

An aerial photograph of the Wadden Sea, showing the intricate patterns of sandbars and tidal channels. A semi-transparent bathymetric map is overlaid on the image, with colors ranging from light blue (shallow) to dark blue (deeper). The map highlights the complex topography of the seabed, including various channels and sandbanks.

ECOLOGISCHE ATLAS WADDENZEE

ECOLOGISCHE ATLAS WADDENZEE

Norbert Dankers
Jenny Cremer
Elze Dijkman
Sophie Brasseur
Kees Dijkema
Frouke Fey
Martin de Jong
Cor Smit

Wageningen *IMARES* – Texel

Deze atlas is samengesteld met informatie uit verschillende bronnen, en bestaat uit gecombineerde kaarten van luchtfoto's en geomorfologische informatie. Op de gecombineerde kaarten van luchtfoto's en dieptelijnen zijn dieptelijnen uit de lodingbestanden van RIKZ geprojecteerd. De luchtfoto's zijn aangeleverd door de GEOdesk van Wageningen Research Centrum (WUR). Het copyright van deze luchtfoto's berust bij Aerodata International Survey: Aerogrid 2002. Ecologische informatie is afkomstig van Wageningen *IMARES*, RIKZ en SOVON, fysische informatie (diepte, hoogte, sedimentsamenstelling) is afkomstig van RIKZ. Financiering was grotendeels uit het LNV programma Beleidsondersteunend Onderzoek. Het bewerken van de data is gedeeltelijk gefinancierd uit het EU-Interreg programma MESH (Mapping European Seabed Habitats).

Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen *IMARES*

- Wageningen *IMARES* levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimtegebruik van zee- en zilte kustgebieden. (Marine Living Resource Management).
- Wageningen *IMARES* is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties die voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen *IMARES* doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van Wageningen *IMARES*.

Wageningen *IMARES* aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de informatie uit de kaarten

Voorwoord

In de jaren 70 werd door de Werkgroep Waddengebied wetenschappelijke informatie over de Waddenzee verzameld en gerapporteerd in de serie "Ecology of the Wadden Sea" (Wolff 1983). In dat kader werd toen een atlas gemaakt waarop de belangrijkste habitats van de Waddenzee werden aangegeven (Dijkema et al. 1989). De atlas van Dijkema et al. (1989) was gebaseerd op herkenbare karakteristieken en gegevens uit luchtfoto's en lodingkaarten uit de jaren 60 en 70, bodemonsters uit de jaren 50, en ground truth data van eind jaren 70. Een beschrijving van de achtergrondinformatie en karteringstechniek is gegeven door Dijkema (1991, 1992). Op basis van die atlas is voor de Nederlandse Waddenzee een atlas gemaakt ten behoeve van calamiteitenbestrijding, i.h.b. oliebestrijding (Dijkema & Veld 1988). In deze atlas zijn tevens natuurwaarden aangegeven, zoals dichtheden vogels en zeehondenligplaatsen. Aangezien de gegevens waarop deze atlassen zijn gebaseerd alweer ruim dertig jaar geleden zijn verzameld en inmiddels veranderingen in methoden voor data-opslag en beheer hebben plaatsgevonden wordt het tijd voor herziening.

Tegenwoordig hebben we de beschikking over Geografische Informatie Systemen (GIS) die gebaseerd zijn op dataopslag en -beheer in computers. Daardoor is het veel eenvoudiger om, in de vorm van digitale atlassen, informatie bijeen en up-to-date te houden. Voor direct gebruik van GIS is echter nog teveel specifieke kennis van de techniek noodzakelijk, waardoor beleidsmakers en beheerders toch sterke behoefte aan een gedrukte atlas hebben. Om deze reden is deze atlas samengesteld.

Inleiding

Achtergrond

In het (niet meer operationele) beheersplan Natuur (LNV 1988) worden in de Waddenzee de volgende ruimtelijk herkenbare biotopen of deelsystemen onderscheiden:

- Geulen (inclusief de permanent onder water staande diepere gebieden ten noorden van de afsluitdijk) (1400 km²)
- Droogvallende platen (eventueel onder te verdelen in laag, hoog, zandig en slikkig) (1200 km²)
- Hoge, zelden onderlopende zandplaten (46 km²)
- Stuifduinformaties op hoge zandplaten (8 km²)
- Vastelandkwelders (54 km²)
- Eilandkwelders (32 km²)
- Achterduinse strandvlaktes (1 km²)
- Stuifdijken (3 km²)

Sinds 1988 is het ecotoopbegrip verder uitgewerkt, en is bovenstaande indeling, hoewel in grote lijnen nog herkenbaar, verder ingevuld. Op grond daarvan zijn regelmatig kaarten geproduceerd met ondergronden waarop ecotopen of landschapstypen herkenbaar waren.

De Waddenzee wordt aangemeld als Speciale Beschermings Zone (SBZ) in het kader van de Habitat Richtlijn. In het aanmeldingsbesluit zijn specifieke habitattypen genoemd die daardoor specifieke bescherming genieten. In grote lijnen zijn deze vergelijkbaar en onder te brengen in de eerder genoemde deelsystemen. Deze habitattypen zijn nauwkeurig gedefinieerd, en de definities zijn in internationale afspraken vastgelegd. In het kader van deze atlas zijn de volgende typen, waarvoor de Waddenzee is aangemeld, relevant:

1110 Permanent met zeewater van geringe diepte overstroomde zandbanken

1130 Estuaria

1140 Bij eb droogvallende slikwadden en zandplaten

1310 Eenjarige pioniervegetaties van slik- en zandgebieden met Zeekraal (*Salicornia* sp.) en andere zoutminnende planten

1330 Atlantische schorren (*Glauco-Puccinellietalia maritima*)

De meer terrestrische typen zoals embryonale, wandelende en vastgelegde duinen (2110, 2120 en 2130) zijn niet weergegeven in deze atlas.

De kaarten

Kaarten worden gemaakt om complexe geografische informatie overzichtelijk weer te geven. In eerste instantie is het informatie die in het veld waarneembaar en afgrensbaar is. Ook kunnen grenzen weergegeven worden die gebaseerd zijn op afspraken (bijvoorbeeld gemeentegrenzen of begrenzings van gebieden met speciale beschermingsregimes). Daarnaast kan informatie worden weergegeven die alleen na inventarisaties en analyse verkregen kan worden (bijvoorbeeld populatiekenmerken, bodemtype, grondwaterpeilen of het voorkomen van mineralen met grote economische waarde).

Het is in de praktijk onmogelijk om alle informatie in één gedrukte kaart weer te geven. Daarom zijn er verschillende typen atlassen en kaartbladen. Met de huidige mogelijkheden van Geografische Informatie Systemen (GIS) is het mogelijk om alle informatie gestandaardiseerd in computers op te slaan, en de voor een specifieke vraag benodigde informatie in een beperkt aantal lagen in een eveneens gestandaardiseerd geografisch grid weer te geven.

De huidige techniek en snelle computers leveren echter wel een additioneel probleem met de legenda-eenheden. In het verleden werden kaarten vervaardigd op basis van enkele legenda-eenheden. Door middel van overlays was het mogelijk meerdere aspecten op één kaartblad weer te geven. Bij teveel klassen of teveel details werd het kaartbeeld echter onleesbaar. Bij gedrukte kaarten werd daarom naar een goede middenweg gezocht, die echter niet altijd voldeed aan de gestelde eis. Voor een deel kan daarop worden tegemoet gekomen door uit het GIS bestand alleen overlays te kiezen die voor een specifieke vraag relevant zijn. Deze overlays zijn gebaseerd op zogenaamde shape-files waarmee polygonen op een kaartblad zijn weergegeven. De polygonen omlijnen een bepaalde legenda-eenheid, bijvoorbeeld het gebied tussen twee dieptelijnen of het gebied met een bepaalde korrelgrootte of stroomsnelheid. Indien zeer veel polygoonkaarten beschikbaar zijn kunnen de gewenste kaartcomposities eenvoudig worden samengesteld. Toch blijft het niet eenvoudig om meerdere klassen van verschillende eigenschappen die voor specifieke ecotopen kenmerkend zijn in één kaart weer te geven. Als op een kaart drie diepte- en drie droogvalklassen, drie sedimenttypen en drie typen dynamiek (orbitaalsnelheid) de verschillende ecotopen bepalen moeten al 54 ecotooptypen met verschillende kleuren en arceringen worden aangegeven.

Voor het beleid is het belangrijk dat uit de kaarten op te maken is waar kenmerkende landschapstypen liggen, en dan vooral die typen die in nationale of internationale regelgeving een bepaalde status hebben, zoals de habitattypen uit de EU-habitatrichtlijn, of kenmerken die essentieel zijn voor de kwaliteit van de EU-habitats. Binnen de EU-habitattypen zoals droogvallende wadplaten en kwelders is het mogelijk een verdere onderverdeling te geven op basis van sedimentsamenstelling, dynamiek en successiestadium in de vegetatieontwikkeling.

Het heeft daarom nog steeds voordelen om een selectie van de beschikbare informatie op een vaste schaal in gedrukte vorm beschikbaar te hebben. Die kaarten zijn essentieel bij de eerste aanzetten voor beleid- en beheerbeslissingen en vergunningverlening. Ze geven ook inzicht in het functioneren van het gebied. In deze atlas is hiervoor een keuze gemaakt uit een grote hoeveelheid informatie.

Daarnaast blijft het essentieel dat alle onderliggende informatie ook in GIS aanwezig is. Daarmee is het mogelijk meerdere variabelen in te brengen en er zijn ook mogelijkheden voor ruimtelijke statistiek en voor het leggen van verbanden tussen variabelen.

Definitie Ecotoop

Verschuiven benaderingen zijn in het verleden gebruikt om habitats of ecotopen in kaart te brengen, en er wordt op verschillende manieren omgegaan met aan elkaar gerelateerde begrippen zoals habitat, ecotoop biotoop en biocoenose (Olenin & Ducrottoy, 2006).

Verdonschot et al (1992) maken gebruik van een hiërarchische ecosysteemindeling van Klijn (1988) en Klijn & de Haes (1990) lopende van eco-element tot ecodistrict, waarbij het systeem wordt onderverdeeld op grond van biotische en abiotische factoren die bepalend zijn voor de soortensamenstelling (de

zogenaamde masterfactoren) van het ecosysteem waarbij de nadruk ligt op de homogeniteit binnen een ruimtelijke eenheid.

De hiërarchie is tevens een afspiegeling van het schaalniveau van kaarten waarop de verschillende typen kunnen worden afgebeeld. De hoogste categorie (Ecodistrict) komt dikwijls overeen met een schaalniveau van 1: > 50.000.000, ofwel een kaarteenheden van minimaal 62.500 km². (Het Nederlandse deel van de Noordzee (NCP) is 57.000 km² en de Nederlandse Waddenzee 2500 km²). De Waddenzee zou in deze systematiek een ecosectie genoemd kunnen worden mede omdat het binnen het ecodistrict landschapsvormende factoren zijn die het systeem in stand houden. Een ecotoop beslaat minimaal 0.25 – 1.5 ha, en de kleinste ecotopen kunnen dus worden weergegeven op kaarten van 1:5000 tot 1: 25000. Eco-elementen zijn soms kleiner, en kunnen dan alleen worden weergegeven op kaarten met een schaal groter dan 1:5000.

De afmetingen van de onderscheiden typen zijn natuurlijk ook afhankelijk van het type systeem dat men bestudeert. Zo zal een ecotopenstelsel van de Atlantische Oceaan of Noordzee een andere schaalindeling kennen dan in een estuarium, een rivier of een meer.

In veel recente publicaties wordt de volgende definitie voor ecotoop aangehouden:

Ecotoop:

'een ruimtelijk te begrenzen, min of meer homogene ecologische en landschappelijke eenheid, waarvan de samenstelling en ontwikkeling wordt bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse.'

Verschuiven kaarttypen in deze atlas

Serie 1 - Ecotopen

De eerste serie kaarten is gebaseerd op eigenschappen die leiden tot een bepaald type ecotoop. In sommige gevallen zijn deze grenzen duidelijk zichtbaar in het veld zoals bij een mosselbank, kwelder of duin. In veel gevallen is de grens tussen die typen echter niet eenvoudig herkenbaar in het veld omdat de grens bijvoorbeeld gebaseerd is op modellen voor golfwerking bij storm, percentage droogvaltijd, korrelgrootteverdeling van sediment of voorkomen van ingegraven organismen.

Serie 2 - Natuurwaarden

De tweede serie kaarten is gebaseerd op informatie die beschikbaar is over specifieke waarden, zoals het voorkomen van grote aantallen vogels of zeezoogdieren. Uit de ecotopenkaart kunnen ook al een aantal belangrijke natuurwaarden worden afgeleid, maar natuurwaardenkaarten kunnen ook zaken weergeven die niet altijd ruimtelijk afgegrensd kunnen worden en daarom of om andere redenen niet als ecotoop gedefinieerd kunnen worden. Het is niet praktisch dit soort informatie voor meerdere soorten weer te geven in de ecotopenkaart. Deze informatie is daarom op een aparte set kaarten weergegeven in deze atlas.

Serie 3 - Kenmerkende structuren

De derde serie geeft kenmerken weer die in het veld duidelijk zichtbaar zijn, maar die, bijvoorbeeld door beperkte monsterdichtheid of geomorfologische structuren, niet gekenmerkt worden door verschil in sediment. Deze kenmerken (bijvoorbeeld klifranden, zandgolven en megaribbels, prieltjes in hoogliggend wad) verschijnen daarom niet in de ecotopen- of natuurwaardenkaarten. Dit soort structuren kunnen in het veld gekarteerd worden en handmatig in de kaart worden ingevoerd. Wij hebben gekozen om deze structuren weer te geven met behulp van gedetailleerde luchtfoto's op dezelfde schaal als de ecotopenkaart, met de laagwaterlijn uit de meest recente zeekaart.

SERIE 1 - De ecotopenkaart

Bij het ontwikkelen van de kaarten is gekozen voor ecotopen omdat op dit schaalniveau de verspreiding van flora en fauna het beste kan worden verklaard. Voor elke masterfactor (zoals sedimenttype, saliniteit, stroomsnelheid) kan worden bepaald binnen welke range biota kunnen overleven. Op basis van die waarden kunnen de verschillende ecotopen worden begreepd.

Naast de gekozen ecotoopgrenzen kunnen op een hoger en een lager schaalniveau nog andere ecosysteemeenheden onderscheiden worden. Een aantal ecotopen in een functionele samenhang zou een landschap genoemd kunnen worden. Een lager schaalniveau is het eco-element waarmee vaak een bepaald woongebied van een populatie van een soort wordt bedoeld en waarvan de definitie in de buurt komt van de term 'habitat' wat de fysieke ruimte waarin een soort voorkomt omvat.

Gezien de keuze van definities verdient het aanbeveling te spreken van 'ecotoopkartering' in plaats van 'habitatkartering'. In het terrestrisch onderzoek gebeurt dat al in veel gevallen.

In het mariene onderzoek en in internationaal beleid is echter het begrip HABITAT ingeburgerd, en daarmee wordt zowel het leefgebied van een organisme als een herkenbare en karteerbare eenheid in het landschap bedoeld. In de wetenschappelijke wereld worden meerdere termen gebruikt die verwant zijn, en niet altijd duidelijk gedefinieerd.

De verschillen in de abiotische en biotische milieufactoren die worden bestudeerd en de manier waarop zij worden bepaald, geanalyseerd en beschreven, hebben geleid tot een grote variatie in de verdeling van het ecosysteem in 'hanteerbare eenheden'. Metingen in verschillende gebieden, en in verschillende meetcampagnes zijn dikwijls gerapporteerd in klassen die onderling niet overeenkomen. Bovendien blijkt het niet eenvoudig om binnen het mariene milieu duidelijk begrensde eenheden te onderscheiden. De meest recente indeling in ecotooptypen voor de zoute wateren (ZES) is ontwikkeld door Bouma et al. (2005). De klassengrenzen in de huidige atlas sluiten zoveel mogelijk aan bij deze indeling.

Op de ecotoopkaarten moeten de verschillende ecotopen duidelijk tot uiting komen en moet de geomorfologische structuur van de Waddenzee herkenbaar zijn. Daarnaast is er voor gekozen om in het veld herkenbare aspecten weer te geven. Dit kunnen hoge concentraties organismen zijn, die al dan niet permanent aanwezig hoeven te zijn. Daarom zijn bijvoorbeeld mosselbanken, zeehondenligplaatsen en hoogwatervluchtplaatsen (HVP's). In verschillende paragrafen wordt hieronder aangegeven hoe voor verschillende aspecten tot een klassenindeling en cartografische weergave is gekomen.

Geomorfologie

Ecotopen zijn in eerste instantie herkenbaar op grond van geomorfologische karakteristieken. Die geomorfologische eigenschappen worden grotendeels bepaald door fysieke processen en eigenschappen. Deze zijn ook van groot belang voor het al dan niet voorkomen van specifieke soorten. Belangrijke fysieke aspecten zijn getijdenwerking (onder andere droogvaltijd) en sedimentsamenstelling. Ook stroomsnelheid, golfwerking, lichtdoorlatendheid en de nutriëntensamenstelling van het water kunnen van belang zijn. Zij allen samen bepalen de randvoorwaarden voor het leven in de Waddenzee.

Het is onmogelijk om al deze factoren overzichtelijk in één onderliggende kaartlaag samen te voegen. Daarom is gekozen voor de factoren die naar verwachting de meeste invloed zullen uitoefenen op de bewoners van het gebied: allereerst sediment en getijde, hoewel gerealiseerd moet worden dat zowel sedimenttype als overlevingsmogelijkheid van organismen afhankelijk zijn van dynamische krachten zoals golfwerking en stroming, en sedimenttype wellicht meer een indicator is voor het mogelijk voorkomen van bepaalde gemeenschappen, dan dat de gemeenschappen afhankelijk zijn van dat type sediment.

Sediment

Voor de Waddenzee zijn twee soorten sedimentgegevens bekend, het slibgehalte en de M16. Het slibgehalte (RIKZ) geeft het percentage slibdeeltjes wat kleiner is dan 63 µm. De M16 is de mediane korrelgrootte van de deeltjes die groter zijn dan 16 µm. Dit laatste bestand is als onderdeel van het EVAII project (Evaluatie Schelpdiervisserij Waddenzee) samengesteld uit meerdere datafiles die elkaar aanvullen en/of overlappen (Zwarts, 2004), zowel in tijd als in plaats.

Voor de kaarten van deze uitgave is gekozen voor een indeling in drie klassen: slibrijk sediment, fijn zand en grof zand.

De files met het slibpercentage en de M16 zijn samengevoegd volgens onderstaand schema om de drie klassen te onderscheiden:

slibrijk: slibpercentage > 25 %
fijn zand: slibpercentage < 25% en M16 <250 µm
grof zand: slib <25% en M16 250 – 2000 µm

Getijde

De Waddenzee bestaat uit twee duidelijk te onderscheiden delen. De geulen en permanent onder water staande gebieden (het sublitoraal) en de droogvallende platen (het litoraal). In de kaarten is geen onderscheid gemaakt in verschillende dieptezones in het sublitoraal. Er zijn voldoende kaarten beschikbaar met dieptelijnen. Binnen de droogvallende platen kan onderscheid worden gemaakt in delen die lang droog liggen, en daardoor onderhevig aan bijvoorbeeld uitdroging, grote temperatuurschommelingen of vogelpredatie, en delen die korter droog liggen. Het litoraal is daarom onderverdeeld in drie klassen:

Laag (0-25),
midden (25-75) en
hoog (75-100) % van de tijd droogvallend.

De klassenindelingen van het sediment en de droogvalduur zijn samengevoegd en hebben geresulteerd in 9 klassen voor de Waddenzee. Hierbij wordt aangesloten bij de indelingen en criteria die genoemd worden in het rapport "Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1)" (Bouma et al. 2005):

sublitoraal slibrijk
sublitoraal fijn zand
sublitoraal grof zand
laag litoraal slibrijk
laag litoraal fijn zand
laag litoraal grof zand
midden litoraal slibrijk
midden litoraal fijn zand
midden litoraal grof zand
hoog litoraal slibrijk
hoog litoraal fijn zand
hoog litoraal grof zand

Kwelders

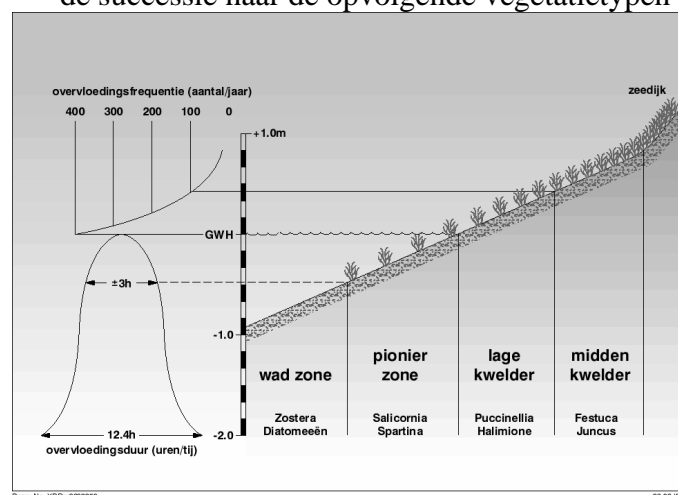
Kwelders, schorren en gorzen zijn regionale woorden voor hetzelfde begrip: in Groningen, Friesland en vroeger ook in Noord-Holland spreekt men van kwelders, in Zeeland, Vlaanderen en tot in Frankrijk van schorren. Gorzen vinden we in Zuid-Holland en Noord-Brabant rond de mondingen van Rijn en Maas.

Kwelders zijn buitendijkse afzettingen van sediment (zand en slik) met daarop een spontaan gevestigde vegetatie van hogere planten die bestand zijn tegen de regelmatige overstroming door zout of brak getijwater. De flora omvat een beperkt aantal soorten planten van ongeveer 25 verschillende kruiden, grassen, russen, zeggen, dwergstruiken en éénjarige planten. Tezamen met honderden insectensoorten die specifiek op kwelderplanten leven hebben we te maken met een combinatie van uiterst gespecialiseerde planten en dieren.

Als de hoogte van het wad door sedimentatie voldoende toeneemt, verschijnen spontaan de pionierplanten Engels slijkgras en Zeekraal (schematisch weergegeven in figuur 1). De pionierzone begint, afhankelijk van de ligging van de kwelder, op natuurlijke kwelders vanaf een hoogte van 20 tot 0 cm onder gemiddeld hoogwater (GHW) en in de bezinkvelden van de vastelandkwelders vanaf een hoogte van 40 tot 20 cm onder GHW. Naast de hoogteligging bepalen de energie van stroming en golven, de bodemvruchtbaarheid en de stevigheid van het sediment de mogelijkheden voor pionierplanten om zich te vestigen.

Kweldergras markeert de ondergrens van de kwelder die op natuurlijke kwelders vanaf een hoogte van 10 tot 20 cm boven GHW begint en in de bezinkvelden van de vastelandkwelders al vanaf een hoogte van GHW. Rond het niveau van GHW bereikt het meerjarige Gewoon kweldergras voldoende bedekking om:

1. De opslibbing op te voeren tot de hoogste waarden in de gehele kwelderontwikkeling.
2. De ontwikkeling van een natuurlijk krekensysteem in gang te zetten.
3. Erosie van de gevormde jonge kwelder tegen te gaan. Het ontstaan van het krekensysteem is een belangrijke stimulans voor de groei van de meeste kwelderplanten (betere ontwatering) en bevordert de successie naar de opvolgende vegetatietypen in de kwelderontwikkeling.



Figuur 1. Zonering van de kwelders in relatie tot overvloedingsduur en -frequentie

Door Rijkswaterstaat AGI (voorheen Meetkundige Dienst) worden vanaf 1979 om de 6 jaar vegetatiekarteringen verricht van alle kwelders en schorren in Nederland. De kartering is een 'landscape guided vegetation survey' op basis van false colour luchtfoto's (1:5.000). Door Alterra is een vertaalslag gemaakt waarbij de dominante SALT97-typen (De Jong *et al.* 1997) zijn omgezet naar vegetatiezones die kenmerkend zijn voor de kwelder en die aansluiten bij de EU-Habitattypen.

De verschillende kweldertypen worden dus gekarakteriseerd door een vegetatietype dat grotendeels samenhangt met de overstromingsfrequentie (zie tabel 1). De in de kaarten weergegeven kwelderzones zijn gebaseerd op de vegetatieanalyses en niet op hoogteligging of overstromingsfrequentie.

Tabel 1. Zone-indeling en Habitattype¹ in internationale Waddenzee (Salt97, De Jong *et al.* 1998)

Code	Zone	Ondergrens	Bovengrens
1	Pionier Type 1310	40-20 cm onder GHW dagelijks overspoeld	lage kwelder
2	lage kwelder Type 1330	GHW tot GHW+15cm overspoelingsfrequentie/jaar: < 300-150	midden kwelder
3	midden kwelder Type 1330	GHW+30cm - GHW+40 cm overspoelingsfrequentie/jaar: < 100-70	hoge kwelder
4	hoge kwelder Type 1330	GHW+70cm overspoelingsfrequentie/jaar: < 30-20	opslibbing tot overspoelingsfrequentie/jaar < 5 of geleidelijke overgang naar duinen, duinvalleien of strandvlaktes

Van bovenstaande indeling is ook gebruik gemaakt bij het MESH project waarbij o.a. voor de Nederlandse Waddenzee kaarten met mariene landschappen zijn ontwikkeld. (Cremer, 2007)

Mosselbanken en mosselgebieden

Door het RIVO (nu Wageningen IMARES) worden sinds 1995 elk voorjaar de droogvallende mosselbanken in kaart gebracht. De actuele situatie wordt elk jaar gerapporteerd in een rapportage met kaarten. Begin jaren 90 waren er nauwelijks banken aanwezig. In najaar 1994 trad een grote zaadval op, maar het merendeel van die jonge banken verdween in de erop volgende winters. Daarna traden redelijke tot goede broedvallen op in 1996, 1999, 2001, 2003 en 2005. Door stormen verdwijnt gemiddeld de helft van het jonge bankoppervlak in de eerste erop volgende winter (Dankers *et al.* 2003, 2004). Oudere banken zijn stabiel, maar ook deze gaan geleidelijk in omvang en bedekkingspercentage achteruit totdat een nieuwe broedval optreedt. Daarom kan aangenomen worden dat veel banken zich op een bepaald moment nog in een stadium van ontwikkeling tot oude bank bevinden, en dat niet op alle potentieel geschikte plaatsen mosselbanken tot ontwikkeling zijn gekomen.

