

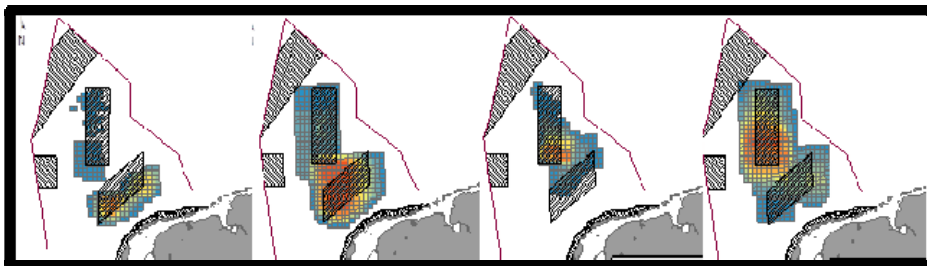
Verkenning van zoneringsmaatregelen met Marxan

Kaderrichtlijn Marien op het Friese

Front en Centrale Oestergronden

DME Slijkerman¹, JT van der Wal¹, R van Hal¹, R. Witbaard²,
MMS Lavaleye²

C005/14



1: IMARES

2: NIOZ

IMARES Wageningen UR

Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies

Opdrachtgever:

M. Poppe
Ministerie van EZ
Postbus 20401
2500 EK Den Haag

BO-11-011.04-005

Publicatiedatum:

27 januari 2014

IMARES is:

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68
1970 AB IJmuiden
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 26
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 77
4400 AB Yerseke
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 59
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 57
1780 AB Den Helder
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)223 63 06 87
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

P.O. Box 167
1790 AD Den Burg Texel
Phone: +31 (0)317 48 09 00
Fax: +31 (0)317 48 73 62
E-Mail: imares@wur.nl
www.imares.wur.nl

© 2013 IMARES Wageningen UR

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

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

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

A_4_3_1-V13.2

Inhoudsopgave

Voorwoord	5
Management samenvatting.....	6
1 Inleiding	11
1.1 Aanleiding project.....	11
1.2 Kennisvraag.....	11
1.3 Marxan herkomst en toepassing.....	13
1.4 Beperkingen van Marxan.....	14
1.5 Begrippenlijst.....	16
2 Methode: Marxan.....	17
2.1 Instellingen en output Marxan	17
2.1.1 Afbakening zoekgebied	17
2.1.2 Doelen	17
2.1.3 Ecologische winst ("gain")	18
2.1.4 Eenheden	18
2.1.5 Ecologische waarden	18
2.1.6 Weging van ecologische waarden onderling	19
2.1.7 Visserijwaarden.....	19
2.1.8 Weging ecologische waarden vs visserijkosten	25
2.1.9 Runs.....	25
2.1.10 Species penalty factor (SPF).....	25
2.1.11 Boundary Length Modifier (BLM)	25
2.1.12 Heatmap	26
2.1.13 Best Solution	26
2.2 Scenario's.....	26
2.3 Stappenplan Marxan analyse: van scenario's tot kaarten	27
3 Resultaten	29
3.1 Scenario's met alleen ecologie	29
3.1.1 Scenario 1A+1B: Eén zone.....	29
3.1.2 Scenario 2A+2B: ecologie-meerdere zones.....	32
3.2 Scenario's met Ecologie + Visserij	36
3.2.1 Scenario 3A+B: visserij 2006-2011- Eén zone	36
3.2.2 Scenario 4: Visserij 2006-2011 - meerdere zones.....	39
3.2.3 Scenario 5: Ecologie + visserij (2011)- 1 zone	41
4 Discussie en conclusie	43
4.1 Mogelijkheden Marxan, nut en beperkingen	43
4.2 Verplaatsing van visserij	44
4.3 Beste oplossing, ecologische winst en kosten	45
4.3.1 Advies voor sluiting: optie "ecosysteembenadering".....	46
4.4 Aanbevelingen voor kennisontwikkeling en opties in Marxan.....	47

5	Referenties	49
	Kwaliteitsborging	51
	Verantwoording	51
Bijlage A	Ecologische indices	52
Bijlage B	Ecologische waarde kaarten- NIOZ Schaafdata	54
Bijlage C	Ecologische waarde kaarten – MWTl boxcore	60
Bijlage D	Ecologische waarde kaarten - abiotiek	61
Bijlage E	Visserij waarde kaarten	62
Bijlage F	Toelichting afkortingen	63
Bijlage G	Overzicht behaalde ecologische winstpercentages	64

Voorwoord

De Nederlandse Mariene Strategie beschrijft onder meer dat een ruimtelijke bescherming van het Noordzee bodemecosysteem wordt ingevuld door aanvullend op het Natura 2000 programma bescherming te bieden op het Friese Front en de Centrale Oestergronden. Het type maatregel is gericht op het vrijwaren van het gebied van bodemberoerende visserij. De precieze omvang en locatie dienen echter nog te worden bepaald. De ambitie is om van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) 10-15% van de bodem te beschermen tegen bodemberoering. Rekening houdend met reeds ingezette plannen onder Natura 2000 zou een "rest percentage" van 1,5-6,5% in het zoekgebied van Friese Front en Centrale Oestergronden overblijven.

Een belangrijk uitgangspunt in de Mariene Strategie is dat de genoemde maatregel voor de visserijsector tot een minimumlast beperkt dient te worden.

Met deze uitgangspunten is in deze studie nader verkend welke gebieden in het Friese Front en Centrale Oestergronden (hierna FF/CO) in aanmerking komen om te zoneren, gebaseerd op ecologische waarden enerzijds, en beperking van visserijkosten anderzijds.

In deze studie wordt het model Marxan toegepast, waarbij ecologische doelen worden afgewogen tegen zo min mogelijk kosten voor de visserijsector. Met behulp van Marxan zijn een aantal scenario's uitgewerkt en in deze rapportage dus niet uitputtend. De geanalyseerde scenario's resulteren in ruimtelijke uitwerkingen waarbij de te sluiten zone en een schets van de visserijkosten worden gepresenteerd, en ook welke ecologische winst worden behaald. Deze studie betreft nadrukkelijk geen kosten-batenanalyse. Een kosten-batenanalyse vraagt andere eindpunten, en wordt in 2014 uitgevoerd. Als in de voorliggende studie wordt gesproken over "kosten voor de visserij" dan wordt bedoeld op de visserij-opbrengsten in het te sluiten gebied. De verwachting is dat vissers bij sluiting van een gebied elders gaan vissen en daarmee de derving van opbrengsten (deels) te niet doen.

Het vijftal scenario's in deze studie geeft een eerste aanzet voor de discussie die in 2014 gevoerd kan worden tussen beleidsmakers, NGO's en de visserijsector. Ongetwijfeld zijn er aanvullingen of andere scenario's te bedenken die doorgerekend kunnen worden. In het afsluitende hoofdstuk hebben wij daartoe een aantal suggesties gedaan.

Management samenvatting

De Europese Kaderrichtlijn Mariene Strategie (hierna KRM) vraagt om een programma van maatregelen die bijdragen aan samenhangende en representatieve netwerken van beschermde mariene gebieden. Het doel hiervan is de diversiteit van ecosystemen te beschermen en te herstellen. De KRM vraagt bovendien specifiek om het voorkómen van onevenredige aantasting van het bodemecosysteem onder element 6 (zeebodem integriteit).

Diepe, slibrijke delen van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) worden nog niet beschermd. Met name de gebieden het Friese Front (hierna FF) en de Centrale Oestergronden (CO) bevatten deze kenmerken en deze resulteren in een aanwezige hoge biodiversiteit van het bodemecosysteem (combinatie van soortenrijkdom en -dichtheid, het voorkomen van kwetsbare, zeldzame en bedreigde soorten).

Friese Front en Centrale Oestergronden zijn in de Nederlandse Mariene Strategie deel 1 (IenM, 2012) aangemerkt als zoekgebieden voor ruimtelijke beschermingsmaatregelen. Randvoorwaarden voor de ruimtelijke uitwerking zijn: 1) de ambitie om 10 à 15% van het Nederlandse deel van de Noordzee (deels) te vrijwaren van bodemberoering (inclusief huidige Natura 2000 gebieden) en 2) het tot een minimum beperken van de last voor de visserijsector.

Met deze uitgangspunten is in deze studie nader verkend welke gebieden in het Friese Front en Centrale Oestergronden, inclusief een zone van circa 20 km rondom deze gebieden, in aanmerking komen om te zoneren, gebaseerd op ecologische waarden enerzijds, en beperking van visserijkosten anderzijds. We houden in deze studie rekening met reeds ingezette plannen onder Natura 2000. Een "rest percentage" van het oppervlak van het NCP van 1.5-6.5% moet nog worden beschermd in het zoekgebied van Friese Front en Centrale Oestergronden om in totaal 10 tot 15% van het NCP te vrijwaren van bodemberoerende visserij.

Voor dit vraagstuk is Marxan toegepast. Marxan is een beslissingsondersteunende techniek die in vele discussies omtrent zoneren en conserveren van gebieden wordt toegepast in de ondersteuning van stakeholderprocessen. Marxan is een software programma dat ondersteuning kan bieden in het proces van aanwijzen van gebieden, waarbij rekening wordt gehouden met zowel ecologische als economische doelen en belangen.

In de berekeningen wordt gebruik gemaakt van geografische kaarten (data) van ecologie (bv. soorten, habitats), en kaarten met een monetaire waarde (in deze studie de opbrengsten van de visserij). Analyses resulteren in kaarten waarin zones worden aangegeven waarbij de balans is gevonden tussen zo hoog mogelijke ecologische winst tegen zo laag mogelijke visserijkosten.

Naast de kaarten, wordt de behaalde ecologische winst beschreven ("gain"). De bijhorende kosten (hier analoog aan de visserijopbrengst) kunnen worden afgeleid door terug te rekenen wat de visserijopbrengst in het te sluiten gebied momenteel is. De exercitie in Marxan geeft nadrukkelijk niet definitieve zoneringen voor het beleid aan. Afhankelijk van de scenario's die worden uitgerekend, levert deze studie (en eventuele opvolging) een reeks van opties waarmee van gedachten kan worden gewisseld. Het betreft nadrukkelijk ook geen kosten-batenanalyse. Hiervoor zijn aanvullende gegevens nodig en dienen andere methoden toegepast te worden.

De keuze van gegevens die in deze studie zijn toegepast zijn, sluiten onder meer aan bij criteria van de KRM, bij eerdere studies rond de implementatie van de richtlijn, en zijn mede gemaakt op basis van beschikbaarheid van gegevens:

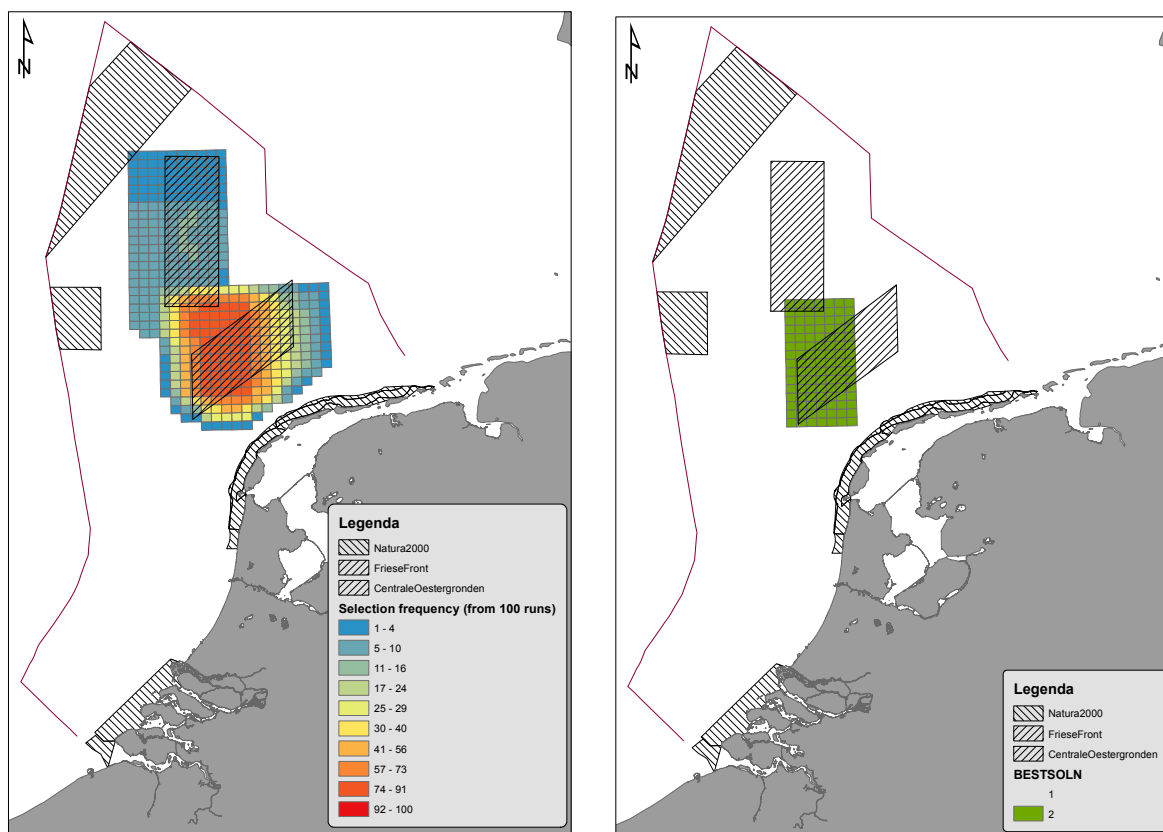
- Ecologie
 - o Ecologische indices (biodiversiteit, biomassa, grote soorten, langlevendheid)
 - o Soortspecifieke informatie (biomassa en dichtheden van een selectie van soorten passend bij het zoekgebied, naar Wijnhoven et al., 2013).
 - o Abiotische kenmerken (habitatkenmerken: diepte en slib, habitatzeldzaamheid)
- Visserij
 - o Opbrengst van (alle) bodemberoerende visserij in euro's van zowel de Nederlandse als de buitenlandse vloot. Jaargemiddelde opbrengst gebaseerd op aanlandingen in periode 2006-2011 en alleen 2011 (uit Hamon et al., 2013 en van Oosterbrugge et al., 2013).

In dit rapport zijn 5 scenario's uitgewerkt. Het ambitieniveau correspondeert met de ambitie uit de Mariene Strategie om 10-15% van het NCP.

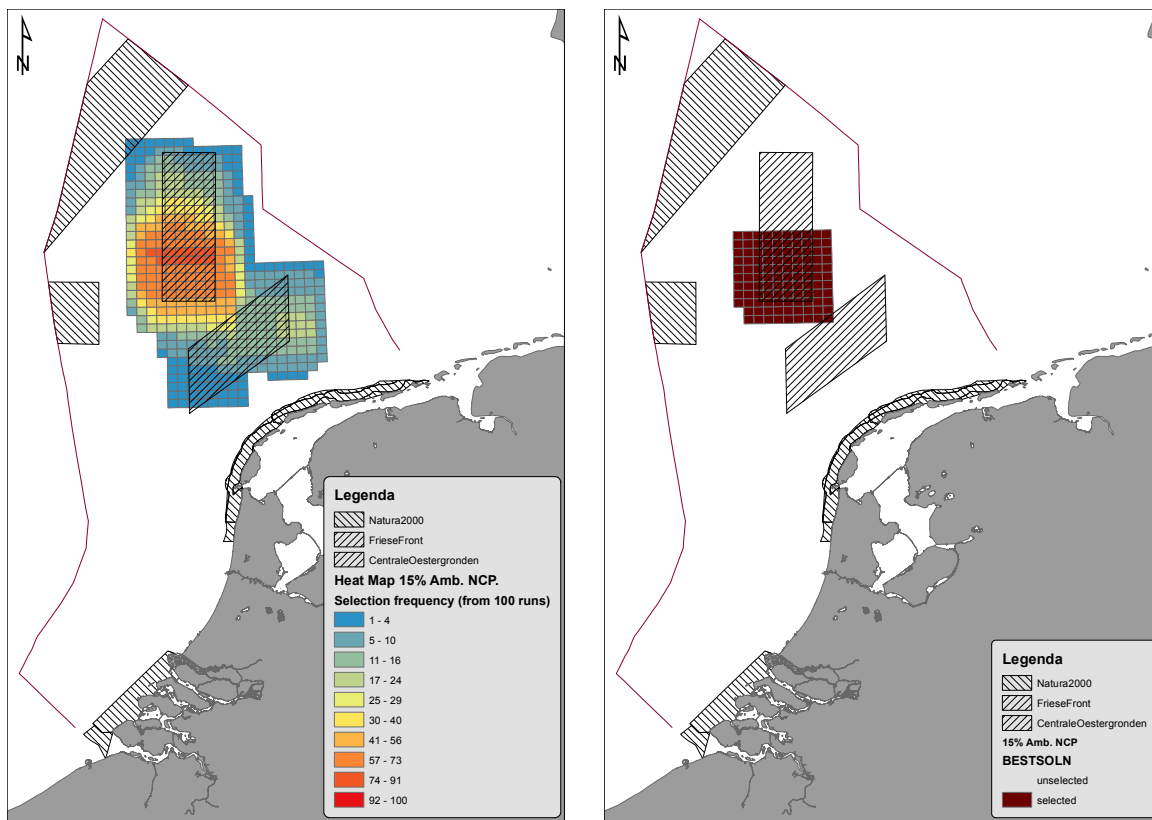
scenario	A. Ambitie 10%	B. Ambitie 15%	toelichting
1. Alleen ecologie-1 zone	x	x	Geeft aan welk aaneengesloten oppervlak qua ecologie de hoogste waarde heeft, zonder rekening te houden met visserijkosten.
2. Alleen ecologie-meerdere zones	x	x	Geeft aan welke gebieden (meerdere mogelijk) qua ecologie de hoogste waarde hebben, zonder rekening te houden met visserijkosten.
3. Visserij 2006-2011- 1 zone	x	x	Zonering met aaneengesloten oppervlak waarbij ecologie en visserij gewogen worden o.b.v. de jaargemiddelde waarde van bodemberoerende visserij (jaren 2006-2011)
4. Visserij 2006-2011- meerdere zones	x	x	Zonering waarbij ecologie en visserij gewogen worden o.b.v. de jaargemiddelde waarde van bodemberoerende visserij (jaren 2006-2011), maar dwingt niet tot 1 aaneengesloten stuk.
5. Visserij 2011- 1 zone		x	Aaneengesloten zonering waarbij ecologie en visserij gewogen worden o.b.v. de waarde van bodemberoerende visserij in 2011.

De zones, behaalde ecologische winst, en kosten horend bij de verschillende scenario's zijn uitgewerkt in dit rapport. De kosten (uitgedrukt als visserijopbrengst/jaar in het te sluiten gebied) in deze vijf scenario's variëren van 1,6 tot 3,6 miljoen euro voor een gebiedssluiting van 1,5% (behorende bij het 10% ambitieniveau). Voor het ambitieniveau van 15% (sluiting van 6,5% van NCP in de regio FF en CO) bedragen de kosten 3,0 tot 8,3 miljoen euro.

In deze management samenvatting worden als voorbeeld de kaarten van scenario 1B (zie Figuur 1) en scenario 3B (Figuur 2) gepresenteerd.



Figuur 1 Voorbeeld van resultaten van Marxan op basis van scenario 1B (15 % alleen ecologie-1 zone). Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).



Figuur 2 Voorbeeld van resultaten van Marxan op basis van scenario 3B (15 % -1 zone met visserij (2006-2011)). Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).

Op basis van deze voorbeeld-resultaten blijkt dat, indien visserij niet meegewogen wordt, en in Marxan alleen met ecologische waarden wordt gerekend, het zoekgebied voor de te sluiten zone in en rondom het FF gepositioneerd wordt (Figuur 1). Rekening houdend met visserij (Figuur 2) wordt de zone noordwaarts verschoven, en betreft het voornamelijk het zuidelijke deel van de Centrale Oestergronden. De visserijkostenkosten bij deze scenario's zijn respectievelijk 5.6 miljoen/jaar (alleen ecologie) en 4.2 miljoen/jaar (ecologie+visserij). De behaalde ecologische winst verandert echter ook; in het scenario waarbij rekening wordt gehouden met de visserij is het te sluiten gebied van minder ecologische waarde dan in het ecologisch optimale scenario.

Een aantal genoemde kennishiaten in het rapport zijn beperkend voor de optimale uitvoering van Marxan, maar ook in algemene zin bij het instellen van beschermde gebieden en de discussie hieromtrent. In toekomstige studies strekt het tot de aanbeveling rekening te houden met het volgende:

- Input van sectoren. In deze studie is getracht zoveel mogelijk data toe te passen die recht doen aan de vraagstelling. Hierbij hebben we rekening gehouden met de gebiedskenmerken, en welke ecologische parameters en visserijdata beschikbaar waren. Het kan zijn dat er vanuit zowel visserij sector als NGO's aanvullende suggesties zijn om op te nemen in vervolgstudies. Hierbij kan men denken aan de selectie van parameters, of opties voor typen scenario's (waarbij diverse instellingen kunnen worden veranderd).
- Het ontbreken van ecologische potentie kaarten. De data die nu gebruikt zijn om kaarten met ecologische waarde te maken, beschrijven de huidige situatie. Dat gaat dus over de ecologische waarde in aanwezigheid van visserij. Om een goede optimalisatie uit te voeren moet aangegeven worden wat de ecologische potentie is van een gebied. Pas dan kan aangegeven worden wat de ecologische winst is als visserij uit een gebied wordt geweerd. Het is zeer moeilijk om de

ecologische potentie te kwantificeren, maar met simulatiemodellen kan hierin inzicht verkregen worden.

- Ontbreken van doelen per soort: In de huidige Mariene Strategie worden geen concrete doelen voor soorten beschreven. Voorbeeld: bij een koraalrif zou het doel kunnen zijn: bescherm 50% van het aanwezige koraal. Dit kan resulteren in een klein te beschermen gebied als het rif compact is, of een groot gebied als het verspreid over een groot gebied is. In deze studie is een oppervlakte-doel opgenomen (bescherm 1,5 tot 6,5% van het NCP binnen het zoekgebied FF/CO). Het opstellen van passende doelen per ecologische parameter in plaats van oppervlakte doet meer recht aan de ecologische randvoorwaarden van soorten en/of habitats. Functioneren van een soort enerzijds, of ecosysteem anderzijds kunnen basisprincipes zijn voor de afleiding van dergelijke doelen.
- Zoekgebied: In deze studie is een aaneengesloten gebied rond FF en CO opgenomen. In vervolgstudies kunnen de begrenzingen van Friese Front en Centrale Oestergronden worden opgenomen, zodanig dat er alleen binnen deze 2 gebieden wordt gezocht.
- Schalen van parameters: in deze studie is er onderscheid gemaakt tussen de drie ecologische parametersets, van belangrijk naar minder belangrijk (abiotiek > soorten > indices). In een opvolgende studie is het mogelijk om ook binnen de set van parameters onderscheid te maken op bv ecologische relevantie (soort x zwaarder laten meewegen dan soort y), of onderscheid te maken naar acceptatie van data (type bemonstering), en onderscheidend vermogen in data.
- Schaal van doelstellingen: In deze studie zijn de doelen uitgedrukt op NCP schaal. Soorten houden zich echter niet aan landsgrenzen, en het kan worden overwogen of doelen per soort op Noordzee schaal uitgedrukt dienen te worden i.p.v. op NCP schaal.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding project

De implementatie van de Europese Kaderrichtlijn mariene strategie (KRM) is in volle gang. In 2015 dient een programma van maatregelen te zijn vastgesteld. In 2016 dienen de maatregelen ten uitvoer te worden gebracht om in 2020 de Goede Milieutoestand (GMT) te bereiken voor 11 elementen (Engels: descriptors) (EC, 2008).

In de richtlijntekst wordt in artikel 13.4 aangegeven dat *“opgestelde programma’s van maatregelen ruimtelijke beschermingsmaatregelen dienen te bevatten, die bijdragen aan samenhangende en representatieve netwerken van beschermde mariene gebieden, waarbij de diversiteit van de samenstellende ecosystemen adequaat is gedekt, zoals speciale beschermingszones in de zin van de Habitatrichtlijn, speciale beschermingszones in de zin van de Vogelrichtlijn en beschermde mariene gebieden...”*. Daarnaast vraagt de KRM specifiek om het voorkómen van onevenredige aantasting van het bodemecosysteem onder element 6 (zeebodem integriteit).

