

Indicator	
	Behoud van morfologie en dynamiek
Meting	
	Ontwikkeling van de ecotopen in het Schelde-estuarium
Beleidscontext	
Langetermijnvisie Schelde-estuarium ⁽¹⁾ EU Vogelrichtlijn (79/409/EEG) en EU Habitatrichtlijn (92/43/EEG) ⁽²⁾ EU Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG) ⁽³⁾	
Waarom deze meting?	
<p>De Langetermijnvisie Schelde-estuarium (LTV)⁽¹⁾ beoogt in het streefbeeld voor 2030 een gezond en dynamisch estuarien ecosysteem: 'Als een van de belangrijkste estuaria met een volledig eb- en vloedregime en complete zoet-zoutgradiënt in Europa is het estuariene ecosysteem, met al zijn typische habitats en levensgemeenschappen langs de zoet-zoutgradiënt, behouden en waar mogelijk versterkt.' De effecten van menselijke ingrepen, ten behoeve van de toegankelijkheid en de veiligheid, op het estuariene ecosysteem in het Schelde-estuarium maken de belangrijkste beheers- en beleidskwestie uit met betrekking tot natuurlijkheid.</p> <p>Het opvolgen van de ontwikkelingen in de oppervlakte van ecotopen is hier een nuttig instrument bij. Een ecotoop wordt gedefinieerd als een ruimtelijke eenheid die min of meer homogeen is wat betreft de voornaamste (a)biotische factoren en antropogene invloeden die voor de biota van belang zijn. Planten en dieren hebben namelijk een belangrijke relatie met hun leefomgeving en kunnen alleen voorkomen op plaatsen waar die omgeving aan bepaalde eisen voldoet. Als één van die kenmerken in een gebied verandert, dan zal het gebied tot een andere ecotoop gaan behoren en meer of minder geschikt worden voor de soorten die er al gevestigd waren en eventueel nieuwe soorten gaan aantrekken.</p> <p>Ecologisch waardevol zijn de laagdynamische (met lage stroomsnelheid) ondiepwatergebieden, intergetijdengebieden (slikken, platen) en schorren. Het laagdynamische litoraal (slikken en platen) is doorgaans rijk aan bodemdieren en vormt een belangrijke voedselbron voor vogels, bv. steltlopers. Een grillige waterlijn (de verhouding tussen oppervlakte en omtrek van plaatcomplexen, die onder meer wordt bepaald door het aantal platen of fragmentatie van de plaatcomplexen) is van belang voor steltlopers omdat foerageermogelijkheden groter zijn dan bij een 'gladde' waterlijn. Vooral de gebieden met een middelmatig droogvalpercentage, d.i. het percentage van de tijd dat het slik of de plaat boven water ligt, zijn ecologisch het meest aantrekkelijk. Laagdynamische ondiepwatergebieden zijn essentieel voor de voortplanting en opgroei (kinderkamerfunctie) van vissen en schaal- en weekdieren. Schorren bieden dan weer nestgelegenheid voor vele vogelsoorten. Bovendien fungeren ze als vluchtplaats bij hoog water.</p> <p>Het Schelde-estuarium is van nature een zeer dynamisch systeem dat sterk onder invloed staat van de getijbeweging en variaties in zoutgehalten. Slikken, schorren, platen en geulen zijn constant onderhevig aan veranderingen. Als gevolg van die dynamiek is het moeilijk om systematische veranderingen in de kenmerken van het estuarium, die mogelijk het gevolg zijn van een ingreep te onderscheiden van de natuurlijke variatie van het systeem. De instandhouding van voldoende leefgebieden voor kenmerkende plant- en diersoorten en het behoud van gradiënten zijn voorwaarden voor het duurzaam functioneren van het estuariene voedselweb.</p> <p>Met een 'ecotopenstelsel' of een (hiërarchisch) classificatiesysteem van ecotopen wil men, naast het weergeven van de veranderingen in de verschillende leefgebieden doorheen de tijd, kunnen voorspellen hoe die leefgebieden zullen veranderen bij bepaalde ingrepen in</p>	

het systeem en inschatten welke effecten dat kan hebben op de leefgemeenschappen. Zowel Vlaanderen als Nederland maken werk van een ecotopenstelsel. Op dit moment bestaat er geen algemeen ecotopenstelsel voor het gehele Schelde-estuarium (zie verder).

De ecotopenstelsels van de Westerschelde en Zeeschelde zijn een belangrijk instrument voor het beleid en beheer van het Schelde-estuarium. Ze kunnen gebruikt worden bij het voorbereiden van milieueffectrapportages (MER) en het opvolgen van de doelstellingen van de Langetermijnvisie. Ook voor de Kaderrichtlijn Water⁽²⁾ leveren de ecotopenstelsels cruciale informatie aan bij de beschrijving van de referentiesituatie van de biologische kwaliteitselementen of voor het afbakenen van instandhoudingsdoelstellingen in het kader van de Habitat- en Vogelrichtlijn⁽³⁾.

Streefdoel(en) – streefcijfer(s)

Een toename van de oppervlakte laagdynamisch (met lage stroomsnelheid) ondiep water en intergetijdengebied wordt in meerdere (beleids-)documenten onderschreven als streefdoel. In de huidige vergunning voor het terugstorten van baggerspecie in de Westerschelde⁽⁴⁾, in het kader van de derde verruiming van de vaargeul, staat *‘als gewenste ontwikkeling wordt aangemerkt een geleidelijke toename van de oppervlakte laagdynamisch gebied met 114 ha, binnen 5 jaar na start van de werkzaamheden’*.

In de instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium (Adriaensen *et al.*, 2005)⁽⁵⁾ staat: *‘een bijkomend areaal van minstens 500 ha slik t.o.v. de huidige situatie is langs de Zeeschelde nodig om een goede draagkracht van benthos voor vogels en vis te garanderen’* en *‘tenzij de waterkwaliteit dermate kan worden hersteld dat limitatie van opgelost silicium niet meer optreedt bij diatomeeën, is een extra schorareaal van 1500 ha nodig in de Zeeschelde om aan deze limitatie te verhelpen’*. Ook het aanwijzingsbesluit Westerschelde & Saeftinghe⁽⁵⁾ voorziet een uitbreiding van een aantal Natura 2000 habitattypes zoals ‘estuaria’, ‘zilte pionierbegroeiingen zeekraal’, ‘schorren en zilte graslanden, buitendijks’ voor het behalen van een gunstige staat van instandhouding (zie indicator ‘status van soorten en habitats’).

