Experimenteren met het begrip ecologische veerkracht in een rollenspel: testpilot Eems-Dollard

Verslagmemo, februari 2019

Jeroen A. Veraart

Deze memo is opgesteld door Wageningen Environmental Research in opdracht van en gefinancierd door het ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema Natuurambitie Grote Wateren Concreet in de Praktijk (BO-43.-021-03.001).

Inhoud

1	**Introductie**		**5**
	1.1	Achtergrond	5
	1.2	Omschrijving casestudie	5
	1.3	Aanpak	5
	1.4	Toepassing van de Resilience Rosetta–rollenspel	7
2	**Van Rossetta naar Resilience indicatoren: student onderzoek casus Eems-Dollard**		**14**
3	**Conclusie**		**23**
4	**Gebruikte literatuur**		**24**

1 Introductie

1.1 Achtergrond

In deze memo wordt een experiment omschreven als middel om na te denken over eenvoudig meetbare indicatoren om 'ecologische veerkracht' of een 'verandering in ecologische veerkracht' te kunnen waarnemen of het effect van ingrepen of stressoren op de ecologische veerkracht te kunnen voorspellen (Veraart et al. 2016, Boon et al. 2017). Dergelijke indicatoren dienen zich te richten op een brede set van oorzaak-gevolg relaties tussen abiotische factoren, menselijke ingrepen in het watersysteem en verschillende biotische componenten en ecologische processen die uitdrukking geven aan 'ecologische veerkracht'. Op deze wijze kunnen beheer opties worden gekoppeld aan de factoren en parameters waarmee in algemene zin 'ecologische veerkracht' van watersystemen kan worden geduid en wat herstel van ecologische veerkracht kan betekenen voor Natura 2000 en KRW doelen. Voorts is gekeken of begrippen zoals 'Safe operating Space' (Carpenter et al. 2015, Scheffer et al. 2015) en de operationalisering van de Stockholm Resilience Principles (Sterk et al. 2017) en de Resilience Rosseta (Kramer et al. 2018) interessant zijn voor het beheer van de Rijkswateren. In deze memo is de Eems-Dollard gekozen als casus.

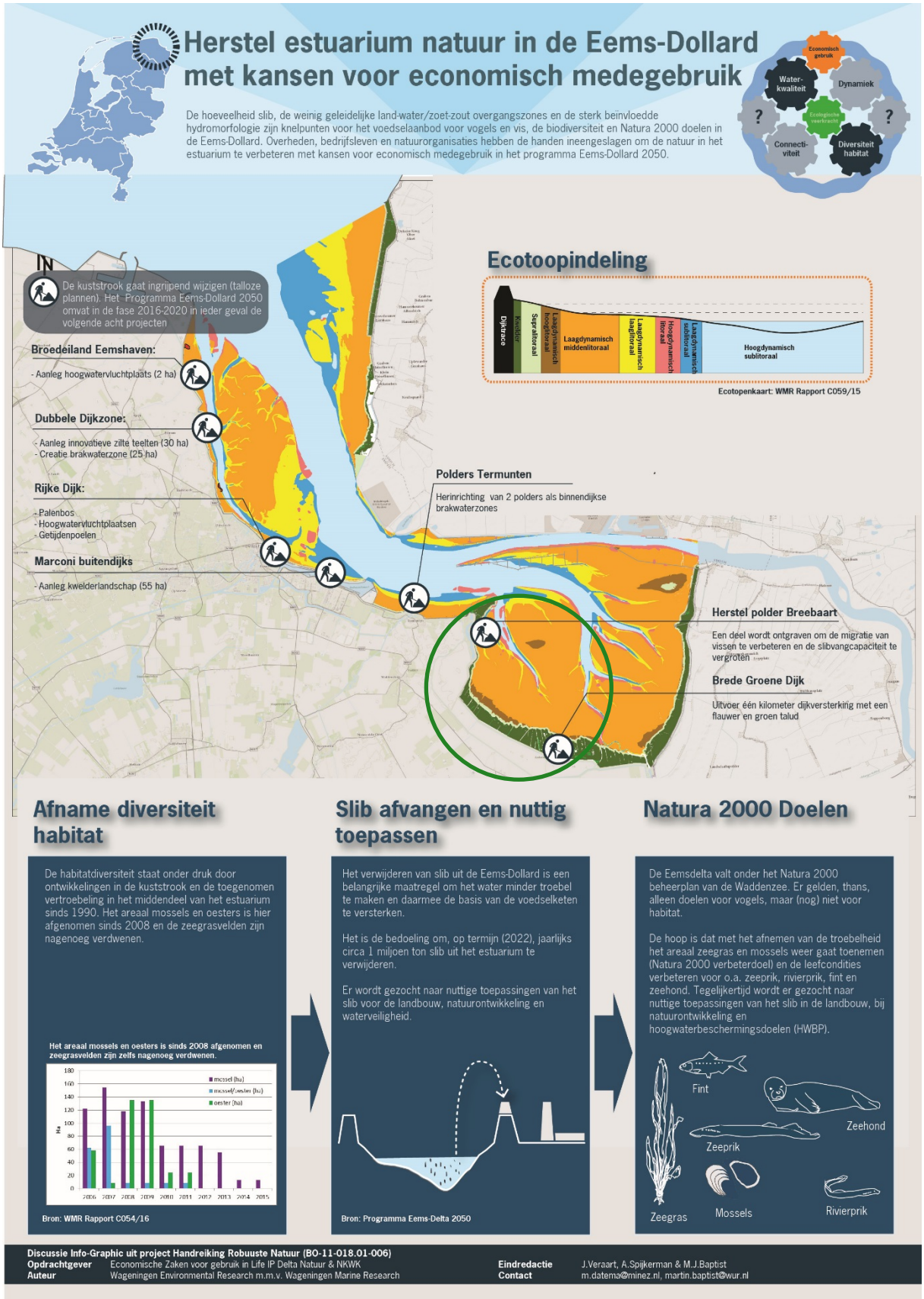
1.2 Omschrijving casestudie

Het Eems-Dollard Estuarium is uitgewerkt als testpilot. Figuur 1 geeft een samenvatting van de problematiek die hier speelt op het raakvlak van waterbeheer en gebiedsontwikkeling. Het beleidsprogramma Eems-Dollard 2050 (Provincie Groningen and Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2016) bestaat en loopt (gebiedsontwikkelingsperspectief). De programmatische Aanpak Grote Wateren (Feddes et al. 2018, Rijkswaterstaat 2018) is een initiatief van het Rijk (LNV & I&W) waarbij RWS opdrachtnemer is samen met Staatsbosbeheer en RVO. De Programmatische Aanpak Grote Wateren (PAGW) is in de kern gericht op (1) de resterende ecologische opgave die niet gedekt wordt door Natura 2000 beheersplannen en/ of KRW-maatregelen, (2) de ambitie om meer dynamiek te realiseren in de Rijkswateren en (3) de klimaatbestendige uitvoer van natuurherstel/ontwikkelingsmaatregelen in de Rijkswateren. In het Eems-Dollard estuarium gaat het om de volgende PAGW maatregelen: (a) Onttrekken baggerslib en nuttig gebruik (kleirijperij)(Groningen Seaports 2018); (b) Vergroten binnendijkse sedimentatie; (d) realisatie van een Estuariene overgang bij Groote Polder (fase 1)(Verhoogt et al. 2014); (d) en het vergroten buitendijkse sedimentatie (Baptist and Elschot 2018).

1.3 Aanpak

- Er is een oefensessie (rollenspel) georganiseerd met WUR en RWS-medewerker om de Resilience Rossetta uit te testen[1]. De oefensessie is herhaald met deelnemers van het WUR Resilience Symposium[2] tijdens een Clinic van 1 uur;
- In een studentonderzoek (Ofori 2018) zijn de terugkoppelingsmechanismen voor deze casestudie geïdentificeerd in het sociaalecologische domein op basis van (a) bovenstaande werksessies, (b) workshop resultaten uit parallel lopend BO onderzoek dat ook samen met Rijkswaterstaat is uitgevoerd (Backx and Veraart 2018) en (c) literatuuronderzoek. Ook is in dit studentonderzoek omschreven hoe, voor deze casestudie, de uitkomsten zouden kunnen worden door vertaald naar indicatoren voor veerkracht.

[1] Deze sessie is in oktober 2018 georganiseerd met 4 medewerkers van WUR en 1 RWS medewerker.
[2] Het WUR Resilience symposium werd op 13 november 2018 georganiseerd: https://www.wur.nl/en/About-Wageningen/Strategic-Plan/Resilience/WUR-Resilience-Symposium.htm



Figuur 1, *Overzicht van de vraagstukken in de Eems-Dollard waar herstel ecologische veerkracht van belang is voor Rijkswaterstaat in de planvorming(Veraart et al. 2018).*

1.4 Toepassing van de Resilience Rosetta–rollenspel

Het rollenspel[3] is, zoals aangegeven, twee keer gedaan. De casus (Eems-Dollard) was hierbij een hulpmiddel om te kijken hoe de Resilience Rosetta werkt in een workshop. De casus is gebaseerd op een bestaande situatie. De genoemde doelen en maatregelen spelen ook daadwerkelijk een rol in deze regio. De genoemde argumenten van stakeholders in dit rapport zijn een resultaat van een rollenspel en dus fictief.

