



Project Smartsediment is gefinancierd binnen het Interreg V programma Vlaanderen-Nederland, het grensoverschrijdend samenwerkingsprogramma met financiële steun van het Europees Fonds voor Regionale Ontwikkeling.
Meer info: www.grensregio.eu



Illustratie en evaluatie van de Smartsediment ecosysteemdiententool voor de beoordeling van effecten van huidige beheerstrategieën op ecosysteemdiensten

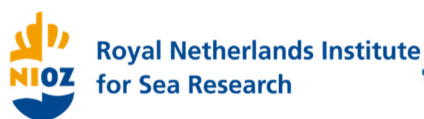
Smartsediment WP4 Ecosysteemdiensten: Deeltaak 4.2

Auteurs: Sebastiaan Mestdag¹, Sofie De Swert¹, Annelies Boerema², Dirk Vreboos², Patrick Meire², Tom Ysebaert¹, Frederik Roose³

Affiliaties: ¹NIOZ, ²Universiteit Antwerpen ECOBE, ³Departement MOW

Finale versie

20 november 2020



Ecosystem Management
Research Group (Ecobe)
University of Antwerp



Illustratie en evaluatie van de Smartsediment ecosysteemdiententool voor de beoordeling van effecten van huidige beheerstrategieën op ecosysteemdiensten

INHOUD

1	INLEIDING.....	2
1.1	Scheldedelta en sedimentingrepen	2
1.2	Smartsediment ESD-tool	2
1.3	Doelstelling.....	4
2	TOEPASSING ESD-TOOL: BEOORDELING VAN EFFECTEN VAN SEDIMENTSTRATEGIEËN OP ECOSYSTEEMDIENSTEN.....	5
2.1	Projecten in de Oosterschelde	5
2.1.1	Oesterdam	5
2.1.2	Roggenplaat.....	11
2.2	Projecten in de Westerschelde	17
2.2.1	Suikerplaat	17
2.2.2	Plaats van Walsoorden.....	21
2.2.3	Hooge Platen	25
3	DISCUSSIE.....	30
3.1	Evaluatie van de Smartsediment ESD-tool.....	30
3.1.1	Toepasbaarheid van de tool als screeningstool	30
3.1.2	Meerwaarde van de tool	30
3.1.3	Input en output.....	31
3.1.4	Schaalniveaus in ruimte en tijd.....	32
3.2	Evaluatie van de Scheldedelta cases.....	34
3.3	Conclusie	35
	BRONNEN	36
	BIJLAGEN	38
	BIJLAGE A: Invoerparameters projecten Oosterschelde.....	39
	BIJLAGE B: Invoerparameters projecten Westerschelde	41
	BIJLAGE C: ecotopenkaarten.....	43
	BIJLAGE D: resultaten ecosysteemdienstenlevering ESD-tool.....	53

1 INLEIDING

1.1 Scheldedelta en sedimentingrepen

De Scheldedelta staat onder zware druk door de menselijke activiteiten die er plaatsvinden. Door de aanleg van een stormvloedkering in 1986 over de gehele monding van de Oosterschelde, als deel van de Deltawerken, is de getijdynamiek fors afgenomen en daardoor is de sedimentbalans in dit gebied verstoord. Het natuurlijk aangroeien van intergetijdengebieden door sedimentatie is er sterk verminderd, terwijl erosie vrijwel gelijk gebleven is. Dit proces, ook wel beschreven als zandhonger, zorgt ervoor dat zonder maatregelen de intergetijdengebieden op termijn grotendeels zullen verdwijnen (Louters et al., 1998; Van Zanten & Adriaanse, 2008). Als gevolg van de zandhonger dreigt waardevol habitat voor foeragerende en rustende wadvogels verloren te gaan. Het estuarium van de Schelde, bestaande uit Westerschelde (Nederland) en Zeeschelde (Vlaanderen), wordt daarentegen gekenmerkt door een hoge hydrodynamiek en dus sterk veranderlijke sedimentatie- en erosiepatronen. Frequent baggeren is nodig om een vlotte scheepvaart naar de havens te garanderen. Als gevolg van de historische ingrepen in de Schelde en de veranderingen die gepaard gingen met de Deltawerken moet in de Scheldedelta aan natuurcompensatie en -versterking worden gedaan, om de doelstellingen te halen die in de Europese Habitat- en Vogelrichtlijnen geformuleerd zijn.

Om de hierboven beschreven problemen in de Scheldedelta aan te pakken, zijn verschillende strategieën en daarbij horende maatregelen ontwikkeld. Deze hebben voornamelijk het bestendigen en uitbreiden van intergetijdengebied en het verbeteren van natuurwaarden tot doel en worden/werden uitgevoerd op verschillende locaties in de Oosterschelde, Westerschelde en Zeeschelde. In de Oosterschelde gaat het hier in de eerste plaats om maatregelen die specifiek ontworpen zijn om de effecten van de zandhonger tegen te gaan, terwijl men in de Westerschelde en Zeeschelde voornamelijk tracht gebaggerd sediment te hergebruiken op een economisch en ecologisch interessante wijze. Onder de toegepaste maatregelen zijn plaatrandstortingen (Zee- en Westerschelde) en suppleties van intergetijdengebieden (Oosterschelde), soms gecombineerd met de aanleg van (oester)riffen/dammen om het gesuppleerde sediment beter tegen erosie te beschermen. In het Smartsediment-project worden acht verschillende ingrepen in de Scheldedelta uitgevoerd en geëvalueerd. Dit Interreg project is een samenwerking van verschillende Nederlandse en Vlaamse partners en tracht een antwoord te bieden op de hierboven beschreven problematiek.

1.2 Smartsediment ESD-tool

Om inzicht te krijgen in wat de impact is van veranderingen in ecosystemen kan gewerkt worden met de methodiek van ecosysteemdiensten (ESD) waarmee de link tussen ecosystemen (ecologische processen, habitats, soorten) en maatschappij (gebruikers, activiteiten) expliciet wordt gemaakt.

In het kader van het Smartsediment-project werd door de onderzoeksgroep Ecosysteembeheer (ECOB) van de Universiteit Antwerpen een GIS-tool ontwikkeld die de levering van enkele belangrijke ESD's in de Scheldedelta kan berekenen. Het ontwerp van deze tool is reeds uitvoerig beschreven in eerdere rapporten (Boerema et al., 2018a; 2018b; 2018c). De levering van ecosysteemdiensten wordt gekwantificeerd aan de hand van een reeks invoerkaarten of -waarden betreffende de hydromorfologische, ecologische of socio-economische omgevingskenmerken rond de ingreeplocatie. De tool is beschikbaar als een plug-in in QGIS en is vrij eenvoudig te gebruiken mits aanlevering van voldoende invoergegevens. Voor de tool werd een reeks ESD's geselecteerd die relevant kunnen zijn in estuariene omgevingen: voedselvoorziening (schelpdieren, schaaldieren, vis), ruimte voor scheepvaart, voorziening van grondstoffen (zand en klei), regulering van de waterkwaliteit, regulering van overstromingsrisico, klimaatregulering, recreatie en toerisme (oevergebonden recreatie,

zwemmen, recreatieve scheepvaart) en habitat- en soortendiversiteit (zeehonden, vogels). Deze diensten zijn allemaal van belang in de Scheldedelta, maar niet noodzakelijk van toepassing in alle omstandigheden. Zo heeft het bijvoorbeeld weinig zin te onderzoeken wat de effecten zijn van een ingreep op zwemlocaties in een gebied waar niet gezwommen wordt. Voor elke afzonderlijke ingreep moet dan ook een lijst met ecosysteemdiensten worden samengesteld die daar van toepassing zijn. In dit rapport zullen bij elke ingreep dan ook enkel die diensten besproken worden die op de besproken locatie relevant zijn.

In dit rapport wordt een eerste test van de ESD-tool beschreven, waarbij het effect van vijf geselecteerde sedimentstrategieën in de Ooster- en Westerschelde op ecosysteemdiensten wordt onderzocht. We kiezen voor de Smartsediment-projecten op de Suikerplaat (Westerschelde) en de Roggenplaat (Oosterschelde) en daarnaast ook voor een suppletieproject aan de Oesterdam en de stortingen langs de Plaat van Walsoorden en de Hooge Platen. Hiermee omvatten we een aantal verschillende strategieën: suppletie van intergetijdengebieden in de Oosterschelde (Roggenplaat, Oesterdam), plaatrandstortingen in de Westerschelde (Plaat van Walsoorden, Hooge Platen, Suikerplaat). De ecosysteemdiensten die lokaal door deze ingrepen worden beïnvloed, worden in elk hoofdstuk afzonderlijk besproken (Tabel 1). Voor elk project worden vier verschillende scenario's bestudeerd: een huidig scenario zonder ingreep, een scenario net na de uitvoer van de ingreep, een toekomstig (ongeveer 20 jaar later) scenario zonder ingreep en een toekomstig scenario met ingreep.

De tool kan een **nuttig ondersteunend instrument** vormen, maar **specifieke expertise** blijft nodig. De tool kan dienen als communicatiemiddel, als ondersteuning bij besluitvorming door zowel de verbreding van de kosten-baten analyse met ESD's als het creëren van extra kaartenmateriaal. Bij het gebruik van de tool is het heel belangrijk om de resultaten juist te interpreteren. Deze interpretatie is onder andere afhankelijk van de input data en de lokale situatie. In de discussie wordt een algemene evaluatie gegeven van (het gebruik) van de ESD tool enerzijds en een evaluatie van de specifieke resultaten voor de geselecteerde Scheldedelta cases anderzijds.

Tabel 1: Relevante ecosysteemdiensten per suppletieproject in de Oosterschelde en Westerschelde.

	Oosterschelde		Westerschelde		
	Oesterdam	Roggenplaat	Suikerplaat	Walsoorden	Hooge Platen
Voedselvoorziening					
Schelpdieren	x	x			
Schaaldieren	x	x	x	x	x
Vis	x	x	x	x	x
Voorziening scheepvaart					
Ruimte & water			x	x	x
Voorziening grondstoffen					
Zand & klei					
Regulering waterkwaliteit	x	x	x	x	x
Regulering overstromingskans	x	x	x	x	x
Klimaatregulering	x	x	x	x	x
Voorziening recreatie					
Oevergebonden recreatie	x				
Zwemmen	x				
Recreatieve vaart		x	x	x	x
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden		x	x	x	x
Steltlopers	x	x	x	x	x

1.3 Doelstelling

Een belangrijk onderdeel van de opdracht van Smartsediment is het onderzoeken welke ecosysteemdiensten (ESD) ondersteund kunnen worden met sedimentbeheer en hoe deze eventueel geoptimaliseerd kunnen worden in de Scheldedelta. Hiervoor is een ESD tool ontwikkeld in GIS, waarmee de effecten van sedimentingrepen op ecosysteemdiensten kunnen worden berekend (Boerema et al., 2018c). In dit rapport wordt een eerste toepassing van de tool beschreven aan de hand van vier geselecteerde ingrepen in de Ooster- en Westerschelde, zowel uit het Smartsediment-project als daarbuiten. De bedoeling is om de tool te testen op bruikbaarheid en toepasbaarheid om zo een beeld te krijgen van de manier waarop de verschillende ingrepen de levering van ecosysteemdiensten in hun omgeving kunnen beïnvloeden. Hierbij vergelijken we de huidige situatie met en zonder ingreep en toekomstige scenario's met en zonder ingreep. Bijkomend worden enkele aanbevelingen gemaakt ter verbetering van de tool.

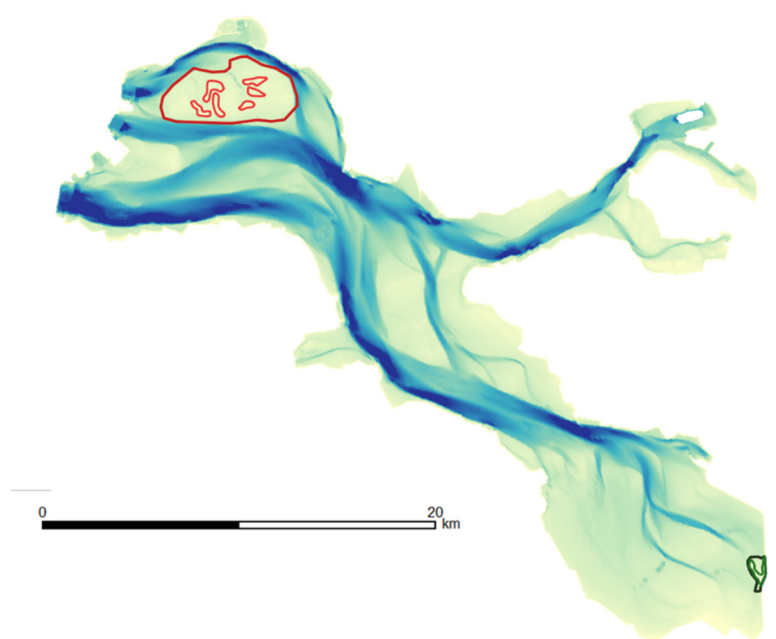
2 TOEPASSING ESD-TOOL: BEOORDELING VAN EFFECTEN VAN SEDIMENTSTRATEGIEËN OP ECOSYSTEEMDIENSTEN

2.1 Projecten in de Oosterschelde

2.1.1 Oesterdam

Beschrijving

In de kom aan het zuidoostelijke uiteinde van de Oosterschelde, tegen de Oesterdam, is in 2013 een project uitgevoerd waarbij zo'n 42,5 ha sediment werd opgespoten tegen de dijk (dijkvoetsuppletie) en in een haakvormige barrière langs een aanpalend slik (hoofdsuppletie) (Figuur 1 & Figuur 2). Twee oesterriffen werden aangelegd langs de barrière en twee aan het open uiteinde van het slik. De ingreep heeft als doel de golfimpact op de dam te reduceren en ervoor te zorgen dat de huidige ecologische functies, met name de foerageerfunctie voor steltlopers, voor de volgende 50 jaar behouden blijven door de lokale effecten van de zandhonger, i.e. de erosie van het slik, tegen te gaan. Eén van de bijkomende doelstellingen was eveneens recreatie beperken zodat de ecologische functie niet in het gedrang zou komen (Boersema et al., 2018).



Figuur 1: Bathymetriekaart Oosterschelde met de contouren van de twee suppletieprojecten (licht) en hun directe omgeving (donker). Rood: Roggenplaat; Groen: Oesterdam.



Figuur 2: Suppletie langs de Oesterdam met een dijkvoet suppletie en een hoofdsuppletie rond een ongestoord slik in 2014, een jaar na aanleg (Foto door Edwin Paree, 2014 in Ysebaert et al., 2017a).

Ecosysteemdiensten

Niet alle ecosysteemdiensten die in de ESD-tool kunnen worden berekend zijn relevant voor de Oesterdam (Tabel 1). Het effect berekenen op habitat voor zeehonden houdt theoretisch wel steek, maar aangezien ze doorgaans niet zo ver in de Oosterschelde voorkomen, en het slik bij de Oesterdam geen geschikte ligplaats is voor zeehonden, is dit verwaarloosbaar. Aangezien geen commerciële mosselproductie plaats vindt in de nabijheid van het projectgebied, is ook de ecosysteemdienst 'Voedselvoorziening – schelpdieren' hiervoor niet berekend. Tegelijkertijd zijn ook niet alle relevante ecosysteemdiensten in de tool opgenomen. Na de aanleg van de Oesterdamsuppletie werd het centrale, niet gesuppleerde slik een hotspot voor kitesurfers (Boersema et al., 2018). Deze dienst is echter niet opgenomen in de tool. Het effect van kitesurfers op andere ecosysteemdiensten, zoals verstoring van habitat voor steltlopers, moet wel in rekening gebracht worden aangezien dit een gevolg is van de aanleg van de suppletie. Op dezelfde plaats is pierenspitten ook een veelvoorkomende (en vergunde) activiteit (Boersema et al., 2018) en komen tijdens de zomer veel dagrecreanten voor. Dit kan als een ecosysteemdienst op zich worden gezien, maar heeft ook mogelijk impact op de andere ecosysteemdiensten.

De volgende ecosysteemdiensten werden berekend:

- Voedselvoorziening (schaaldieren, vis)
- Regulering van overstromingsrisico
- Regulering waterkwaliteit
- Klimaatregulering
- Recreatie en toerisme (oevergebonden recreatie, zwemmen)
- Habitat- en soortendiversiteit (steltlopers)

Simulatie in de ESD-tool: scenario's en input data

De impact op ecosysteemdiensten werd berekend voor vijf verschillende scenario's waarvan twee zonder ingreep en drie met ingreep. Zonder ingreep werd zowel een huidig scenario 'Huidig (2013)' als een toekomstscenario 'Toekomst (2030)' berekend. Met ingreep werd eveneens een huidig scenario berekend en twee toekomstscenario's, waarvan één drie jaar na de suppletie 'Toekomst (2016)' en één verder in de toekomst 'Toekomst (2030)'. Er werd gekozen om een bijkomend toekomstig scenario door te rekenen (Toekomst 2016) omdat hiervan al monitoringdata beschikbaar

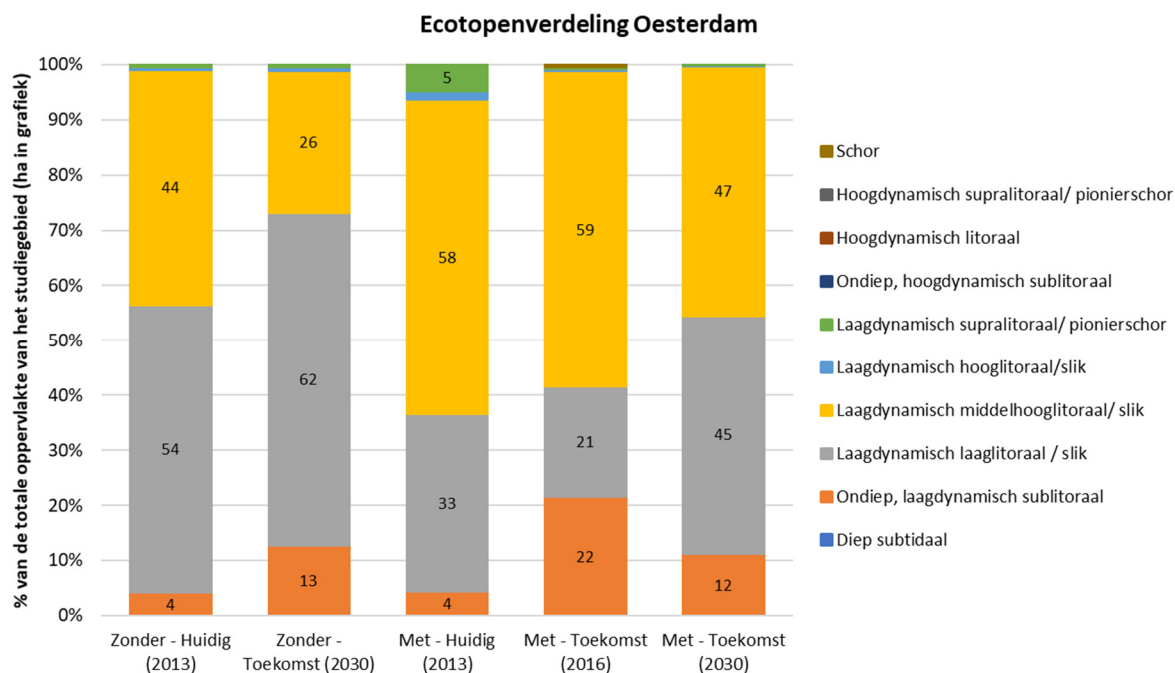
is die de resultaten van de tool deels kan valideren. Voor de berekeningen in de ESD-tool werd zowel bestaand kaartenmateriaal gebruikt als nieuw gesimuleerde kaarten:

- **Bodemhoogtekaarten** van de Oosterschelde zijn beschikbaar voor 2013 (voor de aanleg van de suppletie), 2016 en 2030 (Simulatie ANT-studie zonder suppletie, de Ronde et al., 2013). Voor 2030 bevat deze hoogtekaart enkel data van het intergetijdengebied. Voor het subtidale gebied werd de data aangevuld met de kaart van 2016. Op basis van de kaarten uit 2013 en 2030 zonder suppletie en een lokale bodemhoogte kaart met suppletie uit 2013, vlak na aanleg, werden bodemhoogtekaarten gecreëerd voor de scenario's 'Huidig (2013)' en 'Toekomst (2030)' met suppletie.
- Voor het scenario 'Toekomst (2030)' met suppletie werd de **erosiegraad** die tot nu toe wordt aangenomen voor de suppletie (Hoofdsuppletie: 2 cm/jaar; dijkvoet suppletie: 5 cm/jaar; afvloeikanaal: 3 cm/jaar; niet-gesuppleerde delen: 0,25 cm/jaar) in rekening gebracht (Boersema et al., 2018).
- **Droogvalduurkaarten** waren beschikbaar voor de scenario's 2013 en 2030 (Simulatie ANT-studie uit de Ronde et al., 2013) zonder suppletie. De droogvalduurkaarten voor de overige scenario's werden gesimuleerd op basis van de respectievelijke bodemhoogtekaarten en de bodemhoogte- en droogvalduurrelatie uit 2013.
- Een kaart met **maximale stroomsnelheid** in de Oosterschelde was enkel beschikbaar voor 2010 en 2016. Aangezien deze data gebaseerd is op meer complexe berekeningen, zijn we gedwongen om de stroomsnelheidsdata van 2010 te gebruiken voor de scenario's zonder suppletie en de data van 2016 (de situatie drie jaar na de aanleg van de suppletie) voor alle scenario's met suppletie. Dit is een belangrijke aanname die impact heeft op de resultaten.

