

Effecten van de visserij gedurende het voortplantingsseizoen op het duurzaam beheer van visbestanden: een uitgebreide Nederlandse samenvatting

Harriët M.J. van Overzee & Adriaan D. Rijnsdorp

Rapport 076/10



IMARES Wageningen UR

(IMARES - institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:

Vishandel Jan van As & Zn.
Jan van Galenstraat 4
1051 KM Amsterdam

Publicatiedatum:

29 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-V9.3

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	3
Samenvatting	4
1. Inleiding	5
2. Reproductie strategieën	6
Voortplantingsmethode en aantal voortplantingsmomenten	7
Geslachtssysteem	7
Paarsysteem	7
Voortplantingsgebied	8
Tijdsraam voortplanting	8
3. Effecten visserij tijdens het voortplantingsseizoen	9
Indirecte effect van visserij tijdens het voortplantingsseizoen.....	9
Directe effect van visserij tijdens het voortplantingsseizoen.....	9
Classificatie	9
4. Gevolgen van visserij tijdens het voortplantingsseizoen.....	11
5. Conclusie en implicaties voor beheer	13
6. Kwaliteitsborging	14
Referenties	15
Verantwoording	17
Bijlage	18

Samenvatting

In opdracht van Stichting Vis & Seizoen heeft IMARES een uitgebreide literatuurstudie uitgevoerd naar de mogelijke effecten van de visserij tijdens het voortplantingsseizoen. Dit rapport geeft een uitgebreide Nederlandse samenvatting van het Engelstalige rapport “Effects of fisheries during the spawning season: implications for management”.

1. Inleiding

Wereldwijd zijn er grote zorgen over de effecten van visserij op visbestanden (Hutchings *et al.*, 1999; Jackson *et al.*, 2001; Coleman and Williams, 2002; Pauly *et al.*, 2002; Worm *et al.*, 2010); de cijfers van de FAO wijzen aan dat meer dan de helft van de visbestanden op de wereld overbevist worden. Ook in Europese wateren worden veel bestanden overbevist en is de volwassen stand tot een niveau gedaald waarbij de kans bestaat dat de productie van jonge vis beperkt wordt door een gebrek aan ouderdieren.

Om de visstand te kunnen beheren en de visserijdruk te beheersen zijn verschillende beheersmaatregelen ingevoerd. Hieronder vallen beperkingen die opgelegd zijn aan onder andere de totale aanvoer of de totale vangst, restricties in de technische uitvoering van de visserij en restricties in de visserijinspanning middels bijvoorbeeld gesloten gebieden. Het instellen van gesloten gebieden heeft in een aantal situaties tot bescherming van de biodiversiteit geleid maar kan ook een bijdrage leveren aan het duurzaam beheer van visbestanden doormiddel van het beschermen van voortplantingsgebieden of kraamkamers.

Uit de literatuur blijkt dat er meerdere “spawning time closures” in werking zijn (Halliday, 1988; Molloy, 1989; Anon., 2001). De effectiviteit van zulke “closures” is echter onbekend. Binnen deze studie wordt gekeken naar het mogelijke effect van de visserij tijdens de voortplantingsperiode. Hierbij wordt vooral de nadruk gelegd op de effecten op de reproductieve output van beviste bestanden, maar wordt ook aandacht gegeven op andere effecten op de biologie van de populaties. Allereerst worden de verschillende reproductieve strategieën van verschillende vissoorten besproken. Deze strategieën bepalen in hoeverre vissoorten kwetsbaar zijn voor de visserij. Vervolgens wordt besproken hoe de visserij het reproductieve succes van een populatie kan beïnvloeden. Hierbij worden zowel het effect van de directe visserij mortaliteit als de indirecte effecten besproken. Het tweede punt zal ingaan op wat voor effect vissen tijdens de voortplantingsseizoen heeft op de individuen die verstoord maar niet gevangen worden en in hoeverre dit consequenties zal hebben voor hun bijdrage aan de volgende generatie. Op basis van deze resultaten wordt er een classificatieschema gepresenteerd die de mate van kwetsbaarheid voor de visserij tijdens het voortplantingsseizoen illustreert. Tenslotte worden de implicaties voor de populatiedynamica en visserij management besproken.

2. Reproductie strategieën

Alle organismen moeten op een bepaald punt in hun leven energie investeren in het produceren van nakomelingen. Hiervoor wordt een verscheidenheid aan strategieën gehanteerd (Tabel 1). Vissoorten zullen afhankelijk van deze strategieën verschillen in hun kwetsbaarheid voor de visserij. In de Bijlage staat een overzicht van de strategieën die door de voor Nederland belangrijke vissoorten gehanteerd worden.