Momenteel wordt met name het bodemecosysteem van het diepe, slibrijke, noordelijke deel van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) nog niet beschermd. Dit ecosysteem ligt vooral in de gebieden het Friese Front en de Centrale Oestergronden. Dit onderdeel van het mariene ecosysteem is belangrijk voor mariene biodiversiteit en de goede milieutoestand, vanwege de daar aanwezige hoge biodiversiteit van het bodemecosysteem. In deze gebieden is met name de combinatie van soortenrijkdom en -dichtheid, het voorkomen van kwetsbare, zeldzame en bedreigde soorten (zoals langlevende schelpdieren), de totale biomassa, de soortenverspreiding en de evenwichtige samenstelling van de bodemgemeenschap van belang. Bescherming van deze gebieden zal bijdragen aan de biodiversiteit (element 1), onderdelen van het voedselweb (element 4) en zeebodemintegriteit (element 6). Deze elementen kunnen invloed hebben op visbestanden (element 3).

In de Nederlandse Mariene Strategie deel 1 (IenM, 2012) wordt op artikel 13.4 specifiek aangehaakt door in aanvulling op gebiedsbescherming via Natura 2000, bescherming te bieden aan het bodemecosysteem in de gebieden het Friese Front en de Centrale Oestergronden. Deze gebieden zijn aangemerkt als zoekgebieden voor ruimtelijke beschermingsmaatregelen. Hierbij worden als randvoorwaarden meegegeven: 1) de ambitie om 10 à 15% van het Nederlandse deel van de Noordzee (deels) te vrijwaren van bodemberoering (inclusief delen van de reeds aangewezen Habitatrichtlijn-gebieden Doggersbank, Klaverbank, Noordzeekustzone en Vlake van Raan) en 2) het tot een minimum beperken van de last voor de visserijsector.

1.2 Kennisvraag

Binnen de zoekgebieden Friese Front en Centrale Oestergronden dienen ruimtelijke bodembeschermingsmaatregelen te worden getroffen. Het type maatregel, gericht op het vrijwaren van het gebied van bodemberoerende visserij zodat de zeebodemintegriteit wordt gewaarborgd, dient nog nader te worden bepaald, net als de zones waarbinnen de maatregelen moeten worden toegepast.

Het gebiedsproces rondom de maatregeluitwerking is in 2013 ingezet, en zal in 2014 resulteren in een visie van de ministeries van IenM en EZ hoe de beleidsopgave in de praktijk te brengen.

Een kennisvraag in dit proces is welke gebieden in het Friese Front en Centrale Oestergronden (hierna FF/CO) in aanmerking komen om te zoneren (sluiten), gebaseerd op ecologische waarden enerzijds, en het tot een minimum beperken van de last voor de visserijsector anderzijds.

In Slijkerman et al. (2013) is een pilotuitwerking beschreven met het model Marxan. Marxan is een beslissingsondersteunende tool dat in vele discussies omtrent zoneren en conserveren van gebieden wordt gebruikt in stakeholderprocessen.

Marxan is een software programma dat ondersteuning kan bieden in het proces van aanwijzen van gebieden, waarbij rekening wordt gehouden met zowel ecologische, sociale¹ en economische doelen en belangen. Op basis van de pilotstudie in Slijkerman et al. (2013) is het zinnig gebleken om de vraagstelling van het FF en CO nader met Marxan uit te werken aan de hand van aanbevelingen die in hetzelfde rapport zijn gedaan.

¹ Sociale aspecten kunnen desgewenst worden opgenomen in een kaart- soortgelijk aan de invoer van ecologie, bv "te beschermen waarde". Anderzijds kunnen sociale belangen worden omgezet in een monetaire kaart. Een derde optie is om de sociale waarden als "no go" area mee te nemen (uitgesloten voor de berekening).

1.3 Marxan herkomst en toepassing

Marxan is een softwarepakket dat is ontwikkeld voor toepassing op het Great Barrier Reef door de Universiteit van Queensland, Australië (Ball, 2009, Segan et al., 2011, Watts et al., 2009) en wereldwijd toegepast wordt bij vraagstukken rondom zonering van natuur. Het is een beslissingsondersteunende techniek die breed ingezet wordt in studies betreffende het raakvlak tussen natuur en socio-economische waarden² van een gebied. Marxan wordt meestal toegepast door universiteiten en kennisinstituten, maar ook door overheden en NGO's, en resultaten worden in een uiteenlopende reeks van internationale tijdschriften gepubliceerd. Over het algemeen wordt het model veelvuldig toegepast in het mariene milieu, maar toepassingen op land komen ook voor³.

Om tot een "ideaal" beschermd gebied (of netwerk van gebieden) te komen, waarin de natuur wel beschermd wordt, maar tegen zo min mogelijke kosten, weegt Marxan natuurwaarden af tegen economische waarden. De uiteindelijke vorm van het gebied (of het netwerk van gebieden) hangt vanzelfsprekend af van de gegevens die in het model gestopt worden (ecologische data, visserijopbrengst) en van de verdere randvoorwaarden (bijvoorbeeld dat maximaal 15% van het gebied gesloten mag worden).

De Marxan berekeningen leiden tot een optimale vormgeving van (een netwerk van) beschermde gebieden, gegeven de gekozen en beschikbare gegevens, gemaakte keuzes en randvoorwaarden. Hierbij wordt aan ecologische doelen een waarde toegekend (uitgedrukt in de eenheid van de data die toegepast wordt (biomassa, of dichtheden etc.)). De consequentie van het niet behalen van een ecologisch doel is dat het in dezelfde eenheid "kost" (dus ook biomassa, dichtheid etc.). Het resultaat is een optimale balans ("beste oplossing") tussen baten voor de ecologie en kosten voor de economie (in deze studie visserij).

Het bepalen van het optimum wordt gedaan op een ruimtelijke schaal, waarbij gebruik gemaakt wordt van geografische kaarten (data) van ecologie (bv. soorten, habitats), en kaarten met een monetaire waarde (kosten van het gebied om te vrijwaren van visserij). Marxan houdt in de berekeningen niet expliciet rekening met onzekerheden in de aangeboden data. De methode biedt wel mogelijkheden om deze problematiek hanteerbaar te maken. Voor onzekere of zachte gegevens kan het programma ingesteld worden om hieraan minder gewicht toe te kennen dan aan hardere gegevens.

De meeste succesvolle toepassingen van Marxan gaan over situaties waar de biologische eigenschappen ruimtelijk geaggregeerd zijn, zoals bij biologische structuren vaak het geval is (b.v. koraalriffen, zeegrasvelden en kelpwouden). In het ecosysteem Noordzee gaat deze structuur minder op omdat veel organismen hier geen duidelijke en vaststaande voorkeur voor een specifieke locatie hebben. Van veel benthische soorten als schelpdieren, wormen, kreeften, zeesterren etc. is bekend dat ze gedurende vele jaren in hoge dichtheden voorkomen in het ene gebied, waarna ze daar verdwijnen en ergens anders weer opbloeien. De relatieve ondiepte en het weinig gedifferentieerde milieu van de Noordzee, maken het enigszins lastig de precieze en potentiële contouren te duiden (in tegenstelling tot gebieden met b.v.

² In veel toepassingen wordt b.v. rekening gehouden met aanschaffkosten of stichtingskosten voor een beschermd gebied, soms wordt daarin ook meegenomen wat het initieel zou kosten om een gebied in te richten (herstelmaatregelen), of kosten voor handhaving. In gebieden met 'indigenous people', worden belangrijke gebieden voor hun cultuur of kostwinning soms ook meegenomen aan de zijde van de te conserveren eigenschappen.

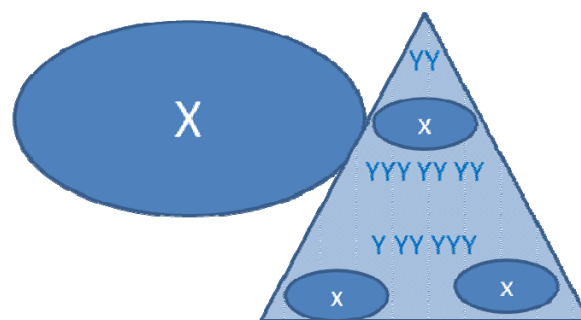
³ Zie <http://www.uq.edu.au/marxan/index.html?page=80365&p=1.1.6.3> voor een overzicht van toegepaste studies.

koraalstructuren). Naast datakaarten van organismen is het dus ook wenselijk om data van habitat-karakteristieken op te nemen in de analyse, die bij voorkeur ruimtelijk onderscheidend zijn en passen bij karakteristieken die men wil beschermen.

1.4 Beperkingen van Marxan

Een aantal punten en termen zijn vooraf belangrijk om te realiseren en de (on)mogelijkheden van Marxan beter te begrijpen:

- Marxan zoekt naar de goedkoopste oplossing om zoveel mogelijk van de gestelde ecologische doelen te behalen. Als je al je doelen zou halen levert dat een score van 100% op. Marxan probeert vervolgens zo dicht mogelijk bij die 100% score te komen door het te beschermen gebied steeds verder te vergroten of dit naar andere locaties waar meer ecologische waarde te behalen valt te verplaatsen. Echter meer of andere gebieden brengt ook kosten met zich mee, in ons geval analoog aan de opbrengst van de visserij. De waarde van het niet behalen van de ecologische doelen worden door Marxan afgewogen tegen de kosten (visserijopbrengst) voor gebied. Hiervoor moeten de doelen hard zijn (bijvoorbeeld: bescherm 50% van een koraalrif) en de kosten voor het niet behalen van deze doelen op een reële manier gewogen kunnen worden tegen kosten van de te treffen maatregelen.
- Elke te beschermen waarde (bijvoorbeeld koraal) met bijhorend doel neemt een bepaalde oppervlakte in. Als het doel bijvoorbeeld is om 50% van een groot koraalrif te beschermen, kan het om een aaneengesloten stuk gaan (met kleine oppervlakte), maar ook om verschillende losse riffen die samen 50% van het rif vormen (grotere oppervlakte). Ook kan het zijn dat meerdere doelen binnen 1 oppervlakte-eenheid kunnen worden behaald (koraal+koraalvissen). In dit geval is het totaal oppervlak beperkter van omvang dan wanneer doelen niet (compleet) een gemeenschappelijke ruimte innemen (koraalvissen die buiten het rif leven+koraal). In deze situatie worden door Marxan de benodigde oppervlaktes bij elkaar "opgeteld", het totaal oppervlakte is dus groter, en zodoende ook duurder. Immers, er zijn kosten verbonden aan elke oppervlakte-eenheid.



Figuur 3 Voorbeeld van gebiedskeuze op basis van twee verschillende soorten x en y. Voor soort x is het linker gebied beter, en voor soort y het rechtergebied. Soort x profiteert wel wanneer er een gebied wordt gezocht op basis van soort y, maar soort y niet van de omkeerde situatie.

- De *rekenkundige* "best solution" (zie volgende hoofdstuk) is niet gelijk aan de *politieke* "best solution". Zoals de voorbeelden van de pilotstudie uit Slijkerman et al. (2013) illustreren, kunnen er afhankelijk van de instellingen (bv keuze natuurwaarden of de afbakening van geselecteerde zoekgebieden) meerdere "best solutions" worden gepresenteerd. De "beste oplossingen" qua omvang van zones, kosten (de consequenties in EUR) en opbrengsten dienen vooral als instrument om de dialoog voort te zetten en tot een gedragen proces en overeenstemming te komen. Marxan geeft dus niet dé beste oplossing, maar een overzicht van mogelijkheden met daarbij een kostenplaatje.
- Voor de acceptatie van de uitkomsten is het belangrijk dat de keuzes over welke soorten of andere te beschermen natuurwaarden (b.v. biodiversiteits-indices, habitat-kenmerken) bespreekbaar zijn, en dat er consensus is over de oorsprong van de data/toepasbaarheid. Ditzelfde geldt voor de kaart van "kosten" (visserijkaarten).
- De ecologische baten worden gebaseerd op een tweetal aspecten die nadere nuancerings behoeven.
 - o Het eerste aspect is het gebruik van huidige data. Data zijn per definitie afkomstig van monitoring van de afgelopen jaren. De variatie in data (ecologische ontwikkelingen, verschuivingen) worden ondervangen door gemiddelde waarden van meerdere jaren tezamen te nemen. Nadeel is dat de variatie of juist een recente ontwikkeling ook niet meer duidelijk zichtbaar is.
 - o Het tweede punt sluit hierbij aan. Wat nu de ecologische status is, is voor een deel een resultante van historische en huidige bodemberoering. Mogelijk zullen andere populaties zich ontwikkelen bij vrijwaren van bodemberoerende visserij. Dit potentiële "ecologische eindbeeld" is eigenlijk de feitelijke waarde die beschermd dient te worden en als "waarde" in Marxan opgevoerd moet worden. Data over dit potentieel is echter niet beschikbaar. In deze studie is daarom een proxy (abiotieke kenmerken) opgevoerd, zie volgende paragraaf. Aanvullend aan deze studie is een workshop gehouden om beter beeld te krijgen van de mogelijke ontwikkelingen (Jongbloed et al., 2013).

De pilot in 2012 is uitgevoerd op een beperkte selectie van natuurwaarden en visserijkosten. De pilotresultaten lieten een eenzijdig beeld zien: Centrale Oestergronden werden steeds aangewezen als "goedkoopst" om te sluiten. Deze uitkomsten waren vnl. gelegen in het feit dat de gekozen natuurwaarden ruimtelijk minder onderscheidend zijn dan de visserijinspanning. Om recht te doen aan de verscheidenheid in ecologie tussen beide gebieden is in Slijkerman et al. (2013) geadviseerd meer onderscheidende natuurwaarden op te nemen in opvolgende studies. Daarnaast is geadviseerd om voor visserijkosten andere data te gebruiken (eerder de visserijinspanning, in deze studie visserij-opbrengst).

1.5 Begrippenlijst

Tabel 1 Begrippenlijst

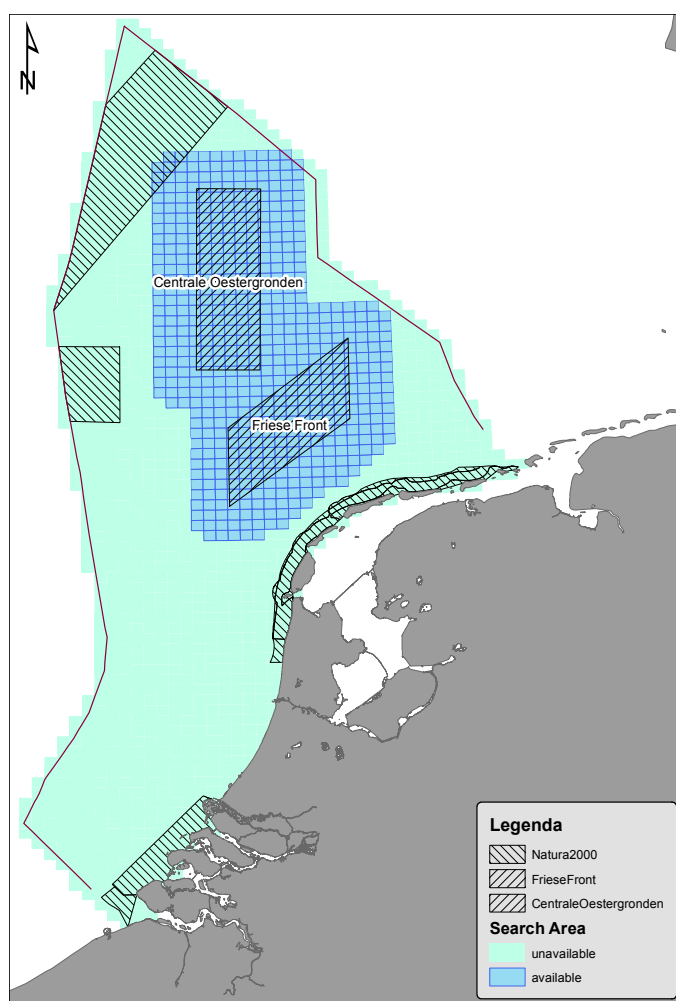
Boundary Length Modifier (BLM)	"Knop" binnen Marxan, die de voorkeur regelt voor enkele grote aaneengesloten gebieden versus meerdere kleine verspreide gebieden.
De "best solution"	Dit is de oplossing die door Marxan wordt geïdentificeerd als de run met de laagste kosten in combinatie met de hoogste ecologie winst.
De "heatmap"	De heatmap geeft de range van het geselecteerde resultaat aan (totaal van vakjes), de frequentie van de selectie van het desbetreffende vakje (met behulp van kleur intensiteit).
Ecologische winst ("gain")	Winst per ecologische parameter. De tegenhanger van de kosten. Marxan streeft naar een maximale ecologische winst en zo laag mogelijke kosten. In deze studie zijn de kosten analoog aan de visserijopbrengst.
FF/CO	Friese Front/Centrale Oestergronden
Kosten voor visserij	(Totaal, en Nederlands vs Buitenlandse vloot). De kosten worden weergegeven in Euro's en komen overeen met de visserijopbrengst (alleen aanlandingswaarde, niet de keten erachter) die door sluiting van het gebied mis zou worden gelopen. In deze studie gaan we ervan uit dat vissers hun visserijinspanningen niet naar andere gebieden verplaatsen (wat in de praktijk echter wel zal gebeuren).
Species Penalty Factor (SPF)	De SPF is in principe bedoeld om een voorkeur uit te spreken voor bepaalde ecologische winst ("gain"). Bij een gelijke SPF krijgt een parameter met hoge waarden (veel biomassa of veel individuen) een hogere prioriteit dan soorten met lage waarden. Dus naast een mogelijke werkelijke voorkeur, dient de SPF als weegfactor om voor een ecologische parameter een betere balans tussen de diverse ingevoerde eenheden te waarborgen.
Zone	Zie "best solution"

2 Methode: Marxan

2.1 Instellingen en output Marxan

2.1.1 Afbakening zoekgebied

Aangezien soorten zich niet aan getekende grenzen houden, is de "regio" FF/CO vergroot met een extra zone van ~20km. De begrenzing van het zoekgebied is in overleg met de opdrachtgever vastgesteld. Niet de twee gebieden los van elkaar maar het totale blauw gekleurde gebied in Figuur 4 is nu als zoekgebied genomen.



Figuur 4 Het ingestelde zoekgebied

2.1.2 Doelen

Marxan werkt normaal gesproken met vooraf gestelde doelen per natuurwaarde. Een doel zou kunnen zijn: bescherm 50% van het koraal van een koraalrif. In de Mariene Strategie zijn er echter geen doelen per soort of natuurwaarde gesteld. De Mariene Strategie stelt als enige doel een voor visserij te vrij-

waren oppervlak, nl 10-15% van het NCP. Uitgaande van reeds geplande beschermingsmaatregelen in Natura 2000 gebieden (zie Slijkerman et al. 2013), zal in de zoekgebieden FF/CO nog een percentage variërend van 1,5-6,5 % van het oppervlak van het NCP moeten worden gezocht om het KRM-doel van 10-15% te halen. Het doel in dit rapport voor Marxan is dus het zoeken naar een of meerdere te sluiten gebieden met maximale ecologische waarden (ecologische winst), waarbij de visserij zo weinig mogelijk last heeft, met een oppervlaktedoel van 1,5-6,5% van het NCP.

2.1.3 Ecologische winst ("gain")

Marxan geeft bij een bepaald ecologische doel oplossingen voor te sluiten gebieden. Hierbij is het te beschermen oppervlak variabel: het koraal uit het vorige voorbeeld (bescherm 50% van een koraalrif) kan uit 1 aaneengesloten rif bestaan, of uit verschillende losse riffen verspreid over een groot oppervlak. Marxan zou dan in het eerste geval op een klein te beschermen gebied uitkomen en in het tweede geval op een groot gebied. De keuze om uitsluitend een oppervlaktedoel te stellen (zie vorige paragraaf) vraagt dus aanpassingen in het werk met Marxan. In dit project is eerst gezocht naar maximale ecologische winst per ecologische parameter. Dit levert te sluiten gebieden op van variabele groottes. Daarna is er aan de Marxan knoppen gedraaid om op het gewenste oppervlakte uit te komen. Hiervoor bestaan meerdere mogelijkheden. Een methode is door een kostenplafond "cost threshold" in te stellen, waarbij bij het overschrijden ervan een rem geplaatst op het toevoegen van beschermd gebied om de ecologische winst te behalen. Een andere methode is door handmatig een aantal individuele ecologische doelen naar beneden bij te stellen (zie uitleg in paragraaf 'Stappenplan' in 2.3).

De ecologische winst ("gain") is per scenario per ecologische parameter uitgedrukt als percentage (zie resultaten in Bijlage G). Dit betekent dat wanneer Marxan een voorstel heeft gedaan voor een te sluiten gebied ("best solution"), dit voor de betreffende parameter betekent dat x% van de totale biomassa/dichtheid/etc. op het NCP binnen dit gebied ligt.

2.1.4 Eenheden

Verschillende kaarten met verschillende data worden in Marxan gecombineerd. De verschillende kaarten worden niet omgerekend of geschaald naar dezelfde eenheden, maar elke data laag behoudt zijn eigen eenheid. Afstemming van kaarten om tot een gelijkwaardige optelling te komen vindt plaats via de Species Penalty Factor (SPF) (zie verderop).

2.1.5 Ecologische waarden

Eerst is een overzicht gemaakt welke ecologische waarden aanvullend en relevant zijn voor de vraagstelling. Deze keuzes zijn onder meer gelegen in kenmerken van het zoekgebied, maar ook in de criteria die gesteld zijn onder de KRM-doelen horend bij de Goede Milieu Toestand (GMT) van zeebodintegriteit (GMT6). Het overzicht van natuurwaarden, inclusief motivatie en kanttekeningen, staan in Tabel 2. In de Bijlagen staan alle losse bronkaarten die zijn gebruikt als input voor de berekeningen in dit rapport. Data zijn niet omgerekend, de waarden in de ingevoerde files zijn bepalend.

- **Abiotiek:** In een ecosysteem zijn abiotische kenmerken sturend voor de ecologie en daarmee een proxy voor het voorkomen van diverse soorten in de toekomst. Daarnaast hebben deze kenmerken toegevoegde waarde omdat er meer ruimtelijke variatie wordt aangebracht dat recht doet aan de unieke kenmerken van de 2 gebieden (bv het frontensysteem en de steile overgangen). Slib, diepte

en habitatzeldzaamheid geven aan waar op basis van overgangen kansen liggen voor ontwikkeling van biodiversiteit.

- Soorten: de selectie van soorten is gebaseerd op een studie van Wijnhoven et al., 2013 waarin voor onder andere CO en FF soorten geselecteerd zijn die kenmerkend zijn voor het zoekgebied, maar die tevens voldoen aan twee andere belangrijke kenmerken, enerzijds dat ze met de beschikbare bemonsteringsapparatuur afdoende te vangen zijn bij een redelijke monitoringsinspanning, en anderzijds dat deze soorten onderscheidend zullen reageren als er beschermingsmaatregelen worden getroffen. Deze soorten representeren de in het gebied aanwezige te beschermen waarde.
- Ecologische-indices: (Evenness, grote soorten, langlevendheid, biomassa). Deze zijn dezelfde als die in de pilotstudie (Slijkerman et al. 2013) en sluiten nauw aan bij de doelen die door de KRM worden gegeven voor GMT6.

2.1.6 Weging van ecologische waarden onderling

De verschillende typen ecologische parameters zijn onderling onevenredig aanwezig in het zoekgebied. Het gevolg hiervan in deze studie is dat de abiotieke kenmerken overschaduwd worden door de overige kenmerken (soorten en indices). Dit is onwenselijk omdat juist de abiotieke kenmerken een belangrijke toegevoegde waarde hebben in de resultaten (zie 2.1.5). Om dit te voorkomen zijn de parameters met elkaar in evenwicht gebracht met behulp van de SPF (2.1.10). De mate waarin de parameters worden bijgesteld wordt gedaan met behulp van een aantal testruns waarbij de eerst onderwaarde en bovenwaarde van de instelling wordt bepaald, waarna deze steeds smaller wordt gemaakt en een gemiddelde modus wordt bepaald.

