

De ecologische effecten van de
boomkorvisserij in de
Noordzee: een beoordeling van
een literatuurstudie uitgevoerd
door Bureau Waardenburg

Adriaan D. Rijnsdorp & Han J. Lindeboom
IMARES

Rapport nummer: C069/10

IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Ministerie van LNV
Directie Agroketens en Visserij
H.R. Offringa

Publicatiedatum:

15 juni 2010

IMARES is:

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

© 2010 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO,
geregistreerd in het Handelsregister
nr. 09098104,
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

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-V9.1

Foto's voorpagina © B. van den Heuvel

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
1. Inleiding	4
2. Effecten van bodemsleepnetvisserij op het Noordzee ecosysteem	5
3. Commentaar op de gebruikte methodiek	5
4. Commentaar op de conclusies.....	6
4.1 Benthos (ongewervelde bodemdieren)	6
4.2 Vis	7
4.3 Vogels	8
5. Antwoord op vragen van LNV.....	8
6. Referenties	10
Verantwoording	11

Samenvatting

Dit rapport geeft een evaluatie van een literatuurstudie van Lengkeek & Bouma (2010) naar de ecologische effecten van de boomkorvisserij, die in opdracht van de Stichting Noordzee en Greenpeace Nederland is uitgevoerd. Ondanks het feit dat deze literatuurstudie slechts een (beperkt) deel van de beschikbare wetenschappelijke literatuur heeft geïnventariseerd, en een aantal relevante publicaties ontbreken, zijn de geformuleerde conclusies juist. Wel zijn aanvullende opmerkingen te plaatsen. Doordat het rapport geen wetenschappelijk kader biedt waarbinnen de geciteerde publicaties kunnen worden geïnterpreteerd en met elkaar worden gerelateerd, geeft het rapport geen volledig beeld van de stand van wetenschappelijke kennis. Uit de literatuur kan worden geconcludeerd dat de visserij met bodemsleepnetten de biomassa en biodiversiteit van het bodemecosysteem reduceert en de diversiteit aan bodemhabitats niveleert. De mate waarin dit optreedt hangt af van de bevissingintensiteit, het gebruikte vistuig, de (visserij)historie, het type benthische habitat en de eigenschappen van de bodemdieren (kort levende – langlevende soorten; sessiel-mobiel). Langlevende grootte soorten nemen af of verdwijnen geheel uit intensief beviste gebieden, terwijl kort-levende kleine soorten zich handhaven of zelf toenemen. Het bewijs voor deze conclusie wordt geleverd door een beperkt aantal experimentele studies. De analyse van de lange termijn veranderingen in de bodemfauna, en van de ruimtelijke verschillen in bodemfauna, ondersteunen de conclusie maar vormen geen bewijs omdat de gevonden verschillen ook door andere factoren kunnen zijn veroorzaakt. In hoeverre de voedselproductie van kleine opportunistische bodemdieren in de intensief beviste gebieden is toegenomen is nog onzeker. Een dergelijk effect wordt gesuggereerd door modelstudies, en door de waargenomen toename in de groeisnelheid van platvissoorten die voor hun voeding van deze bodemdieren afhankelijk zijn. Met name door het ontbreken van grote onbeviste referentiegebieden is er een duidelijke kennisleemte betreffende de invloed van verschillende niveaus van bevissing op de soortensamenstelling en productiviteit van het benthische systeem in verschillende habitats.

1. Inleiding

Bureau Waardenburg heeft in opdracht van Stichting Noordzee en Greenpeace Nederland een literatuur studie uitgevoerd naar de ecologische effecten van de boomkorvisserij (Lengkeek & Bouma, 2010). De doelstelling van de studie was om de volgende twee vragen te beantwoorden: (1) wat zijn de wetenschappelijk aangetoonde ecologische effecten van de boomkorvisserij; (2) wat zijn de wetenschappelijk aangetoonde effecten van de boomkorvisserij voor de habitat types 1170, 1110_B en 1110_C en voor de soorten die bescherming genieten binnen het netwerk van Natura 2000 gebieden.

