

Kritiske elementer i bestandsvurderingsmodeller for ål og havørred

Niels Jepsen, Christian Skov, Martin Lykke Kristensen, Martin Hage Larsen, Wolf-Christian Lewin, Casper Gundelund, Marc Simon Weltersbac, Keno Ferter og Anders Koed

DTU Aqua-rapport nr. 416-2022



Kritiske elementer i bestandsvurderingsmodeller for ål og havørred

Niels Jepsen¹, Christian Skov¹, Martin Lykke Kristensen¹, Martin Hage Larsen¹, Wolf-Christian Lewin², Casper Gundelund¹, Marc Simon Weltersbac², Keno Ferter³ og Anders Koed¹

¹Sektion for Ferskvandsfiskeri, DTU Aqua, Danmarks Tekniske Universitet

²Fiskeridynamikk, Havforskningsinstituttet, Norge

³Thünen Institute of Baltic Sea Fisheries, Tyskland

DTU Aqua-rapport nr. 416-2022

Kolofon

Titel:	Kritiske elementer i bestandsvurderingsmodeller for ål og havørred
Forfattere:	Niels Jepsen ¹ , Christian Skov ¹ , Martin Lykke Kristensen ¹ , Martin Hage Larsen ¹ , Wolf-Christian Lewin ² , Casper Gundelund ¹ , Marc Simon Weltersbac ² , Keno Ferter ³ and Anders Koed ¹ ¹ Sektion for Ferskvandsfiskeri, DTU Aqua, Danmarks Tekniske Universitet ² Fiskeridynamikk, Havforskningsinstituttet, Norge ³ Thünen Institute of Baltic Sea Fisheries, Tyskland
DTU Aqua-rapport nr.:	416-2022
År:	Det videnskabelige arbejde er afsluttet februar 2022. Rapporten er udgivet januar 2023.
Reference:	Jepsen, N., Skov, C., Kristensen, M.L., Larsen, M.H., Lewin, W-C., Gundelund, C., Weltersbac, M.S., Ferter, K., Koed, A. (2023). Kritiske elementer i bestandsvurderingsmodeller for ål og havørred. DTU Aqua-rapport nr. 416-2022. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. 57 pp.
Forsidefoto:	Feltarbejde i Storebælt, hvor projektet opstillede hydrofoner for at registrere, hvor og hvornår blankål vandrer. Foto: Jes Dolby.
Udgivet af:	Institut for Akvatiske Ressourcer, Kemitorvet, 2800 Kgs. Lyngby
Download:	www.aqua.dtu.dk/publikationer
ISSN:	1395-8216
ISBN:	978-87-7481-346-0

DTU Aqua-rapporter er afrapportering fra forskningsprojekter, oversigtsrapporter over faglige emner, redegørelser til myndigheder o.l. Medmindre det fremgår af kolofonen, er rapporterne ikke fagfællebedømt (peer reviewed), hvilket betyder, at indholdet ikke er gennemgået af forskere uden for projektgruppen.

Forord

Nærværende rapport summerer aktiviteter og resultater fra projektet Kritiske elementer i bestandsvurderingsmodeller for ål og havørred (HÅB) finansieret af Den Europæiske Hav- og Fiskerifond samt Fiskeristyrelsen (j.nr. 33113-B-19-136). Projektet blev udført af DTU Aqua i Silkeborg i perioden 2019-2022.



Den Europæiske Union
Den Europæiske Hav- og Fiskerifond

HAV & FISK



Silkeborg, januar 2023

Niels Jepsen

Indhold

Resumé	5
English summary.....	7
1. Indledning.....	9
2. Udvandring af blanke ål fra Østersøen og fiskeriets påvirkning – AP1	12
2.1 Introduktion	12
2.2 Materialer og metoder.....	13
2.3 Resultater.....	14
2.4 Diskussion.....	16
3. Catch & release effekt på havørred – AP2	19
3.1 Introduktion	19
3.2 Materialer og metoder.....	19
3.2.1 Citizen science	19
3.2.2 Bassinforsøg.....	21
3.3 Resultater.....	31
3.3.1 Citizen science	31
3.3.2 Bassinforsøget.....	36
3.4 Diskussion.....	39
4. Prædation på små havørreder langs kysten – AP3	45
4.1 Introduktion	45
4.2 Materialer og Metoder.....	46
4.3 Resultater.....	48
4.4 Diskussion.....	51
5. Forfatterbidrag og taksigelser	54
6. Referencer	55

Resumé

Denne rapport omfatter resultaterne af tre delprojekter, der blev gennemført med støtte fra European Maritime and Fisheries Fund (EMFF) i perioden 2019-2022. Projektet omhandler arterne ål (*Anguilla anguilla*) og havørred (*Salmo trutta*). For åls vedkommende forsøges der at svare på spørgsmål vedrørende udvandringen af blankål fra Østersøen og risikoen for at blive fanget i det danske fiskeri. For havørred ønskes viden om omfanget af skarvprædation på unge ørreder på kysten samt viden om omfanget af såkaldt Catch and Release (C&R) lystfiskeri på havørreder på kysten, og hvordan C&R påvirker fiskene efter genudsætning.

Udvandring og fangst af blankål i dansk farvand blev undersøgt i fællesskab med øvrige forskningsinstitutioner i Østersøområdet via et samarbejde, som blev indledt i 2019. Nærværende rapport omhandler de af EMFF-finansierede mærkninger, hvor blankål mærket af DTU Aqua og svenske SLU Aqua i 2019, kan anvendes til at estimere fiskeritrykket på blankål i danske farvande. I alt 248 ål blev mærket med elektroniske (akustik) mærker på hhv. Yxlö (103 ål), Svartö (72 ål) og Utlängän (73 ål) langs den svenske Østersøkyst i august-oktober 2019. Det elektroniske mærke udsender et unikt, kodet signal hvert minut, som kan registreres af hydrofoner. Ved at opstille hydrofoner, som kan monitorere bundgarnsfiskeriers fangster af elektronisk mærkede ål og samtidig opstille rækker (arrays) af hydrofoner på tværs af Lillebælt, Storebælt og Øresund, kunne det registreres, hvor mange mærkede ål der hhv. fangedes af de overvågede bundgarnsfiskerier eller lykkedes med at vandre ud af Østersøen. Af de 103 mærkede ål fra Yxlö, som er det nordligste udsætningspunkt, blev ganske få (8 stk.) individer registreret på hydrofonerne i Øresund eller Bælterne, og derfor vil disse ål ikke indgå i analyserne. I alt 84 individer (58%) af de 145 øvrige mærkede ål trak ud af Østersøen, og 82 (98%) af disse vandrede ud af Østersøen gennem Øresund. Det tog i gennemsnit ålene tre måneder at svømme den relativt korte afstand fra udsætningsområderne til Øresund eller Bælterne, men med stor variation (13 – 412 dage). Fra Svartö er der ca. 350 km i direkte svømmeafstand, fra Utlängän er der ca. 240 km og fra Yxlö er der 600 km til hydrofonerne i Øresund.

Ti individer blev fanget i Køge Bugt og Øresund, hvoraf syv blev fanget i de monitorerede bundgarnsfiskerier, der ifølge landingsstatistikken stod for 32% af ålefangsterne med bundgarn i Køge Bugt og Øresund i 2019. Et usikkert estimat, baseret på disse tal viser, at ca. 20% af blankålene fra Østersøen kan ende i danske garn.

Der er i perioden 2020-2022 også mærket ål i en række andre lande omkring Østersøen finansieret af midler fra kilder ud over EMFF. Disse resultater viser, at ål fra andre områder af Østersøen har andre vandringspræferencer og i højere grad trækker gennem Lillebælt og Storebælt end ålene, der blev mærket i Sverige. Indsamling af resultater fra disse ål er ikke afsluttet endnu.