2.1.7 Visserijwaarden

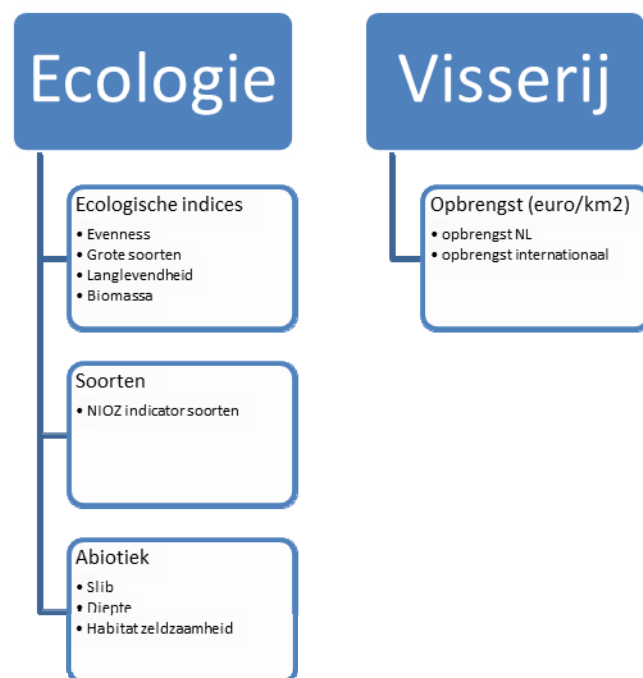
Visserijwaarde-kaarten (zie Bijlagen) zijn gebaseerd op data van het LEI (Hamon et al., 2013). Deze data beschrijven de opbrengst (EUR) van aanlandingen van de bodemberoerende visserij (boomkor⁴, garnalenkor (maar weegt niet mee op FF/CO), otter trawl, pair trawl, "overig" waar o.a. kieuwnetten en flyshoot onder vallen) in de periode 2006-2011. Het is belangrijk te realiseren dat deze waarde niet overeenkomt met de daadwerkelijke kosten die gepaard gaan met uitsluiten van visserij in de gekozen zone. Immers; visserijopbrengst wordt mede bepaald door een vangstquotum, en als dit niet gehaald wordt in gebied x dat gesloten wordt, dan wordt de vangst elders behaald in gebied y. Hiertoe moeten misschien meer kosten worden gemaakt als gevolg van bv langer/verder varen, extra dagen op zee, extra dieselverbruik, meer manuren. Ook is belangrijk te constateren dat in deze parameter, de opbrengsten/kosten uit de toeleverende en verwerkende industrie niet meegenomen. Data over daadwerkelijke kosten bestaan echter niet, laat staan op ruimtelijke schaal. De aanlandingen uitgedrukt naar gebied op zee vertegenwoordigd niet alleen de opbrengst, maar ook de impliciete keuze van de visser waar te vissen (keuze gemaakt op kosten vs. vangst) en hiervoor is de gekozen proxy "opbrengst" een verantwoorde keuze.

De visserijwaarde betreft de gezamenlijke waarde van zowel de Nederlandse, als de buitenlandse vloot. De argumentatie is dat de zonering niet alleen Nederlandse vissers treft, en de maatregel in de Noordzee RAC (regionale adviesraad) besproken gaat worden. Inzicht in de kosten voor de buitenlandse vloot zijn daarbij noodzakelijk, en daarom meegenomen in dit rapport.

⁴ inclusief 'experimentele tuigages' als sumwing, pulskor, pulswing, chain mat

Ondanks de bovenstaande kanttekeningen vormt het gebruik van de bovengenoemde gegevensbron één van de beste methoden voor Marxan om rekening te houden met de economische waarde van de visserij bij het bepalen van de keuze van te beschermen gebieden. Marxan zal bijgestuurd worden om, waar mogelijk, de ecologische doelen te behalen in gebieden die verhoudingsgewijs weinig waarde (€) voor de visserij hebben. Zodoende wordt de "overlast" voor de visserij geminimaliseerd. Dit staat los van vervolgeffecten op de visserij en die van verschuiving naar andere gebieden zoals hierboven reeds is aangestipt.

Een belangrijk discussiepunt is dat de bodemberoerende visserij de laatste jaren in transitie is, en met name ook in de betreffende gebieden. De genomen gemiddelde visserijwaarde over 2006-2011 weerspiegelt een gemiddelde opbrengst per jaar over deze periode, maar geeft onvoldoende inzicht in de transitie naar zowel andere visserijtuigen, als andere visgronden. Hierdoor kan er een over- of onderschatting zijn van de huidige visserijopbrengsten (en kosten) in de gebieden van onderzoek. Om enigszins inzicht te krijgen in de effecten ervan voor de uitkomsten in Marxan, is tevens de jaarwaarde van 2011 apart meegenomen.



Figuur 5 Gebruikte gegevens voor de Marxan-analyse, onderverdeeld in Ecologie en Visserij.

Marxan optimaliseert maar is geen kosten-batenanalyse!

Zoals in deze paragraaf is aangegeven weegt Marxan de (combinatie van) ecologische waarden met de economische waarde van een gebied. Het resultaat geeft aan waar de gebieden liggen die het meest gunstig zijn om de visserij te weren, waarbij rekening wordt gehouden met de een hoogst mogelijke ecologische bescherming, rekening houdend met een laagste opbrengstverlies voor visserij. Vervolgens kunnen aan de hand van de visserij-opbrengstkaarten, de visserijkosten van dat gebied worden berekend. Dit is echter iets anders dan een kosten-batenanalyse. Voor een kosten-batenanalyse is bijvoorbeeld ook informatie nodig over het 'nieuwe' gedrag van vissers; waar gaan ze vissen als een gebied gesloten wordt en wat voor gevolgen heeft dit voor het brandstofverbruik.

Ook het vergelijken van scenario's moet met de nodige voorzichtigheid gebeuren. Om Marxan te dwingen om op de extra randvoorwaarde van 1,5 of 6,5% gebiedssluiting uit te komen, moeten vaak meerdere instellingen worden gewijzigd. Daardoor zijn de scenario's niet voor 100% vergelijkbaar. Voor de ligging van de 'heatmaps' is dit geen groot probleem. De precieze waardebepaling (met name de ecologische) in dit gebied heeft wel een consequentie; deze absolute getallen zijn minder goed vergelijkbaar tussen de verschillende scenario's. Het berekenen van bijvoorbeeld een ratio tussen de ecologische waarde en de opbrengst/kosten is dan ook niet goed mogelijk.

Tabel 2 Natuurwaarden meegenomen in Marxan, en argumenten betreffende de aansluiting bij KRM criteria. Daarnaast ook een veld van opmerkingen met kanttekeningen, en referenties/bron van de gebruikte data.

	Motivatie KRM	Opmerking	Referentie/Bron data	Eindpunt
indices	Algemeen: Indices geven een geïntegreerde waarde weer obv alle data van benthische soorten. Benthische "biodiversiteit" indices geven een geïntegreerde waarde die analoog zijn aan de criteria horend bij en kenmerkend zijn voor zeebodemintegriteit (GMT 6).	Vanwege de geïntegreerde waarde een sterke parameter, echter de ecologie is "genivelleerd" tot een paar enkele waarden (Numerieke waarden horend bij typische soorten kunnen verloren gaan), en het ruimtelijke onderscheid tussen de twee gebieden is afgevlakt vergeleken met de soort en abiotieke informatie.	Bos <i>et al.</i> , 2011	
Evenness	Kenmerk van biodiversiteit (GMT 1) en analoog aan het hoofddoel GMT 6 "de biodiversiteit om te buigen naar een ontwikkeling in de richting van herstel"		Motivatie: Mariene Strategie Data: Bos <i>et al.</i> , 2011 gebaseerd op MWTL en 3D Dregde data	Biodiversiteitswaarde in 5 klassen (Bos <i>et al.</i> , 2011) Bijlage A
Grote soorten	Sluit aan bij subdoel 1a van de mariene strategie en commissie besluit "verbetering van de omvang, conditie en verspreiding van populaties langlevende en/of kwetsbare (voor fysieke beroering gevoelige) benthos-soorten (Commissiebesluit, criteria 1.1, 1.2 , 1.3, 1.6 en 6.2)".	Index van soorten die groot kunnen worden, en "over" zijn na 10tallen jaren van bevissing. Is dus geen potentiekaart. Dit gaat echter op voor de gehele Noordzee als een consequentie in het afleiden van soort-voorkomen.	Motivatie: Mariene Strategie Data: Bos <i>et al.</i> , 2011 gebaseerd op MWTL en 3D Dregde data	Biodiversiteitswaarde in 5 klassen (Bos <i>et al.</i> , 2011) Bijlage A
Langlevendheid	idem	Index van soorten die oud kunnen worden (>10 jaar) en "over" zijn na 10tallen jaren van bevissing. Is dus geen potentiekaart. Dit gaat echter op voor de gehele Noordzee als een consequentie in het afleiden van soort-voorkomen.	Motivatie: Mariene Strategie Data: Bos <i>et al.</i> , 2011 gebaseerd op MWTL en 3D Dregde data	Biodiversiteitswaarde in 5 klassen (Bos <i>et al.</i> , 2011) Bijlage A
Biomassa	Niet specifiek criterium in de Mariene strategie, maar wel in het commissiebesluit onder Biodiversiteit. Heeft relatie met "grote soorten" wat kenmerkend is onder GMT 6.		Bos <i>et al.</i> 2011., gebaseerd op MWTL en 3D Dregde data	Biodiversiteitswaarde in 5 klassen (Bos <i>et al.</i> , 2011) Bijlage A

	Motivatie KRM	Opmerking	Referentie/Bron data	Eindpunt
Soorten (biomassa en dichtheden)		Een sterke parameter want geselecteerde soorten zijn kenmerkend voor een van de gebieden. Hiermee wordt de kenmerkendheid van een gebied beter beschreven en meegewogen in de analyse.		Dichtheden: n/m ² Biomassa: gram AFDW/m ²
Benthosoorten (gebaseerd op NIOZ monitoringsoorten)	Selectie van soorten want praktisch lastig uitvoerbaar om alle soorten mee te nemen. Selectie obv criteria NIOZ rapport (Wijnhoven et al., 2013) en de genoemde indicatorsoorten overgenomen. - Meetbaar/aanwezigheid - Gevoelig voor bodemverstoring - Karakteristiek voor gebied - Belang voor ecologie functie - Gevoelig voor andere verstoring	De door Wijnhoven et al. (2013) gekozen soorten, zijn soorten die je goed kan monitoren en iets vertellen over zeebodem integriteit. Het is tevens een set van soorten die "over" is na tientallen jaren van bevissing, en geeft dus ook geen "potentie" weer. Deze soorten zijn aangewezen mede omdat ze indicatief zijn wat betreft het aantonen van maatregelleffectiviteit.	Data en selectie criteria: Wijnhoven et al., 2013 Bron: Schaafdata NIOZ MWTL: daar waar schaafdata voor de soort niet beste methode is	Schaafdata- soorten: Bijlage B MWTL: Bijlage C
Abiotiek		Potentiekaarten voor soorten ontbreken. Abiotieke kenmerken van een ecosysteem zijn echter sturend voor de ecologie en daarmee een proxy ⁵ voor het voorkomen van diverse soorten in de toekomst. Daarnaast hebben deze kenmerken de toegevoegde waarde omdat er meer ruimtelijke variatie wordt aangebracht dat recht doet aan de unieke kenmerken van de 2 gebieden (bv het frontensysteem en de steile overgangen).	Motivatie: Lavaleye, 2000 Lavaleye et al, 2000 en Slijkerman et al. (2013).	
Slibhelling [#]	Slib is een belangrijke sturende parameter in zeebodemintegriteit en EUNIS karakterisering. De slib hellingshoek of te wel hoe snel het slib % over een bepaalde afstand verandert, is als criterium opgenomen omdat het kenmerkend is voor CO en FF.		Deze studie, gebaseerd data van TNO-NITG in het kader van het MESH EU Interreg-programma	Graden hellingshoek. Bijlage D

⁵ Proxy is een term afgeleid van "proximity". Het betreft hier data die bij ontbreken van betere mogelijkheden als alternatief wordt ingezet, vanuit het argument dat deze een zeer sterke relatie hebben met het eigenlijke kenmerk (in de nabijheid ofwel proximity liggen) In dit geval ontbreken kaarten met potentieel voorkomen van soorten. Het toepassen van abiotieke kenmerken van het ecosysteem is de proxy.

	Motivatie KRM	Opmerking	Referentie/Bron data	Eindpunt
Diepte helling [#]	Diepte is een belangrijke parameter EUNIS classificering en bepalend voor habitateigenschappen		Deze studie, gebaseerd op data Van Dijk et al., (2011)	Graden hellingshoek Bijlage D
Habitatzeldzaamheid	Verbetering van de kwaliteit van de diepere slibrijke delen en diepere niet-dynamische zandbodems op het Nederlandse deel van de Noordzee. De kwaliteit van habitats heeft betrekking op de fysieke structuur, ecologische functie en de diversiteit en structuur van de geassocieerde soortgemeenschappen (subdoel 3j Mariene strategie). De kenmerkendheid van habitats (zeldzaamheid) hebben wij als proxy opgenomen om de verscheidenheid van habitats en de mate van voorkomen ervan mee te kunnen nemen in de analyse om recht te doen aan het habitataspect.		Motivatie: Lavaleye, 2000 Lavaleye et al, 2000 Mariene Strategie Bron data: Bos et al., 2011	Zeldzaamheid (100- %NCP) Bijlage D
Visserij				
Visserijopbrengst NL sector		Data geeft Nederlandse visserijwaarde uitgedrukt in de jaargemiddelde waarde (EUR/km ²) van bodemberoerende visserij goed weer. Deze kaart kent een onderschatting van 20-30% op totaal aanwezige visserij door ontbreken buitenlandse visserij . Kosten bodemberoerende visserij uitgedrukt in termen van de opbrengst (EUR landings/km ²)	Hamon et al., 2013 Oostenbrugge et al., 2013	
Visserijopbrengst NL+ buitenland	Geeft totaal beeld	Idem. Deze totaalwaarde ingevoerd.	Hamon et al., 2013 Oostenbrugge et al., 2013	Euro/km ² over jaargemiddelde 2006-2011 Bijlage E

[#]De combinatie van de kaarten “diepte helling” en “slib helling” voegt informatie toe over een abiotische gestuurd en ecologisch relevant fenomeen dat ruimtelijk onderscheidend is: het frontale systeem dat we als het Friese Front kennen. In een “front” komen watermassa’s met verschillende karakteristieken bij elkaar en dat is aanleiding tot o.a. verhoogde biodiversiteit binnen zo’n gebied. In het geval van het Friese Front is de vrij sterke toename van de diepte ter plekke een belangrijk sturen element terwijl de verhoging van de slibgehalten daarvan een gevolg is.

2.1.8 Weging ecologische waarden vs visserijkosten

De ecologische waarden zijn afgewogen tegen de visserijkosten door middel van de Species penalty factor (zie hieronder). In deze studie wegen de ecologische kosten in verhouding even zwaar als de visserijkosten.

2.1.9 Runs

Gegeven de ecologische waarden en doelen, en de economische kosten berekent Marxan op basis van een aantal runs een optimaal te sluiten gebied. Eerst wordt een startvoorstel (random gegenereerde beginsituatie) gedaan, waarna de optimalisatie van start gaat. Uit de pilotstudie, beschreven in Slijkerman et al., (2013), is gebleken dat een zelf geïnitieerd "startvoorstel" geen invloed lijkt te hebben op de eindresultaten. In dit project is getest hoeveel runs (iteraties) nodig zijn om tot een optimaal (niet veranderend) resultaat te komen. Eerst is getest met 1000 runs, maar het bleek dat 100 runs een goed resultaat opleverden. De verschillende scenario's (zie paragraaf "scenario's") zijn daarom met 100 runs getest.

2.1.10 Species penalty factor (SPF)

De SPF is in principe bedoeld om een voorkeur uit te spreken voor bepaalde ecologische winst ("gain"). Dit werkt volgens het principe dat het niet behalen van een bepaalde ecologische winst bestraft wordt met strafpunten. Met andere woorden: er kan meer waarde worden gegeven aan het bepalen van ecologische winst voor parameter A (hoge penalty voor het niet behalen) dan aan parameter B (lage penalty). De eenheden per te behalen ecologisch doel kunnen in schaal flink uiteen liggen. Bij een gelijke SPF krijgt een parameter met hoge waarden (veel biomassa of veel individuen) een hogere prioriteit dan soorten met lage waarden.

Dus naast een mogelijke werkelijke voorkeur, dient de SPF als weegfactor om voor een ecologische parameter een betere balans tussen de diverse ingevoerde eenheden te waarborgen.

Hoe hoger de SPF, hoe hoger de kosten voor het niet behalen van 1 eenheid ecologische winst. Dit betekent dat de SPF zowel de kosten voor het niet behalen van de ecologische winsten onderling weegt, maar ook de totale kosten van het niet behalen van de ecologische winst ten opzichte van je kosten voor de te treffen maatregelen (visserijwaarde van het gebied gebied). De SPF regelt dus ook hoeveel eenheden ecologische winst ("gain") gelijk staan aan een bepaald aantal euro's opbrengst voor de visserij.

In deze studie is de SPF gebruikt om de verschillende eenheden (zowel de ecologische parameters onderling als in relatie tot visserij) in verhouding te brengen.

2.1.11 Boundary Length Modifier (BLM)

Deze instelling bepaalt de kosten die verbonden zijn aan de totale omtrek van de te sluiten gebieden. Eén groot aaneengesloten gebied heeft een kortere grens dan vele kleine gebiedjes die te samen hetzelfde oppervlakte hebben. Zones worden dan meer aaneengesloten, omdat dat goedkoper is. Door de BLM-waarde te verhogen verschuift de oplossing van Marxan naar grotere, meer aaneengesloten oppervlaktes. Lagere waarden leiden juist tot meer en kleinere gebieden. Er bestaat geen juiste keuze voor de BLM, en deze is afhankelijk van de visie of voorkeur afgeleid uit het gebiedsproces.

Er is in deze studie gewerkt vanuit het scenario "1 aaneengesloten gebied". Ondanks het feit dat er onvoldoende kennis is over de minimale omvang van een MPA of de minimale omvang van populaties,

lijkt dit scenario vanuit beschermingsoverwegingen het meest zinvol (o.a. Vreugdenhil et al., 2003). Ook vanuit handhaving is één aaneengesloten gebied een praktische overweging. Waar Marxan ondanks deze instellingen meerdere oppervlaktes als oplossing aangaf, zijn deze opgenomen als optie "meerdere zones".

2.1.12 Heatmap

Marxan geeft het totale overzicht van de mogelijke oplossingen voor te sluiten gebieden weer in de zogenaamde "heatmap" (Tabel 1). De heatmap geeft gesommeerd over het totaal aantal uitgevoerde runs het aantal keer waarop het betreffende oppervlak is toegewezen aan het te beschermen gebied. Hoe intensiever de kleur van het gebied hoe meer van de runs dit als te beschermen gebied zouden hebben aangewezen. Dit is dan een gebied waarin veel waarde te behalen is voor de gestelde ecologische doelen.

2.1.13 Best Solution

Marxan hanteert de term "best solution" voor het rekenkundig resultaat van de analyse- een serie van "runs". Voor iedere run wordt door Marxan een "startvoorstel" (zie ook 2.1.9) gegenereerd voor het te beschermen gebied en vervolgens wordt dit door een iteratief proces geoptimaliseerd om de kosten zo laag mogelijk te houden. Het aantal iteraties binnen een run het aantal runs in een serie kan worden ingesteld op elk mogelijk aantal, en doorgaans wordt 10,100, of 1000 "runs" gehanteerd. Op basis van deze runs bepaalt Marxan de "best solution": de run waarvan de gekozen oppervlakte de minste kosten (visserij-kosten minus kosten niet halen doelen) heeft.

2.2 Scenario's

Er zijn in deze studie meerdere scenario's doorberekend (Tabel 3), afgeleid van de twee ambitieniveaus uit de Mariene Strategie (10 vs 15% van het NCP gesloten voor bodemberoerende visserij). Daarbij is onderscheid gemaakt in de omvang en aantal zones per scenario (1 of meerdere). De visserijopbrengst is bepaald uit het gemiddelde van 2006-2011. Een extra scenario is geanalyseerd op basis van visserij in 2011. Slechts de 15% ambitie is hierin meegenomen omdat het alleen dient om aan te geven hoe de zonering wel of niet zal veranderen. Het ambitieniveau is daarbij van onder geschikt belang.

In elk scenario zijn alle ecologische parameters uit Tabel 2 ingevoerd, en de visserijopbrengst "Nederland + buitenland". De resultaten zijn gebaseerd op 100 of 1000⁶ runs van Marxan.

⁶ Er is begonnen met 1000 runs. In de praktijk bleek dat de uitkomsten tussen 100 en 1000 runs niet bepalend zijn voor de resultaten in dit rapport. Er is voornamelijk gerekend met 100 runs.

Tabel 3 *Berekende scenario's.*

scenario	A. Ambitie 10% (1.5% aanvullend)	B. Ambitie 15% (6.5% aanvullend)	toelichting
1. Alleen ecologie- 1 zone	x	x	Geeft aan welk aaneengesloten oppervlak qua ecologie de hoogste waarde heeft, zonder rekening te houden met visserijkosten. Voor beide ambitieniveaus
2. Alleen ecologie- meerdere zones	x	x	Geeft aan welke gebieden (meerdere mogelijk) qua ecologie de hoogste waarde hebben, zonder rekening te houden met visserijkosten. Voor beide ambitieniveaus
3. Visserij 2006- 2011- 1 zone	x	x	Zonering met aaneengesloten oppervlak waarbij ecologie en visserij gewogen worden o.b.v. de jaargemiddelde waarde van bodemberoerende visserij (jaren 2006-2011)
4. Visserij 2006- 2011- meerdere zones	x	x	Zonering waarbij ecologie en visserij gewogen worden o.b.v. de jaargemiddelde waarde van bodemberoerende visserij (jaren 2006-2011)- maar dwingt niet tot 1 aaneengesloten stuk. Voor beide ambitieniveaus
5. Visserij 2011- 1 zone		x	Aaneengesloten zonering waarbij ecologie en visserij gewogen worden o.b.v. de waarde van bodemberoerende visserij in 2011.

2.3 Stappenplan Marxan analyse: van scenario's tot kaarten

Om van een scenario tot een kaart te komen, zijn de volgende stappen uitgevoerd:

1. Te sluiten oppervlakte: eerst is bepaald hoeveel vakjes op het FF/OG gesloten moeten worden (in aanvulling op de Natura 2000 gebieden), om aan de 10% resp. 15% ambitie te voldoen. Hieruit blijkt dat: 10% ambitie niveau = 27 vakjes, 15% = 115 vakjes, waarbij 1 vakje = ~37 km².
2. Benodigde parameters: de benodigde ecologische parameters en visserijkosten per scenario zijn verzameld en in Marxan geladen.
3. Ecologische winstrealisatie en weging: Per ecologische kaart/visserijkaart zoekt Marxan binnen het zoekgebied (zie Figuur 4) naar de maximale ecologische waarden voor die parameter (bijvoorbeeld maximale dichtheid van een soort). Dit heet in Marxanterminologie de "gain", hier vertaald als "maximale ecologische winst". De kaarten worden meegenomen met een bepaalde weging (abiotiek>soorten>indices). Deze weging gebeurt met behulp van de Species Penalty Factor (zie uitleg in Tabel 1). Bij de scenario's met visserijkosten wordt er daarna ook nog een weging gemaakt tussen de ecologische winst en visserijkosten.

4. Marxan basisanalyse: De eerste grove analyse, gebaseerd op een startvoorstel (random gegenereerde beginsituatie), heeft als doel om te kijken hoeveel te sluiten vakjes Marxan aanwijst. Dit resulteert in een "heatmap" met mogelijk "te veel vakjes" (vanwege het optellen van de beste gebieden van de verschillende kaarten) alsmede een overzicht van gerealiseerde ecologische winst ("gain") per parameter. Als het voorgestelde gebied groter is dan het gewenste aantal vakjes (zie stap 1), moet er een aanpassingsronde komen. Aanpassing is nodig om aantal vakjes naar beneden bij te stellen (zodat de maximale oppervlakte overeenkomt met wat gewenst is). Dit gaat via omlaag bijstellen van de "gain" van die soorten die "te veel vakjes vragen".
5. Aanvullende analyse om effect van de bijstelling te bepalen
Indien ongeveer 27 of 115 vakjes zijn behaald (zie stap 1) dan geen is verdere bijstelling nodig. Exact 27 of 115 vakjes in het resultaat is in de praktijk lastig. Enige afwijking op dit aantal is geaccepteerd. Is het aantal vakjes nog te groot, dan wordt nogmaals stap 3 doorlopen.
6. Definitieve analyse. Indien de voorgaande stappen resulteren in de gewenste oppervlakte omvang (27 vakjes of 115 vakjes, afhankelijk van het scenario) wordt de definitieve analyse in Marxan gedraaid. Hierbij is 100 runs aangehouden om tot de resultaten te komen.
7. Kaarten: De definitieve analyse met Marxan resulteert in:
 - a. Overzicht ecologische winstpercentages ("gain") behaald per parameter
 - b. "Heatmap" kaart: De heatmap geeft gesommeerd over het totaal aantal uitgevoerde runs, het aantal keer weer waarop het betreffende oppervlak is toegewezen aan het te beschermen gebied. Hoe intensiever de kleur van het gebied, hoe meer runs dit vakje als te beschermen gebied aanwijzen.
 - c. "Best solution" kaart: een kaart met daarin de zone aangegeven met een optimale balans tussen visserijkosten en ecologische winst.
8. Kosten visserij: Aan de hand van de te sluiten oppervlakte in de "best solution" kaart wordt teruggerekend wat de kosten voor de visserij voor zowel de Nederlandse vloot en buitenlandse vloot zijn. Dit is gebeurd met behulp van ArcGis.
9. De gerealiseerde ecologische winstpercentages ("gain") van alle parameters worden gemiddeld, en de range (min en max) bepaald om kort en bondig de resultaten weer te kunnen geven.

