



Vissen binnen ecologische randvoorwaarden

Maatwerk voor een veranderend IJsselmeer en Markermeer

Het IJsselmeer en Markermeer kennen een geschiedenis van drastische veranderingen in inrichting, waterhuishouding, waterkwaliteit, natuurbeheer en visserij. Deze veranderingen, in combinatie met de Europese eisen aan waterkwaliteit (Kaderrichtlijn Water), natuurbescherming (Natura 2000) en het internationale aalbeheer, drukken zwaarder dan ooit op de visserijmogelijkheden in het gebied. Het betekent ook een aanzienlijke behoefte aan ecologische kennis en nieuw instrumentarium om die kennis in te bedden in de wetenschappelijke advisering voor het visserijbeleid.

Veranderingen in ecologie, wetgeving en beheer

Op het IJsselmeer en het Markermeer wordt gevestigd op verschillende vissoorten. De belangrijkste zijn Europese aal (*Anguilla anguilla*), snoekbaars (*Sander lucioperca*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*), brasem (*Abramis brama*) en spiering (*Osmerus eperlanus*) (De Leeuw et al., 2008). Sinds de aanleg van de Afsluitdijk in 1932, waardoor het zoete IJsselmeer ontstond uit de voormalige Zuiderzee, heeft het gebied veel veranderingen ondergaan die van grote invloed zijn op de aanwezige visbestanden en de visserijmogelijkheden. Grootschalige inpolderingen, het ontstaan van het Markermeer door de aanleg van de Houtribdijk (1976) en een sterke afname van nutriënten (met name in de jaren zeventig en tachtig) hadden tot gevolg dat de meren kleiner en minder productief werden (De Leeuw et al., 2008). Het laatste decennium wordt gekenmerkt door de opkomst van invasieve vissoorten als zwartbekgrondel (*Neogobius melanostomus*) en Pontische stroomgrondel (*Neogobius fluviatilis*) en de aanleg van nieuwe eilanden en oeverzones, zoals De Kreupel, Marker Wadden en Trintelzand. Hoewel niet al deze veranderingen op kortere of langere termijn nadelig zijn voor de visstand zijn de belangrijkste commerciële visbestanden wel achteruitgegaan, waardoor regelmatig maatregelen zijn door-

gevoerd ter beperking van de visserij (De Leeuw et al., 2008; Van Rijssel et al., 2019).

Naast veranderingen in de visstand is ook de wetgeving die van invloed is op de visserijmogelijkheden door de jaren heen veranderd en uitgebreid. Deze veranderingen in wetgeving worden meegenomen in het visserijbeleid voor het IJsselmeergebied, waardoor beleidsdoelstellingen steeds meer verschoven zijn van doelmatige benutting van de commerciële visbestanden naar ook steeds meer focus op de effecten van visserij op het ecosysteem. Sinds het ontstaan van het IJsselmeer behelst de Visserijwet wetgeving ten behoeve van een doelmatige visserij, waarbij onder andere overbevissing van een bestand moet worden voorkomen. Sinds de eeuwwisseling, met het in werking treden van de Europese Kaderrichtlijn Water (KRW) in 2000, is er echter wetgeving toegevoegd die voorschrijft waar de waterkwaliteit aan moet voldoen en hoe als gevolg hiervan de soort- en groottesamenstelling van de vispopulatie eruit zou moeten zien. Daarnaast zijn vanuit de Europese Vogel- en Habitatrichtlijn in de Natura 2000-gebieden IJsselmeer en Markermeer/IJmeer aantalsdoelstellingen voor onder meer visetende vogels geformuleerd in de Wet Natuurbescherming. Deze Natura 2000-doelstellingen zijn vertaald naar het visserijbeheer, waarbij de ecologische randvoorwaarde aan de visserij wordt gesteld

visserij
beheer
beleid
adviesing
ecosysteem
vogels

J.J. (Joep) de Leeuw
Wageningen Marine Research,
Postbus 68, 1970 AB
IJmuiden;
Wageningen University,
Aquaculture and Fisheries,
joep.deleeuw@wur.nl

N.S.H. (Nicola) Tien
Wageningen Marine Research

T. (Tessa) van der Hammen
Wageningen Marine Research

S.R. (Sarah) Smith
Wageningen Marine Research

Foto **Joep de Leeuw**.
Fuikenvisser op het
IJsselmeer.