Het rollenspel start met een toelichting op de regionale ambities van regio en waterbeheerder zoals omschreven in de visie Eems-Dollard 2050 (Provincie Groningen and Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2016), waarbij er twee regionale ambities/doelen zijn uitgelicht:

- Jaarlijkse 'recycling' van 1 miljoen ton slib uit de havens door dit slib, na kleirijping, te gebruiken voor dijkversterking, aanleg kwelders (natuur), verbetering agrarische landbouwgrond in combinatie met het op diepte houden van de havens. In de huidige situatie komt dit slib terecht in het estuarium met consequenties voor de ecologie;
- Verbetering van de Ecologische Kwaliteit van het estuarium door het verminderen van de turbididеit (Dit is een opgave voor Rijkswaterstaat in het kader van KRW en Natura 2000).

Het grotere doel van de visie is om te komen tot een toekomstbestendig, ecologisch veerkrachtig en economisch vitale regio. In de regio worden momenteel allerlei initiatieven genomen die geïnspireerd zijn door deze visie door allerlei stakeholders. Met het rollenspel is o.a. geprobeerd of de optelsom van al deze lokale initiatieven ook zal leiden tot het gewenste toekomstbeeld voor de gehele regio (alle mensen). Het doel is om te kijken of we door gebruik van de resilience rosetta deze discussie kunnen verhelderen en of we daarna indicatoren kunnen benoemen die overheden kunnen gebruiken om begrippen zoals veerkracht, robuustheid en adaptatief vermogen te identificeren die tevens te monitoren zijn in een beleidscyclus.

Voor de start van het rollenspel werden de volgende verwachtingen uitgesproken:

- Rijkswaterstaat wil graag de grotere ecologische doelen in de punt van de Resilience Rosetta centraal stellen: leiden alle lokale initiatieven gericht op ecologisch herstel tot het bereiken van de natuurdoelen;
- WUR wil kijken hoe de Resilience Rosetta gebruikt kan worden in een participatieve setting en kernvraag is: Hoe vertalen we de uitkomsten van een RR-sessie naar een evaluatie van Ecologische Veerkracht waarbij we iets zeggen over aspecten zoals Adaptatief Vermogen, Robuustheid, Geheugen (leren), functionaliteit, diversiteit, innovatie, redunancy en connectiviteit? Daaruit kan voortvloeien dat genoemde aspecten (deels) vervangen moeten worden door andere indicatoren.

Stap 1 van het rollenspel



In de oefening hebben we één van de vele initiatieven die er spelen in de regio Eems-Dollard genomen om in een interactieve setting met de resilience rosetta te behandelen: De Kleirijperij (Groningen Seaports 2018). In de Pilot Kleirijperij onderzoeken Rijkswaterstaat, de provincie Groningen, Groningen Seaports, waterschap Hunze en Aa's, Het Groninger Landschap en EcoShape verschillende manieren om slib om te vormen tot klei (Stichting Ecoshape 2018). Hiertoe is in 2018 gestart met het inrichten en vullen van twee slibdepots. Eén depot is voor baggerslib uit het Havenkanaal bij Delfzijl. Het tweede depot is voor slib afkomstig uit Polder Breebaart bij Termunten (groene cirkel in Figuur 1). Het rollenspel gaat over het tweede depot. Het betrokken waterschap wil het klei uit dit tweede depot ook inzetten voor dijkversterking.

Het lokale initiatief is toegelicht tijdens het rollenspel aan de hand van een YouTube filmpje. Op youtube zijn verschillende filmpjes over de kleirijperij te vinden. Iedere stakeholder heeft zijn filmpje: De Provincie Groningen, RWS, stichting Ecoshape, Groningen Seaport en Waterschap Hunze en Aa.

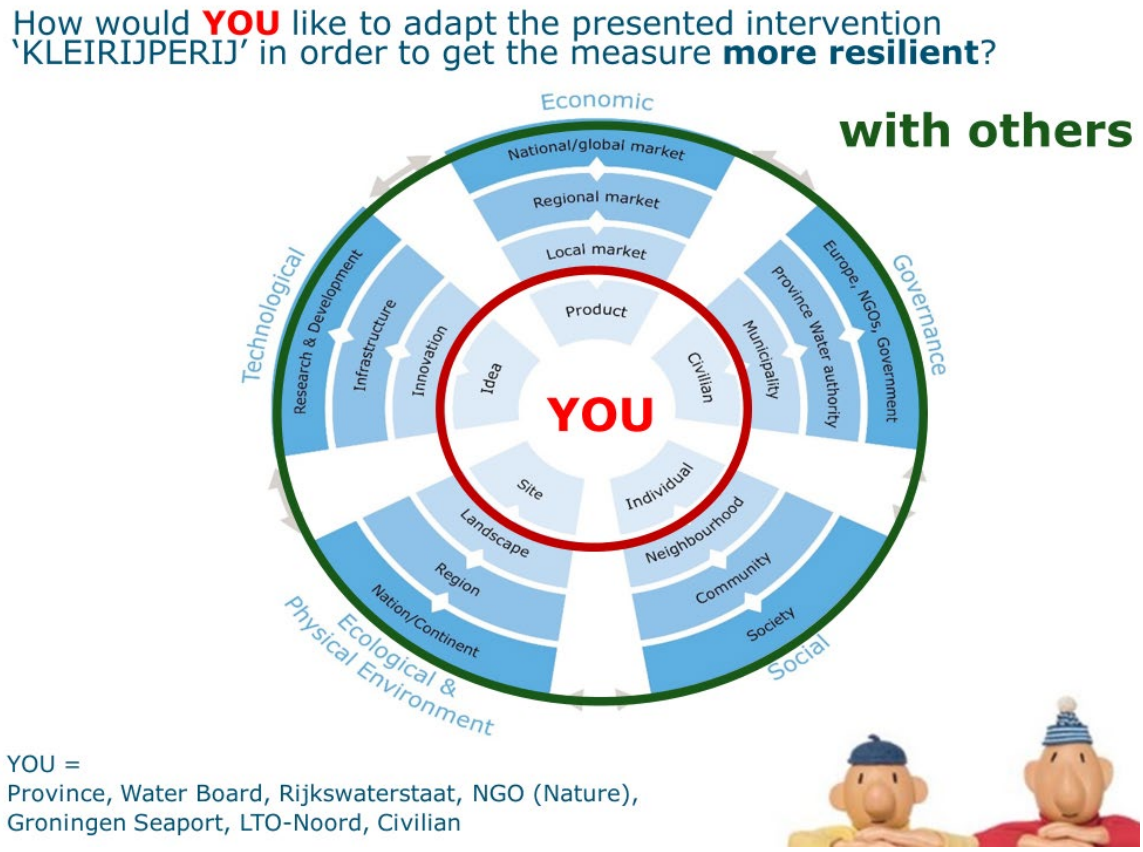
[3] Testcase uitgevoerd op 25 oktober door Jeroen Veraart, Marcel Pleijte, Marjolein Sterk, Linda Ofori, Dagmar van Nieuwpoort (RWS)

Opvallend is dat de filmpjes aspecten eruit lichten die voor de betreffende stakeholder belangrijk is. We hebben bewust gekozen voor het filmpje van Waterschap Hunze en Aa (ca 2 minuten). Het filmpje is helemaal gericht op de belangen van het waterschap (lokale Natura 2000 opgave, versterken zeedijk) en er is weinig aandacht voor sociaaleconomische aspecten en het bredere kader. Voor deze oefening is dat ideaal omdat het filmpje daardoor de deelnemers aanspoort om de maatregel in een breder perspectief te plaatsen.

In de oefening kreeg iedereen een rol, men werd gevraagd om vanuit deze rol te reageren op het filmpje: --> Wat is er te verbeteren aan dit initiatief van het Waterschap om het veerkrachtiger te maken?

Film van Waterschap Hunze en Aa
https://www.youtube.com/watch?v=XVtlFiBwncs

In de eerste oefening met het rollenspel is er gekozen om de verbeterpunten op te schrijven op een blanco[4] papier. Tijdens de tweede oefening (Clinic resilience symposium) werden de deelnemers gevraagd om hun verbeterpunten op te schrijven in een van de taartpunten van de Resilience Rosetta. In deze stap van het rollenspel is nog niets verteld over de aspecten die iets zeggen over veerkracht, adaptatief vermogen en robuustheid aan de deelnemers. Dit heeft als voordeel dat mensen zich niet te beperkt voelen in hun creativiteit en dat de brainstorm ook kan leiden tot andere indicatoren voor veerkracht.