Tabel 1: Samenvatting van verschillende reproductieve strategieën (Wootton, 1990; Helfman *et al.*, 1997; Murua and Saborido-Rey, 2003)

1.	Voortplantingsmethode
a.	Eierlegend (ovipaar) – Embryo ontwikkelt zich buiten de uterus
b.	Levendbarend (vivipaar) – Embryo ontwikkelt zich binnen de uterus
2.	Aantal voortplantingsmomenten
a.	Semelpaar – Soort die zich één maal in zijn leven voortplant
b.	Iteroparaar – Soort die zich meerdere malen in zijn leven voortplant
I.	Totaal spawner – Nakomelingen worden in één keer losgelaten
II.	Batch spawner – Nakomelingen worden in meerdere keren losgelaten
3.	Geslachtssysteem:
a.	Gonochorisme
b.	Hermafroditisme
I.	Opeenvolgend
II.	Gelijktijdig
c.	Parthenogenese
4.	Paarsysteem
a.	Promiscus – beide geslachten meerdere partners
b.	Polygaam
I.	Harem
II.	Lek system
c.	Monogaam
5.	Voortplantingsgebied
a.	Pelagische zone – in het waterkolom
b.	Benthische zone – op de zeebodem
6.	Tijdsraam voortplanting
a.	Seizoen
b.	Dagelijks of gebonden aan stand van de maan

Voortplantingsmethode en aantal voortplantingsmomenten

Soorten kunnen op basis van het reproductieve product onderscheiden worden in eierlegend en levendbarend. Zo zijn er een aantal vissoorten die zich slechts één maal in hun leven voortplanten (iteropaar), bijvoorbeeld aal, Pacifische zalm. De meeste vissoorten planten zich echter meerder malen voort tijdens hun leven (semelpaar). Tijdens het voortplantingsseizoen kunnen deze vissoorten hun nakomelingen ofwel in één keer produceren (totale spawners) of in meerdere episodes (batch spawners). De voor Nederland belangrijke vissoorten laten beide strategieën zien (zie Bijlage).

Geslachtssysteem

Binnen de meeste vissoorten is het geslacht van een individu genetisch bepaald en staat het dan ook al bij de geboorte vast (gonochorisme). Er zijn echter ook een aantal vissoorten die hermafroditisme vertonen, de individuen bevatten zowel het mannelijke als het vrouwelijke reproductie orgaan. Hierbinnen kan onderscheid gemaakt worden tussen opeenvolgende hermafrodieten, waarbij een individu als één geslacht geboren wordt maar later in het andere geslacht kan veranderen, en gelijktijdige hermafrodieten, waarbij een individu het vrouwelijke en mannelijke geslacht gelijktijdig bezit. Tenslotte zijn er enkele vissoorten die een vorm van ongeslachtelijke voortplanting vertonen (parthenogenese). Hierbij activeert sperma alleen de voortplanting en draagt verder genetisch niet bij aan het voortplantingsproduct. De voor Nederland belangrijke commerciële vissoorten bezitten een gonoristisch geslachtssysteem.

Paarsysteem

Tijdens de voortplanting kan het paarsysteem tussen soorten variëren. Afhankelijk van de verspreiding van de partners kan het paarsysteem onderverdeeld worden in (i) promiscue, (ii) polygaam en (iii) monogaam. Een promiscue systeem houdt in dat beide geslachten meerdere partners kunnen hebben. Dit systeem komt onder andere bij haring voor (zie ook box 1). Binnen een polygaam systeem kan daarentegen slechts één van de twee geslachten meerdere partners hebben. Hierbij kan in de visgemeenschap onderscheid gemaakt worden tussen een lek systeem en een harem. Binnen een lek systeem komen mannetjes in een arena samen waarbinnen een hiërarchie zal ontstaan tussen de mannetjes. Het dominante mannetje zal het grootste territorium opeisen en vervolgens de meeste vrouwtjes aantrekken. Dit systeem wordt bij kabeljauw gevonden (zie ook box 1), en mogelijk bij schol, maar ook bij veel hermafrodieten die hun leven starten als een vrouwtje en later in een mannetje veranderen. Tenslotte bestaan er ook vissoorten waarbij het mannetje en het vrouwtje een exclusief paar vormen. Dit paarsysteem wordt voornamelijk in de tropen aangetroffen. Het paarsysteem van een aantal belangrijke Nederlandse commerciële soorten (makreel, kabeljauw, snoekbaars) is omschreven in box 1.

Box 1: Paarsysteem van een aantal belangrijke Nederlandse commerciële soorten

Atlantische makreel (*Scomber scombrus*)

Makreel vormt aggregaties wanneer ze zich voortplanten. Uit aquarium experimenten is gebleken wanneer een vrouwtje gereed is om zich voort te planten dat ze snel wegzwemt van de school waarbij ze achtervolgd wordt door een aantal mannetjes (over het algemeen zijn dit er 5-6). De eitjes en sperma worden na deze snelle “ontsnapping” vrijgelaten waarna het vrouwtje een de mannetjes zich weer mengen in de school (Walsh and Johnstone, 1992). Een vergelijkbaar systeem is tevens voor haring waargenomen (Aneer *et al.*, 1983; Geffen, 2009).