3 Resultaten

3.1 Scenario's met alleen ecologie

3.1.1 Scenario 1A+1B: Eén zone

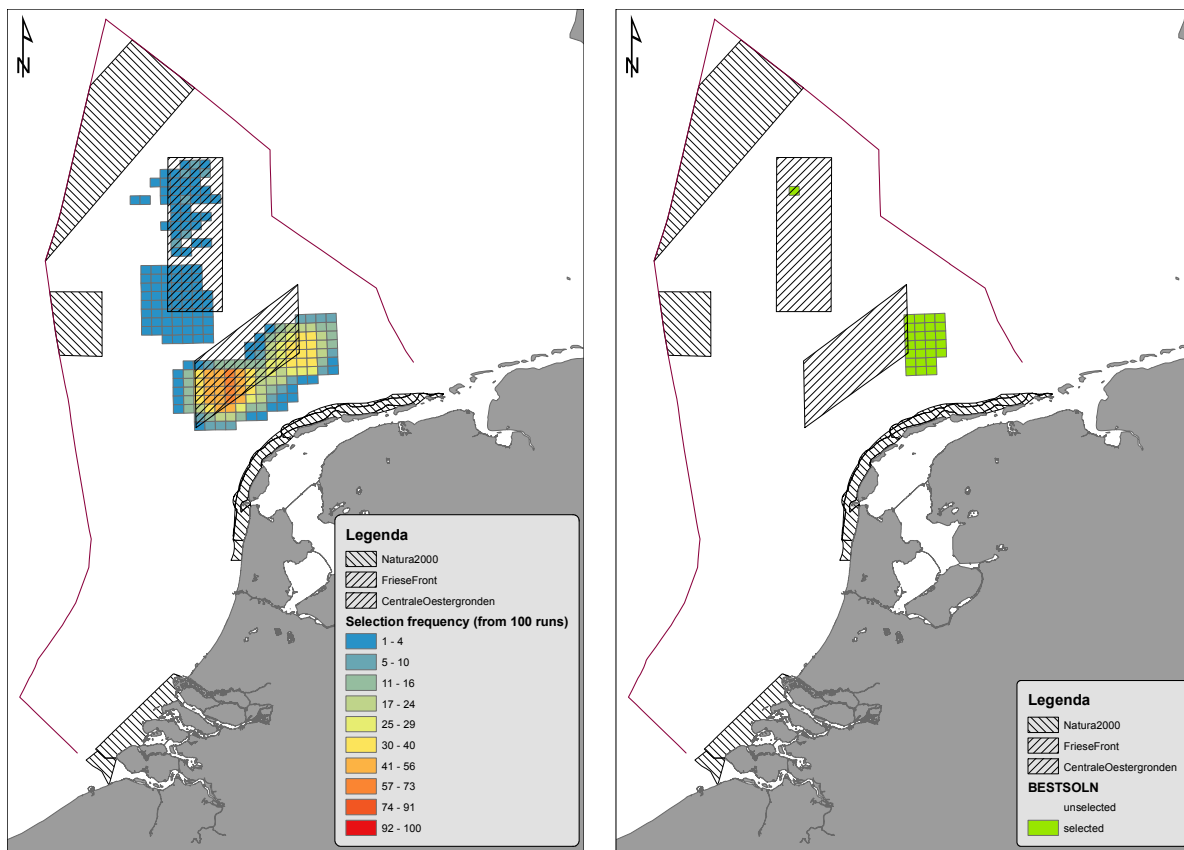
In Figuur 6 en Figuur 7 zijn respectievelijk de zoneringen horend bij 10% en 15% ambitie, gericht op 1 zone, weergegeven. In Figuur 6 is te zien dat de "best solution" enigszins afwijkt van de heatmap frequenties en dat deze geplaatst wordt rechts van het Friese Front. Een verklaring kan zijn dat rekenkundig de ecologische winst net iets beter gehaald kan worden, en de kosten net iets lager zijn dan in de hoogst frequentie gezochte zone.

Bij het 15% scenario tekent zich wederom een duidelijkere locatievoorkeur af, en is de zone voornamelijk gelegen in het westen van het FF wat noordwaarts overgaat naar de zuidelijke rand van de CO. In de berekening horend bij scenario 1B (Tabel 4) is de ecologische winst overall 28,8%. In Bijlage G is de ecologische winst per soort gegeven.

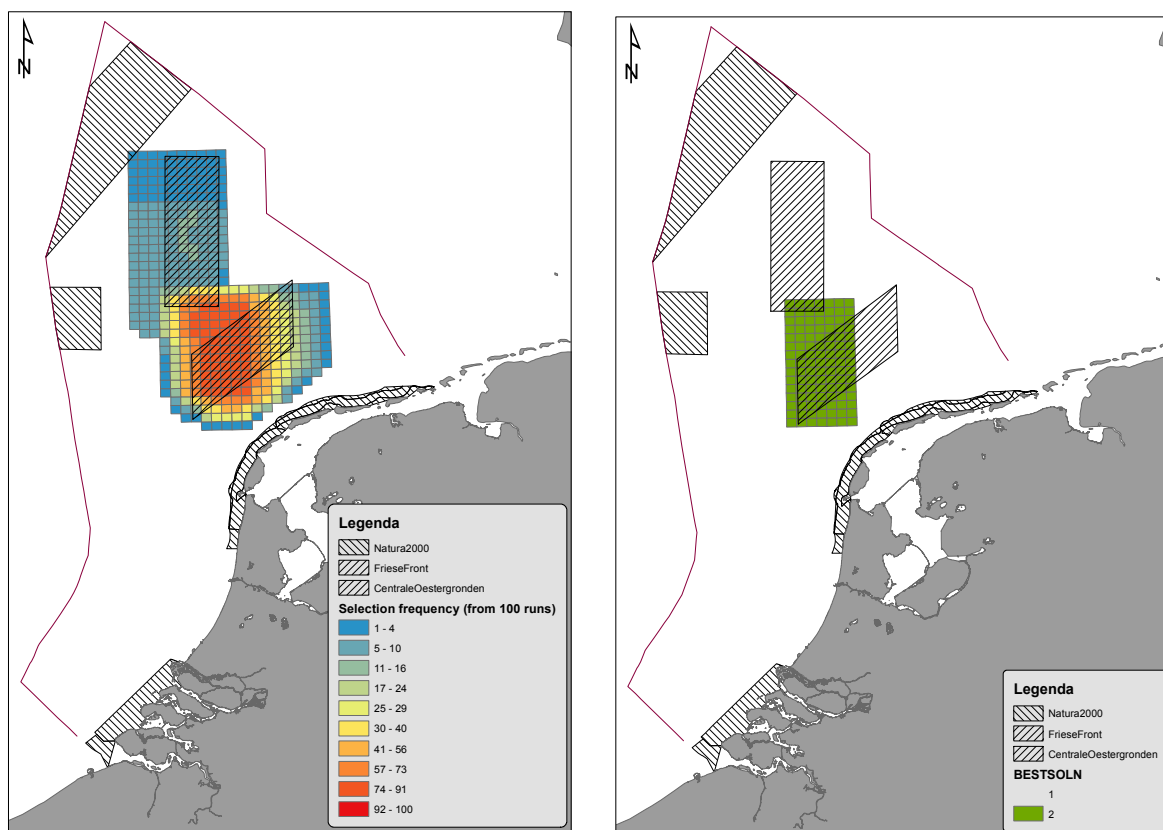
Daarentegen is in scenario 1A de ecologische winst gemiddeld slechts 4,8% gemiddeld (Tabel 6). Dit komt overeen met het feit dat er minder oppervlak toebedeeld wordt aan "ecologie" en de winst dus kleiner is dan in het hogere ambitie van 15%. In Bijlage G is de ecologische winst per soort gegeven.

Tabel 4 Gemiddeld % ecologische winst gehaald voor scenario 1A + 1B (alleen ecologie- 1 zone). Gemiddeld ecologische winstpercentage (Annex G). De waarden tussen de "(.)" zijn de min en maximale percentages en de waarde tussen de '[]' hebben betrekking op het aantal vakjes in de best solution.

Scenario	Oppervlakte NCP	Resterend oppervlak % in zoekgebied	Ecologische winst %
1A	10%	1,5%	4,8 (0,7-18,7) [28]
1B	15%	6,5%	28,8 (1,9-77,2) [118]



Figuur 6 Kaart scenario 1A (10 % alleen ecologie -1 zone). Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).



Figuur 7 Kaart scenario 1B (15 % alleen ecologie-1 zone). Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).

In Tabel 5 staan de kosten weergegeven behorende bij scenario 2A en 2B, opgesplitst naar totaal, en aandeel Nederlandse en buitenlandse bodemberoerende visserij. In de gesloten gebieden is de visserij-opbrengst 1,7 miljoen euro bij het 10% ambitieniveau en 5,6 miljoen euro bij het 15% ambitieniveau. In het 10% ambitie scenario zijn 73% van de kosten voor de Nederlandse vissers, in het 15% scenario is dat iets minder, nl 69%. Zoals in de tekstbox op pagina 21 is vermeld, moet met een vergelijking op basis van kosten tussen de verschillende scenario's zeer terughoudend worden omgegaan.

Tabel 5 Overzicht van de totaal kosten (afgerond op 10 KE) voor scenario 1A en 1B (gebaseerd op de "best solution"), opgedeeld in aandeel Nederlandse vloot en buitenlandse vloot, inclusief het totaal, uitgedrukt in EUR op basis van de jaargemiddelde opbrengst, alsmede in % aandeel.

Scenario	Ambitie NCP	% zoek-gebied	Total (EUR)	Nederlandse vloot (EUR)	Buitenlandse vloot (EUR)
1A	10%	1,5%	1.740.000	1.270.000 (73%)	470.000 (27%)
1B	15%	6,5%	5.600.000	3.860.000 (69%)	1.730.000 (31%)

3.1.2 Scenario 2A+2B: ecologie-meerdere zones

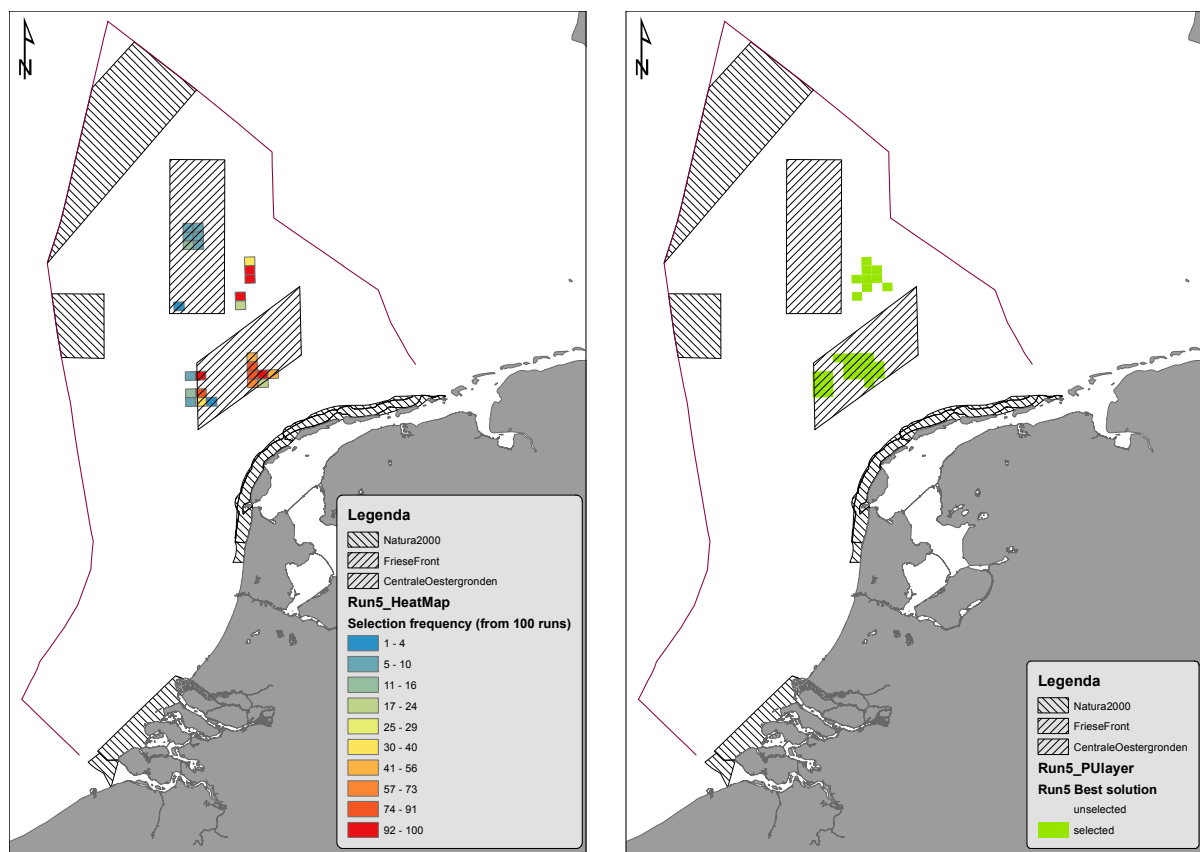
In Figuur 8 en Figuur 9 zijn respectievelijk de zoneringen horend bij 10% en 15% ambitie, gericht op meerdere zones, weergegeven. In de figuren is te zien dat de toegewezen zonering enigszins is verdeeld over het hele zoekgebied in het 10% scenario. Bij het 15% scenario tekent zich een duidelijkere locatie voorkeur af, en zijn de zones voornamelijk gelegen zuidelijk van het FF, ten zuid-oosten van de CO en middenoosten van de CO.

In de best solution horend bij ambitieniveau 15% verdeeld over meerdere zones wordt gemiddeld over alle ecologische winsten 37,0% van de op het NCP beschikbare ecologische waarde beschermd (Tabel 6). In Bijlage G zijn alle behaalde percentages per soort gegeven.

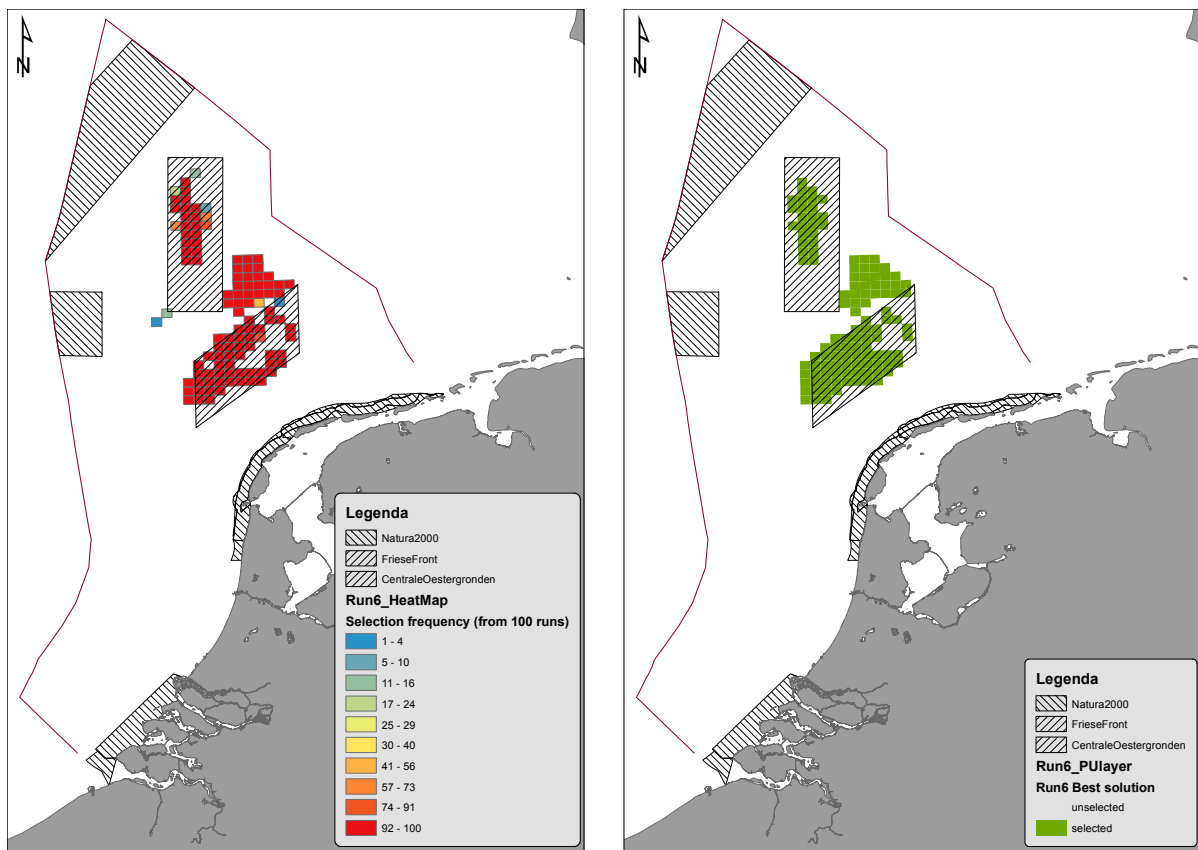
Daarentegen wordt in de 10% oppervlak scenario "meerdere zones", 12,25% ecologische winst behaald (Tabel 6) op NCP niveau. Dit komt overeen met het feit dat er minder oppervlak toebedeeld wordt aan "ecologie" en er vanzelfsprekend minder ecologische winst behaald kan worden dan in het hogere ambitie scenario van 15%. In Bijlage G is de ecologische winst per soort gegeven.

Tabel 6 Gemiddeld % doel gehaald voor scenario 1A + 1B (alleen ecologie- 1 zone). Gemiddeld percentage over alle individuele doelen (Annex G). De waarden tussen de "(.)" zijn de min en maximale doelppercentages en de waarde tussen de '[]' hebben betrekking op het aantal vakjes in de best solution.

Scenario	Oppervlakte NCP	Resterend oppervlak % in zoekgebied	Ecologische winst %
2A	10%	1,5%	12,3 (0,22-32,46) [27]
2B	15%	6,5%	37,0 (1,4-73,2) [115]



Figuur 8 Kaart scenario 2A: Ambitie 10% alleen ecologie meerdere zones. Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).



Figuur 9 Kaart scenario 2B: Ambitie 15% alleen ecologie -meerdere zones. Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).

In Tabel 7 staan de kosten weergegeven horend bij scenario 2A en 2B, opgesplitst naar totaal, en aandeel Nederlandse en buitenlandse vloot bodemberoerende visserij. In het 10% ambitie scenario zijn 65% van de kosten voor de Nederlandse vissers, in het 15% scenario verschilt dat nauwelijks (66%).

Tabel 7 Overzicht van de totaal kosten (afgerond op 10 KE) voor scenario 2A en 2B " alleen ecologie-meerdere zones 10 en 15% "(gebaseerd op de "best solution"). Opgedeeld in aandeel Nederlandse vloot en buitenlandse vloot, inclusief het totaal, uitgedrukt in EUR op basis van de jaargemiddelde opbrengst, alsmede in % aandeel.

Scenario	Ambitie NCP	% zoekgebied	Totaal (EUR)	Nederlandse vloot (EUR)	Buitenlandse vloot (EUR)
2A	10%	1,5%	3.600.000	2.350.000 (65%)	1.250.000 (35%)
2B	15%	6,5%	8.360.000	5.490.000 (66%)	2.866.000 (34%)

3.2 Scenario's met Ecologie + Visserij

3.2.1 Scenario 3A+B: visserij 2006-2011- Eén zone

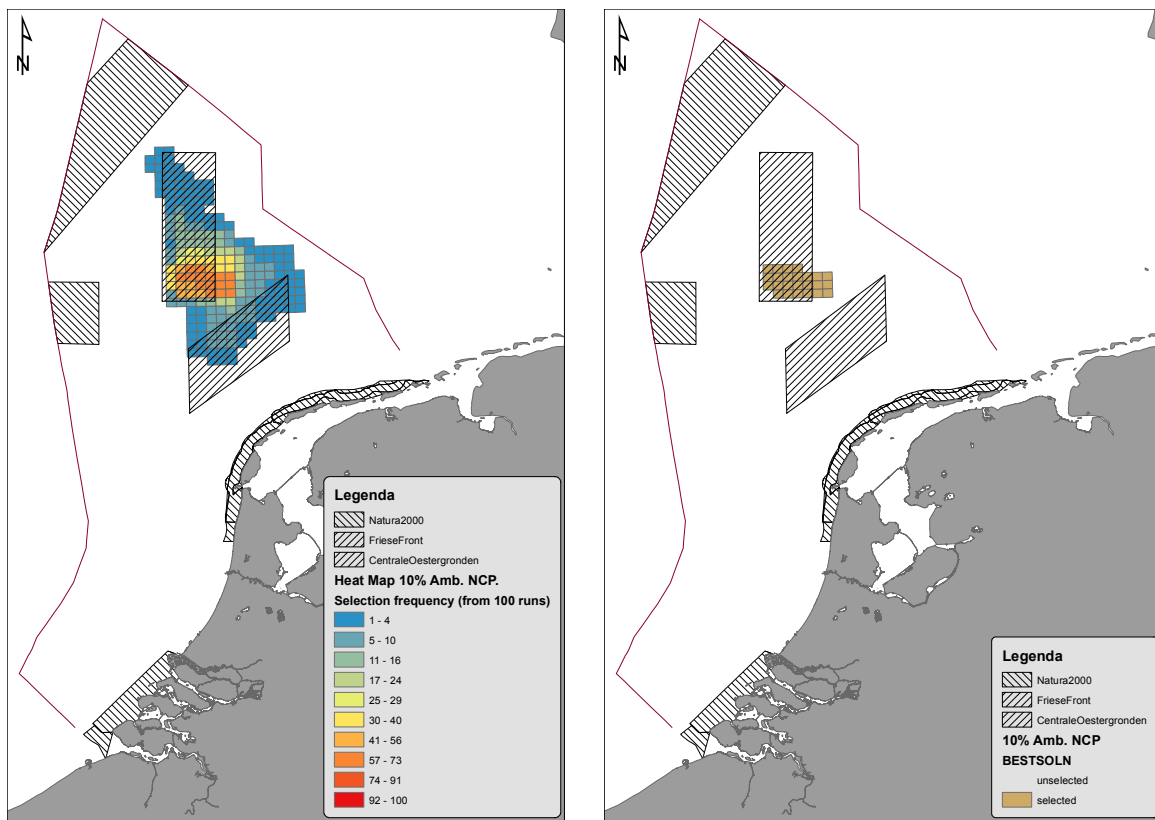
In Figuur 10 en Figuur 11 zijn de kaarten weergegeven horend bij respectievelijk 10% en 15% ambitie-gericht op 1 aaneengesloten gebied. In de figuren is te zien dat de zones ten opzichte van de vorige kaarten verschoven zijn. In het 10% ambitie scenario is de zone verschoven van oostelijk van het FF naar het zuidoosten van de CO, en iets buiten de begrenzing valt. In het 15% ambitie scenario is de zone verschoven van zuidwesten FF naar de zuidelijke helft van de CO, en dat het FF geen meer deel uitmaakt van de aangewezen zone.

In de berekening horend bij 15% oppervlak scenario – 1 zone- (Tabel 8) wordt overall 15% ecologische winst gehaald. In Bijlage G is de ecologische winst per soort gegeven.