Figuur 2, *Op deze manier is de Resilience Rosetta geïntroduceerd tijdens het rollenspel.*

Ook is aangegeven dat je je moet inbeelden dat je in het midden van de Rosetta staat en dat je moet starten met de verbeterpunten die je zelf als actor kan doen en daarna nadenken (later gezamenlijk) welke verbeterpunten je samen met anderen moet doen en op een grotere schaal (De schaal van het Eems-Dollard Estuarium). Om de oefening hanteerbaar te houden hebben we het aantal schalen beperkt tot twee (lokaal en regionaal).

[4] Na afloop was het wel de aanbeveling om het blanco papier wel in vakjes te verdelen.

Tijdens de reflectie is dat wel verbreed. Bij de testcase zijn de volgende rollen voor organisaties gehanteerd:

Waterschap Hunze en Aa
Groninger Landschap
Groningen Seaport
Provincie Groningen
RWS

Daarbij zijn wij uitgegaan van de volgende rolbeschrijvingen.

Rijkswaterstaat

Je bent werkzaam bij Rijkswaterstaat. Jouw organisatie heeft meerdere doelen in de Eems-Dollard. De organisatie moet de vaarroutes op diepte houden voor de scheepvaart. Daarnaast Heeft Rijkswaterstaat een taak om de waterkwaliteit te verbeteren in de Eems-Dollard (Kaderrichtlijn Water). Rijkswaterstaat is één van de beheerders van de Waddenzee. Belangrijk voor jou is:

- uitdiepen van vaarroutes
- eigendom van, en zeggenschap over, het slib: mag RWS het slib zelf voor dijken aanwenden *of* dient RWS het slib te kopen om het te gebruiken voor bijvoorbeeld goedkope dijkversterking?
- het realiseren van schoon water

Provincie Groningen

Je bent werkzaam bij de Provincie Groningen. De provincie Groningen heeft een eigen programma, genaamd het Programma Eems-Dollard 2050 (ED2050). Dit programma voert maatregelen uit om de natuur van het unieke natuurgebied de Eems-Dollard weer gezond te maken en tegelijkertijd de bedrijvigheid te stimuleren en leefbaarheid in het gebied te vergroten. Het is een plek waar industrie en natuur prima hand in hand kunnen gaan, als er een goed evenwicht is. De provincie Groningen gaat dus voor Natuur én Economie. Op dit moment gaat het niet goed met de Eems-Dollard, omdat er te veel slib in het water zit. Dit wordt weggehaald en krijgt een nieuwe bestemming. Belangrijk voor jou is:

- integraal denken (vanuit combinaties van planologische functies (landbouw, natuur, recreatie etc.) en niet sectoraal (niet te veel alleen vanuit 1 sector zoals natuur of economie);
- meerdere schaalniveaus: wat betekent een ingreep op die locatie zelf maar ook voor de omgeving, ofwel: hogere schaalniveaus hier omheen;
- overheden, bedrijven en natuurorganisaties werken samen om de natuur, economie en leefbaarheid in het gebied te versterken.

Seaport Groningen

Je bent werkzaam bij Seaport Groningen. Seaport Groningen is de beheerder, commerciële exploitant en ontwikkelaar van de haven van Delfzijl en de Eemshaven en aangrenzende industrieterreinen. Groningen Seaports verzorgt de complete havendienstverlening, van de logistieke diensten tot de uitgifte, het onderhoud en de ontwikkeling van de terreinen in beide havengebieden. Voor deze havens in het Eems-Dollard gebied is Seaport Groningen de vertegenwoordiger van het bedrijfsleven. Als vertegenwoordiger van Seaport Groningen ben je geïnteresseerd in:

- nieuwe productietechnologieën kunnen realiseren (vaak wel pas als de oude economisch zijn afgeschreven of als het juridisch verplicht wordt);
- ontwikkelingsmogelijkheden voor het bedrijfsleven en daarbij hoort ook een goede aanvoer van grondstoffen en halffabricaten en afvoer van producten;
- het verkrijgen van een licence to operate: vergunningverlening van bedrijfsactiviteiten waar omwonenden, maatschappelijke organisaties en burgers niet moeilijk over doen.

Waterschap Hunze en Aa's

Je bent werkzaam bij het waterschap Hunze en Aa's. Waterschap Hunze en Aa's gebruikt straks 70.000 m3 gerijpte klei om 1 kilometer zeedijk te versterken voor de pilot 'Brede Groene Dijk', een pilotproject van de POV-Waddenzeedijken. Deze dijk krijgt een flauw talud en wordt bekleed met een relatief dikke laag klei en gras. Met zo'n dijk wil het waterschap op een natuurlijke manier dijkversterking realiseren en de waterveiligheid verbeteren, in plaats van de standaarddijk met asfaltbekleding en minimaal ruimtebeslag. Als de pilot Kleirijperij succesvol is, bestaat de intentie om ook het resterende deel van de dijk langs de Dollard (ongeveer 11,5 kilometer) op deze manier te versterken. Daarnaast kan het gerijpte materiaal ook dienen om landbouwgrond op te hogen en wellicht als grondstof voor de baksteenindustrie. Als medewerker van het waterschap ben je geïnteresseerd in:

- innovatieve methoden om het slib nuttig en rendabel om te zetten is in klei
- business case modellen om het slib of de klei te kunnen verkopen
- het realiseren van een goed watersysteem

Groninger Landschap

Het Groninger Landschap gelooft dat het in eigendom hebben van natuur en cultureel erfgoed de meest zekere manier van beschermen biedt, daarom voeren wij een actief aankoopbeleid. Natuurgebieden worden vervolgens beheerd en ontwikkeld en monumenten in oude staat hersteld en onderhouden. Waar mogelijk worden de natuurgebieden en gebouwen opengesteld voor het publiek. Op deze manier zijn inmiddels ruim 8100 hectare natuur en zo'n 35 Rijksmonumenten blijvend beschermd. Er wordt actief naar nieuwe kansen voor natuur gezocht. Zo kunnen waterberging en kustverdediging prima gecombineerd worden met natuurontwikkeling. Voor cultureel erfgoed wil Het Groninger Landschap vooral een vangnet bieden. Als medewerker van Groninger Landschap:

- wil je er bij de Eems Dollard zo veel mogelijk uit halen voor natuur en landschap;
- verwijs je regelmatig naar de UNESCO Werelderfgoed status;
- ben je niet alleen gericht op natuur- en landschapsbehoud maar ook op natuur- en landschapsontwikkeling.

Stap 2: Reageren op de ideeën van je buurman

Nadat iedereen zijn verbeterpunten had opgeschreven werd het blanco blaadje doorgegeven aan de buurman. We hebben in de eerste oefening (15 oktober) twee reactierondes gedaan door telkens de blaadjes met verbeterpunten door te geven. De bedoeling was om hiermee 'eyeopeners' (box 1) te creëren: de deelnemer ziet de aanbevelingen van de buurman: sommigen vind je fantastisch: daar had ik nooit aan gedacht. Anderen herken je: dat had ik ook opgeschreven. En tot slot zijn er verbeterpunten die een deelnemer juist niet wil of kan onderschrijven. Tijdens de Clinic (November 2018) hebben we de buurman en buurman oefening gedaan door te werken in tweetallen.

Box 1, *De "eyeopeners" uit de eerste test oefening (15 oktober) met Eems-Dollard casus (let op: resultaten van een rollenspel)*

- Onderscheid maken tussen hoogwaardig klei (voor ophogen landbouwgrond) en laagwaardig klei (voor versterken dijken);
- Een Innovatie Hub starten in de Haven van Delfszijl;
- De deelnemer met rol Groningen Seaport was verrast dat de deelnemer die de rol van Natuurorganisaties speelde allerlei beperkingen had opgesteld ten aanzien van stimuleren duurzame economie (wens creatie leeg natuurgebied)
- Slib uit de Eems wordt van afvalstof voor RWS een economische asset. Het waterschap krijgt 'gratis slib' en kan daarna het als klei verkopen aan landbouw, maar ook weer aan RWS (voor aanleg buitendijkse kwelders). Wie is eigenaar van de klei uit de kleirijperrij, wie verdient er geld aan?
- Het Kluteneiland en de Kleirijperij zijn die op landschapsniveau wel zo mooi/aantrekkelijk? Wil je dat wel opschalen?
- Kan de gewenste brede dijk van het waterschap niet teruggelegd worden en bloemrijker gemaakt worden?
- Hoe veerkrachtig is dat Kluteneiland eigenlijk als het water eromheen langzaam dichtslibt? Is het alleen bedoeld om vossen weg te houden?
- Welke andere Natura 2000 doelen profiteren van het Kluten eiland? Dragen de Kluteneilanden ook bij aan de Natura 2000 doelen voor het hele estuarium?
- Het filmpje kijkt alleen naar Natura 2000 doelen, is het niet logischer om natuurambities te formuleren die verder kijken?
- De Kleirijperij kan ook iets betekenen voor de hele regio, de krimp aanpakken in de Veenkoloniën.
- Natuurherstel maatregelen, zoals dit Kluteneiland, kunnen ook negatieve gevolgen hebben op andere Natura 2000 doelen. Met name de aanleg: het filmpje liet grote laadschoppen zien die het oorspronkelijke land achter de dijk uitgroeven. Bij dat uitgraven gaat er ook natuur verloren.
- Voor klimaatverandering is een diversiteit aan leefgebieden in het estuarium belangrijk.

