



Ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium

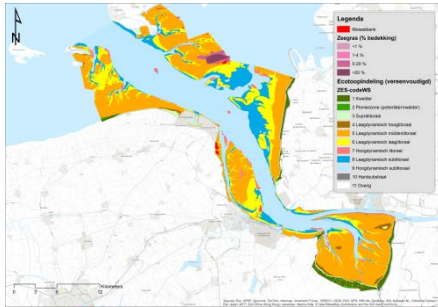
Tom J.W. Ysebaert, Jan Tjalling van der Wal, Marijn Tangelder, Alma V. de Groot, Martin J. Baptist

IMARES rapport C059/15

Ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium

Tom J.W. Ysebaert, Jan Tjalling van der Wal, Marijn Tangelder, Alma V. de Groot, Martin J. Baptist

Rapport C059/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van Economische Zaken
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-11-018.02-037

Publicatiedatum:

19-01-2016

IMARES is:

- Missie Wageningen UR: *To explore the potential of marine nature to improve the quality of life.*
- IMARES is hét Nederlandse instituut voor toegepast marien ecologisch onderzoek met als doel kennis vergaren van en advies geven over duurzaam beheer en gebruik van zee- en kustgebieden.
- IMARES is onafhankelijk en wetenschappelijk toonaangevend.

Citatie: Ysebaert, T.J.W., Van der Wal, J.T., Tangelder, M., De Groot, A.V. & Baptist, M.J. (2016). Ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium. IMARES Rapport C059/15.

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
---	--	---	--

© 2015 IMARES Wageningen UR

IMARES, onderdeel van Stichting DLO.
KvK nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

A_4_3_1-V14.2

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	5
1. Inleiding	7
Aanleiding	7
Ecotopenkaarten in het beleid	7
Ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium	9
Doel	12
Leeswijzer	12
2. Methoden	13
Zoutwater Ecotopen Stelsel (ZES.1).....	13
Opstellen ecotopenkaart	13
Gebiedsafbakening Eems-Dollard	15
Beschikbare data en kaartbewerking Eems-Dollard	15
Zoutgehalte	16
Bodemhoogte, diepteklassen en droogvalduur.....	16
Hydrodynamiek	17
Kwelders	18
Eco-elementenkaart	19
3. Resultaten	20
Kaartlagen	20
Zoutgehalte	20
Bathymetrie	21
Hydrodynamiek	22
Kwelders	23
Eco-elementen	23
Ecotopenkaart Eems-Dollard	24
4. Discussie, conclusies en aanbevelingen	27
Vergelijking met voorgaande ecotopenkaarten	27
Vergelijking met de Westerschelde ecotopenkaarten	27
Operationaliseren in beleid en beheer	29
Toepassing voor MIRT-onderzoek en –verkenning	30
Verbeteringen/aanpassingen:	30
Conclusies	31
5. Kwaliteitsborging	31
Referenties	32
Verantwoording	35
Bijlage A. Gebruikte brondata en bronbestanden.....	36

Bijlage B. GIS-bewerkingen Eems-Dollard estuarium ecotopenkaart	37
Bijlage C. Vertaaltabel kweldertype TMAP naar Ecotopen.....	41
Bijlage D. Ecotopenkaarten (incl. eco-elementen) van de deelgebieden in het Eems-Dollard estuarium (mondingsgebied, middendeel en Dollard).	43
Bijlage E. Vereenvoudigde ecotopenkaarten van de deelgebieden in het Eems-Dollard estuarium (mondingsgebied, middendeel en Dollard).	45

Samenvatting

Met de toenemende aandacht voor de duurzame inrichting van watersystemen en het belang van een gezond ecosysteem is er behoefte aan instrumenten waarmee de ecologische waarde van een watersysteem wordt beschreven. Eén van die instrumenten is het karteren van ecotopen in een watersysteem. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid. Ecotopenkaarten worden afgeleid uit een aantal onderliggende kaarten van in hoofdzaak fysische factoren, die samen de kenmerken van een ecotoop bepalen. Het identificeren van ecotopen is een middel om veranderingen in een watersysteem op het niveau van habitats en de daarbij horende levensgemeenschappen in ruimte en tijd te kunnen volgen en evalueren.

Door Rijkswaterstaat is voor de Rijkswateren het Rijkswateren-EcotopenStelsel (RWES) ontwikkeld. Voor de zoute wateren betreft dit het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Zoute ecotopenkaarten worden al veelvuldig gebruikt in de Westerschelde en vormen daar een belangrijk beleidsinstrument. In het Eems-Dollard estuarium zijn in het verleden wel ecotopenkaarten gemaakt als onderdeel van de Waddenzee. Echter, een recente en op een vergelijkbare manier ontwikkelde kaart als voor de Westerschelde, die nodig is voor inbedding in beleidsprocessen, ontbreekt.

Dit rapport geeft een eerste aanzet tot het maken van een actuele ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium (NL en D deel, excl. Unterems) volgens de ZES.1 methodiek. Dit is één van de instrumenten die kan worden gebruikt voor het evalueren van mogelijke maatregelen in het MIRT-onderzoek en de mogelijke MIRT-verkenning Eems-Dollard. Daarnaast kan deze dienen als aanzet voor een operationele ecotopenkaart van het Eems-Dollard estuarium voor meer algemene beleidsondersteuning. De methode laat tevens toe een vergelijking te maken met ecotopenkaarten van bijv. de Westerschelde.

Een ecotopenkaart volgens de ZES classificatie is opgebouwd uit een aantal structurerende abiotische indelingskenmerken zoals zoutgehalte, diepte/droogvalduur en hydrodynamiek. Vegetatiekaarten worden gebruikt om de kwelders/schorren te classificeren. Op basis van deze fysische parameters wordt een ecotopenkaart gemaakt, waaraan vervolgens zogenaamde eco-elementen worden toegevoegd. Dit zijn zeegrasvelden, banken van mosselen en oesters. Daarnaast kunnen ook mosselpercelen, scheepswrakken, prielen en andere bijzonderheden toegevoegd worden.

Er is van het Eems-Dollard estuarium voldoende informatie beschikbaar om een actuele ecotopenkaart te maken volgens de standaard ZES.1 methodiek. In afwijking van de kaarten die standaard voor de Westerschelde worden geproduceerd is hier niet gebruik gemaakt van een geomorfologische kaart, maar van modellering van de stroomsnelheden als indicatie voor dynamiek in het litoraal. Verder zijn er meer kwelderklassen onderscheiden omdat dit beter inzicht geeft in de aanwezige kwelderecotopen. De in dit rapport gepresenteerde ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium geeft de situatie rond 2012 weer. Enkel voor zoutgehalte en hydrodynamiek is gebruik gemaakt van oudere gegevens. De ecotopenkaart laat de globale afname van dynamiek, diepte en zoutgehalte van het mondingsgebied richting het Eems-Dollard estuarium goed zien. De twee ecotopen met de grootste arealen zijn midden litoraal/zout/laagdynamisch en diep sublitoraal/zout/hoogdynamisch. Over het hele gebied is het totale oppervlakte sublitoraal in de orde van 24300 ha, het litoraal 29600 ha en de kwelder zo'n 1800 ha. In het zoute gedeelte zijn de oppervlaktes sublitoraal en litoraal met beide circa 21000 ha ongeveer aan elkaar gelijk, maar in

het brakke deel is het litoraal met ca. 8500 ha relatief een stuk groter dan het sublitoraal met ca. 3250 ha.

Een vereenvoudigde ecotopenkaart, waarbij ecotopen zijn samengevoegd tot grotere eenheden, is gemaakt ter vergelijking met de Westerschelde. Wat opvalt zijn de grote verschillen in laagdynamisch midden litoraal, met in verhouding een veel grotere oppervlakte in het Eems-Dollard estuarium (37%) t.o.v. de Westerschelde (10%). Daarnaast valt het grote verschil in areaal hoogdynamisch sublitoraal op, met 63% in de Westerschelde en 34% in de Eems-Dollard.

De ecotopenkaart Eems-Dollard kan gebruikt worden in het MIRT-proces en in andere beleids- en beheerprocessen, en kan –indien voldoende data beschikbaar zijn – ook worden uitgebreid met de ecotopen van de Unterems. Met deze kaart kan bijvoorbeeld worden voorspeld wat de gevolgen zijn van fysieke ingrepen in het Eems-Dollard estuarium op de verdeling van ecotopen en de consequenties voor de relatieve verdeling van de beschermde Habitattypen in het gebied. Omdat er elke zes jaar nieuwe gegevens van bodemligging en kweldervegetatie beschikbaar komen, is het mogelijk om de kaart elke zes jaar te updaten. Aanbevolen wordt om deze frequentie te verhogen naar elke drie jaar, zodat veranderingen sneller kunnen achterhaald worden (conform de Westerschelde).

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Beleidsondersteunend Onderzoek (BO) voor het Ministerie van Economische Zaken. Het betreft het project BO-11-018.02-037 MIRT Eems-Dollard. In dit project is IMARES gevraagd beleidsondersteunende instrumenten te ontwikkelen die kunnen worden ingezet in het onderzoek naar een mogelijke MIRT-verkenning in het Eems-Dollard estuarium.

1. Inleiding

Aanleiding

Het ecosysteem van het Eems-Dollard estuarium functioneert op dit moment suboptimaal (o.a. Bos et al., 2012). Door met name baggerwerkzaamheden in het Eems-Dollard estuarium, verdiepingen en de aanleg van constructies in de Eems getijdenrivier en eeuwenlange inpolderingen zijn er in de afgelopen eeuw fundamentele veranderingen in het Eems-Dollard estuarium opgetreden, met name in het getij, de troebelheid en de primaire productie (o.a. Baptist en Tamis, 2015; van Maren et al., 2015). Deze veranderingen hebben tot allerlei ecologische problemen geleid, waaronder afname van de waterkwaliteit (o.a. zuurstofloosheid), vermindering van paaigebieden voor vissen, afname van de kwaliteit en kwantiteit estuariene habitats, etc. Voor een overzicht van de ecologische problemen wordt verwezen naar Baptist en Tamis (2015). Een structurele verbetering van het ecologisch functioneren van het Eems-Dollard estuarium vraagt aanpak van deze problemen.

In het Bestuurlijk Overleg MIRT (Meerjarenprogramma Infrastructuur, Ruimte en Transport) Noord-Nederland in het najaar van 2013, is afgesproken dat Rijk en regio een MIRT-onderzoek Eems-Dollard starten. Het Rijk en de provincie Groningen zijn gezamenlijk de opdrachtgevers voor dit onderzoek. Het doel van het MIRT-onderzoek is het voorbereiden van keuzes rondom de Nederlandse strategie in de bilaterale samenwerking met Duitsland, gericht op het ecologisch behoud en herstel van het Eems-Dollard estuarium in balans met kustveiligheid, ruimtelijke kwaliteit en economische ontwikkeling. Ook wordt een afweging gemaakt of een MIRT-verkenning moet volgen, op basis van afspraken over bilaterale samenwerking (maatregelen en financieringsstrategie) voor herstelmaatregelen in het Nederlandse deel van het Eems-Dollard estuarium (Baptist en Tamis, 2015). Er is intussen een lijst opgesteld met een groot aantal mogelijke maatregelen (Slijkerman et al., 2014).

Binnen het Beleidsondersteunend Onderzoek (BO) voor het Ministerie van Economische Zaken (project BO-11-018.02-037 MIRT Eems-Dollard) is IMARES gevraagd beleidsondersteunende instrumenten te ontwikkelen, die kunnen worden ingezet in het onderzoek naar een mogelijke MIRT-verkenning in het Eems-Dollard estuarium. Het gebruik van ecotopenkaarten vormt één van deze instrumenten.

Ecotopenkaarten in het beleid

Eén van de manieren om de effecten van maatregelen op ecosystemen en landschappen inzichtelijk te maken is met ecotopenkaarten. Ecotopen zijn “ruimtelijk te begrenzen ecologische eenheden, waarvan de samenstelling en ontwikkeling worden bepaald door abiotische, biotische en antropogene condities ter plaatse. Een ecotoop is een herkenbare, min of meer homogene landschappelijke eenheid.” (Bouma et al. 2005). Ecotopenkaarten worden afgeleid uit een aantal onderliggende kaarten van in hoofdzaak fysische factoren, die samen de kenmerken van een ecotoop bepalen (Figuur 1). Het identificeren van ecotopen is een middel om veranderingen in een watersysteem op het niveau van habitats en de daarbij horende levensgemeenschappen in ruimte en tijd te kunnen volgen en evalueren.

In Nederland wordt gebruik gemaakt van het door Rijkswaterstaat ontwikkelde RijksWateren-EcotopenStelsel (RWES). *“Een ecotopenstelsel is een classificatiesysteem van ecotopen waarin de van belang zijnde ecotopen in een gebied (watersysteem) op overzichtelijke wijze gerangschikt zijn. Kenmerkend voor een ecotopenstelsel is dat de indelingskenmerken van het stelsel zijn gekoppeld aan*

beleids- en beheersmaatregelen” (Bouma et al., 2005). Voor de zoute wateren is dit uitgewerkt in het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1; Bouma et al., 2005). Hiermee kan:

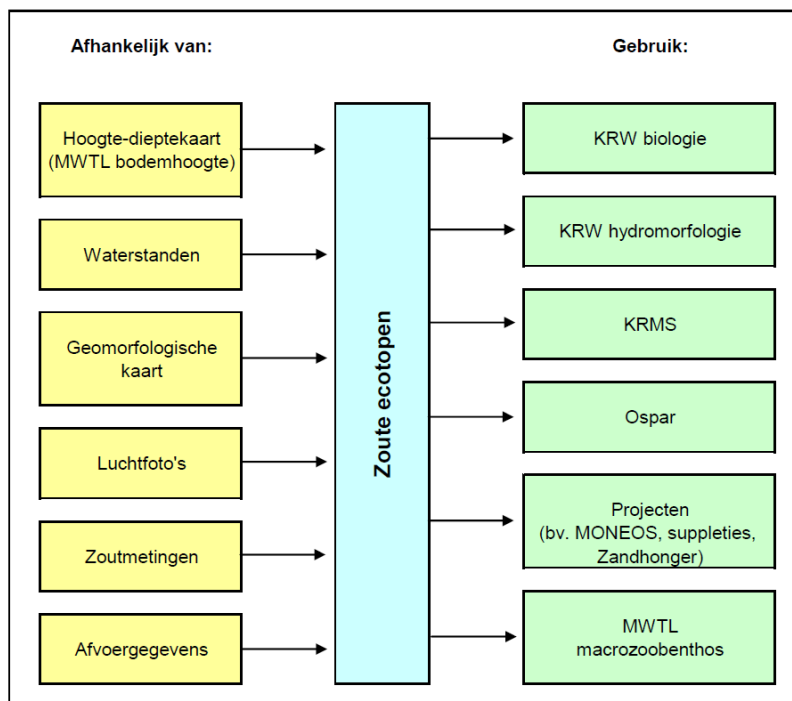
- a) het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in en vlak boven de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart worden gebracht (actuele situatie);
- b) voorspeld worden wat de veranderingen in het ecosysteem zouden kunnen zijn als de omgevingsfactoren veranderen als gevolg van inrichtings- en beheersmaatregelen;
- c) vergeleken worden met een situatie in het verleden, bijvoorbeeld bij evaluaties van de effecten van inrichtings- en beheersmaatregelen.

Het gebruik van ecotopenkaarten in verschillende projecten in de Westerschelde (bijv. Monitoring Verdieping Westerschelde (MOVE), Project Natuurontwikkeling Westerschelde, Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium) past geheel bij de doelstellingen van het ZES. De oppervlakte en verdeling van de verschillende ecotopen worden hierbij beschouwd als indicator voor het evalueren van de ecologische kwaliteit van het Schelde-estuarium (Holzhauer et al., 2011; Arcadis, 2014; Depreiter et al., 2014). Concrete beleids- en beheervragen rond de ecotopenkaarten zijn (Arcadis, 2014):

1. Hoe gaat het met de ecologische kwaliteit van het Schelde-estuarium?
2. Wat is de verwachte ontwikkeling van de ecologische kwaliteit van het Schelde-estuarium, rekening houdend met het huidige/toekomstige gebruik van het estuarium?
3. Op welke wijze dragen (natuurherstel)maatregelen en andere nieuwe ingrepen bij aan de ecologische kwaliteit?

Het voordeel van het gebruik van een gestandaardiseerde methode is dat de kaarten door de tijd heen onderling vergelijkbaar zijn en dat veranderingen dus betrouwbaar gekwantificeerd kunnen worden. Daarmee is de kaart bruikbaar voor verschillende beleidsdoeleinden (Figuur 1; Kers et al., 2013).

Het ZES.1 is dus een instrument om het (potentiële) voorkomen van levensgemeenschappen en/of habitats van de bodem van brakke en zoute Rijkswateren in kaart te brengen, te monitoren of te voorspellen (Bouma et al., 2005). Het is niet zo dat de aanwezigheid van een ecotoop een garantie biedt op de aanwezigheid van een bepaalde levensgemeenschap. Tevens is het zo dat de validatie van de klassengrenzen voor het onderscheiden van de verschillende levensgemeenschappen nog steeds een punt van aandacht is (zie bijv. van Wesenbeeck 2007, van Wesenbeeck et al., 2010, Ysebaert et al., 2009). Dit houdt in dat klassengrenzen in de toekomst mogelijk kunnen veranderen, of dat andere variabelen geselecteerd worden.



Figuur 1. Overzicht van de bronnen en het mogelijk gebruik van ecotopenkaarten in beleidsinstrumenten en projecten. Overgenomen uit Kers et al. (2013). KRW = Kaderrichtlijn Water, KRMS = Kaderrichtlijn Mariene Strategie, MONEOS = MONitoring Effecten Ontwikkeling-Schets van het Schelde-estuarium, MWTL = Monitoring Waterstaatkundige Toestand des Lands.