Op niveau van de individuele waterlichamen zijn ook doelstellingen vastgelegd m.b.t. oppervlakte van leefgebieden (macro-invertebraten, overige waterflora) voor het behalen van de goede ecologische toestand i.k.v. Kaderrichtlijn Water (zie indicator ‘kwaliteit van het oppervlaktewater’).

Parameters

(i)	Ontwikkeling in de oppervlakte van de voornaamste ecotopen in het Schelde-estuarium
(ii)	Ontwikkeling in de ecotopenarealen van de Westerschelde
(iii)	Aantal platen van de plaatcomplexen in de Westerschelde
(iv)	Oppervlakte/omtrek verhouding van de plaatcomplexen in de Westerschelde
(v)	Ontwikkeling in de ecotopenarealen van de Zeeschelde

Ruimtelijk bereik

NL	VL
Westerschelde	Zeeschelde (OMES-segmenten) en getijgebonden zijrivieren

Temporeel bereik (tabeloverzicht in opmerking 6)	
NL	VL
<p>Vereenvoudigde of globale ecotopen: litoraal en supralitoraal (Anon., 2007)⁽⁵⁾: 1959, 1965, 1977, 1988, 1996, 2001, 2004</p> <p>Vereenvoudigde of globale ecotopen: ondiep water en geulen, aantal platen per platencomplex, oppervlakte/omtrek verhouding per platencomplex (Anon., 2007)⁽⁵⁾: 1959, 1962, 1965, 1969, 1974, 1977, 1982, 1988, 1992, 1996, 2000, 2004</p> <p>ZES.1 ecotopen (Bouma <i>et al.</i>, 2005)⁽⁵⁾: 1996 - 2001 - 2004</p>	<p>Slik en schor (Adriaensen <i>et al.</i>, 2005)⁽⁵⁾: 1850, 1950, 1990, 2004</p> <p>Sublitoraal (Adriaensen <i>et al.</i>, 2005)⁽⁵⁾: 1990, 2004</p> <p>Sublitoraal Beneden-Zeeschelde (Van Braeckel <i>et al.</i>, 2006)⁽⁵⁾: 1930, 1950, 1960, 1970, 1980, 1990, 2000</p>
Databronnen NL	
<p>Data- eigenaar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rijkswaterstaat (RWS) <p>Contactpersonen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Dick de Jong (dick.j.de.jong@rws.nl), ecologisch/morfologisch adviseur - Jelmer Cleveringa (cleveringa@alkyon.nl) <p>Toegankelijkheid:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Data op te vragen bij aangegeven contactpersonen - Data vereenvoudigde of globale ecotopen in gepubliceerde vorm beschikbaar: MER verruiming vaargeul, achtergronddocument morfologische ontwikkeling Westerschelde (Anon., 2007)⁽⁵⁾ <p>Formaat:</p> <p><i>ZES.1 ecotopenstelsel:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Shapefiles ecotopenkaarten - MS Excel: berekende oppervlakten van ecotopen <p><i>Vereenvoudigd ecotopenstelsel:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - MS Excel: berekende oppervlakten, aantal platen per platencomplex, oppervlakte/omtrek verhouding per platencomplex 	
Databronnen VL	
<p>Data- eigenaar:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) <p>Contactpersoon:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Alexander Van Braeckel (alexander.vanbraeckel@inbo.be) <p>Toegankelijkheid:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Data op te vragen bij aangegeven contactpersoon 	

<ul style="list-style-type: none"> - Data in gepubliceerde vorm beschikbaar: Adriaensen <i>et al.</i> (2005) en Van Braeckel <i>et al.</i> (2006)⁽⁵⁾ <p>Formaat:</p> <p><i>Ecotopen (slik, schor, subtidaal) uit Adriaensen et al., 2005⁽⁵⁾:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - PDF door VLIZ omgezet naar MS Excel <p><i>Sublitorale ecotopen uit Van Braeckel et al., 2006⁽⁵⁾:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - MS Excel: berekende oppervlakten <p><i>Ecotopenkaart (2004):</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Shapefile 		
Methodologie parameter (i)		
1	Ga na welke datareeks(en), met oppervlaktegegevens van de ecotopen in het Nederlandse en Vlaamse deel van Schelde-estuarium, de langste tijdsperiode omvatten.	Een overzicht van de verschillende datareeksen is weergegeven in tabel 1 ⁽⁶⁾ . De geselecteerde datareeksen zijn aangeduid in blauw.
2	Ga voor de geselecteerde datareeksen uit stap 1 na, voor welke jaren (jaargroepen) gegevens kunnen worden samengeteld (rekening houdend met de vergelijkbaarheid van methode en berekeningswijze).	Een overzicht van de verschillende datareeksen is weergegeven in tabel 1 ⁽⁶⁾ . De geselecteerde jaren (jaargroepen) zijn aangeduid in groen: de jaren '50, eind de jaren '80 en 2004
3	Ga voor de geselecteerde datareeksen uit stap 1 na, op welk aggregatieniveau (of ecotoopgroep) de verschillende ecotopen (kaartlegenda) moeten worden samengeteld. Dit wordt bepaald door de datareeks met het hoogste aggregatieniveau.	Een overzicht van de verschillende ecotopen (kaartlegenda) in de datareeksen is weergegeven in tabel 2 ⁽⁷⁾ . De ecotoopgroepen die werden gekozen voor het invullen van parameter (i) zijn: slik (en platen), schor en sublitoraal
4	Tel, per geselecteerd(e) jaar(groep) uit stap 2, de oppervlaktegegevens van de ecotopen in elke geselecteerde ecotoopgroep uit stap 3, samen. Op deze manier wordt 1 waarde per ecotoopgroep per jaar(groep) bekomen voor het volledige Schelde-estuarium.	<u>Ontwikkeling in de oppervlakte van de voornaamste ecotopen (slik en platen, schor, sublitoraal) in het Schelde-estuarium.</u>
Methodologie parameter (ii en v)		
1	Kies voor het weergeven van een trend, de datareeksen, met oppervlaktegegevens van de ecotopen in het Nederlandse en Vlaamse deel van Schelde-estuarium, die de langste tijdsperiode omvatten.	(ii) <u>Ontwikkeling in de ecotopenarealen van de Westerschelde</u> (op basis van anon., 2007) ^(5, 6, 7) (v) <u>Ontwikkeling in de ecotopenarealen van de Zeeschelde</u> (op basis van Adriaensen <i>et al.</i> , 2005) ^(5, 6, 7)
2	Kies voor het weergeven van de meest recente situatie, de ecotopenkaart, met de meest gedetailleerde ecotopenklassen in het Nederlandse en Vlaamse deel van Schelde-estuarium.	(ii) <u>Ecotopenkaart van de Westerschelde</u> (op basis van Bouma <i>et al.</i> , 2005) ^(5, 6, 7) (iii) <u>Ecotopenkaart van de Zeeschelde</u> (op basis van Van Braeckel <i>et al.</i> , 2006) ^(5, 6, 7)