Stap 3: Iedereen krijgt zijn eigen blaadje terug.

De deelnemers is gevraagd wat ze vinden van de aanvullingen van de andere deelnemers op hun eigen blad. De aanvullingen die ze echt goed vinden, hebben ze opgeschreven op een post-it memo en zijn geplakt op de resilience rosetta (Figuur 3) op de plaats die de deelnemers het meest logisch leek (taartpunt en schaal).



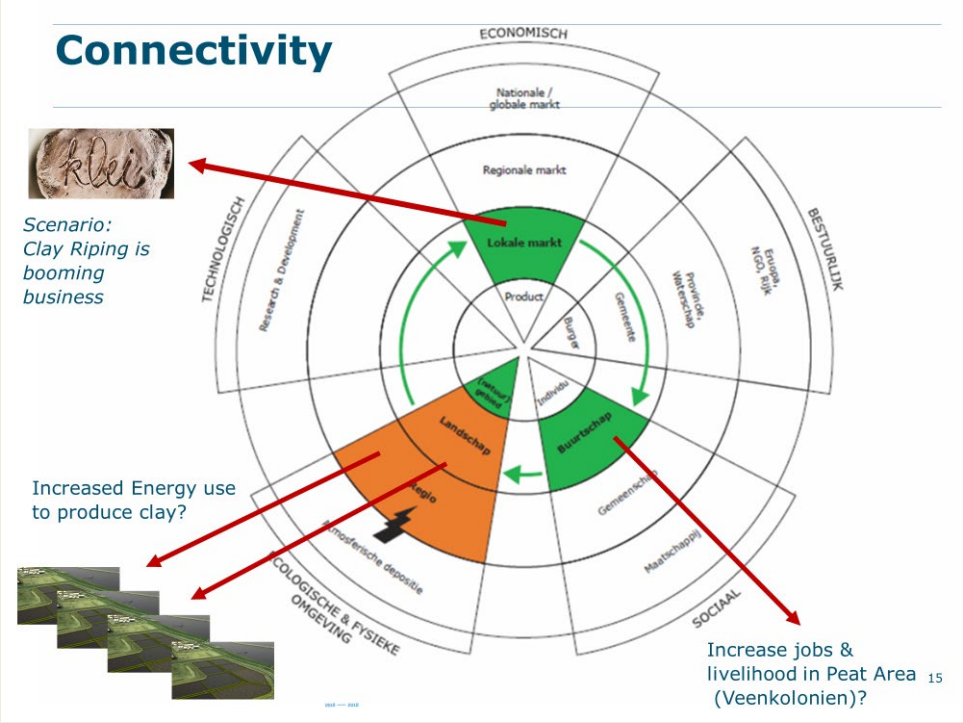
Figuur 3, *Foto van de gestickerde resilience rosetta uit de 1e oefensessie.*

Stap 4: Patronen bespreken die te zien zijn op de Rosetta

- Opvallend was dat de taartpunt 'Sociaal' bijna leeg was in de 1e oefensessie. In de reflectie hebben we vooral besproken welke conclusies je daaruit mag trekken: als een taartpunt niet geadresseerd wordt door de deelnemers, moet je dan concluderen dat het besproken initiatief niet veerkrachtig is? Of kan een initiatief ook veerkrachtig zijn zonder dat er aandacht is voor alle taartpunten?
- Voorts werd na afloop van de 1e oefensessie aangegeven dat de interactie tussen de taartpunten niet aan bod gekomen is. In de reflectie kan daar aandacht aan worden besteed door hiervan voorbeelden (Box 2) van beschikbaar te hebben.

Box 2, *Fictief voorbeeld dat in deze casus in een rollenspel kan worden ingebracht om de interacties tussen de verschillende domeinen in de Resilience Rosetta te illustreren.*

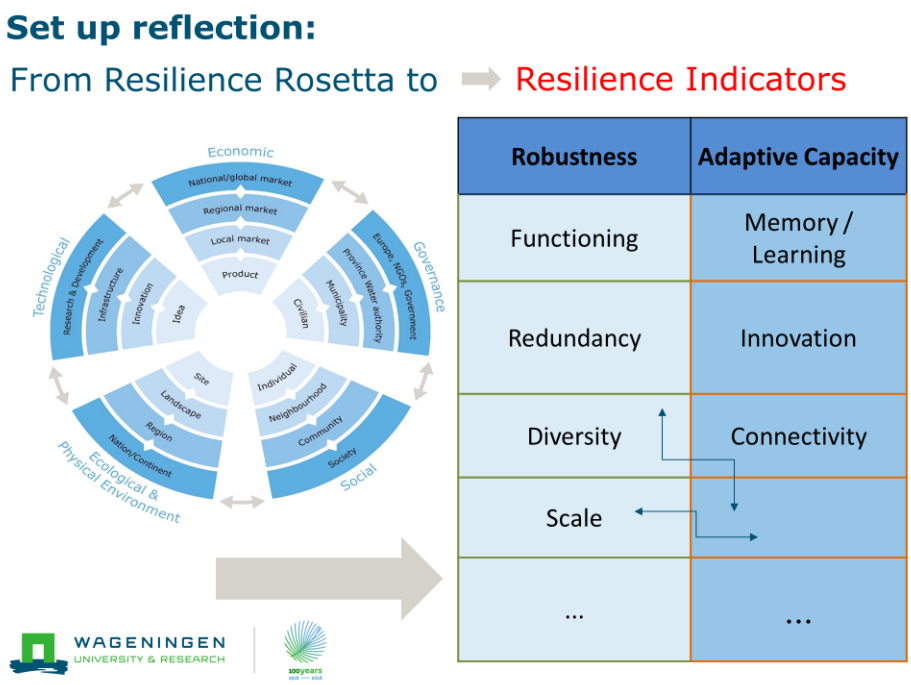
Scenario: de pilot Kleirijperij blijkt na de pilotfase economisch rendabel. Langs het hele estuarium worden kleirijperijen gestart (opschaling). De lokale economie krijgt een boost. Slib is een nieuwe economische waarde. De mensen in de Veenkoloniën worden welvarender en gelukkiger (sociale dimensie). Het landschap wordt minder divers (een patroon van kleirijperijen en Klutenplassen). Zo'n reflectie kan de procesbegeleider toevoegen in de reflectie om de interactie tussen de taartpunten bespreekbaar te maken e hierover te brainstormen.



Stap 5 – Laat de deelnemers van het rollenspel zien hoe de uitkomsten uit de resilience rosetta kunnen vertaald worden naar indicatoren voor veerkracht

Tijdens de 2e oefensessie (Clinic)[5] is naar voren gebracht dat het belangrijk is om te laten zien hoe je de uitkomsten uit een sessie met de Resilience Rosetta kunt door vertalen naar indicatoren voor veerkracht. De naam Resilience Rosetta wekt de verwachting dat er een assessment van veerkracht wordt uitgevoerd. Het instrument is echter alleen een eerste stap om te kijken hoe betrokkenen aankijken tegen doelen/plannen/ambities en welke argumenten/aspecten zij gebruiken of belangrijk vinden om de veerkracht van de besproken doel/plan/ambitie/initiatief te beoordelen. De Nederlandse naam 'Veerkracht Vertaalsteen' dekt het doel van het instrument beter. De Cascade tool en stresstest zijn methoden om in vervolgstappen veerkracht of verandering in veerkracht beter te duiden.

[5] Tijdens de Clinic deden circa 12 deelnemers mee, waarvan de meesten (PhD)-onderzoeker waren.



Figuur 4, *Opzet van de reflectie op het rollenspel.*

Tijdens de Clinic is voor deze casus voor enkele aspecten van veerkracht deze doorvertaling als gepresenteerd (Tabel 1).

Tabel 1, *Voorbeelden van doorvertaling uitkomsten Resilience Rosetta workshop naar indicatoren voor veerkracht aan de hand van het uitgewerkte voorbeeld (Kleirijperij in de Eems-Dollard) in deze testpilot.*

Aspect van veerkracht	**Voorbeeld**
Reduncancy	Hoeveel Kluteneilanden zijn nodig om een zichzelf instandhoudende klutenpopulatie in de gehele Eems-Dollard te realiseren?
Diversity	Hoeveel andere vogelsoorten kunnen meeprofiteren van de Kluteneilanden? Kun je de Kluteneilanden op verschillende manieren aanleggen en beheren? Hoe divers moet het landschap zijn? Is er een tipping point voor aanleg kleirijperijen vanuit landschapsperspectief?
Memory/learning	Wat kan je leren uit het verleden: turf was in de veenkoloniën in het verleden ook een economische asset uit de bodem die verdwenen is? De turfwinning uit het verleden bepaald ook de mogelijkheden voor kleirijpen in het heden en toekomst. Wat kun je leren van kleirijpen uit het verleden? (Aanleg Flevopolders).