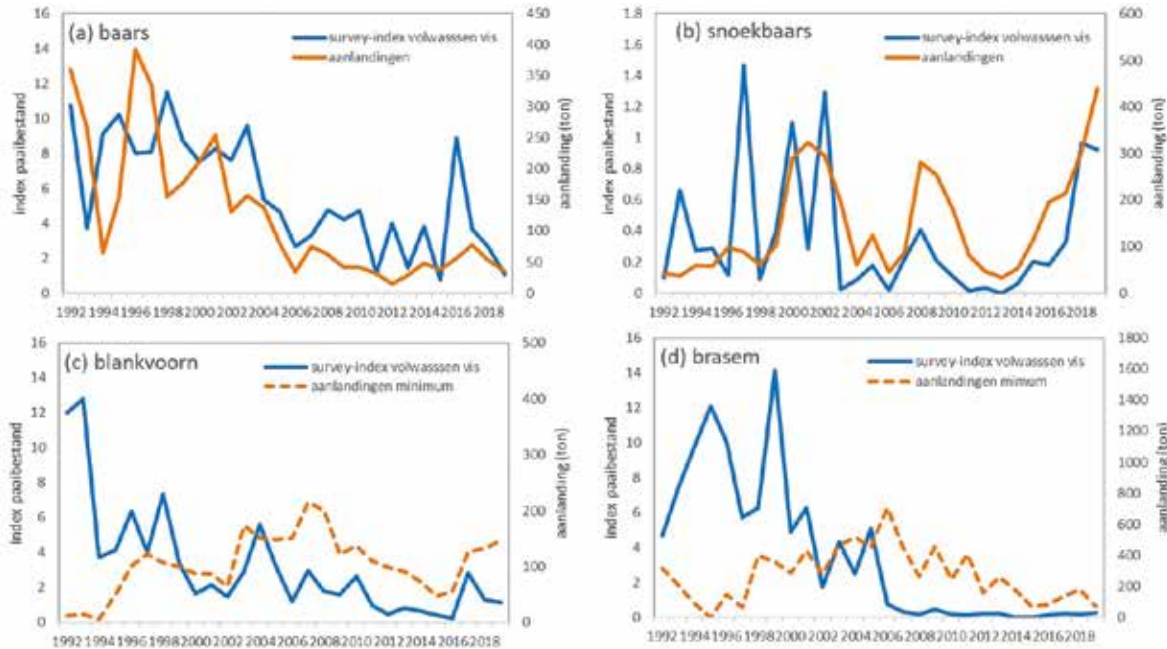
dat de voedselbeschikbaarheid voor beschermde vogels niet in gevaar mag komen door visserijactiviteiten. Met deze aanvullingen vanuit de wetgeving zijn beleidsdoelstellingen complexer geworden. Het formuleren van de ecologische beleidsdoelstellingen gaat hand in hand met het verzamelen van aanvullende ecologische kennis en het aanpassen en verder ontwikkelen van het wetenschappelijk instrumentarium (adviesmodellen, risicoanalyses) ten behoeve van het visserijbeheeradvies. De uitdaging daarbij is dat voor het ontwikkelen van adviesinstrumentarium vaak tijdreeksen nodig zijn die veranderingen in verschillende aspecten van de visstand en van de visserij beschrijven, maar dat een deel van de gewenste gegevens - zeker uit het verleden - vaak niet voorhanden is. In dit artikel illustreren we hoe ecologische en visserijdoelstellingen worden verenigd in advisering voor visserij op: (1) snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem, (2) aal en (3) spiering. Hierbij wordt ingegaan op de beleidscontext, de ecologische context, beheerdoelen, de toegepaste methodiek en de uitdagingen die er liggen om te komen tot een visserijbeheer dat aansluit op de beleidsdoelstellingen.