Kabeljauw (*Gadus morhua*)

Uit de literatuur blijkt dat er veel onderzoek in het laboratorium naar het voortplantingsgedrag van kabeljauw is verricht (Brawn, 1961; Nordeide and Kjellsby, 1999; Rowe and Hutchings, 2003). Hierin is aangetoond dat deze soort al vier weken voor reproductie specifiek gedrag vertoont. Zo blijkt er een hiërarchie onder de mannetjes gevormd te worden waarbij de rangschikking bepaald wordt door de mate van agressiviteit en de lichaamsgrootte. Het zogeheten “*alpha*” mannetje eist een territorium op. Eenmaal als het vrouwtje eitjes kan leggen komt ze het territorium van dit mannetje binnen en volgt er een opeenvolging van typische gedragingen waarna bevruchting plaatsvindt. Hierbij kan het paar vergezeld worden door “satelliet” mannetjes die een poging doen om wat eieren te bevruchten. Een vrouwtje kan meerdere malen eitjes leggen waarmee zij haar kans vergroot op overleving van haar nakomelingen.

Snoekbaars (*Sander lucioperca*)

De snoekbaars is een typische soort waarbij broedzorg plaatsvindt. Het mannetje maakt een nest waar het vrouwtje haar eieren in legt. Nadat het vrouwtje haar eieren heeft gelegd, wordt ze door het mannetje weggejaagd. Het mannetje blijft bij de eieren en jaagt mogelijke predatoren weg. Bovendien waaiert hij met de vinnen boven de eieren zodat er voldoende aanvoer is van zuurstofrijk water (reviewed in: Lappalainen *et al.*, 2003).

Voortplantingsgebied

Het gebied waar eieren of nakomelingen worden afgezet kan variëren. De meeste in de zee levende vissen zetten hun eieren af in het waterkolom. De meeste vissoorten die in de kustzone of in zoetwater voorkomen zetten daarentegen hun eieren op de bodem af. Dit gaat in sommige soorten samen met broedzorg. Broedzorg houdt in dat één of beide ouders na het afzetten van hun eieren hier nog een tijd voor zorgen.

Voor een verscheidenheid van soorten afkomstig uit zowel het zoete als het zoute water is bekend dat zij aggregaties vormen wanneer ze op weg zijn naar of aankomen op het voortplantingsgebied. Binnen deze aggregaties kunnen verschillen zijn in de verspreiding van mannetjes en vrouwtjes, volwassen en niet-volwassen vis. Zo is bijvoorbeeld voor Noordzee schol aangetoond dat de volwassen mannetjes de vangsten op het voortplantingsgebied domineerden terwijl de vrouwtjes zich aan de randen van de aggregaties bevonden. Daarnaast is het voor sommige soorten bekend dat de mannetjes eerder aankomen op het voortplantingsgebied en hier ook langer blijven en dat oudere vrouwtjes eerder beginnen met voortplanten en het langer volhouden dan de jongere individuen.

Tijdsraam voortplanting

Voortplanting is vaak gebonden aan een specifiek tijdsraam. Zo kan de voortplanting alleen voorkomen in een bepaald seizoen wanneer de biologische condities optimaal zijn om voort te planten. Daarnaast zijn er soorten die hun voortplanting afstemmen met bepaalde momenten van de dag, zoals bijvoorbeeld gedurende de schemering, of de stand van de maan.

3. Effecten visserij tijdens het voortplantingsseizoen

Indirecte effect van visserij tijdens het voortplantingsseizoen

De visserij kan op verschillende manieren een vis verstoren. Ten eerste, kan een vis in contact komen met het vistuig zonder dat het opgevist wordt. Onderzoek heeft bijvoorbeeld uitgewezen dat vissen actief een vistuig of een vissersschip kunnen vermijden. Ten tweede, kan een vis door het geluid dat door een schip en/of het vistuig gemaakt wordt, afgeschrikt worden. Dit geluid kan bovendien ook mogelijke communicatie tijdens de voortplanting verstoren. Onderzoek heeft aangetoond dat veel vissoorten tijdens hun voortplantingsperiode gebruik maken van geluiden om met elkaar te communiceren. Zo is het bijvoorbeeld bekend dat kabeljauw mannetjes met behulp van een knorrend geluid de vrouwtjes probeert aan te trekken. De impact van dit soort verstoringen zal afhankelijk zijn tot welke afstand een vis zal reageren op deze verstoringen en het soort vistuig dat gebruikt wordt.

Het verstoren van de verschillende fysiologische processen die tijdens het produceren van het voortplantingsproduct spelen, kan een verandering in het energie huishouding van de vis te weeg brengen wat ten koste van het voortplantingsproduct zou kunnen gaan. Het is aangetoond dat visserij een stress response kan veroorzaken. Dit kan op zijn beurt invloed kan hebben op de kwaliteit van het voortplantingsproduct of de hoeveelheid bevruchte eieren. Voor kabeljauw is bijvoorbeeld aangetoond dat een stress response een gewijzigd en minder baltsgedrag veroorzaakt en dat de vissen vaker abnormale larven produceren. Ook is bekend dat vissen via hormonen met elkaar kunnen communiceren en ligt het voor de hand dat vissen die in een vistuig gevangen 'angststoffen' uitscheiden die bij andere vissen een stress reactie opwekt. Daarnaast kan een verstoring ook een vertraging opleveren met als gevolg dat de vissen eieren langer bij zich moeten houden waardoor het bevruchtingspercentage afneemt. Binnen de aquacultuur is dit proces aangetoond.