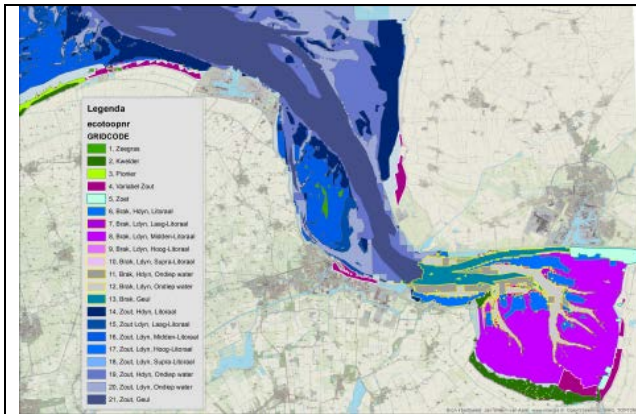
Ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium

Het Eems-Dollard estuarium vertoont grote overeenkomsten met de Westerschelde in condities en in antropogene invloeden zoals een toename van scheepvaart, baggeren en vaargeulonderhoud, ontwikkeling van havens en industrieën. Ook voor de Eems-Dollard kunnen ecotopenkaarten een middel zijn om veranderingen in het ecosysteem te kwantificeren, zoals de effecten van de voorgestelde maatregelen binnen het MIRT-onderzoek. Door de toename en afname van de ecotopen ruimtelijk per maatregel weer te geven, kunnen de gewenste en ongewenste effecten van de maatregelen in kaart gebracht worden en kwantitatief vergeleken worden. Een maatregel ten behoeve van het herstel van het ene ecotoop kan bijvoorbeeld ten koste gaan van het areaal en kwaliteit van een andere. Ook kan aangegeven worden op welke ecotopen een maatregel ingrijpt, tot welke verbeteringen binnen die ecotopen het zal leiden en welke arealen het betreft.

In het verleden zijn reeds habitat- en ecotopenkaarten gemaakt voor de Eems-Dollard, al dan niet als onderdeel van de volledige Waddenzee: (in chronologische volgorde, Figuur 2):

- Zoute Wateren Ecotopenstelsel (ZES.1) (Bouma et al. 2005): Ecotopenkaart Eems-Dollard als onderdeel van de Waddenzee (kaart niet opgenomen in Figuur 2).
- Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT (Wijsman & Verhage, 2004).
- Ecologische Atlas Waddenzee (Dankers et al., 2006): "De klassengrenzen (...) sluiten zoveel mogelijk aan bij deze indeling" (d.w.z. ZES.1).
- Long-term Spatial Development of Habitats in the Ems-Dollard Estuary (Herrling en Niemeyer, 2007), een HARBASINS Report. De indeling bevat slechts een beperkt aantal klassen: kwelder, 'siltation area', intergetijdengebied, ondiep water en diep water.

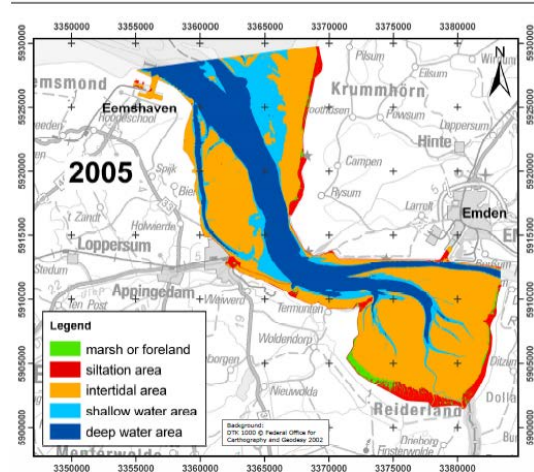
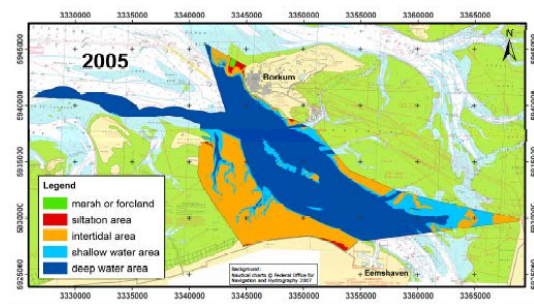
- Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee – Project WaddenSleutels (Christianen et al., 2015; interactief op <http://www.waddensleutels.nl/>: “De ecotopenkaart, opgesteld binnen Waddensleutels, vertoont overeenkomsten met eerder opgestelde kaarten (o.a. Bouma et al. 2005; Dankers et al. 2006)”.



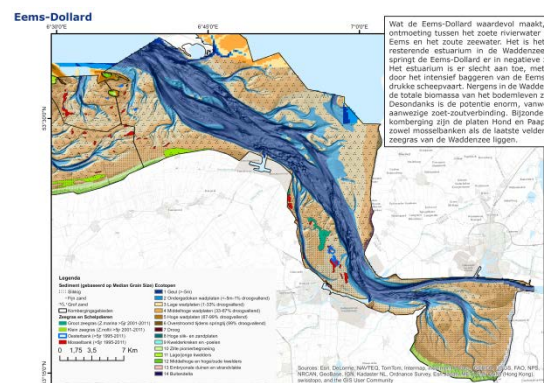
Wijsman & Verhage (2004)



Dankers et al. (2006)



Herrling & Niemeyer (2007)



Christianen et al. (2015)

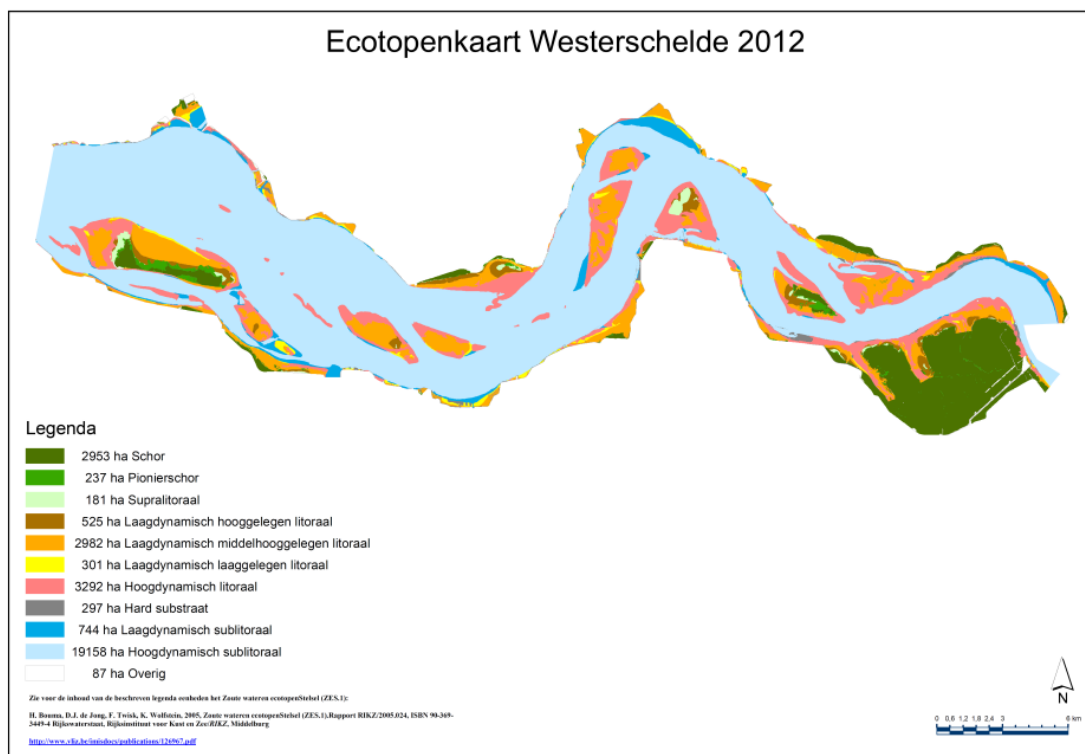
Figuur 2. In het verleden gemaakte habitat- en ecotopenkaarten van het Eems-Dollard estuarium. Voor details en legenda wordt verwezen naar de originele rapporten.

Er zijn dus een aantal habitat- en ecotopenkaarten beschikbaar vanaf 2004, die echter allemaal net op een andere manier zijn samengesteld en niet de volledige ZES systematiek volgen, op Bouma et al. (2005) en Wijsman & Verhage (2004) na (Tabel 1). Zo wordt hydrodynamiek enkel in de ecotopenkaart van Wijsman & Verhage (2004) opgenomen, in de overige ecotopenkaarten niet. Ook ontbreekt het Duitse deel in Dankers et al. (2006).

Tabel 1: Overzicht van beschikbare habitat- en ecotopenkaarten voor het Eems-Dollard estuarium.

Kaart	Methodiek	Gebied	Opmerkingen	Referentie
ZES.1 basisrapport, Ecotopenkaart Eems-Dollard als onderdeel van de Waddenzee	Zes.1	Nederland en Duitsland		Bouma et al. 2005
Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT	Zes, Eems-Dollard estuarium onderdeel van Waddenzee	Nederland en Duitsland	Kwelders niet verder opgedeeld in lage, middelhoge, hoge kwelder; geen sedimentsamenstelling meegenomen	Wijsman & Verhage, 2004
Ecologische Atlas Waddenzee	Aangesloten op Zes.1, exclusief hydrodynamiek	Nederland	Geen hydrodynamiek (stroomsnelheid) meegenomen, wel onderverdeling in slibrijk, fijn zand en grof zand; Duitse deel niet meegenomen	Dankers et al., 2006
Long-term Spatial Development of Habitats in the Ems-Dollard Estuary	Afwijkend, geen ZES.1 systematiek	Nederland en Duitsland	Beperkt aantal habitat types onderscheiden: kwelder, 'siltation area', intergetijdengebied, ondiep water, diep water	Herrling en Niemeyer, 2007
Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee	Overeenkomsten met Zes.1	Nederland en Duitsland	Andere droogvalduurklassen (1-33%, 33-67%, 67-99%); geen hydrodynamiek (stroomsnelheid) meegenomen; wel onderscheid in slikkig, fijn zand, grof zand; andere benamingen	Christianen et al., 2015

Om ecotopenkaarten in de toekomst als operationeel instrument te kunnen gebruiken voor het Eems-Dollard estuarium, om bijv. de effecten van de te nemen maatregelen te evalueren, is het van belang kaarten te gebruiken volgens een gestandaardiseerde methode. Ook moet het hele gebied waar de maatregelen op ingrijpen worden bestreken. Vooral om veranderingen door de tijd te kunnen volgen is het van belang elke keer dezelfde methode te gebruiken. Dit is duidelijk gebleken in de Westerschelde waar, naar aanleiding van het toepassen van de Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium (Holzhauer et al. 2011), er gewerkt is naar een reeks consistente en op eenduidige wijze vervaardigde ecotopenkaarten. Zo zijn er ecotopenkaarten gemaakt voor 1996, 2001, 2004, 2008, 2010, 2011 en 2012 (Depreiter et al. 2014, Arcadis 2014). Figuur 3 toont als voorbeeld de (vereenvoudigde) ecotopenkaart voor de Westerschelde situatie 2012. Vergelijking van deze ecotopenkaarten (versie 2013 V3) met eerdere opleveringen van de ecotopenkaarten en dus ook met oudere, beschikbare kaarten (1959, 1965, 1977, 1988) is op dit moment niet zonder meer mogelijk omdat deze ecotopenkaarten op andere wijze tot stand zijn gekomen en andere ecotopenklassen zijn gehanteerd. Hiervoor dienen ook de oudere ecotopenkaarten opnieuw te worden samengesteld, volgens dezelfde werkwijze als is gehanteerd voor versie 2013 V3. Ook om gebieden onderling te kunnen vergelijken, zoals Eems-Dollard en Westerschelde is het van belang om een identieke ecotopenbeschrijving te hebben. Voor beide gevallen is ZES.1 geschikt.



Figuur 3. Vereenvoudigde ecotopenkaart Westerschelde (2012). Bron: Rijkswaterstaat, CIV.

Doel

Dit rapport geeft een eerste aanzet tot het maken van een actuele ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium volgens de ZES.1 methodiek, als één van de instrumenten die kan worden gebruikt voor het evalueren van mogelijke maatregelen in het MIRT-onderzoek en mogelijke MIRT-verkenning Eems-Dollard. Daarnaast kan deze dienen als aanzet voor een operationele ecotopenkaart van het Eems-Dollard estuarium voor meer algemene beleidsondersteuning.

Leeswijzer

In Hoofdstuk 2 wordt de methode voor het maken van de kaart uitgelegd, inclusief waar eventuele keuzes gemaakt zijn die afwijken van ZES.1. In Hoofdstuk 3 worden de resulterende kaartlagen en de uiteindelijke ecotopenkaart gepresenteerd. In Hoofdstuk 4 worden kaart en methode kort vergeleken met eerder gemaakte kaarten en met de Westerschelde ecotopenkaart. Tevens bespreken we kort op welke wijze de ecotopenkaart gebruikt kan worden binnen het beleid (bijv. het MIRT-proces). Tenslotte volgen enkele aanbevelingen en conclusies.

2. Methoden

Zoutwater Ecotopen Stelsel (ZES.1)

Achtergrondinformatie over ZES.1 en het opstellen van ecotopenkaarten is terug te vinden in Bouma et al. (2005) en Kers et al. (2013). Hier volgt een samenvatting. Het ZES.1 ecotopenstelsel is een hiërarchisch classificatiesysteem. Het ZES.1 is opgebouwd uit een zestal structurerende abiotische indelingskenmerken (Bouma et al. 2005) (in volgorde van toepassing):

- zoutgehalte (gemiddelde en variatie)
- substraat 1 (hard, zacht)
- diepte 1 (sublitoraal, litoraal of supralitoraal)
- hydrodynamiek (lineaire stroomsnelheid en orbitaalsnelheid)
- diepte 2 (diep/ondiep in het sublitoraal, droogvalduur in het litoraal)
- substraat 2 (sedimentsamenstelling)

De hiërarchische ordening van de abiotische indelingskenmerken is gebaseerd op het idee dat factoren die hoger in de hiërarchie staan in sterkere mate de ruimtelijke variatie in het voorkomen van bijv. bodemfauna bepalen, dan factoren lager in de hiërarchie. Zo is de hypothese dat de mate van hydrodynamiek belangrijker is voor het voorkomen van bodemfauna dan de sedimentsamenstelling. Bij elk abiotisch indelingskenmerk is een variabele gekozen waarmee dat kenmerk in kaart kan worden gebracht. Per variabele zijn vervolgens klassengrenzen bepaald waar het ene ecotoop overgaat in het andere (Bouma et al, 2005).

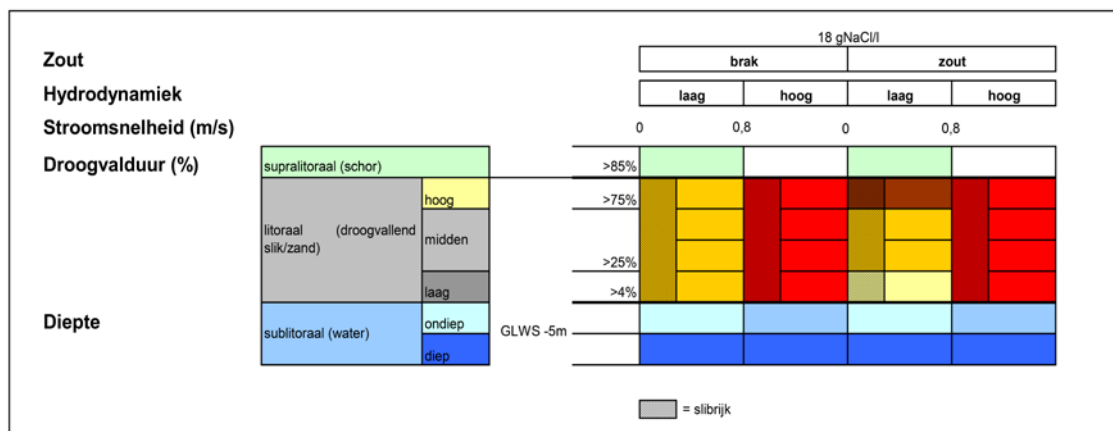
Opstellen ecotopenkaart

In de praktijk blijkt het maken van een ecotopenkaart lastig. Als uitgangspunt voor het opstellen van een ecotopenkaart van het Eems-Dollard estuarium worden zoveel mogelijk de stappen gevolgd zoals recent beschreven in de Dienstbeschrijving Zoute Ecotopenkartering, opgesteld voor de Wester- en Oosterschelde (Kers et al. 2013). De ecotopen worden in kaart gebracht door in GIS de verschillende kaarten te classificeren volgens de grenswaarden van de ecotopen en daarna te combineren. De (beleids- of onderzoeks-)vraag en de gewenste kaartschaal bepalen vervolgens tot welk detailniveau de ecotopenklassen worden afgebeeld.