2 Van Rosetta naar Resilience indicatoren: student onderzoek casus Eems-Dollard

In this part of the study (Ofori 2018) it was investigated which social-ecological feedback mechanisms and feedback loops are important within the socio-ecological system of the Ems-Dollart estuary and what these feedback mechanisms mean for Stockholm Resilience Principles (Resilience Alliance 2015) (table 2).

This study combines the social-ecological systems frameworks proposed by Ostrom (2009) and Downing et al. (2014). Ostrom distinguishes the resource system, the resource units, the governance systems, and the resource users, of a specified system (Ostrom 2009). This specification allows taking into account the most relevant ecological and socio-economic variables driving and dependent on a system's dynamics. The main theoretical assumptions underlying this approach is that social and ecological sub-systems are interconnected and mutually dependent.

The analysis of feedbacks is carried out based on the approach proposed by Downing(Downing et al. 2014). As such, in a first step a conceptual feedback diagram is created, which includes the key social and ecological variables in the system, the flows between the different variables as well as the sign (positive or negative) of the flow near equilibrium. A positive sign indicates a flow which increases the targeted variable, whereas a negative sign indicates a flow which decreases the targeted variable. In a second step, the feedback loops in the system are identified. Feedback loops are defined as 'the pathway of interactions that go from any element and back to it, through other elements in the defined system' (Downing et al., 2014, p. 2). Once the feedback loops of a system have been identified, the overall direction of the feedback, as positive and destabilising (reinforcing) or negative and stabilising (self-regulating), is ascertained as the product of all the signs identified in the feedback loop. Effectively, this determines whether a variable promotes or limits its own growth. This method is chosen to study the feedbacks, it offers a simple approach to identify direct and indirect links and drivers of various processes present in the system as a whole.

Table 2, *Stockholm Resilience Principles.*

1. Connectivity	The project considers the positive or negative consequences of establishing connectivity between socio-economic functions, stakeholders or sources of knowledge.	The project considers the positive or negative consequences of establishing connectivity establish connectivity between natural habitats.
Examples	*construction of physical infrastructure such as bridges, roads, or social infrastructure such as meetings, groups or events [negative: traffic congestion, overcrowding in natural areas]*	*development of (natural) infrastructure which allows for flows of species between habitats such as green corridors, hedges, fish ladders [negative: invasive species, spread of diseases, excessive predation]*
2. **Diversity and redundancy**	The project considers the need for diversity and redundancy of socio-economic functions, actors or sources of knowledge	The project considers the need to create or maintain biodiversity and redundancy.
Examples	*multi-functional or integrative use of space for recreation, fishing, or agriculture*	*development of adequate habitat and conditions for a variety of species or key species*
3. Slow variables and feedbacks	The project considers the need to manage feedbacks, rapidly and slowly changing variables and processes adequately (and potentially differently). Or it recognises the need for the establishment of natural dynamics and develop the system's potential for self-organisation.	The project considers the need to manage feedbacks, rapidly and slowly changing variables and processes adequately (and potentially differently). Or it recognises the need for the establishment of natural dynamics and develop the system's potential for self-organisation.
Examples	*considering (the effect of) changes in elasticities of demand and supply, changing habits, social structures or trends,*	*considering the ecological irreversibility of eutrophication or a change from salt to freshwater, creating space for natural water dynamics*
4. Complex adaptive systems thinking	The project pays attention to elements of complex adaptive systems such as unpredictability, uncertainty, simultaneously occurring processes at different levels, nonlinearity, interdependency, alternative stable states or hysteresis.	The project pays attention to elements of complex adaptive systems such as unpredictability, uncertainty, simultaneously occurring processes at different levels, nonlinearity, interdependency, alternative stable states or hysteresis.
Examples	*considering a potential change from a sparsely to a densely populated area*	*considering a potential irreversible shift from an oligotrophic into a eutrophic state*
5. Learning & Innovation	The project considers the need for learning, innovation and adaptation with respect to changes in socio-economic properties.	The project considers the need for learning, innovation and adaptation with respect to changes in ecological properties.
Examples	*promoting innovation and learning for the supply and distribution of ecosystem services*	*establishing pilots to test the effects of a change in salt-water levels*
6. Participation	The project considers the need of participation for an encompassing representation of socio-economic interests.	The project considers the need of participation for an encompassing representation of ecological interests.
Examples	*promoting the participation of citizens, social organisations, sociologists*	*promoting the participation of environmental organisations, ecologists*

7. Polycentric governance	The project considers the need to promote and create a cooperative network for the making and enforcement of rules (beyond information sharing and ad hoc collaboration) reflective of socio-economic interests.	The project considers the need to promote and create a cooperative network for the making and enforcement of rules (beyond information sharing and ad hoc collaboration) reflective of ecological interests.
Examples	*the involvement of NGOs, users or the Ministry of economic affairs in the making and enforcement of rules*	*the involvement of environmental organisations, ecologists or the Ministry of nature development in the making and enforcement of rules*

The social-ecological system of the Ems Dollart Bay

The Ems-Dollart Bay is a part of the estuary of the Ems river and of the Wadden Sea which encompasses an area of about 100 km^2 (Dirkx et al. 2011). The Ems-Dollart is also an area of key economic and ecological importance. The area has been considerably ecologically modified for economic purposes such as by disconnecting rivers by dams and dikes or by building deep transport channels for large ships. The gradual transition from fresh to saltwater and created barriers for fish migration are disrupted. Simultaneously, considerable efforts in the Ems-Dollart bay are devoted to nature conservation with the majority of the parts being defined protected natural area (Dirkx et al. 2011). The Ems-Dollart estuary is legally defined as a shared territory which is part of the Netherlands but also of Germany.

Resource Units

The estuarine ecosystem is characterized by a variety of habitats, and associated flora and fauna. Characteristic habitat in the Ems-Dollart Bay includes intertidal area (salt marshes, mud, sand banks), mussels, cockles, and seagrass (Ysebaert et al. 2016). The natural hydromorphic dynamics of the system cause an uneven spatial distribution of mud (and sand) in the system, leading to the natural occurrence of a mosaic of sand banks and tidal creeks, providing habitat for a variety of species (Baptist and Elschot 2018). However, the perhaps most influential habitat type is mud from both an ecological and economic perspective. Albeit, it is characteristic for estuarine habitats to be nutrient-rich, the Ems-Dollart Bay has been classified as degraded with respect to ecological quality, as a result of excessive nutrient availability (Rijkswaterstaat 2017). Markedly, in a healthy estuarine ecosystem the nutrient-rich environment allows for high levels of primary productivity (phytoplankton growth), feeding through to subsequent levels in the food web such as fish and birds. However, once nutrient levels exceed levels which can be directly absorbed and processed further by primary producers, effects of shading (limiting light penetration) and oxygen depletion dominate. This is associated with higher levels of turbidity which severely limits the growth and survival of plants and animals in the system (Rijkswaterstaat 2017). The production, and for that matter surplus production of mud, is largely associated with human interference, such as deepening and widening of channels. Uncaptured externalities of economic activities, have allowed for the exchange of between salt- and freshwater to transport more sediment into the system, where relatively low dynamics allow for its settlement (de Jonge et al. 2014). As a result, characteristic habitats have been degraded or disappeared entirely, taking with it, natural transitory zones between land and water and salt and freshwater.

The fauna in the Ems-Dollart ecosystem which is taken into consideration here includes seals, birds and fish. Fish species include mainly sea lamprey, river lamprey and twait shad (Rijkswaterstaat 2017). Fish species are particularly affected by current habitat conditions due to anoxia which not only limits the survival of fish populations in the system itself but limits the migration of populations out of the river Ems into the Dollart in the first place. Aside from the absence of transitory zones and intertidal dynamics, bottom trawling and bycatch also play a considerable role in population dynamics of these fish species (Rijkswaterstaat 2017). Furthermore, the Ems-Dollart ecosystem provides vital habitat for the feeding and spawning of various birds, some of which are migrating. In particular, the degradation and removal of intertidal habitat harms coastal species such as Eurasian oystercatcher, sandwich tern, common tern and arctic tern. Finally, the Ems-Dollart bay hosts a common seal population which rely on sandbank habitat and are protected as N2000 species (Baptist and Geelhoed 2016, Rijkswaterstaat 2017). Climate change and the resulting sea level rise and change in atmospheric and water temperatures imply that a variety of changes are taking place in the system. Sea level rise is particularly problematic with respect

to the loss of intertidal habitat, the flooding of spawning habitat which affects coastal birds, but also with respect to rising costs associated with flood defence(van Loon-Steensma and Vellinga 2013). In addition, flood defence measures in response to climate change may have negative consequences for characteristic habitats. Moreover, an increase in peakwater discharge of rivers is expected to affect the distribution of salt- and freshwater (Rijkswaterstaat 2017). The rise in atmospheric and water temperatures is primarily associated with a change in the local community composition, with wide-reaching effects which cascade along the food web, notably, the emergence of algae blooms and pathogens, as well as the loss of cod (*Gadus morhua*) and eelpout (*Zoarces viviparus*)(Rijkswaterstaat 2017). Nonetheless, the dynamic nature of the system makes the identification of cause-effect relationships difficult (Baptist and Elschot 2018).

