



De evaluatie van potentiële oogstregels voor brasem en blankvoorn

In het IJssel-/Markermeer

Auteurs: Tien N., Brunel T., Berges, B., van Donk S., Foekema E. en Mosqueira Sanchez I.

Wageningen University &
Research rapport C070/20

De evaluatie van potentiële oogstregels voor brasem en blankvoorn

In het IJssel-/Markermeer

Auteurs: Tien N., Brunel T., Berges, B., van Donk S., Foekema E. en Mosqueira Sanchez I.

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen Marine Research en gesubsidieerd door het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, in het kader van het Beleidsondersteunend onderzoekthema 'Naar natuurinclusief ondernemen' (projectnummer BO-43.18-100-283.00).

Wageningen Marine Research
IJmuiden, juli 2020

VERTROUWELIJK Nee

Wageningen Marine Research rapport C070/20

Opdrachtgever: Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit
T.a.v.: Vincent van der Meij
Bezuidenhoutseweg 73
2594 AC Den Haag

BAS Code: BO-43.18-100-283.00.

Dit rapport is gratis te downloaden van <https://doi.org/10.18174/528258>
Wageningen Marine Research verstrekt *geen* gedrukte exemplaren van rapporten.

Wageningen Marine Research is ISO 9001:2015 gecertificeerd.

© Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research, instituut
binnen de rechtspersoon Stichting
Wageningen Research, hierbij
vertegenwoordigd door Dr. M.C.Th.
Scholten, Algemeen directeur

KvK nr. 09098104,
WMR BTW nr. NL 8113.83.696.B16.
Code BIC/SWIFT address: RABONL2U
IBAN code: NL 73 RABO 0373599285

Wageningen Marine Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor
gevolg schade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de
resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van Wageningen
Marine Research. Opdrachtgever vrijwaart Wageningen Marine Research van
aanspraken van derden in verband met deze toepassing.
Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag weergegeven en/of
gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden
zonder schriftelijke toestemming van de uitgever of auteur.

A_4_3_1 V29 (2019)

Inhoud

Samenvatting	4
1 Inleiding	5
1.1 Beleidsdoelstelling	5
1.2 Vraag aan Wageningen Marine Research	6
1.3 Aanpak	6
2 Evaluatie van potentiële oogstregels	7
2.1 Aanpassingen in de methodiek	7
2.1.1 Aanlandingsstatistieken en aanpassingen in het MSE-model	7
2.1.2 Overige aanpassingen	8
2.2 Blankvoorn	8
2.3 Brasem	13
2.4 Discussie	18
2.4.1 Aanbevelingen qua oogstregels	19
3 Kwaliteitsborging	20
Literatuur	21
Verantwoording	22
Bijlage 1 Aanpassingen in opwerking van de gegevens	23
Visserijgegevens	23
Aanlandingsreeks	23
Discardreeks	25
Leeftijdssamenstelling vangsten 2016-2019	26
Ecologische gegevens	27
Vogelpredatie	27
Vispredatie	28
Draagkracht	28
Bijlage 2 Evaluation of candidate management procedures for the IJsselmeer stocks of bream and roach.	29
2.1 Introduction	29
2.2 Management objectives	29
2.3 Operating models	30
2.3.1 Data and assumptions	30
2.3.2 Simulator configuration	34
2.3.3 Results	37
2.4 Management procedures	44
2.4.1 Tuning	44
2.4.2 Comparison of MP performance	44
2.5 Discussion and fisheries advice	62
2.5.1 Bream	62
2.5.2 Roach	63

Samenvatting

Dit rapport is een aanvulling op het rapport "Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars", gepubliceerd in april 2020. De aanvulling betreft de evaluatie van potentiële oogstregels voor brasem en blankvoorn. De beleidsvraag en achtergrond achter deze evaluatie zijn dezelfde als beschreven in het eerdere rapport. Ook de aanpak is grotendeels zoals beschreven in het eerdere rapport. In dit rapport worden alleen de aanpassingen in aanpak en de nieuwe resultaten gepresenteerd.

De evaluatiemodellen zijn aangepast, hoofdzakelijk omdat de aanlandingsgegevens van blankvoorn en brasem veel minder betrouwbaar zijn dan van baars en snoekbaars, met name voor de eerdere jaren van de tijdserie. Dit type modellen leunt normaliter sterk op commerciële vangstgegevens, maar bij blankvoorn en brasem is het model omgebouwd om minder gewicht te geven aan de commerciële vangstgegevens en meer aan de surveyvangsten.

Voor blankvoorn zijn twee oogstregels beschikbaar die voldoende bestandsbescherming bieden, terwijl ze ook zorgen voor duurzame maximale vangsten; *lbsprMSY* en *cpueMSY*. Het effect op de gemiddelde vislengte tussen deze twee oogstregels is hetzelfde, en beide oogstregels leiden tot hogere beschikbare visbiomassa voor vogels dan de doelstelling. Wel is er bij de *lbsprMSY*-oogstregel meer stabiliteit in de hoeveelheid vangsten dan bij de *cpueMSY*-oogstregel; de blankvoornvangsten zullen in veel jaren waarschijnlijk in de buurt van de maximale toegestane vangst van deze oogstregel zitten, namelijk 111 ton.

Het brasembestand is in een zodanig slechte staat, dat zelfs zonder enige visserij de verwachting is dat het bestand in 2027 niet voldoende beschermd is. Er zijn dus geen oogstregels mogelijk waarmee het bestand bevestigd kan worden in 2020-2027 en tegelijkertijd aan de meest basale doelstelling van bestandsbescherming wordt voldaan. Het brasembestand heeft, in plaats van oogstregels richting een optimale visserij, eerst een periode van herstel nodig. Het advies is daarom een 0-vangst, zowel qua aanlandingen als discards, voor alle visserijen op brasem.

Als een totale visserijstop op brasem niet gewenst of haalbaar is, en daarom het beheer gericht wordt op *gedeeltelijk* herstel wat betreft bestandsbescherming in 2027, wordt aanbevolen om in ieder geval jaarlijks niet meer dan 20 ton brasem te vangen.

Sinds biologisch gezien de eerste prioriteit zou moeten zijn om de visserijsterfte van brasem de komende jaren zeer sterk te reduceren, zouden simpelere beheerstrategieën (zoals een 0-vangst of maximaal 20 ton) de voorkeur hebben boven het toepassen van jaarlijkse oogstregels, tot er consistente tekenen van herstel van het paaibestand zijn.

1 Inleiding

Dit rapport is een aanvulling op het rapport "Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars", gepubliceerd in april 2020 (Tien *et al.* 2020). De aanvulling betreft de evaluatie van potentiële oogstregels voor brasem en blankvoorn. De beleidsvraag en achtergrond achter deze evaluatie zijn dezelfde als beschreven in het eerdere rapport en staan hieronder beschreven in paragraaf 1.1 en 1.2. Ook de aanpak van de vraag is grotendeels zoals beschreven in het eerdere rapport; alleen als de aanpak afwijkt van Tien *et al.* (2020), zal dat hier besproken worden.

1.1 Beleidsdoelstelling

Het project dat ten grondslag ligt aan dit rapport is gericht op het beheer van de visserij op vier vissoorten in het IJsselmeer en Markermeer; snoekbaars (*Sander lucioperca*), baars (*Perca fluviatilis*), blankvoorn (*Rutilus rutilus*) en brasem (*Abramis brama*). Het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is in het kader van de Visserijwet 1963 verantwoordelijk voor duurzame visserij.

De belangrijkste visserijen op deze bestanden zijn de visserijen met staande netten en zegens. In visseizoen 2014/2015 is het beheer omtrent deze twee visserijen aangepast. Het ministerie van LNV heeft vanaf visseizoen 2014/2015 het volgende beheerplan geïmplementeerd: (a) de visserij met staande netten ('staandwantvisserij') is beperkt tot 15% van de beschikbare inzet (in merkjes) per visser, (b) zegenvisserij op het open water is beperkt tot 7 dagen per jaar per vergunning en het aan elkaar knopen van zegennetten is niet meer toegestaan, (c) zegenvisserij in de havens is niet meer toegestaan en (d) vissen met grote fuik met ruif op blankvoorn in de (voor aalvisserij) gesloten periode is niet meer toegestaan. De achterliggende beleidsdoelstelling was het voorkomen van verdere achteruitgang in de vier bestanden. Sinds visseizoen 2017/2018 is de beleidsdoelstelling zoals geformuleerd in het document 'Toekomstbeeld visstand IJsselmeer/Markermeer – synthesesdocument' (bijlage bij brief van Ministerie van LNV aan Provincie Friesland, 23 januari 2017). Hierin wordt het gewenste toekomstbeeld geschetst op basis van de verplichtingen die volgen uit de Visserijwet en de EU Kaderrichtlijn Water. In het document wordt voorgesteld om:

"voor de vier commercieel beviste vissoorten een situatie na te streven waarbij binnen de geschetste termijn van ca. 15 jaar wordt toegewerkt naar een situatie waarbij sprake is van een evenwichtiger lengte-opbouw van de bestanden met meer grotere exemplaren en een groter aantal jaarklassen. Met de sturing hierop wordt tegelijk gerealiseerd dat wordt toegewerkt naar een toename van de (paai)bestanden en zal sprake zijn van een natuurlijker opbouw en samenstelling van de visstand. Hiermee wordt een stap gezet van de huidige behoudsdoelstellingen, naar een inzet gericht op een herstel van de situatie met een visstand met een omvang en samenstelling die past bij de draagkracht van het systeem."

Om bovenstaande te bereiken heeft het ministerie van LNV samen met de partijen van het Bestuurlijk Overleg een Actieplan opgesteld. Het hierin gedefinieerde eindbeeld is een duurzame visserij, waarbij de vangstcapaciteit in het IJsselmeer en Markermeer is afgestemd op de hoeveelheid verantwoord te onttrekken vis. Dit betekent dat op termijn visbestanden qua omvang, samenstelling en populatieopbouw passen bij de draagkracht van het ecosysteem (brief aan Tweede Kamer, vergaderjaar 2017–2018, 29 664, nr. 191).

Het eindbeeld zoals omschreven in het Actieplan is vertaald in een drietal beheerdoelstellingen, die gehaald dienen te worden in 2027:

1. de hoogst mogelijke commerciële vangsten die duurzaam opgevist kunnen worden ('maximale duurzame vangsten'), waarbij wel
2. meer grote vis in het bestand aanwezig moet zijn, zoals gevraagd vanuit de Kaderrichtlijn Water en
3. voedselreservering moet plaatsvinden voor de potentie aan vogels, zoals omschreven in de Natura2000-doelstellingen.

1.2 Vraag aan Wageningen Marine Research

Wageningen Marine Research (WMR) heeft opdracht gekregen van het ministerie van LNV om voor bovengenoemde beheerdoelstellingen potentiële oogstregels te ontwikkelen voor blankvoorn en brasem. Oogstregels zijn een set vaste regels, bedoeld om te bepalen wat de maximaal toegestane hoeveelheid vangst van de visserij in het komende jaar is. Met deze oogstregels dient de visserij via jaarlijkse regulering van de toegestane vangsten beheerd te kunnen worden, zodanig dat de beheerdoelstellingen in 2027 gehaald worden. Als het Bestuurlijk Overleg overeenstemming bereikt over de te volgen oogstregels, zullen deze in de toekomst gebruikt kunnen worden om jaarlijks visserijadviezen mee op te stellen.

1.3 Aanpak

In dit rapport worden potentiële oogstregels gepresenteerd voor de visserij op brasem en blankvoorn. Er zijn verschillende oogstregels mogelijk om de beheerdoelstellingen te halen. Om het effect van verschillende oogstregels met elkaar te kunnen vergelijken, worden ze toegepast op een nagebootst visbestand. Hierbij wordt met een computermodel zo nauwkeurig mogelijk het bestand van het IJssel-/Markermeer nagebootst. Vervolgens wordt het effect van potentiële oogstregels op de toekomstige ontwikkeling van dit nagebootste bestand uiteengezet; dit is de zogenaamde evaluatie van potentiële oogstregels ('Management Strategy Evaluation', MSE). Dit werk aan het brasembestand en het blankvoornbestand wordt samengevat in hoofdstuk 2 (in het Nederlands) en uitgebreid besproken in bijlage 2 (in het Engels).

De opwerking van de gegevens die in het evaluatiemodel gebruikt worden (biologie, ecologie en visserij) is grotendeels zoals beschreven in Tien *et al.* (2020, in bijlage 1-4). Waar de methodiek of resultaten afwijken, wordt dit beschreven in bijlage 1. De grootste afwijking betreft de tijdreeks van de totale vangsten. Deze tijdreeks is voor brasem en blankvoorn veel minder betrouwbaar dan die voor snoekbaars en baars. Het computermodel waarmee het bestand wordt nagebootst, is om die reden ook aangepast. De aanpassingen aan het evaluatiemodel worden besproken in hoofdstuk 2 en bijlage 2.

2 Evaluatie van potentiële oogstregels

Een uitgebreide uitleg van de evaluatiemodellen van blankvoorn en brasem is gegeven in bijlage 2, in het Engels. Hier volgt (in het Nederlands) eerst een samenvatting van de veranderingen in methodiek ten opzichte van snoekbaars en baars (Tien *et al.* 2020), en daarna een overzicht van de belangrijkste resultaten.

2.1 Aanpassingen in de methodiek

Er zijn voor blankvoorn en brasem apart MSE-modellen opgezet. Hierin is zo nauwkeurig mogelijk het bestand van het IJssel-/Markermeer nagebootst, op basis van de monitorings- en vangstgegevens van deze meren en biologische kennis¹. De opzet van deze IJsselmeer-MSE-modellen is nagenoeg gelijk aan die voor snoekbaars en baars. Er is één grotere aanpassing geweest: het model leunt minder sterk op de aanlandingsstatistieken.

2.1.1 Aanlandingsstatistieken en aanpassingen in het MSE-model

Voor brasem en blankvoorn is weinig goede visserij-informatie beschikbaar. De belangrijkste informatiebron voor deze MSE-modellen is doorgaans de totale hoeveelheid aanlandingen per jaar. De officiële aanlandingsstatistieken zijn voor deze soorten echter erg onbetrouwbaar, met name in het eerste deel van de tijdserie². Ook is vrijwel niets bekend over het aandeel discards (de vangst die overboord wordt gegooid, bijlage 1). Met dit gebrek aan goede vangstgegevens moet het MSE-model rekening houden. Een visserijmodel leunt normaliter sterk op vangstgegevens (zo ook bij snoekbaars en baars). Echter, omdat bij brasem en blankvoorn deze vangstgegevens erg onzeker zijn, is het MSE-model omgebouwd om minder gewicht te geven aan deze vangstgegevens. Voor beide bestanden is daarnaast gewerkt met een bandbreedte van de totale aanlandingen per jaar, met een minimale en een maximale schatting, in plaats van met een schatting van de daadwerkelijke hoeveelheid (zoals bij snoekbaars en baars). Hierbij is de maximale schatting wellicht alsnog te laag (en de minimale schatting te hoog), maar zijn er momenteel geen betere schattingen beschikbaar (bijlage 1). In hoeverre de daadwerkelijke aanlandingen kunnen afwijken van deze schattingen verschilt waarschijnlijk per bestand en per tijdperiode; met name de aanlandingen van blankvoorn tot 2008 worden als zeer onbetrouwbaar ingeschat (bijlage 1). Ook deze temporele onzekerheden rondom de minimale en maximale schattingen zijn meegenomen in het model (bijlage 2).

Voor blankvoorn zijn in het uiteindelijke evaluatiemodel de vangstgegevens tot en met 2007 in zijn geheel buiten beschouwing gelaten, omdat ook de maximale schatting onbetrouwbaar wordt geacht; deze zou alsnog een grote onderschatting van de daadwerkelijke hoeveelheid kunnen zijn. Er is wel een alternatief evaluatiemodel gemaakt, waarbij de gegevens van 1992-2007 wel worden meegenomen; de resultaten van dit alternatieve model worden ook besproken in bijlage 2. De resultaten van dit alternatieve model worden ingeschat minder realistisch te zijn. Het model zonder de aanlandingen van 1992-2007 is ook voorzichtiger qua bestandsbescherming dan het alternatieve model, en dus een betere optie vanuit het voorzorgsprincipe. Wat betreft brasem worden de maximale vangstschattingen betrouwbaarder ingeschat, omdat er meer veldkennis over de historische zegenvisserij voorhanden was; voor brasem is de hele tijdreeks dus meegenomen.

Door de beperkingen in de betrouwbaarheid van de vangstgegevens leunen de MSE-modellen sterker op de surveygegevens dan bij snoekbaars en baars. Hierbij wordt aangenomen dat de vangsten van de survey (vooral wat betreft de volwassen vis) een goede schatting geven van de veranderingen in paaibestandsomvang door de tijd (hoofdstuk 2 in Tien *et al.* 2017).

¹ NB: Een model is een versimpeling van het daadwerkelijke bestand: geen enkel rekenkundig model beschrijft de hele werkelijkheid en het is afhankelijk van de beschikbare kwantitatieve informatie en van de onderzoeksvraag hoe gedetailleerd een model gemaakt wordt. Het model van blankvoorn en brasem probeert de belangrijkste bestandsdynamica te vangen, met als enige doel het vergelijken van de uitwerking van verschillende oogstregels.

² Deze onbetrouwbaarheid betreft voornamelijk het volgende: Beide bestanden worden ook gevangen in de zegenvisserij en verkocht als pootvis. Een onbekend maar groot aandeel van deze pootvis is waarschijnlijk niet geregistreerd in de historische aanlandingsstatistieken. Met name in de afslagregistratie ("PVIS") ontbreekt deze pootvis waarschijnlijk (groten)deels, en in het eerste deel van de 1992-2019 tijdreeks is de afslagregistratie de enige bron van informatie. Zie bijlage 1 voor een uitgebreide bespreking.

2.1.2 Overige aanpassingen

In bijlage 1 worden de beschikbare discardgegevens besproken, en de schatting van de leeftijdssamenstelling van de totale vangsten in 2016-2019. Daarnaast worden de resultaten en enkele kleine aanpassingen in de opwerking wat betreft de schattingen voor vogelpredatie, vispredatie en de draagkracht besproken.

2.2 Blankvoorn

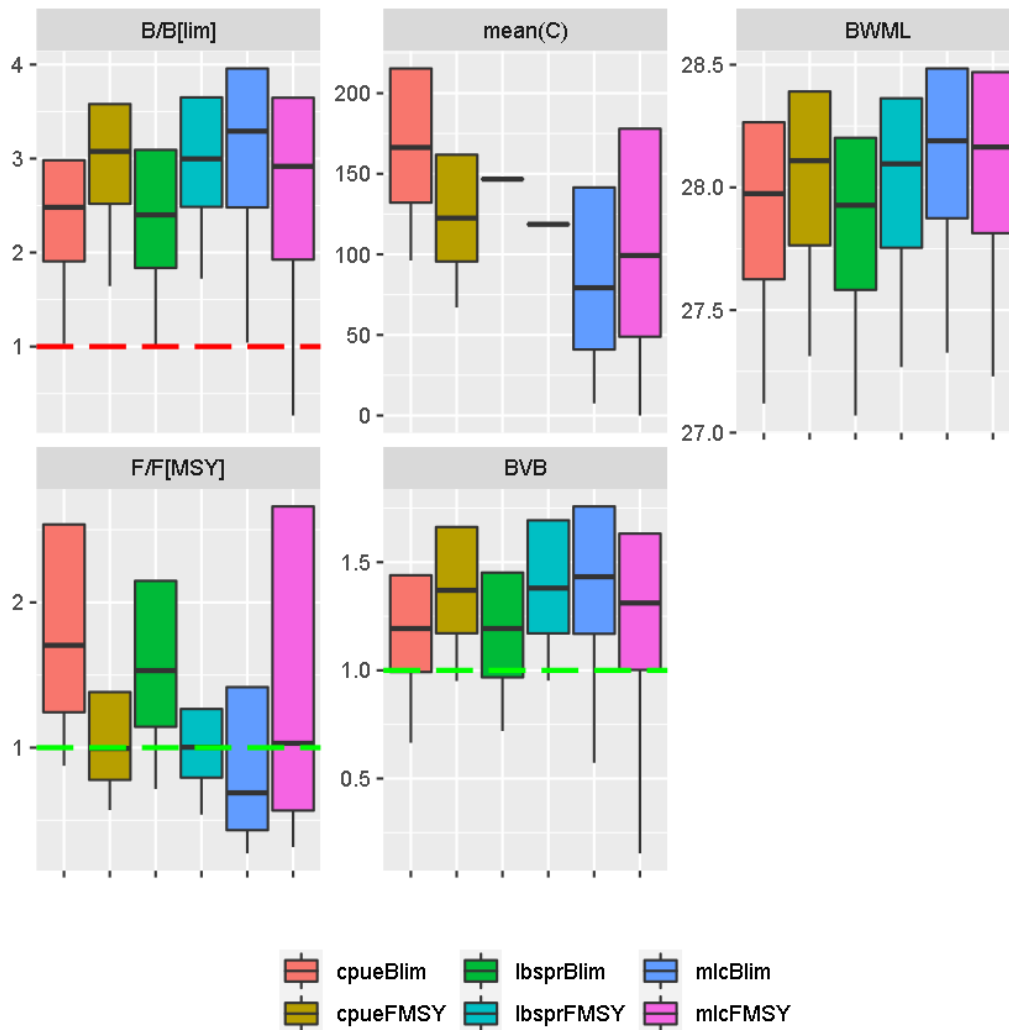
In het MSE-model voldoet het gesimuleerde blankvoornbestand in 2019 al aan het voorzorgsprincipe; de " B/B_{lim} "-waarde is lager dan de grenswaarde in minder dan 5% van de projecties (figuur 2.3). Bijna alle oogstregels waren ook in staat het bestand boven deze kritieke grens B_{lim} te houden in 2027 – zelfs twee oogstregels volgend op de MSY-strategie. Er zijn dus twee oogstregels die zowel maximale duurzame vangsten tot gevolg hebben als voldoende bestandsbescherming geven (figuur 2.1 en 2.3). Binnen deze twee oogstregels is geen verschil in verwachte ecologische resultaten; de gemiddelde vislengte (figuur 2.1) en de beschikbare visbiomassa voor vogels (figuur 2.1 en 2.4) is nagenoeg gelijk in 2027. Er is van alle oogstregels bij deze twee ook de minste kans dat de beschikbare visbiomassa voor vogels in 2027 lager dan de doelstelling is (figuur 2.1). Wel is er bij de $lbsprMSY$ -oogstregel minder onzekerheid in de verwachte vangsten in 2027 (figuur 2.1) en meer stabiliteit in de hoeveelheid vangsten dan bij de $cpueMSY$ -oogstregel (figuur B.2.31 in bijlage 2).

Deze twee oogstregels, $lbsprMSY$ en $cpueMSY$, leiden naar een hogere verwachte visbiomassa en lagere visserijsterfte in 2027, dan dezelfde type oogstregels volgend op de $Blim$ -strategie³ ($lbsprBlim$ en $cpueBlim$, figuur 2.1). De $lbsprBlim$ - en $cpueBlim$ -oogstregels leiden zelfs tot een visserijsterfte die veel hoger ligt dan gewenst ($F > F_{MSY}$ in meer dan 50% van de projecties, figuur 2.1 en 2.2)

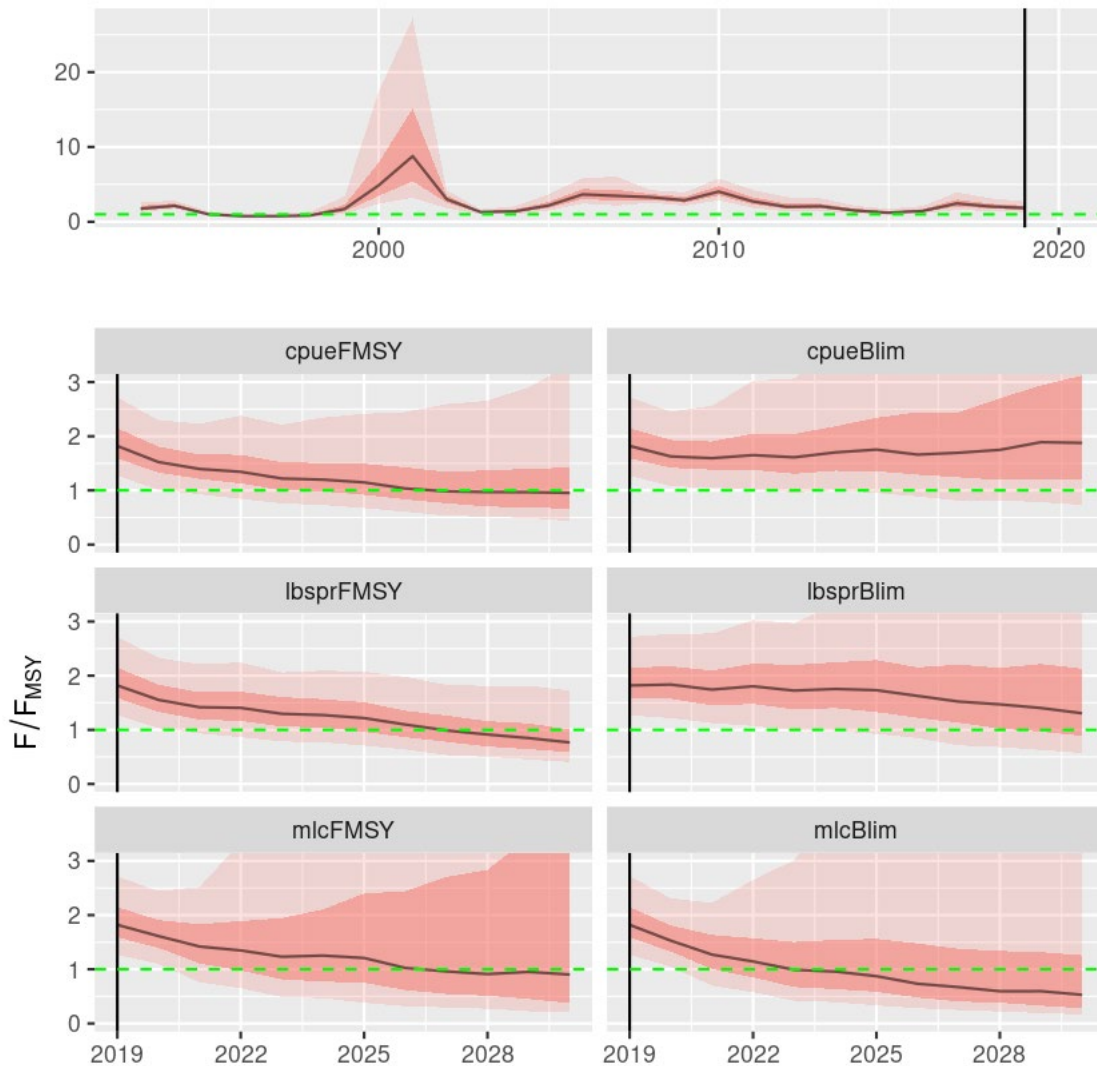
De andere oogstregel volgens de MSY-strategie ($mlcMSY$) beschermt het bestand onvoldoende ($B < B_{lim}$ in meer dan 5% van de projecties, figuur 2.1 en 2.3) en heeft de grootste kans dat de beschikbare visbiomassa voor vogels niet voldoet aan de voorwaarden (figuur 2.1 en 2.4). De $mlcBlim$ -oogstregel biedt wel voldoende bestandsbescherming, maar de laagste vangsten (en meeste onzekerheid) van alle oogstregels. Ook is er een relatief grote kans dat de beschikbare visbiomassa voor vogels niet voldoet aan de voorwaarden (figuur 2.1-2.4).

Voor een uitgebreide beschrijving van de resultaten, zie bijlage 2.