Methodologie parameter (iii en iv)	
1	<p>Verzamel de gegevens over het aantal platen en de oppervlakte/omtrek verhouding van de plaatcomplexen in de Westerschelde</p> <p>(iii) <u>Aantal platen van de plaatcomplexen in de Westerschelde</u> (op basis van anon., 2007)⁽⁵⁾</p> <p>(iv) <u>Oppervlakte/omtrek verhouding van de plaatcomplexen in de Westerschelde</u> (op basis van anon., 2007)⁽⁵⁾</p>
Betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van data en methodologie	
<p>De indeling van de ecotopenstelsels^(8,9) is een typologie. Afhankelijk van de vraag wordt op basis van deze typologie een kaartlegenda gemaakt. In extremo kan die alle typen bevatten uit de typologie, maar in de praktijk zal er een bepaalde samenvoeging worden uitgevoerd waarbij een beperkt aantal legenda-eenheden wordt gepresenteerd.</p> <p>Op dit moment bestaat er geen generiek ecotopenstelsel voor het Schelde-estuarium. Voor het schor is hier een eerste aanzet toe gebeurd in 2008 (Van Braeckel <i>et al.</i>, 2008)⁽⁵⁾. Om de ontwikkeling in de oppervlakte van ecotopen in het volledige Schelde-estuarium in deze meting na te gaan, werden daarom heel wat ecotopen (kaartlegenda) uit de typologie van de verschillende 'ecotopenstelsels' samengenomen onder één 'ecotoopgroep' (beperkt aantal legenda-eenheden). Hierbij primeerde het opstellen van een vergelijkbare tijdsreeks (zie methodologie parameter (i)).</p> <p>Voor de Westerschelde werd hiervoor beroep gedaan op de vereenvoudigde ecotopen die werden afgebakend in het kader van de MER verruiming vaargeul (Anon., 2007)⁽⁵⁾. Het huidige ZES.1 ecotopenstelsel voor brakke en zoute rijkswateren (Bouma <i>et al.</i>, 2005)⁽⁵⁾ is echter gedetailleerder (zie tabel 2). Figuur 1 geeft aan waar de verschillen liggen tussen beide stelsels. Zowel ZES.1 als de vereenvoudigde ecotopenkaarten maken gebruik van waterstanden, geomorfologie en bodemligging. ZES.1 maakt daarenboven gebruik van stroomsnelheden en saliniteitsgegevens en is nauwkeuriger. De absolute getallen van oppervlakten zullen daarom verschillen in beide stelsels, maar de trends in de ontwikkelingen zijn wel goed vergelijkbaar.</p> <p>Voor de Zeeschelde werd beroep gedaan op de oppervlakten van ecotopen die werden bepaald in Adriaensen <i>et al.</i> (2005)⁽⁵⁾ en aanvullende gegevens over de sublitorale ecotopen uit Van Braeckel <i>et al.</i> (2006)⁽⁵⁾. Op dit moment wordt werk gemaakt van meer gedetailleerde en accuratere gegevens met betrekking tot de ecotopen van de Zeeschelde.</p> <p>De ecologische relevantie en validatie van de opgestelde ecotopengrenzen (zowel voor Zeeschelde als voor Westerschelde) dient nog verder onderzocht te worden. Ecotopen(klassen) krijgen pas echt betekenis als ze ook daadwerkelijk de levensgemeenschappen weergeven die daarbij horen. De afbakening van ecotopen, zoals deze nu voorligt, kan met andere woorden veranderen naarmate de kennis vordert. Verschillende studies dragen bij aan het verder ontwikkelen, calibreren en valideren van de ecotopenstelsels.</p> <p>Het doel van het project 'Habitatmapping Westerschelde' (Ysebaert <i>et al.</i>, 2009) was te komen tot een classificatie van ondiepe subtidale gebieden in de Westerschelde volgens hun ecologische kenmerken. De hieruit voortvloeiende habitatkaart werd vergeleken met de ZES.1 ecotopenkaart uit 2004. Beide kaarten komen slechts gedeeltelijk overeen in die zin dat de kleine delen van het studiegebied die op de ecotopenkaart laagdynamisch worden genoemd, niet steeds overeenkomen met een 'ecologisch rijke bodemdierengemeenschap' (10 van de 16 bemonsteringslocaties). Hierbij dient echter opgemerkt dat het studiegebied gelegen was ter hoogte van de Plaat van Walsoorden, en het belangrijk is om te onderzoeken of de hier gevonden relaties ook geldig zijn in andere delen van de Westerschelde (representativiteit). Daarnaast werden data uit 2007-2008 vergeleken met de ecotopenkaart van 2004, wat ook van invloed kan zijn. De aanbevelingen uit deze studie met betrekking tot het ecotopenstelsel van de Westerschelde zijn opgenomen in opmerking</p>	

10.

Het onderzoek van Van Wesenbeeck *et al.* (2010) gaf aan dat vooral zoutgehalte, op de voet gevolgd door stroomsnelheid, verklarend zijn voor de soortensamenstelling van bodemdieren. Slibgehalte en diepte blijken van minder belang als verklarende parameters. De waarden van de abiotische parameters die nu worden gebruikt voor het onderscheiden van verschillende ecotopen in het ZES.1 liggen meestal redelijk in de buurt van de waarden die uit de analyse van de benthos data en abiotische data in dit onderzoek werden vastgesteld. De conclusies uit deze studie zijn opgenomen als opmerking 11.