Resultaten

(1) Ecotopenkaarten

Met behulp van de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheid kaarten en het gemiddeld hoogwater met springtij (Bijlage A) werd met de ESD-tool een ecotopenkaart berekend voor ieder scenario (Bijlage C.1). Vervolgens werd de verdeling in ecotopen in (de directe omgeving van) het projectgebied Oosterschelde berekend met de functie 'Quickscan' in de ESD-tool (Figuur 3; Bijlage C.1). Uit de verdeling in ecotopen tussen de verschillende scenario's blijkt dat de suppletie vooral invloed heeft op het areaal laagdynamisch laaglitoraal (afname), laagdynamisch middelhooglitoraal (toename) en laagdynamisch supralitoraal (toename). Het scenario 'Toekomst (2016) met suppletie' laat echter ook een sterke toename zien in het areaal ondiep, laagdynamisch sublitoraal. Dit is waarschijnlijk vooral te wijten aan een verschil in kaartresolutie tussen 2013 en 2016 met een hogere resolutie in 2016. Bij de interpretatie van de resultaten moet hiermee zeker rekening gehouden worden, dit scenario kan hierdoor immers niet zomaar vergeleken worden met de andere scenario's. Het toekomstscenario tegen 2030 voorspelt voor zowel met als zonder suppletie een groter areaal ondiep, laagdynamisch sublitoraal en laagdynamisch laaglitoraal ten opzichte van 2013. Dit areaal is volgens de ecotopenkaarten vooral afkomstig van geërodeerd laagdynamisch middelhooglitoraal (Bijlage C-1). De oppervlakte laagdynamisch middelhooglitoraal is zoals in beide huidige scenario's groter in het scenario 'Toekomst (2030)' met suppletie dan zonder suppletie (Figuur 3).



Figuur 3: Procentuele verdeling van de verschillende ecotopen in het geselecteerde gebied aan de Oesterdam. In de grafiek worden de oppervlaktes gegeven in hectare.

(2) Ecosysteemdiensten

Voor elk van de vijf scenario's werd de impact op de verschillende relevante ecosysteemdiensten in de directe omgeving van de Oesterdam berekend met behulp van de ESD-tool (Tabel 2). Naast de kaarten die in de vorige paragraaf werden besproken, werden ook numerieke waarden gebruikt voor korrelgrootte, waterniveau, productiviteit van vis en schaaldierproductie, ... De gebruikte waarden per ecosysteemdienst en per scenario zijn gerapporteerd in Bijlage A.

- Voedselvoorziening – schaaldieren

De aanleg van een suppletie aan de Oesterdam lijkt initieel geen effect te hebben op de schaaldierproductie. De productiviteit in de scenario's met suppletie ligt enkel hoger dan die in de respectievelijke scenario's met suppletie wanneer het macrobenthos de kans heeft gehad om te herstellen, wat in scenario huidig (2013) niet het geval is en in het scenario toekomst (2016) wel. Voor zowel de situatie met als zonder suppletie, geven de toekomstige scenario's een hogere productiviteit aan dan de huidige scenario's. Het productieve gebied ligt in het ondiep, laagdynamisch gebied. Dit neemt in de toekomst toe door erosie van hoger gelegen areaal. In het toekomstige scenario met suppletie is dit gebied (en dus ook de productiviteit) kleiner dan zonder suppletie, dit kan te wijten zijn aan de bodemophoging waardoor erosie tot ondiep laagdynamisch ecotoop tegen 2030 op minder plaatsen voorkomt. De erg hoge productiviteit in 2016 is ook te verklaren door het grote areaal ondiep laagdynamisch ecotoop. Dit grote verschil geeft echter een vertekend beeld, veroorzaakt door de hogere resolutie van de 2016 kaarten. De resultaten van 2016 kunnen dus niet zomaar vergeleken worden met de overige vier scenario's.

- Voedselvoorziening - vis

Uit de resultaten van de tool lijkt de suppletie een negatieve impact te hebben op de productiviteit voor vis. Initieel halveert de productiviteit in het projectgebied na de ingreep (in dat scenario wordt aangenomen dat het macrobenthos door de suppletie werd begraven en is afgestorven). Drie jaar na

de ingreep (2016) blijft de productiviteit veel lager dan voor de suppletie, hoewel het macrobenthos voor 90 % hersteld is. Ook de verwachtingen voor 2030 zijn positiever voor de situatie zonder suppletie dan voor de situatie met suppletie. Dit is in lijn met de verwachtingen. Met het verkleinen van het totale areaal ondiep laagdynamisch sublitoraal en laagdynamisch laaglitoraal met de aanleg van de suppletie (Figuur 3, grijs en oranje), daalt ook de productiviteit. Op de ecotopenkaarten (Bijlage C-1) wordt dit ook ruimtelijk zichtbaar.

Tabel 2: Resultaten berekening ecosysteemdiensten op en in de directe omgeving van de Oesterdam suppletie voor vijf scenario's. '+++', '++' & '+' betekenen een toename met respectievelijk minstens 50, 20 & 10 % t.o.v. het scenario Huidig (2013) zonder suppletie. '---', '--' & '-' betekenen een afname met respectievelijk 50, 20 & 10 % en '=' geeft aan dat er geen belangrijk verschil is tussen beide scenario's. De originele output van de Quickscan is gegeven in Bijlage D.

ESD Oesterdam directe omgeving	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (2013)	Toekomst (2030)	Huidig (2013)	Toekomst (2016)	Toekomst (2030)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/jaar)	144	+++	=	+++	+++
Vis (aantal x1000)	20	++	--	--	=
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (ton N/jaar)	20	-	=	-	=
Stikstofopslag (ton N/jaar)	11	=	++	-	-
Fosforopslag (ton P/jaar)	3	-	=	-	=
Silicium vrijstelling (ton Si/jaar)	20	-	=	-	=
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	+	-	-	-
Klimaatregulering (ton C/jaar)	93	-	=	-	=
Voorziening recreatie					
Oevergebonden recreatie (m ²)	8	--	---	++	++
Zwemmen (bezoekers/jaar)	310	--	=	-	--
Habitat & soortendiversiteit					
Steltlopers (m ²)	18	--	--	++	+

- Regulering waterkwaliteit

Initieel zal bij de aanleg van een suppletie de hoeveelheid nitraat die omgezet wordt in stikstofgas niet veranderen. Tegen 2030 is er in de situatie zonder suppletie minder denitrificatie dan voorheen, wat kan worden verklaard door de afname van het totale areaal laagdynamisch middelhoog- en laaglitoraal ten voordele van het ondiep sublitoraal. De stikstofopslag neemt toe bij de aanleg van een suppletie. Tegen 2030 is er echter minder stikstofopslag in het scenario met suppletie en geen verandering zonder suppletie. De fosforopslag wijzigt niet bij aanleg van een suppletie. Enkel tegen 2030 is er een verschil te zien tussen de scenario's met meer opslag met suppletie. De vrijstelling van silicium daalt enkel in het toekomstige scenario zonder suppletie. De veranderingen in de ESD's met betrekking tot de regulering van waterkwaliteit zijn gerelateerd aan de veranderingen in ecotopen. Het 2016 scenario is ook in dit geval niet te vergelijken met de andere scenario's.

- Inspanningen overstromingsrisico

Voor de berekening van inspanningen tegen overstromingsrisico wordt enkel gevraagd naar gemiddeld hoogwater en maximale golfhoogte. Aan de hand daarvan wordt ten opzichte van een referentiesituatie (Huidig (2013), zonder suppletie) bepaald of in de andere scenario's meer of minder inspanningen nodig zijn om het overstromingsrisico te beperken. Bij gebrek aan data werden zelf aannames gedaan met betrekking tot de maximale golfhoogte, met hogere golfhoogtes in toekomstscenario's en lagere golfhoogtes in scenario's met suppletie (Bijlage A). In alle scenario's met

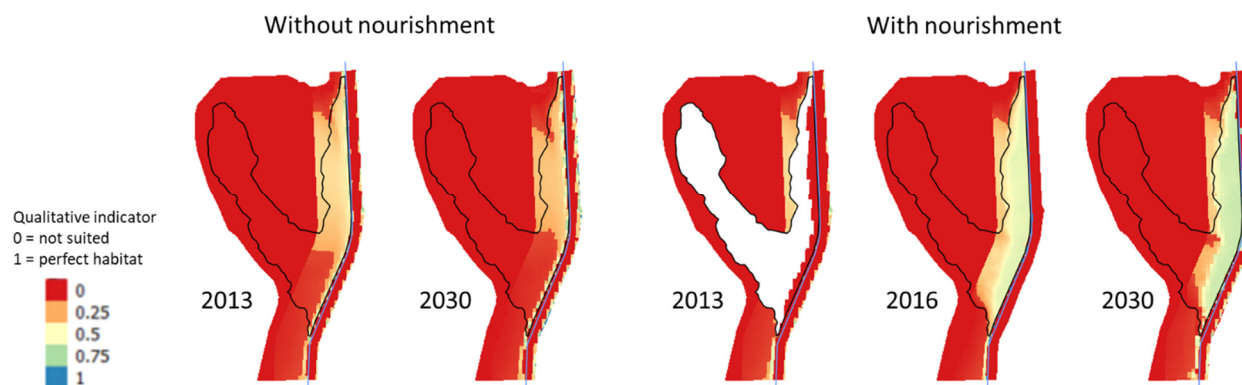
suppletie zijn volgens de resultaten van de tool minder inspanningen nodig dan in de referentiesituatie. In het toekomstige scenario zonder suppletie zouden meer inspanningen nodig zijn (Tabel 3).

- *Klimaatregulering*

Initieel zal jaarlijks evenveel koolstof worden opgenomen ter hoogte van de Oesterdam met suppletie in vergelijking tot zonder suppletie. Echter, uit de resultaten blijkt dat tegen 2030 in het scenario met suppletie meer koolstof wordt opgenomen dan in het scenario zonder suppletie. De verschillen zijn echter klein en te wijten aan een verschil in ontwikkeling van ecotopen, waarbij het areaal litoraal en (pionier)schor positief zijn voor de koolstofopslag. Bij de berekening werd enkel de eenvoudige methode gebruikt die gebaseerd is op kengetallen van gemiddelde koolstofopslag per ecotoop. De tweede, meer uitgebreide methode behoeft te veel gedetailleerde data die niet beschikbaar is.

- *Voorziening recreatie - oevergebonden recreatie*

De tool voorspelt dat nog slechts een vierde van het geschikte oppervlak voor oevergebonden recreatie overblijft vlak na de suppletie. Dit kan worden verklaard door het begraven van de macrobenthos gemeenschap met de ingreep, waardoor voedsel voor vogels en dus de vogels zelf verdwijnen. Dit heeft een negatieve invloed op het vogelspotten. Met het herstel van het macrobenthos in de toekomst, wordt ook het areaal geschikt voor recreatie groter tot het in 2030 zelfs groter is dan het areaal van voor de suppletie. Zonder suppletie gaat het areaal in de toekomst sterk achteruit. Op de resultatenkaarten van de ESD-tool (Figuur 3) is te zien hoe enkel het gebied in rekening wordt gebracht dat maximum 200 m van het pad verwijderd is. Het witte gebied dat het geïmpacteerde gebied voorstelt waarin de macrobenthos gemeenschap werd begraven door de suppletie, wordt niet meegerekend.



Figuur 4: Resultatenkaarten voor geschiktheid voor oevergebonden recreatie aan het Oesterdam projectgebied. Kaarten zijn een product van de ESD-tool. De blauwe lijn toont het fiets- en wandelpad. De zwarte contour toont de locatie van de suppletie.

- *Voorziening recreatie – zwemmen*

De suppletie lijkt geen invloed te hebben op het aantal zwemmers aan de zwemplaats dichtbij de Oesterdam. Deze ligt iets ten noorden van de suppletie. Met de tijd wordt de zwemplaats minder geschikt en worden minder bezoeken voorspeld. Dit effect is zowel zichtbaar in het scenario met als in het scenario zonder suppletie.

- *Habitat en soortendiversiteit - steltlopers*

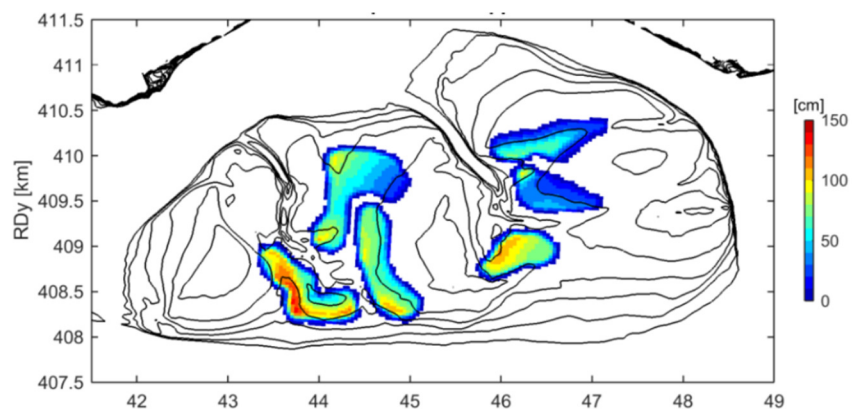
Het creëren van nieuw habitat voor steltlopers is een van de doelstellingen van het suppletieproject aan de Oesterdam. Met de aanleg van de suppletie verdwijnt echter initieel habitat voor steltlopers

(Huidig 2013 zonder suppletie versus met suppletie). De reden hiervoor is het afsterven van het macrobenthos (begraven onder de suppletie) en komt overeen met de verwachtingen (Ysebaert et al., 2017a). Wanneer het macrobenthos zich heeft hersteld (90% in 2016), is er meer geschikt habitat dan voor de suppletie. Met het eroderen van de suppletie tot 2030 verdwijnt een deel van dit habitat weer, maar het is tegen 2030 wel nog bijna dubbel zo groot als in 2030 zonder suppletie.

2.1.2 Roggenplaat

Beschrijving

De Roggenplaat is een grote intergetijdenplaat nabij de stormvloedkering aan de monding van de Oosterschelde (Figuur 1). Door de zandhonger ondergaat de plaat erosie en dreigt op termijn te verdwijnen, wat naast een verlies aan habitat en foerageergebied voor vogels ook een mogelijk veiligheidsrisico inhoudt door het verdwijnen van een natuurlijke buffer tegen stormgeweld voor de zuidelijke kust van Schouwen. Als antwoord op deze problematiek werd een verhoging van de plaat ontworpen, bestaande uit zes afzonderlijke suppleties (Figuur 4). Deze moeten ervoor zorgen dat het oppervlak aan foerageergebied tegen 2035 hetzelfde is als het oppervlak in 2010 en de veiligheid voor Schouwen gewaarborgd blijft (Ysebaert et al., 2017). De suppletie werd eind 2019 uitgevoerd. De werkelijke bathymetrie van na de aanleg en het verloop van sedimentatie en erosie is nog niet gekend. In dit rapport werken we met het ontwerp (Figuur 5) en aannames voor toekomstige ontwikkelingen.



Figuur 5: Locatie en hoogte (cm) van de zes geplande suppleties op de Roggenplaat, uit van der Werf et al., 2016.

Ecosysteemdiensten

Op de Roggenplaat kunnen de meeste ecosysteemdiensten berekend worden. Enkel een impact van de ingrepen op recreatie (zwemmen en oevergebonden recreatie) is weinig realistisch, aangezien de plaat relatief ver van de oever ligt. De volgende ecosysteemdiensten worden berekend:

- Voedselvoorziening (schelpdieren, schaaldieren, vis)
- Regulering van overstromingsrisico
- Regulering waterkwaliteit
- Klimaatregulering
- Recreatie en toerisme (recreatieve vaart)
- Habitat- en soortendiversiteit (zeehonden, steltlopers)

Simulatie in de ESD-tool: scenario's en input data

De impact op ecosysteemdiensten werd berekend voor vier verschillende scenario's waarvan twee zonder ingreep en twee met ingreep. Voor beide situaties werd zowel een huidig scenario 'Huidig (2016)' als een toekomstscenario 'Toekomst (2030)' berekend:

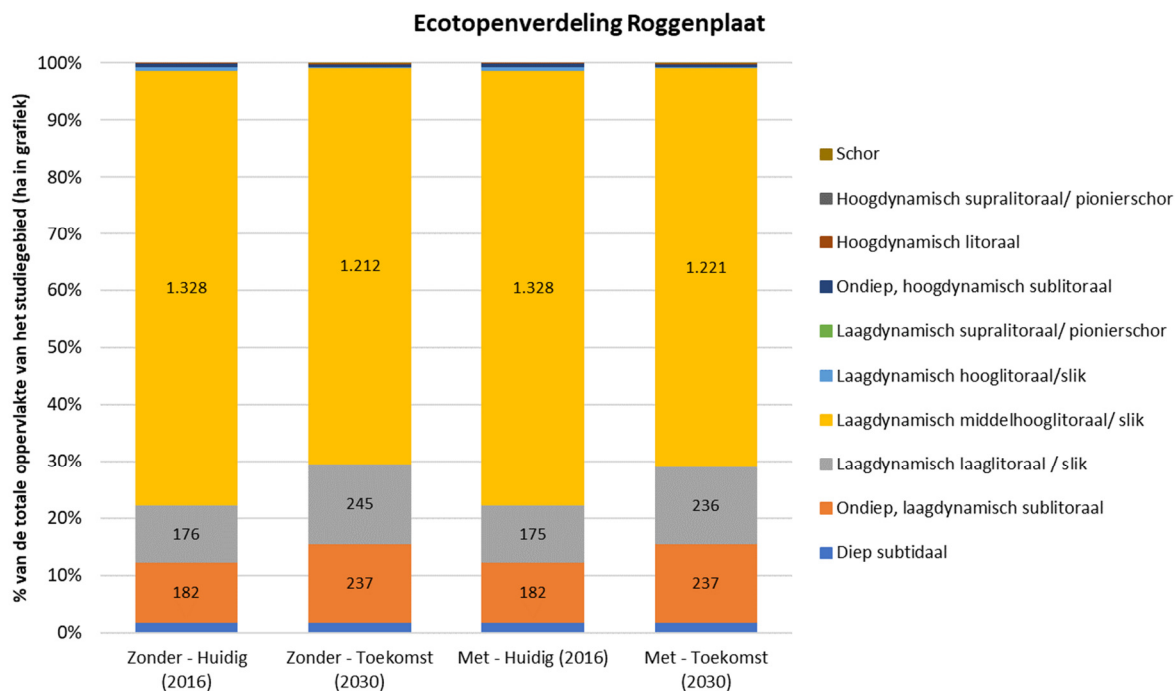
- **Bodemhoogtekaarten** van de Oosterschelde zijn beschikbaar voor 2016 en 2030 (Simulatie ANT-studie uit de Ronde et al., 2013). Voor 2030 bevat deze hoogtekaart enkel data van het intergetijdengebied. Voor het subtidale gebied werd de data aangevuld met de kaart van 2016. Aangezien de suppletie op de Roggenplaat pas werd voltooid eind 2019 en nog geen kaartmateriaal beschikbaar is van de situatie na de ingreep, werd voor de scenario's met suppletie kaartmateriaal gesimuleerd op basis van de bestaande bodemhoogtekaarten, het ontwerp en de verwachte erosie van de suppletie.
- **Droogvalduurkaarten** van de Oosterschelde zijn beschikbaar voor 2016 en 2030 (Simulatie ANT-studie uit de Ronde et al., 2013). De droogvalduurkaarten voor de overige scenario's werden gesimuleerd op basis van de respectievelijke bodemhoogtekaarten en de bodemhoogte- en droogvalduurrelatie uit 2016.
- Zoals reeds aangehaald is een **kaart met maximale stroomsnelheid** in de Oosterschelde enkel beschikbaar voor 2016. Om dezelfde reden als bij de Oesterdam analyse werd deze kaart gebruikt voor alle scenario's.