Resource Users & Resource System

Notably, the high nutrient availability allows the Ems-Dollart to have a high productive capacity and to support a variety of sectors, among which recreation, agriculture, flood defence, land reclamation and fishery. For instance, the municipality Delfzijl, located in the province of Groningen, the administrative area linked to the Dutch part of the Ems-Dollart Bay, is primarily devotes to the improvement of the local quality of life and investment climate as a means of tackling a shrinking population. This is envisioned to go in line with an improved ecological condition of the natural environment and an enhanced connectedness between socio-economic system and the ecological system, most notably the coastal environment of the Ems-Dollart Bay (Programma Rijke Waddenzee 2018). Furthermore, flood defence and land reclamation represent important human interventions in the system's dynamics. Notably, measures implemented as a means of flood defence imply that the system is relatively isolated and constrained with respect to its natural dynamics. For instance, lateral waters which are isolated by water gates create abrupt transitions between salt- and freshwater. The resulting absence of brackish water poses a barrier for fish migration towards regional waters. However, also land reclamation by the construction of polders reduces space available for sedimentation and contributes to a surplus of mud. Simultaneously, flood defence offers an economical option for the reuse of mud. The need to store continuously growing amounts of extracted mud not only creates additional costs but also poses a logistic challenge (Provincie Groningen and Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2016).

This particularly of interest for regional water management (water boards) and Rijkswaterstaat,since the building of dikes for flood defence represents an inevitable necessity, reusing mud for flood defence can mean both a reduction in costs but also a smart way to reuse material where space for storage is limited. Also, agricultural businesses could potentially benefit from the use of clay as a remedy for soil subsidence and CO_2 sequestration (Teunis and Didderen 2018). Furthermore, the removal and management of mud is no less important to harbour and shipping activities in the area, which represents aside from large-scale fishing, perhaps the largest contributor of unintended disturbance in the system. Increasing the breadth and depth of waterways enhances flow intensity and a net import of mud into the system (Rijkswaterstaat 2017). Albeit the responsibility of managing waterways lies primarily with the stakeholder Rijkswaterstaat, the potentially forgone economic benefit of an accessible harbour area, also benefits businesses directly. Finally, the transboundary nature of the water management problem in the Ems-Dollart area makes it imperative to take into account German interests as well as ongoing and planned activities.

Governance

The Ems-Dollart system is primarily governed by public institutions on multiple levels from the local (e.g. water board Hunze and Aa, municipality Delfzijl), to the provincial (e.g. province Groningen) and national level (e.g. Rijkswaterstaat). Several multi-level policy frameworks exist regarding the area. On a supranational scale, in particular the Natura 2000 policies prescribe the protection of habitats and populations, and the KRW guideline sets requirements for the quality of surface and groundwater. A variety of public, public-private and international networks have been established to address the ongoing environmental degradation in the Ems and Ems Dollart Bay, united under policy initiatives such as Meerdadaptief Programma Eems Dollard 2050. Property rights. Furthermore, different monitoring programs (Rijkswaterstaat, SOVON, etc.) are ongoing in the area ranging from annual to six-yearly monitoring (Baptist and Elschot 2018). Moreover, a variety of policy measures has been planned in the area. The Eems-Dollard 2050 vision implies an estuary with natural dimensions and dynamics (Provincie

Groningen and Ministerie van Infrastructuur en Milieu 2016). In order to fulfil this objective, a variety of measures has been planned. Two of them will be shortly addressed:

Expansion of the outer dike salt marsh area (sedimentation) in the Ems-Dollart Bay (Feddes et al. 2018)
Using a hydromorphic approach, this measure aims at reducing the transport of mud into the Ems Dollart Bay by prolonging the 'Punt van Reide', a peninsula building a natural barrier between the estuary of the Ems river and the Dollart bay. Instead, sedimentation takes place in the area behind the peninsula, leading to the formation of salt marshes and contributing to the availability of valuable habitat which benefits vulnerable target species. Alternatively, sedimentation and formation of salt marsh habitat can be artificially stimulated, areas known as 'kwelderwerken' (Baptist and Elschot 2018). It should be noted, however, that this measure has been considered incompatible with Natura 2000 regulation which prescribes the maintenance of estuaries as a defined type of habitat (H1130)(Backx and Veraart 2018).

Marconi project (Lenselink et al. 2015)
The second project involves the Marconi-project Delfzijl which plans the rearranging of natural areas according to their natural dynamics as a means of climate adaptation (Lenselink et al. 2015). Specifically, the Marconi- project envisions an expansion of the city beach (0.7-2,3 ha) by relocating the dike, and a reorganisation of the dike as a multifunctional area, serving recreation (cyclists, pedestrians) and nature (salt marsh and breeding islands along 'Schermdijk' and 'Handelskade Oost'), simultaneously. Different stakeholders are involved in this project, adopting different responsibilities. Whereas the water authority of Noorderzijlvest is responsible for improving flood defence between Delfzij and Eemshaven, by strengthening and elevating the dike in face of sea level rise, soil subsidence and risk of earth quakes, Rijkswaterstaat is responsible for the removal of the 'Griesberg', a pile of gypsum and chalk, legally disposed of there by a soda producer between 1957 and 2009, in a failed attempt to dissolve it in the river Ems.

Feedbacks
The key state variables and relationships identified for the Ems-Dollart Bay in the previous sub-chapter have been summarized in a feedback loop diagram (Figure x). For the ecological system the key state variables identified include fish populations (A1), bird populations (A2), the seal population (A3), seagrass (H1), salt marshes & sand banks (H2), mussels & cockles (H3), mud (H4), and nutrients (H5). Again, for the sake of simplicity, flora and fauna are represented in the diagram as aggregate variables, representative of the overall level of biodiversity for the populations of birds, fish and seals. Also, climate change and institutions form external variable which set the boundaries for the ecological and social systems respectively, as was the case for the Beuningen wetlands. The variables identified for the social system include the food processing industry (E1), renewable energy (E2), agriculture (E3), shipping (E4), flood defence (E5), fishery (E6), clay processing (E7), recreation (E8) and the economy (E9) as a whole, but also the stakeholders Rijkswaterstaat (S1), the dredging business (S2), and the policy measure 'Expansion Salt marshes M22 (I1) and the Marconi-project (I2). The exercise of building a feedback diagram was used to illustrate a larger variety of ecological and in particular social variables present in the system. In order to maintain oversight only the most relevant linkages in the context of this report have been highlighted in the example. Much rather, this example has been used in order to also indicate potential feedbacks which have not been established yet. Thereby, beyond the identification of existing links, in this case the identification of missing links or feedbacks, provides a means of identifying potential management opportunities. For instance, the link between the ecological variable mud and the social variable Rijkswaterstaat indicates an opportunity for linking mud to clay processing, and ultimately alternative uses such as agriculture, through the intermediary variable of the dredging business.