Sommige abiotische variabelen volgen direct uit een kaart, andere moeten afgeleid/berekend worden uit andere kaarten. In de praktijk worden de volgende kaarten van fysische parameters gebruikt (Kers et al., 2013):

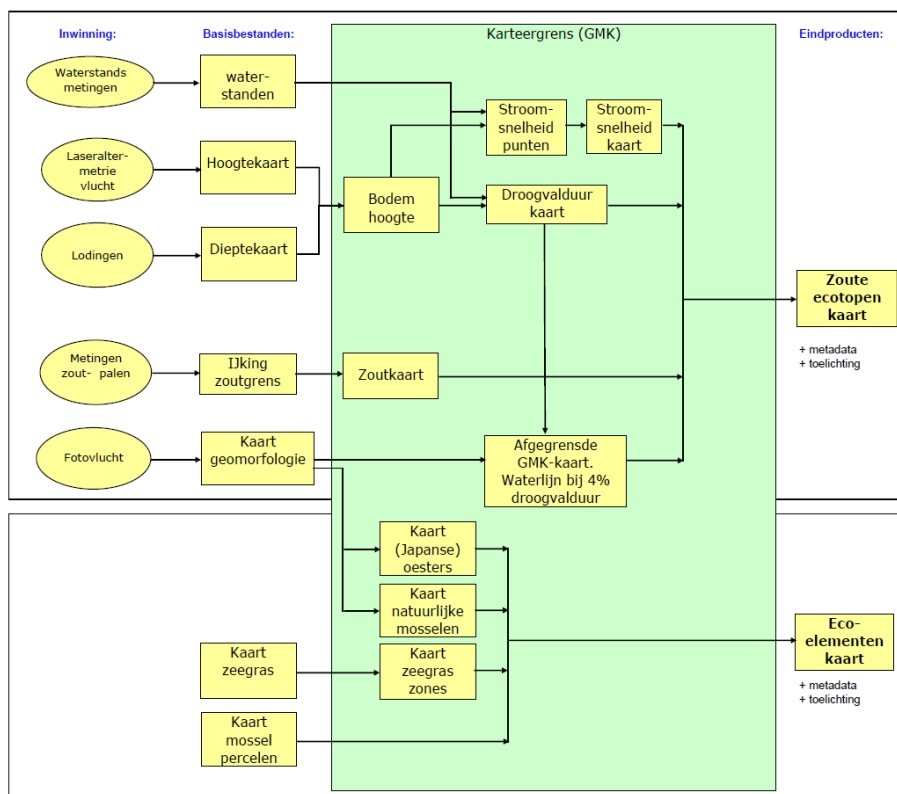
- bodemhoogte:
 - o diepte in het sublitoraal (op basis van (vak)lodingen);
 - o hoogte in het litoraal (op basis van (vak)lodingen, tegenwoordig laseraltimetrie);
- geomorfologische kaart (GMK), op basis van luchtfoto's en aanvullend veldwerk. Dit is een optionele kaart, die wordt gebruikt als indicatie voor de hydrodynamiek in het litoraal.
- waterstanden;
- droogvalduurkaart (combinatie van waterstanden en dieptekaart);
- zoutgehalte (modellen of interpolatie van metingen);
- stroomsnelheid (modellen of interpolatie van metingen).

Kers et al. (2013) hanteren een vereenvoudigde classificatie van ZES.1 en incorporeren niet alle abiotische indelingskenmerken. Zo worden orbitaalsnelheid en sedimentsamenstelling niet meegenomen. In Figuur 4 wordt aan de hand van een voorbeeld de ecotopenopbouw weergegeven voor de Westerschelde (Kers et al. 2013).



Figuur 4. Schema ecotopenopbouw Westerschelde, met indicatie van de klassengrenzen. Overgenomen uit Kers et al. (2013).

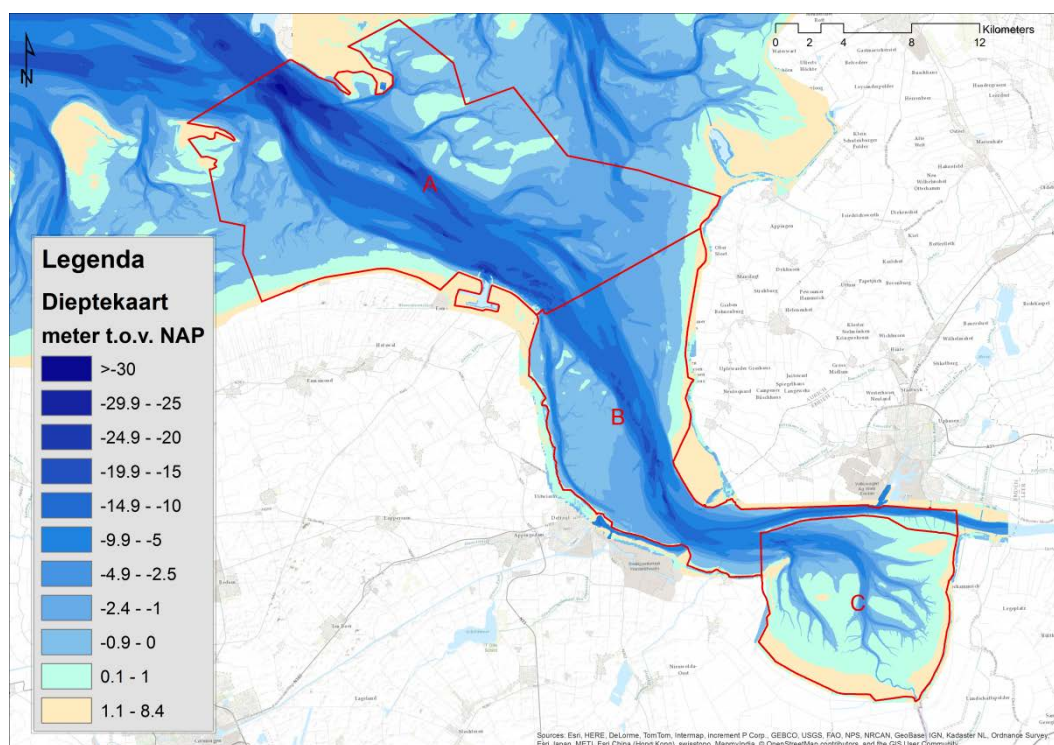
Op basis van de fysische parameters wordt een ecotopenkaart gemaakt, waaraan vervolgens zogenaamde eco-elementen worden toegevoegd (Bouma et al. 2005). Dit zijn zeegrasvelden, banken van mosselen en oesters. Daarnaast kunnen ook mosselpercelen, scheepswrakken, prielen en andere bijzonderheden toegevoegd worden (Bouma et al. 2005; Kers et al. 2013). Hoe al deze stappen in zijn werk gaan staat schematisch weergegeven in Figuur 5 (Kers et al. 2013).



Figuur 5. Werkschema ecotopenkaart (incl. eco-elementen) volgens ZES.1. Overgenomen uit Kers et al. (2013).

Gebiedsafbakening Eems-Dollard

Het karteergebied voor het opmaken van de ecotopenkaart in dit rapport bestaat uit de Dollard, het Middendeel en het Mondingsgebied van het Eems-Dollard estuarium (Figuur 6). Deze vormt de begrenzing van het Natura 2000 gebied (zie ook Baptist & Philippart, 2015). De Unterems, die geheel in Duitsland ligt, wordt hier buiten beschouwing gelaten wegens gebrek aan voldoende data. Wel wordt het gehele Duitse deel van de Dollard en van het Middendeel meegenomen. De oostelijke grens in het Mondingsgebied ligt ter hoogte van het wantij van Borkum en de westelijke grens is het wantij van Rottumeroog.



Figuur 6. Eems-Dollard estuarium met bathymetrie zoals meegenomen in de ecotopenkaart en omvat de deelgebieden Mondingsgebied (A), Middendeel (B) en Dollard (C) (Bron bathymetrie: RWS).

Beschikbare data en kaartbewerking Eems-Dollard

Voor het maken van de ecotopenkaart voor de Eems-Dollard worden gegevens gebruikt zoals beschikbaar eind 2014. Het volledige overzicht is gegeven in Bijlage A. Daarbij is zoveel mogelijk de procedure gevolgd zoals die wordt beschreven in Kers et al. (2013). Omdat elk gebied andere kenmerken heeft en niet overal dezelfde data beschikbaar zijn, worden uit praktisch oogpunt per gebied keuzes gemaakt wat wel en niet mee te nemen. Sommige van deze keuzes worden in Bouma et al. (2005) al gesuggereerd, en andere zijn door de onderzoekers gemaakt op basis van gebiedskennis, beschikbare data en overzichtelijkheid van het eindproduct. Per onderdeel wordt hieronder aangegeven welke keuzes gemaakt zijn voor zover die afwijken van ZES.1 en/of de methode die in de Westerschelde wordt gebruikt. De uitgevoerde GIS-bewerkingen staan opgesomd in bijlage B.

Zoutgehalte

Het zoutgehalte en de variatie daarin is gebaseerd op modelberekeningen gedaan in het GeoValley project Alkyon/Arcadis. Er is een kaart beschikbaar van een gemiddeld nat jaar (voor 1988) en een gemiddeld droog jaar (voor 1992). In de Westerschelde is geopteerd om met vaste zoutgrenzen te werken, om een vergelijking van ecotopenarealen tussen de jaren niet te laten afhangen van de variaties in zoutgehalte (Kers et al. 2013). T.b.v. de ecotopenkaart Eems-Dollard is geopteerd om van de twee zoutkaarten het gemiddelde te nemen om tot de vaste grenzen tussen de zoutklassen te komen.

Er wordt onderscheid gemaakt tussen zoet (saliniteit $< 0,5 \text{ ‰}$), brak (saliniteit $0,5 - 18 \text{ ‰}$) en zout ($> 18 \text{ ‰}$). De grens van $0,5 \text{ ‰}$ is gekozen voor de grens tussen zoet en brak, wat de meest gangbare grens is. Dit wijkt af van Bouma et al. (2005), waar de grens op $5,4 \text{ ‰}$ wordt gelegd. De grens van $5,4 \text{ ‰}$ is de grens tussen het mesohalien (brak) en oligohalien (zwak brak). In dit rapport is geopteerd om ook het zwak brakke gebied tot de brakke zone te rekenen.

Daarnaast wordt in het ZES.1 onderscheid gemaakt tussen weinig variabel (stabiel) en variabel zoutgehalte. In de Westerschelde blijkt dat stabiel brak heel weinig voorkomt (Kers et al. 2013) en daarom worden daar om de zaken niet nodeloos te compliceren alleen de klassen “stabiel zout” en “sterk variabel brak” onderscheiden (Kers et al. 2013). Voor de Eems-Dollard geldt naar alle waarschijnlijkheid hetzelfde vanwege vergelijkbare fluctuaties in rivierafvoer, zodat hier ook twee zoutklassen worden onderscheiden: stabiel zout en variabel brak.

Bodemhoogte, diepteklassen en droogvalduur

Op basis van de bodemhoogte, waterstanden en kwelderkaarten wordt het gebied ingedeeld in diepte- en hoogteklassen. Voor de Eems-Dollard zijn bathymetriedata beschikbaar uit 2012, bestaande uit een combinatie van lodingen (vaklodingen) en laseraltimetrie (Bijlage A). Waterstanden zijn beschikbaar voor de RWS stations Eemshaven, Delfzijl en Nieuw Statenzijl (Dollard)¹. De kwelderkaarten worden behandeld in het onderdeel Kwelders.

Het eerste onderscheid is tussen de klassen sublitoraal, litoraal en supralitoraal. De grens tussen sublitoraal en litoraal ligt op 4 ‰ droogvalduur, die tussen litoraal en supralitoraal (schorren, kwelders en duinen) op 85 ‰ droogvalduur. Deze klassen worden verder onderverdeeld op basis van respectievelijk diepte (sublitoraal), droogvalduur (litoraal) en vegetatiekarakteristieken (supralitoraal) (Tabel 2):

- Binnen het sublitoraal ligt de grens tussen ondiep en diep water 5 meter onder GLWS (Gemiddeld Laag Water Springtij) (Kers et al., 2013). Bij Delfzijl, in het midden van het studiegebied, ligt GLWS op -186 cm NAP (Rijkswaterstaat, 2014). Op basis daarvan is voor de hele Eems-Dollard een grens aangehouden van -7 m NAP . Dit is dezelfde waarde als voor de Westerschelde.
- In het litoraal worden ecotopen onderscheiden op basis van hun droogvalduur, die wordt bepaald op basis van de dieptekaart en de getij karakteristieken te plaatse. Voor de Ooster- en Westerschelde is dit op basis van de M2-component (dubbeldaags maansgetij) van het getij (Kers et al., 2013). Een modelrun op basis van de M2-component is voor het Eems-Dollard estuarium niet beschikbaar, in plaats hiervan is gebruik gemaakt van de tool InterTides². Hierin worden de werkelijke waterstanden over langere tijd geïnterpoleerd

¹ www.rijkswaterstaat.nl

² <http://www.walterwaddenmonitor.org/tools/intertides/>

tussen de getijstations van Eems-Dollard en Waddenzee. Voor deze kaart is dat gedaan voor het jaar 2012. De complexe bathymetrie van de Eems-Dollard kan voor lokale afwijkingen van de geïnterpoleerde waarden zorgen; deze onzekerheden zijn verder niet onderzocht.

- In het supralitoraal, dat in de Eems-Dollard voornamelijk bestaat uit kwelders en opgebrachte grond, worden de zones gebaseerd op de vegetatietypen uit de kwelderkaart (zie bij het onderdeel Kwelders). Waar kwelders aanwezig zijn wordt ook de overgang tussen litoraal en supralitoraal in de praktijk op kwelderkaart gebaseerd, namelijk als de grens tussen de pre-pionierzone (< 5 % vegetatiebedekking) en de pionierzone (> 5 % vegetatiebedekking).

Tabel 2: Diepte- en hoogteklassen (naar Bouma et al., 2005)

Classificatie	Bepaald door	Waarde	Hoogtegrenzen in Eems-Dollard
Supralitoraal	Droogvalduur en kwelderzones	Boven GHWD ¹ , in praktijk >85 % droogvalduur en kwelderkaart	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides ² . In praktijk gebaseerd op kwelderkaart.
Hoog litoraal	Droogvalduur	75-85 %	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides. Bovengrens in praktijk gebaseerd op kwelderkaart.
Midden litoraal	Droogvalduur	25-75 %	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides.
Laag litoraal	Droogvalduur	GLWS ³ – 25% droogvalduur, in praktijk 4-25 % droogvalduur	Ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides.
Ondiep sublitoraal	Bathymetrie	5 m onder GLWS - GLWS (< 4 % droogvalduur)	Ondergrens: - 7 m NAP Bovengrens ruimtelijk variabel: gebaseerd op InterTides
Diep sublitoraal	Bathymetrie	Dieper dan 5 m onder GLWS	Onder -7 m NAP

¹ Gemiddeld hoogwater doottij

² <http://www.walterwaddenmonitor.org/tools/intertides/>

³ Gemiddeld laagwater springtij

Hydrodynamiek

De dynamiek van het sublitoraal wordt bepaald uit stroomsnelheden (Bouma et al., 2005), en wordt geclassificeerd als hoog- of laagdynamisch. De grens hiertussen ligt op 0,8 m/s maximale lineaire stroomsnelheid tijdens springtij, ongeacht eb of vloed, bij gemiddelde stormomstandigheden.

Voor het litoraal wordt in ZES.1 zowel naar de maximale lineaire stroomsnelheid als de orbitaalsnelheid (onder golven) gekeken (Bouma et al., 2005), met voor de lineaire stroomsnelheid ook de grens van 0,8 m/s en voor de orbitaalsnelheid 0,2 m/s. Echter, omdat orbitaalsnelheden van 0,2 m/s maar zeer zelden bereikt worden, kan de orbitaalsnelheid eventueel worden weggelaten (Bouma et al., 2005). In de huidige ecotopenkaarten van de Westerschelde wordt orbitaalsnelheid niet meegenomen (Kers et al. 2013). Voor de ecotopenkaart Eems-Dollard is orbitaalsnelheid ook niet meegenomen.

In de Westerschelde wordt het onderscheid tussen hoog- en laagdynamisch in het litoraal niet bepaald aan de hand van stroomsnelheden, maar op basis van een geomorfologische kaart³. Voor de Eems-Dollard zijn luchtfoto's aanwezig die het mogelijk maken een geomorfologische kaart te maken. Echter, omdat dit een relatief grote inspanning vergt (o.a. ground truthing), is er in dit stadium voor gekozen om geen geomorfologische kaart te maken, maar de dynamiek te bepalen uit de stroomsnelheden zoals aangegeven in Bouma et al. (2005) om het onderscheid hoog- en laagdynamisch te maken in het litoraal.

Een stroomsnelheidskaart is beschikbaar op basis van modelberekeningen door Alkyon voor de periode 2003-2005 met behulp van Delft3D. Meer recentere modelberekeningen waren niet direct beschikbaar binnen deze studie.

Kwelders

Binnen ZES.1 wordt onderscheid gemaakt tussen pionierzone, lage kwelder/schor, middelhoge kwelder/schor en hoge kwelder/schor. Deze worden gedefinieerd op basis van overspoelingfrequentie of vegetatiezonering. Voor de kwelders van de Eems-Dollard zijn vegetatiekaarten beschikbaar, zodat er voor is gekozen de vegetatiezonering te gebruiken. De kwelders bevinden zich zowel in het Nederlandse als in het Duitse deel van de Dollard. Daarom is gebruik gemaakt van de in de Waddenzee trilateraal afgestemde indeling van de kweldertypen, namelijk de Trilateral Monitoring and Assessment Programme TMAP-typologie (Petersen et al., 2014). Deze is een vereenvoudiging van de onderliggende nationale typologieën en zowel de Duitse als de Nederlandse kaarten waren in deze typologie beschikbaar. Voor Nederland zijn dat Dollard en de Punt van Reide 2012 (Pranger en Tolman, 2014) en Kwelderwerken Friesland en Groningen 2008 (Reitsma et al., 2010), via RWS. Voor Duitsland zijn kaarten van Dollart, Leybucht en Rysum beschikbaar met publicatiejaar 2006 (<http://numis.niedersachsen.de>).

De TMAP-klassen zijn vervolgens toegedeeld aan de klassen van ZES.1 (Bijlage C). In het zoute gebied is de middelhoge kwelder echter niet als aparte klasse opgenomen, omdat de TMAP-classificatie geen onderscheid meer maakt tussen middelhoge en hoge kwelder (de vroeger gebruikte Nederlandse typologie SALT97 deed dit wel), maar alleen tussen laag en hoog. In het zoute gebied komen dus lage kwelder en middelhoge/hoge kwelder voor. In het brakke gedeelte wordt wel onderscheid gemaakt tussen laag, middelhoog en hoog, maar in dit gebied is in werkelijkheid enkel sprake van middelhoge kwelder. Daarnaast is rietland als aparte ecotoop meegenomen. Reden hiervoor is dat de sterk afwijkende structuur van het rietland ten opzichte van de andere kweldervegetaties tot een ander leefgebied voor bijvoorbeeld (broed)vogels leidt. De indeling van TMAP is verder niet altijd exact bij het bepalen van hoogtezones, omdat bijvoorbeeld door *Elytrigia atherica* gedomineerde vegetatie tot de hoge kwelder wordt gerekend, ook als deze relatief laag in het veld groeit (pers. comm. Bas Kers, RWS). De mogelijkheid voor Nederland en Duitsland dezelfde typologie te kunnen gebruiken heeft echter de doorslag gegeven om wel de TMAP-typologie te gebruiken.