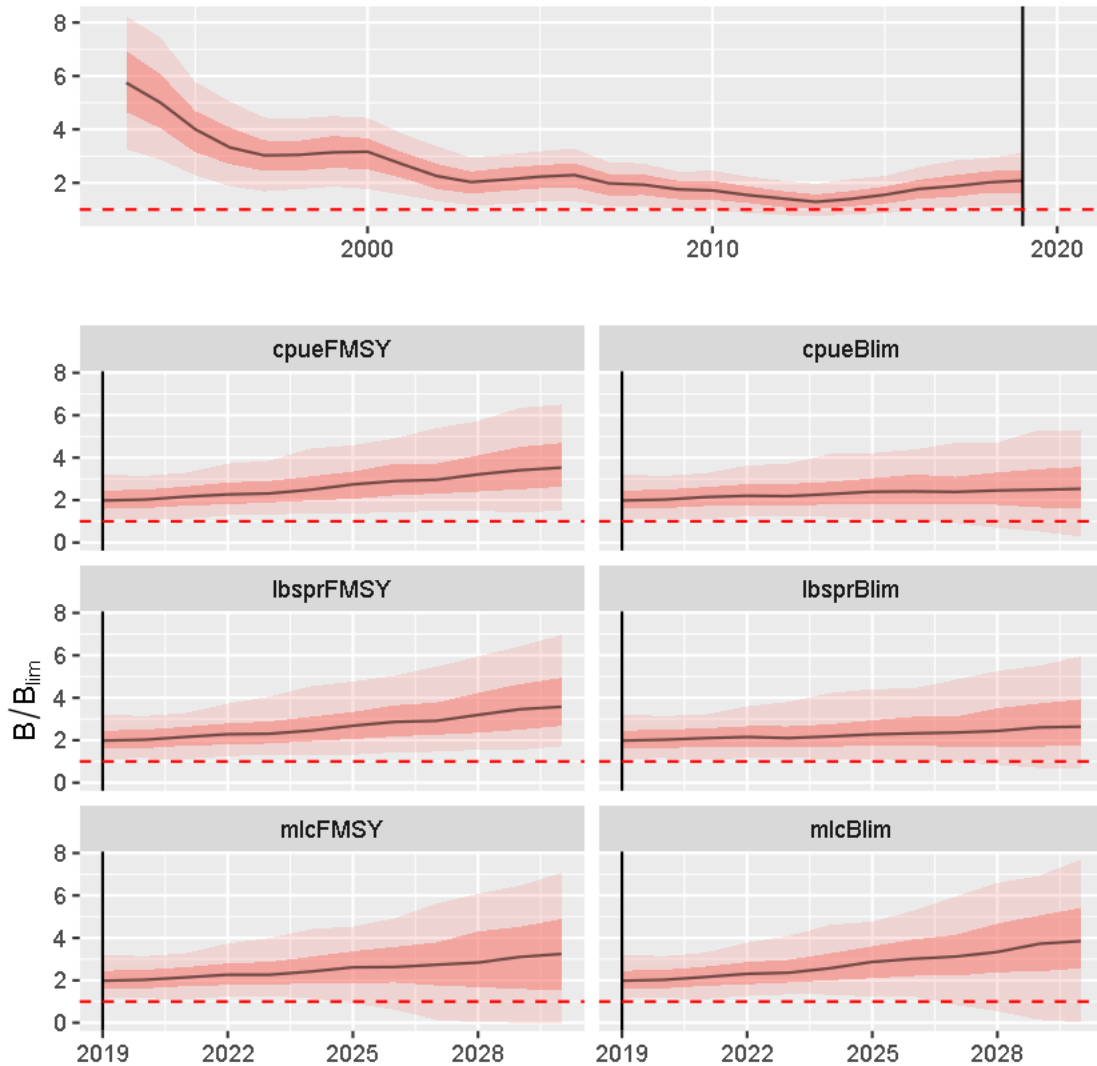
³ Dit wordt veroorzaakt doordat de $Blim$ -strategie gericht is op een bestandsomvang dat in 2027 in precies 5% van de projecties onder de ondergrens B_{lim} valt – en dus niet in *maximaal* 5% van de projecties. Deze strategie houdt de bestandsomvang dus laag.



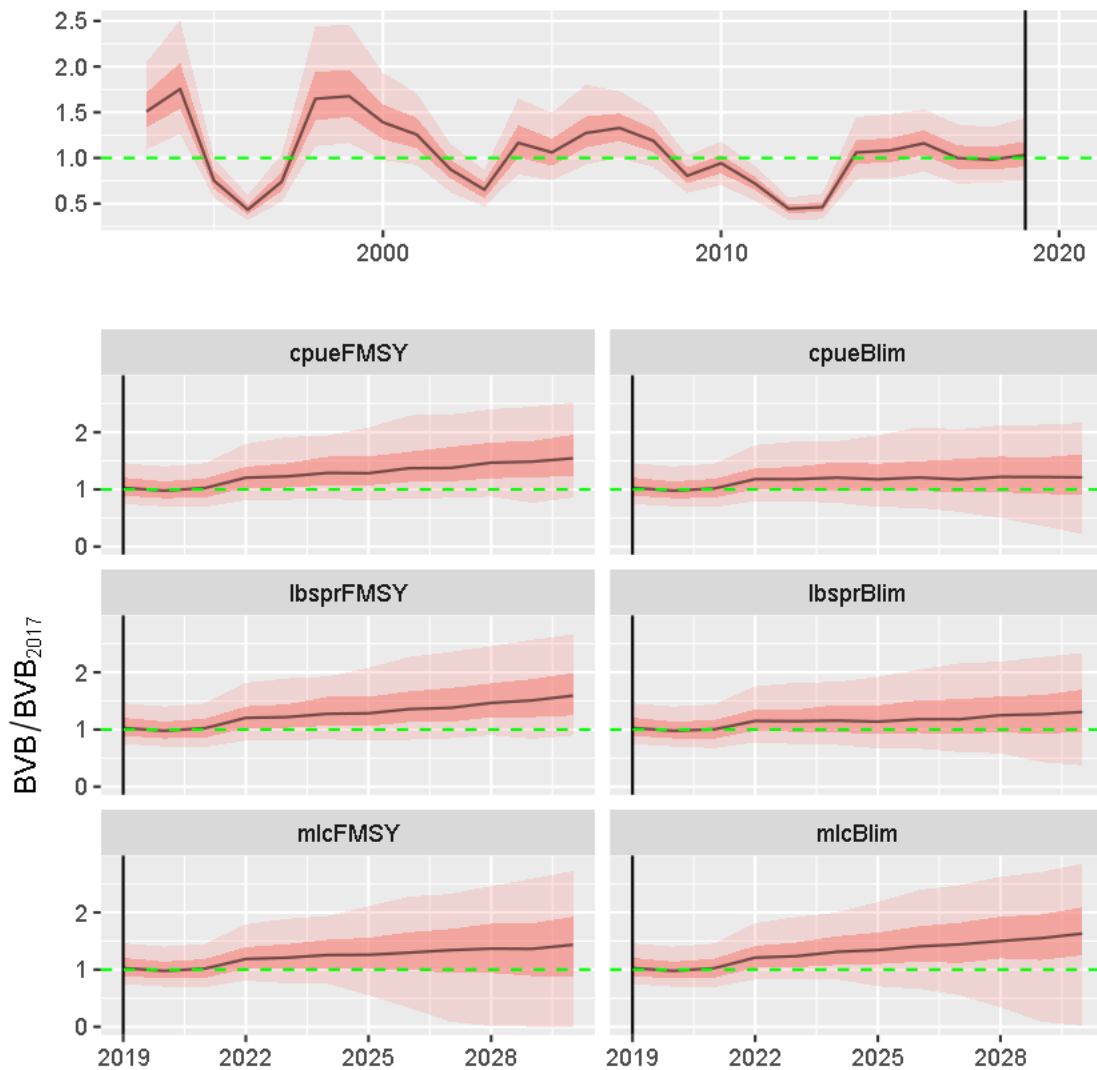
Figuur 2.1 Boxplots van de prestatie van de zes oogstregels op het gesimuleerde blankvoornbestand, berekend over de periode 2026-2028. Zwarte dikke lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, rechthoek = waar 50% van de simulaties binnen valt (de 25% en 75% percentiel), verticale zwarte lijnen = waar 90% van de simulaties binnen valt (de 5% en 95% percentiel). Voor "B/Blim" en "F/F_{MSY}" is een referentiewaarde geformuleerd (de stippellijn): "B/Blim" hoort minimaal even groot te zijn als deze referentiewaarde, de mediaan van "F/F_{MSY}" hoort even groot te zijn als de referentiewaarde.



Figuur 2.2 Tijdsree van de prestatie-indicator F/F_{MSY} , voor de historische periode (boven) en de projecties in de toekomst (2019-2030), voor alle zes kandidaat-oogstregels zoals toegepast op het gesimuleerde blankvoornbestand (onder). Zwarte lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, roze gebied = waar 50% (donkerroze) en 90% (lichtroze) van de simulaties binnen valt. Bij waarden van 1 (groene stippellijn) wordt het bestand maximaal duurzaam bevestigd, bij hogere waarden wordt het bestand te zwaar bevestigd voor optimale exploitatie, bij waarden lager dan 1 wordt het bestand te weinig bevestigd voor optimale exploitatie. Bij de projecties in de toekomst is de y-as van de tijdsree afgekapt op $F/F_{MSY}=3$, om de ontwikkeling in de mediane waarde beter zichtbaar te maken.



Figuur 2.3 Tijdsree van de prestatie-indicator B/B_{lim} , voor de historische periode (boven) en de projecties in de toekomst (2019-2030), voor alle zes kandidaat-oogstregels zoals toegepast op het gesimuleerde blankvoornbestand (onder). Zwarte lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, roze gebied = waar 50% (donkerroze) en 90% (lichtroze) van de simulaties binnen vallen. Rode stippellijn: $B/B_{lim}=1$. Bij waardes lager dan 1 wordt het bestand niet bevestigd volgens het voorzorgprincipe.



Figuur 2.4 Tijdsree van de beschikbare visbiomassa voor vogels, in relatie tot het referentiejaar 2017 (groene stippellijn), voor de historische periode (boven) en de projecties in de toekomst (2019-2030), voor alle kandidaat-oogstregels zoals toegepast op het gesimuleerde blankvoornbestand (onder). Zwarte lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, roze gebied = waar 50% (donkerroze) en 90% (lichtroze) van de simulaties binnen vallen. Groene stippellijn: $BVB/BVB_{2017}=1$.

2.3 Brasem

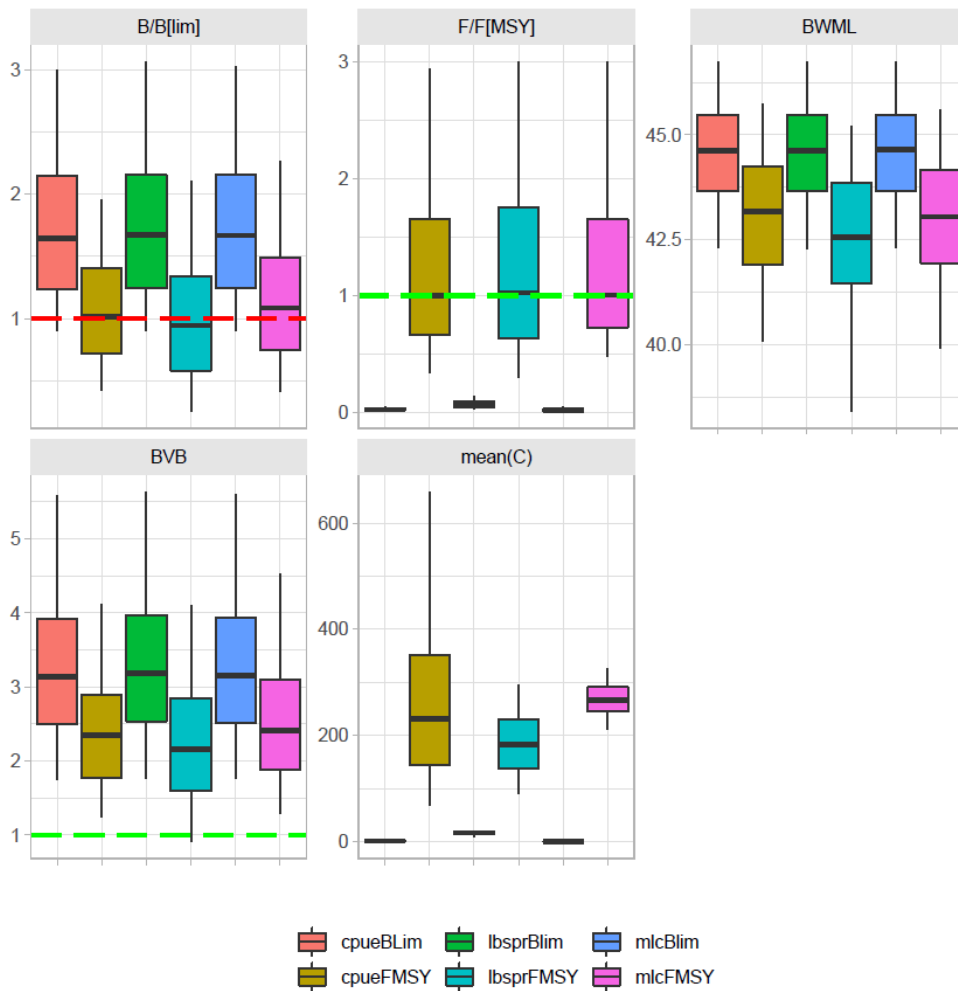
Het visbestand dient beheerd te worden volgens het voorzorgsprincipe. Hierbij is afgesproken dat in 2027 in maximaal 5% van de projecties de bestandsomvang beneden een kritieke grens mag raken (B_{lim} genaamd, zie hoofdstuk 2.2.2 in Tien *et al.* 2020). Echter, de toestand van het gesimuleerde brasembestand is zodanig slecht, dat zelfs zonder enige visserij tussen 2020 en 2027 het bestand in 2027 zich niet binnen veilige biologische grenzen zal bevinden; in 12% van de projecties is de bestandsomvang lager dan B_{lim} (figuur B.2.20 in bijlage 2). Dit betekent dat geen visserij toegestaan zou moeten worden tussen 2020 en 2027. Elk ander beheerbesluit leidt tot een te grote kans op een biomassa-omvang die te laag is om te voldoen aan het voorzorgsprincipe zoals gedefinieerd door de beheerders (Tien *et al.* 2020).

Om toch oogstregels te kunnen schatten in het MSE-model, moet het toegestane risico om onder B_{lim} te raken verhoogd worden; in maximaal 12% van de projecties mag het bestand onder deze kritieke grens raken (t.o.v. de oorspronkelijke 5%). Dit is de verlaging in bestandsbescherming die nodig is om drie oogstregels volgens de Blim-strategie te kunnen ontwikkelen.

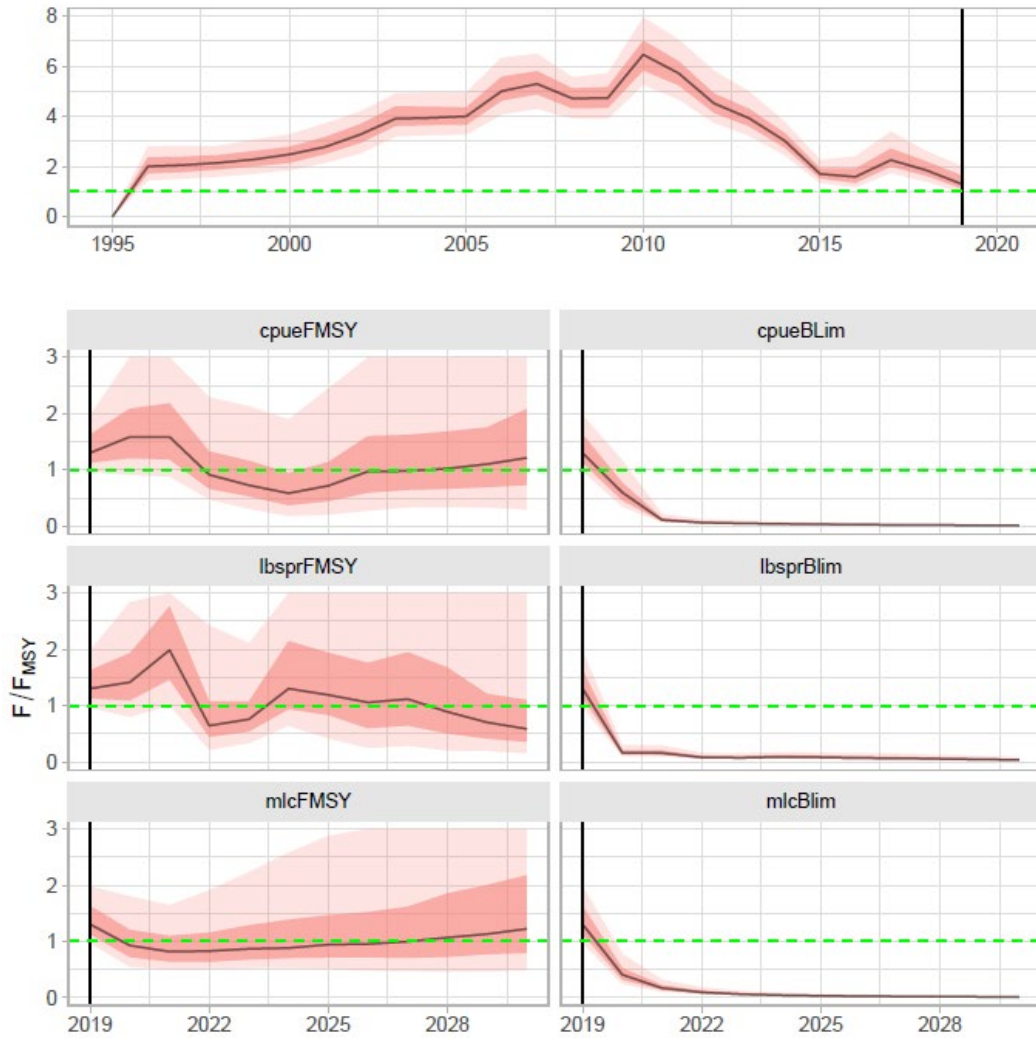
Ook om deze mindere vorm van bescherming te behalen in 2027 (de Blim-strategie) zijn drastische beperkingen van de vangsten nodig. Alleen de lbsprBlim-oogstregel laat enige vangsten toe; maximaal 20 ton ('mean(C)' in figuur 2.5). De andere twee oogstregels volgens de Blim-strategie (cpueBlim en mlcBlim) laten alsnog geen vangsten toe. De drie oogstregels volgens de MSY-strategie laten veel hogere vangsten toe (grofweg 200 ton), maar zorgen ervoor dat in ongeveer 50% van de projecties het bestand onder de kritieke grens ($B < B_{lim}$) komt (figuur 2.5 en 2.7).

Alle oogstregels leiden tot een beschikbare visbiomassa voor vogels ('BVB') die 2-3 keer hoger ligt dan de minimale gewenste hoeveelheid, waarbij de Blim-oogstregels tot hogere beschikbare visbiomassa leiden dan de MSY-oogstregels (figuur 2.4 en 2.8). De Blim-oogstregels zorgen ook voor een grotere gemiddelde vislengte dan de MSY-oogstregels (figuur 2.4).

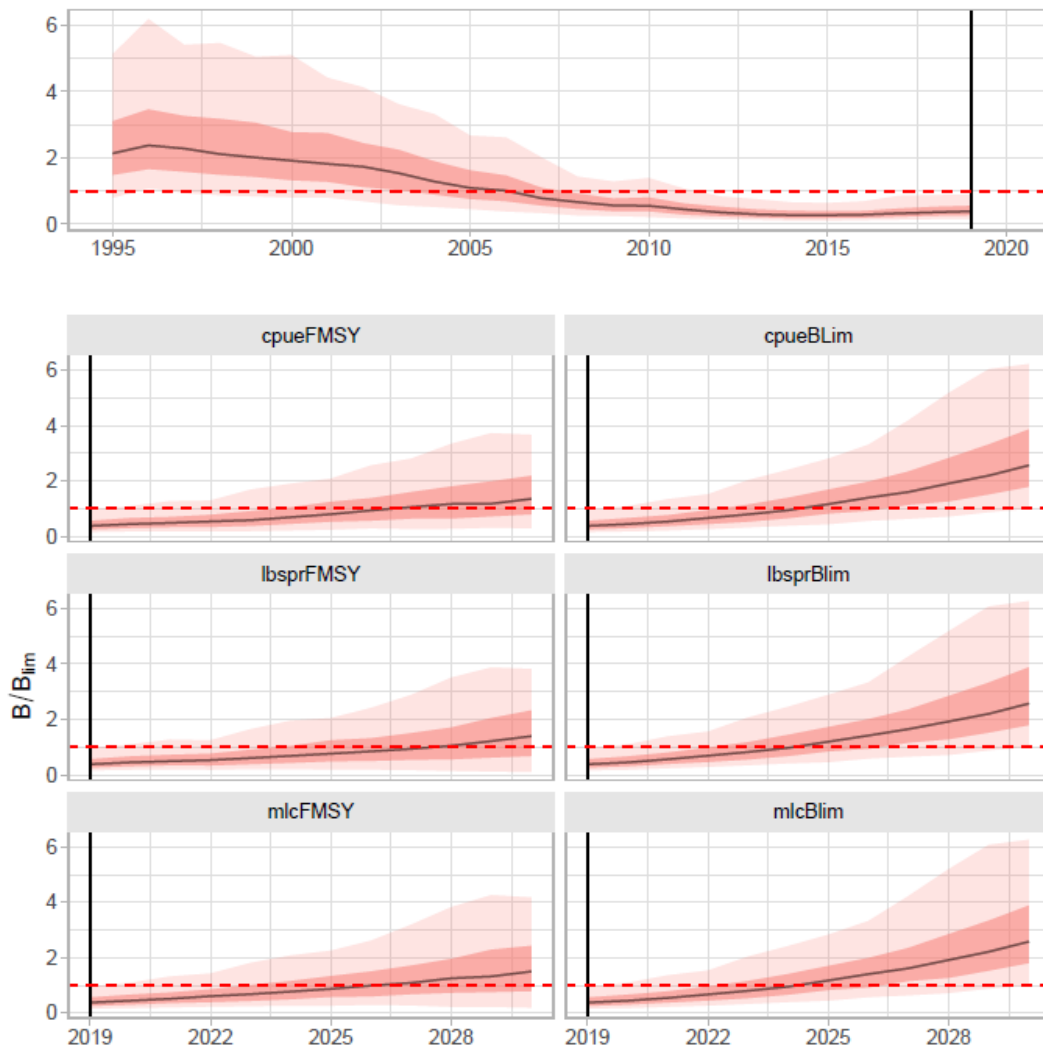
De grootste verschillen worden veroorzaakt door de strategie die gevolgd wordt; Blim- of MSY-strategie. Aangezien de oogstregels volgens de MSY-strategie het bestand niet beschermen, voldoen alleen de oogstregels volgens de Blim-strategie aan de beheerseisen. Binnen deze drie oogstregels is geen verschil in verwachte ecologische resultaten, maar worden alleen iets hogere toegestane vangsten verwacht bij de lbsprBlim-oogstregel, gecombineerd met een iets hogere visserijsterfte (' F/F_{MSY} ').



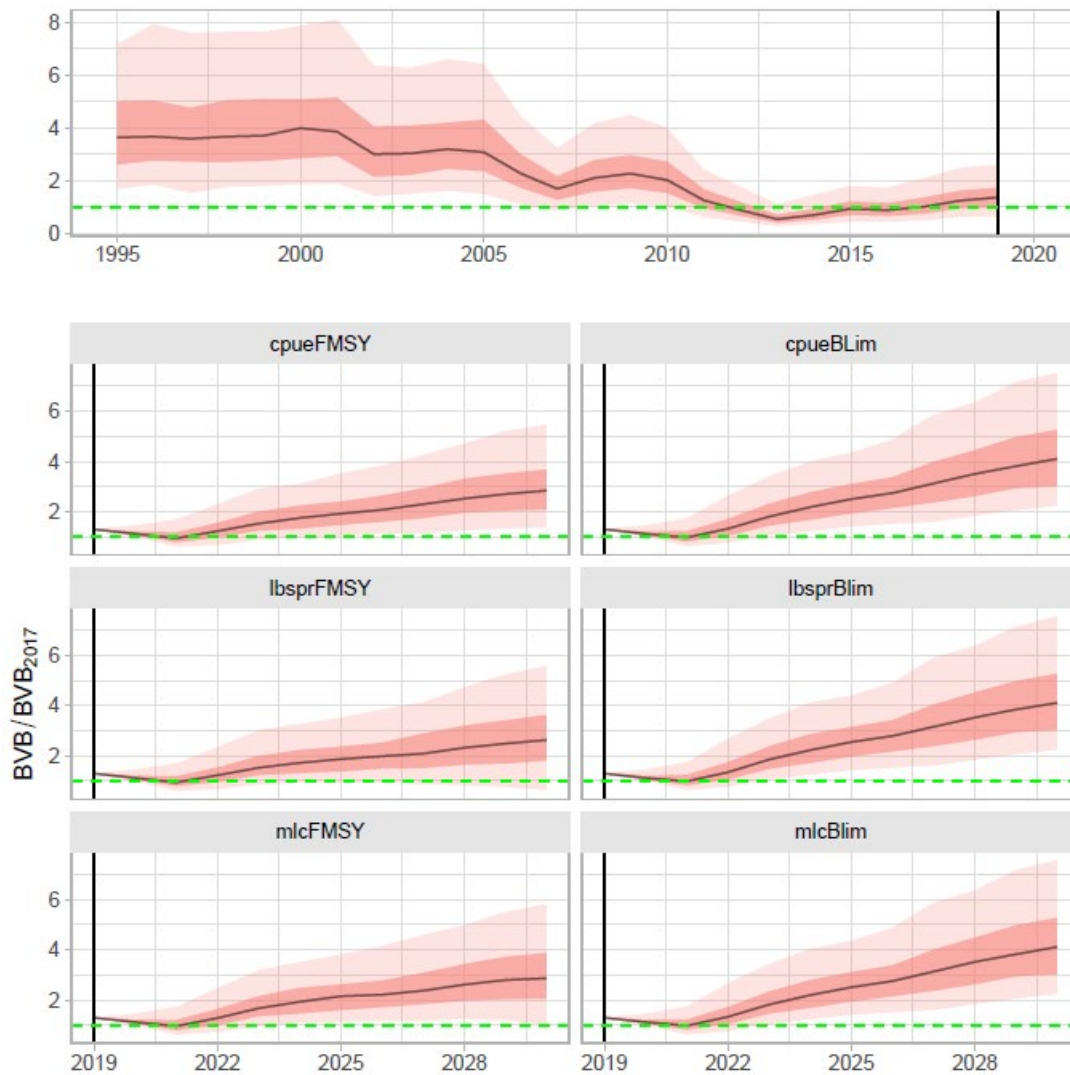
Figuur 2.5 Boxplots van de prestatie van de zes oogstregels op het gesimuleerde brasembestand, berekend over de periode 2026-2028. Zwarte dikke lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, rechthoek = waar 50% van de simulaties binnen vallen (de 25% en 75% percentiel), verticale zwarte lijnen = waar 90% van de simulaties binnen vallen (de 5% en 95% percentiel). Voor " B/B_{lim} ", " F/F_{MSY} " en "BVB" is een referentiewaarde geformuleerd (de stippellijn): " B/B_{lim} " en "BVB" horen minimaal even groot te zijn als deze referentiewaarde, de mediaan van " F/F_{MSY} " hoort even groot te zijn als de referentiewaarde. Voor de drie oogstregels volgens de Blim-strategie is de grenswaarde aangepast: in 12% van de projecties is $B < B_{lim}$.