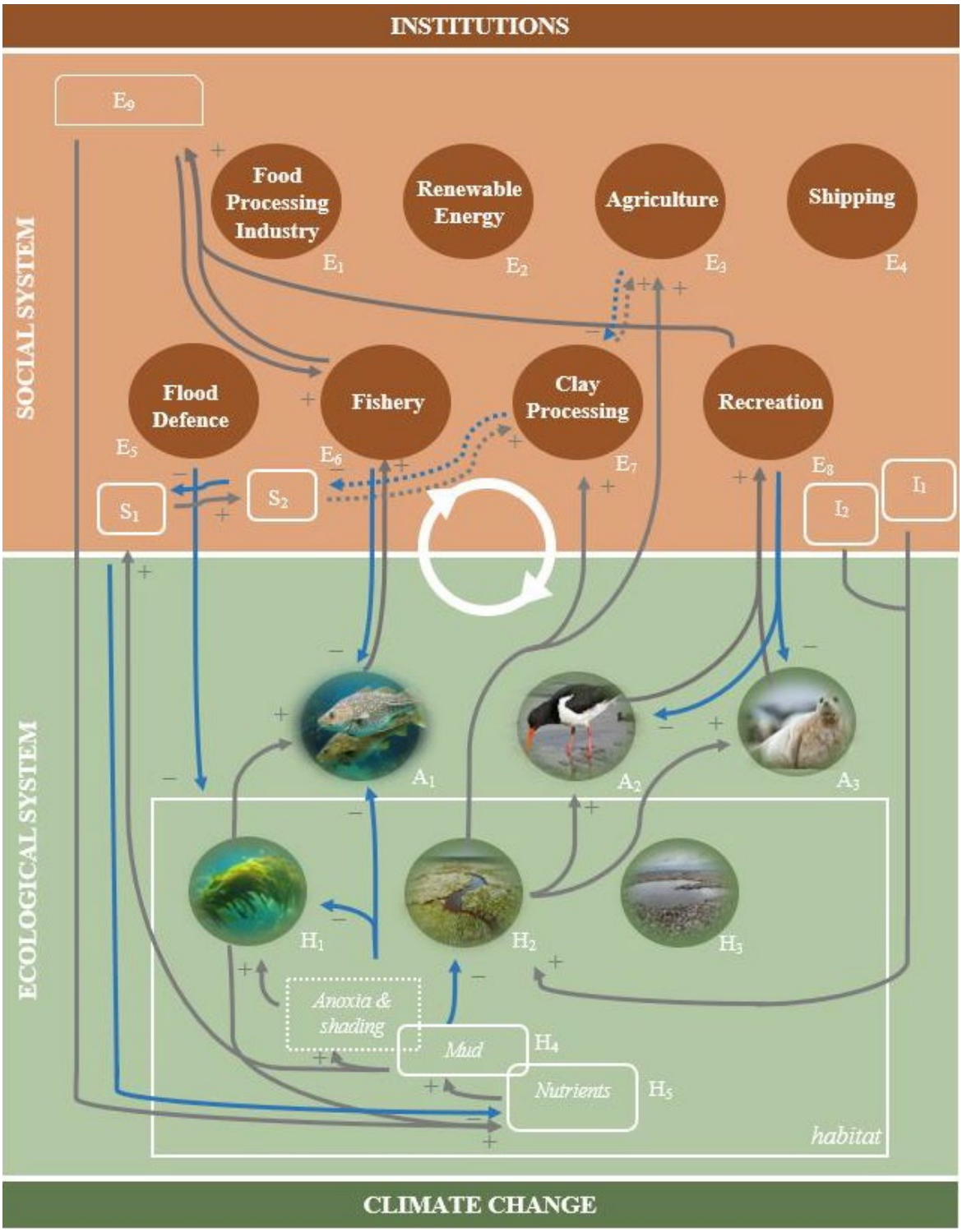


Figure 5, *Feedback Diagram Ems-Dollart Bay. Blue arrows indicate a negative influence. Grey arrows indicate positive relationship. Dashed arrows indicate links which are planned or could be established but do not exist yet. Dashed squares indicate processes.*

Table 2 summarizes the feedback loops identified in the system of the Ems-Dollart Bay. Notably, five relevant feedback loops have been identified, of which two are positive and three are negative. On the one hand, the first three feedback loops are negative and describe stabilizing relationships between the social and the ecological system on the basis of the growth of fish, birds and seals and nutrients.

Table 2, *Feedback Loop Analysis Ems Dollart Bay.*

	Loop	Sign
1.	Fish (+) → Fishery (+) → Economy (+) → Fishery (–) → Fish	–
2.	Birds & Seals (+) → Recreation (+) → Economy (+) → Recreation (–) → Birds & Seals	–
3.	Nutrients (+) → Mud (+) → Anoxia & Shading (–) → Fish (+) → Fishery (+) → Economy (+) → Nutrients	–
4.	Nutrients (+) → Mud (+) → Salt marshes (+) → Birds (+) → Recreation (+) → Economy (+) → Nutrients	+
5.	Mud (+) → RWS/ Dredger (+) → Clay Processing (+) → Agriculture (–) → Dredger/RWS (–) → Mud	+

In the first loop a chain of positive links from fish through the fishery to the economy is stabilized by the negative influence of the fishery on fish stocks accelerated by the positive influence of a growing economy on fishing effort. In the second loop the positive influence of bird and seal populations on recreation and of recreation on the economy is limited by the negative impact of economic activity on bird and seal populations. In the third and final negative and self-regulating loop, nutrients stimulate the production of mud which causes increased anoxia and shading that harms the growth of fish populations. A fall in fish populations reduces the growth of the fishery and ultimately the growth of the economy, which implies less economic activity and therefore relatively less growth of nutrients. The fourth feedback loop is based on a rise in nutrients which stimulates the production of mud which positively influences the creation of salt marshes. This again positively contributes to bird populations by providing habitat, which stimulate recreation, and therefore the economic growth. A rise in economic activity again stimulates the availability of nutrients. The final and second positive feedback loop is based on the example of productively reusing a surplus of mud. The loop indicates that the growth in mud accrues to the water manager Rijkswaterstaat, which may potentially sell the mud to a dredger as an intermediary, before it enters and contributes to clay processing. Processed clay can then be reused by the agricultural industry, creating a demand in the agricultural industry for the mud as sold by the dredging business, or Rijkswaterstaat for that matter. In this way, the production of mud is stabilised by means of creating a market for it.

After the establishment of the conceptual feedback diagrams and feedback loops a next step could be to quantify the identified relationships by translating them into mathematical functions. Three main approaches to do so are discussed in the following in the light of the previously presented findings of this study (Table x):

- Simulation modelling,
- Generalised modelling and
- Conventional dynamic systems modelling

Each approach distinguishes itself from the other two in terms of the way in which feedbacks are quantified, a safe-operating space is identified and analysed, but also in terms of the data requirements and the overall advantages and limitations. These will be described in the following. As a result, which one of these approaches is superior is a matter of the objectives underlying the quantification of feedback relationships. All three methods are based on a conceptual model which is translated into mathematical functions. A simulation model features a high degree of flexibility with regard to the analysis and a low data availability requirement as it approximates empirically observed relationships. A regular dynamic systems model incorporates data in detailed specifications of the observed relationships with the highest possible accuracy which allows to observe the dynamic changes in a system over time and to simulate time series. A generalized model which employs a Jacobian matrix parameterized with help of point properties to analyse stability properties with limited, qualitative as well as quantitative, data.

Table 3 *Methods for the quantification of feedbacks.*

Operationalisation	1. Specify key variables and processes/ relationships		
Technique	2a. Simulation	2b. Generalised	2c. Dynamic System
Quantifying feedback relationships	Conceptual to detailed specification	Symbolic Placeholder Functions	Specify detailed models for relationships
Safe-Operating Space	Extreme values/ Steady States/ Change over time	Symbolic Calculation Jacobian Matrix	Extreme values/ Steady States/ Change over time
Data Requirements	Low	Moderate	High
Drawbacks	Lack of empirical validation	Static (not applicable for the analysis of dynamic changes)	High level of complexity
Advantage	Explorative/ Large scope of flexibility	Empirical/ Simple capturing of simultaneous relevance of variables/ processes for stability of the system	Empirical/ Capturing authentic dynamics and mutual dependencies in the system
Examples	(Schlüter et al. 2014)	(Lade et al. 2015)	(Huber et al. 2013)

Simulation models reproduce and analyse the dynamics and feedbacks found in real-world social-ecological systems by approximating them based on qualitative or quantitative information (Schlüter et al. 2014, Carpenter et al. 2015). This allows to study changes in social-ecological systems over time when data are not available. Most notably, unlike the other two options it allows to conduct thought experiments and to study hypotheses of processes which have not taken place yet such as potential future changes. In the context of the cases discussed, the high level of flexibility afforded by this approach is particularly interesting for the analysis of cases which are characterised by a high level of uncertainty. For example, feedbacks can be associated with processes which are characterised by a high degree of uncertainty and disagreement among academia and policy-makers, such as with respect to the existence of alternative stable states in the Ems-Dollart Bay(Van Maren et al. 2015). System simulation lends itself, for instance in combination with scenario analyses, particularly for the weighing or (temporary prioritisation) of policy measures which aim at regulating such processes, based on the effects which can be hypothesized based on experience or theory. Furthermore, simulation models can be useful to explore the establishment of non-existent feedbacks such as the creation of a value chain for various innovative uses of mud in the Ems-Dollart Bay. Thus, this approach would be particularly useful to address the principles of learning and complex adaptive systems which have been found to have received least attention among the seven principles in the inventory analysis.

Conventional dynamic systems models specify and validate functional relationships and parameters based on data. This allows to study system dynamics over time with a high degree of accuracy and authenticity by generating time-series (Huber et al. 2013). In other words, this approach is comparable to simulation modelling, however, adds rigid empirical validation to that. Both approaches can be used for the analysis of the boundaries of a safe operating space by analysing extreme points in the systems dynamics. Although, the conventional dynamics approach may be the most desirable out of the three, it does come at the cost of extensive data requirements and computation time. Particularly, in context of the case studies discussed data availability is limited in certain respects and difficult to collect. The data availability required may also be politically infeasible given a prioritisation in the allocation of funding to more urgent purposes which allow for immediate action rather than addressing the aspect of incomplete information.