Bescherming van het visbestand en voldoende vis voor vogels

De omvang van de bestanden van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem vertoonden allemaal een dieptepunt in de jaren 2011-2015 (figuur 1; Tien *et al.*, 2020). Zoals vaker in het verleden (zie overzicht in De Leeuw *et al.*, 2008) werden daarom in 2014 visserijbeperkende maatregelen doorgevoerd. In 2019 werd het Actieplan toekomstbestendig visserijbeheer IJsselmeergebied (LNV, 2019) opgesteld. Het eindbeeld in dit Actieplan is vertaald in drie specifieke beleidsdoelstellingen die gehaald dienen te worden in 2027. Naast een zo hoog mogelijke maar duurzame visserij op het bestand (mits

de bestandsomvang voldoende is) en een groter aandeel volwassen vis in het bestand, is expliciet de ecologische doelstelling geformuleerd dat er voldoende vis aanwezig moet zijn voor beschermde visetende vogelsoorten in het kader van Natura 2000.

Adviesmodellen worden bij voorkeur gebaseerd op tijdseries van aantallen vis: de hoeveelheid vis die jaarlijks per leeftijdscohort aanwezig is en de hoeveelheid daarvan die sterft door visserij en andere oorzaken. Dit soort modellen kan vergeleken worden met 'demografisch boekhouden', waarbij de jaarlijkse geboorte, groei en sterfte per leeftijdscohort worden bijgehouden. Dit type model is wel complexer dan simpel boekhouden omdat vaak niet alle essentiële informatie beschikbaar is; met statistisch gereedschap kan op basis van overige kennis geschat worden welke waardes mogelijk en waarschijnlijk zijn. De onderliggende ecologische en biologische oorzaken achter deze jaarlijkse veranderingen zijn doorgaans niet precies bekend, het gaat om een combinatie van toevalsfactoren (bijvoorbeeld verschillen in watertemperatuur) en vaak complexe interacties tussen en binnen soorten in het voedselweb. Door naar de uitkomst van deze complexe interacties te kijken - namelijk de jaarlijkse hoeveelheid vis - kan, met een minimaal aantal aannames over de ecologische interacties, toch het deel van het bestand dat opgevist mag worden aangepast worden aan de aanwezige hoeveelheid vis. Sterfte door andere oorzaken dan visserij, zoals predatie, ziekte en voedselgebrek, wordt in dit type adviesmodellen over het algemeen samengenomen als één bron ('natuurlijke sterfte'), omdat tijdreeksen van deze bronnen van sterfte gewoonlijk ontbreken. Om de beleidsdoelstelling van voedselreservering voor vogels te implementeren in het visserijadvies is vogelpredatie echter expliciet als aparte sterftebron opgenomen. Hiervoor is



Figuur 1 Ontwikkelingen in paaibiomassa op basis van jaarlijkse visstand-monitoring en aanlanding van commerciële vangsten van (a) baars (b) snoekbaars (c) blankvoorn en (d) brasem. N.B. de brasem- en blankvoornaanlandingen zijn incompleet, onder andere door het niet-registreren van zegenvangsten in het verleden (wellicht meer dan 1 miljoen kilo brasem per jaar in de periode 1995-2005). Bron: Tien *et al.*, 2020.