Figuur 2.6 Tijdsree van de prestatie-indicator F/F_{MSY} , voor de historische periode (boven) en de projecties in de toekomst (2019-2030), voor alle zes kandidaat-oogstregels zoals toegepast op het gesimuleerde brasembestand (beneden). Zwarte lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, roze gebied = waar 50% (donkerroze) en 90% (lichtroze) van de simulaties binnen vallen. Bij waarden van 1 (groene stippellijn) wordt het bestand maximaal duurzaam bevestigd, bij hogere waarden wordt het bestand te zwaar bevestigd voor optimale exploitatie, bij waarden lager dan 1 wordt het bestand te weinig bevestigd voor optimale exploitatie. Voor de drie oogstregels volgens de Blim-strategie is de grenswaarde aangepast: in 12% van de projecties is $B < B_{lim}$.



Figuur 2.7 Tijdserie van de prestatie-indicator B/B_{lim} , voor de historische periode (boven) en de projecties in de toekomst (2019-2030), voor alle zes kandidaat-oogstregels zoals toegepast op het gesimuleerde baarsbestand (beneden). Zwarte lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, roze gebied = waar 50% (donkerroze) en 90% (lichtroze) van de simulaties binnen vallen. Rode stippellijn: $B/B_{lim}=1$. Bij waarden lager dan 1 wordt het bestand niet bevestigd volgens het voorzorgprincipe. Voor de drie oogstregels volgens de Blim-strategie is de grenswaarde aangepast: in 12% van de projecties is $B < B_{lim}$.



Figuur 2.8 Tijdsree van de beschikbare visbiomassa voor vogels, in relatie tot het referentiejaar 2017 (groene stippellijn), voor de historische periode (boven) en de projecties in de toekomst (2019-2030), voor alle kandidaat-oogstregels zoals toegepast op het gesimuleerde baarsbestand (beneden). Zwarte lijn = de mediane waarde van 500 simulaties, roze gebied = waar 50% (donkerroze) en 90% (lichtroze) van de simulaties binnen vallen. Groene stippellijn: $BVB/BVB_{2017}=1$. Voor de drie oogstregels volgens de Blim-strategie is de grenswaarde aangepast: in 12% van de projecties is $B < B_{lim}$.

2.4 Discussie

In bijlage 2 is de uitgebreide discussie opgenomen, ook wat betreft technische en modelmatige discussiepunten. Hier volgt een samenvatting, waarbij de nadruk ligt op discussiepunten die direct van belang zijn voor het kiezen van oogstregels.

De verschillende oogstregels zijn getest op een gesimuleerd visbestand. Dit gesimuleerde visbestand vat zo nauwkeurig mogelijk de belangrijkste ontwikkelingen in de populatiedynamica en de visserij op het bestand, als ook de belangrijkste bronnen van inherente natuurlijke variatie en de onzekerheid in onze kennis van het systeem. Gegevensrijke bestanden hebben zogenaamde bestandsschattingmodellen als basis voor het gesimuleerde bestand; hiermee kan de huidige status van het bestand vrij nauwkeurig geschat worden. Voor gegevensarme bestanden, zoals brasem en blankvoorn in het IJsselmeersysteem, is een dergelijke nauwkeurige schatting van de huidige status niet mogelijk. Voor dit type bestanden kan alleen een ensemble aan 'potentiële' bestanden gemodelleerd worden, die samen de onzekerheid van de schatting vormen. In het MSE-model mogen deze 'potentiële' bestanden niet teveel afwijken van de trends in de survey, en in grotere mate afwijken van de trends in de aanlandingen. Voor blankvoorn voldeden maar weinig 'potentiële' bestanden aan deze voorwaarden⁴: de geschatte onzekerheidsmarges waren relatief klein. Gezien het grote gebrek aan informatie over specifiek dit bestand, zou het de voorkeur hebben als het MSE-model voor blankvoorn ook grotere onzekerheidsmarges zou bevatten. Immers, de definitie van bestandsbescherming is gestoeld op de kans dat de bestandsomvang onder een kritieke grens komt (5% onder B_{lim}). Als de onzekerheidsmarges klein zijn, is de kans om onder die grens te komen ook klein. De kans bestaat dus, dat er een onterecht positieve inschatting van de bestandsbescherming is, met name als de kans maar net beter dan 5% is (zoals rond 2019).

Echter, voor blankvoorn zijn twee oogstregels beschikbaar waarbij in 2027 de kans om onder die kritieke grens te komen extreem laag is. De verwachte bestandsomvang in 2027 is zo hoog, dat ook met veel hogere onzekerheidsmarges bestandsbescherming zeer waarschijnlijk gehaald zou worden. Bovendien zouden grotere onzekerheidsmarges geen effect hebben op de gemiddelde (mediane) waardes.

Het brasembestand is in een zodanig slechte staat (hoofdstuk 2.3 van dit rapport en hoofdstuk 3 van Tien *et al.* 2020), dat zelfs zonder enige visserij de verwachting vanuit het evaluatiemodel is dat het bestand in 2027 niet voldoende beschermd is; zonder enige brasemvangst in 2020-2027 is de kans dat de bestandsomvang onder een kritieke ondergrens terecht komt in 2027 meer dan twee keer hoger dan gewenst (12% in plaats van 5%). Er zijn dus geen oogstregels mogelijk waarmee het bestand bevestigd kan worden in 2020-2027 en tegelijkertijd aan de meest basale doelstelling van bestandsbescherming wordt voldaan. Het brasembestand heeft, in plaats van oogstregels richting een optimale visserij, eerst een periode van herstel nodig.

Als het beheer gericht wordt op *gedeeltelijk* herstel wat betreft bestandsbescherming in 2027 (12% kans om onder de kritieke ondergrens te raken), zijn oogstregels met zeer lage toegestane vangsten mogelijk. Het effect op de gemiddelde vislengte tussen deze drie oogstregels is hetzelfde, en alle drie oogstregels leiden tot hogere beschikbare visbiomassa voor vogels dan de doelstelling. Er is maar één oogstregel waarbij enige vangst (maximaal 20 ton) mogelijk is. Hierbij moet in acht worden genomen dat oogstregels eigenlijk niet opgezet zijn om zulke ongezonde bestanden te herstellen; oogstregels zijn bedoeld om bij gezondere bestanden de visserij te *optimaliseren*. Aangezien biologisch gezien de eerste prioriteit zou moeten zijn om de visserijsterfte van brasem zeer sterk te reduceren, zouden simpelere beheerstrategieën (zoals een 0-vangst, of maximaal 20 ton) de komende jaren de voorkeur hebben, boven het toepassen van jaarlijkse oogstregels. Deze minimale vangst zou dan aangehouden moeten worden totdat er consistente signalen van herstel van het paaibestand zijn.

⁴ Er zijn maar weinig combinaties van biologische parameters (zoals draagkracht) en startcondities, die samen de survey- en vangsttrends konden verklaren.

2.4.1 Aanbevelingen qua oogstregels

2.4.1.1 Blankvoorn

Er zijn twee oogstregels die tot maximale duurzame vangsten leiden, terwijl ze ook voldoende bestandsbescherming bieden; lbsprMSY en cpueMSY. Het effect op de gemiddelde vislengte tussen deze twee oogstregels is hetzelfde, en alle twee de oogstregels leiden tot hogere beschikbare visbiomassa voor vogels dan de doelstelling. Wel is er bij de lbsprMSY-oogstregel meer stabiliteit in de hoeveelheid vangsten dan bij de cpueMSY-oogstregel; de vangsten zullen in veel jaar waarschijnlijk in de buurt van de maximale toegestane vangst van deze oogstregel zitten, namelijk 111 ton.

2.4.1.2 Brasem

Er zijn sterke aanwijzingen dat het brasembestand momenteel in zeer slechte staat is. De indicatie is dan ook dat zeer sterke reducties in vangsten nodig zijn om het bestand te herstellen naar veilige biologische grenzen in 2027. Beheer volgens het voorzorgsprincipe is door de beheerders gedefinieerd als; minder dan 5% kans dat het bestandsomvang onder een kritieke ondergrens terecht komt in 2027 (hoofdstuk 2.2.2 in Tien *et al.* 2020). Zelfs zonder enige visserijsterfte kan dit volgens het MSE-model niet bereikt worden. Het advies is daarom een 0-vangst (zowel qua aanlandingen als discards), voor alle visserijen op brasem.

Als een totale visserijstop op brasem niet gewenst of haalbaar is, en daarom het beheer gericht wordt op *gedeeltelijk* herstel wat betreft bestandsbescherming in 2027 (12% kans om onder de kritieke ondergrens te raken), wordt aanbevolen om jaarlijks in ieder geval niet meer dan 20 ton brasem te vangen.

Beide adviezen (0-vangst of maximaal 20 ton vangst) zouden aangehouden moeten worden totdat er consistente signalen van herstel van het paibestand zijn.

3 Kwaliteitsborging

Wageningen Marine Research beschikt over een ISO 9001:2015 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem. Dit certificaat is geldig tot 15 december 2021. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV GL.

Het chemisch laboratorium te IJmuiden beschikt over een EN-ISO/IEC 17025:2017 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 1 april 2021 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie. Het chemisch laboratorium heeft hierdoor aangetoond in staat te zijn op technisch bekwame wijze valide resultaten te leveren en te werken volgens de ISO17025 norm. De scope (L097) met de geaccrediteerde analysemethoden is te vinden op de website van de Raad voor Accreditatie (www.rva.nl).

Op grond van deze accreditatie is het kwaliteitskenmerk Q toegekend aan de resultaten van die componenten die op de scope staan vermeld, mits aan alle kwaliteitseisen is voldaan. Het kwaliteitskenmerk Q staat vermeld in de tabellen met de onderzoeksresultaten. Indien het kwaliteitskenmerk Q niet staat vermeld is de reden hiervan vermeld.

De kwaliteit van de analysemethoden wordt op verschillende manieren gewaarborgd. De juistheid van de analysemethoden wordt regelmatig getoetst door deelname aan ringonderzoeken waaronder die georganiseerd door QUASIMEME. Indien geen ringonderzoek voorhanden is, wordt een tweede lijnscontrole uitgevoerd. Tevens wordt bij iedere meetserie een eerstelijnscontrole uitgevoerd.

Naast de lijnscontroles wordende volgende algemene kwaliteitscontroles uitgevoerd:

- Blanco onderzoek.
- Terugvinding (recovery).
- Interne standaard voor borging opwerkmethode.
- Injectie standaard.
- Gevoeligheid.

Bovenstaande controles staan beschreven in Wageningen Marine Research werkvoorschrift *ISW 2.10.2.105*. Indien gewenst kunnen gegevens met betrekking tot de prestatiekenmerken van de analysemethoden bij het chemisch laboratorium worden opgevraagd.

Indien sprake is van onbeheerste kwaliteit worden passende maatregelen genomen.

Literatuur

- Bentley en Langley, 2012. *Feasible stock trajectories: a flexible and efficient sequential estimator for use in fisheries management procedures*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 69:161-177
- Goldspink, 1979. *The population density, growth rate and production of roach Rutilus rutilus (L.) in Tjeukemeer, The Netherlands*. Journal of Fish Biology, 15(4), 473-498.
- Lammens, van Nes, Meijer, en van den Berg, 2004. *Effects of commercial fishery on the bream population and the expansion of Chara aspera in Lake Veluwe*. Ecological modelling, 177(3-4), 233-244.
- Mous, 2000. *Interactions between fisheries and birds in IJsselmeer, the Netherlands*. PhD thesis, University of Wageningen
- Otjacques, Latli, Bernard, Ovidio, Depiereux, en Kestemont, 2015. *Recent decline of roach Rutilus rutilus stock in a large river ecosystem in relation with its population dynamics*. Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie, 187(2), 151-163.
- Specziár, 2011. *Size-dependent prey selection in piscivorous pikeperch Sander lucioperca and Volga pikeperch Sander volgensis shaped by bimodal prey size distribution*. Journal of Fish Biology 79, 1895-1917.
- Tien en Miller, 2013. *Vangstadviezen voor snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem in het IJsselmeer en Markermeer*. IMARES rapport C142/13.
- Tien, van der Hammen, de Vries, Schram en Steenbergen, 2017. *Inspanningsadviezen voor snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem in het IJssel-/Markermeer*. IMARES rapport C018/17.
- Tien, Mosquiera Sanchez, Brunel, van der Hammen, Molla Gazi, van Donk, Foekema en de Leeuw, 2020. *Bestandsoverzicht van snoekbaars, baars, blankvoorn en brasem en de evaluatie van potentiële oogstregels voor snoekbaars en baars. In het IJssel-/Markermeer 2020*. WUR-rapport C041/20

Verantwoording

Rapport C070/20

Projectnummer: BO-43.18-100-283.00

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het verantwoordelijk lid van het managementteam van Wageningen Marine Research

Akkoord: Mevr. J. Vrooman
Onderzoeker

Handtekening:



Datum: 30 juli 2020

Akkoord: Drs. Jakob Asjes MT lid
Integratie

Handtekening:



Datum: 30 juli 2020

Bijlage 1 Aanpassingen in opwerking van de gegevens

In deze bijlage wordt de opwerking van gegevens besproken in het geval er een andere redenering of berekening is gevolgd dan bij snoekbaars en baars (Tien *et al.* 2020).

Visserijgegevens

Aanlandingsreeks

In het eerdere rapport (Tien *et al.* 2020) zijn alleen de officiële aanlandingsstatistieken gepresenteerd, van PVIS, PO en de logboeken. Deze informatiebronnen zijn gecombineerd voor een 1992-2019 tijdserie van totale aanlandingen: zie figuur 3.3.4 op pagina 35 voor blankvoorn en figuur 3.4.4 op pagina 38 voor brasem (Tien *et al.* 2020). Echter, voor zowel blankvoorn en brasem is het zeer waarschijnlijk dat een deel van de vangsten niet in deze officiële aanlandingsstatistieken zijn opgenomen (zie pagina 51 in bijlage 3 van Tien *et al.* 2020). Zo zijn bijvoorbeeld zowel blankvoorn als brasem in het verleden ook bevestigd met de zegen en deze vangsten zijn waarschijnlijk niet (allemaal) meegenomen in de officiële statistieken. Er zijn ook in eerdere rapportagejaren aanwijzingen geweest dat een groot deel in ieder geval niet aan de afslagen (PVIS) is gemeld: zo was de inschatting van de veldexpert van het ministerie van LNV in 2013 (Tien *et al.* 2013, pagina 8) dat de meerderheid van de levende vangsten misten en ook een deel van de handel in dode vis. Zijn inschatting was dat meer dan 50% brasem in de officiële statistieken mist, en een onbekend deel blankvoorn. Ook was de inschatting dat het aandeel missende vangsten fluctueert tussen jaren. Voor de evaluatie van de oogstregels is het belangrijk om te weten in hoeverre de daadwerkelijk vangsten kunnen afwijken van de officiële statistieken: met welke bandbreedte van vangsten moet het MSE-model rekening houden? De inschatting daarvan wordt hieronder per bestand besproken.

Blankvoorn:

De aanlandingsstatistieken van PVIS (1992-2011) bevatten een categorie die waarschijnlijk zegenvangsten besloeg, namelijk 'pootvis'. Deze categorie besloeg met name in 1995-2000 grote hoeveelheden; 123-363 ton 'pootvis', ten opzichte van 50-123 ton 'blankvoorn'. Deze categorie is in het eerdere rapport niet meegenomen in de aanlandingsreeks, omdat onbekend is welke soorten deze categorie uit bestaat. Om een schatting van de maximale blankvoornvangsten te krijgen, wordt deze pootvis-categorie volledig opgeteld bij de blankvoornvangsten. Dit is waarschijnlijk niet correct, omdat de grootste zegenvisserij waarschijnlijk op brasem plaatsvond. Echter, de daadwerkelijke blankvoornvangsten zouden ook veel hoger kunnen zijn als pootvisvangsten niet zijn geregistreerd via de afslag. Er is echter geen indicatie van hoeveel hoger deze zouden kunnen zijn (zoals bijvoorbeeld bij brasem), omdat de groep blankvoornvissers met de zegen in de eerste decennia van de tijdreeks onbekend is en dus geen veldkennis over bovengrenzen beschikbaar is. Samengevat is volledig onbekend in hoeverre de PVIS-gegevens de daadwerkelijke aanlandingen in 1992-2011 onderschatten.

De inschatting is dat de PO-gegevens meer van de zegen-gevangen blankvoorn bevatten dan de PVIS-gegevens, omdat de blankvoornschatting van deze dataset in vrijwel alle overlappende jaren hoger is dan de PVIS-gegevens. Maar ook hier zouden de daadwerkelijke blankvoornvangsten nog hoger kunnen zijn dan is gerapporteerd. Zo is niet duidelijk of alle vissers al hun vangsten aan de PO hebben doorgegeven.

Wat betreft de logboeken zijn er signalen dat sommige vissers de logboeken strategisch invullen, waarbij hogere of lagere vangsten worden ingevuld dan daadwerkelijke gevangen (persoonlijke mededeling RVO). Het is ook niet duidelijk of alle vissers de logboeken volledig invullen.

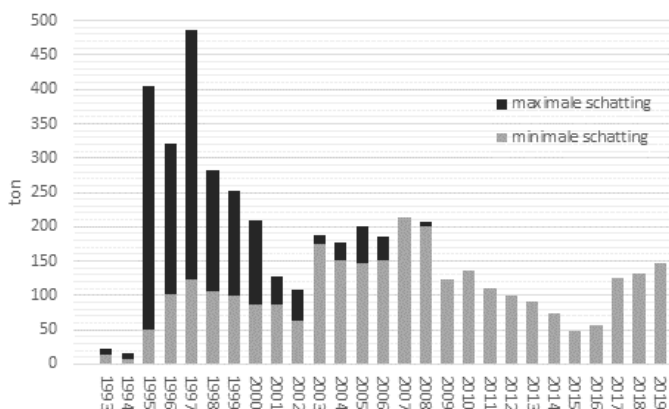
Ook bestaat bij alle bronnen de kans op te hoge gerapporteerde vangsten, als zegenvangsten vanuit de Randmeren in de statistieken voor het IJssel-/Markermeer zijn opgenomen. De mate waarin dit heeft plaatsgevonden is onbekend.

Per jaar is gekeken welke informatiebron beschikbaar is; de maximale PVIS-schatting (inclusief "pootvis"), de PO-schatting en de logboeken. De hoogste vangstschatting wordt als maximale blankvoornaanlanding voor dat jaar gekozen (tabel B.1.2). Hierbij moet wel onthouden worden dat deze maximale schatting alleen gebaseerd is op officiële statistieken; de daadwerkelijke aanlandingen zouden nog hoger kunnen zijn dan deze maximale

schatting. De minimale schatting is gelijk aan die in Tien *et al.* (2020). De daadwerkelijke aanlandingen zouden ook lager dan deze schatting kunnen zijn.

Tabel B.1.1. De informatiebron waaruit de minimale en maximale schatting van de blankvoornaanlandingen is gekozen. NB: de daadwerkelijke aanlandingen zouden ook lager of hoger kunnen liggen dan deze schattingen, waarschijnlijk vooral voorafgaand aan 2008.

Gegevensbron	Minimale schatting	Maximale schatting
PVIS 'blankvoorn'	1992-2007	
PVIS 'blankvoorn' & 'pootvis'		1992-2008
PO 'voorn'	2008-2016 & 2019	2009-2016 & 2019
Logboeken 'blankvoorn'	2017-2018	2017-2018



Figuur B.1.1. Jaarlijkse totale aanlandingen van blankvoorn. Minimale schatting (grijs) is samengesteld uit de blankvoorngegevens van Productschap Vis, PO en de logboeken. Maximale schatting (zwart) bevat tevens de categorie "pootvis" van het Productschap Vis. Zie voor de precieze samenstelling van jaren tabel B.1.1.

Brasem: Het beeld van de veldexpert van het ministerie in 2013 (minstens 50% van de brasemvangsten missen in de statistieken) wordt onderschreven door een van de grootste zegenvissers op brasem in de periode 1992-2005, Gerard Manshanden. Hij schat in dat een groot deel van de brasemvangsten niet is doorgegeven aan de afslag. Zijn inschatting is dat in de periode 1992-1995 een toenemende hoeveelheid brasem met de zegen werd gevangen, waarna in 1995-2005 grofweg 1600 ton levende brasem werd gevangen, en dat deze zegenvangsten grotendeels niet aangemeld werden bij de afslag. Na 2005 is zijn inschatting dat de zegenvisserij sterk gereduceerd is (hijzelf is gestopt als zegenvisser). Deze brasemvangsten van de zegen werden als consumptievies en als pootvis verkocht (persoonlijke communicatie G. Manshanden).

Daarnaast speelt dezelfde onzekerheid rondom de PVIS-categorie 'pootvis', als bij blankvoorn; dit zou ook brasem kunnen zijn. Een derde onderschatting in de PVIS-gegevens is het absolute gebrek aan brasemgegevens in 1995: brasem komt niet voor in de PVIS-dataset van dat jaar. Aangezien de andere bestanden wel zijn bevist met staandwant in dat jaar, en zegenvisserij hoogstwaarschijnlijk ook plaatsvond (zie hierboven), wordt een schatting voor 1995 gemaakt door het gemiddelde van 1994 en 1996 te nemen.

De PO-gegevens (categorie 'brasem' + 'blei') zijn in sommige jaren veel lager dan de PVIS-gegevens, en in andere veel hoger (vooral in de laatste jaren; figuur B.3.1 in Tien *et al.* 2020). Ook zijn de PO-gegevens in 2018 veel lager dan die gerapporteerd in de logboeken. De daadwerkelijke brasemvangsten zouden dus hoger kunnen zijn dan is gerapporteerd aan de PO. Echter, aangezien de categorie 'blei' ook betrekking heeft op kolblei, zou dit ook kunnen betekenen dat de brasemvangsten juist lager zijn dan de PO-schatting (en die van de andere informatiebronnen, als kolblei daar ook wordt gerapporteerd als brasem).

Wat betreft de logboeken zijn er signalen dat sommige vissers de logboeken strategisch invullen, waarbij hogere of lagere vangsten worden ingevuld dan daadwerkelijke gevangen (persoonlijke mededeling RVO). Het is ook niet duidelijk of alle vissers de logboeken volledig invullen.

Ook bestaat bij alle bronnen de kans op te hoge gerapporteerde vangsten, als zegenvangsten vanuit de Randmeren in de statistieken voor het IJssel-/Markermeer zijn opgenomen. De mate waarin dit heeft plaatsgevonden is onbekend.

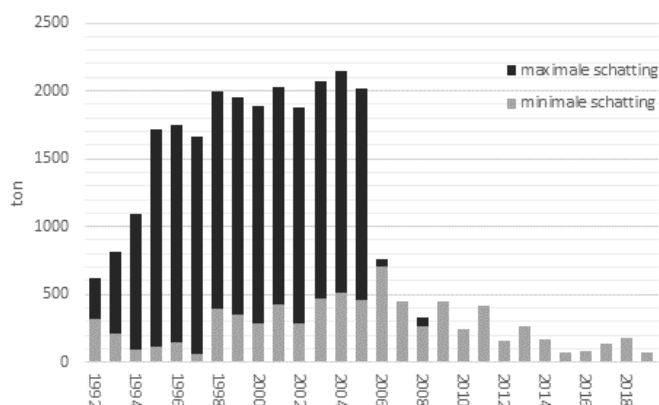
Er is per jaar gekeken welke informatiebron beschikbaar is; (i) PVIS 'brasem' + 'pootvis', (ii) PVIS 'brasem' + de schatting van G. Manshanden, (iii) de PO-schatting en (iv) de logboeken. De hoogste vangstschatting wordt als maximale brasemvangst voor dat jaar gekozen. De minimale schatting is gelijk aan die in Tien *et al.* (2020), behalve dat voor de 1995-schatting gebruik is gemaakt van het gemiddelde van 1994 en 1996.

Hierbij wordt bovendien ingeschat dat tot en met 2005 de maximale schatting (i.e., inclusief de persoonlijk inschatting van G. Manshanden, tabel B.1.2), een daadwerkelijk maximale schatting is. Vanaf 2006 wordt aangenomen dat de daadwerkelijke aanlandingen ook hoger zouden kunnen zijn geweest dan deze maximale schatting – of lager dan de minimale schatting. Wel wordt ingeschat dat de kans op over-/onderschatting sinds het nieuwe beheer (vanaf 2015) lager is dan in 2006-2014.

Dit levert de volgende keuze op en resultaten op:

Tabel B.1.2. De informatiebron waaruit de minimale en maximale schatting van de brasemaanlandingen is gekozen. NB: de daadwerkelijke aanlandingen zouden ook lager of hoger kunnen liggen dan deze schattingen, waarschijnlijk vooral na 2005.

Gegevensbron	Minimale schatting	Maximale schatting
PVIS 'brasem'	1992-2003	
PVIS 'brasem' + inschatting G. Manshanden		1992-2005
PVIS 'brasem' + 'pootvis'		2006 & 2008
PO 'brasem' en 'blei'	2004-2016 & 2019	2007 & 2009-2016 & 2019
Logboeken 'brasem'	2017-2018	2017-2018



Figuur B.1.2. Jaarlijkse totale aanlandingen van brasem. Minimale schatting (grijs) is samengesteld uit de brasemgegevens van Productschap Vis, PO (inclusief 'blei') en de logboeken. Maximale schatting (zwart) bevat tevens de categorie "pootvis" van het Productschap Vis en de inschatting van G. Manshanden. Zie voor de precieze samenstelling van jaren tabel B.1.2.

Discardreeks

Omdat er voor blankvoorn en brasem geen historische marktmonstering (1992-2010) is, en geen minimum aanlandingsmaat, is niet bekend welk deel van de vangst gediscard wordt. Wel wordt in de moderne marktmonstering sinds het 3^e kwartaal 2019 geschat welk deel aangeland en gediscard wordt. Op basis hiervan is een schatting gemaakt van het aandeel discards in de tweede helft 2019, in de staandwantvisserij (de zegenvisserij heeft geen marktmonstering toegelaten in visseizoen 2019/2020). De resultaten zijn als volgt:

- Blankvoorn tot en met 27 cm wordt allemaal gediscard. Deze discards vinden hoofdzakelijk plaats tot en met oktober. Grotere blankvoorn worden altijd aangeland.

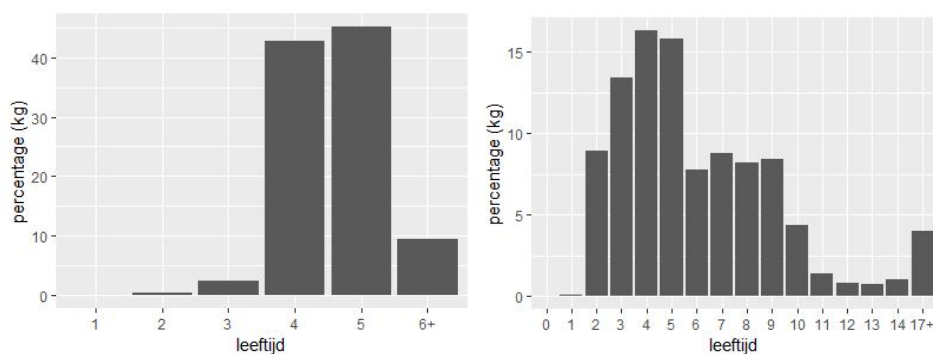
- Brasem in de 101mm-staandwantvisserij heeft geen duidelijke lengteverdelingen in gediscarde/aangelande vis. Sommige vissers discarden alle brasem, anderen discarden kleine brasem, sommige discarden alles tot een bepaalde datum. Er zijn dus sterke verschillen tussen vissers in hoe gediscard wordt. Wat betreft de zegenvisserij is alleen *expert judgement* van de onderzoeker die mee aan boord gaat beschikbaar: er wordt vrijwel geen kleine brasem gevangen, omdat ze met grote maaswijdtes zegenvissen.

Uitgaande van de marktmonstering van de 101mm-staandwantvisserij en de *expert judgement* wat betreft de zegenvisserij is de inschatting dat in de 2^e helft 2019 4.7% van de gevangen kilogram brasem wordt gediscard en 0.5% van de gevangen kilogram blankvoorn. Dit is gebaseerd op te weinig informatie om betrouwbaar op te werken naar totale discards voor de gehele tijdserie. Ook bevat te tijdserie van de aanlandingen zulke grote onzekerheden (zie hierboven), dat deze kleine onzekerheid wat betreft de discards een verwaarloosbare invloed zal hebben op de uiteindelijke tijdserie van vangsten (i.e., aanlandingen + discards). Bovendien is het rekenmodel zodanig aangepast dat het belang van de visserijgegevens in het schatten van de dynamica sterk verlaagd is. De discardgegevens zijn dus niet meegenomen in de vangsttijdserie van het evaluatiemodel.