Wat betreft het karteren van (potentieel) mosselbankecotoop en de daarmee samenhangende natuurwaarden is het dus belangrijk om in een algemene atlas naast kaarten met het huidige voorkomen van mosselbanken (van verschillende leeftijden) ook potentiële mosselbanken op te nemen. Daarvoor kunnen potentiële habitatkaarten gebruikt worden zoals ontwikkeld door Brinkman en Bult (2002). Deze kaarten zijn gebaseerd op modellen die ontwikkeld zijn op basis van voorkomen van mosselbanken in het verleden. Dat wil zeggen dat er ook gebieden aangegeven worden die weliswaar een grote kans hebben om stabiele mosselbanken tot ontwikkeling te laten komen, maar waar nooit mosselbanken gelegen hebben.

Een andere mogelijkheid is om aan te geven waar zich in het verleden mosselbanken min of meer langdurig bevonden hebben. Deze gebieden zouden dan potentieel geschikt zijn voor de vestiging en overleving van mosselbanken. Ook in Duitsland wordt deze benadering gevolgd (Herlyn en Millat, 2004). Het gaat daarbij niet om de exacte plaats waar zich in een bepaald jaar een mosselbank bevindt, maar over het gebied waar zich over een aantal jaren gezien delen van een bank bevonden hebben. Het komt namelijk regelmatig voor dat een deel van een bank tijdelijk afwezig is of zo weinig mosselen bevat dat er volgens de gangbare definities geen sprake is van een mosselbank. In Duitsland worden dergelijke delen "Muschelgebiet" genoemd.

Hierbij kan worden uitgegaan van specifieke banken die al dan niet aanwezig zijn, maar in verschillende jaren ook sterk in oppervlak kunnen variëren. Deze kunnen worden weergegeven in de vorm van zogenaamde puntenkaarten waarbij de grootte van de punt een maat is voor het aantal waarnemingen (Dankers *et al.* 2003). Bij het vervaardigen van zo'n kaart is het belangrijk dat de inventarisatie-

¹ Habitattype 1320 "Schorren met slijkgrasvegetatie (*Spartinion maritimae*)" komt algemeen voor in de Waddenzee. De kenmerkende soort Klein slijkgras heeft een zuidelijk verspreidingsgebied en is niet in de Waddenzee aanwezig. Wel heeft de exoot Engels slijkgras (bijnaam "slikpest") zich in de Waddenzee gevestigd, ten koste van de inheemse zoutplanten in de zones van 1310 en 1330. De exoot valt formeel onder Habitattype 1320 omdat de Associatie van Engels slijkgras onder het Verbond *Spartinion maritimae* valt. Habitattype 1320 is op de kaart ingedeeld onder de pionierzone Habitattype 1310.

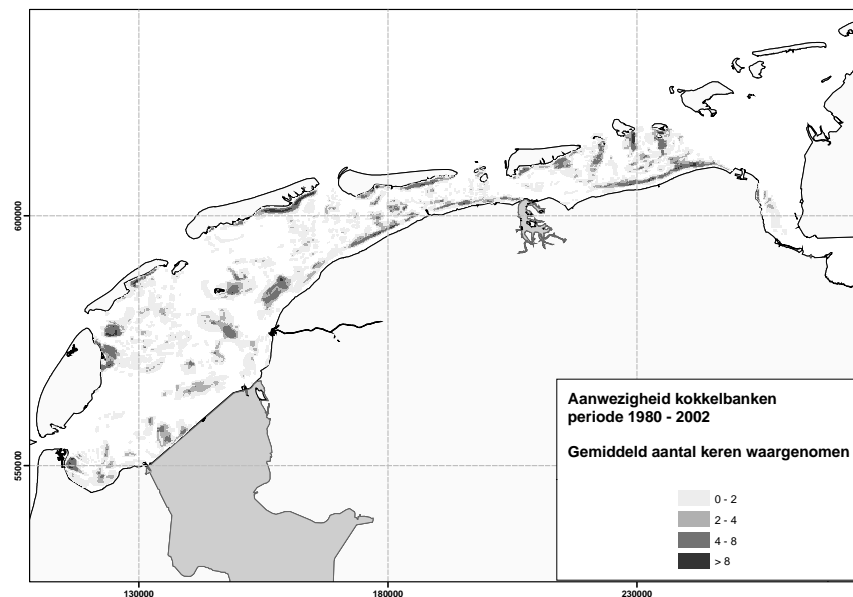
inspanning in deelgebieden vergelijkbaar is en dat alle banken daadwerkelijk genoteerd worden. In de praktijk blijkt dat banken dikwijls niet aangegeven worden in inventarisaties die voor een specifiek doel verzameld worden. Bij inventarisaties ten behoeve van zaadvisserij blijven oude banken dikwijls buiten beschouwing, en wadlopers die de banken gebruiken als herkenningspunt brengen zaadbanken dikwijls niet in kaart omdat die relatief grote kans hebben op korte termijn te verdwijnen. Sommige langdurig voorkomende banken kunnen zodoende toch met een kleine punt voorkomen. Een groot nadeel van deze benadering is dat het niet mogelijk is een indicatie te geven van de oppervlakte die door de banken wordt ingenomen.

In deze atlas is er voor gekozen om de gebieden weer te geven waar op enig tijdstip gedurende de periode 1994 t/m 2005 mosselbanken voorkwamen. Hierbij is uitgegaan van inventarisaties waarbij alle banken nauwkeurig in kaart zijn gebracht met behulp van GPS. Benadrukt moet worden dat de kaarten een maximum weergeven, en dat grote delen van de aangegeven banken (weer) permanent of tijdelijk verdwenen zijn.

Kokkelbanken

Kokkelbanken kennen een nog grotere temporele en ruimtelijke dynamiek dan mosselbanken. Vooral na zeer strenge winters zijn nagenoeg alle kokkels verdwenen. Over het algemeen is er in het jaar na een dergelijke winter weer een goede broedval die een aantal jaren het beeld kan bepalen. Door de kokkelvisserij verdween een groot deel van de kokkelbanken eerder dan van nature, vooral als de visserij doorging in jaren dat er weinig banken waren.

Door de visserijsector werden elk jaar de banken in kaart gebracht. De kaarten die jaarlijks, van 1980 tot 2002, door de sector gemaakt werden zijn door RIZA en Alterra (nu Wageningen IMARES) in Arc-Info GIS gebracht. In figuur 2 is aangegeven waar zich in die periode kokkelbanken hebben bevonden. Met verschillende grijstinten is aangegeven hoe dikwijls een bank voorkwam op een bepaalde plaats. De kaart geeft dus niet de actuele situatie, maar geeft een duidelijk beeld van voorkeursgebieden van kokkelbanken voor de periode 1980 – 2002. De gegevens die aan deze kaart ten grondslag liggen zijn gebruikt voor de habitatkaart, waarbij evenals bij de mosselbanken de gebieden zijn weergegeven waar in tussen 1980 en 2002 kokkels voorkwamen in zodanige dichtheden dat van kokkelbanken gesproken werd



Figuur2 Voorkomen van kokkelbanken in de periode 1980-2002

HVP's en vogels

Een groot deel van de vogels die de wadplaten in de Waddenzee als voedselgebied gebruiken wordt elk etmaal 2 maal door het opkomende water van hun voedselgebieden verdreven. Deze vogels wachten op zogenaamde hoogwatervluchtplaatsen (HVP's) tot het water zakt, waarna ze de wadplaten weer in bezit nemen om er opnieuw te gaan foerageren. Dit gedrag biedt een uitstekende gelegenheid om ze te tellen aangezien inmiddels goed bekend is waar deze vogels zich verzamelen. Deze HVP's voldoen aan de definitie van karteerbare eenheid, en zijn daarom opgenomen in de ecotoopenkaarten. Voor deze atlas is gebruik gemaakt van gegevens van wadvogeltellingen die door vrijwilligers worden uitgevoerd en worden gecoördineerd en uitgewerkt door SOVON. Daartoe is het gebied verdeeld in een 190-tal kleine deelgebieden. Deze tellingen worden 5 maal per jaar uitgevoerd (met januari, mei, september en november als vaste maanden, plus één zwevende maand). Tijdens deze tellingen wordt langs de gehele Nederlandse waddenkust geteld, zowel op de eilanden als langs de vaste wal. Hierbij worden naast de buitendijks gelegen gebieden en de stranden ook de binnendijks gelegen polders meegenomen.

De Ecotoopkaart geeft het gemiddeld aantal vogels van alle soorten bij elkaar per HVP per jaar weer, gemiddeld over de periode 1972 t/m 2001. Indien er in een deelgebied een keer niet geteld is, wordt met behulp van eerder in het gebied getelde aantallen en de verhouding van dat gebied ten opzichte van andere gebieden met een modelberekening het ontbrekende aantal berekend (via de zogenaamde imputing techniek).

De aparte verspreidingskaarten uit de kaartenset natuurwaardenkaarten van de atlas geven het gemiddelde aantal vogels per soort per HVP per jaar weer, gemiddeld over de jaren waarvan tellingen beschikbaar waren.

Jaarlijks wordt door SOVON een rapport uitgebracht waarin een overzicht wordt gegeven van de in een bepaald telseizoen verkregen resultaten. Referenties naar de meest recente rapporten worden in de literatuurlijst weergegeven (zie van Roomen et al. 2004 en 2005).

Zeehondenligplaatsen

In de Waddenzee komen zowel de gewone als de grijze zeehond voor. Deze zeehonden maken gebruik van de Waddenzee en de Noordzee, maar hun rustplaatsen bevinden zich in de Waddenzee. Jaarlijks worden zowel de gewone (*Phoca vitulina*) als de grijze (*Halichoerus grypus*) zeehonden op de zandbanken, hun rustplaatsen, geteld vanuit de lucht. Er wordt langs de geulranden gevlogen. Grijze zeehonden worden in de winter alleen in het westelijke wad geteld, hierbij kunnen kleine groepen grijze zeehonden in het oostelijk deel worden gemist. Naar schatting gaat dit om enkele tot een twintigtal dieren waarvan bekend is dat ze in de rest van de Waddenzee voorkomen.

De vluchten vinden plaats tijdens de geboorteperiode (juni-juli en december-januari, voor respectievelijk de gewone en grijze zeehonden) en de verharingsperiode (respectievelijk augustus en maart-april). Dit zijn de periodes waar gemiddeld de meeste dieren op de kant gezien worden. Voor de gewone zeehond is bepaald dat in deze periodes gemiddeld 68% van de totaal aanwezige populatie geteld wordt. Voor de grijze zeehond ontbreekt voorsnog een correctiefactor.

De tellingen van de Gewone Zeehond (5-8 keer per jaar) worden internationaal gecoördineerd waarbij de hele internationale Waddenzee binnen enkele dagen wordt geteld, (Reijnders *et. al* 2003).

Resultaten van de tellingen worden jaarlijks gepubliceerd in de Wadden Sea Newsletter (<http://www.waddensea-secretariat.org/news/publications/publ.html#wsnl>).

Op de kaart worden de ligplaatsen met cirkels aangegeven met een straal van 800 m. De exacte locatie van de ligplaats verschuift namelijk dagelijks, afhankelijk van het tij, maar ook kan als gevolg van bijvoorbeeld een storm of verstoring de plek waar de dieren bij elk tij terugkomen, verschuiven.

SERIE 2 - Natuurwaardekaarten

De tweede serie kaarten in deze atlas bestaat uit kaarten waarop een aantal natuurwaarden worden aangegeven. Dit zijn in elk geval waarden die belangrijk worden geacht in de EU- Vogel of - Habitatrichtlijn. Natuurlijk geven ook de ecotoopkaarten specifieke waarden aan, maar natuurwaardenkaarten kunnen ook zaken weergeven die niet altijd ruimtelijk afgegrensd kunnen worden en daarom of om andere redenen niet als ecotoop gedefinieerd kunnen worden. De kaarten worden op een kleinere schaal weergegeven dan de ecotoopkaarten omdat de exacte geografische ligging minder belangrijk is, onbekend is, of af te leiden uit de op grotere schaal weergegeven ecotoopkaarten. De kaarten gaan vooral in op vogels en zeehonden, en kunnen worden aangevuld zodra meer gegevens beschikbaar komen over andere specifieke dier- en plantgroepen.

Steltlopers

Op basis van tellingen op HVP's is een analyse uitgevoerd en zijn van 16 soorten steltlopers aparte verspreidingskaarten gemaakt. Er zijn steltlopers voor wie het wad vrijwel de enige voedselbron is: Kluut, Rosse Grutto, Bontbekplevier, Strandplevier, Zilverplevier, Kanoet, Drieteenstrandloper, Krombekstrandloper, Bonte Strandloper, Zwarte Ruiter, Tureluur, Groenpootruiter en Steenloper. Deze soorten overtuigen in grote groepen bij elkaar, vaak op vaste plaatsen. Van deze soorten is op de kaarten te zien dat ze alleen direct langs de kust overtuigen. Daarnaast zijn er ook steltlopers die naast het wad ook de binnendijkse weilanden als voedselbron benutten, zoals Wulp, Regenwulp en Goudplevier. Zij zijn hierdoor minder afhankelijk van veilige HVP's omdat ze soms, maar zeker niet altijd, ook tijdens hoogwater kunnen doorgaan met foerageren. Dat is ook op de kaarten waar te nemen.

Voor de scholekster is een aparte verspreidingskaart gemaakt. Scholeksters zijn zeer plaatstrouw en kennen bovendien een hiërarchisch systeem, waarbij sterke volwassen vogels betere foerageergebieden voor zich opeisen dan jonge, onervaren of anderszins subdominante vogels. Om deze redenen zullen Scholeksters vooral het wad gebruiken dat dicht bij hun voorkeurs-HVP ligt. Om dit zichtbaar te maken zijn de wadplaten gekoppeld aan HVP's en is op basis van de aantallen op de HVP de dichtheid van de scholeksters op de wadplaten berekend.

Meeuwen

Van de meeuwen zijn verspreidingskaarten gemaakt van de volgende soorten: Stormmeeuw, Kokmeeuw, Zilvermeeuw en Grote Mantelmeeuw. Hoewel ook voor meeuwen het wad een belangrijke voedselbron kan zijn wordt er ook veel gefoerageerd op het open water van de Waddenzee en in binnendijks gelegen graslanden. Bovendien maken, vooral bij langdurige harde wind, soms grote groepen meeuwen gebruik van binnendijks gelegen rustplaatsen. Deze verspreiding blijkt ook uit de kaarten.

Rotgans, Smient, Bergeend en Aalscholver

Tenslotte zijn er kaarten opgenomen van vogelsoorten waarvoor het wadengebied belangrijk is, maar die niet specifiek gebruik maken van HVP's.

De Rotgans komt vooral voor op de kwelders en in de weilanden. Zij foerageren daar in groepen en gebruiken de Waddenzee vooral om te rusten, vooral 's nachts, of als uitwijkplaats na verstoring. In de nazomer wordt het gebied ten dele ook gebruikt als foerageergebied. In deze tijd worden vooral macroalgen (Darmwier, Zeesla) gegeten.

De Smient foerageert in groepen in binnendijkse graslanden en gebruikt de Waddenzee vooral als rustplaats en bij verstoring.

De Bergeend foerageert als enige van deze vier soorten alleen met laagwater op het wad. Om te overtuigen zijn ze echter niet specifiek gebonden aan rustplaatsen op het land en kunnen zij ook in groepen op het water voorkomen.

De Aalscholver foerageert zowel met hoog als met laagwater in de Waddenzee op vis. De kaart geeft bij deze soort aan waar zij rusten.

Eidereenden Eidereenden komen in het hele wadengebied en aangrenzende Noordzee kustzone voor. Ze zoeken hun voedsel bij laagwater op droogvallende platen (Waddenzee) en bij hoogwater op platen en in permanent onder water liggende gebieden, zoals mosselpercelen en mossel, Spisula of Ensis banken (Noordzee en Waddenzee). De vogels rusten groepsgewijs op het water maar ook op droogvallende platen, zandbanken en stranden.

Eidereenden worden vanuit de lucht geteld. Jaarlijks voert RIKZ een mid-winter telling uit tijdens hoogwater. In aanvulling hierop heeft Alterra (nu Wageningen IMARES) een aantal jaren meerdere tellingen gedaan tijdens laagwater, om een beter beeld te krijgen van het habitatgebruik van deze eenden. Deze tellingen vonden plaats rond de reguliere RIKZ telling (januari/februari) in de maanden november tot en met maart. Voor beschrijving van de techniek zie de Jong et al (2005). De tellingen geven zowel aantallen als verspreiding over het wadengebied, zonodig uitgesplitst naar habitat.

Voor de presentatie in deze atlas is ervoor gekozen om de gemiddelde verspreiding tussen 1999 en 2005 weer te geven in atlasblokken van 5 bij 5 km. Om de verdeling in verschillende jaren vergelijkbaar te maken zijn de aantallen per blok omgerekend naar het percentage van het totaal aantal getelde eidereenden van de betreffende telling.

Zowel RIKZ als Alterra/Wageningen IMARES hebben rapportages uitgebracht van hun eidereenden tellingen. Hierin worden zowel de methode als de resultaten duidelijk beschreven (zie: Arts & Berrevoets 2005; Berrevoets & Arts 2003; De Jong M.L. et al. 2002; 2003; 2005).

Zeehonden

De Nederlandse Waddenzee wordt verdeeld in 12 kombergingsgebieden. Tussen deze gebieden zijn kortstondige verschuivingen van ligplaatsen onwaarschijnlijk. Binnen de gebieden zijn er frequent ligplaatsverschuivingen waarbij afhankelijk van bijvoorbeeld windrichting de zeehonden zich van één ligplaats naar de andere kunnen verplaatsen. Voor elk van de kombergingsgebieden worden de zeehonden op de verschillende ligplaatsen gesommeerd.

De populaties van beide soorten zeehonden groeien aanzienlijk, gemiddeld 12-13% per jaar bij de gewone zeehonden en ongeveer 20% bij de grijze zeehonden. Om te voorkomen dat de gepresenteerde kaarten snel verouderen is ervoor gekozen om de verdeling van de dieren over het wad te presenteren als gemiddeld percentage van het totaal van het Nederlandse aandeel van de populatie over de periode 2000-2005. Door verschillende kaarten te presenteren voor de adulte en pup verdeling over het gebied, wordt zichtbaar hoe het relatieve belang van de gebieden kan verschillen.

SERIE 3 - Gecombineerde kaarten van luchtfoto's en geomorfologische informatie

Sommige informatie is moeilijk weer te geven op kaarten die gebaseerd zijn op veldmetingen. In het verleden werden de zeekaarten voor het wadengebied al gemaakt door handmatig lodingkaarten te bewerken met behulp van luchtfoto's. Op lodingkaarten is het verloop van kleine geulen en prielen moeilijk te zien omdat de lodingspunten dikwijls net buiten het diepste deel vallen. Prielen liggen dikwijls ook geheel binnen een bepaalde diepteklasse, maar zijn wel zichtbaar als verdieping in een plaat en belangrijk voor aan en afvoer van water, trekroute van organismen en voor vaarbewegingen. Ook bepaalde typen sediment komen duidelijk naar voren op luchtfoto's omdat bijvoorbeeld het watergehalte in slib hoger is dan in zand, en algenbegroeiingen het wad een donkerdere kleur geven. Indien deze aspecten met bemonsteringen aangetoond zouden moeten worden dan is een zeer intensief monsterprogramma noodzakelijk. Hetzelfde geldt voor karakteristieke structuren zoals megaribbels, primaire duinvorming, kleine mosselbanken etc.

In de luchtfoto's uit 2003 (GeoDesk) is een dieptelijn ingetekend. Het is de lijn van springtij laagwater uit de lodingkaarten van de jaren 90 en dus niet vergelijkbaar met de lijn in de ecotoopkaarten die de begrenzing van de droogvallende plaat aangeeft met de gemiddelde laagwaterlijn.

In verschillende kaarten komt duidelijk naar voren dat geulen in bepaalde gebieden zeer dynamisch zijn en in de periode tussen lodingen en foto sterk van plaats veranderd zijn.

Literatuur

- Arts F.A. & Berrevoets C.M. 2005. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2005. Rapport RIKZ/2005.008. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 22p.
- Berrevoets C.M. & Arts F.A. 2003. Midwintertelling van zee-eenden in de Waddenzee en de Nederlandse kustwateren, januari 2003. Rapport RIKZ/2003.008. Rijksinstituut voor Kust en Zee, Middelburg, 21p.
- Bouma, H; D. de Jong e.a. 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1), RIKZ/2005.024.
- Cremer J. 2007. Marine Landscapes in the Dutch Wadden Sea, in Final Guidance of the MESH project, 2007, in prep. In the near future available on the projects website: www.searchmesh.com
- Dankers, N., A. Meijboom, J.S.M. Cremer, E.M. Dijkman, Y. Hermes, & L. te Marvelde 2003. Historischeontwikkeling van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. EVA-II- Alterra rapport 876. 114pgs
- Dankers, N., A. Meijboom, M. de Jong, E. Dijkman, J. Cremer & S. van der Sluis 2004. Het ontstaan en verdwijnen van droogvallende mosselbanken in de Nederlandse Waddenzee. Alterra Rapport 921 114pgs
- Dijkema K.S., G. van Tienen & J.G. van Beek 1989. Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea. RIN- Texel & Stichting Veth, Leiden
- Dijkema, K.S. & C. Veld 1988. Ecologische basiskaarten van de Waddenzee t.b.v. oliebestrijding. RIN & RWS (NH, Fr & Gron). 9 kaartbladen 1:50.000
- Dijkema, K.S. 1991. Towards a habitat map of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea. Ocean and Shoreline Management 16: 1-21.
- Dijkema, K.S. 1992. Habitats of the Netherlands, German and Danish Wadden Sea: an outline map 1:100,000. In: N. Dankers, C.J. Smit & M. Scholl (eds), Proceedings of the 7th International Wadden Sea Symposium, Ameland, The Netherlands, 22-26 October 1990. Neth. Inst. Sea Res., Publ. Ser. 20; 239-242.
- Cremer, JSM 2007 Marine Landscapes in the Dutch Waddensea, in Final Guidance of the MESH project, 2007, in prep. In the near future available on the project website: www.searchmesh.com
- Herlyn, M. & G. Millat 2004. Wissenschaftliche Begleituntersuchungen zur Aufbauphase des Miesmuschelmanagements im Nationalpark 'Niedersächsisches Wattenmeer'. Niedersächsische Wattenmeerrstiftung. Project Nr. 32/98. Abschlussbericht März 2004 pp226
- Jong, D.J. de, K.S. Dijkema, J.H. Bossinade & J.A.M. Janssen, 1998. SALT97. Classificatieprogramma voor kweldervegetaties. Rijkswaterstaat RIKZ, Dir. Noord-Nederland, Meetkundige Dienst; IBN-DLO. Diskette met programma en handleiding.
- Jong M.L. de, Ens B.J. & R.K.H Kats 2002. Aantallen Eidereenden in en rond het Waddengebied in januari en maart 2002. Alterra-rapport 630, 25 pp.
- Jong M.L. de, Ens B.J. & R.K.H Kats 2003. Aantallen Eidereenden in en rond het Waddengebied in de winter van 2002/2003. Alterra Rapport 794: 35p.
- Jong M.L. de, Ens B.J. & Leopold M.F. 2005. Het voorkomen van zee- en Eidereenden in de winter van 2004-2005 in de Waddenzee en Noordzee-kustzone. Alterra Rapport 1208, 44p.
- Klijn, F. 1988. Milieubeheergebieden. CML-mededelingen 62. Leiden.
- Klijn, F. & U. de Haes 1990. Hiërarchische ecosysteemclassificatie. Voorstel voor een eenduidig begrippenkader. Landschap 1990 7/4, p 215-233.
- Olenin, S. & J.P. Ducrottoy 2006 The concept of biotope in marine ecology and coastal management. Mar. Pol. Bul. 53: 20-29.
- Reijnders, Peter, Sophie Brasseur, Kai Abt, Ursula Siebert, Svend Tougaard & Ekkehard Vareschi 2003. Sense and sensibility in evaluating aerial counts of harbour seals in the Wadden Sea. Wadden Sea Newsletter 2003 (1): 9-12.
- Roomen, M., van, E. van Winden, K. Koffijberg, A. Boele, F. Hustings, R. Kleefstra, J. Schoppers, C. van Turnhout, SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat. 2004. Watervogels in Nederland in 2002/2003. RIZA-rapport BM04.09, SOVON-monitoringrapport 2004/09. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen / RIZA Lelystad: 235 p.
- Roomen, M., van, E. van Winden, F. Hustings, K. Koffijberg, R. Kleefstra, SOVON Ganzen- en Zwanenwerkgroep & L. Soldaat. 2005. Watervogels in Nederland in 2003/2004. RIZA-rapport BM05.15, SOVON-monitoringrapport 2005/03. SOVON Vogelonderzoek, Beek-Ubbergen: 182 p.
- Verdonschot P.F.M., J. Runhaar & W.F. van der Hoek 1992. Aanzet tot een ecologische indeling van het oppervlaktewater in Nederland. IBN Leersum/CML Leiden.
- Wolff, W.J. 1983. Ecology of the Wadden Sea. Balkema, Rotterdam.
- Zwarts, L. 2004. Bodemgesteldheid en mechanische kokkelvisserij in de Waddenzee. Rapport RIZA/2004.028 , ISBN 9036956862

Colofon

Uitgever:

Wageningen IMARES

Concept:

Wageningen IMARES

Vormgeving:

Wageningen IMARES

Druk:

Langeveld & de Rooy

Gegevens

Wageningen IMARES; instituut voor strategisch en toegepast marien ecologisch onderzoek. Het instituut is medio 2006 opgericht en is samengesteld uit het RIVO, onderdelen van Alterra en de afdeling Ecologische Risico's van TNO. Producten en diensten zijn veldonderzoek, experimenten op realistische schaal, verkennende studies op labschaal, datamanagement en modellering. Het instituut beschikt over moderne onderzoeksfaciliteiten, is ISO gecertificeerd en op chemisch- en ecotoxicologisch onderzoek geaccrediteerd.

