

**Invasieve soorten
Waddenzee:
Introductiekansen van
probleemsoorten via
schelpdiertransport**

J.E. Tamis, A.C. Sneekes en R.G. Jak
Rapport C173/15



IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Oprichtgever:

Ministerie van Economische Zaken

BO-11-018.02-031

Publicatiedatum:

10 december 2015

IMARES is:

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

Aanbevolen format ten behoeve van citaties: Tamis J.E., A.C. Sneekes en R.G. Jak (2015): Invasieve soorten Waddenzee: Introductiekansen van probleemsoorten via schelpdiertransport. IMARES Rapport C173/15.

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

© 2015 IMARES Wageningen UR

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

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

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

A_4_3_1-V14.1

Samenvatting

Activiteiten in een Natura 2000-gebied zoals de Waddenzee kunnen slechts plaatsvinden onder strenge voorwaarden zeker bij een kans dat de activiteit een significant negatief effect heeft op de instandhoudingsdoelstellingen. Een van die activiteiten die alleen onder strikte voorwaarden plaats mag vinden zijn schelpdiertransporten zoals Zuid-Noord transporten van mosselzaad waarbij het meeliften van uitheemse soorten mogelijk is. Naar aanleiding van deze beleidsregel heeft Bureau Risicobeoordeling en Onderzoekprogrammering (BuRO), belast met het exotenbeleid, het Ministerie van Economische Zaken (Min-EZ) geadviseerd over de geïntroduceerde uitheemse soorten in de Oosterschelde die kunnen uitgroeien tot probleemsoorten in de Waddenzee (NVWA, 2013). BuRO adviseerde om meer ervaring op te doen met en controle op de zoetwaterbehandeling. Hierbij adviseerde BuRO om meer indicatoren te ontwikkelen waarmee vóór het uitzaaien van de mosselen kan worden vastgesteld of deze behandeling effectief is uitgevoerd en dit controleerbaar is voor derden. Tevens werd geadviseerd om bij Zuid-Noord transporten de kans op *out-grow* van soorten die nu niet als probleemsoort zijn geïdentificeerd te bewaken. Dit advies werd overgenomen in de kaderbrief 2014 (DLO 2014) in de vorm van de volgende kennisvragen:

1. Hoe accuraat zijn
 - a) de Schelpdier Afhankelijke Soorten Inventarisaties (SASI's) en
 - b) ad random monitoring van de levende soorten na de zoetwaterbehandelingen van het mosselzaad gedurende het Zuid-Noord transport?
2. Hoe groot is de kans op uitgroeï van ongewenste (probleem)soorten en wat draagt het ZN-transport van mosselzaad hieraan bij?
3. Hoe groot is de community resistance van de Waddenzee t.a.v. mogelijk geïntroduceerde ongewenste (probleem)soorten?

Het bleek gedurende de looptijd van het project niet mogelijk om monsters uit een Zuid-Noord transport te verkrijgen om kennisvraag 1 en 2 experimenteel te beantwoorden. Kennisvraag 3 is verder uitgewerkt in een apart rapport (Sneekes et al. 2015).

Het voorliggende rapport is een literatuuronderzoek oorspronkelijk opgezet ter voorbereiding van uitgroeï-experimenten en later wat meer uitgediept als alternatief. Hiervoor is literatuuronderzoek gedaan naar de kans op uitgroeï van uitheemse soorten die al bekend zijn in de Oosterschelde, maar nog niet in de Waddenzee voorkomen. Dit is gebruikt om een risicobeoordelingsmethodiek verder te ontwikkelen specifiek voor de Waddenzee op basis van de Natura 2000 habitatprofielen aangevuld met enkele relevante habitats die niet onder de Natura 2000 wetgeving vallen. Een selectie van uitheemse mariene soorten is gemaakt op basis van een onderzoek uit 2013 waarbij een soorteninventarisatie is uitgevoerd bij schelpdier gerelateerde bedrijven in Yerseke. Van elk van die soorten is nagegaan of er deze een zoetwaterbehandeling kunnen overleven, waardoor de kans bestaat dat de soort door mosseltransport in de Waddenzee wordt geïntroduceerd. Van de uitheemse soorten die in de Oosterschelde zijn waargenomen zijn de volgende soorten (nog) niet in de Waddenzee waargenomen en zouden mogelijk via een schelpdiertransport geïntroduceerd kunnen worden:

- de Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum*;
- de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*;
- het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*;
- het mosdiertje *Pacificicola perforata*;
- de paarse kokerworm *Bispira polyomma*;
- de spons *Hymeniacidon perlevis*.

Vervolgens werd de kans op uitgroeï in de Waddenzee beoordeeld aan de hand van de volgende stappen: Eerst werden de habitateisen van de soorten beschreven. Vervolgens de habitatkarakteristieken van de Waddenzee aan de hand van de Natura 2000 habitatprofielen, aangevuld met havens. Deze

karakteristieken werden daarna vergeleken met de habitateisen van de soorten. De mate van overlap gaf een indicatie van de kans op uitgroei van die soorten in de Waddenzee.

Op basis van het onderliggende rapport hebben alle hierboven genoemde soorten een kans op uitgroei in de Waddenzee. De mate van uitgroei verschilt per soort en per habitatype/element in de Waddenzee. Het grootste deel van de Waddenzee (ca. 97%) bestaat uit permanent overstromde zandbanken (H1110A) en slik- en zandplaten (H1140A). Alle soorten zouden mogelijk kunnen uitgroeien in deze habitattypen. Ook in havens hebben alle soorten een kans op uitgroei. De kans op uitgroei in duintypen (H2100-serie) en overige kusthabitats (H1300 serie) is nihil. Met uitzondering van de Filipijnse tapijtschelp die ingegraven in sediment leeft, leven alle soorten op hard substraat.

Voor een kwantificering van de locaties binnen de verschillende habitats waar soorten kunnen uitgroeien wordt geadviseerd vervolgonderzoek uit te voeren waarbij GIS-kaarten geproduceerd worden op basis van de habitatskarakteristieken en soortgegevens. Hiermee kunnen risicogebieden in de Waddenzee worden aangewezen waarop gerichte monitoring van specifieke soorten kan plaatsvinden.

In de onderhavige studie wordt de kans op uitgroei bepaald op basis van abiotische condities. Naast abiotische condities spelen echter ook andere factoren een rol in de verspreiding van soorten, zoals soortinteracties (o.a. predatie, competitie). Hierdoor zullen de soorten in de Waddenzee waarschijnlijk in aantallen en verspreiding beperkt worden.

Nader onderzoek naar de habitateisen van ongewenste (probleem)soorten zal de inschatting van de kans op uitgroei in de Waddenzee kunnen verfijnen. Het gaat dan specifiek om onderzoek naar:

- de tolerantie ten opzichte van dynamiek en waterdiepte van:
 - de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*
 - het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*
 - het mosdiertje *Pacificincola perforata*
- de tolerantie ten opzichte van saliniteit van:
 - de paarse kokerworm *Bispira polyomma*
 - de spons *Hymeniacidon perlevis*
- de tolerantie ten opzichte van temperatuur van:
 - de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*
 - de paarse kokerworm *Bispira polyomma*

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	3
1 Inleiding.....	7
1.1 Achtergrond.....	7
1.2 Onderzoeksvragen en doelstelling.....	7
2 Methode.....	9
2.1 Selectie van soorten.....	9
2.2 Kans op uitgroei van de soorten in de Waddenzee.....	9
3 Selectie uitheemse soorten.....	13
3.1 Uitheemse soorten in de Oosterschelde versus Waddenzee.....	13
3.2 Kans op introductie in de Waddenzee.....	13
3.3 Geselecteerde soorten.....	17
4 Habitatieisen van de geselecteerde soorten.....	19
4.1 De Filipijnse tapijtschelp <i>Ruditapes philippinarum</i>	19
4.2 De Japanse stekelhoorn <i>Ocenebra inornata</i>	19
4.3 Het onverwacht mosdiertje <i>Tricellaria inopinata</i>	21
4.4 Het mosdiertje <i>Pacificincola perforata</i>	21
4.5 De paarse kokerworm <i>Bispira polyomma</i>	22
4.6 De spons <i>Hymeniacidon perlevis</i>	22
4.7 Classificering van habitatieisen.....	23
5 De habitatkarakteristieken van de Waddenzee.....	25
5.1 Introductie.....	25
5.2 Algemene karakteristieken.....	25
5.3 Natura 2000 habitattypen.....	28
5.4 Hard substraat.....	32
5.5 Classificering van habitatkarakteristieken.....	32
6 Kans op uitgroei van geïntroduceerde soorten in de Waddenzee.....	35
7 Discussie en conclusies.....	43
7.1 Kans op uitgroei van geïntroduceerde soorten.....	43
7.2 Methodiek.....	43
7.3 Beschikbaarheid van informatie.....	44
8 Kwaliteitsborging.....	45
Referenties.....	47
Verantwoording.....	49

1. Inleiding

1.1 Achtergrond

Schelpdiertransporten vinden plaats onder strikte voorwaarden van de Beleidsregel inzake de Schelpdierversplaatsingen (Bleker 2012). Met deze transporten kunnen namelijk ongewenste *probleemsoorten* meeliften naar onder andere de Waddenzee, een Natura 2000- en Werelderfgoed-gebied. De beleidsregel definieert een probleemsoort als een soort (meestal een invasieve exoot) waarvan op basis van de best beschikbare wetenschappelijke kennis kan worden aangenomen dat deze een significant negatief effect kan hebben op de instandhoudingsdoelen van een Natura 2000-gebied. Specifiek voor Zuid-Noord transporten (van Oosterschelde naar Waddenzee) is de beleidsregel gekoppeld aan artikel 19d van de Natuurbeschermingswet 1998 (NBwet) ten behoeve van vergunningverlening. Een vergunning kan worden verleend als op basis van een risicobeoordeling aannemelijk is gemaakt dat er met het transport geen probleemsoorten levend in de Waddenzee terecht kunnen komen. Indien er het risico bestaat dat tussen de schelpdieren probleemsoorten leven, dan zijn corrigerende maatregelen noodzakelijk. Als veel toegepaste corrigerende maatregel wordt de partij mosselen voor of tijdens transport gespoeld met zoetwater. Daarmee is een goed uitgevoerde zoetwaterbehandeling een kritisch beheerspunt. Bureau Risicobeoordeling en Onderzoekprogrammering (BuRO) adviseert om indicatoren te ontwikkelen waarmee vóór het uitzaaien van de mosselen kan worden vastgesteld of deze behandeling effectief is uitgevoerd en dit controleerbaar is voor derden.

Een andere voorwaarde die de beleidsregel stelt aan mosselzaadtransport naar de Waddenzee is dat er periodiek een Schelpdier Afhankelijke Soorten Inventarisatie (SASI) in het herkomstgebied moet worden uitgevoerd (Gittenberger 2010). Tijdens deze SASI wordt gekeken welke schelpdierafhankelijke exoten aanwezig zijn in de Oosterschelde. De exoten die hierbij worden aangetroffen worden met behulp van de literatuur en expert judgement beoordeeld op de kans van introductie, vestiging, verspreiding, impact ecosysteem en gerapporteerd in een risicoanalyse-rapport (bijv. (Gittenberger 2012)).

BuRO heeft het Ministerie van Economische Zaken (Min-EZ) geadviseerd over de geïntroduceerde uitheemse soorten in de Oosterschelde die kunnen uitgroeien tot probleemsoorten in de Waddenzee (NVWA 2013). Uit dit onderzoek komen de druipzakpijp (*Didemnum vexillum*), het kelpwier Wakame (*Undaria pinnatifida*) en de Filippijnse tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*) als potentiële probleemsoorten naar voren. BuRO geeft aan dat de beoordeelde geïntroduceerde uitheemse soorten van de Oosterschelde waarschijnlijk geen probleemsoorten zijn voor de Waddenzee. Tevens wordt aangegeven dat meer ervaring met en controle op de zoetwaterbehandeling nodig is. Er wordt geadviseerd om bij Zuid Noord-transporten de kans op *out-grow* van soorten die nu niet als probleemsoort zijn geïdentificeerd te bewaken en na te gaan of probleemsoorten kunnen worden gemist volgens de huidige methodiek. Dit advies is overgenomen in de kaderbrief 2014 (DLO 2014).

Het voorliggende rapport gaat in op de kans op introductie en uitgroei van uitheemse soorten die wel in de schelpdierkweekgebieden van de Oosterschelde maar (nog) niet in de Waddenzee zijn waargenomen.

1.2 Onderzoeksvragen en doelstelling

In de eerste opzet was het de bedoeling de kans op uitgroei experimenteel vast te stellen door uitgroei-experiment met monsters uit Zuid-Noord transporten. Het bleek echter niet mogelijk om gedurende de onderzoeksperiode geschikte monsters uit Zuid-Noord transporten te verkrijgen. Uiteindelijk is daarom besloten de kans op uitgroei theoretisch te benaderen.

Voor dit onderzoek werden uiteindelijk de volgende onderzoeksvragen gesteld:

1. Welke uitheemse soorten zijn in de (schelpdierkweekgebieden van de) Oosterschelde waargenomen?
2. Welke van die soorten zijn (nog) niet in de Waddenzee waargenomen?
3. Hoe groot is de theoretische kans op introductie van die soorten in de Waddenzee via schelpdiertransport?
4. Hoe groot is de theoretische kans op uitgroei van die soorten in de Waddenzee?

