



EEN VOGELVLUCHT VOOR DE OLIEBESTRIJDING

De gevoeligheid van vogels voor olieverontreiniging in het
Nederlandse deel van de Waddenzee en de Eems Dollard

Huigen, Sam
Kloekke, Florian

Een vogelvlucht voor de oliebestrijding

De gevoeligheid van vogels voor olieverontreiniging in het Nederlandse deel
van de Waddenzee en de Eems Dollard



**van hall
larenstein**
university of applied sciences

Hogeschool Van Hall Larenstein
Kust en Zee Management
Sam Huigen, 000002348
Florian Kloekke, 000001168
Begeleiding: Ruben de Vries & Patrick Bron
Juni, 2017
Leeuwarden

Definities

Gevoeligheid

Met gevoeligheid in dit onderzoek wordt bedoeld: de mate waarin een soort, gemeenschap, habitat of gebied negatieve gevolgen ondervindt door de aanwezigheid van een stressfactor (Lahr et al., 2007). In het geval van dit onderzoek, olieverontreiniging.

Kombergingsgebieden

De kombergingsgebieden waar in dit rapport over gesproken wordt, zijn de 10 bestaande (originele) kombergingsgebieden 27, 28, 29, 30, 31, 33, 34, 35, 36 en 39 . Deze kombergingsgebieden liggen tussen twee wantijen in en worden door de zeegaten gevuld op het ritme van het getij. Hier aan toegevoegd zijn de gebieden 40, 41, 42, 43, 44 en 45 aan de noordzijde van de Waddeneilanden, welke ook als kombergingsgebieden worden genoemd in dit verslag.

Kust- en zeevogels

De kust- en zeevogels die in dit rapport genoemd worden zijn de vogels die geselecteerd zijn voor het onderzoek. Het worden kust- en zeevogels genoemd omdat deze vogels afhankelijk zijn van het mariene milieu, ofwel om te broeden, om te foerageren en op te groeien. Het onderzoeksgebied in dit onderzoek is een gebied waar deze aspecten van toepassing zijn voor de geselecteerde kust- en zeevogels.

Steltloper

Een steltloper is een vogelsoort die foerageert op slikken, platen en schorren. Ze eten voornamelijk bodemdierpjes en de vorm van de snavel is hier vaak op aangepast. Doormiddel van hun lange poten (stelten) kunnen deze vogels langer op de zandplaten blijven als het hoogwater wordt.

Summary

The Dutch Wadden Sea is a vulnerable UNESCO world heritage area. It also is a RAMSAR area, which means that at least 1% of the world population of one wetland-species has to live in the area. The Dutch Wadden Sea has 25 of those species, especially birds. Oil pollution can have a lot of impact on coastal- and seabird species. When the oil gets on the feathers of a bird, they will lose a lot of their capacities. They will easily get hypothermia and because of this, they will burn all their fat reserves to keep their body temperature up to 41°C. When they are polluted with oil, they will scrub their feathers which makes them ingest toxic fumes and oil. Eventually only 0.6% of the oiled birds will stay alive without help and only 10% will stay alive with human help. An area specific sensitivity research of the Wadden Sea is needed. The project Oil In Littoral Substrates (OILS) will create a dynamic oil control and effect tool. This thesis research is one of the steps needed to come to this tool and it is about coastal- and seabirds and their sensitivity to oil pollution within the Dutch Wadden Sea and the Eems Dollard. Therefore the following research question needs to be answered; *Which of the tidal basins are the most sensitive for oil pollution, based on the sensitivity scores of coastal- and seabirds, in the Dutch Wadden Sea and the Eems Dollard?* Here for the Wadden Sea has been separated into tidal basins which are waterbody's that are divided by slack water. Coastal- and seabirds are selected by their presence and if they are incorporated into any legislation regarding the Birds Directive and the IUCN red list. A division is made between the water and the mudflats, whereby the coastal- and seabirds that only occur on the mudflats, like the waders, were assigned to the mudflats and the rest has been assigned to the water and to the mudflats. These birds were given a sensitivity score between 1 and 5 (1 slightly sensitive, 2 fairly sensitive, 3 sensitive, 4 very sensitive and 5 extremely sensitive) for the characteristics; mobility, reproduction speed, smearing, food preference, patchiness and abundance. Those scores are added together and divided by 6, which gives every bird a sensitivity score for all the different tidal basins. Those sensitivity scores are summed up for each tidal basin and divided by the amount of different coastal- and seabird species present in that area. For the final sensitivity maps, only the scores 3 (sensitive) and 4 (very sensitive) were found. All water areas have a score of 3 (sensitive) and some mudflats in May, July and August got a score of 4 (very sensitive). Especially Balgzand which is a major foraging site due to plenty of benthos and Rottumerplaat, where almost no human impact is present. This can be explained by the amount of waders who arrive during the summer months to breed. Those breeding birds have an overall sensitivity score of 4 (very sensitive). Mudflats are the most sensitive areas year round as they are not easily cleaned and oil can get stuck into the sediment. It is recommended that if oil pollution occurs, it may not reach the mudflats, especially during the summer months. Special attention needs to go out to Balgzand and Rottumerplaat as they are very vulnerable for oil pollution due to their position in relation to the tidal current.

Voorwoord

Voor u ligt het rapport 'Een vogelvlucht voor de oliebestrijding'. Dit onderzoek is in het kader van ons afstudeerproject, voor de opleiding Kust- en Zee Management, uitgevoerd. Onder begeleiding en in opdracht van de organisatie 'Oil In Littoral Substrates' (OILS) is dit onderzoek uitgevoerd.

Graag willen wij onze opdrachtgevers, vanuit de organisatie OILS en tevens onze afstudeerbegeleiders, Ruben de Vries en Patrick Bron bedanken voor de begeleiding en feedback gedurende ons afstudeerproject. Joop van Eerbeek danken wij voor het kritisch beoordelen van de aangeleverde producten gedurende het proces. Voor het aanleveren van de verspreidingsdata van de kust- en zeevogels willen wij Sovon Vogelonderzoek Nederland (SOVON) bedanken. Wij willen Joost Lahr bedanken voor het geven van feedback op de methode. Martin Baptist en Wageningen

Marine Research willen wij bedanken voor de hulp tijdens ons project en het aanleveren van kaartmateriaal. Matt Needle willen we bedanken voor de hulp bij onze analyse in ArcGis Desktop.

Sam Huigen

Florian Kloekke

Leeuwarden, juni 2017

Inhoudsopgave

1.	Inleiding.....	10
1.1	Introductie	10
1.2	Probleemstelling	15
1.3	Doelstelling	16
1.4	Onderzoeksvragen	16
2.	Materiaal en methode	17
2.1	Literatuur	17
2.2	Selectie vogelsoorten.....	17
2.3	Verspreidingsdata	18
2.3.1	Gebiedsindeling	19
2.4	Gevoeligheidsscores toewijzen.....	19
2.5	Verwerken in ArcGIS	22
2.6	Gesprekken met experts.....	23
2.7	Eindanalyse	23
3.	Resultaten	24
3.1	Kenmerken.....	24
3.1.1	Mobiliteit.....	24
3.1.2	Besmeuring	25
3.1.3	Voedselvoorkeur	26
3.1.4	Reproductie snelheid	27
3.1.5	Patchiness	28
3.1.6	Abundantie.....	29
3.2	Gevoeligheidskaarten	30
4.	Discussie	32
4.1	Resultaten verklaring	32
4.2	Vergelijkbare onderzoeken	33
4.3	Datavalidatie	34
5.	Conclusie	36
6.	Aanbevelingen	38
6.1	Oliebestrijdingsteams	38
6.2	OILS	38
	Literatuurlijst.....	
	Bijlage I - Modelbuilder.....	
	Bijlage II – Intermediaire kaarten mobiliteit.....	
	Bijlage III – Intermediaire kaarten besmeuring	

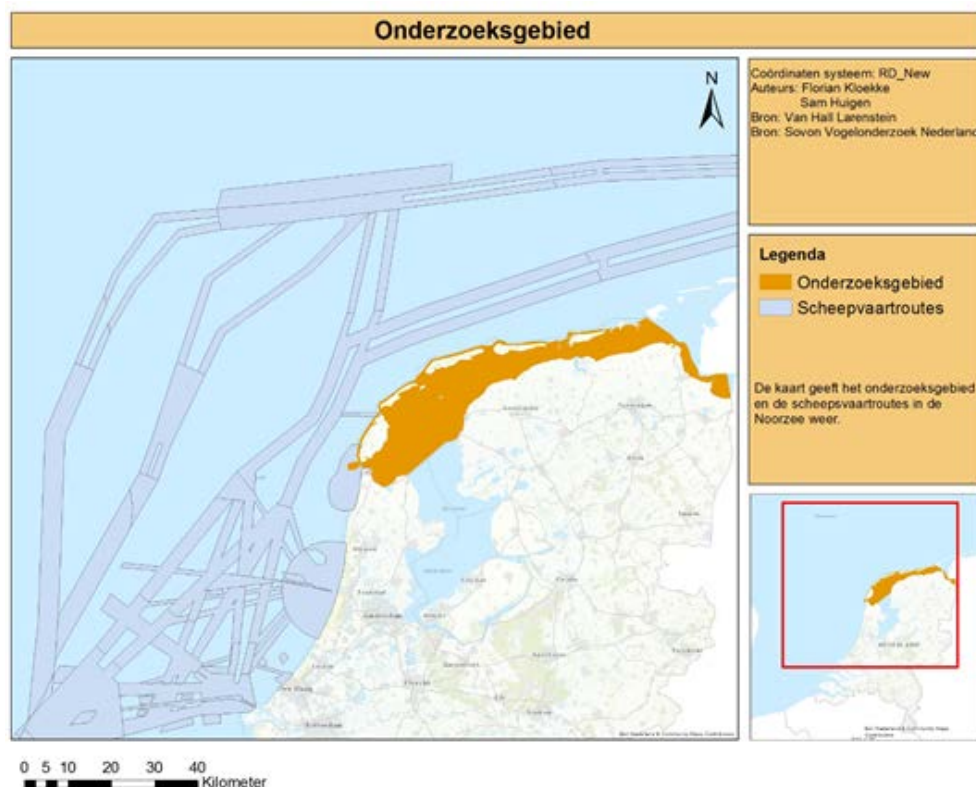
Bijlage IV – Intermediaire kaarten voedselvoorkeur	
Bijlage V – Intermediaire kaarten reproductie snelheid.....	
Bijlage VI – Intermediaire kaarten patchiness	
Bijlage VII – Intermediaire kaarten abundantie.....	
Bijlage VIII – Gevoeligheidsscores.....	

1. Inleiding

De Waddenzee is een gebied met een hoge natuurwaarde en herbergt veel flora en fauna. Langs dit gebied bevindt zich veel scheepvaart waardoor het risico op olieverontreiniging constant aanwezig is. Kust- en zeevogels worden makkelijk getroffen en zijn hier erg gevoelig voor. De gevoeligheid van de Waddenzee wordt aan de hand van kust- en zeevogels en hun verspreiding bepaald. Hierdoor kunnen doelgerichte maatregelen genomen worden in het geval van olieverontreiniging.

1.1 Introductie

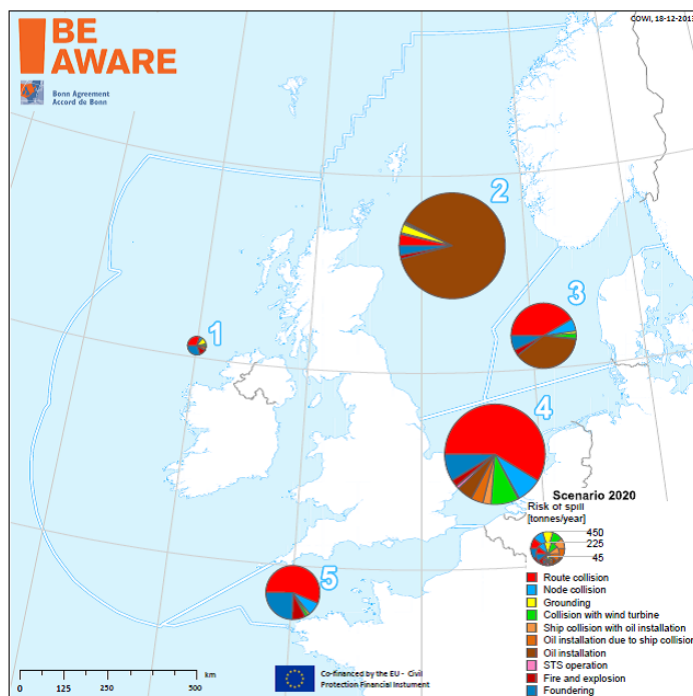
De Nederlandse Waddenzee is werelderfgoed en in 2016 uitgeroepen tot mooiste natuurgebied van Nederland (Rijksoverheid, 2016). Het is een natuurgebied van wereldbelang en behoort tot de RAMSAR conventie. De RAMSAR conventie streeft naar de instandhouding en het juiste gebruik van waterrijke gebieden (RAMSAR, 2017). 'De Conventie verplicht de regeringen de gebieden te beschermen en het belang van de natuur in die gebieden zwaarder te laten wegen dan menselijke belangen' (Waddenzee.nl, 2017). Dit getijdengebied, dat twee keer per dag grotendeels droog komt te staan en weer onder water loopt, herbergt een grote verscheidenheid aan biodiversiteit. De Waddenzee en de Eems Dollard, gelegen in het noorden van Nederland tussen de Waddeneilanden, de Noord-Hollandse, Friese en Groningse kust, representeert het onderzoeksgebied in dit onderzoek (figuur 1). De Waddenzee bestaat uit 39 kombergingsgebieden, waarvan de Nederlandse Waddenzee en de Eems Dollard er 10 van representeren (figuur 5). Chemische verontreiniging kan ernstige schade aanrichten, bijvoorbeeld in de vorm van een olieramp. Gedurende één getijdewerking vind er weinig uitwisseling van water en chemische componenten plaats tussen de kombergingsgebieden (Programmteam, 2010). Een kombergingsgebied is het gebied tussen twee wantijen dat gevuld en geleegd wordt door een zeegat. De kombergingsgebieden zijn zeer geschikt om ecologische en fysische interacties binnen de Waddenzee te onderzoeken en hier doelgerichte maatregelen naar te nemen.



Figuur 1: onderzoeksgebied met scheepvaarroutes

De Waddenzee is onderdeel van de Oost-Atlantische trekroute, die vanaf het Arctische gebied, langs de West-Europese en West-Afrikaanse kust, tot aan Zuid-Afrika loopt. De trekroute wordt door vele soorten vogels gebruikt om naar hun broed- of overwintergebieden te trekken (van Roomen et al., 2014). Veel van deze vogels, die de trekroute gebruiken om naar hun broed- of overwintergebieden te migreren, gebruiken de Waddenzee als tussenstop om op kracht te komen voor het resterende deel van de trek. Daarnaast broeden of overwinteren 6 miljoen vogels in dit natuurgebied (Kommerie, 2016). Het aantal vogels per maand verschilt door deze migraties enorm. Hiervoor wordt de data per maand toegespitst.

Het gebied is zeer waardevol voor soorten zoals, de Rosse grutto (*Limosa lapponica*), Kanoetstrandloper (*Calidris canutus*) en Regenwulp (*Numenius phaeopus*) waarvoor er geen andere vergelijkbare tussenstop is op de Oost-Atlantische trekroute (LNV/Interwad, 2009). Dit unieke natuurgebied is ook belangrijk voor economische sectoren zoals; visserij, industrie, scheepvaart en toerisme (Waddenvereniging, 2016). Een olieramp kan de economische functie van de Waddenzee schade. Experts schatten dat een olieramp eens in de 50 jaar kan voorkomen in de Waddenzee. Hierdoor is het van groot belang dat het gebied beschermd wordt tegen een dergelijke olieramp. De scheepvaart ten noorden van de Waddeneilanden vervoert per dag gemiddeld 200.000 ton olie. Het olietransport over de Waddenzee is jaarlijks zo'n 250.000 ton olie ter bevoorrading van de eilanden (Waddenzeeschool, 2014). Ook zorgt de aanleg van de olieterminal in de Eemshaven, met een uiteindelijke capaciteit van 2.760.000 m³ olie, voor een vergroting van de kans op een aanvaring tussen schepen (Hamer, 2009). De scheepsvaart routes langs de Nederlandse Noordzeekust behoren tot de drukst bevaren routes ter wereld (Ministerie van EZ, 2014). In figuur 2, wordt doormiddel van een taartdiagram en de grootte hiervan, weergegeven hoe groot de kans is dat een olieramp voortkomt uit een botsing tussen schepen binnen een scheepvaartroutes.

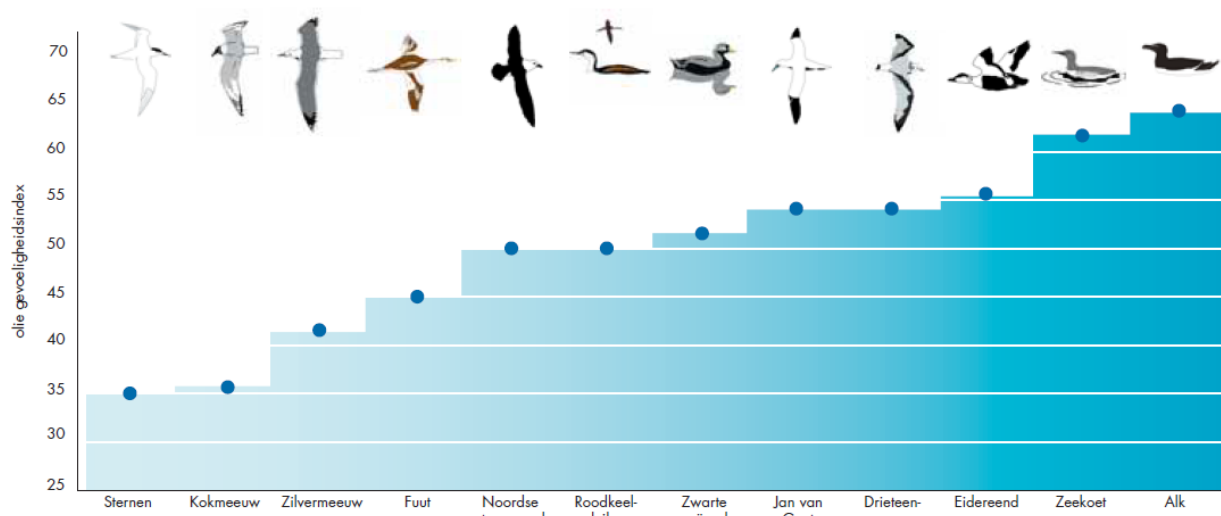


Figuur 2: oorzaken voor mogelijke olierampen in de Noordzee (Bonnagreement, 2014)

De bouw van de olieterminals in de Eemshaven en de toename in scheepvaartverkeer die daardoor zal ontstaan, verhoogd het risico op een botsing tussen schepen. In samenwerking tussen Rijkswaterstaat (RWS), Groningen Seaports, de Waddenvereniging en Natuur- en Milieudefensie is onderzoek gedaan naar de kwaliteit van de rampenbestrijding op de Waddenzee en Eems Dollard. De uitkomsten van dit onderzoek laten zien dat er nog verbeteringen aangebracht kunnen worden aan

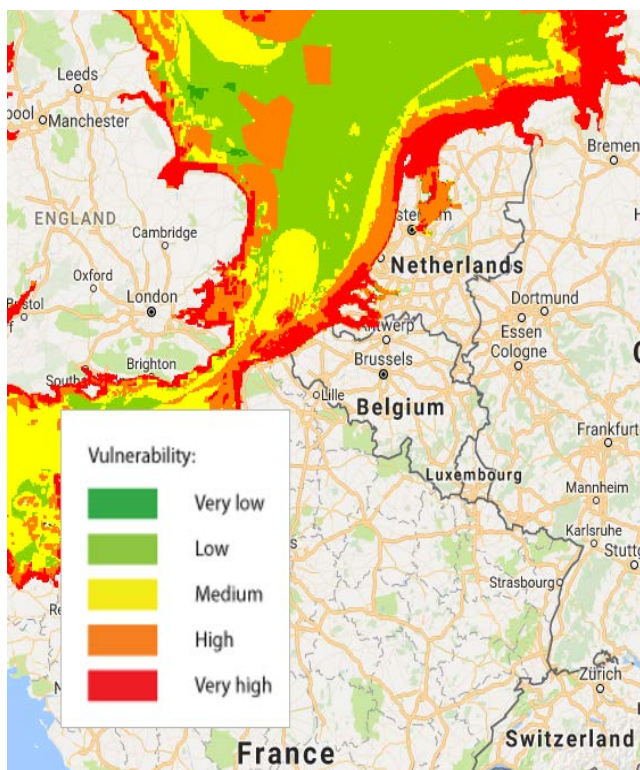
de planning, de aansturing en de bestrijdingsmethoden om een olieramp te bestrijden in de Eems Dollard en de Waddenzee (Kuipers et al., 2012). Om de effecten van een mogelijke olieramp in de Waddenzee zoveel mogelijk te beperken en de olie zo snel mogelijk op te ruimen met de juiste middelen, is het ecologisch spoorboekje samengesteld. Dit 'ecologisch spoorboekje Waddenzee' is samengesteld door de Waddenvereniging en Rijkswaterstaat en is bedoeld voor oliebestrijdingsteams en gebiedsbeheerders. Het boekje wijst uit of er al dan niet dient te worden ingegrepen en met welke methoden en materialen, om zo een snelle en efficiënte response in te zetten (Berkhuysen, 2012). Het scenario uit 2010, met het schip de Aleid Knutsen die in aanvaring kwam met een boxboatcarrier, heeft aangetoond dat met behulp van het getij en de wind olieverontreiniging vanuit de Noordzee snel in de Waddenzee terecht kan komen en veel schade kan aanrichten (Kuipers et al., 2012).

De materialen en de kennis om een mogelijke olieramp te bestrijden zijn aanwezig, maar waar deze ingezet moeten worden als olieverontreiniging optreedt, is nog niet in kaart gebracht. Hiervoor zijn er in 2007 ecologische kwetsbaarheidskaarten ontwikkeld door Alterra in samenwerking met Rijkswaterstaat en gemaakt door Grontmij. Het doel hiervan was om deze kaarten beschikbaar te maken voor het calamiteiten risicomanagement systeem (CALAMARIS). Dit is door omstandigheden niet verder ontwikkeld (de Lange et al., 2013). De ecologische kwetsbaarheidskaarten, geproduceerd door Lahr et al. (2007) (Alterra), had als doel om met behulp van gevoeligheidskaarten de ecologische kwetsbaarheid weer te geven. Tot op den heden zijn er geen definitieve kaarten die gebruikt kunnen worden om de gevoeligheid binnen de Waddenzee te onderscheiden. Andere methoden om de gevoeligheid voor olie weer te geven zijn de Oil Vulnerability Index (OVI) en de Bird Oiling Index (BOI) methoden. Via de OVI methode worden aan de hand van 20 criteria gevoeligheidsscores van 0, 1, 3 of 5 toegewezen. In figuur 3 is de gevoeligheid van vogels voor olie weergegeven aan de hand van de OVI methode. Hierin is te zien dat veelal zwemmende/drijvende vogels een hogere gevoeligheid hebben dan vliegende vogels. De BOI methode wijst aan de hand van 14 criteria scores toe waarbij ook de hoeveelheid vogels per onderzoeksgebied wordt meegenomen (Santec Consulting Ltd., 2011) (Camphuysen, Chronic oil pollution in Europe, 2007). Beide methoden zijn erg tijdrovend in vergelijking tot de methode van Lahr et al. (2007). De methode van Lahr et al. (2007) dient als leidraad voor dit onderzoek. Vanuit de organisatie Oil In Littoral Substrates (OILS) en mede in het rapport van Lahr et al. (2007) werd aanbevolen om de kaarten en gegevens regelmatig te updaten.