Het ministerie van LNV heeft IMARES verzocht het rapport van Bureau Waardenburg kritisch te evalueren en hierbij de volgende vragen te beantwoorden:

1. is het overzicht volledig
2. zijn de samenvattingen en of conclusies correct weergegeven
3. in welke mate zijn de volgende conclusies uit het rapport terecht
 - o populaties van soorten die langlevend en zich langzaam reproduceren, zoals haaien en roggen, lopen het meeste gevaar
 - o de soortensamenstelling van het bodemecosysteem verandert;
 - o er is een verlies aan biodiversiteit
 - o vissoorten worden kleiner, omdat ze steeds minder tijd hebben zich te reproduceren
 - o de beschikbaarheid van voedsel voor aasetende (vis)soorten wordt vergroot
4. is bovenstaande te wijten aan de boomkor (en daarmee voldoende reden om de boomkor te verbieden?)
5. welke kennis ontbreekt er nog.

Naast bovenstaande door LNV geformuleerde vragen zal in dit rapport de door Lengkeek & Bouma (2010) gevolgde methodiek worden geëvalueerd.

2. Effecten van bodemsleepnetvisserij op het Noordzee ecosysteem

Alvorens de conclusies van het rapport te becommentariëren wordt eerst een korte probleembeschrijving gegeven van het vraagstuk van de effecten van bodemvisserij op het ecosysteem. Een dergelijke beschrijving is nodig om de resultaten van de verschillende publicaties te kunnen beoordelen en interpreteren.

Visserij beïnvloedt het ecosysteem doordat zij biomassa verwijdert en extra sterfte aanricht onder alle gevangen of beschadigde soorten en grootteklassen vissen en andere dieren (Jennings and Kaiser, 1998). Deze effecten treden op bij de visserij met netten die over de zeebodem worden voortgesleept. Het effect van deze netten op het bodemleven wordt bepaald door de specifieke kenmerken van het vistuig die de mate van bodemcontact bepalen. Daarnaast hebben sleepnetten invloed op de fysieke structuur van de zeebodem en de geochemische processen (Dayton et al., 1995; Pilskaln et al., 1998).

Van de bodemsleepnetten heeft de boomkor, waarbij wekkerkettingen over de bodemslepen om de platvis (met name tong) uit de bodem op te jagen, en de schelpdierdreg het meeste bodemcontact. Maar ook de andere gesleepte vistuigen komen in contact met het bodemleven en zullen deze beïnvloeden (mechanische verstoring). De gevoeligheid van organismen voor deze extra visserijsterfte is afhankelijk van de voortplantingkenmerken van de soort (Brander, 1981; Jennings et al., 1999). Kortlevende soorten zijn minder gevoelig dan langlevende soorten. De sterfte veroorzaakt door een vistuig wordt verder veroorzaakt door de kwetsbaarheid van het organisme. Zo is een stevige schelp beter bestand tegen mechanische verstoring dan een dunne schelp (Bergman and Hup, 1992; Bergman and van Santbrink, 2000).

Ook de gevoeligheid van leefgebieden voor de mechanische verstoring door boomkorvisserij verschilt. Deze is mede afhankelijk van de mate van natuurlijke verstoring (Hall, 1994). Ten gevolge van getijstroom en golfwerking wordt de zeebodem beïnvloed. De effecten van golfwerking neemt af met de diepte.

Het Noordzee ecosysteem wordt niet alleen door visserij beïnvloed. Ook andere factoren zoals veranderingen in het oceaanstromingen, klimaat, vervuiling, eutrofiering en waterstaatkundige werken hebben een invloed op de ecologische processen.