³ Voor de Westerschelde wordt de stroomsnelheid als mate voor dynamiek enkel gebruikt in het sublitoraal. Vanwege de over het algemeen minder betrouwbare modelresultaten in het litoraal wordt daar het onderscheid gemaakt op basis van een geomorfologische kaart, wat in Bouma et al. (2005) als alternatief wordt gegeven. Deze wordt gemaakt op basis van false-colour luchtfoto's en beschrijft de vormen van en op de platen/slikken die in belangrijke mate worden bepaald door de hydrodynamiek. Daarnaast kan de geomorfologische kaart ook gebruikt worden voor andere opdelingen zoals slibrijke en zandige gebieden, en het voorkomen van kwelders waar deze niet beschikbaar zijn uit kwelderkaarten.

Eco-elementenkaart

De eco-elementen die aan de ecotopen worden toegevoegd zijn zeegras, (Japanse) oesters, natuurlijke mosselbanken, mosselpercelen, scheepswrakken (optioneel) en prielen (optioneel). Zeegrasareaal voor Groot en Klein Zeegras, toestand 2011 (Nederland) en 2013 (Duitsland), is voor Nederland gebaseerd op Tolman & van den Berg (2012) en voor Duitsland op Küfog et al. (2014). Arealen mosselbanken, gemengde mossel/oesterbanken en oesterbanken op Nederlands grondgebied (toestand 2012) zijn gebaseerd op data afkomstig de bestandsopnames als onderdeel van het onderzoeksprogramma WOT (Wettelijke Onderzoeks Taken) dat door het ministerie van EZ is opgesteld en uitgevoerd wordt door IMARES. In 2012 kwamen geen oesterbanken voor in de Eems-Dollard. Voor de arealen mosselbanken op Duits grondgebied (toestand 2011) is gebruik gemaakt van http://www.nationalpark-wattenmeer.de/nds/service/publikationen/1130_muschelwildb%C3%A4nke-von-borkum-bis-cuxhaven-gis-daten.

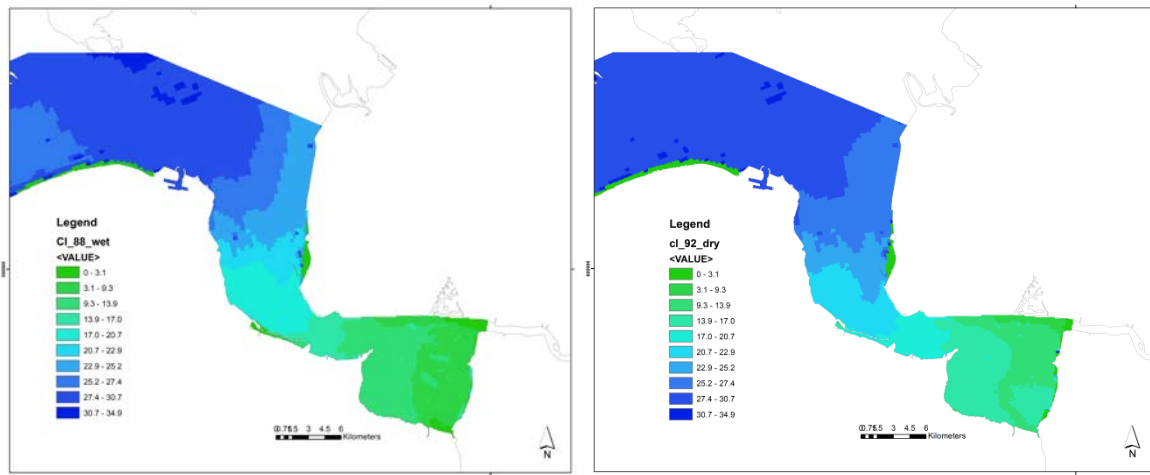
Kweekpercelen van mosselen komen niet voor in het Eems-Dollard estuarium, en scheepswrakken en prielen zijn verder niet beschouwd in deze studie.

3. Resultaten

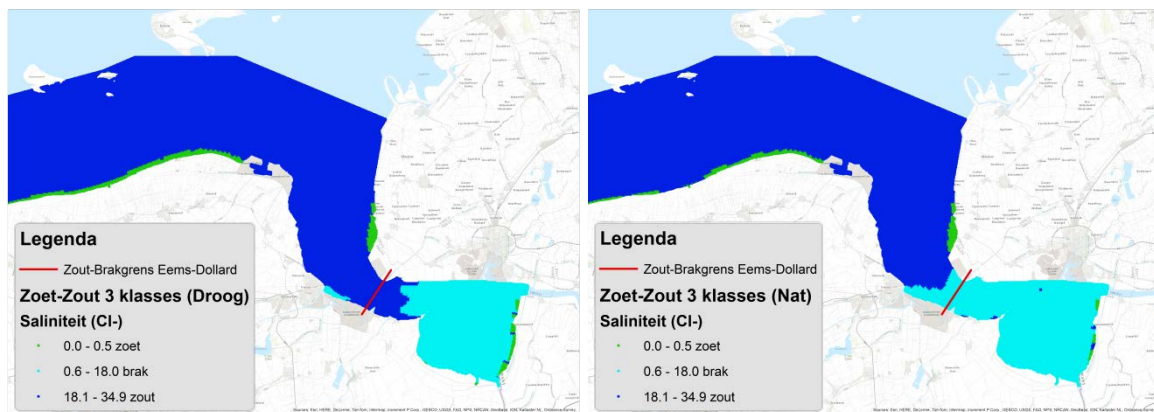
Kaartlagen

Zoutgehalte

Een zoutkaart is beschikbaar voor een gemiddeld nat (1988, Figuur 7, links) en gemiddeld droog jaar (1992, Figuur 7, rechts). Dit resulteert in de kaartlaag van Figuur 8, waarbij het gemiddelde tussen een nat en een droog jaar (rode lijn) is gehanteerd als de grens tussen (sterk variabel) brak en (stabiel) zout. Deze lijn loopt van de zeewaartse zijde van de havenmond van Delfzijl naar de zeewaartse zijde van de spui-voorziening van het Knockster Tief. De groene randen (zoetwater) in de zoute zone zijn artefacten veroorzaakt doordat het gebruikte model minder geschikt is voor supralitorale gebieden, en zijn dus voor de ecotopenkaart genegeerd. De groene driehoek ten zuiden van Rysum (middendeel Duitse zijde) is een buitendijks gebied dat zo sterk is opgehoogd met baggerslib dat het niet meer overstromd raakt en voor zover bekend dus ook geen kweldervegetatie heeft. Zie verder bij de kwelderkaart en de afhandeling daarvan. In de uiteindelijke ecotopenkaart die in dit rapport gepresenteerd wordt is er derhalve enkel een onderscheid gemaakt in (sterk variabel) brak en (stabiel) zout.



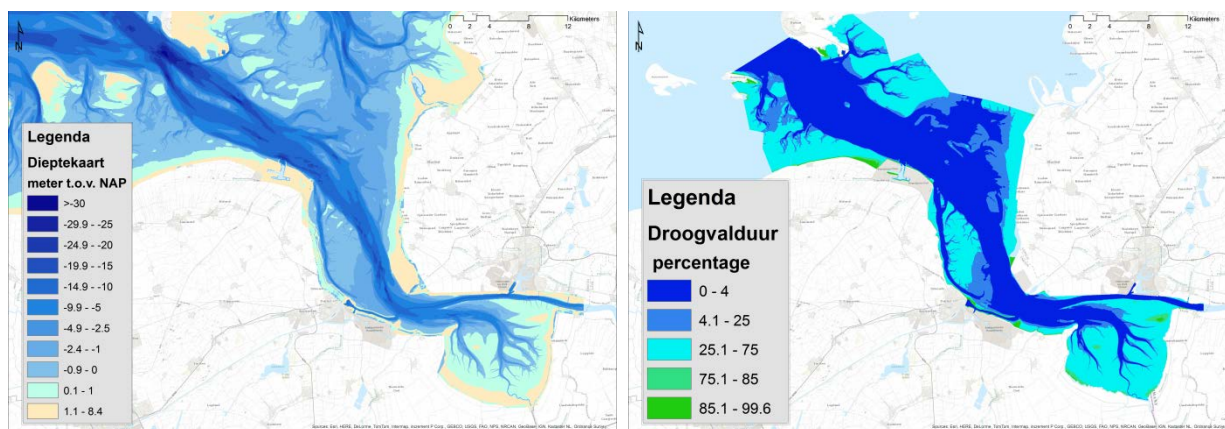
Figuur 7. Zoutgehalte in het Eems-Dollard estuarium voor een nat (links) en een droog jaar (rechts) (Alkyon/Arcadis, Geovalley project).



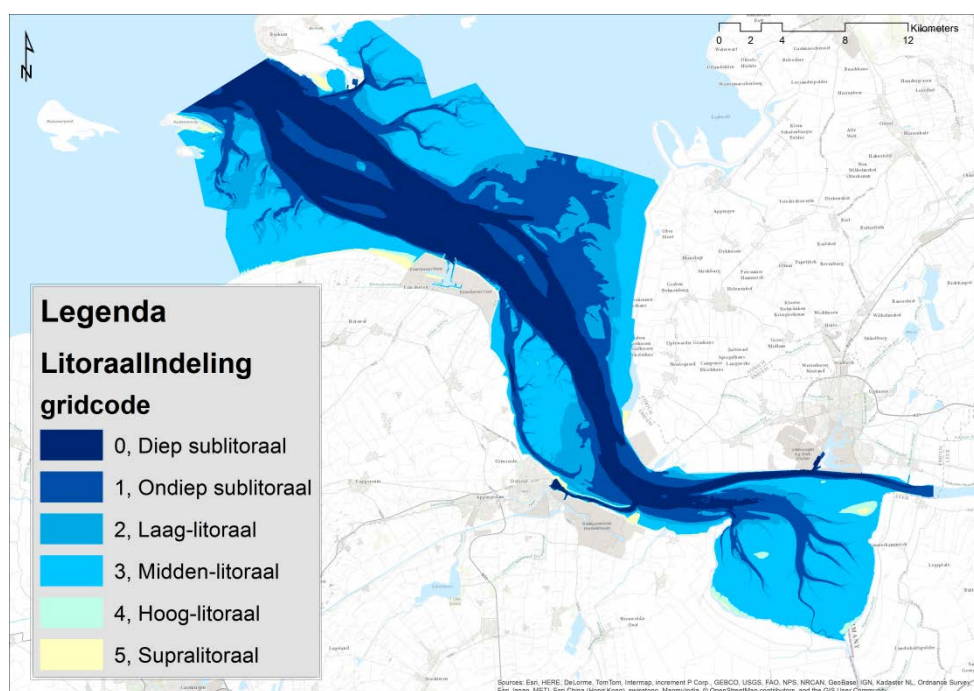
Figuur 8. Zoutklassen t.b.v. de ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium, links voor een nat jaar en rechts voor een droog jaar. De rode lijn geeft de gekozen grens tussen zout en brak weer.

Bathymetrie

In Figuur 9 is de bathymetrie weergegeven (links) en de met InterTides daarvan afgeleide droogvalduurkaart (rechts). Op basis van de ZES.1 classificatie resulteert dit in de verdeling van diepteklassen zoals weergegeven in Figuur 10.



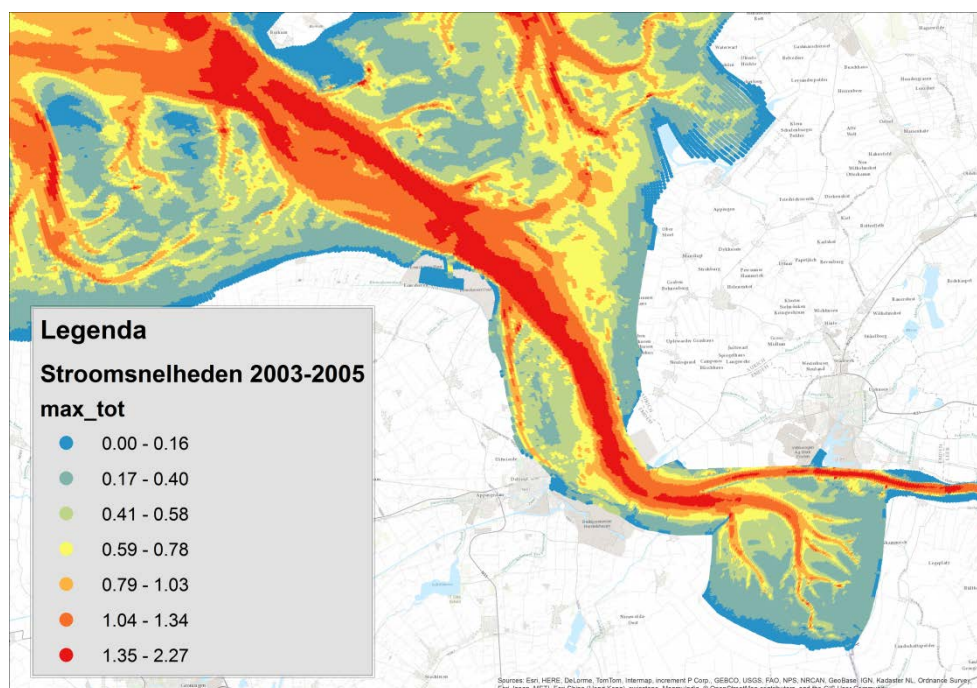
Figuur 9. Bathymetrie (links, bron RWS) en droogvalduur (rechts, berekend met behulp van InterTides) van het Eems-Dollard estuarium.



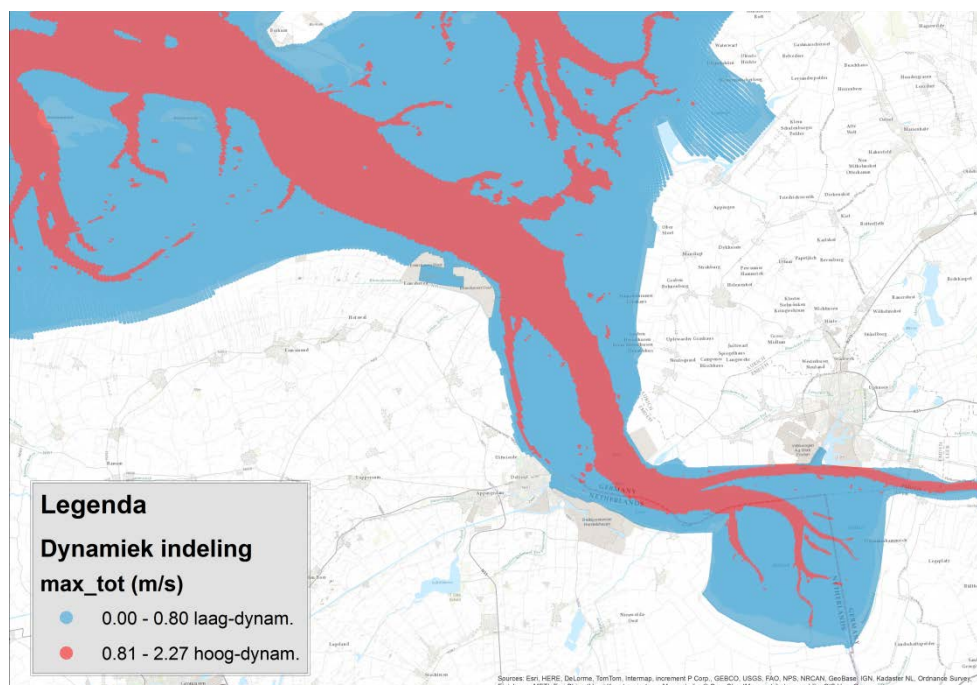
Figuur 10. Diepteklassen t.b.v. de ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium.

Hydrodynamiek

Een stroomsnelheidskaart (Figuur 11), omgezet volgens de ZES.1 classificatie, resulteert in de kaartlaag van Figuur 12 met onderscheid tussen hoogdynamische en laagdynamische gebieden. De hoogdynamische gebieden bevinden zich met name in de geulen.



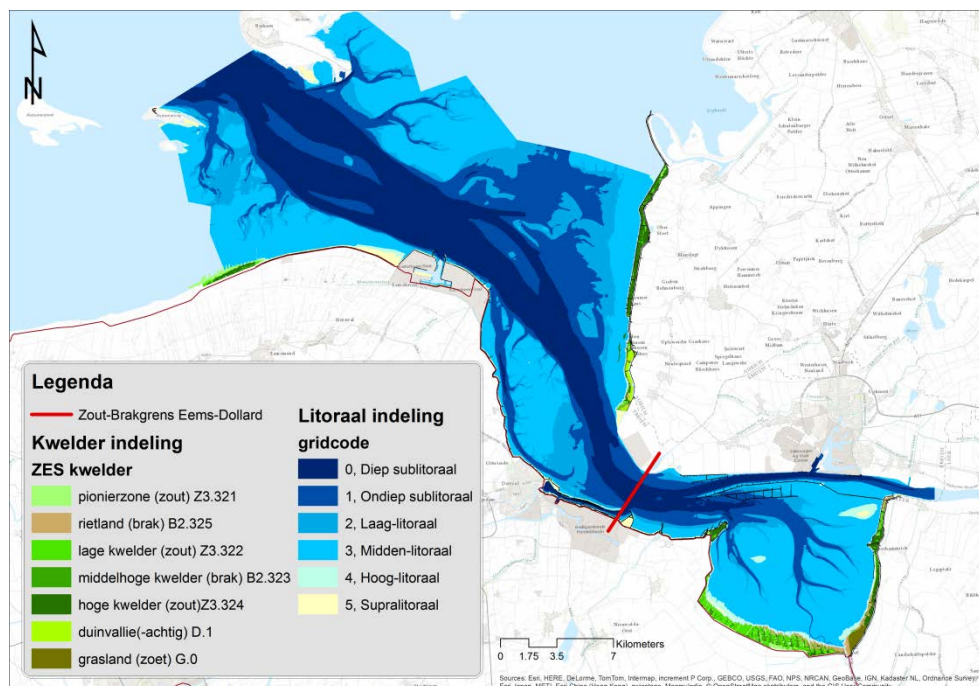
Figuur 11. Stroomsnelheden kaart Eems-Dollard estuarium. Bron: Alkyon/Arcadis, Geovalley project.



