Common Wadden Sea Secretariat Trilateral Monitoring and Assessment Group.
- Reijnders, P.J.H., Brasseur, S.M.J.M., and Brinkman, A.G. 2000. Habitatgebruik en aantalsontwikkelingen van gewone zeehonden in de Oosterschelde en het overige Deltagebied. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen.
- Scheidat, M. & H. Verdaat, 2009. Distribution and density of harbour porpoises in Dutch North Sea waters. Report number C125/09, IMARES Wageningen UR.
- VWG Den Haag, 2010. <http://www.vwgdenhaag.nl/verslagen> zoals aanwezig op 3 november 2010.
- Werner, M.H.J., Brasseur, S.M.J.M., and Ries, E.H. 1995. Habitatgebruik, activiteitspatroon en gedrag van teruggezette, gerevalideerde gewone zeehonden in de Oosterschelde : winterperiode 1993 - 1994. IBN-DLO, Wageningen.
- Witte, R.H., H.J.M. Baptist & P.V.M. Bot, 1998. Increase of the Harbour Porpoise *Phocoena phocoena* at the Dutch sector of the North Sea. Lutra 40: 34-40.
- Witte, R.H., G.W.N.M. van Moorsel, R.J.W. van de Haterd & S. Dirksen, 2001. An airport island in the Dutch sector of the North Sea: effects on marine mammals. Flyland – Marine Ecology & Morphology. Rapportnr. 01-086, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- ZWS, 2010. <http://www.vwgdenhaag.nl/scheveningen/scheveningen.htm> zoals aanwezig in laatste kwartaal van 2010.

## 12 T0-rapportage Duinen/Natuur; geomorfologie

auteur S.M. Arens (Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek)

### 12.1 Aansluiting uitvoeringsprogramma

Dit hoofdstuk sluit aan bij het thema Duinen/natuur, onderdeel geomorfologie en richt zich op de volgende subvragen:

subvraag ND1-01: in hoeverre ontwikkelen zich bredere, meer natuurlijke en dynamische duinen?

subvraag ND1-02: wat is de invloed van dynamische wijze van aanleg en beheer op de kwaliteit?

subvraag ND2-01: wat is de invloed van veranderingen in sandspray in de bestaande buitenduinen?

subvraag ND2-02a: wat is de invloed van veranderingen in saltspray in de bestaande buitenduinen?

subvraag ND2-03: wat is de invloed van veranderingen in sand- en saltspray in duingebied Dunea achter de huidige derde duinregel?

### 12.2 Inleiding

Randvoorwaarden voor de ecologische ontwikkeling worden in belangrijke mate bepaald door de onderliggende abiotiek. Om inzicht te krijgen in eventuele veranderingen in ecologie is het daarom noodzakelijk ook veranderingen in de abiotiek te monitoren. De abiotische factoren die van belang zijn, zijn morfologie, landschapsontwikkeling en zanddynamiek, salt spray en sedimentsamenstelling. In relatie tot deze parameters zijn ook andere factoren van belang. Voor wat betreft de morfologie is de kustontwikkeling van belang, met name de mate van aangroei of afslag. Voor het verstuivingsproces zijn de sedimenteigenschappen van belang. De korrelgrootte karakteristiek en de chemische samenstelling hebben weer hun effect op de ecologie. Met betrekking tot overstuiving en salt spray is de windenergie en richting, de drijvende kracht achter deze processen, ook van belang. Veranderingen in salt spray en overstuiving als gevolg van de aanleg van de zandmotor kunnen alleen vastgesteld worden wanneer ook deze drijvende kracht wordt gemonitord.

### 12.3 Methoden

Morfologie en morfologische processen (zanddynamiek) worden gemonitord om veranderingen in landschapsdynamiek en mate van overstuiving, belangrijke abiotische randvoorwaarden voor de ecologische ontwikkeling, vast te kunnen stellen. Bovendien moet de morfologie zelf worden gemonitord om aan te kunnen tonen of de Zandmotor effect heeft op de ontwikkeling van nieuwe duinen (embryonale duinen, witte duinen) of andere landschapseenheden (groen strand). De ontwikkeling van duinmorfologie wordt weer deels bepaald door de kustmorfologie. De Zandmotor zal hier zeker invloed op uitoefenen, overigens net als suppleties en duinverzwaringen die hier al herhaaldelijk zijn toegepast. Daarnaast zijn er effecten van de recente aanleg van de zwakke schakel, die ook hun invloed uitoefenen op de kustmorfologische ontwikkeling. Mogelijke ingrepen

in de zeereep n.a.v. de afspraak tussen Dunea en Het Hoogheemraadschap van Delfland om een deel van de zeereep te dynamiseren zullen direct effect hebben op de verstuiwingsdynamiek. Alles bij elkaar genomen hebben er dus verschillende grote ingrepen plaatsgevonden die tot effecten zullen leiden, en zullen er nog meer volgen. De uitdaging zal zijn om eventuele effecten van de Zandmotor hier uit te kunnen destilleren.

Voor wat betreft de T0 situatie zijn twee aspecten van belang. Er is een “statische” uitgangssituatie voor de morfologie, in feite de toestand van het landschap op het moment van aanleg van de zandmotor. Deze is bekend, o.a. beschikbaar in luchtfoto’s, data van Rijkswaterstaat (laseraltimetriegegevens die in het kader van de jaarlijkse kustmetingen, JARKUS, worden ingewonnen, in ieder geval in een 5\*5m<sup>2</sup> grid, en waarschijnlijk gedetailleerder) en het AHN2 (Algemeen Hoogtebestand Nederland, nieuwe opname, data beschikbaar in een grid van 0.5x0.5m<sup>2</sup>). Deze data zijn in voldoende detail aanwezig voor een goede beschrijving van de uitgangssituatie. Voor deze rapportage zijn de laatste laseraltimetriegegevens van Rijkswaterstaat beschikbaar, in een 5x5 m<sup>2</sup> grid.

De uitgangssituatie met betrekking tot de landschapsdynamiek en overstuiving is een “dynamische” uitgangssituatie. Deze variabelen kennen een grote variatie in de tijd, onder andere in relatie tot de weersomstandigheden en het aantal stormen. Hierdoor kan bijvoorbeeld de overstuiving in het ene jaar een orde groter of kleiner zijn dan in het andere jaar. Ook de volumeontwikkeling van de zeereep fluctueert sterk in de tijd. Een gemiddeld positieve trend kan bijvoorbeeld in een jaar met een aantal stormen met hoog water tijdelijk negatief zijn. Voor het bepalen van de gemiddelde volumeontwikkeling is het sowieso noodzakelijk een langere periode te onderzoeken. Vanwege de variatie in de tijd is er daarom geen sprake van een T0 op een bepaald moment. Aan de hand van een tijdreeks wordt een trendanalyse uitgevoerd. Een effect van de zandmotor kan zijn dat de trend van ontwikkeling of overstuiving verandert.

Aan de hand van de laseraltimetriedata van Rijkswaterstaat en luchtfoto’s worden jaarlijks de hoogte- en morfologische veranderingen bepaald, en daarmee de mate van overstuiving en volumeontwikkeling van de duinen. De mate van overstuiving die hiermee te detecteren is geeft inzicht in de randvoorwaarden voor de vegetatieontwikkeling, maar geeft geen goed beeld van de fijne overstuiving aan de landwaartse zijde van het systeem, wel een goed inzicht in de overstuivingsgradient. Indirect kan hiermee ook het belang van de fijne overstuiving worden ingeschat. Fijne overstuiving zal aanvullend aan de salt spray metingen worden gemeten. Fijne overstuiving aan de landwaartse zijde van de zeereep, met name van belang voor Grijs duinen, is moeilijk te bepalen uit luchtfoto’s en jaarlijkse kustmetingen maar is wel indirect af te leiden uit de zeereepdynamiek.

De laseraltimetriedata die beschikbaar zijn dateren vanaf 1997 en geven dus een trend over de afgelopen 13 jaar. Daarvoor zijn de jarkusdata in profielen opgenomen, sinds 1964. Hiermee zijn goed langjarige trends te bepalen. Verder zijn verschillende series luchtfoto’s beschikbaar (in ieder geval gebiedsdekkend voor 1996, 2000, 2003, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009) die bruikbaar zijn voor karteringen van zanddynamiek. (Voor uitgebreide beschrijving van de methode, zie Arens et al., 2010).

### 12.3.1 Uitgangssituatie morfologie

De dubbele zeereep in het gebied is niet dynamisch. De morfologie is monotoon, zanddijk achtig. De hoogte van de buitenste rij ligt rond de 13m NAP, de rij daarachter is iets lager, 10-11m NAP. Intensief beheer ten behoeve van de kustverdediging heeft hier altijd de overhand gehad. De zeereep is aan de noordkant dicht begroeid, deels met struwelen. Ten zuiden van de slag bij 109.8 is de begroeiing veel opener, deels ook met kale plekken. Aan de achterzijde van de



zeereep zijn hier ook kleinschalige stuifkuilen te vinden, die licht erosief zijn. Aan de noordkant, ter hoogte van RSP 109.42 liggen direct achter de zeereep hogere duinen tot ca 10m NAP. In de duinen achter de zeereep is sprake van enige dynamiek in de vorm van kleinschalige stuifkuilen en stuifplekken. Rond RSP 109.3 ligt achter de zeereep een dynamische stuifkuil met een duidelijke erosie en depositiezone, die op het oostnoordoosten is georiënteerd.

Voor de aanleg van de laatste duinverzwaring was de voorkant van de zeereep dynamisch, ontstonden er embryonale duinen, en was er sprake van een gevarieerde morfologie. De verwachting is dat dit soort structuren na aanleg van de zandmotor opnieuw voor de huidige verzwaring gaan ontstaan.

Tabel 12.1. Volumeveranderingen per periode en suppletiehistorie.

raai	Vol1 1966- 1978	Vol2 1979- 1995	Vol3 1996- 2008	landwaarste grens RSP tbv volume bepaling	dv- verplaatsing 1997-2008	suppletiehistorie								
						1986	1986	1993	1997	2001	2001	2003	2004	2005
107.13	-2.4	5.0	5.4	-160	+			191						
107.43	-1.8	4.0	8.4	-85	+			191		702				
107.50					+			191	167	702				
107.73	-2.3	5.4	12.0	-105	+	241	165	191	167	702	229	211		
108.08	-0.5	6.0	18.1	-130	+	241	165	191	167	200	702	229	211	
108.60					+	241	165	191	167	200	702	229	211	231
108.83	3.3	8.5	19.2	-125	+	241	165	191	167	200	702	229	211	231
109.20	3.4	7.6	20.6	-140	+	241	165	191	167	200	702	229	211	231
109.58	4.3	5.9	21.8	-130	+	241	165	191	167	200	702	229	211	231
109.96	3.8	6.0	18.0	-130	+	241	165	191	167	200	702	229	211	231
110.34	1.7	5.9	18.8	-135	+	241	165	191	167	200	702	229	211	231
gemiddeld	1.1	6.0	15.8		+	196	134	191	148	148	643	186	172	125

Tabel 12.2. Gebruik data Jarkus.

raai	jaren verwijderd	jaren geïnterpoleerd
107.13	1966, 1967, 1989, 1998	1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966
107.43		
107.73		
108.07		1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966
108.83		1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966
109.20		1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966
109.58		1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966
109.96		1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966,
110.34		1974, 1973, 1972, 1971, 1970, 1969, 1968, 1967, 1966



Figuur 12.1 Overzichtkaart geplande zandmotor, Jarkus-raaien en onderliggend reliëfkaart laseraltimetrie, opname 1997



Figuur 12.2 Verschilkaart hoogteverschillen 1997-2010. Rood: depositie; blauw: erosie; groen: geen verandering

## 12.4 Resultaten

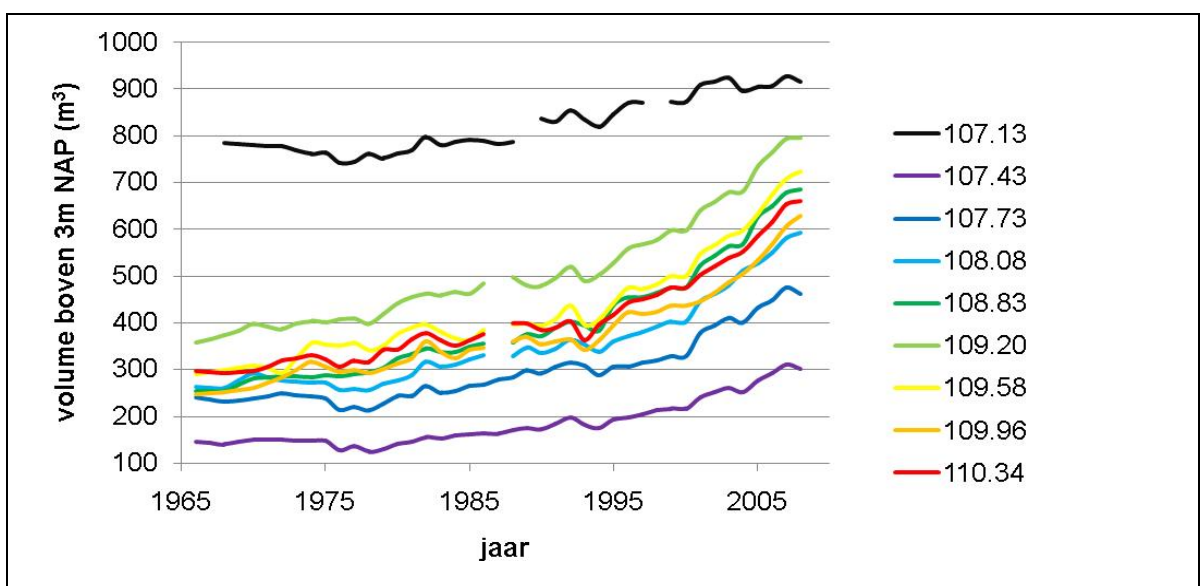
Om beter inzicht te krijgen in de effecten van de zandmotor moet er een koppeling plaatsvinden tussen de veranderingen (met name volumeveranderingen) die in de duinen worden vastgesteld, en de veranderingen op strand en vooroever. Deze koppeling moet in een volgende fase worden onderzocht. Uit eerder onderzoek is gebleken dat temporele variatie op de vooroever, bijvoorbeeld door bankgedrag, soms terug te vinden is in een vergelijkbare variatie in de duinvoetontwikkeling (Briere et al., 2007).

De laatste 10 jaren voor aanleg van de nieuwe duinverzwaring werden gekenmerkt door een uitbreiding van de zeereep door aanstuiving als gevolg van suppleren. Deze aanstuivende zone is nu geheel onder de nieuwe kustuitbreiding verdwenen (in de laseraltimetriedata van 2010 is nog niet de gehele kustuitbreiding zichtbaar). Het karakter van de zeereep is daarmee fors veranderd, van een semi-natuurlijke, aanstuivende en licht uitbreidende zeereep naar een kunstmatige, volledig in helm gevatte zanddijk.

De stuifkuilen achter de zeereep vertonen soms redelijke dynamiek. De kuil ter hoogte van RSP 109.3 is tussen 1997 en 2010 met maar liefst 2m uitgestoven. Aan de lijszijde ligt een overstuivingslob die in de zelfde periode met circa 1m in hoogte is toegenomen. De andere stuifkuilen zijn minder dynamisch met een uitstuiving die varieert tussen de 0.5 en 1m.

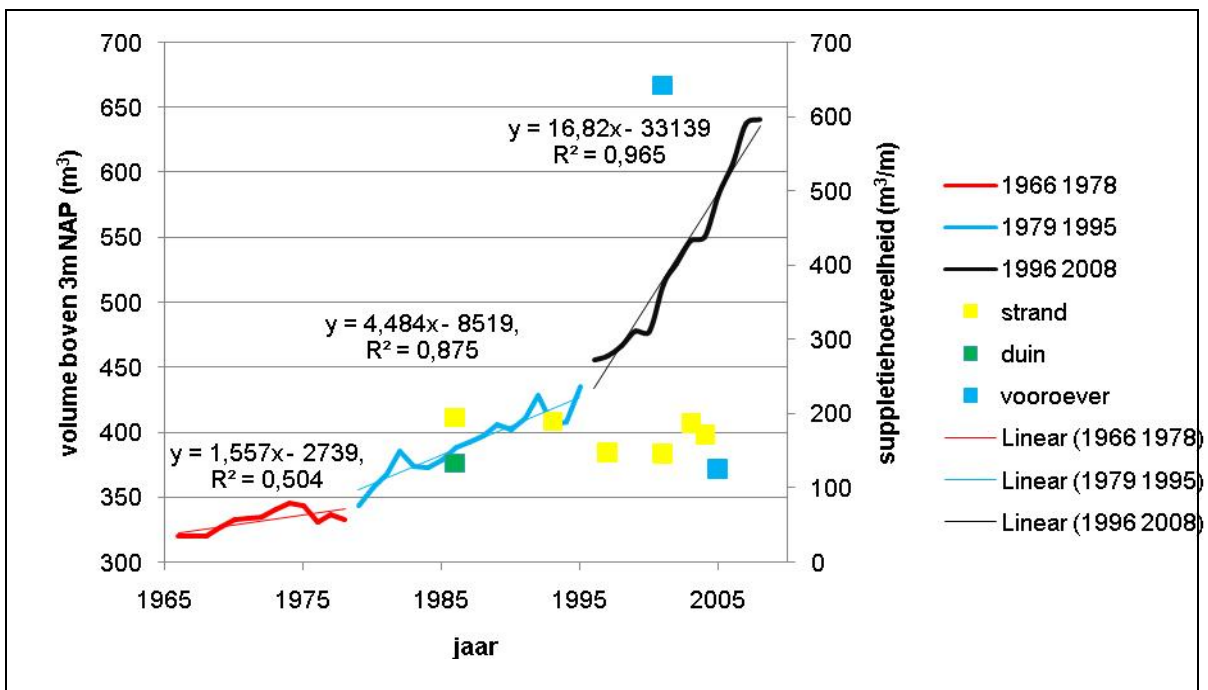
### **Trends in volumeontwikkeling**

De volumeontwikkeling van de zeereep wordt beschreven aan de hand van de Jarkus-data vanaf 1966. In figuur 12.3 is de ontwikkeling weer gegeven. In deze figuur zijn duidelijk verschillende perioden te onderscheiden, met een trendbreuk in de ontwikkeling. Deze perioden beslaan grofweg de jaren 1966-1978 (stabiele, of licht aanzandende of licht erosieve zeereep), 1979-1995 (aanzandende zeereep) en 1996-2008 (fors aanzandende zeereep). De verschillen tussen de raaien zijn niet groot. Wel is er een trend zichtbaar van noord naar zuid, waarbij de aanzanding in zuidelijke richting sterker wordt, maar vanaf 109.58 weer iets afzwakt (Tabel 12.1). Alleen in de eerste periode vertonen de meest noordelijke raaien, 107.13-108.08 een negatieve trend.



Figuur 12.3 Volumeontwikkeling zeereep van Jarkus-raaien.

De volumeontwikkeling is verder onderzocht aan de hand van een gemiddelde van de raaien. Daaruit blijken dezelfde trends, en valt op dat de trends steeds positiever worden, ongetwijfeld een direct gevolg van de suppleties. Figuur 2.4 toont de trends voor de gemiddelde ontwikkeling, met inbegrip van de trendlijnen met de bijbehorende regressievergelijking, en de gesuppleerde hoeveelheden. Wat hier opvalt is dat de trendbreuk 1979-1995 inzet voordat de eerste suppletie, een strandsuppletie gecombineerd met een duinverzwaring heeft plaatsgevonden. Dit fenomeen zien we in meer gebieden terug (zie Arens et al., 2010), is nog niet verklaard, maar hangt mogelijk samen met de effecten van eerdere suppleties stroomopwaarts (in dit geval 1971, 1976 en 1977, grofweg tussen RSP 115-118). Een andere verklaring is dat de periode 1966-1978 meer stormen met duinafslag heeft gekend dan de perioden daarna. Deze veronderstelling wordt enigszins gesteund door de data over waterstanden, gepresenteerd in figuur 2.5. Daaruit blijkt dat tussen 1971 en 1978 het aantal uren met een waterstand hoger dan 2.0 en 2.5m NAP groter is dan in de periode 1979-1985, waardoor de volumeontwikkeling in de eerste periode meer door stormen beïnvloed zou kunnen zijn. Vanaf 1986 beginnen de suppleties, en krijgen deze een waarschijnlijk sterkere invloed op de (trend in) volumeontwikkeling dan het aantal stormen.



Figuur 12.4 Gemiddelde volumeontwikkeling zeereep, trends en suppleties.

Figuur 12.2 toont de hoogteverschillen in de zeereep die zijn ontstaan tussen 1997 en 2009. In deze periode is vier keer op het strand gesuppleerd, twee keer op de vooroever (Tabel 12.1). Een deel van de strandsuppleties telt direct mee in een volumetoename boven 3m NAP, omdat de strandsuppleties immers tot hoger in het profiel doorlopen, tot 4, soms zelfs 5 m NAP. De rest van de volumetoename is het gevolg van aanstuiving vanaf het strand, vooral tegen de voorzijde van de zeereep. De maximale hoogtetoename bedraagt over de periode 1997-2009 maar liefst 6.8m (positie). De maximale afname is 3.51m. Gezien deze enorme aanwas, en de snelheid waarmee dit, in reactie op suppleties verloopt, is vanuit natuuroogpunt de vraag gerechtvaardigd waarom nu een zo forse duinverzwaring is aangelegd. Door natuurlijke processen in combinatie met suppleren was dit proces vanzelf al aan de gang.

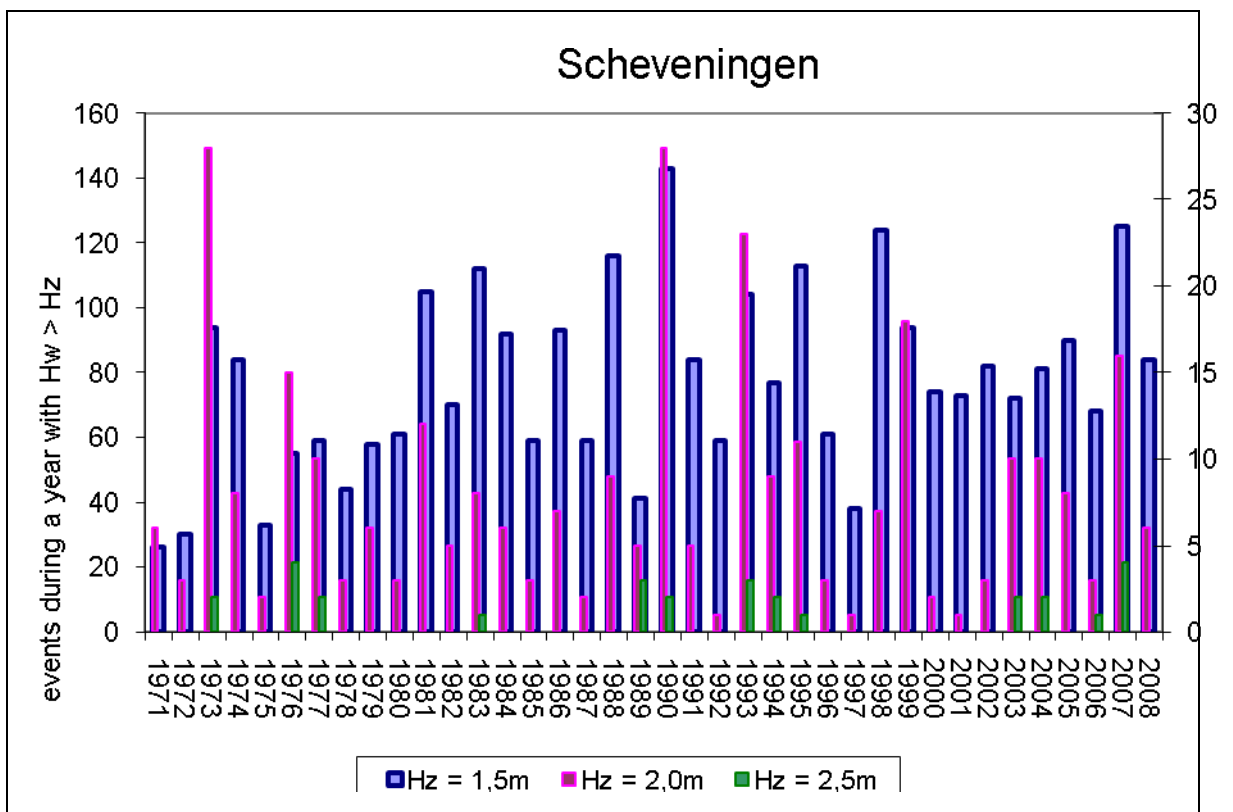
### Trends in overstuiving

De overstuiving van de zeereep is beperkt en geeft in ieder geval geen aanleiding tot het ontstaan van hoogteverschillen. Voor aanleg van de nieuwe duinverzwaring werd vrijwel al het zand in de embryonale duinen bij de duinvoet ingevangen. Na aanleg zal de ingeplante duinverzwaring voorlopig alle dynamiek vanaf het strand invangen. Mogelijk is er wel sprake van een fijne overstuiving van de zeereep die wel ecologische consequenties kan hebben. De hoogtemetingen geven hier geen aanwijzingen voor. In het kader van MEP duinen voor MV2 worden er momenteel in de duinen van Solleveld metingen uitgevoerd aan de fijne overstuiving achter de zeereep.

Er zijn geen daadwerkelijke meetgegevens van de fijne overstuiving achter de zeereep. Een goede T0 ontbreekt dus.

### Windenergie en waterstand

Windenergie moet als drijvende kracht voor verstuing en duinontwikkeling mee beschouwd worden. De correlatie tussen windsnelheid en –richting enerzijds, en de hoeveelheid verstuing anderzijds is overigens vaak maar matig, omdat er behalve wind meer meteorologische factoren een rol spelen. Die rol is nog steeds niet goed te kwantificeren. Onderzocht wordt of de jaarlijkse volumeverschillen die door verstuing ontstaan gecorreleerd zijn aan de totale windenergie over dat jaar. Daartoe wordt een berekening gemaakt van het potentiële zandtransport, en wordt dit met behulp van de windfrequentieverdeling omgerekend naar jaarlijkse sand drift potentials. Daarbij moet rekening gehouden worden met eventuele erosie door stormafslag, die van directe invloed is op de jaarlijkse volumeveranderingen. De waterstand zal dus ook in deze beschouwing betrokken worden.



Figuur 12.5 Frequentie hoogwaters te Scheveningen.

## 12.5 Mogelijke effecten van een zandmotor

Door de aanleg van de zandmotor verandert de zandbeschikbaarheid in het systeem. In ieder geval tijdelijk ontstaat een aangroei-situatie, doordat een enorme hoeveelheid zand aan strand en vooroever worden toegevoegd. Deze aangroei-situatie zorgt voor een verandering in de randvoorwaarden voor duinontwikkeling en daaropvolgend de ecologische ontwikkeling. De mogelijke effecten zijn analoog aan de effecten van suppleties (zie Arens et al., 2010), maar treden mogelijk in sterkere mate op omdat de schaal van veranderingen bij de zandmotor groter is dan bij de gebruikelijke suppleties. Daarnaast is er een verschil met de gangbare suppleties. Waar suppleties periodiek herhaald worden in het kader van onderhoud, en daarmee een situatie min of meer op peil wordt gehouden, ontstaat bij de zandmotor een tijdelijke uitbreiding, die op termijn weer zal eroderen. De fluctuaties in effecten kunnen daarmee groter worden, in ieder geval speelt de periodiciteit zich af op een langere tijdschaal.