Voor een evenwichtige afweging van de effecten van de boomkorvisserij is het verder belangrijk onderscheid te maken tussen de verschillende vormen van bodemvisserij die in de Noordzee worden bedreven, en met het feit dat in de boomkorvisserij 3 verschillende vistuigen worden gebruikt: (1) boomkor met wekker kettingen; (2) boomkor met wekkers en een kettingmat; 3) garnalen boomkor zonder wekkers. Daarnaast moet onderscheid gemaakt worden tussen de kustschepen van ≤ 221 kW, die binnen de 12 mijlszone mogen vissen met twee boomkorren van maximaal 4.5 meter, en de vloot van grotere schepen die alleen buiten de 12 mijlszone en scholbox mogen vissen met twee boomkorren van maximaal 12 meter.

3. Commentaar op de gebruikte methodiek

De literatuurstudie van Lengkeek & Bouma (2010) had niet het doel om een volledig overzicht van de wetenschappelijke literatuur te geven, maar om de resultaten van een deelverzameling uit de wetenschappelijke literatuur samen te vatten. Van de bestudeerde publicaties zijn er 37 via een aantal trefwoorden via "Google" en "Google scholar" gevonden. Deze steekproef werd aangevuld met 18 publicaties die door de opdrachtgevers zijn verstrekt. De geselecteerde publicaties omvatten literatuur studies, analyses van lange termijn veranderingen in veldgegevens, experimenteel veldonderzoek en model studies. Van iedere publicatie is een samenvatting gemaakt van de resultaten, gebruikte methoden en van het onderzoeksgebied. Op basis van deze inventarisatie worden vervolgens de verschillende gevonden effecten van de boomkorvisserij op benthos (ongewervelde bodemdieren), vis, vogels, zeezoogdieren en op de doelsoorten en habitats in de Natura 2000 gepresenteerd.

Opmerkingen bij de gevolgde methode:

- Door de literatuurzoektocht te beperken tot Google, geen gebruik te maken van de referenties in de gevonden publicaties, en geen gebruik te maken van wetenschappelijke databases (beschikbaar op iedere universiteitsbibliotheek), ontbreken een aantal relevante publicaties.
- Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen publicaties waarin een review van de invloed van visserij op het ecosysteem wordt gegeven en de publicaties die een specifieke vraag onderzoeken. Een specifieke samenvatting van review papers zou een steviger basis hebben gevormd voor de conclusies.
- Voor een evenwichtige behandeling van de lange termijn ecosysteemeffecten van de boomkorvisserij is het van belang ook andere processen die de het functioneren van het bodemecosysteem beïnvloeden in de beoordeling te betrekken, zoals klimaat, oceaanstromen, vervuiling, eutrofiering. Dit probleem wordt door de meeste schrijvers van de gerefereerde stukken ook wel ingezien
- Boomkorvisserij is één van de vormen van sleepnetvisserij die invloed heeft op het bodemecosysteem. De Noordzee wordt al sinds het midden van de 19^e eeuw intensief met bodemsleepnetten bevestigd. De zware boomkorvisserij met wekkerkettingen is in de jaren zestig opgekomen. Een bespreking van de mechanische effecten van de boomkor, ten opzicht van de andere sleepnetvisserijen, kan helpen om het relatieve effect van de boomkorvisserij in te schatten

4. Commentaar op de conclusies

Algemene opmerking: de hieronder beschreven effecten van boomkorvisserij op het benthos en vis gelden ook voor andere vormen van bodemsleepnetvisserij. Voor een beoordeling van de ernst van de effecten is de sterfte voor individuele soorten, alsmede de schade aan biogene structuren, die een vistuig veroorzaakt de sleutel. Door het gebruik van wekkerkettingen veroorzaakt de boomkorvisserij een hogere sterfte onder bodemdieren dan de visserij met de borden (otter trawl) of de garnalenvisserij.

4.1 Benthos (ongewervelde bodemdieren)

Long-lived, slow-growing species (such cold-water sponges and corals and large bivalves) are most negatively affected by beam trawling activities.