Figure 1 Development in spawning stock biomass based on annual fish surveys and commercial catches. Bream and roach catches are an underestimate, due to (many) missing registrations (e.g., maybe more than 1 million kilogram bream is missing per year in 1995-2005). Source: Tien *et al.*, 2020.

per vogelsoort informatie verzameld en opgewerkt over de jaarlijkse aantallen foeragerende vogels (zie soven.nl), het dieet (soorten en lengteklassen die als prooi-soort kunnen dienen) en de dagelijkse voedselbehoefte van vogels en (voor broedvogels) die van hun jongen. Op basis van deze gegevens kan voor elk jaar geschat worden hoeveel vissen per soort en per leeftijdsgroep opgegeten worden door alle aanwezige vogels (Tien *et al.*, 2020; De Leeuw & Van Donk, 2020). Vervolgens is een inschatting gemaakt van de hoeveelheid vis die in de toekomst 'gereserveerd' moet worden wanneer de doelaantallen vogels gehaald zouden worden en is met modelscenario's geschat welke vorm van visserijbeheer en welke mate van visserij dat mogelijk kan maken (Tien *et al.*, 2020).

Een complicerende factor bij het visserijbeheer voor snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem is dat deze vier soorten in dezelfde visserij worden gevangen, namelijk in staand want (kieuwnetten die op de bodem staan). Daarnaast wordt brasem gevangen met zegens (lange netten die rond een school vissen worden uitgevaren en binnengehaald). Visserijbeperkende maatregelen treffen daardoor altijd meerdere bestanden tegelijkertijd. Het ministerie van LNV beschermt in het visserijbeleid alle visbestanden, dus rekening houdend met de bestanden die er het slechtst aan toe zijn, ook als dat ten koste gaat van visserij op bestanden die er goed voor staan. Daarbij is dus voedselreservering voor vogels opgenomen als randvoorwaarde. Het resultaat is dat voor de komende jaren een aanzienlijke reductie van de visse-

rij op schubvis is voorgesteld om bestanden waar nodig de gelegenheid te geven zich binnen enkele jaren (tot 2027) te herstellen.

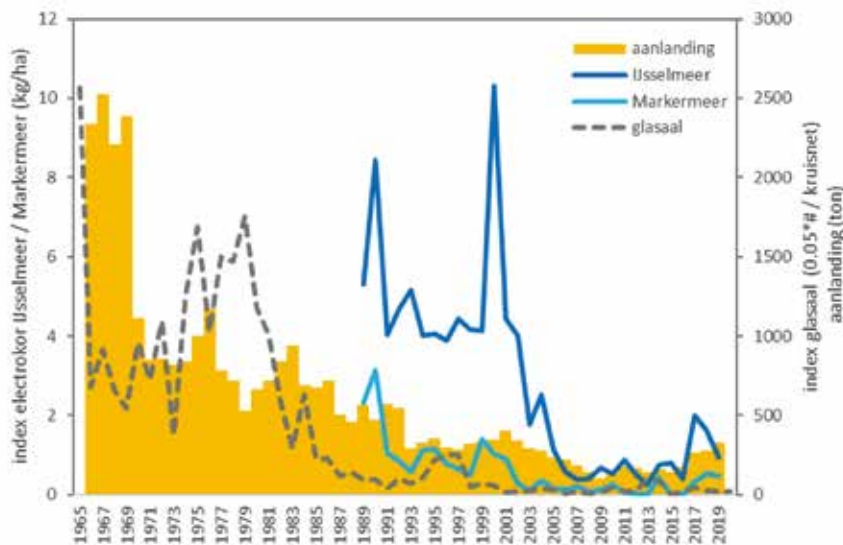
Uittrek van schieraal als maatstaf voor herstel