Resultaten

(1) Ecotopenkaarten

Met behulp van de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheid kaarten en het gemiddeld hoogwater met springtij (gebruikte waarden in Bijlage A) werd met de ESD-tool een ecotopenkaart berekend voor ieder scenario (Bijlage C-2). Vervolgens werd de verdeling in ecotopen in de directe omgeving van de Roggenplaat berekend met de functie 'Quickscan' in de ESD-tool (Figuur 6; Bijlage C-2).

Uit de verdeling in ecotopen tussen de verschillende scenario's blijkt dat de suppletie bijna geen invloed heeft op de ecotopenverdeling. Het toekomstscenario tegen 2030 voorspelt voor zowel met als zonder suppletie een groter areaal ondiep, laagdynamisch sublitoraal en laagdynamisch laaglitoraal ten opzichte van 2016. Dit areaal is volgens de resultaten vooral afkomstig van geërodeerd laagdynamisch middelhooglitoraal. Het laagdynamisch middelhooglitoraal is wel groter in het scenario 'Toekomst (2030)' met suppletie dan zonder suppletie. Op lange termijn lijkt de ingreep dus meer effect te hebben op de ecotopenverdeling dan op korte termijn.



Figuur 6: Procentuele verdeling van de verschillende ecotopen in het geselecteerde gebied op de Roggenplaat en zijn directe omgeving. In de grafiek worden de oppervlaktes gegeven in ha.

(2) Ecosysteemdiensten

Voor elk van de vier scenario's werd de impact op de verschillende relevante ecosysteemdiensten van de Roggenplaat berekend met behulp van de ESD-tool (Tabel 3). Naast de kaarten die in vorige paragraaf werden besproken, werden ook numerieke waarden gebruikt voor korrelgrootte, waterniveau, productiviteit van vis, schelp- en schaaldieren, ... De gebruikte waarden per ecosysteemdienst en per scenario worden gerapporteerd in Bijlage A.

- Voedselvoorziening - schelpdieren

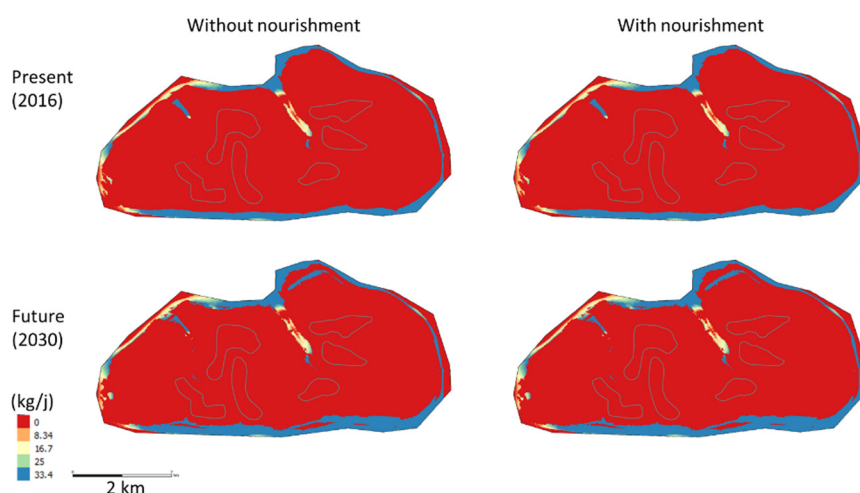
Volgens de tool heeft de ingreep geen impact op de schelpdierproductie. De resultaten zijn echter niet erg betrouwbaar aangezien geen gedetailleerde invoergegevens voorhanden waren. Voor de berekening vraagt de ESD-tool sedimentatiesnelheid van de mosselplots, maximale stroomsnelheid en concentratie zwevend stof (SPM). Aangezien er te weinig data voorhanden is, wordt aangenomen dat de sedimentatiesnelheid niet verandert en overal gelijk is. Zoals eerder aangehaald werd, is ook voor de maximale stroomsnelheid enkel data voorhanden uit 2016 en deze wordt dus voor alle scenario's gebruikt. SPM wordt continu gemeten in een monitoringstation dicht bij de Roggenplaat (Roompot Binnen). Dit is echter maar op één punt en relatief ver van de suppletie locatie. Wanneer het effect van SPM wordt getest door deze waarde in de tool hoger (260 mg/l) of lager (6 mg/l) te maken, zien we enkel lokaal een verschil. Er moet dus meer gedetailleerde info beschikbaar zijn over het effect op SPM in de omgeving van de suppletie om het effect op nabijgelegen mosselpercelen te kunnen berekenen. Uit de resultaten blijkt dat hoe hoger het SPM is, hoe lager de primaire productie is. Dit komt overeen met de verwachtingen.

Tabel 3: Resultaten berekening ecosysteemdiensten in de directe omgeving van de Roggenplaat suppletie voor vier scenario's. '+++', '++' & '+' betekenen een toename met respectievelijk minstens 50, 20 & 10 % t.o.v. het scenario Huidig (2013) zonder suppletie. '---', '--' & '-' betekenen een afname met respectievelijk 50, 20 & 10 % en '=' geeft aan dat er geen belangrijk verschil is tussen beide scenario's. De originele output van de Quickscan is gegeven in Bijlage D.

ESD Roggenplaat directe omgeving	Zonder suppletie		Met suppletie	
	Huidig (2016)	Toekomst (2030)	Huidig (2016)	Toekomst (2030)
Voedselvoorziening				
Schelpdieren (kg/j)	176	=	=	=
Schaaldieren (kg/j)	5225	++	=	++
Vis (aantal x1000)	120	++	=	++
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit				
Denitrificatie (tonN/jaar)	303	=	=	=
Stikstofopslag (tonN/jaar)	161	=	=	=
Fosforopslag (tonP/jaar)	45	=	=	=
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	303	=	=	=
Klimaatregulering (tonC/j)	1420	=	=	=
Recreatieve vaart (passages/jaar)	8	--	=	--
Habitat & soortendiversiteit				
Zeehonden (m ²)	179	=	=	=
Steltlopers (m ²)	671	-	-	=

- Voedselvoorziening – schaaldieren

De ingreep lijkt zo goed als geen effect te hebben op de schaaldierproductie. Uit de resultatenkaarten blijkt dat ter hoogte van de suppletie in alle scenario's geen schaaldierproductie verwacht wordt (Figuur 7). De toename in schaaldierproductie in beide toekomstscenario's is het gevolg van natuurlijke ontwikkelingen in ecotopen, waarbij het productieve gebied (voornamelijk ondiep, laagdynamisch sublitoraal) enkel toeneemt buiten de suppletiecontouren.



Figuur 7: Resultatenkaarten van de berekening van schaaldierproductie (kg/jaar) voor de Roggenplaat voor en na de suppletie in een huidig en toekomstig scenario. Kaarten zijn een product van de ESD-tool. De suppletielocatie is aangegeven met grijze contouren.

- Voedselvoorziening - vis

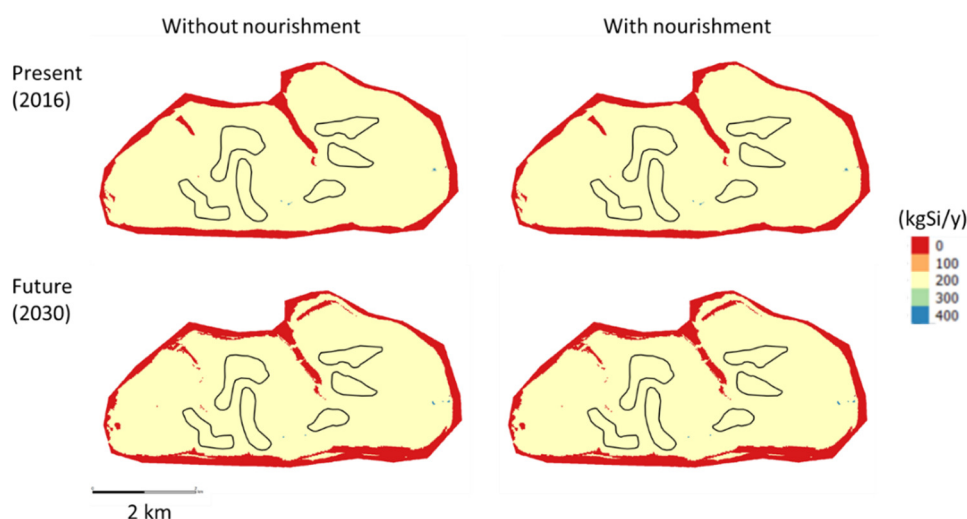
Uit de resultaten van de tool lijkt de suppletie geen impact te hebben op de productiviteit voor vis, hoewel wordt aangenomen dat het macrobenthos niet is hersteld in het scenario 'huidig (2016) met suppletie'. Dit kan worden verklaard doordat het productieve gebied (laagdynamisch laaglitoraal en ondiep, laagdynamisch sublitoraal) zich bijna volledig buiten de suppletiecontouren bevindt (zie bijlage C-2). In beide toekomstige scenario's stijgt de productiviteit met ongeveer een derde ten opzichte van de huidige scenario's, dit is vooral te wijten aan natuurlijke ontwikkelingen buiten de suppletiecontouren met een toename in areaal laagdynamisch laaglitoraal en ondiep, laagdynamisch sublitoraal (Figuur 6).

- Inspanningen overstromingsrisico

Voor de berekening van inspanningen overstromingsrisico wordt enkel gevraagd naar gemiddeld hoogwater en maximale golfhoogte. Aan de hand daarvan wordt ten opzichte van een referentiesituatie (Huidig 2016, zonder suppletie) bepaald of in de andere scenario's meer of minder inspanningen nodig zijn om het overstromingsrisico te beperken. Bij gebrek aan data werden zelf aannames gedaan met betrekking tot de maximale golfhoogte, met hogere golfhoogtes in toekomstscenario's en lagere golfhoogtes in scenario's met suppletie (Bijlage A). In de twee toekomstige scenario's zijn volgens de resultaten van de tool meer inspanningen nodig dan in de referentiesituatie. In het huidige scenario met suppletie wordt er geen verandering aangeraden qua inspanningen om het overstromingsrisico te beperken (Tabel 3).

- Regulering waterkwaliteit

Uit de resultaten blijkt dat de aanleg van de suppletie geen effect heeft op de regulering van waterkwaliteit. De hoeveelheid denitrificatie, stikstof- en fosforopslag en silicium vrijstelling blijven gelijk bij de aanleg van de suppletie. Tegen 2030 is er ook geen verschil tussen de scenario's met en zonder suppletie. Deze ontwikkelingen zijn analoog met de ontwikkelingen in ecotopen, waarop de suppletie eveneens geen effect heeft (Figuur 6). De berekende kaarten voor silicium vrijstelling zijn



Figuur 8: Vrijstelling van silicium in kg Si per jaar op de Roggenplaat voor vier scenario's: met en zonder suppletie en in de huidige en toekomstige situatie. Kaarten zijn een product van de ESD-tool. De suppletielocatie is aangegeven met zwarte contouren.

weergegeven in Figuur 8.

- Klimaatregulering

Uit de resultaten blijkt dat de suppletie geen effect zou hebben op de opslag van CO₂. De CO₂-opslag zou in de toekomst in beide scenario's even sterk afnemen ten opzichte van het huidige scenario. Bij de berekening werd enkel de eenvoudige methode gebruikt die gebaseerd is op kengetallen van gemiddelde koolstofopslag per type ecotoop. Zoals bij de ESD's voedselvoorziening en regulering waterkwaliteit, zien we ook hier dat de afwezigheid van een effect op de ecotopen zich vertaalt in afwezigheid in effect op de ESD klimaatregulering. De tweede, meer uitgebreide methode behoeft te veel gedetailleerde data.

- Recreatieve vaart

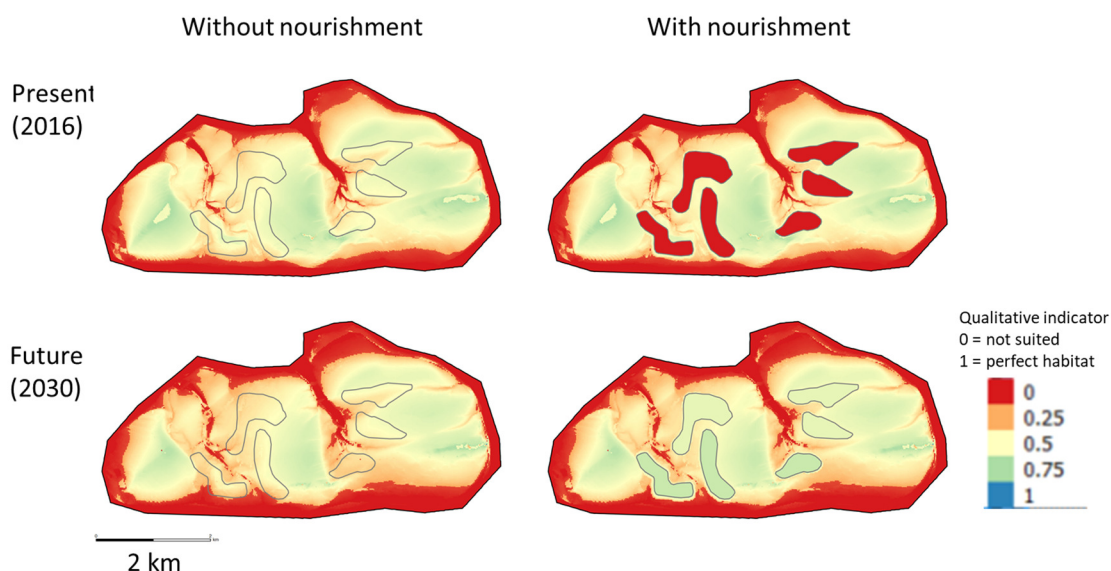
De suppletie op de Roggenplaat lijkt geen effect te hebben op de recreatieve vaart in de omgeving van de plaat. Wanneer meer gedetailleerde informatie beschikbaar zou zijn over SPM, zou dit resultaat kunnen veranderen door veranderingen in doorzicht.

- Habitat en soortendiversiteit – zeehonden

Volgens de ESD-tool heeft de suppletie op de Roggenplaat geen effect op het gebied geschikt als rustplaats voor zeehonden. Aangezien de suppletie speciaal ontworpen is om geen effect te hebben op het zeehondenhabitat is dit geheel volgens de verwachtingen.

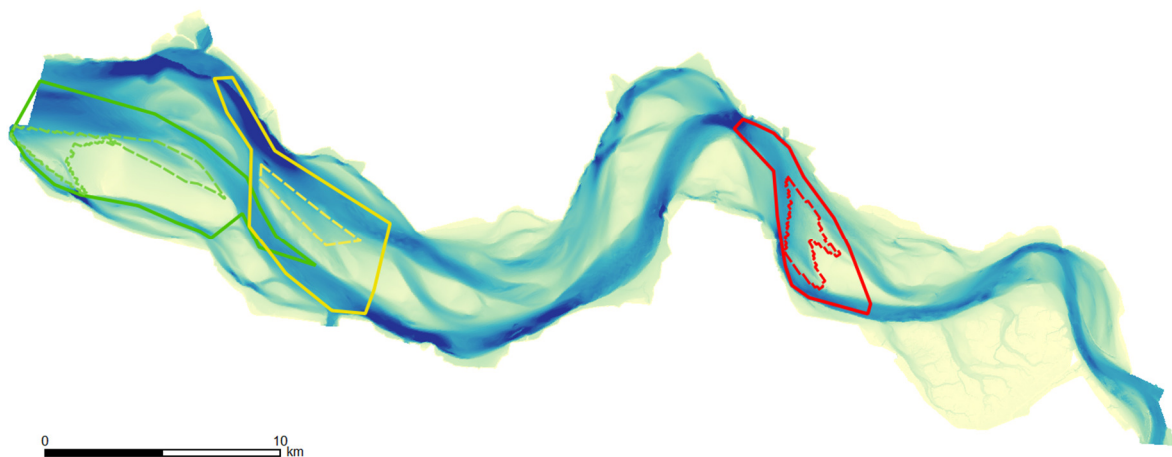
- Habitat en soortendiversiteit – steltlopers

Met de aanleg van de suppletie verdwijnt initieel habitat voor steltlopers. Dit is door het afsterven van macrobenthos. Het toekomstige scenario met suppletie is echter gunstiger dan het toekomstige scenario zonder suppletie (Figuur 9). Dit is in lijn met de verwachtingen en is te verklaren door meer areaal droogvalduur door de suppletie en een volledig herstelde macrobenthosgemeenschap (van der Werf et al., 2016).



Figuur 9: Geschiktheid van de Roggenplaat als habitat voor steltlopers (0, rood = ongeschikt; 1, donkerblauw = ideaal habitat) in vier scenario's: met en zonder suppletie en in de huidige en toekomstige situatie. Kaarten zijn een product van de ESD-tool. De suppletielocatie is aangegeven met grijze contouren.

2.2 Projecten in de Westerschelde



Figuur 10: Bathymetrische kaart van de Westerschelde 2008, met indicatie van de bestudeerde suppleties en hun omgeving. **Groen** = Hooge Platen; **Geel** = Suikerplaat; **Rood** = Plaat van Walsoorden.

2.2.1 Suikerplaat

Beschrijving

De Suikerplaat is een intergetijdenplaat in de Westerschelde en bevindt zich ongeveer voor de kust van Borssele (Figuur 10). Door de hoge dynamiek van het Schelde-estuarium en de verruiming van Everingen lijdt deze plaat onder erosie, wat ongewenst is vanwege het verlies van ecologisch waardevol habitat. In het kader van de zoektocht naar nieuwe stortlocaties in de Westerschelde en het onderzoek naar mogelijke versterking van de ecologische waarde is de Suikerplaat is geselecteerd als mogelijke locatie voor de uitvoering van een plaatrandstortingen. Een proefstorting op de Suikerplaat werd uitgevoerd in 2017 en 2018.