Havørred (anadrom ørred, *Salmo trutta*) er en populær art i det danske lystfiskeri, såvel som i mange andre lande omkring Østersøen. I de fleste lande er lystfiskeri efter havørreder reguleret gennem virkemidler såsom mindstemål, daglige fangstbegrænsninger og/eller fredningstider. Disse regler medfører i praksis, at mange havørreder genudsættes efter fangst. Samtidig genudsætter lystfiskere ofte havørreder af frivillige grunde, f.eks. fordi de ønsker at bevare en bestand af større havørreder. Oplysninger om lystfiskeradfærd og omfanget af C&R samt ikke mindst viden om skadesomfanget på havørred i saltvand efter genudsætning og dets konsekvenser på overlevelse og vækst er fåtallige. I denne undersøgelse anvendtes en kombination af borgervidenskab (citizen science) og standardiseret lystfiskeri i et større forsøgsbassin med havvand til at undersøge C&R praksis hos danske havør-

redfiskere, og hvordan C&R påvirker overlevelse og vækst af havørred op til 29 dage efter genudsætning i saltvand. Citizen science data bekræftede, at C&R er meget almindeligt i det danske lystfiskeri, da omkring 80% af alle havørreder genudsættes, hovedsageligt fordi de er under mindste landingsstørrelse. En væsentlig del (68%) af havørreder over det lovpligtige mindstemål genudsættes også. Citizen science data indikerede, at 25% af de havørreder, der bliver fanget på kysten bløder, hvoraf 2% bløder kraftigt. Blødning var relateret til krogingssted (dybtkrogede fisk blødte mest) og fiskemetode (fluefangede havørreder blødte mindre end fisk fanget ved spinnefiskeri), men disse to faktoreres rolle varierede med fiskens længde. Standardiseret lystfiskeri i saltvandsbassinet bekræftede, at blødning er almindelig blandt lystfiskerfangede havørreder, og også her var der forskelle mellem fiskemetoder. Da forsøget blev afsluttet 26-29 dage efter fangst og genudsætning, fandtes der ingen dødelighed og ingen forskelle i vækst mellem en kontrolgruppe og de tre behandlingsgrupper fanget under standardiseret eksperimentelt lystfiskeri. De fleste fisk havde ingen eller kun mindre krogskader ved den afsluttende inspektion. I alt 6% af havørrederne viste tegn på dårlig sårheling og infektioner, og denne gruppe viste også en tendens til nedsat vækst. Samlet set indikerer resultaterne, at negative effekter ved C&R på kystnære havørreder generelt er få og derfor formentligt ikke udgør en begrænsende faktor for bestanden. Vi anbefaler supplerende undersøgelser, der kigger på, om dette også gør sig gældende ved højere vandtemperaturer.

Skarvs prædation på små havørred blev undersøgt ved hjælp af radiotelemetri i Odense Fjord. I alt 51 havørreder (27-40 cm) blev fanget på stang og fik en radiosender implanteret og derefter udsat igen. Der blev pejlet jævnlige fra båd fra marts til maj, og der afsluttedes med pejling fra fly. Efter 4 måneder var mindst otte af disse ædt af skarver og mindst to fanget af sportsfiskere. Det vil sige, at der var en prædation på mindst 14% på de små havørreder i Odense Fjord. Denne prædation er betydelig, men noget mindre, end hvad man typisk finder i forhold til prædation på udvandrende ørredsmolt, der oftest er over 50%. De 7 sendere blev fundet på skarvers nat-rastepladser og kun én i kolonien på Vigelshø, hvilket tyder på, at prædationen mest fandt sted om vinteren.

For at teste om udsætningstidspunkt og måde har betydning for prædationsrisiko fra skarv, blev i alt 2000 PIT-mærkede opdræts ørredsmolt udsat på Sydfyn, fordelt på 4 grupper 1) udsat om morgenen i åen, 2) udsat om morgenen spredt på kysten, 3) udsat om aftenen i åen og 4) udsat om aftenen spredt på kysten. Efterfølgende blev der skannet efter disse mærker i en skarvkoloni i området. I alt 411 af de 2000 mærker blev fundet og analyserne af disse viste, at de grupper af fisk, der blev udsat spredt på kysten, var udsat for lidt mindre prædation (17,6%) end de, der blev udsat samlet i å-mundingen (23,4%). Udsætning morgen eller aften gjorde derimod ikke nogen forskel for risikoen for at blive ædt af skarv.

English summary

This report contains the results of an EMFF (European Maritime and Fisheries Fund) supported project, carried out in the period 2019-2022. In this project, we aimed at answering important questions for management of eels (*Anguilla anguilla*) and sea trout (anadromous brown trout, *Salmo trutta*), two important species in the Danish commercial and recreational fisheries. We studied the out-migration of large silver eels from the Baltic and estimated the proportion of migrating eels intercepted by the commercial Danish fisheries. Eels were captured and tagged with acoustic tags and released to continue their journey towards the Sargasso Sea. Eels were tagged and released at three locations along the Swedish Baltic coast. Three arrays of hydrophones (dataloggers) were established to record any tagged fish moving through the central narrow straits that separate the Baltic from Skagerrak and the North Sea (Little Belt, Great Belt and Øresund), thus enabling us to monitor success rate of tagged eels migrating through parts of the Baltic and out towards the North Sea. A total of 145 eels were tagged at two locations at the Swedish eastcoast Svartö (72 eels) and Utlängån (73 eels) in October 2019. A further 103 eels were tagged at Yxlö, but only very few (8) of these were recorded, so they are omitted from the analyses. To estimate catch rates in fisheries, some fishers were monitored (with hydrophone scanning the catch), representing an estimated 32% of the total catch/effort in the commercial fishery. A total of 84 individuals (58%) of the 145 tagged eels succeeded migrating out of the Baltic, 82 of these did so through Øresund.

The tagged eels spend three months on average to swim the relatively short distance from the release sites to Øresund, Little Belt or Great Belt. However, the variation swim time was large (13 – 412 days). Ten tagged eels were reported caught in the fishery in Øresund and Køge Bugt, of these seven were caught in the monitored fisheries.

Sea trout (anadromous trout, *Salmo trutta*) is an important species in the Danish recreational fisheries and in other countries surrounding the Baltic ea. In most countries, coastal angling for sea trout is regulated by measures such as minimum landing sizes, bag limits or seasonal closures that can lead to substantial catch and release (C&R) rates. However, information about angler behavior, C&R practices, distribution of hooking locations and level of injury and bleeding, as well as post-release impacts on survival and growth, is largely missing for this species. In this study, we used a combination of a citizen science approach and a C&R angling experiment in a flow-through seawater raceway focusing on sublegal (<40 cm) sea trout, to investigate C&R practices of Danish sea trout anglers and impacts on the survival and growth of angled and released sea trout up to 29 days post-release. The citizen science data confirmed that C&R is a very widespread practice in the Danish recreational sea trout fishery, as around 80% of all sea trout are being released, mainly because they are below the minimum landing size. However, a substantial part (68%) of legal sized sea trout is also released. The citizen science data indicate that 25% of sea trout caught by anglers bled, of which 2% showed heavy bleeding. Bleeding is related to hooking location (deep hooked fish bled the most) and to fishing method (fly caught sea trout bled less than fish caught on spin fishing gear), but the role of these two factors varied with fish length. The C&R angling experiment confirmed that bleeding is common among angled sea trout but differed between angling treatments, i.e., lure fishing with treble hook (size 4), lure fishing with single hook (size 1/0) and fly fishing with single hook (size 12). No mortality and no significant differences in growth were found between the control group and the three treatment groups caught during standardized experimental angling. Most fish had no or only minor hooking injuries upon inspection at study termination.