Figuur 12. Hydrodynamiek t.b.v. de ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium.

Kwelders

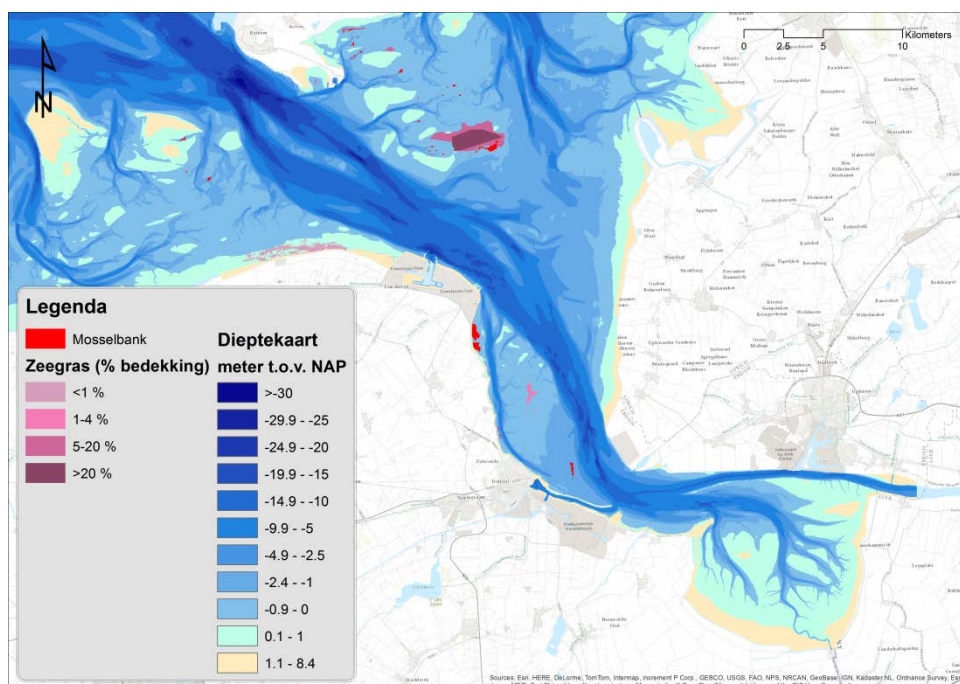
De kwelderkaart is toegevoegd aan de hoogtekaart volgens de classificatie van ecotopen zoals weergegeven in Bijlage C (Figuur 13).



Figuur 13. Kwelders samen met hoogteklassen t.b.v. de ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium.

Eco-elementen

Oesterriffen komen momenteel niet voor in het Eems-Dollard estuarium. Mosselbanken en zeegrasen (Figuur 14) komen wel voor in de Eems-Dollard. In het Duitse deel bevindt zich nog Groot Zeegras.

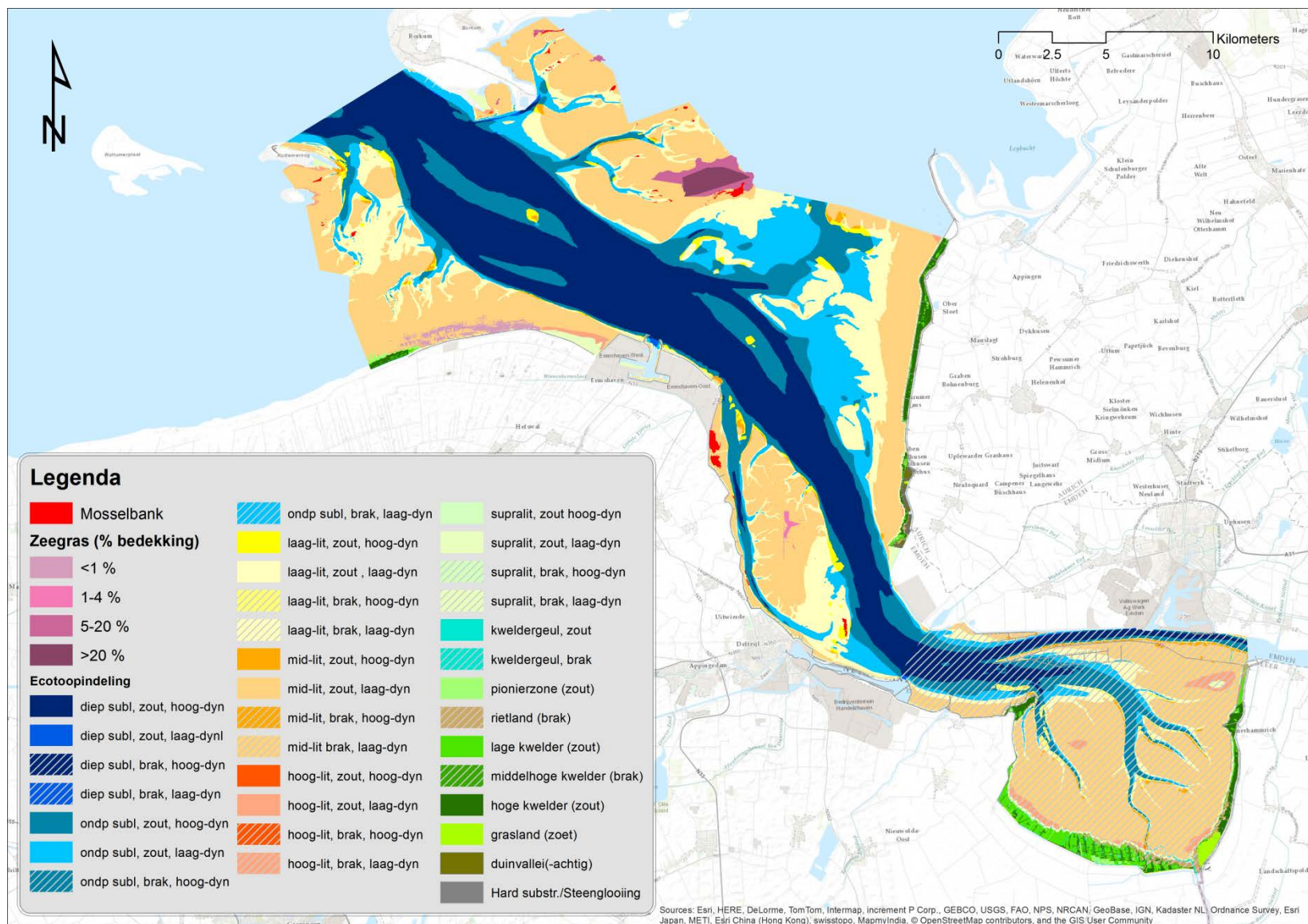


Figuur 14. Zeegrasvelden (roze) en mosselbanken (rood). Bronnen: Tolman & van den Berg (2012), Küfog et al. (2014), IMARES, Nationalpark.

Ecotopenkaart Eems-Dollard

De hierboven beschreven GIS-kaarten zijn gecombineerd tot de ecotopenkaart, incl. eco-elementen, van het Eems-Dollard estuarium (Figuur 15). In bijlage D staan de ecotopenkaarten per deelgebied voor het Eems-Dollard estuarium. De bijhorende oppervlaktes van de onderscheiden ecotopen (per deelgebied en voor de volledige Eems-Dollard) staan in Tabel 3. De kaart laat de globale afname van dynamiek, diepte en zoutgehalte van het mondingsgebied richting de Eems-Dollard goed zien.

De twee ecotopen met de grootste arealen zijn midden litoraal/zout/laagdynamisch en diep sublitoraal/zout/hoogdynamisch. Over het hele gebied is het totale oppervlakte sublitoraal in de orde van 24300 ha, het litoraal 29600 ha en de kwelder zo'n 1800 ha. In het zoute gedeelte zijn de oppervlaktes sublitoraal en litoraal met beide circa 21000 ha ongeveer aan elkaar gelijk, maar in het brakke deel is het litoraal met ca. 8500 ha relatief een stuk groter dan het sublitoraal met ca. 3250 ha. De Dollard kenmerkt zich met name door midden litoraal, brak, laagdynamisch habitat. Dit heeft te maken met de grote oppervlaktes wadplaten in de Dollard en de grote diepe geulen in het mondingsgebied. De duinvallei-achtige vegetatie betreft geen werkelijke kustduinen, maar is vooral te vinden op opgespoten delen in Duitsland en in hooggelegen delen in de Dollard. Dat deze gebieden als duin gekarteerd zijn komt mede doordat deze vegetatietypen minder goed in de TMAP-typologie passen.



Figuur 15. Ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium.

Tabel 3. Oppervlakte (ha) van de gedefinieerde ecotopen in het Eems-Dollard estuarium.

Ecotopen	Opp. (in ha.)			
	Dollard	Middendeel	Mondingsgebied	Totaal Eems-Dollard
diep subl, zout, laag-dyn	0.0	0.0	0.0	0.0
ondp subl, zout, laag-dyn	0.0	1502.5	3079.0	4581.4
laag-lit, zout, laag-dyn	0.0	2121.7	3703.4	5825.1
mid-lit, zout, laag-dyn	0.0	4656.1	9275.3	13931.4
hoog-lit, zout, laag-dyn	0.0	12.3	144.2	156.5
supralit, zout, laag-dyn	0.0	269.0	318.8	587.8
diep subl, brak, laag-dyn	0.2	14.2	0.0	14.3
ondp subl, brak, laag-dyn	396.4	214.8	0.0	611.2
laag-lit, brak, laag-dyn	727.6	184.1	0.0	911.7
mid-lit brak, laag-dyn	5963.7	605.2	0.0	6568.9
hoog-lit, brak, laag-dyn	309.5	4.9	0.0	314.3
supralit, brak, laag-dyn	244.2	17.3	0.0	261.5
diep subl, zout, hoog-dyn	0.0	2824.1	8459.5	11283.5
ondp subl, zout, hoog-dyn	0.0	1600.9	3566.2	5167.1
laag-lit, zout, hoog-dyn	0.0	158.0	308.4	466.4
mid-lit, zout, hoog-dyn	0.0	36.9	111.0	147.9
hoog-lit, zout, hoog-dyn	0.0	0.0	3.0	3.0
supralit, zout hoog-dyn	0.0	0.1	4.1	4.2
diep subl, brak, hoog-dyn	184.5	986.8	0.0	1171.4
ondp subl, brak, hoog-dyn	948.8	518.9	0.0	1467.6
laag-lit, brak, hoog-dyn	182.2	38.1	0.0	220.3
mid-lit, brak, hoog-dyn	98.0	92.4	0.0	190.4
hoog-lit, brak, hoog-dyn	2.1	0.0	0.0	2.2
supralit, brak, hoog-dyn	0.0	0.0	0.0	0.0
pionierzone (zout)	51.1	30.2	35.1	116.4
lage kwelder (zout)	440.4	65.7	24.5	530.6
middelhoge/hoge kwelder (zout)	289.6	378.9	111.3	779.8
middelhoge kwelder (brak)	15.8	7.8	0.0	23.6
rietland (brak)	165.8	48.1	0.2	214.1
duinvallei(-achtig)	1.1	141.5	0.0	142.6
grasland (zoet)	92.9	4.5	0.0	97.4
hard substraat, supralit. (brak)	7.1	18.4	4.2	29.7
kweldergeul, zout	0.0	1.0	3.7	4.6
kweldergeul, brak	59.8	8.0	1.0	68.7
TOTAAL	10180.7	16562.2	29152.8	55895.6

4. Discussie, conclusies en aanbevelingen

Vergelijking met voorgaande ecotopenkaarten

De hier ontwikkelde ecotopenkaart (situatie rond het jaar 2012, Figuur 15) is verschillend van vorige ecotopen- of habitatkaarten van het Eems-Dollard estuarium (zie Figuur 2). De grootste verschillen zitten in het meenemen van hydrodynamiek in de ecotopenkaart en het beschouwen van het volledige (zoute en brakke deel) Eems-Dollard estuarium, inclusief het Duitse deel. De kaart kan nog het best vergeleken worden met de kaart van Wijsman en Verhage (2004), welke de enige kaart is die ook hydrodynamiek in beschouwing neemt.

De huidige kaart is waar het de indeling in het litoraal en kwelder betreft gedetailleerder dan de versies van Wijsman en Verhage (2004) en van Herrling en Niemeyer (2007). De toen beschikbare data waren waarschijnlijk van een minder hoge resolutie dan de huidige data.

Ten opzichte van de Ecologische atlas (2006) en de Waddensleutelskaart (2015) wordt ook het Duitse deel van de Dollard meegenomen. Beide kaarten missen hydrodynamiek als belangrijke parameter voor het onderscheid tussen hoog-dynamische en laag-dynamische gebieden.

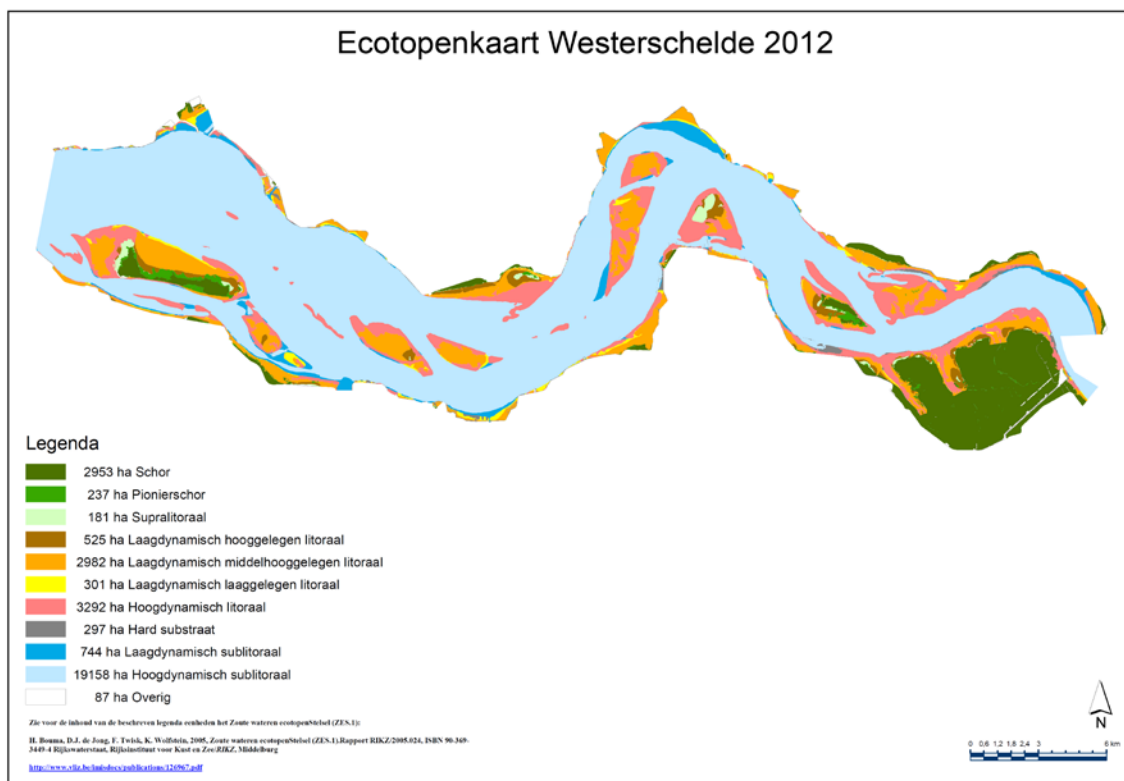
In de zout-brak-zout-classificering is de huidige kaart iets eenvoudiger dan in Wijsman en Verhage (2004), omdat er op basis van de beschikbare gegevens geen aanwijzingen zijn dat er in het studiegebied zoetwatergetijdengebied voorkomt. De zout-brak-grens ligt in de huidige kaart iets westelijker dan in de versie van Wijsman en Verhage (2004).

Deze ecotopenkaart heeft een uitbreiding van het aantal onderverdelingen in de kweldervegetaties ten opzichte van de kaart van Wijsman en Verhage (2004), zodat deze beter de duidelijke verschillen in kweldervegetatie weergeeft. Ook zijn in deze ecotopenkaart de kwelders aan de Duitse zijde van het estuarium toegevoegd. Voor de kwelders is nu een relatief gedetailleerde indeling gevolgd. Afhankelijk van het doel van de kaart kunnen ecotopen worden samengenomen om de kaart te vereenvoudigen (zie ook vergelijking met Westerschelde).