Ecosysteemdiensten

Van de ecosysteemdiensten die in de tool aan bod komen, zijn er een aantal die op de Suikerplaat niet relevant zijn. Zo worden in de Westerschelde nergens schelpdieren gekweekt en ligt de plaat te ver van de oever om oeversgebonden recreatie of zwemgelegenheid te kunnen beïnvloeden. De volgende ecosysteemdiensten worden berekend:

- Voedselvoorziening (schaaldieren, vis)
- Ruimte voor scheepvaart
- Regulering van overstromingsrisico
- Regulering waterkwaliteit
- Klimaatregulering
- Recreatie en toerisme (recreatieve vaart)
- Habitat- en soortendiversiteit (zeehonden, steltlopers)

Simulatie in de ESD-tool: scenario's en input data

Voor de scenario-analyse van de Suikerplaat plaatrandstortingen werden 5 scenario's doorgerekend waarvan 2 zonder en 3 met ingreep:

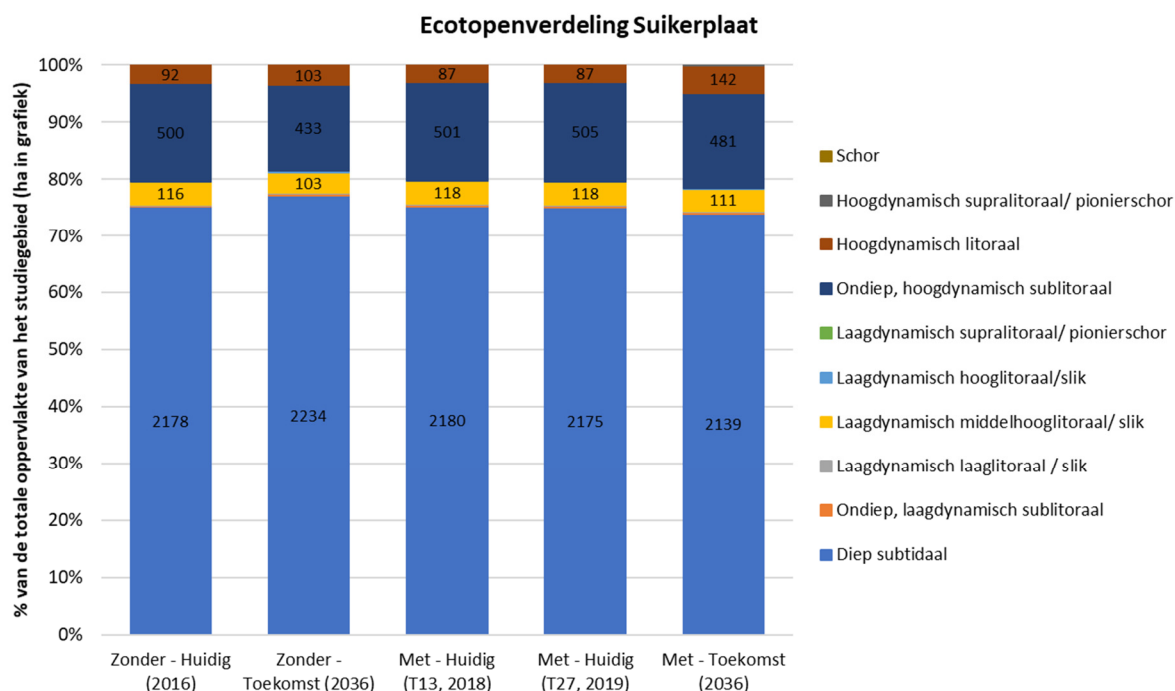
- Voor de **huidige situatie** werd de meest recente de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheidskaarten van de Westerschelde gebruikt zonder ingreep op de Suikerplaat, die dateren uit 2016. Op de stortlocatie werd de bodemhoogtekaart aangevuld met de gedetailleerde T0 meting van 6 februari 2017. Voor de waterstanden werd eveneens data gebruikt van het jaar 2016 (meetstation Terneuzen).
- Voor de **situatie net na de ingreep (huidig, 2018)** werd de bodemhoogtekaart van 2018 aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T13 meting van 30 maart 2018 en werden de waterstanden van het jaar 2018-2019 gebruikt. Om de ontwikkelingen op korte termijn te bekijken werd een tweede situatie na de ingreep gecreëerd (**huidig, 2019**) met bodemhoogtekaarten uit 2018, aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T27 meting van 14 mei 2019.
- Voor beide **toekomstscenario's (2036)** werd op basis van verschillen op lange termijn in bodemhoogte een erosie/sedimentatiepatroon voor de Westerschelde bepaald, dat op de hiervoor beschreven scenario's werd toegepast om tot een ruwe simulatie van de bodemhoogte over 20 jaar te komen. Voor de waterstanden werd een zeespiegelstijging van 2 mm per jaar aangenomen.
- Omdat **maximale stroomsnelheden** moeilijk gesimuleerd kunnen worden, werd data van 2016 gebruikt voor de scenario's zonder suppletie en van 2018 voor die met suppletie.

Resultaten

(1) Ecotopenkaarten

Met behulp van de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheid kaarten en het gemiddeld hoogwater met springtij (gebruikte waarden in Bijlage B) werd met de ESD-tool een ecotopenkaart berekend voor elk scenario (Bijlage C-3), die op hun beurt gebruikt werden voor de berekening van verschillende ecosysteemdiensten. De verdeling in ecotopen werd berekend met de functie 'Quickscan' in de ESD-tool (Figuur 11; Bijlage C-3).

Uit de verdeling in ecotopen tussen de verschillende scenario's blijkt dat de stortingen op korte termijn geen invloed hebben op de ecotopenverdeling. In de toekomst zouden de stortingen leiden tot areaal hoogdynamisch supralitoraal, wat slechts heel erg beperkt aanwezig zou zijn in het toekomstige scenario zonder suppletie. Het toekomstige scenario met stortingen laat eveneens een sterkere toename zien in het areaal hoogdynamisch litoraal dan zonder stortingen.



Figuur 11: Procentuele verdeling van de verschillende ecotopen in het geselecteerde gebied op de Suikerplaat en zijn directe omgeving. In de grafiek worden de oppervlaktes gegeven in ha.

(2) Ecosysteemdiensten

Voor elk van de vijf scenario's werd de impact op de verschillende relevante ecosysteemdiensten op en nabij de Suikerplaat berekend met behulp van de ESD-tool (Tabel 4). Naast de kaarten die in vorige paragraaf werden besproken, werden ook numerieke waarden gebruikt voor onder andere korrelgrootte, waterniveau en productiviteit van vis en schaaldieren. De gebruikte waarden per ecosysteemdienst en per scenario worden gerapporteerd in Bijlage B.

Tabel 4: Resultaten simulatie ESD-tool op en nabij de Suikerplaat voor de vijf scenario's. '+++', '++' & '+' betekenen een toename met respectievelijk minstens 50, 20 & 10 % t.o.v. het scenario Huidig (2013) zonder suppletie. '---', '--' & '-' betekenen een afname met respectievelijk 50, 20 & 10 % en '=' geeft aan dat er geen belangrijk verschil is tussen beide scenario's. De originele output van de Quicksan is gegeven in Bijlage D.

ESD Suikerplaat directe omgeving	Zonder stortingen		Met stortingen		
	Huidig (2016)	Toekomst (2036)	Huidig (T13, 2018)	Huidig (T27, 2019)	Toekomst (2036)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/j)	60	+++	-	-	+++
Vis (aantal x1000)	34	+	=	=	+++
Ruimte voor scheepvaart					
Vaardiepte	OK	OK	OK	OK	OK
Stroomsnelheid	OK	OK	OK	OK	OK
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (tonN/jaar)	43	=	=	=	++
Stikstofopslag (tonN/jaar)	23	=	=	=	++
Fosforopslag (tonP/jaar)	6	+	=	=	++
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	43	=	=	=	++
Klimaatregulering (tonC/j)	199	=	=	=	++

Recreatieve vaart (passages/jaar)	60 000	=	=	=	=
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden (m ²)	36	=	=	=	+
Steltlopers (m ²)	64	=	=	=	+

- *Voedselvoorziening – schaaldieren*

De ingreep lijkt op termijn een positief effect op de schaaldierproductie. Deze ontwikkelingen zijn echter niet het gevolg van de stortingen, maar van de natuurlijke ontwikkelingen op de zuidrand van de plaat. In 2018 en 2019 is de schaaldierproductie beperkt afgenomen ten opzichte van 2016. In beide toekomstige scenario's (2036) neemt de productiviteit met meer dan 50 % toe. Deze ontwikkelingen lopen parallel met de afname/toename van het Ondiep laagdynamisch sublitoraal, het productieve gebied voor schaaldieren (Zie ecotopenkaart en tabel in bijlage C-3).

- *Voedselvoorziening – vis*

De ESD-tool voorspelt initieel – meteen na de stortingen en 1 jaar later – geen impact van de stortingen op de visvangst. In een scenario waar de stortingen niet worden uitgevoerd, zou de visvangst licht stijgen na twintig jaar. Het toekomstige scenario met stortingen voorspelt echter een sterkere stijging na twintig jaar dan zonder stortingen. Ook deze trend loopt parallel met de ontwikkeling van het productieve gebied voor vis (laagdynamisch sub- en laaglitoraal en hoogdynamisch litoraal), zie ecotopenkaart en tabel in bijlage C-3)

- *Ruimte voor scheepvaart*

De ESD-tool voorspelt voor alle berekende scenario's een gunstige situatie voor de scheepvaart. Noch bij stortingen, noch in de toekomst komt hier verandering in. De gemiddelde laagwaterstanden laten steeds een bevaarbare diepte voor scheepvaart in de geulen toe. Ook de stroomsnelheid zou de scheepvaart niet beperken.

- *Inspanningen overstromingsrisico*

Bij het overstromingsrisico wordt gesteld dat in geen enkel scenario bijkomende inspanningen nodig zijn. Zelfs met stijgende hoogwaterniveaus blijft het risico beperkt. De relevantie van deze ecosysteemdienst voor de Suikerplaat is echter relatief laag, aangezien ze niet grenst aan gebieden waar effectief een overstromingsrisico bestaat. Er zijn bijvoorbeeld geen dijken die grenzen aan de Suikerplaat en die zouden kunnen lijden onder een verhoogde golfplast.

- *Regulering waterkwaliteit*

Initieel heeft de uitvoering van stortingen geen effect op de regulering van de waterkwaliteit. Tegen 2036 wordt echter een sterke toename verwacht ten opzichte van de situatie voor de stortingen. Voor het toekomstscenario zonder ingreep is de verwachting dat de hoeveelheid denitrificatie, stikstofopslag en silicium vrijstelling gelijk blijven en enkel de hoeveelheid fosforopslag licht zou toenemen, al gaat het hier over slechts minder dan 1 ton extra opslag.

- *Klimaatregulering*

Net na de ingreep lijkt de koolstofopslag licht te dalen. Zowel met als zonder ingreep stijgt de koolstofopslag na 20 jaar. In het scenario met stortingen is er echter een veel sterkere toename dan zonder suppletie. Het berekenen van de klimaatregulering gebeurde aan de hand van de ecotopenkaart, maar kan in principe meer gedetailleerd worden uitgevoerd aan de hand van een

tweede methode in de tool. Hier zijn echter meer invoergegevens voor nodig, die niet onmiddellijk voorhanden waren.

- *Recreatieve vaart*

De stortingen op de Suikerplaat lijkt geen effect te hebben op de recreatieve vaart in de omgeving van de ingreep.

- *Habitat & soortendiversiteit – zeehonden*

Het areaal geschikt habitat voor zeehonden is in alle scenario's nagenoeg gelijk. Dit heeft te maken met een niet veranderende laagwaterlijn en het geschikte gebied er omheen.

- *Habitat & soortendiversiteit – steltlopers*

Ook het geschikte habitat voor steltlopers verandert weinig tussen de verschillende scenario's. Belangrijk is dat we op lange termijn wel een verschil zien zonder stortingen en een toename in geschikt habitat met ingreep.

2.2.2 Plaat van Walsoorden

Beschrijving

De Plaat van Walsoorden is een grote zandplaat in de Westerschelde, voor de kust van de plaats Walsoorden (Figuur 10). De plaat loopt spits toe aan zowel het noordwestelijke als het zuidoostelijke uiteinde, met een sterke verbreding daar tussenin. De afwaartse plaatpunt heeft te lijden onder de vloedstroming. Door op deze locatie sediment te storten, wordt het meergeulenstelsel bevorderd en werd laagdynamisch sub- en intertidaal areaal gecreëerd (Plancke et al., 2017a). Twee eerdere proefstortingen werden uitgevoerd in 2004 en 2006, terwijl de werkelijke plaatrandstortingen werden uitgevoerd vanaf 2010.

Ecosysteemdiensten

Voor de Plaat van Walsoorden kunnen de meeste ecosysteemdiensten die in de ESD-tool worden aangeboden, berekend worden. De effecten van de sedimentingreep op oevergebonden recreatie en zwemgelegenheid zijn vermoedelijk verwaarloosbaar, gezien de afstand tussen de plaat en de oever. Ook worden in de Westerschelde geen schelpdieren gekweekt. De volgende ecosysteemdiensten worden berekend:

- Voedselvoorziening (schaaldieren, vis)
- Ruimte voor scheepvaart
- Regulering van overstromingsrisico
- Regulering waterkwaliteit
- Klimaatregulering
- Recreatie en toerisme (recreatieve vaart)
- Habitat- en soortendiversiteit (zeehonden, steltlopers)

Simulatie in de ESD-tool: scenario's en input data

- Voor de **huidige situatie (huidig, 2001)** werden de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheidskaarten van de Westerschelde gebruikt uit 2001, waarop ook de eerste proefstortingen in 2004 en 2006 nog niet in rekening worden genomen.

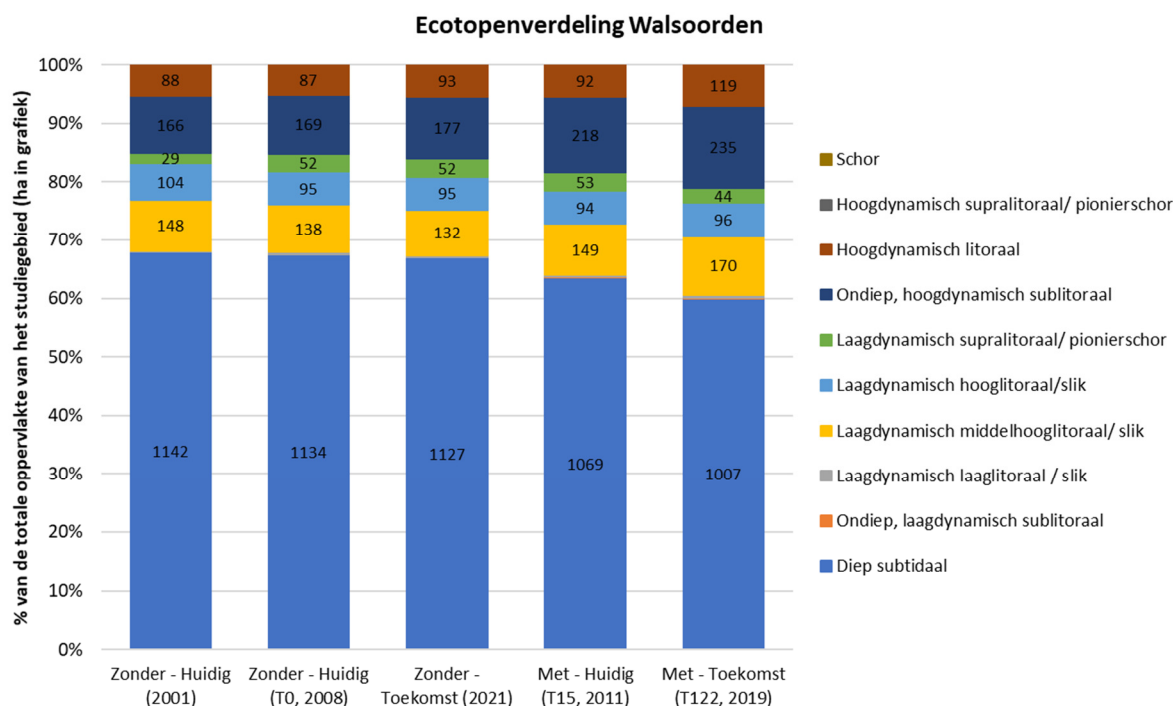
- Er werd gekozen om ook een **tweede scenario 'huidig zonder ingreep (2008)'** door te rekenen van vlak voor de plaatrandstorting. Hiervoor werd de bodemhoogtekaart van 2008 aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T0 meting van 2 februari 2010. Droogvalduur- en stroomsnelheidskaarten werden genomen uit 2008, daar dit de meest recente kaarten zijn zonder ingreep.
- Voor de **situatie net na de ingreep (huidig, 2011)** werden de droogvalduur- en stroomsnelheidskaarten van de Westerschelde gebruikt uit 2011 en werd de bodemhoogtekaart van 2011 aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T15 meting van 15 september 2010.
- Voor het **toekomstige scenario over 20 jaar zonder suppletie** werd een erosie/sedimentatiepatroon gesimuleerd aan de hand van veranderingen in bodemhoogte en werd uitgegaan van een zeespiegelstijging van 2 mm per jaar (zie simulatie Suikerplaat). De droogvalduurkaart voor dit scenario werd gesimuleerd op basis van de bodemhoogtekaart en de bodemhoogte- en droogvalduurrelatie uit 2016.
- Voor het **toekomstige scenario met suppletie** werden de droogvalduur- en stroomsnelheidskaarten van de Westerschelde gebruikt uit 2018 en werd de bodemhoogtekaart van 2018 aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T122 meting van 9 juli 2019.

Resultaten

(1) Ecotopenkaarten

Met behulp van de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheid kaarten en het gemiddeld hoogwater met springtij (gebruikte waarden in Bijlage B) werd met de ESD-tool een ecotopenkaart berekend voor elk scenario (Bijlage C-4), die op hun beurt gebruikt werden voor de berekening van verschillende ecosysteemdiensten. De verdeling in ecotopen werd berekend met de functie 'Quickscan' in de ESD-tool (Figuur 12; Bijlage C-4).

De plaatrandstorting lijkt vooral te zorgen voor een afname van het diep subtidaal en een toename van het ondiep, hoogdynamisch sublitoraal. Zonder suppletie blijft het areaal hoogdynamisch litoraal en het areaal laagdynamisch middelhoog litoraal nagenoeg gelijk in de toekomst, terwijl dit areaal met suppletie zou toenemen.



Figuur 12: Procentuele verdeling van de verschillende ecotopen in het geselecteerde gebied op de plaat van Walsoorden en zijn directe omgeving. In de grafiek worden de oppervlaktes gegeven in ha.

(2) Ecosysteemdiensten

Voor elk van de vijf scenario's werd de impact op de verschillende relevante ecosysteemdiensten op en nabij de Plaat van Walsoorden berekend met behulp van de ESD-tool (Tabel 5). Naast de kaarten die in vorige paragraaf werden besproken, werden ook numerieke waarden gebruikt voor korrelgrootte, waterniveau, productiviteit van vis, schaaldieren, ... De gebruikte waarden per ecosysteemdienst en per scenario worden gerapporteerd in Bijlage B.

- Voedselvoorziening – schaaldieren

De schaaldierenopbrengst op en nabij de Plaat van Walsoorden is hoger in de scenario's met plaatrandstortingen dan zonder. Dit is vooral te wijten aan de toename ondiep laagdynamisch areaal op de noordostrand van de plaat en niet het (rechtstreekse) gevolg van de ingreep.

- Voedselvoorziening – vis

Tussen de scenario's zonder stortingen wijzigt het visbestand nauwelijks, terwijl het in de scenario's met stortingen aanvankelijk daalt vooraleer terug te stijgen naar een grotere productiviteit dan voor de storting. Net na de storting verdwijnen de macrobenthosgemeenschappen als voedselbron voor benthivore vis, wat de achteruitgang vlak na de suppletie kan verklaren.

Tabel 5: Resultaten simulatie ESD-tool op en nabij de Plaat van Walsoorden voor de vijf scenario's. '+++', '++' & '+' betekenen een toename met respectievelijk minstens 50, 20 & 10 % t.o.v. het scenario Huidig (2013) zonder stortingen. '---', '--' & '-' betekenen een afname met respectievelijk 50, 20 & 10 % en '=' geeft aan dat er geen belangrijk verschil is tussen beide scenario's. De originele output van de Quicksan is gegeven in Bijlage D.

ESD Plaat van Walsoorden directe omgeving	Zonder stortingen			Met stortingen	
	Huidig (2001)	Huidig (T0, 2008)	Toekomst (2021)	Huidig (T15, 2011)	Toekomst (T122, 2019)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/j)	14	=	---	++	+++
Vis (aantal x1000)	31	=	=	--	++
Ruimte voor scheepvaart					
Vaardiepte	OK	OK	OK	OK	OK
Stroomsnelheid	OK	OK	OK	OK	OK
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (tonN/jaar)	75	=	=	=	+
Stikstofopslag (tonN/jaar)	67	++	++	++	++
Fosforopslag (tonP/jaar)	11	=	=	=	+
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	80	=	=	+	+
Klimaatregulering (tonC/j)	349	=	=	=	+
Recreatieve vaart (passages/jaar)	100 000	=	=	=	=
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden (m ²)	62	+	=	++	+++
Steltlopers (m ²)	164	=	=	=	=

- *Ruimte voor scheepvaart*

De ESD-tool geeft voor alle berekende scenario's geen enkel probleem aan voor de scheepvaart. Noch na de plaatrandstortingen, noch in de toekomst komt hier verandering in. De gemiddelde laagwaterstanden laten steeds een bevaarbare diepte voor scheepvaart in de geulen toe.