Deze conclusie is wetenschappelijk gefundeerd. Boomkorvisserij veroorzaakt extra sterfte. De gevoeligheid van soorten voor deze extra sterfte neemt toe met de levensduur, voortplanting- en groeisnelheid van de soort. Dit geldt zowel voor ongewervelden als voor vissoorten. Ongewervelde dieren die structuren bouwen op of in de zeebodem zijn extra gevoelig. Boomkorvistuigen veroorzaken een hogere sterfte onder ongewervelde bodemdieren dan andere sleepnettuigen (Duineveld et al., 2007).

Shifts occur in the benthic species composition as a result of beam trawling activities

Conclusie is kwalitatief correct. Waargenomen lange termijn veranderingen in soortsamstelling kunnen echter niet eenduidig aan boomkorvisserij worden toegeschreven omdat ook andere omgevingsfactoren zijn veranderd.

Ecosystems changes occur as a result of beam trawling activities through alteration of production levels, food chains or population structures

Deze conclusie is correct. Op basis van de wetenschappelijke kennis over hoe (bodemsleepnet)visserij het bodemecosysteem beïnvloed is het een logies gevolg dat er veranderingen in productiviteit, voedselketens en populatiestructuur optreden. Inzicht in het getalsmatige effect van bodemvisserij staat in z'n kinderschoenen, o.a. door het ontbreken van geschikte onbeviste referentiegebieden en het daarin uitvoeren van gecontroleerde experimenten.

Beam trawling activities lead to loss of benthic biodiversity

Deze conclusie wordt onderbouwd door modelstudies en is in overeenstemming met waargenomen veranderingen in het ecosysteem. Opgemerkt moet worden dat in een recente studie geen effect worden aangetoond op het benthos van de instelling van de scholbox (Beare et al., 2010). Het is aannemelijk dat de benthosgemeenschap in de intensief beviste gebieden van de zuidelijke Noordzee zich heeft aangepast aan deze visserij.

Beam trawling activities temporarily increase the food availability for scavengers

Deze conclusie is correct. Er is experimenteel aangetoond dat in het visspoot van een boomkor beschadigde dieren achterblijven die door aaseters worden geconsumeerd. Ook zijn er gegevens die aantonen dat de talrijkheid van sommige aasetende soorten is toegenomen. De aaseters kunnen zowel ongewervelde bodemdieren, vissen als vogels zijn.

In many areas recovery times take longer than between-trawling intervals

Hoewel terecht op basis van de genoemde literatuur is deze conclusie niet concreet genoeg geformuleerd omdat niet wordt vermeld hoe lang de hersteltijd is voor verschillende diergroepen of habitats. Het is juist dat voor bepaalde soorten en habitats de hersteltijd zodanig lang is dat deze soorten een zekere mate van boomkorvisserij niet kunnen overleven.

Beam trawling activities cause direct mortality of certain species

Deze conclusie is correct en is gebaseerd op directe experimenten in verschillende habitats in de Noordzee.

Impacts of beam trawling on benthic communities differ between habitats. In sandy areas impacts are lower than in muddy areas or areas with coarse gravel

Deze conclusie is correct en is gebaseerd op de verschillen in kwetsbaarheid van organismen voor extra sterfte en de verschillen in natuurlijke dynamiek tussen verschillende habitats.

4.2 Vis

Beam trawling activities can cause an increase in the abundance of smaller sized fish

Deze conclusie is correct, maar deze veranderingen zijn niet specifiek voor boomkorvisserij. Visserij reduceert het aantal grote vissen in het ecosysteem. Het is aannemelijk gemaakt dat hierdoor het aantal kleine vissen is toegenomen.

Beam trawling activities can increase the growth rate of some fish species (e.g. plaice) as a result of higher food abundance, removed competition and/or less predation by large fish

Sommige vissoorten zoals schol en tong consumeren kleinere ongewervelde dieren waarvan wordt verwacht dat ze voordeel hebben van bodemvisserij (Rijnsdorp and Vingerhoed, 2001). Een recente model studie geeft een verdere ondersteuning voor deze hypothese (Hiddink et al., 2008). Wetenschappelijk is deze conclusie echter niet bewezen. Het is nog onbekend in welke mate de boomkorvisserij in de zuidelijke Noordzee de productiviteit van het voedsel voor platvis heeft beïnvloed.