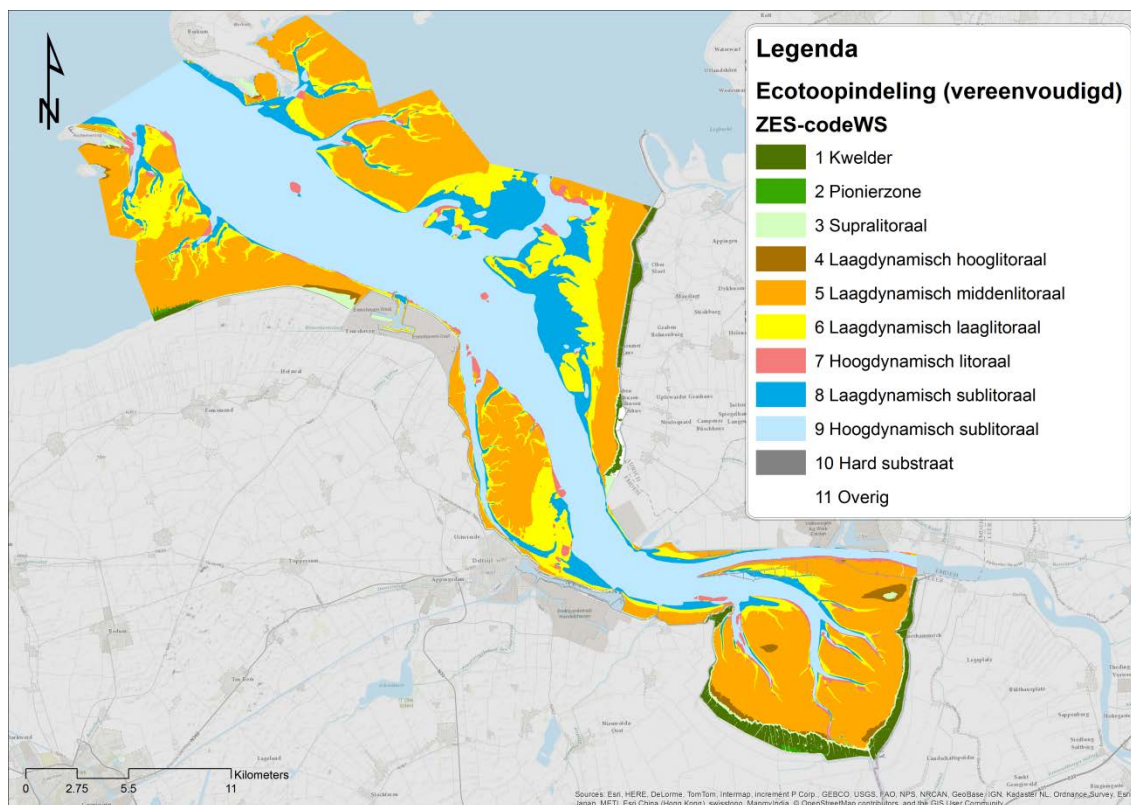
Vergelijking met de Westerschelde ecotopenkaarten

Voor de Westerschelde zijn vereenvoudigde ecotopenkaarten gemaakt, waarin ecotopen zijn samengevoegd tot grotere entiteiten (Figuur 16). Voor de ecotopenkaart van het Eems-Dollard estuarium is eenzelfde vereenvoudiging doorgevoerd (Figuur 17). In bijlage E staan de vereenvoudigde ecotopenkaarten per deelgebied voor het Eems-Dollard estuarium. Dit stelt ons in staat een eerste vergelijking te maken met de Westerschelde, aangezien nagenoeg eenzelfde methodiek gevolgd is.

Tabel 4 laat een eerste vergelijking tussen beide watersystemen zien. Wat opvalt zijn de grote verschillen in laagdynamisch midden litoraal, met in verhouding een veel grotere oppervlakte in het Eems-Dollard estuarium (37%) t.o.v. de Westerschelde (10%). Daarnaast valt het grote verschil in areaal hoogdynamisch sublitoraal op, met 63% in de Westerschelde en 34% in het Eems-Dollard estuarium. Hierbij dient in acht genomen te worden dat hydrodynamiek (onderscheid hoog- / laagdynamisch) in het litoraal in de Westerschelde is gemaakt op basis van de geomorfologische kaart, in het Eems-Dollard estuarium op basis van de gemodelleerde stroomsnelheden.



Figuur 16. Vereenvoudigde ecotopenkaart Westerschelde. Bron: RWS, CIV.



Figuur 17. Vereenvoudigde ecotopenkaart van het Ems-Dollard estuarium.

Tabel 4. Oppervlakte (ha en %) van de ecotopen in de Westerschelde en het Eems-Dollard estuarium op basis van de vereenvoudigde ecotopenkaarten van Figuur 16 en Figuur 17, respectievelijk

Ecotoop	Westerschelde		Eems-Dollard	
	ha	%	ha	%
Kwelder/schor	2593	9%	1646	3%
Pionierzone (potentieel kwelder/schor)	237	1%	116	0%
Supralitoraal	181	1%	853	2%
Laagdynamisch hooglitoraal	525	2%	471	1%
Laagdynamisch middenlitoraal	2982	10%	20500	37%
Laagdynamisch laag litoraal	301	1%	6737	12%
Hoogdynamisch litoraal	3292	11%	1030	2%
Laagdynamisch sublitoraal	744	2%	5244	9%
Hoogdynamisch sublitoraal	19158	63%	19090	34%
Hard substraat	297	1%	30	0%
Overig	87	0%	216	0%
Totaal	30397	100%	55933	100%

Operationaliseren in beleid en beheer

Ecotopenkaarten kunnen in principe binnen meerdere beleids- en beheerprocessen worden gebruikt om de ecologische kwaliteit van het Eems-Dollard estuarium en eventuele veranderingen daarin te beschrijven. Om een ecotopenkaart als operationeel instrument te kunnen gebruiken in het lange termijn beheer van de Eems-Dollard zijn de volgende zaken nodig:

- Regelmatig een update maken. Aangezien de inwincycli van zowel de bodemligging (LiDAR en lodingen) als de vegetatiekaart (VEGWAD programma) door Rijkswaterstaat zes jaar bedragen, is het logisch om dit ook voor de ecotopenkaart aan te houden: deze metingen zijn essentiële invoerdata voor de ecotopenkaart. Om sneller veranderingen te kunnen waarnemen is het wel aan te bevelen om bijv. naar een 3-jarige cyclus te gaan, vergelijkbaar met de Westerschelde.
- Bij elke update is het essentieel dezelfde methode toe te passen met dezelfde grenzen, zodat er consequente vergelijking tussen verschillende jaren mogelijk is.
- De ecotopenkaart toepassen in alle projecten/beleidsvragen waar deze relevant is, zodat steeds van dezelfde informatie gebruik wordt gemaakt.
- De modelberekeningen voor de hydrodynamiek moeten op basis van dezelfde bathymetrie gedaan worden als waar de ecotopenkaart op wordt gebaseerd.

Toepassing voor MIRT-onderzoek en –verkenning

In het MIRT-onderzoek en de mogelijke verkenning is het onder andere van belang om de effecten (positief en negatief) van maatregelen af te wegen. De ecotopenkaart kan gebruikt worden als scoremethode om per maatregel of per set van maatregelen inzicht te geven in:

- toename of afname ecotoopareaal en verhouding tussen arealen ecotopen
- specificeren locatie (exacte locatie of per deelgebied)

De ecotopenkaart is daarbij één van de instrumenten om de maatregelen te vergelijken. De meerwaarde van de ecotopenkaart ten opzichte van andere scoremethoden is dat de ecotopenkaart een gestandaardiseerde methode is, het mogelijk is om ruimtelijk te kwantificeren en een kaartpresentatie mogelijk is. Dat laatste is vooral waardevol bij stakeholderprocessen.

De ecotopenkaart moet altijd in samenhang met andere methoden gebruikt worden voor het ecologisch evalueren van maatregelen: er zijn ook maatregelen die op fysische en ecologische processen in het estuarium aangrijpen die niet terug te vinden zijn op een ecotopenkaart, maar wel het ecosysteem beïnvloeden, zoals bijvoorbeeld primaire productie, visserij of vervuilende stoffen.

Verbeteringen / aanpassingen:

Gewenste en/of mogelijke verbeteringen in een toekomstige versie zijn:

- Een update van de hydrodynamiek op basis van recente bathymetrie. Dit is nodig gezien de relatief verouderde informatie die hier gebruikt is. Hiervoor moet een nieuwe modelrun gedaan worden, op basis van de nu beschikbare hydrodynamische modellen.
- Onderzoeken of een geomorfologische kaart noodzakelijk is om beter het onderscheid te kunnen maken tussen hoogdynamisch en laagdynamisch gebied in het litoraal, conform de Westerschelde. Voor de Eems-Dollard zijn luchtfoto's aanwezig die het mogelijk maken een geomorfologische kaart te maken. Indien nodig geacht, zou onderzocht kunnen worden hoe zo'n geomorfologische kaart kan ontwikkeld worden (i.s.m. mensen die ervaring hebben vanuit de Westerschelde).
- Vervangen van de relatief oude gegevens van zoutgehalte (droog=1992, nat=1988) of aanvullen met nieuwere gegevens. Dit leidt tot meer inzicht in de positie van zout-brak-zoet-grenzen en hiermee kunnen zones met temporeel variabel zoutgehalte afgebakend worden.
- Evalueren van de meerwaarde om sedimentsamenstelling (korrelgrootte) mee te nemen. Hiervoor is wel een gebiedsdekkende kaart nodig met voldoende hoge resolutie. Voor het litoraal kan de sedimentsamenstelling mogelijk afgeleid worden uit een geomorfologische kaart.
- Uitzoeken of het meenemen van de orbitaalsnelheid in het litoraal nog voor andere klassengrenzen zorgt. Hiervoor loopt momenteel onderzoek in de Westerschelde.
- Aanvullen met de Unterems, omdat de kaart dan beter schikt is voor bilaterale beheerafspraken. Mogelijk is het daarvoor nodig om het ecotopenstelsel uit te breiden met zoete typen, waarvoor in Nederland ook een standaard typologie (RWES) bestaat.

Het is niet zo dat de aanwezigheid van een ecotoop een garantie biedt op de aanwezigheid van een bepaalde levensgemeenschap. In die zin moet ook het onderscheid tussen ecotopen en habitats onderstreept worden. Een punt van aandacht is ook de validatie van de klassengrenzen voor het

best onderscheiden van de verschillende levensgemeenschappen (zie bijv. Van Wesenbeeck et al. 2010, Ysebaert et al., 2009).

Conclusies

Er is van het Eems-Dollard estuarium voldoende informatie beschikbaar om een actuele ecotopenkaart te maken volgens de standaard ZES.1 methodiek (waarbij de Unterems buiten beschouwing is gelaten). In afwijking van de kaarten die standaard voor de Westerschelde worden geproduceerd is hier niet gebruik gemaakt van een geomorfologische kaart, maar van modellering van de stroomsnelheden als indicatie voor dynamiek in het litoraal. Verder zijn er meer kwelderklassen onderscheiden omdat dit beter inzicht geeft in de aanwezige kwelderecotopen. Een aantal parameters (bijv. hydrodynamiek) dienen wel geüpdatet te worden om een volledig actuele kaart te kunnen maken.

De kaart kan gebruikt worden in het MIRT-proces en in andere beleids- en beheerprocessen, en kan –indien voldoende data beschikbaar zijn – ook worden uitgebreid met de ecotopen van de Unterems. Omdat er elke zes jaar nieuwe gegevens van bodemligging en kweldervegetatie beschikbaar komen, is het mogelijk om de kaart elke zes jaar te updaten. Aanbevolen wordt om deze frequentie te verhogen naar elke drie jaar, zodat veranderingen sneller kunnen achterhaald worden (conform de Westerschelde).

5. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 124296-2012-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2015. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Vis over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2017 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

Arcadis, 2014. Ecotopen in de Westerschelde, LTV Veiligheid en Toegankelijkheid.C003041.002666, 53 pp.

Baptist, M.J., Tamis, J.E., 2015. Review van ecologische probleembeschrijvingen voor het Eems estuarium. Rapport C076/15, IMARES, Den Burg.

Baptist, M.J., Philippart, C.J.M. 2015. Monitoring of the Ems estuary: towards a bilateral integrated monitoring programme. Leeuwarden, Waddenacademie, Position Paper 2105-02.

Bergwerff, J.W., Groeneweg, A.H. 2005. Toelichting bij de geomorfologische kartering van de Westerschelde 2004 : op basis van false colour luchtfoto's 1:10.000. *AGI-Rapport*, AGI-2005-GSMH-027. GEO-Informatie Nederland (GIN): Delft. 33 pp.

Bos, D., Büttger, H., Esselink, P., Jager, Z., De Jonge, V.N., Kruckenberg, H., Van Maren, B., Schuchardt, B., 2012. De ecologische toestand van het Eems-estuarium en mogelijkheden voor herstel / Der ökologische Zustand des Emsästuars und Möglichkeiten der Sanierung. A&W rapport 1759, Altenburg & Wymenga, Leeuwarden/Veenwouden.

Bouma, H.; Jong, D.J. de; Twisk, F.; Wolfstein K. 2005. Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES.1). Voor het in kaart brengen van het potentiële voorkomen van levensgemeenschappen in zoute en brakke rijkswateren. Rapport RIKZ/2005.024, Middelburg.

Christianen, M.J.A., Holthuijsen, S., Van der Zee, E.M., Van der Eijk, A., Govers, L.L., Van der Heide, T., de Paoli, H., Olff, H., 2015. Ecotopen- en Kansrijkdomkaart van de Nederlandse Waddenzee. Rapportnummer 2015.04.01, Waddensleutels.

Dankers, N., Cremer, J., Dijkman, E., Brasseur, S., Dijkema, K., Fey, F., De Jong, M., Smit, C. 2006. Ecologische atlas Waddenzee. IMARES Wageningen UR, Texel, 34 pp.

Depreiter, D.; Cleveringa, J.; van der Laan, T.; Maris, T.; Ysebaert, T.; Wijnhoven, S. 2014. T2009-rapport Schelde-estuarium. IMDC/Arcadis/Universiteit Antwerpen/Imares/NIOZ: [s.l.]. 522 pp. + 2 bijlagen.

Herrling, G.; Niemeyer, H.D. 2007. HARBASINS Report: Long-term Spatial Development of Habitats in the Ems-Dollard Estuary. Lower Saxony Water Management, Coastal Defence and Nature Conservation Agency. 27 pp.

Holzhauser, H.; Maris, T.; Meire, P.; Van Damme, S.; Nolte, A.; Kuijper, K.; Taal, M.; Jeuken, C.; Kromkamp, J.; van Wesenbeeck, B.; Van Ryckegem, G.; Van den Bergh, E.; Wijnhoven, S. 2011. Evaluatiemethodiek Schelde-estuarium. Fase 2. Vlaams Nederlandse Schelde Commissie (VNSC): Bergen op Zoom, 268 pp.

Kers, A.S., L. Walburg, J. Bakker, A.H. Daane, D.J. de Jong, M. Schrijver, P. Lievense, L. Dekker & J. de Klerk. 2013. Dienstbeschrijving Zoute ecotopenkarteringen. Rijkswaterstaat CIV/ZD, Delft / Middelburg.

Küfog, G.M.B.H., Steuwer, J. & Tyedmers, S. 2014. Eulitorale Seegrasbestände im niedersächsischen Wattenmeer 2013. Gesamtbestandserfassung und Bewertung nach EG Wasserrahmenrichtlinie. - NLWKN Küstengewässer und Ästuar Band 8, 64 S. (+ 6 S. Anhang) Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Norden.
http://www.nationalpark-wattenmeer.de/sites/default/files/media/pdf/kg_aest_8_seegras_2013.pdf

Petersen, J., Kers, B., Stock, M. 2014. TMAP-Typology of Coastal Vegetation in the Wadden Sea Area. (Version 1.0) WADDEN SEA ECOSYSTEM Report No. 32. Common Wadden Sea Secretariat, Wilhelmshaven Germany. (Possible updates can be downloaded at www.waddensea-secretariat.org/saltmarsh).

Pranger, D.P., Tolman, M.E., 2014. Toelichting bij de Vegetatiekartering Dollard en Punt van Reide 2012; Op basis van false colour-luchtfoto's 1:10.000/1:5.000, EGG consult in opdracht van Rijkswaterstaat, Waterdienst (RWS, WD) en CIV, Delft.

Reitsma, J.M., Hoefsloot, G., Anema, L.S.A., 2010. Toelichting bij de vegetatiekartering Kwelderwerken Friesland & Groningen 2008 : op basis van false colour-luchtfoto's 1: 10.000. Rapportnr: 10-102 (BW), Bureau Waardenburg, RWS-DID, Delft.

Rijkswaterstaat, 2014. Getijtafels voor Nederland 2015. Sdu Uitgevers bv, Den Haag.

Slijkerman, D.M.E., Tamis, J.E., Baptist, M.J., 2014. Maatregelen ter verbetering van het Eems-Dollard estuarium: Quick scan van 92 MIRT maatregelen en relatie met DPSIR.

Tolman, M.E. & G. van den Berg, 2012. Zeegraskartering 2011 Waddenzee. EFTAS Fernerkundung GmbH en Pranger & Tolman ecologen.

van Maren D.S., Winterwerp J.C., Vroom J. 2015. Fine sediment transport into the hyper-turbid lower Ems River: the role of channel deepening and sediment-induced drag reduction. Ocean Dynamics 65: 589-605.

van Wesenbeeck, B.K. 2007. Verkenning naar evaluatiemethoden voor het Zoute wateren Ecotopenstelsel (ZWS.1) in de Westerschelde. WL | Delft Hydraulics, Report Z4383.00.

van Wesenbeeck, B.K.; Holzhauer, H.; Troost, T. 2010. Using habitat classification systems to assess impacts on ecosystems: Validation of the ZES.1 for the Westerschelde. Deltares: The Netherlands, 45 pp.

Wijsman J & L Verhage (2004): Toepassing van het Zoute wateren EcotopenStelsel (ZES) voor de Waddenzee met behulp van HABITAT. Verslag Z3891. WL | Delft Hydraulics.

Ysebaert, T.; Plancke, Y.; Bolle, L.; De Mesel, I.; Vos, G.; Wielemaker, A.; Van der Wal, D.; Herman, P.M.J. 2009. Habitatmapping Westerschelde – Deelrapport 2: Ecologie en ecotopen in het subtidaal van de Westerschelde. Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO-KNAW), Centrum voor Estuariene en Mariene Ecologie, Yerseke.