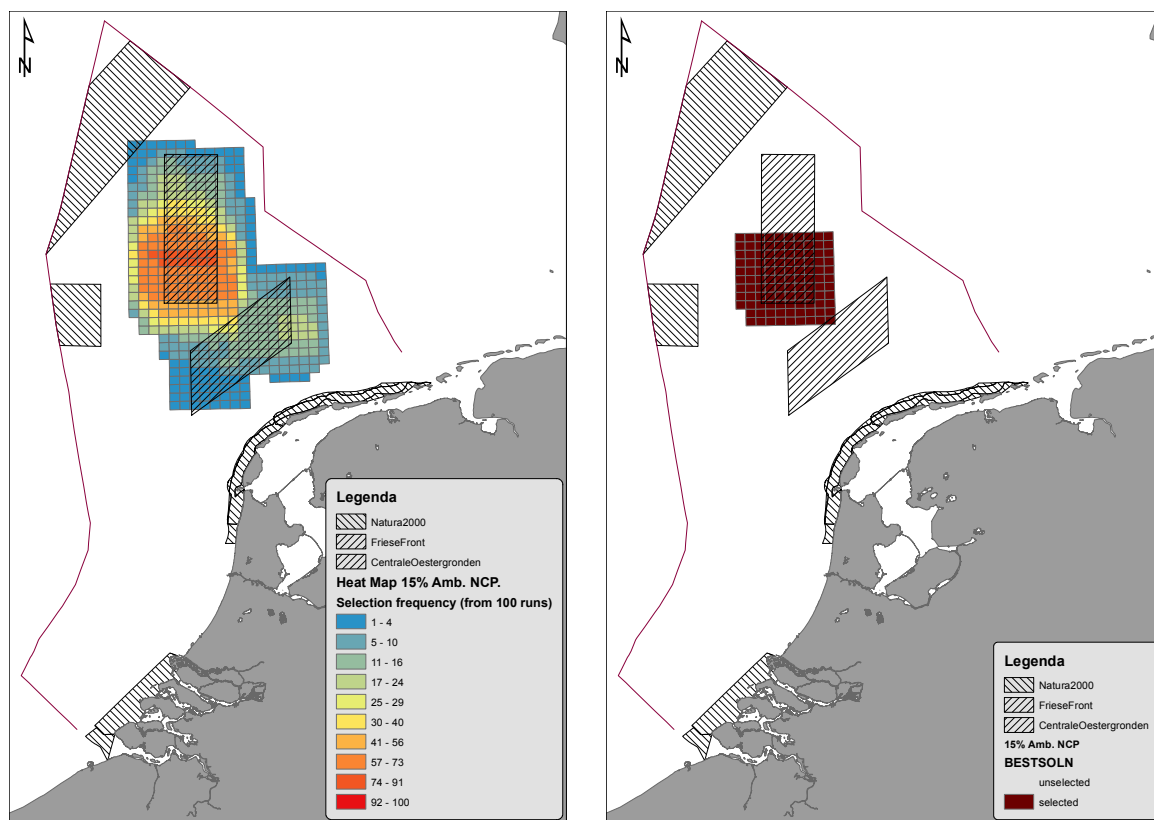
Daarentegen wordt in de 10% oppervlak scenario "1 zone", slechts 6,6% van de ecologische winst gehaald (Tabel 8). Dit komt overeen met het feit dat er minder oppervlak toebedeeld wordt aan "ecologie" en er vanzelfsprekend minder winst behaald kan worden dan in het hogere ambitie scenario van 15%. In Bijlage G zijn de percentages per soort gegeven.

Tabel 8 Gemiddelde ecologische winst voor scenario 1A + 1B (alleen ecologie- 1 zone). Gemiddeld percentage over alle individuele parameters (Annex G). De waarden tussen de "(.)" zijn de min en maximale percentages en de waarde tussen de '[]' hebben betrekking op het aantal vakjes in de best solution.

Scenario	Oppervlakte NCP	Resterend oppervlak % in zoekgebied	Ecologische winst %
3A	10%	1,5%	6,6 (0,2-25,1) [30]
3B	15%	6,5%	15 (1,3-35,1) [108]



Figuur 10 Kaart scenario 3A (10% -1 zone met visserij (2006-2011)). Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).



Figuur 11 Kaart scenario 3B (15 % -1 zone met visserij (2006-2011)). Links de heatmap, rechts de "best solution" (uitleg Tabel 1).

In Tabel 9 staan de kosten weergegeven horend bij scenario 3, opgesplitst naar totaal, en aandeel Nederlandse en buitenlandse vloot bodemberoerende visserij. In de gesloten gebieden is de visserij-opbrengst 1,7 miljoen euro bij het 10% ambitieniveau en 4,1 miljoen euro bij het 15% ambitieniveau. In beide scenario's neemt de Nederlandse vloot 65% van de kosten voor haar rekening, wat ongeveer overeenkomt met de verhouding van de inspanningsverschillen. Zoals in de tekstbox op pagina 21 is vermeld, moet met een vergelijking op basis van kosten tussen de verschillende scenario's zeer terughoudend worden omgegaan.

Tabel 9 Overzicht van de totaal kosten voor scenario 3A en 3B "visserij- 1 zone" (gebaseerd op de "best solution"), opgedeeld in aandeel Nederlandse vloot en buitenlandse vloot, inclusief het totaal, uitgedrukt in EUR op basis van de jaargemiddelde opbrengst, alsmede in % aandeel.

Scenario	Ambitie NCP	% zoekgebied	Totaal (EUR)	Nederlandse vloot (EUR)	Buitenlandse vloot (EUR)
3A	10%	1,5%	1.730.000	1.130.000 (65%)	600.000 (35%)
3B	15%	6,5%	4.180.000	2.740.000 (65%)	1.450.000 (35%)

3.2.2 Scenario 4: Visserij 2006-2011 - meerdere zones

In Figuur 12 zijn de zones gepresenteerd horend bij respectievelijk 10% en 15% ambitie scenario – gericht op een oplossing met daarin meerdere zones. De heatmaps zijn dezelfde als in Figuur 10 en Figuur 11. De heatmaps geven immers het gehele overzicht van oplossingen aan. N.B. de geselecteerde variant is één mogelijke oplossing voor dit scenario, er zijn meerdere oplossingen denkbaar waarbij >1 zone wordt aangewezen. In elke oplossing wordt een andere set van gehaalde doelen en bijhorende kosten gepresenteerd. Hier wordt slechts 1 oplossing gepresenteerd, waarbij gekeken is naar de meest optimale balans.

Voor 10% ambitie is te zien dat de 1ste zone in de CO ligt, en de ander noordwestelijk op het FF wordt geplaatst.

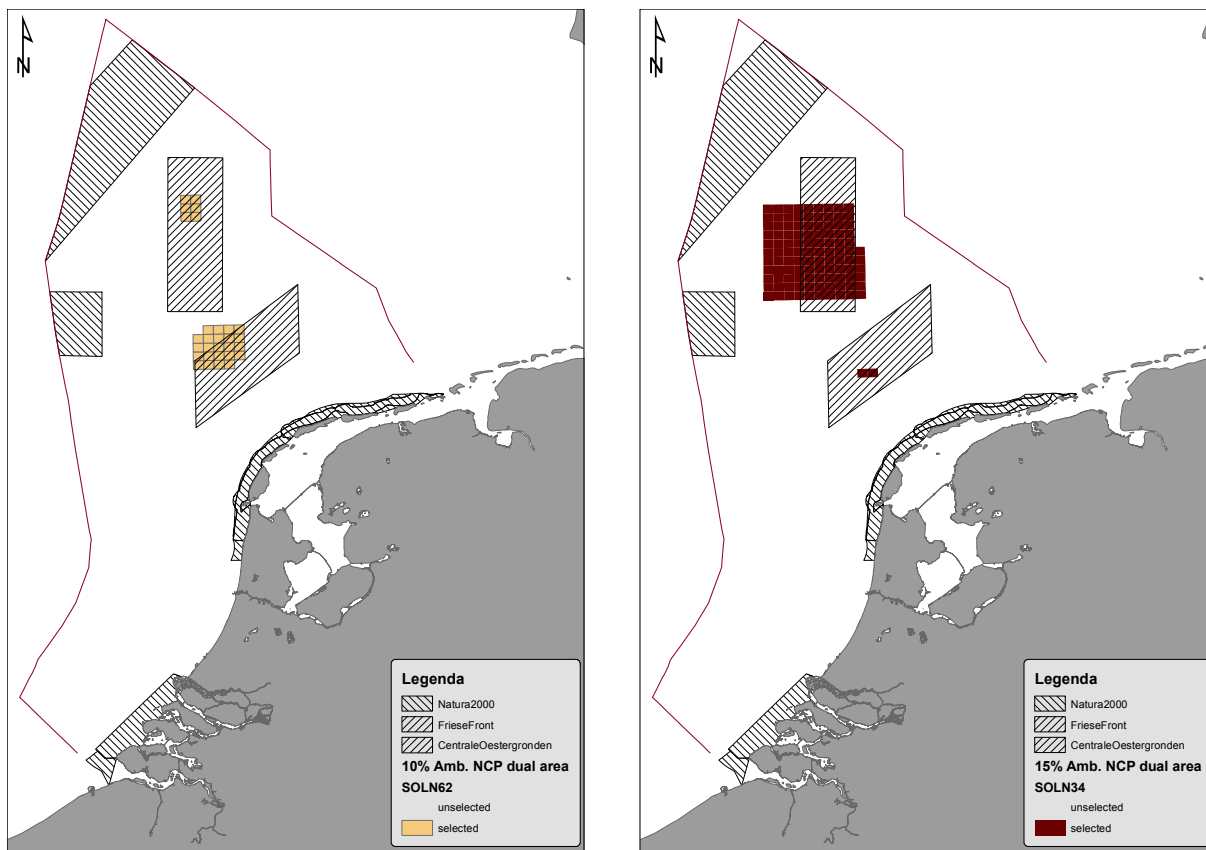
Bij 15% ambitie worden twee zones aangewezen, met name centraal op de CO en slechts een klein deel in het midden van het FF.

In de berekening horend bij 15% ambitie – meerdere zones- (Tabel 10) wordt overall 16,3% van de doelen gehaald op het NCP. In Bijlage G zijn de doelen per soort gegeven.

Daarentegen wordt bij 10% ambitie 8,9% ecologische winst gemiddeld gehaald (Tabel 10). Dit komt overeen met het feit dat er minder oppervlak toebedeeld wordt aan “ecologie” en er vanzelfsprekend minder winst behaald kan worden dan in het hogere ambitie scenario van 15%. In Bijlage G zijn de getallen per soort gegeven.

Tabel 10 Gemiddelde ecologische winst/ gehaald voor scenario 1A + 1B (alleen ecologie- 1 zone). Gemiddeld percentage over alle individuele parameters (Annex G). De waarden tussen de "(.)" zijn de min en maximale percentages en de waarde tussen de '[]' heeft betrekking op het aantal vakjes in de best solution.

Scenario	Oppervlakte NCP	Resterend oppervlak % in zoekgebied	Ecologische winst %
1A	10%	1,5%	8,9% (0,3-24,7) [29]
1B	15%	6,5%	16,3% (1,3-50,4) [107]



Figuur 12 Scenario 4A en 4B (meerdere zones met visserij). Links 10 %. Rechts gebaseerd op 15%. Bijhorende heatmaps in Figuur 10 en Figuur 11.

In Tabel 11 staan de kosten weergegeven horend bij de kaarten "optimum ecologie-visserij-meerdere zones- 10% en 15%, opgesplitst naar totaal, en aandeel Nederlandse en buitenlandse vloot bodemberoerende visserij. In de gesloten gebieden is de visserij-opbrengst 1,9 miljoen euro bij het 10% ambitieniveau en 3,0 miljoen euro bij het 15% ambitieniveau. Bij 15% ambitie neemt de Nederlandse vloot 63% van de kosten voor haar rekening, bij 10% ambitie 69%. Zoals in de tekstbox op pagina 21 is vermeld, moet met een vergelijking op basis van kosten tussen de verschillende scenario's zeer terughoudend worden omgegaan.

Tabel 11 Overzicht van de totaal kosten voor scenario 4A en 4B "visserij-meerdere zones -10 en 15%" (gebaseerd op de "best solution"), opgedeeld in aandeel Nederlandse vloot en buitenlandse vloot, inclusief het totaal, uitgedrukt in EUR op basis van de jaargemiddelde opbrengst, alsmede in % aandeel.

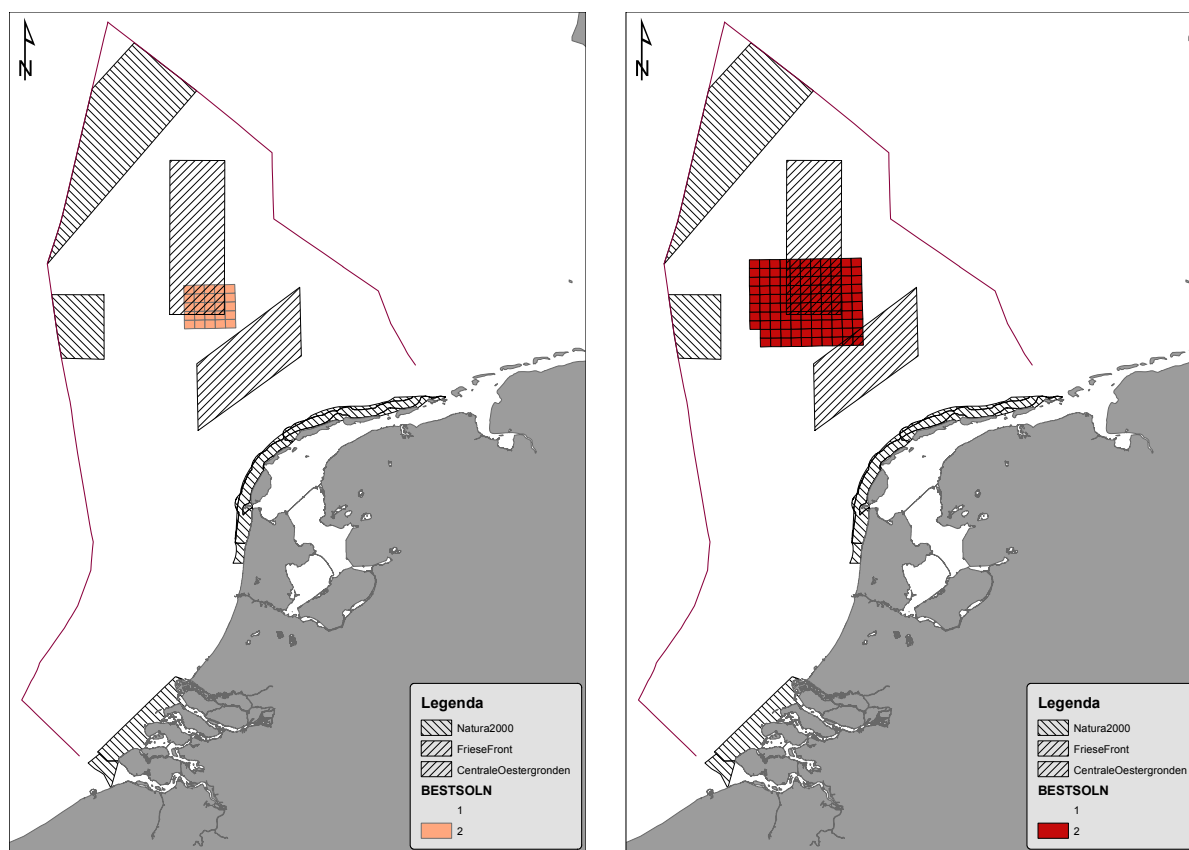
Scenario	Ambitie NCP	% zoekgebied	Totaal (EUR)	Nederlandse vloot (EUR)	Buitenlandse vloot (EUR)
4A	10%	1,5%	1.870.000	1.290.000 (69%)	570.000 (31%)
4B	15%	6,5%	3.040.000	1.910.000 (63%)	1.120.000 (37%)

3.2.3 Scenario 5: Ecologie + visserij (2011)- 1 zone

In Figuur 13 zijn de kaarten weergegeven voor scenario 5 waarbij ecologie gewogen wordt met de waarde van visserij uit 2011, in plaats van het jaargemiddelde over 2006-2011.

De aangewezen zones zijn nagenoeg gelijk aan de zones aangewezen op visserij data met jaargemiddelde over 2006 -2011. De ecologische winst is daarmee overeenkomstig en wordt niet extra weergegeven.

De kosten voor scenario 5 zijn opgenomen in Tabel 12. Vergelijken met de kosten gebaseerd op het jaargemiddelde 2006-2011 zijn de kosten gebaseerd op 2011 hoger.



Figuur 13 Kaart scenario 5. "best solution" ambitie 10% (links) en 15% (rechts), op basis van visserij data 2011.

Tabel 12 Overzicht van de totaal kosten voor scenario 5A en 5B "visserij-1 zone -10 en 15%" (gebaseerd op de "best solution"), opgedeeld in aandeel Nederlandse vloot en buitenlandse vloot, inclusief het totaal, uitgedrukt in EUR op basis van de jaargemiddelde opbrengst, alsmede in % aandeel.

Scenario	Ambitie NCP	% zoekgebied	Totaal (EUR)	Nederlandse vloot (EUR)	Buitenlandse vloot (EUR)
5A	10%	1,5%	1.640.000	1.060.000 (64%)	580.000 (36%)
5B	15%	6,5%	5.640.000	3.760.000 (67%)	1.880.000 (33%)

4 Discussie en conclusie

4.1 Mogelijkheden Marxan, nut en beperkingen

Marxan is een softwarepakket dat kan faciliteren in processen die gaan over het instellen van te beschermen gebieden. Zoals elk middel kent ook Marxan zijn toegevoegde waarde en beperkingen. De toegevoegde waarde van Marxan in processen is dat het de discussie faciliteert doordat het geografische kennis samenbrengt en afwegingen presenteert. Zodoende worden keuzes expliciet, en geeft het basis om van gedachten te wisselen. Hierin zit echter ook de beperking, want er zijn oneindig veel keuzes te maken, en hoe meer keuzes hoe minder transparant berekeningen worden. Ook zijn niet altijd alle wenselijk data voorhanden en moet er met afgeleide data worden gewerkt (proxies). De acceptatie van dergelijke afgeleide waarden behoeft soms meer toelichting (zoals in Tabel 2) of zelfs aanpassingen tijdens het proces, waardoor er meer tijd nodig is om de meest passende data te selecteren.

Alle data die in Marxan worden opgenomen, alsmede de instellingen zoals wegingsfactoren, Species Penalty Factor (SPF) en Boundary Length Modifier (BLM), en bijgestelde doelen, worden gedaan aan de hand van keuzes en overwegingen, soms ook pragmatisch van aard. Hierin is geen absolute waarheid te vinden, Marxan - met alle instellingen en in te voeren data- biedt een veelvoud van te maken keuzes en onderlinge afhankelijkheden.

Marxan is een middel om met elkaar van gedachten te wisselen over welke waarden ingebracht moeten worden, en met welke doelen. Omdat Marxan in deze studie niet in een interactief gebiedsproces is uitgevoerd, zijn er wellicht eenzijdig belichte keuzes gemaakt, niet alle wensen en beschikbare data van derden in zicht geweest. De motivatie van geselecteerde data is uitgewerkt in tabel 1. Niettemin kunnen er wenselijke gegevens ontbreken, of kan discussie ontstaan over de gemaakte keuzes.

Enkele mogelijke punten van discussie worden hieronder aangesneden:

- **Soorten.** De soorten uit van Wijnhoven et al. (2013) zijn met name van geselecteerd omdat ze goed te monitoren zijn, representatief zijn voor één of beide gebieden, en gevoelig zijn voor bodemberoering, en dus in staat zijn om de effecten van beschermingsmaatregelen te weerspiegelen. De huidige verspreiding en aanwezigheid van deze soorten is echter een resultante van jarenlange visserijdruk. Het soortenvoorkomen zal veranderen bij bodembeschermende maatregelen. Daarnaast betreffen de soortkaarten het gemiddeld voorkomen van soorten over 2006-2011, en zijn fluctuaties over de jaren soms groot. Een soortenpotentiekaart is feitelijk waar Marxan een eerlijkere vergelijking mee kan maken. Dat zou een kaart moeten zijn die aangeeft waar de soort van nature voor zou kunnen komen, op basis van de abiotische omstandigheden. Het is op dit moment echter onbekend welke soorten waar, en in welke mate tot ontwikkeling zullen komen, en dergelijke kaarten ontbreken daarom. Als substituuut zijn in deze studie abiotische kaarten toegevoegd. In Jongbloed et al. (2013) is een aanzet gegeven welke typen soorten er mogelijk tot ontwikkeling komen indien bodemberoerende visserij wordt geweerd in het zoekgebied. Bovendien kan er met ruimtelijke modelstudies een inschatting worden gemaakt. Dergelijke modellen zijn beschikbaar maar dienen voor het betreffende zoekgebied nog te worden uitgewerkt.
- In onderhavige studie werd de uitvoering van Marxan bemoeilijkt door het **ontbreken van doelen** op de ecologische input data, en zijn deze afgeleid van het ambitieniveau van de Mariene Strategie, gericht op oppervlakte. Deze doelen weerspiegelen echter niet per definitie de minimale benodigde omvang van een populatie waarbij ecosysteem functioneert en de zeebodintegriteit wordt beschermd of kan herstellen. Per soort/parameter dienen passende doelen te worden afgeleid om recht te doen aan de minimale ecologische randvoorwaarden voor

de soort zelf, alsmede eventuele randvoorwaarden in omvang die andere soorten of processen van de soort vragen.

- **Kosten** zijn in deze studie weergegeven als "opbrengst van de aanlandingen". In plaats van "opbrengst" (in Euro's) kan ook worden opgenomen "visserij-inspanning" (uren gevist per km²). Dit geeft nagenoeg eenzelfde beeld, maar geeft niet de monetaire consequenties weer.
- **Verplaatsing van visserij** naar andere gebieden bij sluiting van zones, ook wel displacement genoemd (zie volgende sectie voor meer toelichting) is een aspect waardoor de actuele waardeverlies van visserij lager ligt dan opgevoerd in deze berekeningen. Een correctie hierop is nog niet mogelijk.
- Een **gevoeligheidsanalyse** is niet uitgevoerd. De doorwerking van de verschillende instellingen zijn niet getest op gevoeligheid voor de uitkomsten. Hierbij dient te worden opgemerkt dat Marxan een uitgebreid getest model is, en in diverse literatuur in H2 dergelijke studies zijn opgenomen. Daarnaast bieden gebruikersgroepen een platform waar ervaringen worden gedeeld, die in de gebruikershandleidingen en cursussen worden opgevolgd als "best practices".

4.2 Verplaatsing van visserij

Displacement/verplaatsing van visserij betekent het verplaatsen van de visserij naar andere gebieden bij sluiting van een bepaald gebied. Dit zal in ieder geval gebeuren wanneer de totale visserij-inspanning niet afneemt. Er zijn 2 aspecten van displacement die aandacht behoeven, de "kosten/opbrengst" zoals opgenomen in Marxan, en anderzijds het netto ecologisch effect ervan.

Displacement is een factor die zorgt voor ongelijkheid in de Marxan berekeningen. Immers, we gaan uit van een visserijwaarde die verloren gaat in termen van de opbrengst van het gebied, maar feitelijk is dit niet het geval omdat de visserijopbrengst elders behaald kan worden. Het actuele waardeverlies van visserij ligt daardoor lager ligt dan opgevoerd in de berekeningen.

Een ander aspect van displacement is dat visserij in andere gebieden mogelijk kan leiden tot relatief meer visserij in gebieden waar tot op heden minder werd gevist. De hogere visserijdruk aldaar zal wellicht resulteren in meer effecten op het bodemleven, en het netto effect van sluiting op grotere geografische schaal nivelleren. Daarentegen kunnen er in de beschermde gebieden condities ontstaan die mogelijk positief zijn voor visbestanden erbuiten, met als gevolg een positieve uitwerking op de visserij. Het effect van beschermde gebieden is dientengevolge onderwerp van wetenschappelijk debat. Onder andere Greenstreet et al. (2009), Hiddink et al. (2006) bekritisieren de werkelijke effecten van gesloten gebieden, waar anderen zoals Roberts & Mason (2008) de noodzaak bepleiten en succesvolle voorbeelden aanhalen. Echter, allen noemen de condities en inrichting van gesloten gebieden als bepalende factor voor succes. Dit is dan bv. gelegen in het evenredig naar beneden bijstellen van "total allowable catch" ofwel het visquotum, maar ook de minimale omvang oppervlak te beschermen op ecosysteem-niveau.

Een kosten-batenanalyse is niet uitgevoerd met Marxan, daar zijn andere methoden voor nodig. De kosten en batenverdeling in de visserij zullen wel degelijk veranderen als gevolg van elders vissen. De feitelijke "kosten" zoals opgenomen in Marxan zijn niet gelijk aan de opbrengst van het FF of CO, maar slechts dat deel dat extra moet worden geïnvesteerd in (wellicht) verder en langer varen en vissen (meer manuren, meer diesel, etc.). De discussie over feitelijke kosten speelt niet alleen in deze studie. Recent zijn eerste stappen gezet in een onderzoek over een inschatting visserijdisplacement en gepaard gaande visserijkosten en visserijopbrengsten (Pers comm Hintzen). Wanneer resultaten beschikbaar komen is nog onduidelijk.