Uitwerking van de meting: verbetering en toekomst

Zoals eerder vermeld, is er geen algemeen ecotopenstelsel voor het gehele Schelde-estuarium. Vlaanderen en Nederland hebben in een gezamenlijk overleg (november 2009) besloten dat het Vlaamse ecotopenstelsel, met bijhorende indelingskenmerken (zie tabel 3 en 4)⁽⁸⁾, voortaan zal reiken van Gent tot Doel en het Nederlandse stelsel (ZES.1, zie tabel 5 en 6 en figuur 1)⁽⁹⁾ zal reiken van Doel tot Vlissingen. Deze grens wordt gefundeerd vanuit de overgang van het zout gedomineerde deel van het estuarium met slikken en platen naar het zoet gedomineerde deel van het estuarium met alleen slikken.

In Nederland is ook een eerste aanzet gebeurd voor de ontwikkeling van een pelagisch ecotopenstelsel (Bouma *et al.*, 2002)⁽¹²⁾ waarmee aan de hand van abiotische omgevingsfactoren verschillende typen waterkolommen in kaart kunnen worden gebracht. De indeling van het pelagische ecotopenstelsel is gebaseerd op het voorkomen van ecologische processen en organismen in de waterkolom. Hierbij moet rekening worden gehouden met factoren die niet naar voren komen in een 'bentisch' ecotopenstelsel, zoals het ZES.1, gebaseerd op ecologische processen en het voorkomen van organismen in en vlak boven de bodem. Watermassa's zijn in getijgebonden wateren voortdurend in beweging.

Actualisatie- inspanning

De ZES.1 ecotopenkaart voor de Westerschelde wordt tweejaarlijks geproduceerd in het kader van de monitoring van de derde verruiming. De kaart voor 2008 is in opmaak en wordt nog in 2010 verwacht.

Het aantal platen van de plaatcomplexen in de Westerschelde en de oppervlakte/omtrek verhouding van de plaatcomplexen in de Westerschelde kunnen in de toekomst (mogelijk) op basis van het ZES.1 berekend worden.

Het Vlaamse ecotopenstelsel is volop in ontwikkeling en meer gedetailleerde ecotopenoppervlaktes (op lager niveau) worden verwacht in 2010. Voorgesteld wordt om de ecotopenkaart om de 3 jaar te maken voor de Beneden-Zeeschelde en om de 6 jaar voor de Boven-Zeeschelde, Rupel, Durme en bovenlopen.

Opmerkingen

(1)

Directie Zeeland; Administratie Waterwegen en Zeewezen (2001). Langetermijnvisie Schelde-estuarium. Ministerie van Verkeer en Waterstaat. Directoraat-Generaal Rijkswaterstaat. Directie Zeeland/Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap. Departement Leefmilieu en Infrastructuur. Administratie Waterwegen en Zeewezen: Middelburg, The Netherlands. 86 pp. + toelichting 98 pp., [details](#)

(2)

Kaderrichtlijn Water (Richtlijn 2000/60/EG)
http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

(3)

Habitatrichtlijn (Richtlijn 92/43/EEG)
http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/habitatsdirective/index_en.htm

Vogelrichtlijn (Richtlijn 79/409/EEG)

http://ec.europa.eu/environment/nature/legislation/birdsdirective/index_en.htm

(4)

Ministerie van Verkeer en Waterstaat, Rijkswaterstaat. 6 april 2009. Westerschelde. Vergunning voor het storten van bodemmateriaal. Beschikking 8500187272/D00994117 RWS-Zld

<http://www.verruimingvaargeul.nl/www/fileLib/userFiles/File/vergunning%20WBR.pdf>

Wetsteijn, B. et al. (2007). Monitoring van de effecten van de verruiming 48'/43': MOVE-rapport 9, deel II: Biologische en chemische hypothesen 2006 : Onderliggende rapportage bij MOVE rapport 10 Eindrapportage 2006. MOVE Hypothesendocument Deel II : Biologische en chemische hypothesen. Werkdocument RIKZ: Middelburg, the Netherlands, details

(5)

Adriaensen, F.; Van Damme, S.; Van den Bergh, E.; Van Hove, D.; Brys, R.; Cox, T.; Jacobs, S.; Konings, P.; Maes, J.; Maris, T.; Mertens, W.; Nachtergale, L.; Struyf, E.; Van Braeckel, A.; Meire, P. (2005). Instandhoudingsdoelstellingen Schelde-estuarium. *Report Ecosystem Management Research Group ECOBE*, 05-R82. Universiteit Antwerpen: Antwerpen, Belgium. 249 + bijlagen pp., [details](#)

Anon. (2007). Milieueffectrapport Verruiming vaargeul Beneden-Zeeschelde en Westerschelde; Achtergronddocument Morfologische ontwikkeling Westerschelde; Fenomenologisch onderzoek naar de ontwikkelingen op meso-schaal. Rijkswaterstaat Zeeland/Departement Mobiliteit Openbare Werken. Afdeling Maritieme Toegang: Middelburg/Antwerpen. 102 pp., [details](#)

Bouma, H.; de Jong, D.J.; 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. LnO drukkerij/uitgeverij: Middelburg, the Netherlands. 156 pp., [details](#)

Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (2009). Natura 2000-gebied Westerschelde & Saeftinghe. Programmadirectie Natura 2000[S.I.]. 139 pp., [details](#)

Van Braeckel, A.; Piesschaert, F.; Van den Bergh, E. (2006). Historische analyse van de Zeeschelde en haar getijgebonden zijrivieren: 19e eeuw tot heden. *Rapport INBO*, 2006.29. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek: Brussel, Belgium. 143 pp., [details](#)

Van Braeckel, A.; Vandevoorde, B.; Van den Bergh, E. (2008). Schorecotopen van de Schelde: Aanzet tot de ontwikkeling van één schorecotopenstelsel voor Vlaanderen en Nederland. Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek. 54 pp., [details](#)

(6)

Tabel 1: Overzicht van databeschikbaarheid met betrekking tot ecotopenarealen in het Schelde-estuarium. De tijdsreeksen die werden gekozen voor het invullen van parameter (i) zijn aangeduid in blauw. De geselecteerde jaren (jaargroepen) zijn aangeduid in groen.