Voor Europese aal zijn de beleidsdoelen internationaal bepaald. De basis voor het visserijbeheer in de Europese lidstaten wordt sinds 2007 bepaald door de Europese Aalverordening. Deze internationale beleidsdoelen zijn lokaal vertaald naar verplichte nationale aalbeheerplannen die door de EU zijn beoordeeld. Over het hele verspreidingsgebied, van Noorwegen tot Noord-Afrika, bestaat aal uit één genetisch uniforme populatie die paait in de Sargassozee. Deze populatie is sterk afgenomen: de hoeveelheid jonge aal (glasaal) die van de Atlantische Oceaan de Noordzeekust bereikt (een belangrijke indicator voor veranderingen in de populatieomvang) is zelfs met meer dan 98% afgenomen ten opzichte van de

periode 1960-1979 (ICES, 2020). Belangrijke oorzaken hiervoor zijn in de eerste plaats de grote hoeveelheid stuwen, gemalen en dijken die zowel de intrek van glasaal naar geschikte habitats in de zoete binnenwateren als de uittrek van (volwassen) schieraal naar de paaiplaatsen in de Sargassozee hinderen. Ook visserij, watervervuiling, veranderende zeestromen, habitatverlies en de zwemblaasparasiet (*Anguillicoloides crassus*) spelen vermoedelijk een rol in de achteruitgang. Om het paaibestand weer op peil te brengen heeft de Europese Aalverordening voor alle Europese lidstaten het generieke doel geformuleerd dat op de lange termijn 40% van de pristine biomassa schieraal (de biomassa die er zou zijn geweest wanneer er geen sterfte door menselijk toedoen zou zijn) het zoute water bereikt voor de terugtocht naar de Sargassozee. Het Nederlandse aalbeheerplan bevat maatregelen zoals het aanpassen of wegnemen van migratiebarrières, een gesloten seizoen voor de visserij in de meeste gebieden (september - november), een terugzetverplichting voor sportvissers en een vangstverbod op de grote rivieren vanwege hoge dioxinegehalten in aal. Om de drie jaar berekenen alle EU-lidstaten hoeveel schieraal er naar zee kan ontsnappen, wat de geschatte sterfte is, en hoe ver dit verwijderd is van de 40%-doelstelling. De laatste evaluatie van het Nederlandse aalbeheerplan (Van de Wolfshaar et al., 2018) laat zien dat de status van aal in Nederland verontrustend blijft, met hoge sterfte en lage biomassa (figuur 2). Belangrijke parameters daarbij zijn schattingen van de antropogene sterfte door met name visserij (met behulp van een populatiemodel voor IJsselmeer en Markermeer) en sterfte tijdens de migratie stroomafwaarts bij het passeren van gemalen en waterkrachtcentrales. Deze antropogene sterfte is aanzienlijk gedaald sinds de invoering van het aalbeheerplan in 2008, met een ordegrrootte van tientallen procenten. De biomass-

Figuur 2 Ontwikkelingen in het aalbestand in IJsselmeer en Markermeer: glasaalindex bij spuisluizen Den Oever, index aalstand op basis van bemonsteringen met de elektrokor en aanlandingen in de aalvisserij. Bron: ICES, 2020.

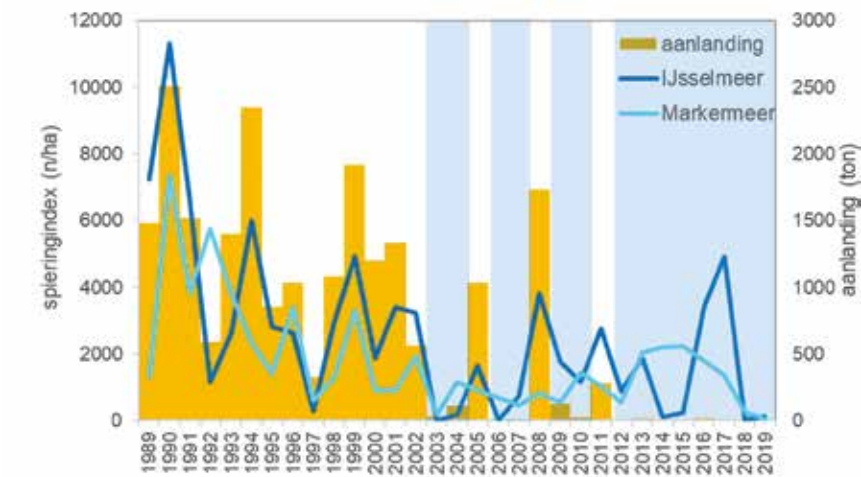
Figure 2 Trends in glasseel (grey), yellow and silver eel (blue), commercial landings (yellow). Source: ICES, 2020.