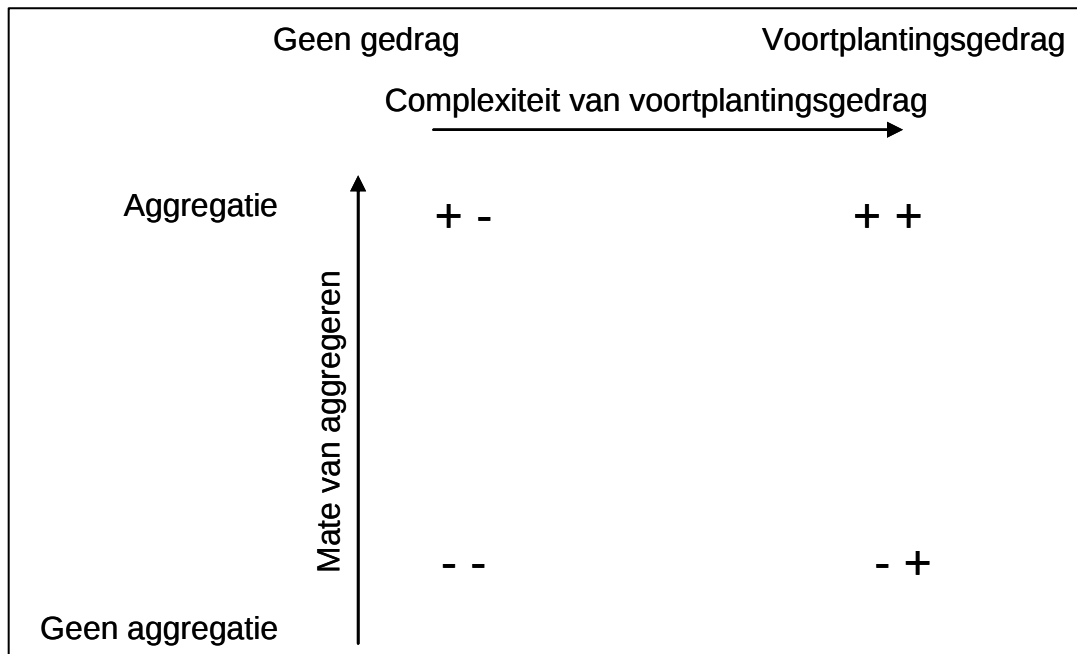
Voorafgaand aan en tijdens de voortplanting kunnen vissen specifiek gedrag vertonen. Wanneer als gevolg van de visserij bepaalde individuen worden weggehaald of dit specifieke gedrag verstoord wordt, kan dit negatieve effecten hebben op de hoeveelheid eieren die uiteindelijk bevrucht worden.

Directe effect van visserij tijdens het voortplantingsseizoen

Omdat er tijdens het voortplantingsseizoen verschillen zijn in het gedrag en verspreiding van vrouwen en mannen, van jonge en oude individuen, en van kuitschietende en niet-kuitschietende individuen, zal de visserij selectief bepaalde componenten van een populatie opvissen. Daarom zal de visserij tijdens het voortplantingsseizoen directe gevolgen hebben voor de productie van nakomelingen. Dit gaat voornamelijk op voor soorten die aggregaties vormen tijdens het voortplantingsseizoen. Daarnaast zou de visserij ook tot genetische veranderingen, zowel evolutionaire veranderingen als vermindering van de genetische diversiteit, kunnen leiden wanneer specifieke componenten worden opgevist. Bovendien kunnen bepaalde visserijvormen ook de nakomelingen van soorten verstoren die hun eieren op de bodem afzetten. Verder zou het verwijderen van vissen die levendbarend zijn of die broedzorg vertonen ook directe gevolgen hebben voor de nakomelingen.

Classificatie

De mate waarin het reproductieve succes van een populatie direct beïnvloedt wordt door de visserij, dat wil zeggen de hoeveelheid bevruchte eieren, is afhankelijk van de mate van aggregeren. Het effect zal hoger zijn onder soorten die aggregaties vormen in vergelijking met soorten die dit niet doen. Daarnaast zal de mate van verstoring afhankelijk zijn van de complexiteit van het voortplantingsgedrag. Soorten die geen specifiek gedrag vertonen tijdens de voortplanting zullen minder verstoord worden dan soorten die dit wel doen. Daarom kan de mate van aggregeren in combinatie met de complexiteit van voortplantingsgedrag gebruikt worden om de kwetsbaarheid van een soort tegen visserij tijdens het voortplantingsseizoen te bepalen. In Figuur 1 wordt dit verband geïllustreerd.