Approximately 6% of the trout showed signs of poor wound healing, infections, and a tendency for reduced growth. Overall, the results indicate that adverse effects of C&R on coastal sea trout are limited and may not pose a considerable problem for sea trout stocks. Nevertheless, further studies are needed to corroborate these results for example at higher water temperatures.

We estimated the predation from cormorant on radiotagged young sea trout on the coast, by tagging fish and retrieving tags from cormorant roosts. A total of 57 (27-40 cm) sea trout were captured with hook and line in November in the inner parts of Odense Fjord and these were radio tagged (surgical implant, trailing antenna) and released on site of capture. From January to May, tracking from boat was performed and in May a tracking from plane was conducted. A total of 8 (14%) of the tags were found, 7 in two cormorant roosting sites, and one in a local breeding colony, indicating vulnerability to predation is highest in winter. A further two tags were reported from anglers catch. The conclusion of this study is that cormorant predation do have an impact on young sea trout, but this is substantially less than what has been shown for sea trout smolts during the outmigration in previous studies. The importance of release method of hatchery trout smolts on predation rate from cormorants was also tested. A total of 2000 PIT-tagged hatchery (F1) trout were released and subsequently a nearby cormorant colony was scanned for PIT-tags. The tagged fish were released in four separate groups of 500 fish released in the lower river (clumped) morning or evening and on the open coast (spread) morning or evening. In total, 411 of these PIT tags were recorded in the cormorant colony, enabling a comparison of the risk of predation in each group. The results showed that smolts released morning or evening had the same risk, but fish released clumped in the river had higher risk of predation (23.4%) than fish spread out on the coast (17.6%).

1. Indledning

Ål og havørred er vigtige arter i det kommercielle (ål) og rekreative (begge arter) fiskeri i Danmark. Det EMFF-støttede projekt, som denne rapport omhandler, undersøger væsentlige mangler og usikkerhedsmomenter i de data, som danner baggrund for forvaltningen af disse arter. Dette sker via tre adskilte undersøgelser (arbejdspakker), som på hver sin måde belyser kritiske elementer i bestandsvurderingen af ål og havørred.

Ål

Den Europæiske ål (*Anguilla anguilla*) er fortsat i en akut truet tilstand 15 år efter at EU vedtog en særlig forordning (EU 2007) med det formål på lang sigt at styrke bestanden gennem sikring af, at en større andel af blankålene når til gydepladsen i Sargassohavet. Det er dog ikke overraskende, at ålen stadig er truet, da livscyklus er så lang, at det tager årtier, før man kan forvente den fulde virkning af tiltagene. Tiltagene er først og fremmest en reduktion af fiskeriindsats (effort) og fangster af blankålene. Landene omkring Østersøen har gennemført begrænsninger i ålefiskeriet, og mange steder er fiskeriet nu stærkt begrænset.

Ålens gydeområder antages at ligge i Sargassohavet i det sydvestlige hjørne af Atlanterhavet ud for Nordamerika. Ålelarverne kommer hertil af Golfstrømmen og har tilbagelagt en afstand af cirka 5.000 kilometer. På kontinentalsoklen udvikles larverne til glasål. I februar og marts findes pelagiske (frit svømmende i vandsøjlen) glasål i Skagerrak og det nordlige Kattegat. Ved ankomsten til danske kyster i april-juli bliver den 1-2 år gamle glasål bundlevende og ændrer farve og betegnes nu som gule ål. De små ål forbliver enten på lavt vand langs kysterne eller vandrer op i ferskvand. Indvandringen til ferskvand foregår, når vandtemperaturen er over 10 °C, sædvanligvis fra april til ud på sommeren. De små ål søger opstrøms og leder efter egnede opvækstområder. Gule ål er forholdsvis stationære og foretager kun lokale fødevandring og vandring mellem overvintringsområder og fødeområder (ICES 2020). I vandløb overvintrer ålene i de nedre, dybere dele af vandløbet, men søger føde i hele vandløbet. I Vadehavsområdet søger de gule ål om efteråret ind i vandløbene for at overvintrere. I Karrebæk Fjord søger de gule ål fra Bælthavet ind i fjorden for at overvintrere. Det er ålens længde og størrelsen af fedtdepotet der afgør, hvornår den gule ål forvandles til blankål. Ålen er 5-20+ år gammel, før den forvandles til blankål. Forvandlingen fra gul til blank ål foregår hen over sommeren. Blankålen udvandreder fra danske opvækstområder hele året, men med størst intensitet i efterårsmånederne og forårsmånederne. Faldende vandtemperatur, kortere dagslængde samt stor vandføring får blankålene til at vandre med strømmen ud mod havet. I større vandsystemer og langs kysterne spiller månens lys også en rolle for, hvornår vandringen foregår, og denne er normalt størst omkring nymåne og mindst ved fuldmåne. På de åbne kyster spiller vindretningen en rolle for fangsten af blankål, idet det antages, at blankålene vandrer i bestemte temperaturlag, som under vindpåvirkning kommer tættere på kysten og bundgarnene. Ålen er født som hermafrodit med både hanlige og hunlige kønsceller. Under opvæksten er blandt andet tætheden af artsfæller udslagsgivende for, hvilket køn, ålen differentierer sig til. Ved stor tæthed som f.eks. i dambrug bliver ålene ca. 90 procent hanner og ca. 10 procent hunner. I danske fjorde, hvor tætheden af ål er relativ stor, er forekomsten af hanål tilsvarende stor, hvorimod der i ferskvand og på den åbne kyst overvejende forekommer hunål. I Østersøen er ålene overvejende hunål. Hanlige blankål er oftest mellem 30 og 42 cm lange og hunlige blankål er oftest større end 45 cm. Blankål med en længde fra 42-45 cm kan være både hunner og hanner.

De enkelte medlemslande er forpligtede i henhold til EU Åleforordningen (EU 2007) at rapportere såkaldte "stock indicators" for et lands respektive åleopvækstområde. Stock indicators er et mål for, hvor

stor en biomasse af blankål, der forlader det enkelte lands åleopvækstområde. Det er en logistisk udfordring at tilvejebringe data for den udvandrende biomasse af blankål, og der vil være stor usikkerhed på estimaterne. Den samlede estimerede biomasse fra Europa (Middelhavet, Atlanterhavet, Nordsøen og Østersøen) som vandrer ud mod gydepladserne er opgjort til 10.022 tons i 2015 (WKMAREEL 2017). Udvandringen fra Østersøen udgjorde ca. en tredjedel (3.557 ton) og de resterende to tredjedele (6.465 ton) udvandrede fra Nordsøen, Atlanterhavet og Middelhavet (WKMAREEL 2017). Det er derfor meget vigtigt at kunne vurdere, hvor stor en del af de blankål, der kommer fra Østersøen, der faktisk når frem til Nordsøen og hvor stor en del, der ender i fiskeriet.