- *Inspanningen overstromingsrisico*

Bij het overstromingsrisico wordt gesteld dat in geen enkel scenario bijkomende inspanningen nodig zijn. Zelfs met stijgende hoogwaterniveaus blijft het risico beperkt. De relevantie van deze ESD voor de Plaat van Walsoorden is echter relatief laag, aangezien ze niet grenst aan gebieden waar effectief een overstromingsrisico bestaat. Er zijn bijvoorbeeld geen dijken die grenzen aan de Plaat van Walsoorden en die zouden kunnen lijden onder een verhoogde golfplast.

- *Regulering waterkwaliteit*

De hoeveelheid denitrificatie blijft gelijk tussen 2001 en 2008, wanneer er proefstortingen werden gedaan. Ook in het toekomstige scenario zonder ingrepen en in het huidige scenario met ingreep (2011) blijft deze hoeveelheid gelijk. De scenario's met aanleg van proefstortingen laten wel een stijging zien in de toekomst. De hoeveelheid fosforopslag volgt eenzelfde trend. De stikstofopslag daarentegen kent een sterke stijging in alle scenario's ten opzichte van 2001. De proefstortingen en de ingreep in 2011 lijken geen impact te hebben op de stikstofopslag. De vrijstelling van silicium stijgt met de ingreep in 2011 en blijft zowel met als zonder suppletie nagenoeg gelijk in de toekomst. Deze resultaten worden bepaald door de verandering in ecotopen, met een verminderd areaal subtidaal en een toename in het areaal litoraal in de scenario's met plaatrandstortingen (Figuur 12; bijlage C-4).

- *Klimaatregulering*

De hoeveelheid koolstofopslag berekend door de ESD-tool laat eenzelfde beeld zien als de hoeveelheid denitrificatie en fosforopslag. De toegenomen koolstofopslag komt overeen met een toename van het areaal litoraal en dit is deels rechtstreeks door de ingreep (bijlage C-4). Het berekenen van de klimaatregulering gebeurde aan de hand van alleen de ecotopenkaart, maar kan in principe meer gedetailleerd worden uitgevoerd aan de hand van een tweede methode in de tool. Hier zijn echter meer invoergegevens voor nodig, die niet onmiddellijk voorhanden waren.

- *Recreatieve vaart*

De plaatrandstortingen op de plaat van Walsoorden lijken slechts een marginaal effect te hebben op de recreatieve vaart in de omgeving van de ingreep, al is in het huidige scenario met stortingen de concentratie SPM het hoogst (Bijlage B).

- *Habitat & soortendiversiteit – zeehonden*

Tussen 2001 en 2008 stijgt het areaal habitat voor zeehonden en daalt opnieuw in het toekomstige scenario zonder ingreep. Meteen na de plaatrandstortingen in 2011 wordt er een toename waargenomen met een verdere stijging in de toekomst. Dit is het gevolg van een langere laagwaterlijn door het toegenomen areaal intertidaal.

- *Habitat & soortendiversiteit – steltlopers*

Het geschikte habitat voor steltlopers verandert nauwelijks tot niet tussen de verschillende scenario's. De ingreep lijkt de droogvalduur dus niet genoeg te bevorderen om aanzienlijk meer habitat voor steltlopers te creëren.

2.2.3 Hooge Platen

Beschrijving

De Hooge Platen liggen voor de zuidkust van de Westerschelde, op enkele honderden meters tot meer dan een kilometer van de plaats Hoofdplaat. Het is de grootste zandplaat in de Westerschelde en lijdt aan erosie van de plaatranden. Om ecologisch waardevol intergetijdengebied te behouden en te verhinderen dat afgekalfd sediment in de vaargeul terechtkomt en het meergeulensysteem aantast, werd beslist om sediment te storten langs de plaatranden. Daarvoor werden twee stortzones afgebakend, één aan de westelijke plaatpunt en één langs de noordelijke plaatrand (Figuur 10) (Plancke et al., 2017b). De plaatrandstortingen worden uitgevoerd sinds 2010.

Ecosysteemdiensten

Voor de Hooge Platen kunnen de meeste ecosysteemdiensten die in de ESD-tool worden aangeboden, berekend worden. De effecten van de sedimentingreep op oevergebonden recreatie en zwemgelegenheid zijn vermoedelijk verwaarloosbaar, gezien de afstand van de plaat tot de oever. Ook worden in de Westerschelde geen schelpdieren gekweekt. De volgende ecosysteemdiensten worden berekend:

- Voedselvoorziening (schaaldieren, vis)
- Ruimte voor scheepvaart
- Regulering van overstromingsrisico
- Regulering waterkwaliteit

- Klimaatregulering
- Recreatie en toerisme (recreatieve vaart)
- Habitat- en soortendiversiteit (zeehonden, steltlopers)

Simulatie in de ESD-tool: scenario's en input data

Voor de scenario-analyse van de plaatrandstortingen bij de Hooge Platen werden 5 scenario's doorgerekend waarvan 2 zonder en 3 met ingreep:

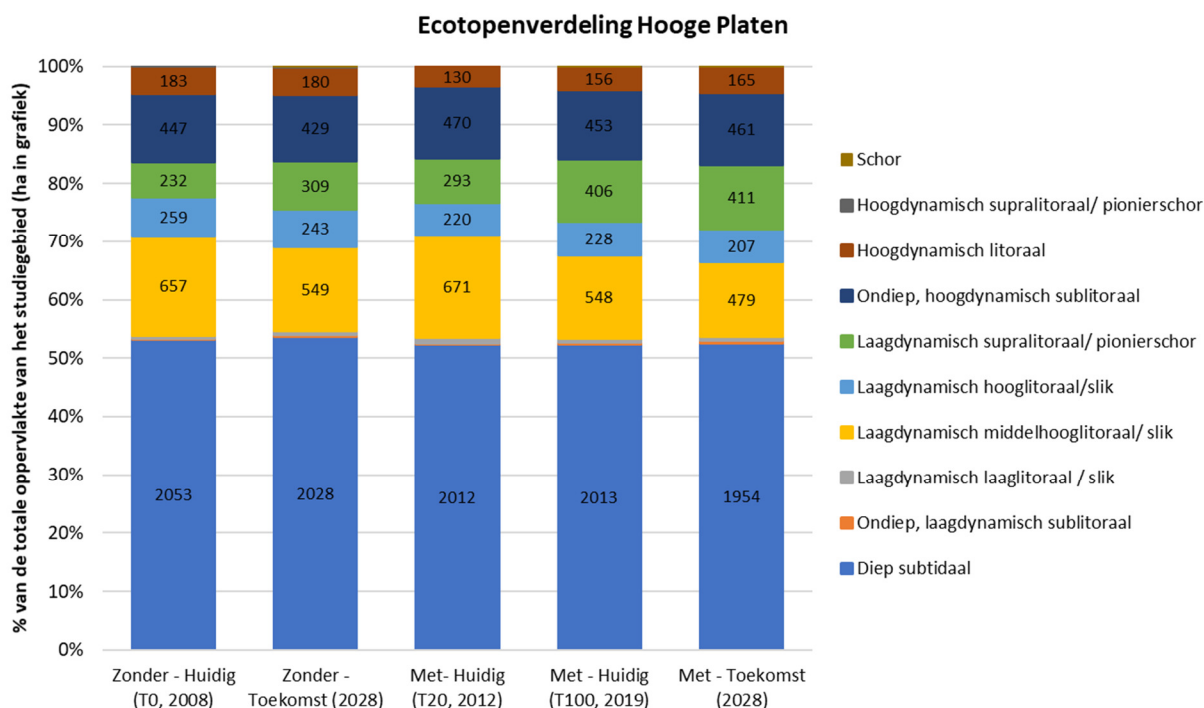
- Voor de **huidige situatie** werd de meest recente de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheidskaarten van de Westerschelde gebruikt zonder ingreep bij de Hooge Platen, die dateren uit 2008. Op de stortlocatie werd de bodemhoogtekaart aangevuld met de gedetailleerde T0 meting van 4 februari 2010 (Hooge Platen West) en 25 april 2010 (Hooge Platen Noord). Waterstanden werden gebruikt uit 2008 (meetstation Breskens).
- Voor de **situatie net na de ingreep (huidig, 2012)** werd de bodemhoogtekaart van 2012 aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T20 meting van 26 juli 2011 (Hooge Platen West) en de T23 meting van 2 augustus 2011 (Hooge Platen Noord). Waterstanden (meetstation Breskens), droogvalduur en stroomsnelheidsdata werd gebruikt uit 2012. Om de ontwikkelingen op middellange termijn te bekijken werd een tweede situatie 7 jaar na de ingreep gecreëerd (**huidig, 2019**) met bodemhoogtekaarten uit 2018, aangevuld met gedetailleerde monitoringdata van de T107 meting van 2 januari 2019 (Hooge Platen West) en de T100 meting van 29 juli 2019 (Hooge Platen Noord).
- Voor beide **toekomstscenario's (2028)** werd op basis van verschillen op lange termijn in bodemhoogte een erosie/sedimentatiepatroon voor de Westerschelde bepaald, dat op de hiervoor beschreven scenario's werd toegepast om tot een ruwe simulatie van de bodemhoogte over 20 jaar te komen. Voor de waterstanden werd een zeespiegelstijging van 2 mm per jaar aangenomen.
- Omdat **maximale stroomsnelheden** moeilijk gesimuleerd kunnen worden, werd data van 2008 gebruikt voor de scenario's zonder suppletie en van 2012 en 2018 voor die met suppletie.

Resultaten

(1) Ecotopenkaarten

Met behulp van de bodemhoogte-, droogvalduur- en stroomsnelheid kaarten en het gemiddeld hoogwater met springtij (gebruikte waarden in Bijlage B) werd met de ESD-tool een ecotopenkaart berekend voor elk scenario (Bijlage C-5), die op hun beurt gebruikt werden voor de berekening van verschillende ecosysteemdiensten. De verdeling in ecotopen werd berekend met de functie 'Quickscan' in de ESD-tool (Figuur 13; Bijlage C-5).

De plaatrandstortingen lijken geen groot effect te hebben op de ecotopenverdeling. Er is een beperkte toename in areaal laagdynamisch supralitoraal en ondiep, hoogdynamisch sublitoraal in de scenario's met suppletie, vooral aan de noordkant van de Hooge Platen (Bijlage C-5). Het areaal slik neemt zowel met als zonder ingreep af met de tijd, terwijl het ondiep, hoogdynamisch sublitoraal in beide gevallen toeneemt met de tijd.



Figuur 13: Procentuele verdeling van de verschillende ecotopen in het geselecteerde gebied op de Hooge Platen en zijn directe omgeving. In de grafiek worden de oppervlaktes gegeven in ha.

(2) Ecosysteemdiensten

Voor elk van de vijf scenario's werd de impact op de verschillende relevante ecosysteemdiensten op en nabij de Hooge Platen berekend met behulp van de ESD-tool (Tabel 6). Naast de kaarten die in vorige paragraaf werden besproken, werden ook numerieke waarden gebruikt voor korrelgrootte, waterniveau, productiviteit van vis, schaaldieren, ... De gebruikte waarden per ecosysteemdienst en per scenario worden gerapporteerd in Bijlage B.

- Voedselvoorziening – schaaldieren

De resultaten voorspellen dat de schaaldierenopbrengst op en nabij de Hooge Platen sterk toeneemt na de stortingen. Ook op lange termijn (zowel met als zonder ingreep) wordt een sterke toename voorspeld. Dit is voornamelijk te wijten aan de (minieme) toename in het areaal ondiep laagdynamisch sublitoraal.

- Voedselvoorziening – vis

Tussen de scenario's zonder stortingen wijzigt het visbestand nauwelijks. Na de plaatrandstortingen is er echter een sterke daling ten opzichte van T0. In 2019 ligt de opbrengst nog steeds veel lager dan in het T0 scenario en na 20 jaar zou het visbestand opnieuw gelijk zijn aan het scenario zonder ingreep. Net na de stortingen verdwijnen de macrobenthos gemeenschappen als voedselbron voor benthivore vis, terwijl de aantallen zich na verloop van tijd stilaan herstellen tot de oorspronkelijke niveaus.

Tabel 6: Resultaten simulatie ESD-tool op en nabij de Hooge Platen voor de vijf scenario's. '+++', '++' & '+' betekenen een toename met respectievelijk minstens 50, 20 & 10 % t.o.v. het scenario Huidig (2013) zonder suppletie. '---', '--' & '-' betekenen een afname met respectievelijk 50, 20 & 10 % en '=' geeft aan dat er geen belangrijk verschil is tussen beide scenario's. De originele output van de Quicksan is gegeven in Bijlage D.

ESD Hooge Platen directe omgeving	Zonder stortingen		Met stortingen		
	Huidig (T0, 2008)	Toekomst (2028)	Huidig (T20, 2012)	Huidig (T100, 2019)	Toekomst (2028)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/j)	14	+++	+++	+++	+++
Vis (aantal x1000)	69	=	---	--	=
Ruimte voor scheepvaart					
Vaardiepte	OK	OK	OK	OK	OK
Stroomsnelheid	OK	OK	OK	OK	OK
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (tonN/jaar)	271	=	=	=	=
Stikstofopslag (tonN/jaar)	361	+	+	++	++
Fosforopslag (tonP/jaar)	41	=	=	=	=
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	317	=	=	+	=
Klimaatregulering (tonC/j)	1268	=	=	=	=
Recreatieve vaart (passages/jaar)	50000	=	=	=	=
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden (m ²)	152	=	-	-	-
Steltlopers (m ²)	606	=	=	=	=

- Ruimte voor scheepvaart

De ESD-tool geeft voor geen enkel berekend scenario een probleem aan voor de scheepvaart. Noch bij een ingreep, noch in de toekomst komt hier verandering in. Rondom de Hooge Platen blijven de stroomsnelheden onder de kritieke grens en laten de gemiddelde laagwaterstanden steeds een bevaarbare diepte voor scheepvaart in de geulen toe.

- Inspanningen overstromingsrisico

Bij het overstromingsrisico wordt gesteld dat in geen enkel scenario bijkomende inspanningen nodig zijn. Zelfs met stijgende hoogwaterniveaus blijft het risico beperkt. De relevantie van deze ecosysteemdienst voor de Hooge Platen is echter relatief laag, aangezien ze niet grenst aan gebieden waar effectief een overstromingsrisico bestaat. Er zijn bijvoorbeeld geen dijken die grenzen aan de Hooge Platen en die zouden kunnen lijden onder een verhoogde golflast.

- Regulering waterkwaliteit

Na het uitvoeren van de ingreep is volgens de tool geen verschil te merken in denitrificatie en fosforopslag, ook in de toekomst worden gelijkaardige waardes voorspeld (Tabel 6). Vergeleken met het T0 scenario stijgt de stikstofopslag volgens de ESD-tool zowel met de ingreep als in de toekomst, met een sterkere stijging in de scenario's met ingreep. De stijging ten opzichte van T0 is vooral te wijten aan het verdwijnen van schor ten voordele van pionierschor. Dit is echter niet het gevolg van de stortingen. De ESD-tool voorspelt een beperkte stijging in silicium vrijstelling enkele jaren na de aanleg van de suppletie (T100). Deze stijging zet zich echter niet verder in de toekomst.

- *Klimaatregulering*

De ingreep lijkt geen effect te hebben op de ESD klimaatregulering. Zowel zonder als met ingreep wordt in het huidige scenario en in de toekomst geen verschil in koolstofopslag berekend door de ESD-tool. De berekening is volledig op basis van de ecotopenkaart en kengetallen per ecotoop. De minieme verandering in ecotopen zet zich dus door tot het gelijk blijven van de hoeveelheid koolstofopslag. De berekening kan in principe meer gedetailleerd worden uitgevoerd aan de hand van een tweede methode in de tool. Hier zijn echter meer invoergegevens voor nodig, die niet voorhanden waren.

- *Recreatieve vaart*

De suppletie op de Hooge Platen lijkt slechts een marginaal effect te hebben op de recreatieve vaart in de omgeving van de ingreep. In het huidige scenario zonder stortingen is de concentratie SPM het hoogst (Bijlage B). De daling in vaarpassages is echter heel erg klein (met 0,01%).

- *Habitat & soortendiversiteit – zeehonden*

Het areaal geschikt habitat is lager in het toekomstige scenario zonder stortingen dan in het huidige scenario zonder stortingen. Meteen na de plaatrandstortingen daalt het areaal geschikt habitat voor zeehonden en lijkt nadien te stagneren. Dit gaat samen met een verandering de laagwaterlijn.

- *Habitat & soortendiversiteit – steltlopers*

Het geschikte habitat voor steltlopers verandert nauwelijks tot niet tussen de verschillende scenario's. De ingreep lijkt de droogvalduur dus niet genoeg te bevorderen om aanzienlijk meer habitat voor steltlopers te creëren.

3 DISCUSSIE

3.1 Evaluatie van de Smartsediment ESD-tool

3.1.1 Toepasbaarheid van de tool als screeningstool

De ESD-tool kan voor meerdere doeleinden worden ingezet. De relatief eenvoudige rekenregels en mogelijkheid om met weinig inputdata te werken maken dat de tool gemakkelijk kan worden ingezet als eerste high level screening tool voor een bepaald gebied in een estuariene omgeving. Hierbij maakt men slechts een ruwe inschatting van de input gegevens. Logischerwijs moet men dan de output enkel beschouwen als indicatief richtinggevend voor mogelijke effecten. Wat het dan vooral inzichtelijk maakt is de brede waaier aan mogelijke effecten die in een vervolg stap meer in detail moeten bestudeerd worden. Een andere toepassing is het vergelijken van de ESD levering van verschillende mogelijke ontwerpen/scenario's. Ook hier zijn de resultaten steeds indicatief en bedoeld als een eerste screening en om mee richting te geven voor verder onderzoek. De nauwkeurigheid en betrouwbaarheid van de resultaten hangt vooral af van de input gegevens. Voor het bekomen van goede input gegevens wordt aanbevolen gebruik te maken van bestaande afzonderlijke numerieke modellen. In het geval nog relatief weinig geweten is over de fysische impact van de ingreep (op bijvoorbeeld stroming, sedimentatieproces, nutriëntencycli, etc.) moet hiermee zeker rekening worden gehouden bij de interpretatie van de resultaten. De ESD-tool levert een rekenmethode aan om de ecosysteemdiensten te kwantificeren en daarmee de impact van scenario's te vergelijken. Uit de oefening blijkt dat de tool een nuttig ondersteunend instrument kan vormen, maar dat specifieke expertise nodig blijft.

In ecosysteemdiensten studies wordt vaak gebruik gemaakt van eenvoudige scores per habitat type en per ecosysteemdienst die een indicatie geven van in welke mate een bepaald habitat type (of ecotoop) bijdraagt tot de levering van elk van de ecosysteemdiensten. Met onze ruimtelijk expliciete ESD-tool gaan we een stap verder. Enerzijds hanteren we (eenvoudige) rekenregels op basis van relevante systeemkenmerken om betere onderbouwing te geven aan de inschatting van de mate waarin elke ecosysteemdienst wordt geleverd. Dit omvat echter niet alle details van de achterliggende numerieke modellen per discipline. Dit laat wel toe om op een redelijk eenvoudige manier informatie van een verscheidenheid aan disciplines samen te brengen. Anderzijds is het ook een ruimtelijk expliciete tool die toelaat om ruimtelijke variatie in een project en de omgeving mee te nemen in de evaluatie.

3.1.2 Meerwaarde van de tool

De ESD-tool kan een meerwaarde bieden op verschillende vlakken. Ten eerste kan het helpen bij een uitbreiding van de kosten-baten analyse met brede maatschappelijke kosten en baten, waarbij de ecosysteemdiensten ook op een ruimtelijke manier kunnen worden bekeken. Ook naar stakeholders toe vormt de tool een nuttig instrument. Enerzijds laat het toe om het doel van een project te illustreren, alsook mogelijke positieve en negatieve neveneffecten. Dit biedt een communicatie instrument om bepaalde mogelijke bezorgdheden te bespreken. Bij grootschalige ingrepen die door hun visuele impact van de omvang van de ingreep initiële bezorgdheden kunnen creëren laat de tool toe om ook te focussen op de mogelijke meerwaarde die een project kan bieden.