Jaar	Westerschelde			Zeeschelde		Beneden-Zeeschelde
	Vereenvoudigde ecotopen (Anon., 2007) Slik & platen - schor	Vereenvoudigde ecotopen (Anon., 2007) Sublitoraal	ZES.1 ecotopen (Bouma et al., 2005)	(Adriaensen et al., 2005) Slik - schor	(Adriaensen et al., 2005) Sublitoraal	(Van Braeckel et al., 2006) Sublitoraal
1850				x		
1930						x
1950				x		x
1959	x	x				
1960						x
1962		x				
1965	x	x				
1969		x				
1970						x
1974		x				

1977	x	x				
1980						x
1982		x				
1988	x	x				
1990				x	x	x
1992		x				
1996	x	x	X			
2000		x	X			x
2001	x					
2004	x	x	X	x	x	

(7) **Tabel 2:** Overzicht van de verschillende ecotopen (kaartlegenda) in de datareeksen voor het Schelde-estuarium. De ecotoopgroepen (beperkt aantal legenda-eenheden) die werden gekozen voor het invullen van parameter (i) zijn aangeduid in kleur en benoemd in de linkse kolom.

IDO- Schelde Ecotoop-groepen	Vereenvoudigde ecotopen (Anon., 2007)	Ecotopen Zeeschelde (Adriaensen <i>et al.</i> , 2005; Van Braeckel <i>et al.</i> , 2006)	ZES.1 ecotopen (Bouma <i>et al.</i> , 2002)			
			Brak en zout	hardsubstraat	steen	
	Veenbanken		Brak en zout	hardsubstraat	veen	
Sublitoraal			Brak en zout	sublitoraal	hoogdynamisch	
	Geul (< NAP - 5m)	Diep sublitoraal (< 5 m beneden GLWS)	Brak en zout	sublitoraal	laagdynamisch	diep (< 5 m beneden GLWS)
	Ondiep water (NAP - 2m tot NAP - 5m)	Matig diep sublitoraal (5 m beneden GLWS - 2 m beneden GLWS)	Brak en zout	sublitoraal	laagdynamisch	ondiep (5 m beneden GLWS - GLWS)
		Ondiep sublitoraal (2 m beneden GLWS - GLWS)				
Slik en platen	Hoogdynamisch slik/plaat (0 - 100% droogvallen)	Slik	Brak en zout	litoraal	hoogdynamisch	
	Laagdynamisch slik/plaat (0 - 30% droogvallen)		Brak en zout	litoraal	laagdynamisch	laag (GLWS - 75%)
			Brak en zout	litoraal	laagdynamisch	laag (GLWS - 75%)
	Laagdynamisch slik/plaat (30 - 70% droogvallen)		Brak en zout	litoraal	laagdynamisch	midden (75 - 25% overspoelen)
			Brak en zout	litoraal	laagdynamisch	midden (75 - 25% overspoelen)
	Laagdynamisch slik/plaat (70 - 100% droogvallen)		Brak en zout	litoraal	laagdynamisch	hoog (25% - GHWD)
			Brak en zout	litoraal	laagdynamisch	hoog (25% - GHWD)
	Laagdynamisch slik/plaat (geen droogval% beschikbaar)					
			Brak en zout	supralitoraal	onbegroeid	
Schor	Primair schor en spartinapollen	Schor	Brak en zout	supralitoraal	schor	pionier
	Schor		Brak en zout	supralitoraal	schor	schor
	Overige (duinen, hard substraat en overige antropogeen)		Brak en zout	supralitoraal	rest	

(8)

Tabel 3: Indelingskenmerken voor het ecotopenstelsel van de Zeeschelde. GLWS = gemiddeld laagwater bij springtij, GHWD = gemiddeld hoogwater bij doortij, GHWS = gemiddeld hoogwater bij springtij. *Zie bron: Van Braeckel *et al.*, 2006⁽⁵⁾

Indelingskenmerk	Klasse	Klassegrens
Saliniteit en verblijftijd	Mesohalien	> 3 g Cl ⁻ /l
	Oligohalien	0.3-3 g Cl ⁻ /l
	Zoet lange verblijftijd*	< 0.3 g Cl ⁻ /l
	Zoet korte verblijftijd*	< 0.3 g Cl ⁻ /l
Diepte 1	Sublitoraal	<GLWS
	Litoraal (slik)	GLWS-GHWD
	Supralitoraal (schor)	>GHWD
	Supralitoraal (Vloeisysteem)	Variabel getijregime
	Hoogwatervrij	<5 x overspoeld per jaar of binnendijks
Diepte 2		
Sublitoraal (diepte)	Diep	Meer dan 5 m onder GLWS
	Matig diep	2 tot 5 m onder GLWS
	Ondiep	2 m onder GLWS tot GLWS
Litoraal (overspoelingsduur)	Laag	GLWS-75%
	Middel	25-75%
	Hoog	0-25%
Supralitoraal (overspoelingsfrequentie HW)	Lage Pionierzone	>80%
	Hoge Pionierzone	45-80%
	Schorzone	< 45%
Substraat	Hard	
	Zacht	
Dynamiek	Hoogdynamisch	Goed ontwikkelde ribbelpatronen
	Laagdynamisch	
Natuurlijkheid	Natuurlijk	
	Antropogeen	
Vegetatiestructuur/ successiestadium	Grasland	
	Ruigte	
	Struweel	>50% houtige opslag
	Bos	

Tabel 4: Schematisch overzicht van de onderscheiden ecotopen in de Zeeschelde en hun codes. Alle ecotopen behalve deze van de hoogwatervrije zones krijgen nog een prefix die hun positie binnen de saliniteitsgradiënt van het estuarium aangeeft: m (mesohalien of brak), o (oligohalien of zwak brak), l (zoet lange verblijftijd) en k (zoet korte verblijftijd). Ecotopen die theoretisch kunnen voorkomen, worden in de rechterkolom in het groen aangegeven; indien de combinatie van de verschillende indelingskenmerken tot een onbestaand ecotoop leidt, is dat in het grijs aangegeven (bijvoorbeeld wilgenstruwelen in de mesohaliene zone). Bron: Van Braeckel *et al.*, 2006⁽⁵⁾