Beam trawling increases the food availability for scavenging fish species

Correct.

Large slow-growing fish species (e.g. elasmobranchs) tend to be most adversely affected by beam trawling activities

Correct (Brander, 1981; Jennings et al., 1999). Ook hier geldt weer dat het effect niet beperkt is tot de boomkor maar alle bodemvisserijen betreft. Mogelijk dat de boomkor een extra sterfte geeft onder de eikapsels die op de bodem worden gelegd. Er is geen onderzoek bekend die de visserijsterfte van eikapsel ten gevolge van verschillende bodemvisserij methoden heeft onderzocht.

Trawling activities cause direct mortality of unwanted catches (discards).

Correct maar geldt voor alle vormen van visserij. Iedere visserij vangt een bepaalde hoeveelheid dieren waarvoor geen markt bestaat of die te klein zijn om aangevoerd te worden. Deze bijvangst wordt doorgaans weer over boord gezet (discards). Afhankelijk van de vismethode en de diersoort zijn de overlevingskansen gering.

4.3 Vogels

The articles included in this report suggest that fish-eating birds are not negatively affected, that scavenging species may profit from discards, and that birds feeding on bivalves can be affected negatively.

Anders dan de productie van discards die door sommige aasetende zeevogels worden geconsumeerd, heeft de boomkorvisserij geen direct effect op zeevogels. In de kustzone zal de boomkorvisserij door haar effect op het benthos mogelijk een invloed hebben op het voedsel van schelpdieretende vogels. Visetende vogels, die voor hun voedsel afhankelijk zijn van vissoorten die niet aan de zeebodem gebonden zijn (pelagische vis), worden niet door boomkorvisserij beïnvloed.

5. Antwoord op vragen van LNV

In dit hoofdstuk worden de door LNV gestelde vragen beantwoord.

Is het overzicht volledig?

Zoals het rapport zelf al aangeeft is het overzicht onvolledig. Een zoekopdracht op 9 juni 2010 met de trefwoorden 'trawling impact' in de mondiale data base van wetenschappelijke publicaties ("Web of Science") leverde 251 publicaties op. Impact and "beam trawl" leverde 63 resultaten op. Op basis van onze kennis van de literatuur verwachten we echter niet dat een vollediger overzicht tot essentieel andere conclusies leidt.

Zijn de samenvattingen en of conclusies correct weergegeven?

Het rapport geeft een correcte samenvatting van de resultaten en conclusies van de geselecteerde publicaties.

In welke mate zijn de volgende conclusies uit het rapport terecht?

- populaties van soorten die langlevend en zich langzaam reproduceren, zoals haaien en roggen, lopen het meeste gevaar

Deze conclusie is wetenschappelijk gefundeerd

- de soortensamenstelling van het bodemecosysteem verandert

Deze conclusie is wetenschappelijk gefundeerd

- er is een verlies aan biodiversiteit

Deze conclusie is wetenschappelijk onderbouwd. Zoals ook in het rapport opgemerkt verschilt het effect van boomkorvisserij op de biodiversiteit tussen verschillende habitats en is het grootst in relatief stabiele habitats in dieper water, en in gebieden waar bodemorganismen biogene structuren bouwen (koraal, schelpenbanken, gangenstelsels, etc).

- vissoorten worden kleiner, omdat ze steeds minder tijd hebben zich te reproduceren

Het rapport concludeert terecht dat er duidelijke aanwijzingen zijn dat visserij een verschuiving in de soortensamenstelling en grootte- en leeftijdverdeling (populatiestructuur) veroorzaakt. De recente wetenschappelijke literatuur die aannemelijk maakt dat visserij ook tot evolutionaire veranderingen leidt (jongere leeftijd en kleinere lengte van geslachtsrijpheid, afname van groeisnelheid, verhoging van de voortplantingsinspanning) is niet opgenomen in de selectie (review in (Jorgensen et al., 2007; Kuparinen and Merila, 2007).