Generalised modelling offers a more feasible approach in face of limited data availability. In particular if the assessment of the stability of a system, as well as the relative contribution of different system components to maintenance and loss of stability, represent the primary objective, the generalised modelling approach suggests itself. Notably, by parameterising a Jacobian matrix at a fixed point by use of generalised parameters which are easily interpreted, this approach can be used to produce reliable estimates with respect to the stability of a system (Lade et al. 2015). In addition, generalised parameters can be derived from quantitative or qualitative information, offering a heightened ease of use.

3 Conclusie

De casus was bedoeld om antwoord te geven op de vraag of het concept van de Resilience Rosetta en de doorvertaling hiervan naar Resilience Indicatoren aan te passen is aan de behoeften van Rijkswaterstaat-WVL en haar werkveld.

Naar onze mening is dat goed mogelijk. De zes gekozen aspecten voor veerkracht die gebruikt worden in de Resilience Rosetta (functioneren, geheugen/leren, diversiteit, reduncance, innovation, connectivity) komen voor een groot deel overeen met de Resilience Principles (tabel xx) die Rijkswaterstaat graag wil gebruiken. Wanneer het principle 'Slow Variables and feedbacks' aan het huidige concept wordt toegevoegd dan kan optimaal aan de behoeften van Rijkswaterstaat worden voldaan. Het gebruikte relatiediagram voor terugkoppelingsmechanismen is hiervoor een nuttig hulpmiddel.

4 Gebruikte literatuur

Backx, J., and Veraart, J.A. 2018. Pre-verkenning Ecologische Kansen en Risico's van Maatregelen uit Programmatische aanpak Ecologie Grote Wateren - Aanvulling op de RHDHV QuickScan. RWS-WVL & WUR, Lelystad.

Baptist, M. J., and K. Elschot. 2018. memo Uitbreiding kwelderareaal in de Dollard. Page 14. Wageningen Marine Research, Den Helder.

Baptist, M. J., and S. C. V. Geelhoed. 2016. Natura 2000 in het habitatrichtlijngebied Eems-Dollard - Een overzicht van status en doelstellingen. IMARES Rapport C054/16, Wageningen Marine Research, IJmuiden.

Boon, A. R., R. Noordhuis, J. A. Veraart, T. Ysebaert, and M. Tangelder. 2017. Inventarisatie projecten en onderwerpen Sturen Op Veerkracht, Duurzaam Beheer Grote Wateren. Deltares/WUR, Delft.

Carpenter, S. R., W. A. Brock, C. Folke, E. H. van Nes, and M. Scheffer. 2015. Allowing variance may enlarge the safe operating space for exploited ecosystems. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America **112**:5.

de Jonge, V. N., H. M. Schuttelaars, J. E. E. van Beusekom, S. A. Talke, and H. E. de Swart. 2014. The influence of channel deepening on estuarine turbidity levels and dynamics, as exemplified by the Ems estuary , 139. Estuarine, Coastal and Shelf Science **139**:46-59.

Dirkx, G. H. P., R. C. M. Arnouts, and M. de Heer. 2011. Conflicterende of convergerende ambities in de Eems-Dollard. Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, Wageningen.

Downing, A. S., E. H. van Nes, J. S. Balirwa, J. Beuving, P. O. J. Bwathondi, L. J. Chapman, and W. M. Mooij. 2014. Coupled human and natural system dynamics as key to the sustainability of Lake Victoria. Ecology and Society **19**.

Feddes, Y., Y. van Boheemen, S. Jansen, and R. Balk. 2018. Ontwikkelingsperspectief Grote Wateren. Feddes/Olthof.

Groningen Seaports. 2018. Pilot Kleirijperij officieel van start. Delfszijl.

Huber, R., S. Briner, A. Peringer, S. Lauber, R. Seidl, A. Widmer, and C. Hirschi. 2013. Modeling Social-Ecological Feedback Effects in the Implementation of Payments for Environmental Services in Pasture-Woodlands. Ecology and Society **18**.

I&W, and LNV. 2018. Kamerbrief over besteding enveloppe Natuur en Waterkwaliteit (7 maart 2018). Page 3, Den Haag.

Kramer, K., M. van der Heide, M. Pleijte, N. Polman, and S. Werners. 2018. Handvat voor omgevingsplannen. Tijdschrift Milieu:8-9.

Lade, S. J., S. Niiranen, J. Hentati-Sundberg, T. Blenckner, W. J. Boonstra, K. Orach, and M. Schlüter. 2015. An empirical model of the Baltic Sea reveals the importance of social dynamics for ecological regime shifts. Pages 11120–11125 *in* National Academy of Sciences of the United States of America.

Lenselink, G., M. Taal, S. Hommes, A. Oost, B. van Maren, M. J. Baptist, J. Tamis, and B. Brinkman. 2015. Ecologisch perspectief Eems-Dollard 2050 - MIRT-onderzoek Eems-Dollard fase II. Deltares, Utrecht.

Ofori, K. 2018. Resilience in river ecosystems in the Netherlands - Looking at feedbacks in socio-ecological systems. Wageningen University, Wageningen.

Ostrom, E. 2009. A General Framework for Analyzing Sustainability of Social-Ecological Systems. . Science **325**:419-422.

Programma Rijke Waddenzee. 2018. Projecten Eems Delta - Marconi Delfszijl. Eems Delta, Leeuwarden.

Provincie Groningen, and Ministerie van Infrastructuur en Milieu. 2016. Programma Eems-Dollard 2050 - Meerjarig adaptief programma voor ecologische verbetering in het gebied van de Eems en de Dollard.

Resilience Alliance. 2015. Resilience Alliance - Resilience 40 years of resilience research and thinking. Stockholm

Rijkswaterstaat. 2017. Eems-Dollard - Het laatste estuarium van de Waddenzee. Verkenning Grote Wateren, Lelystand.

Rijkswaterstaat. 2018. Factsheets Programma Grote Wateren. Rijkswaterstaat, Den Haag.

Scheffer, M., S. Barrett, S. R. Carpenter, C. Folke, A. J. Green, M. Holmgren, T. P. Hughes, S. Kosten, I. A. van de Leemput, D. C. Nepstad, E. H. van Nes, E. T. H. M. Peeters, and B. Walker. 2015. Creating a safe operating space for iconic ecosystems. Science **347**:1317-1319.

Schlüter, M., J. Hinkel, P. W. G. Bots, and R. Arlinghaus. 2014. Application of the SES Framework for Model-based Analysis of the Dynamics of Social-Ecological Systems. Ecology and Society **19**.

Sterk, M., I. A. van de Leemput, and E. T. H. M. Peeters. 2017. How to conceptualize and operationalize resilience in socio-ecological systems? Current Opinion in Environmental Sustainability **28**:108-113.
Stichting Ecoshape. 2018. Pilot Kleirijperij. stichting Ecoshape, Dordrecht.
Teunis, M., and K. Didderen. 2018. Blue Carbon in Nederlandse kwelders - Resultaten van vier Kwelders in beheergebieden van Natuurmonumenten. Bureau Waardenburg - Ecologie & Landschap.
van Loon-Steensma, J. M., and P. Vellinga. 2013. Trade-offs between biodiversity and flood protection services of coastal salt marshes. Current Opinion in Environmental Sustainability **5**:320-326.
Van Maren, B., W. Stolte, L. Sittoni, J. Vroom, L. Arentz, and A. De Kluijver. 2015. Mud dynamics in the Ems Estuary, phase 2 Model analysis. Deltares, Delft.
Veraart, J. A., R. Reijers, M. J. de Lange, E. H. van Nes, S. Kosten, M. J. Baptist, R. Noordhuis, and M. Platteeuw. 2016. Ecologische kantelpunten in de Nederlandse grote wateren - Discussie memo over recente inzichten, voorbeelden en onderzoeksvragen (discussie memo). Wageningen UR / Deltares / Radboud Universiteit, Wageningen.
Veraart, J. A., J. G. Timmerman, H. J. de Lange, M. P. C. P. Paulissen, M. Bogers, A. Spijkerman, and N. C. Holz Amorim de Sena. 2018. Van Robuuste Natuur tot Herstel Ecologische Veerkracht in de Rijkswateren : een analyse over de mogelijkheden van het gebruik van Infographics als een handreiking voor het realiseren van herstel ecologische veerkracht en extra dynamiek in de Rijkswateren. Wageningen Environmental Research, Wageningen.
Verhoogt, H., M. Schaafsma, F. van der Ziel, A. van Mastrigt, M. J. Baptist, A. J. Rippen, B. Griffioen, and B. T. Grasmeijer. 2014. Verkenning zoet-zout natuur en spuilocatie nabij Pier van Oterdum - Planstudie nieuwe spuilocatie en zoet-zout natuur. stichting Ecoshape.
Ysebaert, T. W. J., J. T. van der Wal, M. Tangelder, A. V. de Groot, and M. J. Baptist. 2016. Ecotopenkaart voor het Eems-Dollard estuarium. Wageningen Marine research, Yerseke.