Figuur 3: Verschillende maten van gevoeligheid voor olieverontreiniging voor verschillende soorten vogels op basis van de 'Oliegevoelighedsindex' o.a. gepubliceerd door zeevogelexpert Kees Camphuysen (Seys, 2004)

In 2013 gaf RWS de opdracht om de kaarten van Lahr et al. (2007) te updaten voor de Noordzee. Het doel hiervan was om de kaarten zo te updaten dat de kwetsbaarheid van alle soorten en ecologische elementen tot één totale kwetsbaarheidswaarde zouden worden verwerkt. Eén van de studies die gedaan is om de kwetsbaarheidskaarten te produceren, is uitgevoerd door H.J. de Lange. H.J. de Lange heeft de ecologische informatie geïnventariseerd en geselecteerd. Deze inventarisatie richtte zich voornamelijk op vogels en zeezoogdieren uit de Noordzee, de Waddenzee, de Oosterschelde en de Westerschelde. De selectie van de soorten was gebaseerd op een drietal richtlijnen: (1) aanwezigheid in deelgebied, (2) beschermingswaarde (gebaseerd op wet- en regelgeving) en (3) natuurwaarde (relatief belang van het deelgebied voor de West-Europese populatie) (de Lange H. J., 2007). Een soortgelijk selectieproces is toegepast in dit onderzoek, waarbij kust- en zeevogels zijn geselecteerd op aanwezigheid in het onderzoeksgebied en beschermingswaarde (vogelrichtlijn en IUCN rode lijst) van de soort. Een ander project op het gebied van crisismanagement omtrent olierampen en de bestrijding is het BE-AWARE (**B**onn **A**greement: **A**rea-wide **A**ssessment of **R**isk **E**valuations) project. Dit project legt de focus op de grotere Noordzee en is opgedeeld in twee fases. De eerste fase heeft zich gericht op het kwantificeren en identificeren van het risico en de schaal van een mogelijke olieramp. De tweede fase is bedoeld om te bepalen welke methodes en technieken de risico's kunnen reduceren en de bestrijding kan bevorderen op gebiedsniveau. Net als het OILS project worden inzichten in de effecten van een olieramp doorberekend, echter op verschillende gebiedsniveaus. In figuur 4 is een ecologische gevoeligheidskaart uit het Be-Aware onderzoek van de grotere Noordzee te zien. Deze kaart geeft een onderscheid in ecologische gevoeligheid weer, waarbij de Waddenzee als 'extreem gevoelig' naar voren komt. Er wordt geen onderscheid in gevoeligheid tussen verschillende gebieden in de Waddenzee gemaakt. Een gedetailleerd overzicht van de Waddenzee en de Eems Dollard kan voor een betere aanpak zorgen als er olieverontreiniging optreedt waarmee gevolgen kunnen worden geminimaliseerd.



Figuur 4: ecologische gevoeligheidskaart voor olieverontreiniging (Bonn Agreement, 2017).

De hoge (rood: 'very high') ecologische gevoeligheid van de Waddenzee betekent dat de benthische organismen en vogels erg gevoelig zijn voor olieverontreiniging. Zeezoogdieren en vissen zijn meestal in staat olie te vermijden, terwijl vogels olie niet snel vermijden (Lahr et al., 2007). Een gezonde vogel heeft een lichaamstemperatuur van 41°C en om deze te behouden zijn twee voorwaarden van groot belang: (1) de vogel dient voldoende energie in de vorm van voedsel binnen te krijgen, (2) zijn isolerende verenkleed moet onnodig warmte verlies tegengaan. Als er olieverontreiniging optreedt en de vogel raakt besmeurd met olie, dan verliest het verenkleed zijn isolerende werking. Olie tast namelijk de dichtingslaag van de veren aan, deze klonten samen en het koude water kan tot op de huid van de vogel doordringen. Dit zorgt ervoor dat de vogel afkoelt en zwaarder wordt. Beide gevolgen leiden tot een groter energieverbruik wat resulteert in verzwakking van de vogel. De vogel wordt ziek, lusteloos en verbrandt al zijn reserves om zijn lichaamstemperatuur te behouden. Dit gaat ten koste van zijn onderhuidse vetlaag die als laatste isolerende laag dient (Seys, 2004). Als deze effecten aanhouden zullen ook de borstspieren, die voor de vlieg- en onderwaterzwemkracht zorgen, worden opgebrand als energie bron. Dit is het moment dat de vogel zodanig is verzwakt dat deze zonder hulp van buitenaf zal sterven. Een bijkomend effect op vogels die besmeurd zijn met olie is dat deze zich wanhopig gaan poetsen om de schade zoveel mogelijk te beperken. Hierdoor nemen ze zowel giftige dampen als giftige vaste deeltjes van de olie op. De giftige deeltjes tasten de lever, longen, nieren, darmen en andere inwendige organen aan, wat pas tot uiting komt in een later stadium (Seys, 2004) (de Lange et al., 2013). Bij olieverontreiniging in een ondiepe zee zoals de Waddenzee, zal de olie door het getij en de stroming snel verspreid en gedeponeerd worden op de kusten en de wadplaten die droog komen te vallen. De stroming stroomt vanaf Texel richting Rottumerplaat. In het sediment van deze kusten en wadplaten leven organismen die in hun zoektocht naar voedsel de bodem bioturberen. Bioturbatie zorgt ervoor dat de olie kan doordringen in het sediment tot tientallen centimeters diep. De benthische organismen worden verontreinigd met olie en zullen uiteindelijk sterven. De olie zit gevangen in een anaerobe omgeving waar het moeilijk afgebroken kan worden (Bergman, 1983). Voornamelijk steltlopers eten benthische organismen, waardoor de olie doormiddel van voedselinname bioaccumuleert in het lichaam van de vogel (van Gennip, 1992).

Niet alleen de juveniele en volwassen vogels ondervinden effecten van olieverontreiniging, maar ook de eieren van deze vogels. Dit bleek het geval te zijn na de ramp met de Exxon Valdez in Alaska. De helft van alle gecontroleerde eieren van de Amerikaanse zeearend en de zeekoet waren besmeurd met olie. Onderzoek toonde aan dat een hoeveelheid van vierduizendste van één milliliter petroleum op een bevrucht ei, het embryo kan doen sterven (Seys, 2004). Verschillende vogels binnen het mariene systeem hanteren verschillende gedragskenmerken, zo zijn er drijvende soorten zoals de zee-eenden, duikende soorten zoals de duikers en veelal vliegende soorten zoals de sterns (Lahr et al., 2007). Door deze gedragskenmerken verschilt de kans per vogelsoort om in aanraking te komen met olie. Door de gedragskenmerken verschilt de gevoeligheid per soort omdat de ene soort eerder in aanraking komt met olie dan de andere soort (figuur 3).

De overlevingskans van een met olie besmeurde vogel, die een gezonde lichaamstemperatuur van 41°C moet behouden in een mariene milieu welke vele malen kouder is, wordt niet hoog geschat (Seys, 2004). Zowel binnen de eerste maand als binnen de tweede maand, na het contact met olie, sterft er telkens 83%. Dit betekent dat slechts 3% van de vogels de eerste twee maanden overleeft. 0.6% van de vogels die in aanraking komt met olie houdt het een jaar vol. Zelfs voor een vogel die in goede handen van een opvangcentrum terecht komt, is de kans dat deze het overleeft maar 10%. Een belangrijke reden hiervoor is het feit dat deze vogel waarschijnlijk al enige tijd op zee heeft rondgedwaald en dus al zo erg verzwakt, ziek en vergiftigd is dat hulp simpelweg te laat is. Zelfs als een vogel hersteld en vrij gelaten wordt, is het niet zeker dat deze zal overleven en zich zal voortplanten. De vogel wordt op populatie niveau als verloren beschouwd. Olie beïnvloedt de alledaagse levenscyclus

van vogels dusdanig dat zij op den duur niet meer in staat zijn om in hun primaire levensbehoefte te voorzien en zullen sterven (Camphuysen, Chronic oil pollution in Europe, 2007).

Rekening houdend met de effecten van olieverontreiniging op kust- en zeevogels zijn er voor dit onderzoek criteria opgesteld aan de hand van het onderzoek van Lahr et al., (2007) die deze effecten vertalen naar scores. De criteria zijn: blootstelling, gevoeligheid en herstelveermogen en scores worden toegewezen aan vogels uitgaande van drijvende olie. Deze criteria worden elk onderverdeeld in twee kenmerken. Blootstelling wordt onderverdeeld in mobiliteit en abundantie. Mobiliteit geeft de mate van aanwezigheid van de vogels in het onderzoeksgebied weer. Abundantie geeft de hoeveelheid vogels per kombergingsgebied weer. Gevoeligheid wordt opgedeeld in de kenmerken besmeuring en voedselvoorkeur. Dit geeft weer in welke mate de vogels olie binnen krijgen en besmeurd kunnen raken met olie. Het criteria herstelveermogen heeft als kenmerken reproductiesnelheid en patchiness. Reproductiesnelheid geeft weer of de vogelsoort zich snel kan reproduceren en of de soort zich snel kan herstellen na een populatie afname. Patchiness geeft weer in welke mate de soort over het onderzoeksgebied verspreid is (Lahr et al., 2007).

Het project OILS (Oil in Littoral Substrates) is een samenwerking tussen de Waddenvereniging en 3 hogescholen in Leeuwarden; Noordelijke Hogeschool Leeuwarden (NHL), Stenden Hogeschool en Hogeschool Van Hall Larenstein (VHL), welke elk hun eigen werkpakket (onderdeel) hebben binnen het project. Het project heeft als doel om de effecten van een mogelijke olieramp in het Nederlandse deel van de Waddenzee in kaart te brengen. De ecologische effecten worden in kaart gebracht door Hogeschool Van Hall Larenstein. Stenden Hogeschool zal de economische effecten in kaart brengen. De informatica opleiding van de Noordelijke Hogeschool Leeuwarden zal deze verschillende werkpakketten samenvoegen en met deze informatie een bestrijdings-effect tool ontwikkelen. De bestrijdings-effect tool berekent een gevoeligheidsscore en visualiseert deze in een kaart. Zo kunnen er gebieden geïdentificeerd worden die aan de hand van de bestrijdings-effect tool gevoelig zijn. De oliebestrijdingsteams kunnen hierdoor hun acties richten op de gebieden waar dit het meest nodig is (²Waddenvereniging, 2016).

Dit afstudeeronderzoek, uitgevoerd vanuit Hogeschool Van Hall Larenstein, zal zich richten op een onderdeel van het ecologische werkpakket. Dit is een selectie van kust- en zeevogels en hun gevoeligheid voor olie om hiermee wordt de volgende vraag beantwoord: *Welke kombergingsgebieden zijn het meest gevoelig voor olieverontreiniging, op basis van gevoeligheidsscores van kust- en zeevogels, in het Nederlandse deel van de Waddenzee en de Eems Dollard?* Om de gevoeligheid van olieverontreiniging voor kust- en zeevogels te kunnen bepalen wordt een selectie van kust- en zeevogels gemaakt. Deze vogels krijgen gevoeligheidsscores toegekend. Met behulp van een GIS (Geografisch Informatie Systeem) wordt dit gevisualiseerd en wordt er per maand een kaart geproduceerd. Deze kaarten geven de gevoeligheid weer van alle kombergingsgebieden binnen het onderzoeksgebied per maand.

1.2 Probleemstelling

Bij een olieramp op de Waddenzee zal de ecologie snel getroffen worden en is een snelle reactie vereist om de gevolgen te beperken. Vogels zullen de olie meestal niet vermijden en kunnen makkelijk overlijden als deze in aanraking komen met olie. De Waddenzee komt tweemaal daags grotendeels droog te liggen waardoor de olie in het sediment kan doordringen en schade aanbrengt aan de benthische organismen en hun predatoren (vogels). Daarom is het nodig dat het juiste materieel snel en op de goede plek wordt ingezet door de oliebestrijdingsteams. De prioritering van de gevoeligste gebieden binnen de Waddenzee is onbekend, wat de snelheid van een gerichte aanpak verhindert. Dit kan ervoor zorgen dat de gevolgen van een olieramp groter zullen zijn dan nodig.

1.3 Doelstelling

Het doel van dit afstudeeronderzoek is het maken van één kaart per maand waarin de gevoeligheid van olie voor de kombergingsgebieden is weergegeven, op basis van de gevoeligheidsscores van de vogels. Deze kaarten geven binnen de Waddenzee weer hoe gevoelig de verschillende kombergingsgebieden zijn.

Het ecologische werkpakket, waar dit onderzoek deel van is, zal worden gecombineerd met de andere werkpakketten wat een bestrijdings-effect tool zal opleveren die de ecologische en economische effecten van olie doorberekend en visualiseert. Het doel van het gehele OILS project is dat de oliebestrijdingsteams hun acties snel en doelgericht kunnen inzetten in geval van olieverontreiniging.

1.4 Onderzoeksvragen

De hoofd en deelvragen die bij dit onderzoek horen zijn:

Welke kombergingsgebieden zijn het meest gevoelig voor olieverontreiniging, op basis van gevoeligheidsscores van kust- en zeevogels, in het Nederlandse deel van de Waddenzee en de Eems Dollard?

- 1. Welke kust- en zeevogelsoorten zijn gebonden aan de Waddenzee en/of zijn volgens de vogelrichtlijn of IUCN van ecologisch belang of beschermd?*
- 2. Wat is de verspreiding van de geselecteerde kust- en zeevogelsoorten binnen het Nederlandse deel van de Waddenzee?*
- 3. Wat is de gevoeligheid van de geselecteerde kust- en zeevogelsoorten voor drijvende olie?*
- 4. Op welke kombergingsgebieden moet volgens de gevoeligheidsanalyse prioritering gelegd worden in geval van olieverontreiniging en hoe is het onderscheid per maand?*

2. Materiaal en methode

2.1 Literatuur

Gedurende het onderzoek is er via verschillende informatiebronnen literatuur verzameld. Vergelijkbare projecten zoals Bonn Agreement (Povlsen & Hjorth, 2015) en vanuit Alterra (Lahr et al., 2007) hebben inzicht gegeven in de methodiek en het opstellen van de criteria om de gevoeligheidsscores voor de vogels vast te stellen en toe te wijzen. Joost Lahr heeft onder andere voor input van literatuur gezorgd. Het gaat hierbij om de volgende rapporten van: de Lange et al. (2013), de Lange (2007), van Lanen et al. (2008) en Seys (2004). Deze rapporten zijn afkomstig van Alterra en Grontmij, uitbesteed en gefinancierd door Rijkswaterstaat en vallen onder het project CALAMARIS, voorheen CALPREA. Verdere aanvullende literatuur is gezocht door het gebruiken van de volgende steekwoorden in zoekmachines zoals Google scholar: wadvogels, vogels, olie, olieverontreiniging, olieramp, oliebestrijdingsteam, oil response teams, oliebestrijding, Waddenzee, gevoeligheid.

2.2 Selectie vogelsoorten

Om de gevoeligheid van de kust- en zeevogels ten opzichte van olieverontreiniging in kaart te brengen is een selectie van kust- en zeevogels gemaakt. De methode die gebruikt is, is afgeleid van de Lange (2007). Bij deze methode wordt er aan de hand van 3 richtlijnen vogels geselecteerd, namelijk (1) aanwezigheid in onderzoeksgebied, (2) beschermingswaarde (gebaseerd op wet- en regelgeving) en (3) natuurwaarde (relatief belang van het deelgebied voor de West-Europese populatie). Voor dit onderzoek zijn, aan de hand van richtlijn 1 en 2, vogels geselecteerd voor de Waddenzee en de Eems Dollard. Aan de hand van de eerste richtlijn zijn de kust- en zeevogels welke in het Waddengebied voorkomen geselecteerd. De tweede richtlijn, beschermingswaarde, is gebaseerd op de vogelrichtlijn en rode lijst soorten (Backes, et al., 2011) (Ministerie van Economische Zaken, 2017). De kust- en zeevogels zijn verdeeld over de droogvallende delen (wadplaten) en het water. De steltlopers zijn toegewezen aan de droogvallende delen en de overige vogels aan het water (26 vogelsoorten) en aan de wadplaten (46 vogelsoorten), omdat deze zich overal kunnen bevinden (van den Hout & Piersma, 2013). Als een beschermde soort in aanraking komt met olie kan dit veel schade aanrichten aan de populatie, omdat deze over het algemeen een kleine populatie hebben (Seys, 2004). Om de beschermde soorten te selecteren is de rode lijst en de vogelrichtlijn van het ministerie van economische zaken geraadpleegd. In tabel 1 worden de opgenomen vogelsoorten weergegeven. De selectie bevat zowel kust- en zeevogels die een r strategie toepassen als vogels die een K strategie toepassen. Een organisme die een K strategie toepast, leeft meestal in een constante omgeving, plant zich voort met weinig nakomelingen en is een goede concurrent. Een r strategie houdt in dat een organisme meestal leeft in een dynamische omgeving, met een hoog aantal nakomelingen en is een slechte concurrent (J. Kaiser et al., 2011).

Tabel 1: de geselecteerde kust- en zeevogels en de gebiedstoewijzing.

Vogelsoort	Gebiedstoewijzing	Vogelsoort	Gebiedstoewijzing
Bergeend	Water / wadplaat	Fuut	Water / wadplaat
Rotgans	Water / wadplaat	Geoorde fuut	Water / wadplaat
Brandgans	Water / wadplaat	Kuifduiker	Water / wadplaat
Eider	Water / wadplaat	Kleine zilverreiger	Wadplaat
Middelste zaagbek	Water / wadplaat	Bontbekplevier	Wadplaat
Pijlstaart	Water / wadplaat	Bonte strandloper	Wadplaat
Topper	Water / wadplaat	Drieteenstrandloper	Wadplaat
Aalscholver	Water / wadplaat	Goudplevier	Wadplaat
Dwergstern	Water / wadplaat	Groenpootruiter	Wadplaat
Grote stern	Water / wadplaat	Grutto	Wadplaat
Noordse stern	Water / wadplaat	Kanoet	Wadplaat
Visdief	Water / wadplaat	Kluut	Wadplaat
Zwarte stern	Water / wadplaat	Krombekstrandloper	Wadplaat
Brilduiker	Water / wadplaat	Lepelaar	Wadplaat
Grote mantelmeeuw	Water / wadplaat	Regenwulp	Wadplaat
Kleine mantelmeeuw	Water / wadplaat	Rosse grutto	Wadplaat
Kokmeeuw	Water / wadplaat	Scholekster	Wadplaat
Stormmeeuw	Water / wadplaat	Steenloper	Wadplaat
Zilvermeeuw	Water / wadplaat	Strandplevier	Wadplaat
Grote zee-eend	Water / wadplaat	Tureluur	Wadplaat
Slobeend	Water / wadplaat	Wulp	Wadplaat
Wintertaling	Water / wadplaat	Zilverplevier	Wadplaat
Smient	Water / wadplaat	Zwarte ruiter	Wadplaat

2.3 Verspreidingsdata

Voor het verkrijgen van de verspreidingsdata van de geselecteerde kust- en zeevogels is Sovon Vogelonderzoek Nederland (SOVON) geraadpleegd. Van de vogels in tabel 1 is verspreidingsdata geleverd. Dit gaat om de gemiddelde aantallen vogels per soort, per maand over een periode van vijf jaar. Echter is er van enkele 'zeldzame' vogels geen data verkregen. Dit gaat om de Zwarte Zee-eend (*Melanitta nigra*), Geelpootmeeuw (*Larus michahellis*), Roodkeelduiker (*Gavia stellata*) en Roodhalsfuut (*Podiceps grisegena*).

De data is geclusterd in 100 telgebieden die SOVON hanteert, gelegen om de Waddenzee en Eems Dollard (figuur 5). Dit zijn de zogenoemde hoogwatervluchtplaatsen (hvp's). Deze hvp's liggen aan de kusten van het onderzoeksgebied. De vogeltellingen zijn maandelijks uitgevoerd. De gemiddelde tellingen van de jaartallen juli 2010/juni 2011 t/m juli 2014/juni 2015 zijn gebruikt. Dit is gedaan, omdat een vogeltelling een momentopname is. Dit zorgt ervoor dat de data betrouwbaarder is, ondanks dat vogels erg mobiele organismen zijn. In sommige gebieden is een vogel maar enkele keren in vijf jaar waargenomen. Om de sporadische waarnemingen eruit te halen, wordt de volgende methode gebruikt. Als er in het gehele onderzoeksgebied minder dan 100.001 vogels aanwezig zijn van één bepaalde vogelsoort, wordt de vogelsoort als niet aanwezig beschouwd voor een kombergingsgebied als er minder dan 0,0001% van het totaal aantal vogels aanwezig zijn. Als er in het gehele onderzoeksgebied meer dan 100.000 vogels aanwezig zijn van één bepaalde vogelsoort, wordt de vogelsoort als niet aanwezig beschouwd voor een kombergingsgebied als er minder dan 0,00001%

van het totaal aantal vogels van de vogelsoort aanwezig zijn. Dit wordt bekeken per kombergingsgebied in één bepaalde maand.



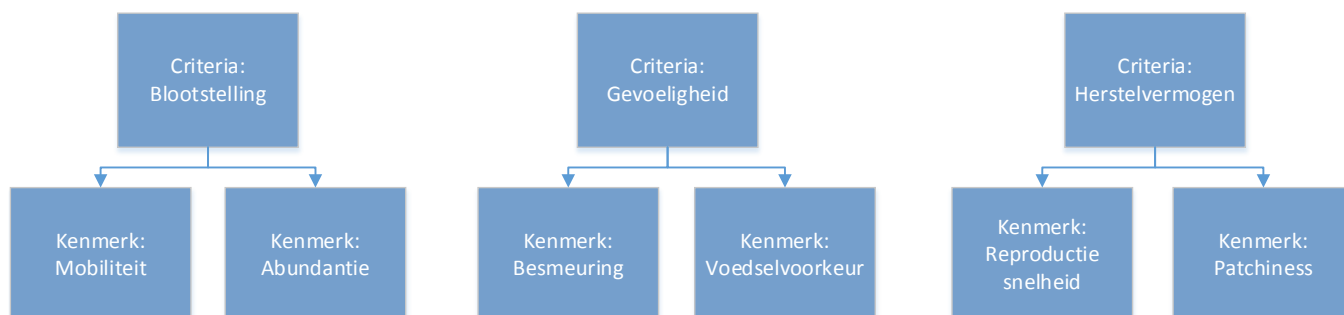
Figuur 5: tel- en kombergingsgebieden in het Nederlandse deel van de Noordzee en de Eems Dollard

2.3.1 Gebiedsindeling

Het onderzoeksgebied is opgedeeld in 16 gebieden. De 10 gebieden tussen de Waddeneilanden en het vaste land zijn bestaande kombergingsgebieden. De kusten aan de Noordzeekant zijn opgedeeld per eiland en zijn ter grote van de SOVON telgebieden (figuur 5). Deze gebieden worden in het verslag ook kombergingsgebieden genoemd. Om uitspraken te doen over de Waddenzee en de Eems Dollard zijn de hvp's aan aangrenzende kombergingsgebieden toegekend. Hierbij is onderscheid gemaakt tussen delen die droog komen te vallen en delen die permanent onder water staan. Vanuit de ecotopenkaart van Wageningen Marine Research zijn de midden- en hoog litorale gebieden, kwelders, duinen en duinvallei toegekend als droogvallende gebieden.