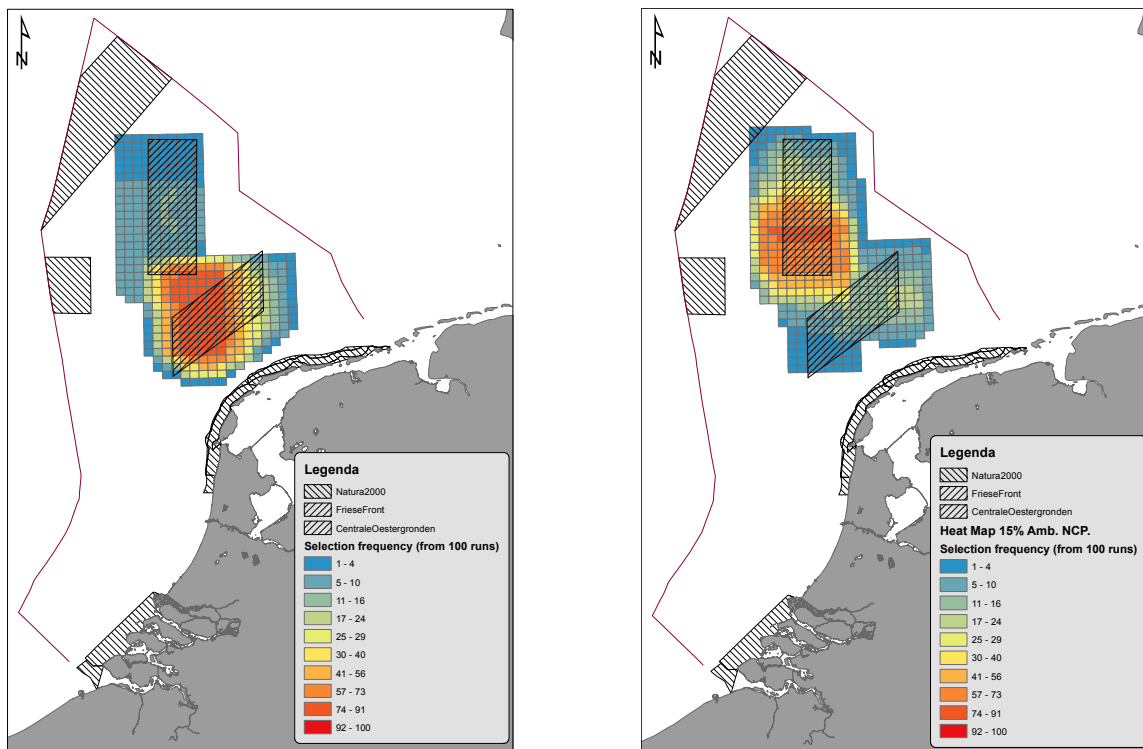
Wat de netto ecologische effecten van zonering kunnen zijn was geen onderdeel van deze studie. Een netto effect berekening is mogelijk middels modelstudies. Een schets hoe de twee gebieden zich potentieel ecologisch kunnen ontwikkelen (op basis van expert inschattingen) is terug te vinden in Slijkerman et al. (2013b). Optie is om aanvullend hierop voedselwebmodellen in te zetten en zodoende inzicht te krijgen in het netto rendement van de gesloten gebieden- zowel op bodemgemeenschap, maar ook op visbestanden.

4.3 Beste oplossing, ecologische winst en kosten

De zones weergegeven in de kaarten met "best solutions" voor alleen ecologie (scenario's 1 en 2), verschillen met de zones zoals aangegeven in de kaarten van scenario's 3, 4 en 5, die rekening houden met visserijkosten. Over het algemeen valt de "best solution" van het 10% ambitie binnen de zone voor 15%, maar niet in alle gevallen. Wanneer gekeken wordt naar de heatmaps is dat wel steeds het geval. Er wordt geadviseerd om de "best solutions" (begrenzing zone) te interpreteren in relatie tot de "heatmaps" (vakjes met de hoogste waarden), en de mogelijke variatie die de heatmaps laten zien als marge te beschouwen. De bijhorende kosten (duurder) en behaalde ecologische winst veranderen (verdeling en hoeveelheid) dan ook.

Welk scenario bepalend is voor de maatregelen (de in deze studie geschetste zones of anderen) is goeddeels arbitrair. In lijn met de doelen van de KRM - behouden van zeebodintegriteit - en in lijn met doelen die in algemeenheid gelden bij het instellen van beschermde gebieden is het belangrijkste is dat er een keuze maakt wordt, waarbij een afdoende groot oppervlak beschermd wordt. Gebaseerd op visies van diverse auteurs onder andere Greenstreet et al. (2009), Hiddink et al. (2006) en Roberts & Mason (2008) wordt bepleit dat het gebied voldoende omvang moet hebben om soorten te laten leven. Percentages die daarbij genoemd worden variëren, tussen minimaal 10 en 20% van een zee (Gell en Robert, 2003). Wanneer de reikwijdte van soorten in ogenschouw wordt genomen wordt een minimum van 30% aangehaald (Robert et al., 2006). Bij gevoelige gebieden wordt 50% voorgesteld (Roberts en Mason, 2008). Lindeboom bepleitte tijdens de Noordzeedagen 2013 een minimale omvang van gesloten gebieden, zodat deze groot genoeg kunnen zijn om herstel van biodiversiteit en populaties te verwachten. Daarbij werd tevens aangegeven dat volledige sluiting effectiever is dan her en der "half" te beschermen (Lindeboom, 2013).

Het 15% ambitie scenario komt niet overeen met de voorstellen uit de literatuur, maar sluit wel beter aan dan het 10% scenario. We bespreken de 2 heatmaps (Figuur 14) die bij de 15% scenario's horen (scenario's 1B en 3B) waarbij wordt uitgegaan van 1 aaneengesloten gebied.



Figuur 14 Heatmaps Links: 15% ambitie, ecologie geen visserij- 1 zone (scenario 1B): 5.6 M Euro/jaar: 28.8 % ecologische winst behaald. Rechts: ecologie + visserij 1 zone (scenario 3B): 4.2 M Euro/jaar: 15% ecologische winst behaald.

Indien visserij niet meegewogen wordt, en in Marxan alleen met ecologische waarden wordt gerekend, zien we dat de zone in het FF, en iets ten noorden en ten zuiden ervan ligt. Rekening houdend met visserij wordt de zone noordwaarts verschoven, en betreft het voornamelijk het zuidelijke deel van de Centrale Oestergronden. De kosten van beide scenario's zijn 5,6 miljoen/jaar indien geen rekening wordt gehouden met visserij ten opzichte van 4,2 miljoen/jaar indien wel rekening wordt gehouden met visserij. De gehaalde doelen veranderen echter ook, respectievelijk 28,8% om 15%.

Deze studie is nadrukkelijk geen kosten-batenanalyse, en uitdrukken in % per EUR leidt tot ongelijke beschouwing. Dit is dus niet van toepassing op de hier gepresenteerde data, en kan ook niet worden gedaan. Reden is onder meer dat visserijopbrengsten eventueel in een ander gebied gehaald zullen worden en inkomstenderving niet gelijk staat aan de hier gehanteerde bedragen.

4.3.1 Advies voor sluiting: optie "ecosysteembenadering"

Vanuit een ecosysteembenadering die in de KRM wordt nagestreefd (EC, 2008) is de zone (als optie uit de diverse voorbeelden), horend bij scenario 2B, de linker heatmap in Figuur 14, door de auteurs als "advies optie" aangemerkt. De zone omvat belangrijke gradiënten in bodem, hydrografie en ecologie. In deze optie worden de Oestergronden en het Friese Front aaneengesloten wat effectiever wordt verondersteld dan losse kleinere gebieden te selecteren (bv 1 in FF en 1 in CO).

Dit gebied beslaat het tevens de regio waarin het hydrografisch front "kwispelt"⁷ en omvat het de weerslag daarvan op het benthisch systeem via sturende factoren dit gebied (zoals verhoogde primaire productie). Door locatie en omvang van het gebied ligt het tevens gunstig voor wat betreft diens functie naar hogere trofische niveaus (bv. vogel foerageergebied). Daarnaast maakt de noord-zuid-lengte van deze selectie het gebied ook robuuster voor fauna verschuivingen t.o.v. meerjarige veranderingen in klimaat en weersystemen (analoog aan het front dat geen exacte grenzen kent beweegt over dit gebied).

Welke natuur zich mogelijk concreet ontwikkelt na vrijwaren van bodemberoerende visserij in het Friese Front enerzijds en in de Centrale Oestergronde anderzijds wordt geschetst in Jongbloed et al. (2013). Hierbij wordt samengevat welke potentie verwacht wordt voor langlevende soorten, epifauna, en de kans op een hogere diversiteit. Er wordt waarschijnlijk maximale ecologische winst behaald omdat het gebied dat in het Friese Front ligt nu tot de zwaardere beviste gebieden van het NCP behoort, en herstel kan optreden. Voedselwebstudies kunnen aanvullend inzicht geven in de maatregeleffectiviteit op een selectie van soortgroepen, waaronder benthische soortgroepen als ook visbestanden (Van Denderen et al., 2013).

Een lichte verstoring door visserij zou voor de ontstane ecologie grote effecten kunnen hebben en herstel teniet doen. In dat kader sluit de ligging en vorm van het gebied aan bij een praktijk waarbij het toezien op de bescherming gemakkelijker wordt. Eén groot, rechthoekig gebied dat gesloten is voor visserij is immers beter te controleren dan meerdere, grillig gevormde gebieden.

4.4 Aanbevelingen voor kennisontwikkeling en opties in Marxan

Een aantal genoemde kennislücken zijn beperkend voor de optimale uitvoering van Marxan, maar ook in algemene zin bij het instellen van beschermde gebieden en de discussie hieromtrent.

Deze aspecten zijn in de tekst al eerder genoemd, maar hier nog even kort samengevat:

- Input van sectoren. In deze studie is getracht zoveel mogelijk data toe te passen die recht doen aan de vraagstelling, en zijn er een vijftal scenario's uitgewerkt. Hierbij hebben we rekening gehouden met de gebiedskenmerken, en wat er voor ons beschikbaar was voor zowel ecologische parameters, alsmede de visserijdata. Het kan zijn dat er vanuit zowel visserij sector als NGO's aanvullende suggesties zijn om op te nemen in vervolgstudies. Hierbij kan men denken aan de selectie van parameters, of opties voor typen scenario's (waarbij diverse instellingen kunnen worden veranderd).
- Het ontbreken van soorten potentie kaarten. Met behulp van voedselweb-modelstudies kunnen effecten van sluiting worden doorgerekend, op een aantal categorieën organismen. Dergelijke resultaten zijn een 1e aanzet voor het toepassen van "potentie kaarten" in Marxan.
- Ontbreken van doelen per soort. In de huidige Mariene Strategie worden geen concrete doelen voor soorten beschreven. In deze studie is daarom een oppervlakte-doel opgenomen. Het afleiden van passende doelen per soort in plaats van oppervlakte doet meer recht aan de ecologische randvoorwaarden van soorten en/of habitats. Functioneren van een soort enerzijds, of ecosysteem functioneren anderzijds kunnen basisprincipes zijn voor de afleiding van dergelijke doelen.

⁷ Het hydrografisch front dat kenmerkend is voor het Friese Front varieert qua locatie in ruimte en tijd-het beweegt zich binnen bepaalde grenzen op en rond de "getekende" begrenzing van het Friese front. De beweging wordt hier "kwispelen" genoemd.

Deze studie geeft slechts een vijftal mogelijke scenario's weer. Ten behoeve van Marxan berekeningen zijn er nog een aantal overwegingen om op te nemen in vervolgstudies.

- Transparantie: Marxan is een multi-criteria analyse techniek, en kent veel verschillende opties in de instellingen. De veelheid aan instellingsmogelijkheden en opwerkingen zijn onder meer nodig om data in te voeren, onderling te wegen en de randvoorwaarden voor een analyse te bepalen. Dit is met name de sterkte van de techniek. Door de veelvoud aan "knoppen" en instellingen kan echter de transparantie van de eindresultaten voor een buitenstaander afnemen, en dit is een kritisch punt bij het gebruik van Marxan. Een oplossing is om voor een eenvoudigere multi-criteria analyse te kiezen, bijvoorbeeld in excell of een GIS softwarepakket, of dit deel te laten uitmaken voor een voorstudie. In een voorstudie kan dan een ruimtelijke data-analyse plaats vinden op de input-data en inzicht worden verkregen in bijvoorbeeld welke data sturend zijn of juist niet. Dergelijke aanvulling kan ondersteunend zijn op de analyses met Marxan. De beperking is echter de omvang van de hoeveelheid data die opgenomen kunnen worden, een beperktere set aan data kan worden opgenomen om tot onderscheidende resultaat te komen (ervaringen in uitwerkingen van Bos et al., 2011).
- Zoekgebied: In deze studie is een aangesloten gebied rond FF en CO opgenomen. In vervolgstudies kunnen de begrenzingen van Friese Front en Centrale Oestergronden worden opgenomen, zodanig dat er alleen gezocht wordt binnen deze 2 gebieden.
- Schalen van parameters: in deze studie is er een weging aangebracht om de 3 sets van ecologische parameters met elkaar in balans te brengen (vóór de analyse) (zie 2.1.6). In een opvolgende studie is het mogelijk om bijvoorbeeld ook tussen de sets onderling, of binnen de set van parameters onderscheid te maken. Deze keuze kan op bv gebaseerd zijn op ongelijkheid in ecologische relevantie (soort x zwaarder laten meewegen dan soort y), of onderscheid te maken naar acceptatie van data (type bemonstering), en onderscheidend vermogen in data.
- Schaal van doelstellingen: In deze studie zijn de doelen uitgedrukt op NCP schaal. Soorten houden zich echter niet aan landsgrenzen, en het kan worden overwogen of doelen per soort op Noordzee schaal uitgedrukt dienen te worden i.p.v. op NCP schaal

5 Referenties

- Ball, I.R., H.P. Possingham, and M. Watts. (2009) Marxan and relatives: Software for spatial conservation prioritisation. Chapter 14: Pages 185-195 in Spatial conservation prioritisation: Quantitative methods and computational tools. Eds Moilanen, A., K.A. Wilson, and H.P. Possingham. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Bos OG, Witbaard R, Lavaleye M, Van Moorsel G, Teal LR, Van Hal R, Van der Hammen T, Ter Hofstede R, Van Bemmelen R, Witte RH, Geelhoed S, Dijkman EM (2011) Biodiversity hotspots on the Dutch Continental Shelf: A Marine Strategy Framework Directive perspective (<http://edepot.wur.nl/174045>). Imares rapport C071/11.
- EC, 2008. Marine strategy framework directive (2008/56/EC).
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:164:0019:0040:EN:PDF>
- Denderen, P.D. van , Kooten, T. van , Rijnsdorp, A.D. (2013) When does fishing lead to more fish? Community consequences of bottom trawl fisheries in demersal food webs. Proceedings of the Royal Society. B: Biological Sciences 280 (2013)1769. - ISSN 0962-8452 - p. 9.
- Gell, F.R. and C.M. Roberts (2003) Benefits beyond boundaries: the fishery effects of marine reserves and fishery closures. Trends in Ecology and Evolution 18: 448-455
- Greenstreet, S.P.R.; Fraser, H.M.; Piet, G.J. (2009). Using MPAs to address regional-scale ecological objectives in the North Sea: modelling the effects of fishing effort displacement. ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer 66(1): 90-100
- Hamon, K.G.; Oostenbrugge, J.A.E. van; Bartelings, H. (2013) Fishing activities on the Frisian Front and the Cleaver Bank; Historic developments and effects of management. LEI Memorandum 13-050-May 2013 Project code 2272000339. LEI Wageningen UR, The Hague
- Hiddink, J.G.; Hutton, T.; Jennings, S.; Kaiser, M.J. (2006) Predicting the effects of area closures and fishing effort restrictions on the production, biomass, and species richness of benthic invertebrate communities. ICES J. Mar. Sci./J. Cons. int. Explor. Mer 63: 822-830
- Jongbloed, RJ, DME Slijkerman, R. Witbaard (2013). Toekomstige ontwikkeling Friese front en Centrale Oestergronden in relatie tot bodemberoerende visserij. Verslag van een expert workshop. IMARES rapport C212/13
- Lavaleye, M. (2000). Karakteristieke macrobenthos levensgemeenschappen van het NCP & Trendanalyse van de macrobenthos diversiteit van de Oestergronden en het Friese Front (1991-1998). Rapport Ecosysteemdelen Noordzee. den Burg, NIOZ-Directie Natuurbeheer van LNV: 25pp
- Lavaleye, M.S.S., H. J. Lindeboom and M. J. N. Bergman (2000). Macro-benthos van het NCP. Rapport Ecosysteemdelen van het NCP. NIOZ rapport 2000-4. Den Burg, NIOZ/Directie wetenschap en Kennisoverdracht van LNV: 65pp.
- Lindeboom, H. (2013) Wat beschermen zeereservaten eigenlijk in de Nederlandse Noordzee? Bionieuws 17, 26-10-2013
- Oostenbrugge, J.A.E. van; Bartelings, H.; Hamon, K.G. (2013) Fishing activities on the Central Oyster Grounds 2006-2011. LEI Memorandum 13-049 - 45 p. May 2013 Project code 2272000339. LEI Wageningen UR, The Hague
- Roberts, CM, Reynolds, JD, Côté, IM, Hawkins, JP (2006). 'Redesigning coral reef conservation'. In: Côté, IM and Reynolds, JD (ed.) Coral Reef Conservation. Pages 515-537. Cambridge University Press.
- Roberts C. M. and L. C. Mason (2008) Return to Abundance: A Case for Marine Reserves in the North Sea. A report by University of York. March 2008

- Segan, D.B., E.T. Game, M.E. Watts, R.R. Stewart, H.P. Possingham. (2011) An interoperable decision support tool for conservation planning. *Environmental Modelling & Software*, doi:10.1016/j.envsoft.2011.08.002
- Slijkerman D.M.E., O.G. Bos, J.T. van der Wal, J.E. Tamis & P. de Vries (2013) Zeebodintegriteit en visserij op het Friese Front en de Centrale Oestergronden- Beschikbare kennis en 1e uitwerkingen . Imares Rapport C078/13
- Watts, M.E, I.R. Ball, R.R. Stewart, C.J. Klein, K. Wilson, C. Steinback, R. Lourival, L. Kircher, H.P. Possingham. (2009) Marxan with Zones: software for optimal conservation based land- and sea-use zoning, *Environmental Modelling & Software* (2009), doi:10.1016/j.envsoft.2009.06.005
- Van Dijk, T. A. G. P., Van der Tak, C., De Boer, W.P., Kleuskens, M.H.P., Doornenbal, P.J., Noorlandt, R.P. and Marges, V.C. (2011). The scientific validation of the hydrographic survey policy of the Netherlands Hydrographic Office, Royal Netherlands Navy. Deltares report 1201907-000-BGS-0008, 165 pp.
- Vreugdenhil, D., Terborgh, J., Cleef, A.M., Sinitsyn, M., Boere, G.D., Archaga, V.L., Prins, H.H.T. (2003). Comprehensive Protected Areas System Composition and Monitoring. WICE, USA, Shepherdstown, 106 pp.
- Wijnhoven, S., Duineveld, G., Lavaleye, M., Craeymeersch, J., Troost, K., van Asch, M., (2013) Kader Richtlijn Marien indicatoren Noordzee; Naar een uitgebalanceerde selectie van indicator soorten ter evaluatie van habitats en gebieden. Monitor Taskforce Publication Series 2013 – 02. NIOZ, Den Hoorn & Yerseke, Nederland

Kwaliteitsborging

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

Verantwoording

Rapport nummer : C005/14
Projectnummer : 4308701019

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

Akkoord: Dr. O.G. Bos
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 27 januari 2014

Akkoord: Drs. J.H.M. Schobben
Afdelingshoofd Vis

Handtekening:

Datum: 27 januari 2014

Bijlage A Ecologische indices

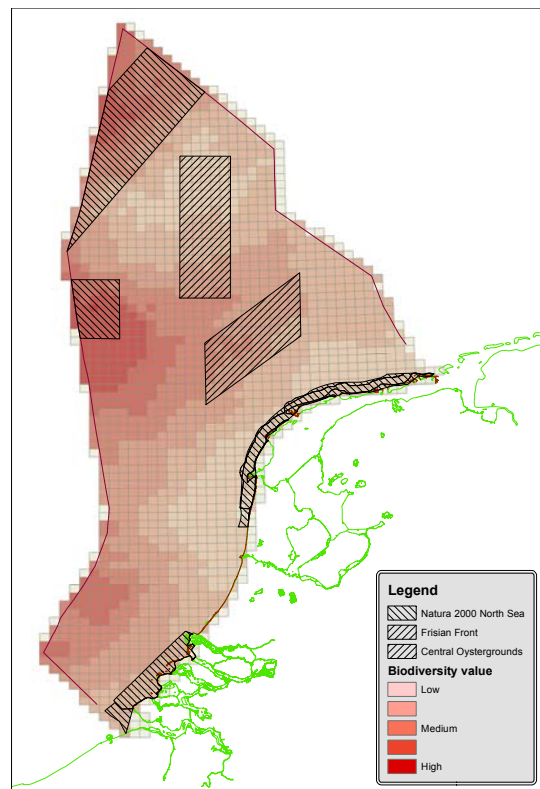
Bron: Bos et al. (2011)

Een specificatie van de vier natuurwaarden is als volgt:

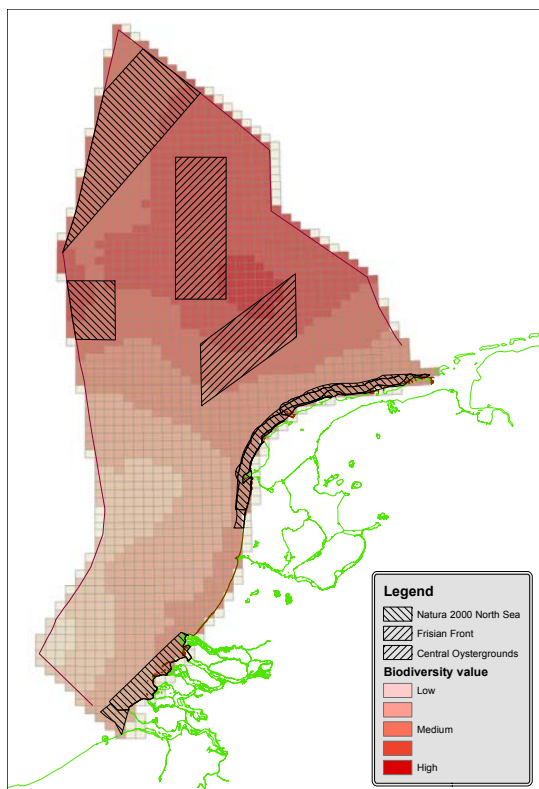
- A. Biomassa (massa per oppervlakte).
- B. Evenness (oftewel de Shannon-Wiener biodiversiteits-index, deze weegt behalve het aantal soorten, ook de 'balans' mee in de aanwezigheid van soorten. Indien alle soorten met een gelijk aantal individuen voorkomen is de index hoog. Als weliswaar veel soorten voorkomen, maar slechts enkele soorten zijn sterk dominant, dan is de index lager.
- C. Aantal aanwezige soorten met individuele hoge biomassa (in ieder geval in potentie) (max gewicht >1000 mg AFDW/per individu) = grote soorten
- D. Aantal aanwezige soorten met een hoge maximum leeftijd (in ieder geval in potentie) (max. leeftijd >10 jaar)