Leeftijdssamenstelling vangsten 2016-2019

Voor brasem en blankvoorn is informatie over de vangstsamenstelling van de 101mm-staandwantvisserij per kwartaal beschikbaar sinds 2016, en van de zegenvisserij alleen in kwartaal 1 van 2018 (1 reis) en 2019 (9 reizen). Met deze informatie wordt een inschatting gemaakt van de huidige leeftijdssamenstelling, gemiddeld over 2016-2019.

- De lengteverdeling per tuig en kwartaal (over alle jaren heen) wordt geschat. Voor de zegenvisserij in kwartaal 4 wordt dezelfde lengteverdeling als in kwartaal 1 aangenomen.
- Met de gemiddelde lengte-leeftijdssleutel van 2016-2018⁵ wordt de leeftijdsverdeling per kwartaal⁶ per tuig geschat.
- Uit de logboeken (april 2017 t/m maart 2019⁷) wordt de verdeling van de hoeveelheid aanlandingen over de kwartalen en tuigen geschat.
- Samengenomen geeft dit een schatting van de leeftijdsverdeling over de periode 2016-2019, zoals in figuur B.1.3.



Figuur B.1.3 Geschatte leeftijdsamenstelling van de gehele visserij op blankvoorn (links) en brasem (rechts) in 2016-2019. Op basis van informatie uit de marktmonstering, logboeken en lengte-leeftijdssleutels.

⁵ Dit is de sleutel waarmee de leeftijd van de lengtes verzameld in de survey van 2019 normaliter worden geschat. Zie bijlage 2 van Tien *et al.*, 2020.

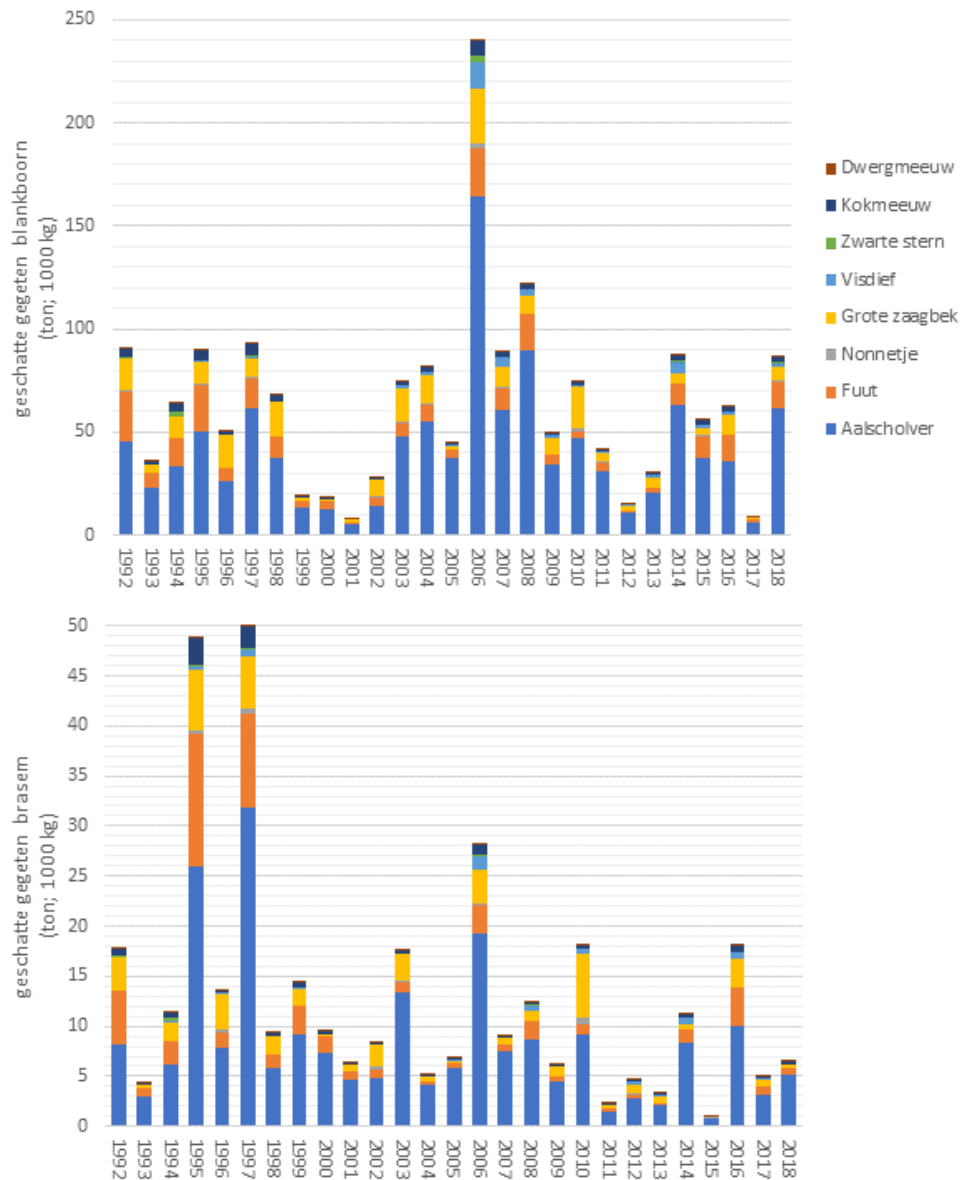
⁶ Deze sleutel is opgezet met leeftijdsgegevens van september-december. Omdat er geen leeftijdsgegevens beschikbaar zijn voor de andere maanden waarin gevist wordt, wordt aangenomen dat deze sleutel ook toepasbaar is op de overige visserijmaanden.

⁷ De gegevens van 2016 worden niet betrouwbaar genoeg geacht. De gegevens van 2019 waren ten tijde van de analyse beschikbaar tot en met maart. Voor een evenwichtige maandenverdeling wordt in april 2017 begonnen.

Ecologische gegevens

Vogelpredatie

De consumptie van blankvoorn en brasem door vogels is volgens dezelfde methodiek berekend als van snoekbaars en baars. Wel is in de tussentijd informatie over een extra vogelsoort (dwergmeeuw) beschikbaar gekomen. Deze soort vangt relatief zeer weinig brasem en blankvoorn maar is voor de volledigheid meegenomen in de analyses. De geschatte hoeveelheid gegeten brasem en blankvoorn is weergegeven in figuur B.1.4.



Figuur B.1.4 De geschatte totale onttrekking (in ton; 1000 kg) van blankvoorn (boven) en brasem (onder), door vogelpredatie.

Vispredatie

Voor het schatten van de predatiedruk door roofvis op blankvoorn en brasem is dezelfde redenering en berekening gevolgd als voor de schatting van de predatiedruk op snoekbaars en baars. Het enige verschil is dat bij de berekening van de predatiedruk op snoekbaars en baars de maximale *Predator Prey Relation* (PPR-max) voor een gemiddelde prooivis is gebruikt (0.54), terwijl voor brasem en blankvoorn een soort-specifieke PPR-max is berekend. Dit is gedaan omdat de lichaamsbouw van blankvoorn en vooral brasem duidelijk hoger is dan van baars en snoekbaars van dezelfde lengte. Hoe hoger de rug van de prooi-soort, hoe eerder de maximaal eetbare lengte bereikt wordt. Op basis van Specziar (2011) is een PPR-max voor blankvoorn en brasem afgeleid van respectievelijk 0.36 en 0.40⁸. Conform de aanpak die is gevolgd voor het bepalen van de predatiedruk op snoekbaars en baars is nu ook de helft van de PPR-max gebruikt om de gemiddelde prooigrootte per lengteklasse predator te bepalen, voor prooi-soorten blankvoorn en brasem zijn dus PPR's van 0.18 en 0.20 gebruikt. Op basis van deze berekening is geschat dat bij de huidige baars- en snoekbaarstand vrijwel alle vispredatie op blankvoorn en brasem exemplaren betreft die kleiner zijn dan 5 cm, dus de jongere 0-jarige exemplaren.

Draagkracht

Dezelfde redenering en berekening is gevolgd als voor snoekbaars en baars. Als selectiviteitscurve van de survey is dezelfde gebruikt als in bijlage 2 (figuur B.2.2 en B.2.4). Omdat de aanlandingsgegevens minder betrouwbaar zijn, wordt wel voor zowel blankvoorn als brasem het jaar gekozen met de hoogste surveyvangsten; optie (a) op pagina 62 van Tien *et al.* (2020)

⁸ Ter vergelijking; de PPR-max voor prooi-soorten baars en snoekbaars zijn respectievelijk 0.57 en 0.65, en op basis van gegevens van Mous (2000) kan voor spiering een PPR-max van 0.71 worden berekend. In de praktijk betekent dit dat brasem bij dezelfde lengte eerder te groot is om gegeten te worden dan een spiering.

Bijlage 2 Evaluation of candidate management procedures for the IJsselmeer stocks of bream and roach.

2.1 Introduction

This report presents an evaluation of the performance of different management strategies for the management of the fisheries for bream (*Abramis brama*) and roach (*Rutilus rutilus*) in the IJsselmeer – Markermeer complex. This study comes as a complement to an earlier study on management strategies for pikeperch (*Sander lucioperca*) and perch (*Perca fluviatilis*) in the same lakes (Tien *et al.* 2020). The methods and framework used in the present work are the same as for pikeperch and perch. However, a series of small deviations from this earlier work were made to accommodate for some specificities of the bream and roach data compared to the two other species. The three management strategies tested as well as the management criteria to be achieved by these strategies are the same as in the previous study. This report only highlights those details which are deviations from the methods previously used. For a full description of the general principle of management strategy evaluation, the methodological framework used, management strategies tested and management criteria applied, the reader should refer to Tien *et al.* (2020).

2.2 Management objectives

The evaluation of management procedures (MPs) has as its overarching aim to assess the suitability of specific MP formulations as tools to achieve a set of management objectives, given the existing knowledge and uncertainties about the past and future dynamics of both the roach and bream stocks and fisheries. In this case, the objectives that have been formulated by the ministry are the following:

1. Exploit the stocks of roach and bream at fishing mortality levels corresponding to those related to Maximum Sustainable Yield, F_{MSY} , or an appropriate proxy.
2. Ensure the availability of fish of the suitable size range as estimated necessary for the survival of target numbers of birds as defined by Natura2000.
3. An increase in the abundance of large fish in the population, as measured through the relevant indicator.

These objectives will be monitored through a number of performance indicators; metrics extracted from results obtained from the MSE simulations. In addition, the candidate MPs are tuned to achieve a primary management objective with a given probability and on a set time frame. Two objectives have been chosen for tuning, that aim at achieving a sustainable level of exploitation (F_{MSY}) or a low risk of stock depletion (B_{lim}):

- To achieve in 2027 a 50% probability of the stock being exploited at or below the fishing mortality associated with Maximum Sustainable Yield ("Fmsy strategy")
- To experience a risk level of 5% or less of stock biomass falling below B_{lim} , determined to be 10% of carrying capacity, for the period 2020 to 2030 ("Blim strategy").

2.3 Operating models

Population dynamics of the stocks were modelled using an age-structured operating model (OM), using yearly time-steps. The abundance, N , at age a and time t , is given as:

$$N_{a,t} = \begin{cases} R_t & \text{if } a = 0 \\ N_{a-1,t-1} e^{Z_{t-1}} & \text{if } 0 < a \leq a_{max} \end{cases}$$

where R_t is the recruitment in numbers at time t , Z_a the instantaneous total mortality-at-age a , and a_{max} is the maximum age. Total mortality-at-age a is given by

$$Z_a = M_a + S_a F_t$$

where M_a is the annual rate of instantaneous natural mortality at age a , S_a is the selectivity at age and F_t is the mean fishing mortality by year.

2.3.1 Data and assumptions

Data sources

The main sources of data directly used in the conditioning of both OMs and the scenarios for future projections are:

- Survey indices for the combined gears (beam trawl and electrotrawl) over the period 1995-2019 for bream and the beam trawl only over the period 1992-1995 for roach. Both abundance estimates per age class and biomass estimates for juveniles and for adults⁹.
- Total landings and discards over the period 1995-2019 (bream) and 1992-2019 (roach)
- Samples of length distribution in the catches
- Abundances at length, together with length samples, and estimates of age and maturity collected both during the surveys and during market sampling
- Estimates of the annual biomass removals due to the predation by the birds.

Biological parameters

Values of natural mortality have been assembled from the literature (Lammens *et al.* 2004 for bream, Goldspink 1979 and Otjacques *et al.* 2015 for roach), combined with expert knowledge on the biology of the IJsselmeer populations. A maturity curve has been fitted to available data on maturity at length and age. Weight at age has been determined by fitting growth models to from the data collected from the lake. These values are assumed to remain constant in time, as there is almost no information on changes in growth or predation in time (figure B.2.1).

⁹ The 1992-1994 data collected with the electro trawl is deemed unreliable for both species. For bream, due to low survey catches since 2006 (see Tien *et al.* 2020), a time series based on the catches of both gears was deemed more representative and thus the time series starts in 1995. Roach is caught in high numbers in the beam trawl throughout the time series, and thus only the beam trawl survey was used, but for a longer period; 1992-1995

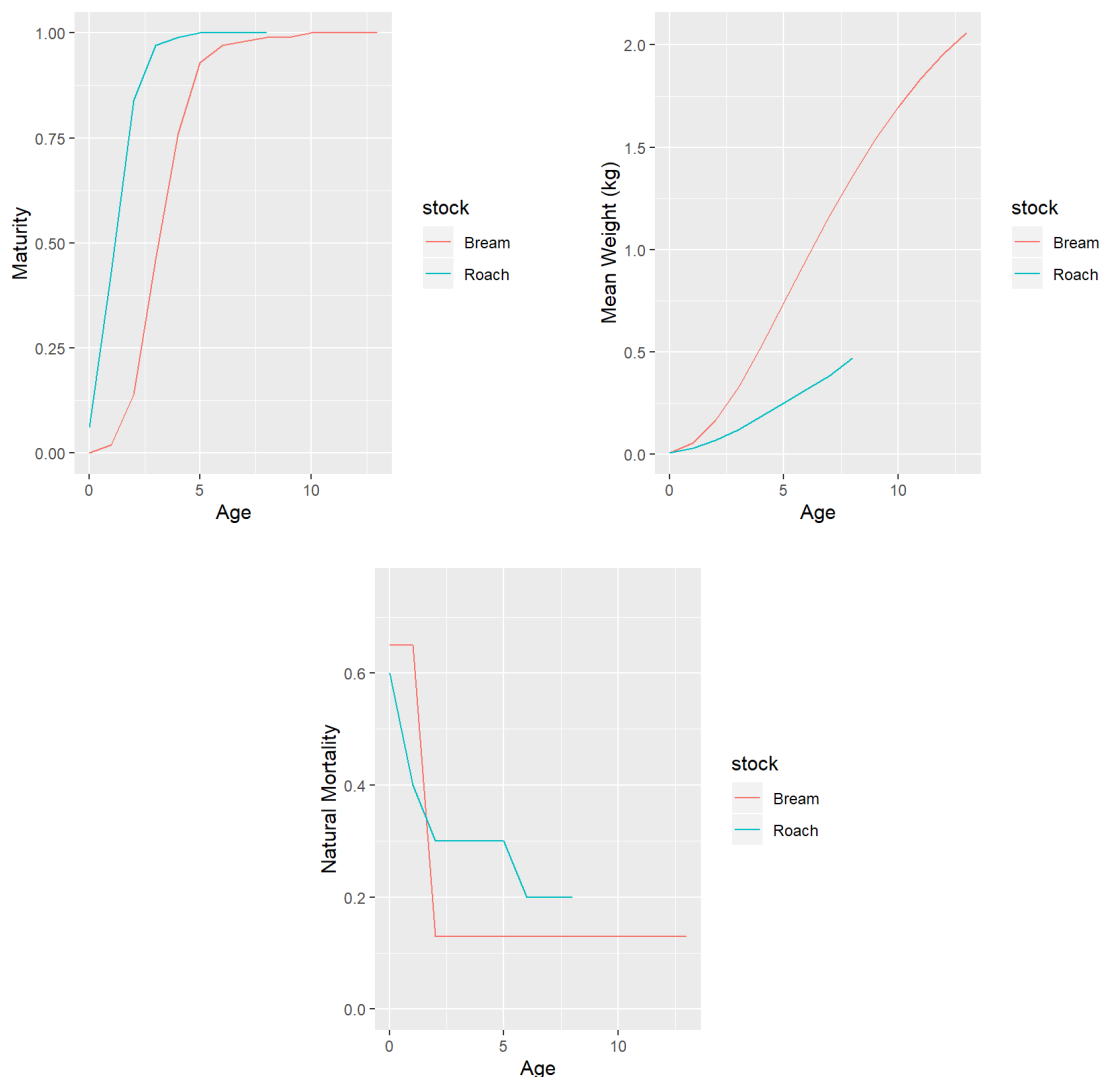


Figure B.2.1 Natural mortality-at-age, proportion of individuals mature-at-age and mean fish weight-at-age used in the OM for bream and roach.

Selectivity patterns for the fishery, the survey and the removals by the birds

Bream

Based on the length frequency distribution of the fish caught both in the survey and by the commercial fleet, a selectivity at length model was inferred, assuming what underlying population length distribution should be expected. The selectivity model is a combination of a sigmoid curve for the ascending part of the selection curve, with a (right-)half Gaussian probability density function plus a minimum level at larger sizes for the descending part (figure B.2.2). The selectivity at age was then obtained by taking the selectivity at length corresponding to ages 0 to 13, obtained using a Von Bertalanffy growth model fitted on the bream data.

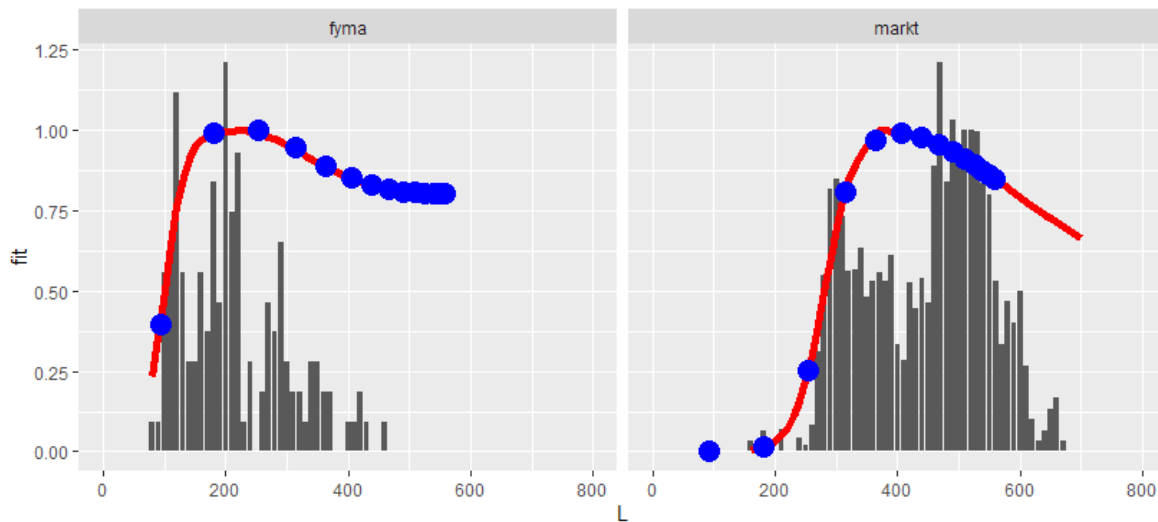


Figure B.2.2 Bream selectivity-at-length (red curves) for the survey (fyma) and the commercial fleet (markt) inferred from the catches length frequency distribution (grey bars), and selectivity of ages 0 to 13 (blue dots).

Selectivity of the “birds” fleet was based on the proportion of removal per bird species and the respective prey length range for each species, which was used to compute a selectivity at length for all the species combined, which was finally converted into selectivity at age. The resulting selection pattern (figure B.2.3) indicates that bird predation is highest on age 0 bream and quickly decreases with age to reach negligible levels for age 4 bream.

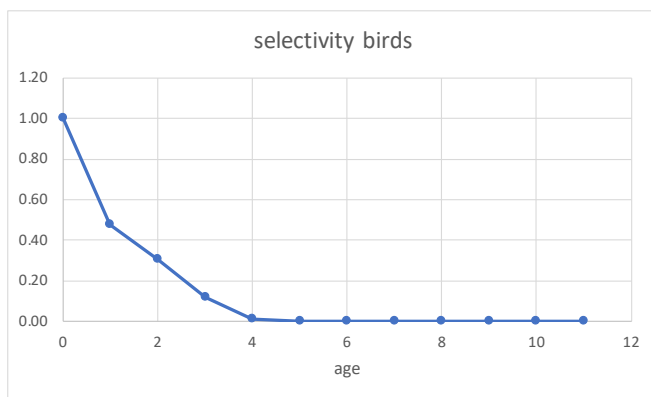


Figure B.2.3 Selectivity of the birds' predation on bream.

Roach

A similar approach to bream was employed for roach. The selectivity at age was obtained by taking the selectivity at length corresponding to ages 0 to 13, obtained using a Von Bertalanffy growth model fitted on the roach data for both the survey ('fyma', figure B.2.4 left) and the commercial fleet ('markt', figure B.2.4, right). The resulting selectivity curves are shown in figure B.2.5. For the commercial fleet selectivity, the initial estimations (blue line in figure B.2.5) underestimated age 4 and 5 so these were adjusted (orange line in figure B.2.5). This adjustment in order to reflect the catch composition of the gillnet fisheries more realistically and was derived empirically by comparing catch at age composition from the model and 2016-2019 data (figure B.2.15).

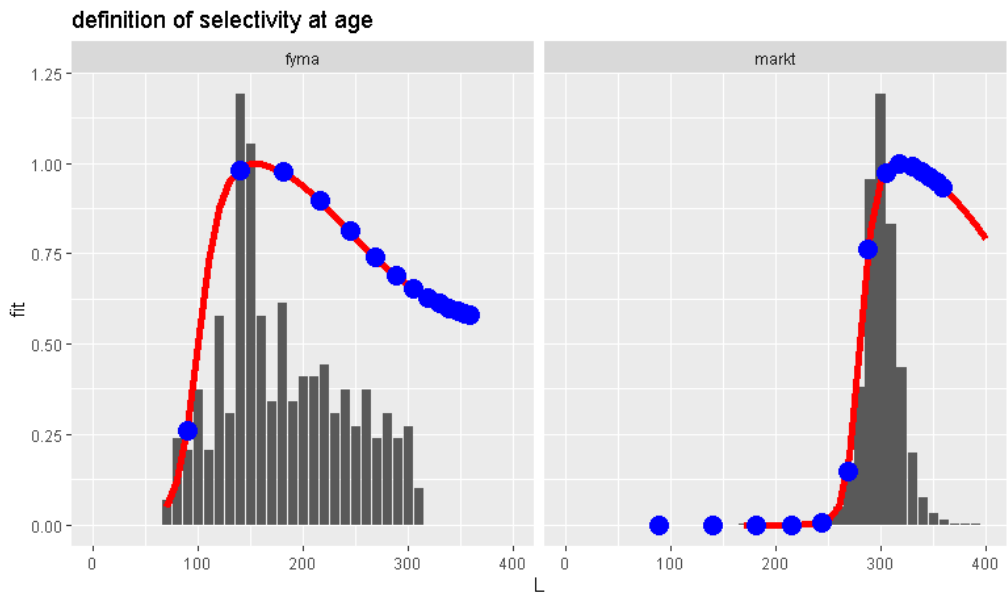


Figure B.2.4 Roach selectivity-at-length (red curves) for the survey (fyma) and the commercial fleet (markt) inferred from the catches length frequency distribution (grey bars), and selectivity of ages 0 to 13 (blue dots).

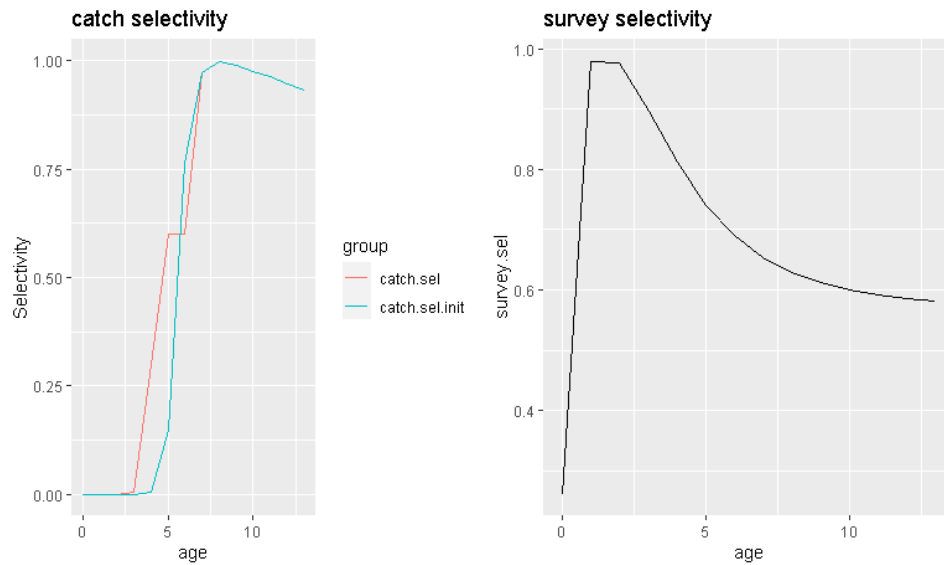


Figure B.2.5 Roach survey and commercial catch selectivity.

The selectivity of the “birds” fleet was derived similarly to breem. The resulting selection pattern (figure B.2.6) indicates that bird predation is highest on age 0 and quickly decreases to a 0 level for age 5 roach.

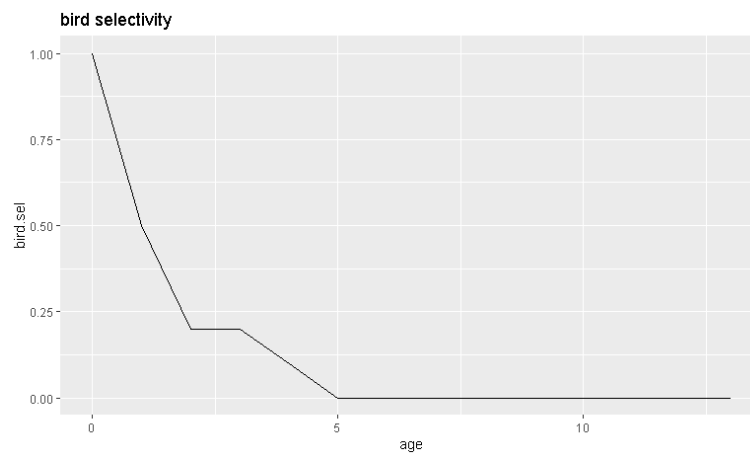


Figure B.2.6 Selectivity of the birds populations preying on roach.

2.3.2 Simulator configuration

Virgin population and initial depletion level

No deviation from the method used for perch and pike perch. Values of the minimum carrying capacity were calculated for bream and roach (see appendix 1, 6679t and 5768t respectively)

Projection to stock biomass and recruitment series

For the construction of the perch and pikeperch OMs, the initial population-at-age constructed from a random pool of virgin biomass and depletion levels were projected for the estimated total catches (as the sum of reported landings, estimated discards and calculated bird predation) by year for the 1992-2019 period. For bream and roach, there is a higher uncertainty on the reported landings (appendix 1), so it was not considered form a solid basis on which to base the projection of the OM of both stocks over the historical period.