3.1.3 Input en output

3.1.3.1 *Input van de gebruiker en toepassingsmogelijkheden*

Idealiter moeten alle ingreep effecten in het systeem (op de verschillende tijdstappen) gemodelleerd worden met de best beschikbare modellen voor het interessegebied. De ESD-tool gebruikt dan de output van deze modellen om dit om te zetten in effecten specifiek voor de geselecteerde ecosysteemdiensten en om dit visueel ruimtelijk expliciet voor te stellen. Dit zal de meest nauwkeurige resultaten opleveren aangezien de ingreep effecten overwegend complex zijn en dit enkel met de gespecialiseerde modellen kan geëvalueerd worden. Echter, dit maakt de toepassingsmogelijkheden van de ESD-tool voor ecosysteemdiensten erg beperkt aangezien niet kan verwacht worden dat elke gebruiker voor elk scenario en voor verschillende tijdstappen effecten kan laten simuleren met de diverse modellen. We zijn dus genooddaakt om een tussenweg te vinden tussen accurate effectberekeningen enerzijds en gebruiksgemak en technische haalbaarheid anderzijds. Waar mogelijk zal de ESD-tool de mogelijkheid geven om ofwel nieuwe kaarten aan te leveren (die op basis van andere modellen zijn gegenereerd), of slechts een indicatie te geven van te verwachten effecten die met de ESD-tool eerder eenvoudig kunnen worden gesimuleerd (eenvoudige rekenregels opgesteld door experts uit de verschillende relevante domeinen). Het spreekt voor zich dat de nauwkeurigheid van de resultaten dan niet hetzelfde zal zijn, maar het geeft wel een idee van de reikwijdte en richting van effecten (positief of negatief). Dit kan tevens informatief zijn om toekomstig onderzoek en ingreep evaluaties eventueel bij te sturen opdat in de toekomst meer nauwkeurige effectevaluatie mogelijk zal worden.

De nodige invoerbestanden variëren van het genereren van eenvoudige en goed gekende zaken (zoals bathymetrie) tot minder goed gekende variabelen (zoals aanslibbingssnelheid) in tijd en ruimte waarvoor aangepaste modellering kan zijn vereist om deze te kunnen bepalen, de representativiteit te verifiëren of om de onzekerheid ervan te reduceren. Afhankelijk van de fase van het project en het beoogde resultaat kan besloten worden hoeveel input nodig is en welke ecosysteemdiensten worden onderzocht. Door de vereenvoudigde methodiek om ecotopenkaarten te genereren, die vervat zit in de ESD-tool, is het mogelijk om met een basisset aan parameters (bathymetrie, stroomsnelheid en droogvalduur) een aantal ecosysteemdiensten te evalueren. Bepaalde onderdelen zoals de ecosysteemdiensten waterkwaliteit en klimaatregulering kunnen dus al vroeg in de projectcyclus worden gekwantificeerd.

3.1.3.2 *Data input en output, betrouwbaarheid en onzekerheden*

In een initiële ontwerpfase zal veel van de benodigde input data nog niet bestudeerd zijn en zal men op basis van expert judgement zelf input data moeten genereren. Dit heeft uiteraard consequenties voor de betrouwbaarheid van de output. In deze fase kan de tool gebruikt worden om een ruwe screening te doen van uiteenlopende projectalternatieven. De tool kan gebruikt worden binnen planvorming als eerste screeningstool om eerste ideeën op hoofdlijn af te toetsen. De tool zal vooral inzicht geven in het geval duidelijke uiteenlopende alternatieven worden vergeleken. Kleine variaties zullen niet resulteren in duidelijke veranderingen in ecosysteemdiensten. Dit zit in de onzekerheidsmarge.

In een latere fase wanneer een project concreet wordt uitgewerkt zal wel meer input data voorhanden zijn die afkomstig zijn van afzonderlijke numerieke modellen (bijvoorbeeld hydromorfologie). Dit zal de betrouwbaarheid van de output van de ESD-tool ten goede komen. Echter, wordt ten allen tijde aangeraden de output met lokale experts te interpreteren aangezien de tool is gebaseerd op algemene systeemkenmerken en niet op lokale project specifieke elementen.

De tool is vooral bedoeld om te helpen om naar een diversiteit van parameters te kijken en niet louter naar arealen of specifieke doelstellingen zoals bijvoorbeeld het creëren van vogelhabitat. Analyse van ecosysteemdiensten is er steeds op gericht om veranderingen te bekijken tussen projectalternatieven of scenario's, en niet om absolute waarden an sich te beschouwen. De output van de tool geeft een richting of trend aan. Men moet omzichtig omspringen met de absolute waardes. Daarom hebben we in dit rapport de exacte getal output die uit de tool voortkomt omgezet in een trend analyse.

Voor elke ecosysteemdienst wordt steeds één resultatenkaart aangemaakt per tijdperiode. Deze kaarten geven telkens de ruimtelijke spreiding van de aanmaak van de ecosysteemdienst door de verschillende ecosystemen. Het kan nuttig zijn om zelf nog verschilkaarten te maken om een duidelijkere visualisatie te krijgen van de effecten van de projecten.

De 'Quickscan' module die opgeroepen kan worden onder het submenu "Analyse resultaten" laat toe om op een eenvoudige manier de resultaten van de ESD berekeningen (kaartlagen) te aggregeren en resultaten van scenario's met elkaar te vergelijken. Dit geeft de gebruiker de mogelijkheid om de berekende resultaten in een juiste context te plaatsen en te interpreteren. De tabellen en figuren laten toe om de resultaten op een begrijpbare en systematische manier te rapporteren en te communiceren.

De module in QGIS aggregeert alle data die uit de verschillende ESD modules komen tot totaalwaardes voor het studiegebied. Vervolgens worden deze in tabellen en grafieken op een eenvoudige manier weergegeven in een bijgeleverd Excel-document. In het Excel bestand kunnen de resultaten van verschillende scenario's voor éénzelfde gebied samengebracht worden en met elkaar worden vergeleken.

3.1.4 Schaalniveaus in ruimte en tijd

3.1.4.1 *Statische evaluatie in GIS van dynamische effecten*

De ESD-tool zelf werkt statisch (kaarten met een bepaalde waarde of enkelvoudige invoer van een waarde), maar door enkele tijdstappen te vergelijken (ten opzichte van de referentie voor de ingreep), kunnen we wel dynamische processen zoals lange termijn erosie meenemen (als de tijdsduur van het proces zichtbaar is in de bekeken tijdstappen). Bij elke effectrelatie moet het relevante tijdsaspect besproken worden en moet bepaald worden welke tijdstappen relevant zijn. Op basis daarvan zullen enkele sleuteltijdstappen gekozen worden zodat het overzichtelijk blijft (en niet voor elke parameter andere tijdschalen moeten bekeken worden).

3.1.4.2 *Tijdelijke effecten tijdens de ingreep versus effecten na de ingreep*

De focus van de tool ligt niet op tijdelijke effecten tijdens het uitvoeren van de ingreep maar op structurele effecten die op korte en/of lange termijn tot uiting kunnen komen. Tijdelijke effecten worden enkel opgenomen in de berekeningen indien deze een duidelijke impact hebben in het eerste jaar na de ingreep. Zo wordt voor mosselproductie een éénmalig verlies aangenomen in het eerste jaar na de ingreep indien mosselpercelen begraven worden onder baggersediment.

De temporele focus van de tool ligt echter voornamelijk op het doorrekenen van de structurele effecten die plaats vinden na de ingreep. Deze effecten kunnen zowel het gevolg zijn van het herstel van het systeem na de ingreep (e.g. herstel van een ecosysteemtype na begraving over verschillende jaren) als ook andere langere termijneffecten (e.g. veranderingen in stroomsnelheden door aanpassingen in erosie/sedimentatiepatronen). In welke mate deze effecten kunnen worden doorgerekend is afhankelijk van de modellen die gebruikt worden om de ingreepeffecten te evalueren. Indien de noodzakelijke data beschikbaar zijn, kan de tool dit soort effecten beoordelen. De tijdsperiodes 1-jaar, 2-jaar en 5-jaar na de ingreep, die worden aangegeven in de ESD-tool zijn

indicatief. Afhankelijk van het tijds kader van de input-data kan zo ook een effect 10 of 20 jaar na een ingreep worden bekeken.

3.1.4.3 Lokale versus ecosysteem-brede effecten

De tool is vooral bedoeld om grote zeer diverse planalternatieven of scenario's op hoofdlijn te screenen. Voor kleine ingrepen of ingrepen met minimale veranderingen in het systeem zal de tool weinig effecten tonen.

Voor lokale effecten zal het doorgaans wel mogelijk zijn om met de best beschikbare systeemkennis eenvoudige effectketens op te stellen die met de ESD-tool kunnen doorgerekend worden. Dit volgt de methode van de ECOPLAN Scenario-evaluator; een ESD-tool die reeds ontwikkeld is voor terrestrische systemen in het ECOPLAN project (Vrebos D. et al., 2017). Hierbij wordt geen interactie met het gehele ecosysteem functioneren (met feedback) verondersteld. Het bepalen van de effecten (en veranderingen in de levering van ecosysteemdiensten) kan dus vrij rechtlijnig, met een generieke tool, zonder de nood aan een complex ecosysteemmodel. Voor elke pixel binnen een afgebakend projectgebied worden de trends in ESD kwantitatief begroot.

Lokale ingrepen kunnen echter ook resulteren in ecosysteem-brede effecten. Hoewel deze effecten op grotere afstand van de ingreep wellicht klein zijn, zijn ze vaak niet te verwaarlozen door de grote ruimtelijke verspreiding waarin ze optreden. Voor het bepalen van zulke ecosysteem-brede effecten zal input van diverse complexe systeemmodellen vereist zijn, zowel van hydrodynamische als ecologische. Dit kan niet meer met een generieke, eenvoudige tool. De effecten van een ingreep op systeem-schaal zullen immers sterk afhankelijk zijn van de exacte locatie van de ingreep, en kunnen via feedback een keten aan effecten teweegbrengen. De keuze van die modellen is afhankelijk van de ingreep. Voor een optimale output kan het dempen van een nevengeul bijvoorbeeld een ander hydrodynamische model vereisen dan een dijkverlegging in het zoete. Idem voor het inschatten van de zoutintrusie bij gewijzigde hydrodynamiek. De output van zulke modellen zal dan gekoppeld moeten worden aan ecosysteemmodellen voor de effecten op bijvoorbeeld waterkwaliteit. Het opstellen van dit palet aan complexe (eco)systeemmodellen behoort niet tot de doelstelling van deze opdracht. De tool die binnen deze opdracht wordt ontwikkeld, geeft aan welke kennis vereist is om effecten van ingrepen door te vertalen naar de levering van de geselecteerde ESD. Deze output moet voor elk project op de meest geschikte wijze gegenereerd worden. De output vormt de set aan verklarende parameters uit de effectevaluatie, welke toelaat de effecten op ESD te begroten. De systeem-brede effecten zijn mee geïntegreerd met de lokale effecten in dezelfde ruimtelijke tool.

3.1.4.4 Projectgebied versus studiegebied

Bij het gebruik van de ESD-tool dient een interessegebied en een impactgebied te worden gedefinieerd. Het impactgebied is het gebied dat rechtstreeks wordt beïnvloed door het project, zoals het gebied dat wordt begraven bij een suppletie. Het impactgebied tussenprojectvarianten kan echter sterk verschillen. De resultaten van de tool zijn vooral direct inzetbaar en vergelijkbaar voor gelijkaardige ingrepen (in termen van gelijkaardige ruimtelijke omvang van ingreep en impactgebied). Bij ingrepen die sterk verschillen in omvang van impactgebied en onzekerheid rond langere termijn ontwikkeling kan de tool eveneens ingezet worden om verschillen in impacten te bespreken en te duiden. In dit geval dient bij het kwantificeren van impacten wel aandacht te worden besteed dat dit niet wordt herleid tot een oversimplificatie, maar rekening wordt gehouden met de verschillende omvang en onzekerheden van invoerbestanden en impact. Voorzichtige inzet van de tool is dan geboden en de inzet van expertise vereist. Ook voor het finale ontwerp blijft de inzet van experts nodig om specifieke aandachtspunten te definiëren en evalueren.

3.2 Evaluatie van de Scheldedelta cases

Dit rapport beschrijft een eerste validatie van de ESD-tool voor beheerstrategieën die in het recente verleden werden uitgevoerd. Voor de invoergegevens werden vaak sterk vereenvoudigde data gebruikt, die ervoor zorgen dat de resultaten soms moeilijk te verklaren zijn. Zo werden bijvoorbeeld waterstanden van één enkel station gebruikt voor de volledige projectgebieden om hoog- of laagwaterniveau's te benaderen. Deze benaderingen zorgen ervoor dat het resultaat niet noodzakelijk dicht aansluit bij de werkelijkheid, maar zijn vaak de enige optie wegens het ontbreken – of moeilijk beschikbaar zijn – van meer gedetailleerde informatie. Ook worden ecotopen niet volledig realistisch berekend op basis van deze benaderingen. Aangezien geen beeldmateriaal gebruikt wordt om de gebruiksvriendelijkheid van de tool te garanderen, zijn de ecotopenkaarten geen exacte weerspiegeling van de werkelijkheid. Omwille van deze beperkingen van de tool is het zinvoller om trends tussen de verschillende scenario's te beschouwen dan de scenario's op zich. Voor de toekomstscenario's moet daarenboven rekening gehouden worden met de voorspellingen die gemaakt zijn voor onder meer bodemhoogte, droogvalduur, stroomsnelheden en waterstanden. Zonder uitgebreide modellering vooraf is het moeilijk om exacte realistische waarden te voorspellen en blijft de uitkomst van de berekeningen onzeker. Voor de Roggenplaat konden deze invoergegevens bovendien ook slechts benaderd worden voor het scenario net na de ingreep, omdat de gegevens na de suppletie nog niet beschikbaar zijn.

De meeste resultaten die werden berekend met de ESD-tool voor de vijf suppletieprojecten toonden verklaarbare patronen. Het is belangrijk om op te merken dat het resultaat van de simulatie met de ESD-tool in belangrijke mate bepaald wordt door de aannames die gemaakt zijn voor de ecotopenkaarten. Een wijziging in de ecotopenverdeling tussen de gebruikte scenario's is ook merkbaar in het resultaat van de simulatie met de ESD-tool. De tool kan gebruikt worden om een eerste indicatie te geven over de impact van sedimentingrepen zoals degene die in dit rapport werden besproken. De cijfergegevens in de output laten echter uitschijnen dat een gedetailleerd beeld van de realiteit kan geschetst worden aan de hand van de resultaten. Een indeling in categorieën of spreken van positieve of negatieve trends/impact zou een waardevolle aanvulling zijn in de voorstelling van de resultaten omdat zo de output meer zou aansluiten bij het uiteindelijke doel van de tool: een indicatie geven over en een beeld schetsen van de impact van sedimentingrepen ter ondersteuning van onder andere beslissingen tot verder onderzoek of communicatie. Aangezien de tool een breed toepassingsgebied nastreeft, voor bijvoorbeeld grote en kleine projectgebieden en gedetailleerde en minder gedetailleerde input, kan de mate van detail die de output meegeeft niet op voorhand worden ingeperkt. De gebruiker zal dus zelf op basis van de kennis over het projectgebied en de inputdata moeten beslissen hoe de output wordt geïnterpreteerd.

Voor alle bestudeerde projectgebieden werden zichtbare effecten berekend voor minstens één of enkele ecosysteemdiensten in de ESD-tool. Vaak is er een directe impact na het aanleggen van de suppletie. Voor de Oesterdam is het projectgebied hoogstwaarschijnlijk te klein om duidelijke effecten waar te nemen. Het beschouwen van zowel een huidig als een toekomstscenario voor de projectgebieden, met en zonder suppletie, biedt de mogelijkheid om afwegingen te maken op basis van berekende voorspellingen. Aan de hand van de resultaten in dit rapport kan gesteld worden dat bepaalde ingrepen effecten creëren op ecosysteemdiensten die vrij specifiek zijn voor de locatie van het projectgebied. Dit is vooral duidelijk voor de plaatrandstortingen langs de Hooge Platen en de Plaat van Walsoorden. Beide ingrepen zijn gelijkaardig, omdat ze telkens bestaan uit het aanbrengen van gebaggerd sediment op een plaatpunt en langs de plaatranden, maar toch zijn de effecten op ecosysteemdiensten sterk verschillend. Dit kan het best verklaard worden aan de hand van

uiteenlopende patronen in de verdeling van ecotopen tussen de verschillende scenario's, aangezien deze een belangrijke rol spelen in het bepalen van veel ecosysteemdiensten.

Door de suppleties op de Roggenplaat mee te nemen in deze eerste validatie van de ESD-tool, kan reeds een beeld gevormd worden van de mogelijke effecten die dit project teweeg zal brengen en of de suppleties hun doel al of niet waar kunnen maken. Het project is vooral ontworpen om het droogvallend areaal geschikt voor vogels uit te breiden en op lange termijn (tegen 2030) veilig te stellen. Daarbij werd ook aandacht besteed aan het minimaliseren van de impact van de werken op plaatselijke mosselpercelen. De berekeningen door de ESD-tool suggereren dat beide doelstellingen werden behaald, aangezien het areaal voor vogels in de toekomst hoger zou zijn met suppletie dan zonder, terwijl nauwelijks een impact op schelpdieren wordt berekend. Voor regulering van waterkwaliteit en klimaat – twee diensten die niet in het oorspronkelijke projectontwerp werden beschouwd maar van bijkomend belang kan zijn – lijkt de suppletie niet van belang te zijn. Het 2016 scenario voor de Oesterdam is niet te vergelijken met de andere scenario's aangezien er een groot verschil is in detail in het onderliggende kaartmateriaal. Dit blijkt ook uit de resultatenkaarten. Hiermee is duidelijk aangetoond dat er steeds moet worden nagegaan in hoeverre de input data van de verschillende scenario's met elkaar overeenkomen qua kwaliteit omdat dit ook de kwaliteit van de output beïnvloedt.

De ESD-tool houdt bij de berekening van de impact van een project op ecosysteemdiensten geen rekening met de mogelijke positieve of negatieve impact van ecosysteemdiensten op elkaar. Dit kan de waardering van een ingreep naar ecosysteemdiensten toe echter sterk beïnvloeden. Een ingreep die recreatie bevordert kan daarmee ook potentieel bijdragen aan verstoring en zo een eerder negatieve impact hebben op habitat voor vogels en zeehonden. Ook de negatieve of positieve waardering van een ecosysteemdienst wordt niet bepaald door de ESD-tool zelf, maar moet wel in acht genomen worden bij de interpretatie van de resultaten. De suppletie aan de Oesterdam had bijvoorbeeld niet de bedoeling om recreatie te bevorderen. Een toename hiervan zou dus eerder negatief beoordeeld kunnen worden. Bijkomend moet men zich ook realiseren dat niet alle mogelijke ecosysteemdiensten in de tool zijn opgenomen. Een effect daarop moet dus op een andere manier worden onderzocht.

3.3 Conclusie

In dit rapport wordt een eerste toepassing van de ESD-tool beschreven voor sedimentbeheerstrategieën in de Ooster- en Westerschelde. Hiermee hebben we een eerste overzicht kunnen geven van de mogelijkheden en beperkingen van de tool. De tool maakt het mogelijk om op een vrij eenvoudige manier en met een beperkte dataset toch een goed beeld te creëren van de impact van sedimentbeheerstrategieën op een reeks ecosysteemdiensten op zowel korte als lange termijn en maakt het mogelijk om verschillende scenario's met elkaar te vergelijken. De eenvoud van de tool is echter niet alleen een sterkte. Er moet voorzichtig worden omgesprongen met de resultaten. Deze leveren weliswaar bruikbare trends en kunnen als basis dienen voor communicatie of beslissingen tot verder onderzoek, maar vormen geen exacte weergave van de veel complexere realiteit.