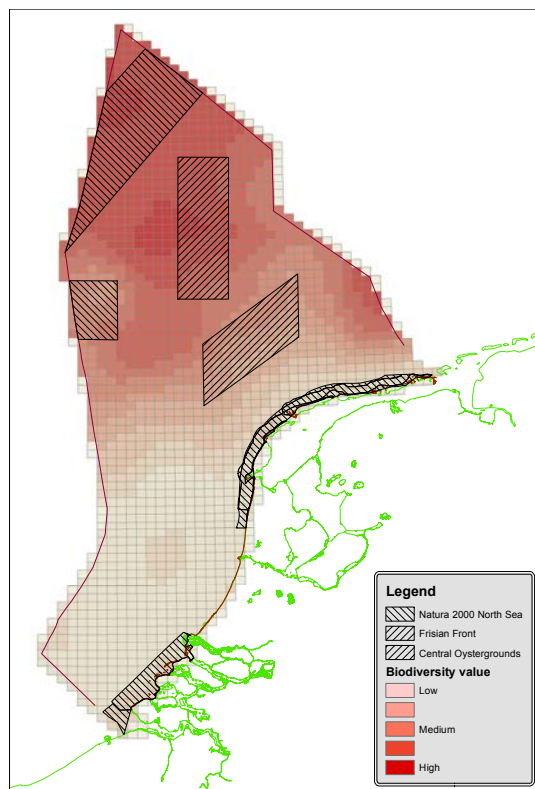
A Biomassa



B Evenness



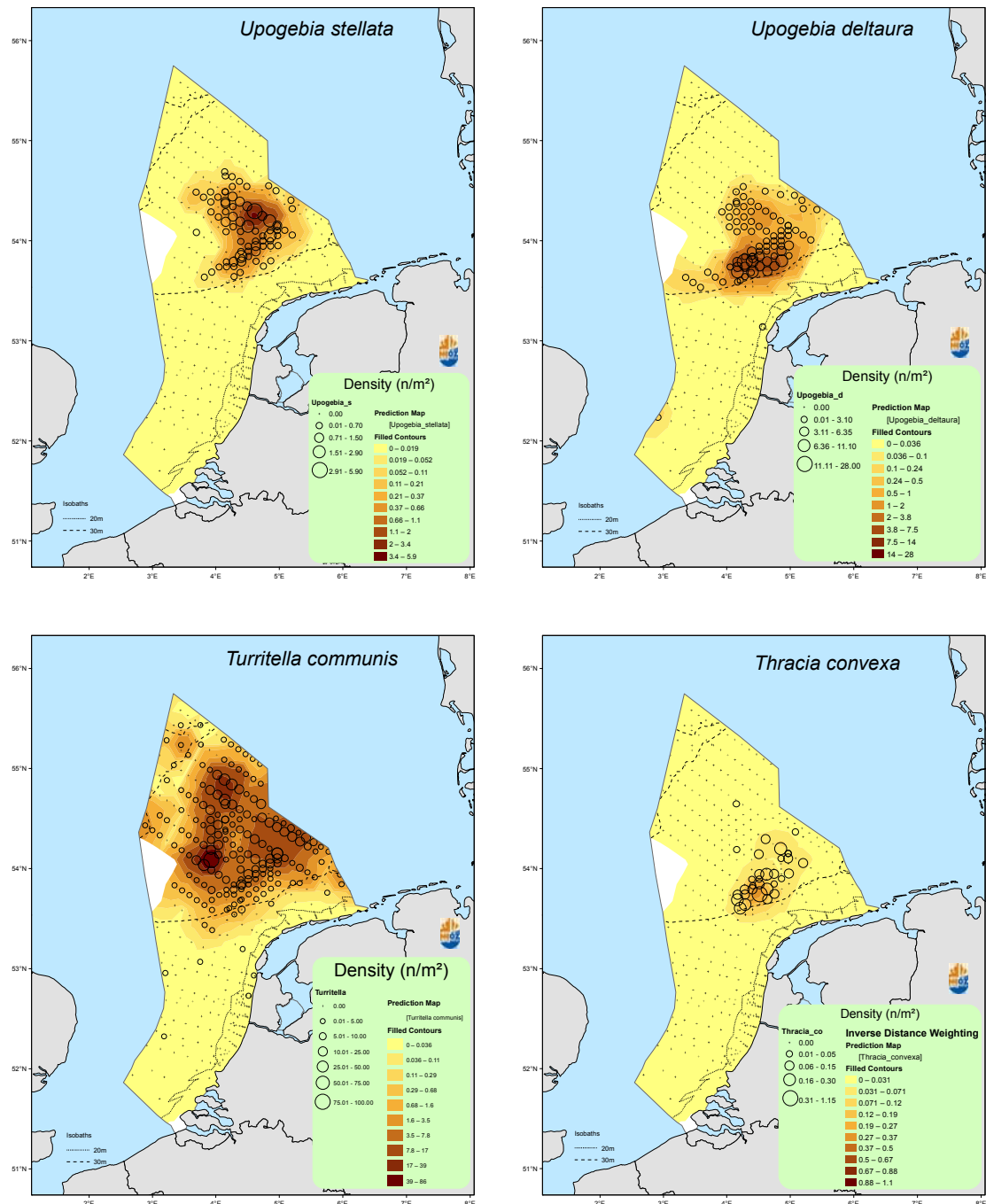
C Grote soorten

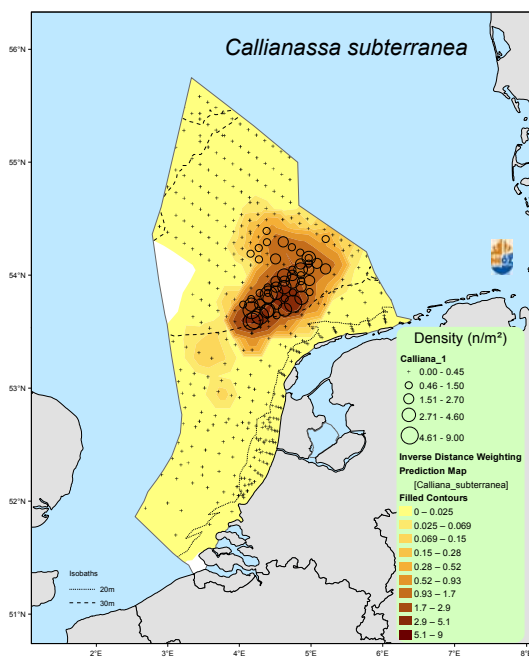
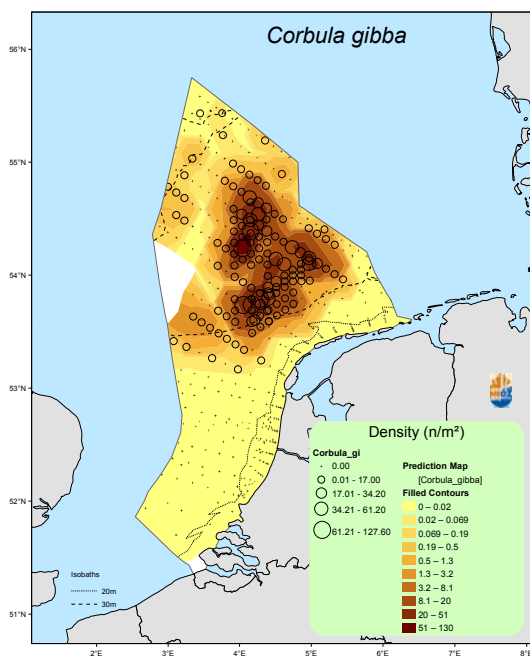
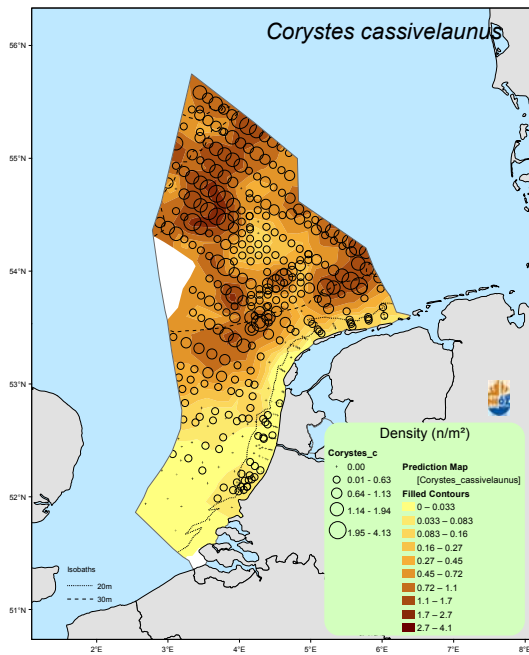
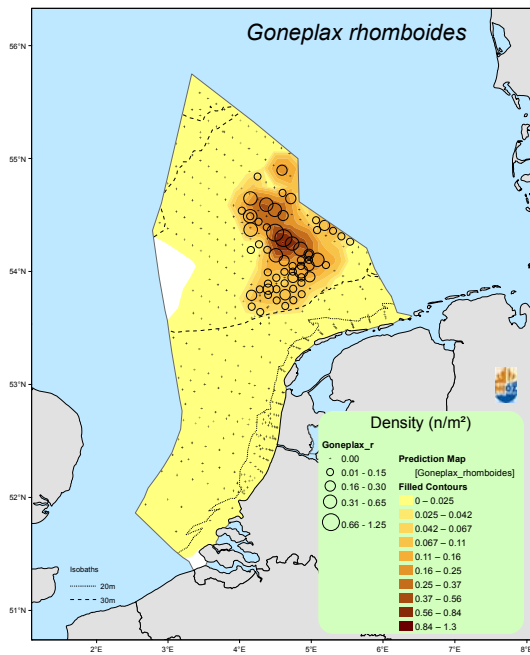


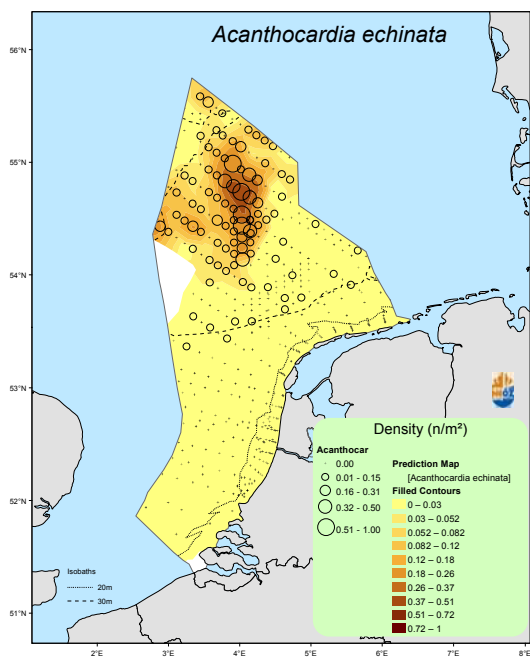
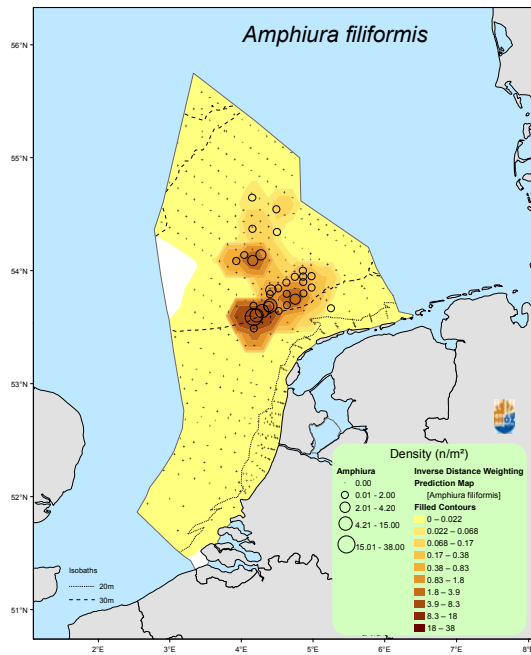
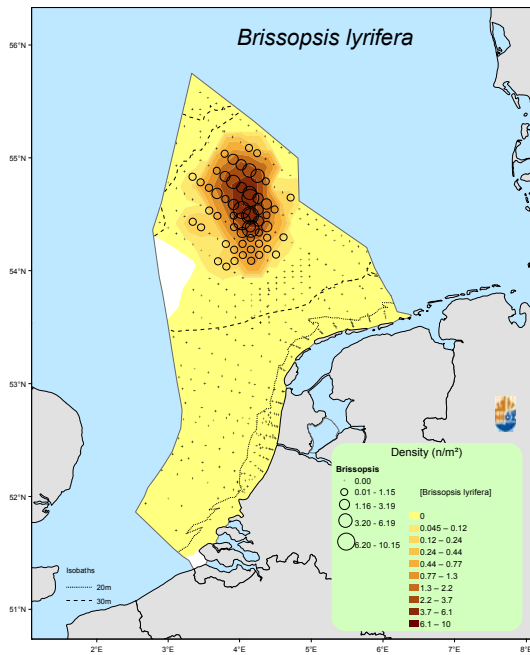
D Langlevende soorten

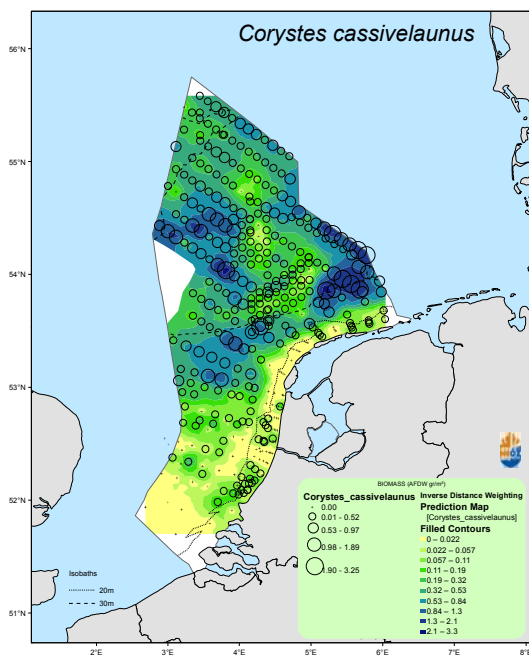
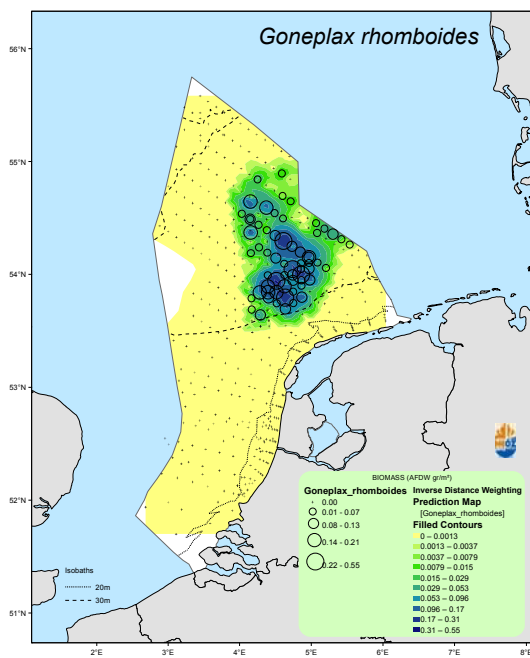
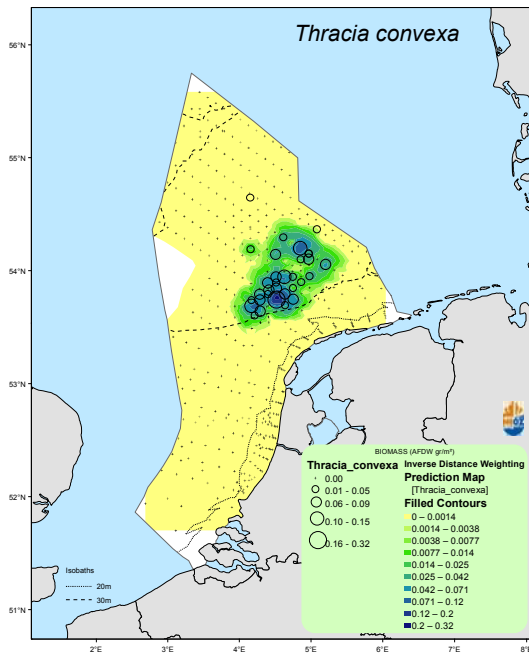
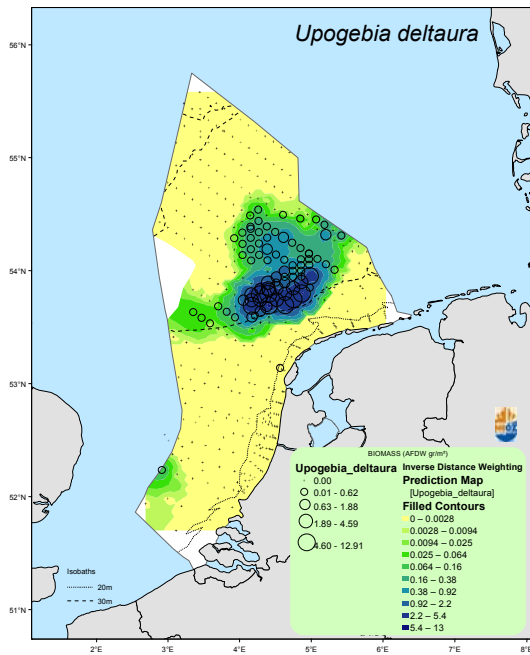
Bijlage B Ecologische waarde kaarten- NIOZ Schaafdata

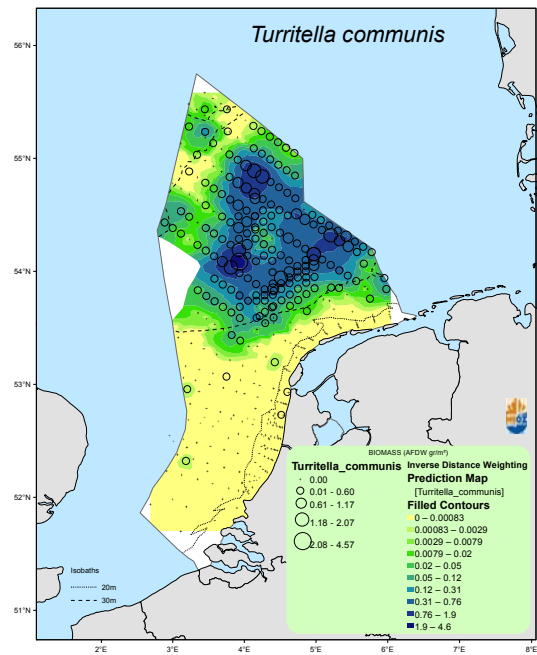
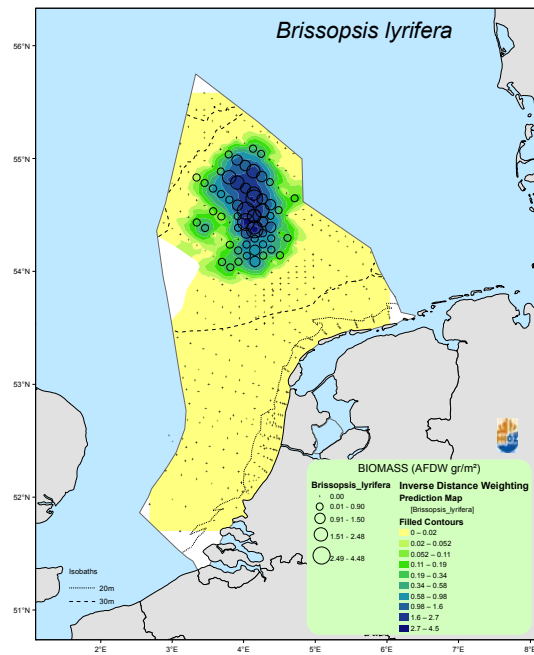
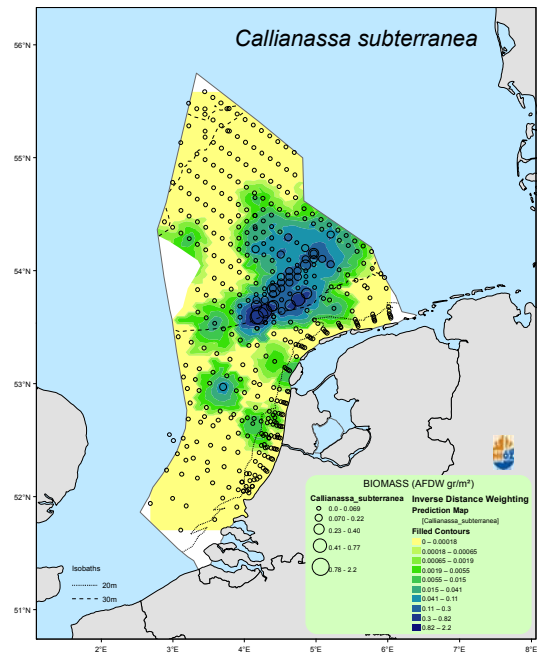
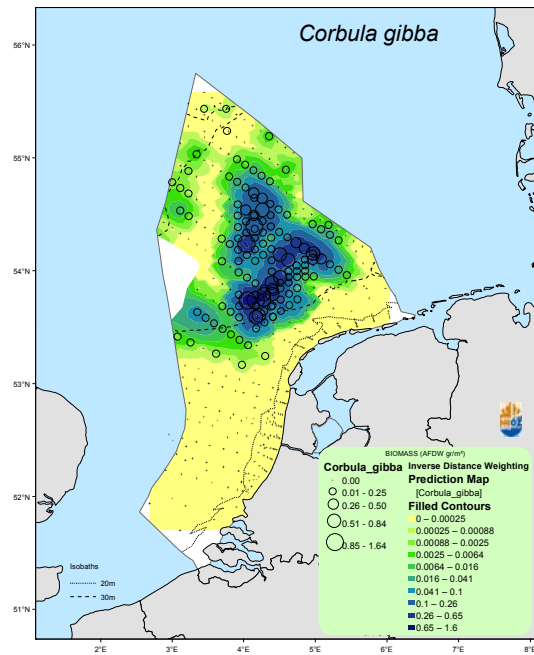
Dichtheden en biomassa voor set van kenmerkende soorten (gebaseerd op Wijnhoven et al., 2013).
Data afkomstig van schaafdata van het NIOZ.

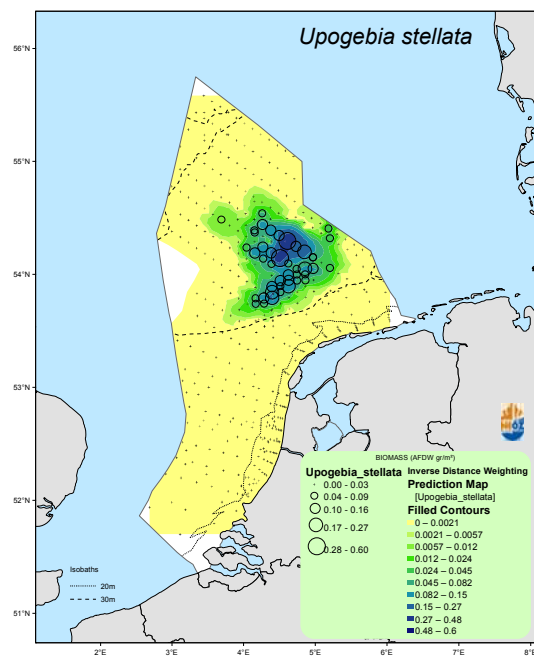
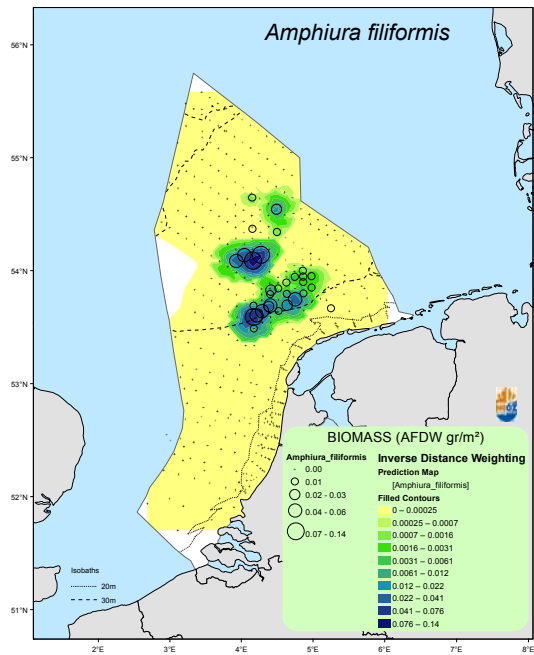
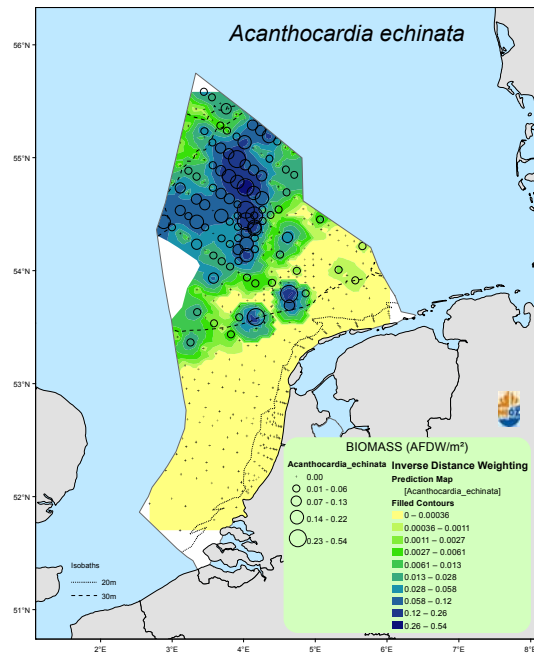