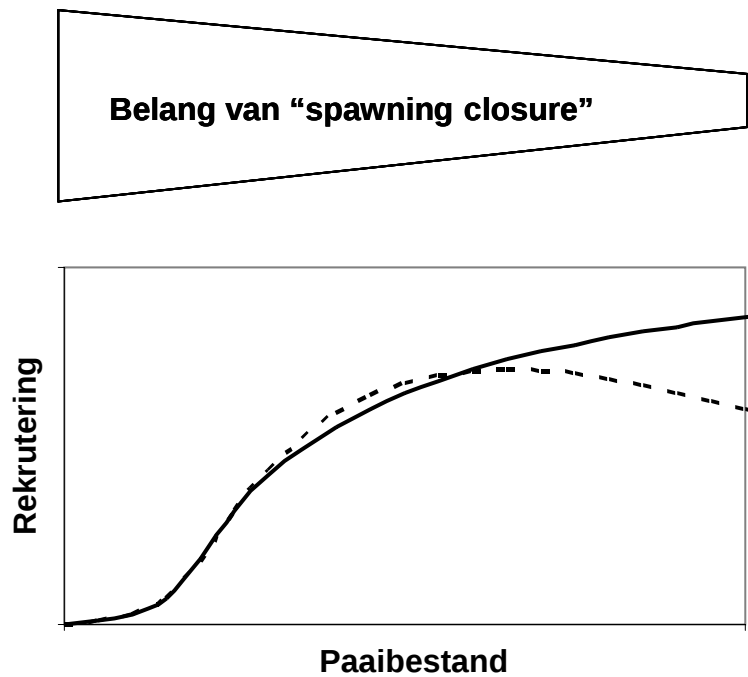
Figuur 1: Classificatie schema dat de mate van kwetsbaarheid weergeeft waarin - - laag, - + middel en + + hoge kwetsbaarheid staat weergegeven.

4. Gevolgen van visserij tijdens het voortplantingsseizoen

Een natuurlijke populatie kan op een duurzame manier geëxploiteerd worden door alleen het overschot aan productie te oogsten. Dit overschot wordt bepaald door de overmaat aan nakomelingen die door een populatie geproduceerd worden. Wanneer er namelijk geen visserij aanwezig is, zal deze overmaat gereguleerd worden door dichtheidsafhankelijke sterfte. In Figuur 2 staat de relatie tussen het paaibestand en rekrutering weergegeven. Deze figuur geeft aan dat naarmate het paaibestand toeneemt, de toename in het aantal rekruten afvlakt als gevolg van de dichtheidsafhankelijke sterfte. Bij hele lage bestanden zal de reproductie minder succesvol zijn dan verwacht, b.v. omdat het moeilijker zal zijn voor individuen om een partner te vinden, dit heet ook wel het "Allee effect".

Deze studie beargumenteert dat vissen tijdens het voortplantingsseizoen een negatief effect kan hebben op de duurzaamheid van de visserij omdat de reproductieve output van een populatie zal verminderen door: (i) het verwijderen van individuen voordat ze hun eieren hebben kunnen afzetten en (ii) het verstoren van de voortplanting. Daarnaast zal voor soorten waarin de vangbaarheid in de paaiperiode verhoogd is omdat ze zich aggregeren of omdat het paaigedrag de volwassen vissen gemakkelijker vangbaar maken, juist de voor de voortplantingssucces belangrijke oudere / grotere dieren worden weggevangen. Tenslotte vergroot de visserij in de voortplantingsperiode de selectiedruk om op een jongere leeftijd en kleinere lengte volwassen te worden.

In de wetenschappelijke wereld wordt echter vaak negatief gereageerd op het idee van "spawning time closures". Hierbij wordt aangegeven dat wanneer er gevist wordt met een vangstquotum, het niet zal uitmaken of vissen tijdens het voortplantingsseizoen of op een ander tijdstip gevangen worden. Binnen deze redenering wordt echter aangenomen dat alle individuen binnen een populatie gelijk zijn. Deze literatuurstudie laat zien dat dit niet het geval hoeft te zijn. Onderzoek heeft bijvoorbeeld uitgewezen dat oudere, meer ervaren individuen disproportioneel bijdragen aan de volgende generatie. Wanneer deze individuen worden weggevangen zal dit tot een disproportionele afname in de bevruchte eieren leiden. Bovendien kan visserij verstoring ook effect hebben op de productie van bevruchte eieren. De invloed van visserij tijdens het voortplantingsseizoen zal wel afhankelijk zijn van de toestand van het bestand. Het effect zal namelijk het hoogst zijn wanneer het paaibestand laag is. Naarmate het paaibestand toeneemt, zal het effect langzaam afnemen (Figuur 2).



Figuur 2: Relatie tussen het bestand en de rekrutering dat het effect van de reproductieve output (paaibestand) op de rekrutering beschrijft. Wanneer het paaibestand laag is, wordt de rekrutering verminderd door het "Allee effect". De dikke lijn geeft de Beverton & Holt relatie weer. De gestippelde lijn geeft Ricker relatie weer waarbij een toename in dichtheidsafhankelijk sterfte wordt aangenomen bij een grote biomassa. De wig illustreert de afnemende effecten van een "spawning closure" op rekrutering bij een toenemend paaibestand.