Contactgegevens (vestiging Texel)

Landsdiep 4 / 't Horntje,

Postbus 167

1790 AD Den Burg

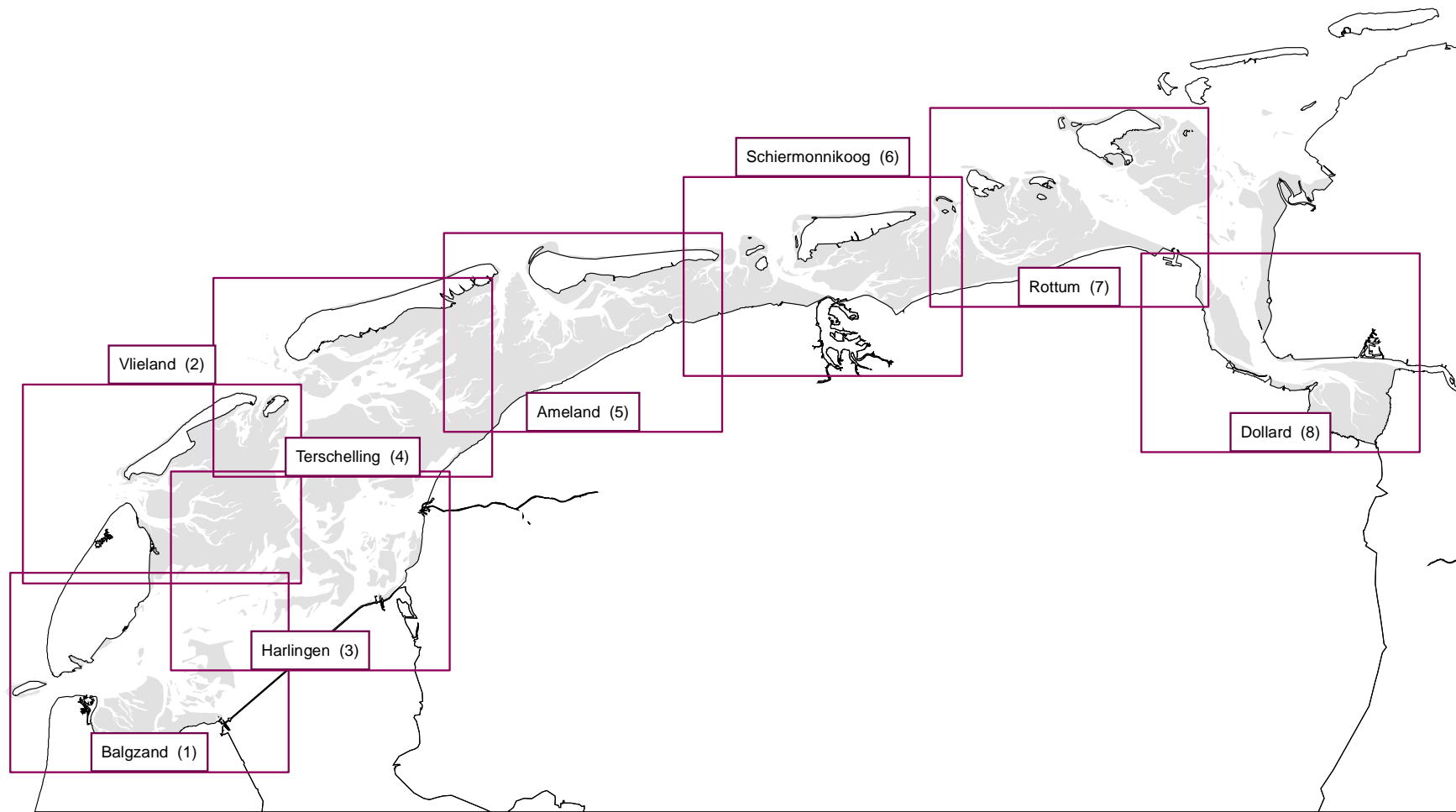
T: 0222 36 97 00

F: 0222 31 92 35

wageningenimares@wur.nl

Ecologische atlas Waddenzee

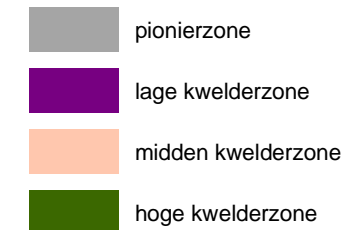
2006



Classificatie diepte en slib

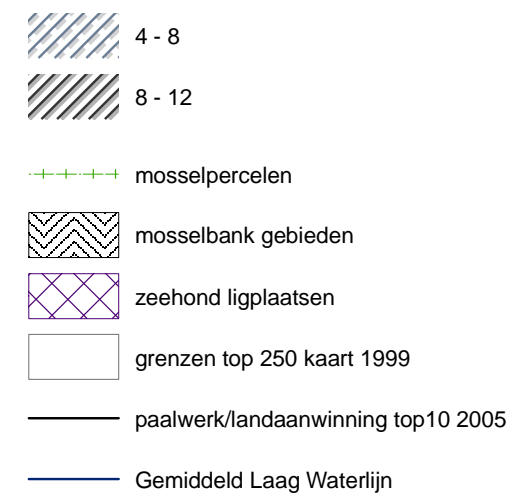


Kwelder vegetatie



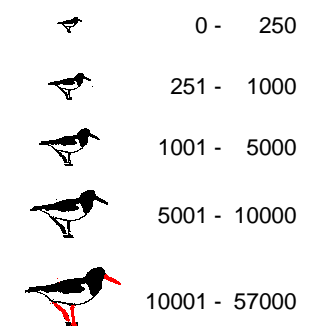
Kokkelbank gebieden

Gemiddeld aantal keren waargenomen



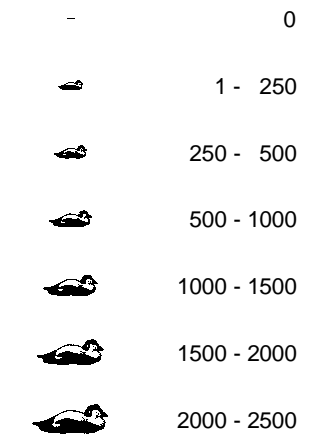
Hoogwater vluchtplaatsen

Totaal aantal vogels

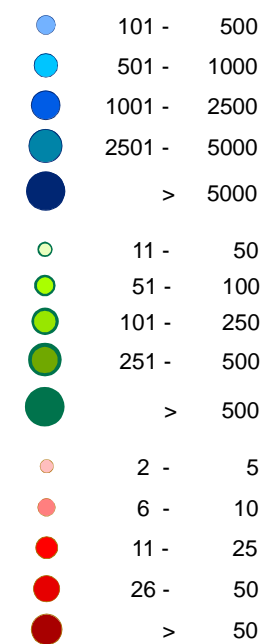


Eidereenden

gem. aantal per 5 km²



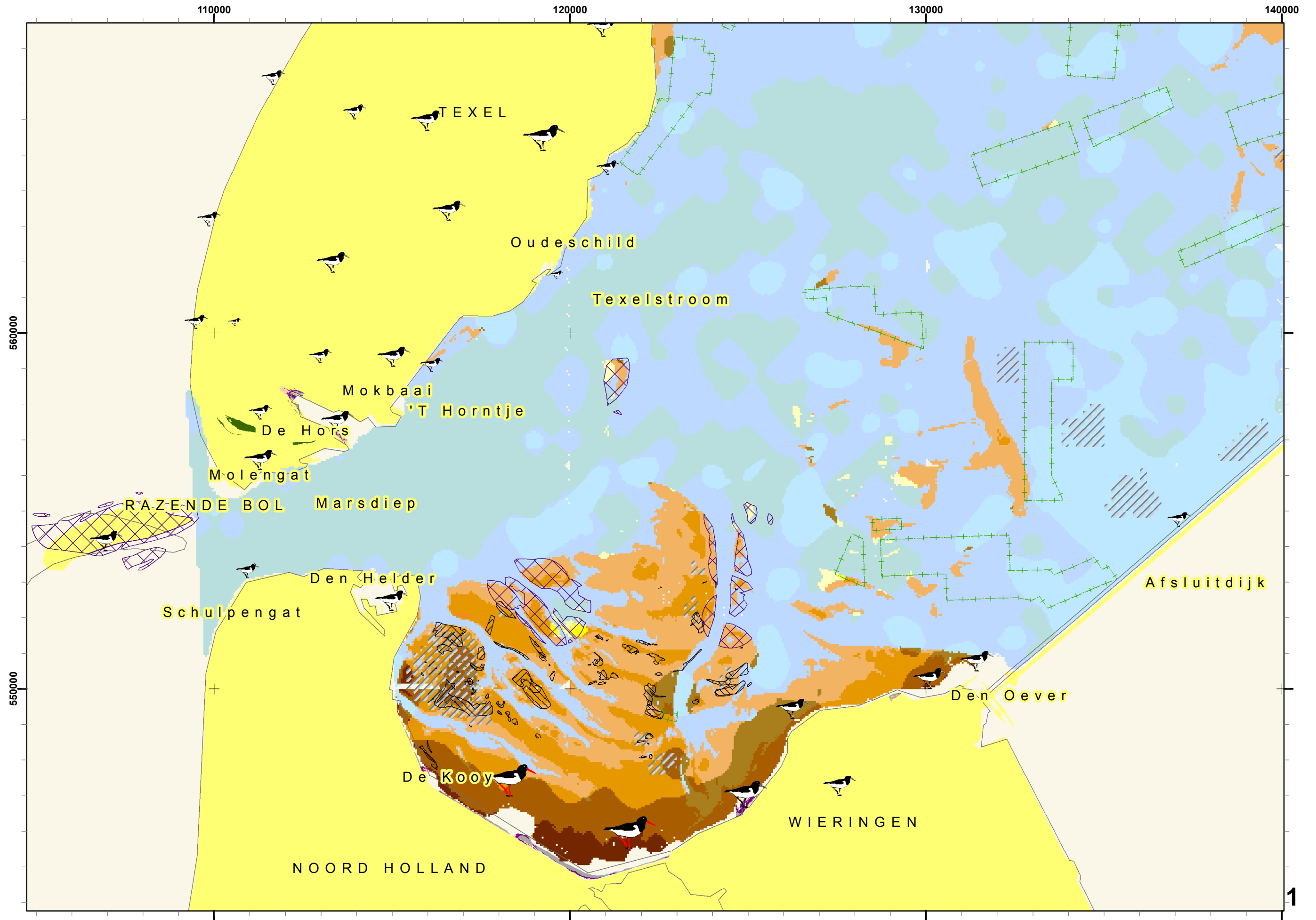
Aantallen vogels in de vogeltellingen bij hoogwater

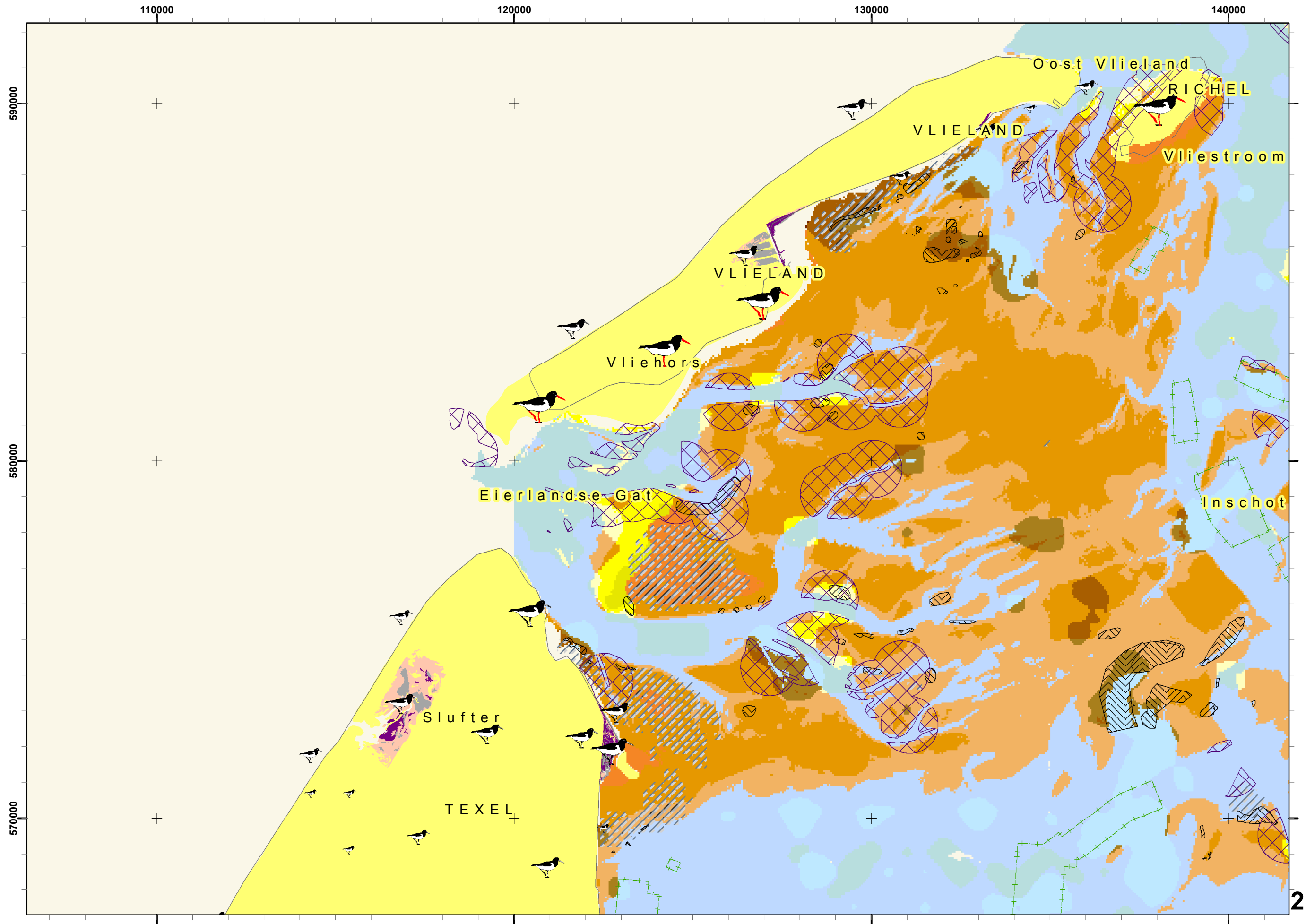


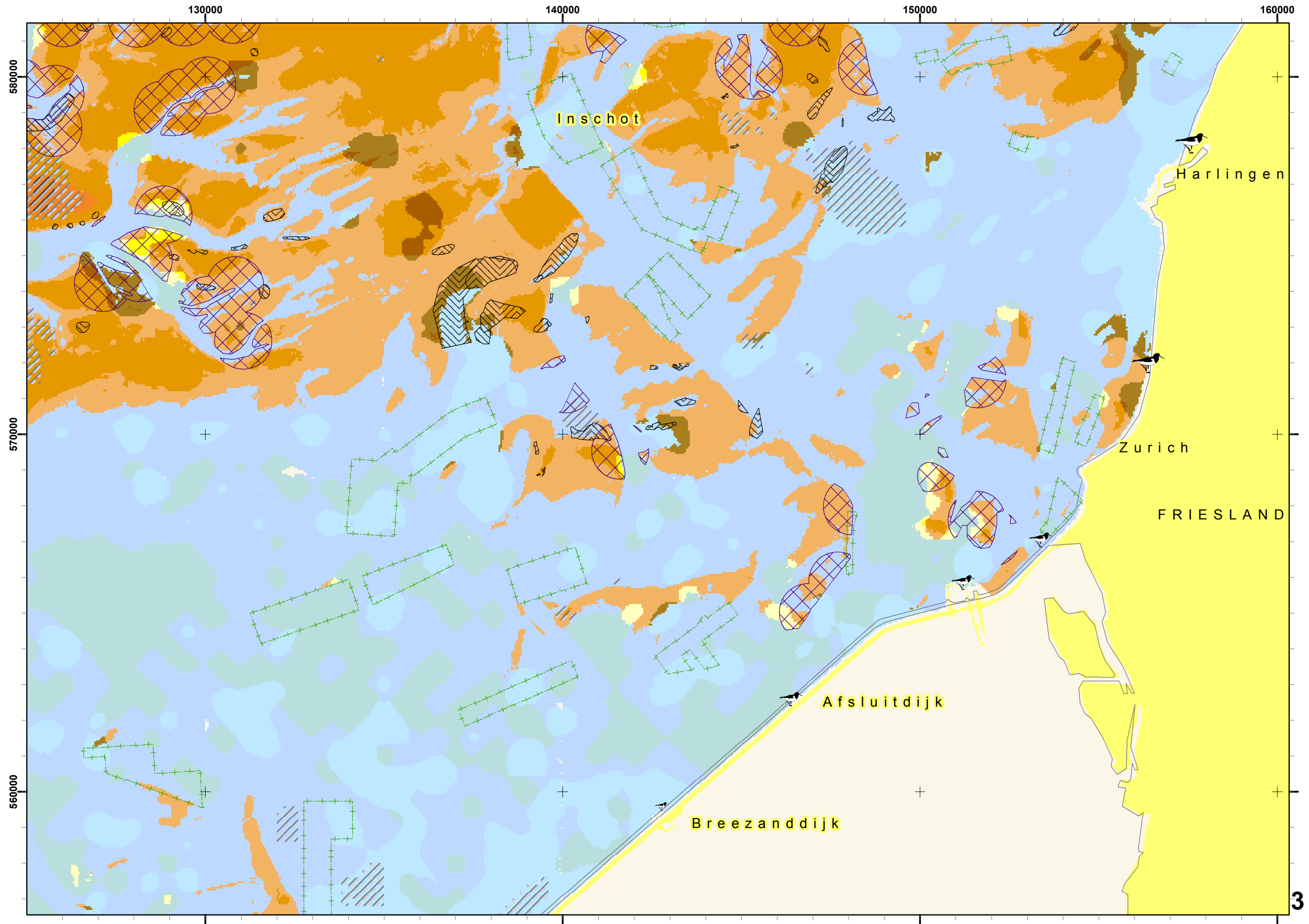
Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen **IMARES**