Havørred

Havørreden er en livsform af ørred (*Salmo trutta*). En ørred kan blive i vandløbet, hvor den er klækket og bliver så til bækørred og gennemfører hele dens livscyklus i åen. Nogle ørreder vælger at forlade åen og trækker som smolt (blanke små 1 eller 2-års ørreder) ud i en sø (søørred) eller til kysten (havørred). I Danmark har vi flere hundrede bestande af selvreproducerende havørred, og der udsættes i tillæg mere end en million dambrugsopdrættede (afkom af vild-fisk) ørredsmolt i å-mundinger rundt i hele landet. Når ørredsmolten kommer ud på kysten, vokser den hurtigt til en størrelse, hvor den bliver eftertragtet af lystfiskere og i løbet af første vækstsæson kan en del af de 15-20 cm smolt være blevet over 40 cm (det mest almindelige mindstemål for hjemtagelse) og dermed tages med hjem. Fiskeri efter havørred, og her specifikt kystfiskeri, er den mest populære form for lystfiskeri i Danmark (Skov et al., 2020) og nogle undersøgelser peger på, at der bliver fanget op mod en million havørreder om året (Sparrevohn et al. 2011). En stor del af disse bliver genudsat efter fangsten (734.000), og man antager i den forbindelse, at langt de fleste af disse genudsatte fisk overlever uden mén. Overlevelse efter genudsætning afhænger af mange forhold f.eks. vandtemperatur og håndteringstid, og udenlandske undersøgelser peger på, at der kan være artsspecifikke forskelle (Arlinghaus et al. 2007; Gale et al. 2013). I den forbindelse mangler der viden om effekten af C&R på havørreder fanget på kysten. En af arbejdsplanerne i dette projekt anvender derfor en kombination af borgervidenskab (citizen science) og standardiseret lystfiskeri i et større forsøgsbassin med havvand til at undersøge C&R praksis hos danske havørredfiskere, og hvordan C&R påvirker overlevelse og vækst af havørred op til 29 dage efter genudsætning i havvand.

En anden faktor, der har stor betydning for bestandsestimaternes kvalitet, er præcis viden om ørredernes naturlige dødelighed, herunder prædationen fra skarv. Nye undersøgelser har vist, at skarven ofte påfører ørreder en ekstra høj dødelighed fra yngel til smoltstadiet i vandløbene (Fiskepleje.dk) og at også en stor andel (ca. 50%) af de udvandrende ørred- og laksesmolt bliver ædt af skarv (Jepsen et al. 2018). Der findes ingen undersøgelser (heller ikke fra udlandet) af, hvor stor en andel af havørreder under 40 cm, der ædes af skarv på kysten. Der gøres i disse år en stor indsats for at holde skarverne væk fra vandløb og vandløbsmundinger for at beskytte små ørreder og laks. Dette er måske ikke hensigtsmæssigt, hvis man ved at "flytte" skarverne ud på kysten, blot øger prædationen på de unge ørreder, der opholder sig på kysten. Det er ved flere lejligheder observeret, at en stor del af undermålsørreder (op til 50%), der fanges på kysten, har mærker fra skarv-næb, men der mangler viden om, hvor mange af ørrederne, der reelt bliver ædt. Projektets tredje arbejdsplan vil undersøge, hvor stor en del af de unge havørreder, der opholder sig på kysten, der bliver ædt af skarv.

På Fyn udsættes der store mængder ørredsmolt (mundingsudsætninger, ca. 400.000 stk.) med formålet at forbedre mulighederne for lystfiskeri langs de Fynske kyster. Baseret på observationer og resultater fra tidligere undersøgelser af, hvad der sker med de udsatte ørreder, er det sandsynligt, at skarv kan prædere på de små ørreder i betydeligt omfang, lige efter udsætning. Man kan måske mindske denne prædation ved at søge at gøre det sværere for skarven at finde de udsatte ørreder

ved at sprede udsætningerne i tid og sted. Dette undersøgte vi også i arbejdspakken ved at sammenligne prædationen på smolt udsat på forskellige måder og tidspunkter.

Denne rapport beskriver hver af de tre arbejdspakker separat med introduktion, materialer og metoder, resultater og diskussion. Til slut er der en kort opsummering med forslag til forvaltningsmæssige anbefalinger.

Formål

At skaffe information om fiskeridødelighed og prædation for bestandene af ål og havørred for at kunne etablere solide bestandsmodeller, herunder:

1. At kvantificere, hvor stor en del af blankålene fra Østersøen der fanges i det danske ålefiskeri.
2. At opnå viden om praksis for genudsætning af havørreder i forbindelse med rekreativt stang- og linefiskeri og hvordan genudsætninger påvirker havørreders dødelighed og vækst, herunder at undersøge påvirkningen fra forskellige typer af fiskeudstyr.
3. At kvantificere skarvprædation på havørreder på kysten

2. Udvandring af blanke ål fra Østersøen og fiskeriets påvirkning – AP1

2.1 Introduktion

Denne arbejdsopgave har til formål at øge vores viden om omfanget af forskellige dødeligheder, især fiskeridødelighed og i nogen omfang prædation, som blankål er udsat for, når de trækker fra Østersøen gennem de indre danske farvande til Nordsøen. Alle ål fra Østersøområdet skal passere gennem de danske stræder for at nå til gydepladserne, og derfor er det danske bundgarnsfiskeri i disse områder en nøgelfaktor i forhold til beskyttelse af ål fra Østersøen, så flere kan deltage i gydning. I dag findes der kun indikativ viden om størrelsen af fiskeridødeligheden på blankål i det danske kystfiskeri, der udøves som kommercielt bundgarns- og pælerusefiskeri og i mindre grad som rekreativ kaste-rusefiskeri. Denne viden er en central brik i den danske forvaltning af ål, herunder opfyldelse af EU-målsætningen om 40% escapement (undslip af blankål) i forhold til referencetilstanden. For at få information om vandringsmønstre og dødelighed skulle der efter planen i forbindelse med arbejdsopgaven mærkes 200 blankål i Østersøen med elektroniske/akustiske sendere. Efterfølgende blev ålenes vandring ud af Østersøen registreret af særlige lyttebøjer (hydrofoner) og gav ny viden om, hvor mange af ålene, der blev fanget i fiskeriet i dansk farvand, inden de forlader Østersøen. De akustiske sendere bliver registrerede af hydrofoner på en afstand af cirka 300-500 meter. Det var målet at opstille linjer (arrays) med hydrofoner over Lillebælt, Øresund samt noget af Storebælt for at kunne registrere, hvor og hvornår mærkede blankål vandrer. Fremfor at basere data om fiskeridødeligheden alene på rapportering af genfangster, som man hidtil har gjort, har projektet samtidig forsøgt en ny tilgang, hvor der opstilles hydrofoner ved bundgarnsfiskeres fartøjer (hyttfade), så elektronisk mærkede ål i fangsterne registreredes automatisk.

Ved at tilføre andre midler (ikke EMFF) til projektet og låne ekstra hydrofoner af internationale samarbejdspartnere blev antallet af hydrofoner øget fra de planlagte 25 til i alt 55. Herved lykkedes det at sikre delvis dækning af Storebælt i den første vandringssæson (2019) og næsten fuldstændig siden, så en meget stor del af mærkede, udvandrende ål blev registreret. Ved at tilbyde en infrastruktur med hydrofon- dækning af Lillebælt, Storebælt og Øresund, er det lykkedes DTU Aqua at få partnere fra Sverige, Finland og Tyskland til at bidrage til projektet med mærkning af blankål i deres respektive områder. Ål fra øvrige, igangværende mærkningsprojekter i Estland og Litauen har samtidig kunnet indgå i projektet. I stedet for de målsatte 200 ål har projektet derved indtil nu, omfattet i alt 1270 ål og mærkningen forventes at fortsætte med cirka 300 ål om året i de kommende år. Det er vigtigt at pointere, at efter opsætning og vedligeholdelse af rækkerne af hydrofoner, er det også muligt at registrere vandringen ind- og ud af Østersøen af andre mærkede individer, det være sig fisk eller pattedyr. Projektet har derved muliggjort opbygningen af en afgørende infrastruktur til at forbedre vores viden om ikke blot ålens vandring ud af Østersøen, men også en række andre dyr. F.eks. er der på hydrofonerne registreret mærkede blåfinnet tun og havørred, mærket som smolt i Roskilde Fjord. Projektet har desuden medført et samarbejde i Østersøområdet om mærkning af ål i projektperioden og fremover. Der kan gå lang tid, inden de mærkede ål starter deres vandring ud af Østersøen forbi hydrofonerne, og derfor kan det tage adskillige år, før man endeligt kan opgøre resultaterne. Dog medfører batteriernes levetid (i de akustiske sendere) en slutdato for registreringen, og denne afrapportering fokuserer udelukkende på resultaterne fra de 248 ål, som blev mærket i 2019. Batterierne på disse sendere udløb nemlig i projektperioden. Det betyder samtidig, at der er resultater fra et anseeligt antal ål, der er mærket efter 2019 (minimum 1032), som ikke er inkluderet i denne rapport, men som vil blive afrapporteret senere.