De volgende effecten kunnen een rol spelen:

- Extra aanvoer van zand
- Kustuitbreiding (tijdelijk?)
- Beperken dynamiek zeereep
- Verstarring achterliggende grijze duinen
- Ontwikkeling embryonale duinen (tijdelijk?)
- Betere randvoorwaarden voor ontwikkeling witte en embryonale duinen (tijdelijk?)
- Op termijn mogelijkheden voor redynamiseren zeereep door afslag van nieuwgevormde duinen: ontwikkeling van transgressieve duinen?

### 12.5.1 Salt spray

Salt spray heeft als stress factor effect op de successie van de vegetatie. In kalkarme situaties is het effect groter dan in kalkrijke situaties. Salt spray is sterk afhankelijk van stormen en optredende branding. De grootste input ontstaat tijdens stormen uit westelijke richtingen. Er bestaat tevens een belangrijke kustdwarse gradiënt. Op het strand en zeereep is de salt spray het grootste, naar het binnenland toe neemt de hoeveelheid sterk af. Net als bij zanddynamiek is de temporele variatie groot en zou eigenlijk een langdurige trend bepaald moeten worden om een idee te krijgen van de gemiddelde salt spray zonder zandmotor. Dit is niet meer mogelijk, gezien de naderende aanleg. Omdat geen gegevens beschikbaar zijn is ook geen retrospectief onderzoek zoals bij de trendanalyse over de volumeontwikkeling mogelijk. Hoogstens is een grove inschatting te maken op basis van windgegevens, gerelateerd aan het aantal stormen met bijbehorende windrichting. Naar verwachting zal er vanaf de jaren 1990 sprake zijn van een afnemende trend die gerelateerd is aan een geringere stormfrequentie en een meer zuidelijke wind (dus minder aanlandig dan voorheen). Het is overigens opvallend dat dit samengaat met een toenemende verzuivering, maar salt spray is hierbij één van de factoren, stikstofdepositie een belangrijke andere. De factor salt spray wordt bij de T0 beschrijving verder buiten beschouwing gelaten. In het uitvoeringsprogramma is de monitoring van salt spray uitgewerkt.

### 12.5.2 Sedimentsamenstelling

Suppletiezand en dus ook zand afkomstig van de Zandmotor kan afwijken van het oorspronkelijke zand, in korrelgrootte, kalkgehalte en geochemische samenstelling. Dit kan effecten hebben op de ecologische randvoorwaarden. Een vergroving van het profiel zorgt bijvoorbeeld voor een betere

ontwatering, een hoger of lager kalkgehalte levert een verandering in de vegetatiesamenstelling en ook een andere hoeveelheid nutriënten of mineralen in het zand kan hier effect op hebben.

Uit een recente studie (Stuyfzand et al., 2010) is gebleken dat op verschillende locaties inderdaad suppletiezand te onderscheiden valt van het oorspronkelijke duinzand. De grootste verschillen zitten in het kalkgehalte. Van het duingebied zijn geen gegevens beschikbaar over sedimentsamenstelling. Wel zijn enige gegevens beschikbaar over korrelgrootteverdelingen op het strand en in de zeereep. Mogelijk zijn er gegevens beschikbaar in de DINO database, of zijn er gegevens te betrekken uit de studies van Kohsiek, Eisma of Depuydt.

## 12.6 Referenties

- Arens, S.M., S.P. van Puijvelde & C. Brière, 2010. Effecten van suppleties op duinontwikkeling; geomorfologie. Rapportage fase 2. Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek en Deltares RAP2010.03 in opdracht van Directie Kennis, LNV, 141 pp + bijlagen
- Arens, S.M., H.F. Everts, J.A. Klijn & N.P.J. de Vries, 2007. Guidelines for the monitoring programme "effects of Maasvlakte 2 on the dunes of Voorne and Goeree"; signals and noise: how to distinguish between Maasvlakte 2 generated effects and other effects? Arens Bureau voor Strand- en Duinonderzoek RAP2006.09 in opdracht van RWS-RIKZ.
- Brière, C., A.B. Cohen, H.F.P. van den Boogaard & S.M. Arens, 2007. Ecobeach Monitoring Project. Report Phase II-Half Year Study. WL Delft Hydraulics in opdracht van RWS-RIKZ.
- Doomen, A., P. Van Bodegom, A. Meuleman, D. Assendorp & R. de Bruyne, 2006. Monitoring ecologie van het duingebied van Voorne en Goeree. Nulsituatie voor de aanleg van de Tweede Maasvlakte. Rapportnr. KWR 06.060, KIWA, Nieuwegein.
- Marchand, M., M. Jansen, G. Van Holland en M. Stive, 1999. Veranderingen in de zoutnevel (salt spray) ten gevolge van een gewijzigd golfklimaat in de monding van het Haringvliet (RWS Zuid-Holland/WL | Delft Hydraulics voor Samenwerkingsverband Maasvlakte 2 Varianten).
- Stuyfzand, P.J., S.M. Arens en A.P. Oost 2010. Geochemische effecten van zandsuppleties langs Hollands kust. KWR-rapport KWR 2010.048, 71p.
- Verdam, B., 2001. Onderzoek naar de zoutdepositie aan de monding van het Haringvliet en Nieuwe Maas. Rapportnr BL2001.1877.01, Buro Blauw B.V. Luchthygiëne, onderzoek en advies, Wageningen
- Vertegaal, C.T.M., 1999. Effecten van salt spray(reductie) op natuurwaarden in de duinen: Literatuuroverzicht en analyse van leemten in kennis. PMR, rapport 119.





## 13 T0-rapportage Duinen/natuur; ecologie

### 13.1 Aansluiting Uitvoeringsprogramma

In de evaluatiefactsheets in het Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie Pilot Zandmotor zijn de vraagstellingen waarop het Monitoring- en evaluatieprogramma voor de Zandmotor is gericht geformuleerd en verder uitgewerkt in subvragen, hypothese, aanpak en informatiebehoefte. Hieruit blijkt in globale termen in hoeverre als onderdeel van het MEP informatie nodig is over de uitgangssituatie (T0).

In deze T0-rapportage wordt een overzicht gegeven van beschikbare gegevens, van de bruikbaarheid hiervan voor dit onderzoek en nog noodzakelijke aanvullingen hierop. In par. 2 wordt (aan de hand van de evaluatiefactsheets) een overzicht gegeven van de informatiebehoefte m.b.t. de uitgangssituatie/T0. Er wordt een overzicht beschikbare gegevens met een toelichting op methodologische aspecten die bepalend zijn voor de bruikbaarheid ervan in het MEP Zandmotor. Een analyse wordt gemaakt van de nog bestaande lacunes; dit kan zowel betrekking hebben op het ontbreken van gegevens als op methodologische knelpunten met betrekking tot beschikbare gegevens. Tenslotte wordt een overzicht gegeven van nog uit te voeren extra onderzoek/monitoring om een complete en kwalitatief afdoende T0-beschrijving te kunnen maken.

#### 13.1.1 Evaluatievragen

De evaluatievragen m.b.t. natuur in de duinen zijn uitgesplitst in twee hoofdgroepen:

- EF 3-1a: toevoegen - natuurwaarden nieuw
- EF 4-4: beheer - natuurbeheer bestaand.

#### **EF 3-1a: toevoegen - natuurwaarden nieuw**

Monitoring- en evaluatie m.b.t. EF 3-1a is gericht op het volgen van de ontwikkelingen op en rond de zandmotor zelf. Het onderzoek is overwegend beschrijvend van karakter: welke natuurwaarden ontstaan op de zandmotor, gegeven de gekozen wijze van aanleg en beheer? Door vergelijking met ontwikkelingen elders (met name het duincompensatieproject Spanjaardsduin) kan op basis van expert judgement worden beoordeeld welke mate en op welke manier de wijze van aanleg en beheer van invloed zijn op de gemeten ontwikkelingen. Er is dus geen sprake van een nulsituatie die hierbij als referentie dient. Dit is uiteraard ook praktisch gezien niet aan de orde: ter plaatse van de zandmotor bevindt zich als uitgangssituatie zee en strand. Voor de de onderzoeksvragen waarop EF 3-1a betrekking heeft zijn dus geen T0-gegevens nodig.

#### **EF 4-4: beheer - natuurbeheer bestaand**

Evaluatiefactsheet 4-4 is gericht op vragen die betrekking hebben op de mogelijke invloed van aanleg en aanwezigheid van de zandmotor op het bestaande duingebied landinwaarts van de zandmotor, c.q. op het voorkomen van eventuele (negatieve) invloeden. Er zijn vier subvragen, EF-ND2-01 t/m EF-ND2-04, elk met een eigen aanpak en informatiebehoefte. In alle gevallen zijn gegevens over de uitgangssituatie noodzakelijk. Van subvraag ND2-03 (wat is de invloed van veranderingen in sand- en saltspray in duingebied Dunea achter de huidige derde duinregel?) is afgesproken dat deze in het kader van de monitoring van het Natura

2000-beheerplan zal worden meegenomen. Deze subvraag wordt hier verder buiten beschouwing gelaten.

*ND2-01: invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen*

Deze evaluatievraag wordt onderzocht door middel van intensieve metingen aan zowel sandspray als vegetatie. Voor beide parameters is het gewenst dat als referentie over goede gegevens met betrekking tot de Ausgangssituatie kan worden beschikt. Het gaat om de volgende parameters:

- diverse typen sandspraymetingen;
- vegetatieopnamen gekoppeld aan sandspraymeetpunten;
- vegetatiestructuurkartering;
- voorkomen/vindplaatsen hogere planten;
- territoria broedvogels.

De Ausgangssituatie dient met de dezelfde onderzoeksmethoden en op dezelfde vaste meetpunten te worden bepaald als de veranderingen na aanleg van de zandmotor. Voor de T0-beschrijving voor sandspray wordt verwezen naar hoofdstuk 12 (Natuur/duinen, onderdeel geomorfologie).

*ND2-02a/b: invloed van veranderingen in saltspray in combinatie met begrazingsbeheer in de buitenduinen*

In de buitenduinen (tot de binnenteen van de meest landwaartse duinregel) wordt gemonitord in hoeverre een mogelijke toename van struwelen onder invloed van te verwachten afname van saltspray wordt voorkomen door inzet van extra begrazing. Veranderingen worden zo veel mogelijk bepaald ten opzichte van de Ausgangssituatie. Voor dit deelonderzoek is het nodig over de volgende gegevens m.b.t. de Ausgangssituatie te kunnen beschikken:

- saltspraybepalingen;
- vegetatiestructuurkartering;
- voorkomen/vindplaatsen hogere planten;
- territoria broedvogels.

De benodigde gegevens over de vegetatie zijn relatief globaal. Omdat saltspray primair leidt tot veranderingen in vegetatiestructuur is de vegetatiekundige 'inhoud' niet direct van belang. De gegevens dienen voldoende nauwkeurig te zijn om ook relatief kleine oppervlakteveranderingen van structuurtypen te kunnen detecteren. Voor de T0-beschrijving voor saltspray wordt verwezen naar hoofdstuk 12.

*ND2-03: invloed van veranderingen in sand- en saltspray in duingebied achter derde duinregel*

Deze vraag blijft in het kader van het MEP Pilot Zandmotor buiten beschouwing (zie hierboven).

*ND2-04: invloed van veranderingen in (grond)waterstanden in duingebied achter derde duinregel*

Voor het onderzoek naar de mogelijke invloed van voorspelde veranderingen in (grond)waterstanden in het door Dunea beheerde duingebied achter de derde duinregel zijn T0-gegevens m.b.t.

- grondwaterstanden- en fluctuaties;
- verspreiding/oppervlak vegetatie- c.q. (sub)habitattypen.

Deze evaluatievraag is beperkt tot het duingebied achter de derde duinregel. In de buitenduinen is het maaiveld dermate hoog gelegen dat op voorhand duidelijk is dat grondwaterstandstijging hier de wortelzone zeker niet zal bereiken en dus geen invloed zal hebben op de vegetatie. Ook binnen het Dunea-gebied is het maaiveld alleen lokaal dermate laag gelegen dat grondwaterstandstijging hier van invloed zou kunnen zijn. Beschikbaarheid van vegetatiegegevens die de uitgangssituatie weergeven in de omgeving van dergelijke relatief laaggelegen, voor grondwaterstandstijging gevoelige terreindelen volstaat. Omdat het ecologisch gezien ingrijpende effect van vernatting tot snelle en duidelijke veranderingen in de vegetatie leidt kan worden volstaan met een voldoende gedetailleerde vegetatiekartering. Vegetatieopnamen (waarmee meer subtiele veranderingen kunnen worden vastgesteld) zijn hierbij niet nodig.

Van de huidige grondwaterstanden zijn wel gegevens uit een groter gebied noodzakelijk om een betrouwbare analyse van veranderingen te kunnen maken.

## 13.2 Inleiding

In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van beschikbare gegevens en van welk studiegebied gegevens beschikbaar dienen te zijn. Vervolgens wordt aangegeven voor welke evaluatievraag de gegevens nodig zijn.

In par. 13.1 is weergegeven over welke parameters gegevens met betrekking tot de uitgangssituatie nodig zijn. In deze paragraaf wordt een overzicht gegeven van beschikbare gegevens. In par. 13.2.1 wordt aangegeven van welk studiegebied gegevens beschikbaar dienen te zijn. In par. 13.2.2 t/m 13.2.5 wordt ingegaan op de diverse parameters. Per parameter en deelgebied wordt aangegeven voor welke evaluatievraag de gegevens nodig zijn.

### 13.2.1 Studiegebied

Alle T0-gegevens hebben betrekking op het huidige duingebied (zie ook par. 13.1). Het studiegebied bestaat uit de duinen die mogelijk beïnvloed worden door de aanleg en aanwezigheid van de zandmotor (zie figuur 13.1).

Figuur 13.1 Studieggebied uitgangssituatie (T0) duinen/natuur



### 13.2.2 Vegetatie(structuur)kartering

Vegetatiegegevens in de vorm van een (vlakdekkende) T0-kartering zijn nodig ten behoeve van de volgende evaluatievragen:

- ND2-01: invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen (vegetatiestructuur);
- ND2-02: invloed van veranderingen in saltspray in combinatie met begrazingsbeheer in de buitenduinen (vegetatiestructuur);
- ND2-04: invloed van veranderingen in (grond)waterstanden in duingebied achter derde duinregel (gedetailleerde vegetatiekaart van gevoelige locaties).

In het verleden zijn in het duingebied tussen Kijkduin en Ter Heijde tal van vegetatiekarteringen uitgevoerd. De meeste zijn echter verouderd en geven dus geen actueel beeld van de uitgangssituatie.

In 2008 is de kartering uitgevoerd van (sub)habitattypen ten behoeve van het Natura 2000-beheerplan 'Solleveld & Kapittelduinen' door Alterra en Arcadis (zie Koolstra e.a., 2008; Royal Haskoning, 2009; Grootjans e.a., 2010). Deze kaart is weergegeven in bijlage H. De kaart omvat het hele Natura 2000-gebied tussen Kijkduin en Ter Heijde. De basisbestanden zijn in GIS beschikbaar bij de provincie Zuid-Holland; deze bevatten per kaartvlak meer informatie dan afgebeeld in bijlage H.

Omdat deze kartering bedoeld is als bouwsteen voor het op te stellen Natura 2000-beheerplan kent deze de volgende beperkingen:

- alleen voorkomende (sub)habitattypen zijn gekarteerd; vegetaties die niet tot een (sub)habitatype behoren zijn niet gekarteerd; binnen (sub)habitattypen die uit meerdere typen vegetatietypen kunnen bestaan is geen onderscheid gemaakt;
- er zijn geen vegetatieopnamen gemaakt waarmee de vegetatiekundige 'inhoud' van kaartvlakken kan worden gedocumenteerd; deels kunnen hiervoor opnamen worden gebruikt uit het vegetatiebestand van de provincie Zuid-Holland
- de kaart is vrij globaal; kleinschalige verschillen in vegetatietype en -structuur lijken slechts in beperkte mate te zijn onderscheiden;
- de rapportage waarin gebruikte materialen en werkwijze zijn gedocumenteerd is op dit moment nog niet beschikbaar (Janssen e.a., in prep.).

in 2009 is het hele studiegebied in Solleveld gekarteerd volgens de 'Dicranum'-methode (med. H. Lucas/Dunea; zie Uitvoeringsprogramma Monitoring en Evaluatie pilot Zandmotor Monitoringfactsheet Natuur/duinen 8). De resultaten zijn digitaal beschikbaar bij Dunea. Ook de diverse metagegevens zijn in de bestanden opgenomen. Er zijn met deze basisgegevens geen bewerkingen uitgevoerd. Er is geen rapportage beschikbaar waarin de werkwijze en resultaten van deze specifieke kartering worden gepresenteerd. Algemene informatie over de methode en structuur van de data is vermeld in Assendorp & Schurink (2005) en Assendorp (2010).

### 13.2.3 Vegetatieopnamen

Vegetatiegegevens in de vorm van vegetatie-opnamen zijn nodig ten behoeve van evaluatievraag ND2-01: invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen (zie par. 13.1).

De ontwikkeling van de vegetatie in de provincie Zuid-Holland wordt sinds 1976 gemonitord door middel van periodiek maken van vegetatieopnamen (zie Dienst Ruimte en Groen, 1993). Deze opnamen zijn digitaal beschikbaar bij de provincie. De opnamen worden deels met een cyclus van ca. vijf jaar hernieuwd opgenomen op locaties waar eerder opnamen zijn gemaakt. Hierdoor zijn van sommige locaties lange tijdreeksen beschikbaar. De locaties van de oorspronkelijke opnamen zijn niet in het veld gemarkeerd, waardoor bij herhaling kleine ruimtelijke afwijkingen kunnen optreden.

Uit het studiegebied zijn uit de periode 2007 t/m 2010 in totaal 76 opnamen beschikbaar. In bijlage I zijn de locaties van deze opnamen weergegeven. De opnamen zijn goed gespreid over het gebied en over de voorkomende (sub)habitattypen. Er is geen eenduidige koppeling met de habitatkartering (zie par. 13.2.2).

### 13.2.4 Hogere planten

T0-gegevens over het voorkomen van hogere planten zijn nodig ten behoeve van de volgende evaluatievragen:

- ND2-01: invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen;
- ND2-02: invloed van veranderingen in saltspray in combinatie met begrazingsbeheer in de buitenduinen.

Hogere planten zijn in 2004 voor het laatst gebiedsdekkend geïnventariseerd door Toeteneel & Van der Hagen (2008). Deze inventarisatie is (eenmalig) vrijwilligerswerk. Er is geen sprake van een reguliere, door overheden of beheerders gefinancierde monitoring van hogere planten. Planten zijn hierbij op twee manieren geïnventariseerd. Van algemene soorten is de aanwezigheid en abundantie genoteerd per vak. Deze indeling in vakken is ook als basis voor eerdere planteninventarisaties (in 1993 en 1998) gebruikt (zie bijlage J). Van een aantal zgn. 'aandachtssoorten' zijn de vindplaatsen exact genoteerd. In bijlage K is hiervan een voorbeeld opgenomen en wordt een overzicht gegeven van de soorten die hierbij als aandachtsoort zijn beschouwd. Deze aandachtsoorten overlappen slechts ten dele met de typische plantensoorten van voorkomende habitattypen. Voor de overige typische soorten is alleen informatie in de vorm van presentie en abundantie per vak beschikbaar.

### 13.2.5 Broedvogels

T0-gegevens over het voorkomen van broedvogels zijn nodig ten behoeve van de volgende evaluatievragen:

- ND2-01: invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen;
- ND2-02: invloed van veranderingen in saltspray in combinatie met begrazingsbeheer in de buitenduinen.

In het studiegebied worden jaarlijks broedvogels geïnventariseerd door de Vogelwerkgroep Solleveld. Inventarisatie en interpretatie zijn vrijwilligerswerk. Er wordt gewerkt volgens de SOVON BMP-methode. Terreinbeheerder Dunea levert hierbij enige ondersteuning. Zo is een deel van de gegevens uit voorgaande jaren gedigitaliseerd in de vorm van zgn. stippenkaarten.

De inventarisaties worden uitgevoerd per kavel. De kavelindeling is weergegeven in bijlage L. Bij de Vogelwerkgroep zijn de resultaten van de inventarisaties beschikbaar in de vorm van tabellen (Excel) met aantallen territoria/broedgevallen per soort per kavel per jaar.

De resultaten worden gepubliceerd op een website (<http://www.vogelsinhetwestland.nl/waarn/broedvog.htm>) in aantallen per soort per jaar voor het hele gebied (Solleveld). In eerdere jaren werden meer uitgebreide verslagen gepubliceerd in 'Holland's Duinen' (zie bijv. Van Dien, 2002). Duindam e.a. (2009) gegeven in hetzelfde blad een overzicht van de resultaten over de periode 1996-2008.

Meer gedetailleerde onderzoeksverslagen (met onderzoeksfrequentie en -data, weersomstandigheden, foutenbespreking e.d.) zijn niet beschikbaar. Met ingang van 2010 neemt de Vogelwerkgroep Solleveld deel aan een pilot waarbij veldwaarnemingen via internet worden doorgegeven en verzameld door SOVON. De interpretatie naar broedgevallen/territoria vindt vervolgens geautomatiseerd plaats met behulp van het programma ABITAS (Noback, 2009). Dit betekent dat m.b.t. 2010 stippenkaarten digitaal beschikbaar zijn. Het interpretatieprogramma is op dit moment echter nog niet geheel uitontwikkeld.

### 13.3 Resultaten: analyse van lacunes en advies extra monitoring T0

In par. 2 is aangegeven voor welke parameters per monitoringssubvraag gegevens over de uitgangssituatie nodig zijn. het gaat hierbij (logischerwijs) in alle gevallen om het bestaande duingebied.

#### **ND2-01: invloed van veranderingen in sandspray in de buitenduinen**

##### *Vegetatie(structuur)*

De Alterra-habitatkartering uit 2008 is onvoldoende gedetailleerd om als nulmeting te kunnen worden gebruikt voor de monitoring en evaluatie van eventuele effecten van veranderingen sandspray die onder invloed van de zandmotor mogelijk zijn. Ruimtelijke verschillen in vegetatie zijn onvoldoende nauwkeurig gekarteerd en de vegetatiekundige inhoud is niet expliciet gedocumenteerd met vegetatieopnames.

De Dicranum-kartering van Dunea uit 2009 geeft in principe wel ruimtelijk een (zeer) nauwkeurig beeld van de vegetatiestructuur en is voldoende recent om als beschrijving van de uitgangssituatie te kunnen worden gebruikt. Door de indeling in vegetatiestructuurklassen die aan deze methode ten grondslag liggen heeft Dicranum tevens een grote gevoeligheid voor het onderscheiden van veranderingen in de vegetatie van droge duingraslanden onder invloed van veranderingen in sandspray.

Een beperking van de methode is dat de structuurkartering en de daarbij gebruikte eenheden niet worden gedocumenteerd met vegetatiekundige opnamen. Hierdoor is een goed onderbouwde interpretatie naar habitattypen en (vegetatiekundig gedefinieerde) kwaliteitsklassen niet mogelijk. Wel is een algemene interpretatie mogelijk aan de hand van de algemene omschrijving van de structuurtypen en opnamen die in het kader van de methodeontwikkeling zijn gemaakt. Gezien de aard van te verwachten effecten kan hiermee worden volstaan.

Een tweede beperking is geen analyses en bewerkingen zijn uitgevoerd met de gegevens uit 2009 en dat geen toelichtende rapportage beschikbaar is. Aangenomen wordt dat relevante metagegevens in de digitale bestanden aanwezig zijn en dat de algemene documentatie van de methode (m.n. Assendorp, 2010) volstaat. Bewerking van de data uit 2009 dient na de tweede kartering in 2015 te worden uitgevoerd als onderdeel van de het evaluatieonderzoek in 2016.

##### *Vegetatieopnamen*

Van locaties in de directe omgeving van meetpunten van sandspray zijn geen opnamen beschikbaar die als T0-beschrijving zouden kunnen worden gebruikt; deze dienen aanvullend te worden gemaakt. Er kan worden aangenomen dat eventuele veranderingen onder invloed van aanleg van de zandmotor (eind 2010/begin 2011) niet direct tot uiting zullen komen zodat vegetatiekartering en opnamen bij sandspraymeetpunten in 2011 goed bruikbaar zijn als nulmeting.

##### *Hogere planten*

Beschikbare gegevens over hogere planten zijn van goede kwaliteit maar onvoldoende actueel (2004). In de rapportage (Toetenel & Van der Hagen, 2008) wordt aan de hand van een vergelijking met eerdere inventarisaties uit 1993 en 1998 aangetoond dat in de loop van vijf tot zes jaar substantiële veranderingen kunnen optreden.

De inventarisatie/kartering van hogere planten uit 2004 dient daarom in 2011 te worden herhaald. Aangenomen wordt dat veranderingen en sand- en saltspray pas na verloop van enkele jaren tot meetbare veranderingen in het voorkomen van hogere planten zal leiden. Dit betekent dat inventarisatie in 2011 bruikbaar is als nulmeting, ondanks het feit dat de zandmotor dan al is aangelegd.

#### *Broedvogels*

Er zijn voldoende gegevens m.b.t. voorkomen van broedvogels beschikbaar; deze zijn van goede kwaliteit, actueel en gebiedsdekkend. De inventarisatie worden uitgevoerd door vrijwilligers. Op dit moment zijn basisgegevens (nog) niet beschikbaar en ontbreekt een goede documentatie over de wijze waarop gegevens zijn verzameld. Voor gebruik ten behoeve voor monitoring en evaluatie van de zandmotor is het gewenst dat een rapportage wordt opgesteld met een 'technische' toelichting bij het onderzoek.

Voor wat betreft eventuele lacunes m.b.t. de nulsituatie voor sandspray wordt verwezen naar hoofdstuk 12.

### **ND2-02: invloed van veranderingen in saltspray in combinatie met begrazingsbeheer in de buitenduinen**

#### *Vegetatie(structuur)*

De vegetatiestructuurkartering met Dicranum uit 2009 is eveneens goed bruikbaar om eventuele veranderingen in vegetatiestructuur onder invloed van afname van saltspray te kunnen monitoren. De vegetatiekundige inhoud is hier minder van belang.

Voor het overige gelden hierboven onder ND2-01 genoemde kanttekeningen m.b.t. ontbreken van bewerkingen en analyses van de gegevens uit 2009 en het ontbreken van een toelichtende rapportage. Een nieuwe nulmeting is niet nodig. Tevens wordt ervan uitgegaan dat noodzakelijke metagegevens beschikbaar zijn bij Dunea en bewerkingen kunnen worden uitgevoerd als onderdeel van de evaluatie in 2016.

#### *Vegetatieopnamen*

Voor deze evaluatievraag zijn geen vegetatiegegevens in de vorm van opnamen noodzakelijk (zie par. 13.1).

#### *Hogere planten*

Zie onder ND2-01.

#### *Broedvogels*

Zie onder ND2-01.

Voor wat betreft eventuele lacunes m.b.t. de nulsituatie voor saltspray wordt verwezen naar hoofdstuk 12.

### **ND2-03: invloed van veranderingen in sand- en saltspray in duingebied achter derde duinregel**

Deze vraag blijft in het kader van het MEP Pilot Zandmotor buiten beschouwing (zie hierboven).



## ND2-04: invloed van veranderingen in (grond)waterstanden in duingebied achter derde duinregel

De beschikbare habitatkartering is onvoldoende gedetailleerd om als nulmeting te kunnen worden gebruikt voor de monitoring en evaluatie van eventuele effecten van grondwaterstandstijging. Nu reeds in het terrein aanwezige poelen en vochtige laagtes ontbreken op de relatief globale kaart. De Dicranum-methode is niet voldoende nauwkeurig in het onderscheid tussen natte en droge vegetaties. Aanvullende kartering van terreindelen die nu reeds nat of vochtig en relatief laaggelegen terreindelen die gevoelig zijn voor stijging van de grondwaterstanden dienen in meer detail te worden gekarteerd met behulp van 'klassieke' vegetatiekartering (zie monitoringfactsheet DN9).

Andere natuurparameters worden in het kader van deze evaluatievraag niet geïnventariseerd (zie par. 13.1). Voor wat betreft eventuele lacunes m.b.t. de nulsituatie voor grondwater wordt verwezen naar het convenant Pilot Zandmotor-Solleveld.

### 13.4 Resultaten: overzicht advies extra T0-monitoring en kostenraming parameters duinen/natuur

In tabel 13.1 wordt op basis van de analyse van lacunes in par. 4 een overzicht gegeven van aanvullend onderzoek dat gewenst c.q. noodzakelijk is om een adequaat beeld te geven van de T0-situatie in het bestaande duingebied van Solleveld. Tevens is een eerste kostenraming gegeven.

Van de betreffende parameters wordt verwacht dat een eventuele reactie op de aanleg van de zandmotor zo traag zal verlopen dat onderzoek in 2011 bruikbaar is als T0-kartering. Voor broedvogels is de gewenste aanvulling beperkt tot aanleveren van bestaande gegevens met een toelichtende rapportage.

Tabel 13.1 Overzicht van gewenst/benodigd aanvullend onderzoek t.b.v. vastleggen T0 duinen/natuur

parameter	deelgebied	ambitie niveau	jaar	monitoring factsheet	globale kosten (excl. BTW)
vegetatie (kaart + opnamen)	gevoelige locaties voor grondwaterstandstijging	1	2011	MF-DN9	€ 4.000
vegetatieopnamen bij sandspraymeetpunten	buitenduinen	1	2011	MF-DN10	€ 5.000
hogere planten	buitenduinen	1	2011	MF-DN11	€ 4.000
broedvogels	buitenduinen	1	2010 <sup>1</sup>	MF-DN14	€ 2.000

<sup>1</sup> kosten rapportage bij reeds uitgevoerd onderzoek

### 13.5 Referenties

Assendorp, D., & Schurink, W.T.M. 2005. Handleiding DICRANUM, een ArcView extensie voor vegetatiestructuurclassificatie van droge duinen. VanHall Larenstein.

Assendorp, D., 2010. Classification of pattern and process in small-scale dynamic ecosystems; with cases in the dutch coastal dunes. Proefschrift. Universiteit van Amsterdam.

Dien, M. van, 2001. Broedvogelmonitoring Solleveld 1998 en 1999. Holland's Duinen nr. 38, 19-23.

Dien, M. van, 2002. Broedvogelmonitoring Solleveld 2000 en 2001. Holland's Duinen nr. 40, 70-76.

Dienst Ruimte en Groen, 1993. De vegetatie van Zuid-Holland 1976-1991. Deel 2 Onderzoeksrapport.  
Provincie Zuid-Holland, Den Haag.

Duindam, J., G.J. van Geest & A.J.A. van Schie, 2009. Broedvogels in Solleveld 1996-2008. Holland's Duinen nr. 53, 61-71.

Dijk, A. van, J. van Bruggen & A. Boele, 2010. Handleiding online invoer Territorium-stippen BMP en LSB-Z. SOVON Nijmegen.

Grootjans, K.H.T., D van der Est & J.P. Groenendijk, 2010. Natura 2000-beheerplan Solleveld & Kapittelduinen 2011 tot en met 2016. Voorlopig eindconcept. 16 juni 2010. Provincie Zuid-Holland/Royal Haskoning, Rotterdam.

J.A.M. Janssen, S.M. Mûcher & C. Schuiling, in prep. Kartering van habitattypen in Natura 2000-gebieden. Alterra, Wageningen.

Koolstra, B.H.J, J.A.M. Janssen, F.G. van der Vegte, S. Mûcher & R. Schuiling, 2008. Kartering habitattypen Natura 2000. Arcadis/Alterra, Assen/Wageningen.

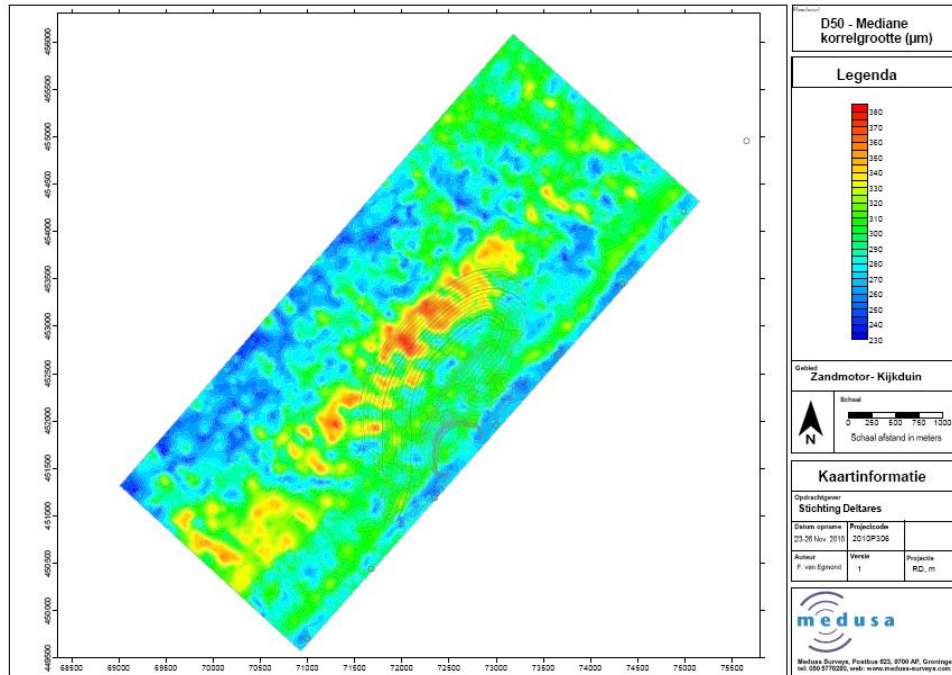
Noback, M.A., 2009. ABITAS Automatisch Broedvogel-Inventarisatie Territorium Analyse Systeem. Handleiding en documentatie. Cellingo Bioinformatics software solutions.

Royal Haskoning, 2009. Habitattypenkaart + kwaliteitskenmerken Solleveld. Datum 17-11-2009. Royal Haskoning.

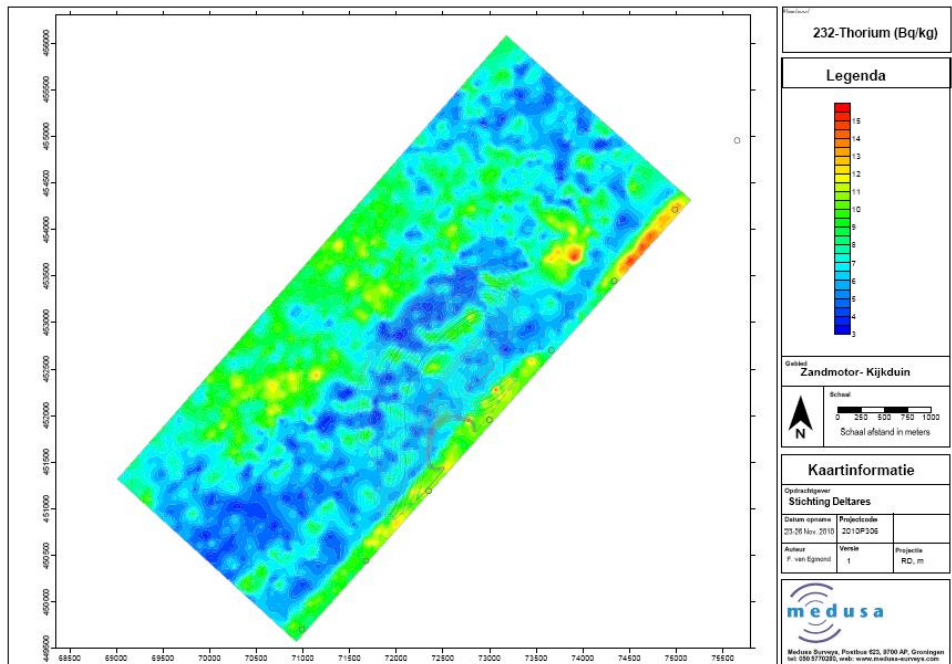
Toetenel, W.J. & H.G.J.M. van der Hagen, 2008. De flora van Solleveld. Ecologische analyse inventarisaties 1993, 1998 en 2004. Kartering aandachtsoorten Solleveld 2004. Verslag.

Toetenel, H., 2010. Korstmossen in Solleveld, een eerste verkenning. Holland's Duinen nr. 56, 26-35.

## A Kaarten mediane korrelgrootte Solleveld 2010



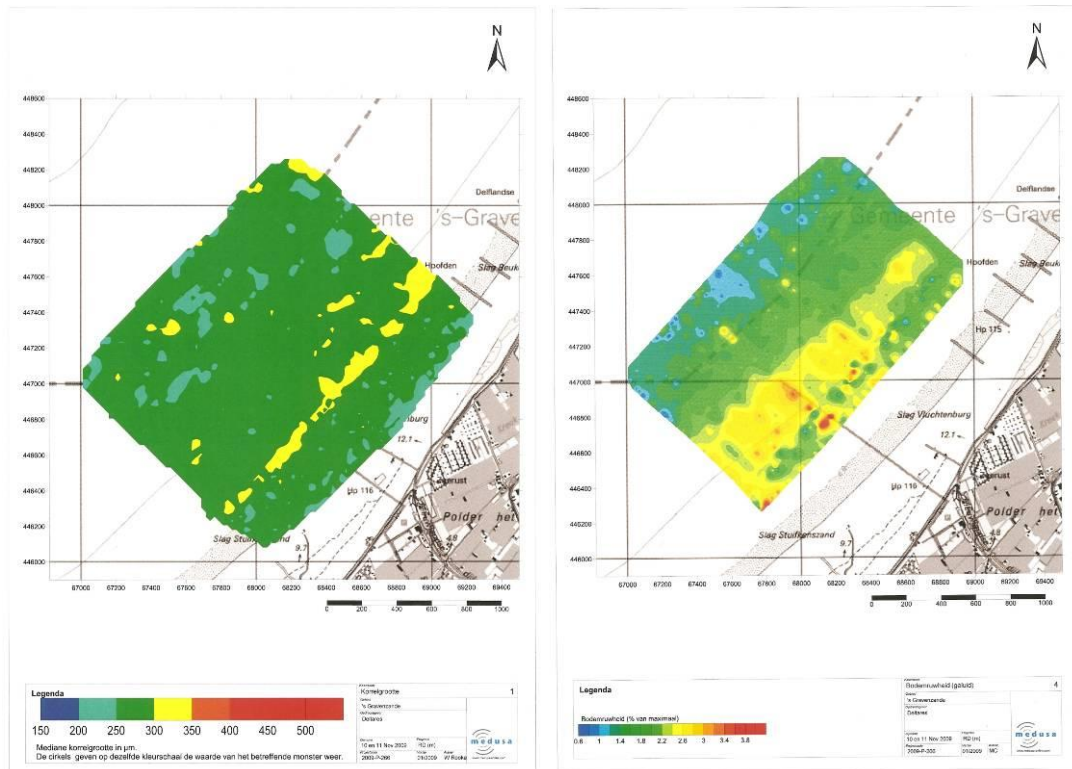
Kaart B1.1. D50 waarden ter hoogte van het studiegebied Zandmotor (Medusa 2010).



Kaart B1.2. 232-Thorium waarden ter hoogte van het studiegebied Zandmotor (Medusa 2010).



## B Kaarten mediane korrelgrootte en bodemruwheid Vlugtenburg 2009



Kaart B2.1. D50 waarden en bodemruwheid ter hoogte van Vlugtenburg (Medusa 2009).



## C Data vooroeverbemonstering Schiermonnikoog, Ameland en Egmond 2006

bron: Van Dal'sen (2006)

### Schiermonnikoog

De fractie < 63  $\mu\text{m}$  is overal laag, maar neemt toe met de diepte en is het hoogst in de tweede trog (Tabel B.2.1). Op de diepere helling (helling 2) en op de top van de eerste brekerbank is de mediane korrelgrootte het hoogst. De mediane korrelgrootte wordt kleiner met de diepte.

Tabel B.2.5 Fractie <63, mediane korrelgrootte(d 0.5) en sortering voor de verschillende dieptestrata (n aantal locaties dat tot een stratum is gerekend)

Schiermonnikoog	n	diepte m	< 63	d (0.5)	d(0.6)/d(0.1)	> 2mm	> 4mm
Brekerbank 1 (top)	3	0,9 - 2,0	0,00	214,64	1,47	0,25	0,03
Trog 1	8	3,8 - 4,8	0,60	194,36	1,46	0,23	0,58
Brekerbank 2 (top)	5	1,9 - 2,9	0,67	191,69	1,46	1,33	0,82
Helling 1	4	4,2 - 4,6	0,50	178,81	1,44	0,51	0,23
Helling 2	2	5,8 - 6,1	0,00	279,75	1,50	0,32	0,04
Trog 2	2	6,6 - 6,9	1,46	174,26	1,53	0,70	0,96
Zandgolf (top)	2	4,9 - 5,1	1,15	174,20	1,47	0,52	0,08
Helling 3	2	xx - 6,0	1,09	167,10	1,47	0,46	0,42

### Egmond

In tabel B.2.2 zijn de gemiddelde waarden per diepte-stratum vermeld. Uitgezonderd de diepste strata is de fractie < 63  $\mu\text{m}$  overal laag en bedraagt minder dan 1 %. De mediane korrelgrootte is hoog op de eerste helling en in de eerste trog. De mediane korrelgrootte is in de dieper strata lager dan in de ondieper gelegen strata. Het sediment op helling 1 en in de trog bevat veel schelpmateriaal wat duidelijk naar voren komt in de hoge bijdrage aan de fractie >2 en >4 mm.

Tabel B.6.2 Fractie <63, mediane korrelgrootte en sortering voor de verschillende dieptestrata (n aantal locaties dat tot een stratum is gerekend)

Egmond	n	diepte m	< 63	d (0.5)	d(0.6)/d(0.1)	> 2mm	> 4mm
Brekerbank 1 (top)	4	1,4 - 2,8	0,00	277,14	1,51	0,75	0,18
Helling 1	4	4,0 - 4,8	0,51	372,73	1,94	4,51	1,79
Trog 1	2	6,4	0,70	357,00	2,54	28,73	57,33
Brekerbank 2 (top)	4	4,0 - 4,9	0,00	286,60	1,43	0,47	1,13
Helling 2	3	5,8 - 7,5	0,00	279,75	1,50	0,32	0,04
Helling 3	3	9,2 - 9,7	2,95	200,40	1,77	0,50	0,27
Diep	1	12,5	1,98	224,03	1,96	1,15	0,62

Zowel bij Schiermonnikoog als bij Egmond is het slibgehalte (fractie < 63  $\mu\text{m}$ ) overal laag en bedraagt vaak minder dan 1%. Het slibgehalte neemt iets toe met de diepte en is relatief hoog bij Schiermonnikoog in de trog tussen de buitenste brekerbank en de zandgolf. De mediane korrelgrootte is op de brekerbanken hoger dan in de dieper delen van de vooroever. Dit geldt voor zowel het onderzochte gebied bij Schiermonnikoog als bij Egmond. Echter in de trog en op de eerste helling bij Egmond is de mediane korrelgrootte nog veel hoger dan op de brekerbanken. Tijdens de bemonstering werd aan boord al duidelijk dat er hier sprake was van



een duidelijk ander sediment. De monsters bevatten zeer veel schelpengruis wat ook duidelijk zichtbaar is in de hoge bijdrage aan de fractie  $>2$  en  $>4$  mm.



## D Data voor de morfologische strata van ondiepe voerover uit onderzoek uitgevoerd in 2006 & 2008 bij Egmond, Schiermonnikoog en Ameland

bron: Van Dalssen (2006, 2009)

### Schiermonnikoog

In Tabel .B.3.2 zijn de gemiddelde waarden per morfologisch stratum vermeld.

Tabel B.3.1 Diepte, en gemiddelde waarden voor de fractie <math><63 \mu\text{m}</math>, mediane korrelgrootte ( $d_{0.5}$ ) en sortering ( $d_{0.6}/d_{0.1}$ ) voor de verschillende morfologisch strata bij Schiermonnikoog

Schiermonnikoog	n	diepte m	< 63	d0.5	d0.6/d0.1
Trog 1	2	1,3 - 1,4	3,34	202,5	1,53
Brekerbank 1 (top)	5	1,1 - 2,5	0,35	209,4	1,49
Helling 1	4	2,1 - 2,6	0,79	184,0	1,46
Trog 2	3	3,9 - 4,2	0,78	182,0	1,47
Brekerbank 2 (top)	4	3,0 - 3,6	0,86	176,6	1,47
Helling 2	4	4,2 - 4,8	1,08	168,2	1,46
Helling 3	2	5,7	1,53	166,1	1,48

### Ameland

In Tabel .B.3.2 zijn de gemiddelde waarden per morfologisch stratum vermeld. Bij Ameland wordt het hoogste slibgehalte aangetroffen op de top van de tweede brekerbank. Er is geen duidelijk trend waarneembaar in het slibgehalte of de mediane korrelgrootte zoals bij Schiermonnikoog.

Tabel .B.3.2 Diepte, en gemiddelde waarden voor de fractie <math><63 \mu\text{m}</math>, mediane korrelgrootte ( $d_{0.5}$ ) en sortering ( $d_{0.6}/d_{0.1}$ ) voor de verschillende morfologisch strata bij Ameland

Ameland	n	diepte m	< 63	d0.5	d0.6/d0.1
Trog 1	3	1,0 - 1,2	0,62	216,37	1,59
Brekerbank 1 (top)	2	2,3- 3,6	0,55	212,81	1,53
Helling 1	0				
Trog 2	4	2,0 - 5,4	0,56	229,95	1,64
Brekerbank 2 (top)	3	5,6 - 7,4	1,20	185,30	1,54
Helling 2	2	3,5 - 4,6	0,52	197,41	1,54
Helling 3	1	7	0,46	203,08	1,49

### Egmond

In Tabel B.3.3 zijn de gemiddelde waarden per morfologisch stratum vermeld. De slibfractie is over het algemeen erg laag, maar neemt toe met de waterdiepte. In het ondiepe deel van de kust is de mediane korrelgrootte iets hoger dan in het diepere deel. Dit patroon is waargenomen zowel bij Egmond Zuid en Referentie als bij Egmond Suppletie. Echter bij Egmond Suppletie is de mediane korrelgrootte op de eerste brekerbank en op het lagere deel van de buitenste helling (HE3) beduidend lager dan bij Egmond Referentie en Zuid. Op de tweede brekerbank en op het eerste deel van de buitenste helling is dit omgekeerd en is de mediane korrelgrootte juist hoger bij Egmond Suppletie.

Tabel B.3.3 Diepte, en gemiddelde waarden voor de fractie <math><63 \mu\text{m}</math>, mediane korrelgrootte (d0.5) en sortering (d0.6/d0.1) voor de verschillende morfologisch strata bij Egmond Referentie en Zuid (boven) en Egmond Suppletie (onder).

EDR & EDZ	n	diepte m	< 63	d0.5	d0.6/d0.1
Trog 1	4	2,7 - 3,7	0,01	279,04	1,54
Brekerbank 1 (top)	5	2,6 - 4,5	0,00	473,02	2,07
Helling 1	1	6,1	0,12	226,14	1,50
Trog 2	5	3,1 - 4,9	0,00	279,90	1,49
Brekerbank 2 (top)	2	5,5 - 7,3	0,84	212,30	1,68
Helling 2	5	4,7 - 8,0	0,34	231,89	1,56
Helling 3	8	7,7 - 13,5	0,48	228,48	1,78
EDS	n	diepte m	< 63	d (0.5)	d(0.6)/d(0.1)
Trog 1	-				
Brekerbank 1 (top)	2	4,0 - 4,6	0,00	279,48	1,53
Helling 1	-				
Trog 2	2	5,2 - 6,0	0,01	264,37	1,54
Brekerbank 2 (top)	2	5,0 - 6,8	0,09	250,39	1,56
Helling 2	2	9,7 - 10,0	0,20	245,98	1,64
Helling 3	3	13,3 - 13,5	3,91	181,05	1,57

#### Bodemsamenstelling en structuur

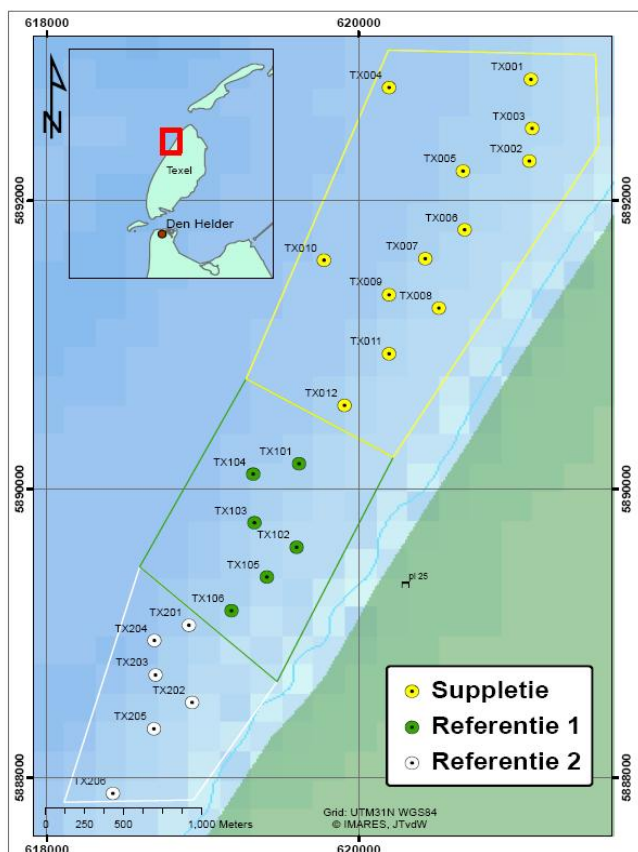
Uit de sedimentanalyses blijkt dat bij Egmond de slibfractie (<math><63 \mu\text{m}</math>) dicht bij de kust vrijwel ontbreekt en pas op enige afstand (na ca 800 m vanaf de 0-lijn) van de kust toeneemt. Bij Ameland en Schiermonnikoog is de slibfractie in het ondiepe deel van de kust hoger en varieert in de eerste 800 m vanaf de 0-lijn tussen de 0,5 en 1,0 %. Er is geen duidelijke toename meer met de afstand tot de kust. De mediane korrelgrootte boven op de brekerbanken is iets groter dan in de andere delen van het ondiepe kuststelsel. Het slibgehalte (fractie <math><63 \mu\text{m}</math>) is overal laag en bedraagt vaak minder dan 1%. Bij Egmond bevat het sediment op een aantal locaties in de trog tussen de beide brekerbanken naast grof zand ook veel schelpmateriaal. Dit is ook waargenomen tijdens de studies uitgevoerd door Janssen en Mulder bij Egmond in 2002 (Janssen & Mulder, 2005) en door Van Dalen (2006).

De sedimentanalyse laten ook bij Egmond een klein verschil zien tussen de referentiegebieden en het gesuppleerde gebied. Bij Egmond Suppletie is de mediane korrelgrootte op de tweede brekerbank en op het eerste deel van de buitenste helling hoger dan bij Egmond Referentie en Zuid. Mogelijk is dit een effect van de suppleties die daar eerder hebben plaatsgevonden, het laatst in 2005. In de meeste gevallen wordt zand aangebracht met een grotere korrelgrootte dan het plaatselijk aanwezige zand. Zo is bij de suppletie van Terschelling in 1993 zand gebruikt met een mediane korreldiameter die 20 - 40  $\mu\text{m}$  groter was dan het oorspronkelijke sediment. Echter zes maanden na de suppletie was de korrelgrootteverdeling niet meer te onderscheiden van de originele verdeling (Guillén & Hoekstra, 1997).

## E Bodemsamenstelling (T0-meting) noordwest punt van Texel 2009 (Bos et al., 2009)

Tabel B4.1 Gemiddelde waarden van de sedimentkarakteristieken per gebied; korrelgrootte ( $\mu\text{m}$ ) d10, d50, d60 en d90 zijn percentielen van de korrelgrootteverdeling in  $\mu\text{m}$ ; d60/d10 is een maat voor de sortering van het materiaal; L.O.I.= lost on ignition (%). De korrelgrootteanalyse is uitgevoerd met een Malvern Master Sizer 2000.

	korrelgrootte	Gemiddelden						
		< 63	d (10)	d (50)	d (60)	d (90)	d(60)/d(10)	L.O.I. (%)
suppl gebied	250	1,43	145,15	244,52	269,57	410,21	2,46	1,98
ref gebied 1	209	0,44	137,04	201,52	219,62	333,82	1,60	2,09
ref gebied 2	255	0,36	157,63	250,63	276,46	414,54	1,76	1,96



Figuur B 4.1. Ligging van de monsterpunten



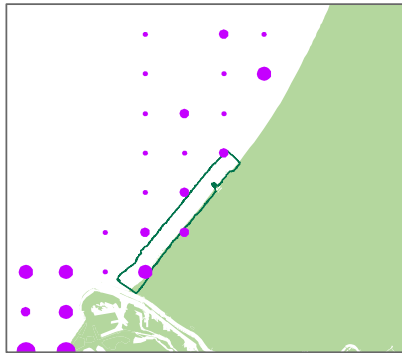
## F ESAS/RIKZ zeevogeltellingen

a) Waarnemingsintensiteit van scheeps- (ESAS) en vliegtuigtellingen (RIKZ).

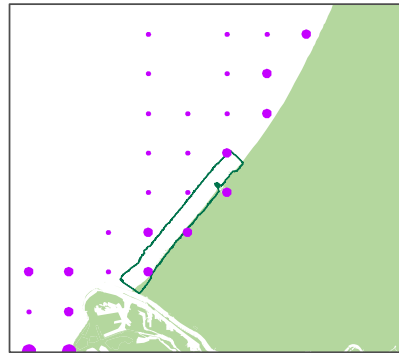


Waarnemings-intensiteit

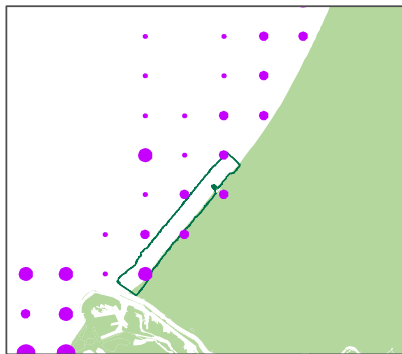
RIKZ 2005-2006



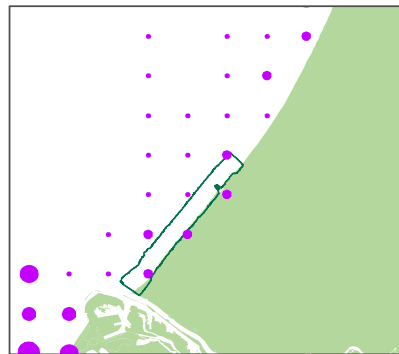
Aug Sept



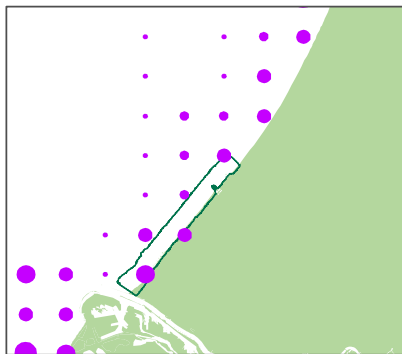
Okt Nov



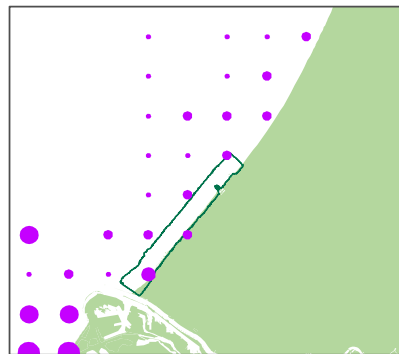
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

Totaal opp km<sup>2</sup> / 25km<sup>2</sup>

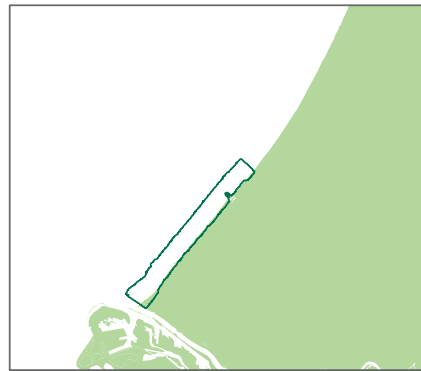
- - 2.5
- 2.6 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 25.0
- 25.1 - 55.7

Onderzoeksgebied Zandmotor

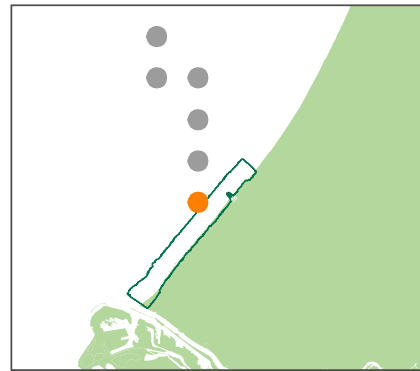
b) Dichtheden zeevogels op grond van ESAS en RIKZ data voor de jaren 2005-2006.