BRONNEN

- Boerema, A., Taal, M., Ysebaert, T., Brils, J., Van der Meulen, S., Van Holland, G., Van der Biest, K., Maris, T., Meire, P. (2018a). Selectie van relevante ecosysteemdiensten in relatie tot sedimentbeheer in de Scheldedelta om op de te nemen in de ecosysteemdienstentool. Universiteit Antwerpen: Antwerpen.
- Boerema, A., Buis, K., Taal, M., Ysebaert, T., Van Holland, G., Depreiter, D., Vrebos, D., Van der Biest, K., Maris, T., Meire, P. (2018b). Conceptueel model voor het identificeren van ingreep-effect relaties. Universiteit Antwerpen: Antwerpen.
- Boerema, A., Van der Biest, K., Vrebos, D., Buis, K., Taal, M., Maris, T., Ysebaert, T., Van Holland, G., Depreiter, D., Meire, P. (2018c). Ecosysteemdiensten-tool: dosis-effect relaties kwantificeren en rekenregels opstellen. Universiteit Antwerpen: Antwerpen.
- Boersema, M.P., Van der Werf, J.J., Salvador de Paiva, J.N., Van de Brink, A.M., Soissons, L., Walles, B., Bouma, T.J., De Vet, P.L.M., Ysebaert, T.J.W. (2018). Oesterdam sand nourishment, Ecological and morphological development of a local nourishment. Report. Centre of Expertise, The Netherlands. <https://doi.org/10.18174/448529>
- de Ronde, J.G., Mulder, J.P.M., Van Duren, L.A., Ysebaert, T. (2013). Eindadvies ANT Oosterschelde. Report 1207722-000-ZKS-0010. Deltares, The Netherlands. https://www.zwdelta.nl/sites/all/files/default/publicaties/eindadvies_ant_oosterschelde.pdf.
- IMDC (2017). Vaarwegbeheer 2016-2021 Bestelopdracht 1: Flexibel Storten 2017 – Maandrapport Flexibel Storten april-mei 2017. Antwerpen.
- Louters, T., Van den Berg, J.H., Mulder, J.P.M. (1998). Geomorphological changes of the Oosterschelde tidal system during and after the implementation of the Delta project. J. Coast. Res. 14 (3), 1134–1151.
- Mestdag, S., De Swert, S., Boerema, A., Vrebos, D., Meire, P., Ysebaert, T., Roose, F. (2020). Illustratie en evaluatie van de Smartsediment ecosysteemdienstentool voor de beoordeling van effecten van huidige beheerstrategieën op ecosysteemdiensten. Royal NIOZ: Yerseke.
- Plancke, Y., Schrijver, M., Meire, D., Mostaert, F. (2017a). Overleg Flexibel Storten: Deelrapport 22 – Analyse van de waterbeweging, het sedimenttransport en de morfologie nabij de Plaat van Walsoorden, Versie 3.0. WL Rapporten 00_031_22. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen & Rijkswaterstaat Zee & Delta: Middelburg.
- Plancke, Y., Schrijver, M., Meire, D., Mostaert, F. (2017b). Overleg Flexibel Storten: Deelrapport 20 – Analyse van de waterbeweging, het sedimenttransport en de morfologie nabij de Hooge Platen, Versie 1.0. WL Rapporten 33_031_20. Waterbouwkundig Laboratorium: Antwerpen & Rijkswaterstaat Zee & Delta: Middelburg.
- Port of Antwerp (2019). *Dieper en groter*. <https://www.portofantwerp.com/nl/dieper-en-groter> (Laatst bekeken op 24/09/2019).
- Rijkswaterstaat (2019). *Recreatiegeulen, een veilige vaarweg voor recreatieschippers*. <https://www.rijkswaterstaat.nl/water/wetten-regels-en-vergunningen/recreatievaart/recreatiegeulen-een-veilige-vaarweg-voor-recreatieschippers.aspx> (Laatst bekeken op 26/09/2019).

- Schroeven, M. (2013). Stroming in de Westerschelde – Inventarisatie van de informatiebehoefte en informatievoorziening. Deltares: Delft.
- van den Boomgaard, M. J. G., Eikema, B. J. O. (2006). Rapportage veldmetingen Westerschelde januari 2003 t/m mei 2006. Svasek Hydraulics: Rotterdam.
- van der Werf, J., Boersema, M., Bouma, T., Schrijvershof, R., Stronkhorst, J., de Vet, L., Yserbaert, T. (2016). Definitief ontwerp Roggenplaat suppletie. Center of Expertise Delta Technology, The Netherlands.
- Van Zanten, E., Adriaanse, L.A. (2008). Verminderd getij. Verkenning van mogelijke maatregelen om de erosie van de platen, slikken en schorren van de Oosterschelde te beperken (Hoofdrapport). Rijkswaterstaat dienst Zeeland, Nederland.
- Vrebos D., Staes J., Bennetsen E., Broexkx S., De Nocker L. Gabriels K., Goethals P., Hermy M., Liekens I., Marsboom C., Ottoy S., Van der Biest K., van Orshoven J. & Meire P., 2017. ECOPLAN-SE: Ruimtelijke analyse van ecosysteemdiensten in Vlaanderen, een Q-GIS plugin, Versie 1.0, 017-R202 Universiteit Antwerpen, Antwerpen, 132 p.
- Ysebaert, T., Brummelhuis, E., van den Ende, D., van IJzerloo, L., van Dalen, J., Walles, B. (2017a). The conservation of eroding intertidal flats through nourishments: Ecological development on the Oesterdam tidal flat (Oosterschelde, the Netherlands). CONCEPT
- Ysebaert, T., van der Werf, J., de Vet, L., Bouma, T.J. (2017b). Monitoringsplan Roggenplaat suppletie. Centre of Expertise Delta Technology, Wageningen Marine Research rapport.

BIJLAGEN

BIJLAGE A: Invoerparameters projecten Oosterschelde

	OESTERDAM					ROGGENPLAAT			
	Zonder suppletie		Met suppletie			Zonder suppletie		Met suppletie	
	Huidig (2013)	Toekomst (2030)	Huidig (2013)	Toekomst (2016)	Toekomst (2030)	Huidig (2016)	Toekomst (2030)	Huidig (2016)	Toekomst (2030)
Ecotopenkaart									
Gemiddeld hoogwater springtij (mNAP)	2,04 ^a	2,12 ^b	2,04 ^a	2,04 ^a	2,12 ^b	1,47 ^h	1,549 ^b	1,47 ^h	1,549 ^b
Schelpdieren									
productiviteit mosselen (kg/m ² j) ^c						4,8	4,8	4,8	4,8
belangrijkste sedimentatiemateriaal ⁱ						zandig	zandig	zandig	zandig
sedimentatiesnelheid percelen(cm/j) ^f						3	3	3	3
SPM (mg/L) ^f						6	6	6	6
Schaaldieren									
productiviteit garnalen (kg/ha*j) ^c	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36
korrelgrootte (µm)	185 ^d	185 ^d	suppletie: 288 rest: 185 ^d	suppletie: 288 rest: 185 ^d	suppletie: 288 rest: 185 ^d	210 ⁱ	210 ⁱ	suppletie: 288 rest: 210 ⁱ	suppletie: 288 rest: 210 ⁱ
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	80	100	nvt	nvt	0	100
Vis									
productiviteit tong (ind/ha*j) ^c	334	334	334	334	334	334	334	334	334
korrelgrootte in (µm)	185 ^d	185 ^d	suppletie: 280 rest: 185 ^d	suppletie: 280 rest: 185 ^d	suppletie: 280 rest: 185 ^d	210 ⁱ	210 ⁱ	suppletie: 288 rest: 210 ⁱ	suppletie: 288 rest: 210 ⁱ
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	80	100	nvt	nvt	0	100
Overstromingsregulering									
gemiddeld hoogwater (m NAP)	1,81 ^a	1,848 ^b	1,81 ^a	1,81 ^a	1,848 ^b	1,3 ^h	1,338 ^b	1,3 ^h	1,338 ^b
maximale golfhoogte (m) ^f	1,5	1,7	1,0	1,2	1,4	1,5	1,7	1,3	1,5
Oevergebonden recreatie									
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	80	100				
Recreatieve vaart									
referentiediepte in m (waarde) ^g	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SPM (mg/L) ^f	6	6	6	6	6	6	6	6	6

BIJLAGE B: Invoerparameters projecten Westerschelde

	SUIKERPLAAT				PLAAT VAN WALSOORDEN			
	Zonder suppletie		Met suppletie		Zonder suppletie		Met suppletie	
	Huidig	Toekomst	Huidig	Toekomst	Huidig	Toekomst	Huidig	Toekomst
Schaaldieren								
productiviteit garnalen (kg/ha*j) ^f	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36	33,36
korrelgrootte (µm)	200	200	250	250	200	200	250	250
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	100	nvt	nvt	0	100
Vis								
productiviteit tong (ind/ha*j) ^f	334	334	334	334	334	334	334	334
korrelgrootte in (µm)	200	200	250	250	200	200	250	250
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	100	nvt	nvt	0	100
Ruimte voor scheepvaart								
Gemiddeld laagwater (m NAP)	-1,87	-1,83	-1,75	-1,71	-2,01	-1,97	-1,99	-1,95
Kritische ondergrens scheepvaart (m NAP) ^a	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3
Kritische bovengrens stroomsnelheid (m/s) ^b	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8	1,8
Overstromingsregulering								
gemiddeld hoogwater (m NAP)	2,35	2,39	2,02	2,06	2,47	2,51	2,51	2,55
maximale golfhoogte (m) ^c	1,76	1,76	1,76	1,76	1,37	1,37	1,37	1,37
Recreatieve vaart								
referentiediepte (m) ^d	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
SPM (mg/L)	71,02	24,38	24,38	24,38	39,25	31,54	40,99	31,54
Zeehonden								
belangrijkste sedimentatiemateriaal	zandig	zandig	zandig	zandig	zandig	zandig	zandig	zandig
gemiddelde laagwaterlijn (m NAP)	-1,87	-1,83	-1,75	-1,71	-2,01	-1,97	-1,99	-1,95
Steltlopers								
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	100	nvt	nvt	0	100

	HOOGE PLATEN			
	Zonder suppletie		Met suppletie	
	Huidig	Toekomst	Huidig	Toekomst
Schaaldieren				
productiviteit garnalen (kg/ha*j) ^f	33,36	33,36	33,36	33,36
korrelgrootte (µm)	200	200	250	250
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	100
Vis				
productiviteit tong (ind/ha*j) ^f	334	334	334	334
korrelgrootte in (µm)	200	200	250	250
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	100
Ruimte voor scheepvaart				
Gemiddeld laagwater (m NAP)	-1,60	-1,56	-1,71	-1,67
Kritische ondergrens scheepvaart (m NAP) ^a	-15,3	-15,3	-15,3	-15,3
Kritische bovengrens stroomsnelheid (m/s) ^b	1,8	1,8	1,8	1,8
Overstromingsregulering				
gemiddeld hoogwater (m NAP)	1,90	1,94	2,11	2,15
maximale golfhoogte (m)	3,30	3,30	3,30	3,30
Recreatieve vaart				
referentiediepte in m ^d	1,5	1,5	1,5	1,5
SPM (mg/L)	23,1	66,81	38,43	66,81
Zeehonden				
belangrijkste sedimentatiemateriaal	zandig	zandig	zandig	zandig
gemiddelde laagwaterlijn (m NAP)	-1,60	-1,56	-1,71	-1,67
Steltlopers				
Mate van herstel (%) ^e	nvt	nvt	0	100

^a De kritische ondergrens voor scheepvaart werd bepaald door de maximale diepgang voor tij-onafhankelijke vaart in de Westerschelde (13,1 m; Port of Antwerp, 2019) af te trekken van het laagwaterniveau bij springtij.

^b De kritische bovengrens voor stroomsnelheid is vooral belangrijk bij dwarsstromen en werd vastgelegd op 3,5 knopen, wat neerkomt op 1,8 m/s (Schroevens, 2013).

^c Ter hoogte van de Suikerplaat werd voor een maximale golfhoogte van 1,76 m gekozen, op basis van metingen in de Westerschelde (van den Boomgaard & Eikema, 2006).

^d In Nederlandse wateren worden recreatiegeulen vastgelegd op basis van een referentiediepte van 1,5 m (Rijkswaterstaat, 2019).

^e Gebaseerd op verwachtingen/waarnemingen op de Oesterdam en andere suppleties in de Oosterschelde (Ysebaert et al., 2017a).

^f Standaard waarde in ESD-tool. Niet aangepast wegens gebrek aan data.

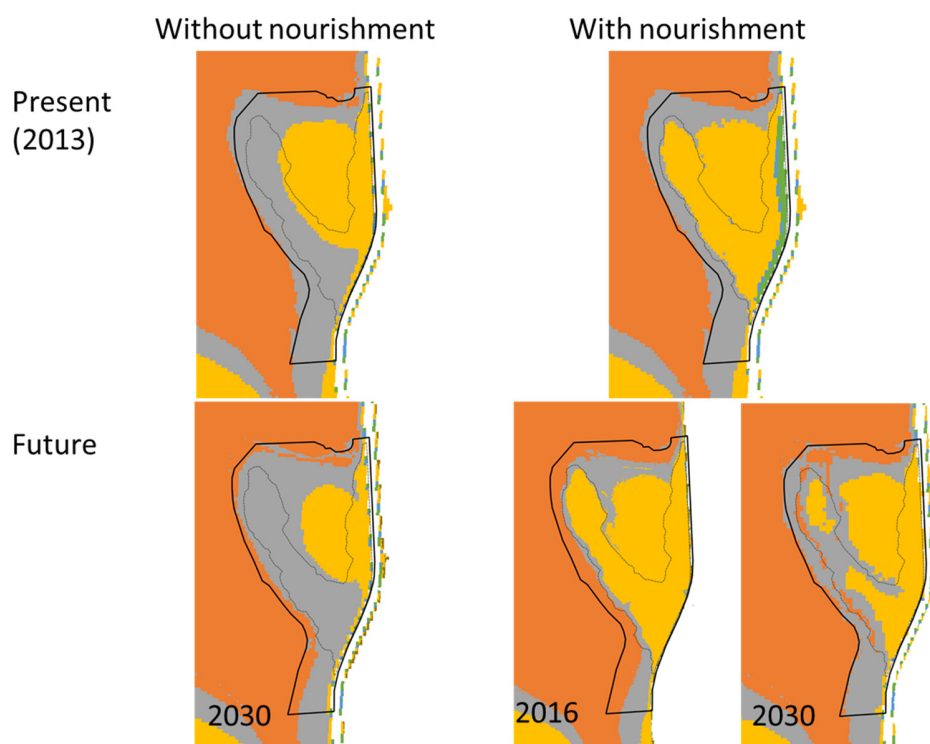
BIJLAGE C: ecotopenkaarten

Hieronder worden alle ecotopenkaarten getoond die werden berekend met de ESD-tool. Er worden aan de hand van kleuren tien ecotopen onderscheiden:

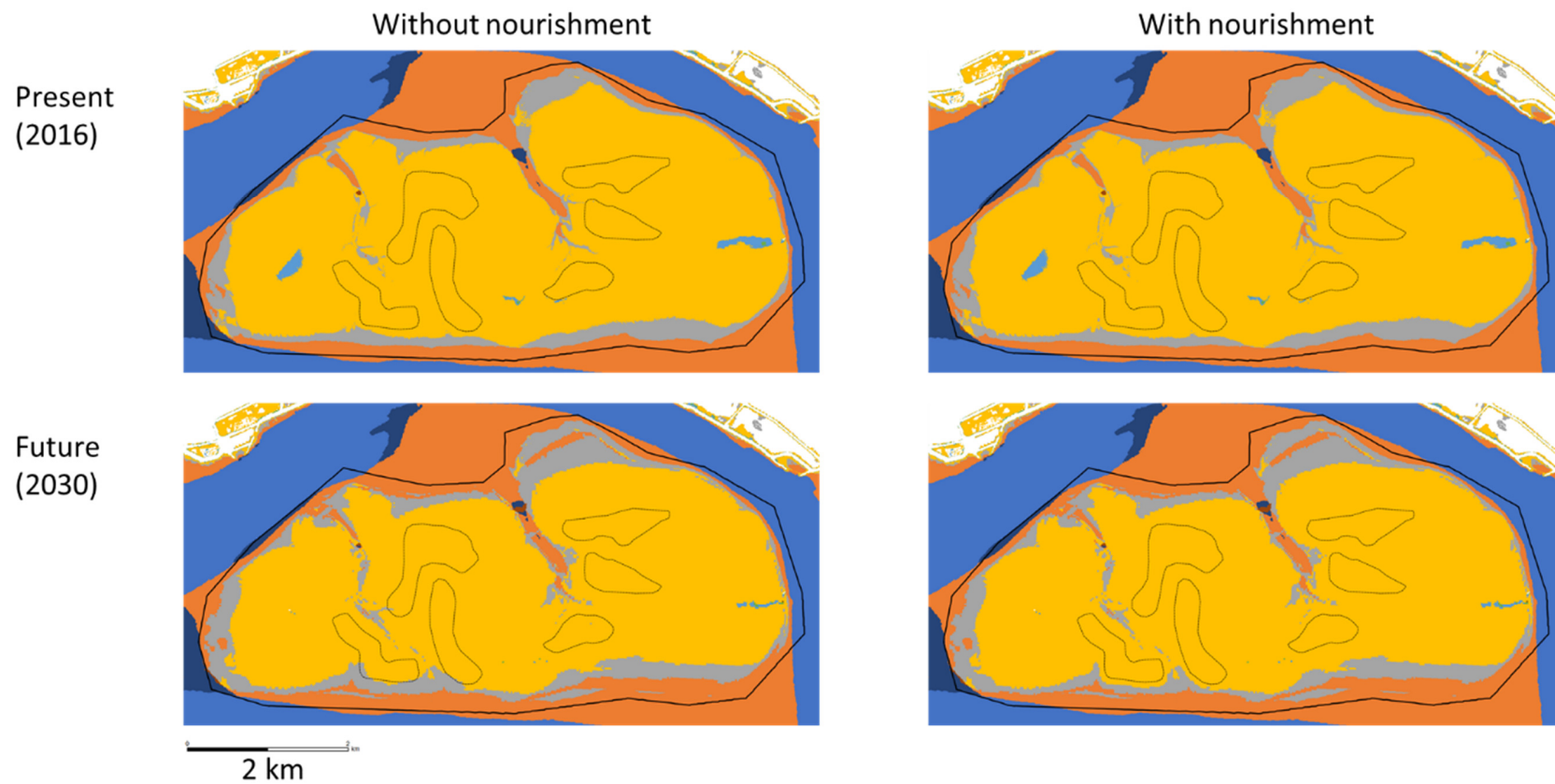
- Schor
- Hoogdynamisch supralitoraal/ pionierschor
- Hoogdynamisch litoraal
- Ondiep, hoogdynamisch sublitoraal
- Laagdynamisch supralitoraal/ pionierschor
- Laagdynamisch hooglitoraal/slik
- Laagdynamisch middelhooglitoraal/ slik
- Laagdynamisch laaglitoraal / slik
- Ondiep, laagdynamisch sublitoraal
- Diep subtidaal

C.1: Ecotopen Oesterdam

Ecotopen Oesterdam directe omgeving (ha)	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (2013)	Toekomst (2030)	Huidig (2013)	Toekomst (2016)	Toekomst (2030)
Diep subtidaal	0	0	0	0	0
Ondiep, laagdynamisch sublitoraal	4,32	13,03	4,49	22,33	11,62
Laagdynamisch laaglitoraal / slik	54,08	61,54	32,86	20,72	44,51
Laagdynamisch middelhooglitoraal/ slik	43,87	26,19	58,27	59,35	46,55
Laagdynamisch hooglitoraal/slik	0,54	0,56	1,60	0,36	0,14
Laagdynamisch supralitoraal/ pionierschor	0,4425	0,52	4,80	0,32	0,12
Ondiep, hoogdynamisch sublitoraal	0	0	0	0	0
Hoogdynamisch litoraal	0	0	0	0	0
Hoogdynamisch supralitoraal/ pionierschor	0	0	0	0	0
Schor	0	0	0	0,45	0