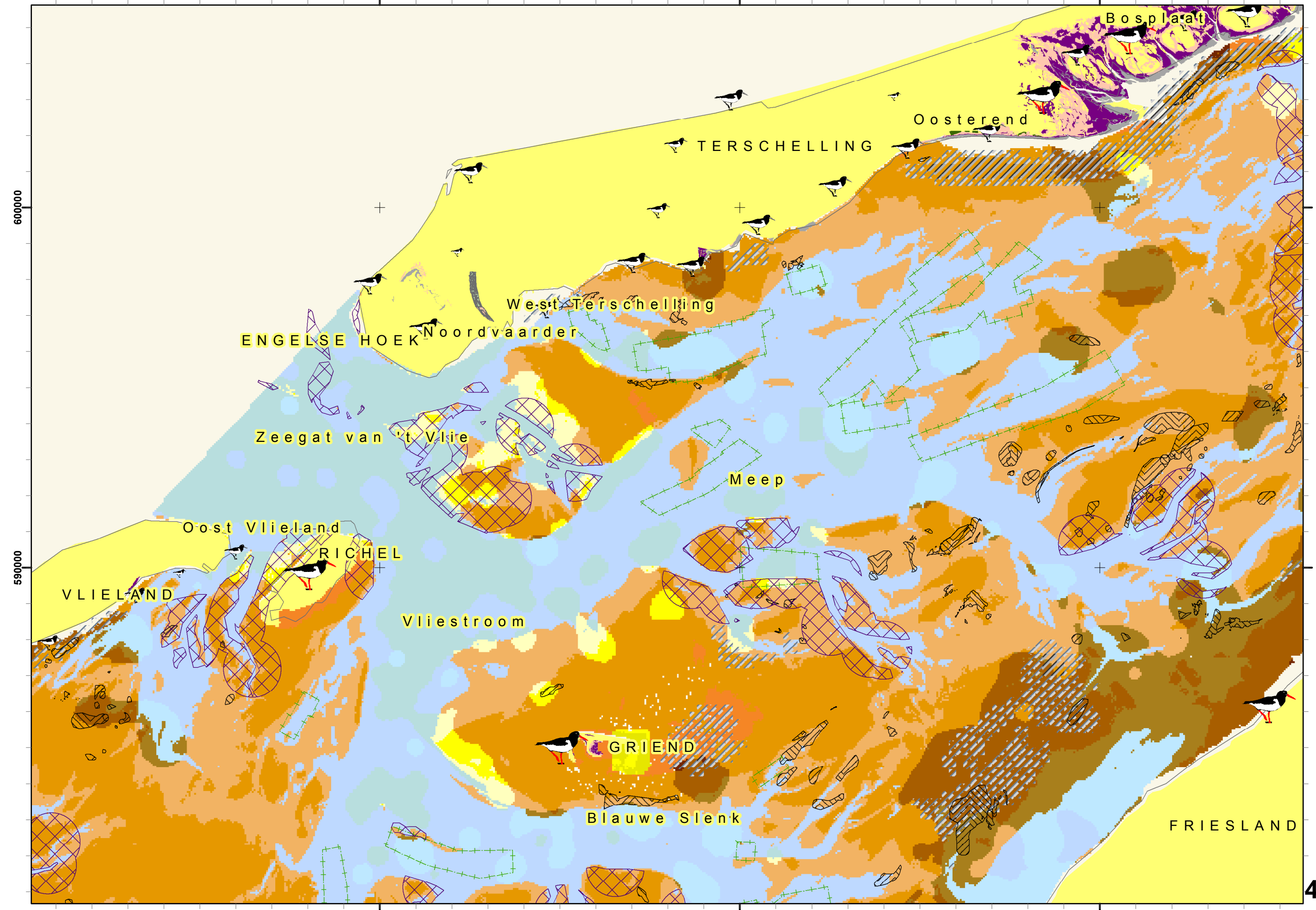


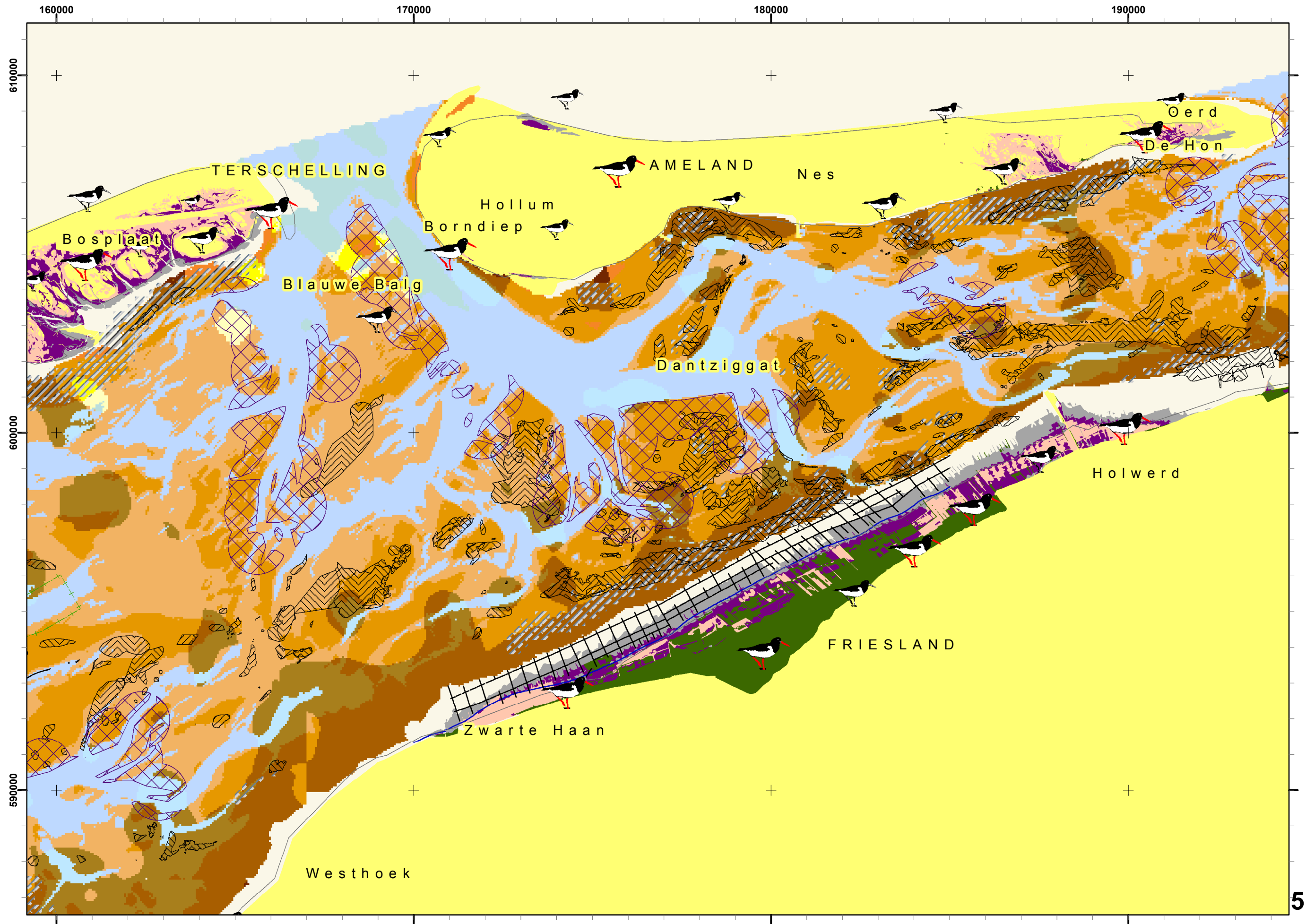


140000

150000

160000





160000

170000

180000

190000

610000

600000

590000

TERSCHELLING

Bospmaat

Blaauwe Balg

Hollum
Borndiep

AMELAND

Nes

Oerd

De Hon

Dantziggat

Holwerd

FRIESLAND

Zwarte Haan

Westhoek

190000

200000

210000

220000

Lauwers

Eilanderbalg

SIMONSZAND

SCHIERMONNIKOOG

Friese Gat

Rif

Oerd De Hon

Engelsmanplaat

Lauwersoog

Paesens en Moddergat

Wierum

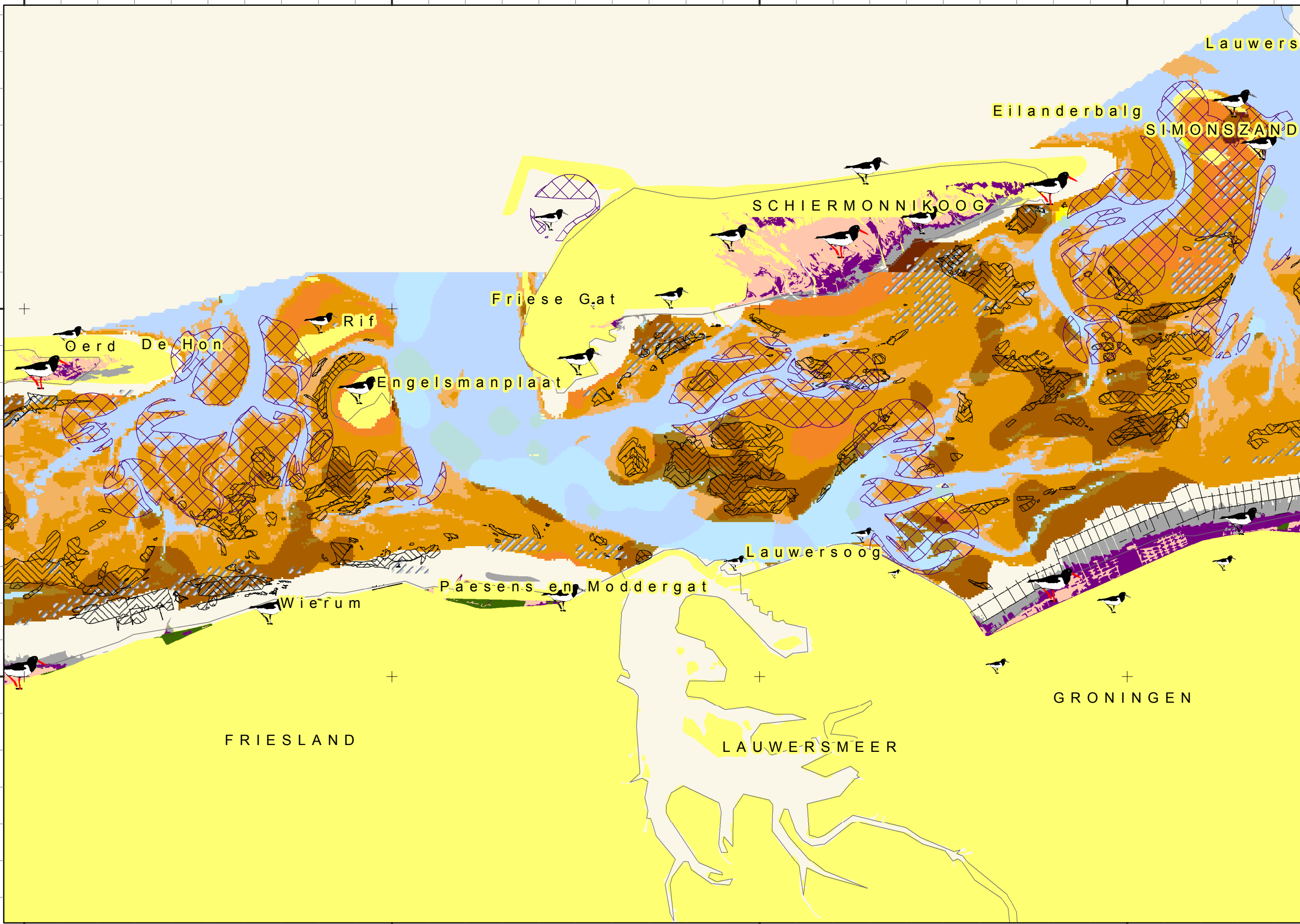
GRONINGEN

FRIESLAND

LAUWERSMEER

610000

600000



230000

240000

250000

BORKUM

Westereems

Huibertgat

Ranselgat

ROTTUMERPLAAT

ROTTUMEROOG

Lauwers

ZUIDERDUIN

SIMONSZAND

Oude Westereems

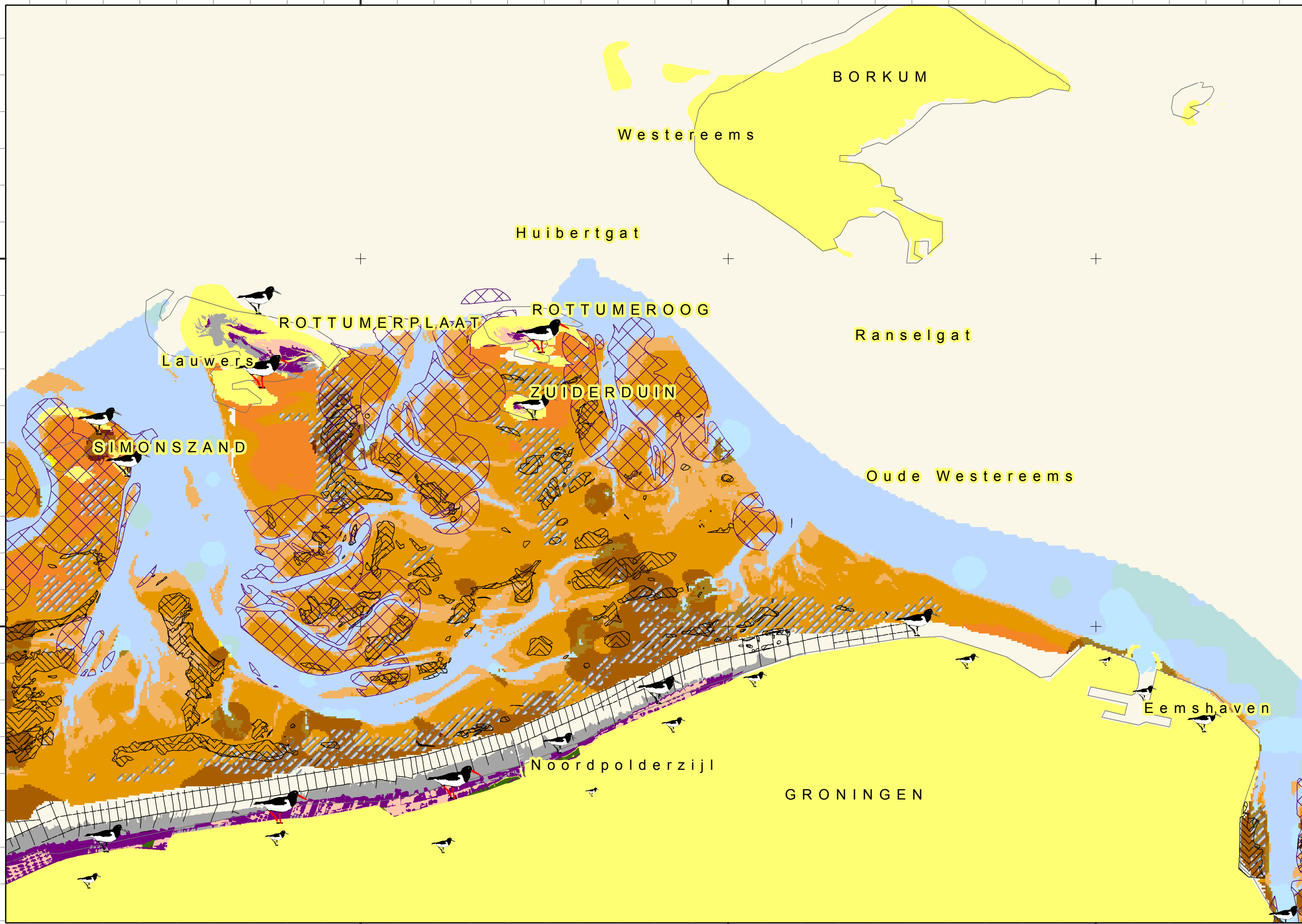
620000

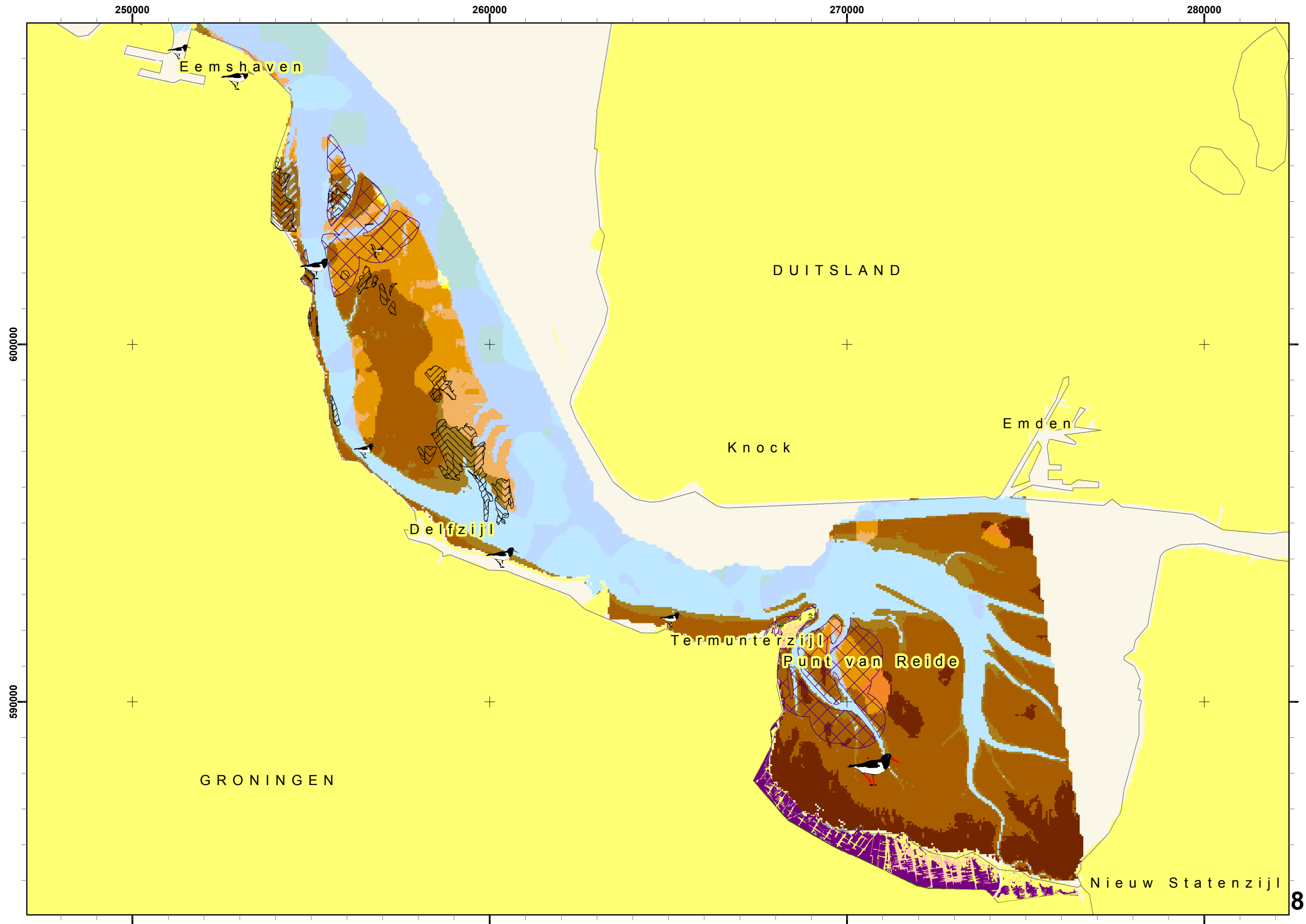
610000

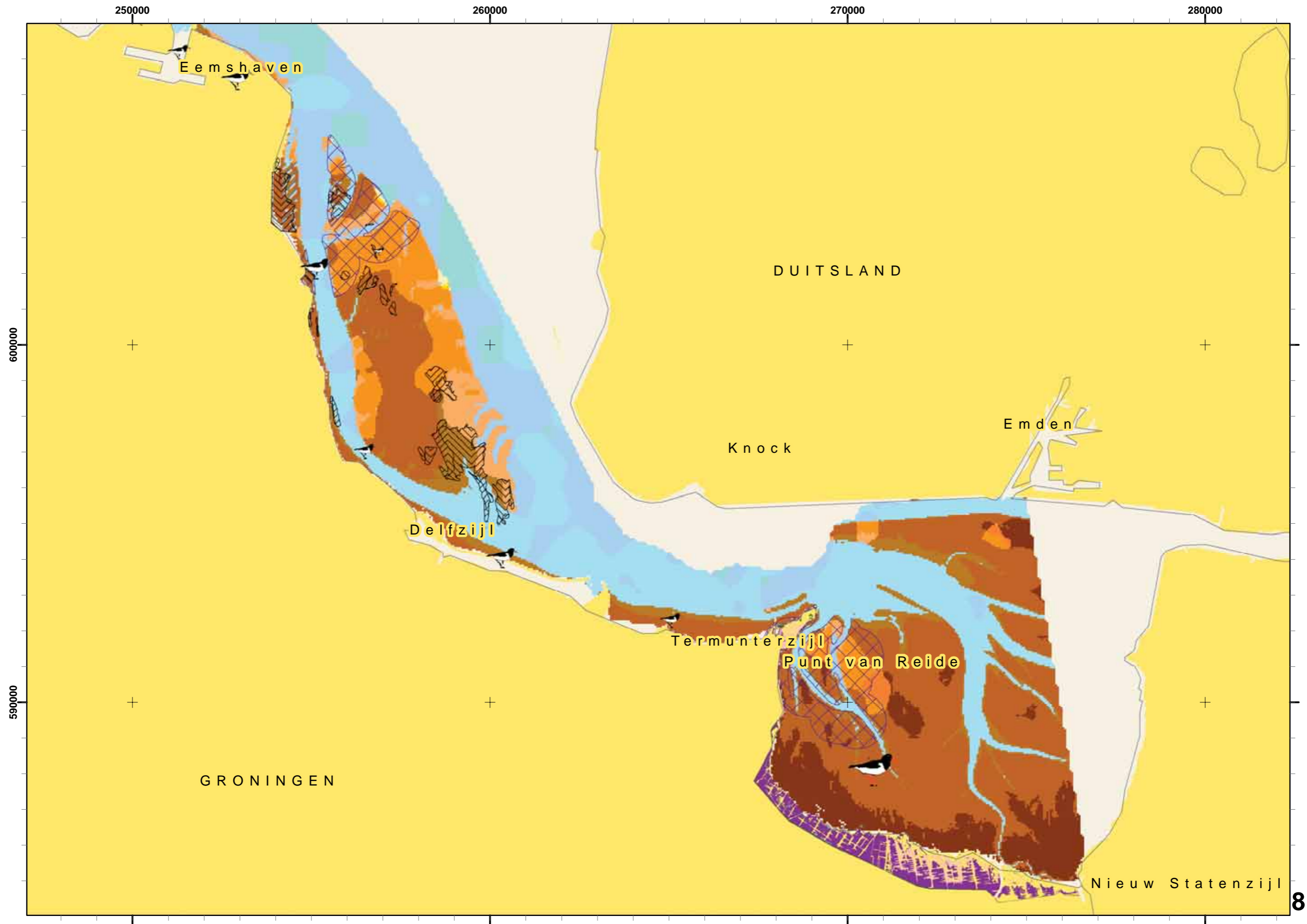
Eemshaven

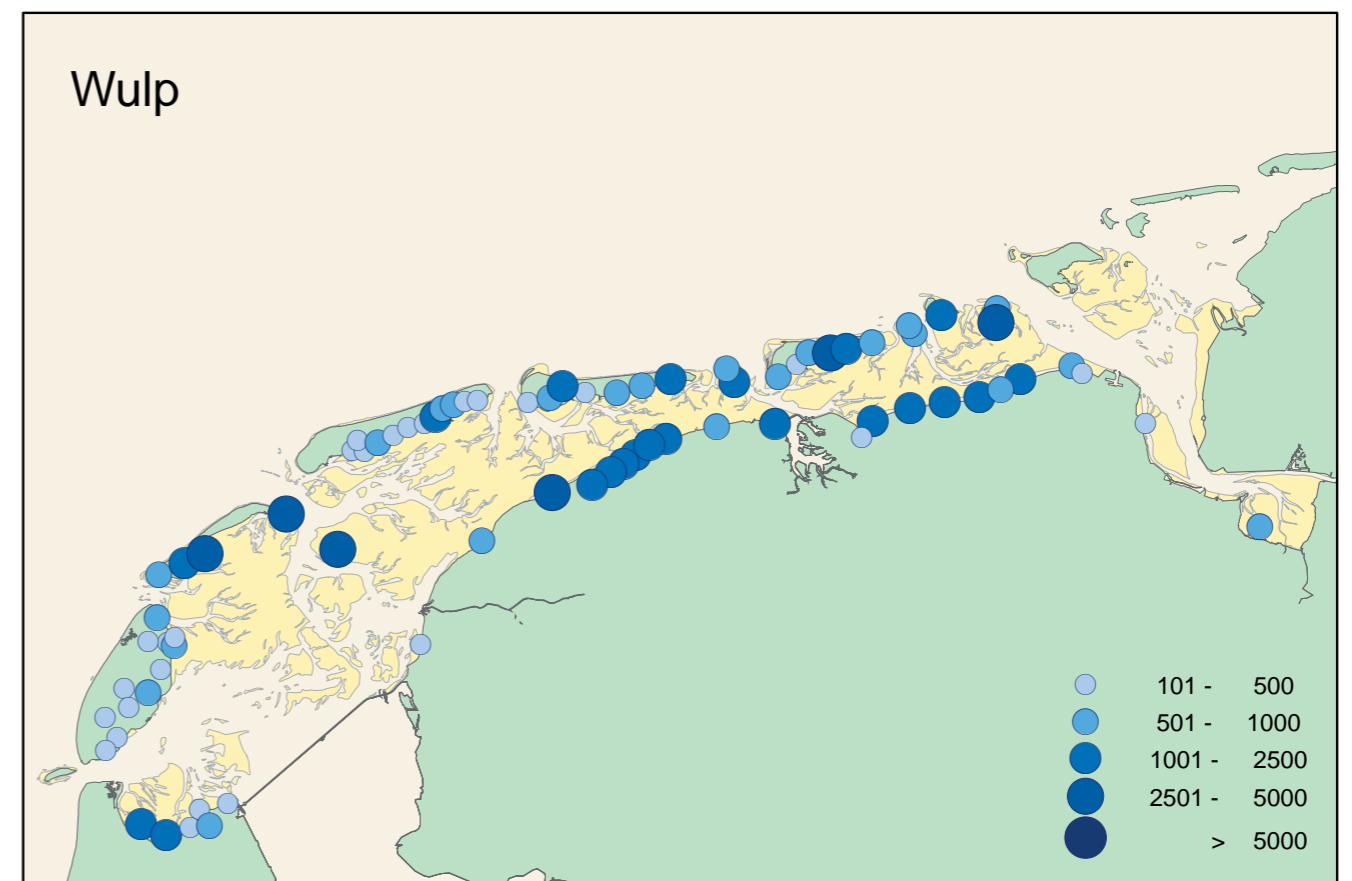
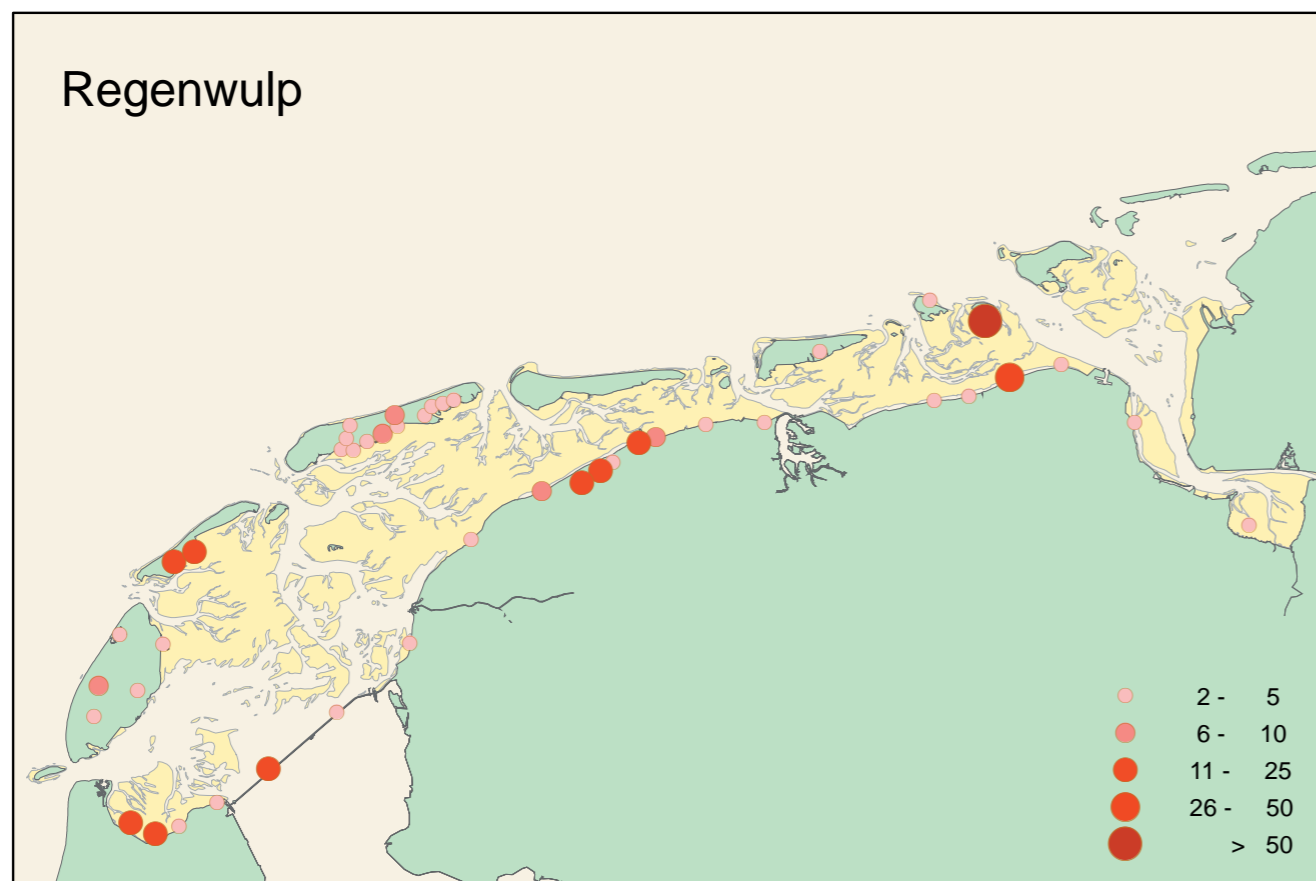
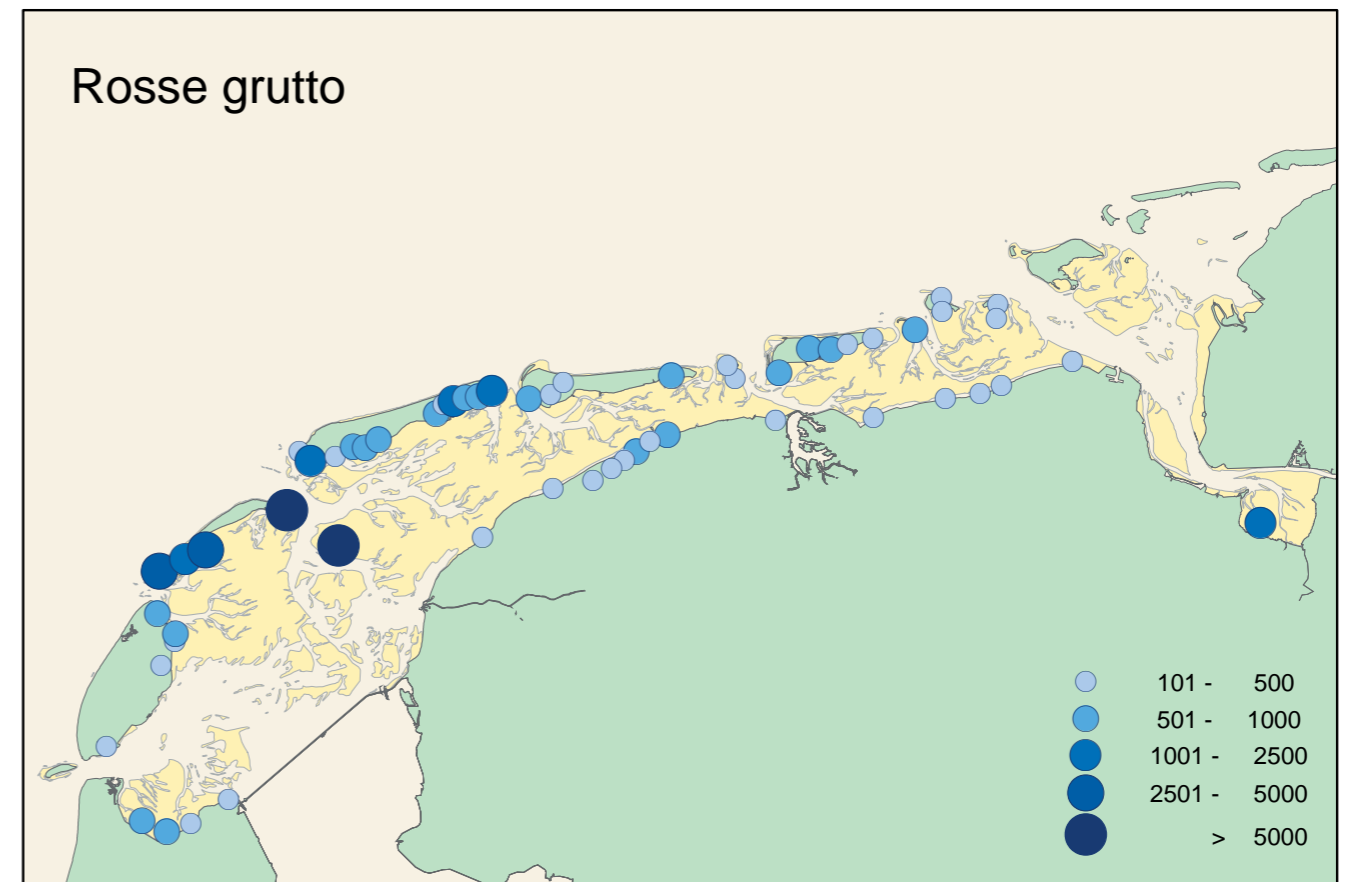
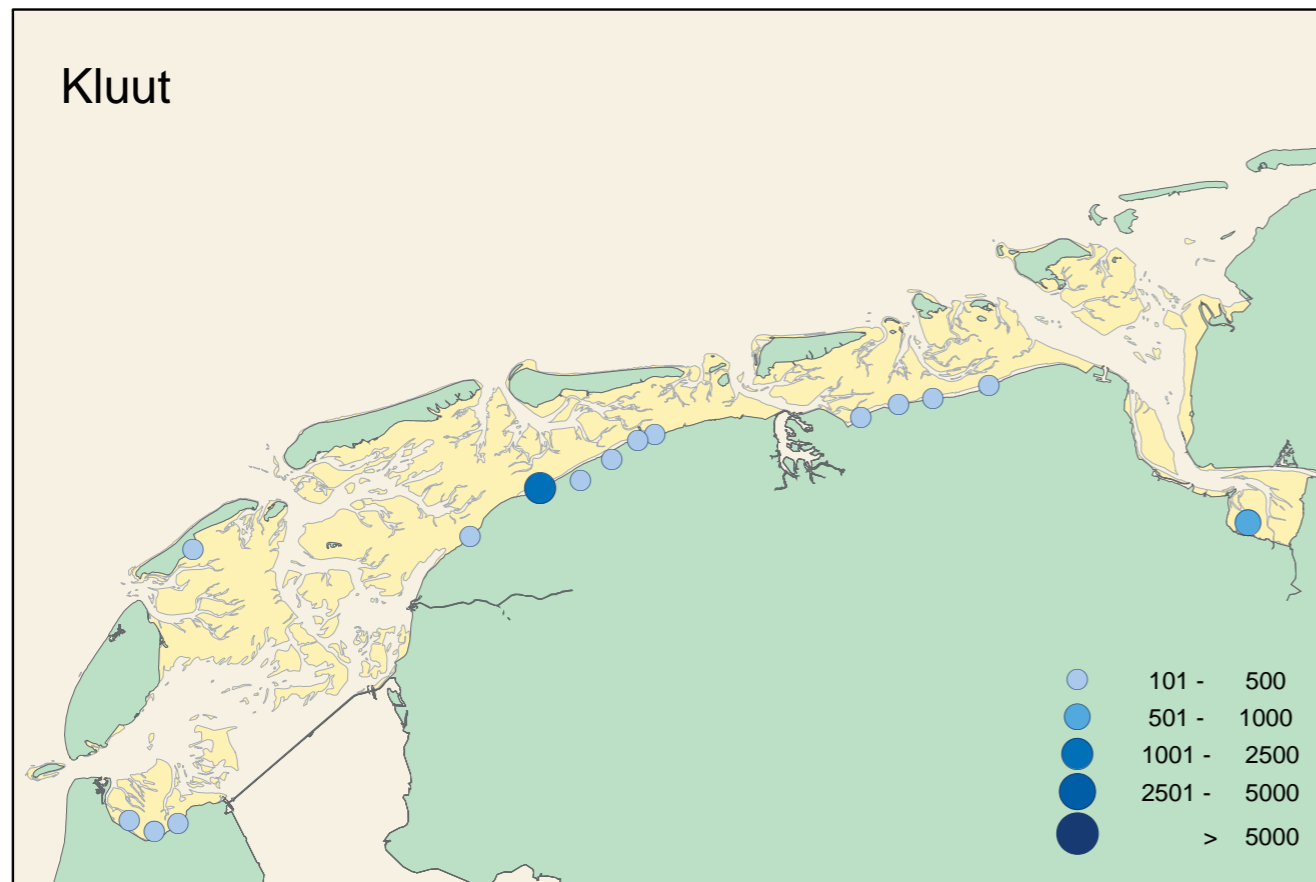
Noordpolderzijl