The projection of the OM for bream and roach over the historical period was primarily based on the adult biomass indices from the survey. These indices show a strong temporal decrease in biomass for both species (figure B.2.8). Such a temporal trend is unlikely to be caused by long term changes in the survey catchability (see also appendix 4 in Tien *et al.* 2017), and is believed to be representative of the trends in stock biomass. The indices for both stocks also show strong interannual variations, which are not compatible with the expected dynamics in SSB of relatively long lived species as bream and roach, and can only be interpreted as being part of the survey uncertainty. Therefore, a smoothed (loess, 0.75 span) version of adult abundance indices (figure B.2.8 (a) and (b), blue lines) was used to project the stocks in the historical period. For these projections, the yearly proportional change in survey index was used to impose the yearly changes in the trajectory of the spawning stock biomass (SSB). For both bream and roach these proportional changes are shown in figure B.2.8(c) and (d).

For roach, the reconstruction of the historical stock trajectories was further constrained using the catch time series (B.2.7). Two time periods characterized by different levels of uncertainty were defined: 1992-2007 (high uncertainty), 2008-2019 (low uncertainty). In order to investigate the effect of the catch uncertainties, two OMs were derived:

- Base OM constrained by the following:
 - SSB trend following the yearly proportion change of the smoothed adult biomass index (figure B.2.8 (d))
 - Catches in the 2008-2019 period bounded to +/-20% of the catch time series (figure B.2.7)
- Alternative OM constrained by the following:
 - SSB trend following the yearly proportion change of the smoothed adult biomass index
 - Catches in the 2008-2019 period bounded to +/-20% of the catch time series
 - 1995-2007 period bounded between +50% of the maximum reported landings and -50% of the minimum reported landings (B.2.7, red shared area).

The base OM was chosen so that it relied on the most accurate data (survey index, 2008-2019 catch data). The data between 1992 and 1994 were also not included in the alternative OM, because of the doubtful low uncertainty and low catch level relative to the maximum catch data reported in 1995. It is important to note that though the historical projections are based on both stock biomass trends and catch levels, they are not limited by either of the series and result in trajectories that best explain both sources of data. This approach differs from bream where only a constraint on SSB trends was used. This was motivated by the larger trend variability in catches observed for roach.

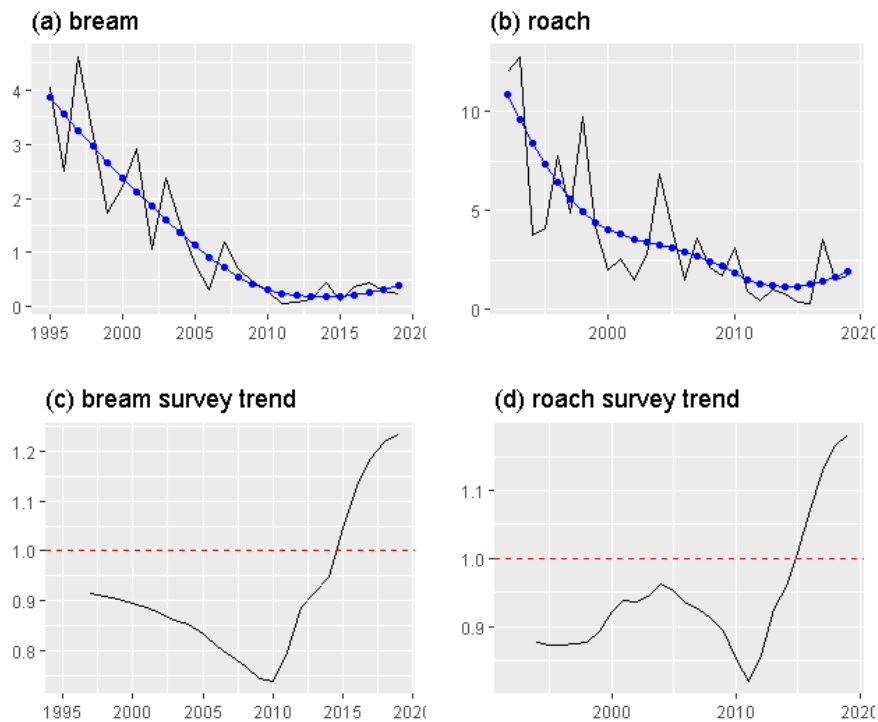


Figure B.2.8 Adult survey indices and survey trends for breem and roach. (a) and (b): adult survey indices time series for breem (a) and roach (b), black lines. For each species, a loess smoothing with a 0.75 span (blue line) was used to infer long term trends that were further used for the reconstruction of stock trajectories. (c) and (d): proportional change of the adult survey indices smoothed. A value below 1 reflects a relative decrease whilst a value above 1 corresponds to a relative increase.

As for perch and pikeperch, estimates of age-0 stock abundances (B.2.9) obtained from the survey are used to derive annual deviations in recruitment from the assumed stock-recruits relationship. In the case of breem, for which there is a general decrease in stock size over the historical period, exploratory runs were first conducted without recruitment deviations from the stock-recruitment model. The resulting recruitment time series (as generated by the assumed stock-recruitment model) showed a continuous decreasing trend, and was very similar to the overall trend observed in the recruitment index from the survey (B.2.8 (a)). Since most of the trend in the recruitment index for breem is already reproduced in the OM by the mechanics of the assumed stock-recruitment relationship, it was decided that only short term variation in the recruitment index of the survey should be used to generate the deviations from the stock-recruitment model to be applied to the trend in recruitment in the past period in the OM. Therefore, the long term trend (obtained by applying a smoother) was first removed from the recruitment index and the calculation of the deviations to be used in the OM was based on this de-trended index. This approach was also employed for roach to generate recruitment deviates as the variability in recruitment is high and a time varying reference for the deviations is more suited.

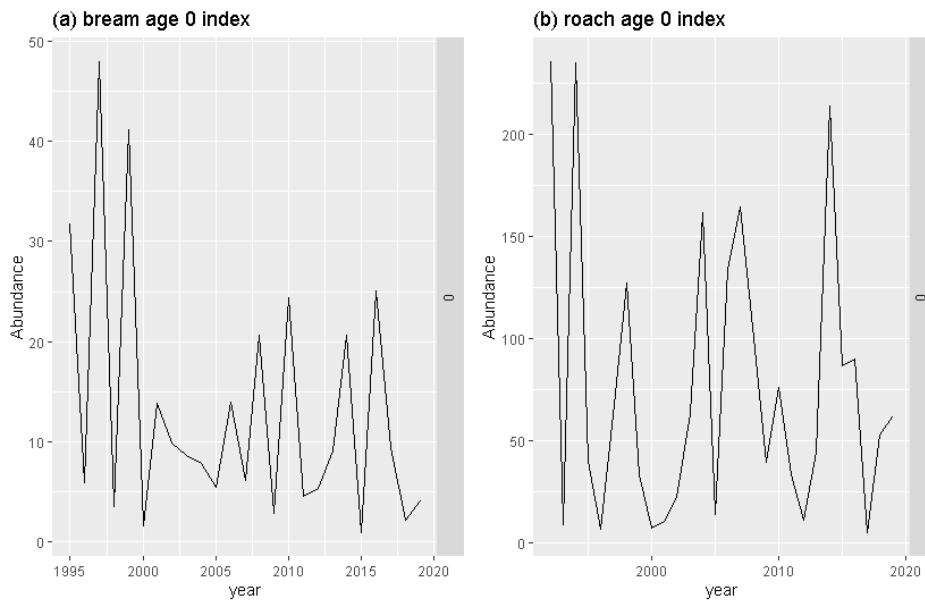


Figure B.2.9 Age 0 survey indices for bream (a) and roach (b). These were used for the computation of the recruitment deviates.

Feasible trajectories

From the stock trajectories generated after projecting the initial set of stock dynamics based on SSB, those deemed feasible are selected (Bentley & Langley, 2012). For perch and pikeperch, the criteria used to select feasible trajectories was that simulated catches should be equal to or larger than the reported catches in each year of the historical period. Given the higher uncertainty in the commercial landings for bream and roach, a different criteria was applied.

For bream, the reported landings before 2005 very likely did not include many catches of live fish, and should therefore be considered as a minimum value (appendix 1). Based on a gross estimate provided by the sector, a maximum landings time series was also computed. Both series differed only for the years prior to 2006. The selection of the feasible trajectories for bream was based on the following criteria:

- Between 1995 and 2005 : in all years modelled catches should be between the minimum and the maximum historical landings plus the estimated birds removals of bream.
- Between 2006 and 2014 : modelled catches should be between +/-100% of the reported landings plus the estimated birds removals of bream.
- Between 2015 and 2019 : modelled catches should be between +/-50% of the reported landings plus the estimated birds removals of bream.

In contrast to bream, where catch data were used to filter feasible trajectories, the historical projections for roach already included constraints on catches (see above). This resulted in stock trajectories that followed the catch data. It is important to note the projections did not result in trajectories that strictly followed the catch or SSB constraints. This is because the optimization process seeks the best explanation in accordance to the underlying equations driving the population dynamics. In some instances, the SSB trajectory and absolute catch levels could only be reconciled poorly. For this reason, it was necessary to filter the resulting stock scenarios.

Because of the high uncertainties on the catches, the filtering was based on the SSB trends as follows:

- The yearly SSB proportional change should not be higher than 20% of the survey-based value (figure B.2.10 upper bound)
- The yearly SSB proportional change should not be lower than 20% of the survey-based value (figure B.2.10 lower bound)

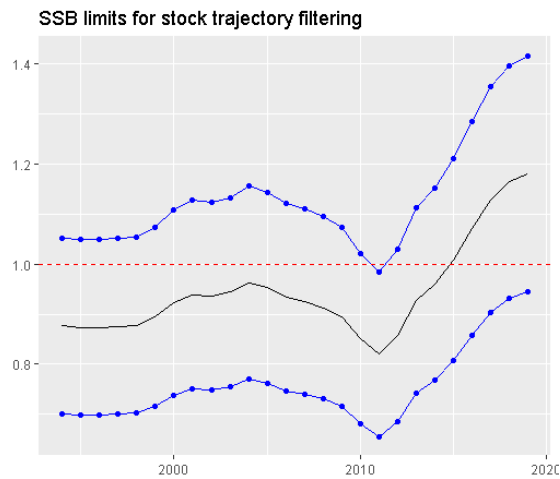


Figure B.2.10 Roach target SSB yearly change (black line) and lower and upper bounds (blue lines) used to filter feasible trajectories.

2.3.3 Results

Bream

The OM for bream obtained from the conditioning procedure is presented in figure B.2.11. The projections done on the basis of the smooth adult biomass survey index and the trend in the SSB of the OM successfully reproduce the one of the index. The recruitment deviations added on top of the stock recruitment relationship result in a modelled recruitment time series that was very similar to the recruitment index from the survey. The selection of the trajectories based on the catches resulted in catches mainly halfway between the minimum and maximum historical series before 2005, slightly above the historical series between 2006 and 2013, and close to the historical series afterwards.

This OM gives the overall perception of a bream stock that has decreased continuously between 1995 and 2010 due to an increase in fishing mortality to levels much higher than F_{MSY} . The stock appears to remain currently at low level, and the fishing mortality has decreased substantially, but remains higher than F_{MSY} .

The feasibility selection maintained those runs with medium values of carrying capacity when applied to bream, with a mode at 20 000t (figure B.2.12). The depletion rate is also selected with lower values (around 30%) representing the mode of the selected values. Higher steepness values appear to be unlikely.

As an a posteriori reality-check of the OM, the age composition in the modelled catches was compared to the commercial landings age composition derived from market sampling data. Overall there was a good correspondence (figure B.2.13) between model and observations, except for age 0 (modelled catches also represent removals by the birds, while the data represents only the commercial fishing). This good agreement is an indication that the model provides a good representation of the demographic structure of the population and of that the selectivity vectors used are appropriate.

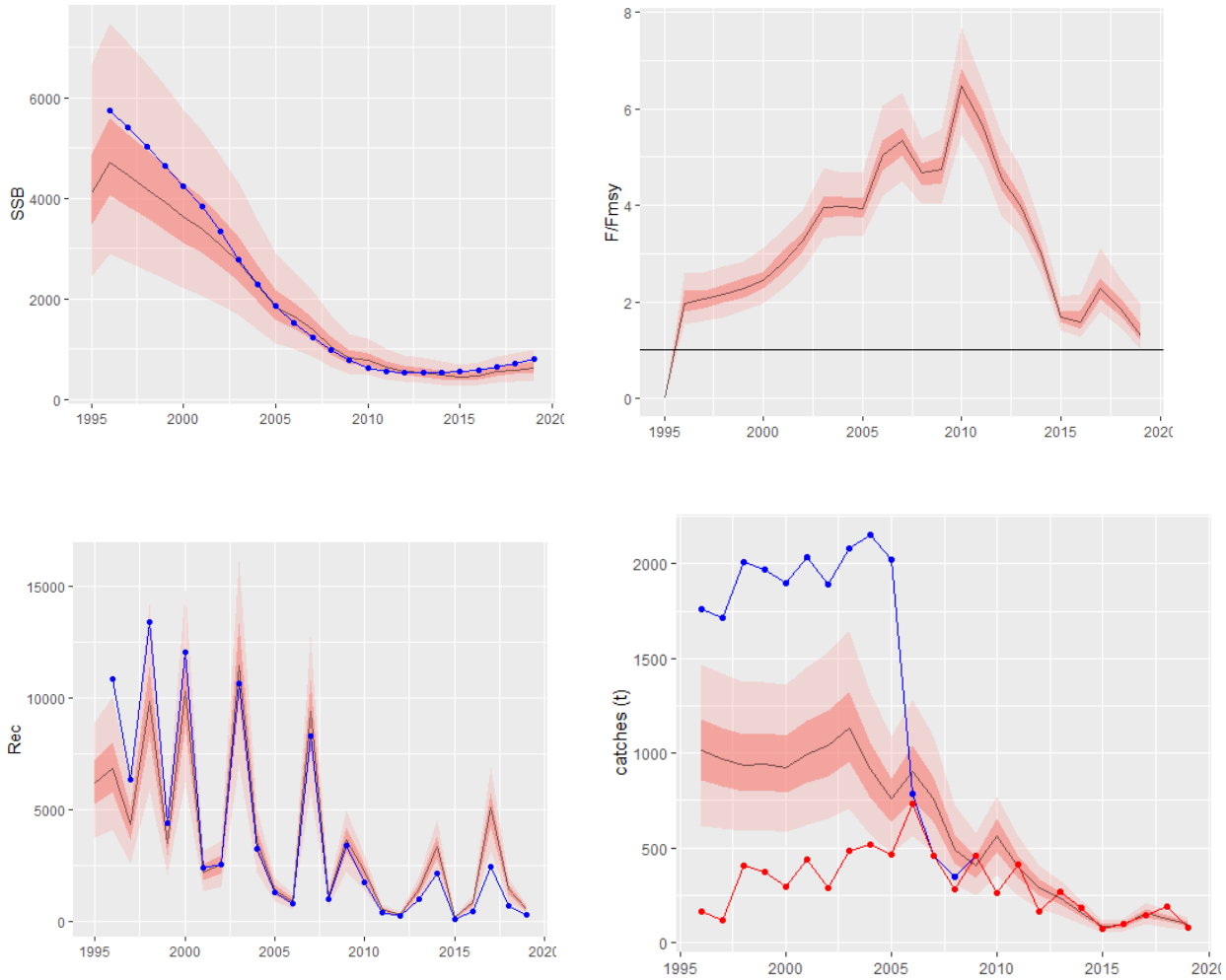


Figure B.2.11 Dynamics of the spawning stock biomass (SSB), catch, recruitment (Rec), ratio of F over F_{MSY} and catches obtained for the conditioned bream OM for the 1995-2019 period. The black central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.10-0.90 quantiles (80% probability). SSB shows the smooth adult biomass index (in blue) used to project the OM, Recruitment shows the survey recruitment index and Catch (t) shows the minimum and maximum time series of catches (red and blue respectively).

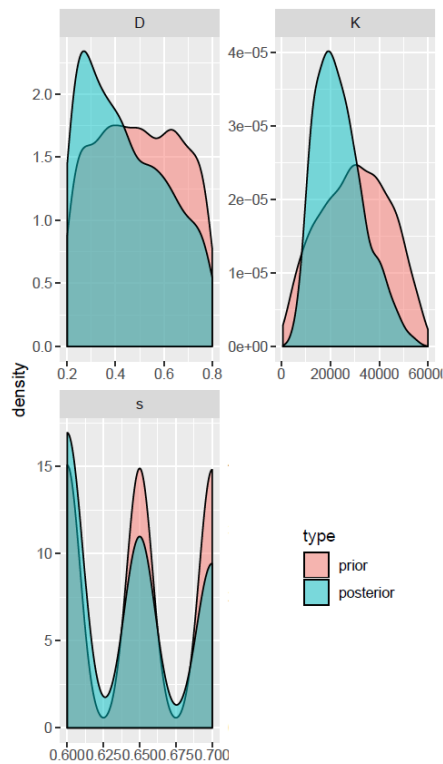


Figure B.2.12 Distribution of the carrying capacity (K), initial depletion level (D) steepness in the stock-recruitment relationship (s) before (prior) and after (posterior) the feasibility selection of OM runs for bream.

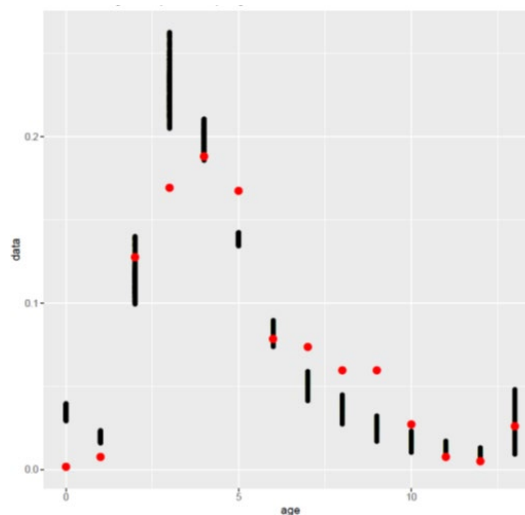


Figure B.2.13 Modelled catch proportions at age (black dots) and commercial landings proportion at age over the years 2016-2018 (red dots).

Roach

Base OM: SSB trajectory and 2008-2019 catches constraints

The base OM for roach is conditioned based on SSB trajectory and absolute catch levels from 2008 to 2019. The overall results of the historical trajectories are presented in figure B.2.14. The SSB trend and recruitment followed the set targets satisfactorily (figure B.2.14 (a) and (c)). Catch levels from 2008 to 2019 were used to constrain the projections and in this time period there is only small deviations from reported landings (figure B.2.14 (d)). Catches deviate more strongly prior to 2008, especially around 2000 where catch predictions are very high, resulting in large uncertainties in this time period. It is important to note that the uncertainty surrounding the landing data prior to 2008 is large.

The filtering of the feasible trajectory is exemplified in figure B.2.15 with the comparison of the prior and posterior distributions for the carrying capacity, depletion level and stock-recruitment steepness. It can be observed that most of the selected trajectories lie around 6000t for K , similar to the prior generated for the

carrying capacity of the stock. Initial stock depletion and the steepness of the stock-recruitment relations are not selected in a particular way, given the available information of the time series.

The estimated catch at age composition was used to empirically adjust the catch selectivity from the initial estimation using the Von Bertalanffy growth model. With the adjusted selectivity (figure B.2.5) the resulting catch composition compares favorably to those measured over the period 2016-2019 (figure B.2.16 (a)). Figure B.2.16 (b) shows that the catch composition is variable through time, reflecting sporadic recruitment for roach (figure B.2.16 (c)).

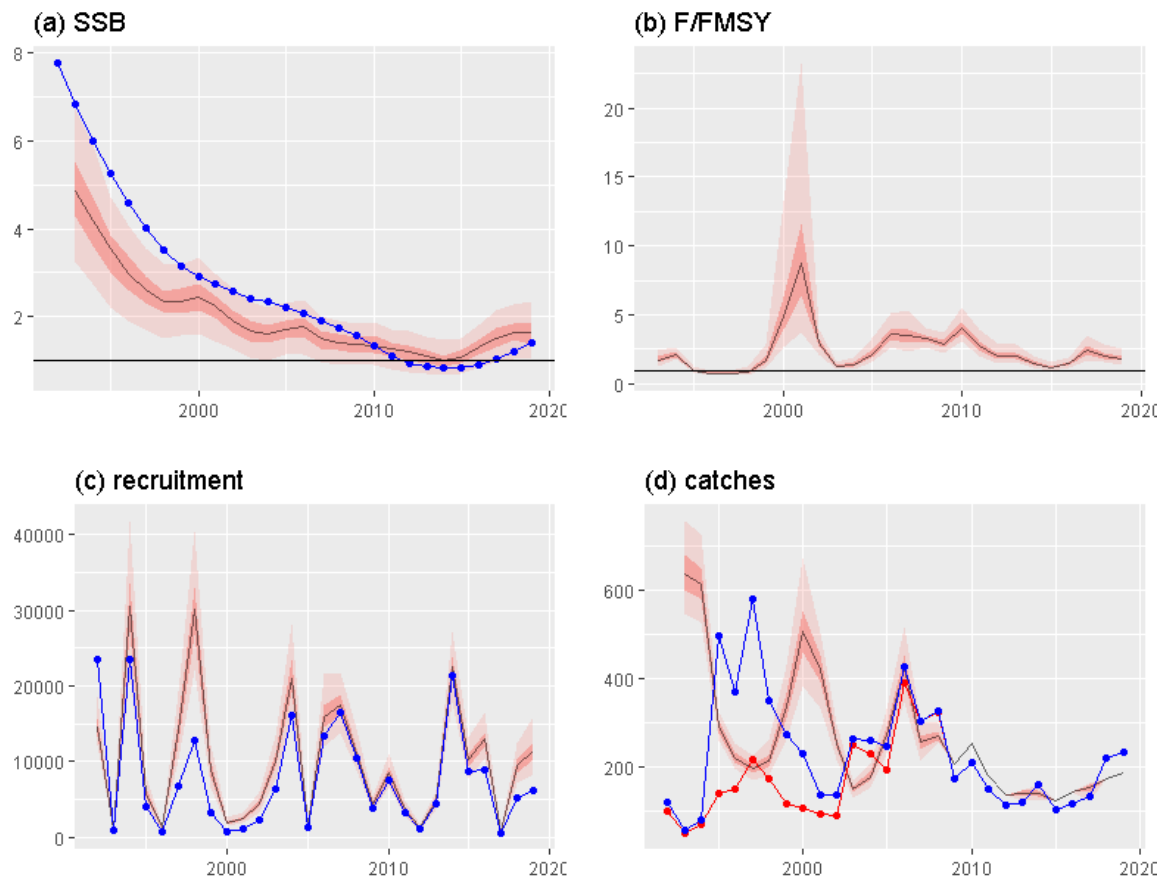


Figure B.2.14 Dynamics of the spawning stock biomass (SSB), catch, recruitment (Rec), ratio of F over F_{MSY} and catches obtained for the base roach OM for the 1995-2019 period. The black central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.10-0.90 quantiles (80% probability). SSB shows the smooth adult biomass index (in blue) used to project the OM, Recruitment shows the survey recruitment index and Catch (t) shows the minimum and maximum time series of catches (red and blue respectively).

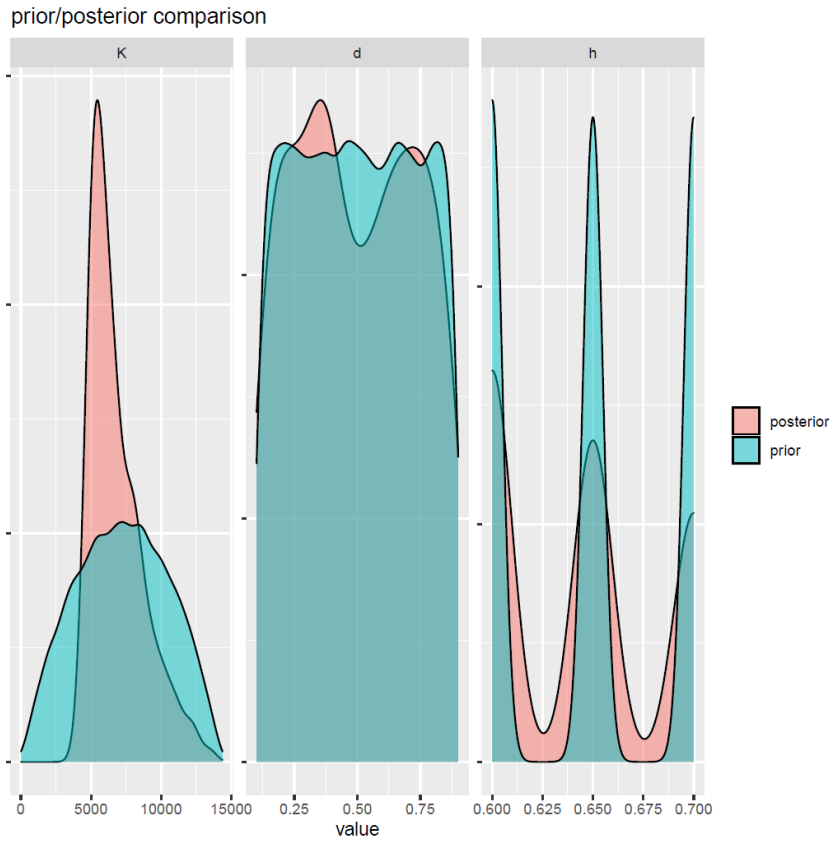


Figure B.2.15 Base OM results for the roach density distribution of the prior and posterior (i.e. selected as feasible trajectories) for the initial depletion rate (D), carrying capacity (K) and steepness of the Beverton and Holt stock recruitment model (s).

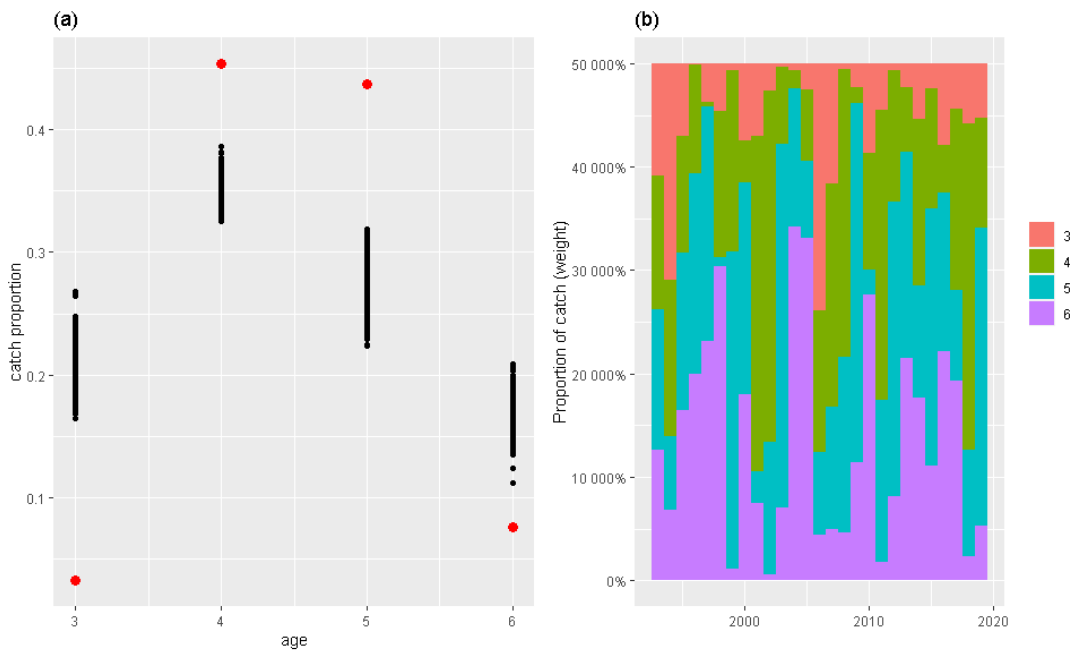


Figure B.2.16 Roach catch composition (age 3-6) for the base OM. (a) comparison of 2016-2019 estimated (black dots) and measured (red dots) catch composition. (b) estimated historical catch composition.