sa van uittrekkende schieraal is in diezelfde periode gestegen met enkele procenten, maar ligt nog ver onder de 40%-doelstelling van de pristine schieraalbiomassa. Omdat aal een langlevende soort is - waardoor populatieherstel langzaam verloopt - is een grote stijging van de schieraalbiomassa op korte termijn ook niet te verwachten. De afname van de totale antropogene sterfte is daarom een meer directe graadmeter voor de efficiëntie van het beheer.

De centrale rol van spiering in het ecosysteem

Spiering staat centraal in het voedselweb van het IJsselmeer en Markermeer. Zo is spiering belangrijk voedsel voor roofvissen als baars en snoekbaars en voor visetende watervogels als grote zaagbek (*Mergus merganser*), nonnetje (*Mergellus albellus*), fuut (*Podiceps cristatus*), visdief (*Sterna hirundo*) en zwarte stern (*Chlidonias niger*). Spiering is ook aantrekkelijk voor de visserij, omdat deze soort efficiënt gevangen kan worden wanneer deze in het vroege voorjaar in grote concentraties samenschuult langs de oevers om te paaien. Het ministerie van LNV besluit jaarlijks over het al dan niet openstellen van spieringfuikvisserij op basis van een aantalsindex uit de jaarlijkse visstandsmonitoring (figuur 3). In verband met het belang van spiering voor visetende vogels waarvoor Natura 2000-doelstellingen gelden, is voor spieringvisserij een ontheffing van de Wet Natuurbescherming nodig, die aangevraagd kan worden bij de provincie die verantwoordelijk is voor het betreffende gedeelte van het IJsselmeer en Markermeer. Er zijn geen concrete beheerdoelen gedefinieerd waaraan de spieringstand moet voldoen om spieringvisserij toe te staan. Er is echter wel een zogenaamde Ecologische Risicoanalyse (ERA; Hobday et al., 2011; Zhou et al., 2011) uitgevoerd die beheerinstan-



Figuur 3 Index spieringbestand op basis van gestandaardiseerde vismonitoring met sleepnetten in het najaar op IJsselmeer en Markermeer (blauwe lijnen) en aanlanding van spiering in het daaropvolgende voorjaar (gele balken). Blauwe achtergrond markeert jaren waarin geen visserij met spieringfuiken was toegestaan. Bron: De Leeuw et al., 2019.

Figure 3 Trends in smelt stock (blue) and landings (yellow). Shaded background indicates years without smelt fishery. Source: De Leeuw et al., 2019.

stanties als leidraad kunnen hanteren om de belangen van visserij en de mogelijke effecten op het ecosysteem af te wegen (De Leeuw et al., 2019). In deze risicoanalyse werd door onderzoekers, beheerinstanties en vissers op basis van de beschikbare gegevens en kennis zo goed mogelijk ingeschat welke effecten spieringvisserij kan hebben op onder meer het in stand houden van de spieringpopulatie, de voedselbasis voor roofvissen (en daarmee indirect op de visserij op baars en snoekbaars) en op de voedselbasis voor visetende vogels. Met name de risico's voor de voedselbasis voor roofvissen en vogels werden door de meeste stakeholders als aanzienlijk ingeschat. Op basis van deze ERA kunnen beleidsopties beter worden afgewogen en worden de risico's van beleidsbeslissingen meer expliciet. De afgelopen jaren werden geen ontheffingen in het kader van de Wet natuurbescherming verleend vanwege mogelijk negatieve effecten van spieringvisserij op de voedselbasis voor beschermde visetende vogels. Spieringvisserij lijkt daarmee niet langer mogelijk, tenzij deze te verenigen is met de beschermingsdoelstellingen.