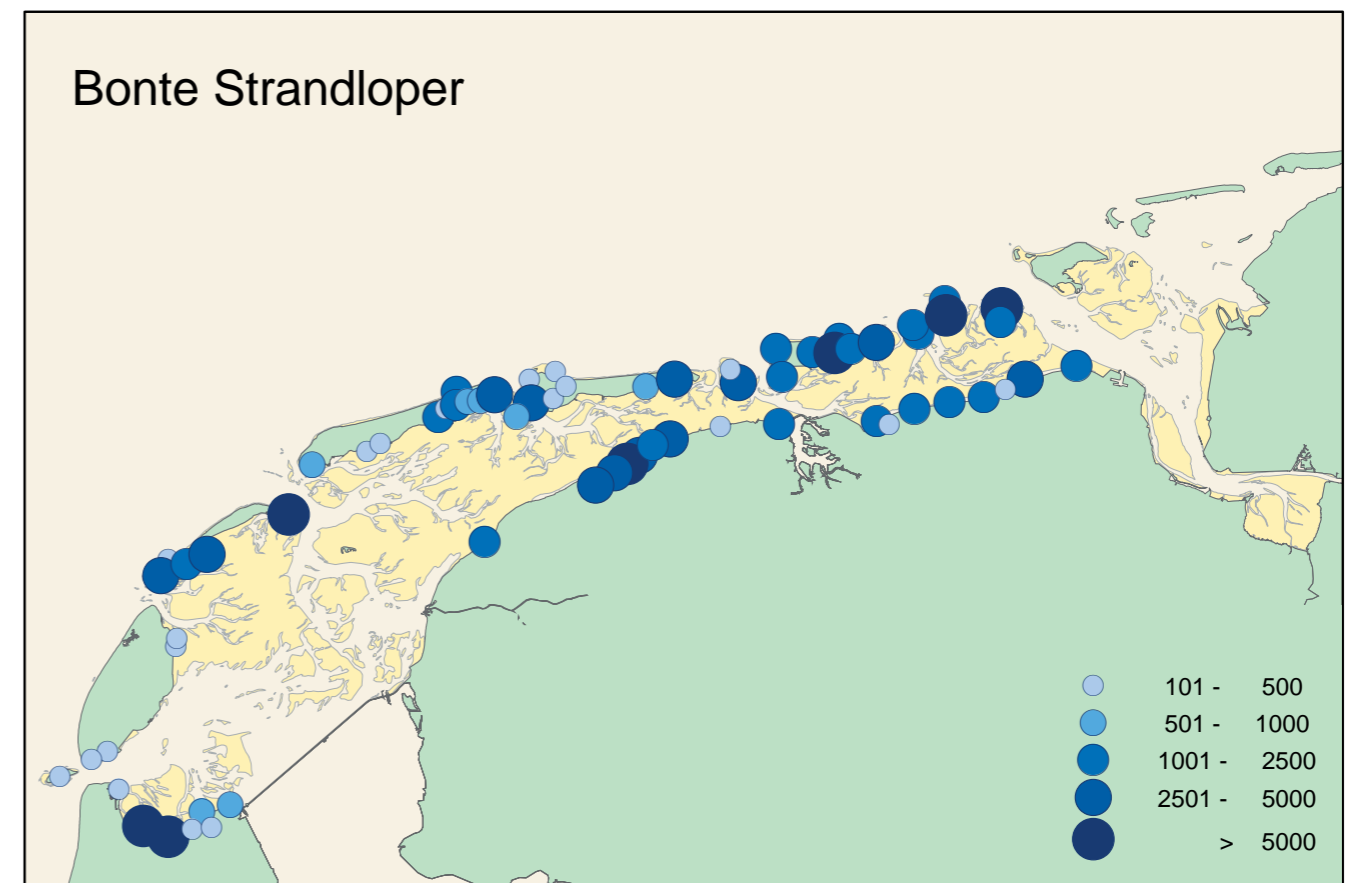
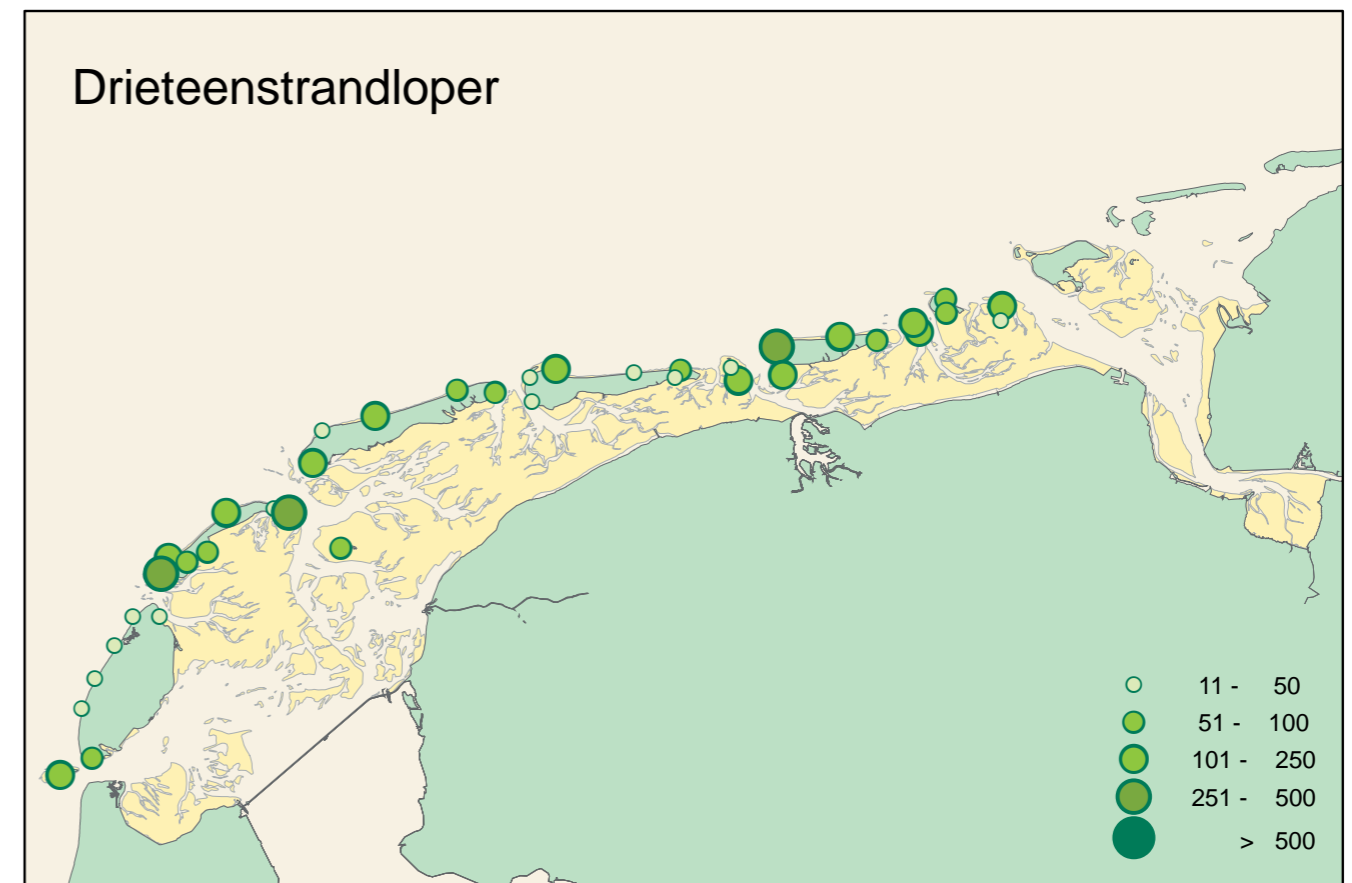
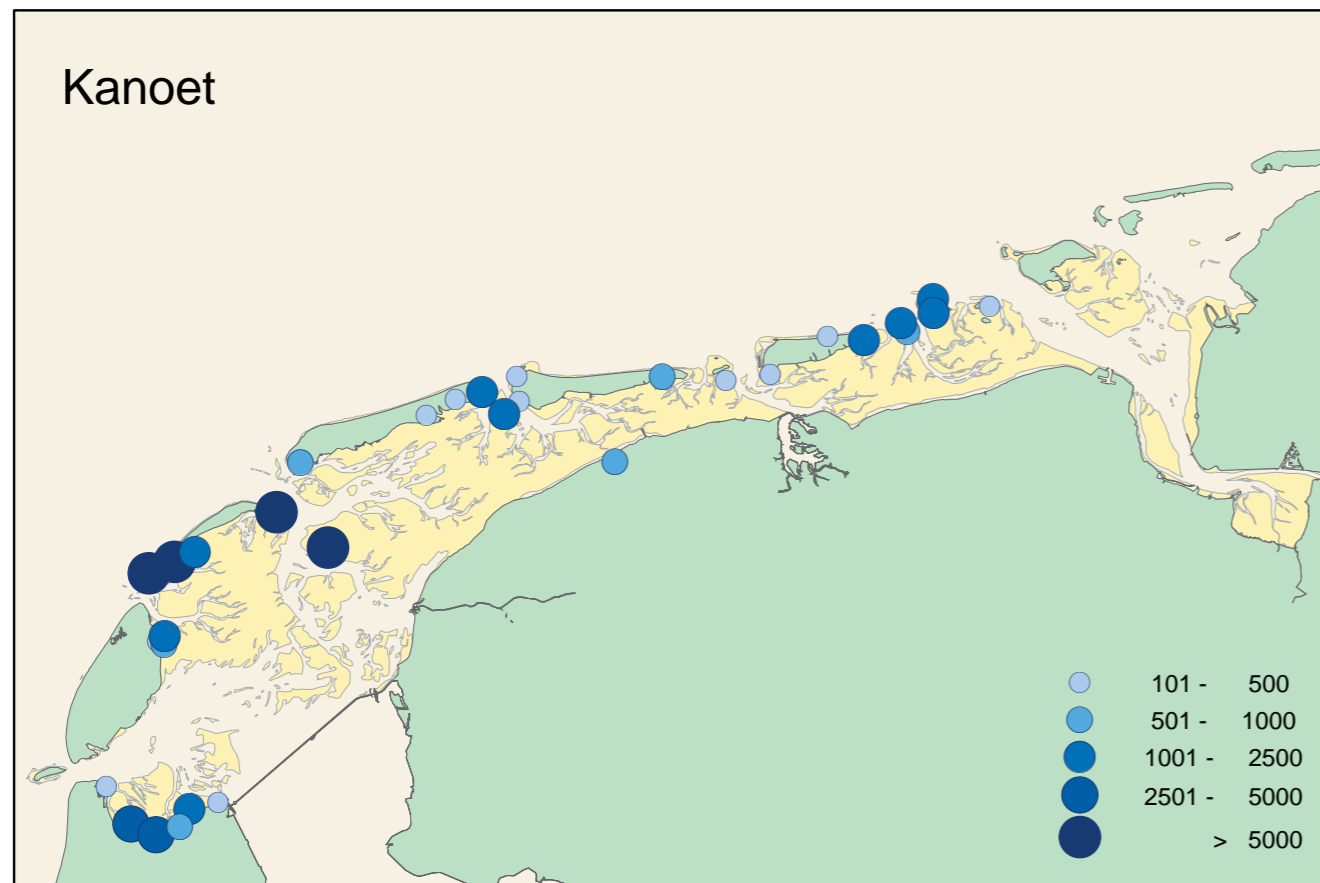
GRONINGEN