5. Conclusie en implicaties voor beheer

Deze studie geeft aan dat “spawning time closures” een bijdrage kan leveren aan scenario’s voor een duurzaam beheer van vispopulaties omdat hierdoor (i) de productie van bevruchte eieren wordt beschermd, (ii) de visserij mortaliteit op de grotere en oudere individuen die het meest waardevol zijn voor de reproductieve output wordt verminderd, (iii) negatieve genetische effecten voorkomen worden en (iv) het risico van overexploitatie van grote voortplantingsaggregaties verkleind wordt. De betekenis van “spawning time closures” voor het duurzaam beheer van visbestanden neemt toe naarmate de visbestanden zwaarder worden bevist. De stelling van sommige visserijbiologen dat “spawning time closures” geen betekenis hebben als een bestand niet wordt overbevist is onverenigbaar met de voorzorgsbenadering in het visserijbeheer omdat het geen rekening met de genetische effecten van de visserij en met de het feit dat het niet kunnen aantonen van een positief verband tussen de grootte van het paaibestand en de rekruterings niet betekent dat er geen relatie is.

Bovenstaande conclusies zijn gebaseerd op een synthese van de resultaten van een literatuurstudie over de kennis over de voortplantingsprocessen, een inventarisatie van de processen waarmee visserij invloed heeft op vis, en daarmee op vispopulaties. Direct bewijs van de effecten van visserij gedurende het voortplantingsseizoen is er niet. Omdat de dynamica van vispopulaties door een veelheid aan omgevingsfactoren wordt beïnvloed is het onmogelijk om de effecten van “spawning time closures” op het visbestand te bewijzen. De wetenschappelijke bewijsvoering is noodzakelijkerwijs beperkt tot een analyse van de verschillende processen / mechanismen, en een beoordeling van de sterkte van deze processen en hun interacties en de doorvertaling van het effect op de individuele vis naar het effect op de populatie. Er is nog een groot gebrek aan kennis over effecten van verstoring van visserij op vis in de paaiperiode, en over het natuurlijke gedrag van tijdens de paaiperiode. Dit laatste is van belang om een inschatting te kunnen maken over de mogelijke gevoeligheid van vissen voor visserij.

Omdat het visserijbeheer naast een duurzame exploitatie van de doelsoorten ook een vermindering van de negatieve effecten van visserij op het ecosysteem nastreeft, zal het mogelijke positieve effect van een “spawning time closures” moeten worden afgewogen tegen mogelijk negatieve effecten op andere ecologische doelstellingen en op de sociaaleconomische consequenties.

6. Kwaliteitsborging

IMARES beschikt over een ISO 9001:2000 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 08602-2004-AQ-ROT-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 maart 2010. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Het laatste controlebezoek vond plaats op 22-24 april 2009. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.

Referenties

- Aneer, G., Florell, G., Kautsky, U., Nellbring, S. and Sjöstedt, L. 1983. *In-situ* observations of Baltic herring (*Clupea harengus membras*) spawning behaviour in the Askö-Landsort area, northern Baltic proper. Marine Biology, 74: 105-110.
- Anon. 2001. Commission Regulation (EC) No. 456/2001 of 6 March 2001 Establishing measures for the recovery of the stock of cod to the West of Scotland (ICES Division VIa) and associated conditions for the control of activities of fishing vessels. Official Journal of the European Communities, L65/13.
- Boehlert, G. W. and Yoklavich, M. M. 1984. Reproduction, embryonic energetics, and the maternal fetal relationship in the viviparous genus *Sebastes* (Pisces: Scorpaenidae). Biological Bulletin, 167: 354-370.
- Brawn, V. M. 1961. Reproductive behaviour of the cod (*Gadus callarias* L.). Behaviour, 18: 177-197.
- Caputo, V., Candi, G., Colella, S. and Arneri, E. 2001. Reproductive biology of turbot (*Psetta maxima*) and brill (*Scophthalmus rhombus*) (Teleostei, Pleuronectiformes) in the Adriatic Sea. Italian Journal of Zoology, 68: 107-113.
- Carrier, J. C., Pratt Jr., H. L. and Castro, J. I. 2004. Reproductive biology of elasmobranchs. *In*: Biology of Sharks and their Relatives. Edited by: J.C. Carrier, J.A. Musick & M.R. Heithaus, CRC Press LLC: pp. 269-286.
- Chapman, C. J. 1980. Ecology of juvenile and adult *Nephrops*. *In*: The biology and management of lobsters - Volume II Ecology and Management. Edited by J.S. Cobb and B.F. Phillips, Academic Press, Inc (London) Ltd.: pp. 143-178.
- Coleman, F. C. and Williams, S. L. 2002. Overexploiting marine ecosystem engineers: potential consequences for biodiversity. Trends in Ecology and Evolution, 17: 40-44.
- Farmer, A. S. D. 1974. Reproduction in *Nephrops norvegicus* (Decapoda: Nephropidae). Journal of Zoology, London, 174: 161-183.
- Geffen, A. J. 2009. Advances in herring biology: from simple to complex, coping with plasticity and adaptability. ICES Journal of Marine Science, 66: 000-000.
- Halliday, R. G. 1988. Use of seasonal spawning area closures in the management of haddock fisheries in the northwest Atlantic. NAFO Scientific Council Studies, 12: 27-36.
- Helfman, G. S., Collette, B. B. and Facey, D. E. 1997. Fishes as social animals: reproduction. *In*: The diversity of fishes, Blackwell Science, Inc.: pp. 348-365.
- Hisaw, F. L. and Albert, A. 1947. Observations on the reproduction of the spiny dogfish, *Squalus acanthias*. Biological Bulletin, 92: 187-199.
- Hutchings, J. A., Bishop, T. D. and McGregor-Shaw, C. R. 1999. Spawning behaviour of Atlantic cod, *Gadus morhua*: evidence of mate competition and mate choice in a broadcast spawner. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 56: 97-104.
- Hyde, J. R., Kimbrell, C., Robertson, L., Clifford, K., Lynn, E. and Vetter, R. 2008. Multiple paternity and maintenance of genetic diversity in the live-bearing rockfishes *Sebastes* spp. Marine Ecology Progress Series, 357: 245-253.
- Jackson, J. B. C., Kirby, M. X., Berger, W. H., Bjørndal, K. A., Botsford, L. W., Bourque, B. J., Bradbury, R. H., Cooke, R., Erlandson, J., Estes, J. A., Hughes, T. P., Kidwell, S., Lange, C. B., Lenihan, H. S., Pandolfi, J. M., Peterson, C. H., Steneck, R. S., Tegner, M. J. and Warner, R. R. 2001. Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems. Science, 293: 629-638.
- Jones, A. 1974. Sexual maturity, fecundity and growth of the turbot *Scophthalmus maximus* L. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, 54: 109-125.
- Kjesbu, O. A., Solemdal, P., Bratland, P. and Fonn, M. 1996. Variation in annual egg production in individual captive Atlantic cod (*Gadus morhua*). Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 53: 610-620.