2.2 Materialer og metoder

I et tæt samarbejde med svenske kolleger blev der indkøbt og mærket i alt 248 ål i 2019 for EMFF-midler.

Tabel 1. Størrelse af mærkede ål fra Sverige 2019.

Udsætningssted	Antal	Middellængde (cm)	Middelvægt (g)
Yxlö	103	87,4 (68-102)	1390 (735-2240)
Utlängän	73	84,1 (72,2-99,5)	1268 (767-1663)
Svartö	72	81,3 (71,6-95,2)	1081 (775-2025)

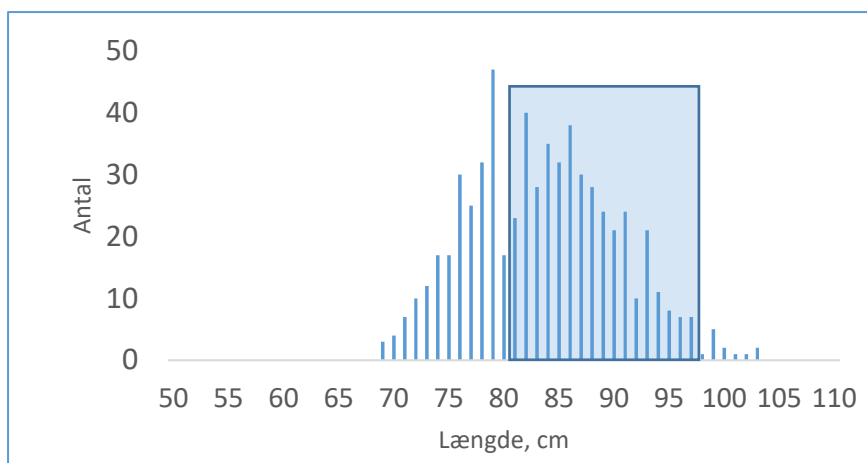
Tabel 2. Oversigt over resultaterne for de tre grupper af ål, der blev mærket i Sverige i 2019.

Udsætningssted	Antal	Dato	Antal registreret i Øresund	Antal registreret i Storebælt	Antal registreret i Lillebælt	Antal fanget af fiskeriet	Gnst tid fra udsætning til registrering.	Andel registreret (%)
Yxlö	103	8-29/8	4	3	0	1	225	8
Utlängän	73	8/10	47	2	0	7	72	77
Svartö	72	9/10	34	0	1	7	120	58

Ålene fik implanteret akustiske mærker på hhv. Yxlö, syd for Stockholm (103), Svartö (72 ål) og Utlängän (73 ål) langs den svenske Østersøkyst i oktober 2019 (Fig. 1). Fangst, håndtering og implantering af sendere i både ål og ørred er omfattet af tilladelse 2017-15-0201-01164, udstedt af Rådet for Dyreforsøg i Danmark 7/4 2017. Det elektroniske mærke udsender et unikt, kodet lydsignal hvert minut, som kan registreres af hydrofoner. Mærkerne er 9 mm x 29,4 mm, vejer 5,2 g og har en forventet "levetid" på 17 måneder. De mærkede ål var alle meget store (Tabel 1) og udgør således ikke et repræsentativt udsnit af blankålene i forhold til størrelse (Fig. 2). På grund af sendernes størrelse, var det nødvendigt at selektere de største individer til mærkningen, så det er formentlig de største 30% af blankålene, der blev mærkede (Fig. 2). Ålene blev fanget af erhvervsfiskere i fælder/ruser og opbevaret i op til tre døgn i hyttefad/opbevaringsnet før mærkning. Når en ål blev vurderet egnet til mærkning, blev den bedøvet med en kraftig Benzokain-opløsning, målt og vejlet og derefter placeret på et operationsbord. Der blev så lagt et 15-20 mm langt snit, hvorigennem senderen blev indsat i bughulen. Snittet blev lukket med to separate absorberbare suturer. Herefter blev ålen overført til opvågningskar og efter fuld opvågning, blev de mærkede ål udsat fra båd langs kysten. Ved at opstille hydrofoner, som kan monitorere bundgarnsfiskeriers fangster af elektronisk mærkede ål og samtidig opstille rækker af hydrofoner på tværs af Lillebælt, Storebælt og Øresund, er det muligt at registrere, hvor mange mærkede ål der hhv. fanges af de overvågede bundgarnsfiskerier eller lykkes med at vandre ud af Østersøen (Fig. 1).



Figur 1. De blå linjer viser, hvor hydrofoner har registreret ålenes passage i Bælthavet og Øresund. De røde punkter angiver placering af hydrofoner ved bundgarnsfiskeriers hyttefåde. Blå stjerner er udsætningslokaliteterne.



Figur 2. Størrelsesfordeling af (620) blankål fra den svenske østkyst. Kun de største ål er store nok til at bære en sender, hvorfor kun ål større end ca. 80 cm indgik i forsøget (markeret med den farvede boks).

2.3 Resultater

Der blev i forsøgsperioden kun registreret 8 af de 103 ål fra Yxlö på hydrofonerne, hvoraf der vandrede tre ud gennem Storebælt, fire gennem Øresund og en blev fanget i Køge Bugt. På grund af det lave antal registreringer, vil vi ikke anvende disse ål til at vurdere fiskeriets effektivitet. Turen fra udsætning til første registrering tog i gennemsnit næsten tre måneder, men varierede mellem 13 – 412 dage (Tabel 2). Fra Svartö er der ca. 350 km i direkte svømmeafstand, fra Utlängån er der ca. 240 km og fra Yxlö er der 600 km til hydrofonerne i Øresund. Der er tydelig sammenhæng mellem afstanden fra udsætning til hydrofoner, og tiden der bruges på turen (Fig. 3). Det ser også ud til, at rejsen ikke bare er langsom, men også farlig, idet kun 8% af ålene fra Yxlö blev registreret, medens hhv. 58% og 77% af ålene fra Svartö og Utlängån blev fanget af fiskere eller registreret på hydrofonerne. Hvad der sker med de ål, der ikke er registrerede, kan man ikke vide med sikkerhed, men der gives bud på det nedenfor i diskussionen.

I alt 84 individer (58%) af de 145 mærkede ål fra Svartö og Utlängan svømmede ud af Østersøen og 82 af disse individer via Øresund (Tabel 2). Resultaterne fra disse kan derfor bruges til at estimere fiskeritrykket fra det danske ålefiskeri, baseret på fangster i Køge Bugt. Dette fiskeri er det vigtigste i Danmark i forhold til fangst af blankål og det formodes, at en stor del af fangsterne udgøres af udvandrede ål fra Østersøen. Der var god (dokumenteret) dækning i forhold til hydrofonerne i Øresund, mens ålene trak ud i efteråret 2019 til 2020, og der var kun ringe sandsynlighed for at mærkede ål vandrede uregistrerede gennem sundet.