2.4 Gevoeligheidsscores toewijzen

De geselecteerde kust- en zeevogels hebben een gevoeligheidsscore toegewezen gekregen. De gevoeligheidsscore, is een score die weergeeft hoe gevoelig de desbetreffende vogelsoort is voor olieverontreiniging. De criteria die gebruikt zijn om de gevoeligheid voor kust- en zeevogels te bepalen zijn potentiële blootstelling, gevoeligheid en herstelvermogen. Deze criteria zijn opgedeeld in kenmerken waar scores aan zijn toegewezen. Blootstelling bevat het kenmerk mobiliteit en abundantie. Gevoeligheid wordt opgedeeld in besmeuring en voedselvoorkeur. Herstelvermogen wordt opgedeeld in reproductie snelheid en patchiness. Figuur 6 geeft dit weer in een diagram.



Figuur 6: de criteria en bijbehorende kenmerken

De gevoeligheidsscores zijn gerangschikt van licht gevoelig (1) tot en met extreem gevoelig (5), zie tabel 2. Voor elke vogelsoort is individueel gekeken naar de soort specifieke eigenschappen aansluitend op de kenmerken, waarna een score is toegekend. Dit is uitgevoerd aan de hand van de website van SOVON en Vogelbescherming Nederland. Op de websites van deze organisaties is alle benodigde informatie te vinden van de geselecteerde kust- en zeevogels om ze aan de hand van de kenmerken te scoren.

Tabel 2: gevoeligheidsindex

licht gevoelig	1
redelijk gevoelig	2
Gevoelig	3
Zeer gevoelig	4
Extreem gevoelig	5

De scores van de kenmerken worden bij elkaar opgeteld en het totaal wordt door de 6 kenmerken gedeeld waarna een gevoeligheidsscore voor elke vogel wordt berekend. Elk kenmerk weegt even zwaar en de eindscores worden afgerond. Een 3,5 wordt naar beneden afgerond en een 3,51 naar boven. Hieronder wordt elk kenmerk toegelicht en aan de rechterzijde van de pagina wordt de schaalverdeling van de scores in een tabel weergegeven.

Mobiliteit

Mobiliteit geeft aan of de vogel zich dagelijks verplaatst naar landinwaartse bestemmingen of voornamelijk binnen het onderzoeksgebied blijft. Dit kenmerk wordt meegenomen omdat dit de kans weergeeft dat de vogel in aanraking komt met olie. Hierbij is gekeken naar soort specifieke informatie betreffende het leefgebied (⁵Vogelbescherming, 2017). Tabel 3 geeft de schaalverdeling weer die wordt gebruikt om het kenmerk mobiliteit te scoren.

Tabel 3: gevoeligheidsopbouw kenmerk mobiliteit

1	veelal niet aanwezig in het onderzoeksgebied
2	weinig aanwezig in het onderzoeksgebied
3	Soms aanwezig in het onderzoeksgebied
4	Meestal aanwezig in het onderzoeksgebied
5	Altijd aanwezig in het onderzoeksgebied

Besmeuring

De score voor besmeuring van olie wordt bepaald aan de hand van of de vogel voornamelijk vliegt, drijft of op het wad loopt/waad. Dit kenmerk wordt meegenomen omdat dit de kans weergeeft dat de vogel in aanraking komt met olie. Hiervoor is gekeken naar het vlieg- en zwemgedrag van de vogel. Als een vogel aan meerdere kenmerk eigenschappen voldoet, zal de gene met de hoogste score gelden. Tabel 4 geeft de schaalverdeling weer die wordt gebruikt om het kenmerk besmeuring te scoren.

Tabel 4: gevoeligheidsopbouw kenmerk besmeuring

1	Meestal vliegend
2	Gedeelte van de dag vliegend
3	Steltlopers
4	Duikend
5	Drijvend

Voedselvoorkeur

Het kenmerk voedselvoorkeur geeft de kans weer dat bioaccumulatie zich voordoet in het lichaam van een vogel op basis van zijn voedselvoorkeur. Als het dieet van een vogelsoort uit veel benthische organismen bestaat, zal er meer bioaccumulatie plaatsvinden dan dat de vogel een vis of alleseter is. De minder mobiele benthische organismen komen eerder in aanraking met olie dan vissen, doordat vissen de olie doorgaans kunnen vermijden. Als een vogel aan meerdere kenmerk eigenschappen voldoet, zal de gene met de hoogste score gelden. Tabel 5 geeft de schaalverdeling weer die wordt gebruikt om het kenmerk voedselvoorkeur te scoren.

Tabel 5: gevoeligheidsopbouw kenmerk voedselvoorkeur

1	Alles etende soorten
2	Kust gebonden visetende soorten
3	Drijvende visetende soorten
4	Drijvende schelpdier etende soorten
5	Schelp/bodemdier etende lopende vogels

Reproductie snelheid

De score voor reproductie snelheid wordt bepaald door het aantal eieren dat wordt gelegd per jaar. Dit kenmerk wordt meegenomen omdat dit weergeeft hoe snel een populatie zich kan herstellen na een rampscenario. Tabel 6 geeft de schaalverdeling weer die wordt gebruikt om het kenmerk reproductie snelheid te scoren.

Tabel 6: gevoeligheidsopbouw kenmerk reproductie snelheid

1	Meer dan 8 eieren per jaar
2	7-8 eieren per jaar
3	5-6 eieren per jaar
4	3-4 eieren per jaar
5	1-2 eieren per jaar

Patchiness

Patchiness is de homogeniteit van de vogelsoorten over het hele onderzoeksgebied. Is de soort in groepen geclusterd of zit de soort verspreid over het gehele onderzoeksgebied. Als er olieverontreiniging optreedt en een vogelsoort is verspreid zal deze minder invloed van de verontreiniging ervaren dan als de soort in één gebied aanwezig is en er treedt olieverontreiniging op. Tabel 7 geeft de schaalverdeling weer die wordt gebruikt om het kenmerk patchiness te scoren.

Tabel 7: gevoeligheidsopbouw kenmerk Patchiness

1	50% of minder van de vogels in de 20 gebieden met de hoogste abundantie
2	Meer dan 50% van de vogels in de 20 gebieden met de hoogste abundantie
3	Meer dan 50% van de vogels in de 10 gebieden met de hoogste abundantie
4	Meer dan 50% van de vogels in de 5 gebieden met de hoogste abundantie
5	Meer dan 50% van de vogels in de 3 gebieden met de hoogste abundantie

Abundantie

Het kenmerk abundantie wordt per gebied berekend. Dit kenmerk geeft aan hoeveel vogels er per gebied, per maand aanwezig zijn. Om de scores toe te kennen wordt de abundantie teruggerekend naar een oppervlakte eenheid, hectare. Afwijkend van de andere kenmerken krijgt dit kenmerk voor elk gebied per maand een eigen gevoeligheidsscore, terwijl de andere kenmerken één score krijgen welke voor alle gebieden en alle maanden geldt. Tabel 8 geeft de schaalverdeling weer die wordt gebruikt om het kenmerk abundantie te scoren.

Tabel 8: gevoeligheidsopbouw kenmerk abundantie

1	Minder als 0,1% van de vogels komt in het gebied, voor de gekozen maand, voor
2	0,1% van de vogels komt in het gebied, voor de gekozen maand, voor
3	0,3% van de vogels komt in het gebied, voor de gekozen maand, voor
4	1% van de vogels komt in het gebied, voor de gekozen maand, voor
5	2% van de vogels komt in het gebied, voor de gekozen maand, voor

Ter voorbeeld zijn er aan de scholekster (*Haematopus ostralegus*) scores toegekend voor alle kenmerken.

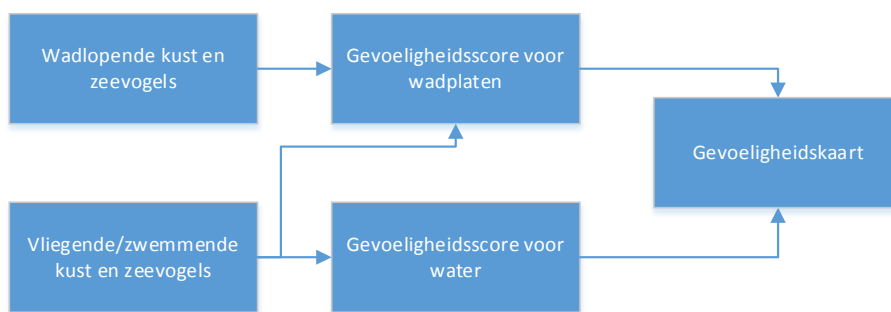
- De scholekster leeft gedurende de winter de hele dag op het wad, maar in de zomer is deze ook op landinwaartse plekken zoals het boerenland en bebouwde gebieden te vinden (⁴Vogelbescherming, 2017). Hierdoor krijgt de scholekster een score 4 voor mobiliteit.
- De scholekster is een steltloper en kan makkelijk in aanraking komen met olie die op de wadplaten is gedeponereerd. De scholekster krijgt een score 3 voor besmeuring.
- De scholekster eet voornamelijk bentische organismen waardoor de kans op bioaccumulatie wordt vergroot. Hij krijgt hiervoor een 5 voor voedselvoorkeur (⁴Vogelbescherming, 2017).
- De predatie op de eieren van de scholekster is hoog, maar als het legsel vroeg in het seizoen gelegd is neemt deze de overgebleven eieren mee en begint een nieuw legsel (Oosterbeek et al., 2006). Een legsel bestaat meestal uit 3-4 eieren. De scholekster krijgt een score 4 voor reproductie snelheid.
- De scholekster zit verspreid over het gehele onderzoeksgebied en krijgt een score 2 voor patchiness.
- Voor het kenmerk abundantie wordt ter voorbeeld de score van kombergingsgebied 28 gebruikt voor de maand juli. Deze score is een 2 omdat er tussen de 0,1% en 0,3% van de vogels voorkomen.

De scores voor de Scholekster bij elkaar opgeteld zijn $4+3+5+4+2+2=20$. Als deze score door 6 wordt gedeeld komt er een gevoeligheidsscore van 3,3 uit, afgerond een 3. De scholekster is volgens de gevoeligheidsindex 'gevoelig' voor kombergingsgebied 28 in juli. Aan de hand van soort specifieke ecologische en biologische gegevens zijn scores worden toegewezen aan al de geselecteerde kust- en zeevogels, zoals is gedaan bij de scholekster.

2.5 Verwerken in ArcGIS

De verwerking van de data is in ArcGIS desktop 10.3.1 gedaan. Om uitspraken over de gehele Waddenzee te doen is de verspreidingsdata van de kust- en zeevogels geëxtrapoleerd. De verspreidingsdata, welke verdeeld is over de 100 telgebieden van SOVON, is toegekend aan de 16 kombergingsgebieden. Alle data die aan een kombergingsgebied is toegekend wordt bij elkaar opgeteld, wat resulteert in de verspreidingsdata gekoppeld aan de kombergingsgebieden. Deze 16 kombergingsgebieden bestaan uit 10 bestaande kombergingen en 6 ingetekende vlakken aan de Noordzee kant van de 5 Waddeneilanden en de Rottumerplaat. Binnen elk kombergingsgebied zijn de droogvallende delen geselecteerd, aan de hand van de WZED_Ecotopenkaart (Wageningen Marine Research, 2009). Dit is gedaan omdat er, binnen de geselecteerde kust- en zeevogels, verschillen zijn in gedrag. Hiermee wordt bedoeld dat een zee- eend of stern minder aanwezig is op de wadplaten dan een steltloper en andersom, zie tabel 1.

De gegevens van de gevoeligheidsscores zijn per maand in één kaart verwerkt, wat resulteert in 12 kaarten. Het diagram in figuur 7 geeft schematisch weer welke input er voor de gevoeligheidskaarten nodig zijn.



Figuur 7: procesdiagram

In Bijlage I zijn de specifieke stappen die zijn ondernomen in ArcGIS weergegeven doormiddel van een model gemaakt met ‘modelbuilder’ en een tabel waarin de stappen worden toegelicht.

De gebruikte datalagen in ArcGIS Desktop zijn in de metadata tabel weergegeven (tabel 9).

Tabel 9: metadata tabel

NAAM	BESCHRIJVING	FORMAT	SCHAAL	JAAR	EIGENAAR
KOMBERGINGEN WADDENZEE WGS84	Kombergingen in de Waddenzee	Vector	-	2011	Programma naar een rijke Waddenzee
WZED_ECOTOPENKAART	Ecotopen van de Waddenzee en Eems Dollard	Vector	1:100.000	2009	Wageningen Marine Research
SHIPPING_ROUTES	Scheepsvaartroutes Noordzee	Vector	-	-	Van Hall Larenstein

2.6 Gesprekken met experts

Tijdens het proces zijn er twee gesprekken gevoerd, het eerste gesprek was met Joost Lahr (ecotoxicoloog bij Alterra) en het tweede gesprek met Martin Baptist (Senior Onderzoeker Marine Ecologie bij Wageningen Marine Research). Het gesprek met J. Lahr had als doel om de methode van dit onderzoek te valideren, aangezien de methode afgeleid is van het onderzoek van Lahr et al. (2007). Het gesprek heeft verder voor veel literaire input gezorgd (zie paragraaf 2.1). Tijdens het gesprek met M. Baptist is aanbevolen om kombergingsgebieden te gebruiken als deelgebieden om de verspreiding van de geselecteerde kust- en zeevogels over te verdelen.

2.7 Eindanalyse

Er zijn gedurende het onderzoek 2 soorten kaarten gemaakt. De eerste soort kaarten laten de gevoeligheid van het onderzoeksgebied per kenmerk zien. De tweede soort kaarten zijn de gevoeligheidskaarten, met hierin al de kenmerken gecombineerd. Deze resultaten zijn geanalyseerd op verschillen in gevoeligheidsscores tussen het water en de droogvallende delen binnen de kombergingsgebieden, om zo onderscheid te kunnen waarnemen en belichten. Hieruit volgen aanbevelingen gericht naar het project OILS en de oliebestrijdingsteams.

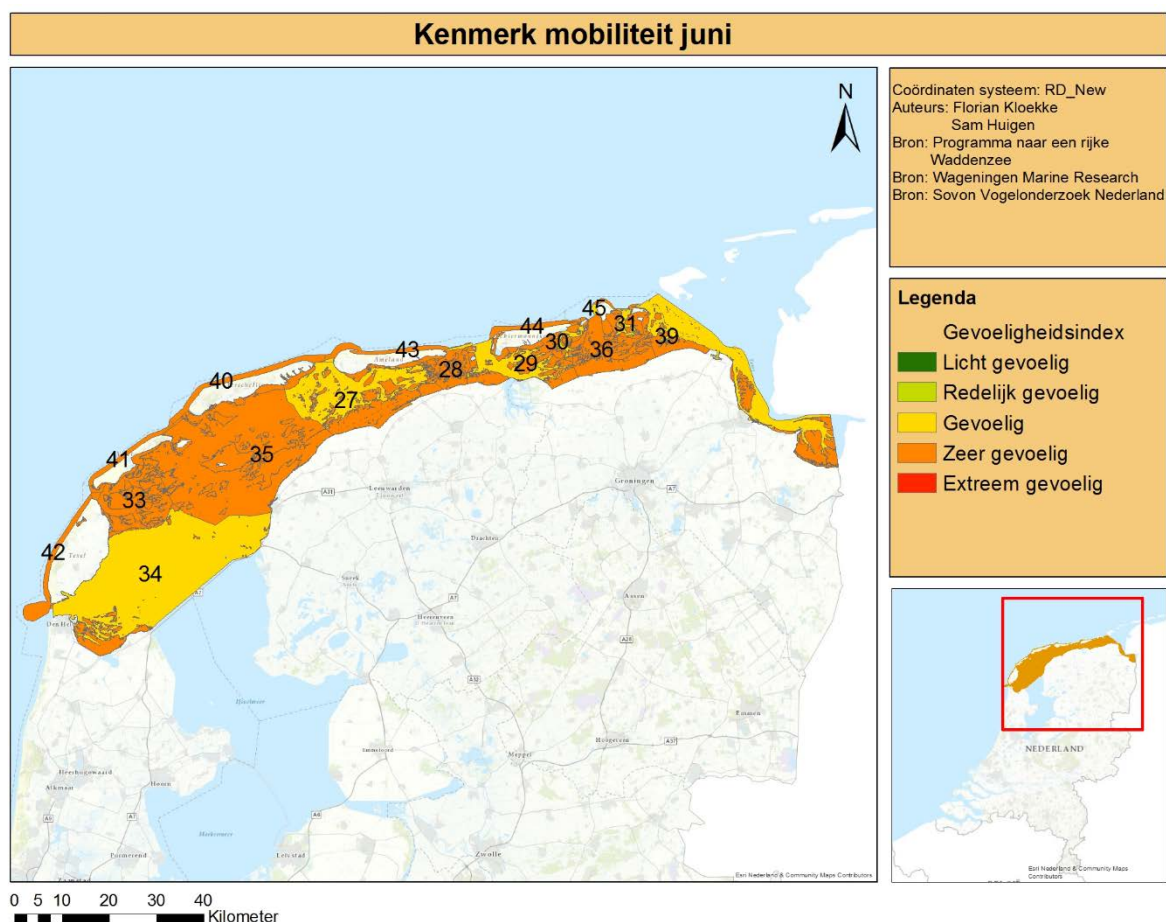
3. Resultaten

3.1 Kenmerken

3.1.1 Mobiliteit

Het kenmerk mobiliteit, wat is gescoord op basis van de aanwezigheid van de geselecteerde kust- en zeevogels in het onderzoeksgebied, laat een constant beeld zien van gevoelig en zeer gevoelig. Dit is te verklaren door de diversiteit in scores op dit kenmerk, tussen de verschillende soorten vogels (zie bijlagen VII). Sommige soorten, waaronder de meeuwen, verlaten het gebied vaker om te foerageren dan een steltloper dat zou doen (Persvoorlichting, 2016). Dit resulteert in een uitmiddeling naar de middelste scores.

Opvallend zijn de maanden juni en juli, waar het water in de eerste 2 kombergingsgebieden onder Vlieland (33) en Terschelling (35) zeer gevoelig zijn ten op zichte van de andere maanden, waar deze gevoelig zijn (figuur 8). Een verklaring hiervoor is dat in de maanden juni en juli de meeuwen, stern en enkele eenden soorten met hoge scores in deze gebieden aanwezig zijn. In bijlage II zijn de kaarten voor mobiliteit per maand weergegeven.

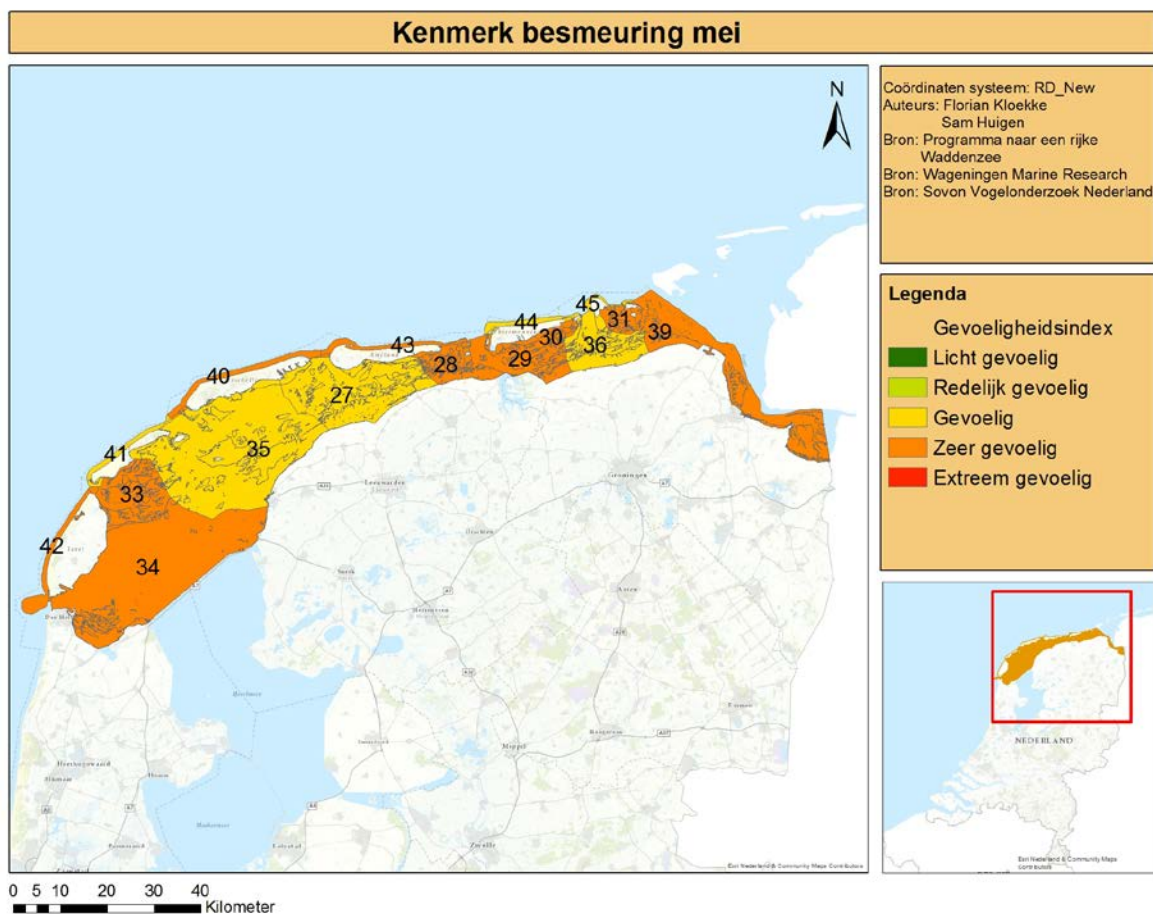


Figuur 8: mobiliteit juni

3.1.2 Besmeuring

Het kenmerk besmeuring, wat gescoord is op basis van het vlieg en/of zwemgedrag van de geselecteerde kust- en zeevogels, laat een constant beeld zien van gevoelig en zeer gevoelig. Opvallend zijn de scores van de wadplaten tegenover die van het water. Het water heeft hoger gescoord dan de wadplaten. Dit is te verklaren doordat de kust- en zeevogels die zwemmen en/of drijven en een hogere score hebben gekregen voor het kenmerk besmeuring.

Een opvallend verschil in het verloop van de maanden is te zien in de maand mei. De kombergingsgebieden onder Terschelling (35) en Ameland (27) zijn gevoelig, waar deze de rest van het jaar zeer gevoelig zijn. Het water in het kombergingsgebied onder Rottumerplaat (36) is in de maand mei gevoelig waar dit de rest van het jaar zeer gevoelig is (figuur 9). Dit betekent dat er in de maand mei gemiddeld minder soorten met een hoge score aanwezig zijn. Het kombergingsgebied in de Eems Dollard (39) scoort alleen in de maand augustus gevoelig. In bijlage III zijn de kaarten voor besmeuring per maand weergegeven.