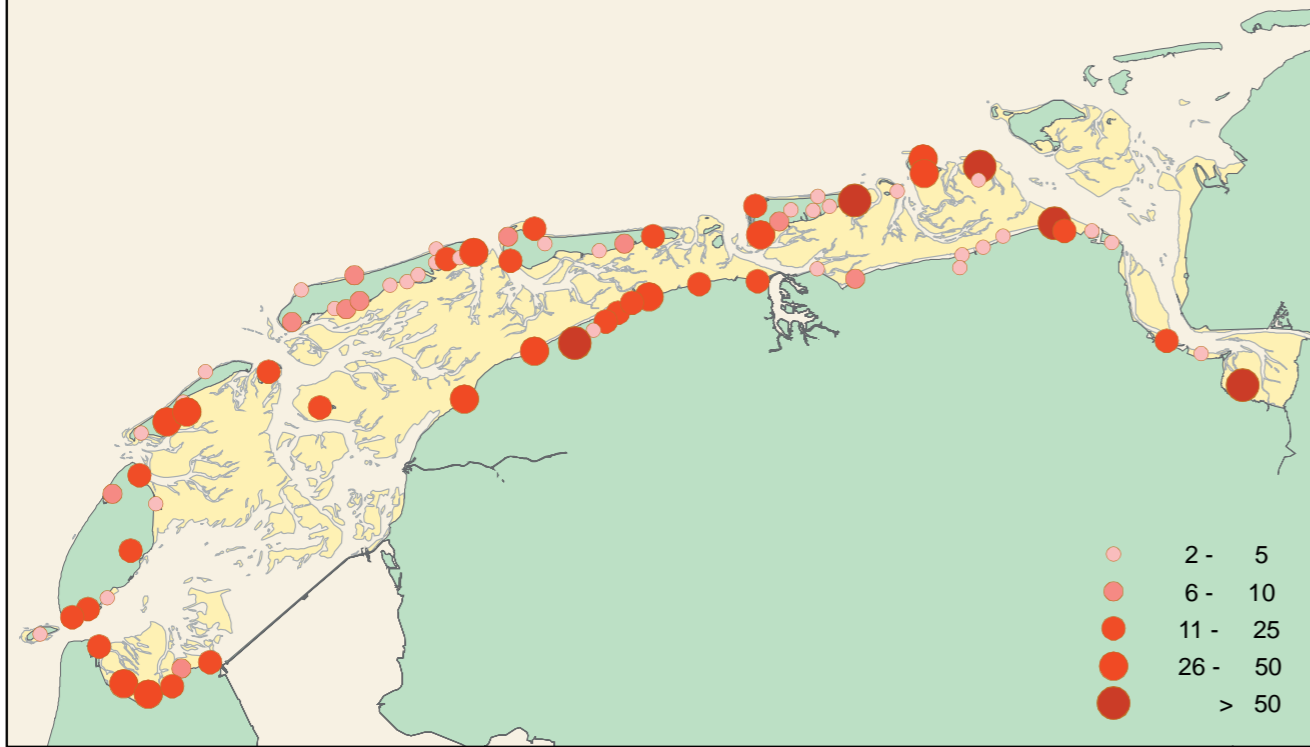




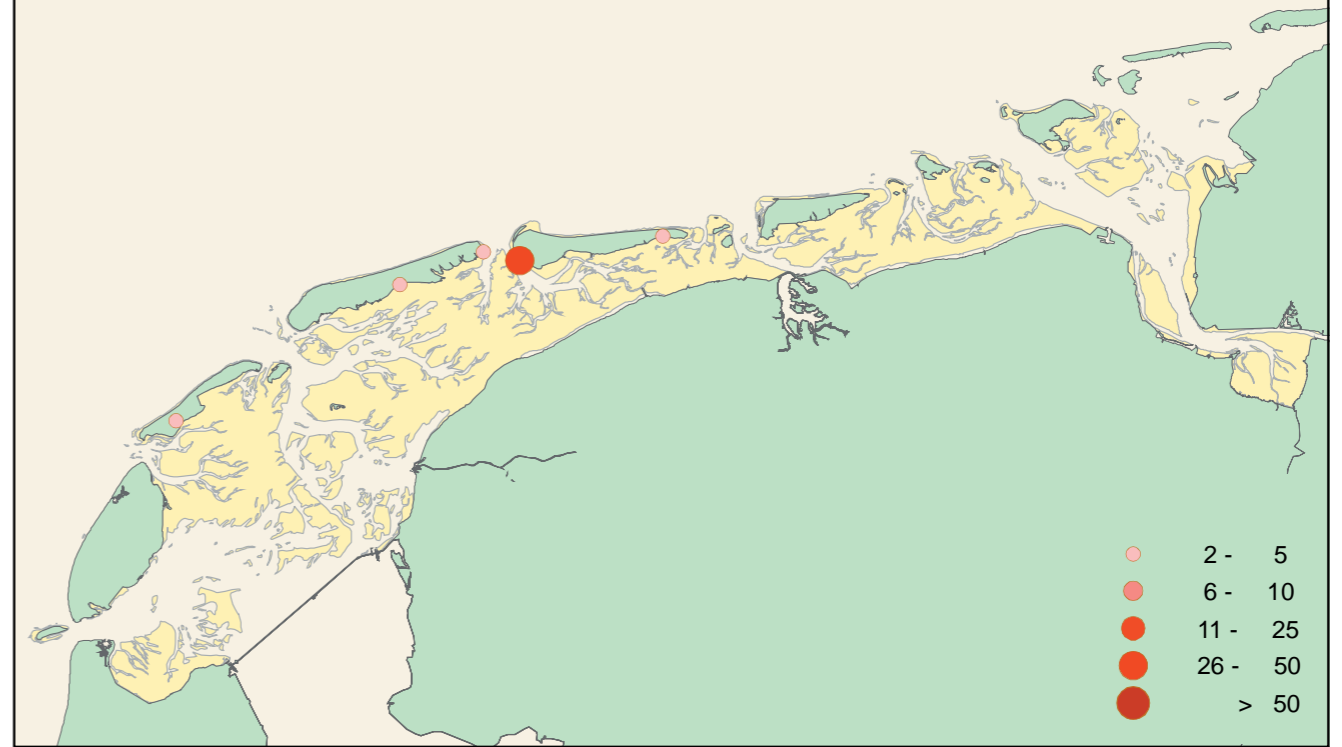




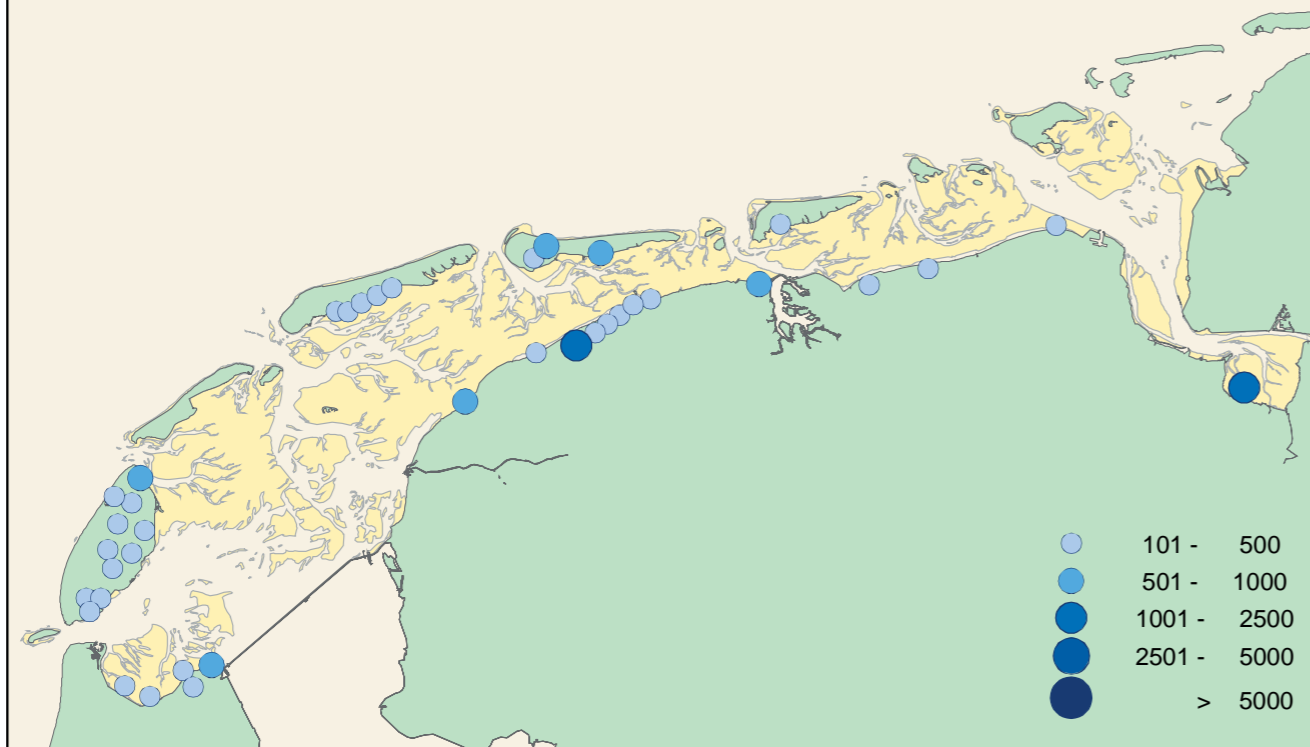
Bontbekplevier



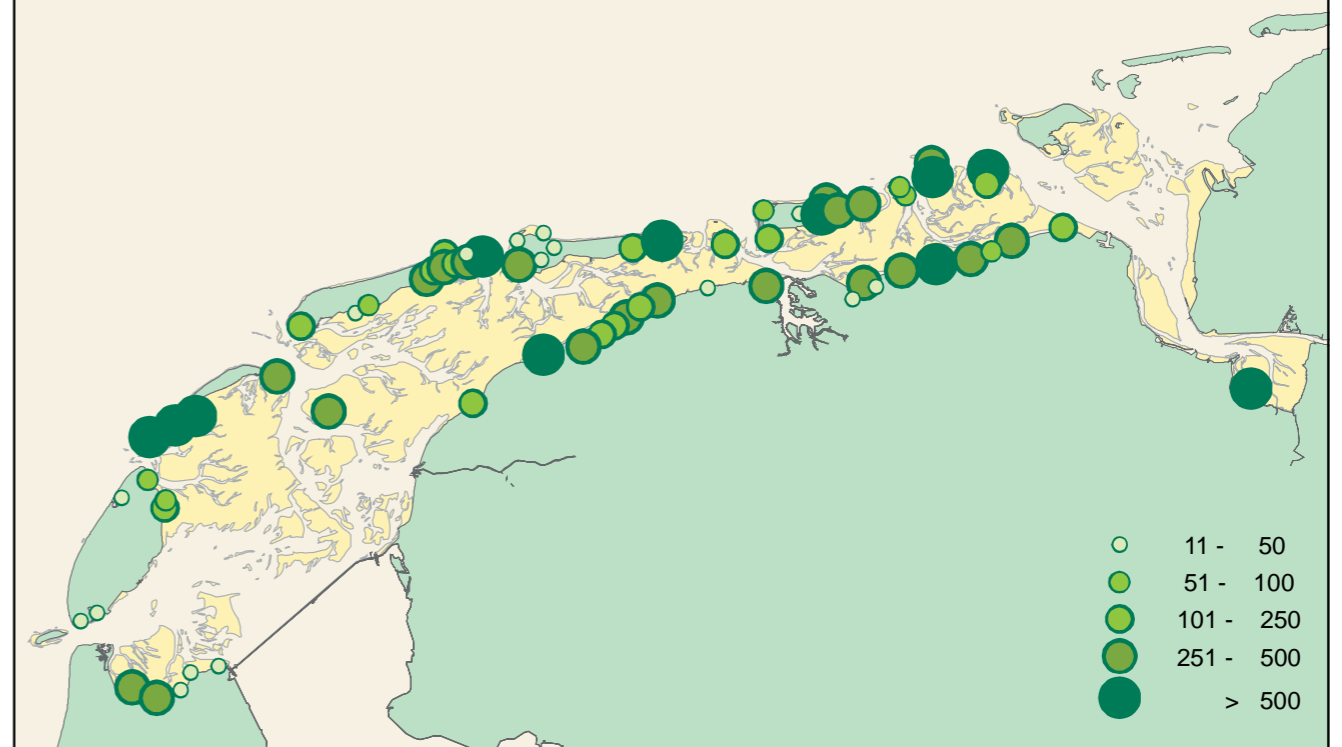
Strandplevier



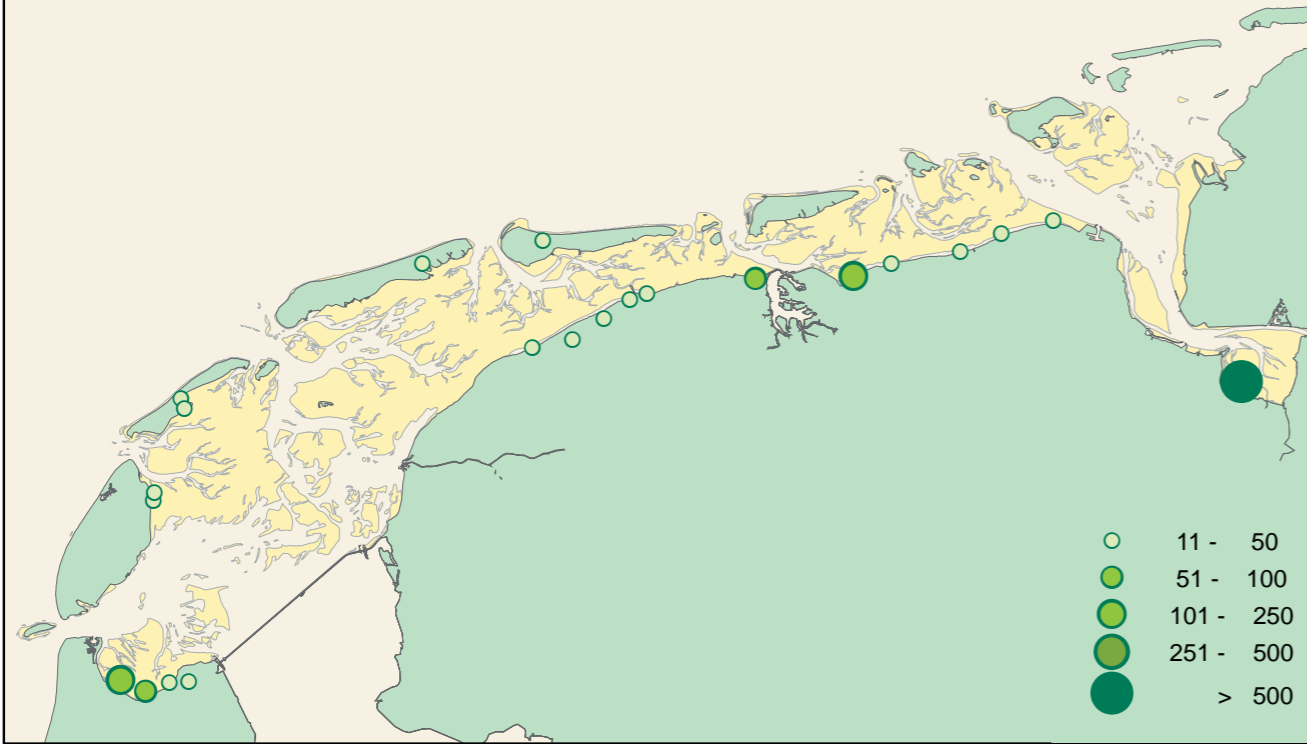
Goudplevier



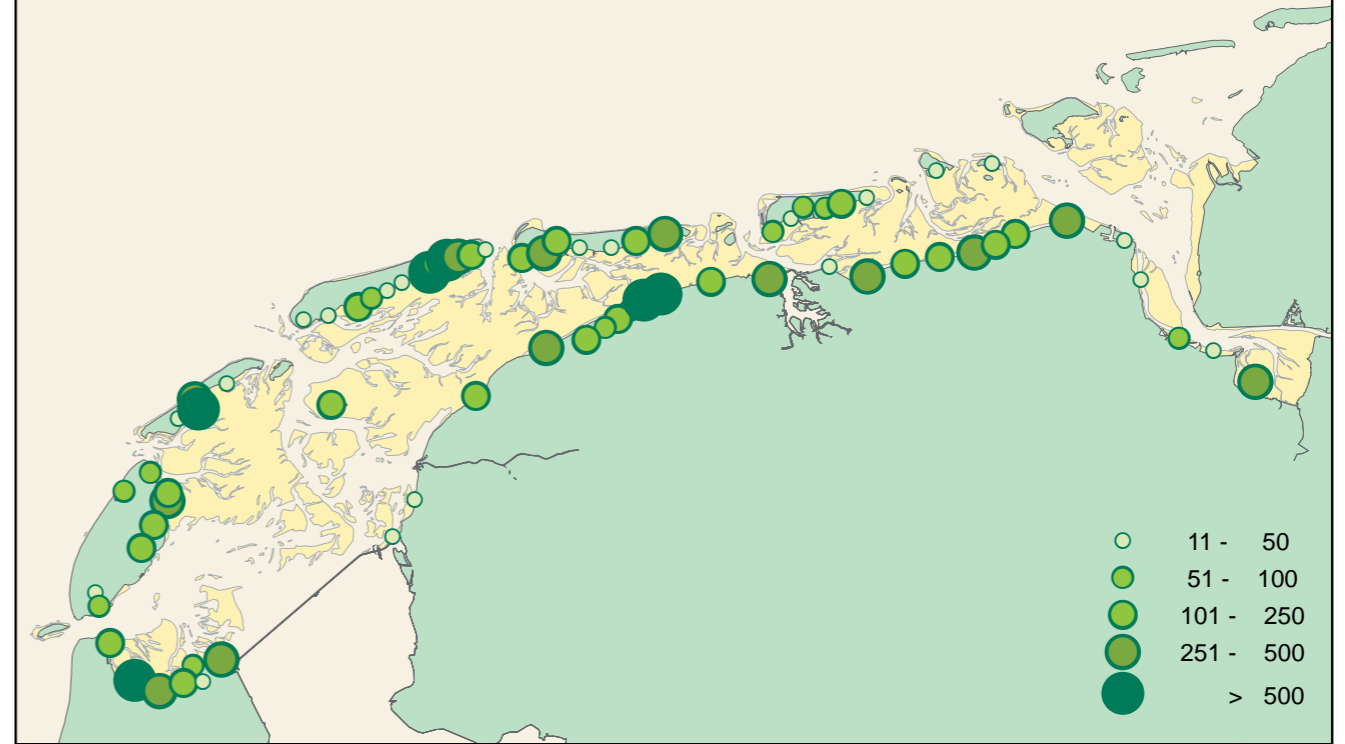
Zilverplevier



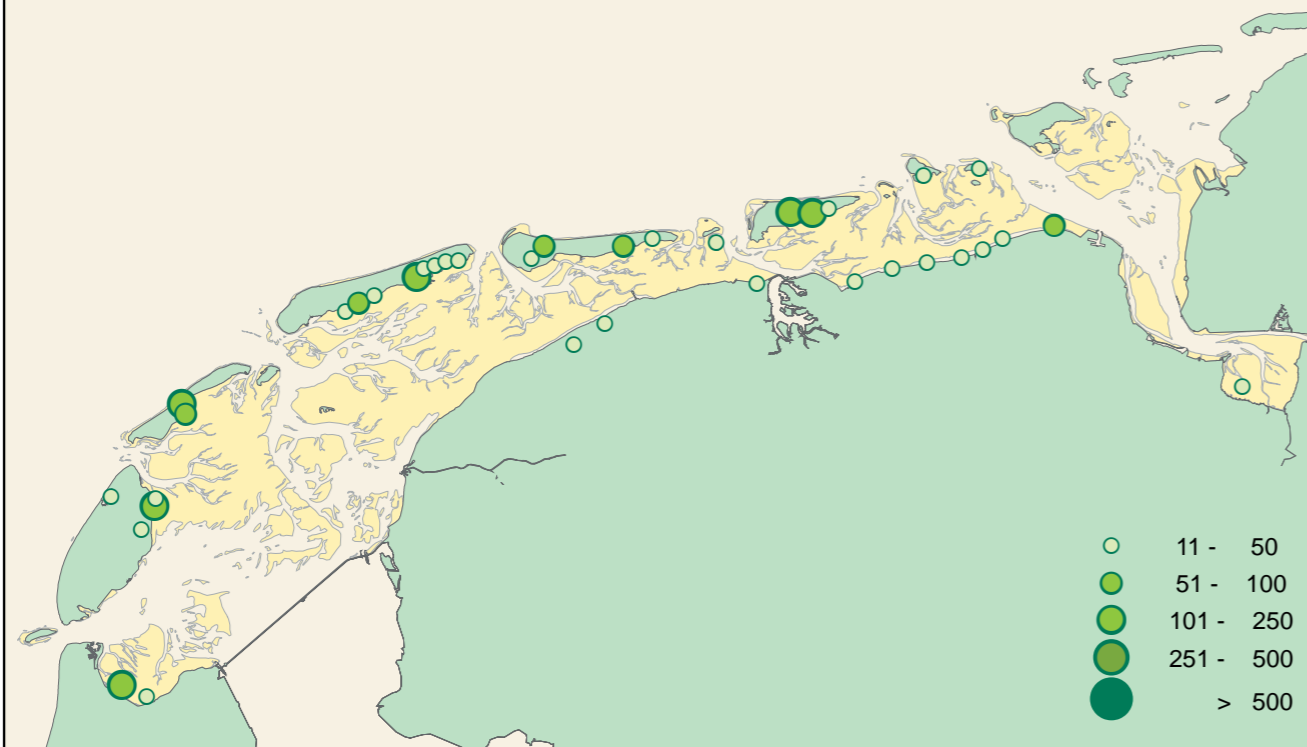
Zwarte Ruiter



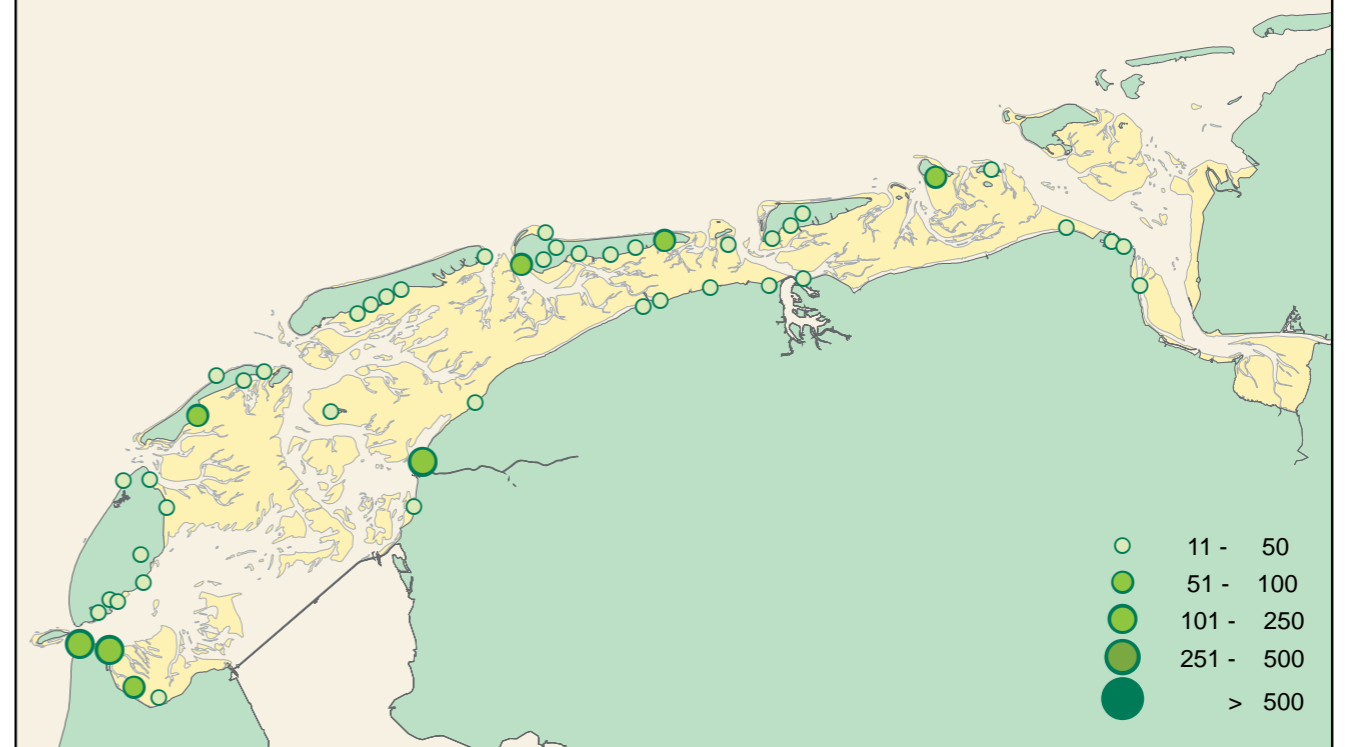
Tureluur



Groenpootruiter



Steenloper



Scholekster

150000

200000

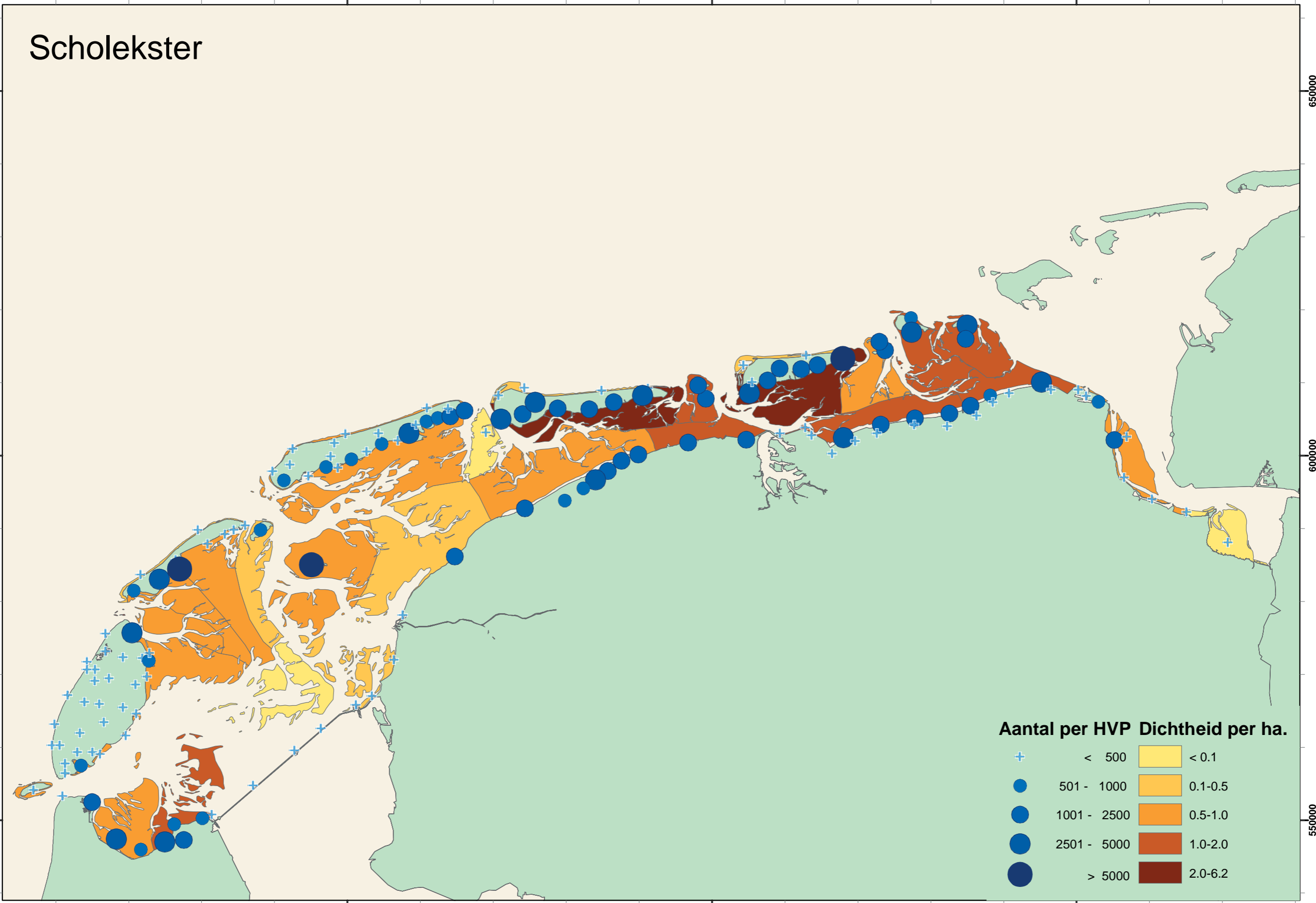
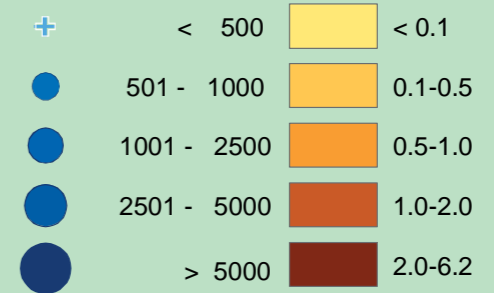
250000

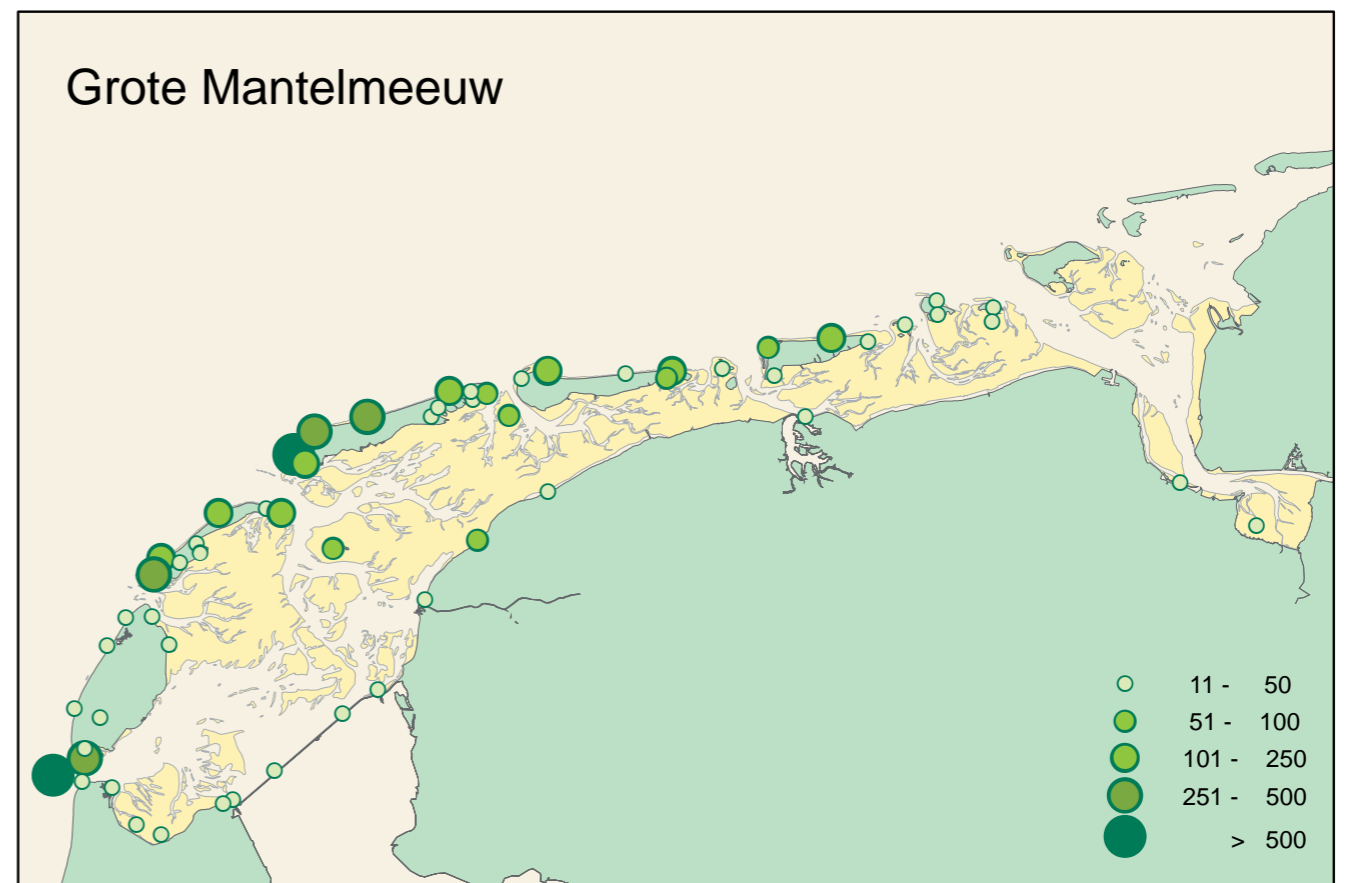
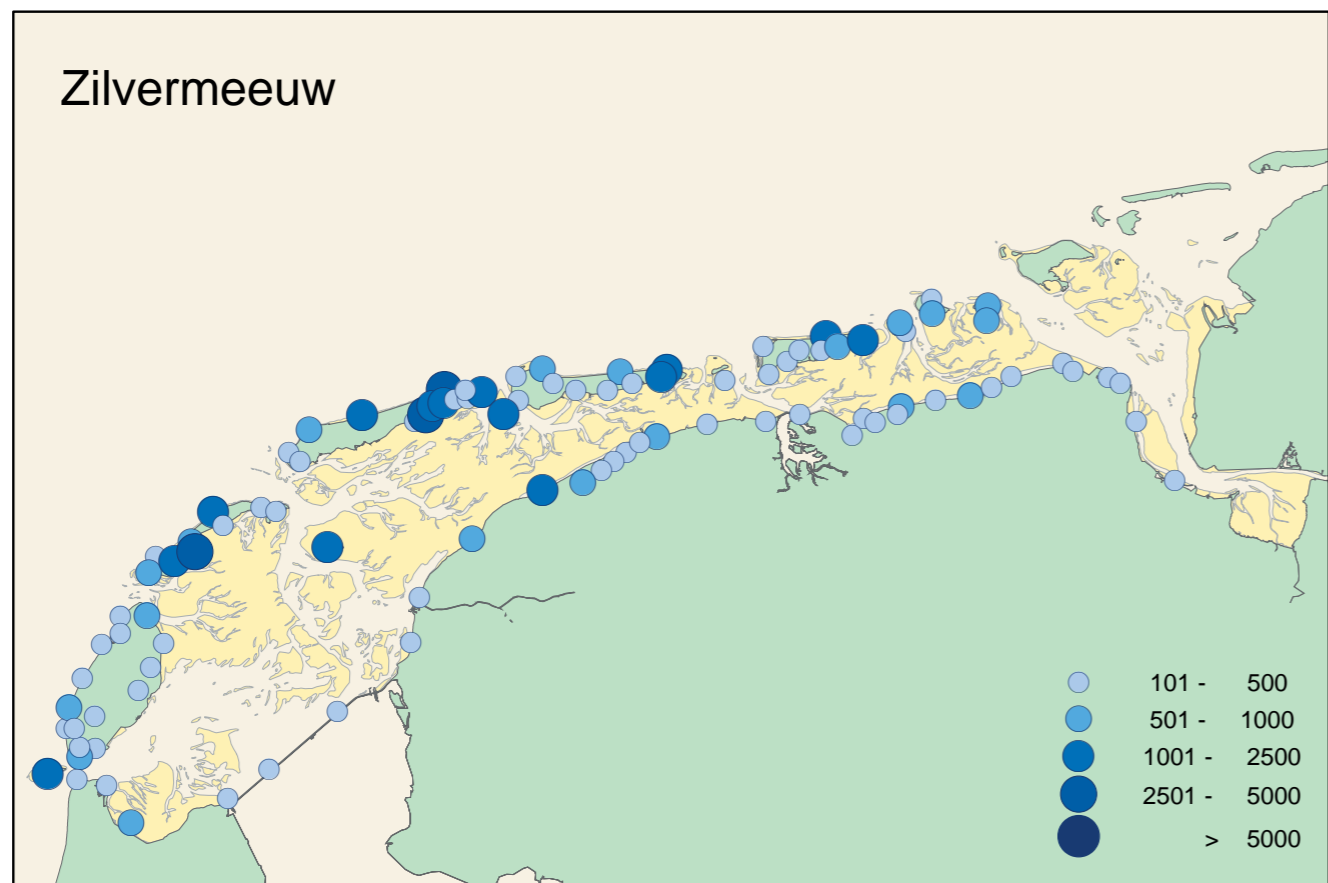
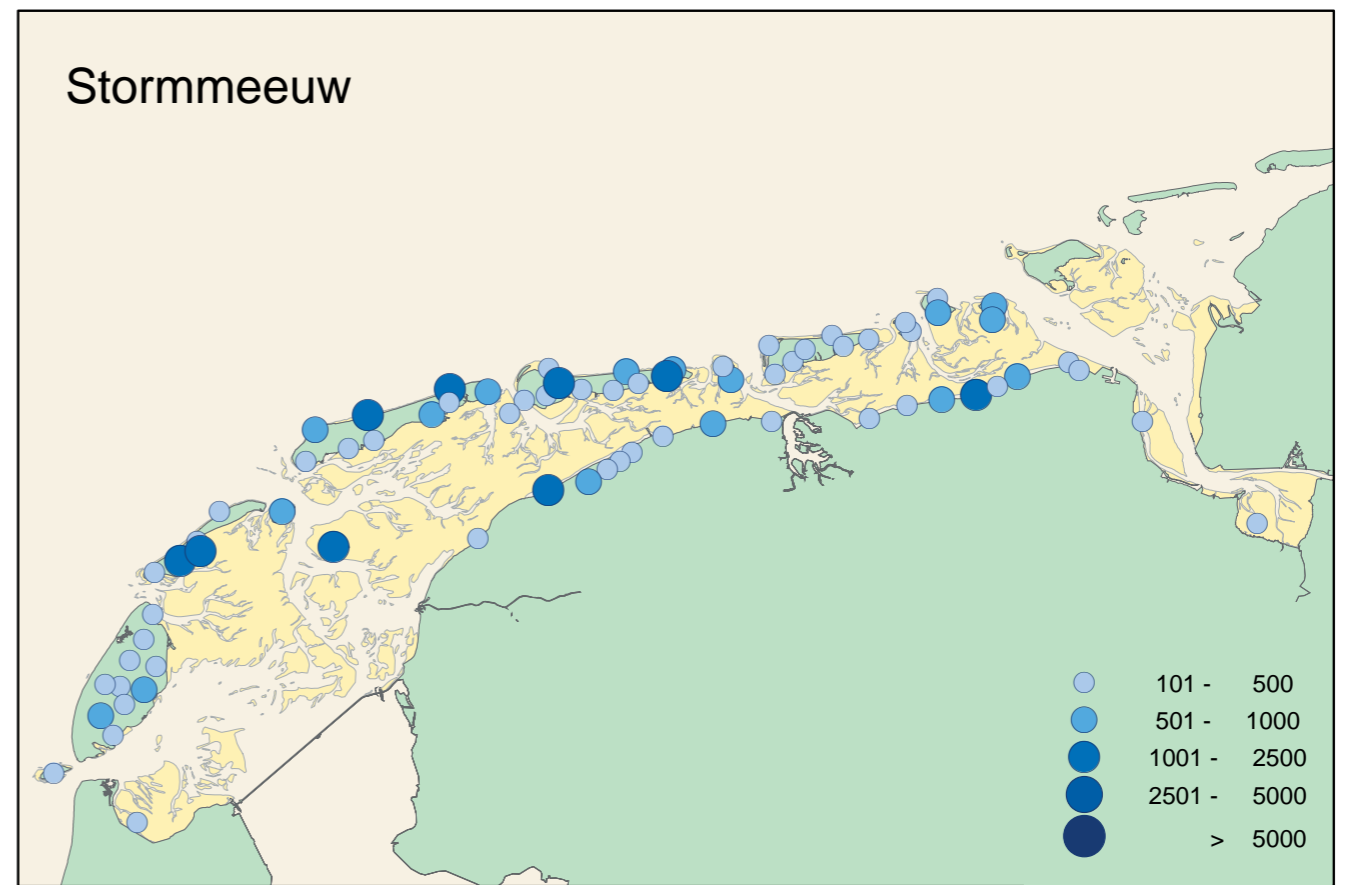
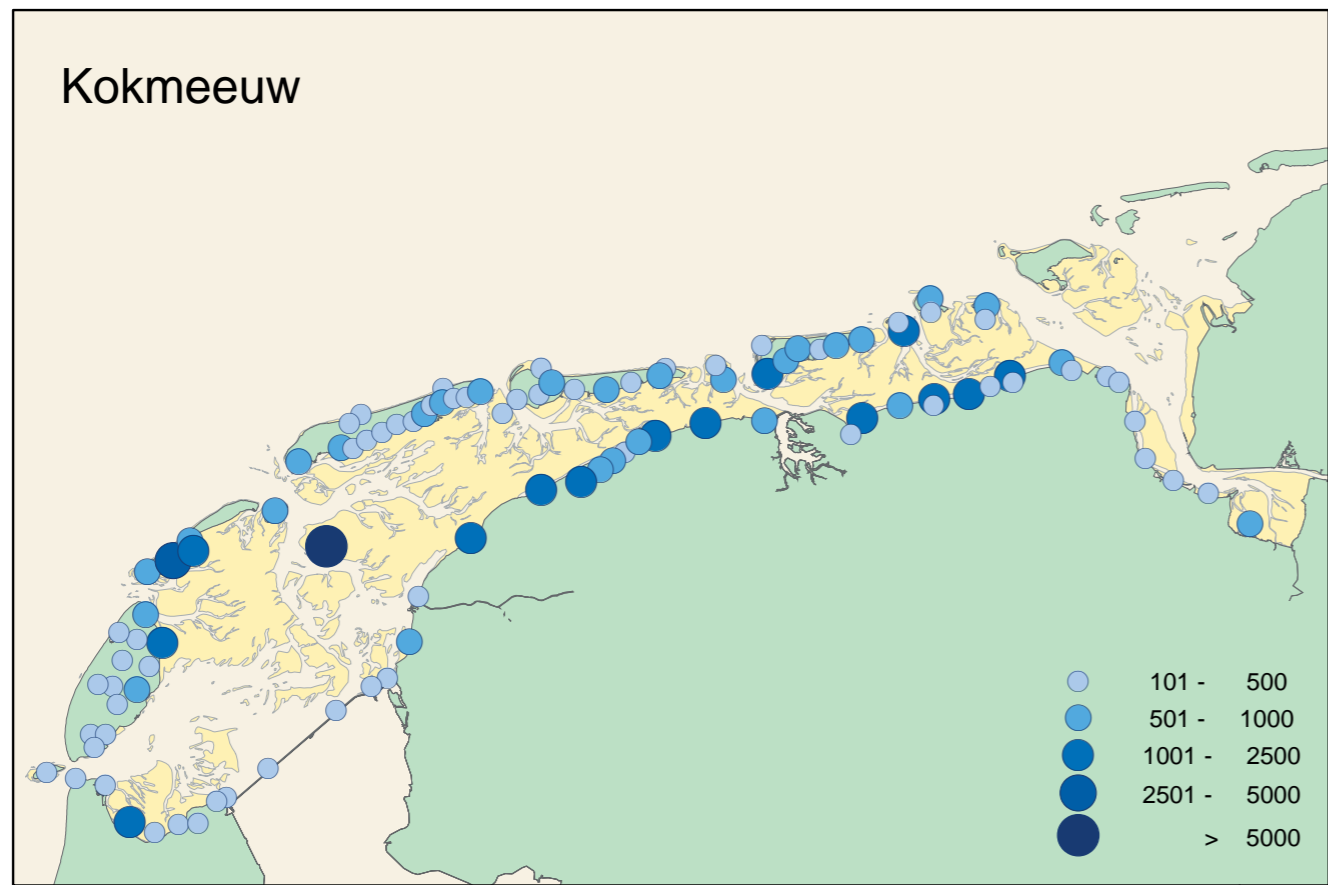
650000