Verantwoording

Rapport C059/15

Projectnummer: **BO-11-018.02-037**

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Drs. ing. J.E. Tamis
Onderzoeker afdeling Maritiem

Handtekening:



Datum: 14 januari 2016

Akkoord: Drs. J. Asjes

Handtekening:



Datum: 19 januari 2016

Bijlage A. Gebruikte brondata en bronbestanden

Kaart	Jaar	Bron	Opmerkingen / actie
Bathymetrie	2012	Deltares, WaLTER project, Wadsea Cycle 5 op basis van NAP	Aangeleverde kaart (via WaLTER project) is Wadsea Cycle 5. Deze kaart is geproduceerd door Deltares op basis van vaklodingen, JARKUS en LIDAR (laseraltimetrie) data uitgevoerd door RWS. Deze gegevens zijn beschikbaar via OpenEarth: https://publicwiki.deltares.nl/display/OET/OpenEarth+Product+Suite Er is gebruik gemaakt van de Universal Coastal Intelligence Tool (UCIT): https://publicwiki.deltares.nl/display/OET/Ucit
Droogvalduur	2012	RWS, WaLTER project	Gegenereerd op basis van de gemeten waterstanden van juli 2012 (RWS) en de Wadsea Cycle 5 bathymetry met de "Intertides" tool van WaLTER (http://www.walterwaddenmonitor.org/tools/intertides/). Deze kaart is ook gebruikt voor de berekening van GLW volgens ZES.1
Zoutgehalte	1988 en 1992	GeoValley project, Alkyon/Arcadis (1998)	Nat en droog jaar beschikbaar
Stroomsnelheid	2003 - 2005	GeoValley project, Alkyon/Arcadis	Opmerking: Stroomsnelheden verouderd t.o.v. bathymetrie/droogvalduur; overlays aan de randen kloppen niet.
Kwelders	2006 2008 2012	Nederland: VEGWAD Duitsland: NUMIS	Nederland: data via VEGWAD-programma van RWS (http://www.rijkswaterstaat.nl/water/natuur_en_milieu/kwelde rs/inwinning_en_monitoring/). Kaarten met gedetailleerde TMAP-classificatie via Servicedesk Data RWS. - Dollard en de Punt van Reide 2012 (Pranger en Tolman, 2014); - Kwelderwerken Friesland en Groningen, 2008 (Reitsma et al., 2010). Duitsland: NUMIS-website Niedersachsen, Lebensraumtypen: http://numis.niedersachsen.de . Alle publicatiejaren 2006, opnamejaren niet bekend. - Dollart - Leybucht - Rysum
Zeegras	2011 (NL) en 2013 (D)	NL: Tolman & Van den Berg (2012) D: Küfog et al. (2014)	Zeegrasareaal, toestand 2011 (Nederland) en 2013 (Duitsland), is gebaseerd voor Nederland op Tolman & van den Berg (2012) en voor Duitsland op Küfog et al. (2014).
Schelpdier-riffen	2012 (NL) en 2011 (D)	NL: IMARES D: National Park Wattenmeer	Mosselbanken Nederlands deel (toestand 2012): IMARES WOT surveys. Mosselbanken in het Duitse deel (toestand 2011): http://www.nationalpark-wattenmeer.de/nds/service/publikationen/1130_muschelwildb%C3%A4nke-von-borkum-bis-cuxhaven-gis-daten .

Bijlage B. GIS-bewerkingen Eems-Dollard estuarium ecotopenkaart

Doel van deze beschrijving is op beknopte wijze de benodigde informatie over de uitvoering van de GIS-bewerkingen die uitgevoerd zijn voor het samenstellen van de ecotopenkaart Eems-Dollard estuarium vast te leggen. Hierbij wordt niet tot in detail ingegaan op alle mogelijke instellingen en details. Wél worden de vereiste grenswaarden en instellingen vermeld. De gehanteerde grenswaarden zijn gebaseerd op een eerder door RWS geproduceerde ecotopenkaart van de Westerschelde (Kers et al. 2013), een gebied dat qua karakteristieken vergelijkbaar is met het gebied van de Eems-Dollard. Voorafgaand aan gebruik is nagegaan of de grenswaarden van de Westerschelde aangepast moesten worden voor het Eems-Dollard estuarium of dat de ongewijzigde waarden gehanteerd konden worden. Deze afwegingen zijn in de hoofdtypekst van het rapport beargumenteerd.

Een gedetailleerde beschrijving over de productie van de huidige Westerschelde ecotopenkaarten is beschikbaar als Dienstbeschrijving Zoute ecotopenkarteringen (Kers et al., 2013).

Een overzicht van de beschikbare gegevensbestanden, inclusief herkomst is gegeven in Bijlage A.

Generieke aanpak

De ecotopen zijn in kaart gebracht door met behulp van GIS (i.e. ArcMap 10.x) de verschillende kaarten te classificeren en vervolgens te combineren (Union-tool). Raster-data is hieraan voorafgaand naar een polygon-type geconverteerd (Raster to Polygon-tool, inclusief optie 'simplify polygons'). De optie 'simplify polygons' vereenvoudigt de grenzen tussen de polygonen door niet met een zaagtandprofiel de randen van elke pixel te volgen, maar hier een lijn (recht of gebogen) doorheen te trekken.

In alle gevallen is een veld beschikbaar dat de classificatie van de toegevoegde kaart vastlegt.

De uiteindelijke ecotopen zijn in twee velden vastgelegd: GridCode (numeriek) en LegendaTekst (tekst, Nederlandstalig). De vereenvoudigde ZES-indeling die voor de Westerschelde gehanteerd is, is vastgelegd in ZES-codeWS (numeriek). De onderlinge samenhang van deze codes is te vinden in Tabel 5.

Stap 1a: Sublitoraal-indeling op basis van bathymetrie raster-dataset (verticaal datum: NAP)

Horizontale resolutie: 20 x 20 meter.

- Classificatie:

Ondiep sublitoraal	tot -7 m NAP
Diep sublitoraal	meer dan -7 m NAP

- Raster to Polygon

Stap 1b: Litoraal-indeling op basis van droogvalduur (raster)

Horizontale resolutie: 20 x 20 meter.

- Classificatie:

Laag litoraal	4-25% droogvalduur
Midden litoraal	25-75% droogvalduur
Hoog litoraal	75-85% droogvalduur
Supralitoraal	>85% droogvalduur

- Raster to Polygon
- Union met voorgaande stap

Stap 2: Stabiel zout vs. variabel brak

De beschikbare zoutkaarten zijn beoordeeld en conform de keuze gemaakt voor de Westerschelde is een vaste grens gekozen als onderscheid tussen zout (stabiel) en brak (variabel). Deze grens is getrokken van het meest zeewaartse havenhoofd van de haven van Delfzijl en de overeenkomstige pier bij het Knockster Tief.

GIS-bewerking: De polygonen van de litoraal-indeling die door de zout-brak-begrenzing doorsneden worden zijn gesplitst langs deze zojuist beschreven lijn (Split Polygon). Alle polygonen aan de 'land-zijde' van deze lijn hebben "brak" als -typering gekregen, dus inclusief het havenbekken van Delfzijl en tussen pieren bij het Knockster Tief. De 'zeewaartse' polygonen zijn als zout gekarakteriseerd. Add Field-tool (Zoutstatus, tekst), selectie van set relevante polygonen (interactieve edit-sessie), toekenning van correcte waarde m.b.v. Calculate Field-tool.

- Bijwerken veld GridCode (Calculate Field-tool, bestaande waarden (0 t/m 5) +10 voor zoute polygonen, +20 voor brakke polygonen)

Stap 3: Dynamiek op basis van stroomsnelheid

GIS-bewerking: Het aangeleverde XYZ-bestand (positie + waarde) is geconverteerd naar een rasterkaart van maximale stroomsnelheid met een celgrootte van 20 x 20 m (resolutie), gelijk aan de droogvalduur- en bathymetrie kaart. De dichtheid van de aangeleverde punten was daartoe afdoende.

- Classificatie:

max. stroomsnelheid >0.8 m/s	hoog-dynamisch
<=0.8 m/s	laag-dynamisch

- Raster to Polygon
- Union met voorgaande stap
- Bijwerken veld GridCode (Calculate Field-tool, +100 voor hoog-dynamische polygonen)

Stap 4: Kwelder

De volgende stappen zijn doorlopen:

Punt van de Reide en Dollard: RWS 2012;

Fries Groningse kwelder RWS 2008 (TMAP codering);

Duitse kwelders (Rysum resp. Leybucht) 2006, Dollard (2012) (TMAP codering);

TMAP codering niet identiek tussen NL en DE, aangepast en samengevoegd (gedocumenteerd in publicatie Petersen et al., 2014);

Daarna TMAP codering vereenvoudigd zodat codering toepasbaar is in zout ecotopenstelsel (zie Bijlage C).

GIS-bewerking: De aangeleverde gegevensbestanden van de Nederlandse kwelders waren gecodeerd in de (bijna TMAP conforme) MapCode, welke aan de hand van Petersen et al., 2014 is aangepast om nauwkeurig aan te sluiten bij de correct gecodeerde Duitse gegevensbestanden. Enkele resterende niet-TMAP codes waaronder D.1 en G.0 zijn op basis van ligging en beschikbare luchtfoto's als resp. duinvallei(-achtig) en (zoet) grasland gekarakteriseerd. De volledige lijst van TMAP-naar-Ecotoop-codering is opgenomen als Bijlage C. Om de Duitse en Nederlandse gegevensbestanden te kunnen samenvoegen (Union) was het noodzakelijk om de Duitse gegevens te herprojecteren van Deutsche Hauptdreiecknetz naar Rijksdriehoek (RD) (Project-tool).

- Diverse selecties en bewerkingen om de samensmelting van de NL & DE TMAP-codering naar de Ecotoop-codering te realiseren o.a. met gebruikmaking van de tools Select by Attribute en Calculate Field
- Union met voorgaande stap
- Bijwerken veld GridCode (zie Tabel 5 voor de toegekende waarden)

Stap 5: Supralitoraal gat vullen

Nabewerking was nodig om tot volledige dekking te komen, aangezien vrijwel overal er een smalle ongeclassificeerde zone overbleef tussen de bovenzijde van de (droogvalduur >99.6%) van de litoraal-indeling en de onderzijde kwelderkaarten. Deze zone is ingevuld en als supralitoraal in het eindresultaat opgenomen.

- Interactieve edit-sessie.
- Bijwerken veld GridCode (zie Tabel 5 voor de toegekende waarde)
- Bijwerken veld Legendetekst (zie Tabel 5 voor de toegekende tekst)

Stap 6: Subgebieden

Integreren van de subgebieden (Dollard, Binnen-Eems en Buiten-Eems)

Van de onderscheiden subgebieden van Ems (rivier), Eems (estuarium) en Dollard waren separate GIS-bestanden (RD) voor handen. Deze vijf subgebieden (inclusief) zijn samengevoegd (Union, met extra optie "Do not allow gaps"). Dit laatste om zeker te stellen dat er geen gaten noch ongewenste overlap tussen de subgebieden over zou blijven. Enkele kleine gaten en een kleine overlap zijn hierdoor opgemerkt en in de samenvoeging gecorrigeerd.

Deze indeling is o.a. gebruikt om oppervlaktes per ecotoop en deelgebied te bepalen.

- Union met voorgaande stap

Om de weergave van de ecotopenkaart Eems-Dollard te standaardiseren zijn Layer-files beschikbaar.

De laatste twee mogelijke elementen resp. geomorfologische kaart en sedimentkaart zijn niet toegepast. De redenen daarvoor worden hierna per kaart kort behandeld.

Een geomorfologische kaart is voor de Eems-Dollard niet voorhanden. Een geomorfologische kaart wordt gemaakt door middel van het digitaliseren vanaf false-colour luchtfoto's genomen tijdens laagwater. Het digitaliseren van de kaart gebeurt aan de hand van vastgestelde fotokenmerken, welke beschreven worden in documenten bij de karteringen (zie bijv. Bergwerff en Groeneweg (2005) voor de Westerschelde). Na het digitaliseren wordt de concept geomorfologische kaart gecontroleerd door experts met kennis van het betreffende gebied. De geomorfologische kaart bevat veel informatie over het litoraal, maar wordt vooral gebruikt om onderscheid te maken tussen hoog-dynamisch en laag-dynamisch intergetijdengebied in het litoraal. Dit in plaats van de gemodelleerde stroomsnelheden. Voor de Eems-Dollard zijn luchtfoto's aanwezig op basis waarvan een geomorfologische kaart, vergelijkbaar met de Westerschelde gemaakt kan worden. Dit vereist tijd, expertise en een uitgebreide veldcontrole.

Eveneens niet beschikbaar voor de Eems-Dollard is een sedimentkaart. In ieder geval niet met afdoende dekking van zowel het Nederlandse als het Duitse deel en voor sublitoraal en litoraal.

Tabel 5: Ecotoop-indeling Eems-Dollard estuarium, verklaring en samenhang van de velden LegendaTekst, GridCode, ZES-codeWS en legenda-teksten die voor ZES-codeWS in de figuren gebruikt zijn.

LegendaTekst	GridCode	ZES-codeWS	ZES_WS_legenda
diep subl, zout, laag-dyn	10	8	Laagdynamisch sublitoraal
ondp subl, zout, laag-dyn	11	8	Laagdynamisch sublitoraal
laag-lit, zout , laag-dyn	12	6	Laagdynamisch laag litoraal
mid-lit, zout, laag-dyn	13	5	Laagdynamisch middenlitoraal
hoog-lit, zout, laag-dyn	14	4	Laagdynamisch hooglitoraal
supralit, zout, laag-dyn	15	3	Supralitoraal
diep subl, brak, laag-dyn	20	8	Laagdynamisch sublitoraal
ondp subl, brak, laag-dyn	21	8	Laagdynamisch sublitoraal
laag-lit, brak, laag-dyn	22	6	Laagdynamisch laag litoraal
mid-lit brak, laag-dyn	23	5	Laagdynamisch middenlitoraal
hoog-lit, brak, laag-dyn	24	4	Laagdynamisch hooglitoraal
supralit, brak, laag-dyn	25	3	Supralitoraal
diep subl, zout, hoog-dyn	110	9	Hoogdynamisch sublitoraal
ondp subl, zout, hoog-dyn	111	9	Hoogdynamisch sublitoraal
laag-lit, zout, hoog-dyn	112	7	Hoogdynamisch litoraal
mid-lit, zout, hoog-dyn	113	7	Hoogdynamisch litoraal
hoog-lit, zout, hoog-dyn	114	7	Hoogdynamisch litoraal
supralit, zout hoog-dyn	115	3	Supralitoraal
diep subl, brak, hoog-dyn	120	9	Hoogdynamisch sublitoraal
ondp subl, brak, hoog-dyn	121	9	Hoogdynamisch sublitoraal
laag-lit, brak, hoog-dyn	122	7	Hoogdynamisch litoraal
mid-lit, brak, hoog-dyn	123	7	Hoogdynamisch litoraal
hoog-lit, brak, hoog-dyn	124	7	Hoogdynamisch litoraal
supralit, brak, hoog-dyn	125	3	Supralitoraal
pionierzone (zout)	131	2	Pionierzone
lage kwelder (zout)	132	1	Kwelder
hoge kwelder (zout)	133	1	Kwelder
middelhoge kwelder (brak)	134	1	Kwelder
rietland (brak)	135	1	Kwelder
duinvallei(-achtig)	136	1	Kwelder
grasland (zoet)	137	11	Overig
hard substraat, supralit.(brak)	138	10	Hardsubstraat
geul, zout	139	11	Overig
geul, brak	140	11	Overig

Bijlage C. Vertaaltabel kweldertype TMAP naar Ecotopen

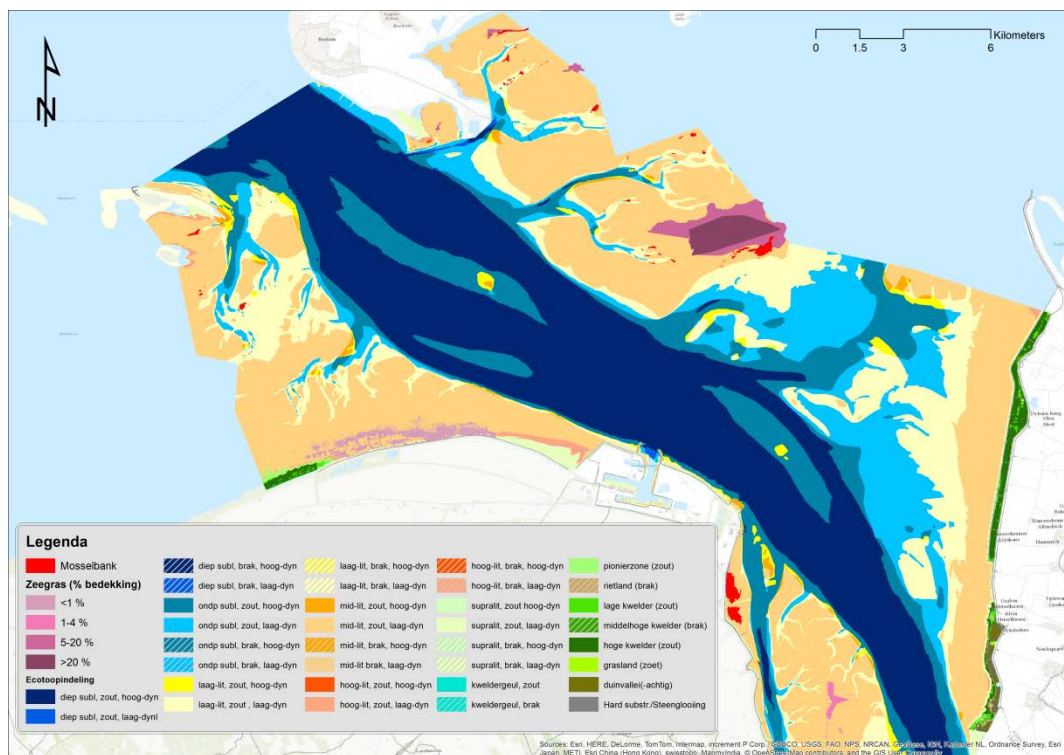
TMAPcode	TMAP omschrijving	ZES.1	Ecotoop omschrijving	MapCodeNL (SALT2008)
H.2	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	HS
H.2.0	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.2.1	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.2.2	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	HSc
H.2.3	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.3	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.3.0	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.4.1	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.5.1	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
H.6	dune slack	D.1	duinvallei(-achtig)	
S.0.2	no veg	Z3.320	wad, kaal (zout)	Ss
S.0.3	no veg	Z3.320	wad, kaal (zout)	Sm
S.1	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SP
S.1.0	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SP*
S.1.1	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SPs
S.1.2	pioneer	Z3.321	pionierzone (zout)	SPq
S.2	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SL
S.2.0	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SL*
S.2.1	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLp
S.2.2	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLI
S.2.3	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLa
S.2.4	low marsh	Z3.322	lage kwelder (zout)	SLh
S.3	high marsh	Z3.324	lage kwelder (zout)	SH
S.3.0	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SH*
S.3.3	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHf
S.3.4	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHh
S.3.5	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHz
S.3.6	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHm
S.3.7	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHy
S.3.8	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHe
S.3.9	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHx
S.3.10	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHg
S.3.11	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHc
S.3.12	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHo
S.3.13	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHr
S.3.14	high marsh	Z3.324	hoge kwelder (zout)	SHu
S.5	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SB
S.5.0	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SB*
S.5.1	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SBb
S.5.2	brackish marsh	B2.325	rietland (brak)	SBp
S.5.3	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SBg
S.5.4	brackish marsh	B2.323	middelhoge kwelder (brak)	SBm
S.6	fresh grasslands	G.0	grasland (zoet)	SF
S.6.0	fresh grasslands	G.0	grasland (zoet)	SF*
S.6.1	fresh grasslands	G.0	grasland (zoet)	SFI
S.7	brackish reed beds	B2.325	rietland (brak)	