Roodkeelduiker

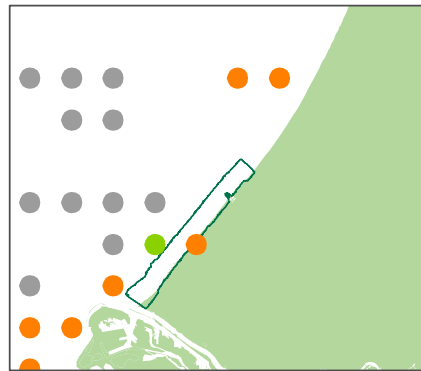
ESAS 2005-2006



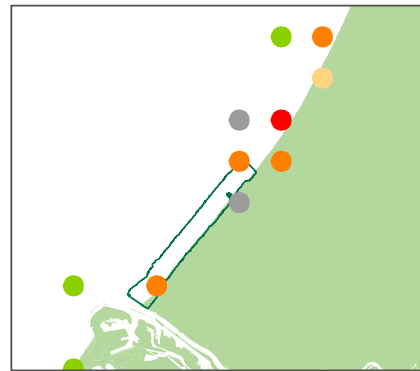
Aug Sept



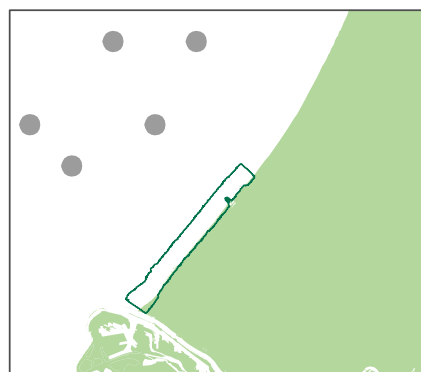
Okt Nov



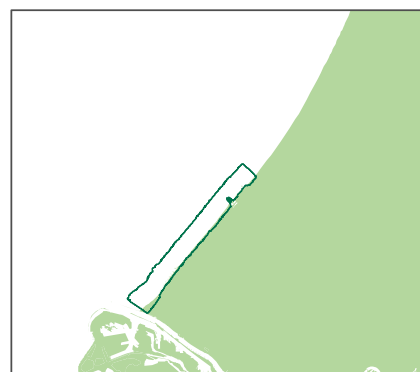
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

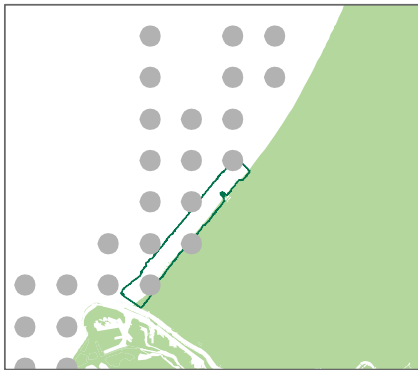
Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0
- 1 - 5
- 6 - 10
- 11 - 100
- 101 - 180

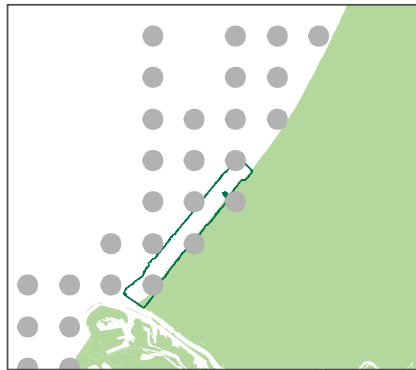
Onderzoeksgebied Zandmotor

Roodkeelduiker

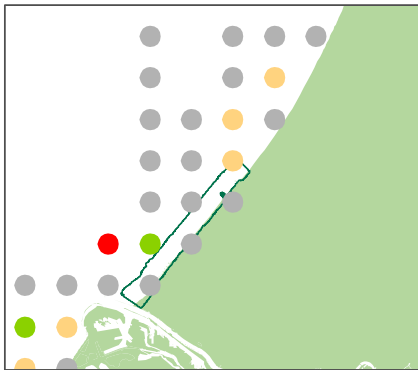
RIKZ 2005-2006



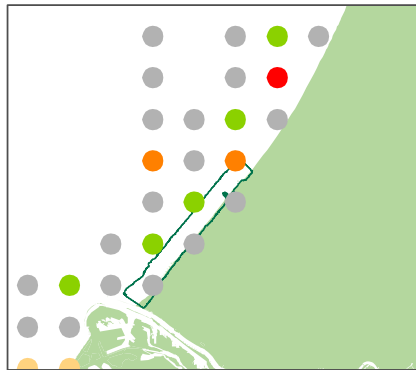
Aug Sept



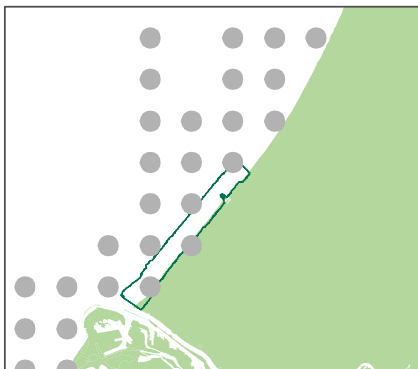
Okt Nov



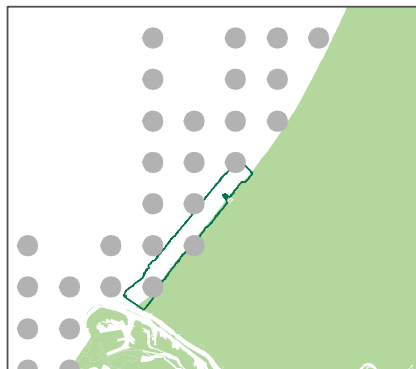
Dec Jan



Febr Mrt

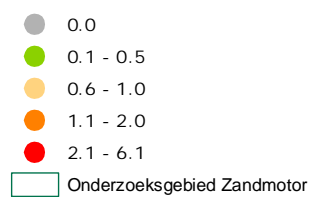


Apr Mei



Jun Jul

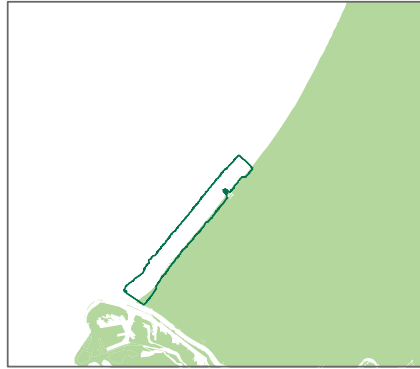
Dichtheid N/km<sup>2</sup>



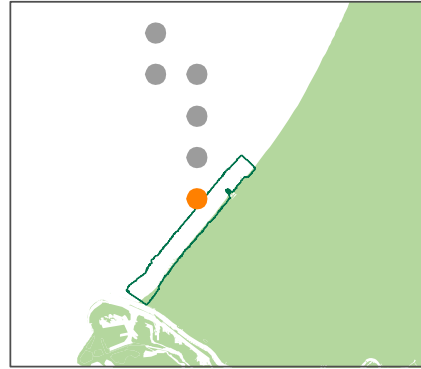


Duikers

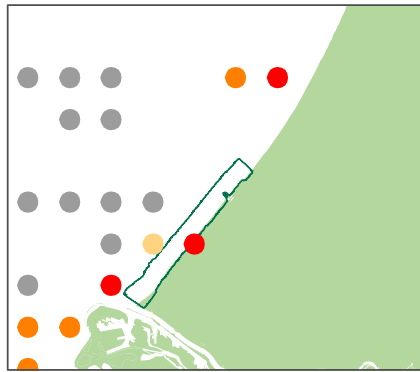
ESAS 2005-2006



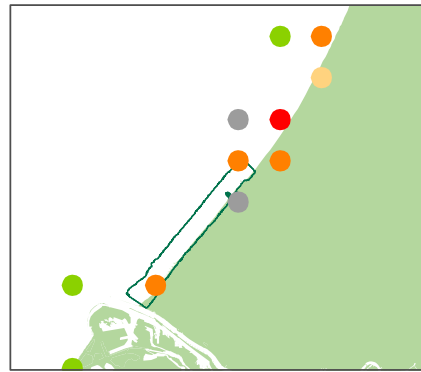
Aug Sept



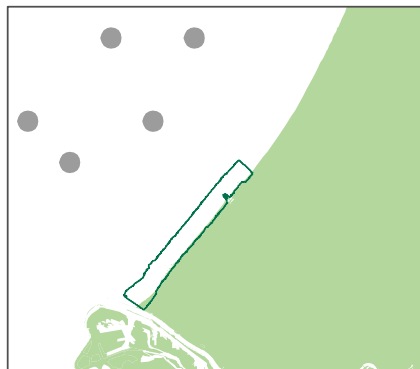
Okt Nov



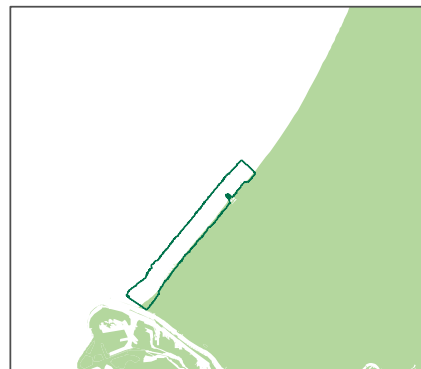
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

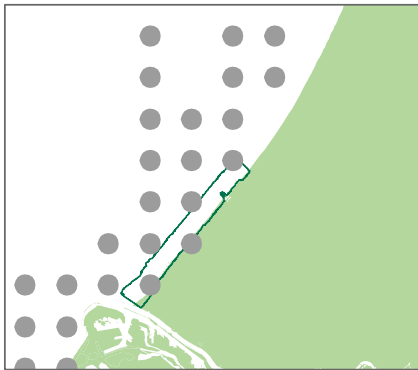
Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0.0
- 0.1 - 5.0
- 5.1 - 10.0
- 10.1 - 33.0
- 33.1 - 180.0

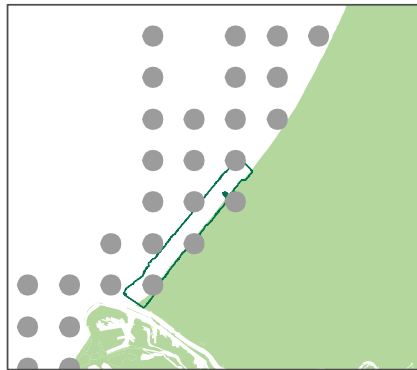
Onderzoeksgebied Zandmotor

Duikers

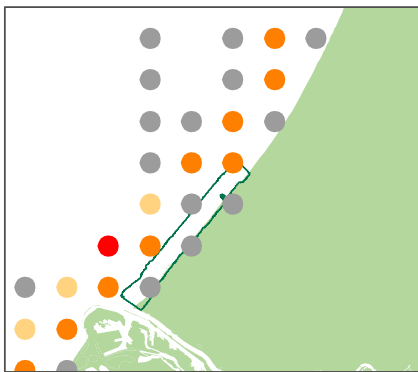
RIKZ 2005-2006



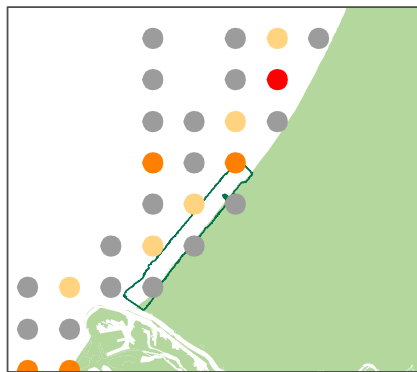
Aug Sept



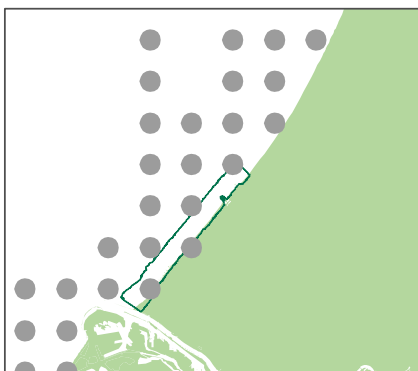
Okt Nov



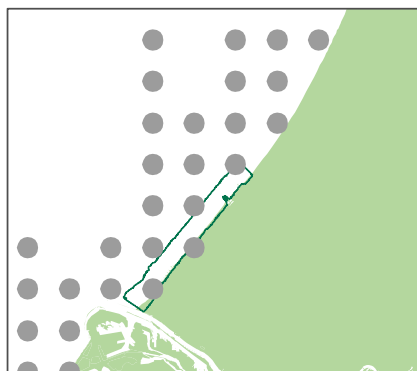
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

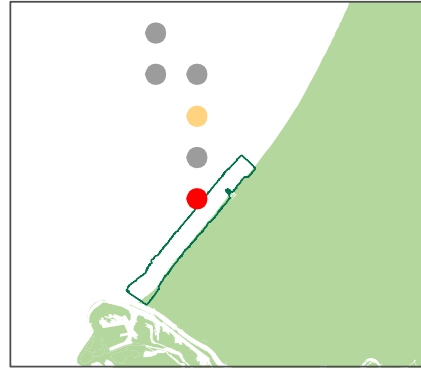
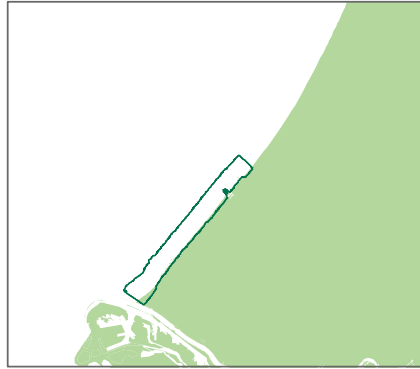
Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0.0
- 0.1
- 0.2 - 0.5
- 0.6 - 2.0
- 2.1 - 6.2

□ Onderzoeksgebied Zandmotor

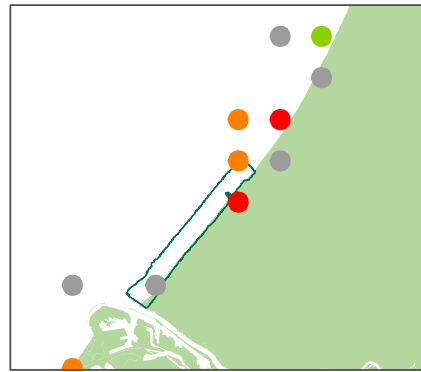
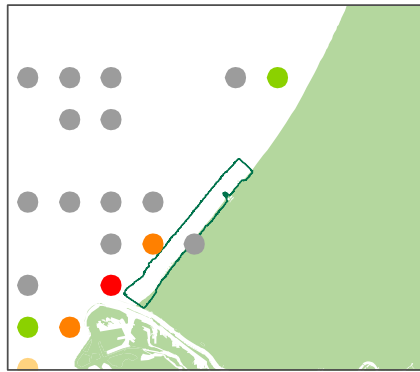
Aalscholver

ESAS 2005-2006



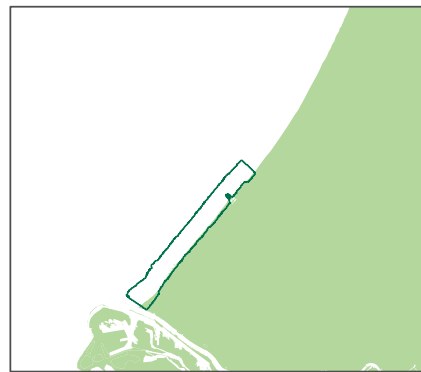
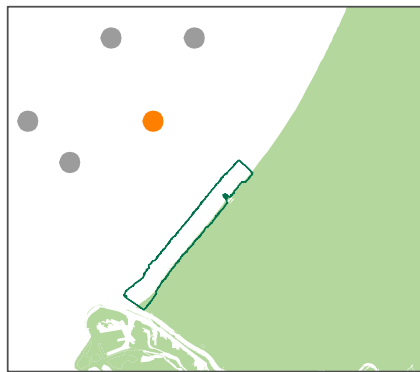
Aug Sept

Okt Nov



Dec Jan

Febr Mrt



Apr Mei

Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0
- 1 - 5
- 6 - 10
- 11 - 50
- 51 - 1300

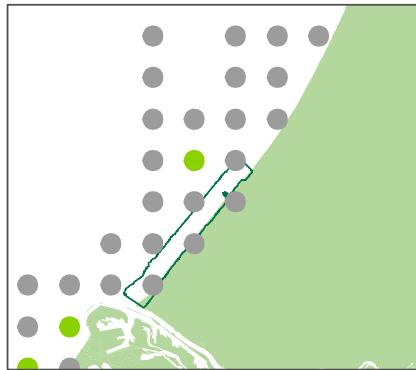
 Onderzoekgebied Zandmotor

Aalscholver

RIKZ 2005-2006



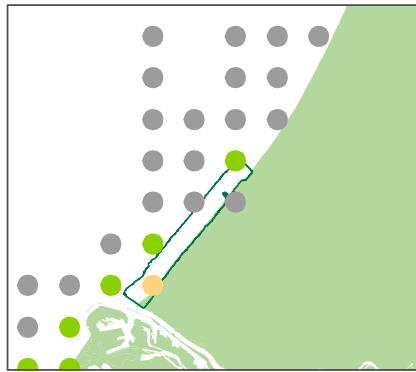
Aug Sept



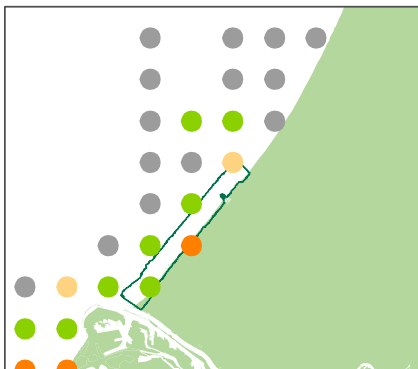
Okt Nov



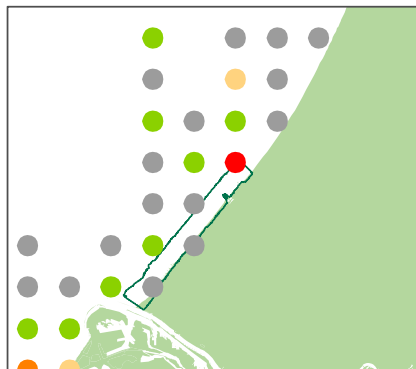
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

● 0.0

● 0.1 - 1.0

● 1.1 - 2.0

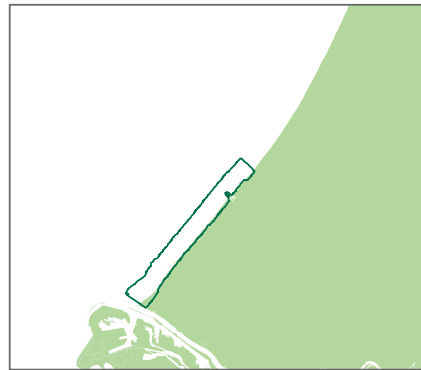
● 2.1 - 3.0

● 3.1 - 4.0

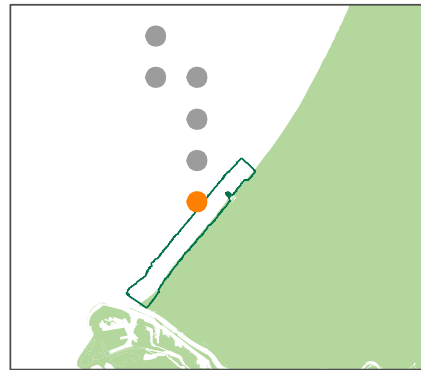
□ Onderzoeksgebied Zandmotor

Kokmeeuw

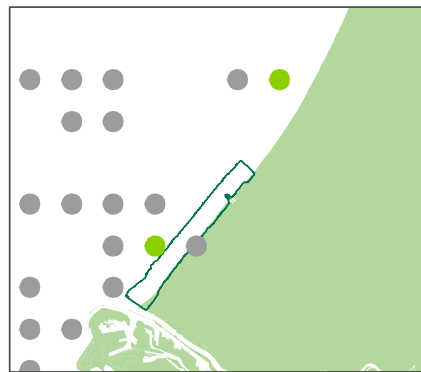
ESAS 2005-2006



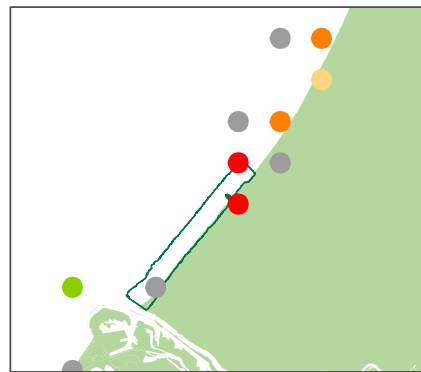
Aug Sept



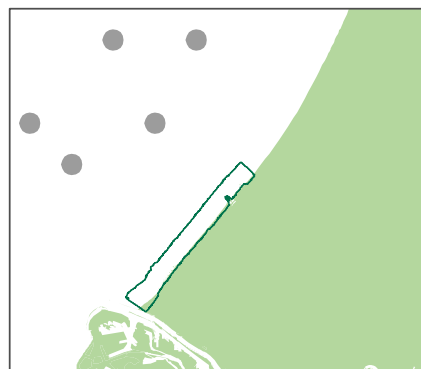
Okt Nov



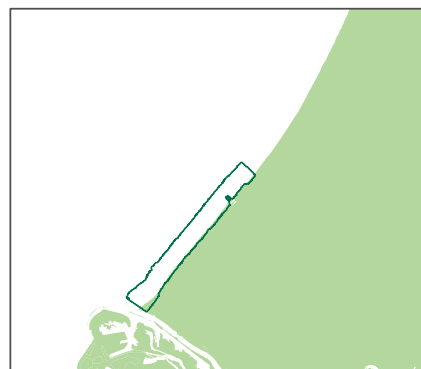
Dec Jan



Febr Mrt

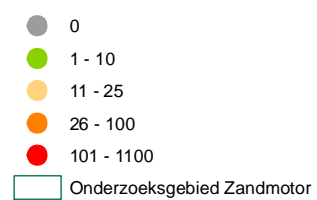


Apr Mei



Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

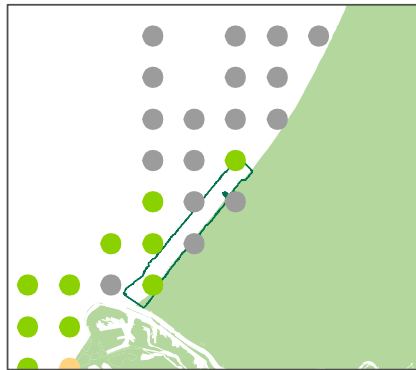


Kokmeeuw

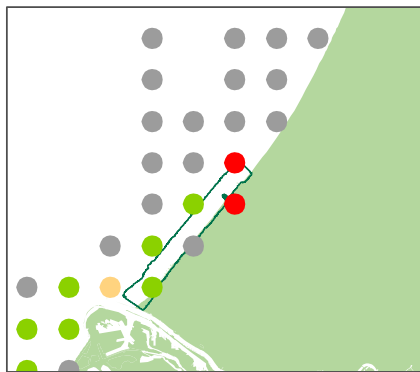
RIKZ 2005-2006



Aug Sept



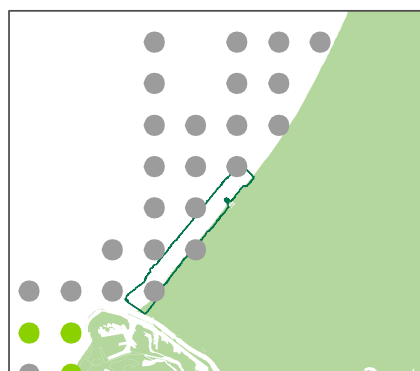
Okt Nov



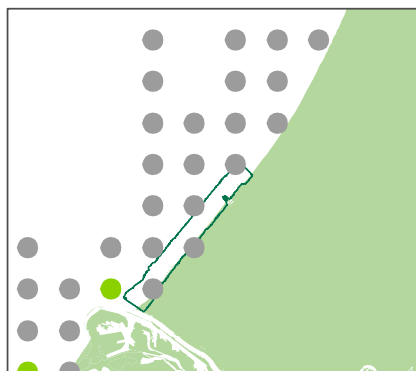
Dec Jan



Febr Mrt

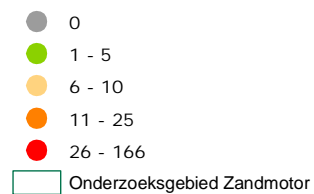


Apr Mei



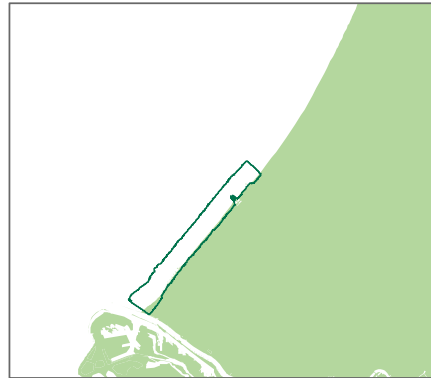
Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