600000

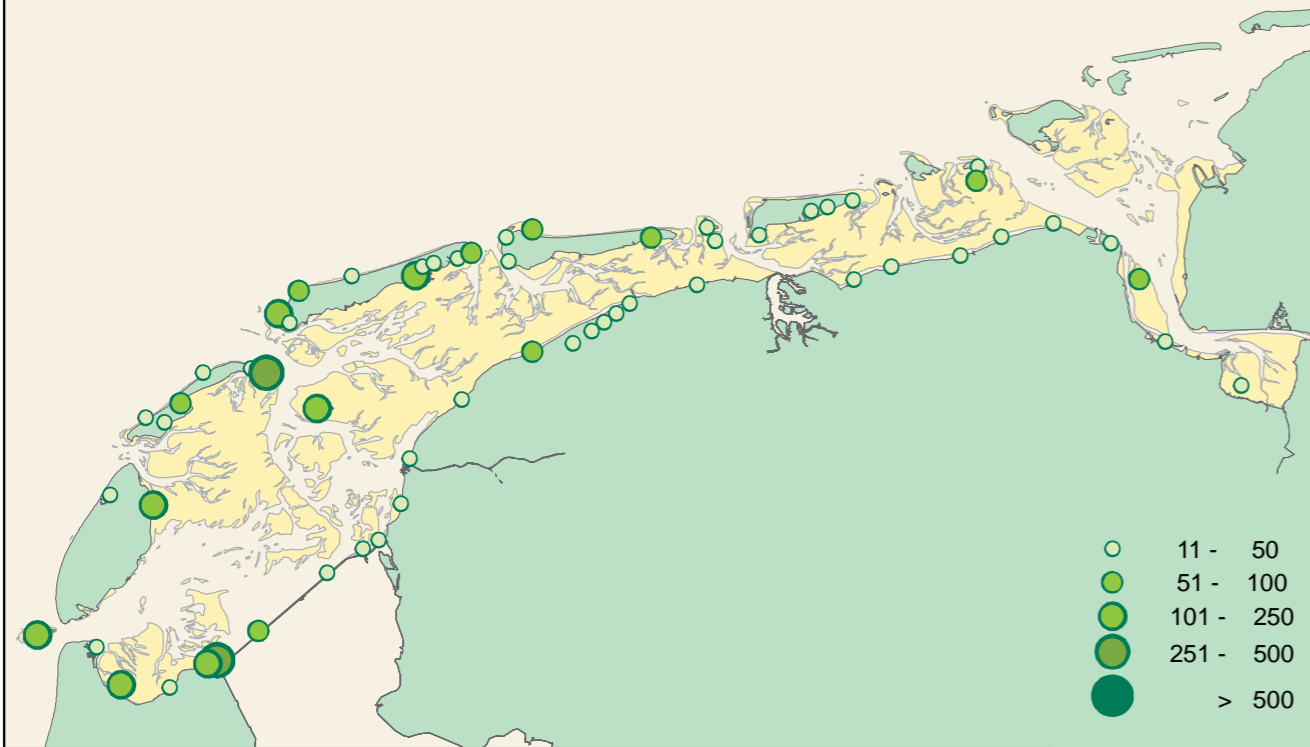
550000

Aantal per HVP Dichtheid per ha.