Ti individer blev fanget i Køge Bugt og Øresund, en på Peberholm, to i Simrishamn (SE) og en ved Kramnitze (Lolland). I alt syv mærkede ål blev fanget i de monitorerede bundgarnsfiskerier, som ifølge den officielle landingsstatistik stod for 32% af ålfangsterne med bundgarn i Køge Bugt og Øresund i 2019 (landingsdata fra Fiskeristyrelsen). Af de 145 mærkede ål trak 84 individer ud af Østersøen, hvoraf de 82 individer gjorde dette gennem Øresund. DTU Aqua har som nævnt overvåget 32% af bundgarnsfangsterne fra det nordlige Stevns til det nordlige Øresund, hvor disse 82 ål har trukket igennem. Disse overvågede bundgarnsfiskerier fangede syv mærkede ål, mens tre fritidsfiskere fandt et mærke i ål, de havde fanget i hhv. Køge Bugt og på Peberholm og rapporterede dette til DTU Aqua. I alt 92 ål (82 der trak succesfuldt gennem Øresund til Kattegat, syv overvågede bundgarnsfangster og tre rapporterede fritidsfangster) er således med sikkerhed nået frem til Køge Bugt-området, hvoraf de syv individer (cirka 8%) blev fanget af de overvågede bundgarnsfiskerier i området.

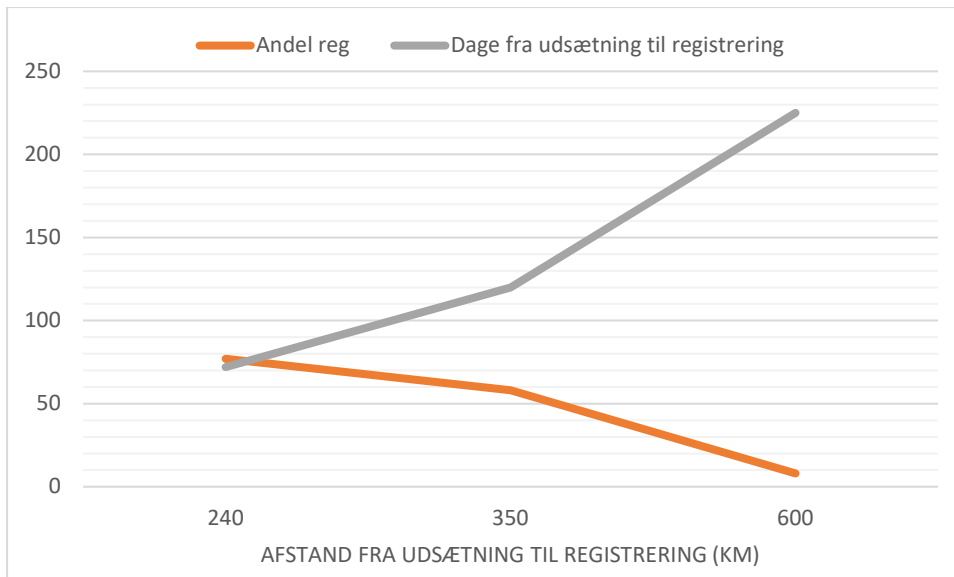
Det må dog antages, at de bundgarnsfiskerier, der ikke blev monitoreret, også fangede elektronisk mærkede ål. Såfremt de 68% af fangsterne i området, der ikke blev monitoreret, har haft samme fangst-effektivitet af elektronisk mærkede ål som de monitorerede fiskerier, har 3,1 gange så mange elektronisk mærkede ål (22 individer) været fanget i området fra det nordlige Stevns til det nordlige Øresund. I så fald er mindst 107 elektronisk mærkede ål nået til området (82 succesfuldt trukket igennem Øresund til Kattegat, 22 fanget i bundgarnsfiskerier og 3 fanget i fritidsfiskeriet), hvoraf bundgarnsfiskeriet har fanget cirka 21%.

Dette tal er selvsagt forbundet med en stor usikkerhed. Både fordi linjen af hydrofoner ikke var 100% "tæt", fordi nogle af de ål, der blev fanget i Køge Bugt ikke nødvendigvis ville have overlevet den cirka 80 km lange tur op gennem Øresund til Kattegat, hvis de ikke var blevet fanget, og fordi, der må forventes, at ikke alle fangster i fritidsfiskeriet er rapporteret.

Ud fra ovenstående betragtning er 35 ål forsvundet i svensk farvand, inden de nåede til Køge Bugt (145 mærkede ål, 107 trukket til Køge Bugt, to trukket gennem Storebælt og en fanget af fritidsfisker i Kramnitze). Den vandringsspecifikke dødelighed fra de to mærkningssteder er cirka 0,06% per km fra Utlängän og 0,08% per km fra Svartö og 0,07% per km i gennemsnit. Såfremt den vandringsspecifikke dødelighed er den samme i dansk farvand, ville 1,2 af de 22 bundgarnsfangster være døde/ikke ankommet af ukendte årsager på de cirka 80 km fra fangststederne til overgangen mellem Øresund og Kattegat, og fiskeritrykket ville med ovenstående korrektion blive beregnet til 19,7%.

Linjens effektivitet vurderes til at være cirka 95% ud fra data fra nedstrøms detektion efter linjen. Der burde således være kommet lidt flere ål igennem Øresund, så fiskeritrykket var endt på 18-20%.

Fiskeritrykket fra bundgarnsfiskerier kan dog være højere, hvis nogle af ålene er vandret ind i område 24 (syd for Stevns) og fanget der. Data kan ikke understøtte, hvorvidt dette er sket, og i så fald hvor udbredt tendensen har været.



Figur 3. Andelen af mærkede ål, der blev registreret (%) og median-tiden (dage) fra udsætning til registrering som funktion af afstanden. Y-aksen viser både % og antal dage. Den orange linje viser andelen i procent og den grå linje antal dage fra udsætning til registrering.

2.4 Diskussion

Fangst, håndtering, bedøvelse og implantering af akustiske mærker i store blankål er en metode, der har været brugt i adskillige undersøgelser igennem de seneste 15 år, og det har vist sig, at metoden fungerer godt, og herunder at der er meget lav dødelighed eller tab af sender (Aarestrup et al. 2008, 2010; Pedersen et al., 2012). Selve opgaven med at få opsat, igangsat og testet de tre "arrays" af hydrofoner, har været et stort og kompliceret arbejde, der har krævet mange timer, investering i udstyr og tilladelser fra relevante myndigheder. Det lykkedes dog gennem en stor indsats at få alt på plads i løbet af en relativ kort periode, og systemet viste sig at være effektivt til at registrere fisk med sendere, der passerer forbi. Dermed bidrog projektet til en infrastruktur, der muliggør en lang række undersøgelser i fremtiden, såfremt der kan skaffes midler til at vedligeholde og opretholde systemet.

Fra de tre udsætningssteder var det meget markant, at afstanden fra udsætning til registrering, havde stor betydning for, hvor lang tid der gik og hvor stor en andel af de mærkede ål, der faktisk nåede frem til hydrofonerne (Fig. 3). Der var kun 92 af de 248 mærkede ål, der enten blev registreret ved passage af hydrofonerne eller blev indrapporteret fra fiskeriet. Altså forsvandt over halvdelen på vejen. Mulige forklaringer er, at de forsvundne ål enten er blevet ædt (sæl eller skarv) undervejs, er blevet fangede af fiskere, der ikke har rapporteret det, eller at de tog så lang tid om turen, at senderens batteri løb tomt før de nåede frem til hydrofonerne. At ålene fra Yxlö i gennemsnit brugte 225 dage om at svømme de 600 km viser, at ålens gydevandring kan være meget langsom. Undersøgelser fra blankål i Gudenåen viser ligeledes en meget langsom vandring nedstrøms, hvor det i gennemsnit tager en ål 232 dage at vandre 75 km (Jepsen og Pedersen, in prep). Det er overraskende, at ålene vandrer så langsomt, idet man skulle tro, de havde travlt, når der er flere tusinde km ud til gydepladserne i Sargassohavet, og ålene ikke æder undervejs. Vandringshastigheden fra denne undersøgelse afviger dog en del fra den som Vesterberg et al. (2007) fandt, hvor mærkede ål vandrede i gennemsnit 16 km/døgn i Østersøen. Det skal i den forbindelse bemærkes, at halvdelen af ålene, der blev mærket i Yxlö (nærmere bestemt de 50 svensk-finansierede ål) var fanget i de store ferskvandssøer ved Stockholm, mærket og efterfølgende udsat i Østersøen. Selvom disse ål tilsyneladende havde gennemført transformeringen til vandringsparate blankål, er det således ikke sikkert de rent faktisk

vandrede umiddelbart efter mærkning og udsætning, hvilket kan have påvirket det overordnede vandringsbillede fra Yxlö-ålene. Derimod blev de øvrige mærkede ål i undersøgelsen fanget i bundgarnsfiskerier på kysten, og disse ål har således været i gang med at vandre, da de blev fanget og mærket.