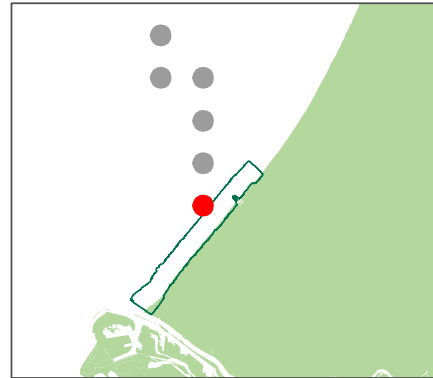


Stormmeeuw

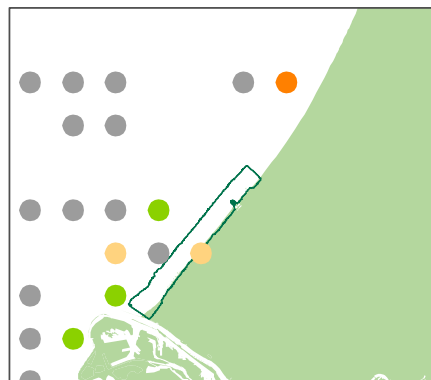
ESAS 2005-2006



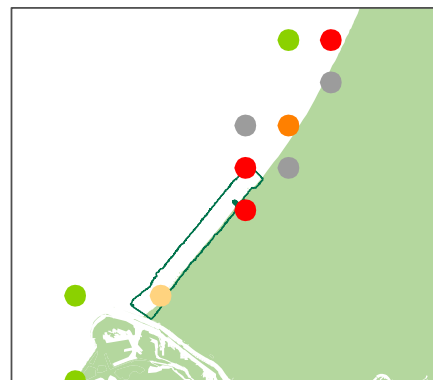
Aug Sept



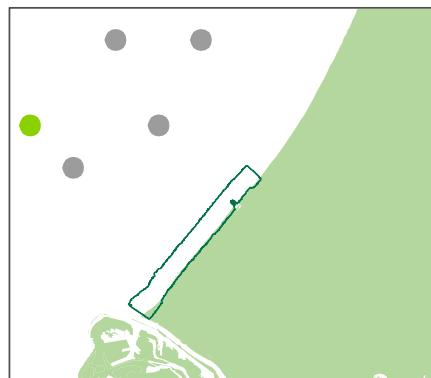
Okt Nov



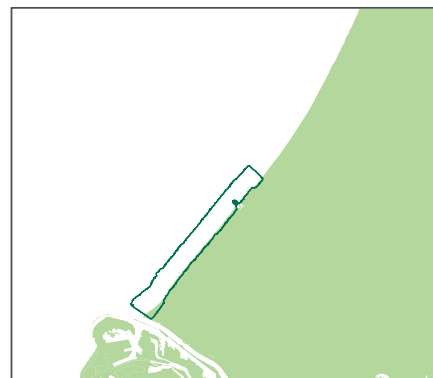
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0
- 1 - 5
- 6 - 10
- 11 - 25
- 26 - 194

Onderzoeksg gebied Zandmotor

Stormmeeuw

RIKZ 2005-2006



Aug Sept



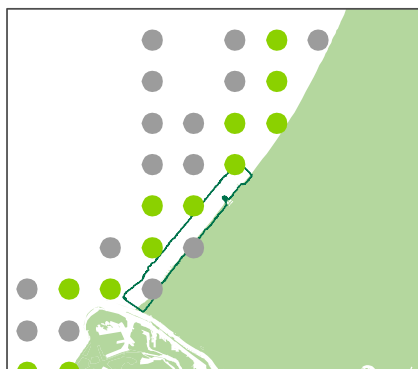
Okt Nov



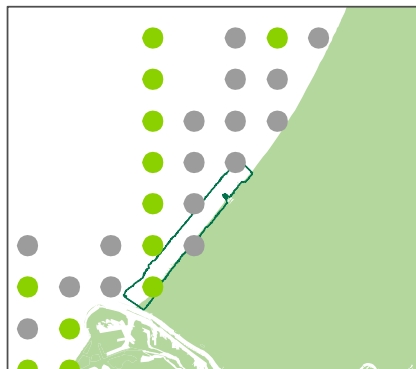
Dec Jan



Febr Mrt

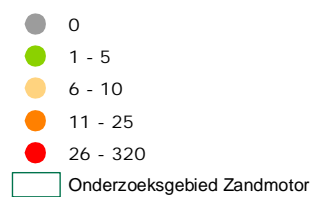


Apr Mei



Jun Jul

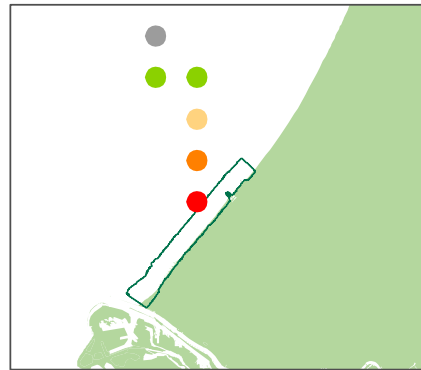
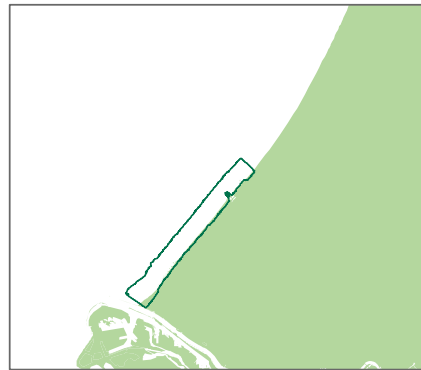
Dichtheid N/km<sup>2</sup>





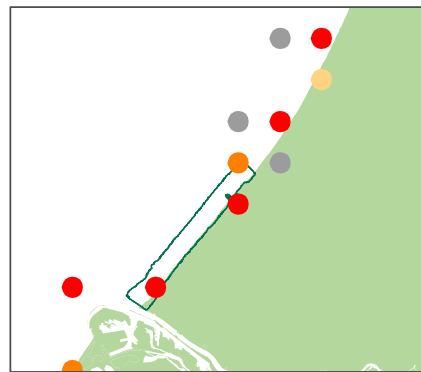
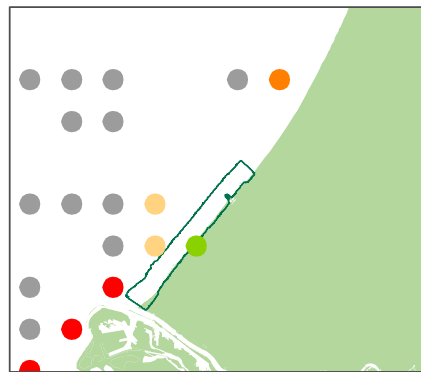
Zilvermeeuw

ESAS 2005-2006



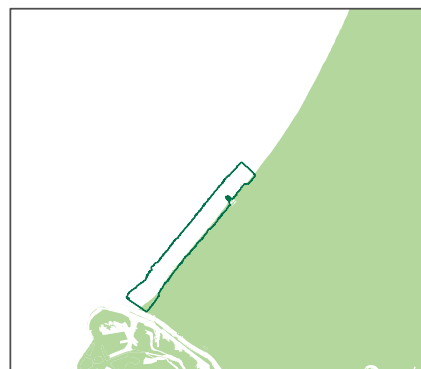
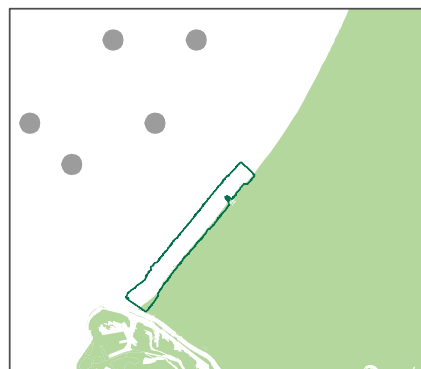
Aug Sept

Okt Nov



Dec Jan

Febr Mrt



Apr Mei

Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0
- 1 - 5
- 6 - 10
- 11 - 25
- 26 - 140

 Onderzoeksgebied Zandmotor

Zilvermeeuw

RIKZ 2005-2007



Aug Sept



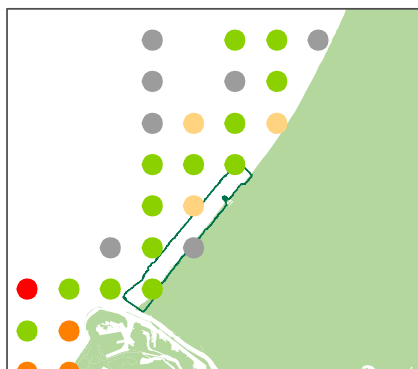
Okt Nov



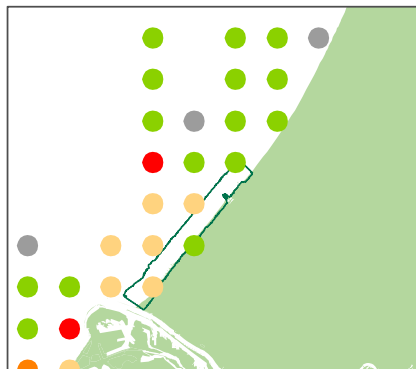
Dec Jan



Febr Mrt

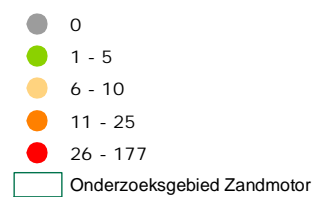


Apr Mei



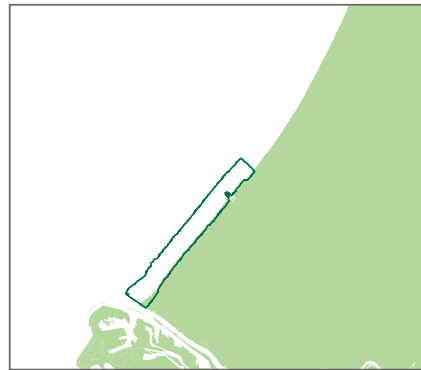
Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

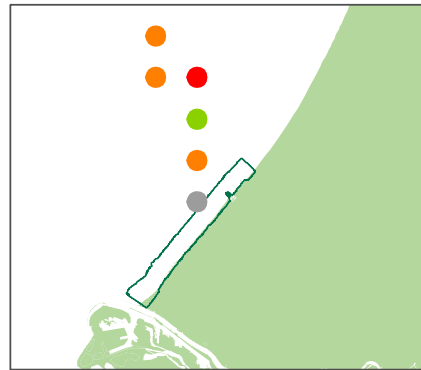


Kleine mantelmeeuw

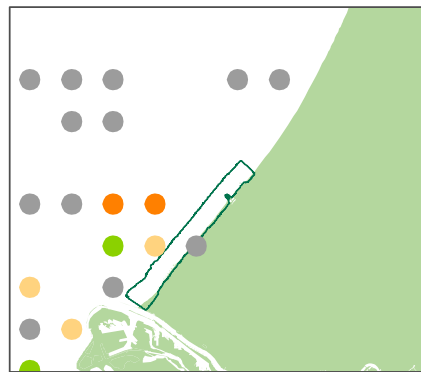
ESAS 2005-2006



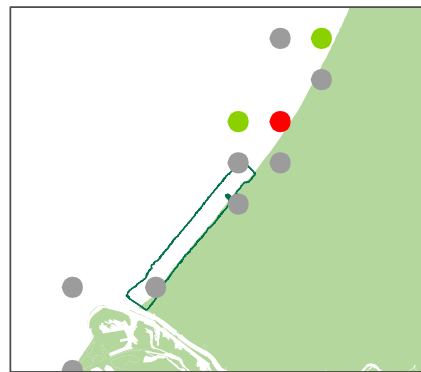
Aug Sept



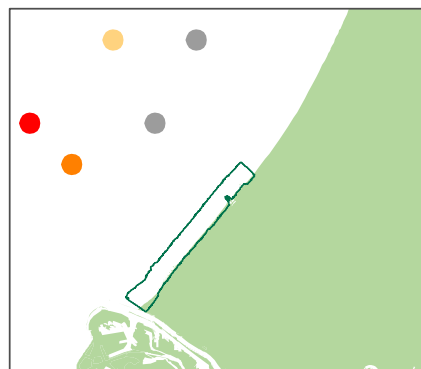
Okt Nov



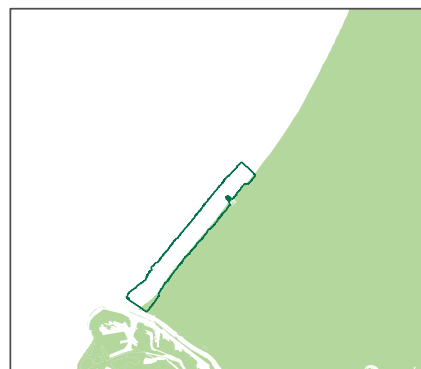
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

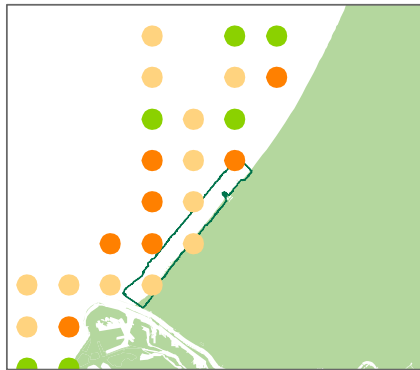
Dichtheid N/km<sup>2</sup>

-  0
-  1 - 5
-  6 - 10
-  11 - 25
-  26 - 253

 Onderzoeksgebied Zandmotor

Kleine mantelmeeuw

RIKZ 2005-2006



Aug Sept



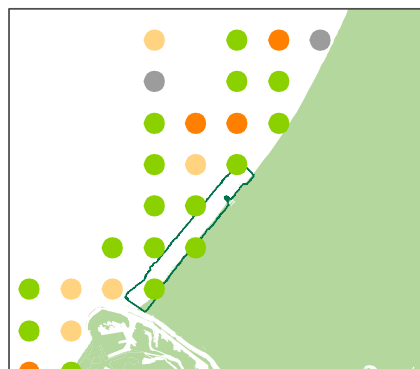
Okt Nov



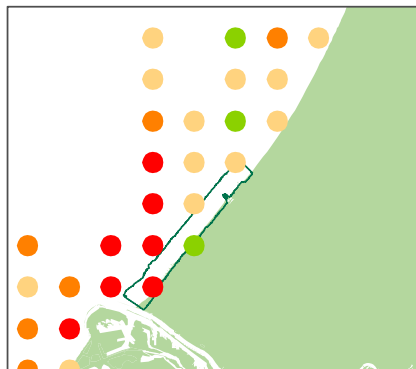
Dec Jan



Febr Mrt

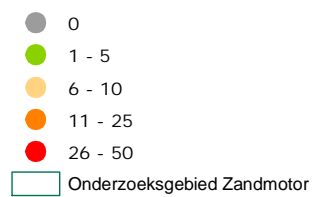


Apr Mei



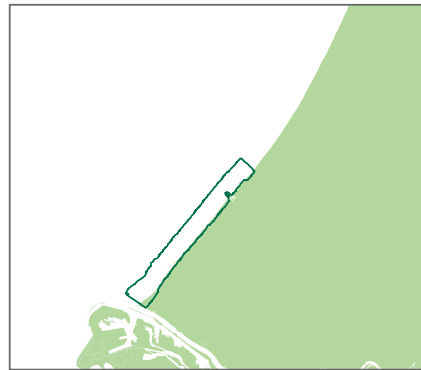
Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

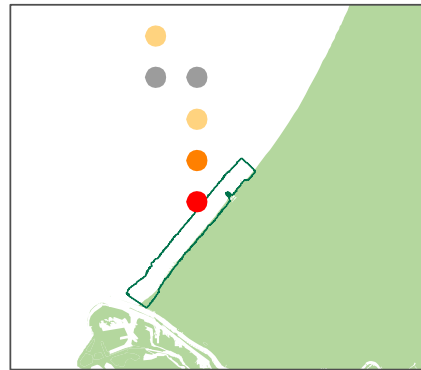


Grote mantelmeeuw

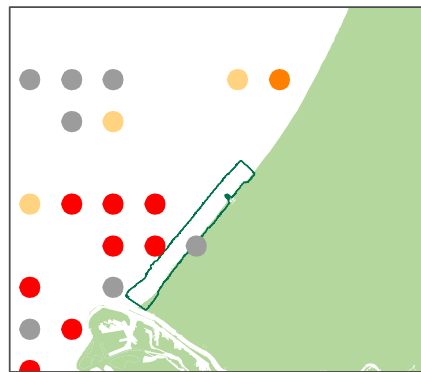
ESAS 2005-2006



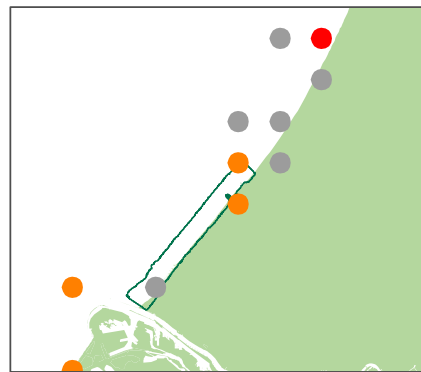
Aug Sept



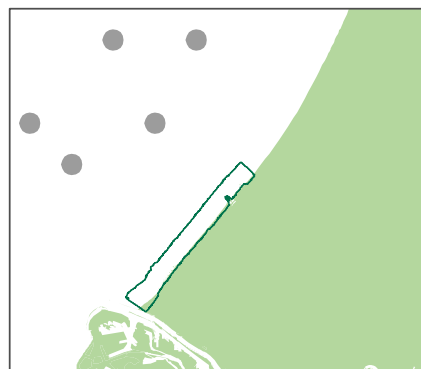
Okt Nov



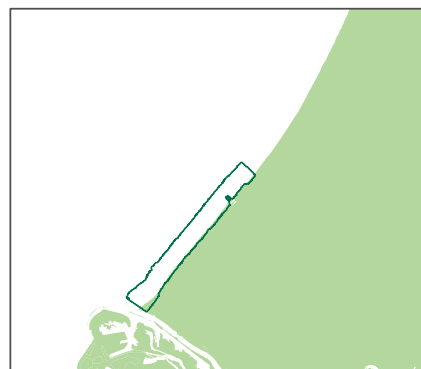
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0
- 1 - 2
- 3 - 5
- 6 - 10
- 11 - 25

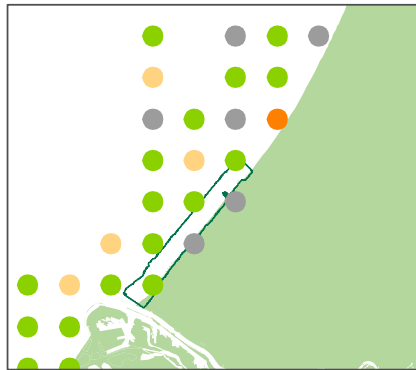
Onderzoeksgebied Zandmotor

Grote mantelmeeuw

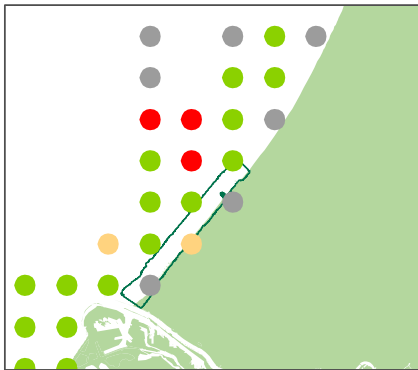
RIKZ 2005-2006



Aug Sept



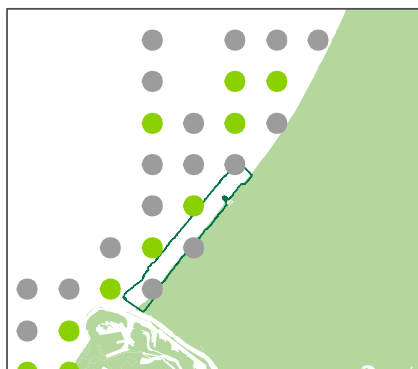
Okt Nov



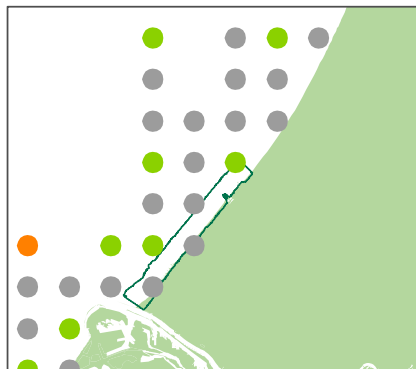
Dec Jan



Febr Mrt

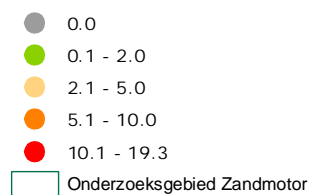


Apr Mei



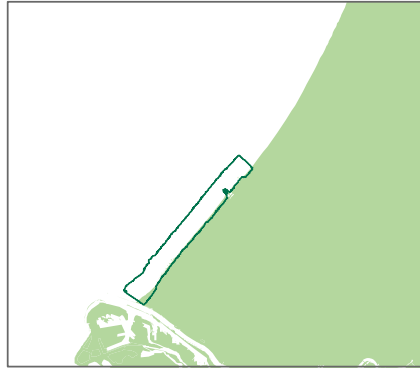
Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

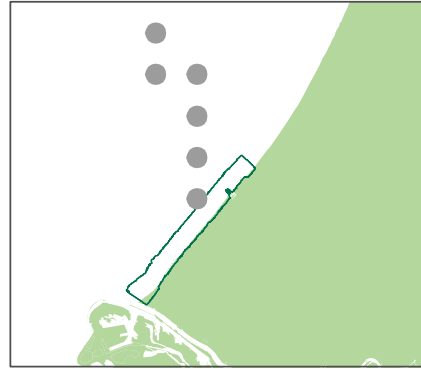


Noordse stern

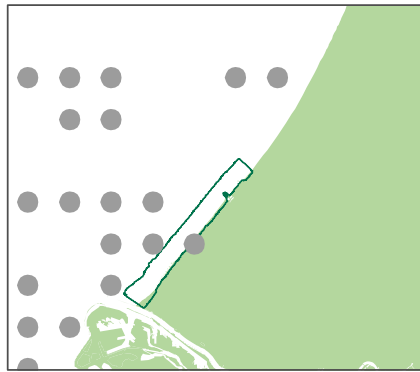
ESAS 2005-2006



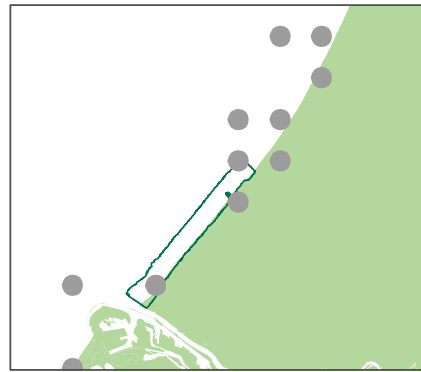
Aug Sept



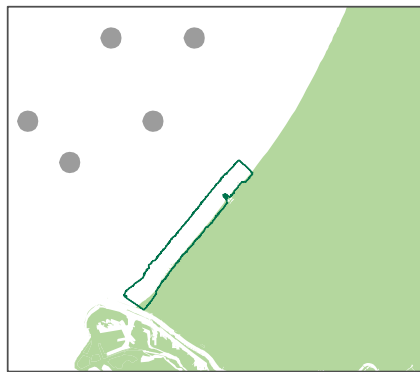
Okt Nov



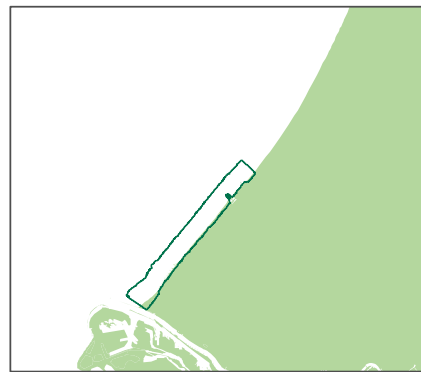
Dec Jan



Febr Mrt




Apr Mei



Jun Jul

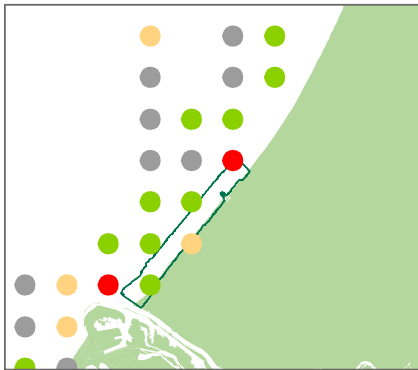
Dichtheid N/km<sup>2</sup>

-  0.0
-  0.1 - 1.0
-  1.1 - 2.5
-  2.6 - 5.0
-  5.1 - 25.0

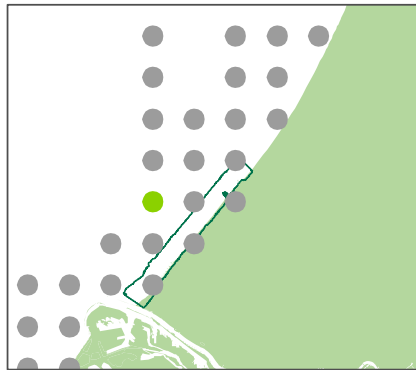
 Onderzoeksg gebied Zandmotor

Visdief/Noordse Stern

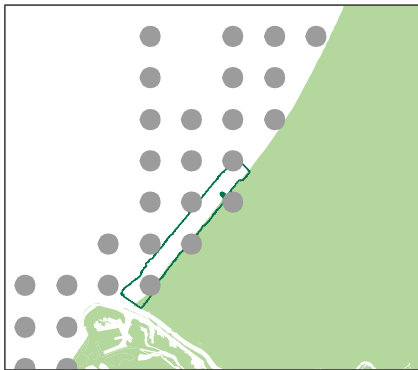
RIKZ 2005-2006



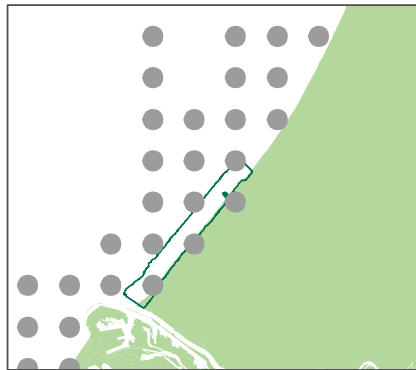
Aug Sept



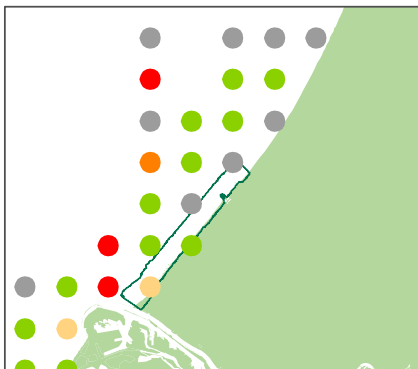
Okt Nov



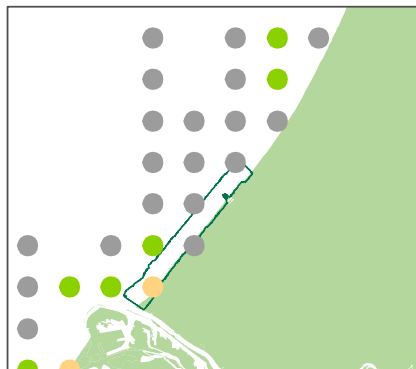
Dec Jan



Febr Mrt

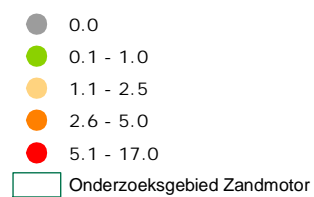


Apr Mei



Jun Jul

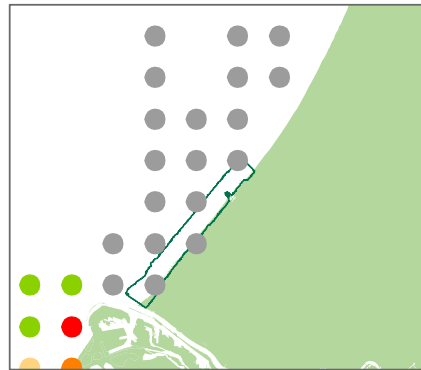
Dichtheid N/km<sup>2</sup>



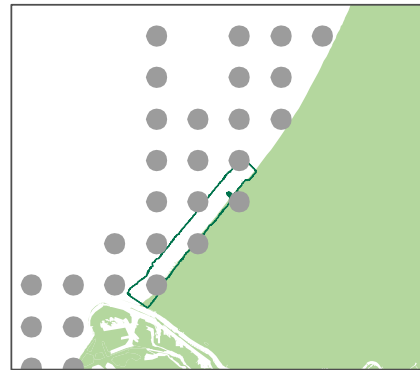


Visdief

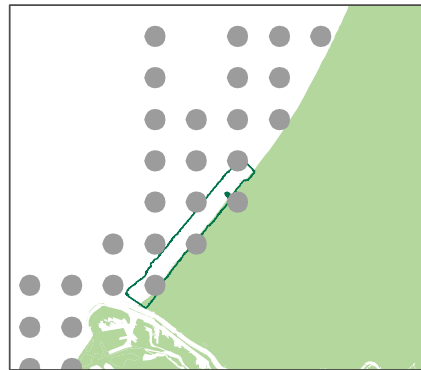
RIKZ 2005-2006



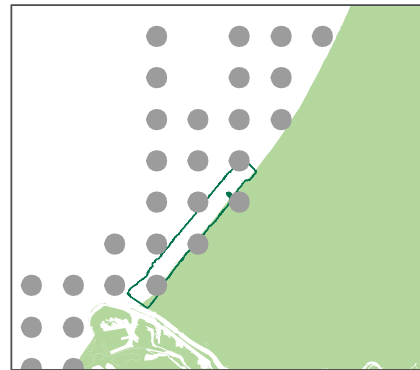
Aug Sept



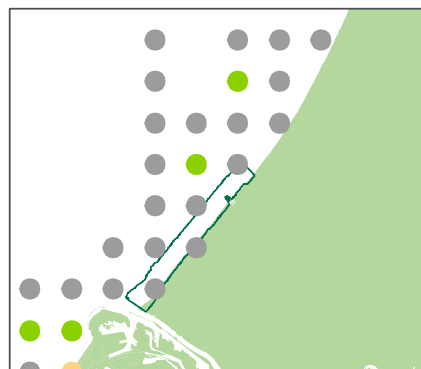
Okt Nov



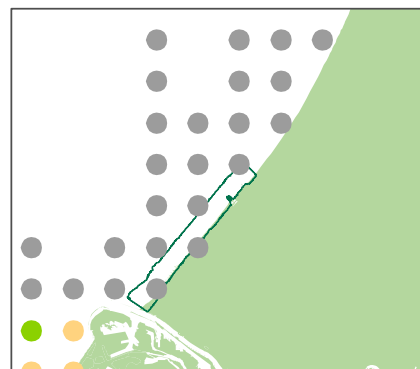
Dec Jan



Febr Mrt



Apr Mei



Jun Jul

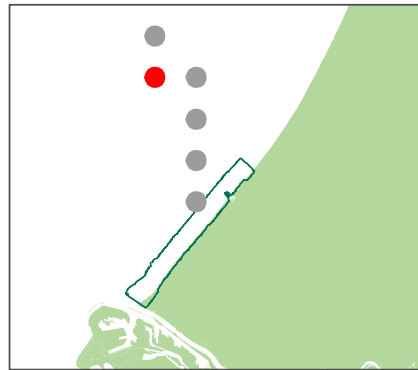
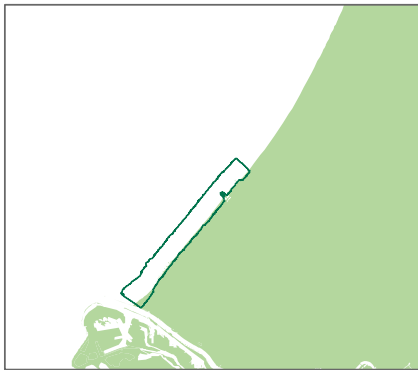
Dichtheid N/km<sup>2</sup>