Alternative OM: SSB trajectory and 1995-2019 catches constraints

The difference between the base and alternative OMs is the use of the 1995-2007 catch time series to further constrain the historical projections. These data were not used in the base OM because of the surrounding uncertainties prior to 2007 (data available only from the auctions). The resulting trajectories for the alternative OM are shown in figure B.2.17. In contrast to the base case, SSB trajectories increase in recent years, therefore producing a more optimistic initial scenario for the MP tuning. The fishing pressure is at similar level apart from the 2000s which had much higher uncertainty bounds in the base case. This is reflected in the estimated catches in this period that are lower by $\sim 200t$.

The filtering procedure for this OM selects a very narrow range for carrying capacity (figure B.2.18), meaning only a small subset of the K prior can explain the combination of SSB trends and catch levels. Furthermore, the filtering is more restrictive than the base case with a higher number of trajectories being filtered out. Similarly to the base case, there is not particular subsets of initial stock depletion and steepness of the stock-recruitment that are selected.

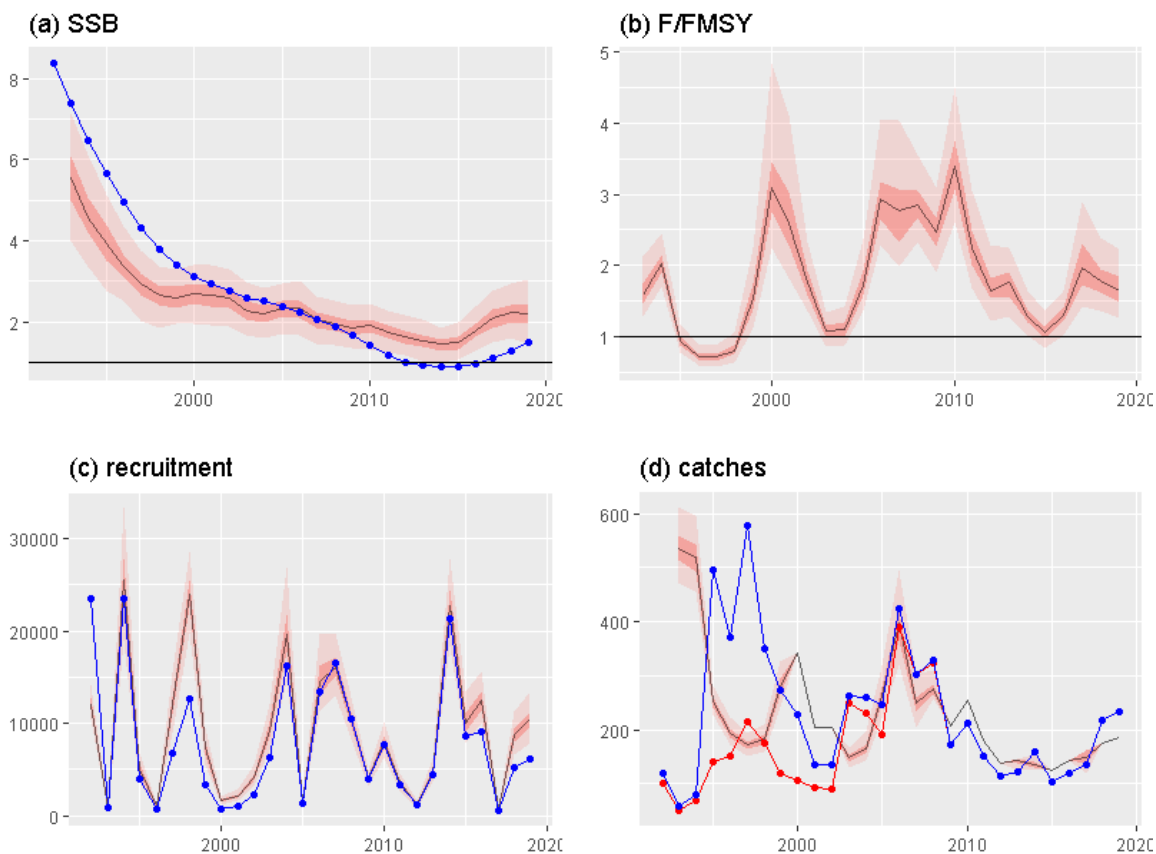


Figure B.2.17 Dynamics of the spawning stock biomass (SSB), catch, recruitment (Rec), ratio of F over F_{MSY} and catches obtained for the alternative roach OM for the 1995-2019 period. The black central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.10-0.90 quantiles (80% probability). SSB shows the smooth adult biomass index (in blue) used to project the OM, Recruitment shows the survey recruitment index and Catch (t) shows the minimum and maximum time series of catches (red and blue respectively).

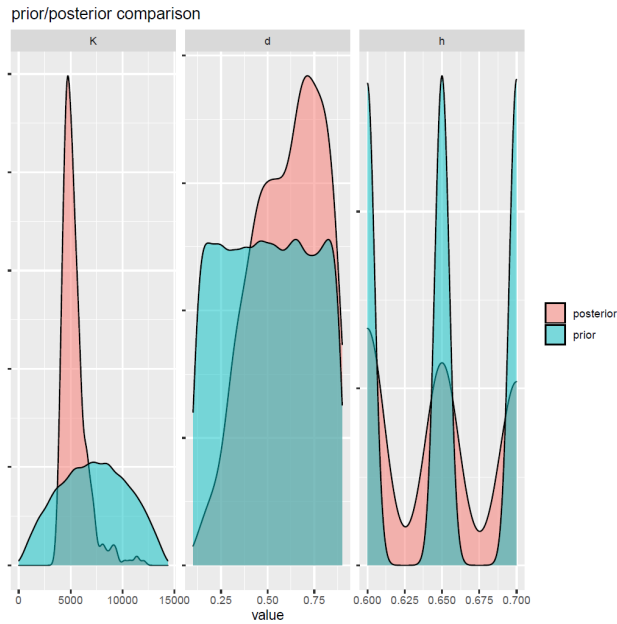


Figure B.2.18 Alternative OM results for the roach density distribution of the prior and posterior (i.e. selected as feasible trajectories) for the initial depletion rate (D), carrying capacity (K) and steepness of the Beverton and Holt stock recruitment model (h).

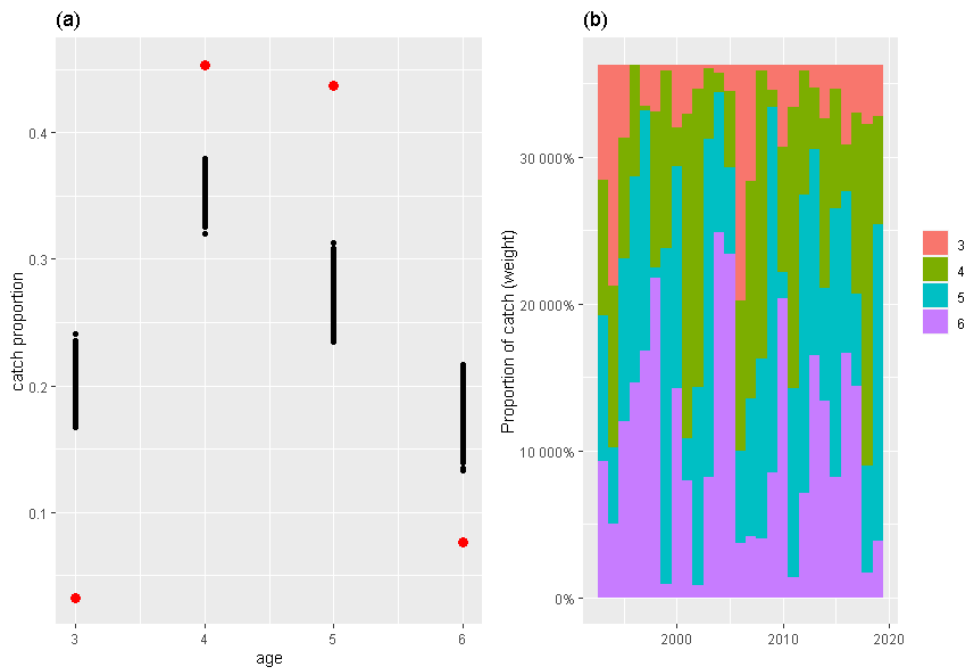


Figure B.2.19 Roach catch composition (age 3-6) for the alternative OM. (a) comparison of 2016-2019 estimated (black dots) and measured (red dots) catch composition. (b) estimated historical catch composition.

2.4 Management procedures

The management procedures tested for bream and roach were the same as for perch and pikeperch.

2.4.1 Tuning

All performance indicators were the same as defined for perch and pikeperch. The tuning of the MPs was also carried out in the same way as for perch and pikeperch. Two strategies were used again, with distinct objectives, namely 1) achieve an F_{MSY} situation in 2027 ('MSY strategy'), and 2) being within safe biological limits by 2027 ('Blim strategy'). Regarding the second strategy, the criteria used for the tuning for bream had to be adjusted compared to the other species: given the low biomass at the start of the simulations, none of the MPs could be configured to achieve a probability of $B < B_{lim}$ of 5% for the period 2026-2028. The risk level had to be increased to 12%. The tuned MPs based on this criteria can therefore not be considered precautionary, as they will lead to a risk for being below B_{lim} larger than 5%. However, they provide an illustration of how these management strategies can be configured to achieve stock recovery as soon as possible.

2.4.2 Comparison of MP performance

Results on the performance of the MPs presented are summarized using a series of figures. First, boxplots compare the distribution of values of the selected performance indicators across different MPs. The central line shows the median, colored boxes show the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the external lines represent the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Second, the trade-off plots show the relationship between one performance indicator, in this case mean catch, and the other four. Here, the lines cover the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Finally, time series are presented for the multiple indicators where the top panel shows the yearly values in the historical period, and each of the bottom panels the values in the projection period for each of the MPs. Here the central lines show the median, the darker shade or red the 0.25-0.75 quantiles (50% probability), and in lighter shade of red the 0.05-0.95 quantile (90% probability).

Bream

In the case of bream, exploratory runs were conducted to investigate the capacity of the stock as modelled in the OM to recover from its low current state under two scenarios: constant exploitation at $F = F_{MSY}$, and closure of the fishery, both starting in 2020. The results indicate that even in absence of fishing, the stock as currently modelled is unlikely to recover to safe biological limits in the horizon 2026-2028 (risk of $B < B_{lim}$ remains higher than 5% until 2028, figure B.2.20). Exploiting the stock at F_{MSY} would further delay the recovery of the stock (first year with $p(B < B_{lim}) < 5\%$ in around 2034).

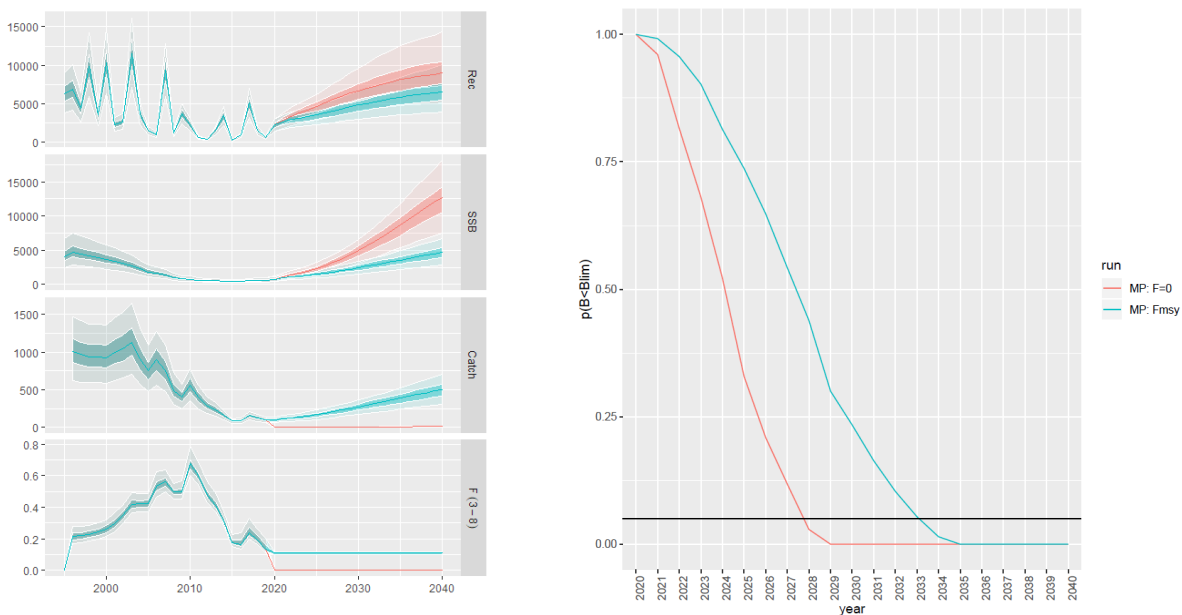


Figure B.2.20 Projection of the bream OM applying $F=0$ (red) and $F=F_{MSY}$ (blue) starting in the year 2020 (left) and corresponding risk of being below B_{lim} for each year (right).

The MPs resulting of the tuning procedure differ greatly depending on the objective that is pursued. If the main goal is to rebuild the stock to above safe biological limits (Blim strategy), meeting the criteria used (achieving the 12% probability of $B < B_{lim}$) requires a drastic reduction of the fishing mortality and nearly no catches (figure B.2.21). Only in the case of the lbsprBlim rule a small catch can be taken (around 20t). Conducting the tuning of the MPs aiming for a 50% chance of being at F_{MSY} , leads to a 50% chance of remaining below save biological limits in the period 2026-2028 for the 3 tuned MPs (mlcMSY, lbsprMSY and cpueMSY). The corresponding catches are close to 200t (slightly higher for mlcMSY, and substantially more variable for cpueMSY). The tuned MPs for both strategies lead to a biomass available to the birds that is above the target (2017 value) by a factor of 2 to 2.5 for the MPs tuned using the MSY strategy and of just above 3 for the MPs tuned using the Blim strategy. Biomass weighted mean length is larger for the MPs tuned using the Blim strategy than for the MPs tuned using the MSY strategy (44.5cm and between 42.5 and 43cm respectively).

For most indicators in figure B.2.22, the MPs appear divided by tuning objective, as could be expected. Median values obtained for the exploitation (F/F_{MSY}) and status (B/B_{MSY}) indicators align with the tuning criteria (i.e. 12% risk of being below B_{lim} when tuning for B_{lim} and 50% chance of $F < F_{MSY}$ when tuning for F_{MSY}). There is very little contrast between the 3 MPs when tuned for the B_{lim} criteria (mlcBlim, lbsprBlim and cpueBlim), except for a slightly larger catch for the lbsprBlim rule, combined with a slightly higher F but no marked difference in the other indicators. There is more contrast between the MPs tuned using the F_{MSY} criteria (mlcMSY, lbsprMSY and cpueMSY). The mlcMSY rule leads to higher catches (with lower uncertainty) and a slightly larger stock. The lbsprMSY rule, on the opposite, leads to smaller catches, combined with a smaller stock. The indicators for the cpueMSY have intermediate values with, however, a substantially higher uncertainty for the mean catch indicator.

Achieving the fastest possible recovery (i.e. tuning using the Blim strategy) leads to MPs that reduce the fishing mortality as fast as possible to achieve the criteria of 12% probability of being below B_{lim} in 2026-2028. In order to achieve this fast reduction of the fishing mortality, the coefficients to be used in each MPs have extreme values (table B.2.1). In the case of the mlcBlim rule, such a reduction is achieved by using an (unrealistically) high target mean size of 90cm. In the case of the cpueBlim rule, it is achieved by using a very high target index value of 13.08t (compared to a value of 1.15t on average over the historical period). Finally, for the lbsprBlim rule, this reduction of catches is achieved by using a low maximum yield (20t) in the 40/10 rule. There are relatively little differences in the future indicators trajectories between these 3 MPs (figure B.2.23 to figure B.2.26), except for the lbsprBlim rule that operates a quicker initial reduction of the catch which allows for a small catch can be taken while the mlcBlim and cpueBlim rules result in a zero catch.

The MPs tuned to achieve 50% probability of being at F_{MSY} (mlcMSY, lbsprMSY and cpueMSY) result in distinct future trajectories. In all cases, the biomass increases continuously between 2019 and 2030, although at a slower rate that when tuning based on the Blim strategy. In the case of the lbsprMSY rule, the catch has an initial increase and then decreases and increases again to a relatively constant level after 2023. This level is around 150t lower than the maximum yield used in the 40-10 rule. This is explained by the fact that the SPR value estimated by LBSPR is most of the time lower than 40%. The resulting F trajectory is mainly above or close to F_{MSY} with a decrease below F_{MSY} in the last 3 years. In contrast, the cpueMSY and mlcMSY rules lead to a reduction of the fishing mortality below F_{MSY} in the first years of the simulation, and an increase above this level for the last years. The corresponding catches are initially lower than for the lbsprMSY rule, but increase continuously and become higher than in the lbsprMSY rule in the second part of the simulation period.

Table B.2.1 Management procedure parameters obtained after tuning for bream.

Management procedure	Tuning strategy	Parameter tuned
CPUE	F_{MSY}	Target survey index value (biomass of age 0-2)= 0.31 t
CPUE	B_{lim}	Target survey index value (biomass of age 0-2) = 13.08 t
Mean Length in the Catch	F_{MSY}	Catch scaler = 35.5
Mean Length in the Catch	B_{lim}	Catch scaler = 90
LBSPR/40-10 rule	F_{MSY}	Max Yield = 322 t
LBSPR/40-10 rule	B_{lim}	Max Yield = 20 t

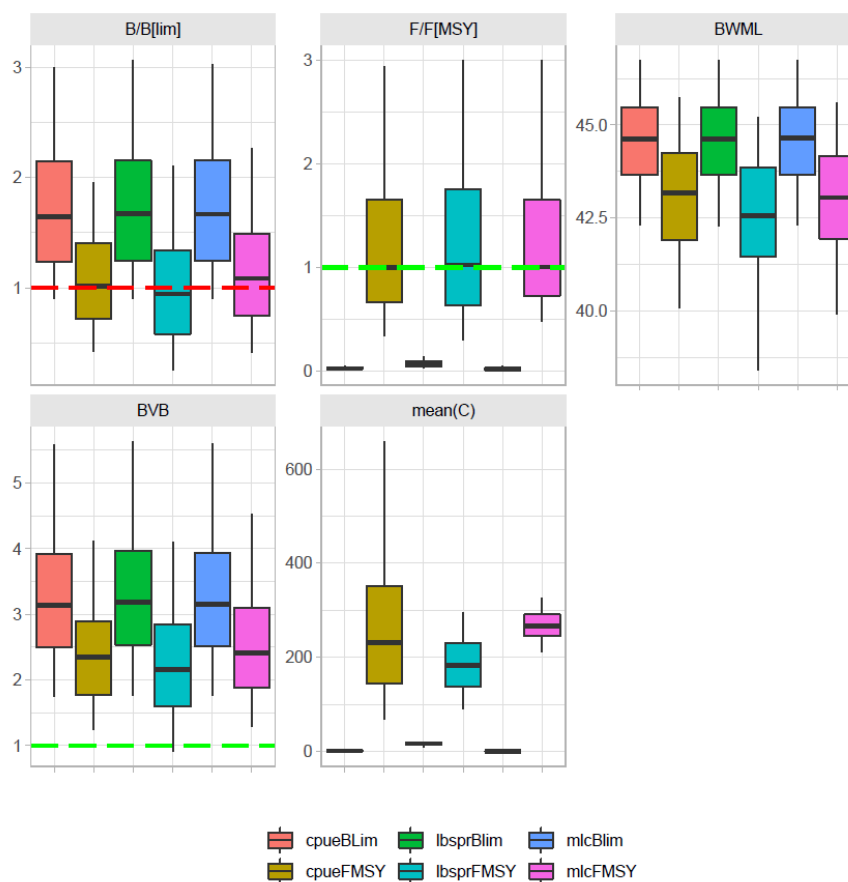


Figure B.2.21 Boxplots of the performance for all management procedures applied to the bream stock OM along five indicators: stock biomass over B_{lim} (B/B_{lim}), fishing mortality over F_{MSY} (F/F_{MSY}), biomass-weighted mean length (BWML), bird vulnerable biomass over that in the 2017 reference year (BVB) and mean catch of the fishing fleet ($mean(C)$). Dashed horizontal lines represent the various reference values (green) or lower limits (red).

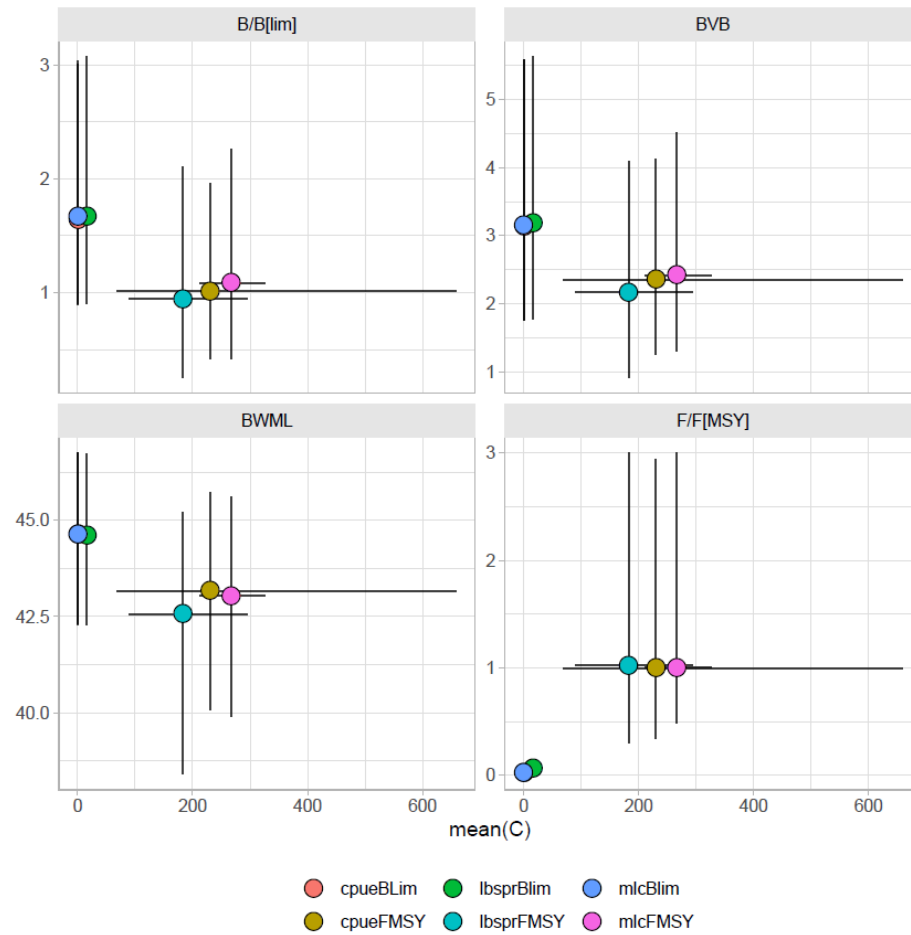


Figure B.2.22 Trade-offs between catch and the four other performance indicators for all management procedures applied to the bream stock OM along five indicators: stock biomass over B_{lim} (B/B_{lim}), bird vulnerable biomass over that in the 2017 reference year (BVB), biomass-weighted mean length (BWML) and fishing mortality over F_{MSY} (F/F_{MSY}).

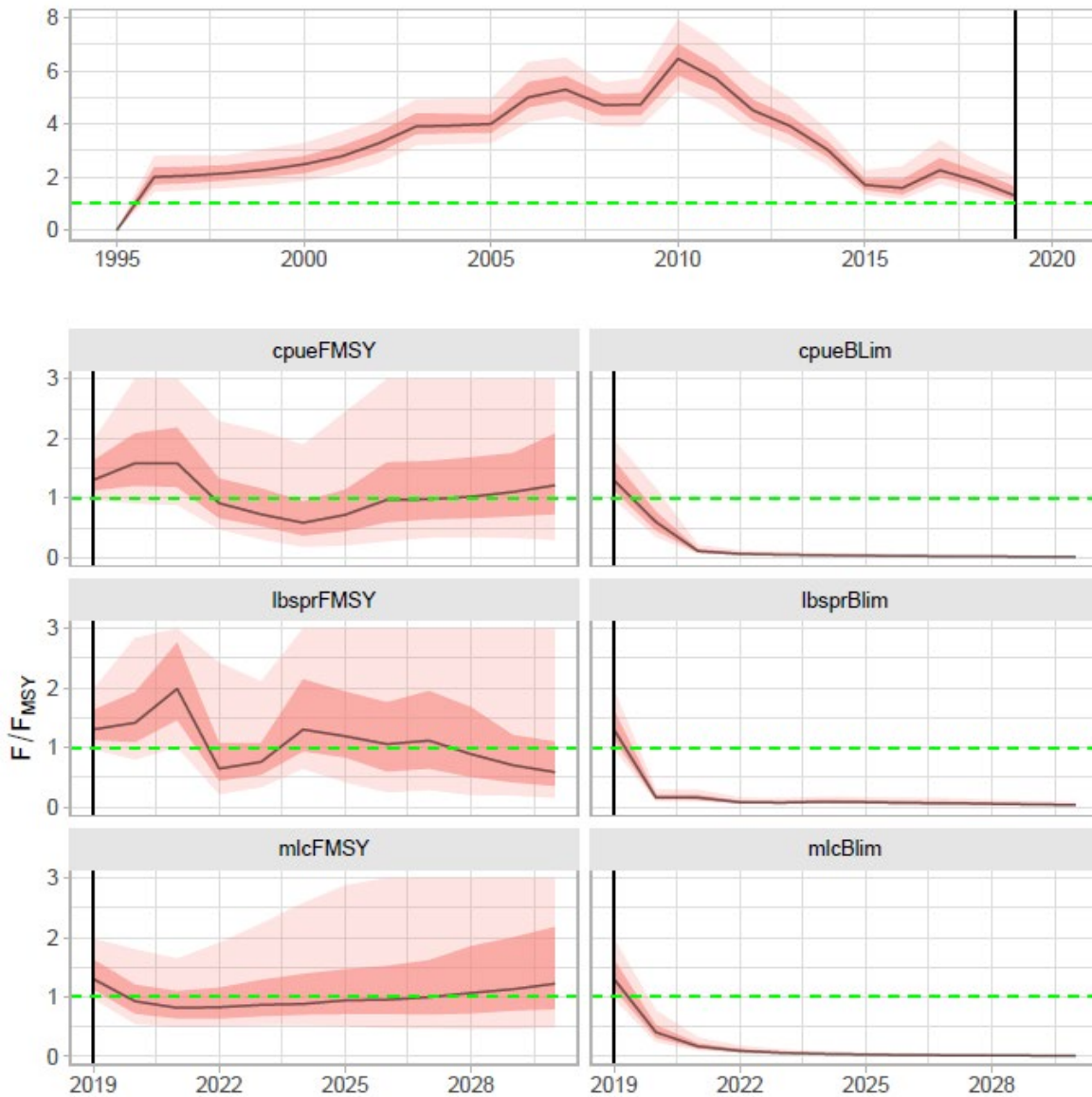


Figure B.2.23 Time series of the F/F_{MSY} indicator for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2020-2030), and for all management procedures applied to the breem stock OM over the 2020-2030 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Green line shows the reference target value ($F/F_{msy} = 1$).