○
-de beschikbaarheid van voedsel voor aasetende (vis)soorten wordt vergroot
Correct.

-is bovenstaande te wijten aan de boomkor (en daarmee voldoende reden om de boomkor te verbieden?)
Dat boomkorvisserij tot de hierboven beschreven ecosysteemeffecten leidt is onomstreden. De effecten komen voort uit de mechanische effect van dit vistuig op de zeebodem en het zeebodemleven (verhoogde sterfte onder bodemdieren, schade aan biogene structuren, mechanische verstoring van de structuur van de zeebodem, verandering van de geochemische processen). Of de boomkor moet worden verboden hangt af van de doelstellingen van het beleid. Als beoogd wordt de natuurwaarden in een gebied te verhogen dan liggen visserijmaatregelen voor de hand.

-welke kennis ontbreekt er nog

De kennis om een getalsmatige inschatting te maken van het effect van boomkorvisserij en andere bodemsleepnetvisserijen op verschillende benthische habitats ontbreekt. Het ontbreken van grotere voor de visserij gesloten gebieden in de Noordzee, die als referentie kunnen dienen, of waar goed gecontroleerde experimenten kunnen worden uitgevoerd, leidt tot belangrijke leemten in kennis. Een eerste grove benadering wordt geleverd door het trawling impact model van Duplisea en Hiddink (Duplisea et al., 2002; Hiddink et al., 2006, 2008).

Onze wetenschappelijke voorspellingen worden beperkt door het ontbreken van kennis over de visserij – bodemvis – benthos interacties in de voor het Nederlandse beleid relevante gebieden (estuaria, kustzone en zuidelijke Noordzee). Diverse onderzoeksgebieden springen hierbij in het oog: (i) kwantitatief inzicht in de voedselconcurrentie en predator – prooi relaties in het benthische systeem, (ii) kwantitatieve kennis over de bijdrage van de verschillende onderdelen van een vistuig (b.v. grondpees, wekkers, visnet, sloffen, scheerbroden, etc) aan de visserijsterfte, (iii) inzicht in samenstelling en functioneren van een niet door sleepnetvisserij beïnvloed marien ecosysteem, (iv) inzicht in de effecten van gebiedssluiting op platvisvisserij en visproductie. Pleidooi voor veldonderzoek waarin het benthos wordt vergeleken tussen gebieden die verschillen in bevissingsintensiteit in voor Nederland relevante habitat types; gecontroleerde bevissing van benthische habitats die niet worden bevestigd. Dit laatste zou kunnen worden gerealiseerd in de Natura 2000 gebieden. De internationale evaluatie van de Scholbox heeft de aanbeveling opgesteld om een experimentele studie uit te voeren waarbij het beheersregime van de Scholbox voor een beperkte periode wordt aangepast zodat er volledig gesloten gebieden worden gecreëerd waarin een trawling impact studie kan worden uitgevoerd (Beare et al., 2010).