2. Methode

2.1 Selectie van soorten

Voor dit onderzoek wordt specifiek gekeken naar de uitgroeiopotentie van probleemsoorten in de Waddenzee na mosseltransport vanuit de Oosterschelde. Allereerst moeten daarvoor de ongewenste (probleem)soorten geïdentificeerd worden. Deze identificatie verloopt aan de hand van de volgende twee vragen: welke uitheemse soorten zijn in schelpdierkweekgebieden van de Oosterschelde waargenomen (onderzoeksvraag 1) en welke van die soorten zijn (nog) niet in de Waddenzee waargenomen (onderzoeksvraag 2). Voor beantwoording van deze twee vragen wordt gebruik gemaakt van een recent onderzoek van IMARES welke openbaar beschikbaar is. Eind 2013 heeft IMARES een inventarisatie uitgevoerd van mariene soorten bij schelpdier gerelateerde bedrijven in Yerseke, met als doel inzicht te krijgen in het voorkomen van exoten (Foekema et al. 2014a). Dit onderzoek geeft aan welke uitheemse soorten die zijn aangetroffen in de Oosterschelde nog niet zijn waargenomen in de Waddenzee. Er is aangenomen dat al deze soorten mogelijk mee kunnen liften met een schelpdiertransport. Van elk van die soorten wordt nagegaan of deze een zoetwaterbehandeling kunnen overleven, en of daardoor de kans bestaat dat de soort door mosseltransport in de Waddenzee wordt geïntroduceerd (kennisvraag 3). De selectie van soorten bestaat dus uit uitheemse soorten die in de Oosterschelde zijn waargenomen, maar (nog) niet in de Waddenzee, en die mogelijk een zoetwaterbehandeling kunnen overleven.

2.2 Kans op uitgroei van de soorten in de Waddenzee

Van elk van de geselecteerde soorten wordt de kans op uitgroei in de Waddenzee beoordeeld (kennisvraag 4) aan de hand van de volgende stappen:

Eerst worden de habitateisen van de soorten beschreven. Vervolgens worden de habitatkarakteristieken van de Waddenzee beschreven aan de hand van de Natura 2000 habitatprofielen. Deze karakteristieken worden daarna vergeleken met de habitateisen van de soorten. De mate van overlap zal een indicatie geven van de kans op uitgroei van die soorten in de Waddenzee.

Relevante habitatcondities

In hoofdstuk 4 worden de eisen beschreven die de geselecteerde soorten stellen aan hun leefomgeving. Er zijn verschillende omgevingsvariabelen geïdentificeerd die de verspreiding van soorten (waaronder schelpdieren, kokerwormen, stekelhuidigen, wieren) bepalen (Brown et al. 2000; Gallardo 2014; Inglis et al. 2006; Reiss et al. 2011), zoals: temperatuur; waterdiepte; type substraat (slibgehalte, korrelgrootte); bodemspanning; saliniteit; en chlorofylgehalte. Uit een studie waarbij verschillende modellen zijn vergeleken die de verspreiding van bodemsoorten in de Noordzee voorspellen blijkt dat temperatuur en waterdiepte de belangrijkste variabelen zijn (Reiss et al. 2011). Een beschrijving van de eisen die de geselecteerde soorten stellen aan hun leefomgeving zou dus minimaal moeten bestaan uit deze twee factoren. Het doel van de beschrijving van de habitateisen in deze studie is om de habitateisen van de soorten te vergelijken met de habitatkarakteristieken in de Waddenzee. Om een goede vergelijking te kunnen maken moeten de eisen gebaseerd zijn op dezelfde factoren als de karakteristieken. In het kader van Natura 2000 zijn in de profielfragmenten (<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen>) de karakteristieken van de habitattypen in de Waddenzee beschreven op basis van de volgende factoren: vocht; zuurgraad; voedselrijkdom; zoutgehalte en bodemtype.

Rekening houdend met de variabelen die van belang zijn voor de verspreiding van soorten en de beschikbare informatie met betrekking tot de habitatkarakteristieken van de Waddenzee zijn de volgende habitatcondities meegenomen in de beoordeling:

- Waterdiepte (omvat ook het habitatkarakteristiek vocht);
- Substraat (omvat ook het habitatkarakteristiek bodemtype);
- Temperatuur;
- Saliniteit (zoutgehalte);
- Stroomsnelheid / dynamiek.

Om de vergelijking tussen de habitatkarakteristieken van de Waddenzee en de habitateisen van de soorten mogelijk te vergemakkelijken en uiteindelijk de mate van overlap te kunnen bepalen, zijn de bovenstaande variabelen ingedeeld in categorieën. In de tabel hieronder (Tabel 2.1) staan de habitatcondities geclassificeerd weergegeven. Elke factor is ingedeeld in drie categorieën die grofweg aangeven in welke range de soort kan overleven. De indeling is afgestemd op de habitatkarakteristieken van de Waddenzee.

Tabel 2.1 Classificatie van habitatcondities

Habitatconditie	Categorieën		
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7°C	>7°C
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdzone	Nat tot droog

Beoordeling van de kans op uitgroei

De habitateisen van de soorten die mogelijk geïntroduceerd kunnen worden en de habitatkarakteristieken van de Waddenzee worden beschreven en gecategoriseerd (zie hoofdstuk 4 en hoofdstuk 5, respectievelijk). De habitatkarakteristieken worden vervolgens vergeleken met de habitateisen (zie hoofdstuk 6). De mate van overlap zal een indicatie geven van de kans op uitgroei van die soorten in de Waddenzee. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de volgende indeling:

- De soort kan zich mogelijk in het gehele habitatype vestigen;
- De soort kan zich mogelijk in delen van het habitatype vestigen;
- De soort kan zich niet in het habitatype vestigen.

In Figuur 2.1 staat schematisch weergegeven hoe de kans op uitgroei van soorten in de Waddenzee in deze studie wordt bepaald. Links in de figuur staan voorbeelden voor de verschillende mogelijkheden van overlap van de habitatkarakteristieken met de habitateisen (tolerantie) van de soort weergegeven. In grijs is hier de overlap aangegeven. Op basis van de mate van overlap wordt bepaald of de soort zich in (delen van) het habitat kan vestigen. De beoordeling wordt uitgevoerd per relevante habitatconditie waarbij onder andere te denken valt aan de saliniteit, waterdiepte, substraat en stroomsnelheid. Indien de soort een 100% overlap heeft met een bepaald habitat is er sprake van dat de soort zich in het gehele habitat kan vestigen (met groen beoordeeld). Indien de habitatkarakteristieken ruimer zijn dan de soort tolereert is er sprake van dat de soort zich in delen van het habitat kan vestigen, niet in het gehele gebied (met oranje beoordeeld). Indien de habitatskarakteristieken geen overlap hebben met de tolerantie van de soort betekent dit dat de soort zich niet in het habitat vestigen (met rood beoordeeld).



Figuur 2.1 Indeling van de kans op uitgroei van soorten in de Waddenzee (gekleurde blokken rechts in de figuur) op basis van de overlap van de habitatkarakteristieken en de habitateisen van de soort (schematisch weergegeven links in de figuur). N.B. De mate van overlap wordt per karakteristiek (temperatuur, saliniteit, etc.) bepaald. Of de soort daadwerkelijk kan uitgroeien is de resultante van alle karakteristieken samen, waarbij aan alle habitateisen (deels) moet worden voldaan.

3. Selectie uitheemse soorten

3.1 Uitheemse soorten in de Oosterschelde versus Waddenzee

Tijdens een inventarisatie van soorten rond oesterputcomplexen en schelpdierverwerkende bedrijven in Yerseke werden binnen- en buitendijks verschillende soorten aangetroffen die als exoot kunnen worden beschouwd waarvan een aantal, voor zover bekend nog niet zijn waargenomen in de Waddenzee (Foekema et al. 2014a):

- De Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum*;
- de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*;
- het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*;
- het mosdiertje *Pacificincola perforata*; en
- de paarse kokerworm *Bispira polyomma*.

Van de spons *Hymeniacidon perlevis* is slechts zeer recent het eerste exemplaar in de Waddenzee gerapporteerd (Foekema et al. 2014a). De kans op introductie is daarom niet relevant voor deze soort. Wel is de kans op uitgroei van de soort van belang, aangezien de soort slechts op één locatie in de Waddenzee gevonden is (Gittenberger et al., 2012).

In de planktonmonsters werden geen soorten aangetroffen die niet eerder in de Oosterschelde en Waddenzee zijn gevonden (Foekema et al. 2014a). De groep van wieren is niet volledig geïnventariseerd in het onderzoek van IMARES in 2013.

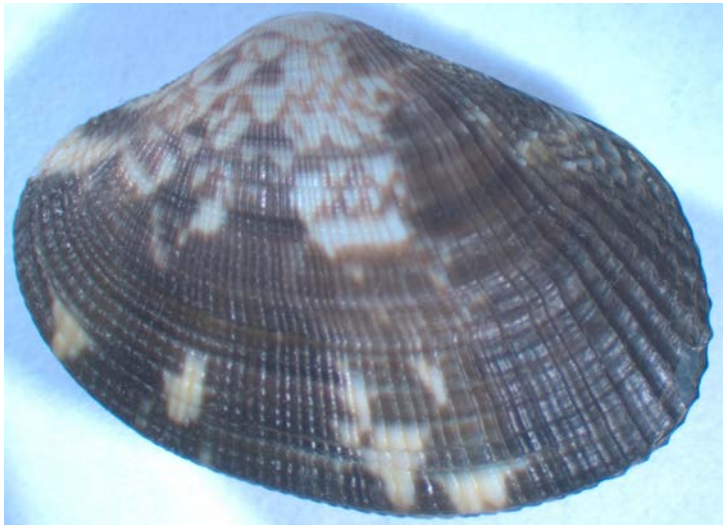
3.2 Kans op introductie in de Waddenzee

Van elk van de soorten die in de bovenstaande paragraaf zijn geïdentificeerd wordt nagegaan of deze een zoetwaterbehandeling kunnen overleven, en daardoor de kans bestaat dat de soort door mosseltransport in de Waddenzee wordt geïntroduceerd. Een zoetwaterbehandeling heeft een tijdsduur van minimaal 8 uur en bestaat uit drie fases, 1) Onderwater zetten van de lading met zoetwater in het Volkerak (ca. 5 uur blootstelling), 2) wegpompen van dit water in het Amsterdam-Rijnkanaal, 3) volpompen ruim met water uit het IJsselmeer (ca. 5 uur blootstelling) (Ministerie van EZ 2013).

De Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum*

Deze tweekleppige (Figuur 3.1) kan, net als de mossel, zijn klep sluiten om zo een zoetwaterbehandeling te overleven. Bovendien is de Filipijnse tapijtschelp vrij tolerant voor variaties in relevante habitatcondities (Vincenzi et al. 2006), waaronder saliniteit.

Het is mogelijk dat de Filipijnse tapijtschelp een zoetwaterbehandeling overleeft en zo via het zuid-noord mosseltransport in de Waddenzee wordt geïntroduceerd. De theoretische kans op uitgroei van de soort in de Waddenzee zal daarom in deze studie beoordeeld worden.



Figuur 3.1 De Filipijnse tapijtschelp. Foto: Andrea Sneekes, IMARES.

De Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*

Deze carnivore roofslak (Figuur 3.2) bevindt zich meestal onder stenen en tussen oesters en mosselen. Met name (jongere) oester- en mosselsoorten vormen de prooi voor de Japanse Stekelhoren. Uit een onderzoek naar de effectiviteit van een zoetwaterbehandeling op de aanhechting van de Japanse stekelhoorn op oesters blijkt dat er een grote variatie bestaat in de tijd die nodig is voordat de stekelhoorn het substraat loslaat (Mueller and Hoffmann 1999). De studie geeft aan dat 1 op de 10 exemplaren met een schelp van ≥ 40 mm lang, nog vastgehecht zijn na een zoetwaterbehandeling van ruim 1 minuut en 1 op de 100 miljoen nog vastgehecht na een behandeling van ruim 20 minuten. De effectiviteit in deze studie is echter alleen gebaseerd op het vasthechten en niet op sterfte. De soort zal tijdens adequate behandeling met zoetwater los laten van het substraat, het operculum (sluitklep) sluiten en zo bestand zijn tegen het zoete water. Een studie van van den Brink & Wijsman (van den Brink and Wijsman 2010) heeft naast het effect van zoetwaterbehandeling op de vasthechting van de soort ook het effect op sterfte onderzocht. Zij concluderen dat de behandeling met zoetwater geen effectieve methode is om de soort af te doden, aangezien de soort een zoetwaterbehandeling van minimaal 24 uur kan overleven.

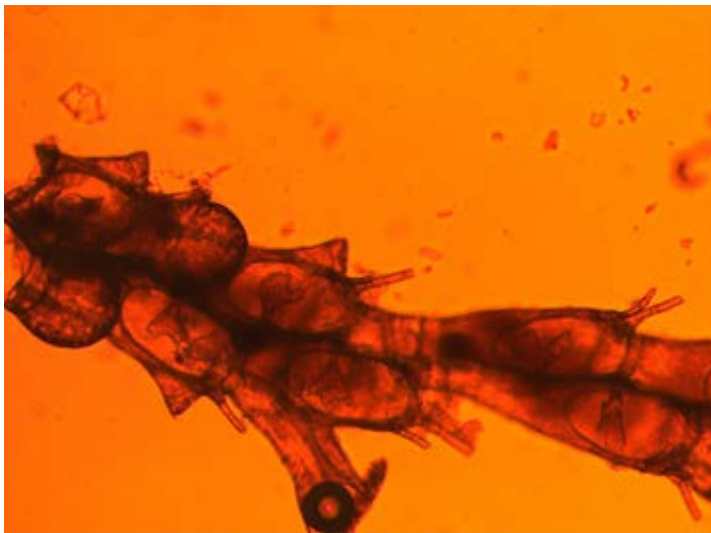
Na een behandeling van 2x 5 uur met aantal uren droogstand tussendoor, zoals opgenomen in de vergunningsvoorwaarden van zuid-noord transport van mosselen, zullen eventueel vastgehechte Japanse stekelhoorns de mosselen hebben losgelaten. Het is echter zeer waarschijnlijk dat de soort de behandeling zal overleven zodat waardoor deze in de Waddenzee geïntroduceerd zou kunnen worden. De kans op uitgroei van de Japanse stekelhoorn in de Waddenzee zal daarom in deze studie beoordeeld worden.



Figuur 3.2 De Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata* (Foekema et al. 2014b).

Het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*, het mosdiertje *Pacificincola perforata* en de paarse kokerworm *Bispira polyomma*

Een recente risicoanalyse van de uitheemse soorten die in de oesterputten van de Oosterschelde zijn gevonden geeft aan dat *Tricellaria inopinata* (Figuur 3.3), *Pacificincola perforata* (Figuur 3.4) en *Bispira polyomma* (Figuur 3.5) mogelijk via mosseltransport in de Waddenzee geïntroduceerd zouden kunnen worden, en dat een zoetwaterbehandeling die kans waarschijnlijk zal verkleinen (Foekema et al. 2014b). Vanwege een gebrek aan informatie is het niet zeker dat een zoetwaterbehandeling 100% effectief zal zijn. Daarom wordt er in deze studie vanuit gegaan dat deze soorten mogelijk door mosseltransport in de Waddenzee geïntroduceerd kunnen worden. Voor deze soorten wordt beoordeeld of er een risico is op uitgroei in de Waddenzee.



Figuur 3.3 Een microscopische weergave van een deel van een kolonie *Tricellaria inopinata* (Foekema et al. 2014b).



Figuur 3.4 Een vergrootte weergave van een kolonie *Pacificicola perforata* (Foekema et al. 2014b).



Figuur 3.5 De paarse kokerworm *Bispira polyomma* in de Oosterschelde (Foekema et al. 2014b).

De spons *Hymeniacidon perlevis*

Deze spons (Figuur 3.6) is een algemene soort van het meer zuidelijke deel van de Noordoost Atlantische Oceaan en komt ook voor in de Grote Oceaan (Xue and Zhang 2009). De eerste waarnemingen van de soort in de Oosterschelde dateren uit 1951 (van Soest 1977) en in 2011 is de soort voor het eerst in de Waddenzee waargenomen (Gittenberger 2012). Omdat de soort al voorkomt in de Waddenzee is de kans op introductie niet van toepassing. Vanwege de recente waarneming op slechts één locatie in de Waddenzee wordt ook van deze soort beoordeeld of er een risico is op uitgroei in de Waddenzee. De verwachting dat deze soort zich algemeen gaat vestigen wordt echter niet beoordeeld.



Figuur 3.6 De spons *Hymeniacidon perlevis* aangetroffen in de Oosterschelde tijdens de soorteninventarisatie in 2013 (Foekema et al. 2014b).

3.3 Geselecteerde soorten

Op basis van recente inventarisaties (Foekema et al. 2014a; Foekema et al. 2014b) en een aanvullende beoordeling in deze studie (paragraaf 3.2) zijn de volgende uitheemse soorten geselecteerd waarvan de kans op uitgroei in de Waddenzee in het volgende hoofdstuk wordt beschreven:

- de Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum*;
- de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*;
- het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*;
- het mosdiertje *Pacificincola perforata*;
- de paarse kokerworm *Bispira polyomma*;
- de spons *Hymeniacidon perlevis*.

4. Habitatieisen van de geselecteerde soorten

4.1 De Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum*

De Filipijnse tapijtschelp is een inheemse soort van de subtropische tot laag boreale zone van de Westerse Stille Oceaan (Boscolo Brusa et al. 2013). De Filipijnse tapijtschelp heeft tegenwoordig ook gevestigde populaties in Europa en rond de westkust van de Verenigde Staten en Canada. Sinds 2008 is er een gevestigde populatie van de Filipijnse tapijtschelp in de Oosterschelde en de aantallen nemen daar de afgelopen jaren sterk toe (Bruyne 2013). Voor zover bekend is de soort nog niet in de Waddenzee gevonden.

De Filipijnse tapijtschelp is vrij tolerant voor variaties in relevante habitatcondities (Vincenzi et al. 2006). In Tabel 4.1 worden de habitatieisen samengevat. Het schelpdier leeft in de bovenste laag sediment (voorkeur voor zandig sediment (60-80% zand) met een klein deel slib en klei (Vincenzi et al. 2006) en komt ook voor in gebieden waar grof substraat (stenen, schelpen) aanwezig is (Ruesink et al. 2014). De soort komt voor in het litoraal en sublitoraal maar ook in dieper water. Ook komt het schelpdier hoog in het intergetijdengebied voor en kan droogval overleven gedurende 2,5 d (zomer) en 7 d (winter) (Nakamura 1940). De soort kan in water met een temperatuur van 0 tot 35°C overleven en heeft een optimum tussen de 15 en 28°C. De tapijtschelp verzamelt voedsel door fytoplankton en ander eetbare organische deeltjes uit het water te filteren (Bruyne 2013). Geschikte omstandigheden qua voedselrijkdom is een chlorofyl-a concentratie tussen de 0,1-23 mg/l (Vincenzi et al. 2006). In onderzoek naar de tolerantiegrenzen van de Filipijnse tapijtschelp voor saliniteit (Carregosa et al. 2014) vertoonde de schelpdieren 100% overleving gedurende 6 dagen bij een saliniteit variërend van 14 tot 42 g/L.

Larven verblijven ongeveer 3 tot 4 weken als plankton in de waterkolom. Daarna vestigen ze zich op de bodem en zetten ze zich vast met byssusdraden aan zand, rotsen of schelpen (oester- of mosselbanken). Bij verdere ontwikkeling worden deze draden losgelaten waardoor de tapijtschelpen vrij kunnen bewegen in de bovenste laag van het sediment (Cohen 2011). De maximale grootte van de Filipijnse tapijtschelp is ongeveer 75 mm en de maximale leeftijd ongeveer 10 jaar.

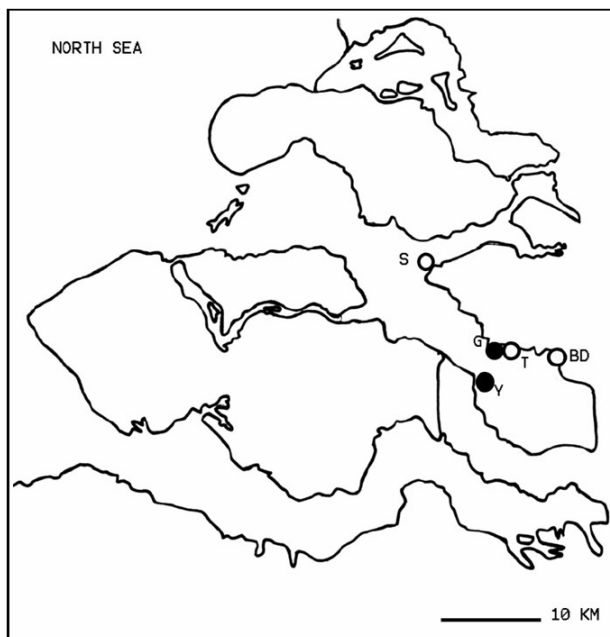
Tabel 4.1 Habitatieisen van *Ruditapes philippinarum*

Factor	Tolerantiegrenzen	Referentie
Substraat	Zandig	(Ruesink et al. 2014; Vincenzi et al. 2006)
Temperatuur	0-35°C (>12°C voor voortplanting)	(Bruyne 2013; Flye-Sainte-Marie et al. 2007; Jones et al. 1993; Laing and Child 1996)
Saliniteit	14-42 ‰	(Carregosa et al. 2014)
Stroomsnelheid	<2 m/s	(Vincenzi et al. 2006)
Waterdiepte	0->1,5 m	(Ruesink et al. 2014; Vincenzi et al. 2011)

4.2 De Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*

De Japanse stekelhoren is een predatore slak die van nature voorkomt in o.a. Noord China, Korea en alle zeeën rondom Japan (Lützen et al. 2012). De verspreiding van de soort overlapt met die van de Japanse

oester, die het voornaamste dieet vormt voor de stekelhoren. Maar ook andere tweekleppige zoals de gewone mossel, *Mytilus Edulis*, zijn een geschikte prooi voor de stekelhoorn; maar heeft niet de voorkeur. De Japanse stekelhoorn zet zijn eieren af op de schelp van zijn prooi, gemiddeld zo'n 10 tot 15 embryo's per vrouwtje. In de Oosterschelde (Yerseke en Gorishoek, zie Figuur 4.1) is afzetting van eieren waargenomen in de lente en zomer (Faasse 2009). De uitgekomen larven hebben geen planktonische fase en de juvenielen vestigen zich direct op de bodem. In NW Amerika duurt het 1 tot 2 jaar voordat het volwassen stadium wordt bereikt. Adulten hebben een jaarlijkse overlevingskans van 10-30% (Lützen et al. 2012). Omdat de slak vrij groot is en een dikke schelp heeft zullen er weinig predatoren zijn (Lützen et al. 2012).



Figuur 4.1 Zuidwest Nederland met daarbij aangegeven de zoeklocaties voor uitheemse stekelhoorns in de Oosterschelde voor de jaren 2007-2009. S = Stavenisse, G = Gorishoek, T = Tuttelhoek, BD = Bergse Diep, Y = Yerseke. De gesloten cirkels geven de locaties aan waar de Japanse stekelhoorn wel is gevonden en bij de locaties met open cirkels zijn geen uitheemse stekelhoorns gevonden (Faasse 2009).

De temperatuur tolerantie is niet specifiek onderzocht maar op basis van de verspreiding van de soort is het duidelijk dat de soort de temperaturen van de Noordzee en zuid Scandinavië gemakkelijk kan overleven (Lützen et al. 2012). In de Oosterschelde heeft de Japanse stekelhoorn temperaturen van 0-1°C overleefd (Faasse 2009). De temperaturen in de Waddenzee zullen naar verwachting ook geen beperking opleveren voor uitgroei van de soort. In een experiment naar de zouttolerantie van de soort (Lützen et al. 2012) overleefde de exemplaren lage saliniteitwaarden van 23 tot 25 psu bij een blootstellingsduur van meer dan twee maanden.

De hoge tolerantie voor temperatuur, saliniteit en de beperkte predatoren zullen naar verwachting de uitgroei in de Waddenzee niet beperken. Beperkende factoren voor de uitgroei zijn een lage reproductie en het gebrek aan vrij zwemmende larven. Tevens geeft de roofslak de voorkeur aan Japanse oesters waarmee de bedreiging voor wilde mosselbanken minder aanwezig is.

Tabel 4.2 Habitatieisen van *Ocenebra inornata*

Factor	Tolerantiegrenzen	Referentie
Substraat	Hard (stenen en tussen oesters en mosselen)	(Titselaar 2013)
Temperatuur	Op basis van de verspreiding van de soort zullen de temperaturen in de Waddenzee naar verwachting geen beperking opleveren	(Faasse 2009; Lützen et al. 2012)
Saliniteit	Ondergrens minimaal 23 ‰	(Lützen et al. 2012)
Stroomsnelheid	Onbekend	Geen
Waterdiepte	Onbekend (waarschijnlijk bestand tegen droogval door sluiting van het operculum)	Geen

4.3 Het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*

Mosdiertjes zijn kleine (max. ca. 1 mm) dieren die kolonies kunnen vormen van duizenden individuen op allerlei soorten hard substraat. De soort *T. inopinata* is in de Oosterschelde aangetroffen op andere organismen zoals oesters en niet levend substraat zoals stenen muren en plastic (Foekema et al. 2014b). Ook is bekend dat de soort op bijvoorbeeld sponzen en zeepokken kan voorkomen (Johnson et al. 2012). De soort filtreert plankton uit de waterkolom en is daarmee een concurrent voor andere filterende soorten. Uit de succesvolle introductie van *T. inopinata* in de lagune van Venetië blijkt dat het gebied daar aan de habitatieisen van de soort voldoet. Het gebied heeft de volgende karakteristieken: een gemiddelde temperatuur van 19 °C (range 4 tot 30°C); saliniteit van 30 (range 27-32 ‰) en een chlorofyl-a concentratie van 1 tot 7 µg/L (Foekema et al. 2014b).

Tabel 4.3 Habitatieisen van *Tricellaria inopinata*

Factor	Tolerantiegrenzen	Referentie
Substraat	Allerlei soorten hard substraat	Geen
Temperatuur	Minimaal 4 tot 30°C	(Foekema et al. 2014b)
Saliniteit	Minimaal 27-32 ‰	(Foekema et al. 2014b)
Stroomsnelheid	Onbekend	Geen
Waterdiepte	Onbekend	Geen

4.4 Het mosdiertje *Pacificincola perforata*

Synoniem van dit mosdiertje is *Mucronella perforata* (Xi-xing and Hui-lian 1999). In de Oosterschelde blijkt dat de soort kolonies kan vormen op hard substraat en ook op macro algen (Foekema et al. 2014b). De soort komt voor op veel verschillende substraten zoals zeewier, stenen, schelpen, planken, visnetten en is een van de meest voorkomende fouling organismen van de zuidelijke Oost Chinese Zee (Xi-xing and Hui-lian 1999). De watertemperatuur van de Oost Chinese Zee varieert van ca. 7 tot 30°C en de saliniteit van ca. 27 tot 35 ‰ (Qi et al. 2014).

Tabel 4.4 Habitatieisen van *Pacificincola perforata*

Factor	Tolerantiegrenzen	Referentie
Substraat	Hard substraat en macro algen	(Foekema et al. 2014b)
Temperatuur	Minimaal 7 tot 30°C	(Qi et al. 2014).
Saliniteit	Minimaal 27 tot 35 ‰	(Qi et al. 2014).
Stroomsnelheid	Onbekend	Geen
Waterdiepte	Onbekend	Geen

4.5 De paarse kokerworm *Bispira polyomma*

Omdat deze soort tot dusver alleen in de Oosterschelde is waargenomen (Faasse and Giangrande 2012) is er zeer weinig bekend over de soort. De soort heeft een temperatuur van ca. 0°C tot 19°C in de Oosterschelde overleefd waardoor de temperatuur in de Waddenzee waarschijnlijk niet beperkend zal zijn voor de paarse kokerworm (Faasse and Giangrande 2012).

De soort is alleen op harde ondergronden gevonden, zoals (bak)stenen, hout, en oesterschelpen (Faasse and Giangrande 2012; Foekema et al. 2014a) waardoor dit waarschijnlijk het enige substraat is waarop de soort zich kan vestigen. Alhoewel het erop lijkt dat de soort verticale substraten prefereert zijn er ook waarnemingen van de soort in lagere dichtheden op horizontaal substraat (Foekema et al. 2014a). Wat betreft de stroomsnelheid zijn uiteenlopende condities waargenomen voor de soort, van vrijwel stilstaand water tot sterke waterstroming (Faasse and Giangrande 2012). Wel zijn de locaties beschermd tegen harde wind.

In een oesterput is de soort waargenomen nabij het wateroppervlak met enkele exemplaren boven de waterlijn terwijl in de haven van Yerseke de soort voornamelijk werd waargenomen op 30 tot 70 cm diepte (Faasse and Giangrande 2012).

Tabel 4.5 Habitateisen van *Bispira polyomma*

Factor	Tolerantiegrenzen	Referentie
Substraat	Hard ((bak)stenen, hout, en oesterschelpen)	(Faasse and Giangrande 2012; Foekema et al. 2014a)
Temperatuur	Minimale range 0°C tot 19°C	(Faasse and Giangrande 2012).
Saliniteit	Onbekend	Geen
Stroomsnelheid	Van vrijwel stilstaand water tot sterke waterstroming	(Faasse and Giangrande 2012).
Waterdiepte	Onbekend	Geen

4.6 De spons *Hymeniacidon perlevis*

Van deze soort is recent (2011) het eerste exemplaar in de Waddenzee waargenomen (Gittenberger 2012). *H. perlevis* is waarschijnlijk een gevestigde en misschien zelfs een inheemse soort in het zuiden van Nederland. Tijdens een inventarisatie in oesterputten in Yerseke in 2013 is de soort waargenomen op de bodem van een ondiepe greppel die gebruikt wordt om een oesterput te draineren (Foekema et al. 2014a).

De spons groeit op rotsen en stenen, en soms op ander hard materiaal. *H. perlevis* kan zelfs overleven onder een laagje slib, waar alleen de omhoog stekende delen nog bovenuit komen (www.soortenbank.nl). De pelagische larven van de spons kunnen onder laboratorium omstandigheden 3 uur tot 10 dagen in de waterkolom blijven alvorens zich te vestigen (Xue et al. 2009), waardoor de soort zich gemakkelijk zou kunnen verspreiden.

De spons groeit beter bij hogere temperaturen (18 tot 23°C) maar overleeft wel blootstelling aan lage temperaturen (4°C) (Xue and Zhang 2009). Volwassen sponsen kunnen larven verspreiden bij temperaturen tussen 14 °C tot 25 °C. De optimale temperatuur voor het paaien is 18°C (Xue et al. 2009). In volwassen stadium leeft de spons in ondiep water of het intergetijdengebied, waardoor de soort bestand is tegen wisselende omstandigheden (droogvallen, variatie in stroomsnelheid, temperatuur en lichtinval). De juvenielen groeien het snelst in stromend water (Xue and Zhang 2009).

Tabel 4.6 Habitatieisen van *Hymeniacidon perlevis*

Factor	Tolerantiegrenzen	Referentie
Substraat	Hard	(Xue and Zhang 2009)
Temperatuur	Minimale range 4-25°C	(Xue and Zhang 2009)
Saliniteit	Onbekend	Geen
Stroomsnelheid	Stromend water	(Xue and Zhang 2009)
Waterdiepte	Ondiep water (bestand tegen droogvallen)	(Xue and Zhang 2009)

4.7 Classificering van habitatieisen

In de tabel hieronder (Tabel 4.7) staan de habitatieisen van de geselecteerde soorten samengevat en geclassificeerd weergegeven. Niet alle factoren die in de voorgaande paragrafen zijn beschreven zijn in het overzicht meegenomen. De stroomsnelheid is in het overzicht meegenomen als dynamiek. Elke factor is ingedeeld in drie categorieën die grofweg aangeven in welke range de soort kan overleven. De indeling is afgestemd op de habitatkarakteristieken van de Waddenzee (zie volgende hoofdstuk).

Tabel 4.7 Habitatieisen van de geselecteerde soorten, onderverdeeld in drie klassen per factor (de groen gemarkeerde velden geven de klassen aan die binnen de tolerantiegrenzen van de soort vallen; indien het niet bekend is wat de eisen van een soort zijn ten aanzien van een factor is dit met oranje velden aangegeven)

<i>Venerupis philippinarum</i>			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Matig	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenzone	Nat tot droog
<i>Ocenebra inornata</i>			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenzone	Nat tot droog
<i>Tricellaria inopinata</i>			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenzone	Nat tot droog
<i>Pacificincola perforata</i>			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenzone	Nat tot droog
<i>Bispira polyomma</i>			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenzone	Nat tot droog
<i>Hymeniacion perlevis</i>			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenzone	Nat tot droog

5. De habitatkarakteristieken van de Waddenzee

5.1 Introductie

In deze paragraaf worden de habitatkarakteristieken van de Waddenzee beschreven op basis van de Natura 2000 habitatprofielen (paragraaf 5.3). In het kader van Natura 2000 zijn de ecologische randvoorwaarden van de habitattypen in de Waddenzee beschreven in de betreffende profieldocumenten, die beschikbaar zijn via de website van het Ministerie van EZ (<http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=profielen>).

Naast de habitattypen zijn er in de Waddenzee echter ook gebieden/onderdelen die niet onder het Natura 2000 regime vallen, zoals bijvoorbeeld havens. Omdat deze delen ook mogelijk geschikt kunnen zijn voor vestiging van niet-inheems soorten worden naast de habitattypen ook andere elementen meegenomen. Opgemerkt dient te worden dat deze structuren niet direct een negatieve impact geven op de instandhoudingsdoelstellingen, maar wel een kraamkamer kunnen zijn voor herhaaldelijke introductie van de soorten en daarnaast een steppingstone kunnen zijn voor verdere verspreiding.

Alvorens in te gaan op de specifieke habitatprofielen wordt eerst een kort overzicht gepresenteerd van de algemene karakteristieken van de Waddenzee (paragraaf 5.2).

5.2 Algemene karakteristieken

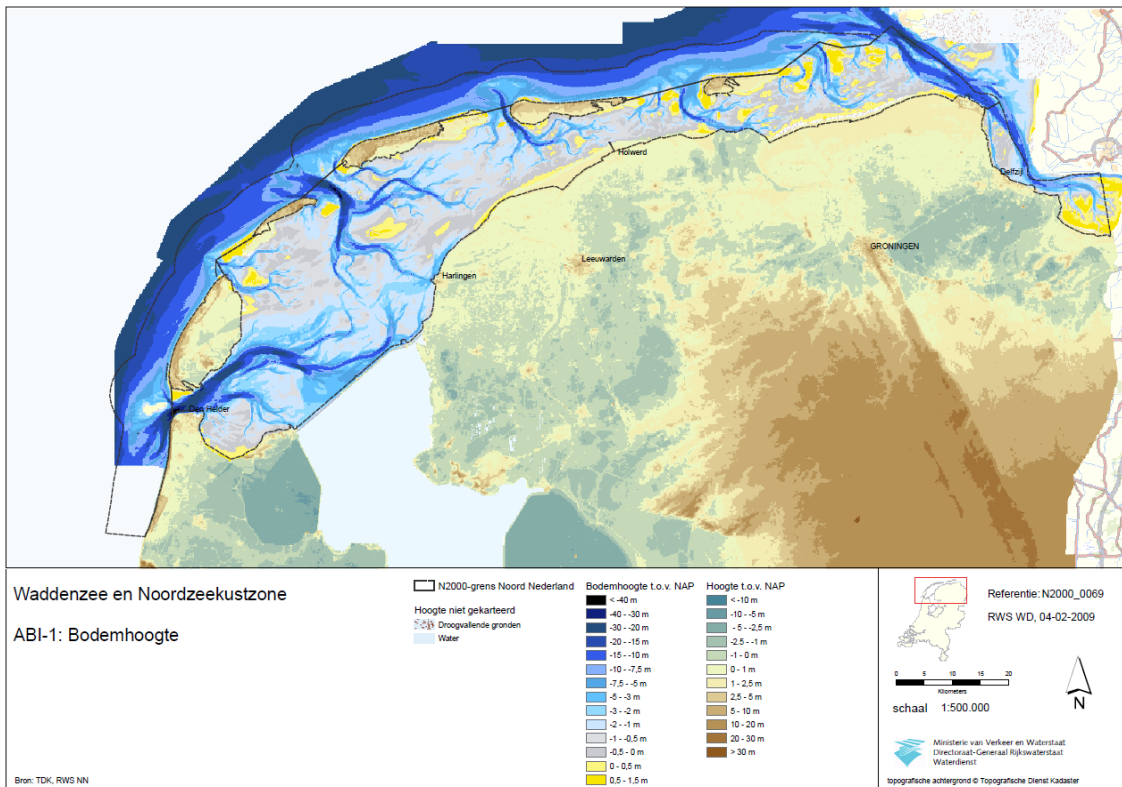
Het jaargemiddelde van de watertemperatuur is ongeveer 9°C, met een gemiddelde van 15°C in de zomer en 4°C in de winter. Extreme watertemperaturen in de laatste 6 decennia waren 23°C en -2,3°C in het getijdengebied (UNEP 2009). In het westelijk deel van de Waddenzee variëren de laagste kwartaalgemiddelden over het algemeen tussen 4 en 6°C in de periode 1992/1993 terwijl in het oostelijk deel van de Waddenzee kwartaalwaarden <2°C werden gemeten (Eertman and Smaal 1995). De maximale kwartaalgemiddelden waren in beide deelgebieden ruim 18°C.

De invloed van zoetwatertoevoer in de Waddenzee is duidelijk merkbaar. Het gemiddelde zoutgehalte in de Waddenzee is 26 tot 28‰ (Eertman and Smaal 1995). In het westelijk deel van de Waddenzee is de invloed van zoetwatertoevoer het grootst, waar het laagste kwartaalgemiddelde op 18 ‰ werd gemeten terwijl in het oostelijk deel 22‰ werd gemeten. Een gunstige saliniteit van het water in de Waddenzee is geclassificeerd als matig brak tot zout (5 tot >30‰) (Jak et al., 2011).

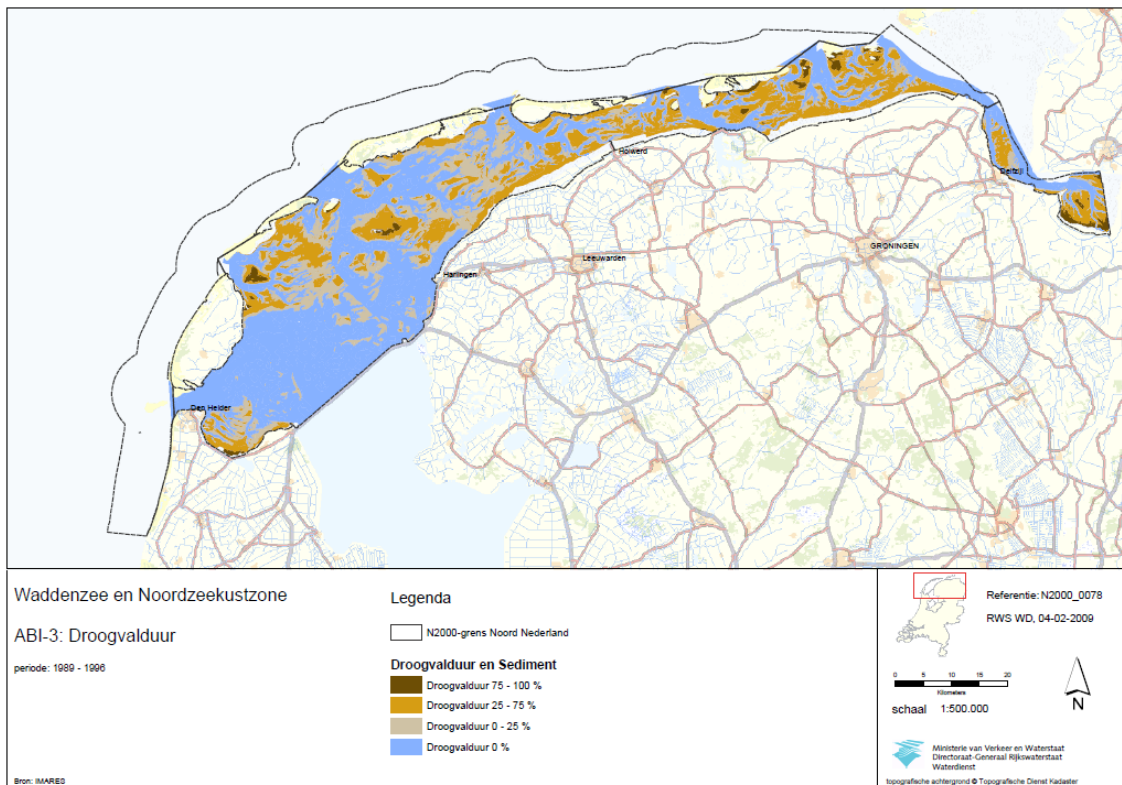
De gemiddelde zuurstofconcentratie varieert tussen 8,6 en 9,1 mg.L' (Eertman and Smaal 1995). De Waddenzee is in een natuurlijk gunstige situatie troebel (secchi diepte 0,3 tot 0,7 m) tot matig helder (secchi diepte 0,7 tot 1,7 m) (Jak et al., 2011).

In vergelijking met andere Nederlandse kustwateren is het Chlorofyl-a gehalte (als maat voor de hoeveelheid aan algen) in de Waddenzee vrij hoog. Gehalten variëren van 1 tot 33 µg/l en van 3 tot 28 µg/l in de westelijke- en oostelijke Waddenzee, respectievelijk (Eertman and Smaal 1995).

De bodemhoogte van het Waddengebied varieert van meer dan 40 m onder NAP tot 1.5 erboven (Figuur 5.1). Meer dan de helft van de Waddenzee staat continu onder water. Ook heeft de Waddenzee verschillende ondiepere delen die gedurende een bepaalde duur van het getijde droogvallen (Figuur 5.2).

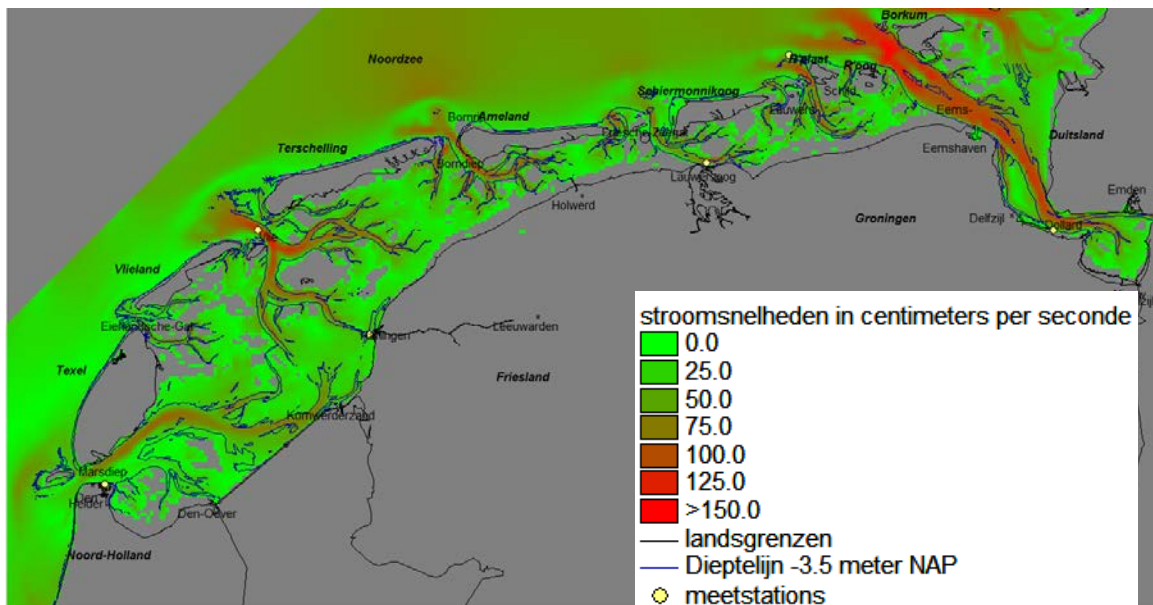


Figuur 5.1 Bodemhoogte ten opzichte van NAP in de Waddenzee (RWS WD 2009a).



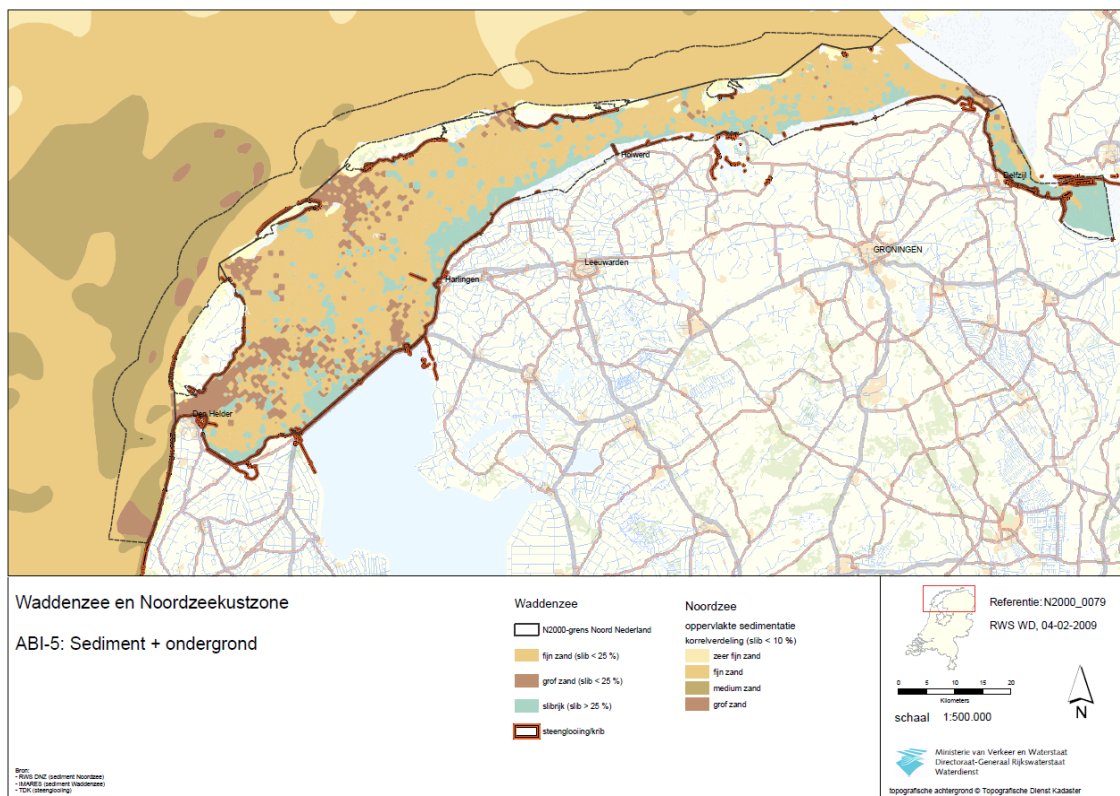
Figuur 5.2 Droogvalduur in de Waddenzee (RWS WD 2009b).

De stroomsnelheden in de Waddenzee variëren sterk, gemiddeld varieert de stroomsnelheid van <math><10\text{ cm/s}</math> ($\approx 0,1\text{ m/s}$) tot ca. 160 en 130 cm/sec ($\approx 1,6$ en $1,3\text{ m/s}$) in de westelijke- en oostelijke Waddenzee, respectievelijk (Eertman and Smaal 1995). Er zijn zowel beschutte gebieden als gebieden met een vrij hoge natuurlijke dynamiek te vinden. Geulen zijn in de hele Nederlandse Waddenzee te vinden, van de kleine prielen tussen de platen tot de brede zeegaten tussen de eilanden. In de grotere geulen treden hoge stroomsnelheden op, vooral in de zeegaten (tot ca. $2,3\text{ m/sec}$ bij springtij in het Marsdiep, tot ca. $1,5\text{ m/sec}$ in de grote geulen binnen het gebied) en nog meer tijdens stormtijden (De Vlas et al. 2011). In binnenbochten en in geulen die hun functie verliezen is de stroomsnelheid iets lager. Ook ten noorden van de Afsluitdijk zijn de stroomsnelheden geringer (De Vlas et al. 2011). Figuur 5.3 geeft de stroomsnelheden gemeten in de Waddenzee grafisch weer.



Figuur 5.3 Stroomsnelheden (centimeter/seconde) in de Waddenzee (RIKZ 1998).

De stroomsnelheid is van invloed op het sedimenttype. In gebieden met een hoge stroomsnelheid, zoals bij de geulen, is de bodem meer zandig. In binnenbochten en in geulen die hun functie verliezen kunnen ook meer slijkige plekken aanwezig zijn. De stroomsnelheden zijn ten noorden van de Afsluitdijk geringer waardoor de bodem daar op veel plaatsen fijnzandig tot slijkig is (De Vlas et al. 2011).



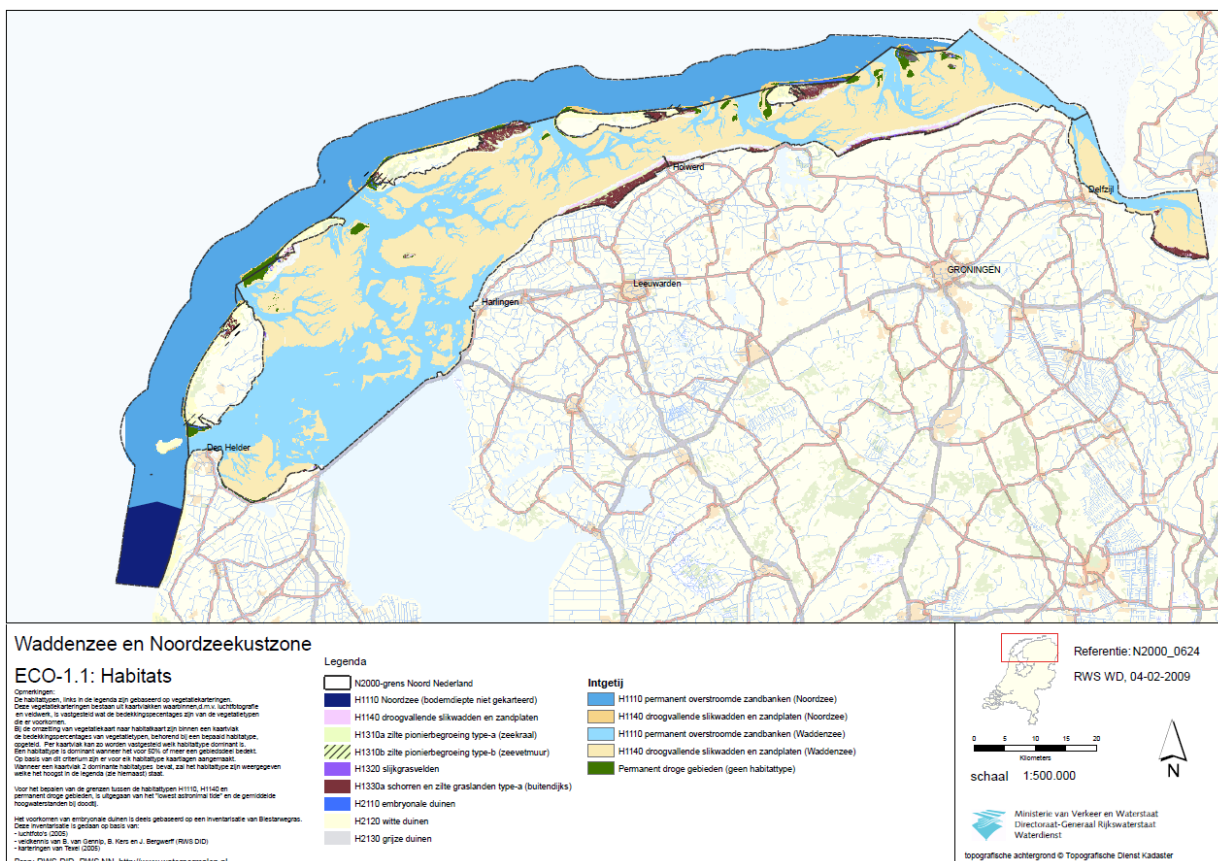
Figuur 5.4 Sediment in de Waddenzee (RWS WD 2009c).

5.3 Natura 2000 habitattypen

Het Natura 2000 gebied Waddenzee betreft voornamelijk zandbanken die voortdurend onder water staan (H1110 Subtype –A), zie Tabel 5.1 en Figuur 5.5 (lichtblauwe kleur). Iets minder dan de helft van het gebied bestaat uit het habitatype ‘slik- en zandplaten’ (H1140A). Dit zijn slikwadden en zandplaten in de kustzone die tijdens laagwater niet onder water staan, zogenaamde intergetijdenplaten welke in Figuur 5.5 met een licht bruine kleur worden aangeduid. Deze twee habitattypen uit de 1100-serie vertegenwoordigen het zoutwaterdeel van de Waddenzee. Overige habitattypen in de Waddenzee zijn kust- (1300-serie) en duintypen (2100-serie), zoals zilte pionierbegroeiingen (H1310), slijkgrasvelden (H1320) en vochtige duinvalleien (H2190B).

Tabel 5.1 Habitattypen van de Waddenzee (gebaseerd op (Janssen et al. 2014))

Habitattypen			Oppervlakte (ha)
Water	H1110A	Permanent overstroomde zandbanken (getijdengebied) (sublittoraal)	143.000
	H1140A	Slik- en zandplaten (getijdengebied) (littoraal)	129.169
Kust	H1310A&B	Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal & zeevetmuur)	1.296
	H1320	Slijkgrasvelden	418
	H1330A&B	Schorren en zilte graslanden (buitendijks & binnendijks)	6.477
Duinen	H2110	Embryonale duinen	118
	H2120	Witte duinen	64
	H2130A&B	Grijze duinen (kalkrijk & kalkarm)	20
	H2160	Duindoornstruwelen	3,3
	H2190B	Vochtige duinvalleien (kalkrijk)	0,01



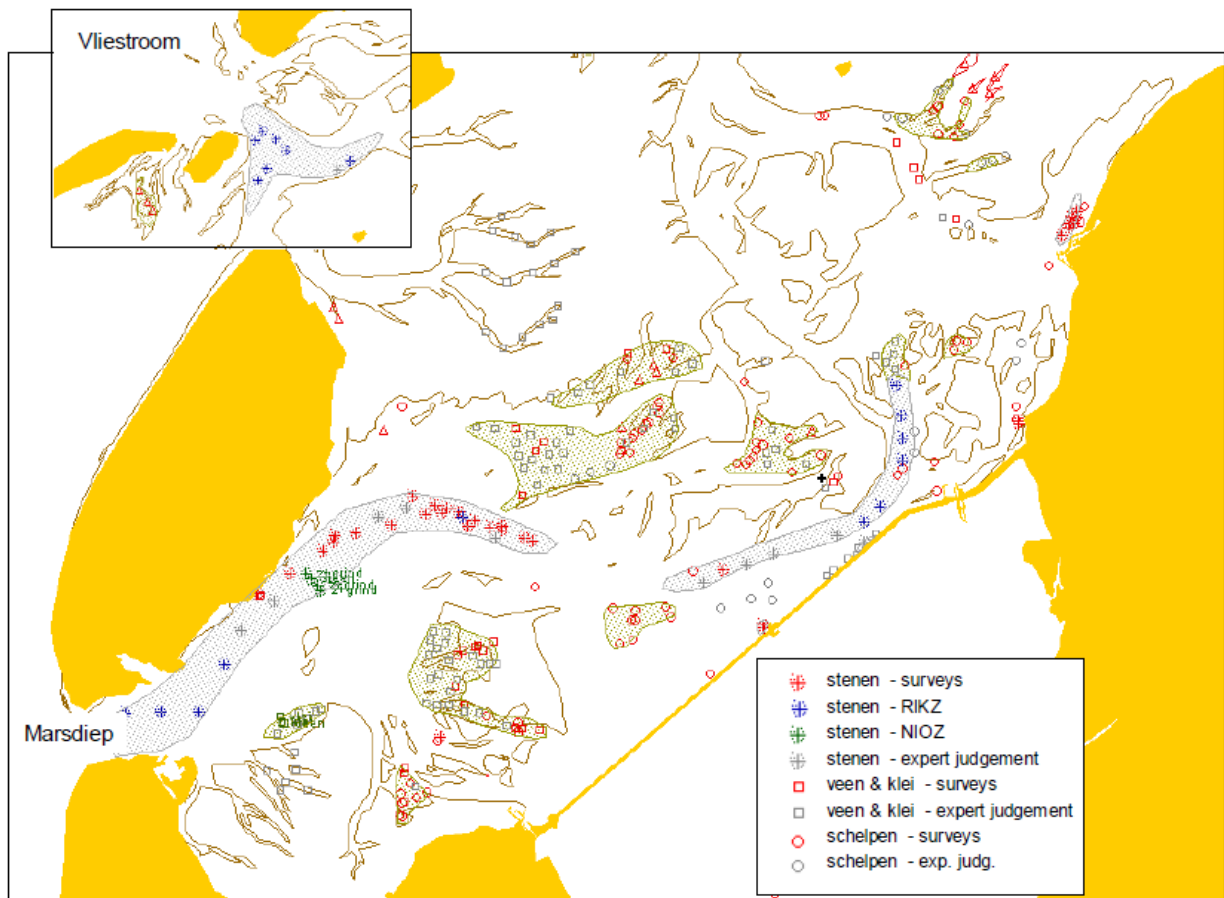
Figuur 5.5 Habitattypen in de Waddenzee (RWS WD 2009d).

In Tabel 5.2 staan de relevante abiotische randvoorwaarden van de habitattypen weergegeven waaronder substraat, temperatuur, saliniteit, dynamiek en waterdiepte. Veel habitattypen staan (een groot deel van de tijd) niet onder water. Zoals hierboven beschreven, zijn de habitattypen H1110A en H1140A, die samen 97% van het oppervlak van de Waddenzee vormen, de enige watertypen. Deze habitattypen worden in de subparagrafen hieronder nader toegelicht.

Tabel 5.2 Abiotische randvoorwaarden van de habitattypen van de Waddenzee (gebaseerd op informatie uit <http://www.synbiosys.alterra.nl/natura2000/gebiedendatabase.aspx?subj=habyten&groep=0>)

Habitat- typen	Abiotische randvoorwaarden				
	Vocht	Zuurgraad	Voedsel- rijkdom	Zout- gehalte	Bodemtype
H1110A	diep water - ondiep permanent water	neutraal/basisch	matig voedselrijk	brak-zout	zand slib
H1140A	droogvallend water	neutraal/basisch	voedselarm- matig voedselrijk	zout	zand slib
H1310A&B	zeer nat - vochtig	neutraal/basisch	voedselarm - voedselrijk	zout	zand zavel
H1320	ondiep droogvallend water - zeer nat	neutraal/basisch	matig voedselrijk - voedselrijk	brak zout - zout	zand zavel klei
H1330A&B	zeer nat - vochtig	zwak zuur -neutraal basisch	matig voedselrijk - voedselrijk	brak-zout - zout	zand zavel klei
H2110	vochtig - droog	neutraal basisch	matig voedselrijk	brak - brak-zout	zand
H2120	matig droog - droog	zwak zuur - neutraal/basisch	voedselarm - matig voedselrijk	licht brak - brak	zand
H2130A&B	vochtig - droog	zuur - neutraal/basisch	voedselarm - matig voedselrijk	zeer zoet	zand lemig zand leem
H2160	zeer vochtig - droog	zwak zuur - neutraal/basisch	matig voedselrijk	zeer zoet	zand
H2190B	ondiep droogvallend water - nat	zwak zuur - neutraal/basisch	matig voedselrijk - voedselrijk	zeer zoet - zoet	zand lemig zand zavel klei veen

Zoutgehalte: Licht brak: 1 tot 3 ‰; Brak: 3 tot 10 ‰; Zout: >10 ‰



Figuur 5.6 Ligging van gebieden met hard substraat in de westelijke Waddenzee (Ens et al. 2007).

Habitattype 1110A

H1110A betreft ondiepe, zowel relatief vlak liggende gebieden als geulen in gebieden waar de getijwerking belangrijker is dan de golfwerking vanuit zee (Ministerie van EZ 2014). Het habitattype heeft een vrij hoge natuurlijke dynamiek. De voortdurende afwisseling van eb- en vloedstromen is een belangrijke sturende factor in dit habitat. De hiermee samenhangende factoren als fluctuaties in zoet - zout, hydrodynamiek, dynamiek in temperatuur (zomer – winter) en helderheid van het water, zijn bepalend voor de biodiversiteit van H1110.

In de vlakke delen zijn de stroomsnelheden gering en is de waterdiepte meestal minder dan 5 meter. Door de relatief geringe hydrodynamiek is de bodem fijnzandig tot slikkig. De geulen hebben door de relatief hoge stroomsnelheden alleen een fijnzandige bodem; de waterdiepte kan plaatselijk groter zijn dan 20 meter. Het zoutgehalte varieert van licht brak tot vrijwel zout. De saliniteit van de Waddenzee is gemiddeld ca. 30 ‰, met variaties tussen de 23 en 34‰. Deze waarden zijn echter gemeten in het Marsdiep, waar geen invloed is van bijvoorbeeld spuisluzen. Er wordt namelijk zoet IJsselwater op de Waddenzee gespuid in twee spuispunten, nl. in Den Oever en in Kornwerderzand. In de buurt van de Afsluitdijk varieert de saliniteit van de Waddenzee tussen de 2 en de 25‰ als gevolg van de spui (de Kok 2002). Dit kan leiden tot sterfte van bepaalde daarvoor gevoelige soorten, zoals schelpdieren (Ministerie van EZ 2014). Het water is matig voedselrijk tot voedselrijk. De helderheid van het water is van dien aard dat fotosynthese door algen mogelijk is. In Tabel 5.2 staan de habitatcondities van permanent overstroomde zandbanken (H1110A) samengevat weergegeven.

Habitattype 1140A

Net zoals bij H1110A is de voortdurende afwisseling van eb en vloed is een belangrijke sturende factor in dit habitat. De hiermee samenhangende sturende factoren als afwisseling van afslijting (erosie) en afzetting (sedimentatie) van bodemmateriaal, fluctuaties in zoet - zout, hydrodynamiek (en daarmee samenhangend larventransport), dynamiek in temperatuur (zomer – winter) en helderheid van het water, getijamplitude en overstromingsduur, slibgehalte, stroming, golfwerking en wind zijn bepalend voor de biodiversiteit van H1140 (Ministerie van EZ 2008).

De platen zijn meestal bedekt door een film van diatomeeën en cyanobacteriën. Voor veel typische soorten is de duur en frequentie van het droogvallen van de zandplaten van belang, evenals de bodemsamenstelling, het gehalte aan voedingsstoffen en de waterkwaliteit. De platen die 25 tot 60 % van de tijd droogvallen, zijn het rijkst aan bodemleven (Ministerie van EZ 2008).

In de rustige delen en in de omgeving van grote concentraties bodemdieren bezinkt fijn slib en organisch materiaal. Hierdoor kunnen in die gebieden zuurstofloze condities optreden (Ministerie van EZ 2008). Het water is matig voedselrijk tot voedselrijk. Het water is van nature troebel in de slikkige delen en relatief helder in de geulen (onderdeel van H1110) en boven zandige platen (Ministerie van EZ 2008).

In de Natura 2000 profieldocumenten worden niet alle randvoorwaarden genoemd die voor deze studie van belang zijn, zoals de watertemperatuur. De watertemperatuur van de Waddenzee (jaarlijks gemiddelde, gemeten in het Marsdiep) varieert tussen ca. 8,5 en 12°C. De gemiddelde temperatuur in juli is berekend op 15,9 ± 0,6°C (van Aken 2010).

5.4 Hard substraat

Veel van de geselecteerde soorten leven op hard substraat. Naast de hierboven beschreven N2000 habitattypen zijn er nog andere gebieden/onderdelen van de Waddenzee te beschrijven die mogelijk als habitat voor de geselecteerde soorten kunnen fungeren. In de Waddenzee zijn verschillende hard-substraat habitats te vinden (Gittenberger et al., 2009; Ens et al., 2007):

- Jachthavens (o.a. de zijkant en onderkant van drijvende steigers, touwen/objecten die in het water hangen, schuin aflopende dijken, verticale kades (van bijv. staal en/of beton), houten palen en peilers, boeien, en losliggende stenen);
- Schepen;
- Dijken;
- Mosselbanken en oesterbanken of de schelpen(banken) van andere weekdieren. In de Waddenzee wordt onderscheid gemaakt tussen litorale en sublitorale mosselbanken. Litorale mosselbanken bevinden zich op de getijdeplaten die droogvallen bij laag water (H1140A). Sublitorale mosselbanken liggen in de diepere delen die altijd onder water blijven (H1110A).;
- Mosselzaadinvanginstallaties (MZI's);
- Veenvan en kleibanken en stenen en grind zoals die plaatselijk in de diepere getijdengeulen aanwezig zijn (zie bijvoorbeeld Figuur 5.6).

5.5 Classificering van habitatkarakteristieken

In de tabel hieronder (Tabel 5.3) staan de habitatkarakteristieken van de watertypen in de Waddenzee samengevat weergegeven.

Tabel 5.3 Habitatkarakteristieken van de habitattypen en overige elementen in de Waddenzee (de groen gemarkeerde velden vallen binnen het habitatype/element)

Permanent overstromde zandbanken (getijdengebied) incl. schelpen(banken)			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Slik- en zandplaten (getijdengebied) incl. schelpen(banken)			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Zilte pionierbegroeiingen (zeekraal & zeevetmuur)			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Slijmgrasvelden			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Schorren en zilte graslanden (buitendijks & binnendijks)			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Embryonale duinen			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Witte duinen			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Grijze duinen (kalkrijk & kalkarm)			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Duindoornstruwelen			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Vochtige duinvalleien (kalkrijk)			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Jachthavens			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Dijken			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
MZI			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog
Veen, kleibanken, stenen en grind			
Substraat	Slibbig (leem, slib, klei)	Zandig (fijn tot grof)	Hard
Temperatuur	<0°C	0-7	>7
Saliniteit	<10‰	10-20‰	>20‰
Dynamiek	Laag	Gemiddeld	Hoog
Waterdiepte	Permanent onder water	Getijdenezone	Periodiek onder water / nat tot droog

6. Kans op uitgroei van geïntroduceerde soorten in de Waddenzee

In dit hoofdstuk worden de habitatkarakteristieken van de Waddenzee vergeleken met de habitateisen van de geselecteerde soorten. De mate van overlap geeft een indicatie geven van de kans op uitgroei van die soorten in de Waddenzee. Daarbij wordt gebruik gemaakt van de volgende indeling (zie ook de methode in hoofdstuk 2.2):

- De soort kan zich mogelijk in het gehele habitatype vestigen;
- De soort kan zich mogelijk in delen van het habitatype vestigen;
- De soort kan zich niet in het habitatype vestigen.

In Figuur 2.1 (hoofdstuk 2.2) staat schematisch weergegeven hoe de kans op uitgroei van soorten in de Waddenzee wordt bepaald. In de tabellen hieronder staan de resultaten per soort weergegeven.

Tabel 6.1 Habitatieisen van de soort *Ruditapes philippinarum* versus de habitatkarakteristieken van de Waddenzee. De kleur geeft aan in welke mate de karakteristieken van de verschillende habitatypen overeenkomen met de eisen van de soort en daarmee ook de kans op uitgroei in het habitat (zie legenda)

Habitat-typen	Habitatieisen <i>Ruditapes philippinarum</i> versus karakteristieken Waddenzee				
	Substraat	Temperatuur	Saliniteit	Dynamiek	Waterdiepte
H1110A	Yellow	Green	Yellow	Yellow	Green
H1140A	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green
H1310A&B	Green	Yellow	Green	Yellow	Red
H1320	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
H1330A&B	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
H2110	Green	Yellow	Red	Red	Red
H2120	Green	Yellow	Red	Red	Red
H2130A&B	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
H2160	Green	Yellow	Red	Red	Red
H2190B	Yellow	Yellow	Red	Red	Red
Jachthavens	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Yellow
Dijken	Red	Yellow	Yellow	Red	Yellow
MZIs	Red	Yellow	Green	Red	Yellow
Veen, kleibanken, stenen en grind	Red	Yellow	Yellow	Yellow	Yellow

Legenda:

Green	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in het gehele habitat kunnen vestigen
Yellow	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in delen van het habitat kunnen vestigen
Green with dots	Habitatieisen van de soort zijn onbekend voor dit kenmerk waardoor het niet bekend is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
Red	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitatieisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

Tabel 6.2 Habitatieisen van de soort *Ocenebra inornata* versus de habitatkarakteristieken van de Waddenzee. De kleur geeft aan in welke mate de karakteristieken van de verschillende habitattypen overeenkomen met de eisen van de soort en daarmee ook de kans op uitgroei in het habitat (zie legenda)

Habitat-typen	Habitatieisen <i>Ocenebra inornata</i> versus karakteristieken Waddenzee				
	Substraat	Temperatuur	Saliniteit	Dynamiek	Waterdiepte
H1110A					
H1140A					
H1310A&B					
H1320					
H1330A&B					
H2110					
H2120					
H2130A&B					
H2160					
H2190B					
Jachthavens					
Dijken					
MZIs					
Veen, kleibanken, stenen en grind					

Legenda:

	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in het gehele habitat kunnen vestigen
	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in delen van het habitat kunnen vestigen
	Habitatieisen van de soort zijn onbekend voor dit kenmerk waardoor het niet bekend is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitatieisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

Tabel 6.3 Habitatieisen van de soort *Tricellaria inopinata* versus de habitatkarakteristieken van de Waddenzee. De kleur geeft aan in welke mate de karakteristieken van de verschillende habitattypen overeenkomen met de eisen van de soort en daarmee ook de kans op uitgroei in het habitat (zie legenda)

Habitat-typen	Habitatieisen <i>Tricellaria inopinata</i> versus karakteristieken Waddenzee				
	Substraat	Temperatuur	Saliniteit	Dynamiek	Waterdiepte
H1110A	Yellow	Green	Yellow	Green	Green
H1140A	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
H1310A&B	Red	Yellow	Yellow	Green	Green
H1320	Red	Yellow	Red	Green	Green
H1330A&B	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2110	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2120	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2130A&B	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2160	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2190B	Red	Yellow	Red	Green	Green
Jachthavens	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
Dijken	Green	Yellow	Yellow	Green	Green
MZIs	Green	Yellow	Green	Green	Green
Veen, kleibanken, stenen en grind	Green	Yellow	Yellow	Green	Green

Legenda:

Green	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in het gehele habitat kunnen vestigen
Yellow	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in delen van het habitat kunnen vestigen
Green with dots	Habitatieisen van de soort zijn onbekend voor dit kenmerk waardoor het niet bekend is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
Red	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitatieisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

Tabel 6.4 Habitatieisen van de soort *Pacificincola perforata* versus de habitatkarakteristieken van de Waddenzee. De kleur geeft aan in welke mate de karakteristieken van de verschillende habitattypen overeenkomen met de eisen van de soort en daarmee ook de kans op uitgroei in het habitat (zie legenda)

Habitat-typen	Habitatieisen <i>Pacificincola perforata</i> versus karakteristieken Waddenzee				
	Substraat	Temperatuur	Saliniteit	Dynamiek	Waterdiepte
H1110A	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
H1140A	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
H1310A&B	Red	Yellow	Yellow	Green	Green
H1320	Red	Yellow	Red	Green	Green
H1330A&B	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2110	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2120	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2130A&B	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2160	Red	Yellow	Red	Green	Green
H2190B	Red	Yellow	Red	Green	Green
Jachthavens	Yellow	Yellow	Yellow	Green	Green
Dijken	Green	Yellow	Yellow	Green	Green
MZIs	Green	Yellow	Green	Green	Green
Veen, kleibanken, stenen en grind	Green	Yellow	Yellow	Green	Green

Legenda:

Green	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in het gehele habitat kunnen vestigen
Yellow	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in delen van het habitat kunnen vestigen
Green	Habitatieisen van de soort zijn onbekend voor dit kenmerk waardoor het niet bekend is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
Red	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitatieisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

Tabel 6.5 Habitatieisen van de soort *Bispira polyomma* versus de habitatkarakteristieken van de Waddenzee. De kleur geeft aan in welke mate de karakteristieken van de verschillende habitattypen overeenkomen met de eisen van de soort en daarmee ook de kans op uitgroei in het habitat (zie legenda)

Habitat-typen	Habitatieisen <i>Bispira polyomma</i> versus karakteristieken Waddenzee				
	Substraat	Temperatuur	Saliniteit	Dynamiek	Waterdiepte
H1110A	Yellow	Green	Green	Green	Green
H1140A	Yellow	Yellow	Green	Green	Green
H1310A&B	Red	Yellow	Green	Green	Red
H1320	Red	Yellow	Green	Green	Red
H1330A&B	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2110	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2120	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2130A&B	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2160	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2190B	Red	Yellow	Green	Green	Red
Jachthavens	Yellow	Yellow	Green	Green	Green
Dijken	Green	Yellow	Green	Green	Green
MZIs	Green	Yellow	Green	Green	Green
Veen, kleibanken, stenen en grind	Green	Yellow	Green	Green	Green

Legenda:

Green	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in het gehele habitat kunnen vestigen
Yellow	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in delen van het habitat kunnen vestigen
Green	Habitatieisen van de soort zijn onbekend voor dit kenmerk waardoor het niet bekend is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
Red	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitatieisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

Tabel 6.6 Habitatieisen van de soort *Hymeniacion perlevis* versus de habitatkarakteristieken van de Waddenzee. De kleur geeft aan in welke mate de karakteristieken van de verschillende habitattypen overeenkomen met de eisen van de soort en daarmee ook de kans op uitgroei in het habitat (zie legenda)

Habitat-typen	Habitatieisen <i>Hymeniacion perlevis</i> versus karakteristieken Waddenzee				
	Substraat	Temperatuur	Saliniteit	Dynamiek	Waterdiepte
H1110A	Yellow	Green	Green	Yellow	Green
H1140A	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Green
H1310A&B	Red	Yellow	Green	Red	Red
H1320	Red	Yellow	Green	Green	Red
H1330A&B	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2110	Red	Yellow	Green	Red	Red
H2120	Red	Yellow	Green	Red	Red
H2130A&B	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2160	Red	Yellow	Green	Green	Red
H2190B	Red	Yellow	Green	Green	Red
Jachthavens	Yellow	Yellow	Green	Yellow	Yellow
Dijken	Green	Yellow	Green	Green	Yellow
MZIs	Green	Yellow	Green	Green	Yellow
Veen, kleibanken, stenen en grind	Green	Yellow	Green	Green	Yellow

Legenda:

Green	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in het gehele habitat kunnen vestigen
Yellow	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitatieisen van de soort. De soort zou zich, op basis van alleen dit kenmerk, in delen van het habitat kunnen vestigen
Green	Habitatieisen van de soort zijn onbekend voor dit kenmerk waardoor het niet bekend is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
Red	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitatieisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

Tabel 6.7 Kans op uitgroei van de geselecteerde soorten per habitatype/element van de Waddenzee

Habitatype / element	Kans op uitgroei van de soort per habitatype/element van de Waddenzee?					
	<i>Ruditapes philippinarum</i>	<i>Ocenebra inornata</i>	<i>Tricellaria inopinata</i>	<i>Pacificincola perforata</i>	<i>Bispira polyomma</i>	<i>Hymeniacidon perlevis</i>
H1110A						
H1140A						
H1310A&B						
H1320						
H1330A&B						
H2110						
H2120						
H2130A&B						
H2160						
H2190B						
Jachthavens						
Dijken						
MZIs						
Veen, kleibanken, stenen en grind						

Legenda:

	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitateisen van de soort. De soort zou zich in het gehele habitat kunnen vestigen
	Habitatkarakteristiek voldoet (deels) aan de habitateisen van de soort. De soort zou zich in delen van het habitat kunnen vestigen
	Habitateisen van de soort zijn niet volledig/voldoende bekend waardoor het onduidelijk is of de soort zich in het (gehele) habitat zou kunnen vestigen
	Habitatkarakteristiek voldoet niet aan de habitateisen van de soort. De soort kan zich niet in het habitat vestigen

7. Discussie en conclusies

7.1 Kans op uitgroei van geïntroduceerde soorten

Op basis van een onderzoek uitgevoerd in de oesterputten en de vlakbij gelegen schelpdierverwerkende bedrijven te Yerseke zijn de volgende uitheemse soorten geselecteerd voor de Oosterschelde die (nog) niet in de Waddenzee waardgenomen zijn:

- de Filipijnse tapijtschelp *Ruditapes philippinarum*;
- de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*;
- het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*;
- het mosdiertje *Pacificincola perforata*;
- de paarse kokerworm *Bispira polyomma*;
- de spons *Hymeniacidon perlevis*.

Er is dit rapport vanuit gegaan dat deze soorten via een mosseltransport de Waddenzee kunnen bereiken. Er is geen vergelijking uitgevoerd met soorten eerder aangetroffen in SASI's waardoor het mogelijk is dat soorten nu ten onrechte zijn geselecteerd als relevant. Ook is voor sommige soorten onduidelijk wat de overlevingskansen zouden zijn na de zoetwaterbehandeling wegens gebrek aan monsters uit de Zuid-Noord transporten.

In het onderliggende rapport hebben alle geselecteerde soorten een kans op uitgroei in de Waddenzee. De mate van uitgroei verschilt per soort en per habitatype/element in de Waddenzee. Het grootste deel van de Waddenzee (ca. 97%) bestaat uit permanent overstroomde zandbanken (H1110A) en slik- en zandplaten (H1140A). Alle soorten zouden mogelijk kunnen uitgroeien in deze habitattypen. Ook in havens hebben alle soorten een kans op uitgroei. De kans op uitgroei in duintypen (H2100-serie) en overige kusthabitats (H1300 serie) is nihil. Met uitzondering van de Filipijnse tapijtschelp leven alle soorten op hard substraat, zowel dood als levend materiaal.

Voor een kwantificering van de locaties binnen de verschillende habitats waar soorten kunnen uitgroeien wordt geadviseerd vervolgonderzoek uit te voeren waarbij GIS-kaarten geproduceerd worden op basis van de habitatskarakteristieken en soortgegevens. Hiermee kunnen risicogebieden in de Waddenzee worden aangewezen waarop gerichte monitoring van specifieke soorten kan plaatsvinden.

7.2 Methodiek

In de onderhavige studie wordt de kans op uitgroei bepaald op basis van abiotische condities. Naast abiotische condities spelen echter ook andere factoren een rol in de verspreiding van soorten, zoals soortinteracties (o.a. predatie, competitie) (Reiss et al. 2011). De beoordeling in deze studie, gebaseerd op abiotische condities, geeft aan in hoeverre de Waddenzee een geschikt habitat vormt voor de geselecteerde soorten. De aanwezigheid van andere soorten is daarbij niet meegenomen. Na introductie van een soort zal deze om een succesvolle vestiging van een populatie (mogelijk) moeten concurreren om ruimte en voedsel. Ook zullen (mogelijk) aanwezige predatoren effect hebben op de uitbreiding van de soort. Hierdoor zullen de soorten waarschijnlijk in aantallen en verspreiding beperkt worden in de Waddenzee. Er kunnen aan de hand van dit onderzoek geen uitspraken worden gedaan over negatieve impacts op natuurdoelstellingen. Daarvoor is meer informatie nodig over de druk van deze soorten op het ecosysteem in relatie tot aantallen en frequentie, de vectoren waarmee de soorten worden binnengebracht en de conditie van deze soorten; samen de introductiedruk.

Verskillende studies komen niet altijd tot dezelfde conclusie voor wat betreft het risico van introductie en uitgroei van uitheemse soorten in een gebied. De kans op uitgroei wordt voornamelijk bepaald aan de hand van habitateisen van de soort, habitatkarakteristieken van het gebied, en expert kennis en -beoordeling. In elk van deze onderdelen is er een aanzienlijke variatie mogelijk. Er zijn effect-beoordelingsmethoden bekend waarbij een meer systematische beoordeling op basis van expert judgement wordt gebruikt zoals bijv. (Jongbloed R.H. et al. 2011; Karman 2008; Karman et al. 2009; Knights et al. in press). Aanbeveling is om gebruik te maken van een vaste methodiek om zo de experts te begeleiden in het beoordelingsproces, maar ook om de resultaten vervolgens eenduidig te kunnen beoordelen. Retrospectief onderzoek kan ingezet worden om de beoordelingsmethodieken te verbeteren.

7.3 Beschikbaarheid van informatie

Van de meeste soorten zijn niet alle habitateisen goed bekend. Dit geldt voor de eisen ten opzichte van de dynamiek en waterdiepte voor Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*, het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata* en het mosdiertje *Pacificincola perforata*. Van de polychaet *Bispira polyomma* en de spons *Hymeniacidon perlevis* zijn de eisen ten aanzien van de saliniteit onbekend. Ook worden sommige habitateisen geschat op basis van het voorkomen van de soort en de daar heersende habitatkarakteristieken. Dit is het geval voor *Ocenebra inornata* en *Bispira polyomma* waarbij op basis van het voorkomen van de soort is geschat dat de temperatuur in de Waddenzee niet limiterend zal zijn. Bij onbekende of ingeschatte habitateisen wordt ervan uitgegaan dat het habitat van de Waddenzee niet limiterend zal zijn (worst case benadering). Nader onderzoek naar de habitateisen van deze soorten zal daarom mogelijk de inschatting van de kans op uitgroei in de Waddenzee, zoals in dit rapport beoordeeld, kunnen verfijnen. Het gaat dan specifiek om onderzoek naar:

- de tolerantie ten opzichte van dynamiek en waterdiepte van:
 - de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*
 - het onverwacht mosdiertje *Tricellaria inopinata*
 - het mosdiertje *Pacificincola perforata*
- de tolerantie ten opzichte van saliniteit van:
 - de paarse kokerworm *Bispira polyomma*
 - de spons *Hymeniacidon perlevis*
- de tolerantie ten opzichte van temperatuur van:
 - de Japanse stekelhoorn *Ocenebra inornata*
 - de paarse kokerworm *Bispira polyomma*

8. Kwaliteitsborging

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

Referenties

- Bleker H. 2012. Beleidsregels van de Staatssecretaris van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie van 6 juni 2012, nr. 267278, houdende vaststelling van beleidsregels inzake schelpdierverplaatsingen.
- Boscolo Brusa R, Cacciatore F, Ponis E, Molin E, Delaney E. 2013. Clam culture in the Venice lagoon: stock assessment of Manila clam (*Venerupis philippinarum*) populations at a nursery site and management proposals to increase clam farming sustainability. *Aquatic Living Resources* 26(1): 1-10.
- Brown SK, Buja KR, Jury SH, Monaco ME, Banner A. 2000. Habitat Suitability Index Models for Eight Fish and Invertebrate Species in Casco and Sheepscot Bays, Maine. *North American Journal of Fisheries Management* 20(2):408-435.
- Bruyne RH de, van Leeuwen SJ, Gmelig Meyling AW, Daan R (Eds). 2013. Schelpdieren van het Nederlandse Noordzeegebied. Ecologische atlas van de mariene weekdieren (Mollusca) Uitgeverij Triton, Utrecht en Stichting Anemoon, Lisse
- Carregosa V, Figueira E, Gil AM, Pereira S, Pinto J, Soares AMVM, Freitas R. 2014. Tolerance of *Venerupis philippinarum* to salinity: Osmotic and metabolic aspects. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology* 171(0):36-43.
- Cohen AN. 2011. *The Exotics Guide: Non-native Marine Species of the North American Pacific Coast*. Sept 2011 ed: Center for Research on Aquatic Bioinvasions, Richmond, CA, and San Francisco Estuary Institute, Oakland, CA.
- de Kok JM. 2002. Brakwater zones rond de Afsluitdijk. 3D modelberekeningen naar water- en zoutbeweging in diverse ontwerpvarianten. RIKZ.
- de Vlas J, Nicolai A, Platteeuw M, Borrius K. 2011. Natura 2000-doelen in de Waddenzee; Van instandhoudingsdoelen naar opgaven voor natuurbescherming.: Rijkswaterstaat.
- DLO. 2014. Kaderbrief DLO 2014: Herzien bijlage 1 bij Kaderbrief DLO 2014 (nr. 13062204). Pagina 24.
- Eertman RHM, Smaal AC. 1995. Habitat karakterisering van de Nederlandse kustwateren, Werkdocument Watersysteemverkenningen,. 97 p.
- Ens BJ, Craeymeersch J, Smaal AC, Dekker R, van Stralen MR. 2007. Sublitorale natuurwaarden in de Waddenzee; Een overzicht van bestaande kennis en een beschrijving van een onderzoekopzet voor een studie naar het effect van mosselzaadvijverij en mosselkweek op sublitorale natuurwaarden. Texel: Wageningen IMARES.
- Faasse MA, Giangrande A. 2012. Description of *Bispira polyomma* n. sp (Annelida: Sabellidae): a probable introduction to The Netherlands. *Aquatic Invasions* 7(4):591-598.
- Faasse ML, M. . 2009. American (*Urosalpinx cinerea*) and Japanese oyster drill (*Ocenebrellus inornatus*) (Gastropoda: Muricidae) flourish near shellfish culture plots in The Netherlands. *Aquatic Invasions* Volume 4 (Issue 2).
- Flye-Sainte-Marie J, Jean F, Paillard C, Ford S, Powell E, Hofmann E, Klinck J. 2007. Ecophysical dynamic model of individual growth of *Ruditapes philippinarum*. . *Aquaculture* 266:130-143.
- Foekema E, Brummelhuis E, Cuperus J, van der Weide B, van Zweeden C, Sneekes AC. 2014a. Soorteninventarisatie oesterputcomplexen en schelpdierverwerkende bedrijven. IMARES.
- Foekema EM, Cuperus J, van der Weide B. 2014b. Risk assessment of alien species found in and around the oyster basins of Yerseke. IMARES.
- Gallardo B. 2014. Europe's top 10 invasive species: Relative importance of climatic, habitat and socio-economic factors. 26(2-3):130-151.
- Gittenberger A. 2010. Schelpdier import protocol.: GiMaRIS rapport 2010.10.
- Gittenberger A, Stegenga H. . 2012. Risico analyse van uitheemse soorten in de exportgebieden voor Zuid - Noord transporten van de Oosterschelde naar de Waddenzee. GiMaRIS 2012_27.
- Inglis GJ, Hurren H, Oldman J, Haskew R. 2006. USING HABITAT SUITABILITY INDEX AND PARTICLE DISPERSION MODELS FOR EARLY DETECTION OF MARINE INVADERS. *Ecological Applications* 16(4):1377-1390.
- Janssen JAM, Weeda EJ, Schippers P, Bijlsma RJ, Schaminée JHJ, Arts GHP, Deerenberg CM, Bos OG, Jak RG. 2014. Habitattypen in Natura 2000-gebieden. Beoordeling van oppervlakte, representativiteit en behoudsstatus in de Standard Data Forms (SDFs). Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu. WOt-technical report 8. 196 blz.; 2 tab.; 33 ref.; 1 Bijlage.
- Johnson CH, Winston JE, Woollacott RM. 2012. Western Atlantic introduction and persistence of the marine bryozoan *Tricellaria inopinata*. *Aquatic Invasions* 7(3):295-303.
- Jones GG, Sanford CL, Jones BL. 1993. Manila Clams: Hatchery and Nursery Methods. Lasqueti Island, B.C., Canada: Innovative Aquaculture Products Ltd.
- Jongbloed R.H., van der Wal JT, Tamis JE, Jak RG, Jonker SI, Koolstra BJH, Schobben JHM. 2011. Nadere effectenanalyse Natura 2000-gebieden Waddenzee en Noordzeekustzone. Niet Nb-wetvergund gebruik. . IMARES rapport C170/11, ARCADIS rapport 057990726:B.

- Karman CC. 2008. Report of the Dutch workshop on Cumulative Effects in relation to MSFD/GES and OSPAR/QSR2010, Utrecht, June 11-12, 2008. Wageningen IMARES.
- Karman CC, Tamis JE, Van der Wal JT. 2009. Cumulative effect assessment - Case study: the Dutch EEZ. Den Helder: Wageningen IMARES. Report nr C089a/08.
- Knights AM, Piet GJ, Jongbloed RH, Tamis JE, White L, Akoglu E, Boicenco L, Churilova T, Kryvenko O, Fleming-Lehtinen V and others. in press. An exposure-effect approach for evaluating ecosystem-wide risks from human activities. . ICES Journal of Marine Science.
- Laing I, Child AR. 1996. Comparative tolerance of small juvenile palourdes (*Tapes decussatus* L.) and Manila clams (*Tapes philippinarum* Adams & Reeve) to low temperature. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 195(2):267-285.
- Lützen J, Faasse M, Gittenberger A, Glenner H, Hoffmann E. 2012. The Japanese oyster drill *Ocenebrellus inornatus* (Récluz, 1851) (Mollusca, Gastropoda, Muricidae), introduced to the Limfjord, Denmark. 7(2):181-191.
- Ministerie van EZ. 2008. Profieldocument H1140, versie 18 dec 2008.
- Ministerie van EZ. 2013. Overwegingen Nb-wetvergunning zuid-noord mosseltransporten. . Ministerie van economische Zaken, Directoraat-generaal Natuur & Regio, Directie Regio en Ruimtelijke Economie, 31 oktober 2013. Gedownload op 15 oktober 2014 via: http://vergunningenbank.overheid.nl/wp-content/uploads/2014/03/Overwegingen_zuid-noord_mosseltransporten.pdf.
- Ministerie van EZ. 2014. Profiel H1110 Permanent overstromde zandbanken (versie 2014).
- Mueller KW, Hoffmann A. 1999. Effect of freshwater immersion on attachment of the Japanese oyster drill, *Ceratostoma inornatum* (Recluz 1851). *Journal of Shellfish Research* 18(2):4.
- NVWA. 2013. Advies over geïntroduceerde uitheemse soorten in de Oosterschelde, die kunnen uitgroeien tot probleemsoorten in de Waddenzee. Advies van de directeur Bureau Risicobeoordeling & onderzoeksprogrammering aan de directeur van N&D-EZ. . NVWA/BuRO/2013/3451.
- Qi J, Yin B, Zhang Q, Yang D, Xu Z. 2014. Analysis of seasonal variation of water masses in East China Sea. 32(4):958-971.
- Reiss H, Cunze H, König K, Neumann K, Kröncke I. 2011. Species distribution modelling of marine benthos: A North Sea case study. *Marine Ecology Progress Series*, 442, pp. 71-86. .
- RIKZ. 1998. Sedimentatlas Waddenzee.
- Ruesink JL, Freshley N, Herrold S, Trimble AC, Patten K. 2014. Influence of substratum on non-native clam recruitment in Willapa Bay, Washington, USA. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 459(0):23-30.
- RWS WD 2009a. Waddenzee en Noordzeekustzone, ABI-1: Bodemhoogte.
- RWS WD 2009b. Waddenzee en Noordzeekustzone, ABI-3: Droogvalduur.
- RWS WD 2009c. Waddenzee en Noordzeekustzone, ABI-5: Sediment + ondergrond.
- RWS WD 2009d. Waddenzee en Noordzeekustzone, ECO-1.1: Habitats.
- Sneekes AC, Mendez-Merino N, van der Weide B, Glorius ST, Tamis J. (2015) Invasieve soorten Waddenzee: Ecosysteem resistentie en de Filipijnse tapijtschelp. IMARES Rapport C175/15.
- Titselaar F. 2013. Japanse stekelhoren. Stichting Anemoon.
- UNEP. 2009. The Wadden Sea, Germany & The Netherlands. http://www.unep-wcmc-apps.org/sites/wh/pdf/Wadden_sea.pdf.
- van Aken HM. 2010. Meteorological forcing of long-term temperature variations of the Dutch coastal waters. *Journal of Sea Research* 63(2):143-151.
- van den Brink AW, Wijsman JWM. 2010. Freshwater immersion as a method to remove *Urosalpinx cinerea* and *Ocenebrellus inornatus* from mussel seed. . IMARES.
- van Lente I. 2013 Juni 2013. Eetbare Filippijnen tussen twee kleppen. Kijk op exoten; 3-4.
- van Soest RWM. 1977. Marine and freshwater sponges (porifera) of the Netherlands. *Zoologische mededelingen Rijksmuseum van Natuurlijke Historie te Leiden* 50(16):261-276.
- Vincenzi S, Caramori G, Rossi R, Leo GAD. 2006. A GIS-based habitat suitability model for commercial yield estimation of *Tapes philippinarum* in a Mediterranean coastal lagoon (Sacca di Goro, Italy). *Ecological Modelling* 193(1-2):90-104.
- Vincenzi S, Zucchetta M, Franzoi P, Pellizzato M, Pranovi F, De Leo GA, Torricelli P. 2011. Application of a Random Forest algorithm to predict spatial distribution of the potential yield of *Ruditapes philippinarum* in the Venice lagoon, Italy. *Ecological Modelling* 222(8):1471-1478.
- Xi-xing L, Hui-lian L. 1999. Systematic position of *Mucronella perforata* Okada et Mawatari 1937. *Chinese Journal of Oceanology and Limnology* 17:6.
- Xue LY, Zhang W. 2009. Growth and Survival of Early Juveniles of the Marine Sponge *Hymeniacion perlevis* (Demospongiae) Under Controlled Conditions. *Marine Biotechnology* 11(5):640-649.
- Xue LY, Zhang XC, Zhang W. 2009. Larval release and settlement of the marine sponge *Hymeniacion perlevis* (Porifera, Demospongiae) under controlled laboratory conditions. *Aquaculture* 290(1-2):132-139.

Verantwoording


Rapport : C173/15
Projectnummer : 430.85010.19

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: N.H.B.M. Kaag
Onderzoeker

Handtekening:

Datum:


10 december 2015

Akkoord: Drs. F.C. Groenendijk
Hoofd afdeling Maritiem

Handtekening:

Datum:



10 december 2015