1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	Opmerking	codes	Prefix								
						m	o	l	k					
sublitoraal	Diep					.S	d							
	Matig diep					.S	m							
	Ondiep					.S	o							
Slik	Laag	hard	natuurlijk			.L	lhn							
			antropogeen			.L	lha							
		zacht	hoogdynamisch	Event. toevoeging 3 of 2: 3D en 2D ribbels			.L	lzh						
	Middel	hard	natuurlijk				.L	mhn						
			antropogeen			.L	mha							
		zacht	hoogdynamisch	Event. toevoeging 3 of 2: 3D en 2D ribbels			.L	mzh						
	Hoog	hard	natuurlijk				.L	hhn						
			antropogeen			.L	hha							
		zacht	hoogdynamisch	Event. toevoeging 3 of 2: 3D en 2D ribbels			.L	hzh						
				laagdynamisch	Event.toevoeging a en r als slibarm en slibrijk			.L	hzl					
	Schor	Lage Pionierzone					.C	i						
		Hoge Pionierzone	grasland	beheerd			.C	hgc						
structuurrijk						.C	hqs							
ruigte			homogeen			.C	hrh							
			structuurrijk			.C	hrs							
riet						.C	hp							
Struweel		wilg				.C	hsw							
		gemengd				.C	hsg							
Bos		Natuurlijk	zachthoutoobos				.C	hbnz						
				Hardhoutoobos			.C	h						
			Productie	wijmenbos			.C	w						
			populierenaanplant			.C	hbcp							
			hardhoutproductiebos			.C	hbch							
Schorzone		grasland	beheerd				.C	cgc						
			structuurrijk			.C	cgs							
	ruigte	homogeen			.C	crh								
		structuurrijk			.C	crs								
	riet				.C	cp								

1 ^e	2 ^e	3 ^e	4 ^e	Opmerking	codes	m	o	l	K
		Struweel	wilg		.C csw				
			gemengd		.C csg				
		Bos	Natuurlijk	zachthoutooibos	.C cbnz				
				Hardhoutooibos	.C cbnh				
			Productie	wijmenbos	.C cbcw				
				populierenaanplant	.C cbcp				
				hardhoutproductiebos	.C cbch				
vloeisysteem		akker			.V k				
		grasland	beheerd		.V gc				
			structuurrijk		.V gs				
		ruigte	homogeen		.V rh				
			structuurrijk		.V rs				
		Struweel	wilg		.V sw				
			gemengd		.V sg				
		Bos	Natuurlijk	zachthoutooibos	.V bnz				
				Hardhoutooibos	.V bnh				
			Productie	wijmenbos	.V bcw				
				populierenaanplant	.V bcp				
				hardhoutproductiebos	.V bch				
hoogwatervrij		antropogeen			H a				
		akker			H k				
		grasland			H g				
		ruigte			H r				
		Struweel			H s				
		Bos			H b				
Aquatisch	nevengeul				.Q n				
	kreek				.Q k				
	strang/grote kreek	Actief			.Q s				
	plas				.Q p				
	getijdebeek				.Q b				
	dok				.Q d				

(9)

Tabel 5: Variabelen en Klassengrenzen voor het ZES.1 ecotopenstelsel, het op dit moment meest gebruikte ecotopenstelsel voor de Westerschelde. Bron: Bouma *et al.*, 2005 (zie opmerking 5)

variabelen	klassen	klassegrenzen
1 <i>gemiddelde zoutgehalte en zoutvariatie</i>	weinig variabel brak weinig variabel zout variabel brak/zout	5,4 - 18 en variatie \leq 100% > 18 en variatie \leq 100% > 5,4 en variatie > 100%
2 <i>substraat 1</i>	hard substraat zacht substraat	steen, hout, veen etc. sediment
3 <i>diepte 1</i>	sublitoraal litoraal supralitoraal	< GLWS (permanent onder water) GLWS - GHWD (elk tij overspoeld) > GHWD (niet elk tij overspoeld)
4 <i>hydrodynamiek*</i> strijklengte (kusten) lineaire stroomsnelheid (sublitoraal en litoraal) orbitaalsnelheid (litoraal + supralitoraal)	hoogdynamisch (golven) hoogdynamisch (stroming) laagdynamisch (stroming) stagnant (geen stroming) hoogdynamisch (golven) laagdynamisch (golven) hoogdynamisch	Noordzeekust Klassegrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Theoretisch ligt de grens bij 0,8 m/s zijnde de grens waarop megaribbels ontstaan 0 m/s Klassegrenzen zijn afhankelijk van gebruikt model. Uit resultaten tot nu toe blijkt onderstaande grens goed werkbaar > 0,2 m/s

geomorfologie** (litoraal)	laagdynamisch (golven)	< 0,2 m/s	
	hoogdynamisch	megaribbels, hoogdynamisch vlak, veen/kleibank, ruggen laagdynamisch vlak, kwelder/schor	
	laagdynamisch		
5 diepte 2 (diepte, overspoeling) sublitoraal (diepe)	zeer diep – kans op stratificatie	Noordzee: > 30 m Grevelingenmeer: > 15 m Veerse Meer: > 10 m	
	diep - ongestratificeerd	Noordzee: 20-30 m Grevelingenmeer: 5-15 m Veerse Meer: 5-10 m overige watersystemen: > 5 m - GLWS	
	ondiep	Noordzee: 20 m tot GLWS overige watersystemen: 5 m- GLWS tot GLWS	
	litoraal (overspoelingsduur)	laag litoraal (lang) middelhoog litoraal (midden) hoog litoraal (kort)	GLWS - 75 % 75 - 25 % 25 % - GHWD
supralitoraal (overspoelingsfrequentie of vegetatie zones)	pionierzone en potentiële pionierzone lage kwelder/schor middelhoge kwelder/schor hoge kwelder/schor	GHWD tot > 300 keer per jaar 300 - 150 keer per jaar 150 - 50 keer per jaar 50 - 5 keer per jaar	
6 substraat 2 (sedimentsamenstelling) mediane korrelgrootte	Slibrijk fijn zand grof zand grind	Mediaan	slib(< 63 µm)
		-	≥25%#
		≤250 µm	< 25%
		250 - 2000 µm	< 25%
		>2000 µm	< 25%
		(#: Noordzee 10% i.p.v. 25%)	

* De variabele hydrodynamiek bestaat uit drie variabelen die gelden voor de verschillende watersystemen of gebieden.