- 0.0
- 0.1 - 1.0
- 1.1 - 2.5
- 2.6 - 5.0
- 5.1 - 17.0

 Onderzoeksgebied Zandmotor

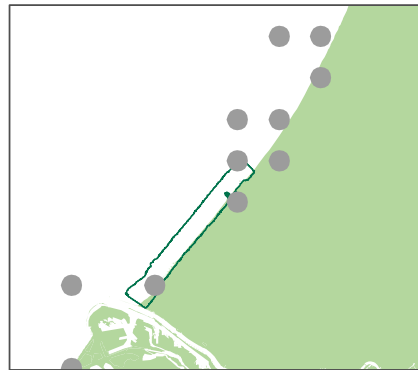
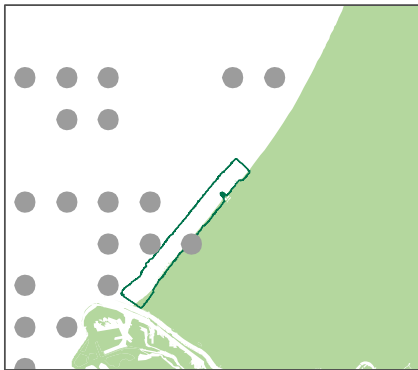
Grote stern

ESAS 2005-2006



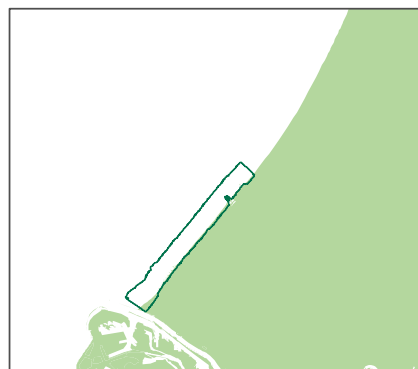
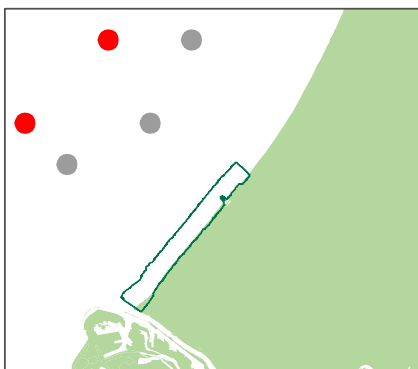
Aug Sept

Okt Nov



Dec Jan

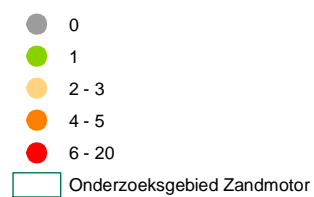
Febr Mrt



Apr Mei

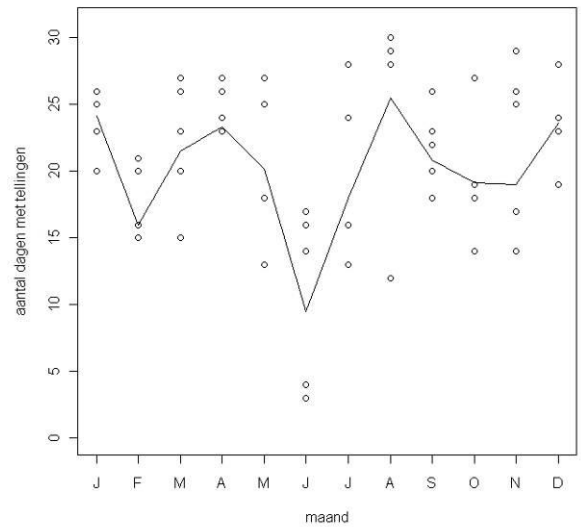
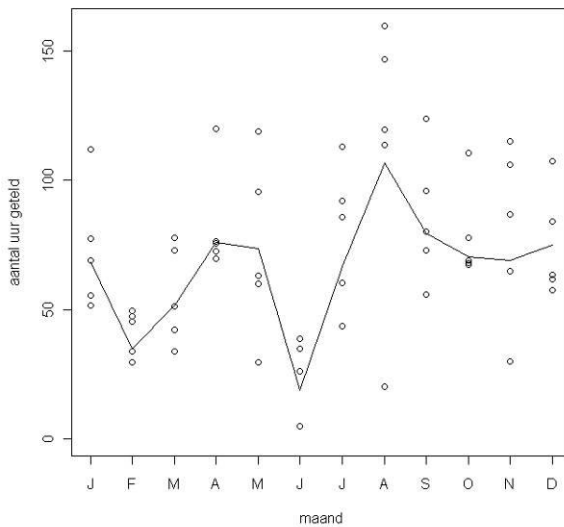
Jun Jul

Dichtheid N/km<sup>2</sup>

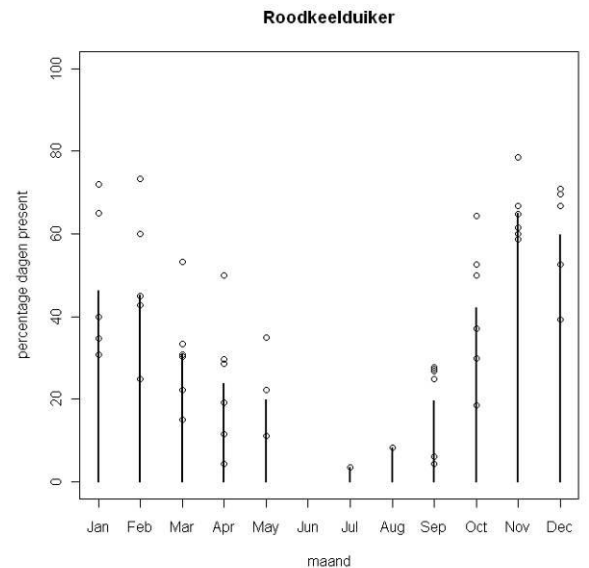
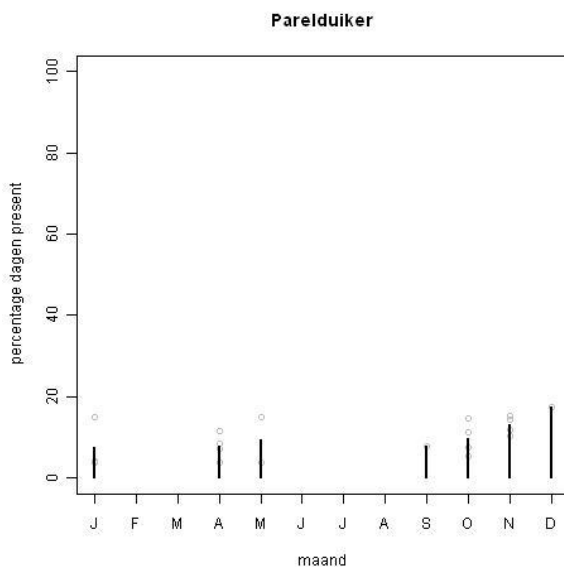


## G ZWS/www.trektellen.nl gegevens zeevogels

- a) Waarnemingsinspanning in totaal aantal uren (links) en in aantal dagen (rechts). Stippen geven waarden per jaar aan; lijnen de gemiddelden hiervan.

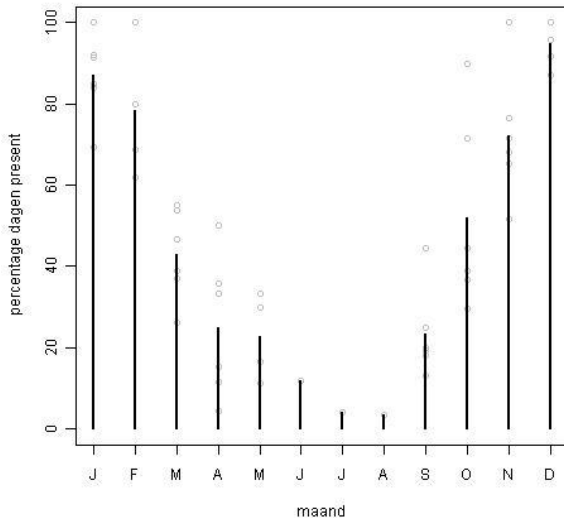


- b) Presentie. Stippen geven het percentage dagen met waarnemingen per jaar weer; verticale lijnen geven de gemiddelde presentie over alle jaren weer.