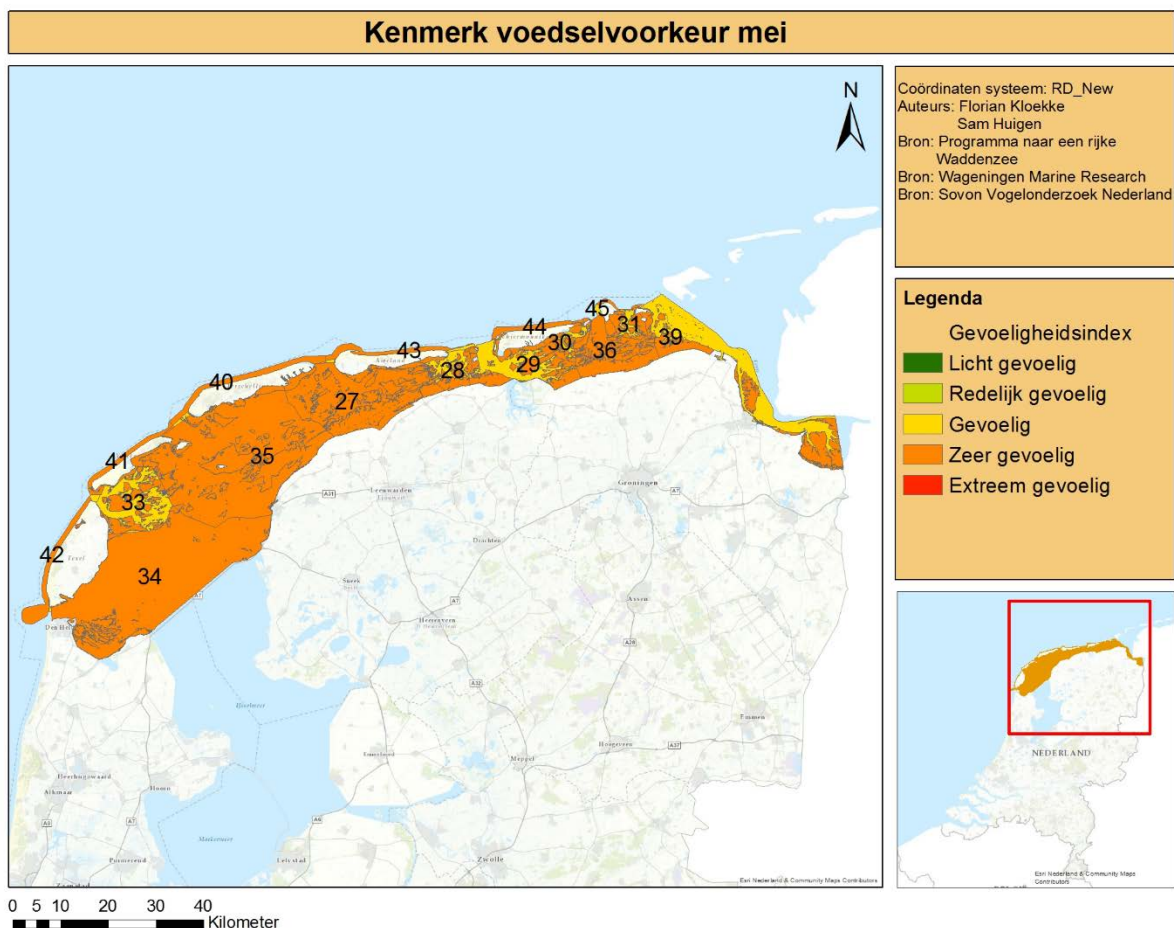


Figuur 9: besmeuring mei

3.1.3 Voedselvoorkeur

De voedselvoorkeur van de geselecteerde kust- en zeevogels is gescoord op basis van de manier hoe de verschillende soorten hun voedsel bemachtigen. De kaarten laten een constant beeld zien van gevoelig en zeer gevoelig. De wadplaten zijn voornamelijk zeer gevoelig en het water is meestal gevoelig. Dit komt doordat de vogels die toegewezen zijn aan de wadplaten (de steltlopers) een hogere score hebben gekregen voor voedselvoorkeur dan de vogels toegewezen aan het water. Dit heeft te maken met de link tussen voedselvoorkeur en bioaccumulatie. Een steltloper eet uitsluitend bentische organismen. Dit betekent dat bioaccumulatie eerder en in hogere mate optreedt bij deze soorten.

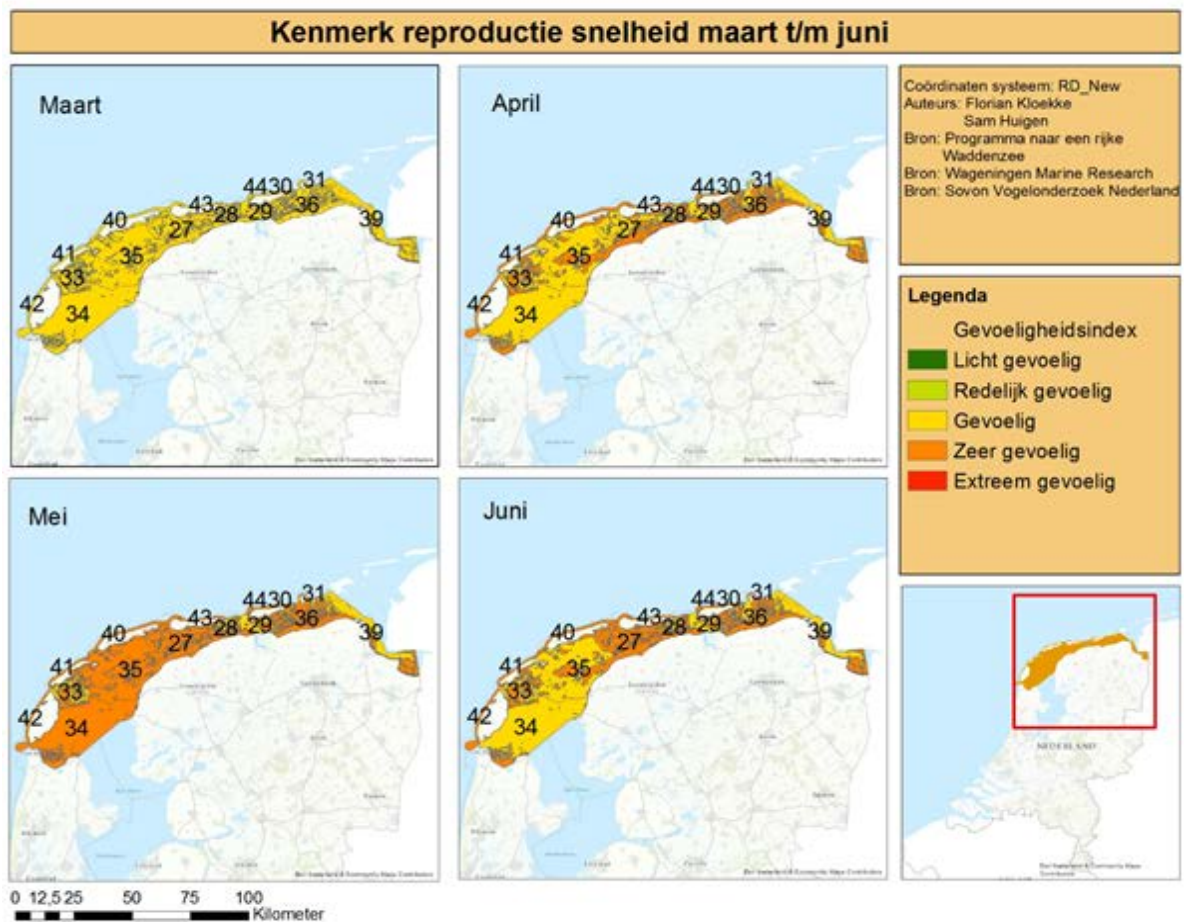
Een opvallende maand bij dit kenmerk is mei. Binnen deze maand scoort bijna het gehele onderzoeksgebied zeer gevoelig. Dit geeft aan dat er in deze maanden gemiddeld meer kust- en zeevogels aanwezig zijn die een hoge score hebben op dit kenmerk. Een verklaring hiervoor is dat het broedseizoen is en er veel steltlopers aanwezig zijn, welke een hoge score krijgen op de wadplaten voor voedselvoorkeur, zie figuur 10 (Koffijberg, et al., 2009). In bijlage IV is de gevoeligheid voor voedselvoorkeur per maand weergegeven.



Figuur 10: voedselvoorkeur mei

3.1.4 Reproductie snelheid

Reproductie snelheid is gescoord op basis van het aantal eieren dat een geselecteerde kust- en zeevogel legt per jaar. Dit kenmerk laat in de eerste 3 maanden een constant beeld zien van gevoelig over het gehele onderzoeksgebied. In de maand april, wanneer de eerste broedvogels in het onderzoeksgebied aankomen, zijn er veranderingen te zien (Koffijberg, et al., 2009). De hoger gelegen delen zoals de wadplaten en kwelders scoren zeer gevoelig, dit duidt op de komst van soorten met een hogere score op dit kenmerk. In de hierop volgende maanden tot en met september blijft de score zeer gevoelig aanhouden met een piek in mei en juli, wanneer ook het water grotendeels zeer gevoelig scoort. Dit geeft aan dat er in deze maanden gemiddeld meer kust- en zeevogels aanwezig zijn die een hoge score hebben op dit kenmerk, zie figuur 11. In bijlage V zijn de kaarten voor reproductie snelheid per maand weergegeven.

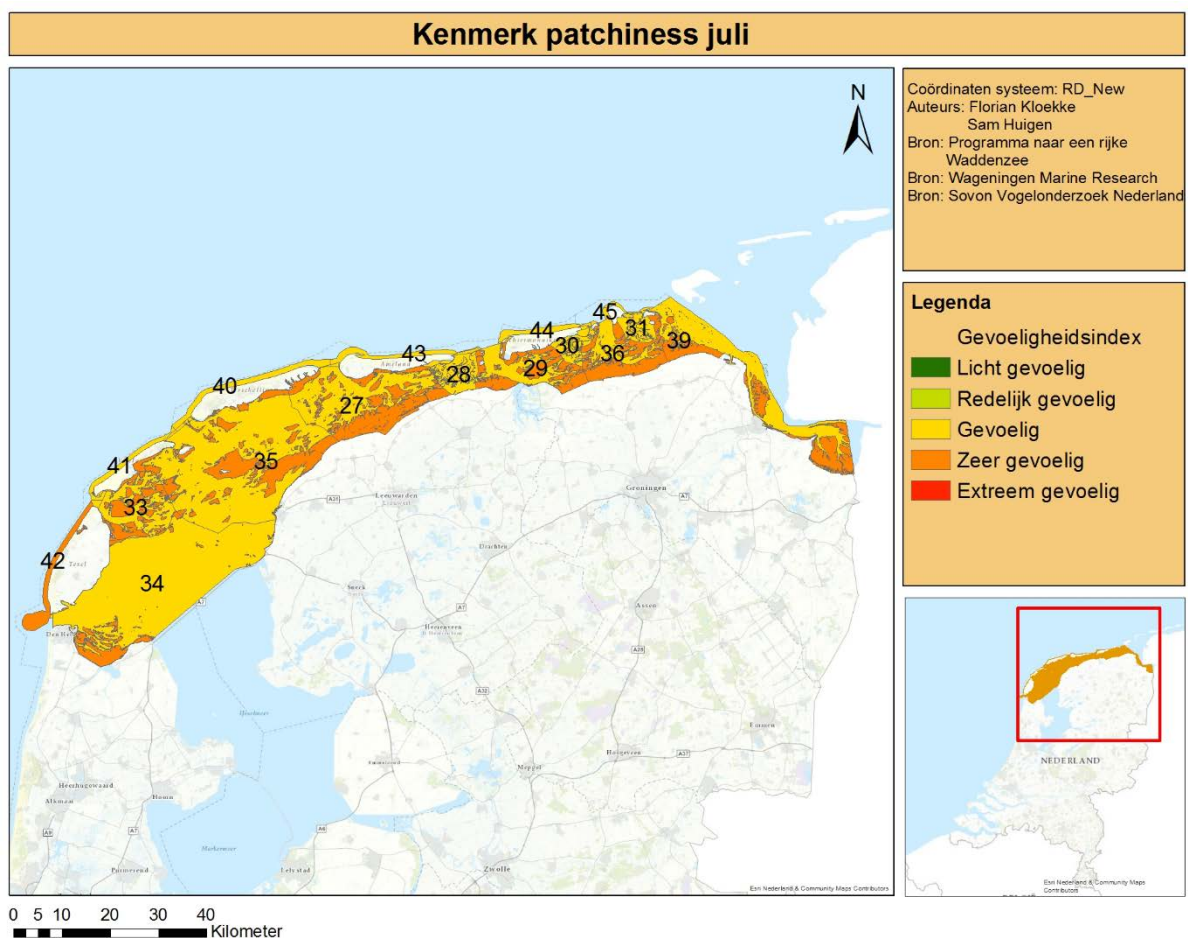


Figuur 11: reproductie snelheid maart, april, mei, juni

3.1.5 Patchiness

Het kenmerk patchiness, wat is gescoord op basis van de mate van verspreiding van de geselecteerde kust- en zeevogels binnen het onderzoeksgebied, laat een constant beeld zien waarin de wadplaten in sommige maanden zeer gevoelig scoren en het water gevoelig. Dit is te verklaren omdat de meeste vogels in de Waddenzee zich verzamelen op de wadplaten. De steltlopers, welke voorkomen op de wadplaten zijn er vrijwel altijd aanwezig, terwijl de vogels die aan het water zijn toegewezen niet gebonden zijn aan de wadplaten.

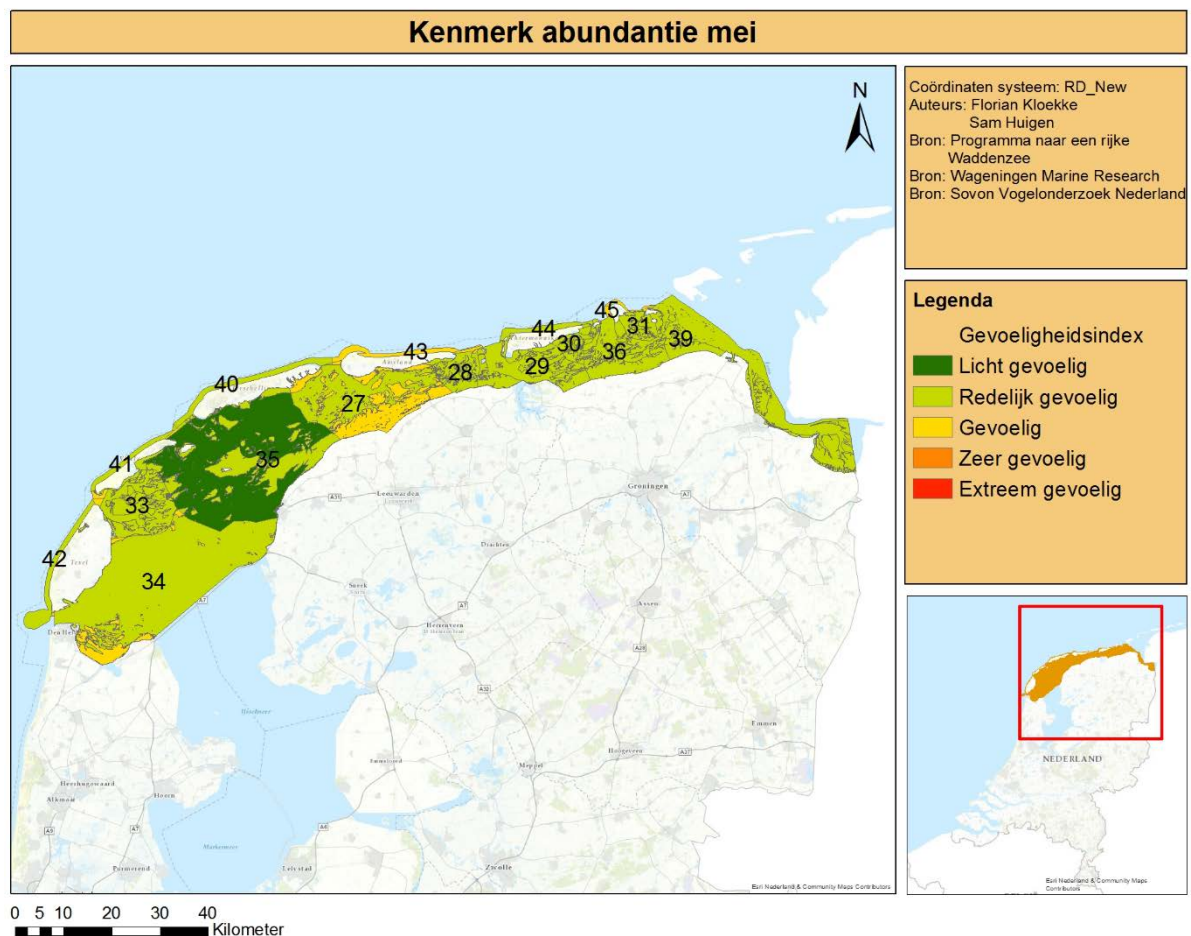
Opvallend is dat in de zomer en najaar maanden de wadplaten zeer gevoelig scoren. Dit is te verklaren omdat er in het broedseizoen meer vogels aanwezig zijn op de wadplaten, zie figuur 12 (Koffijberg, et al., 2009). In bijlage VI zijn de kaarten voor patchiness per maand weergegeven.



3.1.6 Abundantie

Abundantie is gescoord op basis van een percentage van het totaal aantal exemplaren van een kust- en zeevogel soort, aanwezig in het onderzoeksgebied per hectare. In de eerste 4 maanden is een vrij constant beeld te zien van redelijk gevoelig en gevoelig, met een uitzondering voor het kombergingsgebied onder Terschelling (35) waar het water zeer gevoelig scoort in de maanden februari en maart. De rest van het jaar weergeeft een soortgelijk beeld van de scores redelijk gevoelig en gevoelig, waar in de maand mei in het kombergingsgebied onder Terschelling (35), het water licht gevoelig scoort wat duidt op een laag aantal vogels, zie figuur 13.

Het kombergingsgebied aan de bovenkant van Rottumerplaat (45) scoort gedurende het hele jaar gevoelig of zeer gevoelig. Dit geeft aan dat de aantallen vogels per hectare het gehele jaar door vrij hoog is, alhoewel het relatief gezien een van de kleinste gebieden is. Rottumerplaat is een belangrijk foerageer-, rui-, rust- en broedgebied voor vele vogelsoorten, zoals de kleine mantelmeeuw (*Larus fuscus*), zilvermeeuw (*Larus argentatus*), eidereend (*Somateria mollissima*) en lepelaar (*Platalea leucorodia*) (Waddenzee.nl, 2016). In bijlage VII zijn de kaarten voor abundantie per maand weergegeven. Tevens scoren de droogvallende delen boven de Friese kust (27) voor abundantie, gedurende 9 maanden, gevoelig. Dit wordt verklaart doordat het Noarderleech zich hier bevindt. Dit is een kwelder die belangrijk is voor broedvogels (It Fyske Gea, 2017). Gedurende 7 maanden scoren de wadplaten onder Texel (34) gevoelig. Dit is het Balgzand en dit is een belangrijk vogel gebied, met name voor de lepelaar, kluut (*Recurvirostra avosetta*), meeuwen en sterns (Hovinga, 2015).

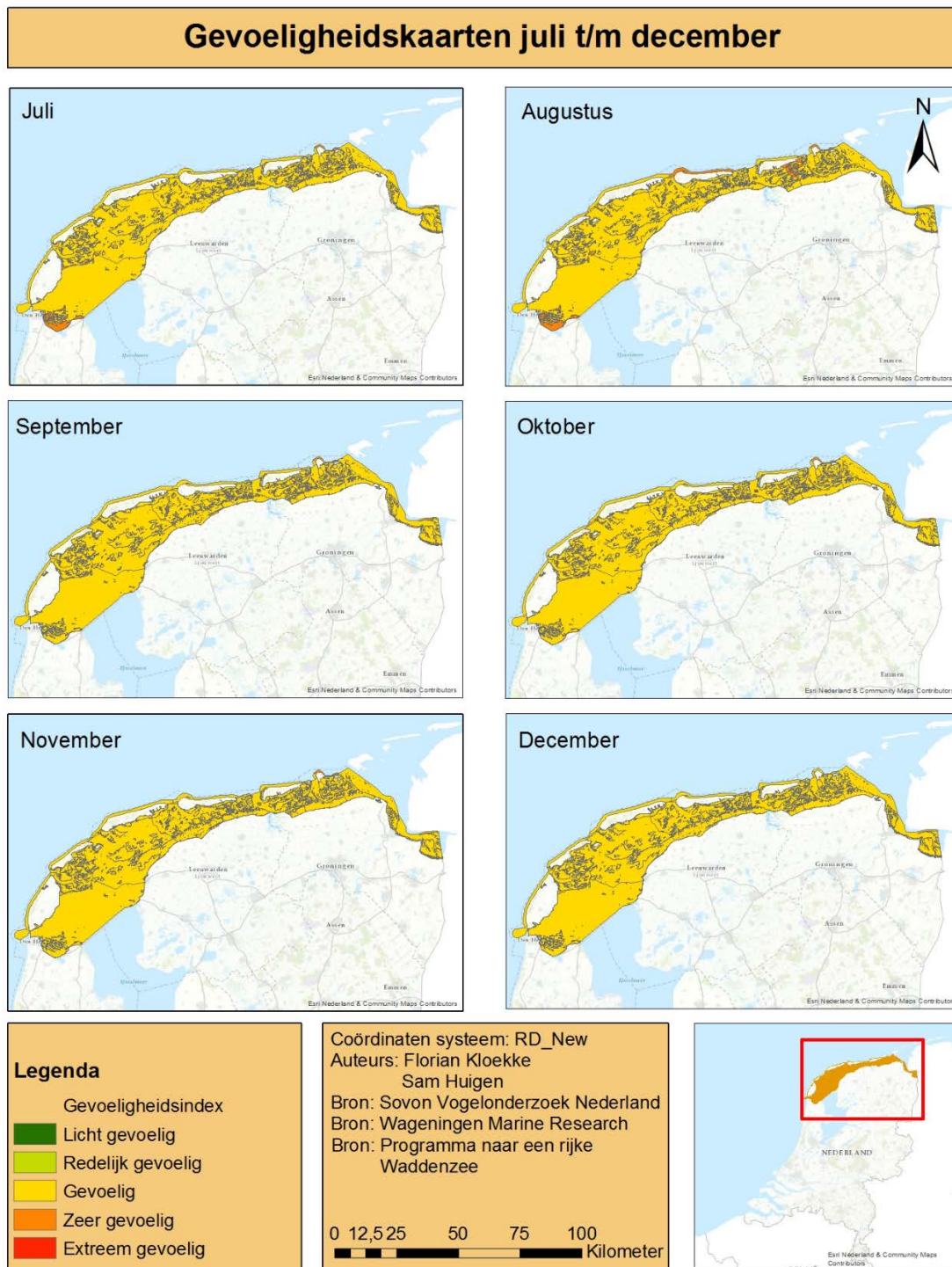


Figuur 13: abundantie mei

De gevoeligheidskaarten laten een constant beeld zien van de score gevoelig, voor de wadplaten en het water, gedurende de maanden januari, februari, maart, april en juni. In de maand mei scoren de wadplaten in de kombergingsgebieden boven de Friese kust (27, Noarderleech) en onder Texel (34, Balgzand) zeer gevoelig, zie figuur 14. Dit is te verklaren doordat het broedseizoen van vele steltlopers in deze periode valt (Koffijberg, et al., 2009). Het Noarderleech scoort voor de kenmerken mobiliteit, voedselvoorkeur, reproductie snelheid en patchiness zeer gevoelig en voor besmeuring en abundantie gevoelig. Het Balgzand scoort voor alle kenmerken zeer gevoelig behalve voor abundantie, waarvoor gevoelig gescoord is.