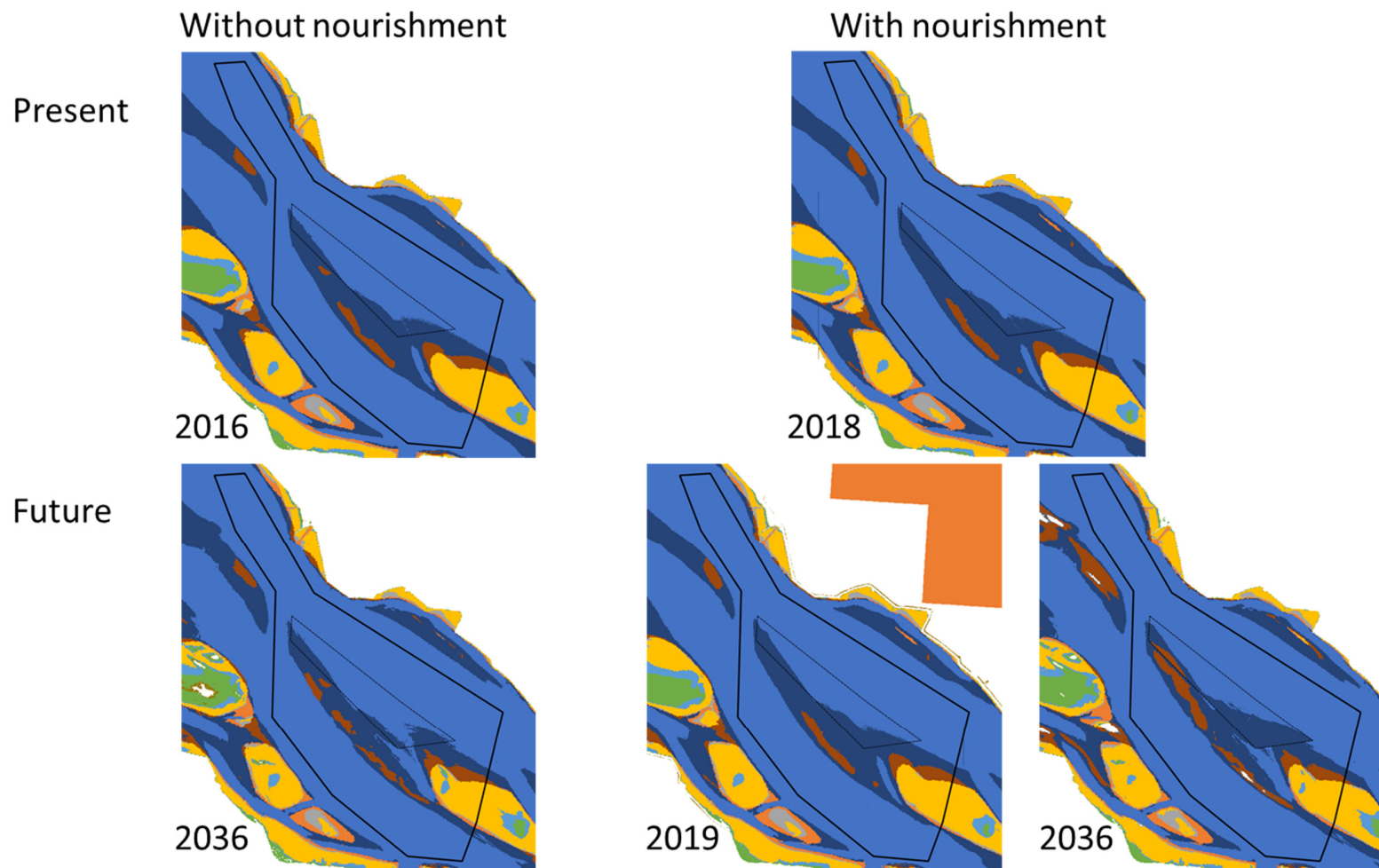


C.2: Ecotopen Roggenplaat



Ecotopen Roggenplaat directe omgeving (ha)	Zonder suppletie		Met suppletie	
	Huidig (2016)	Toekomst (2030)	Huidig (2016)	Toekomst (2030)
Diep subtidaal	33,705	33,705	33,705	33,705
Ondiep, laagdynamisch sublitoraal	181,6825	237,4475	181,6825	237,4475
Laagdynamisch laaglitoraal / slik	175,78	244,5475	175,4625	235,985
Laagdynamisch middelhooglitoraal/slik	1328,015	1212,393	1328,412	1220,955
Laagdynamisch hooglitoraal/slik	11,1075	2,135	11,0275	2,135
Laagdynamisch supralitoraal/pionierschor	0,435	0,4175	0,435	0,4175
Ondiep, hoogdynamisch sublitoraal	10,55	9,6275	10,55	9,6275
Hoogdynamisch litoraal	0,6275	1,55	0,6275	1,55
Hoogdynamisch supralitoraal/pionierschor	0	0	0	0
Schor	0	0,0425	0	0,0425

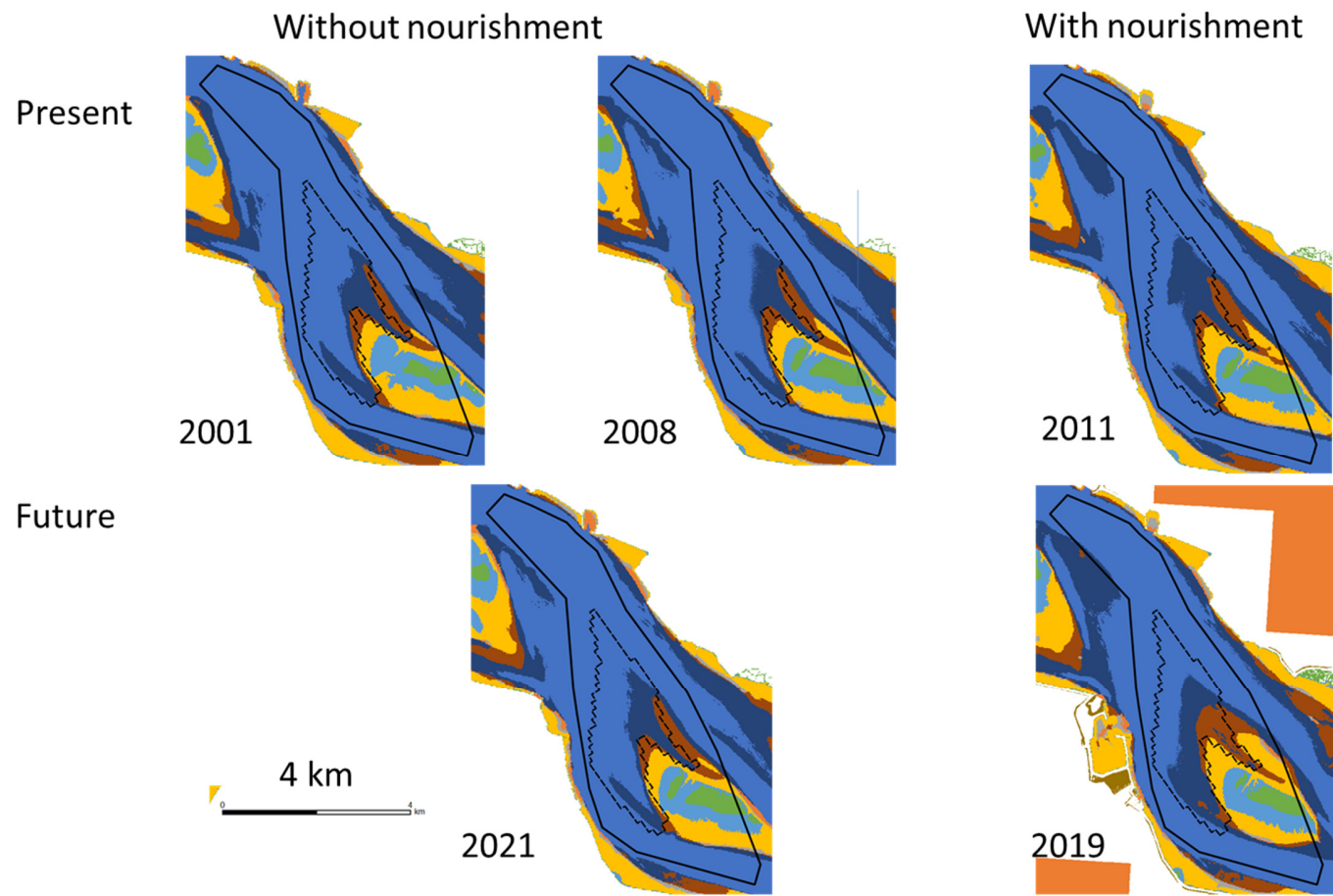
C.3: Ecotopen Suikerplaat



Ecotopen Suikerplaat directe omgeving (ha)	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (2016)	Toekomst (2036)	Huidig (T13, 2018)	Huidig (T27, 2019)	Toekomst (2036)
Diep subtidaal	2178,062	2234,098	2180,065	2175,355	2139,423
Ondiep, laagdynamisch sublitoraal	6,825	8,6075	6,035	6,035	8,5175
Laagdynamisch laaglitoraal / slik	4,4625	5,78	6,0475	6,0475	7,125
Laagdynamisch middelhooglitoraal/slik	116,4825	103,38	118,2175	118,2175	110,665
Laagdynamisch hooglitoraal/slik	0	8,6025	0	0	3,8375
Laagdynamisch supralitoraal/pionierschor	0	0,9575	0	0	0
Ondiep, hoogdynamisch sublitoraal	500,015	433,045	500,5375	505,2475	481,385
Hoogdynamisch litoraal	91,8725	103,25	86,8175	86,8175	141,5275
Hoogdynamisch supralitoraal/pionierschor	0	0	0	0	2,8
Schor	0	0	0	0	0

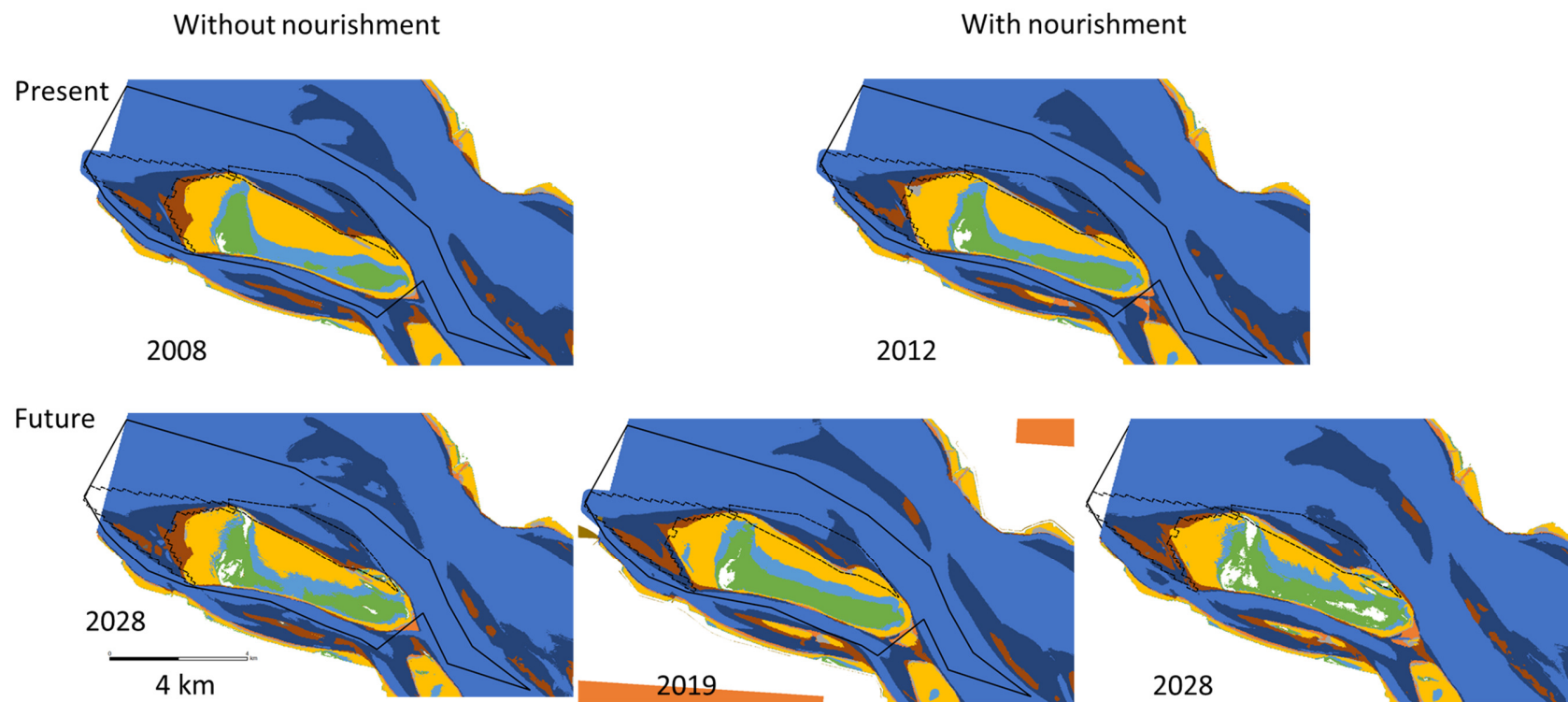
C.4: Ecotopen Plaat van Walsoorden

	Zonder suppletie			Met suppletie	
Ecotopen Plaat van Walsoorden directe omgeving (ha)	Huidig (2001)	Huidig (T0, 2008)	Toekomst (2021)	Huidig (T15, 2011)	Toekomst (T122, 2019)
Diep subtidaal	1141,88	1134,05	1126,647	1069,285	1007,4825
Ondiep, laagdynamisch sublitoraal	1,515	1,5125	0,8825	1,3275	4,2725
Laagdynamisch laaglitoraal / slik	3,655	6,55	5,9575	6,0175	7,1975
Laagdynamisch middelhooglitoraal/slik	148,0575	138,4475	132,2375	149,3625	170,2225
Laagdynamisch hooglitoraal/slik	103,69	94,9125	94,9275	93,8075	95,715
Laagdynamisch supralitoraal/pionierschor	29,02	51,7575	51,9325	53,0175	43,875
Ondiep, hoogdynamisch sublitoraal	166,3925	168,6925	176,5275	218,1625	234,99
Hoogdynamisch litoraal	88,3475	86,635	93,445	91,5775	118,8025
Hoogdynamisch supralitoraal/pionierschor	0	0	0	0	0
Schor	0	0	0	0	0



C.5: Ecotopen Hooge Platen

Ecotopen Hooge Platen directe omgeving (% van totaal ha)	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (T0, 2008)	Toekomst (2028)	Huidig (T20, 2012)	Huidig (T100, 2019)	Toekomst (2028)
Diep subtidaal	2053,13	2028,19	2011,57	2012,835	1954,458
Ondiep, laagdynamisch sublitoraal	1,11	11,1275	7,0275	13,5125	19,58
Laagdynamisch laaglitoraal / slik	22,4325	22,185	38,58	21,0125	21,6275
Laagdynamisch middelhooglitoraal/slik	656,6725	548,6525	671,4825	548,21	478,7
Laagdynamisch hooglitoraal/slik	258,94	243,3725	220,295	227,615	207,1225
Laagdynamisch supralitoraal/pionierschor	231,98	309,21	292,7	405,81	410,9325
Ondiep, hoogdynamisch sublitoraal	447,11	429,09	470,39	452,67	460,6875
Hoogdynamisch litoraal	182,91	180,3925	129,5975	156,0225	164,89
Hoogdynamisch supralitoraal/pionierschor	0,04	1,9625	0	0,03	1,14
Schor	0	2,4775	0	1,735	0,88



BIJLAGE D: resultaten ecosysteemdienstenlevering ESD-tool

ESD Oesterdam directe omgeving	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (2013)	Toekomst (2030)	Huidig (2013)	Toekomst (2016)	Toekomst (2030)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/jaar)	144	435	146	753	384
Vis (aantal x1000)	20	25	11	14	19
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (ton N/jaar)	19,78	17,76	19,51	16,20	18,26
Stikstofopslag (ton N/jaar)	10,90	9,90	14,84	8,90	9,79
Fosforopslag (ton P/jaar)	2,97	2,66	2,93	2,43	2,74
Silicium vrijstelling (ton Si/jaar)	19,87	17,86	20,47	16,35	18,28
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Meer	Minder	Minder	Minder
Klimaatregulering (ton C/jaar)	92,57	83,20	91,38	76,26	85,55
Voorziening recreatie					
Oevergebonden recreatie (m ²)	8,16	5,96	2,22	11,76	12,17
Zwemmen (bezoekers/jaar)	310	231	310	261	231
Habitat & soortendiversiteit					
Steltlopers (m ²)	17,98	11,49	9,99	24,24	20,93

ESD Roggenplaat directe omgeving	Zonder suppletie		Met suppletie	
	Huidig (2016)	Toekomst (2030)	Huidig (2016)	Toekomst (2030)
Voedselvoorziening				
Schelpdieren (kg/j)	176	176	176	176
Schaaldieren (kg/j)	5225	7103	5217	7095
Vis (aantal x1000)	120	162	119	159
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.			
Regulering waterkwaliteit				
Denitrificatie (tonN/jaar)	303	292	303	292
Stikstofopslag (tonN/jaar)	161	155	161	155
Fosforopslag (tonP/jaar)	45	44	45	44
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	303	292	303	292
Klimaatregulering (tonC/j)	1420	1369	1420	1369
Recreatieve vaart (passages/jaar)	8	6	8	6
Habitat & soortendiversiteit				
Zeehonden (m ²)	179	186	179	186
Steltlopers (m ²)	671	569	582	608

ESD Suikerplaat directe omgeving	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (2016)	Toekomst (2036)	Huidig (T13, 2018)	Huidig (T27, 2019)	Toekomst (2036)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/j)	228	103	54,11529	54,11529	97,29217
Vis (aantal x1000)	34	39	33,0326	33,0326	52,49478
Ruimte voor scheepvaart					
Vaardiepte	OK	OK	OK	OK	OK
Stroomsnelheid	OK	OK	OK	OK	OK
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (tonN/jaar)	43	44	42,2165	42,2165	53,191
Stikstofopslag (tonN/jaar)	23	24	22,37475	22,37475	30,81763
Fosforopslag (tonP/jaar)	6	7	6,332475	6,332475	7,97865
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	43	45	42,2165	42,2165	53,751
Klimaatregulering (tonC/j)	199	208	197,7843	197,7843	246,5762
Recreatieve vaart (passages/jaar)	60 000	60 000	60 000	60 000	60 000
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden (m ²)	36	39	37,0225	37,1475	40,3775
Steltlopers (m ²)	64	66	64,11919	64,11919	73,80712

ESD Plaat van Walsoorden directe omgeving	Zonder suppletie			Met suppletie	
	Huidig (2001)	Huidig (T0, 2008)	Toekomst (2021)	Huidig (T15, 2011)	Toekomst (T122, 2019)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/j)	14	15	6	19	52
Vis (aantal x1000)	31	32	33	21	44
Ruimte voor scheepvaart					
Vaardiepte	OK	OK	OK	OK	OK
Stroomsnelheid	OK	OK	OK	OK	OK
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (tonN/jaar)	75	76	76	79	87
Stikstofopslag (tonN/jaar)	67	89	89	91	87
Fosforopslag (tonP/jaar)	11	11	11	12	13
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	80	86	86	89	96
Klimaatregulering (tonC/j)	349	354	355	369	408
Recreatieve vaart (passages/jaar)	100 000	100 000	100 000	99 990	100 000
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden (m ²)	62	70	68	78	94
Steltlopers (m ²)	164	158	156	157	174

ESD Hooge Platen directe omgeving	Zonder suppletie		Met suppletie		
	Huidig (T0, 2008)	Toekomst (2028)	Huidig (T20, 2012)	Huidig (T100, 2019)	Toekomst (2028)
Voedselvoorziening					
Schaaldieren (kg/j)	14	197	61	148	275
Vis (aantal x1000)	69	71	20	55	69
Ruimte voor scheepvaart					
Vaardiepte	OK	OK	OK	OK	OK
Stroomsnelheid	OK	OK	OK	OK	OK
Inspanningen overstromingsrisico	Ref.	Gelijk	Gelijk	Gelijk	Gelijk
Regulering waterkwaliteit					
Denitrificatie (tonN/jaar)	271	261,591	270,5411	272,0454	257,0374
Stikstofopslag (tonN/jaar)	361	431	417,9455	525,0471	522,8477
Fosforopslag (tonP/jaar)	41	39,2228	40,5808	40,7957	38,54998
Silicium vrijstelling (tonSi/jaar)	317	324,3805	329,094	353,602	339,649
Klimaatregulering (tonC/j)	1268	1226	1268	1276	1204
Recreatieve vaart (passages/jaar)	50000	49995	49995	49995	49995
Habitat & soortendiversiteit					
Zeehonden (m ²)	152	141,515	132,495	124,9625	134,795
Steltlopers (m ²)	606	571,0671	575,5083	588,0904	547,2239