De complexiteit van advies en beleid

Hoe effectief zijn de wetenschappelijke adviezen en het visserijbeleid voor een gezonde visstand en een goed functionerend ecosysteem? Deze voor de hand liggende vraag is even interessant als moeilijk te beantwoorden. De voortdurende veranderingen in de visstand - door oorzaken die vaak buiten het bereik van visserijbeheer liggen - stellen grote eisen aan de flexibiliteit en het aanpassingsvermogen van vissersgemeenschappen en beherende instanties. Het inspelen op veranderingen kost tijd, zowel beleidsmatig (het formuleren van aangepaste doelstellingen en maatregelen, het politieke en financiële draagvlak daarvoor, soms wetswijziging), als voor visserijbedrijven (investeringen, geldende visrechten). Bovendien kan het om biologische redenen jaren duren voordat een visbestand zichtbaar reageert op herstelmaatregelen, zeker bij een langlevende soort als aal. Ondertussen kunnen zich nieuwe veranderingen in de visstand voordoen doordat de ecologische toestand verandert (opkomst van exoten, verdwijnen van soorten door klimaatverandering, aanleg van nieuwe natuur of migratiemogelijkheden). Ook wetenschappelijke advisering kan ontwikkeltijd nodig hebben wanneer beleidsvragen omvangrijker worden en nieuwe kennis en instrumentarium vereisen, zoals het expliciet meenemen van voedselreservering voor vogels in het visserijadvies. Bovenstaande voorbeelden laten echter ook zien dat ecologische randvoorwaarden in het beleid weliswaar complex kunnen zijn, maar in principe goed mee te nemen zijn in adviesmodellen, als bijvoorbeeld naast sterfte door visserij ook een betrouwbare schatting kan worden gemaakt van andere componenten van sterfte (zoals vogelpredatie of sterfte bij migratie). De Leeuw *et al.* (2008) beschrijven het risico dat visserijbeheermaatregelen steeds achter dreigen te lopen bij de ontwikkelingen in de visstand en visserij. De optelsom van boven-

staande leidt ertoe dat maatregelen vaak later dan wenselijk worden toegepast en dat de (positieve) effecten van de maatregelen op de visstand vaak maar beperkt of op lange termijn zichtbaar zijn, waardoor het draagvlak voor maatregelen afneemt. Daarentegen levert het monitoren van veranderingen in visserijsterfte en andere sterftefactoren een directe maat voor de effectiviteit van het beleid, zonder te hoeven wachten op het resultaat van eventuele maatregelen om de omvang van het bestand te laten herstellen, ook al is dat uiteindelijk wel het doel.

Wetenschappelijke advisering is maatwerk door de biologie van verschillende soorten, het type gegevens dat per soort of type visserij beschikbaar is of verzameld kan worden, de ecologische veranderingen in het bestand en de onzekerheden die met al deze dimensies gepaard gaan. Centraal daarbij staat enerzijds de samenwerking tussen het verder uitwerken of aanpassen van beleidsdoelstellingen en anderzijds het ontwikkelen van kennis, het verzamelen en benutten van gegevens en het doorrekenen van beleidsscenario's met behulp van adviesmodellen. Die samenwerking scherpt zowel kennis als vragen aan over de bestandsontwikkelingen, het functioneren van ecosystemen en de rol die visserij daarin speelt.

Het adviesonderzoek werd gefinancierd door het Ministerie van Landbouw Natuur en Voedselkwaliteit via Beleidsondersteunend onderzoeksthema 'Natuurinclusieve Visserij' BO-43-023.02-002 en Wettelijke Onderzoekstaken 'Visserij' WOT-05-001-00.