Het balgzand (34) scoort zowel in juli als in augustus zeer gevoelig. De kombergingsgebieden boven Ameland (43) en onder Schiermonnikoog (30) scoren in Augustus zeer gevoelig. Het kombergingsgebied bij de Rottumerplaat (45) scoort in de maanden juli tot en met november zeer gevoelig (figuur 15). Dit gebied is voor soorten zoals de kleine mantelmeeuw, zilvermeeuw, eidereend en lepelaar een belangrijk foerageer-, rui-, rust- en broedgebied (Waddenzee.nl, Rottumerplaat, 2016).



Figuur 15: gevoeligheidskaarten juli tot en met december

4. Discussie

In dit hoofdstuk zal de gebruikte data besproken worden en hoe deze data tot een eindproduct is verwerkt. Ook zullen de resultaten besproken worden en dan met name hoe bepaalde uitkomsten te verklaren zijn aan de hand van de resultaten. Er zullen vergelijkingen gemaakt worden met soortgelijke onderzoeken en/of methoden.

4.1 Resultaten verklaring

De gevoeligheidskaarten die zijn weergegeven in paragraaf 3.2 laten een constant beeld van de score gevoelig zien, met in de maanden mei, juli en augustus enige differentiatie met de score zeer gevoelig op de wadplaten. Dit constante beeld van de score gevoelig is te verklaren door de manier waarop de scores worden toegekend aan de kust- en zeevogels. De score die een vogel kan halen wordt berekend door de score van elk kenmerk, 6 in totaal, bij elkaar op te tellen en te delen door 6. Hieruit komt een gemiddelde die de gevoeligheidsscore van een geselecteerde kust- en zeevogel representeert. Doordat er een gemiddelde is genomen, is de kans groot dat de scores naar de middelste score uitmiddelen. Een verklaring hiervoor is dat er binnen de selectie van kust- en zeevogels zowel K als r strategieën worden gebruikt. Ter voorbeeld wordt de noordse stern (*Sterna paradisaea*) (K strategie) gebruikt. Voor het kenmerk reproductie snelheid scoort de noordse stern zeer gevoelig en voor de rest van de kenmerken een 2, 4, 4, 3 en 3. Dit resulteert in een totale gevoeligheidsscore van $20/6 = 3,3$, afgerond een 3 (gevoelig). De bergeend (*Tadorna tadorna*) scoort licht gevoelig op het kenmerk reproductie snelheid en voor de rest van de kenmerken een 3, 4, 5, 3 en 3. Wat resulteert in een totale gevoeligheidsscore van $19/6 = 3,2$, afgerond een 3 (gevoelig). Dit zorgt ervoor dat de lage scores niet direct veel invloed hebben op het gemiddelde van de gevoeligheidsscores. De uiteindelijke gevoeligheidskaarten tonen dan ook niet veel differentiatie. Deze uitkomst is gezien het doel van OILS niet heel wenselijk, maar gezien het feit dat de Waddenzee en Eems Dollard een cruciale ecologische rol spelen in de huishouding van enorme hoeveelheden vogels. Is het niet raar dat het onderzoeksgebied veelal eenzelfde score weergeeft (Duijns et al., 2013).

Het kenmerk reproductie snelheid geeft aan hoeveel eieren een vogel gemiddeld legt. Voor dit kenmerk wordt de kans dat een ei voor nageslacht zorgt niet meegenomen. Predatie, weersomstandigheden en of de vogel een r of K strategie toepast kan invloed hebben op het broedsucces van een vogel. Om het kenmerk meer valide te maken is er de mogelijkheid om het broedsucces mee te nemen in het kenmerk reproductie snelheid. Echter is dit een tijdrovend proces welke niet voor dit onderzoek toegepast kon worden.

Het Balgzand (34) wordt gedurende mei, juli en augustus zeer gevoelig gescoord. Het Balgzand heeft een Natura 2000-status en is onderdeel van de Ecologische Hoofdstructuur. De wadplaten van het Balgzand liggen redelijk beschermd en ondervinden hierdoor weinig invloed van de stromingen. Het sediment kan hier goed bezinken waardoor de wadplaten rijk zijn aan slib. Dit maakt dat het gebied rijk is aan benthos, die afkomen op het hoge voedselgehalte aangevoerd door het slib (Groenewold & Dankers, 2002). De aanwezigheid van benthos resulteert in een groot areaal aan vogels die hier komen foerageren met laagwater (Wymenga & Zwarts, 2013). De Rottumerplaat (45) wordt gedurende juli tot en met november als zeer gevoelig gescoord. Doordat het een onbewoond eiland is, is er nauwelijks verstoring. Er worden geen ingrepen gedaan betreffende flora en fauna, waardoor de natuur de vrije loop kan gaan (Kers & Koppejan, 2005). Deze factoren zorgen voor goede omstandigheden als broedgebied voor kust- en zeevogels.

Ondanks dat niet alle droogvallende delen gescoord zijn met zeer gevoelig, zijn dit de belangrijkste gebieden waar olieverontreiniging niet ter plaatse mag komen. De droogvallende delen aan de Noordzee kant, komen hoogstwaarschijnlijk bij een olieramp als eerste in aanraking met de olie. Dit

komt omdat veel scheepvaart boven de eilanden langs gaat. Het verwijderen van olie van deze droogvallende delen is zeer moeilijk, doordat het vaak lastig met materieel te bereiken is, terwijl drijvende olie relatief makkelijk kan worden opgeruimd. Tevens gaat er veel ecologie verloren als het sediment wordt weg gehaald of gespoeld wordt. (Berkhuysen, 2012)

4.2 Vergelijkbare onderzoeken

De gevoeligheidsscores zijn gebaseerd op 6 kenmerken. Doordat de abundantie per kombergingsgebied en maand verschillend is, wordt er bij de volgende vergelijking uitgegaan van de 5 kenmerken zonder abundantie. Camphuysen (2010) stelt aan de hand van de OVI methode dat meeuwen van het geslacht *Larus* en de Kokmeeuw minder gevoelig zijn dan vogels op open zee, maar gevoeliger dan de steltlopers. Aan de hand van de criteria die gebruikt zijn in dit afstudeeronderzoek, krijgen op een schaal van 5, de steltlopers de hoogste score (4), hierna komen de vogels op open zee (3/4) en daarna de meeuwen (2/3). Voor dit afstudeeronderzoek is gekozen om alle vogels apart te scoren. Er had ook aan de hand van vogelgroepen gescoord kunnen worden. Dit had invloed kunnen hebben op de gemiddelde scores en had mogelijk voor een andere verdeling gezorgd. Echter moet hierbij rekening worden gehouden dat er van sommige vogelgroepen meer vogels voorkomen dan van andere vogelgroepen. Als de scores per vogelgroep worden toegekend dan gaan er soortspecifieke gegevens verloren, waardoor de vogels binnen een groep worden gegeneraliseerd. Tevens bemoeilijkt dit het weergeven van de verspreiding van verschillende vogels binnen eenzelfde vogelgroep, omdat vogels binnen eenzelfde vogelgroep verspreid voorkomen binnen het onderzoeksgebied.

Met de OVI methode worden aan de hand van 20 factoren scores toegekend. Dit is een score welke voor het hele jaar geldt, waarbij in dit afstudeeronderzoek per maand wordt gekeken. Populatie grootte is ook meegenomen als één van deze factoren (Camphuysen, 2007). De methode die bij dit afstudeeronderzoek wordt gebruikt richt zich voornamelijk op de kans dat een vogel in aanraking komt met olie en hoe gevoelig de vogel voor de olie is. De OVI methode neemt een aantal factoren voor sterfte en maandelijkse blootstelling mee. Dit zorgt voor een verschil in gevoeligheidsscores van de vogels. De verspreiding wordt later in het proces meegenomen, welke invloed heeft op de gevoeligheidsscore, waardoor de abundantie per gebied meegenomen kan worden. Tevens is de OVI methode erg tijdrovend omdat er voor 20 factoren scores uitgedeeld worden en bij de methode gebruikt in dit afstudeeronderzoek worden enkel 6 criteria gebruikt welke allemaal directe relaties hebben met olieverontreiniging. Mogelijk had de OVI methode binnen dit afstudeeronderzoek ervoor gezorgd dat er meer onderscheid binnen de kenmerken onstond. Bijvoorbeeld bij het kenmerk reproductiesnelheid, hier zou een extra stap naar broedsucces gemaakt kunnen worden. Bij het kenmerk voedselvoorkeur zou de extra stap naar bioaccumulatie gemaakt kunnen worden. Dit had ervoor kunnen zorgen dat er meer differentiatie in scores bestond en dat dit uiteindelijk ook tot meer differentiatie in de kaarten zou leiden.

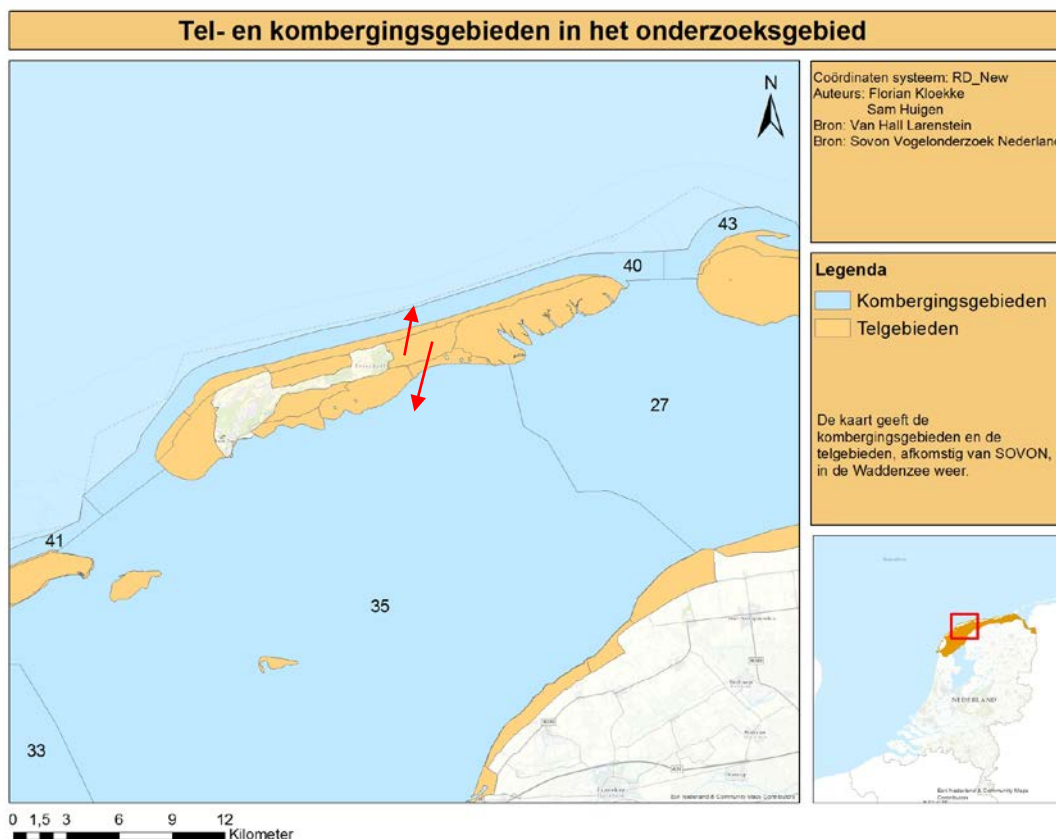
De vogeldata input van het BE-AWARE project laat zien dat de volledige Waddenzee dient als broed- en rustplaats (BE-AWARE, 2015). De broed- en rustplaatsen tezamen zorgen ervoor dat binnen BE-AWARE de Waddenzee Extreem gevoelig scoort. Dit onderzoek geeft gevoeligheidsscores niet aan de hand van criteria, maar aan de hand van habitattypen per seizoen (MORH et al., 2015). Bij het BE-AWARE project is er niet per vogel gekeken en is hierdoor geen differentiatie gemaakt tussen de vogels en de abundantie van deze vogels. Deze keuze is gezien de grootte van het BE-AWARE onderzoeksgebied niet misplaatst, maar voor dit afstudeeronderzoek, om meer differentiatie te krijgen is er gekozen om specifieke vogelgegevens te gebruiken om de kust- en zeevogels te scoren. Binnen het BE-AWARE onderzoek is gekeken naar verschillende typen olieverontreiniging, in verschillende delen van de waterkolom. Dit heeft als voordeel dat de oliebestrijdingsteams over specifiekere data beschikken en dus meer informatie hebben over de gevoeligheid van de gebieden.

Kust- en zeevogels zijn het gevoeligst voor drijvende olie, waarvan is uitgegaan binnen dit afstudeeronderzoek (BE-AWARE, 2015).

4.3 Datavalidatie

Om uitspraken over de gehele Waddenzee te doen is de data geëxtrapoleerd. De data, die verdeeld is over de 100 telgebieden (hvp's) van SOVON, is toegekend aan de 16 kombergingsgebieden. Deze extrapolatie heeft invloed op de nauwkeurigheid van de data omdat de vogeltellingen op de hvp's zijn gedaan en deze geëxtrapoleerd worden naar de gehele Waddenzee. Een andere mogelijkheid tot extrapolatie zou 'inversed distance weighting (IDW)', in het programma ArcGIS Desktop, zijn geweest. Deze methode voorspeld waardes van een ongemeten locatie en gebruikt hiervoor gemeten waardes in de buurt van deze locatie. De gemeten waardes die het dichtst bij de ongemeten locatie liggen hebben de meeste invloed op de uitkomst. Deze methode zou ervoor zorgen dat alle vogels, zowel steltlopers als zwemmende/vliegende vogels, over het hele onderzoeksgebied worden uitgespreid, wat de validiteit van de verspreiding niet goed had gedaan. Steltlopers komen namelijk alleen op de droogvallende delen voor.

Sommige van de telgebieden zijn gestationeerd in het midden van de Waddeneilanden. Als er 3 telgebieden op een rij liggen zoals op Vlieland zijn de data van het middelste telgebied toegekend aan het kombergingsgebied aan de Waddenzee kant, maar ook aan de Noordzee kant, zie rode pijlen in figuur 16. Dit betekend dat er data dubbel gebruikt wordt. Als er 4 telgebieden op een rij liggen zoals op Texel zijn de data van de twee bovenste telgebieden aan de Noordzee kant toegewezen. De data van de onderste twee telgebieden wordt aan de Waddenzee kant toegekend. Tevens zijn er aan kombergingsgebied boven Rottumerplaat (45) relatief veel telgebieden toegewezen, ondanks dat dit een erg klein gebied is. Dit heeft invloed op de dichtheid van de kust- en zeevogels.



Figuur 16: Tel- en Kombergingsgebieden bij Terschelling. De rode pijlen geven aan dat de data van dat telgebied zowel aan komberging 35 als aan komberging 40 worden toegekend.

De data bevat de gemiddelde aantallen kust- en zeevogels per maand over een periode van 5 jaar. Omdat vogels mobiele organismen zijn, is van de laatste 5 jaren het gemiddeld aantal kust- en zeevogels per maand per gebied genomen. Tellingen van vogels in het Waddengebied gebeuren bij hoogwater, wanneer de vogels zich op de hoogwatervluchtplaatsen bevinden en ze makkelijker te tellen zijn door de toegenomen bereikbaarheid (SOVON, 2016). De tellingen zijn momentopnames van het moment dat het hoogwater is en de vogels hier foerageren en/of rusten. Dit betekent niet dat de vogels zich daar altijd bevinden en hierdoor is het lastig om de exacte locatie van de vogels vast te stellen (J.A., 1990). Hiervoor moet de data regelmatig worden bijgewerkt in de vorm van nieuwe tellingen zodat het up-to-date blijft en de toekomstige bestrijdingsacties betrouwbaar ingezet kunnen worden. De kaarten in dit onderzoek kunnen dus niet als uitgangspunt gebruikt worden voor alle toekomstige bestrijdingsacties.

Van 4 vogels heeft SOVON geen data kunnen leveren. Dit gaat om de geelpootmeeuw, roodkeelduiker, roodhalsfuut en zwarte zee-eend. Deze vogels komen vrijwel niet voor op de Waddenzee waardoor hier geen tellingen van gedaan zijn door SOVON. Omdat alle data vanuit één organisatie komt, is gekozen om de data van deze vogels niet vanuit andere bronnen te halen omdat dit de homogeniteit van de data zal beïnvloeden en de betrouwbaarheid van de data. Tevens zullen deze vogels weinig invloed hebben op de gevoeligheidsscores. Dit heeft te maken met het feit dat deze vogels bijna niet voorkomen in het onderzoeksgebied. Geelpootmeeuw heeft ongeveer 8 broedparen (¹Vogelbescherming, 2017), roodkeelduiker 10.000 exemplaren aan de gehele Noordzeekust (³Vogelbescherming, 2017), roodhalsfuut 13-15 broedparen, (²Vogelbescherming, 2017), zwarte zee-eend 14.000 overwinteraars en geen broedparen (⁶Vogelbescherming, 2017). Dit zijn aannames en gebaseerd op enkele waarnemingen en erg afhankelijk van een areaal aan factoren.

5. Conclusie

De hoofdvraag zal in dit hoofdstuk beantwoordt worden en luidt als volgt:

Welke kombergingsgebieden zijn het meest gevoelig voor olieverontreiniging, op basis van gevoeligheidsscores van kust- en zeevogels, in het Nederlandse deel van de Waddenzee en de Eems Dollard?

De kust- en zeevogels die geselecteerd zijn voor het onderzoek zijn te zien in paragraaf 2.2, de selectie bestaat uit verschillende groepen. In dit onderzoek zijn dat steltlopers, meeuwen, sterns, eenden, ganzen en duikers. De scores voor de kenmerken zijn te zien in Bijlage VIII. Voor alle kenmerken wordt geconcludeerd dat de scores erg uiteenlopen en dat er binnen de eerder genoemde groepen vogels overeenkomsten zijn in scores binnen een kenmerk.

De scores zijn toegekend aan de kombergingsgebieden, met hierbinnen het onderscheid tussen water en droogvallende delen. Dit is per kenmerk uitgewerkt en gevisualiseerd in 12 kaarten, waaruit het volgende geconcludeerd wordt. Voor de kenmerken mobiliteit, besmeuring, voedselvoorkeur, reproductie snelheid en patchiness wordt er geconcludeerd dat er binnen het onderzoeksgebied niet veel differentiatie bestaat. Opvallend bij het kenmerk mobiliteit zijn de maanden juni en juli, hier worden de wadplaten in de kombergingsgebieden onder Texel (34) en Vlieland (33) zeer gevoelig gescoord, waar deze de rest van het jaar de score gevoelig krijgen. Bij het kenmerk besmeuring is de maand mei opvallend voor de kombergingsgebieden onder Terschelling (35) en Ameland (27). Aan deze gebieden is de score gevoelig toegekend terwijl dit in de rest van het jaar zeer gevoelig is. Een verklaring hiervoor is dat het broedseizoen is en er veel steltlopers aanwezig zijn, die een lagere score krijgen voor besmeuring dan eenden. Alle wadplaten en grotendeels het water, hebben voor het kenmerk voedselvoorkeur, in de maand mei zeer gevoelig gescoord. Voor het kenmerk reproductie snelheid is een duidelijk verloop van het broedseizoen te zien. In de eerste 3 maanden is een eenduidig beeld van de score gevoelig te zien, waarin de daarop volgende maanden tot en met september de score zeer gevoelig ook veelal te zien is. Dit komt doordat het broedseizoen is begonnen en veel broedvogels met een hoge score voor reproductie snelheid aanwezig zijn. Het kenmerk patchiness laat vanaf de maand april tot en met oktober de score zeer gevoelig zien op enkele droogvallende delen. Het water krijgt gedurende het hele jaar voor het gehele onderzoeksgebied de score gevoelig. Een verklaring voor de score zeer gevoelig op de droogvallende delen heeft te maken met het broedseizoen, omdat veel kust- en zeevogels naar dit gebied komen om te broeden. Het kenmerk abundantie heeft meer differentiatie dan de andere kenmerken. De score voor abundantie geeft een spreiding van de scores licht gevoelig tot en met zeer gevoelig. Hieruit wordt geconcludeerd dat er een grote mate van verspreiding is, van het aantal vogels per kombergingsgebied per maand per hectare. Het kombergingsgebied onder Terschelling (35) scoort in de maanden februari, maart en mei licht gevoelig.

Vanuit de gevoeligheidskaarten die alle 6 de kenmerken vertegenwoordigen en per maand worden weergegeven, kan er geconcludeerd worden dat er weinig differentiatie bestaat. De gevoeligheidskaarten laten de scores gevoelig en zeer gevoelig zien. In de maanden januari, februari, april en mei krijgt het volledige onderzoeksgebied de score gevoelig voor olieverontreiniging. In de zomermaanden mei, juni, juli en augustus heeft het grootste gedeelte van het onderzoeksgebied de score gevoelig. Met uitzondering in de maanden mei, juli en augustus waar bepaalde wadplaten de score zeer gevoelig krijgen. Hieruit wordt geconcludeerd dat enkele wadplaten in het broedseizoen gevoeliger zijn voor olie dan de rest van het jaar. De gevoeligheid voor het water verandert niet gedurende het gehele en heeft het hele jaar de score gevoelig. Het Balgzand (34) krijgt gedurende mei, juli en augustus de score zeer gevoelig. Door het voedselrijke slib en de aanwezige bentos

bevinden zich hier veel kust- en zeevogels. De droogvallende delen in het kombergingsgebied bij de Rottumerplaat (45) krijgen gedurende de maanden juli, augustus, september, november en december de score zeer gevoelig. Doordat het een onbewoond eiland is en er niet wordt ingegrepen in de natuurlijke processen, is dit een geschikt gebied voor kust- en zeevogels om te foerageren en te broeden. De ligging van de kombergingsgebieden aan de Noordzee kant ten opzichten van de scheepvaartroutes, zorgen voor een groot risico op olieverontreiniging als er een olieramp plaats vindt ten Noorden van de eilanden. De stroming die vanaf Texel richting Rottumerplaat stroomt, kan olie makkelijk richting deze kombergingsgebieden verplaatsen. Tevens is het belangrijk dat de olie niet op de wadplaten terecht komt, omdat het moeilijk verwijderd kan worden en vaak lastig bereikbaar is.

6. Aanbevelingen

6.1 Oliebestrijdingsteams

Aan de hand van de gevoeligheid van kust- en zeevogels wordt aanbevolen om de prioritering van de oliebescherming op de droogvallende delen te richten. Met name de maanden mei tot en met augustus zijn belangrijk, omdat er in deze maanden meer kust- en zeevogels aanwezig zijn vanwege het broedseizoen. De gevoeligste en meest belangrijke gebieden binnen het onderzoeksgebied zijn Balgzand en Rottumerplaat. Deze gebieden zijn voor veel kust- en zeevogels van ecologisch belang op het gebied van foerageren, broeden, rusten en ruien. In het geval van olieverontreiniging mag de olie hier absoluut niet komen.