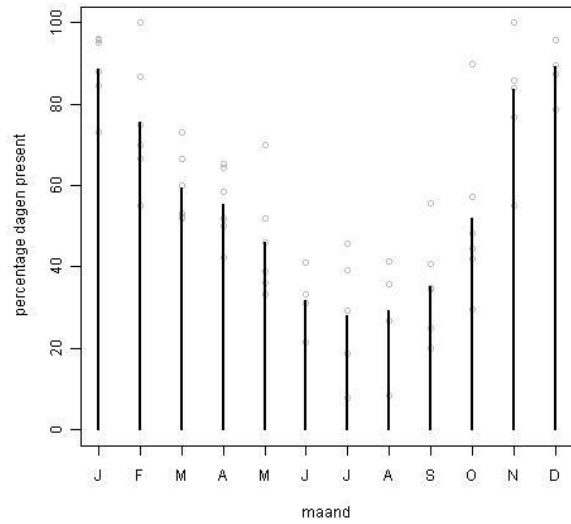




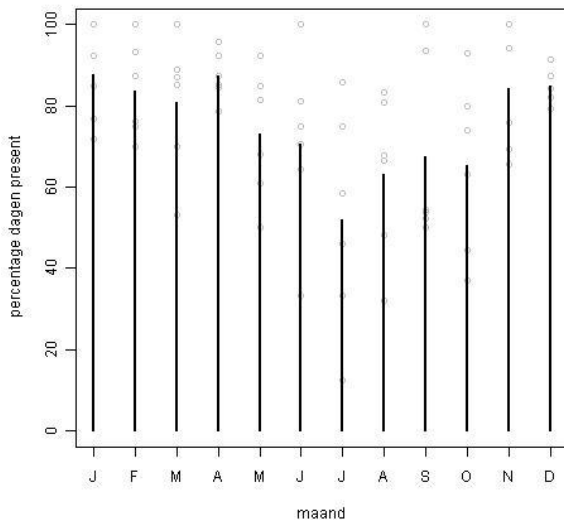
**duiker spec.**



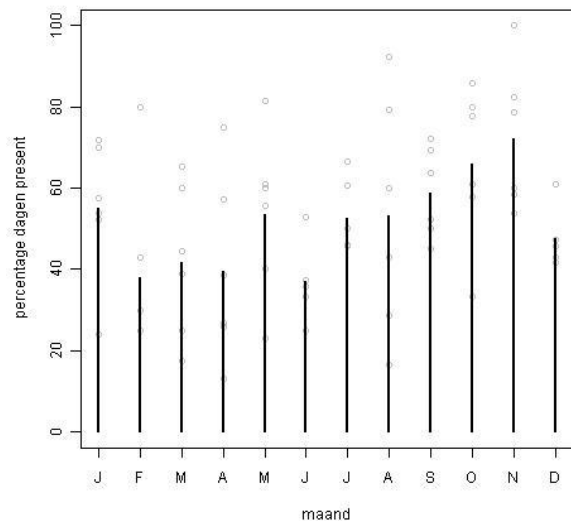
**Fuut**



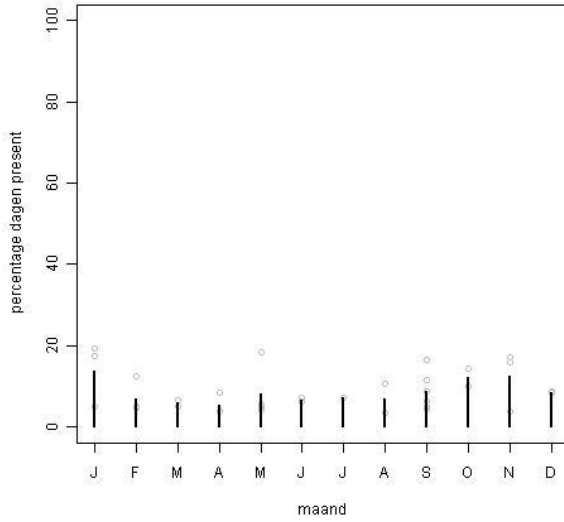
**Aalscholver**



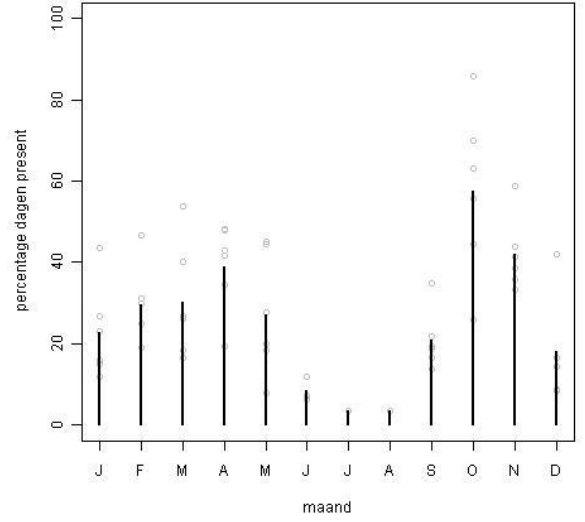
**Jan-van-Gent**



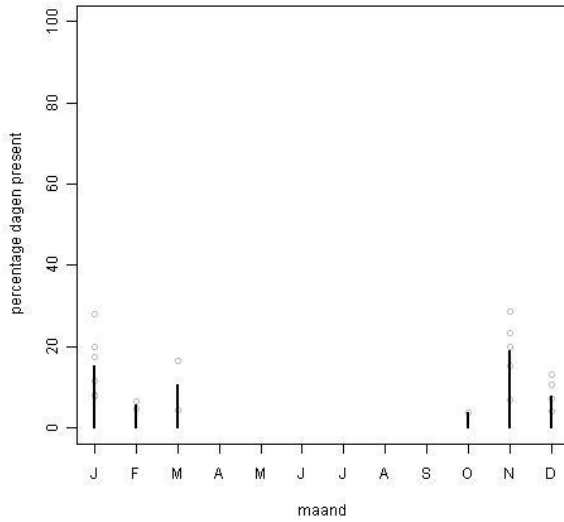
**Noordse Stormvogel**



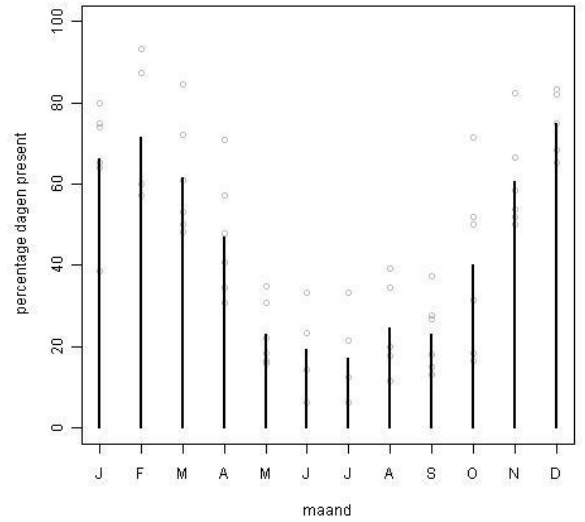
**Rotgans**



**Kleine Rietgans**

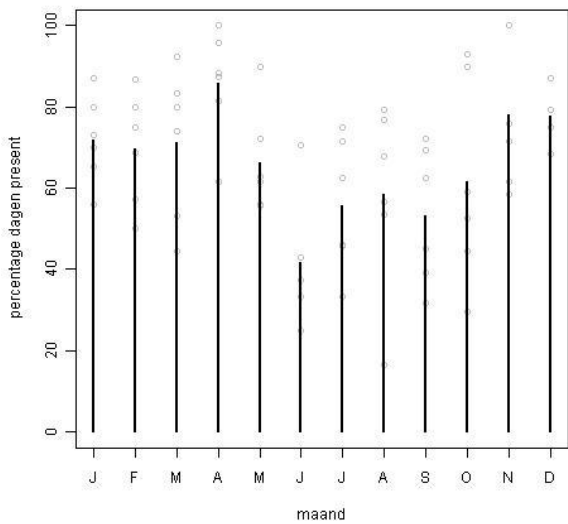


**Eider**

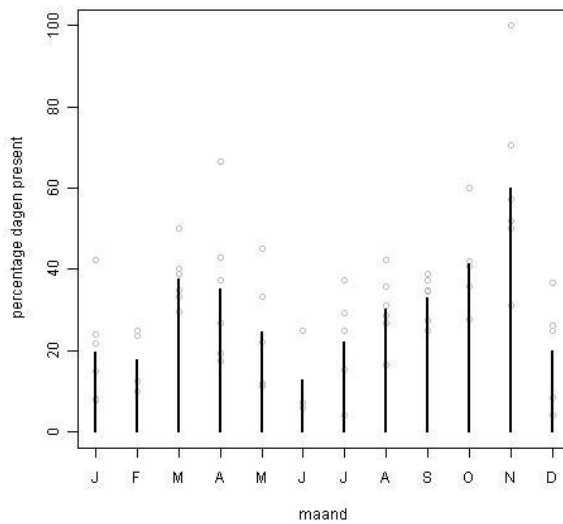




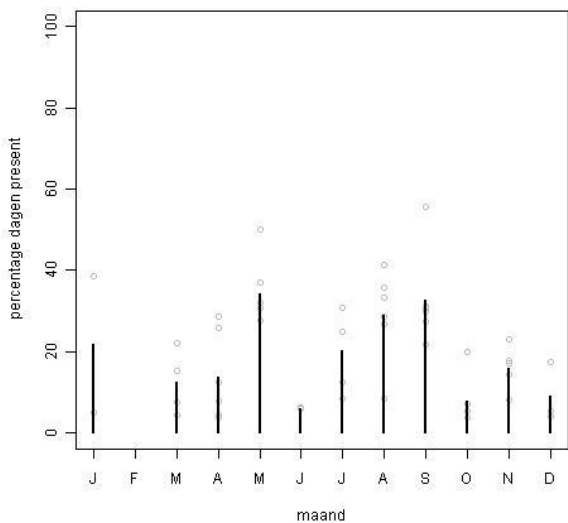
**Zwarte Zee-eend**



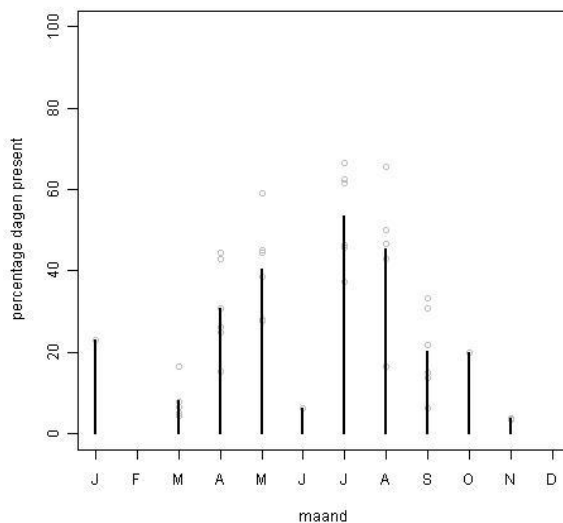
**Bonte Strandloper**



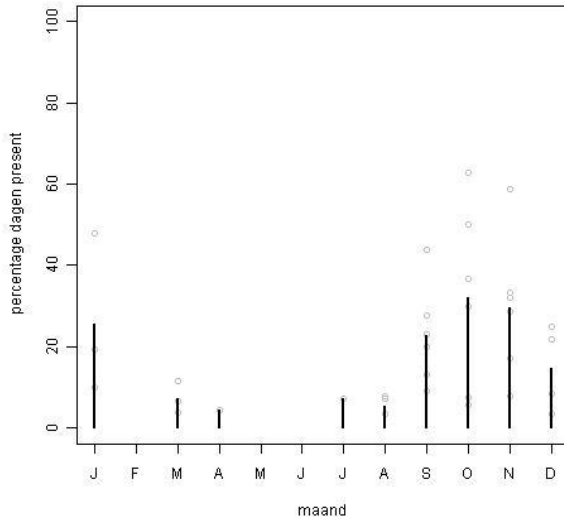
**Kanoet**



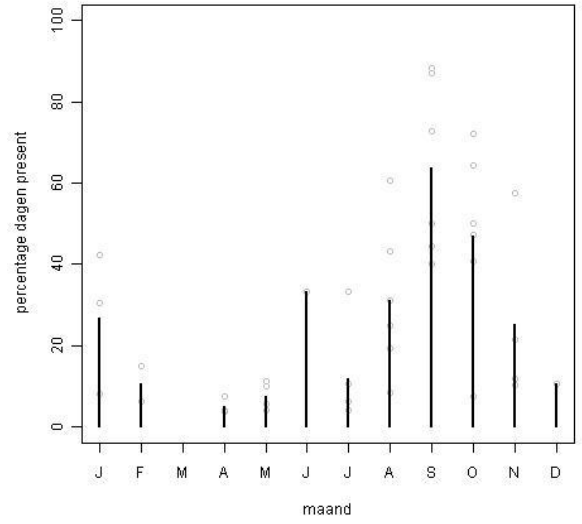
**Rosse Grutto**



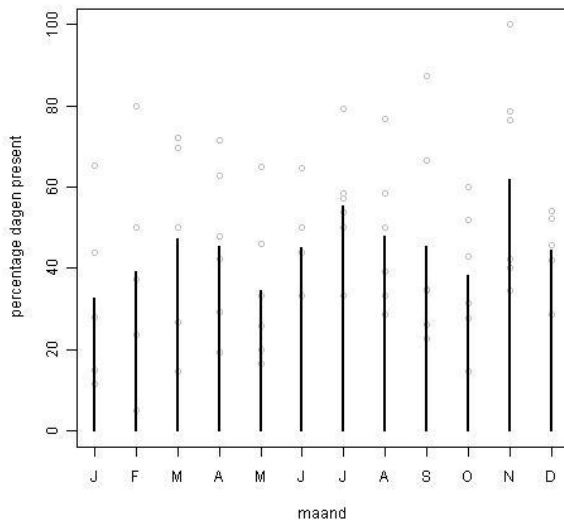
**Grote Jager**



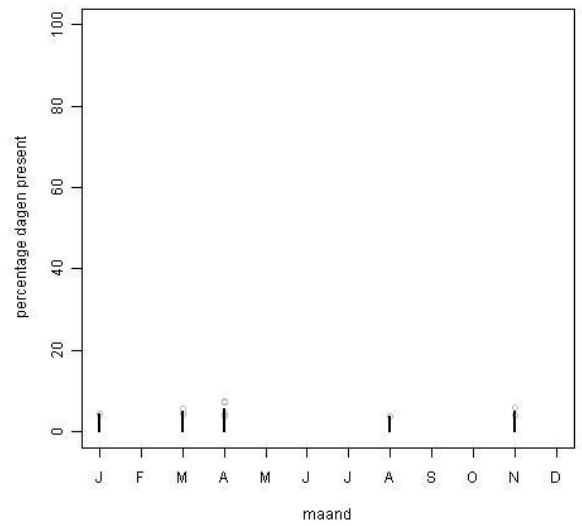
**Kleine Jager**



**Kokmeeuw**

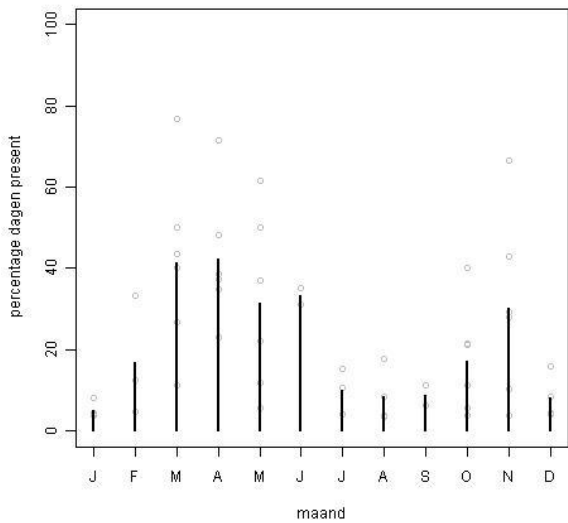


**Zilvermeeuw**

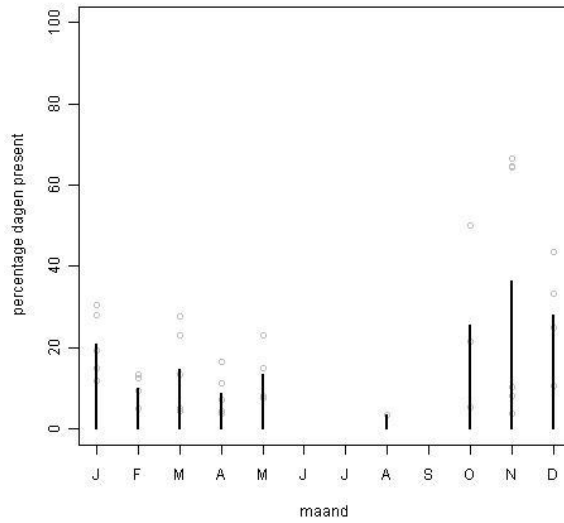




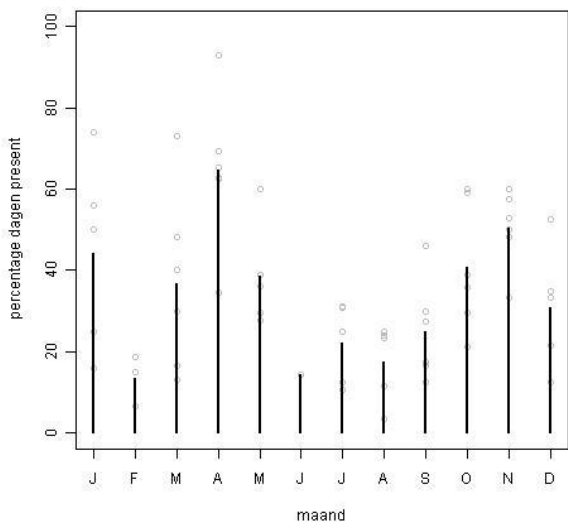
**Kleine Mantelmeeuw**



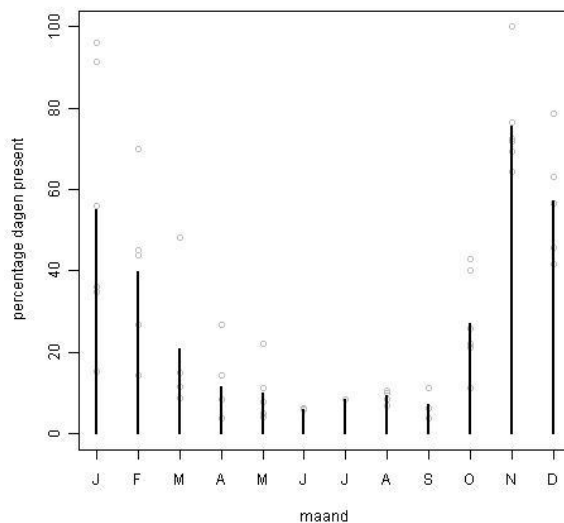
**Grote Mantelmeeuw**



**Dwergmeeuw**

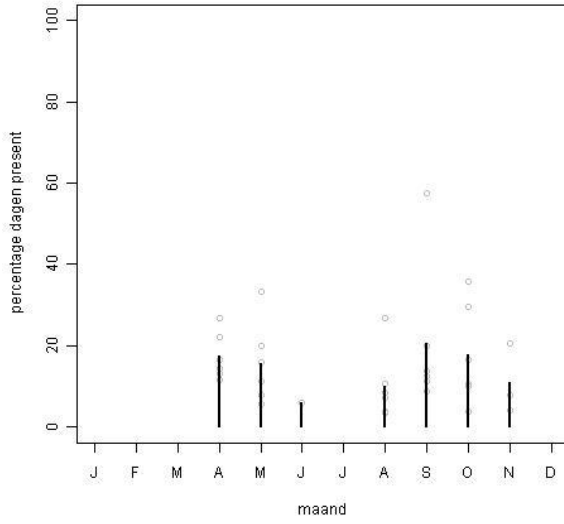


**Drieteenmeeuw**

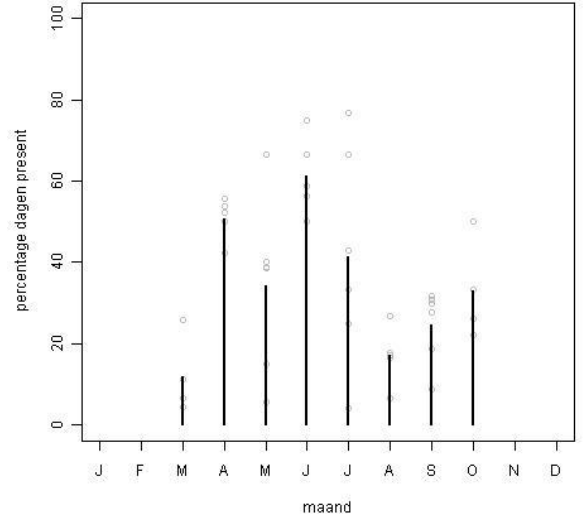




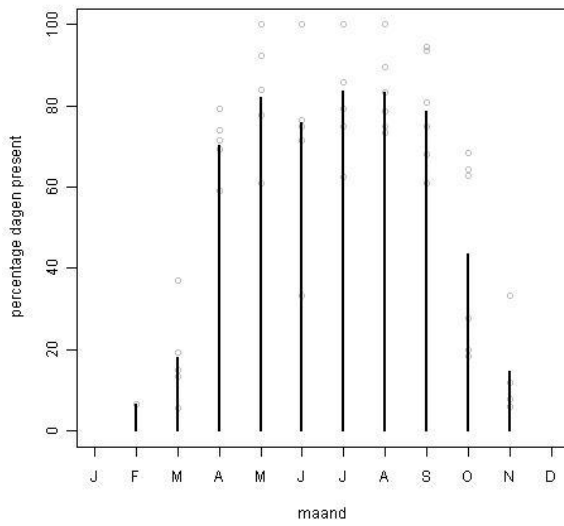
**Noordse Stern**



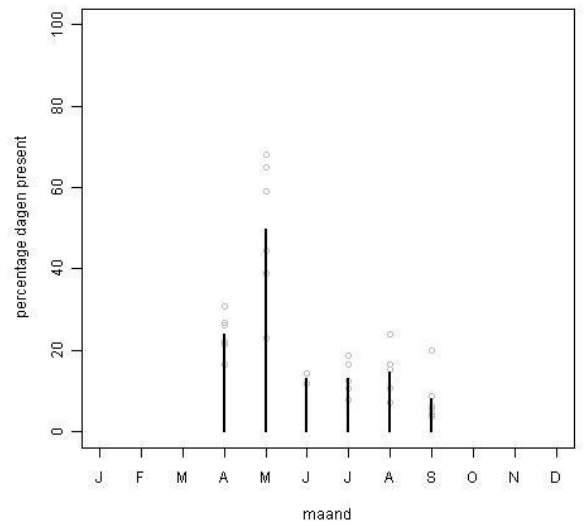
**Visdief**



**Grote Stern**

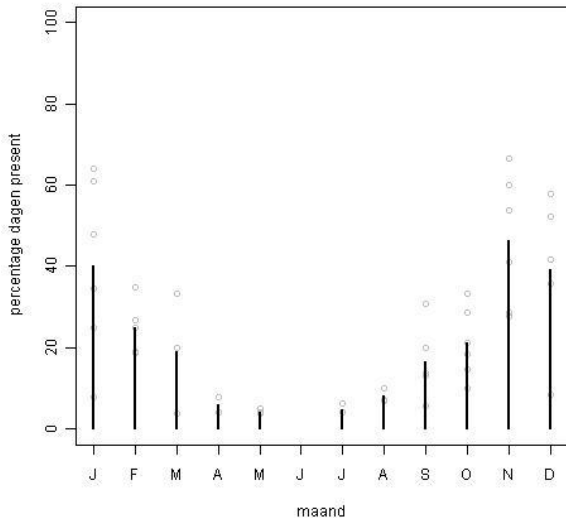


**Dwergstern**

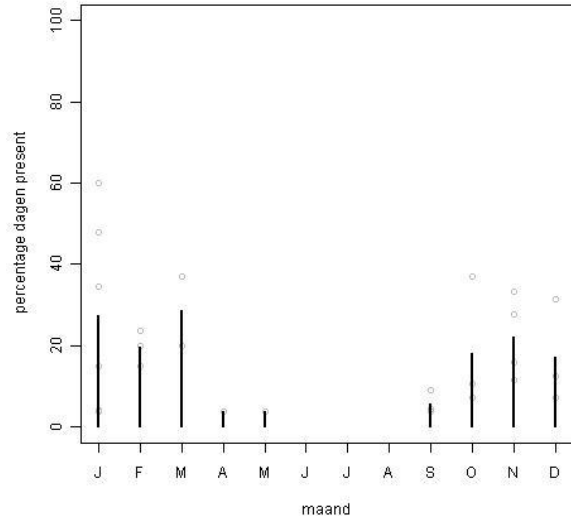




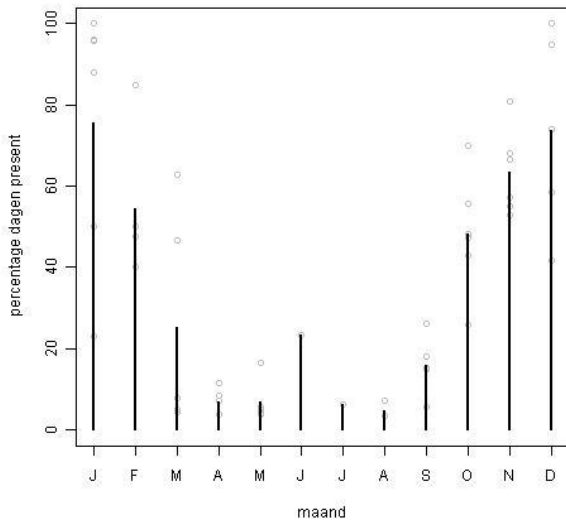
**Zeekoet**



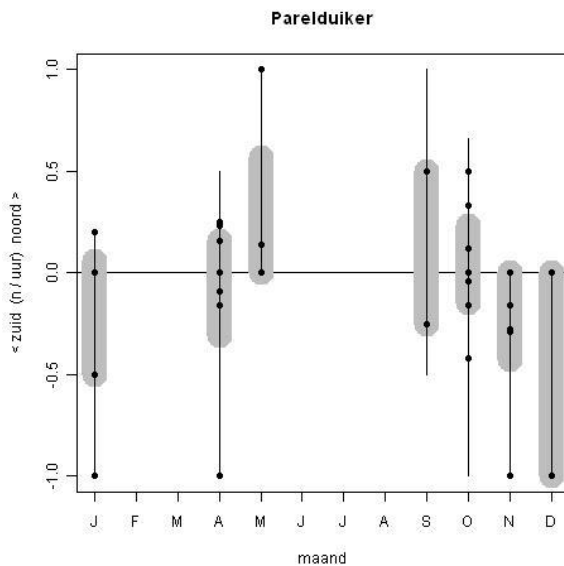
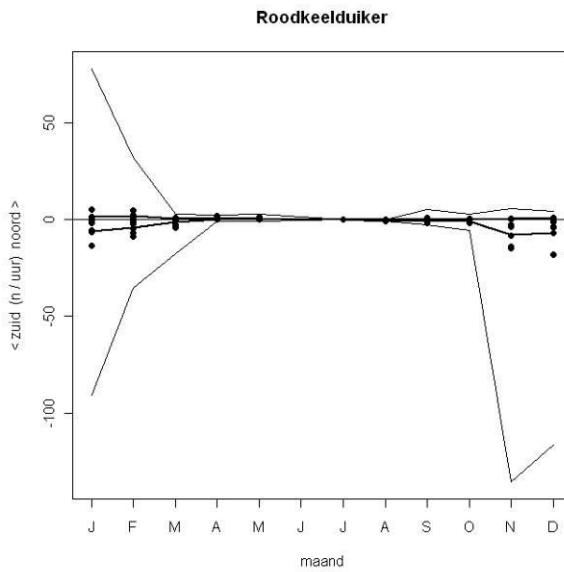
**Alk**



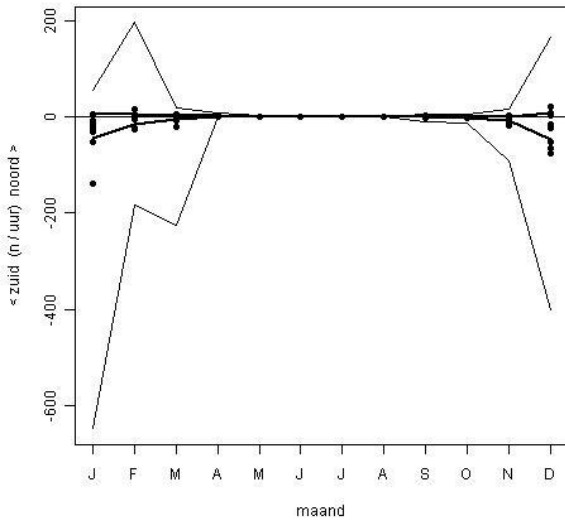
**Alk-Zeekoet**



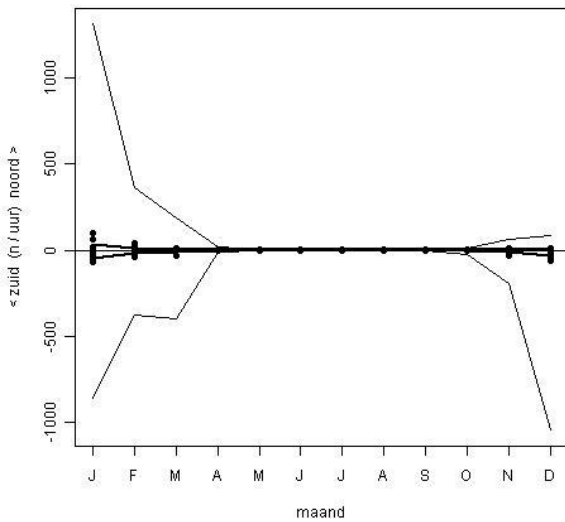
- c) Uurgemiddelden. Smalle lijnen zijn maximale uurgemiddelden richting noord en zuid; stippen zijn gemiddelde uurgemiddelden per jaar; dikke lijnen zijn gemiddelde uurgemiddelden over alle jaren. In een aantal gevallen (Parelduiker, Grote Jager) zijn de lijnen vervangen door verticale lijnen – dikke grijze balken voor gemiddelden over jaren, dunne zwarte lijnen voor maxima.

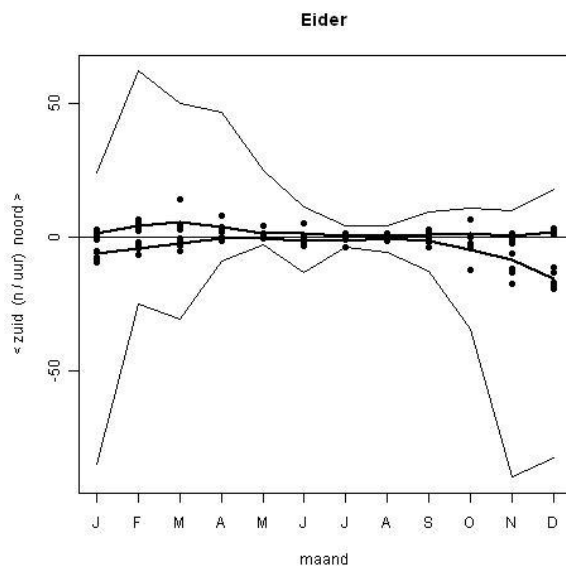
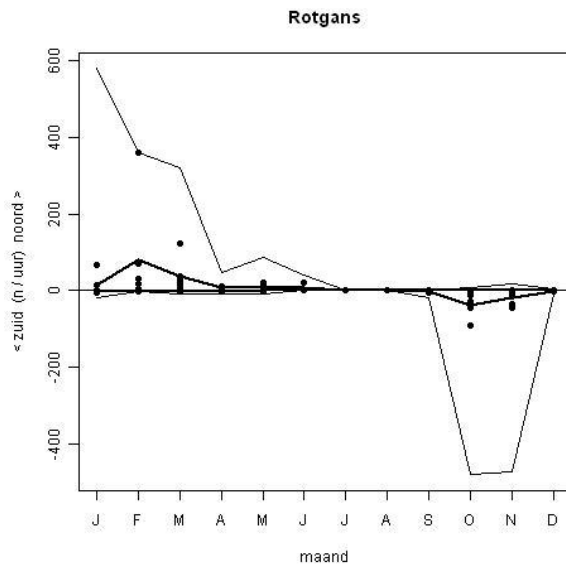


duiker spec.



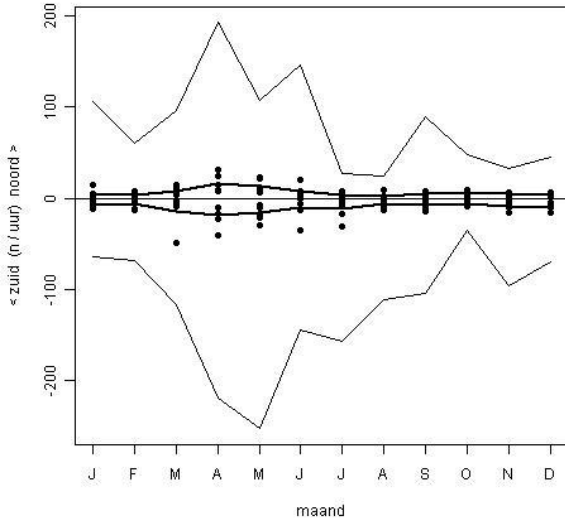
Fuut



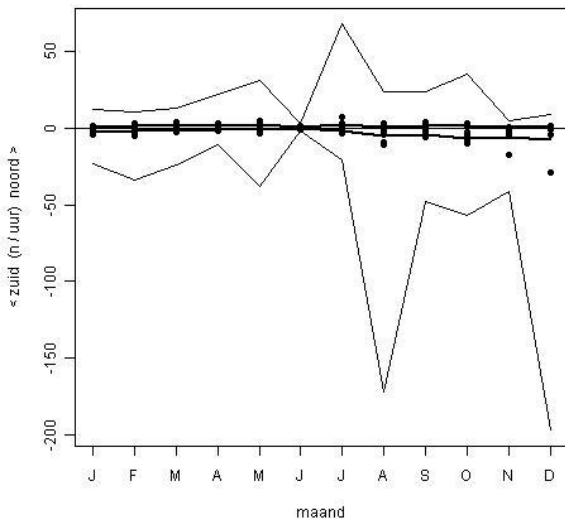


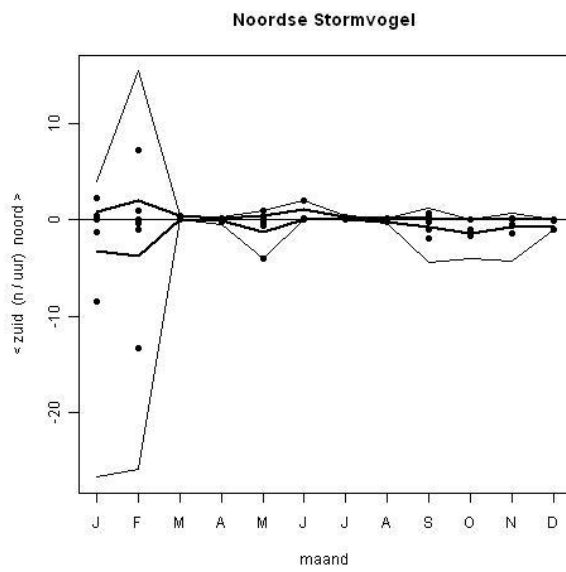
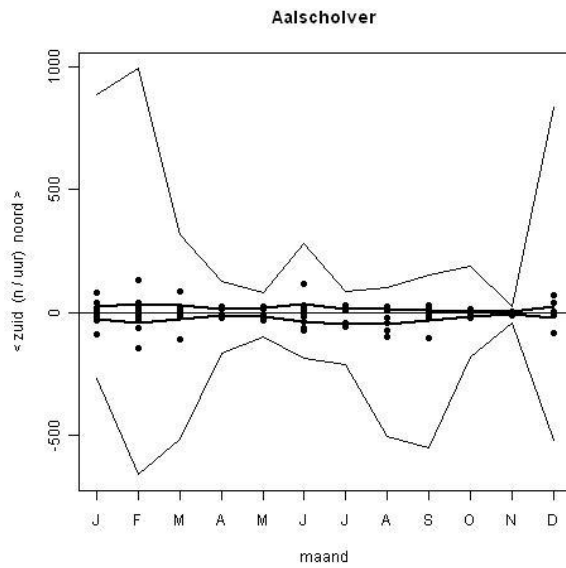


Zwarte Zee-eend



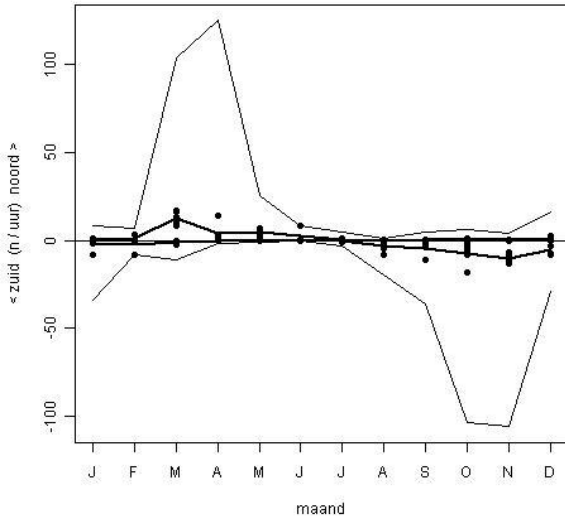
Jan-van-Gent



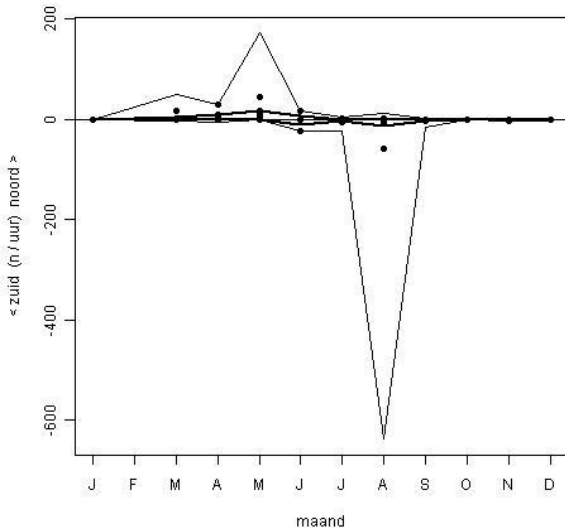




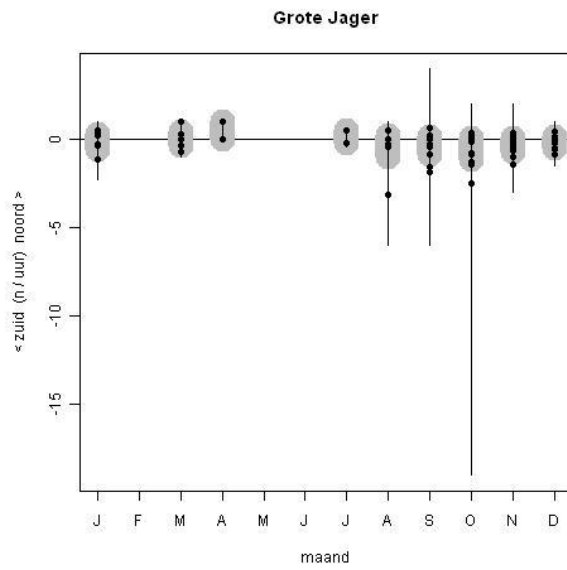
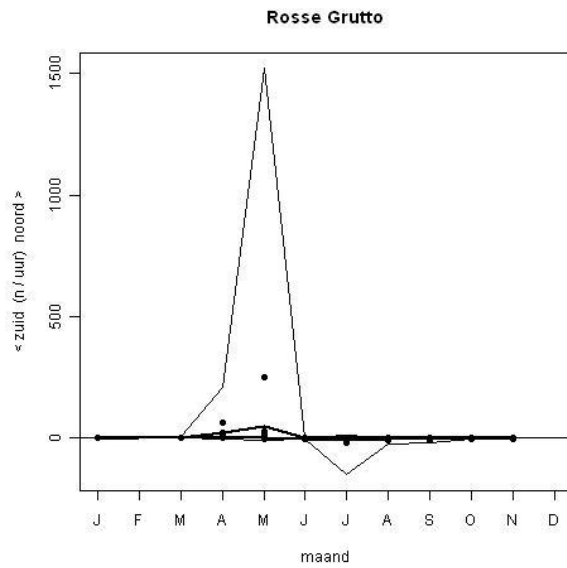
**Bonte Strandloper**



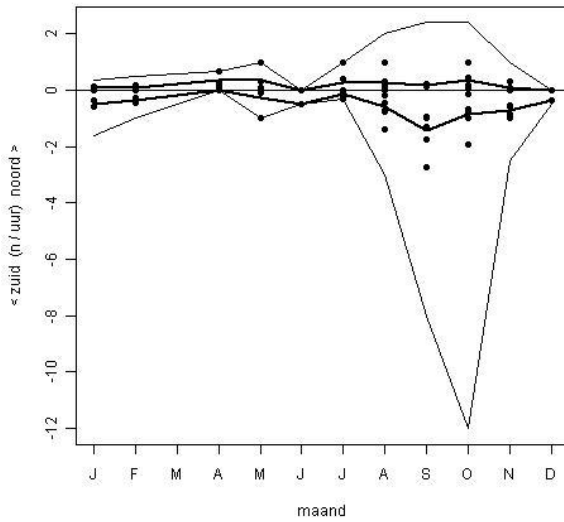
**Kanoet**



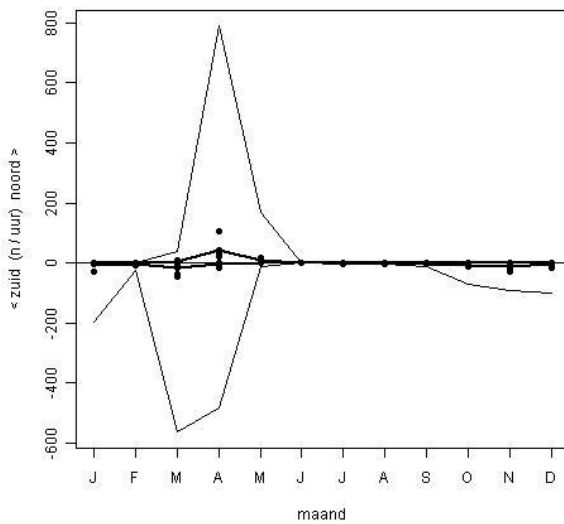


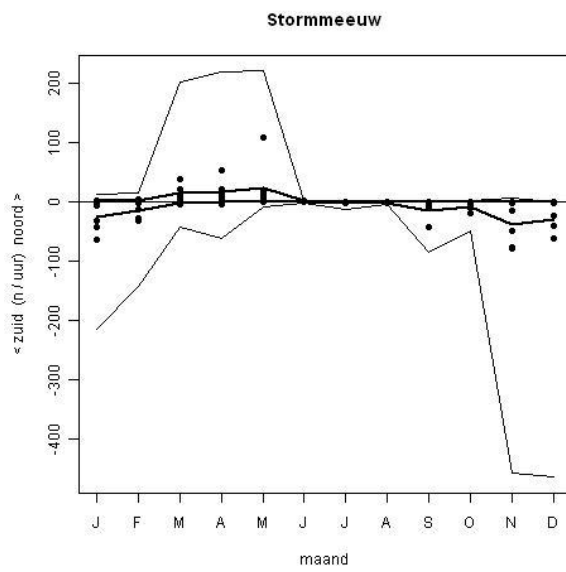
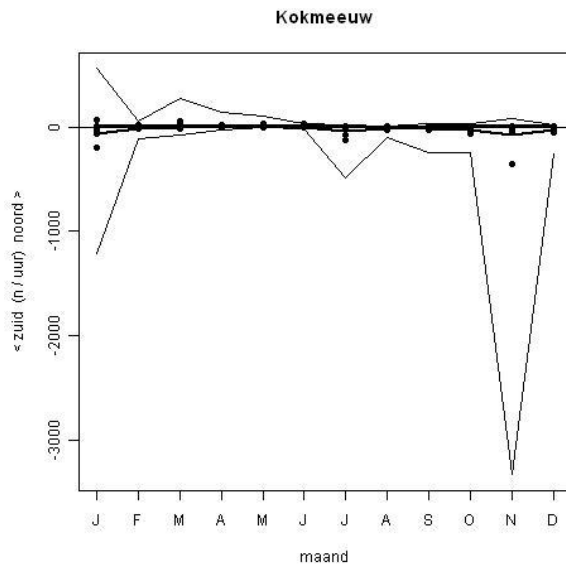