Sammenlignes størrelsen på de ål, der passerede hydrofonerne, med dem, der forsvandt, er der ikke signifikant forskel (t-test), men dog en tendens til, at det er de største ål, der klarer turen. Medianlængden for ål fra Utlängän, der passerede var 85,0 cm og for dem, der ikke passerede 82,2 cm. For Svartö er de tilsvarende tal 81,4 cm vs 81,0 cm.

Det blev skønnet, at 18-20% af mærkede blankål fra Østersøen blev fanget i bundgarnsfiskeriet. Dette skøn er foreløbigt og er behæftet med betydelig usikkerhed, fordi det bygger på blot syv fangede individer. Der er i perioden 2020-2021 også mærket ål i en række andre lande omkring Østersøen. Disse ål ser ud til at have andre vandringsmønstre og trækker i højere grad gennem Lillebælt og Storebælt. Der bliver til stadighed registeret ål på hydrofonerne, som stammer fra disse ål og analyserne af disse ekstra mærkede ål er derfor endnu ikke afsluttet. Af de 145 mærkede ål fra Svartö og Utlängän, blev fire (3%) indrapporteret som fanget af fritidsfiskere i danske farvande.

Som nævnt inkluderer denne afrapportering udelukkende resultater fra 248 ål, men der er på nuværende tidspunkt mærket mere end 1.200 ål. Når resultaterne fra de mere end 1000 mærkede ål i Østersøen efterhånden kommer ind, kan der gennemføres grundigere analyser af sammenhængen mellem afstand og "tab" og måske også se, om der er en effekt af størrelsen på sandsynligheden for succesfuld udvandring. Det bliver også interessant at kigge nærmere på, hvornår på året de fleste af ålene fra Østersøen passerer gennem de danske stræder. Det er her igen værd at fremhæve, at den infrastruktur af hydrofoner, der er etableret med dette projekt samt med det samarbejde, der foregår mellem Østersølandene, giver gode muligheder for at svare på mange vigtige spørgsmål vedrørende vandring og spredning af akvatiske dyr mellem Nordsøen og Østersøen.



Billede 1. Der tages mål af finnelængde og øjediometer på de mærkede ål for at kunne vurdere graden af kønsmodning/blankhed.



Billede 2. En slags "smugkro/strandbar" var indrettet til mærkning af ål i Uxlö.

3. Catch & release effekt på havørred – AP2

3.1 Introduktion

Der findes en række undersøgelser foretaget i ferskvand, som evaluerer overlevelsen af voksne ørreder og laks efter fangst og genudsætning (Taylor & White, 1992; Lennox et al., 2017), men disse resultater kan ikke direkte overføres til ørreder fanget og genudsat i saltvand. Med årligt op til 700.000 genudsatte havørreder (Sparrevohn et al., 2011) i det danske rekreative fiskeri, kan selv en moderat dødelighed forventeligt have betydning for antallet af fisk og dermed for bestandene. I forlængelse heraf er viden om dødeligheden som følge af genudsætning et vigtigt input til modeller, der estimerer bestandene og bruges til forvaltningen. Det er dog en kompliceret sag at skulle vurdere skæbnen for en ørred, som bliver genudsat efter at være fanget med stang og snøre. Fiskens størrelse, kondition, vandets temperatur, den måde fisken bliver håndteret på, det udstyr, der bliver brugt, hvor fisken er kroget, m.v. kan hver især have en betydning for, hvordan fisken bliver påvirket. I et forsøg på at fane denne kompleksitet har vi i denne arbejdsopgave anvendt en kombination af borgervidenskab (citizen science) og standardiseret lystfiskeri i et større forsøgsbassin med havvand til at undersøge C&R praksis hos danske havørredfiskere, og hvordan C&R påvirker overlevelse og vækst af havørred op til 29 dage efter genudsætning i havvand.

3.2 Materialer og metoder

Vi indsamlede viden om havørreddødeligheder gennem en kombination af borgervidenskab (herefter *citizen science*) og et storskala bassinforsøg med saltvand.

3.2.1 Citizen science

Ved hjælp af citizen science platformen Fangstjournalen indsamlede vi viden om genudsætningsrater på havørred, hvornår på året der især bliver fisket havørreder samt hvilket fiskeudstyr, havørredlystfiskere ofte anvender. Fangstjournalen er en elektronisk citizen science-platform, hvor lystfiskere (stang og snøre samt undervandsjægere) kan indrapportere deres fisketure og fangster fra alle typer af fiskevande. Formålet er at indsamle viden om fiskebestandene, f.eks. ved at følge den tidsmæssige udvikling i fangstrater (fisk pr. time) og størrelsesfordelinger. Platformen kan også bruges til at få indblik i lystfiskernes geografiske fordeling, potentielt fisketryk og deres målarter. Platformen er udviklet af og drives af DTU Aqua, blev lanceret i 2016, og findes som en webversion (www.fangstjournalen.dtu.dk) og som en telefonapplikation til iPhone og Android. Indtil videre har tæt på 15.000 lystfiskere oprettet sig som brugere på platformen. Lystfiskere, der indrapporterer en fisketur og en eventuel fangst giver forskellige oplysninger, som vi har anvendt i vores analyser af havørredfiskeriet. Dette inkluderer mållart og tidspunkt for fisketuren, fiskemetode (endegrej), art fanget, fiskens størrelse og om fisken er genudsat (ja/nej). Vi anvender i denne undersøgelse Fangstjournalens tal til at få indblik i, hvornår på året havørredfiskeri især finder sted, hvilke størrelser af havørreder der bliver indrapporteret, hvor stor en andel der genudsættes samt hvilket fiskegrej, der typisk bliver anvendt.

For at få viden om krogningssteder og blødning hos havørreder samt forhold, som kan påvirke dette, samarbejdede vi i løbet af projektperioden med en særlig gruppe af brugere af Fangstjournalen, herefter kaldet nøglefiskere. Nøglefiskerne er ihærdige lystfiskere med mange kystfisketure efter havørred om året. Nøglefiskerne fik en række ekstra felter, som de skulle udfylde i forbindelse med fangst af havørred herunder detaljerede informationer om det grej, de anvendte, hvor fisken var kroget og hvorvidt fisken blødte (Fig. 4). Her skulle nøglefiskerne sondre mellem *ingen blødning*, *lidt blødning* (højest en dråbe) og *meget blødning* (flere dråber blod) (Fig. 4). I forbindelse med denne del af undersøgelsen blev der lavet justeringer i den elektroniske platform, som gjorde det nemmere for nøgle-

fiskerne at indrapportere disse tal. Data blev analyseret med en statistisk model med det formål at undersøge, hvilke forhold der især kan betyde noget for om en havørred bløder, herunder fiskens længde, lufttemperatur, fiskemetode og krogingssted. For en nærmere beskrivelse af dataanalyserne henvises til tidsskriftet Fisheries Research, hvori forsøgets resultater blev afrapporteret i 2022 efter fagfælle-bedømmelse (Skov et al. 2022).