6.2 OILS

Voor de projectgroep OILS wordt er aanbevolen om in het vervolg belangrijke beslissingen zoals, het maken van een selectie van organismen, het kiezen van de juiste methode(s) en data collectie in groepsverband te doen. Workshops zijn hier een geschikte en leerzame vorm van. Zo kunnen verschillende expertises aan bod komen, kan er input worden gebracht en kan hierover gediscussieerd worden. Tevens zal het van essentieel belang zijn om de verspreidingsdata up-to-date te houden, door deze jaarlijks te vernieuwen. Hiermee kunnen trends in de verspreiding van de kust- en zeevogels worden gevolgd en kunnen eventuele veranderingen in de gevoeligheid van de kombergingen worden gemaakt. SOVON speelt een grote rol in de verspreidingsdata en mogelijk kunnen er in de toekomst samenwerking worden gezocht om specifiekere data te krijgen van de verspreiding van kust- en zeevogels bij laag water.

Omtrent het toewijzen van gevoeligheidsscores aan organismen en habitatten zijn meerdere methodes bekend zoals ook beschreven staat in het rapport. Er wordt aanbevolen om ook via andere methoden, zoals de OVI of BOI methode, gevoeligheidsscores toe te wijzen en te vergelijken. Hiermee kunnen resultaten worden vergeleken en kan er gekeken worden welke methode de beste resultaten weergeeft. Tevens zal dit de onderbouwing en motivatie van de gebruikte methode kunnen versterken. Om meer differentiatie te krijgen tussen de verschillende vogelsoorten, is het toekennen van een hogere score aan rode lijst soorten een alternatief. Gezien hun status verdienen deze soorten de extra aandacht. Ook zouden er bij enkele kenmerken zoals voedselvoorkeur en reproductie snelheid extra stappen de diepgang in gemaakt kunnen worden.

Literatuurlijst

- Backes, C., van Veen, M., Beijen, B., Freriks, A., van der Hoek, D., & Gerritsen, A. (2011). *Natura 2000 in Nederland*. Den Haag: PBL.
- BE-AWARE. (2015, November 17). Species input feature layers. Londen, Groot Brittannië.
- Bergman, M. (1983). *Gedrag, bestrijding en biologische effecten van olie in estuariene gebieden*. Texel: Rijksinstituut voor natuurbeheer.
- Berkhuysen, A. (2012). *Ecologische spoorboekje voor oliebestrijding op de Waddenzee*. Leeuwarden: Waddenvereniging.
- bonnagreement. (2014). *BE-AWARE 2*. Opgehaald van www.bonnagreement.org:
<https://www.bonnagreement.org/be-aware/ii>
- Bos, A. F., & Smit, R. (1998). *Olie en wadvogels. Een literatuurstudie naar de effecten van olievervuiling op zeevogels, toegespitst op vogels die voor kortere of langere tijd afhankelijk zijn van de Waddenzee*. Groningen: Universiteit van Groningen.
- Camphuysen, K. (2007). *Chronic oil pollution in Europe*. Den Haag: IFAW.
- Camphuysen, K. (2010). *Olieslachtoffers op de Nederlandse kust, 2009/2010*. Den Hoorn: NIOZ.
- de Lange, H. J. (2007). *Ecologische basiskaarten voor de Nederlandse mariene wateren ten behoeve van advisering bij crisismanagement*. Wageningen: Alterra.
- de Lange, H., van Lanen, R., de Boois, I., Foekema, E., van Asch, M., & Lahr, J. (2013). *Ecologische kwetsbaarheidskaarten voor gedispergeerde olie op de Noordzee*. Wageningen: Alterra Wageningen UR.
- Duijns, S., Holthuisen, S., Koolhaas, A., & Piersma, T. (2013). *Het belang van de Ballastplaat voor wadvogels in de westelijke Waddenzee*. 't Horntje: NIOZ.
- Groenewold, S., & Dankers, N. (2002). *De ecologische rol van slib*. Wageningen: Alterra.
- Hamer, W. (2009). *Vopak Terminal Eemshaven*. Den Haag: Tebodin.
- Hovinga, R. (2015). *Balgzand 2014*. Heiloo: Landschap Noord-Holland.
- It Fyske Gea. (2017). *Noard-Fryslân Bûtendyks*. Opgehaald van www.itfryskegea.nl:
<http://www.itfryskegea.nl/Natuurgebied/Noard-Fryslan-Butendyks/>
- J. Kaiser, M., J. Attrill, M., Jennings, S., N. Thomas, D., A. Barnes, D., S. Brierley, A., . . . G. Raffaelli, D. (2011). *marine ecology*. New York: Oxford University press.
- J.A., v. (1990). *Methodes voor het tellen van zeevogels op zee: een pleidooi voor vergelijkens onderzoek*. Den Burg: Rijksinstituut voor Natuurbeheer.
- Kers, B., & Koppejan, H. (2005). *De Groene Stranden van Rottumerplaat*. De Levende Natuur.
- Koffijberg, K., Dijkens, L., Hälterlein, B., Laursen, K., Potel, P., & Schrader, S. (2009). *Wadden Sea ecosystem No. 25*. Wilhelmshaven: Common Wadden Sea Secretariat, Trilateral monitoring and Assessment Group.

- Kommerie, J. (2016, Oktober 31). *nieuws*. Opgehaald van Nieuwe Dockumer Courant: <http://www.nieuwedockumercourant.nl/nieuws/51027/waddengebied-uitgeroepen-tot-mooiste-natuurgebied-van-nederland/>
- Kuipers, E., Reinders, G., & Riesenkamp, W. (2012). *Veiligheid bieden veiligheid krijgen*. Harlingen: Waddenvereniging.
- Lahr, J., de Lange, H., Janssen, J., van Lanen, R., & de Jong, D. (2007). *Ecologische kwetsbaarheidskaarten bij olieverontreiniging in getijdenwateren*. Wageningen : Alterra.
- LNV/Interwad, M. (2009, Maart 5). *RAMSAR* . Opgehaald van www.waddensea.nl : http://www.waddensea.nl/RAMSAR_wetlands_convention.2047.0.html
- Ministerie van Economische Zaken. (2017). *Rode lijsten: soort van Rode Lijst Vogels*. Opgehaald van minez.nederlandsesoorten.nl: <http://minez.nederlandsesoorten.nl/content/rode-lijsten-soort-van-rode-lijst-vogels>
- Ministerie van EZ. (2014). *Noordzee 2050 Gebiedsagenda*. Den Haag: Ministerie van EZ.
- MORH, CRJ, ANMA, ERP, & SRD. (2015). *Technical sub-report 1: Methodology*. Londen: Bonn Agreement Accord de Bonn.
- Persvoorlichting, U. (2016). Opportunistische meeuw past zich makkelijk aan. *Persberichten*.
- Povlsen, E., & Hjorth, M. (2015). *Technical sub-report 2: environmental en socioeconomical vulnerability*. London: Bon Agreement.
- Programmateam. (2010). *Programma 'NAAR EEN RIJKE WADDENZEE'*. Leeuwarden : Programma 'NAAR EEN RIJKE WADDENZEE'.
- RAMSAR. (2017). *The List of Wetlands of International Importance*. RAMSAR.
- Rijksoverheid. (2016, december 31). *Nieuws*. Opgehaald van www.rijksoverheid.nl: <https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2016/10/31/gekozen-tot-mooiste-natuurgebieden-van-nederland>
- Salverda, I., & Chardon, P. (2006). *Ramsar conventie in Nederland*. Bilthoven : Milieu- en Natuurplanbureau .
- Santec Consulting Ltd. (2011). *Marine Birds: Susceptibility to Oil*. Burnaby: Northern gateway .
- Seys, J. (2004). Effecten van olie op levende organismen. *Vlaams Instituut voor de Zee*, 3-13.
- SOVON. (2016, Januari 2). *Watervogeltellingen: uitgebreide werkwijze*. Opgehaald van www.sovon.nl: <https://www.sovon.nl/nl/publicaties/watervogeltellingen-uitgebreide-werkwijze>
- van den Hout, P., & Piersma, T. (2013). *Laagwatersverspreiding van steltlopers in de Waddenzee*. Nijmegen: Limosa.
- van Gennip, B. (1992). *Een verkennend onderzoek aan bodemdieren en faeces-analyse van steltlopers in de Westerschelde*. Groningen: Van Hall instituut.
- van Roomen, M., Nagy, S., Foppen, R., Dodman, T., Citegetse, G., & Ndiaye, A. (2014). *Status of coastal waterbird populations in the East Atlantic Flyway* . Leeuwarden: Programma naar een rijke Waddenzee.

Ventures, R. (sd). *Exxon Valdez*. RGB Ventures, Jacksonville.

Vogelbescherming. (2017). *Geelpootmeeuw*. Opgehaald van [www.vogelbescherming.nl:
https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-
vogels/vogelgids/vogel/?vogel=48](https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=48)

Vogelbescherming. (2017). *Roodhalsfuut*. Opgehaald van [www.vogelbescherming.nl:
https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-
vogels/vogelgids/vogel/?vogel=184](https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=184)

Vogelbescherming. (2017). *Roodkeelduiker*. Opgehaald van [www.vogelbescherming.nl:
https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-
vogels/vogelgids/vogel/?vogel=186](https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=186)

Vogelbescherming. (2017). *Scholekster*. Opgehaald van [www.vogelbescherming.nl:
https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-
vogels/vogelgids/vogel/?vogel=196&gclid=Cj0KEQjw2fLGBRDopP-
vg7PLgvsBEiQAUOnIXNwAltYVdWqPcxWfdswQVRoealbGwP9ZuclacLe50UoaArto8P8HAQ#Leefwijze](https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=196&gclid=Cj0KEQjw2fLGBRDopP-vg7PLgvsBEiQAUOnIXNwAltYVdWqPcxWfdswQVRoealbGwP9ZuclacLe50UoaArto8P8HAQ#Leefwijze)

vogelbescherming. (2017). *Vogelgids*. Opgehaald van [www.vogelbescherming.nl:
https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids?q=](https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids?q=)

Vogelbescherming. (2017). *Zwarte zee-eend*. Opgehaald van [www.vogelbescherming.nl:
https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-
vogels/vogelgids/vogel/?vogel=270](https://www.vogelbescherming.nl/ontdek-vogels/kennis-over-vogels/vogelgids/vogel/?vogel=270)

Waddenzee.nl. (2016). *Rottumerplaat*. Opgehaald van [www.Waddenzee.nl:
http://www.waddenzee.nl/beheren/onbewoonde-eilanden/onbewoonde-eilanden-en-
zandplaten/rottumerplaat/](http://www.waddenzee.nl/beheren/onbewoonde-eilanden/onbewoonde-eilanden-en-zandplaten/rottumerplaat/)

Waddenzee.nl. (2017, Maart 19). *RAMSAR wetlands convention*. Opgehaald van [www.Waddenzee.nl: http://www.waddenzee.nl/overheid/internationaal/internationaal-
beleid/ramsar-wetlands-convention/](http://www.waddenzee.nl/overheid/internationaal/internationaal-beleid/ramsar-wetlands-convention/)

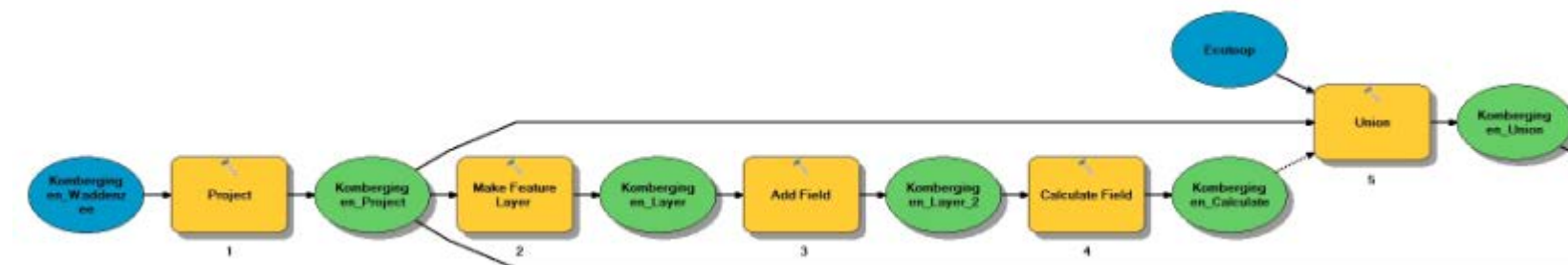
Waddenzeeschool. (2014, april 12). *Olie*. Opgehaald van [www.waddenzeeschool.nl:
http://www.waddenzeeschool.nl/uploads/encyclopediedata/content-
waddenbieb.php?id=3131&language=0](http://www.waddenzeeschool.nl/uploads/encyclopediedata/content-waddenbieb.php?id=3131&language=0)

Wageningen Marine Research. (2009). *WZED_Ecotopen*. Wageningen, trecht, Nederland.

Wymenga, E., & Zwarts, L. (2013). *Mogelijke effecten op vogels van openstelling van de binnenkant van de Balgzanddijk*. Feabwâlden: Altenburg en Wymenga.

Bijlage I - Modelbuilder

In deze bijlage is het model in 3 onderdelen verdeeld. Bij elk onderdeel worden de stappen toegelicht.

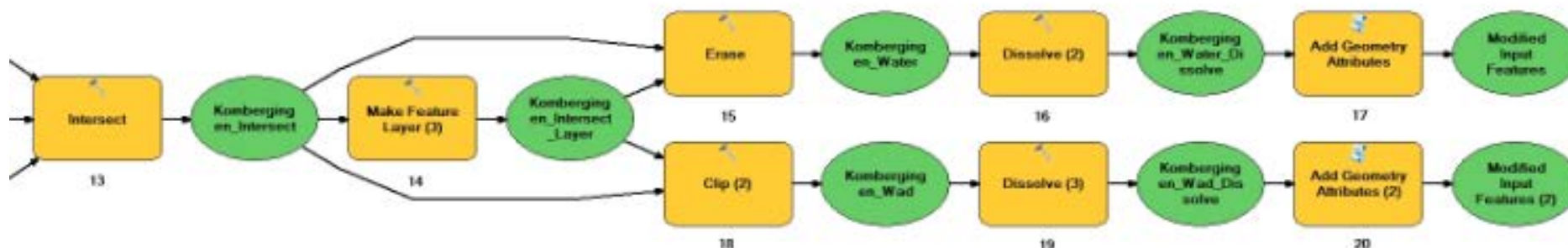


Stap	Input	Tool	Instellingen	Output
1	Kombergingen_Waddenzee	Project	Output Coördinate system: RD_New	Kombergingen_Project
2	Kombergingen_Project	Make Feature Layer	Expression: OBJECTID > 40	Kombergingen_Layer
3	Kombergingen_Layer	Add Field	Field name: Ecotoop_type Field type: TEXT	Kombergingen_Layer_2
4	Kombergingen_Layer_2	Calculate Field	Field name: Ecotoop_type Expression: "Hoog litoraal" Expression type: VB	Kombergingen_Calculate
5	Ecotopen_Kaart Kombergingen_Project Kombergingen_Calculate	Union	JoinAttributes: ALL	Kombergingen_Union



Stap	Input	Tool	Instellingen	Output
6	Kombergingen_Union	Add Field (2)	Field name: Wanted Field type: TEXT	Kombergingen_Union_field
7	Kombergingen_Union_field	Calculate Field (2)	Phyton expression: def wanted(name): if len(name) > 0 and name[0].isalpha(): return "NO" elif name == "32": return "NO" elif len(name) == 0:	Kombergingen_Union_Calculate
8	Kombergingen_Union_Calculate	Make Feature Layer (2)	Expression: wanted = 'YES'	Kombergingen_Area
9	Kombergingen_Area	Dissolve		Kombergingen_Area_Dissolve
10	Kombergingen_Union	Add Field (3)	Field name: Ecotoop_Combined Field type: TEXT	Kombergingen_Union_Field_2
11	Kombergingen_Union_Field_2	Calculate Field (3)	Field name: Ecotoop_Combined Phyton expression: def combine(eco,eco1): if eco1 == "": return eco else: return eco1	Kombergingen_Union_Calculate_2

12	Kombergingen_Area_Dissolve Kombergingen_Union_Calculate_2	Clip	Clip features: Kombergingen_Area_Dissolve	Kombergingen_Clip
----	--	------	---	-------------------

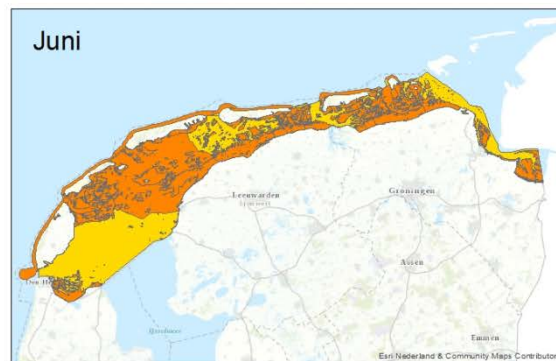
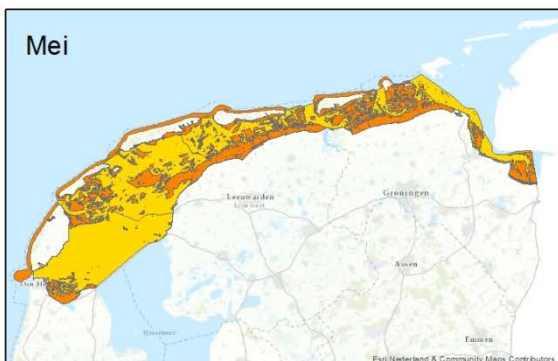
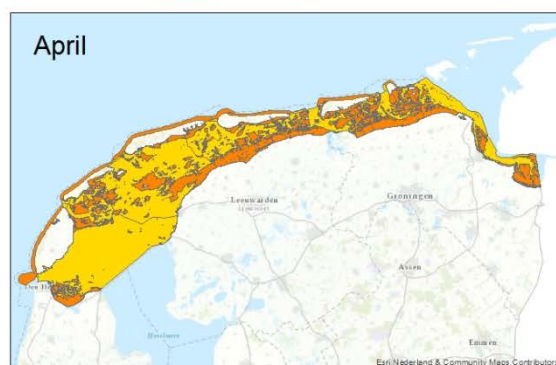
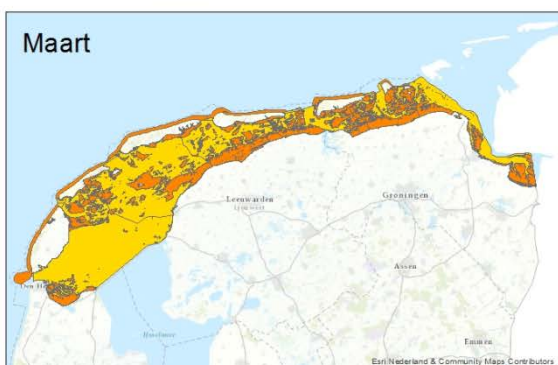
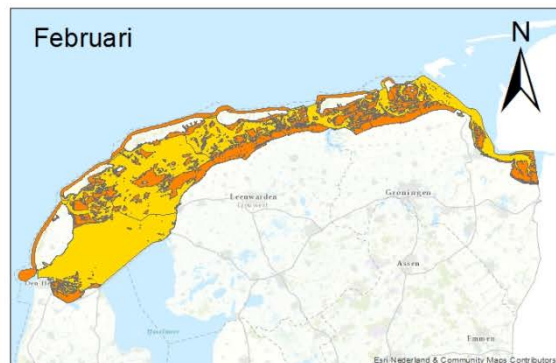
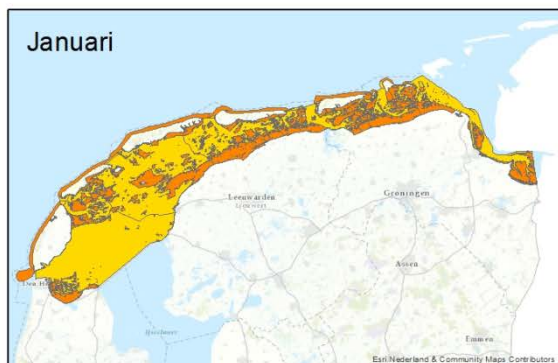


Stap	Input	Tool	Instellingen	Output
13	Kombergingen_Clip Kombergingen_Project Kombergingen_Area_Dissolve	Intersect	JoinAttributes: NO_FID	Kombergingen_Intersect
14	Kombergingen_intersect	Make Feature Layer (3)	Output layer: Kombergingen_ecotoop_Union_C Expression: ecotoop_combined = 'hoog_litoraal' OR ecotoop_combined = 'midden_litoraal' OR ecotoop_combined = 'duin' OR ecotoop_combined = 'duinvallei' OR ecotoop_combined = 'grasland' OR ecotoop_combined = 'hoge_kwelder' OR ecotoop_combined = 'lage_kwelder' OR ecotoop_combined = 'middelhg_kwelder' OR ecotoop_combined = 'pionierzone' OR ecotoop_combined = 'rietland' OR ecotoop_combined = 'supralitoraal'	Kombergingen_Intersect_Layer
15	Kombergingen_Intersect_Layer	Erase	Erase features: Kombergingen_Intersect_Layer	Kombergingen_Water
16	Kombergingen_Water	Dissolve (2)	Dissolve: Name	Kombergingen_Water_Dissolve

17	Kombergingen_Water_Dissolve	Add Geometry Attributes		Kombergingen_Water_Dissolve
18	Kombergingen_Intersect_Layer	Clip (2)	Clip features: Kombergingen_Intersect_Layer	Kombergingen_Wad
19	Kombergingen_Wad	Dissolve (3)	Dissolve: Name	Kombergingen_Wad_Dissolve
20	Kombergingen_Wad_Dissolve	Add Geometry Attributes (2)		Kombergingen_Wad_Dissolve