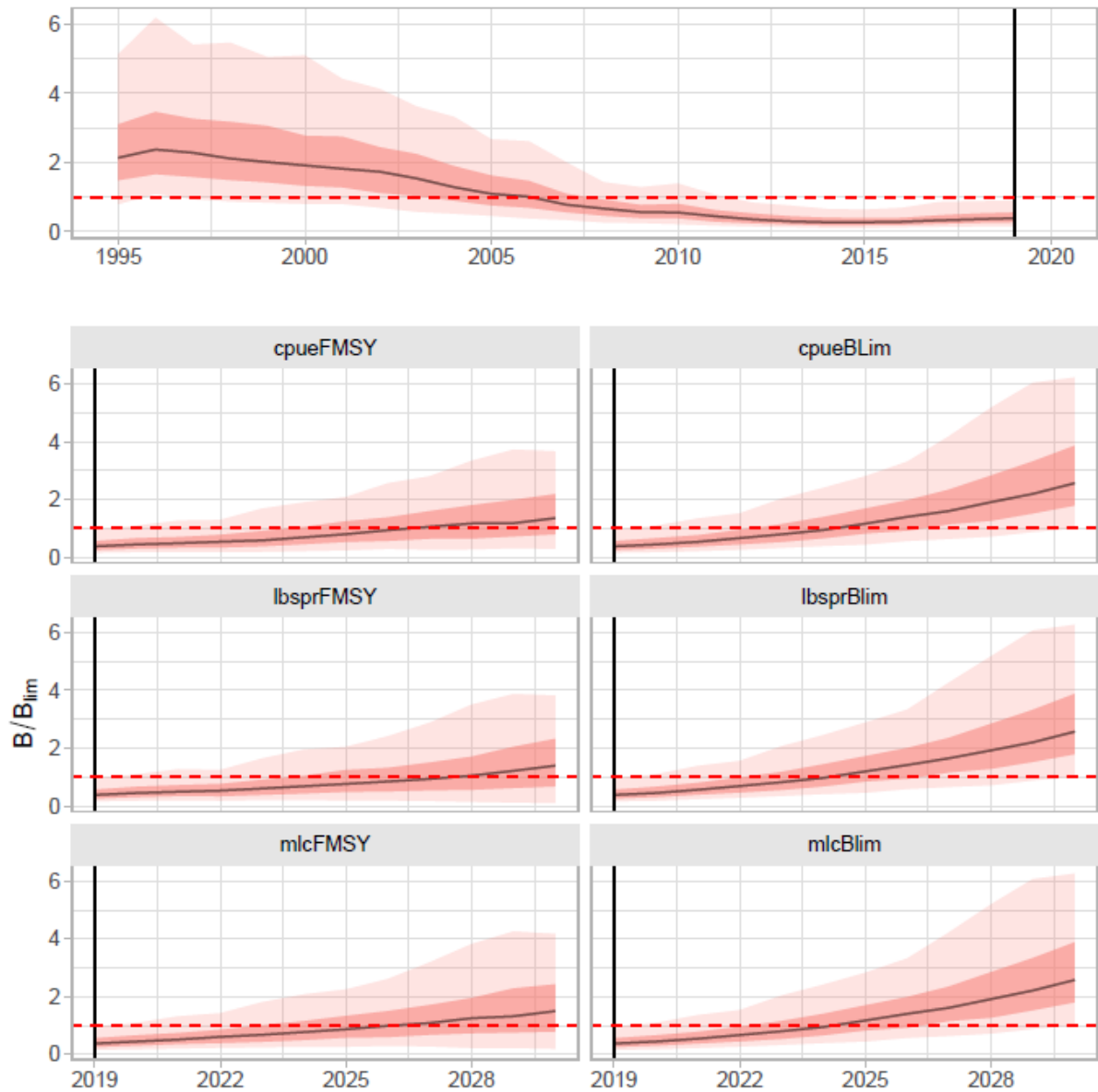


Figure B.2.24 Time series of the B/B_{lim} indicator for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2020-2030), and for all management procedures applied to the bream stock OM over the 2020-2030 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Red line shows the limit value (B/B_{lim} should be > 1).

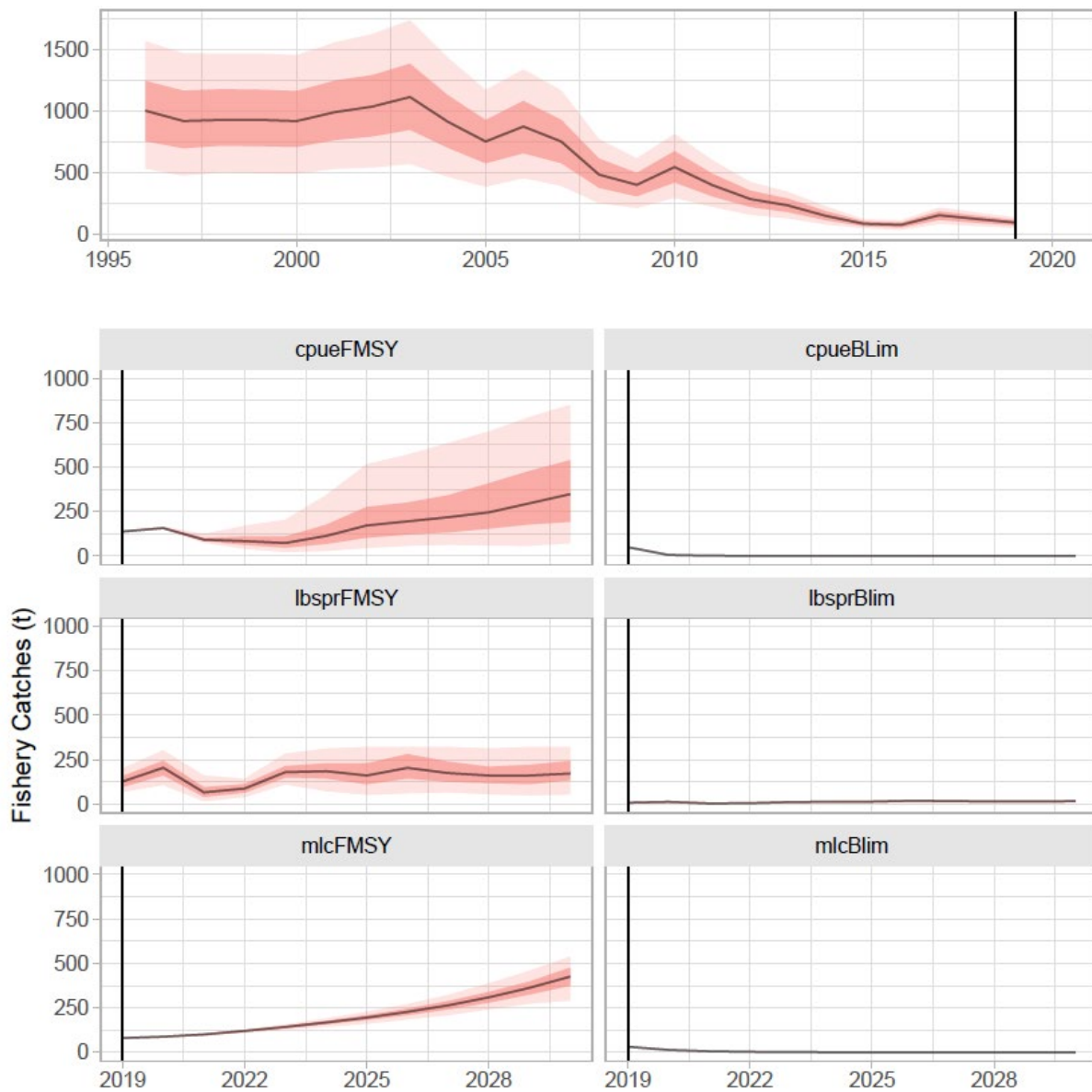


Figure B.2.25 Time series of total expected catch for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2020-2030), and for all management procedures applied to the pikeperch stock OM over the 2020-2030 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability).

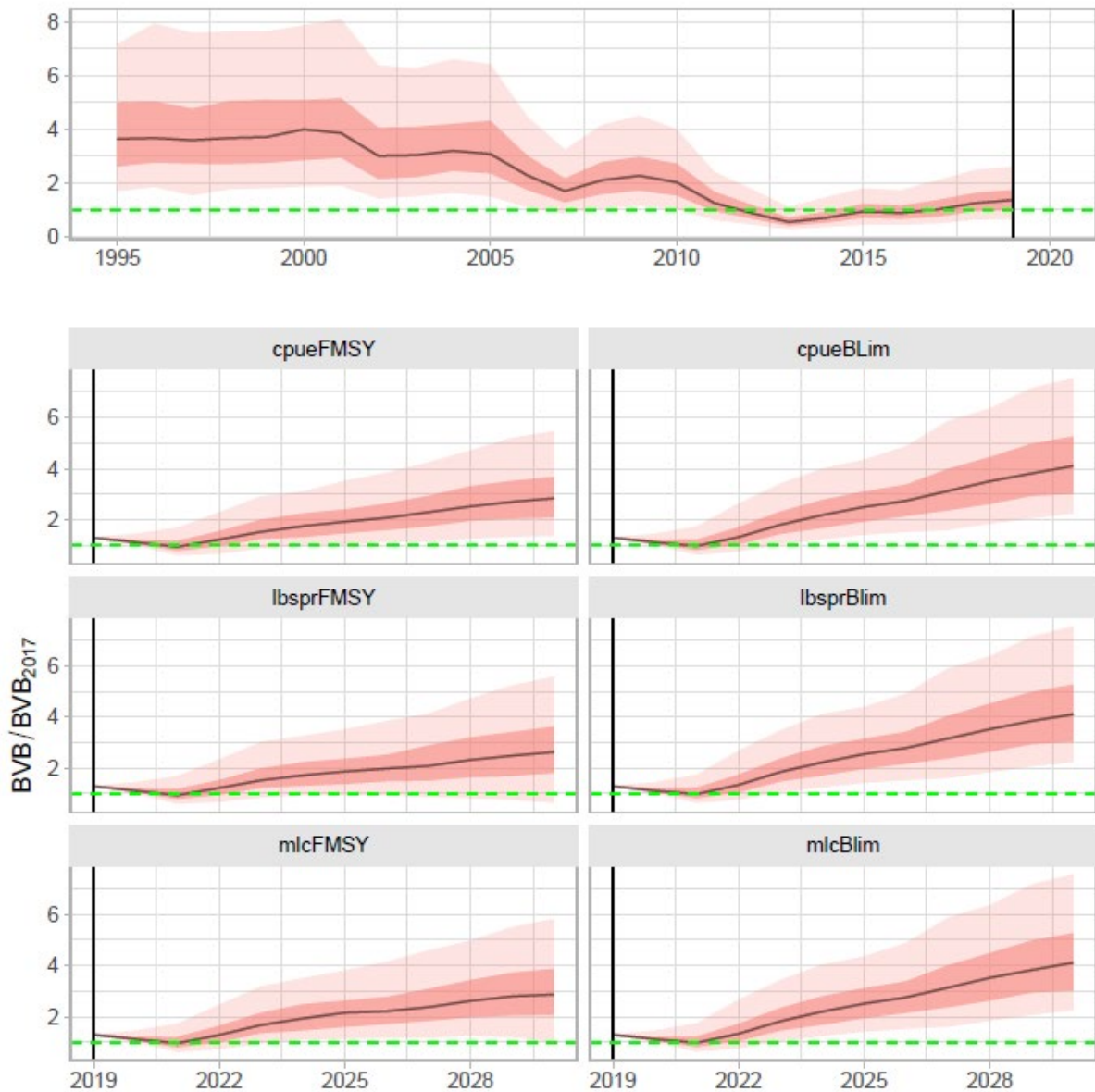


Figure B.2.26 Time series of biomass available as bird catch over that in the reference year (2017) for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2020-2030), and for all management procedures applied to the bream stock OM over the 2020-2030 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Green line shows the target reference value ($BVB/BVB_{2017}=1$).

Roach

Base OM: SSB trajectory and 2008-2019 catches constraints

Similarly to other stocks, the tuning was performed twice for roach: 1) the first time to find the management procedure parameters leading to a 50% probability of F being at or below F_{MSY} in 2027 (MSY strategy) , and 2) a second time to find management procedure parameters that lead to a risk of $B < B_{lim}$ lower than 5% in 2027 (Blim strategy). The parameters obtained by the tuning are presented in table B.2.2.

Table B.2.2 Management procedure parameters obtained after tuning for roach for the base OM.

Management procedure	Tuning strategy	Parameter tuned
CPUE	F_{MSY}	Target survey index value = 4.3 t
CPUE	B_{lim}	Target survey index value = 3.5 t
Mean Length in the Catch	F_{MSY}	Catch scaler = 35.3
Mean Length in the Catch	B_{lim}	Catch scaler = 38
LBSPR/40-10 rule	F_{MSY}	Max Yield = 111 t
LBSPR/40-10 rule	B_{lim}	Max Yield = 139 t

Tuning with the MSY objective for the period 2026-2028 resulted in a higher target value of the survey index (the CPUE MP) and for the MLC indicator (MLC MP) and in a lower Max Yield value in the LBSPR MP. All MPs tuned to achieve 50% probability of $F \leq F_{MSY}$ lead to a risk of $B < B_{lim}$ (for the period 2026-2028) smaller than 5% (figure B.2.27). The MP with the highest risk of falling below B_{lim} is the mlc with the MSY strategy (mlcMSY, with 12.2% risk). This mlcMSY rule is also associated with the highest uncertainty, especially for fishing pressure.

For both the LBSPR and CPUE MPs scenarios, the tuning for the precautionary approach (risk of $B < B_{lim}$ below 5%) yields higher catches than tuning for F_{MSY} . This also results in a higher fishing pressure, above the F_{MSY} reference point. Thus, the MPs based on MSY targets are even more precautionary than the MPs based on the precautionary approach. The yield for the lbsprMSY and cpueMSY rules is between 118 t and 181 t (median values). Conversely, for the mlcMSY, the mean yield in the 2026-2028 period is highest and non-precautionary (12.2% risk) with the F_{MSY} objective. Though, with the mlc MP, the difference between the F_{MSY} and B_{lim} objectives for the target catch is small (2 cm, Table) which exemplifies the sensitivity in tuning for this MP. The mean length of the different MPs is similar (within 0.5 cm for the median values). The LBSPR and CPUE rules overall show less uncertainty across the different performance metrics, than the MLC rule (figure B.2.27). The level of biomass available for the birds is well above the target level for all the MPs.

The trade-off between yield and the different metrics is presented in figure B.2.28. It shows that the least precautionary options are the lbsprBlim, cpueBlim and the mlcMSY rules. The latter is due to the larger uncertainty associated with the mlc MP.

The stock trajectories for the different MP/objective combinations are shown in figure B.2.29 (F/F_{MSY}), figure B.2.30 (B/B_{lim}), figure B.2.31 (catch) and figure B.2.32 (bird vulnerable biomass). For the fishing pressure, there is a large spread in the future projections for cpueBlim and lbsprBlim. This is because the applied fishing pressure leading to a risk of $B < B_{lim}$ of less than 5% is much higher than F_{MSY} , again showing that the F_{MSY} objective to reach a 50% chance of $F \leq F_{MSY}$ in 2026-2028 is precautionary for this stock. The catches fluctuate between 150 t and 200 t for all the scenarios (figure B.2.31).

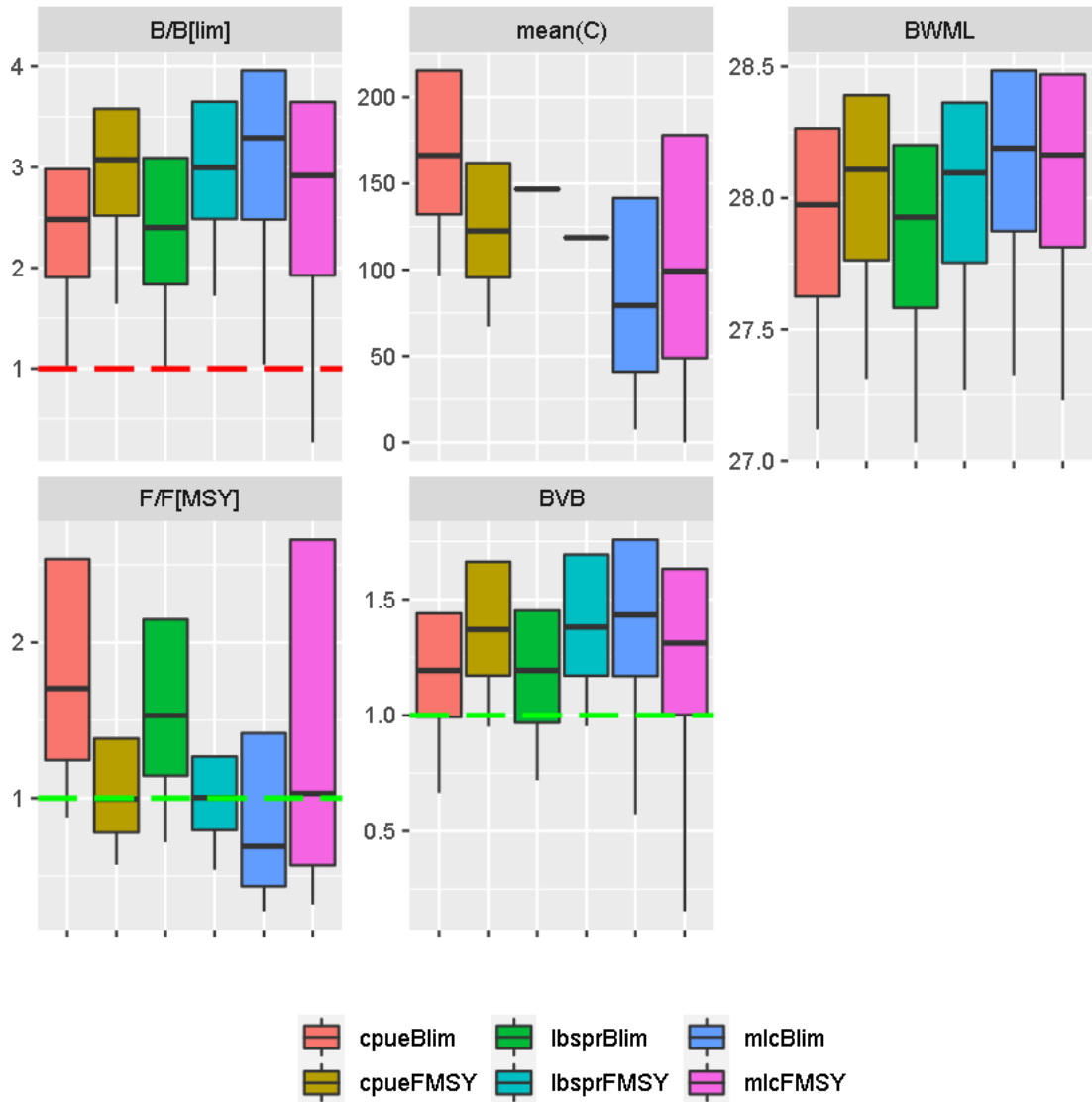


Figure B.2.27 Boxplots of the performance for all management procedures applied to the roach stock base OM calculated over the period 2026-2028. Stock biomass over B_{lim} (B/B_{lim}), mean catch of the fishing fleet ($mean(C)$), biomass-weighted mean length (BWML), fishing mortality over F_{MSY} (F/F_{MSY}) and bird vulnerable biomass over that in the 2017 reference year (BVB). Dashed horizontal lines represent the various reference values (green) or lower limits (red).

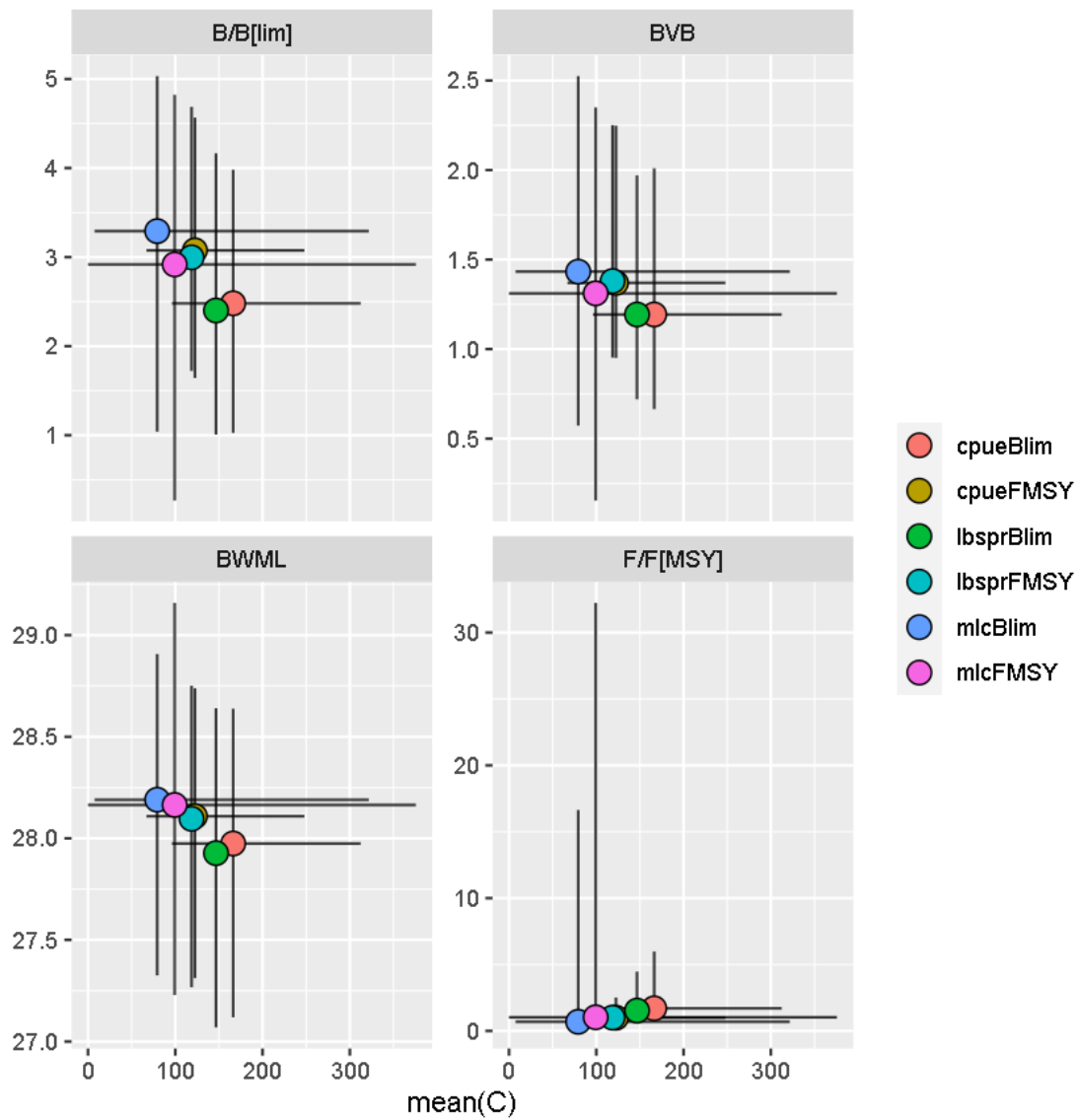


Figure B.2.28 Trade-offs between catch and the four other performance indicators for all management procedures applied to the roach stock base OM over five indicators: stock biomass over B_{lim} (B/B_{lim}), mean catch of the fishing fleet ($mean(C)$), biomass-weighted mean length (BWML), fishing mortality over F_{MSY} (F/F_{MSY}) and bird vulnerable biomass over that in the 2017 reference year (BVB).

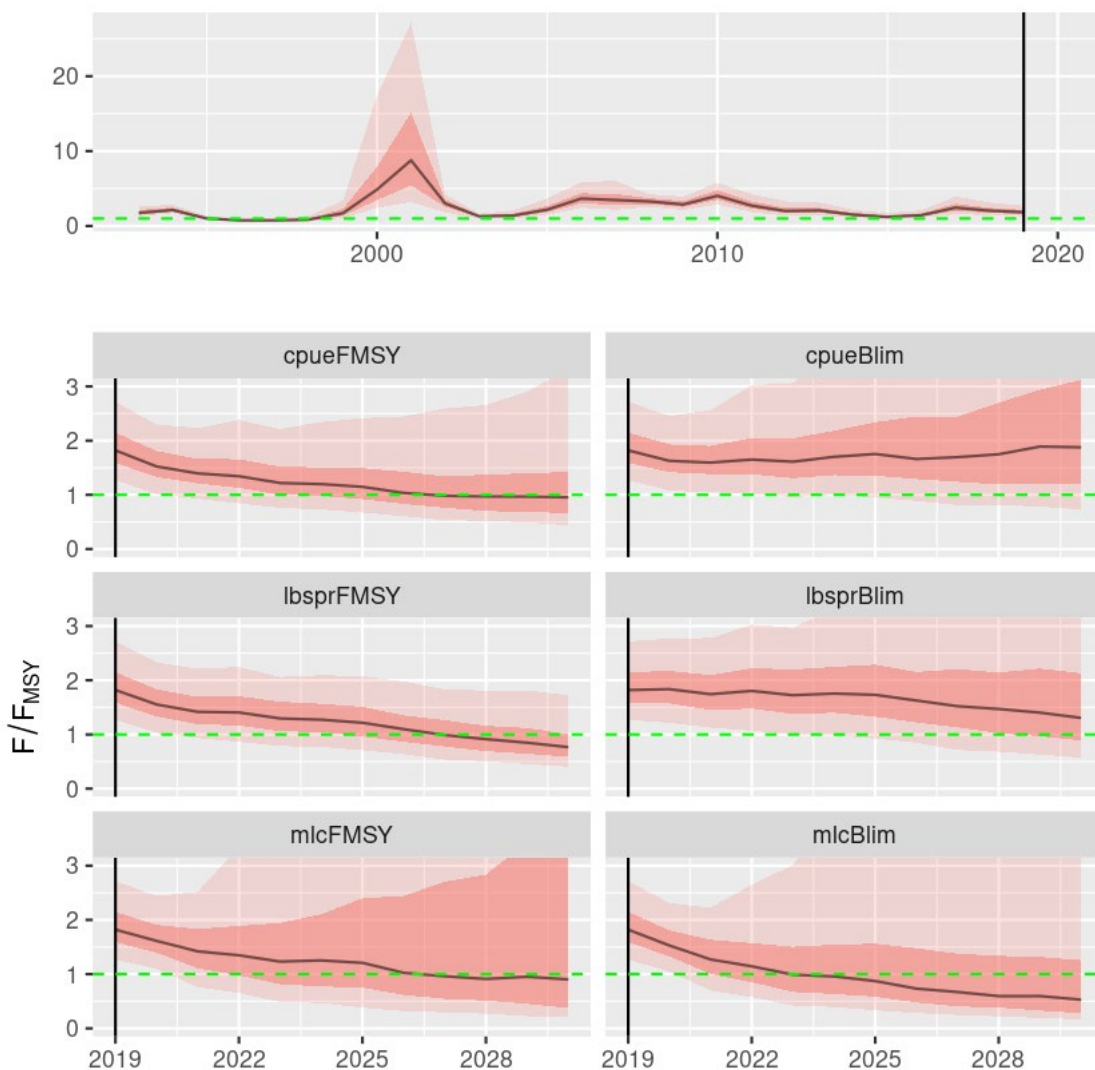


Figure B.2.29 Time series of the F/F_{MSY} indicator for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2019-2040), and for all management procedures applied to the roach stock base OM over the 2019-2030 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Green line shows the reference target value ($F/F_{MSY} = 1$). For the projection period, the y-axes of the time series have been cut off at $F/F_{MSY} = 3$, in order to improve the visibility of the development in the median value.

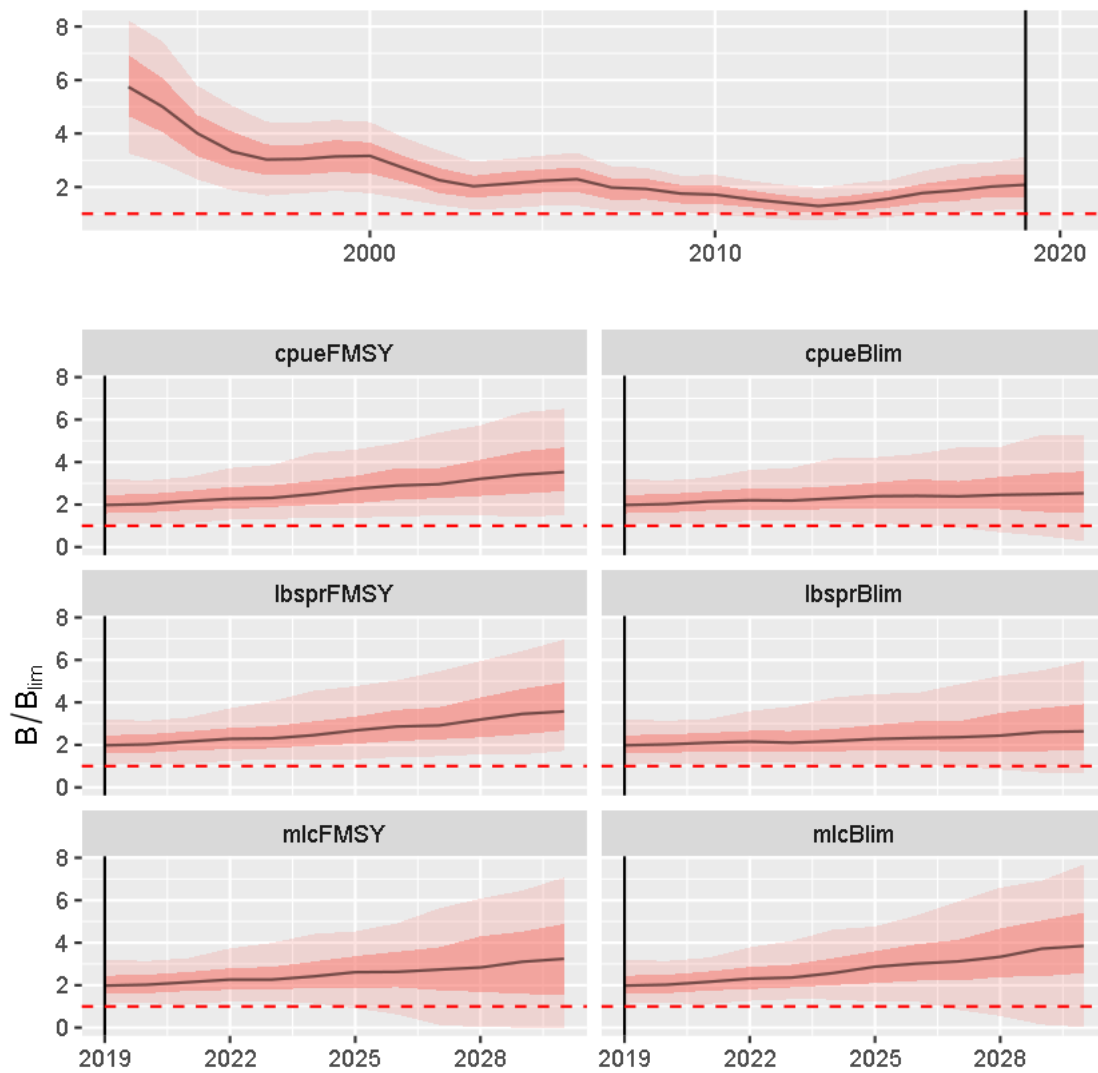


Figure B.2.30 Time series of the B/B_{lim} indicator for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2019-2030), and for all management procedures applied to the roach stock base OM over the 2019-2040 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Red line shows the limit value (B/B_{lim} should be > 1).

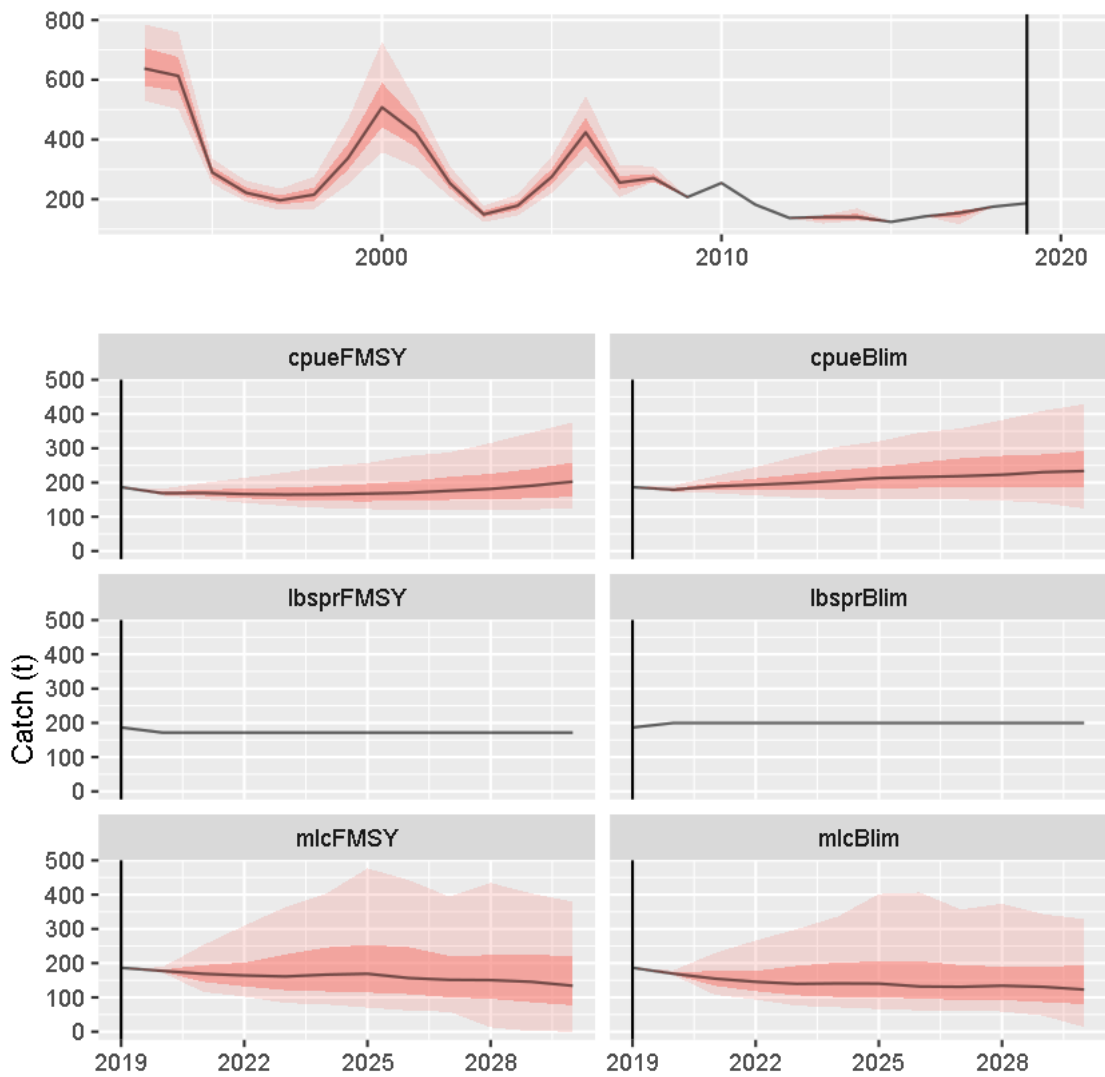


Figure B.2.31 Time series of total expected catch indicator for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2019-2030), and for all management procedures applied to the roach stock base OM over the 2019-2040 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability).

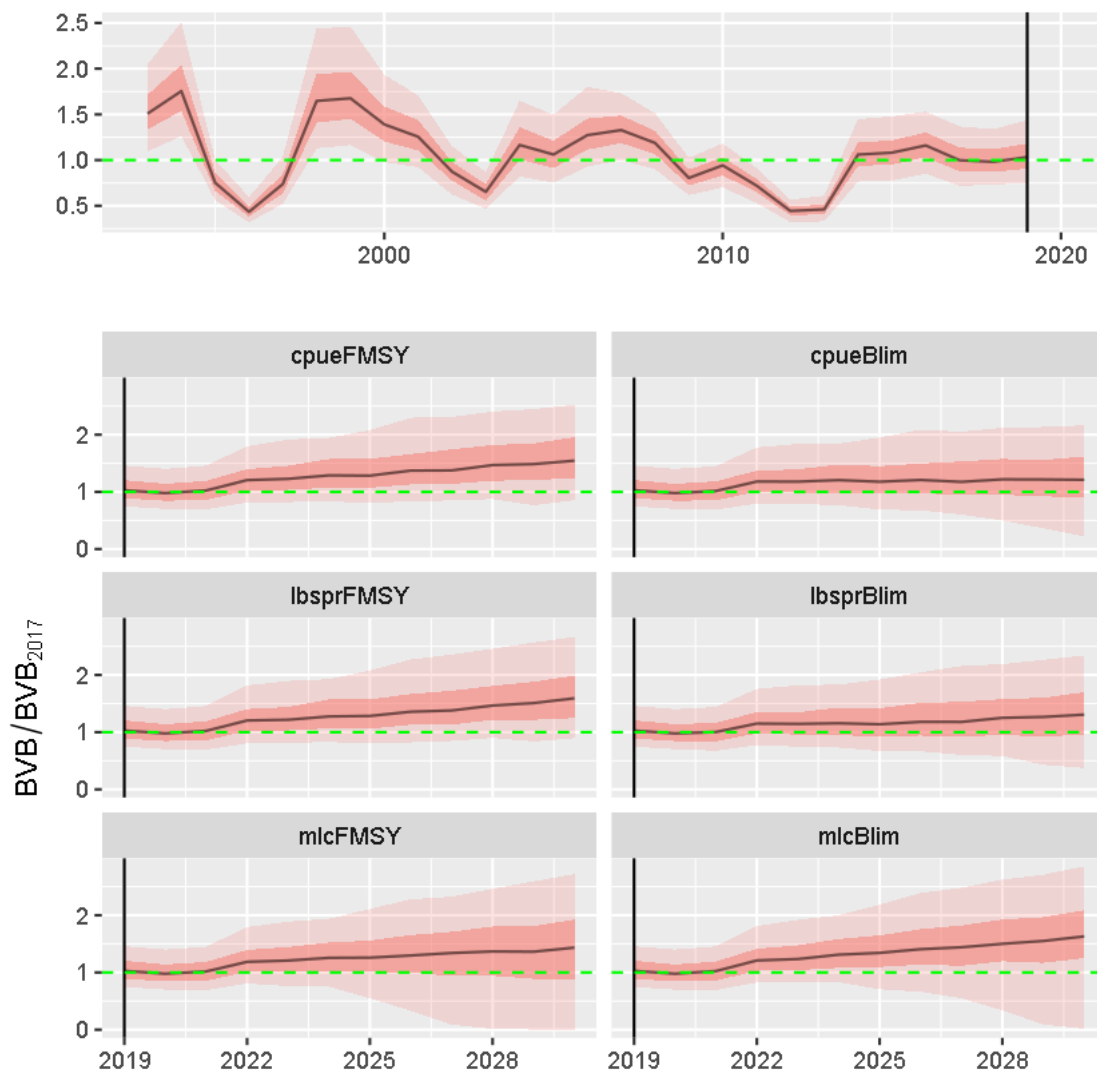


Figure B.2.32 Time series of biomass available as bird catch over that in the reference year (2017) for the historical period (top panel) and the length of the projection period (2019-2030), and for all management procedures applied to the roach stock base OM over the 2019-2040 projection period (bottom panels). The central line shows the median, the dark pink area shows the 0.25-0.75 quantiles (50% probability, i.e. 50% of realizations fall within these limits), while the light pink area represents the 0.05-0.95 quantiles (90% probability). Green line shows the target reference value ($BVB/BVB_{2017} = 1$).

Alternative OM for roach: SSB trajectory and 1995-2019 catches constraints

For roach, there is high uncertainties associated with landing data, especially prior to 2008 (landings based on auctions data). For this reason, an alternative OM was explored where the historical stock trajectories are estimated using catch levels from 1995 to 2019 (as opposed to the base OM using the 2008-2019 period only). This alternative OM presented a more optimistic outlook on the stock (figure B.2.33). The resulting tuning targets for this conditioning are shown in table B.2.3. Except for the mlc MP, targets are very similar to those computed using the base OM. For these MPs, the sensitivity on the catch time series is therefore low. For the mlc MP, targets changed substantially (e.g. 7 cm difference for mlcBlim rule) and the target for the F_{MSY} objective is now higher than the one using the B_{lim} objective (contrary to the base OM). This might be due to the high sensitivity of this MP.

Table B.2.3 Management procedure parameters obtained after tuning for roach for the alternative OM.

Management procedure	Tuning strategy	Parameter tuned
CPUE	F_{MSY}	Target survey index value = 4.3 t
CPUE	B_{lim}	Target survey index value = 3.2 t
Mean Length in the Catch	F_{MSY}	Catch scaler = 33.9
Mean Length in the Catch	B_{lim}	Catch scaler = 31.5
LBSPR/40-10 rule	F_{MSY}	Max Yield = 108 t
LBSPR/40-10 rule	B_{lim}	Max Yield = 152 t

The results for the different performance metrics are shown in figure B.2.33. For the LBSPR and CPUE MP, results are very similar with very comparable yield (median values between 115 t and 183 t). Contrary to the base OM case, the mlc MP exemplifies much lower uncertainties in the different metrics and the tuning based on the F_{MSY} objective results in low risk of $B < B_{lim}$ (0.5%, 12.2% for the base OM), in line with the LBSPR and CPUE MPs. The resulting mean length in the catch is somewhat higher with the alternative OM. Apart from the mlc MP, the use of the alternative OM gives similar trade-offs between the different options (figure B.2.34).

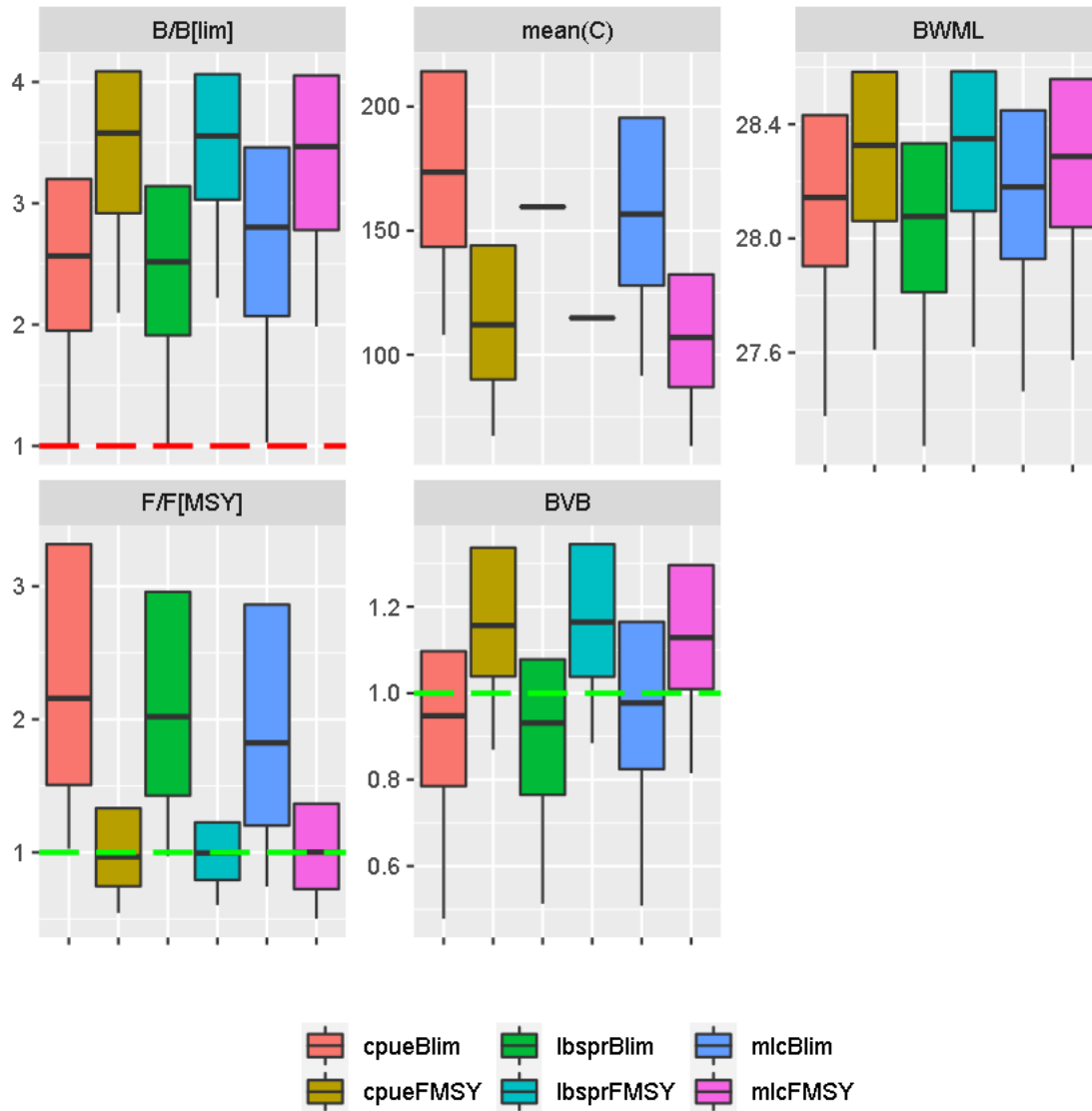


Figure B.2.33 Boxplots of the performance for all management procedures applied to the roach stock alternative OM calculated over the period 2026-2028. Stock biomass over B_{lim} (B/B_{lim}), mean catch of the fishing fleet ($mean(C)$), biomass-weighted mean length ($BWML$), fishing mortality over F_{MSY} (F/F_{MSY}) and bird vulnerable biomass over that in the 2017 reference year (BVB). Dashed horizontal lines represent the various reference values (green) or lower limits (red).

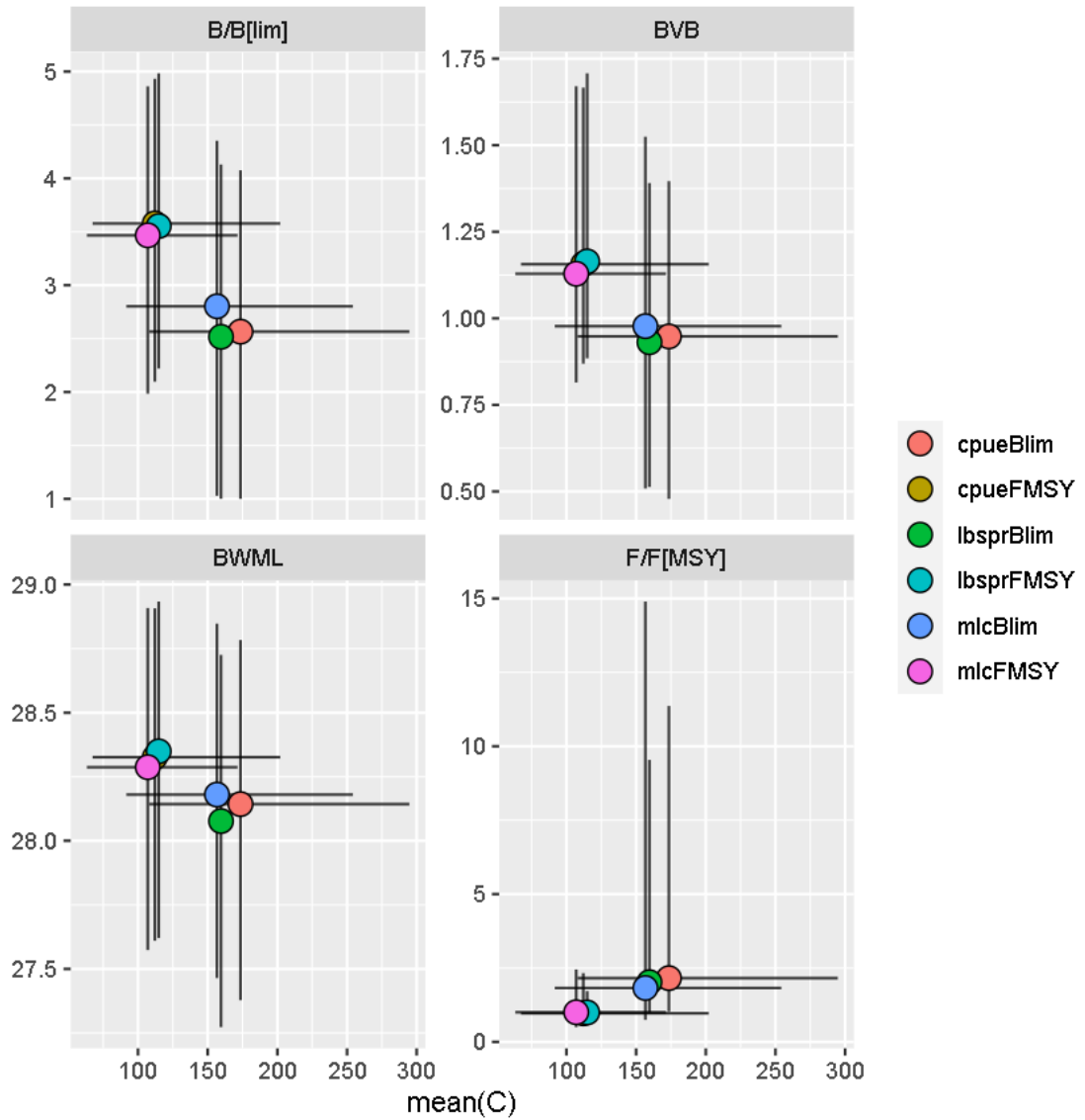


Figure B.2.34 Trade-offs between catch and the four other performance indicators for all management procedures applied to the roach stock alternative OM over five indicators: stock biomass over B_{lim} (B/B_{lim}), mean catch of the fishing fleet ($mean(C)$), biomass-weighted mean length (BWML), fishing mortality over F_{MSY} (F/F_{MSY}) and bird vulnerable biomass over that in the 2017 reference year (BVB).

2.5 Discussion and fisheries advice

The different management strategies were tested on the basis of OMs that attempt to represent the main characteristics of the dynamics of the populations and their fisheries, and to capture the main sources of past and future uncertainty and natural variability in the system. In management strategy evaluations, a stock assessment is often available to characterise the different aspects of the dynamics of the stock (e.g. the stock recruitment relationship) and provides a basis to describe the past and current status of the stock. In the present case, no such basis is available. The approach taken consists of defining a priori a range of potential stock dynamics (based on prior values for key parameters such as the carrying capacity, the population depletion rate at the start of the historical period or steepness of the stock recruitment relationship), and selecting a subsample of them that appears to be compatible with data that was available for these stocks (survey indices, commercial landings, bird predation). This approach is not expected to produce an accurate assessment of the past and present status of the stock, but rather to identify an ensemble of plausible historical trajectories and future productivity levels, with their corresponding alternative population dynamics.

Although large deviations from the historical commercial catch data were allowed when configuring the OMs, only a quite specific subset of the initial ensemble of population dynamics was able to reconcile the information coming from the commercial catches and from the surveys. This resulted, especially for roach, in a narrow range of population dynamics parameters (carrying capacity, depletion rate), and of plausible trajectories being selected. For this stock the variability of SSB across iterations is apparently low (CV on average of 14% over the historical period). In the case of bream the CV was higher, at 34%. Different criteria for selecting plausible trajectories were investigated before choosing the definitive OM configuration to be used in the simulation. These trials showed that the range of parameters selected (in particular K and therefore B_{lim} , set as 10% of K) and the corresponding state of the stock at the start of the simulations were quite sensitive to the criteria applied. A complementary exercise to test the robustness of the tuned MPs presented here could have been carried out by testing them using OMs configured using alternative selection criteria. However, no other selection criteria resulted in OMs that were as successful in explaining the historical data, especially the population age structure. Therefore there was no credible alternative OM to be used for robustness tests.

2.5.1 Bream

Although the OMs presented here should not be interpreted as providing stock status in the same way as stock assessments, the OM for bream gives strong indications that the stock is currently in a poor state and that a strong reduction of the catches is needed to allow the stock to rebuild to safe biological levels. The MPs tuned with the objective of achieving an MSY situation by 2027 do not result in a reduction of fishing mortality that leads the stock to safe biological limits in 2027, and should therefore not be applied. The MPs configured to obtain a partial recovery of the stock (12% probability of $B < B_{lim}$) appear to be extreme forms of these MPs, corresponding to unrealistic values of the target quantities used in these MP (aiming for 90cm bream or aiming for a survey recruitment index 10 times higher than the recent observed values). The 3 MPs tested here are not designed to efficiently rebuild severely depleted stocks, but rather to manage stocks that are in a better state and to lead them towards or maintain them in an MSY situation. Since the main management priority for this stock is to quickly achieve a drastic reduction of the fishing mortality, more straightforward management measures might be more sensible than applying such extremes forms of these MPs. Such management measures should imply an immediate strong reduction of the fishing opportunities on bream, to levels as low as possible. The $l_{bspr}B_{lim}$ rule gives an illustration that even with maximum commercial landings as low as 20t, only a partial recovery can be expected by 2027. Monitoring of the recovery of the stock could still make use of the estimators applied in the different MPs (mean length in the catch, LBS_{PR} and survey trends) to evaluate the extent and speed of recovery compared the current values.

2.5.2 Roach

In contrast to bream, the two OM's devised here generate a stock for roach that appears to be above B_{lim} as of 2019 (~1.5 times for the base OM and ~2 times for the alternative OM). The base OM was chosen as the tuning procedure as it made use of data with the least uncertainties and encompassed a wider range of carrying capacity, depletion level and stock-recruitment steepness combinations.

Most future projections resulted in precautionary levels with a risk of $B < B_{lim}$ being below 5% at the 2026-2028 horizon. The only MP that was not able to reach the risk target is the $mlcMSY$ rule. This option is associated with the greatest uncertainty in risk of $B < B_{lim}$ and should not be pursued. The other mlc MP option ($mlcBlim$) was inferior to other options as it resulted in the lowest catch opportunities amongst the different scenarios. For both the $LBSPR$ and $CPUE$ MP's, the 50% probability of $F \leq F_{MSY}$ objective also fulfil a risk of $B < B_{lim}$ below 5% which make these options ($lbsprMSY$ and $cpueMSY$) preferable as they are precautionary and harvest the roach stock at sustainable levels. The $lbsprMSY$ and $cpueMSY$ rules perform similarly. However, a potential advantage of the $lbsprMSY$ rule would be the stability in catch opportunities through the years (defined as maximum yield if SSB is above the SPR level).

The range of uncertainty in the final years on the base OM was not as large as could be expected of a data poor stock such as roach, and was surprising given the wide range of the priors applied. Only a limited number of prior combinations seems to be able to explain the biomass trajectories determined by the index of abundance combined with the catch levels observed. This lack of apparent uncertainty is important, since it affects the calculations related to the probability of $B < B_{lim}$ and thus could reduce the precautionary value of the tuned MP's taken. However, the two MP's that result in the best stock status and highest commercial catches ($lbsprMSY$ and $cpueMSY$) result in SSB estimates in 2027 that are so high that, even with higher uncertainty ranges, $B > B_{lim}$ is very likely to occur in more than 95% of the projections. Also, wider uncertainty ranges will not have any influence on the median values, which can thus still be used to compare different MP's.

Wageningen Marine Research
T: +31 (0)317 48 09 00
E: marine-research@wur.nl
www.wur.nl/marine-research

Wageningen Marine Research levert met kennis, onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek en advies een wezenlijke bijdrage aan een duurzamer, zorgvuldiger beheer, gebruik en bescherming van de natuurlijke rijkdommen in zee-, kust- en zoetwatergebieden.

Bezoekers adres:

- Ankerpark 27 1781 AG Den Helder
- Korringaweg 7, 4401 NT Yerseke
- Haringkade 1, 1976 CP IJmuiden



Wageningen Marine Research is onderdeel van Wageningen University & Research. Wageningen University & Research is het samenwerkingsverband tussen Wageningen University en Stichting Wageningen Research en heeft als **missie**: 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'