**Kleine Jager**



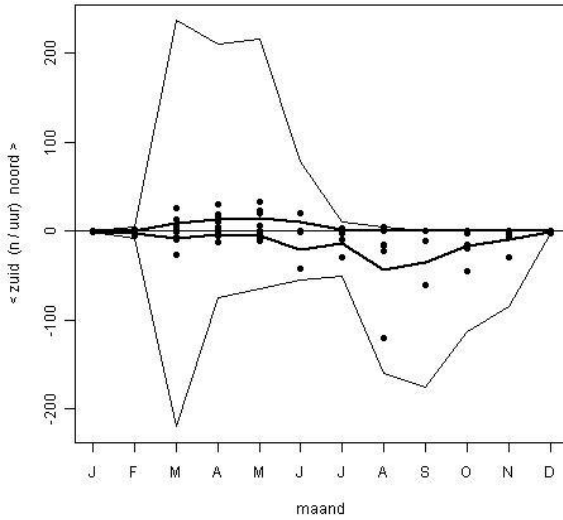
**Dwergmeeuw**



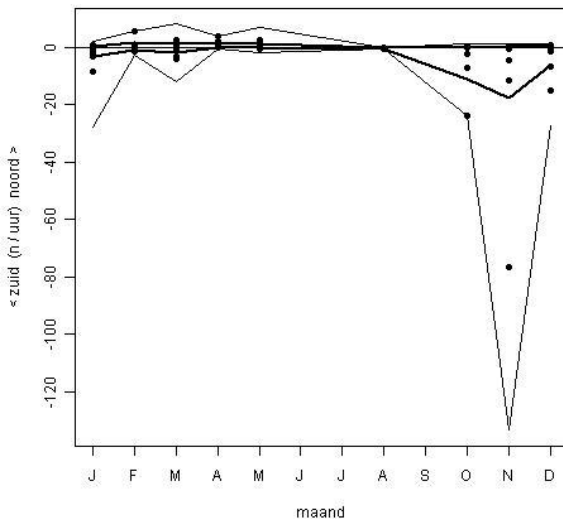


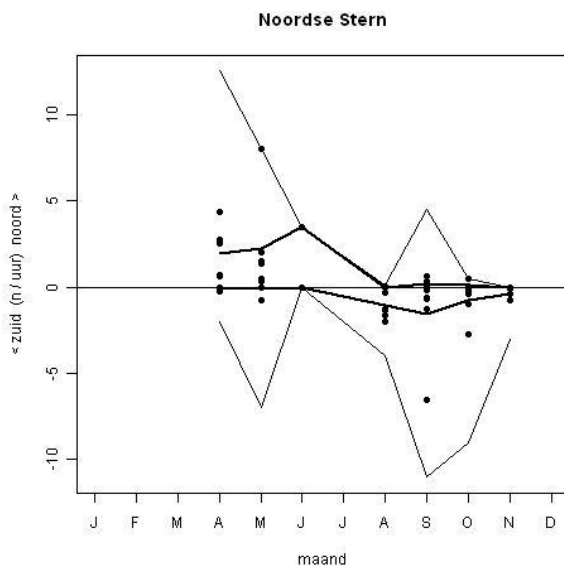
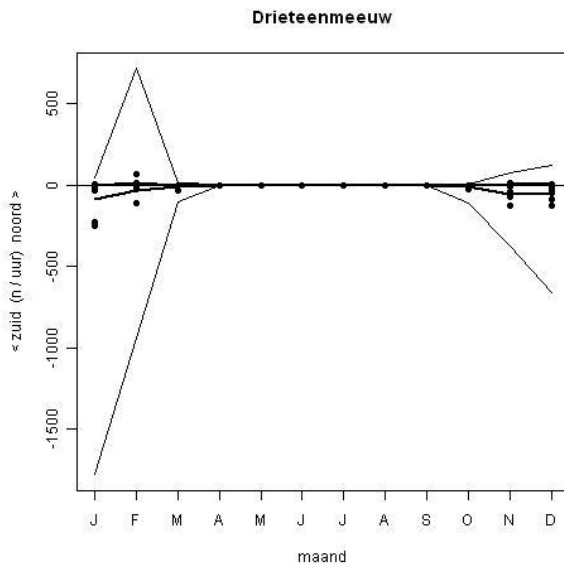


**Kleine Mantelmeeuw**

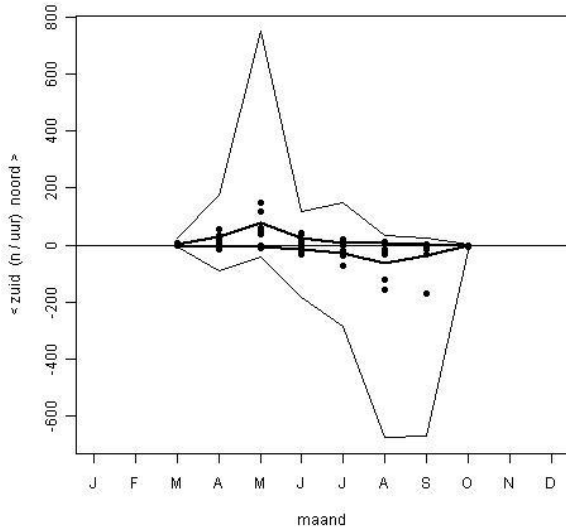


**Grote Mantelmeeuw**

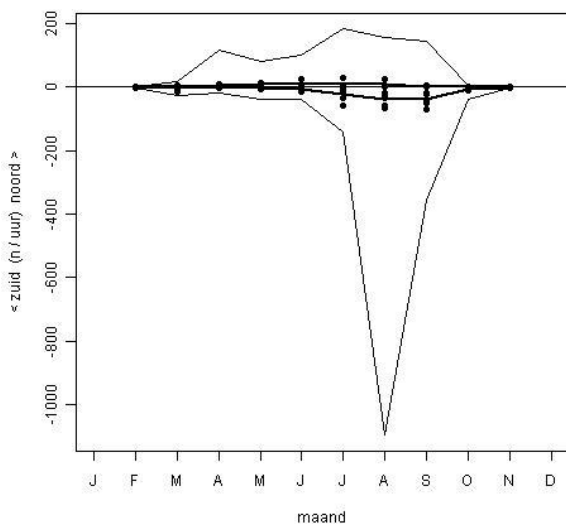


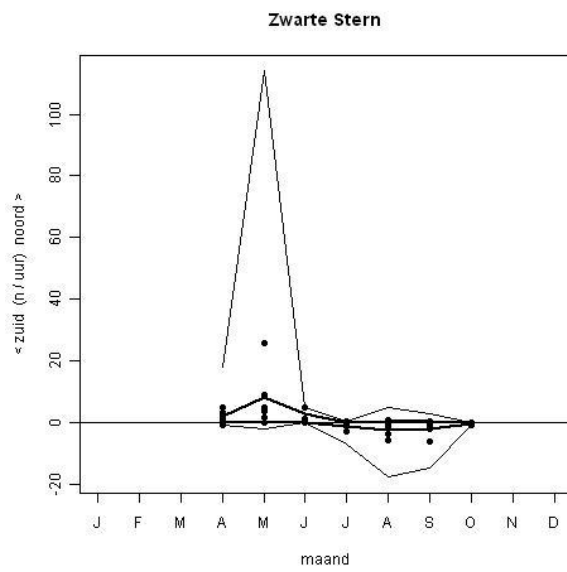
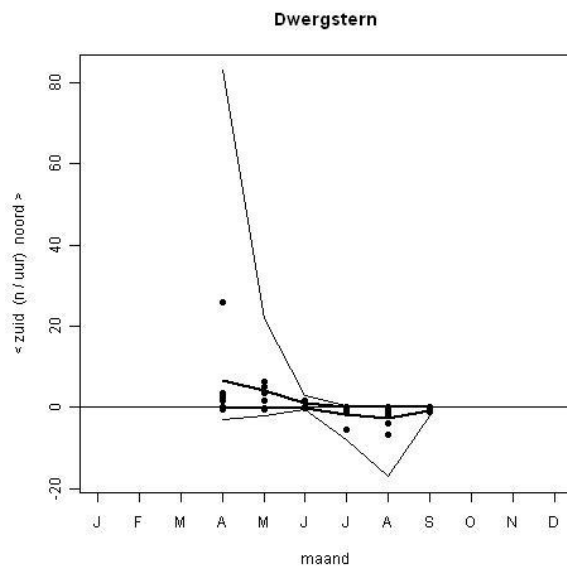


**Visdief**



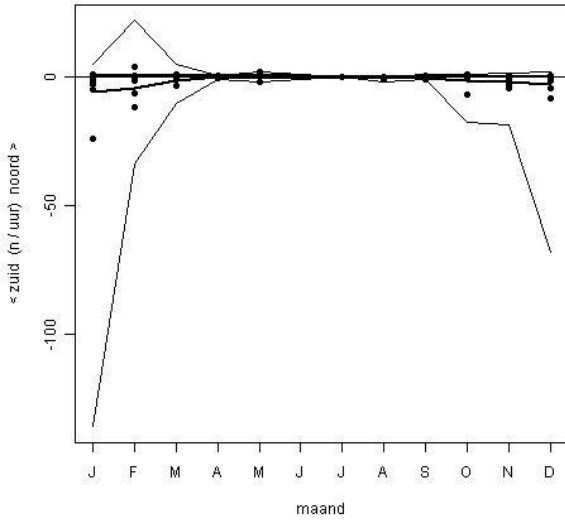
**Grote Stern**



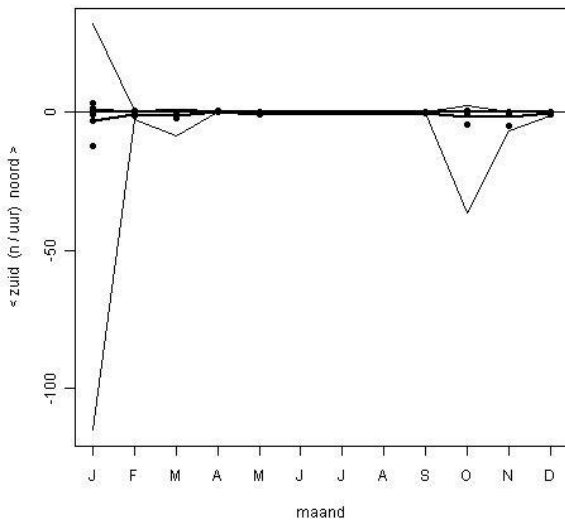




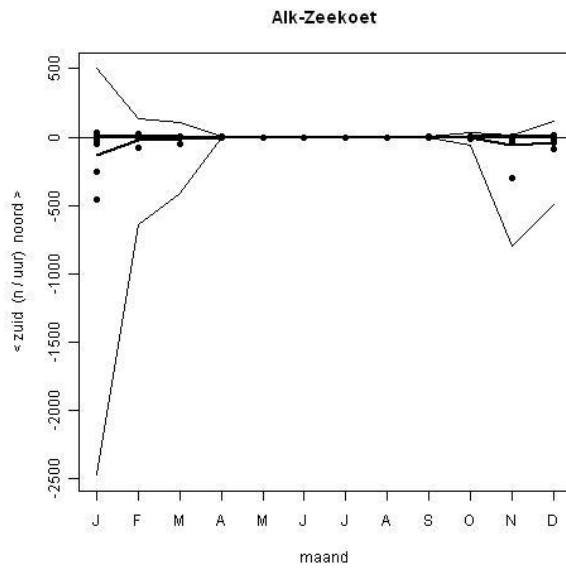
**Zeekoet**



**Alk**



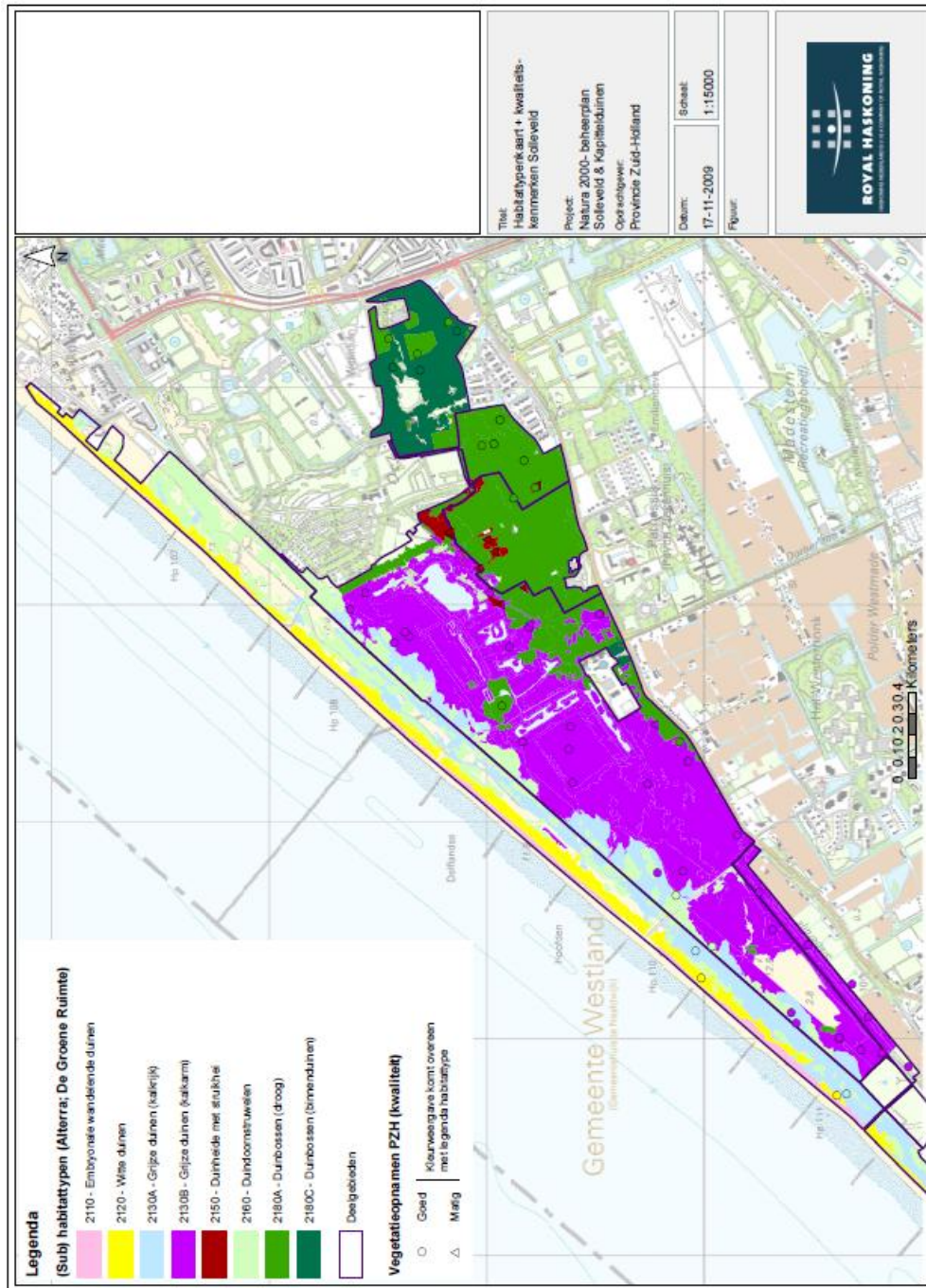






## H Kartering (sub)habitattypen Solleveld in 2008

bron: Alterra (ingepubl.)/Royal Haskoning (2009)





## I Locaties opnamen vegetatiebestand Provincie Zuid-Holland

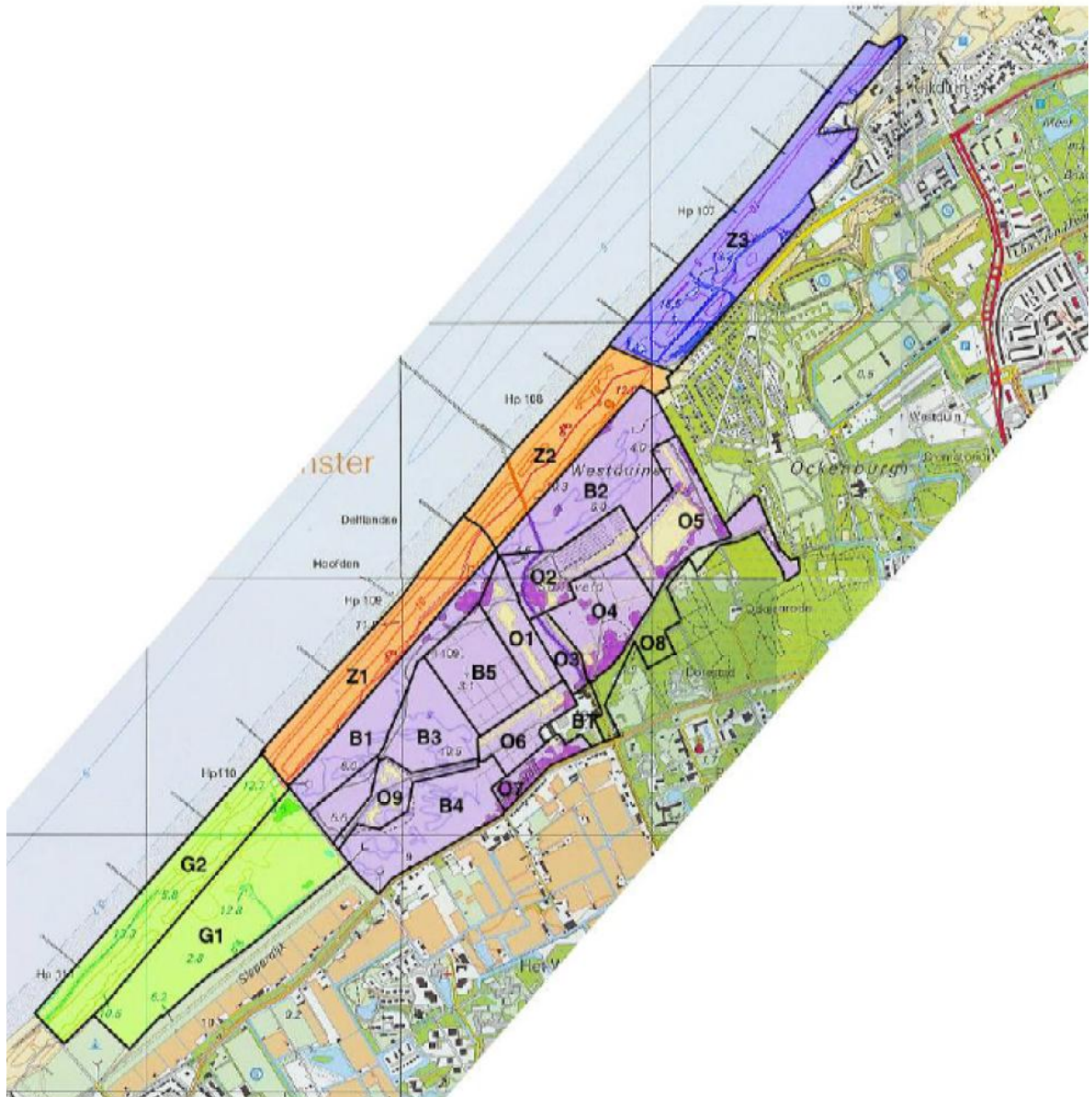
brongegevens: vegetatiebestand PZH





## J Indeling in vakken bij inventarisatie van planten in Solleveld

bron: Toetenel & Van der Hagen (2008)



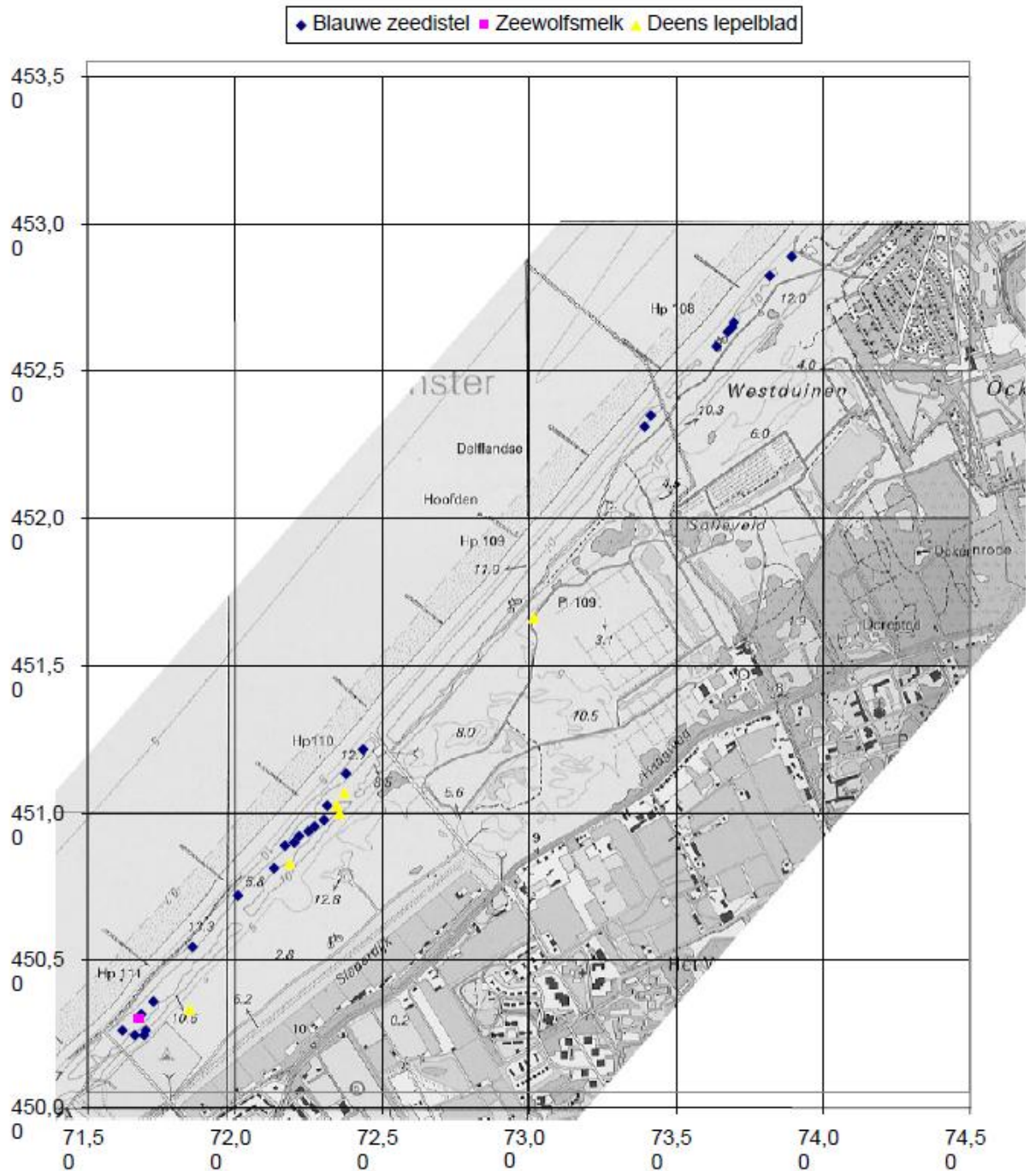




## K Vindplaatsen van aandachtsoorten hogere planten in Solleveld in 2004

bron: Toetenel & Van der Hagen (2008)

### A. Voorbeeld voor enkele aandachtsoorten van buitenduinen



## B. Overzicht van in Solleveld gekarteerde aandachtsoorten hogere planten

code	Nederlandse naam	RL	Groep	ECO	30	80	95
486	Blauwe zeedistel		1	bP60	6	5	5
497	Zeewolfsmelk	GE	1	bP60	4	4	3
342	Deens lepelblad		1	bP60 bP40 G63	6	7	8
589	Moerasdroogbloem		2	P27 P47	9	9	9
587	Bleekgele droogbloem		2	P47 P27	5	6	7
286	Echt duizendguldenkruid		2	P47 P43 P42	7	7	7
1351	Gewone ereprijs		2	P47 H47 H63 G63	9	9	9
1390	Driekleurig viooltje		3	P67	8	7	7
481	Kleverige reigersbek		3	P63	5	6	6
1268	Klein tasjeskruid		3	P62 P67	8	8	8
652	Glad biggekruid	BE	3	P67	7	5	5
1220	Driebloemige nachtschade		3	P63 P67	3	5	5
1146	Kandelaartje		3	P63	6	6	6
1341	Keizerskaars		3	P67	4	5	6
269	Driedistel	KW	4	G43 G63	6	6	6
485	Echte kruisdistel		4	G47kr G67	8	7	7
963	Gewone vleugeltjesbloem	GE	4	G43 G63 G42 G62	7	7	6
2358	Hemelsleutel		4	G67 G47	8	8	8
1010	Vijfvingerkruid		4	G47 G48 G67 G68	8	9	9
1380	Hondsviooltje	GE	5	G62 G42	8	7	7
186	Struikhei		5	G61 G41 H61	9	9	8
978	Gewone eikvaren		5	G62 H62 H63	8	8	8
897	Klein vogelpootje		5	G67 G62	8	8	8
669	Zandblauwtje		5	G62	9	8	8
105	Liggende asperge		6	G63	6	7	8
104	Tuinasperge		6	G63 H63 H69	6	7	8
907	Walstrobremraap		6	G63	6	5	5
965	Welriekende salomonszegel		6	G63 H63	6	6	6
1283	Grote tijm	KW	6	G63 G43	8	7	6
1953	Kleine ruit	KW	6	G63 H63	6	5	5
1381	Duinviooltje		6	G63 P63 G62	6	6	6
1140	Brem		7	H62 H61	9	9	9
1151	Wilde hyacint		7	H42 H47	5	7	7
1173	Blauw glidkruid		7	H27 R27 V16	8	9	9
1022	Adelaarsvaren		7	R64 H61 H62	8	8	8
964	Gewone salomonszegel		7	H42 H47	8	8	8
362	Rankende helmbloem		7	H41 H61	8	8	8
349	Lelietje-van-dalen		7	H62 H42 H43	7	8	8

## L Kavelindeling broedvogelonderzoek Vogelwerkgroep Solleveld

bron: Van Dien (2001)