Bijlage II – Intermediaire kaarten mobiliteit

Kenmerk mobiliteit januari t/m juni



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

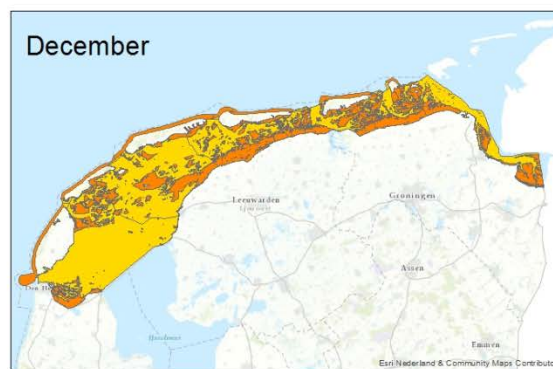
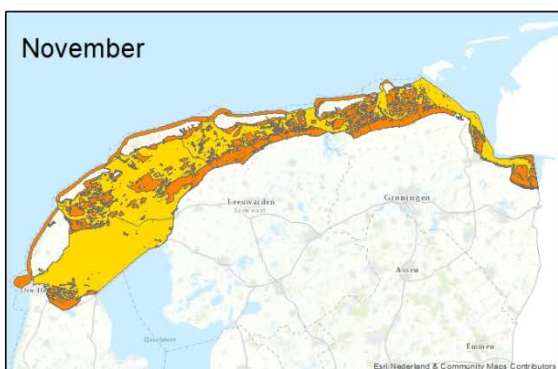
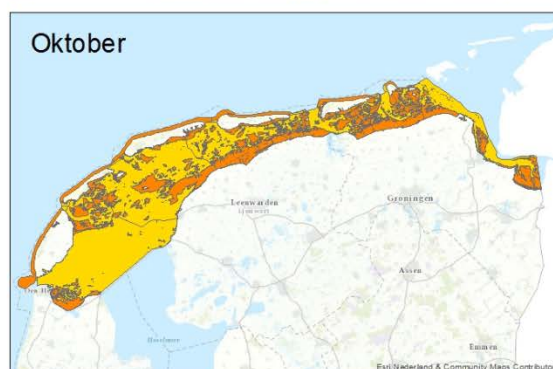
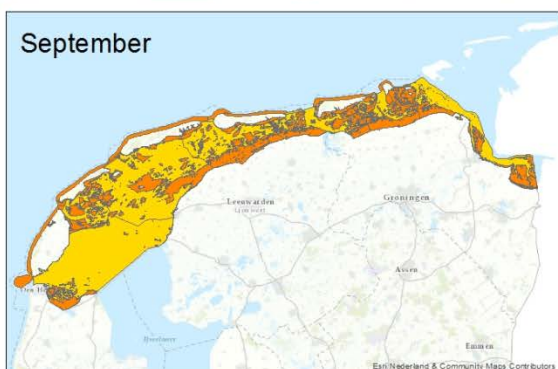
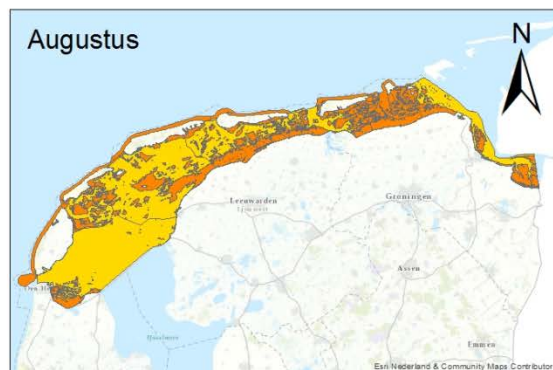
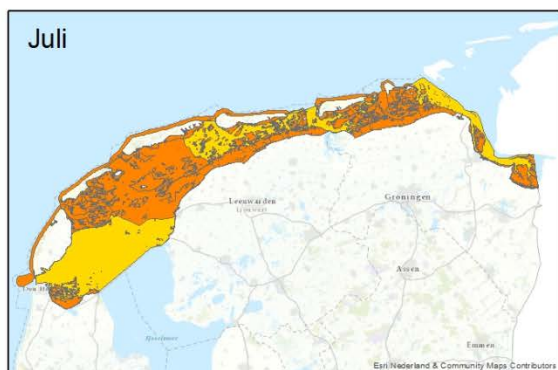
Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Kenmerk mobiliteit juli t/m december



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke

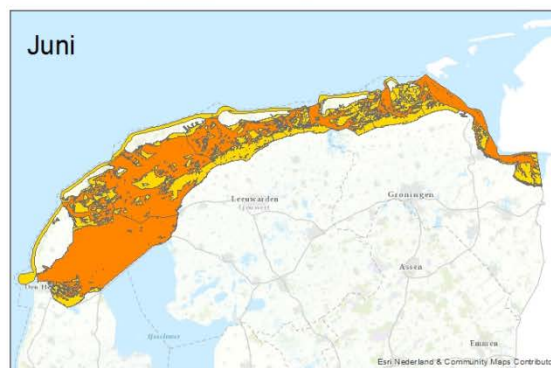
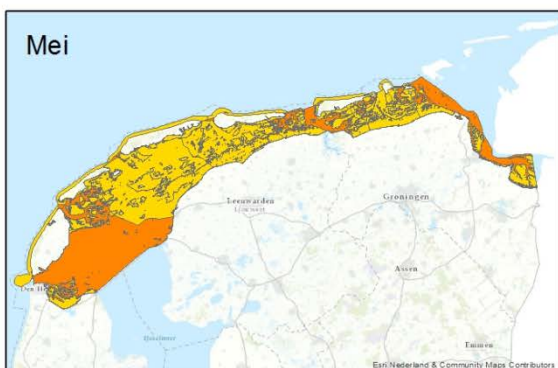
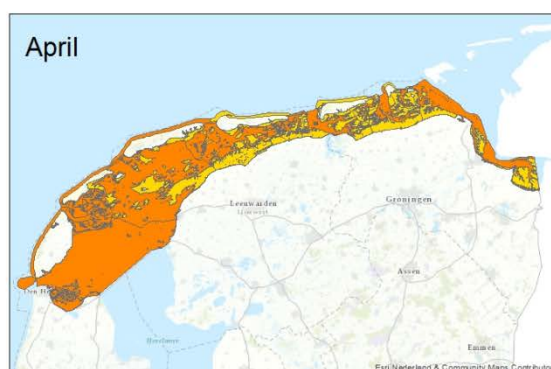
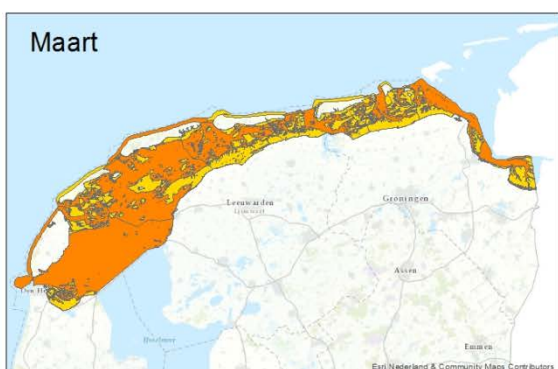
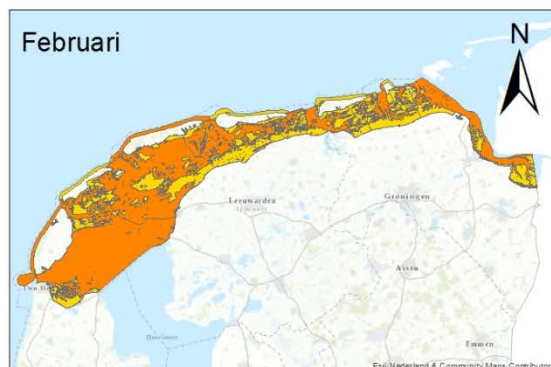
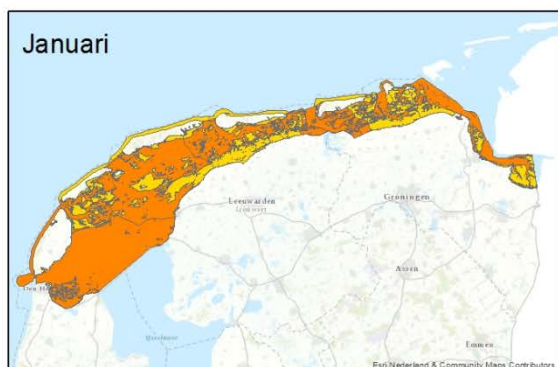
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Bijlage III – Intermediaire kaarten besmeuring

Kenmerk besmeuring januari t/m juni



Legenda

Gevoeligheidsindex

■ Licht gevoelig

■ Redelijk gevoelig

■ Gevoelig

■ Zeer gevoelig

■ Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Klokke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

Bron: Wageningen Marine Research

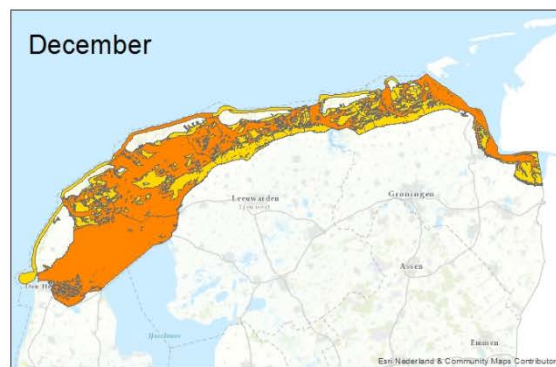
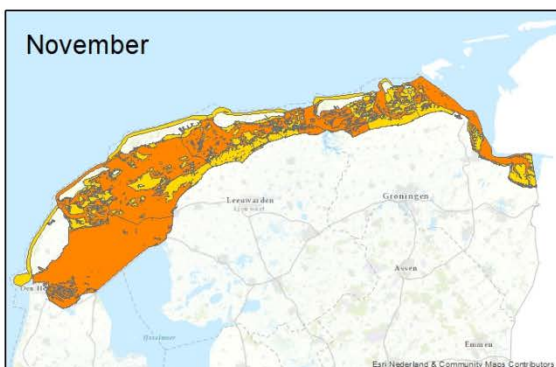
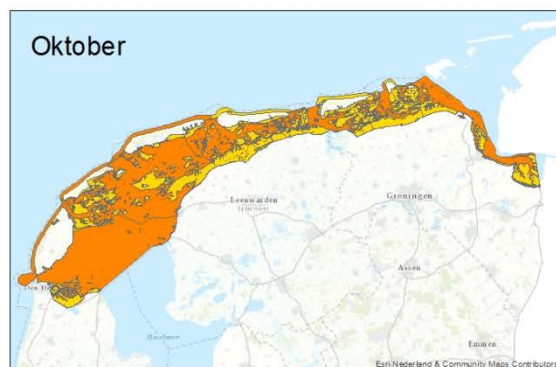
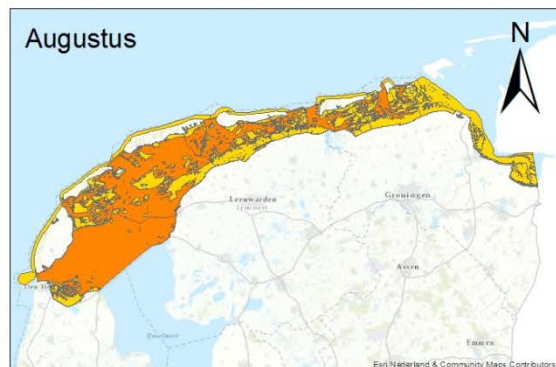
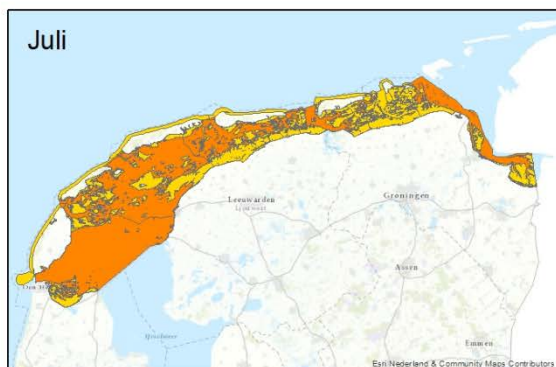
Bron: Programma naar een rijke

Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Kenmerk besmeuring juli t/m december



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Klokke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke

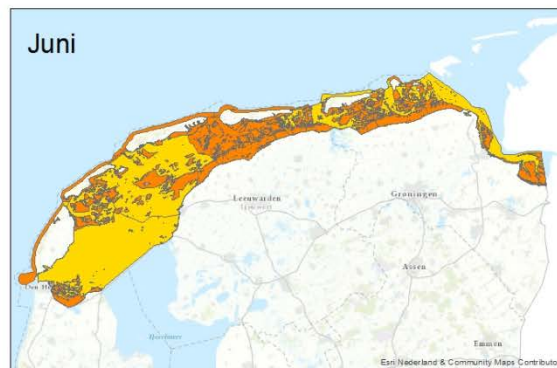
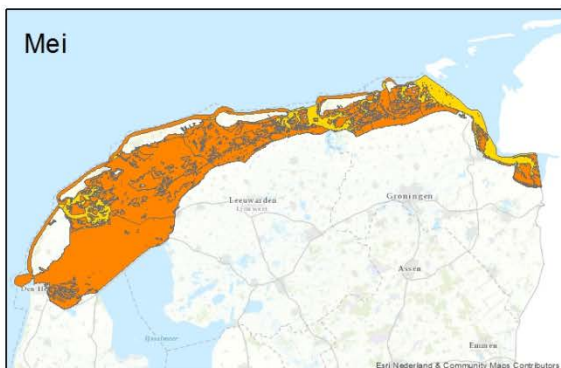
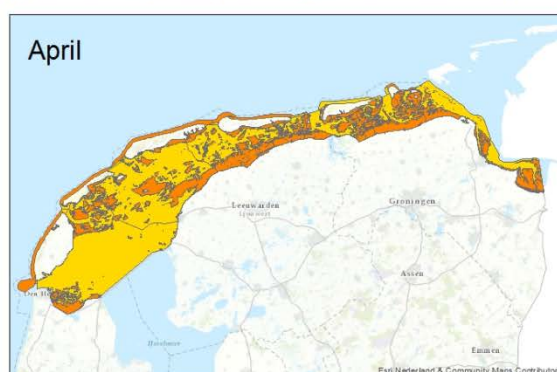
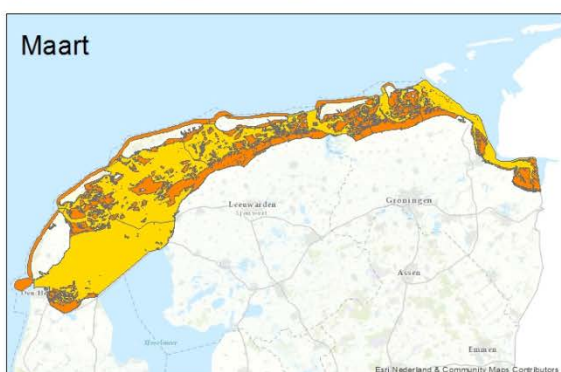
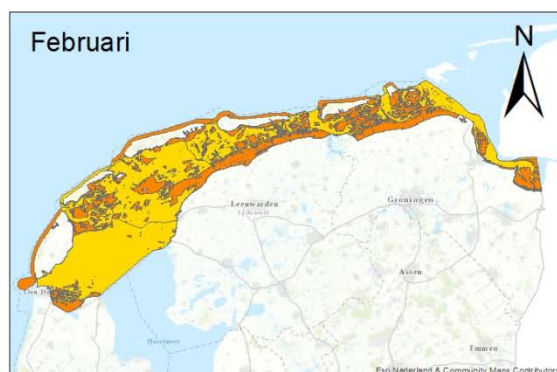
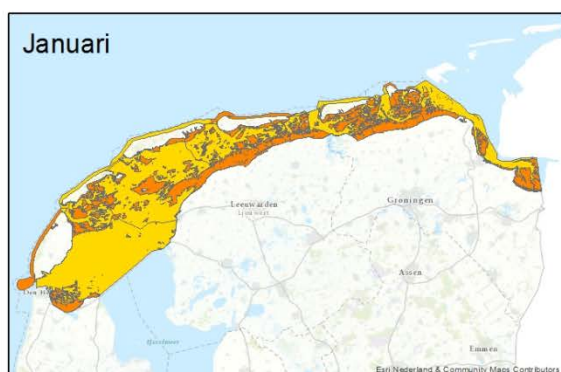
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Bijlage IV – Intermediaire kaarten voedselvoorkeur

Kenmerk voedselvoorkeur januari t/m juni



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

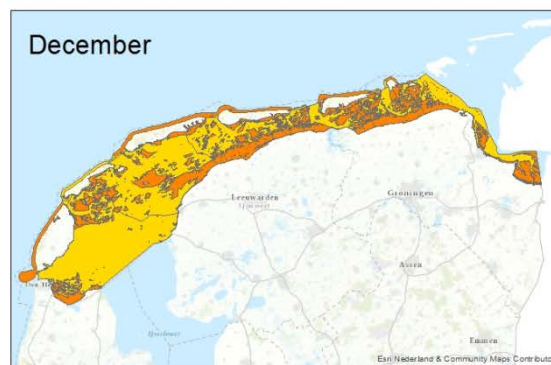
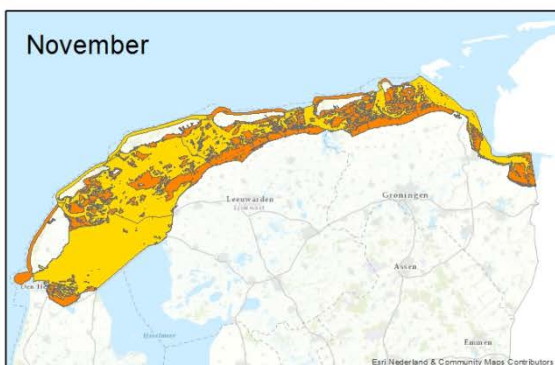
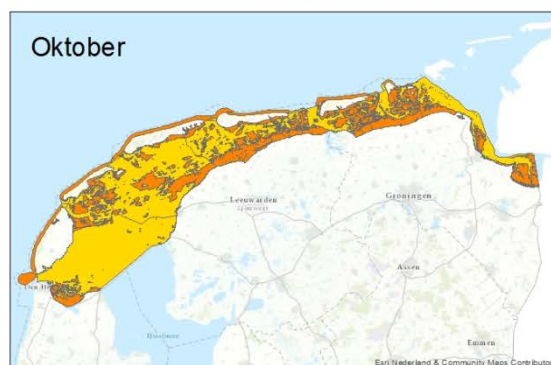
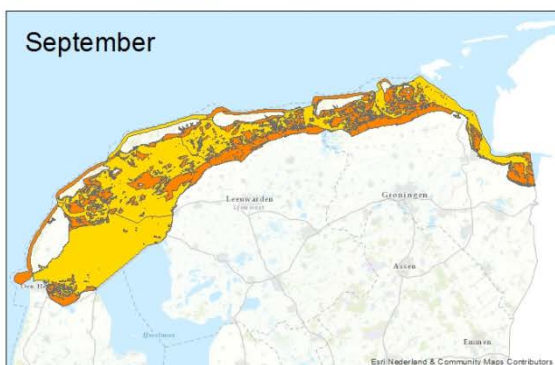
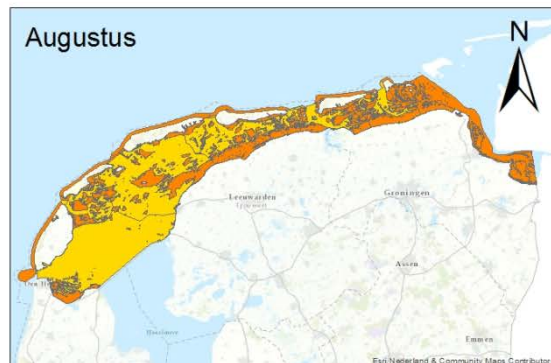
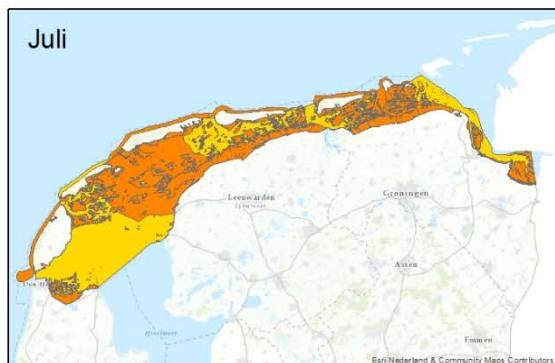
Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Kenmerk voedselvoorkeur juli t/m december



Legenda

Gevoeligheidsindex

- Licht gevoelig
- Redelijk gevoelig
- Gevoelig
- Zeer gevoelig
- Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

Bron: Wageningen Marine Research

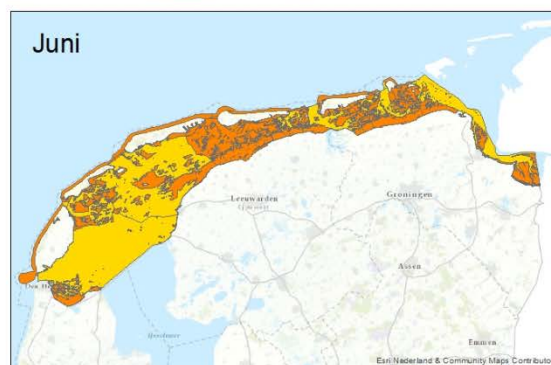
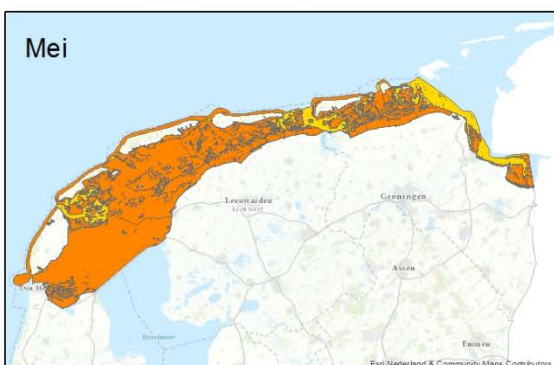
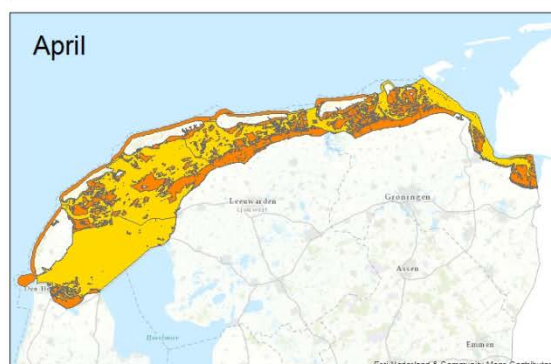
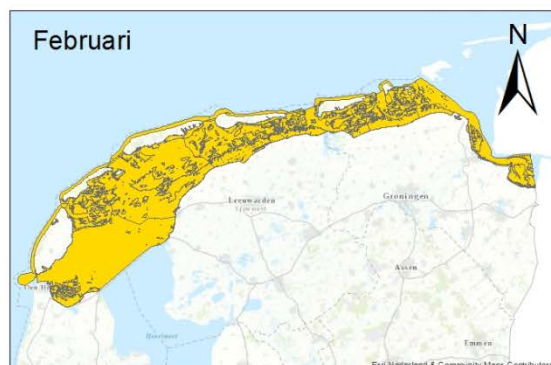
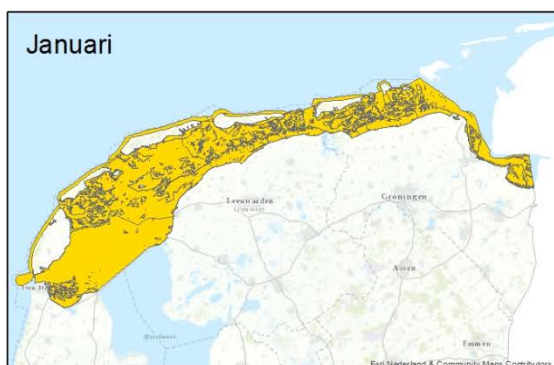
Bron: Programma naar een rijke Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Bijlage V – Intermediaire kaarten reproductie snelheid

Kenmerk reproductie snelheid januari t/m juni



Legenda

Gevoeligheidsindex

- Licht gevoelig
- Redelijk gevoelig
- Gevoelig
- Zeer gevoelig
- Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