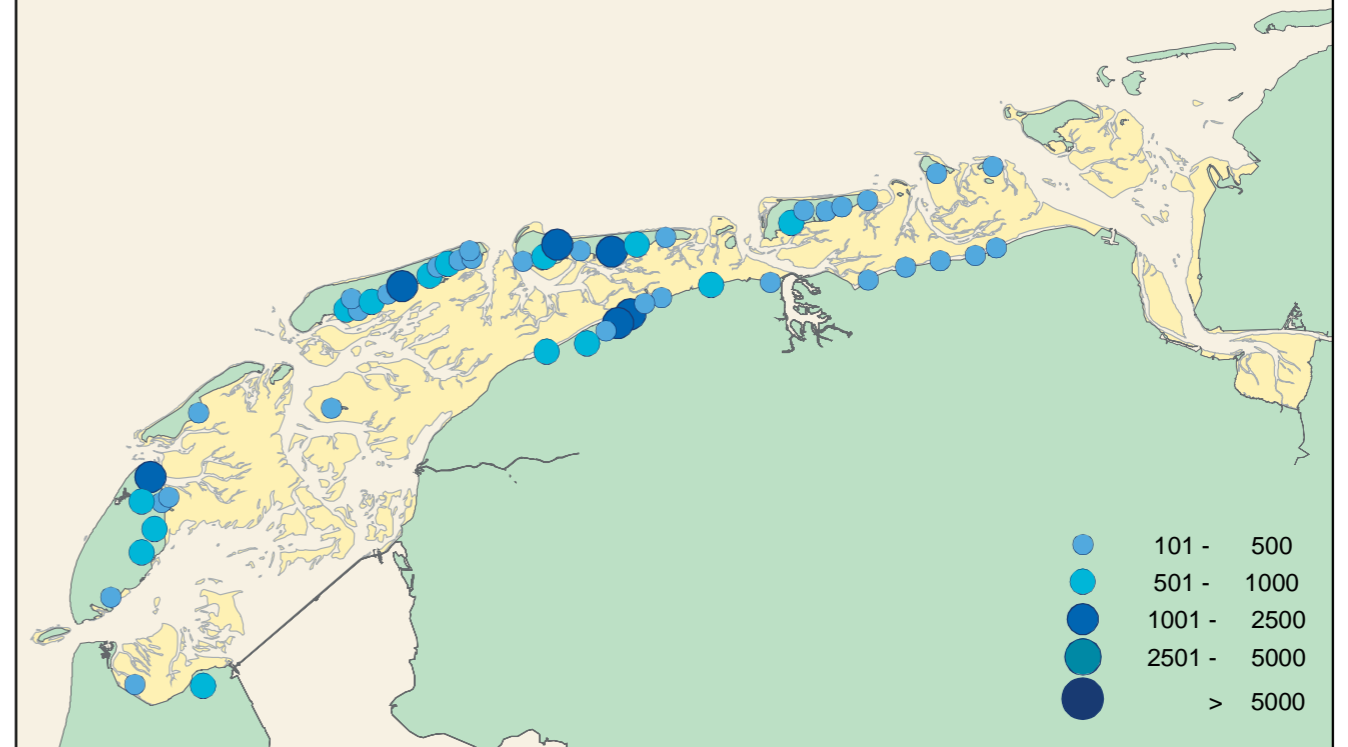




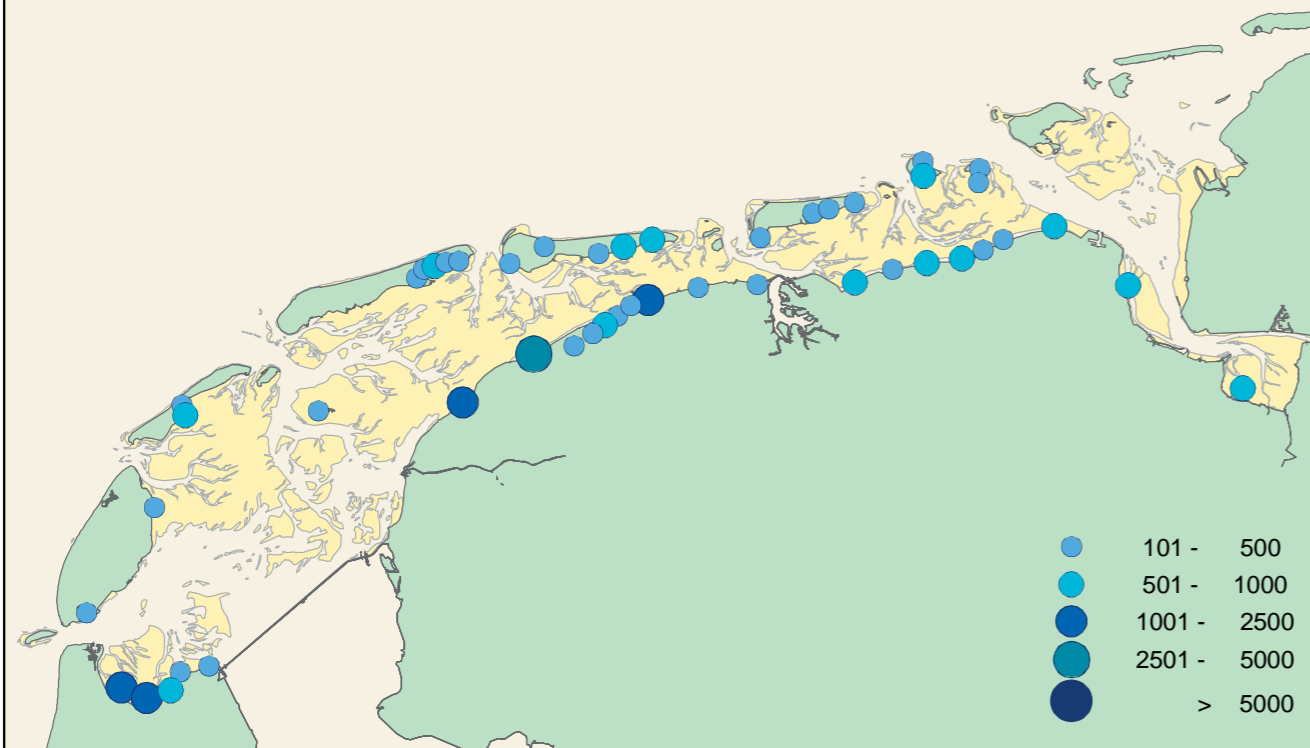
Aalscholver



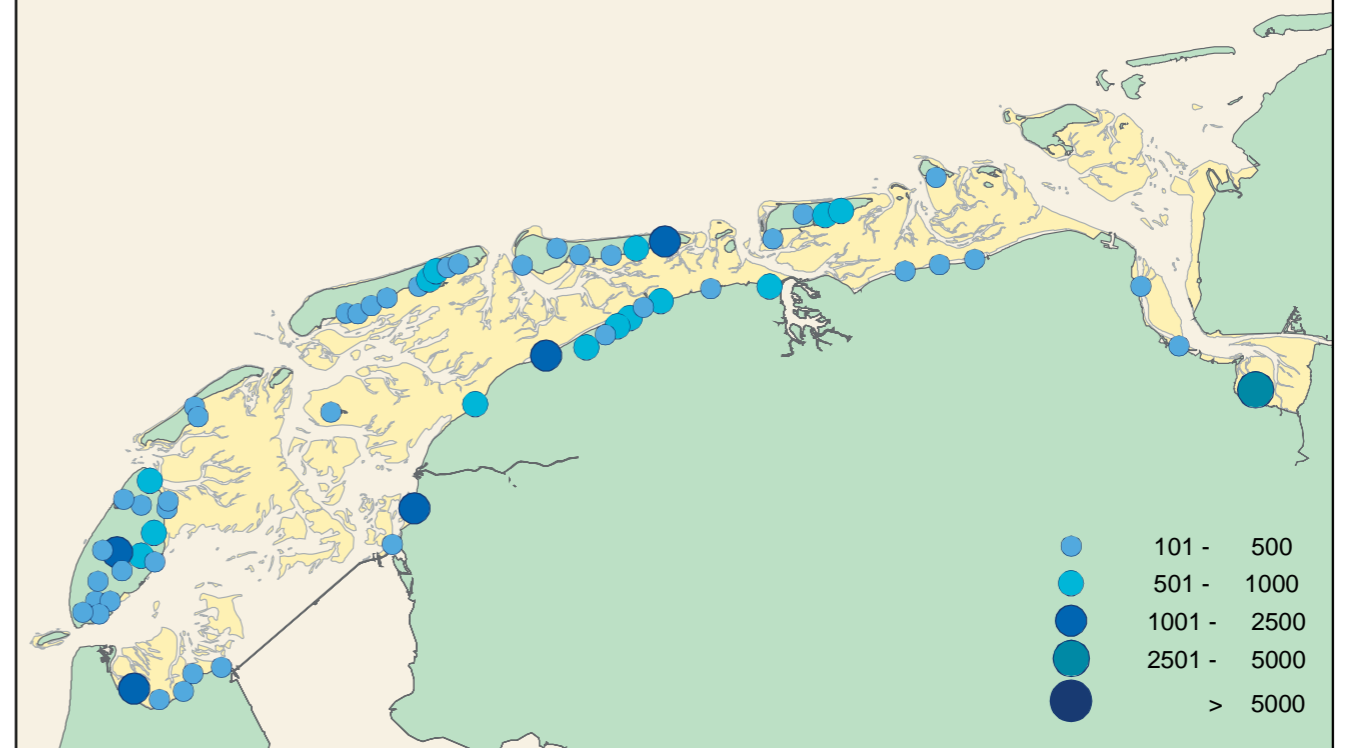
Rotgans



Bergeend



Smient

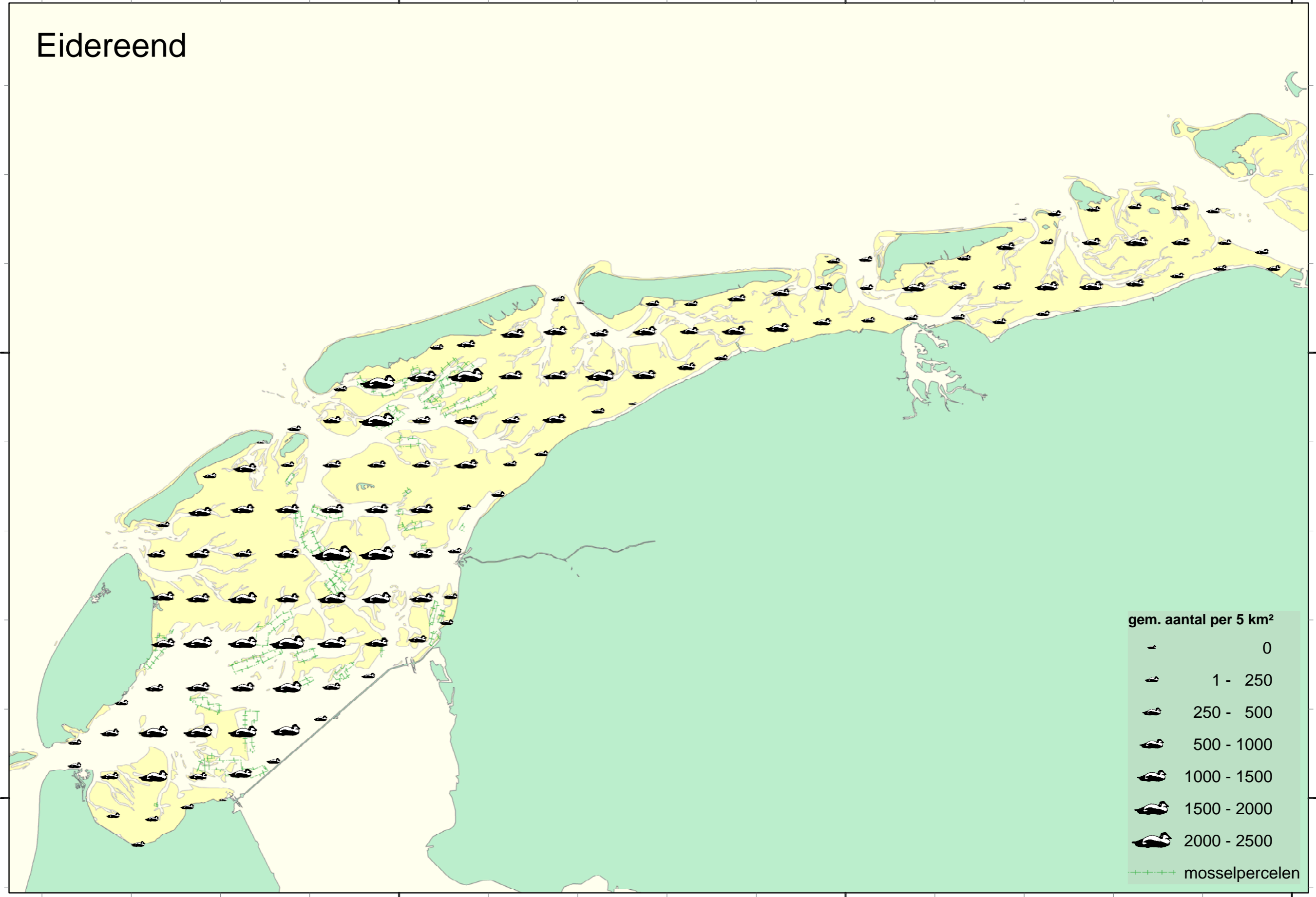










Eidereend

150000

200000

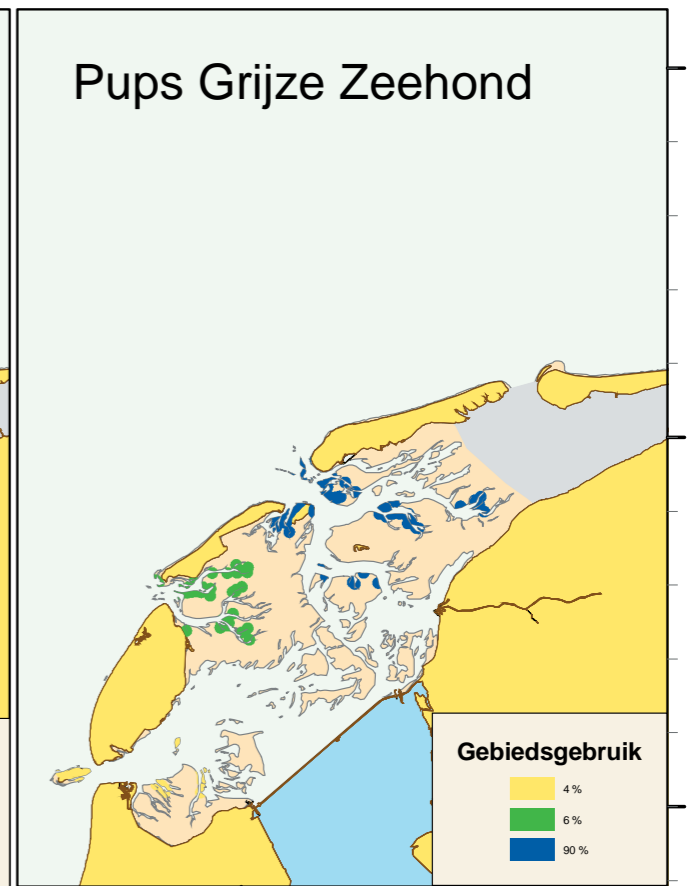
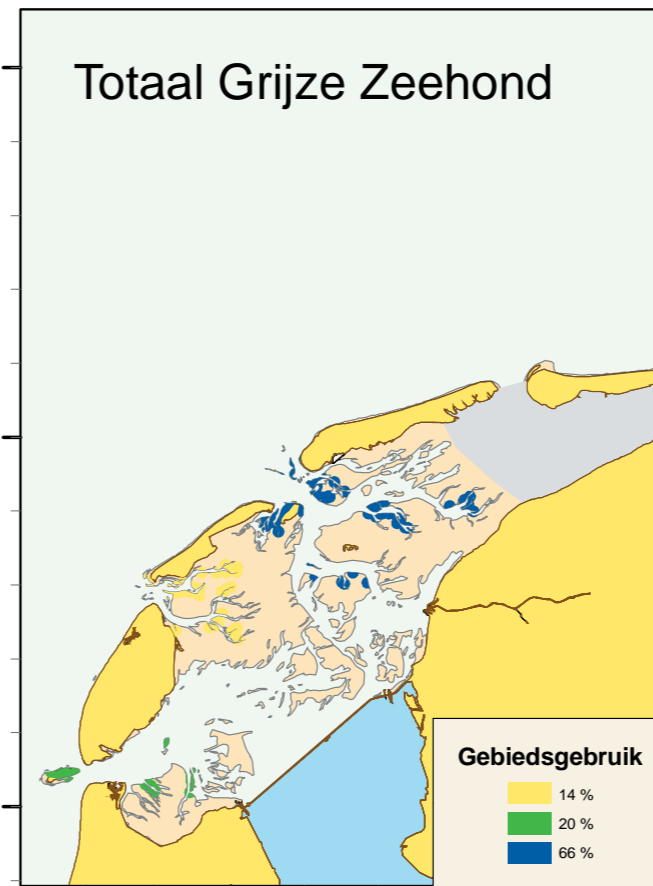
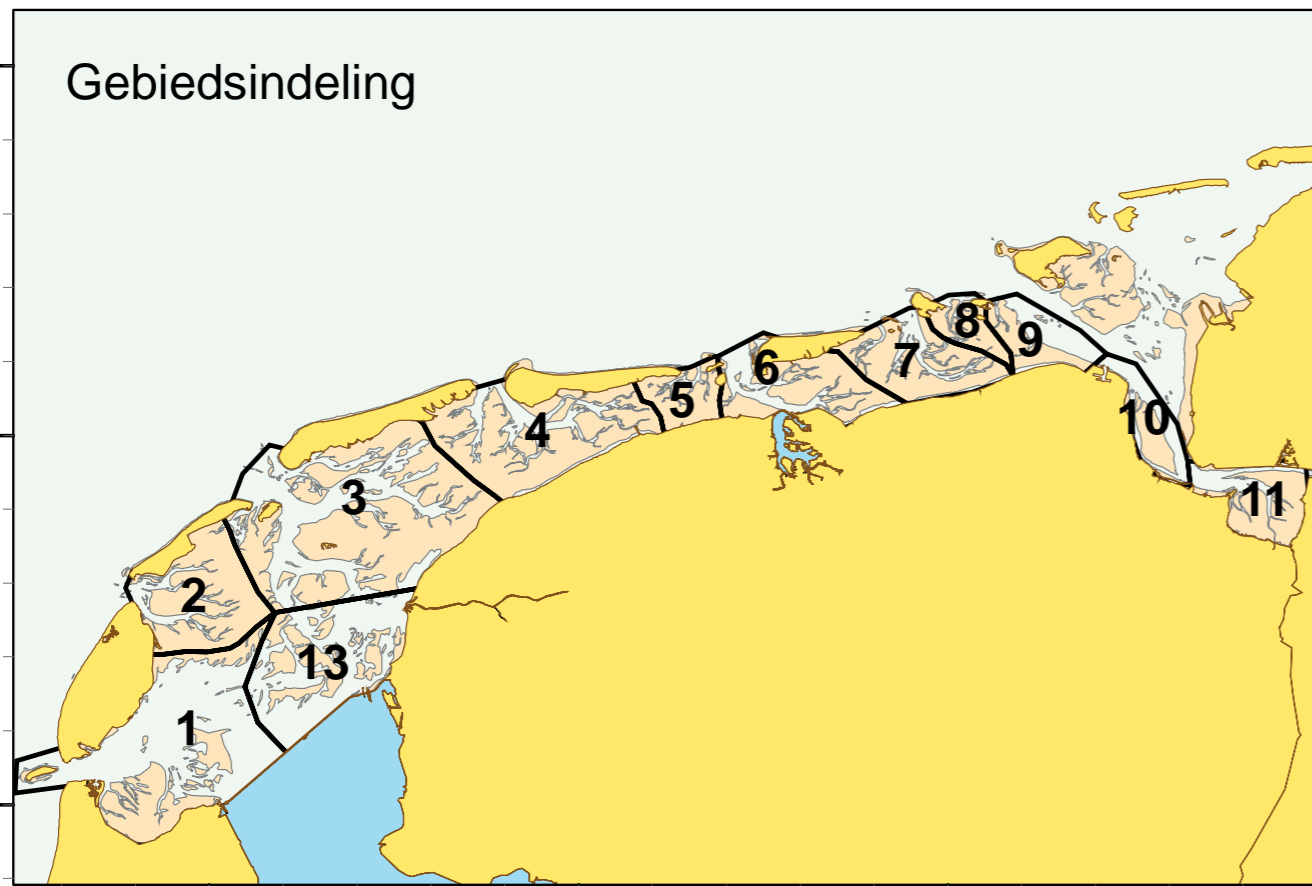
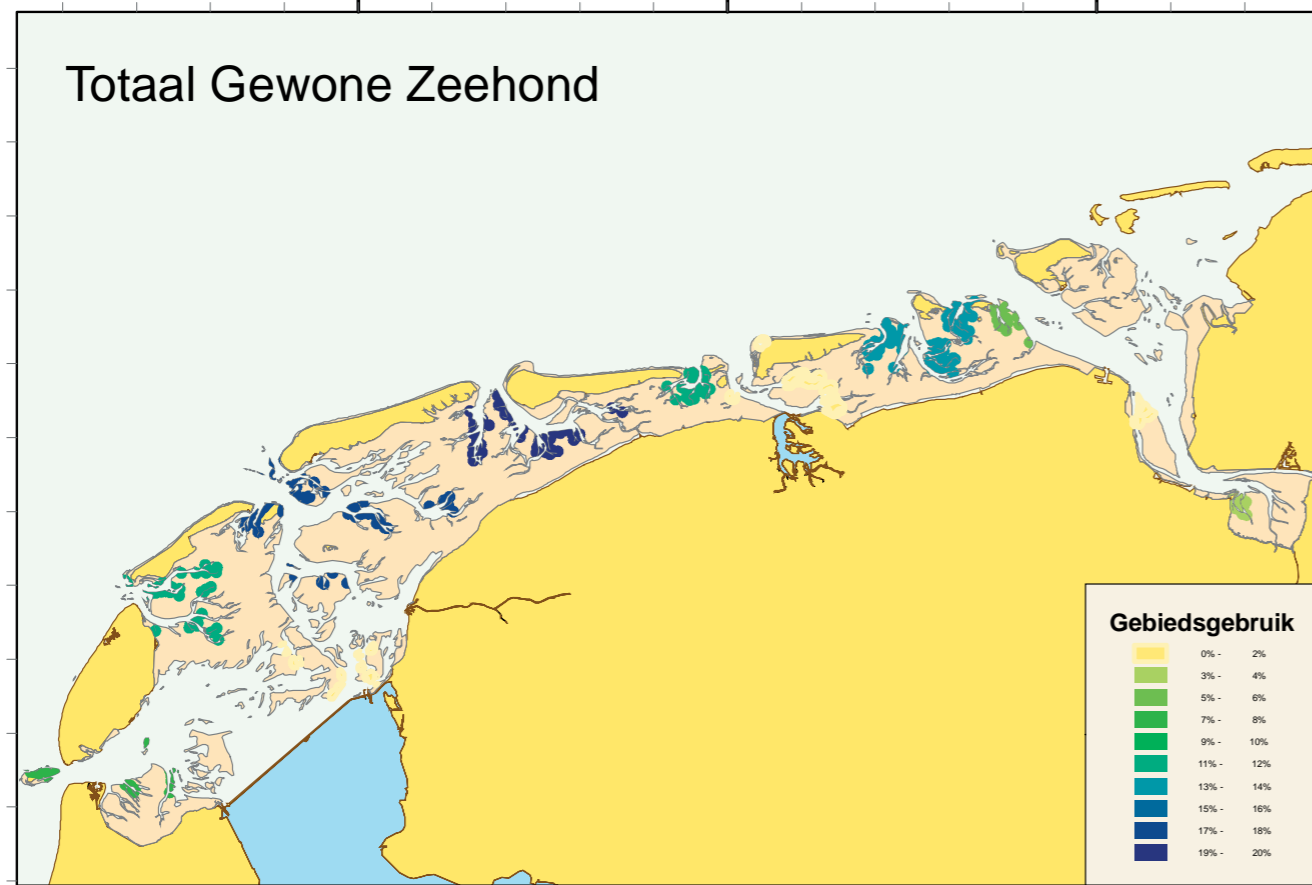
250000



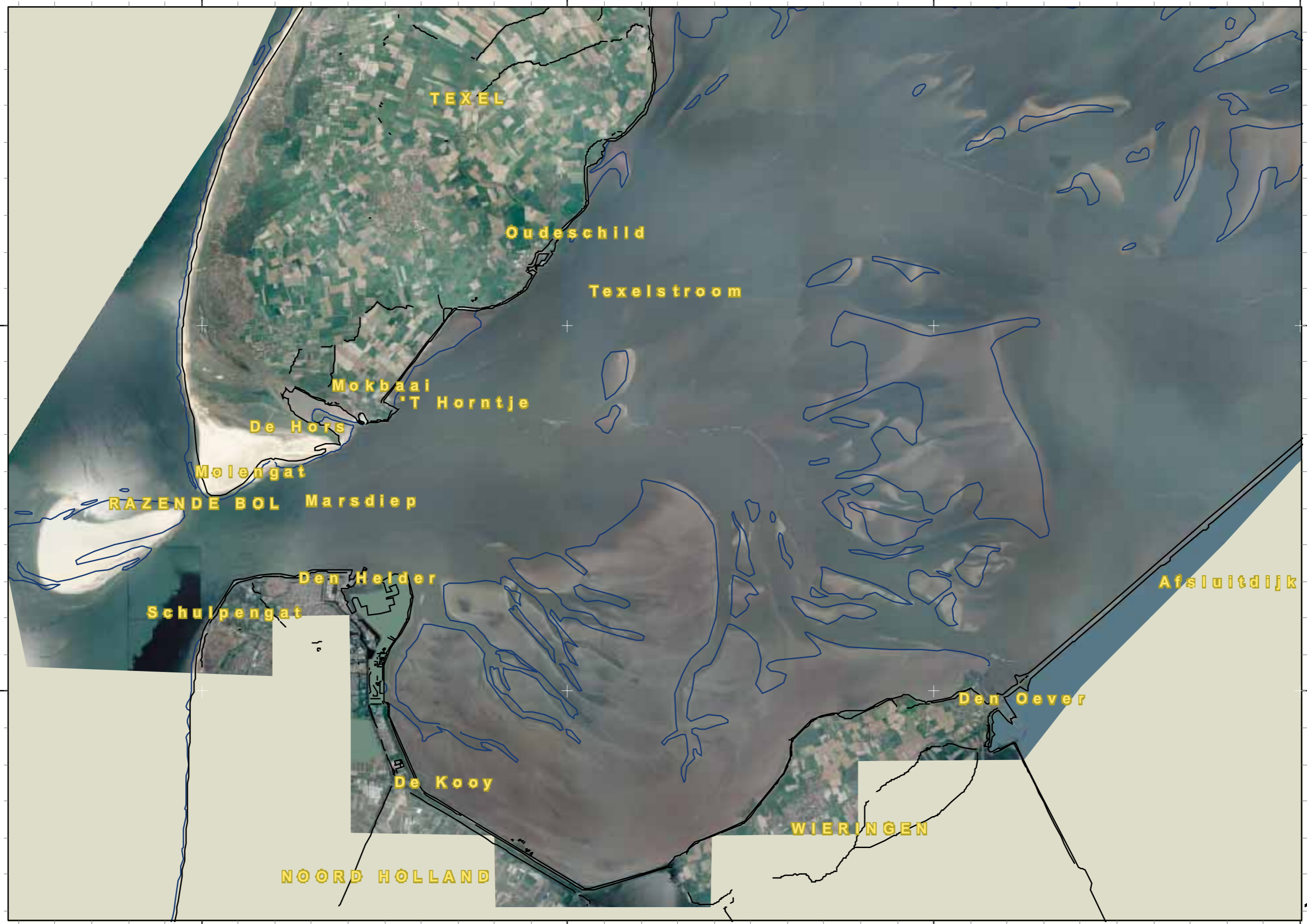
gem. aantal per 5 km ²	
	0
	1 - 250
	250 - 500
	500 - 1000
	1000 - 1500
	1500 - 2000
	2000 - 2500
	mosselpercelen

600000

550000



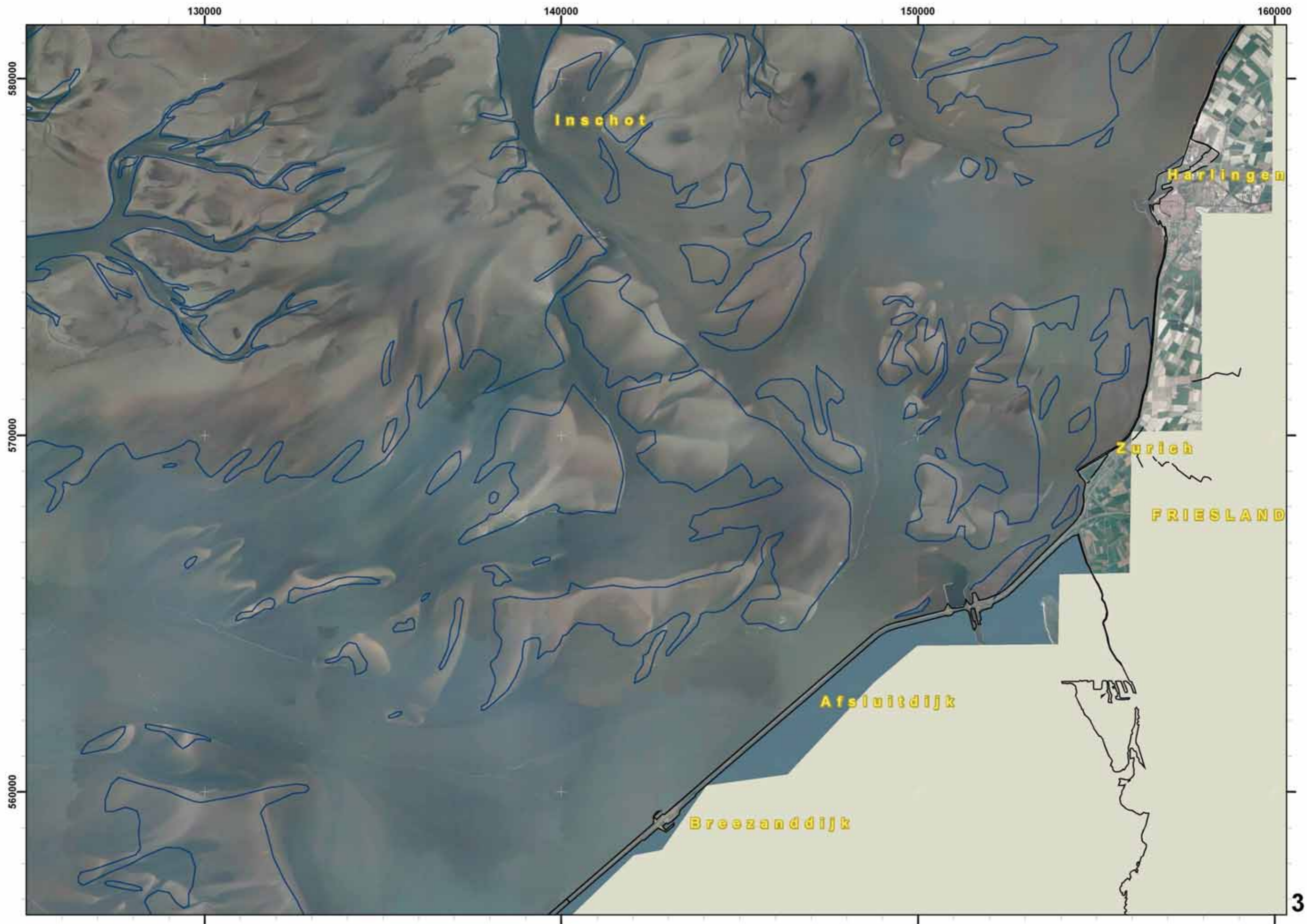
110000 120000 130000 140000

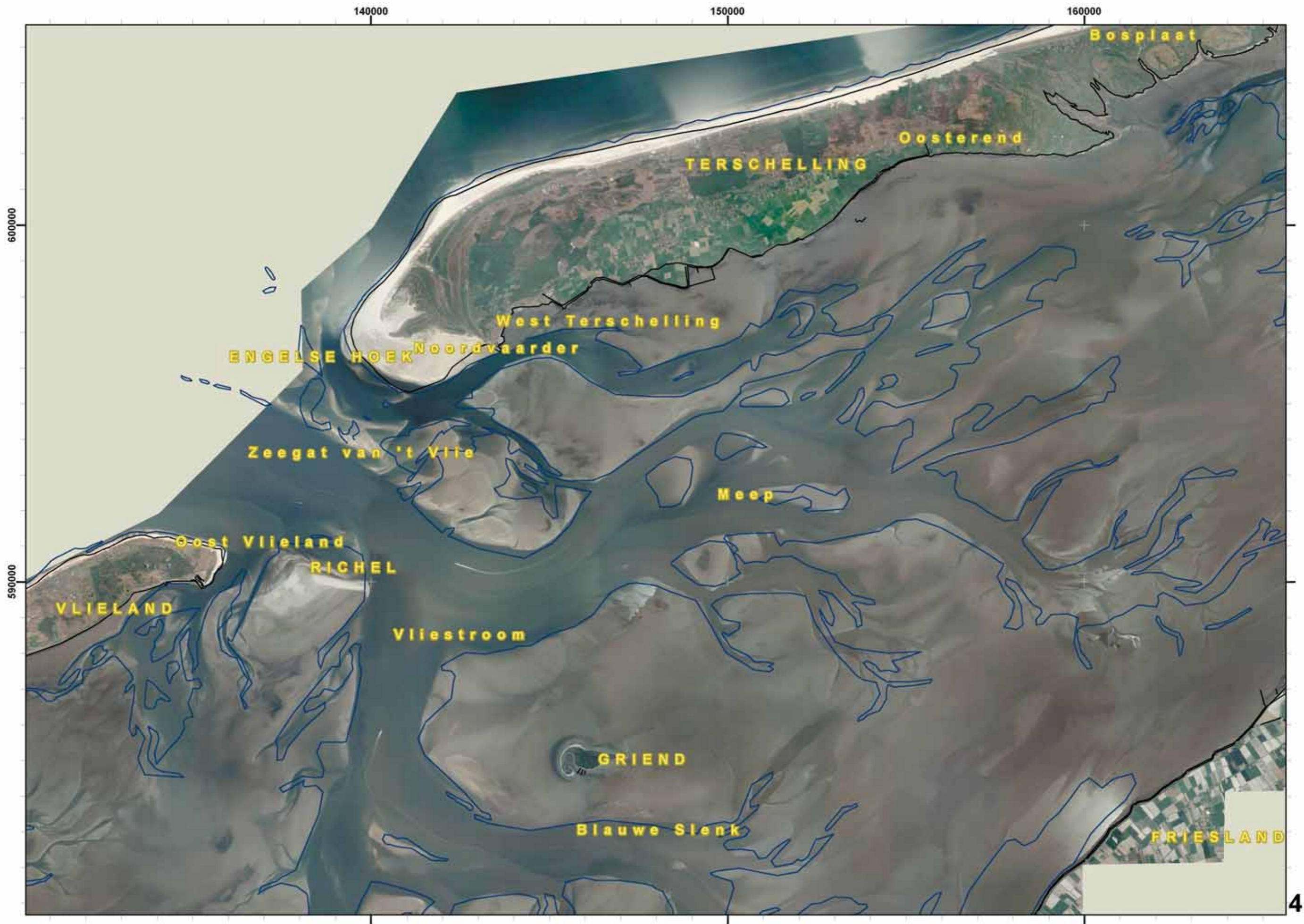


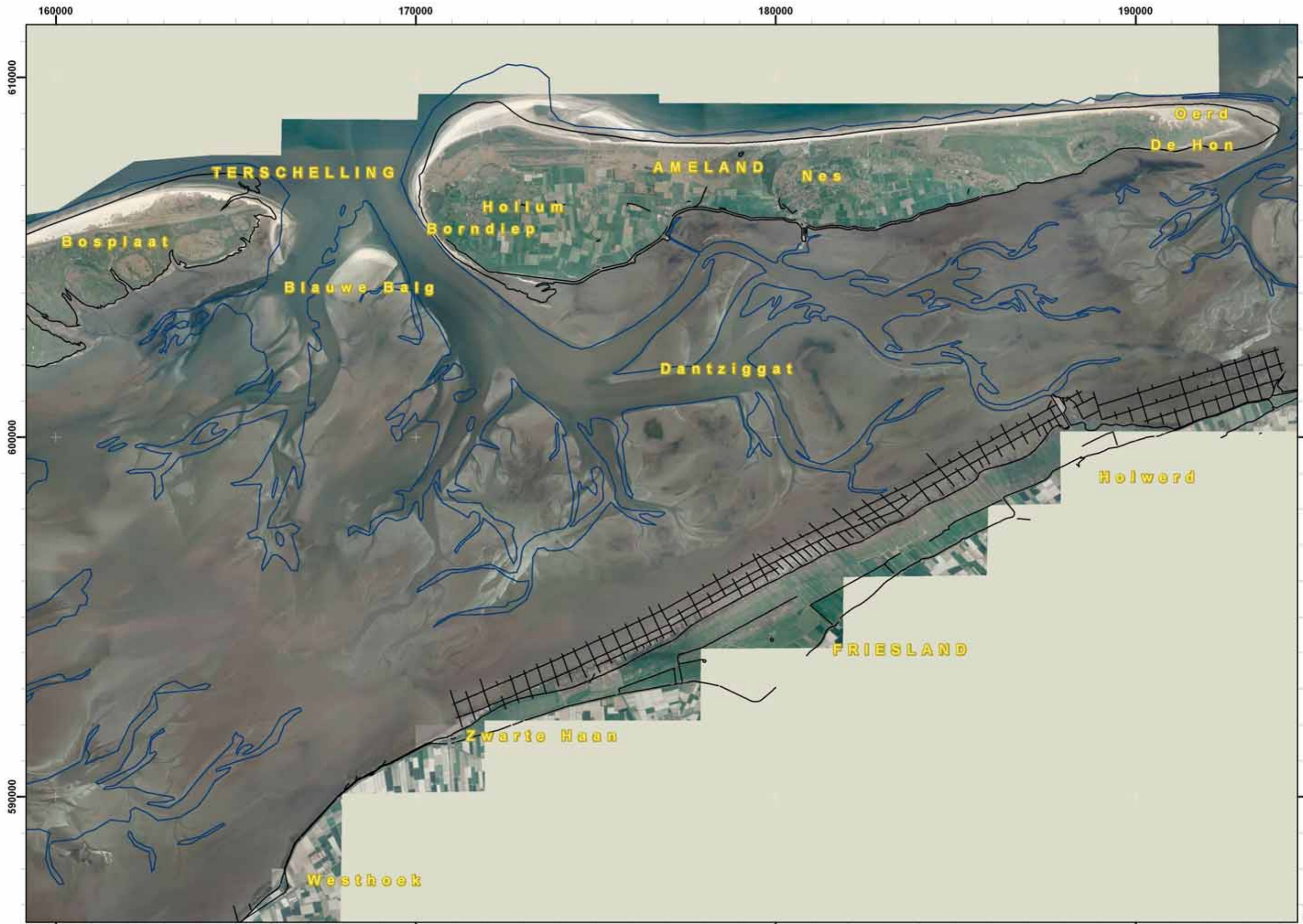
560000

550000







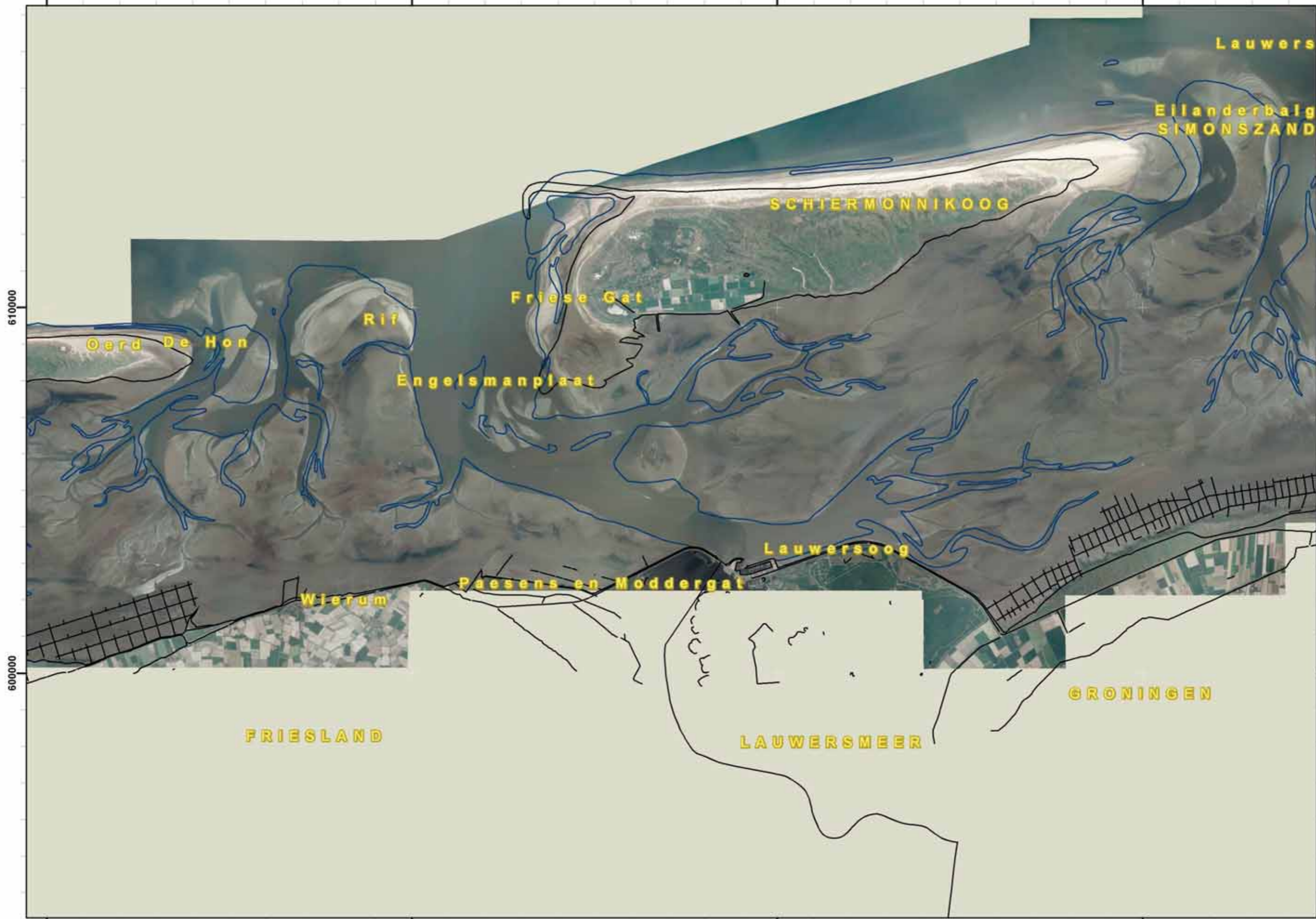


190000

200000

210000

220000



Lauwers

Ellenderbaig
SIMONSZAND

SCHIERMONNIKOOG

Friese Gat

Oerd De Hon

Rif

Engelsmanplaat

Lauwersoog

Paesens en Moddergat

Wierum

GRONINGEN

FRIESLAND

LAUWERSMEER

230000

240000

250000

620000

610000