Summary

Fishing within ecological boundaries. Tailor-made advice for changing conditions in Lakes IJsselmeer and Markermeer

Joep de Leeuw, Nicola Tien, Tessa van der Hammen & Sarah Smith

Fishery, management, policy advice, ecosystem, birds

The freshwater Lakes IJsselmeer and Markermeer have undergone major shifts in abiotic and biotic conditions in recent decades. Strong reduction in productivity, habitat changes, and establishment of invasive species have altered the fish community and conditions for commercial fisheries. Fishery on perch (*Perca fluviatilis*), pike-perch (*Sander lucioperca*), bream (*Abramis brama*), roach (*Rutilus rutilus*), eel (*Anguilla anguilla*) and

smelt (*Osmerus eperlanus*) has declined severely. New requirements related to implementation of European legislation regarding water quality (Water Framework Directive) nature conservation (Bird- and Habitat Directive) and Eel Regulation set further boundaries to fisheries activities. This stimulated the development of scientific advisory tools to support fisheries management including broader ecological aspects, such as food reservation for fish-eating birds and impact of migration barriers on survival of silver eel. These aspects are generally captured well as different sources of mortality in population models, which give direct information on the effect of management measures. In addition, ecological risk assessments are used to facilitate management decisions.

Literatuur

Hobday, A.J., A.D.M Smith, I.C. Stobutzki *et al.*, 2011. Ecological risk assessment for the effects of fishing. *Fisheries Research* 108: 372-384.

ICES, 1999. ICES cooperative research report No 229, Report of the ICES Advisory Committee on Fisheries Management 1998: 393-405.

ICES, 2020. European eel (*Anguilla anguilla*) throughout its natural range. In Report of the ICES Advisory Committee, 2020. ICES Advice 2020 – ele.2737.nea – doi.org/10.17895/ices.advice.5898.

Leeuw, J.J. de, W. Dekker & A.D. Buijse, 2008. Aiming at a moving target, a slow hand fails! 75 years of fisheries management in Lake IJsselmeer, the Netherlands. *Journal of Sea Research* 60:21-31.

Leeuw, J.J. de, T. van der Hammen, A. Schadeberg *et al.*, 2019. Spieringvisserij IJsselmeer en Waddenzee. Voorstudie Ecologische Risicoanalyse ten behoeve van afwegingskader spieringvisserij. Wageningen Marine Research rapport C060/19.

Leeuw, J.J. de & S.C. van Donk, 2020. Voedselreservering voor visetende vogels in het IJsselmeer en Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C030/20.

Rijssel, J.C. van, O.A. van Keeken & J.J. de Leeuw, 2019. Vismonitoring zoete Rijkswateren en overgangswateren t/m 2018 : Deel 1: toestand en trends. Wageningen Marine Research rapport C109/19.

Tien, N., I. Mosqueira Sanchez, T. Brunel *et al.*, 2020. Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars in het IJssel-/Markermeer. Wageningen Marine Research rapport C041/20.

Wolfshaar, K.E. van de, A.B. Griffioen, H.V. Winter *et al.*, 2018. Evaluation of the Dutch Eel Management Plan 2018: status of the eel population in 2005-2016. Stichting Wageningen Research, CVO-rapport 18.009.

LNV, 2019. Actieplan toekomstbestendig visserijbeheer IJsselmeergebied (brief van de minister van LNV naar de Tweede Kamer, d.d. 25 maart 2019). rijksoverheid.nl/documenten/publicaties/2019/03/25/actieplan-visserij-ijsselmeergebied (geraadpleegd 3 december 2020).

Zhou, S., A.D.M. Smith & M. Fuller, 2011. Quantitative ecological risk assessment for fishing effects on diverse data-poor non-target species in a multi-sector and multi-gear fishery. *Fisheries Research* 112: 168-178.