** Geomorfologie: deze variabele kan worden gebruikt als alternatief voor lineaire stroomsnelheid en orbitaalsnelheid in de droogvallende delen.

Enkele definities:

gemiddelde zoutgehalte =

het gemiddelde zoutgehalte bij hoog water over een jaar met een gemiddelde zoetwateraanvoer (m.n. rivierafvoer)

zoutvariatie =

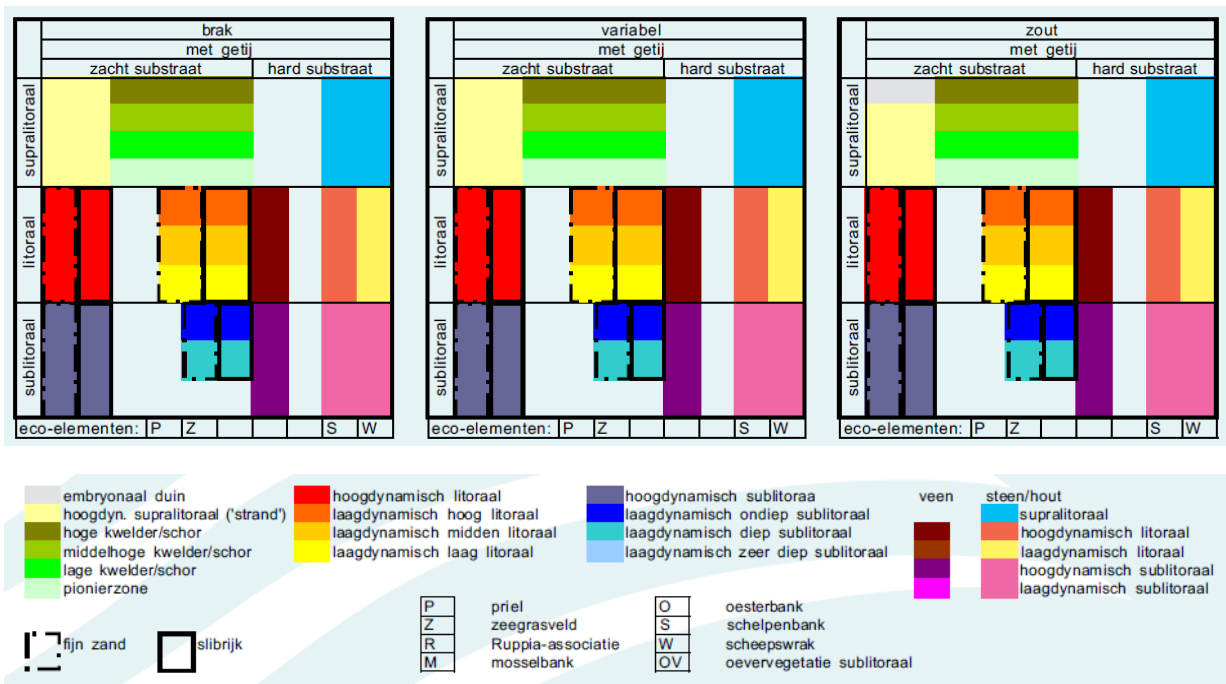
de zoutvariatie is $[(4 \times \text{standaarddeviatie zoutgehalte}) / \text{gemiddelde zoutgehalte}] \times 100\%$, berekend over dezelfde gegevens als gebruikt voor het zoutgehalte

lineaire stroomsnelheid =

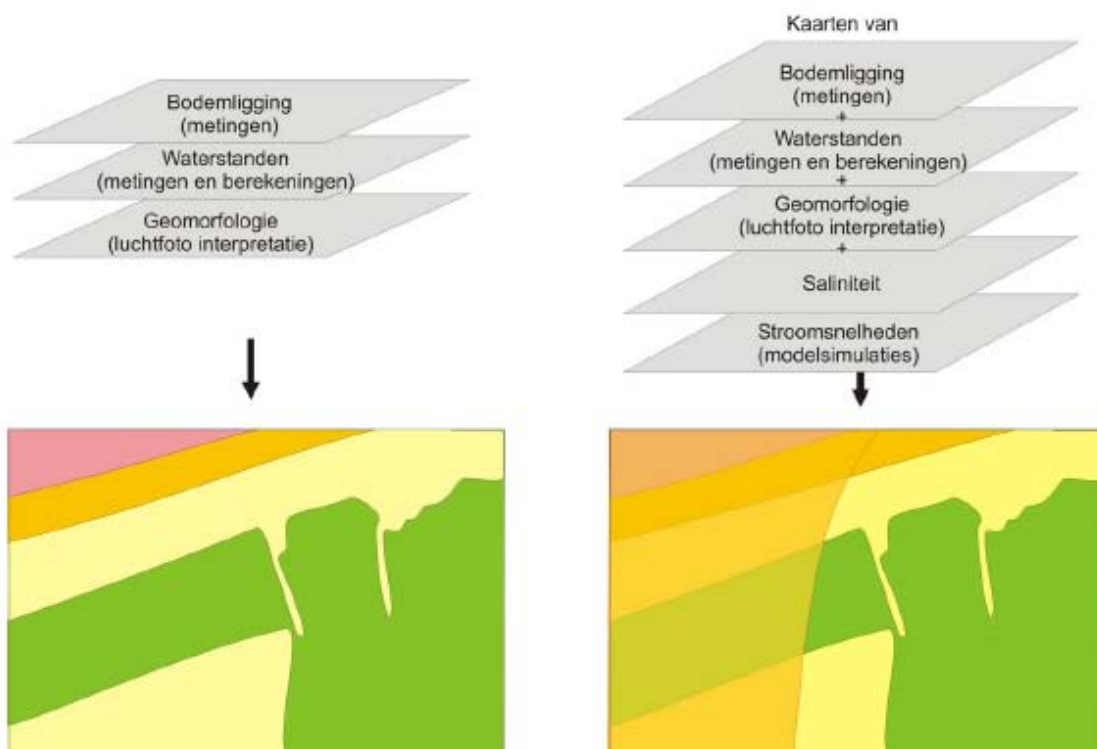
de maximale lineaire stroomsnelheid tijdens springtij ongeacht eb of vloed bij gemiddelde stormomstandigheden (frequentie 1 x per jaar)

orbitaalsnelheid =

de maximale orbitaalsnelheid bij gemiddeld springtij en stormomstandigheden (frequentie 1 x per jaar)