A		B.1.3	hard substraat, supralit.(brak)
S.13		Z3.324	
S.12		Z3.324	
MOS		Z3.324	
S.3.2		B2.323	
S2.3		Z3.322	
S.9	water	Wb resp. Wz [#]	geul (brak of zout) [#]

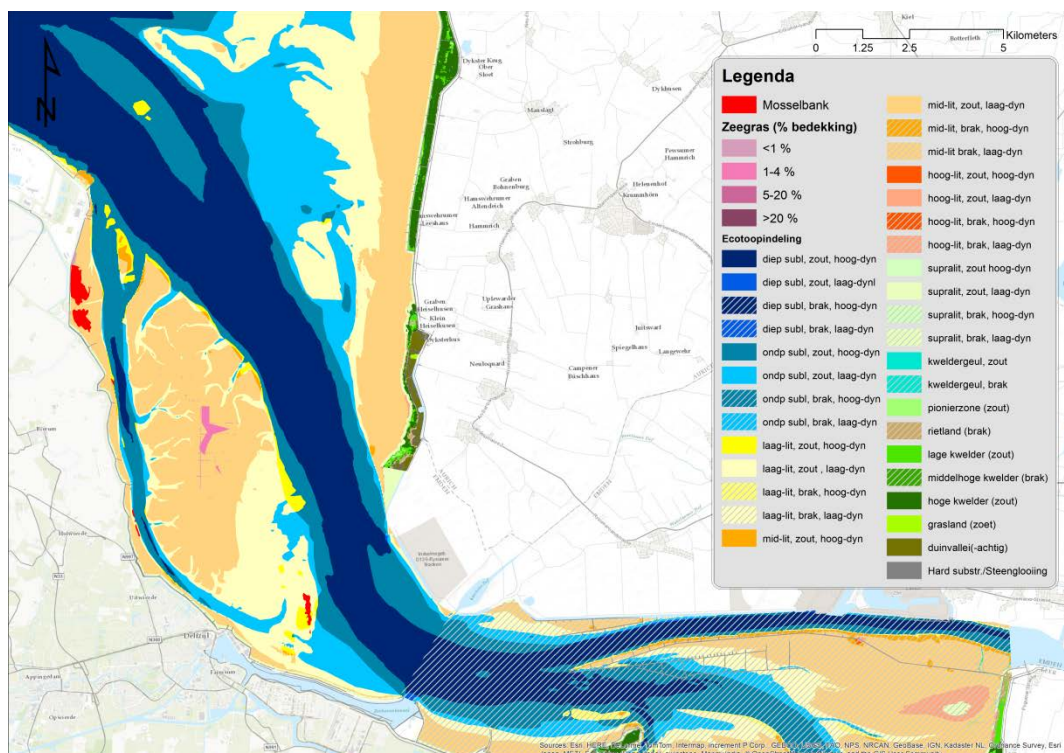
[#]Achteraf bepaald op basis van positie in het systeem. Geulen grenzend aan brak gebied in de litoraal-indeling zijn eveneens als brak geclassificeerd (Eems en Dollard ten oosten van de zout-brak-grens), grenzend aan zout gebied zijn de geulen als zout geclassificeerd (westelijk van de zout-brak-grens). Zie de sectie Zoutkaart van dit rapport voor nadere details over de zout-brak-grens.

Bijlage D. Ecotopenkaarten (incl. eco-elementen) van de deelgebieden in het Eems-Dollard estuarium (mondingsgebied, middendeel en Dollard).

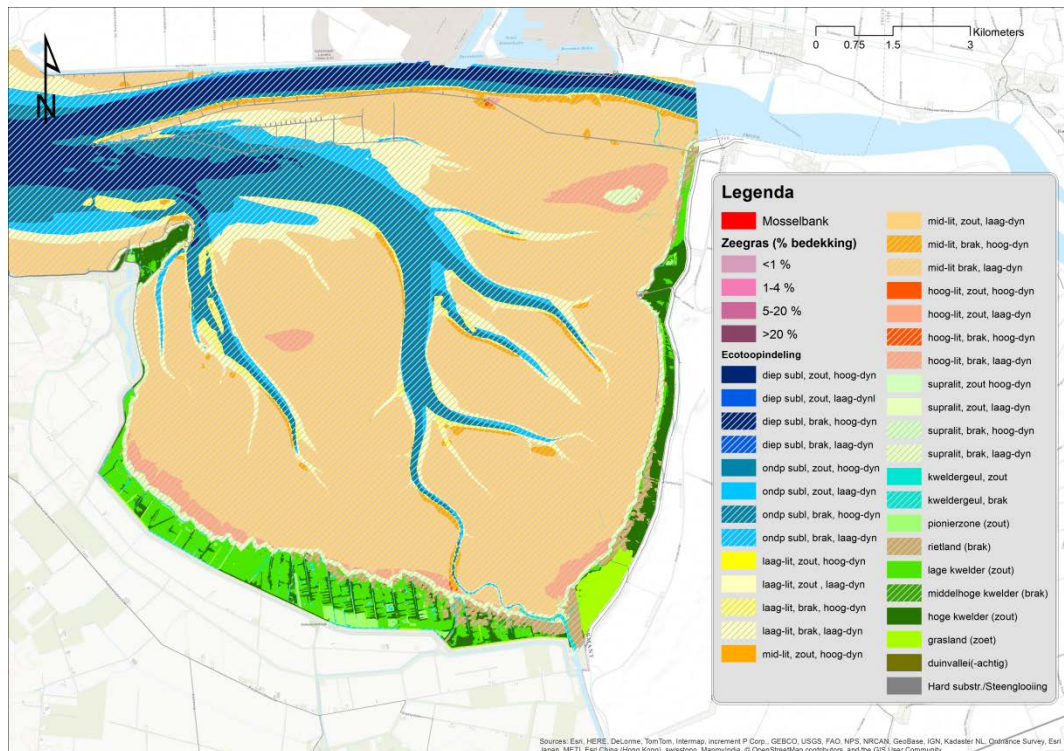
Mondingsgebied:



Middendeel:

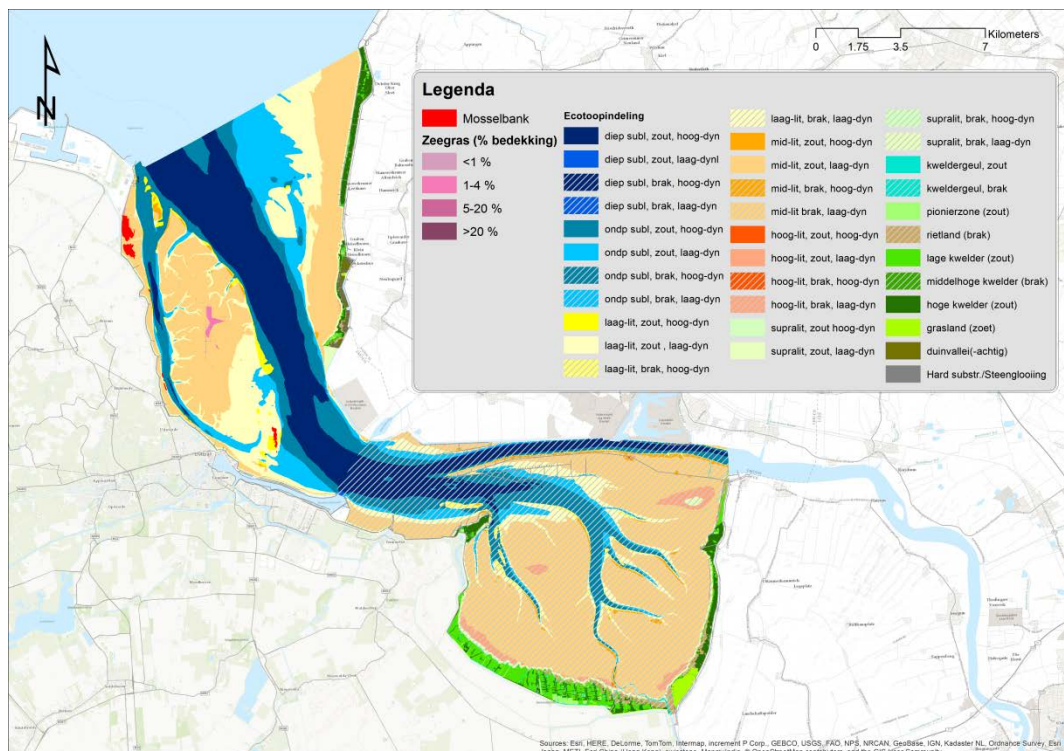


Dollard:



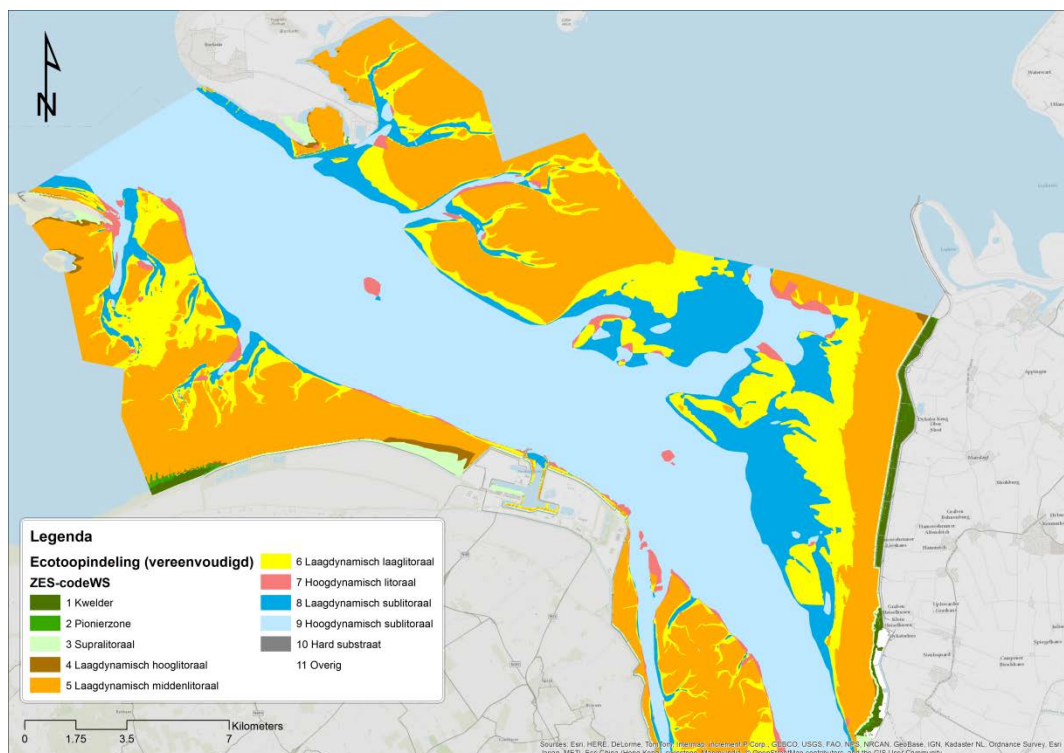
Opmerking: hoge kwelder (zout) in de legende vertegenwoordigt zowel de klasse middelhoge als hoge kwelder. In de brakke zone komt enkel middelhoge kwelder voor.

Middendeel & Dollard:

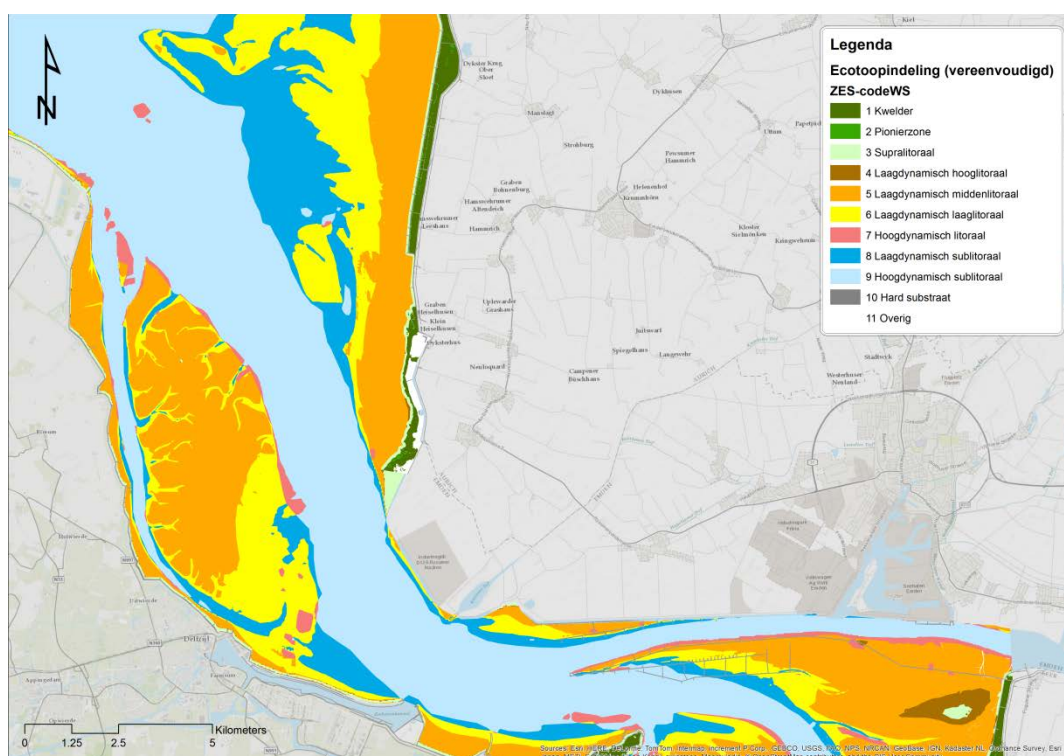


Bijlage E. Vereenvoudigde ecotopenkaarten van de deelgebieden in het Eems-Dollard estuarium (mondingsgebied, middendeel en Dollard).

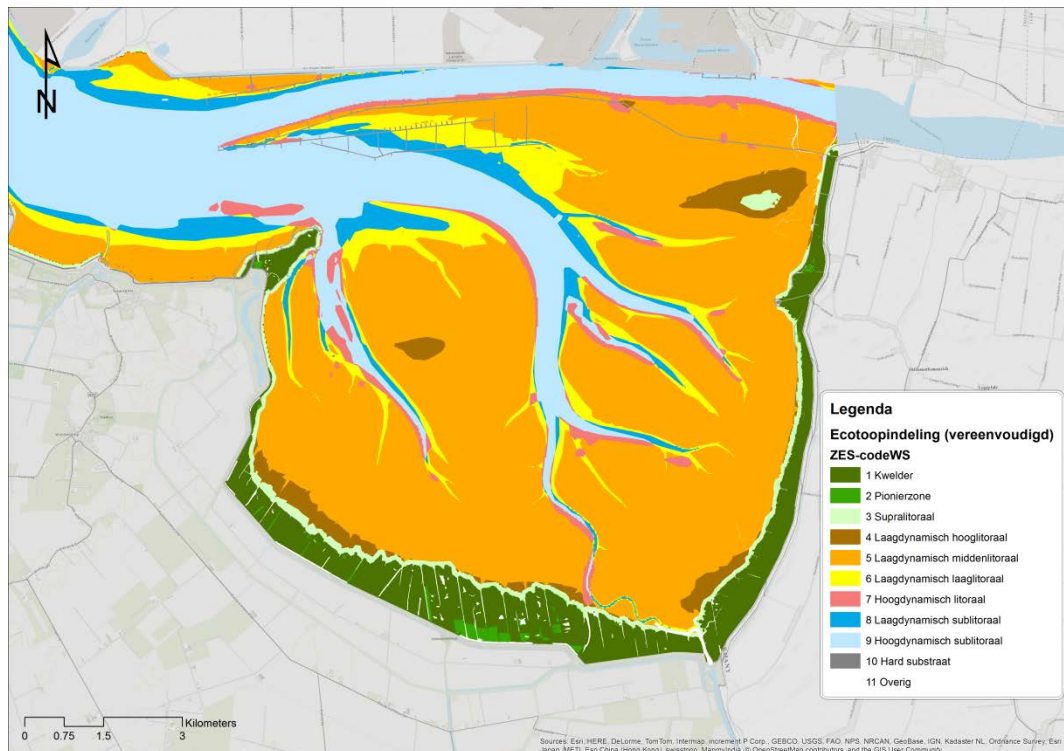
Mondingsgebied:



Middendeel:



Dollard:



Middendeel & Dollard:

