

Harde substraten en biodiversiteit

Vooronderzoek naar kunstmatige objecten in de Noordzee (NCP)



K. Didden
W. Lengkeek
J.W.P. Coolen
H.W. Waardenburg

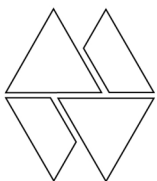


Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Harde substraten en biodiversiteit

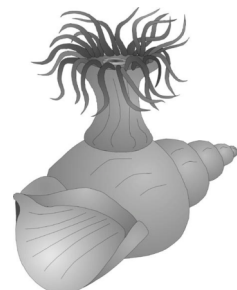
Vooronderzoek naar kunstmatige objecten in de Noordzee (NCP)

K. Didderen
W. Lengkeek
J.W.P. Coolen
H.W. Waardenburg



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl



opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst

Stichting ANEMOON

1 december 2012
rapport nr. 12-181

Status uitgave: Eindrapport

Rapport nr.: 12-181

Datum uitgave: 1 december 2012

Titel: Harde substraten en biodiversiteit

Subtitel: Vooronderzoek naar kunstmatige objecten in de Noordzee (NCP)

Samenstellers: drs. K. Didderen
dr. W. Lengkeek
J.W.P. Coolen Msc.
drs. H.W. Waardenburg

Foto's omslag: W. Lengkeek/H.W. Waardenburg/ Bureau Waardenburg bv

Aantal pagina's inclusief bijlagen: 52

Project nr.: 12-450

Projectleider: dr. W. Lengkeek

Naam en adres opdrachtgever: Rijkswaterstaat Waterdienst
Postbus 17 8200 AA Lelystad

Referentie opdrachtgever: 31073523/Van den Broek

Akkoord voor uitgave: Directeur Bureau Waardenburg bv
drs. H.W. Waardenburg

Paraaf:

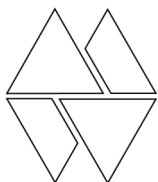


Bureau Waardenburg bv is niet aansprakelijk voor gevolgschade, alsmede voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Bureau Waardenburg bv; opdrachtgever vrijwaart Bureau Waardenburg bv voor aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

© Bureau Waardenburg bv / RWS Waterdienst

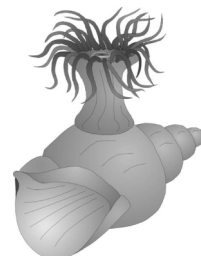
Dit rapport is vervaardigd op verzoek van opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag worden vervaardigd en/of openbaar gemaakt worden d.m.v. druk, fotokopie, microfilm of op welke andere wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de opdrachtgever hierboven aangegeven en Bureau Waardenburg bv, noch mag het zonder een dergelijke toestemming worden gebruikt voor enig ander werk dan waarvoor het is vervaardigd.

Het kwaliteitsmanagementsysteem van Bureau Waardenburg bv is door CERTIKED gecertificeerd overeenkomstig ISO 9001:2008.



Bureau Waardenburg bv
Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365 4100 AJ Culemborg
Telefoon 0345 51 27 10, Fax 0345 51 98 49
info@buwa.nl www.buwa.nl



Stichting ANEMOON

Voorwoord

Scheepswrakken en andere objecten op de zanderige bodem van de Noordzee worden gekenmerkt door een zeer hoge biodiversiteit. Veel van de soorten die op wrakken leven, komen nergens anders voor in ons land en deze objecten dragen zodoende bij aan de biodiversiteit van de Noordzee.

Voor implementatie van de Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) is het nodig te onderzoeken welke rol kunstmatige harde objecten op de zeebodem spelen voor de biodiversiteit op het Nederlands deel van de Noordzee (NCP). Alvorens een praktijkonderzoek te starten om nieuwe kennis te genereren, wil Rijkswaterstaat Waterdienst bestaande kennis over dit onderwerp ontsluiten. Ter voorbereiding van een praktijkonderzoek dat in 2013 zal plaatsvinden, is in de voorliggende studie informatie verzameld die bijdraagt aan een gedegen voorselectie van relevante objecten.

Dit rapport is tot stand gekomen door de samenwerking tussen Stichting De Noordzee (SDN), Bureau Waardenburg (BuWa) en Stichting ANEMOON (SA).

Voor de selectie van wrakken is een projectteam samengesteld. Dit projectteam bestond uit:

Wouter Lengkeek (BuWa)	Projectleiding, methodiek, kwaliteitsborging
Karin Didderen (BuWa)	Methodiek, analyse, rapportage
Joop Coolen (SDN/thans IMARES)	Methodiek, kwaliteitsborging
Hans Waardenburg (BuWa)	Methodiek, kwaliteitsborging
Sietse Bouma (BuWa)	Interne kwaliteitsborging
Peter van Horssen (BuWa)	GIS bewerkingen en kaarten
Lisa van der Veen (SDN)	Externe kwaliteitsborging
Adriaan Gmelig Meyling (SA)	Invoer en analyse vrijwilligersdata

Ben Stiefelhagen (Stichting Duik de Noordzee schoon) en Imre Schep (Vereniging van beroepsmatige (hand)Lijnvissers Nederland) leverden gegevens aan van objecten op de bodem van de Noordzee. Vanuit RWS Waterdienst was dhr. Hans Ruiters betrokken bij het project en leverde een reactie en aanvullingen op het conceptrapport. Graag willen wij allen bedanken voor hun bijdrage.

Daarnaast bedanken we de vrijwilligers van Stichting Duik de Noordzee schoon, Stichting ANEMOON en Stichting De Noordzee, voor het uitvoeren van de waarnemingen.

Inhoud

Voorwoord	3
Samenvatting	7
1 Inleiding.....	9
1.1 Aanleiding.....	9
1.2 Achtergrond.....	9
1.3 Doel en onderzoeksvragen	10
1.4 Leeswijzer.....	11
2 Materiaal en methoden	13
2.1 Methode.....	13
2.2 Overzicht posities	13
2.3 Overzicht bestaande informatie	14
2.4 Gegevens vrijwilligers.....	14
2.5 Selectie waardevolle objecten.....	15
2.5.1 Selectiestappen	15
2.5.2 Selectiecriteria.....	15
2.5.2 Score.....	18
3 Resultaten	19
3.1 Objecten	19
3.2 Locaties van de objecten	19
3.3 Score van de objecten	19
3.4 Biodiversiteit.....	22
3.4.1 Soortenrijkdom van objecten.....	22
3.4.2 Soortensamenstelling van geselecteerde objecten.....	23
3.5 Selectie objecten voor praktijkonderzoek	24
3.5.1. Selectie 1: Objecten met een geografische spreiding over het NCP	24
3.5.2 Selectie 2: Objecten binnen 75 km van de kust.....	28
4 Discussie	31
4.1 Ontbreken en onjuistheid van informatie	31
4.2 Inspanning versus soortenrijkdom.....	31
4.3 Leeftijd.....	32
5 Conclusies en aanbevelingen.....	33
5.1 Selectie	33
5.2 Aandachtspunten voor de monitoring.....	34

6	Literatuur.....	37
	Bijlage 1 Netto lijst objecten NCP met score	39
	Bijlage 2 Score objecten selectie 1	41
	Bijlage 3 Score objecten selectie 2	42
	Bijlage 4 Locaties objecten	45
	Bijlage 5 Score biodiversiteit.....	47
	Bijlage 6 Soortsamenstelling objecten selectie	49

Samenvatting

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) heeft als doelstelling om in 2020 een goede milieutoestand van alle Europese zeeën te bereiken (Europese Unie 2008). Voor de beoordeling van de goede milieutoestand zijn 11 kwalitatief beschrijvende elementen of descriptoren geformuleerd. Het behoud van biodiversiteit is onderdeel van de goede milieutoestand voor descriptor 1: Behoud van biodiversiteit. Harde substraten op de zeebodem (o.a. wrakken) worden gekenmerkt door een hoge soortenrijkdom, die bovendien bestaat uit andere soorten dan in en op de omringende zandbodems. Levensgemeenschappen op harde objecten op de zeebodem kunnen in belangrijke mate bijdragen aan de biodiversiteit van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) en van Nederland.

Voor implementatie van de KRM is het nodig te onderzoeken welke rol harde objecten op de zeebodem spelen voor de biodiversiteit op het Nederlands deel van de Noordzee (NCP). Het doel van dit onderzoek is om aan de hand van bestaande informatie (literatuur, gegevens, vrijwilligerswaarnemingen) te komen tot een voorselectie van voor ecologie en biodiversiteit potentieel belangrijke objecten op de zeebodem.

Met de informatie uit voorliggende studie kan in 2013 gericht praktijkonderzoek plaatsvinden naar de biodiversiteit van een beperkt aantal objecten op de bodem van de Noordzee. Zo kan worden voorkomen dat (kostbaar) praktijkonderzoek wordt verspild aan objecten waarvan nu al bepaald kan worden dat ze weinig betekenen voor biodiversiteit.

Om te komen tot een voorselectie van de voor ecologie en biodiversiteit potentieel belangrijke objecten binnen het NCP zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Creëren overzicht van posities van enkele honderden objecten op de zeebodem;
2. Creëren overzicht van bestaande kennis van deze objecten;
3. Verzamelen en verwerken vrijwilligersdata;
4. Selectie waardevolle objecten.

Er is een lijst opgesteld van criteria die aanduiden of objecten potentieel waardevol zijn voor ecologie en biodiversiteit. Deze criteria bestaan onder andere uit informatie over de omvang, habitatcomplexiteit, structuur, soortenrijkdom en gebruikswaarde van de objecten.

Op basis van de verzamelde kennis is een overzicht van 96 objecten beschikbaar gekomen. Daarnaast zijn op basis van voorkennis 2 geografische selecties gemaakt binnen de top 50 van hoogst scorende objecten: 1: Selectie van wrakken verspreid over het NCP, 2: Selectie van wrakken in N-Z gradiënt binnen 75 kilometer van de kust. Van de selecties is een uitgebreide beschrijving opgesteld met betrekking tot de score, de kennis over de objecten en voor zover bekend de soortensamenstelling.

1 Inleiding

1.1 Aanleiding

In 2013 zal van een beperkt aantal objecten op de zeebodem van het Nederlands Continentaal Plat (NCP) in detail onderzocht worden wat de ecologische waarde is en welke biodiversiteit er aanwezig is. Door de logistiek die nodig is voor werken op zee en de veiligheidsvoorzieningen die daarbij komen kijken, is een veldinventarisatie van objecten op het NCP relatief kostbaar. Een object bezoeken waarvan onderwater blijkt dat het nauwelijks boven het zand uitsteekt en nauwelijks leven bevat, zou een verspilling zijn van middelen en inspanningen. Daarom is het van belang om op basis van bestaande kennis van objecten op de zeebodem, zowel van professionele onderzoekers als van vrijwilligers, een voorselectie te maken van potentieel waardevolle objecten voor biodiversiteit. Zo kan elke duik van het praktijkonderzoek maximaal veel kennis opleveren.

Het totale onderzoek naar de biodiversiteit van harde substraten op het NCP kent twee onderdelen, die na elkaar uitgevoerd worden:

- 1) Voorselectie op basis van bestaande objectkennis en vrijwilligerswaarnemingen;
- 2) Specifiek onderzoek naar potentieel waardevolle objecten, geselecteerd in 1.

Het voorliggende rapport betreft de invulling van onderdeel 1.

1.2 Achtergrond

De Kaderrichtlijn Mariene Strategie (KRM) heeft als doelstelling om in 2020 een goede milieutoestand van alle Europese zeeën te bereiken (Europese Unie 2008). De Mariene Strategie Deel I (I&M 2012) omvat de "initiële beoordeling" van de huidige toestand van het Nederlandse deel van de Noordzee, de te bereiken "goede milieutoestand" in 2020, met de daarbij behorende "milieudoelen" en "indicatoren" waarmee beoordeeld dient te worden wat de voortgang is ten aanzien van het bereiken van de goede milieutoestand. Uiterlijk in 2014 moet Nederland rapporteren over het bijbehorende monitoringprogramma (Mariene Strategie Deel II) en uiterlijk in 2015 over het programma van maatregelen (Mariene Strategie Deel III).

Voor de beoordeling van de goede milieutoestand zijn 11 kwalitatief beschrijvende elementen geformuleerd. Deze zogenaamde "descriptor" hebben betrekking op fysisch-chemische kenmerken, habitattypes, biologische componenten en hydromorfologie (bijlage 3 van de KRM).

Het behoud van biodiversiteit is onderdeel van de goede milieutoestand voor descriptor 1 van de KRM. Levensgemeenschappen op harde structuren in zee kunnen

in belangrijke mate bijdragen aan de biodiversiteit van het NCP (Leewis & Waardenburg 1991). Deze levensgemeenschappen werden oorspronkelijk aangetroffen op natuurlijke structuren, zoals oesterbanken, Texelse stenen en fossiele veenbanken. Veel van deze structuren zijn verdwenen en de typische levensgemeenschappen zijn tegenwoordig veelal beperkt tot kunstmatige harde substraten (o.a. wrakken en steenbestortingen). Deze objecten op de zeebodem worden gekenmerkt door een hoge soortenrijkdom, die bovendien bestaat uit andere soorten dan in en op de omringende zandbodems (Lengkeek *et al.* 2011, Mallefet *et al.* 2008). Objecten fungeren als riffen en herbergen natuurlijke rifgemeenschappen (Leewis *et al.* 2000) vergelijkbaar met Natura 2000 habitatype '1170 riffen' (Lindeboom *et al.* 2005).

Voor implementatie van de KRM is het nodig te onderzoeken welke rol kunstmatig hard substraat speelt voor de biodiversiteit op het NCP. In 2013 zal daarom een praktijkonderzoek naar de biodiversiteit op objecten in de Noordzee uitgevoerd worden. Er zijn echter duizenden objecten bekend in registers van wrakken en andere obstakels. Het is onmogelijk deze allemaal te onderzoeken en dit is bovendien niet nodig: Lang niet al deze objecten hebben een even grote waarde voor biodiversiteit. Om het praktijkonderzoek op een slimme manier in te richten is het nodig een voorselectie te maken van de potentieel meest relevante objecten.

1.3 Doel en onderzoeksvragen

Het voornaamste doel van dit onderzoek is om aan de hand van bestaande informatie (literatuur, gegevens, vrijwilligerswaarnemingen) te komen tot een voorselectie van voor ecologie en biodiversiteit potentieel belangrijke objecten in zee. Met deze informatie kan in 2013 gericht onderzocht worden of deze objecten van belangrijke waarde zijn voor de biodiversiteit in de Noordzee (NCP). Door het uitvoeren van deze voorselectie kan worden voorkomen dat praktijkonderzoek verspild wordt aan objecten die weinig betekenen voor biodiversiteit (bijvoorbeeld omdat ze nauwelijks boven het zand uit steken).

De kennisvragen die in dit rapport worden behandeld zijn:

1. Welke objecten zijn er bekend?
2. Wat weten we van deze objecten over huidige staat, formaat, biodiversiteit en ecologisch potentieel?
3. Welke objecten kunnen op basis van bestaande kennis aangemerkt worden als potentieel meest waardevol voor biodiversiteit?

1.4 Leeswijzer

In hoofdstuk 2 is de methode, die is toegepast om tot een selectie van objecten op het NCP te komen, beschreven. In hoofdstuk 3 is deze methode toegepast en uitgewerkt voor de gegevens die op dit moment beschikbaar zijn. Op basis van de uiteindelijke scores van de objecten zijn 2 selecties gemaakt die eveneens in dit hoofdstuk zijn beschreven. Hoofdstuk 4 beschrijft de discussiepunten die voortkomen uit hoofdstuk 2 en 3. Ten slotte worden in hoofdstuk 5 afsluitende conclusies en aanbevelingen beschreven.

2 Materiaal en methoden

2.1 Methode

Om te komen tot een voorselectie van de voor ecologie en biodiversiteit potentieel belangrijkste objecten binnen het NCP zijn de volgende stappen doorlopen:

1. Creëren overzicht van posities van enkele honderden objecten op de zeebodem;
2. Creëren overzicht van bestaande kennis van deze objecten;
3. Verzamelen en verwerken vrijwilligersdata;
4. Selectie waardevolle objecten.

2.2 Overzicht posities

Nederland kent een wrakkenregister (Dienst der Hydrografie 2009) met daarin meer dan 9000 records van objecten op het NCP. In dit register staan naast wrakken op de Noordzeebodem verloren ankers, overboord geslagen masten, grote stenen of andere obstructies. Bovendien zijn objecten in dit register door de jaren heen soms reeds geheel uiteengevallen en zijn veel van de posities van deze wrakken onnauwkeurig, daar het vaak oude gegevens betreft. Dit register kan zodoende niet dienen om tot een selectie van objecten te komen die in een praktijkonderzoek onderzocht kunnen worden. Het is immers onvoldoende bekend wat en of er iets aangetroffen wordt op de zeebodem. Daarom is in dit onderzoek specifiekere kennis verzameld van objecten op de Noordzeebodem en zijn alleen objecten onderzocht waarvan voldoende informatie bekend is. In dit onderzoek is derhalve geen gebruik gemaakt van een directe selectie van het wrakkenregister, maar is informatie van onderop verzameld. Er is een overzicht gecreëerd van globale posities van enkele honderden objecten op de zeebodem op basis van de volgende bronnen:

- Wrakken die door Bureau Waardenburg zijn onderzocht;
- Wrakken die door vrijwilligers van Duik de Noordzee schoon zijn bezocht;
- Wrakken die door vrijwilligers van Stichting ANEMOON zijn onderzocht;
- Wrakken die door vrijwilligers van Stichting Duik de Noordzee schoon als potentieel waardevol worden aangemerkt;
- Wrakken die als waardevol worden aangemerkt door de Vereniging van beroepsmatige (hand)Lijnvissers Nederland.

Ontbrekende posities zijn waar mogelijk op basis van de wraknaam uit het Wrakkenregister of uit online gegevens gehaald om een globale indicatie te krijgen van de ligging.

Alleen voor de wrakken die uiteindelijk geselecteerd zijn (§3.5 en §3.6), heeft nader onderzoek plaatsgevonden naar de exacte locatie van deze wrakken.

2.3 Overzicht bestaande informatie

Er is relatief weinig actuele kennis van de ecologie en diversiteit van levensgemeenschappen op objecten op de zeebodem van het NCP. Er lopen omvangrijke monitoringsprogramma's naar het leven in en op de zachte zandbodem, maar naar het leven op en rondom wrakken op het NCP is al meer dan 20 jaar geen specifiek onderzoek gedaan. Op basis van een literatuurstudie is een overzicht verkregen van bestaande kennis van objecten op het NCP. Daartoe is binnen dit onderzoek eerst gezocht naar bronnen. Op basis van de bronnen is informatie verzameld over:

- abiotische factoren: zoals (oorspronkelijke) afmetingen, materiaal, huidige staat;
- biotische factoren: zoals aantal soorten.

De volgende bronnen zijn geïdentificeerd:

Onderzoek Bureau Waardenburg

In de jaren tachtig onderzocht Bureau Waardenburg 22 wrakken verspreid over het Nederlands Continentaal Plat (Waardenburg 1987a; Waardenburg 1987b; van Moorsel, Sips & Waardenburg 1989; van Moorsel & Waardenburg 1990; van Moorsel *et al.* 1991; Leewis & Waardenburg 1991; van Moorsel & Waardenburg 1992).

Daarnaast is er in het verleden onderzoek uitgevoerd door Bureau Waardenburg naar de kunstriffen bij Noordwijk (van Moorsel 1993; 1994). Gegevens die zijn verzameld uit deze bronnen zijn o.a. gegevens over afmetingen, aantal soorten en staat van de objecten.

Wrakkenregisters

Voor aanvullende gegevens en beeldmateriaal is gebruik gemaakt van openbare bronnen op internet (o.a. wrecksite.eu). Aangezien de waarde en nauwkeurigheid van deze informatie sterk wisselt, is deze gebruikt voor het invullen van onbekende parameters die van belang waren voor de selectie. Er is echter bij voorkeur gebruikgemaakt van de kennis die reeds beschikbaar is gekomen bij het opstellen van een objectenlijst (§2.2 en §2.4).

2.4 Gegevens vrijwilligers

Data vrijwilligers Duik de Noordzee schoon & Stichting ANEMOON

Binnen het initiatief Duik de Noordzee schoon worden op vrijwillige basis ecologische gegevens van wrakken verzameld door sportduikers (§3.4). Stichting ANEMOON verzamelt de zogenaamde monitoringsformulieren en maakt de monitoringsgegevens van wrakken beschikbaar in een database.

De gegevens van vrijwilligers omvatten zodoende gegevens van:

- Duik de Noordzee schoon (inclusief Expeditie Doggersbank 2011 en 2012): Er zijn in 2011 en 2012 respectievelijk 23 en 45 objecten bezocht.

- Stichting ANEMOON: In 2011 en 2012 zijn gegevens over de soortensamenstelling van 46 objecten verzameld (voor methode zie Gmelig Meyling & de Bruyne 2003).

2.5 Selectie waardevolle objecten

2.5.1 Selectiestappen

De volgende selectiestappen hebben plaatsgevonden:

1. Dubbele objecten zijn verwijderd (ontdubbeld);
2. Objecten zonder locatiegegevens (coördinaat) zijn verwijderd;
3. Objecten buiten het NCP zijn verwijderd;
4. Objecten zijn getoetst aan vooraf gedefinieerde criteria die een indicatie zijn voor hun potentie als drager van biodiversiteit (§2.5.2).

2.5.2 Selectiecriteria

Er is een lijst opgesteld van criteria die aanduiden of objecten potentieel waardevol zijn voor ecologie en biodiversiteit. Hieronder volgt een toelichting op de criteria en de bijbehorende score.

Omvang

De oppervlakte van een leefgebied kent een direct verband met de hoeveelheid soorten die er worden aangetroffen (Island theory, MacArthur & Wilson 1967). Dit geldt ook voor oppervlakten binnen een leefgebied, waarbij grotere oppervlakten de neiging hebben om grotere aantallen soorten bevatten. Dit verband vertoont een systematische wiskundige relatie, ook wel bekend als de species-area curve, of soort-oppervlakte relatie (Preston 1962). Wanneer deze theorie wordt toegepast op objecten op de bodem van de Noordzee, geldt hoe groter de omvang van het object hoe groter de biodiversiteit is die deze kan herbergen.

Omvang is uitgedrukt in 2 criteria:

1. Tonnage van het oorspronkelijke object
2. Lengte van het oorspronkelijke object

Habitatcomplexiteit

Habitatcomplexiteit of ruwheid (rugosity) wordt in mariene ecosystemen gezien als een belangrijke maat voor de hoeveelheid beschikbare leefgebied voor kolonisatie door bodemdieren en foerageergebied of schuilplaats voor mobiele organismen (Roberts & Ormond 1987). Hoe meer een object boven het zand uitsteekt en hoe onregelmatiger de structuur, hoe meer potentie het heeft voor ecologische waarde en biodiversiteit. Objecten op de Noordzeebodem bieden meer begroeibaar oppervlakte, structuur en schuilplaatsen dan de naastgelegen zandbodem. Naast de kolonisatie door bodemdieren trekken de objecten veel mobiele fauna aan, zoals soorten die een schuilplaats komen zoeken. Voorbeelden van soorten die objecten als schuilplaats gebruiken zijn kabeljauw, steenbolk en verschillende soorten krabben en kreeften.

Ook voor de Noordzee bijzondere soorten, zoals de kliplipvis en de luipaardgrondel en soorten met economisch belang, zoals kabeljauw en zeebaars, gebruiken objecten als schuilplaats. De sterk verhoogde habitatcomplexiteit van objecten op de zeebodem, maakt bovendien dat deze locaties belangrijke kraamkamers zijn, bijvoorbeeld voor juveniele kabeljauw. De praktijk leert dat objecten die ver uitsteken boven de bodem veel schuilplaatsen bieden voor dieren.

Habitatcomplexiteit is uitgedrukt in 2 criteria:

3. Mate waarin het object boven de bodem uitsteekt
4. Staat van het object

Structuur en aanhechtingssubstraat

Kunstmatige structuren bieden naast extra oppervlak en habitatcomplexiteit ook een ander habitat dan de omliggende zandbodem. Verschillende studies die zich richten op de soortenrijkdom van kunstmatige (door de mens vervaardigde) objecten laten zien dat het overgrote deel van de soorten die zich op dergelijke structuren bevindt, typische hardsubstraatbewoners zijn en zodoende niet op de omliggende zandbodem worden aangetroffen (Lengkeek *et al.* 2011). Daarnaast geldt dat hoe beter begroeibaar het harde oppervlak is, hoe hoger de biodiversiteit van sessiele dieren (anemonen en dergelijke). Stalen objecten zijn vaak erg mooi begroeid. Poliepen, sponzen en anemonen vormen de basis voor een rijkdom aan mobiele fauna die hier op en tussen leven. Houten objecten zijn vaak minder duurzaam en vergaan sneller, onder andere door de aantasting door paalworm (*Teredo navalis*), een tweekleppige die in hout boort. Objecten met materialen zoals koper en brons, zijn door onbekende (mogelijk chemische) oorzaken veel minder begroeid en hebben daardoor minder waarde voor de biodiversiteit.

Structuur is uitgedrukt in 1 criterium:

5. Materiaal

Biodiversiteit

Het uitgangspunt voor de criteria die samenhangen met biodiversiteit is: Hoe meer leven er op een object wordt waargenomen door vrijwilligers en onderzoekers, hoe groter de kans dat het ook daadwerkelijk een hoge mate van biodiversiteit herbergt. Op objecten met weinig leven nemen vrijwilligers en onderzoekers immers ook weinig soorten waar. Voor dit criterium is gebruikgemaakt van observaties van objecten door sportduikers en bestaande inventarisaties door mariene biologen. Een nadeel van het gebruik van soortenrijkdom of de aanwezigheid van bijzondere (unieke) soorten is, dat deze criteria in sterke mate bepaald worden door het aantal waarnemingen. Hoe vaker een object is bezocht, des te meer soorten worden er aangetroffen (§4.2).

Desondanks is soortenrijkdom en begroeiing uitgedrukt in 4 criteria:

6. Beschikbare informatie over de biodiversiteit
7. Aantal soorten
8. Aantal unieke soorten (soorten die slechts op 1 object zijn aangetroffen)
9. Aantal zeldzame soorten (soorten die op maximaal 5 objecten zijn aangetroffen)

Er is gebruikgemaakt van informatie over biodiversiteit uit Waardenburg 1987a, Waardenburg 1987b en van Moorsel 1993). Daarnaast is door Stichting ANEMOON een analyse uitgevoerd op basis van vrijwilligersdata. Het gaat om een analyse van de standaardsoorten: de soorten die standaard op een monitoringsformulier van Stichting ANEMOON zijn vermeld. De bijschrijfsoorten, additionele soorten die door de waarnemer zijn toegevoegd, zijn niet in deze analyse meegenomen. Bij het vervaardigen van de soortenlijst (§3.4) zijn deze soorten toegevoegd aan het overzicht.

Gebruikswaarde

Verschillende objecten worden gebruikt door verschillende gebruiksgroepen, waaronder duikers en beroepsmatige handlijnvissers. Mooi begroeide objecten, die doorgaans een hoge biodiversiteit kennen, zijn populair bij duikers. Handlijnvissers bezoeken graag objecten met een hoge biomassa aan vis. De gebruikswaarde voor deze twee gebruiksgroepen is dan ook indirect een maat voor de biodiversiteit.

Gebruikswaarde is uitgedrukt in 1 criterium:

10. Gebruikswaarde voor gebruiksgroepen Duikers en beroepsmatige Handlijnvissers.

Geografie

De geografische ligging van een object bepaalt in sterke mate welke soorten er verwacht kunnen worden. Omstandigheden nabij de kust worden gekenmerkt als ondiep, weinig doorzicht, voedselrijk en relatief veel golfslag. Soorten op objecten op deze locaties zijn aan deze omstandigheden aangepast. Verder van de kust afgelegen objecten worden vaak gekenmerkt door een andere soortensamenstelling die hoort bij het relatief diepe, heldere, voedselarme en golfzuwe water aldaar. Ook zijn er verschillen in omstandigheden en soortensamenstelling op objecten tussen het noordelijke en zuidelijk deel van de Noordzee (van Moorsel *et al.* 1991), o.a. door de aanwezigheid van verschillen in watermassa's en temperatuur.

De keuze voor de geografische ligging is niet uitgedrukt in 1 criterium, maar er zijn op basis van bovenstaande voorkennis 2 mogelijke selecties gemaakt op basis van de geografie (binnen top 50 hoogste score):

-Selectie 1: Selectie van wrakken breed verspreid over het NCP

-Selectie 2: Selectie van wrakken in N-Z gradiënt binnen 75 kilometer van de kust

De werkwijze is daarbij als volgt: Objecten met de hoogste score zijn geselecteerd. Daaropvolgend zijn in principe objecten met de daarop volgende hoogste score geselecteerd. Een zo groot mogelijke spreiding (selectie 1) of binnen 75 km van de kust (selectie 2) zijn criteria die bij elk object opnieuw zijn afgewogen, waarbij objecten die dicht bij een reeds geselecteerd object liggen, zijn afgevalen.

2.5.2 Score

Met behulp van de hierboven genoemde selectiecriteria is op de volgende wijze een score toegekend aan de objecten:

Tabel 1 Scoringswijze per criterium. – informatie ontbreekt/ onbekend

Criterium	Score
1 Tonnage van het oorspronkelijke object	3 top 10 zwaarste objecten 2 top 11-20 zwaarste objecten 1 top 21-30 zwaarste objecten 0 overig
2 Lengte van het object	3 top 10 langste objecten 2 top 11-20 langste objecten 1 top 21-30 langste objecten 0 overig
3 Mate waarin het object boven de bodem uitsteekt	3 rechtop, top 10 hoogste objecten 2 rechtop, overig 1 op zij of deels verzand 0 overig
4 Staat van het object	3 grotendeels intact 2 deels uiteengevallen 1 grotendeels uiteengevallen 0 geheel uiteengevallen of verzand
5 Materiaal	2 staal / ijzer 1 hout
6 Biodiversiteitinformatie	2 soortinformatie beschikbaar 0 soortinformatie niet beschikbaar
7 Aantal soorten	3 top 10 aantal soorten 2 top 11-20 aantal soorten 1 top 21-30 aantal soorten 0 overig
8 Aantal unieke soorten (max 1 object)	3 meer dan 1 soort 2 1 soort 0 overig
9 Aantal zeldzame soorten (max 5 objecten)	3 top 10 aantal soorten 2 top 11-20 aantal soorten 1 top 21-30 aantal soorten 0 overig
10 Gebruikswaarde	2 gebruikswaarden voor minimaal 2 gebruiksgroepen 1 gebruikswaarden voor minimaal 1 gebruiksgroep 0 overig

3 Resultaten

3.1 Objecten

Tabel 2 Objecten en de onderliggende objecten/lijsten

Bron	Aantal objecten	
Onderzoek Bureau Waardenburg	26	+
Waardevolle wrakken duikers	84	+
Ben Stiefelhagen (DDNZS)		
Bezocht door DDNZS	59	+
Stichting ANEMOON	45	+
VBHL	116	+
Totaallijst bruto	330	
Dubbele objecten	106	-
Objecten zonder coördinaat	123	-
Objecten buiten NCP	5	-
Totaallijst netto	96	

De bruto lijst bevat 330 objecten (Tabel 2). Na verwijdering van dubbele objecten (105), objecten zonder coördinaat (123) en objecten buiten het NCP (5) is er een netto lijst met 96 objecten beschikbaar voor nadere analyse.

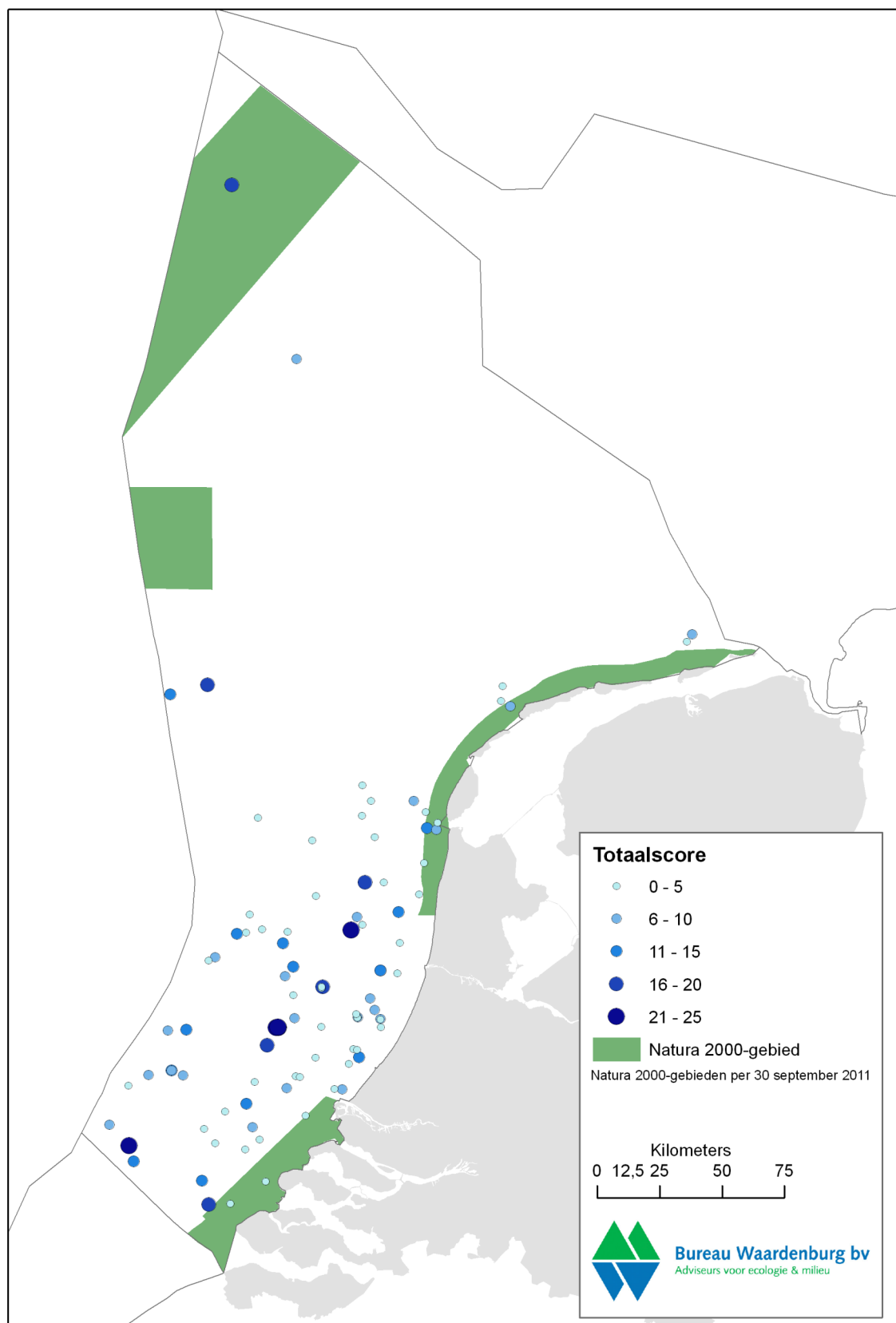
3.2 Locaties van de objecten

De netto lijst zoals beschreven in §3.1 bevat 96 objecten zoals weergegeven in Bijlage 4 (kaart). De meeste objecten liggen in de nabijheid van de kust en zijn verspreid over de Noordzee van ter hoogte van Zeeland tot aan ter hoogte van de Waddeneilanden. Daarnaast zijn er in de zuidelijke Noordzee objecten aanwezig verspreid tot aan de westgrens van het NCP. In noordwestelijke richting zijn er grote delen van het NCP verstoken van objecten uit de nettolijst, uitgezonderd enkele objecten in de nabijheid van de Klaverbank en Doggersbank (67:Jeanetta-Kristina, 43:Windfjord, 50: Alpha-H en 66:Interocean 2).

3.3 Score van de objecten

De totale lijst van objecten met criteria en hun scores is bijgevoegd als bijlage 1. Een overzicht van totaalscores is opgenomen in Bijlage 1 en gevisualiseerd in figuur 1 (kaart). De oorspronkelijke gegevens, waarop de score is gebaseerd, zijn apart aangeleverd in een database.

In deze resultatensectie worden de 50 wrakken met de hoogste score verder behandeld.



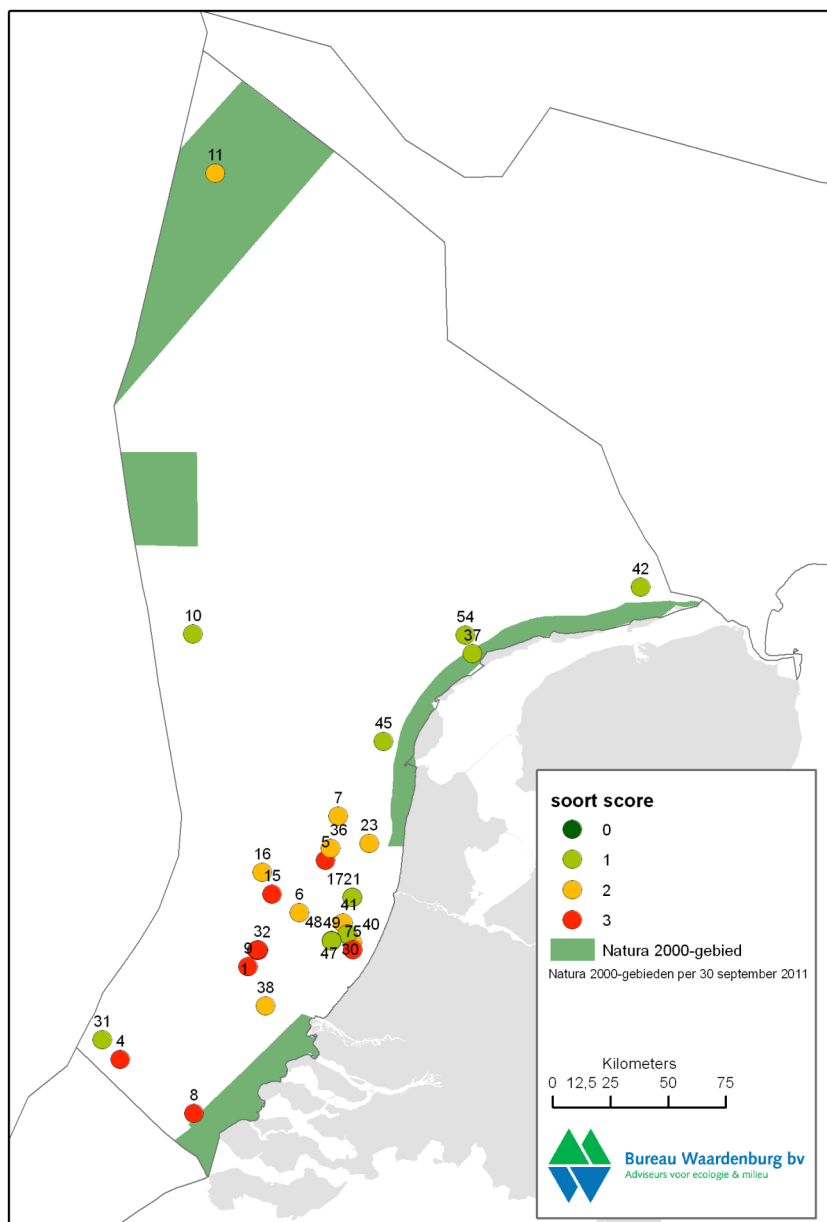
Figuur 1 Objecten en bijbehorende totaalscore (objectnamen in bijlage 4).

De objecten die meer dan 20 punten scoren (Cressy HMS, Aboukir HMS, Hogue HMS, Tubantia en Leliegracht, Bijlage 1 en 4, figuur 1) zijn allen groot van formaat (lengte, tonnage) en worden gekenmerkt door een hoge soortenrijkdom (figuur 2) en een hoog aantal zeldzame soorten in vergelijking met andere objecten. Daarnaast zijn ze allen vervaardigd van staal en kennen een gebruikswaarde voor zowel duikers als handlijnvissers.

De objecten die 15-20 punten en lager scoren vertonen zeer wisselende scores voor verschillende factoren. Grote objecten met een gering aantal soorten (zoals Interocean 2) scoren vergelijkbaar met kleine objecten met veel zeldzame soorten (zoals Jeanetta-Kristina) (Bijlage 1).

3.4 Biodiversiteit

3.4.1 Soortenrijkdom van objecten



Figuur 2 Objecten en bijbehorende score voor aantal soorten (criterium 7).

Het object met het grootste aantal waargenomen soorten is de Aboukir HMS, één van de drie zogenaamde kruisers. Andere objecten met meer dan 50 soorten zijn Hogue HMS, Cressy HMS (twee overige kruisers), Tubantia, Christiaan Huygens en Vaderdag. Deze wrakken zijn tevens vaak bezocht en tellen meer dan 8 vrijwilligersopnamen per object (zie §4.2 voor discussie over inspanning versus soortenrijkdom). Het object met het grootste aantal zeldzame soorten (criterium 9) is de Hogue HMS. De objecten en hun score voor het aantal soorten (criterium 7) staan weergegeven in figuur 2. De score voor de overige criteria voor biodiversiteit staat in bijlage 5.

3.4.2 Soortensamenstelling van geselecteerde objecten

De huidige kennis over de soortensamenstelling van de geselecteerde objecten is bijgevoegd in bijlage 6. Deze gegevens zijn deels gebaseerd op basis van monitoring door vrijwilligers en deels op basis van professioneel onderzoek. De soortenlijst omvat slechts een minimale indicatie van wat er aan soorten op de objecten te verwachten is, aangezien er dusver geen gestandaardiseerd onderzoek naar ecologische waarden en biodiversiteit van de objecten heeft plaatsgevonden.

Er worden op de objecten onder andere sponzen, hydroïdpoliepen, kwallen, bloemdieren, ribkwallen, wormen, huisjesslakken, naaktslakken, tweekleppigen, zeepokken, kreeftachtigen, krabben, kreeften, garnalen, stekelhuidigen, zakpijpen, mosdierpjes en vissen aangetroffen. In totaal bestaat de soortenlijst van aangetroffen soorten uit 173 verschillende taxa.

3.5 Selectie objecten voor praktijkonderzoek

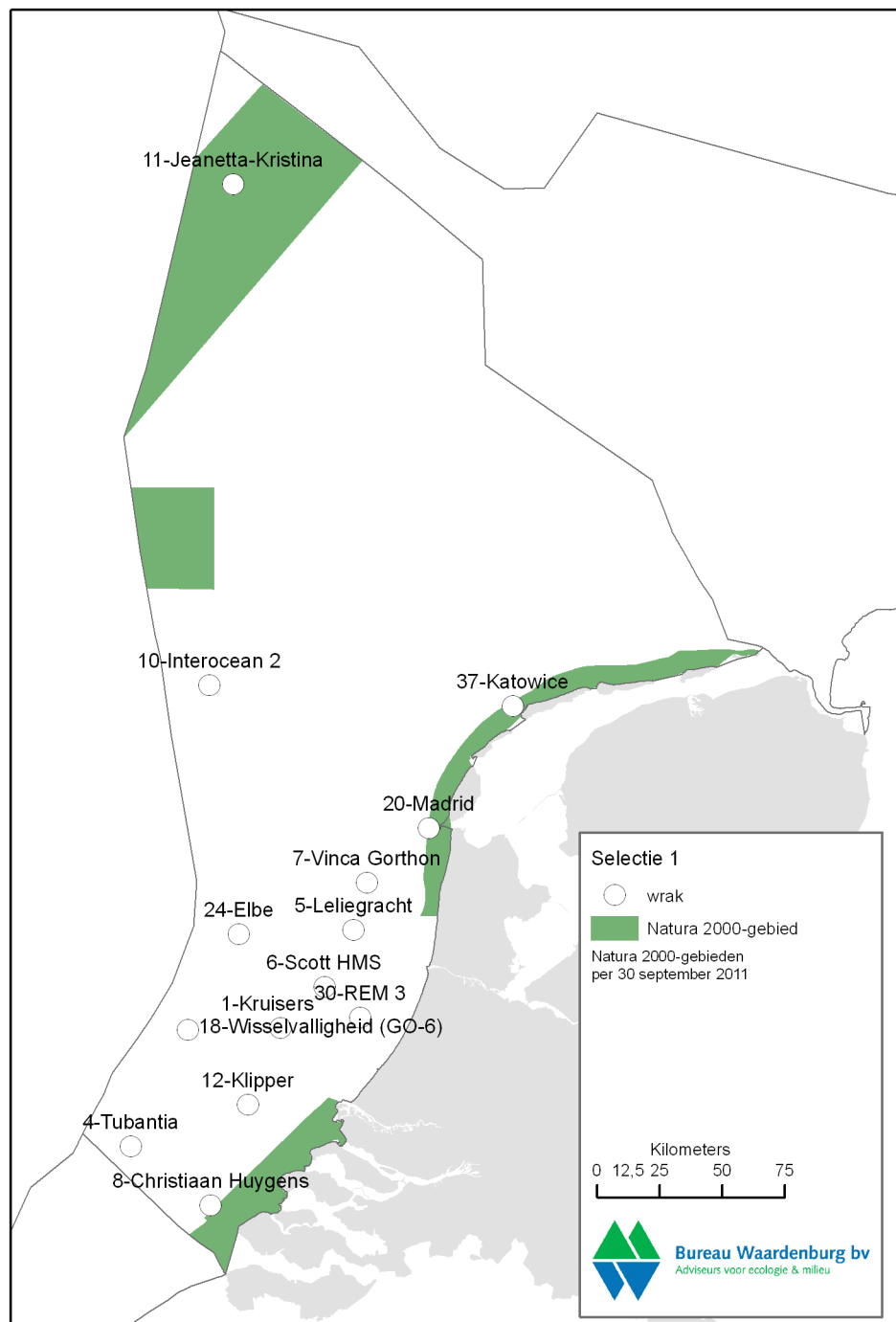
3.5.1 Selectie 1: Objecten met een geografische spreiding over het NCP

Tabel 3 Kenmerken van 14 objecten breed verspreid over het NCP

Nr	Naam	Positie_NB	Positie_OL	Tonnage	Lengte	Hoogte	Materiaal	Soorten	Uniek	Zeldzaam
1	Kruisers	52,2536	3,6915	12000	149	8	staal	75	1	18
4	Tubantia	51,83	2,818333333	13911	165	11	staal	54	-	11
5	Leliegracht	52,60145	4,127366667	1128	73	3	ijzer	42	1	6
6	Scott HMS	52,398383	3,955583333	1801	98	4	staal	30	1	3
7	Vinca Gorthon	52,772222	4,214166667	18500	166	7	staal	35	-	1
8	Christiaan Huygens	51,618667	3,280833333	16287	168	9	-	54	2	13
10	Intercean 2	53,4874	3,283666667	4821	54	6	staal	26	-	1
11	Jeannette-Kristina	55,285333	3,4495	45	19	3	hout	32	1	6
12	Klipper	51,979767	3,5012	-	75	7	staal	15	-	2
18	Wisselvalligheid	52,247933	3,151333333	345	40	4	staal	11	-	1
20	Madrid	52,96275	4,5877	8000	134	11	staal	-	-	-
24	Elbe	52,59185	3,4516	4510	130	8	-	-	-	-
37	Katowice	53,393333	5,106666667	1995	82	-	-	23	-	2
30	REM 3	52,286517	4,15935	-	-	-	-	29	1	3

Selectie 1 betreft 14 objecten uit de top 50 van objecten met de hoogste score, met een zo groot mogelijke geografische spreiding over het NCP. De reden om de geografische spreiding NCP breed te kiezen is gebaseerd op de achtergrondkennis dat objecten verschillen wanneer hun afstand tot de kust varieert en tussen het noordelijke en zuidelijk deel van de Noordzee (van Moorsel et al. 1991), o.a. door de aanwezigheid van verschillen in watermassa's en abiotische omstandigheden. Door objecten te kiezen met een zo groot mogelijke spreiding over het NCP komt een verzameling objecten tot stand die, door de maximale ruimtelijke spreiding in abiotiek, gezamenlijk in potentie een maximaal hoge biodiversiteit herbergen.

Aan de selectie is handmatig het object boven de Waddeneilanden toegevoegd (37 Katowice). Het object Windfjord (nr 39) is handmatig verwijderd uit selectie 1, aangezien dit object op grote diepte (>45 meter) ligt en het daarom slecht onderzocht kan worden met voor de hand liggende monitoringstechnieken (waaronder scuba duikapparatuur).



Figuur 3 Selectie van 14 objecten breed verspreid over het NCP.

De belangrijkste kenmerken van de 14 objecten van selectie 1 (objecten breed verspreid over het NCP) staan vermeld in figuur 3 en tabel 3 (score in bijlage 2). Hieronder volgt korte beschrijving van de individuele objecten:

Kruisers

In 1914 zijn de drie kruisers de HMS Cressy, de HMS Hogue en de HMS Aboukir gezamenlijk op de Noordzee tot zinken gebracht door een Duitse onderzeeër. De wrakken bestonden oorspronkelijk uit 12000 ton staal met een lengte van 150 meter. De wrakken liggen op 22 mijl uit de kust van Scheveningen, grotendeels uiteengevallen. Door hun oorspronkelijke omvang zijn ze desondanks volledig begroeid met onderwaterleven en gelden als één van de favoriete stekken voor zowel Noordzeeduikers als vissers. Omdat de objecten bij elkaar liggen en vergelijkbaar zijn van aard, worden ze als één object meegenomen in de selectie. De diepte varieert ter plaatse van 23 tot 35 meter

Tubantia

De Tubantia is een stalen passagiersschip met een oorspronkelijke afmeting van 165 meter lang bij 21 meter breed en een tonnage van bijna 14000 ton. In 1916 werd de Tubantia door een onderzeeër tot zinken gebracht. Het wrak ligt op haar zij en is tot het eerste dek begraven in het zand. Het is in het verleden midscheeps uit elkaar getrokken in een zoektocht naar goud dat in het schip zou liggen. Het achterschip is redelijk intact. Het wrak kent een gebruikswaarde voor duikers en vissers. De diepte is 30 meter.

Leliegracht

Leliegracht is een vrachtschip met oorspronkelijke lengte van 73 meter lang en tonnage van 1128 ton. Het schip zank in 1973 door schuivende lading. Het achterschip ligt in een hoek van 45 graden op de bodem. Het middenschip is vrijwel geheel verdwenen, de spanten steken nog boven het zand uit en het voorschip ligt op haar zij. Het wrak kent een gebruikswaarde voor duikers. De diepte varieert van 21-28 meter.

Scott HMS

De HMS Scott is een Britse torpedojager die in 1918 is gezonken door een mijn. De oorspronkelijke lengte bedraagt bijna 100 meter en tonnage 1800 ton. Het wrak ligt nog duidelijk herkenbaar, redelijke intact en rechtop op de zeebodem. Het kent een gebruikswaarde voor duikers. De diepte is 20-30 meter.

Vinca Gorthon

De Zweedse vrachtschip Vinca Gorthon zank in 1988 terwijl het een lading papier en cellulose vervoerde. De oorspronkelijke lengte was 166 meter met een tonnage van 18.500 ton. In 2010 is er een poging gedaan om het wrak te bergen in opdracht van Rijkswaterstaat. Daarbij is het op verschillende plekken doorgezaagd in een poging om het in delen te bergen. Dit jonge wrak is populair bij Noordzeeduikers en ligt op een diepte van 25 meter.

Christiaan Huygens

Het passagiersschip Christiaan Huygens zank in 1945 door een aanvaring met een mijn. De oorspronkelijke afmetingen bedroegen 168 meter lengte en een tonnage van

16287 ton. Het wrak ligt ongeveer 14 mijl vanaf Neeltje Jans op een diepte van 15 meter. Het kent een gebruikswaarde voor duikers en handlijnvisser.

Interocean 2

De Interocean 2 is een boorplatform dat in 1989 werd getroffen door een zware storm en lossloeg van haar sleeplijnen. Het wrak is nog grotendeels intact en steekt op sommige plaatsen tot 20 meter boven het zand uit. Het wrak kent een gebruikswaarde voor duikers. De maximale diepte is 38 meter.

Jeanetta-Kristina

Het Deense vissersvaartuig Jeanetta-Kristina (L-434) is in 2004 gezonken door een aanvaring met een ander schip. Het houten schip is 19 m lang en ligt op 27 meter diepte. Het wrak is deels uit elkaar gevallen. Het wrak kent een gebruikswaarde voor duikers.

Klipper

De Klipper is een vrachtschip waarvan niet bekend is wanneer deze is gezonken. De leeftijd wordt geschat op 150 jaar. Het is een zeilschip waarvan 3 masten naast het wrak liggen. Het wrak is ongeveer 75 meter lang en 10 meter breed. Het kent een gebruikswaarde voor duikers en handlijnvisser. De diepte is 30 meter

Wisselvalligheid (GO-6)

De Wisselvalligheid is een viskotter die in 1996 werd aangevaren door een vrachtschip. De oorspronkelijke afmetingen van het stalen schip zijn 40 meter lengte en een tonnage van 345 ton. Het wrak is intact, ligt schuin (op bakboordzijde) en steekt ruim boven het zand uit op een diepte van ongeveer 25 meter. Het wrak kent een gebruikswaarde voor zowel duikers als handlijnvisser.

Madrid

De Madrid is een passagiersschip dat zonk in 1941. De oorspronkelijke lengte van het stalen schip bedroeg 134 meter met een tonnage van 8.000 ton. Het wrak is volledig uit elkaar gevallen, maar er staan wel wat wanden overeind. Het wrak kent een gebruikswaarde voor duikers. De diepte is circa 22 meter.

Elbe

De Elbe is een Duits passagiersschip dat zonk in 1895 na een aanvaring. De oorspronkelijke lengte van het stalen schip was 127 meter met een tonnage van 4510 ton. Het wrak staat gebroken recht op de kiel. De Elbe wordt intensief gebruikt door duikers en sportvisser. De diepte is circa 23 meter.

Katowice

De Katowice is een Pools vrachtschip dat zonk in 1949, toen het aan de grond liep in een storm. De oorspronkelijke lengte van het stalen schip was 80 meter met een tonnage van 1995 ton. Het voorschip is verdwenen en veel materialen zijn geborgen. De Katowice wordt gebruikt door duikers. De diepte is circa 8 meter.

REM 3

De REM 3 is een voorpostenboot. Het is onbekend wanneer het schip precies is gezonken. Het wrak staat rechtop de bodem en wordt gebruikt door duikers.

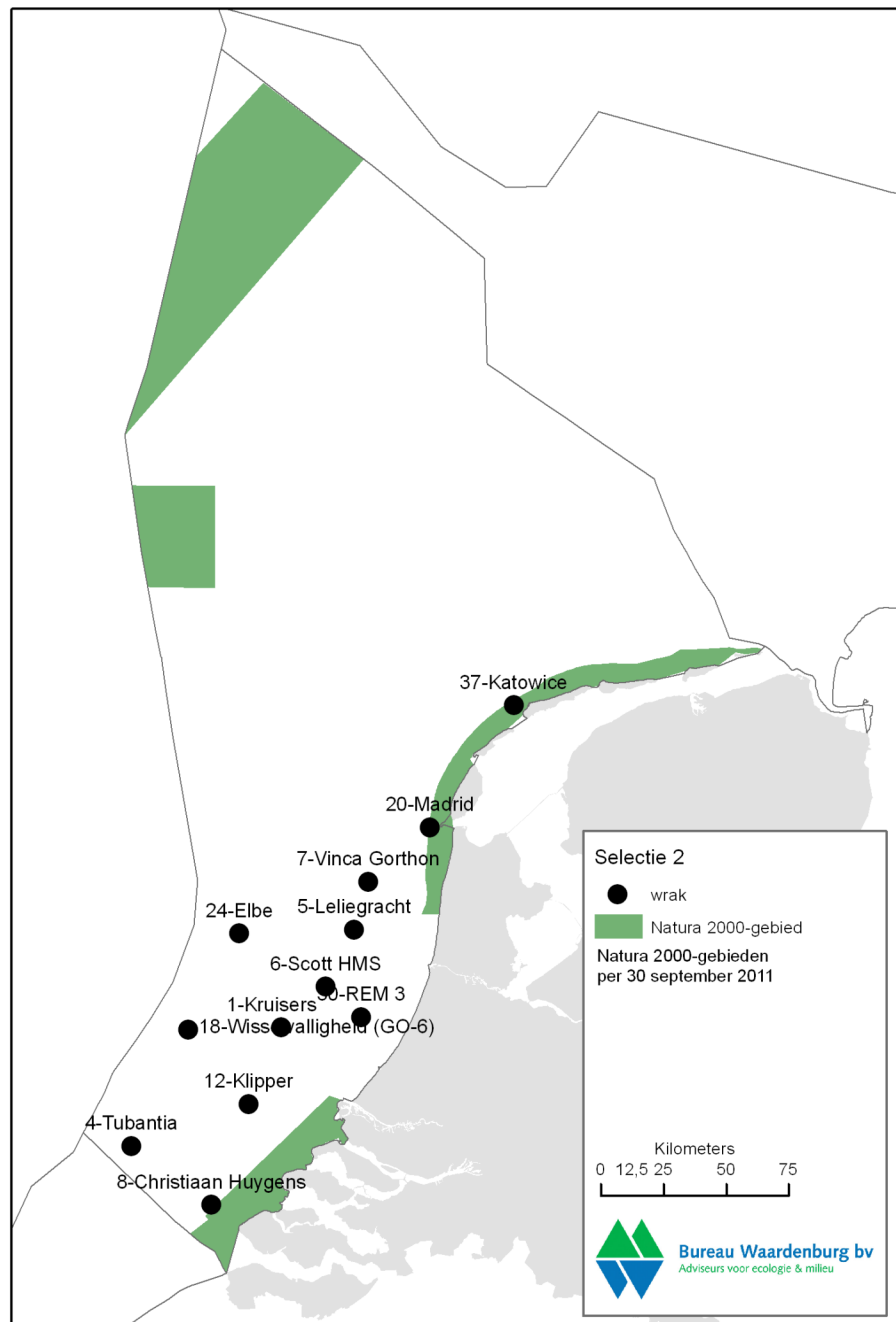
3.5.2 Selectie 2: Objecten binnen 75 km van de kust

Selectie 2 bestaat uit 12 objecten binnen de top 50 van de hoogste scorende objecten, met een geografische verspreiding tot 75 km uit de kust. Deze selectie omvat niet het gehele NCP. Echter de selectie kent objecten met een gebruiksfunctie die door de geringe afstand gemakkelijk te onderzoeken zijn en wel een N-Z gradiënt omvatten.

Tabel 4 Kenmerken van 12 objecten binnen 75 km van de kust.

Nr	Naam	Positie_NB	Positie_OL	Tonnage	Lengte	Hoogte	Materiaal	Soorten	Unbk	Zeldzaam
1	Kruisers	52,2536	3,6915	12000	149	8	staal	75	1	18
4	Tubantia	51,83	2,818333333	13911	165	11	staal	54	-	11
5	Leliegracht	52,60145	4,127366667	1128	73	-	ijzer	42	1	6
6	Scott HMS	52,39838333	3,955583333	1801	98	4	staal	30	1	3
7	Vinca Gorthon	52,77222222	4,214166667	18500	166	7	staal	35	-	1
8	Christiaan Huygens	51,61866667	3,280833333	16287	168	9	-	54	2	13
12	Klipper	51,97976667	3,5012	-	75	-	staal	15	-	2
18	Wisselvalligheid (GO-6)	52,24793333	3,151333333	345	40	4	staal	11	-	1
20	Madrid	52,96275	4,5877	8000	134	11	staal	-	-	-
24	Elbe	52,59185	3,4516	4510	130	8	-	-	-	-
37	Katowice	53,39333333	5,106666667	1995	82	-	-	23	-	2
30	REM 3	52,28651667	4,15935	-	-	-	-	29	1	3

De belangrijkste kenmerken van de objecten van selectie 2 (objecten verspreid binnen 75 km langs de kust) staan vermeld in tabel 4, figuur 4 en bijlage 3. De selectie omvat de objecten van selectie 1, met uitzondering van de veraf gelegen objecten Jeanetta-Kristina (houten scheepswrak) en InterOcean 2 (boorplatform). Voor de beschrijving van de objecten zie §3.5.1



Figuur 4 Selectie van 12 objecten in een N-Z gradiënt langs de Nederlandse kust binnen een straal van 75 km.

4 Discussie

4.1 Ontbreken en onjuistheid van informatie

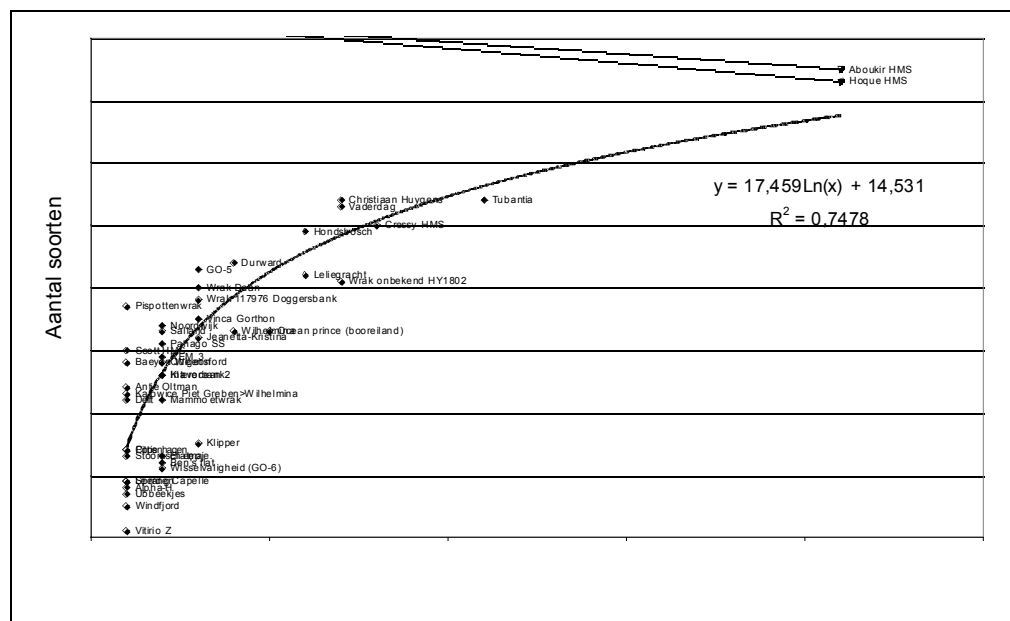
De huidige selectie is opgesteld op basis van informatie die beschikbaar is via:

- Het wrakkenregister;
- Bekend is bij gebruikersgroepen van objecten (vrijwilligersdata);
- Diverse internetbronnen.

Uit de inventarisatie is gebleken dat veel informatie van wrakken gefragmenteerd, onvolledig of zelfs onjuist is. De kwaliteit van de informatie heeft ook invloed op de score en daaraan gekoppeld de selectie van objecten. Wanneer er aanvullende of betere informatie beschikbaar komt, kan de score diensgevolge wijzigen. De score is dan ook gebaseerd op de stand van de huidige kennis.

4.2 Inspanning versus soortenrijkdom

De voorliggende analyse is deels gebaseerd op vrijwilligersgegevens die niet systematisch worden verzameld. Het is zeer waardevol dat deze vrijwilligersgegevens beschikbaar zijn. Echter een nadeel van deze gegevens is dat van sommige objecten veel waarnemingen beschikbaar zijn en van andere weinig. Een bekend fenomeen in ecologische monitoring is het bestaan van een zogenaamde “species discovery curve” (Fisher *et al.*, 1943). Dit houdt in dat er een cumulatief verband is tussen het aantal soorten dat in een bepaalde omgeving wordt ontdekt en de mate van inspanning om deze te ontdekken (figuur 5).



Figuur 5. Species discovery curve: Aantal soorten dat op objecten is aangetroffen versus het aantal formulieren dat is ingevuld door waarnemers.

Het aantal soorten, unieke soorten en zeldzame soorten is in de huidige studie een functie van de inspanning (aantal waarnemingen). Normaal gesproken kan deze curve dienen om alleen die objecten te selecteren die met voldoende inspanning zijn onderzocht om met enige zekerheid een uitspraak te kunnen doen over de soortenrijkdom en deze onderling te vergelijken. Op basis van de waarnemingen tot nu toe kan echter geconcludeerd worden, dat deze inspanning nauwelijks is bereikt. Enerzijds is dit niet erg en kan met deze kanttekening het soortenaantal een indicator zijn voor de potentie voor biodiversiteit. Van de objecten die veel door vrijwilligers bezocht zijn en waar veel soorten zijn aangetroffen is immers bekend dat ze het (kostbare) praktijkonderzoek waard zijn. Dit was het hoofddoel van voorliggende studie.

Anderzijds geeft de curve de noodzaak weer om met behulp van professioneel, systematisch en gestandaardiseerd onderzoek de biodiversiteit van harde substraten in beeld te brengen. Vrijwilligersgegevens zijn waardevol voor een dergelijk vraagstuk, maar zijn slechts aanvullend op en geen vervanging voor systematisch professioneel onderzoek. Een gestandaardiseerde werkwijze, waarbij beroepskrachten met specifieke kennis van soorten van harde substraten onderwater opnames uitvoeren, en tegelijkertijd materiaal verzamelen van de met het oog onzichtbare fauna, geeft inzicht in de ecologische waarde en aanwezigheid van biodiversiteit op de geselecteerde objecten.

4.3 Leeftijd

In de huidige studie is leeftijd niet meegenomen, terwijl dit wel een factor is waarvan een effect op de biodiversiteit verwacht kan worden. Als een object jong is, is de levensgemeenschap vaak nog niet compleet. Er is immers sprake van een kolonisatiefase. Als het te oud is, kan het uit elkaar gevallen zijn en resteert er een geringe mate van habitatcomplexiteit of begroeibare oppervlakte.

Het probleem met leeftijd als criterium, echter, is dat de te verwachten effecten op de biodiversiteit ook in zeer belangrijke mate beïnvloed worden door andere factoren.

Een klein dunwandig wrak van 30 jaar oud kan geheel uiteengevallen zijn, terwijl een zwaar gepantserd wrak uit de eerste wereld oorlog nog in redelijke staat verkeert en zodoend een potentieel grotere drager van biodiversiteit is.

Daarom is gekozen om leeftijd niet als afzonderlijk criterium mee te nemen. Gerelateerde factoren, zoals de mate waarin een object uitsteekt en de staat van het object, zijn wel meegenomen en geven indirect het effect van de leeftijd van objecten weer.

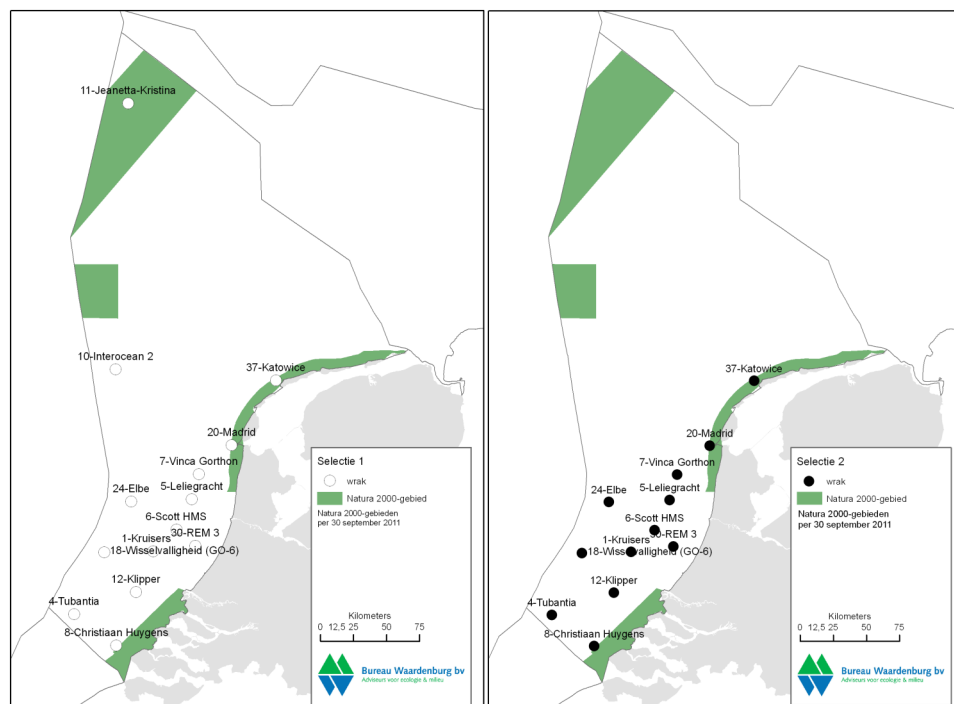
5 Conclusies en aanbevelingen

5.1 Selectie

Op basis van gegevens over de omvang, habitatcomplexiteit, structuur, soortenrijkdom, gebruikswaarde en leeftijd van objecten op het NCP zijn 2 selecties van objecten vervaardigd (figuur 6):

- 1) Objecten breed verspreid over het NCP
- 2) Objecten binnen 75 kilometer van de kust

Op basis van de selecties is het mogelijk om een praktijkonderzoek, waarin de biodiversiteit van kunstmatige harde substraten op het NCP wordt onderzocht, zo in te richten dat de logistieke inspanning tot een minimum beperkt wordt en praktijkonderzoek maximaal veel kennis kan opleveren. Van de geselecteerde objecten is immers informatie bekend over de locatie, afmetingen en staat en deels al van de te verwachten soortensamenstelling. Met behulp van deze voorstudie kan zodoende voorkomen worden, dat er kostbare tijd verspild wordt aan het onderzoeken van objecten die ongeschikt zijn om een hard substraat levensgemeenschap te bevatten.



Figuur 6. Overzicht van objecten: selectie 1 (links) en selectie 2 rechts). Voor originele figuren zie §3.5

Selectie 1 bestaat uit de 14 objecten: Kruisers, Tubantia, Leliegracht, Scott HMS, Vinca Gorthon, Christiaan Huygens, Interocean 2, Jeanetta-Kristina, Klipper, Wisselvalligheid (GO-6), Madrid, Elbe, Katowice en REM 3.

Selectie 2 bestaat uit de 12 objecten Kruisers, Tubantia, Leliegracht, Scott HMS, Vinca Gorthon, Christiaan Huygens, Klipper, Wisselvalligheid (GO-6), Madrid, Elbe, Katowice en REM 3.

Kenmerken van de geselecteerde wrakken (figuur 6) staan in bijlage 2 en 3 en §3.5.

5.2 Aandachtspunten voor de monitoring

Ruimtelijke en temporele variatie

Het is belangrijk om bij het inrichten van een monitoringsplan voor kunstmatige harde substraten op de bodem van het NCP rekening te houden met bestaande kennis over ruimtelijke en temporele variatie van de soortensamenstelling en zodoende de biodiversiteit.

Eerder onderzoek naar de soortenrijkdom van wrakken op de Noordzee laat bijvoorbeeld zien, dat wrakken nabij de kust worden gekenmerkt door seizoensvariatie en sterke jaar tot jaar variatie van de soortensamenstelling. Na een strenge winter verdwijnen bijvoorbeeld vaak warmteminnende of 'zuidelijke' soorten die kenmerkend zijn voor meer zuidelijk gelegen watermassa's.

Naast deze temporele variatie is er ook ruimtelijke variatie tussen objecten door ruimtelijke variatie in abiotische omstandigheden. Zo wordt een abiotische gradiënt vanaf de kust gekenmerkt door toenemende diepte, doorzicht en afnemende mate van voedselrijkdom en golfslag, resulterend in een ruimtelijke variatie in soorten (van Moorsel *et al.* 1991). Tegelijkertijd is er een ruimtelijke N-Z gradiënt met een toename in onder ander temperatuur en daarbij andere soorten (§2.5). Bij de geografische selectie van objecten is met deze ruimtelijke variatie rekening gehouden.

Daarnaast is er binnen een object ook sprake van ruimtelijke variatie. Er treden sterke verschillen op tussen soorten en levensgemeenschappen op verschillende delen van een wrak. Ruimtelijke variatie in abiotische factoren, zoals stroming, zorgen dat de stromingszijde gekenmerkt wordt door een andere soortensamenstelling dan de luwe zijde of binnenziide van een schip. Om een compleet beeld te krijgen van de biodiversiteit van kunstmatige harde substraten moet de monitoring bij voorkeur zo worden ingericht dat deze ruimtelijke variatie zo veel mogelijk wordt meegenomen en zo een compleet beeld gevormd wordt.

Standaardiseren van methode en inspanning

De biodiversiteit van kunstmatige substraten bestaat uit een mix van soortgroepen. Naast (vastzittende) bodemfauna zijn er mobiele bodembewoners aanwezig en bijvoorbeeld vrijzwemmende soorten zoals vissen. In eerdere onderzoeken is aangetoond, dat het mogelijk is om met 1 of 2 duiken, met behulp van een mix van monitoringstechnieken (transect afzwemmen, beeldmateriaal verzamelen en tegelijkertijd monstermateriaal verzamelen) in korte tijd een redelijk compleet beeld van de soortensamenstelling te krijgen. Meer inspanning (meer transecten, monsters, foto's) zal leiden tot het ontdekken van meer soorten (§4.2). Het is aan te bevelen om vooraf te bepalen wat de gewenste monitoringsmethode is voor de verschillende faunagroepen. Bovendien is het belangrijk vooraf te bepalen wat de gewenste

inspanning is en deze te standaardiseren. Standaardisatie zorgt ervoor dat monitoring die in verschillende jaren wordt uitgevoerd, vergelijkbaar is.

Meer volledige dekking NCP

De objecten zijn niet gelijkmatig verspreid over het NCP. Van de zuidelijke Noordzee is tamelijk veel informatie beschikbaar, maar van delen van de Noordzee boven de Waddeneilanden en richting de noordelijke (Doggersbank) en westelijke grens (o.a. Klaverbank) van het NCP is in grote delen geen informatie beschikbaar over bestaande objecten. Het is aan te bevelen om bij aanvang van het praktijkonderzoek, te onderzoeken of met name boven de eilanden nog aanvullende objecten zijn te identificeren die als potentieel waardevolle biodiversiteitsdragers kunnen worden aangemerkt.

6 Literatuur

- Dienst der Hydrografie, 2009. Wrakkenregister Nederlands Continentaal Plat en Westerschelde.
- Fisher, R. A., Corbet, A. S., & Williams, C. B. 1943. The relation between the number of species and the number of individuals in a random sample of an animal population. *Journal of Animal Ecology*, 12, 42-58.
- Gmelig Meyling, A.W. & R.H. de Bruyne, 2003. Het Duiken Gebruiken 2. Gegevensanalyse van het Monitoringproject Onderwater Oever, Fauna-onderzoek met sportduikers in de Oosterschelde en het Grevelingenmeer.. Periode 1978 t/m 2002. Stichting ANEMOON. Heemstede.
- Leewis, R.J. & H.W. Waardenburg, 1991. Environmental impact of shipwrecks in the North Sea. I. Positive effects: Epifauna of North Sea shipwrecks. *Wat. Sci. Tech* Vol. 24(10): 297-298.
- Leewis, R.J., G.W.N.M. van Moorsel & H.W. Waardenburg, 2000. Shipwrecks on the Dutch Continental Shelf as artificial reefs. P419-433 in: Jensen, Collins & Lockwood (eds.), 2000. *Artificial Reefs in European Seas*. Kluwer, Dordrecht. 513 pp.
- Lengkeek, W., S. Bouma & H.W. Waardenburg, 2011. Een beschermde status voor wrakken in de Noordzee? Rapport 11-160. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Lindeboom, H., J.G. van Kessel, L. Berkenbosch, 2005. Gebieden met bijzondere ecologische waarden op het Nederlands Continentaal Plat. Rapport RIKZ/2005.008 / Alterra Rapport nr. 1109 / ISBN nr. 90-369-3415-X.
- MacArthur and Wilson. 1967. *The Theory of Island Biogeography*. Princeton University Press: Princeton, NY.
- Mallefet, J., V. Zintzen, C. Massin, A. Norro, M. Vincx, V. DeMaerschalck, M. Steyaert, S. Degraer, A. Cattrijsse 2008. Belgian shipwreck : hotspots for marine biodiversity (BEWREMABI). Final Scientific Report. Belgian Science Policy. 155pp.
- Ministerie van I&M, ministerie van EL&I, 2012. Mariene Strategie voor het Nederlandse deel van de Noordzee 2012-2020, Deel I. Oktober 2012.
- van Moorsel, G.W.N.M., H.J.J. Sips & H.W. Waardenburg, 1989. De fauna op en rond wrakken in de Noordzee in 1988. Rapport 89.25. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- van Moorsel, G.W.N.M. & H.W. Waardenburg, 1990. De fauna op en rond wrakken in de Noordzee in 1989. Rapport 90.27. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- van Moorsel, G.W.N.M. & H.W. Waardenburg, 1992. De fauna op wrakken in de Noordzee in 1991. Rapport 92.17. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- van Moorsel, G.W.N.M., H.W. Waardenburg & J. van der Horst, 1991. Het leven op en rond scheepswrakken en andere harde substraten in de Noordzee (1986 tot en met 1990) - een synthese -. Rapport 91.19. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- van Moorsel, G.W.N.M., 1993. Monitoring kunstriffen Noordzee 1992. Rapport 93.02, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- van Moorsel, G.W.N.M., 1994. Monitoring kunstriffen Noordzee 1993. Rapport 94.05, Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

- Preston, F.W., 1962. The canonical distribution of commonness and rarity: Part I. *Ecology* 43:185-215 and 431-432.
- Roberts, C. M. & Ormond, R. F. G., 1987. Habitat complexity and coral reef fish diversity and abundance on Red Sea fringing reefs. *Marine Ecology Progress Series* 41, 1-8.
- Waardenburg, H.W., 1987a. De fauna op een aantal scheepswrakken in de Noordzee in 1986. Rapport 87.19. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.
- Waardenburg, H.W., 1987b. De fauna op een aantal scheepswrakken in de Noordzee in 1987. Rapport 87.18. Bureau Waardenburg bv, Culemborg.

Bijlage 1 Netto lijst objecten NCP met score

Nr	Naam	1to nnage	2lengte	3ultste ken	4staat	5materiaal	6bio dinfo	7soort	8uniek	9zeldzaam	10gebruik	Totaal
1	Cre ssy HMS	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	23
2	Ab oukir HMS	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	23
3	Hogue HMS	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	23
4	Tubania	3	3	2	2	2	2	3	-	3	2	22
5	Leliegracht	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	21
6	Scott HMS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
7	Vinca Gorthon	3	3	2	2	2	2	2	-	1	2	19
8	Christiaan Huygens	3	3	-	-	-	2	3	3	3	2	19
9	Durward	-	3	2	1	-	2	3	2	3	2	18
10	Intercean 2	3	1	3	3	2	2	1	-	1	2	18
11	Je anetta-Kristina	0	0	2	2	1	2	2	2	3	2	16
12	Klipper	-	2	2	3	2	2	0	-	2	2	15
13	Alpha-H	1	1	2	2	2	2	0	2	1	2	15
14	Copenhagen	2	3	2	-	-	2	0	-	2	2	13
15	Va derdagh	-	-	-	-	-	2	3	3	3	2	13
16	Queensford	0	0	2	3	2	2	2	-	-	2	13
17	Hondsbosch	1	0	-	-	-	2	3	2	3	2	13
20	Madrid	3	3	2	1	2	0	-	-	-	2	13
Wisselvalligheid (GO-												
18	6)	1	0	1	3	2	2	0	-	1	2	12
19	Ve cht. SS	2	2	3	3	-	0	-	-	-	2	12
21	Bre ydon Wigeon	0	0	2	3	2	2	1	-	-	1	11
22	Leerdam SS	2	2	1	0	2	2	0	-	-	2	11
Catharina Duyvis												
23	(YM-6 0)	1	0	2	-	2	2	2	-	-	2	11
24	El be	3	3	2	1	-	0	-	-	-	2	11
25	Ad der Hr.Ms	2	1	2	2	2	0	-	-	-	2	11
26	T ych e (Twin)	1	1	2	-	2	2	0	-	-	2	10
27	Tuscar	2	2	2	-	2	0	-	-	-	2	10
28	El alma	2	-	-	-	-	2	0	2	2	2	10
30	REM 3	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	10
37	Ka tovice	2	2	-	-	-	2	1	-	2	1	10
31	An tje Oltman	1	1	1	1	-	2	1	-	-	2	9
32	Delft	-	1	1	0	1	2	0	-	2	2	9
33	Indus (Z. slpb)	3	0	1	1	2	0	-	-	-	2	9
Gaw Quan Sia												
34	(Tinwra k)	2	2	1	1	-	0	-	-	-	2	8
35	Ma mmo etw rak	-	-	-	-	-	2	0	2	2	2	8
36	Sa lland	-	0	-	-	-	2	2	-	2	2	8
75	Ku nstrij Noordwijk	0	0	1	-	1	2	3	-	-	0	7
38	Internos	-	1	-	-	-	2	2	-	-	2	7
39	Windfjord	2	1	-	-	-	2	0	-	-	2	7
40	Noordwijk	-	-	-	-	-	2	2	-	2	1	7
41	Pa nago SS	-	1	-	-	-	2	2	-	-	2	7
42	Donau	1	0	2	-	-	2	1	-	-	0	6
43	Ku rsk	-	2	1	1	-	0	-	-	-	2	6
44	Bl scaya	1	1	2	-	-	0	-	-	-	2	6
45	Ki phissia?	-	-	1	0	2	2	1	-	-	0	6
46		-	-	1	0	2	2	0	-	-	1	6
47		-	-	1	0	2	2	1	-	-	0	6
48	Delft?	-	-	-	-	2	2	1	-	-	0	5
49		-	-	-	-	2	2	1	-	-	0	5

Nr	Naam	1tonnage	2lengte	3uiftsteken	4staaf	5materiaal	6bloinfo	7soort	8uniek	9zeldzaam	10gebruik	Totaal
50	Poppetjesw rak	-	2	1	1	-	0	-	-	-	1	5
51	Nelly	1	0	2	-	-	0	-	-	-	2	5
52		-	-	-	-	2	2	0	-	-	0	4
53	El dorita	0	0	2	-	-	0	-	-	-	2	4
54		-	-	-	-	1	2	1	-	-	0	4
55		-	-	-	-	2	2	0	-	-	0	4
56	Stellendam 4	-	0	3	-	-	0	-	-	-	0	3
57		-	-	1	0	-	2	0	-	-	0	3
59		-	-	-	-	-	2	0	-	-	0	2
60	Renate Leonard t	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
61		-	-	-	-	-	2	0	-	-	0	2
62		-	-	-	-	-	2	0	-	-	0	2
63	Columbus (PD MJ)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
64	Pluto	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
65	Meerkerk SS	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
66	Necton	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
67	Nautilus	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
John Maunits v												
68	Nassau HrMs	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
69	Anna Graebe	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
70	Skooghaug	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
71	Heideroosje	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
72	Blaritz	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
73	Ameeland SS	-	-	-	-	-	0	-	-	-	2	2
74	Ulleswater HMS	-	-	1	0	-	0	-	-	-	0	1
29	Wrak nr 2777	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	1
76	Wrak nr 417	-	-	-	-	-	0	-	-	-	1	1
77	Swift (YM-5 4)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
78	Thisbe SS	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
79	West Falia	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
80	Sirabuen	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
81	Rotterdam I. SS	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
82	Mio	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
83	MFV Nellie (TX-2 4)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
84	Leeuwarden	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
85	Kvermaas	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
86	Houtrust	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
87	TX-8 (loodskotter)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
88	Express (YH-30	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
89	Friesland	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
90	Janet (U K-9 3)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
91	MFV Eben Haëzer	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
92	Mow rak	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
93	Neptune (Z-5 40)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
94	Adriana (OD 18)	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
95	Adolf Kuhlning	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
96	Activ	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0
97	Key West	-	-	-	-	-	0	-	-	-	0	0

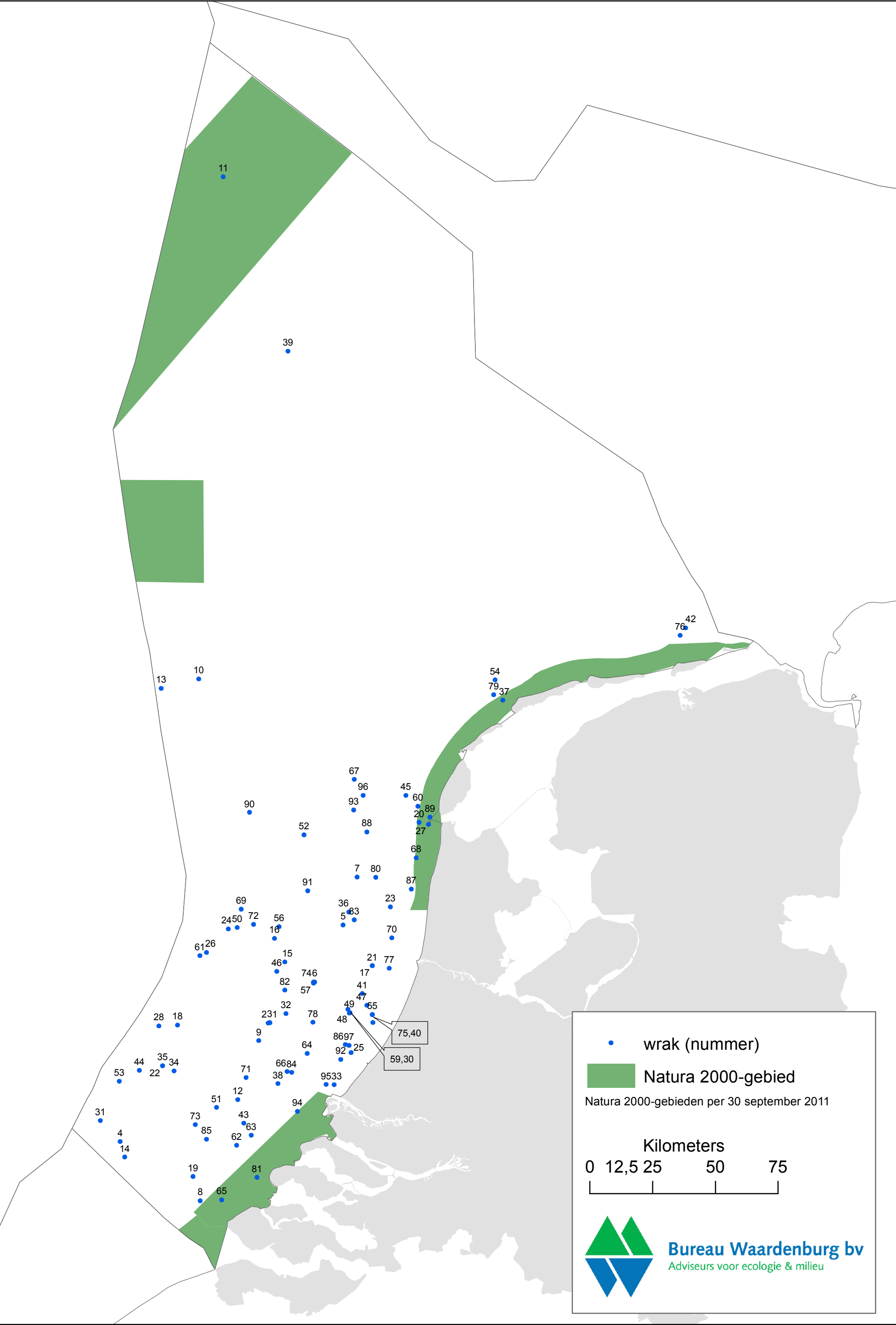
Bijlage 2 Score objecten selectie 1

Nr	Naam	1fontage	2lengte	3uisteken	4staaf	5materiaal	6bloinfo	7soort	8unik	9zeidzaam	10gebruik	Totaal
1	Kruisers	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	23
4	Tubantia	3	3	2	2	2	2	3	-	3	2	22
5	Leliegracht	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	21
6	Scott HMS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
7	Vinca Gorthon	3	3	2	2	2	2	2	-	1	2	19
8	Christiaan Huygens	3	3	-	-	-	2	3	3	3	2	19
10	Intercean2	3	1	3	3	2	2	1	-	1	2	18
11	Jeannetta-Kristina	0	0	2	2	1	2	2	2	3	2	16
12	Klipper	-	2	2	3	2	2	0	-	2	2	15
20	Madrid	3	3	2	1	2	0	-	-	-	2	13
18	Wisselvalligheid (GO-6)	1	0	1	3	2	2	0	-	1	2	12
24	Elbe	3	3	2	1	-	0	-	-	-	2	11
30	REM 3	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	10
37	Katowice	2	2	-	-	-	2	1	-	2	1	10

Bijlage 3 Score objecten selectie 2

Nr	Naam	1tonnage	2lengte	3uiftsteken	4staat	5materiaal	6biolInfo	7soort	8uniek	9zeldzaam	10gebruik	Totaal
1	Kruisers	3	3	2	1	2	2	3	2	3	2	23
4	Tubaria	3	3	2	2	2	2	3	-	3	2	22
5	Lellegrecht	1	2	2	2	2	2	3	2	3	2	21
6	Scott HMS	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	20
7	Vinca Gorthon	3	3	2	2	2	2	2	-	1	2	19
8	Christiaan Huygens	3	3	-	-	-	2	3	3	3	2	19
12	Klipper	-	2	2	3	2	2	0	-	2	2	15
20	Madrid	3	3	2	1	2	0	-	-	-	2	13
18	Wisselvalligheid (GO-6)	1	0	1	3	2	2	0	-	1	2	12
24	Eibe	3	3	2	1	-	0	-	-	-	2	11
30	REM 3	-	-	-	-	-	2	2	2	2	2	10
37	Katowice	2	2	-	-	-	2	1	-	2	1	10

Bijlage 4 Locaties objecten



Nr	Naam	Nr	Naam	Nr	Naam
1	Cressy HMS	36	Salland	71	Heideroosje
2	Aboukir HMS	37	Katowice	72	Biaritz
3	Hogue HMS	38	Internos	73	Ameiland SS
4	Tubantia	39	Windfjord	74	Ulleswater HMS
5	Leliegracht	40	Noordwijk	75	Kunstrif Noordwijk
6	Scott HMS	41	Panago SS	76	Wraknr 417
7	Vinca Gorthon	42	Donau	77	Swift (YM-54)
8	Christiaan Huygens	43	Kursk	78	Thisbe SS
9	Durward	44	Biscaya	79	West Falia
10	Intercean 2	45	Kiphissia?	80	Sirabuen
11	Jeannette-Kristina	46		81	Rotterdam I. SS
12	Klipper	47		82	Mio
13	Alpha-H	48	Delft?	83	MFV Nellie (TX-24)
14	Copenhagen	49		84	Leeuwarden
15	Vaderdag	50	Poppetjeswrak	85	Kveemaal
16	Queensford	51	Nelly	86	Houtrust
17	Hondsbosch	52		87	TX-8 (loodskotter)
18	Wisselvaligheid (GO-6)	53	Eldorita	88	Express (YH-30)
19	Vecht. SS	54		89	Friesland
20	Madrid	55		90	Janet (UK-93)
21	Brydon Wigeon	56	Stellendam 4	91	MFV Eben Haëzer
22	Leerdam SS	57		92	M-wrak
23	Catharina Duyvis (YM-60)	58	Meetpost Noordwijk	93	Neptune (Z-540)
24	Elbe	59		94	Adriana (OD18)
25	Adder Hr.Ms	60	Renate Leonardt	95	Adolf Kuhling
26	Tyche (Twin)	61		96	Activ
27	Tuscar	62		97	Key West
28	Elatma	63	Columbus (PD MJ)		
29	Wrak nr 2777	64	Pluto		
30	REM 3	65	Meerkerk. SS		
31	An tje Olman	66	Necton		
32	Delft	67	Nautilus		
33	Indus (Z.slpb)	68	John Maurits v Nassau HrMs		
34	Gaw Quan Sia (Tinwrak)	69	Anna Graebe		
35	Mammoetwrak	70	Skooghaug		

Bijlage 5 Score biodiversiteit

Nr	Naam	Totaal	Biodiversiteit (6 t/m 9)	Soorten	Uniek	Zeldzaam	Opnamen
1	Cressy HMS	23	10	50	1	8	8
2	Aboukir HMS	23	10	75	1	18	21
3	Hogue HMS	23	10	73	1	20	21
4	Tubantia	22	8	54	-	11	11
5	Leliegracht	21	10	42	1	6	6
6	Scott HMS	20	8	30	1	3	1
7	Vinca Gorthon	19	5	35	-	1	3
8	Christiaan Huygens	19	11	54	2	13	7
9	Durward	18	10	44	1	7	4
10	Interocean 2	18	4	26	-	1	2
11	Je anetta-Kri stina	16	9	32	1	6	3
12	Klipper	15	4	15	-	2	3
13	Alpha-H	15	5	8	1	1	1
14	Copenhagen	13	4	15	-	2	1
15	Va derdag	13	11	53	2	10	7
16	Queensford	13	4	28	-	-	2
17	Hondsbosch	13	10	49	1	9	6
18	Wisse lvaligheid (G O -6)	12	3	11	-	1	2
19	Ve cht. SS	12	0	-	-	-	-
20	Ma drid	12	0	-	-	-	-
21	Bre ydon Wigeon	11	3	28	-	-	1
22	Leerdam SS	11	2	9	-	-	1
23	Catharina Duyvi s (YM-6 0)	11	4	29	-	-	1
24	Elbe	11	0	-	-	-	-
25	Ad der Hr.Ms	11	0	-	-	-	-
26	Tyche (Twin)	10	2	20	-	-	1
27	Tusca r	10	0	-	-	-	-
28	Elatma	10	6	13	1	4	2
29	Wrak nr 2777	10	0	-	-	-	-
30	REM 3	10	8	29	1	3	2
31	An tje Oltma n	9	3	24	-	-	1
32	Delft	9	4	22	-	3	1
33	Indus (Z .slpb)	9	0	-	-	-	-
34	Gaw Quan Sia (Tinwrak)	8	0	-	-	-	-
35	Ma mmo etwra k	8	6	22	1	1	2
36	Sa lland	8	6	33	-	1	2
37	Ka towice	7	5	23	-	2	1
38	Internos	7	4	32	-	-	3
39	Windfjord	7	2	5	-	-	1
40	Noordwijk	7	6	34	-	4	2
41	Pa nago SS	7	4	31	-	-	2
42	Donau	6	3	23	-	-	1
43	Ku rsk	6	0	-	-	-	-
44	Bisca ya	6	0	-	-	-	-
45	Kiphissia?	6	3	26	-	-	1
46	-	6	2	19	-	-	-
47	-	6	3	28	-	-	-
48	Delft?	5	3	24	-	-	1
49	-	5	3	24	-	-	-
50	Po ppetjeswra k	5	0	-	-	-	-

Bijlage 6 Soortsamenstelling objecten selectie

	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Volgnumme	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Selectie	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wakroem	1	4	5	6	7	8	10	11	12	18	22	37	50
Wak													

[illegible]



Bureau Waardenburg bv

Adviseurs voor ecologie & milieu

Postbus 365, 4100 AJ Culemborg

Telefoon 0345-512710, Fax 0345-519849

E-mail info@buwa.nl, www.buwa.nl