Figuur 1: Ecotopenmondriaan voor de Westerschelde, die de opbouw van de ecotopenkaarten uit het ZES.1, schematisch weergeeft. Bron: Bouma *et al.*, 2005 (zie opmerking 5)



Figuur 2: Illustratie van de totstandkoming van de verschillende ecotopenkaarten. Links: vereenvoudigde of globale ecotopen (Anon., 2007), rechts: ZES.1 ecotopen (Bouma *et al.*, 2005). Bron: Anon. (2007) (zie opmerking 5)

(10)

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

Aanbevelingen met betrekking tot ecotopen

Een belangrijke aanvulling die uit deze studie naar voren komt is de andere invulling voor hydrodynamiek. De tijdsduur dat een bepaalde stroomsnelheid overschreden wordt gedurende een getijcyclus is een parameter die in deze studie beter de variatie binnen het macrobenthos verklaart dan maximale stroomsnelheid. Dit is ook niet geheel onlogisch. De tijdsduur geeft immers een maat die iets zegt over hoe lang een bepaald sediment in beweging kan zijn, en zegt dus meer over "dynamiek" en het effect op bodemdieren dan enkel de stroomsnelheid. Uiteraard bestaat er een zekere relatie tussen beide parameters. Het gebruik van deze parameter, net als de stroomsnelheid af te leiden uit hydrodynamische modellen, binnen het ecotopenstelsel dient nader onderzocht te worden, ondermeer door te kijken in hoeverre eenzelfde relatie gevonden wordt in andere gebieden van de Westerschelde (zie verder).

Voor het bepalen waar het ene ecotoop overgaat in het andere dienen er klassengrenzen gedefinieerd te worden. Idealiter is er een criterium, gebaseerd op analyse van monsters, dat een optimale scheiding mogelijk maakt tussen twee types gemeenschappen, gebaseerd op fysisch-morfologische variabelen. Tot nu toe was dergelijk criterium nog niet voorhanden, en berustte het bepalen van variabelen en het vaststellen van klassengrenzen in het ZES.1 voornamelijk op empirische informatie. In deze studie hebben we een methode ontwikkeld die een biologische dataset op basis van één of meerdere omgevingsvariabelen (bijv. diepte) in twee delen opsplijt, waarbij het verschil tussen de twee groepen maximaal is, vergeleken met de variantie die binnen de groepen overblijft. Deze methode moet verder uitgebreid en onderzocht worden op zijn bruikbaarheid naar de volledige Westerschelde (zie verder). De methode laat toe om op een eenduidige manier veranderingen in de morfologie/dynamiek van het systeem door te vertalen naar hun mogelijke ecologische effecten, al zal deze vertaling natuurlijk altijd moeten worden gevalideerd aan de hand van nieuwe veldwaarnemingen. Tevens hebben wij een variabele "ecologische rijkdom" gecreeerd om het verschil tussen twee groepen data te bepalen. Deze variabele is een combinatie van het aantal soorten, totale densiteit en totale biomassa. Hiermee wordt een variabele bekomen die de belangrijke kenmerken van een bodemdiergemeenschap samenvat en die uitschieters in een bepaalde variabele (bijv. zeer hoge biomassa op een bepaalde locatie door één groot individu) afvlakt. De bruikbaarheid van deze variabele dient nader onderzocht te worden en er moet gekeken worden of de variabele nog moet uitgebreid worden met een maat voor de soortensamenstelling.

Er is nagenoeg geen kennis voorhanden in hoeverre de ecotoopindeling zoals die nu gehanteerd wordt ook onderscheidend is voor vissen en garnalen. De inspanning geleverd binnen de huidige onderzoeksopdracht laat niet toe hierover gegronde uitspraken te doen, wegens de (te) grote variabiliteit tussen de verschillende vistrekken. Wel is het duidelijk dat een grote ruimtelijke variatie aanwezig is, maar waarom juist bepaalde gebieden "rijker" zijn dan andere, is moeilijk te verklaren. Dit verdient nadere aandacht.

(11)

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., [details](#)

Conclusions

Looking back at questions asked in the introduction of this study, compact answers are formulated:

1. Which environmental variables and in what order, influence benthic species composition?

- a. Salinity*
- b. Current velocity*
- c. Silt content*
- d. Depth*

2. Is this in agreement with the variables and their order used in the ZES.1?

More or less, but the ZES.1 defines different depth classes at two separate levels. The first

level where depth is introduced follows directly after salinity. However, we find a larger importance of current velocity, which is confirmed by other studies. Therefore, it is advisable to improve data on current velocities, by improving models and by executing field measurements. To a large extent this is already happening. However, the next step should be to evaluate the effect of new data on species composition, this new data should be evaluated in relation to benthic species composition.

3. Can we determine quantitatively the optimal values for abiotic conditions to divide data into separate groups (or habitats)?

Yes. We used a method similar to Ysebaert et al. (2009) to quantify the best value for splitting between distinct classes of environmental conditions.

4. Are these splitting values in agreement with values used in the ZES.1?

Not entirely. However, it seems straightforward that splitting values should not be adapted based solely on this analysis. Moreover, splitting variables are supposed to be variable, especially among different systems.

(12)

Bouma, H.; Lievaart, M.; de Jong, D.J. (2002). Stand van zaken ontwikkeling pelagisch ecotopenstelsel december 2002. *Werkdocument RIKZ*, 2002.840x. Rijksinstituut voor Kust en Zee (RIKZ): Middelburg, The Netherlands. 63 pp., [details](#)