- Kraus, G. and Köster, F. W. 2004. Estimating Baltic sprat (*Sprattus sprattus balticus* S.) population sizes from egg production. *Fish and Fisheries*, 69: 313-329.
- Lappalainen, J., Dörner, H. and Wysujack, K. 2003. Reproduction biology of pikeperch (*Sander lucioperca* (L.)) - a review. *Ecology of Freshwater Fish*, 12: 95-106.
- Lloyd, A. J. and Yonge, C. M. 1947. The biology of *Crangon vulgaris* L. in the Bristol Channel and Severn estuary. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 26: 626-661.
- Mayer, I., Schackley, S. E. and Withames, P. R. 1990. Aspects of the reproductive biology of the bass, *Dicentrarchus labrax* L. II. Fecundity and pattern of oocyte development. *Journal of Fish Biology*, 36: 141-148.
- Molloy, J. 1989. The closure of herring spawning grounds in the Celtic Sea and Div VIIJ. *Fishery Leaflet*, 145.
- Murua, H. and Saborido-Rey, F. 2003. Female reproductive strategies of marine fish species of the North Atlantic. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 33: 23-31.
- Nordeide, J. T. and Kjellsby, E. 1999. Sound from spawning cod at their spawning grounds. *ICES Journal of Marine Science*, 56: 326-332.
- Pauly, D., Christensen, V., Guénette, S., Pitcher, T. J., Sumaila, R., Walters, C. j., Watson, R. and Zeller, D. 2002. Towards sustainability in world fisheries. *Nature*, 418: 689-695.
- Rowe, S. and Hutchings, J. A. 2003. Mating systems and the conservation of commercially exploited marine fish. *Trends in Ecology and Evolution*, 18: 567-572.
- Russell, F. S. 1976. The eggs and planktonic stages of British marine fishes. Academic Press Inc. (London) Ltd: 524 p.
- Teletchea, F., Fostier, A., Kamler, E., Gardeur, J., Le Bail, P. Y., Jalabert, B. and Fontaine, P. 2009. Comparative analysis of reproductive traits in 65 freshwater fish species: application to the domestication of new fish species. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 19: 403-430.
- Urban, H.-J. 1991. Reproductive strategies of North Sea plaice, *Pleuronectes platessa*, and North Sea sole, *Solea solea*: batch spawning cycle and batch fecundity. *Meereforsch*, 33: 330-339.
- Walsh, M. and Johnstone, A. D. F. 1992. Spawning behavior and diel periodicity of egg-production in captive Atlantic mackerel, *Scomber scombrus* L.. *Journal of Fish Biology*, 40(6): 939-950.
- Woll, A. K. 2003. In situ observations of ovigerous *Cancer pagurus* Linnaeus, 1758 in Norwegian waters (Brachyura, Cancridae). *Crustaceana*, 76: 469-478.
- Wootton, R. J. 1990. Ecology of teleost fishes. Chapman and Hall, London: 404 p.
- Worm, B., Hilborn, R., Baum, J. K., Branch, T. A., Collie, J. S., Costello, C., Fogarty, M. J., Fulton, E. A., Hutchings, J. A., Jennings, S., Jensen, O. P., Lotze, H. K., Mace, P. M., McClanahan, T. R., Minto, C., Palumbi, S. R., Parma, A. M., Ricard, D., Rosenberg, A. A., Watson, R. and Zeller, D. 2010. Rebuilding global fisheries. *Science*, 325: 578-585.