6. Referenties

- Beare, D.J., Rijnsdorp, A., van Kooten, T., Fock, H., Schroeder, A., Kloppman, M., Witbaard, R., Meesters, E., Schulze, T., Blaesbjerg, M., Damm, U., Quirijns, F., 2010. Study for the revision of the Plaice Box. Wageningen IMARES, p. 226.
- Bergman, M.J.N., Hup, M., 1992. Direct effects of beamtrawling on macrofauna in a sandy sediment in the southern North Sea. *ICES Journal of Marine Science* 49, 5-11.
- Bergman, M.J.N., van Santbrink, J.W., 2000. Mortality in megafaunal benthic populations caused by trawl fisheries on the Dutch continental shelf in the North Sea in 1994. *ICES Journal of Marine Science* 57, 1321-1331.
- Brander, K., 1981. Disappearance of the common skate, *Raia batis*, from the Irish Sea. *Nature* 290, 48-49.
- Dayton, P.K., Thrush, S.F., Agardy, M.T., Hofman, R.J., 1995. Environmental-Effects of Marine Fishing. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems* 5, 205-232.
- Duineveld, G.C.A., Bergman, M.J.N., Lavaleye, S.S., 2007. Effect of an area closed to fisheries on the composition of the benthic fauna in the southern North Sea. *Ices Journal of Marine Science* 64, 899-908.
- Duplisea, D.E., Jennings, S., Warr, K.J., Dinmore, T.A., 2002. A size-based model of the impacts of bottom trawling on benthic community structure. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 59, 1785-1795.
- Hall, S.J., 1994. Physical Disturbance and Marine Benthic Communities - Life in Unconsolidated Sediments. *Oceanography and Marine Biology* 32, 179-239.
- Hiddink, J.G., Jennings, S., Kaiser, M.J., Queiros, A.M., Duplisea, D.E., Piet, G.J., 2006. Cumulative impacts of seabed trawl disturbance on benthic biomass, production, and species richness in different habitats. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 63, 721-736.
- Hiddink, J.G., Rijnsdorp, A.D., Piet, G., 2008. Can bottom trawling disturbance increase food production for a commercial fish species? *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 65, 1393-1401.
- Jennings, S., Greenstreet, S.P.R., Reynolds, J.D., 1999. Structural change in an exploited fish community: a consequence of differential fishing effects on species with contrasting life histories. *Journal of Animal Ecology* 68, 617-627.
- Jennings, S., Kaiser, M.J., 1998. The effects of fishing on marine ecosystems. *Advances in Marine Biology* 34, 201-352.
- Jorgensen, C., Enberg, K., Dunlop, E.S., Arlinghaus, R., Boukal, D.S., Brander, K., Ernande, B., Gardmark, A., Johnston, F., Matsumura, S., Pardoe, H., Raab, K., Silva, A., Vainikka, A., Dieckmann, U., Heino, M., Rijnsdorp, A.D., 2007. Ecology - Managing evolving fish stocks. *Science* 318, 1247-1248.
- Kuparinen, A., Merila, J., 2007. Detecting and managing fisheries-induced evolution. *Trends in Ecology & Evolution* 22, 652-659.
- Lengkeek W., Bouma S., 2010. Impacts of beam trawl fisheries in the North Sea: a summary of fifty-five scientific publications. Bureau Waardenburg Report nr. 10-048. 44 pp.
- Pilskaln, C.H., Churchill, J.H., Mayer, L.M., 1998. Resuspension of sediment by bottom trawling in the gulf of Maine and potential geochemical consequences. *Conservation Biology* 12, 1223-1229.
- Rijnsdorp, A.D., Vingerhoed, B., 2001. Feeding of plaice *Pleuronectes platessa* L. and sole *Solea solea* (L.) in relation to the effects of bottom trawling. *Journal of Sea Research* 45, 219-229.

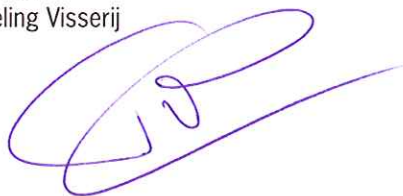
Verantwoording

Rapport C069/10
Projectnummer:

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

Akkoord: Dr. ir. T.P. Bult
Hoofd afdeling Visserij

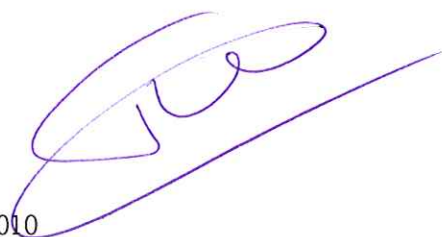
Handtekening:



Datum: 15 juni 2010

Akkoord: Dr. ir. T.P. Bult
Hoofd afdeling Visserij

Handtekening:



Datum: 15 juni 2010

Aantal exemplaren: 10
Aantal pagina's: 11
Aantal tabellen: -
Aantal figuren: -