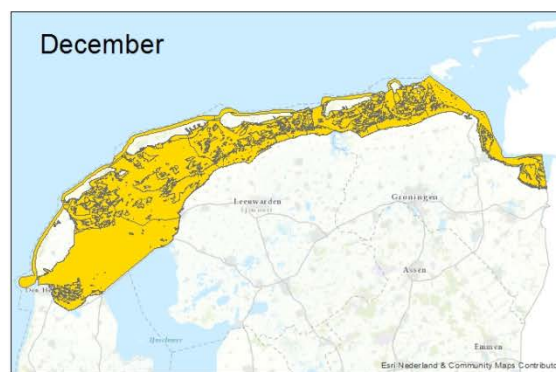
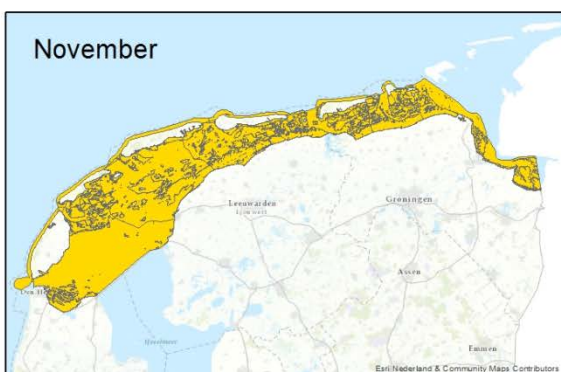
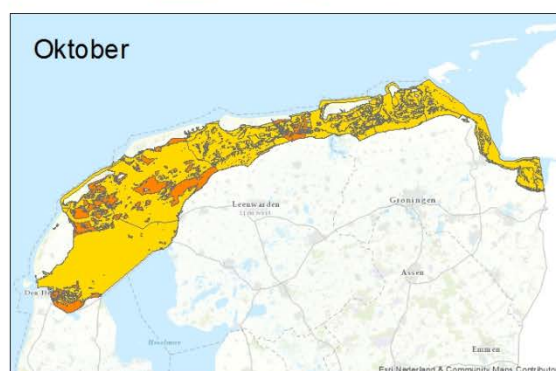
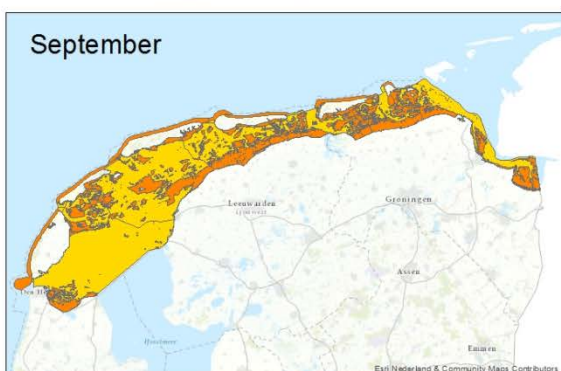
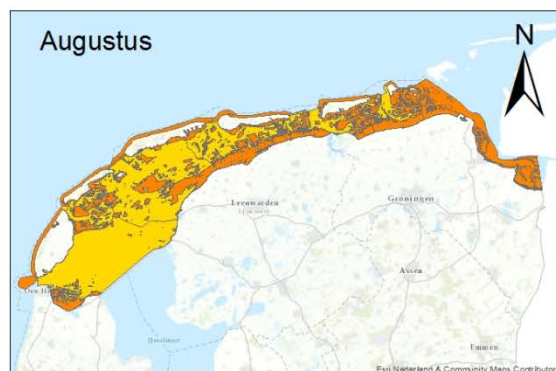
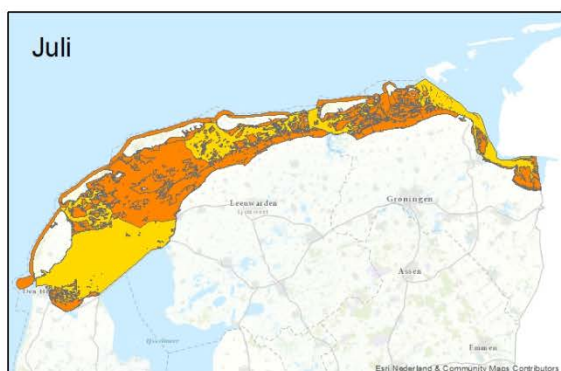
Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Kenmerk reproductie snelheid juli t/m december



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Klokke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke

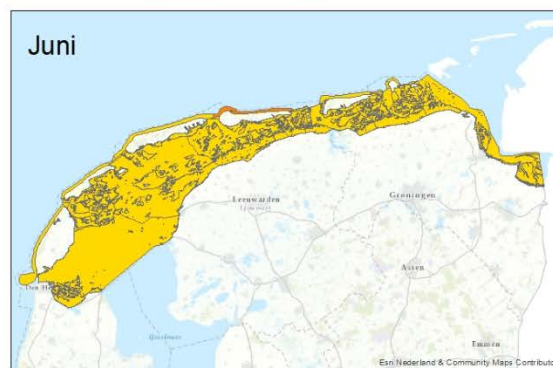
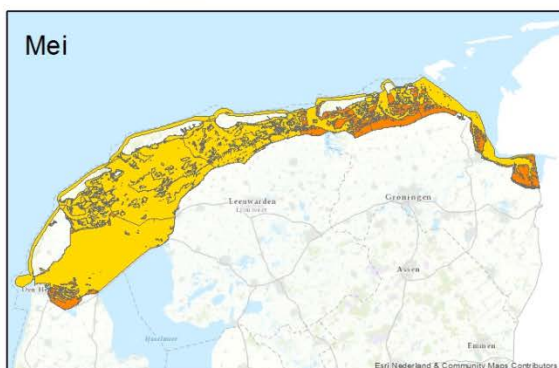
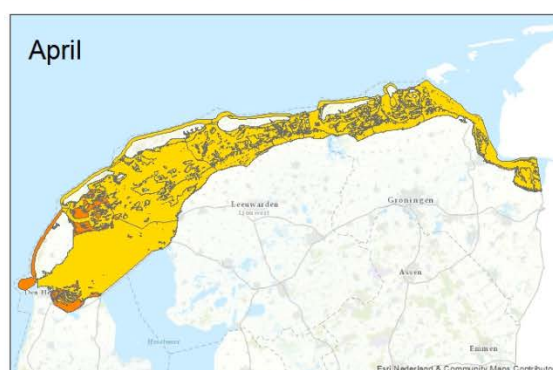
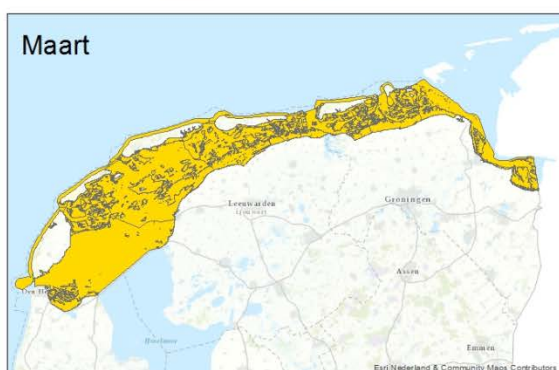
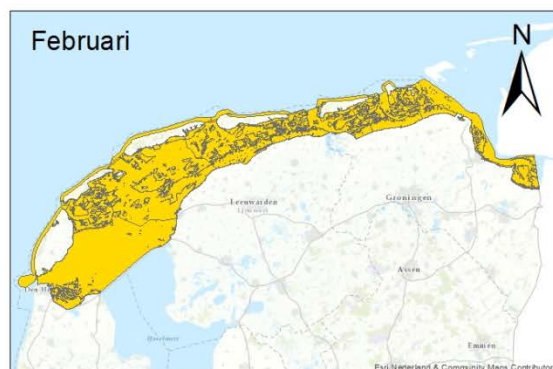
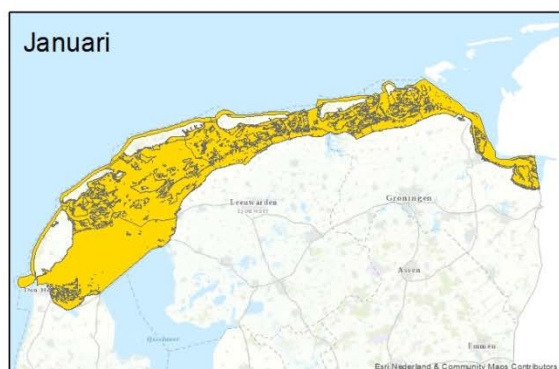
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer

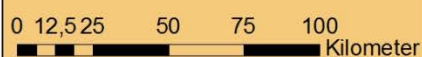


Bijlage VI – Intermediaire kaarten patchiness

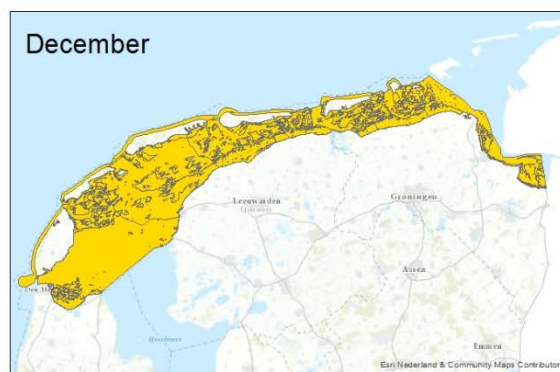
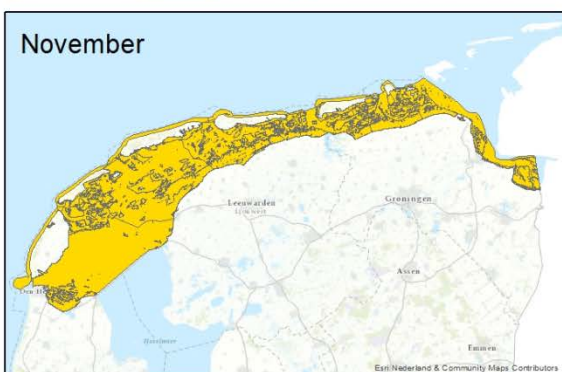
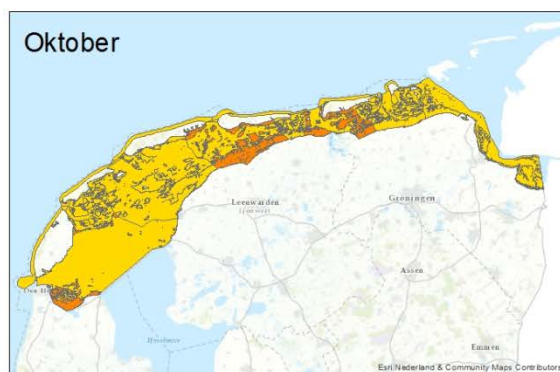
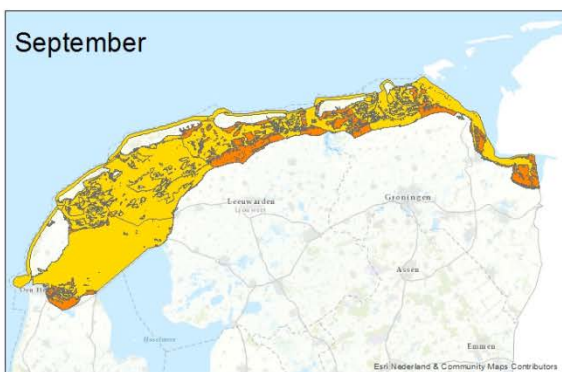
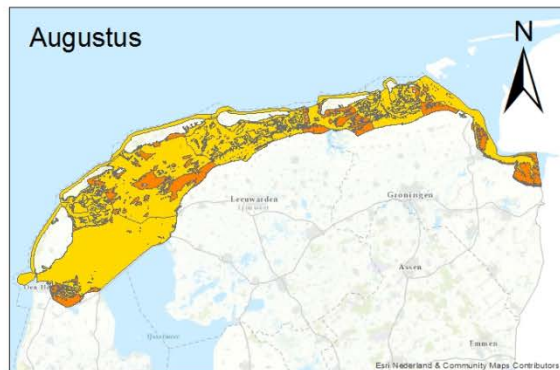
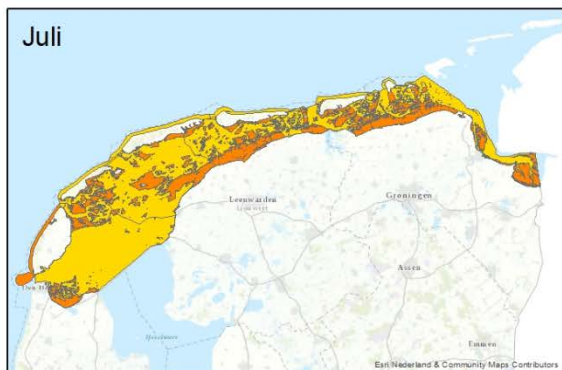
Kenmerk patchiness januari t/m juni



Coördinaten systeem: RD_New
Auteurs: Florian Kloeckke
Sam Huigen
Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland
Bron: Wageningen Marine Research
Bron: Programma naar een rijke
Waddenzee



Kenmerk patchiness juli t/m december



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

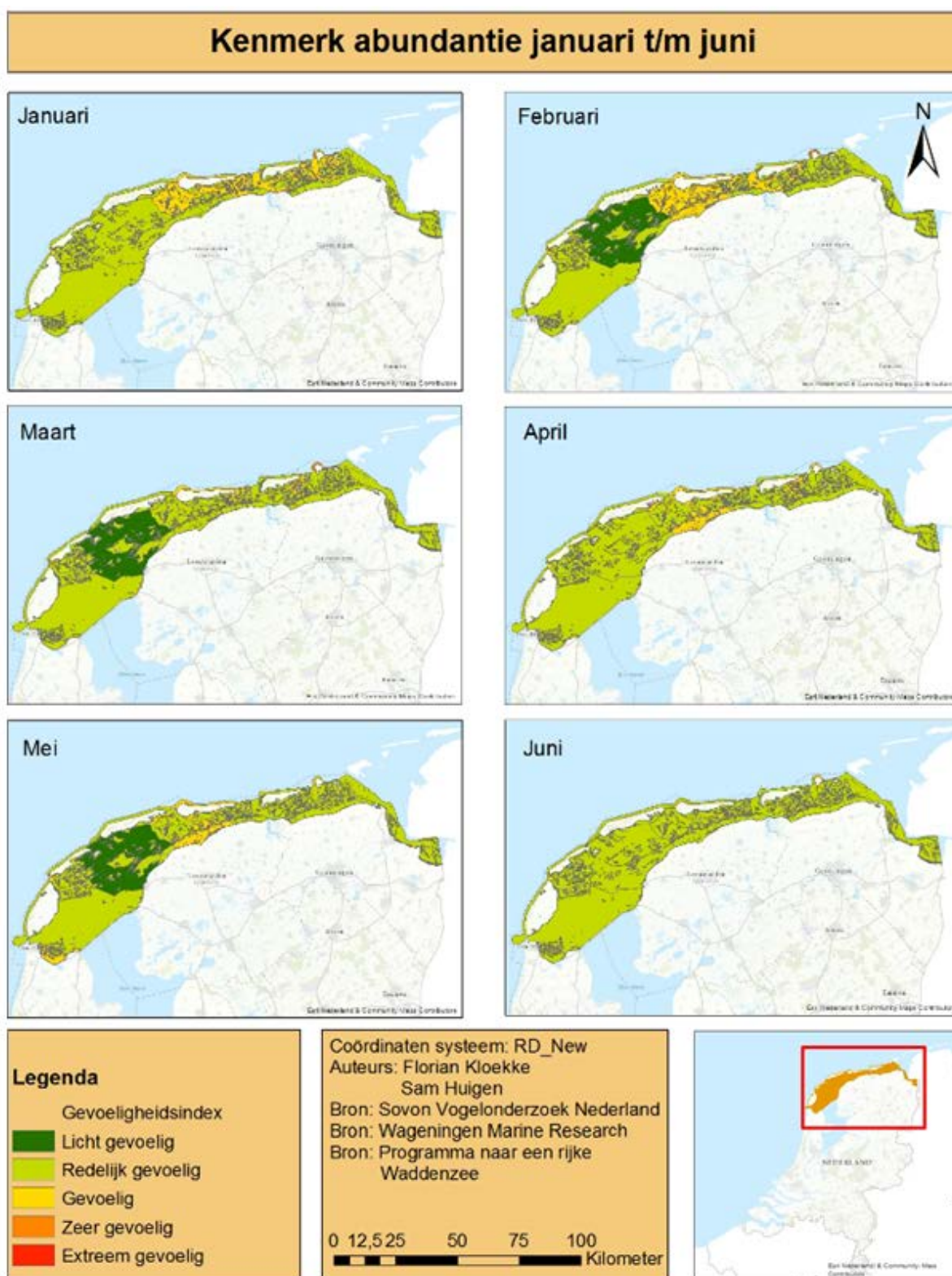
Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke
Waddenzee

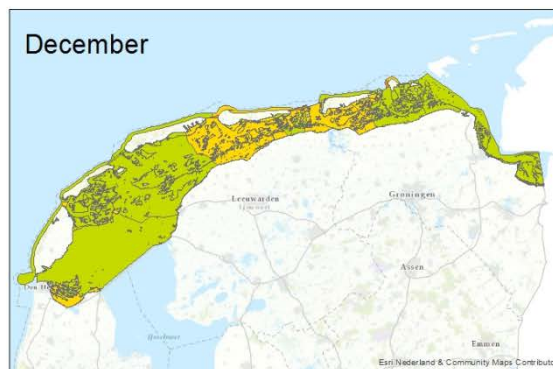
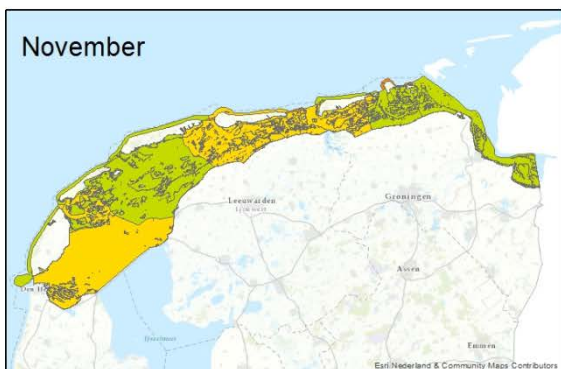
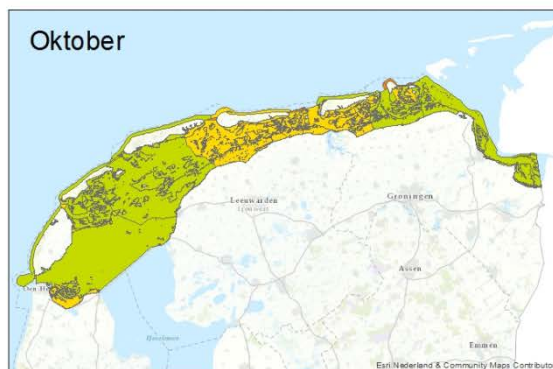
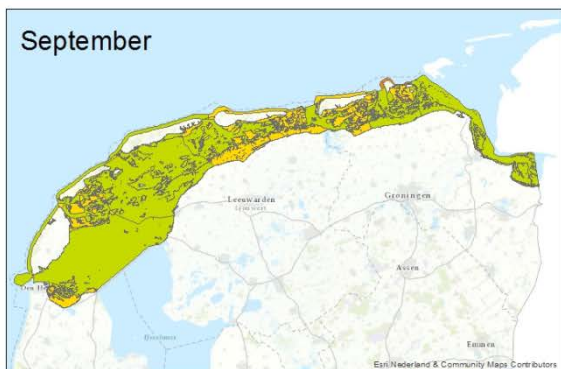
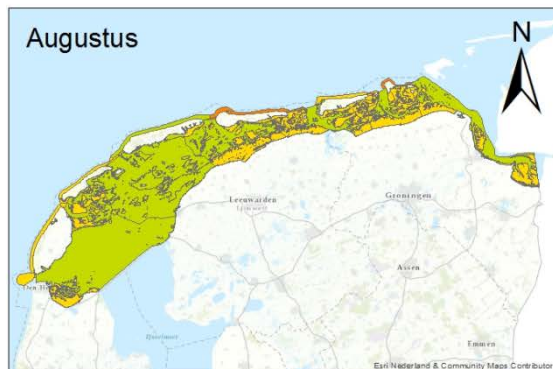
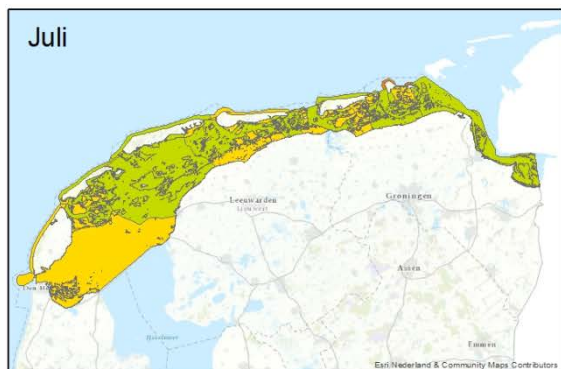
0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Bijlage VII – Intermediaire kaarten abundantie



Kenmerk abundantie juli t/m december



Legenda

- Gevoeligheidsindex
- Licht gevoelig
 - Redelijk gevoelig
 - Gevoelig
 - Zeer gevoelig
 - Extreem gevoelig

Coördinaten systeem: RD_New

Auteurs: Florian Kloekke

Sam Huigen

Bron: Sovon Vogelonderzoek Nederland

Bron: Wageningen Marine Research

Bron: Programma naar een rijke
Waddenzee

0 12,5 25 50 75 100
Kilometer



Bijlage VIII – Gevoeligheidsscores

Vogelsoort	Voedselvoorkeur	Reproductie snelheid	Mobiliteit	Besmeuring	Patchiness	Gemiddeld
bergeend	3	1	4	5	3	3
Rotgans	3	4	2	3	3	3
brandgans	3	4	1	1	4	3
eider	3	3	5	5	2	4
middelste zaagbek	3	2	4	5	4	4
pijlstaart	3	1	3	5	3	3
topper	3	1	3	5	5	3
Aalscholver	2	4	3	5	2	3
Dwergstern	2	4	4	4	4	4
grote stern	2	5	4	4	3	4
kleine zilverreiger	2	4	3	3	5	3
noordse stern	2	4	4	4	3	3
visdief	2	4	4	4	4	4
zwarte stern	2	4	4	4	5	4
brilduiker	4	1	2	5	4	3
Grote mantelmeeuw	1	4	4	1	2	2
kleine mantelmeeuw	1	4	4	1	3	3
kokmeeuw	1	4	4	1	2	2
stormmeeuw	1	4	4	1	1	2
zilvermeeuw	1	4	4	1	2	2
bontbekplevier	5	4	5	3	3	4
bonte strandloper	5	4	5	3	3	4
Drieteenstrandloper	5	4	5	3	3	4
Goudplevier	5	4	3	3	3	4
Groenpootruiter	5	4	5	3	4	4
grutto	5	4	3	3	5	4
kanoet	5	4	5	3	4	4
kluut	5	4	4	3	5	4
krombekstrandloper	5	4	5	3	5	4
lepelaar	5	4	4	3	5	4
Regenwulp	5	4	3	3	3	4
Rosse grutto	5	4	5	3	4	4
scholekster	5	4	4	3	2	4
steenloper	5	4	5	3	3	4
strandplevier	5	4	4	3	5	4
tureluur	5	4	4	3	3	4
wulp	5	4	4	3	2	4
zilverplevier	5	4	5	3	2	4
zwarte ruiter	5	4	5	3	5	4
fuut	4	4	2	5	5	4
kuifduiker	4	3	1	5	5	4

geoorde fuut	4	4	2	5	4	4
smient	3	2	3	5	3	3
wintertaling	3	3	3	5	4	4
slobeend	3	1	3	5	4	3