Verantwoording

Rapport C076/10
Projectnummer: 4301104701

Verantwoording

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. M. de Graaf
Onderzoeker

Handtekening:

Datum: 29 juni 2010

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

Handtekening:

Datum: 29 juni 2010

Aantal exemplaren:	5
Aantal pagina's:	21
Aantal tabellen:	1
Aantal figuren:	1
Aantal bijlagen:	1

Bijlagen

Tabel: Samenvatting van de aantal voortplantingsmomenten, voortplantingsmethode en voortplantingsgebied van de voor Nederland belangrijke vissoorten

Familienaam	Latijnse naam	Nederlandse naam	Aantal momenten *	Methode **	Patroon ***	Gebied ****
Pleuronectidae	<i>Pleuronectes platessa</i>	Schol	1 ^b	1 ^a	2 ^c	1 ^a
	<i>Limanda limanda</i>	Schar	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
	<i>Microstomus kitt</i>	Tongschar	1	1 ^a	2	1 ^a
	<i>Platichthys flesus</i>	Bot	1	1 ^a	2	1 ^a
Soleidae	<i>Solea solea</i>	Tong	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
Gadidae	<i>Gadus morhua</i>	Kabeljauw	1 ^b	1 ^a	2 ^d	1 ^a
	<i>Melanogrammus aeglefinus</i>	Schelvis	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
	<i>Merlangius merlangus</i>	Wijting	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
	<i>Micromesistius poutassou</i>	Blauwe wijting	1	1 ^a		1 ^a
	<i>Pollachius virens</i>	Koolvis	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
	<i>Trisopterus esmarkii</i>	Kever	1	1 ^a		1 ^a
Genus Molva	<i>Molva molva</i>	Leng	1	1 ^a		1 ^a
Clupeidae	<i>Clupea harengus</i>	Haring	1 ^b	1 ^a	2 ^s	2 ^a
	<i>Sprattus sprattus</i>	Sprot	1	1 ^a	2 ^e	1 ^a
Bothidae	<i>Scophthalmus rhombus</i>	Griet	1	1 ^a	2 ^f	1 ^a
	<i>Psetta maxima</i>	Tarbot	1 ^b	1 ^a	2 ^g	1 ^a
	<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>	Schartong	1	1 ^a		1 ^a
Merluccidae	<i>Merluccius merluccius</i>	Heek	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
Argentinidae	<i>Argentina sphyraena</i>	Zilver-smelt	1	1 ^a		1 ^a

Tabel: Vervolg

Familienaam	Latijnse naam	Nederlandse naam	Aantal momenten *	Methode **	Patroon ***	Gebied ****
Serranidae	<i>Dicentrarchus labrax</i>	Zeebaars	1 ^b	1 ^a	2 ^h	1 ^a
Carangidae	<i>Trachurus trachurus</i>	Horsmakreel	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
Scombridae	<i>Scomber scombrus</i>	Makreel	1 ^b	1 ^a	2 ^b	1 ^a
Lophiidae	<i>Lophius piscatorius</i>	Zeeduivel	1 ^b	1 ^a	1 ^b	1 ^a
Squalidae	<i>Squalus acanthias</i>	Hondshaai	1 ^b	3 ⁱ	1 ^b	
Rajidae	<i>Raja</i> sp.	Rog/vleet	1 ^b	1 ⁱ of 3	2 ^b	2 ⁱ (eierlegend)
Sebastidae	<i>Sebastus</i> sp.	Roodbaars	1	3 ^k	1 ^q	
Anguillidae	<i>Anguilla Anguilla</i>	Europese aal	2 ^b		1 ^b	
Nehropidae	<i>Nephrops norvegicus</i>	Noorse kreeft	1	2 ^l	1 ^r	
Crangonidae	<i>Crangon crangon</i>	Gewone garnaal		2 ^m		
Cancridae	<i>Cancer pagurus</i>	Noordzeekrab		2 ⁿ		
Osmeridae	<i>Osmerus eperlanus</i>	Spiering	1 ^o	1 ^a	2 ^o	2 ^o
Percidae	<i>Perca fluviatilis</i>	Baars	1 ^o	1 ^o	1 ^o	2 ^o
	<i>Sander lucioperca</i>	Snoekbaars	1 ^o	1 ^p + p.c.	1 ^p	2 ^p

- * Aantal voortplantingsmomenten – 1: iteropaar, 2: semelpaar
- ** Voortplantingsmethode – 1: eierlegend, 2: extern eierdragend, 3: levendbarend
- *** Voortplantingspatroon – 1: total spawner, 2: batch spawner
- **** Voortplantingsgebied – 1: pelagische zone (in het waterkolom), bentische zone: (op de zeebodem)

Referenties:

^a (Russell, 1976), ^b (Murua and Saborido-Rey, 2003), ^c (Urban, 1991), ^d (Kjesbu *et al.*, 1996), ^e (Kraus and Köster, 2004), ^f (Caputo *et al.*, 2001), ^g (Jones, 1974), ^h (Mayer *et al.*, 1990), ⁱ (Hisaw and Albert, 1947), ^j (Carrier *et al.*, 2004), ^k (Boehlert and Yoklavich, 1984), ^l (Chapman, 1980), ^m (Lloyd and Yonge, 1947), ⁿ (Woll, 2003), ^o (Teletchea *et al.*, 2009), ^p (Lappalainen *et al.*, 2003), ^q (Hyde *et al.*, 2008), ^r (Farmer, 1974), ^s (Geffen, 2009)