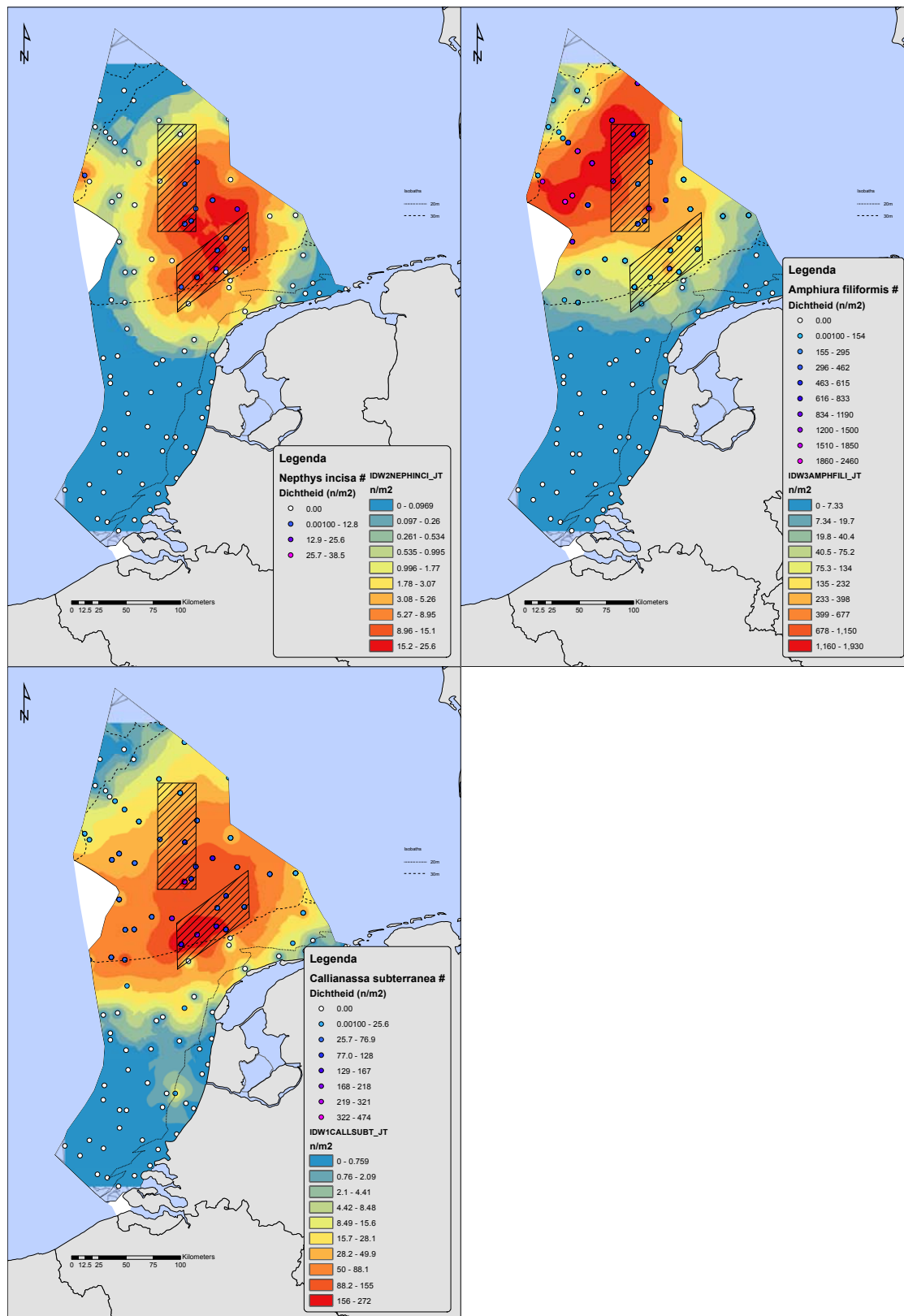








Bijlage C Ecologische waarde kaarten – MWTL boxcore



Bijlage D Ecologische waarde kaarten - abiotiek

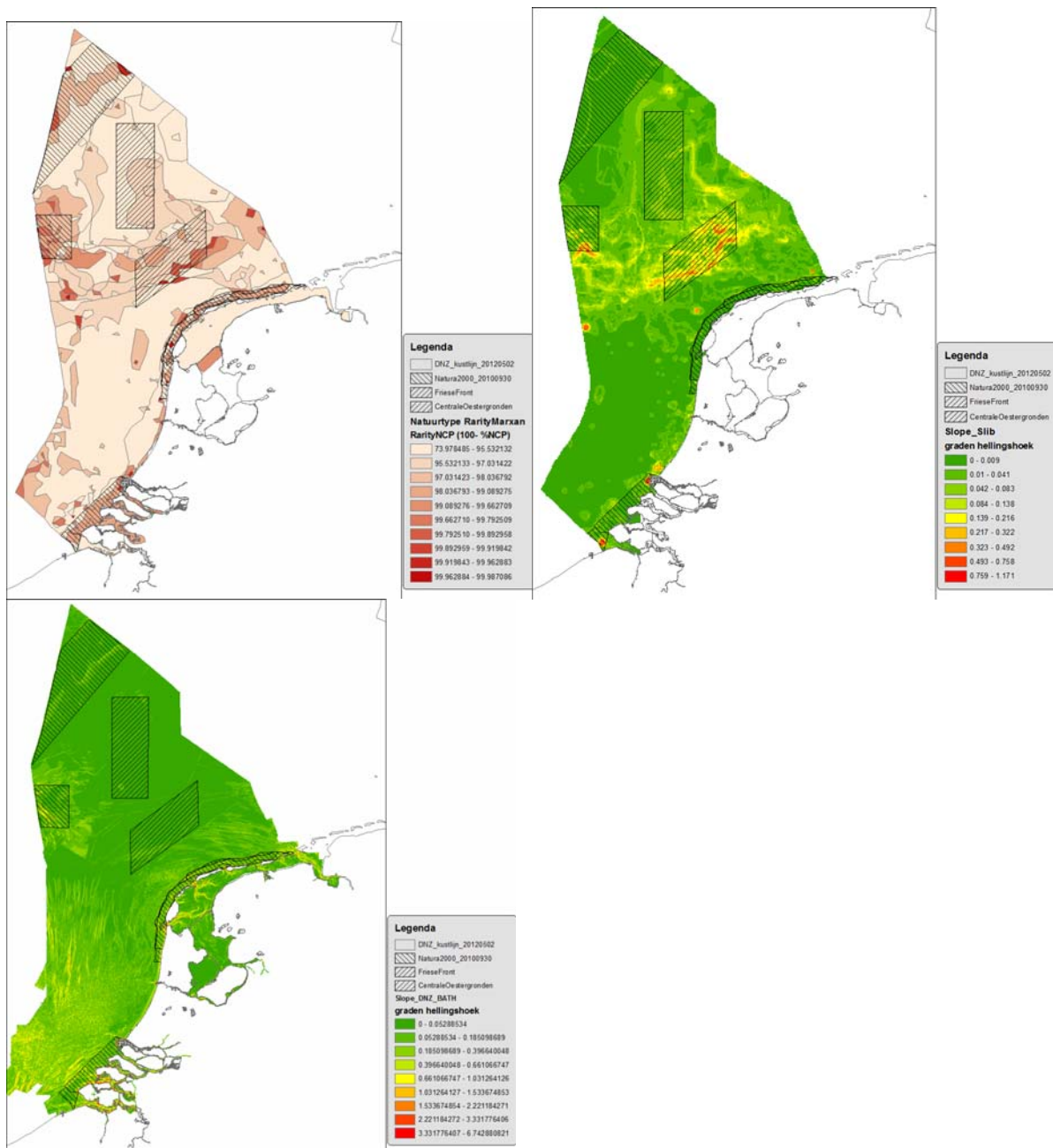
Kaarten met abiotische waarden (habitatzezaamheid (100-%NCP), hellingshoek slib en hellingshoek bathymetrie).

Bronnen :

Van Dijk et al., (2011) (diepte)

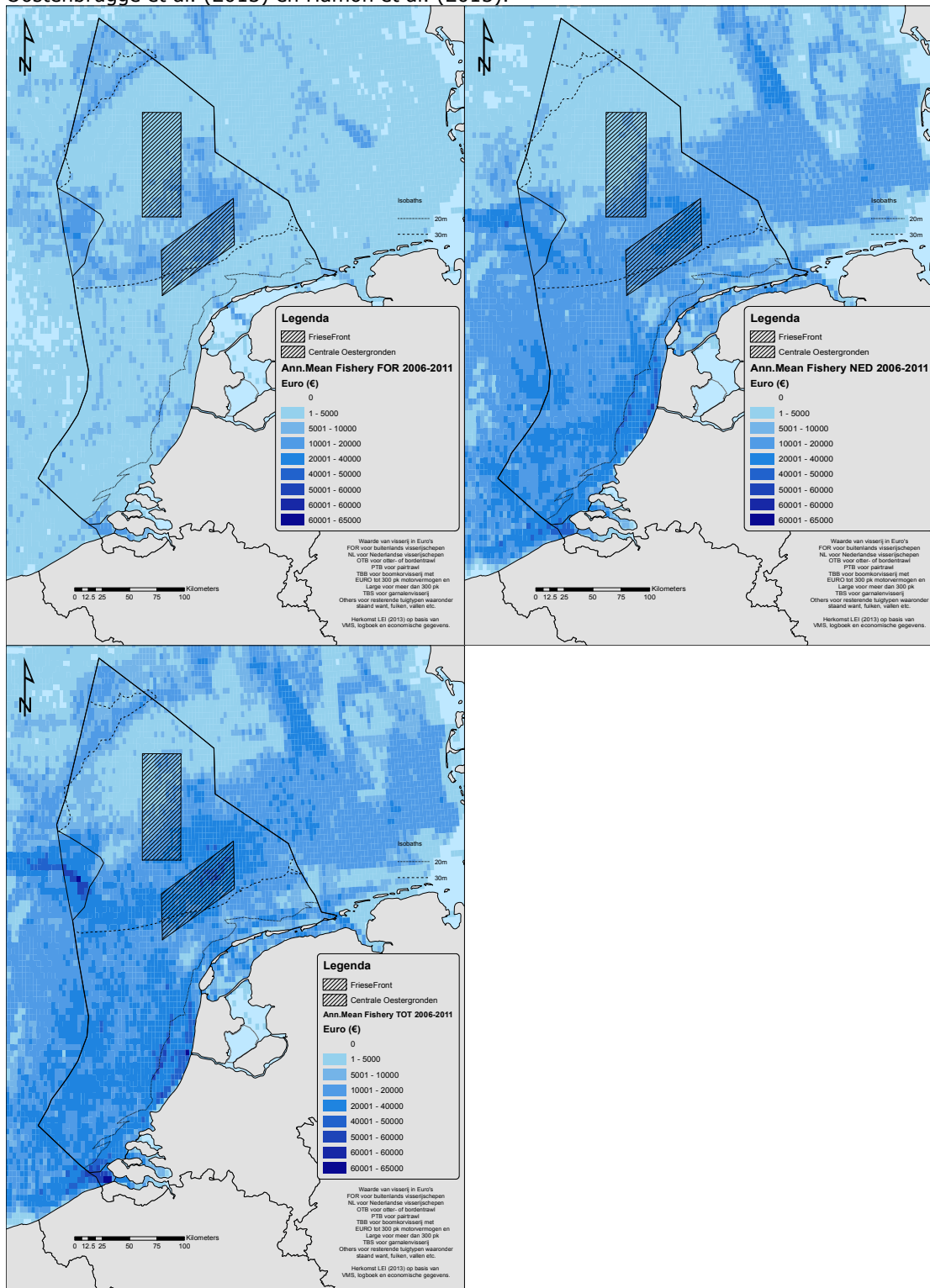
TNO-NITG in het kader van het MESH EU Interreg-programma (slib)

Bos et al., 2011 (Habitatzezaamheid)



Bijlage E Visserij waarde kaarten

Jaargemiddelde visserij over 2006-2011 voor buitenlandse vloot (FOR) samen (linksboven), Nederlandse vloot rechtsboven. Onder totaal Jaargemiddelde visserij over 2006-2011. Op basis van data uit Van Oostenbrugge et al. (2013) en Hamon et al. (2013).



Bijlage F Toelichting afkortingen

In de volgende Bijlagen worden afkorting gebruikt die in Marxan zijn toegepast (i.v.m. maximale lengte van een in te voeren naam).

Feature Name	toelichting/soort	dichtheid/biomassa
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	dichtheid
ACANECHib	<i>Acanthocardia echinata</i>	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	dichtheid
BRISLYRib	<i>Brissopsis lyrifera</i>	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	dichtheid
CORBGIBBb	<i>Corbula gibba</i>	biomassa
CORBGIBBd	<i>Corbula gibba</i>	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Turritella communis</i>	biomassa
TURRCOMMd	<i>Turritella communis</i>	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	dichtheid
RarityNCP	habitat zeldzaamheid	100- % opp.habitat/ NCP
SlopeBathy	helling diepte	graden
SlopeSilt	helling silt	graden

Bijlage G Overzicht behaalde ecologische winstpercentages

In de volgende tabellen wordt het overzicht gegeven van behaalde ecologische winst per soort voor het scenario "beste ecologie- zonder visserij", bij zowel 10% als 15% ambitie in oppervlak.

Tabel 13 Overzicht van ecologische winst ("gain") binnen het te sluiten gebied ("best solution"), als percentage van het totale aanwezige dichtheid/biomassa/etc. op het Nederlands Continentaal Plat (NCP), behaald op basis van 1000 runs horend bij scenario 1A: "Ecologie-zonder visserij", ambitie 10%- 1 zone.

	soort	% NCP	dichtheid/biomassa
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	5.1%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	0.8%	dichtheid
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	1.7%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	1.4%	dichtheid
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	0.8%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	0.9%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	16.8%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	12.6%	dichtheid
CORBGIBb	<i>Corbula gibba</i>	5.1%	biomassa
CORBGIBd	<i>Corbula gibba</i>	3.3%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	1.7%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	1.8%	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	2.0%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	0.8%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	12.3%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	18.7%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Turritella communis</i>	1.1%	biomassa
TURRCOMMd	<i>Turritella communis</i>	0.8%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	12.3%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	11.4%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	1.0%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	1.2%	dichtheid
RarityNCP	habitat zeldzaamheid	1.5%	100- % opp.habitat/ NCP
SlopeBathy	helling diepte	0.7%	graden
SlopeSilt	helling slib	4.6%	graden

Tabel 14 Overzicht van ecologische winst ("gain") behaald op basis van 1000 runs horend bij scenario 1B
 "Ecologie- zonder visserij" ambitie 15%- 1 zone. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

	soort	% NCP	dichtheid/biomassa
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	30.0%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	4.7%	dichtheid
ACANECHib	<i>Acanthocardia echinata</i>	5.7%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	2.2%	dichtheid
BRISLYRib	<i>Brissopsis lyrifera</i>	2.2%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	1.1%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	59.7%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	63.0%	dichtheid
CORBGIBBb	<i>Corbula gibba</i>	35.8%	biomassa
CORBGIBBd	<i>Corbula gibba</i>	32.3%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	4.3%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	5.5%	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	51.3%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	20.8%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	65.1%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	64.8%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Turritella communis</i>	13.9%	biomassa
TURRCOMMd	<i>Turritella communis</i>	11.8%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	77.2%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	71.7%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	33.7%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	28.9%	dichtheid
RarityNCP	habitat-zeldzaamheid	7.2%	100- % opp.habitat/ NCP
SlopeBathy	helling diepte	1.9%	graden
SlopeSilt	helling silt	25.8%	graden

Tabel 15 Overzicht van ecologische winst ("gain") per soort behaald op basis van 100 runs van Marxan horend bij scenario 2A Geen visserij ambitie 10%- meerdere zones. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

afkorting	soort	%NCP	dichtheid/biomassa
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	3.12%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	2.47%	dichtheid
ACANECHib	<i>Acanthocardia echinata</i>	3.13%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	1.60%	dichtheid
BRISLYRib	<i>Brissopsis lyrifera</i>	2.87%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	1.68%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	26.93%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	27.17%	dichtheid
CORBGIBBb	<i>Corbula gibba</i>	13.32%	biomassa
CORBGIBBd	<i>Corbula gibba</i>	8.58%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	0.82%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	1.14%	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	14.97%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	13.62%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	32.79%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	29.88%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Torricelli communism</i>	3.01%	biomassa
TURRCOMMb	<i>Torricelli communis</i>	2.91%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	32.51%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	28.71%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	18.73%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	26.00%	dichtheid
RarityNCP	habitat zeldzaamheid	1.69%	100- % opp.habitat/ NCP
SlopeBathy	helling diepte	0.35%	graden
SlopeSilt	helling silt	6.80%	graden

Tabel 16 Overzicht van ecologische winst ("gain") behaald op basis van 100 runs horend bij scenario 2B: Ecologie zonder visserij", ambitie 15%- meerdere zones. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

	soort	% NCP	dichtheid/biomassa
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	14.90%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	9.40%	dichtheid
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	20.20%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	16.70%	dichtheid
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	33.90%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	35.80%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	60.40%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	66.70%	dichtheid
CORBGIBb	<i>Corbula gibba</i>	52.20%	biomassa
CORBGIBd	<i>Corbula gibba</i>	34.30%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	4.10%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	5.20%	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	57.90%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	46.40%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	73.20%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	61.60%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Torricelli communis</i>	19.60%	biomassa
TURRCOMMd	<i>Torricelli communis</i>	18.80%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	73.50%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	67.30%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	59.90%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	62.70%	dichtheid
RarityNCP	habitat-zeldzaamheid	6.90%	100- % opp.habitat/ NCP
SlopeBathy	helling diepte	1.40%	graden
SlopeSilt	helling slib	21.30%	graden

Tabel 17 Overzicht van ecologische winst ("gain") behaald in de best solution horend bij scenario 3A "met visserij", ambitie 10%- 1 zone. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

afkorting	Naam soort	% gehaald	dichtheid/biomassa
ContribBM	Biomassa	2.1%	
ContribLS	Langlevende soorten	2.5%	
ContribOS	Grote soorten	2.8%	
<u>ContribEV</u>	Evenness	1.6%	
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	8.3%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	3.5%	dichtheid
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	3.2%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	3.1%	dichtheid
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	13.3%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	11.4%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	4.4%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	5.4%	dichtheid
CORBGIBBb	<i>Corbula gibba</i>	8.9%	biomassa
CORBGIBDd	<i>Corbula gibba</i>	10.3%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	0.8%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	0.6%	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	12.1%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	20.5%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	3.7%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	3.2%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Torricelli communis</i>	3.2%	biomassa
TURRCOMMd	<i>Torricelli communis</i>	3.4%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	3.6%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	5.2%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	23.9%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	25.1%	dichtheid
RarityNCP	habitat zeldzaamheid	1.9%	100- % opp.habitat/ NCP
<u>SlopeBathy</u>	helling diepte	0.2%	graden
SlopeSilt	helling slib	2.3%	graden

Tabel 18 Overzicht van ecologische winst ("gain") behaald op in de best solution basis horend bij scenario 3B "visserij", ambitie 15%- 1 zone. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

afkorting	Naam soort	% gehaald	dichtheid/biomassa
<u>ContribBM</u>	Biomassa	7.1%	
<u>ContribLS</u>	Langlevende soorten	8.7%	
<u>ContribOS</u>	Grote soorten	10.3%	
<u>ContribEV</u>	Evenness	6.4%	
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	21.4%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	14.8%	dichtheid
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	14.0%	biomassa
<u>ACANECHId</u>	<i>Acanthocardia echinata</i>	15.6%	dichtheid
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	31.2%	biomassa
<u>BRISLYRId</u>	<i>Brissopsis lyrifera</i>	25.0%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	7.5%	biomassa
<u>CALLSUBTd</u>	<i>Callianassa subterranea</i>	8.8%	dichtheid
<u>CORBGIBBb</u>	<i>Corbula gibba</i>	23.2%	biomassa
<u>CORBGIBBd</u>	<i>Corbula gibba</i>	26.8%	dichtheid
<u>CORYCASSb</u>	<i>Corystus cassivelaunus</i>	8.6%	biomassa
<u>CORYCASSd</u>	<i>Corystus cassivelaunus</i>	7.2%	dichtheid
<u>GONERHOMb</u>	<i>Goneplax rhomboides</i>	14.2%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	19.4%	dichtheid
<u>THRACONVb</u>	<i>Thracia convexa</i>	7.3%	biomassa
<u>THRACONVd</u>	<i>Thracia convexa</i>	6.1%	dichtheid
<u>TURRCOMMb</u>	<i>Torricelli communis</i>	24.7%	biomassa
<u>TURRCOMMd</u>	<i>Torricelli communis</i>	25.7%	dichtheid
<u>UPOGDELTb</u>	<i>Upogebia deltaura</i>	6.8%	biomassa
<u>UPOGDELTd</u>	<i>Upogebia deltaura</i>	9.1%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	35.1%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	33.5%	dichtheid
<u>RarityNCP</u>	habitat-zeldzaamheid	6.5%	100- % opp.habitat/ NCP
<u>SlopeBathy</u>	helling diepte	1.3%	graden
<u>SlopeSilt</u>	helling slib	7.7%	graden

Tabel 19 Overzicht van ecologische winst ("gain") behaald op in de best solution basis horend bij scenario 4A: "met visserij", oppervlakte ambitie 10%- meerdere zones. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

afkorting	Naam soort	% gehaald	dichtheid/biomassa
ContribBM	Biomassa	2.0%	
ContribLS	Langlevende soorten	2.3%	
ContribOS		2.3%	
<u>ContribEV</u>	Evenness	1.8%	
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	6.7%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	2.3%	dichtheid
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	3.4%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	3.8%	dichtheid
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	7.0%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	9.3%	dichtheid
CALLSUBTb	<i>Callianassa subterranea</i>	6.4%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	10.5%	dichtheid
CORBGIBBb	<i>Corbula gibba</i>	16.2%	biomassa
CORBGIBBd	<i>Corbula gibba</i>	14.8%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	1.2%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	1.6%	dichtheid
GONERHOMb	<i>Goneplax rhomboides</i>	17.2%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	5.7%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	17.6%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	13.4%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Torricelli communis</i>	6.6%	biomassa
TURRCOMMd	<i>Torricelli communis</i>	5.9%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	21.8%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	24.7%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	11.0%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	8.9%	dichtheid
RarityNCP	habitat zeldzaamheid	1.8%	100- % opp.habitat/ NCP
<u>SlopeBathy</u>	helling diepte	0.3%	graden
SlopeSilt	helling slib	3.6%	graden

Tabel 20 Overzicht van ecologische winst ("gain") behaald in de best solution basis horend bij scenario 4B "met visserij", oppervlakte ambitie 15%- meerdere zones. Zie Tabel 13 voor meer uitleg.

afkorting	Naam soort	% gehaald	dichtheid/biomassa
ContribBM	Biomassa	7.0%	
ContribLS	Langlevende soorten	8.5%	
ContribOS		11.0%	
<u>ContribEV</u>	Evenness	5.1%	
NEPHINCId	<i>Nephtys incisa</i>	16.3%	dichtheid
AMPHFILId	<i>Amphiura filiformis</i>	20.0%	dichtheid
ACANECHIB	<i>Acanthocardia echinata</i>	22.6%	biomassa
ACANECHId	<i>Acanthocardia echinata</i>	23.0%	dichtheid
BRISLYRIB	<i>Brissopsis lyrifera</i>	49.1%	biomassa
BRISLYRId	<i>Brissopsis lyrifera</i>	50.4%	dichtheid
CALLSUBTB	<i>Callianassa subterranea</i>	5.4%	biomassa
CALLSUBTd	<i>Callianassa subterranea</i>	6.2%	dichtheid
CORBGIBBb	<i>Corbula gibba</i>	24.0%	biomassa
CORBGIBBd	<i>Corbula gibba</i>	27.7%	dichtheid
CORYCASSb	<i>Corystus cassivelaunus</i>	7.8%	biomassa
CORYCASSd	<i>Corystus cassivelaunus</i>	9.0%	dichtheid
GONERHOMB	<i>Goneplax rhomboides</i>	11.6%	biomassa
GONERHOMd	<i>Goneplax rhomboides</i>	14.4%	dichtheid
THRACONVb	<i>Thracia convexa</i>	7.0%	biomassa
THRACONVd	<i>Thracia convexa</i>	8.6%	dichtheid
TURRCOMMb	<i>Torricelli communis</i>	16.5%	biomassa
TURRCOMMd	<i>Torricelli communis</i>	17.3%	dichtheid
UPOGDELTb	<i>Upogebia deltaura</i>	6.7%	biomassa
UPOGDELTd	<i>Upogebia deltaura</i>	8.0%	dichtheid
UPOGSTELLb	<i>Upogebia stellata</i>	20.0%	biomassa
UPOGSTELd	<i>Upogebia stellata</i>	20.7%	dichtheid
RarityNCP	habitat zeldzaamheid	6.5%	100- % opp.habitat/ NCP
<u>SlopeBathy</u>	helling diepte	1.3%	graden
SlopeSilt	helling slib	6.5%	graden