The figure displays six overlapping screenshots of a mobile application used for data collection. The questions and options are as follows:

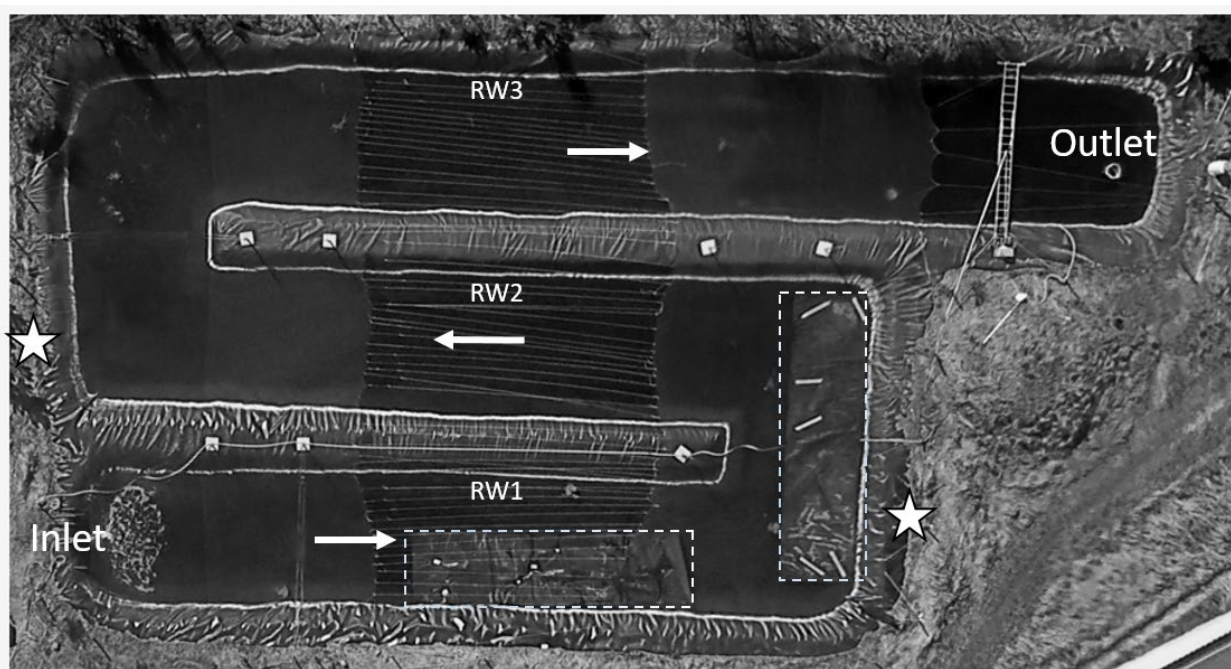
- Bløder fisken?** (Does the fish bleed?)
 - Nej
 - Ja en smule
 - Ja meget
- Modhager?** (Does the fish have a belly?)
 - Ja
 - Nej
- Krogtype?** (What type of hook?)
 - Trekrog
 - Dobbeltkrog
 - Enkelt J krog
 - Enkelt cirkelkrog
- Hvor sad krog?** (Where did the hook bite?)
 - Yderst i munden
 - Bagerst i munden
 - Gællerne
 - Spiserør
 - Mundkrogen
 - Udenfor mund
- Krogstr. på agn?** (Hook size on bait?)
 - <15
 - 13-15
 - 10-12
 - 7-9
 - 4-6
 - 1-3
 - >1
- Krogstr.?** (Hook size?)
 - 1
 - 2
 - >2

Figur 4. Oversigt over de ekstra informationer vi bad et udsnit af lystfiskere udfylde i forbindelse med undersøgelsen af krogingssted og blødning.

3.2.2 Bassinforsøg

Forsøgsfaciliteter og forsøgsfisk

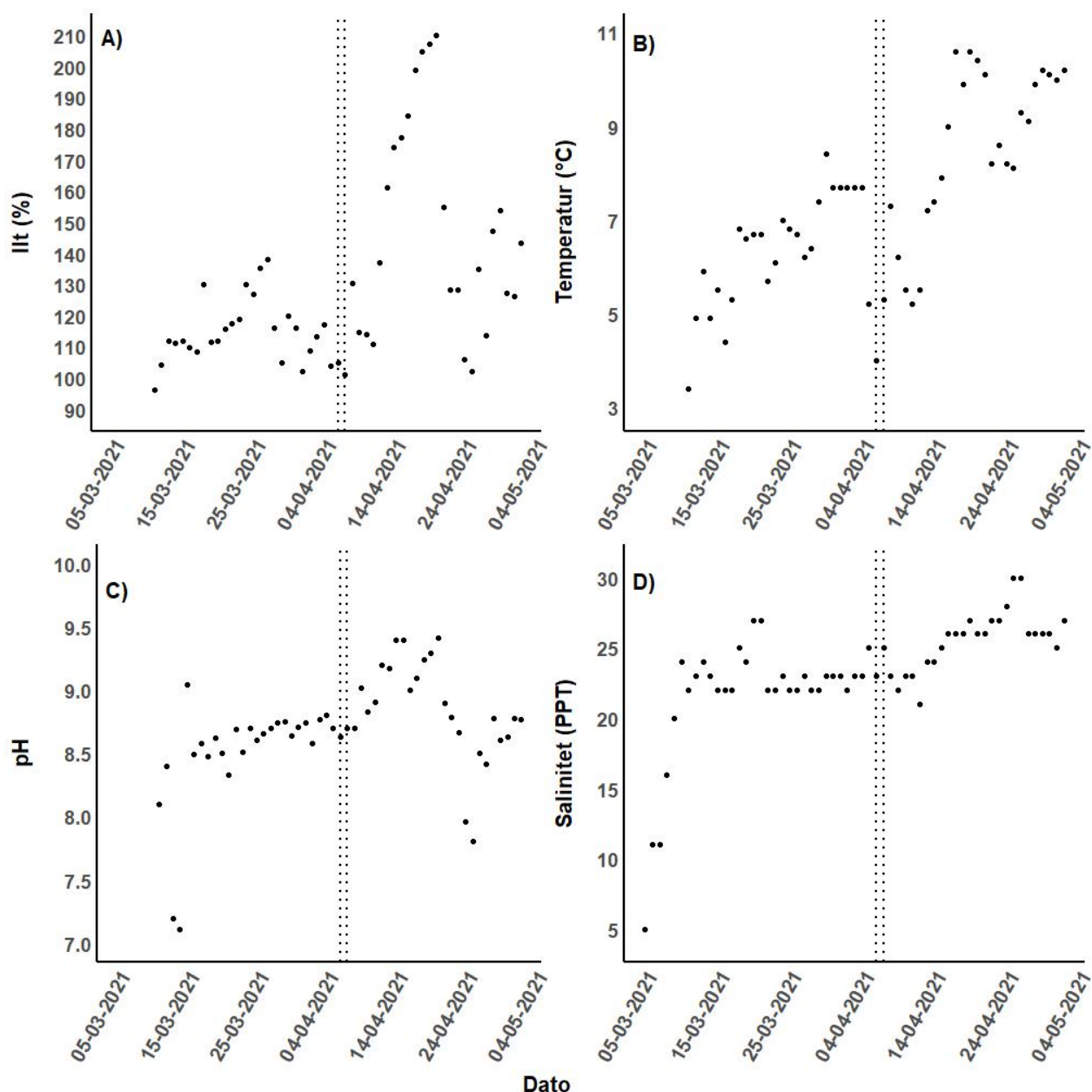
Blandt andet med baggrund i den indsamlede viden fra citizen science undersøgelsen designede vi et storskala fangst/genudsætningsforsøg for derved, under semikontrollerede forhold, at undersøge overlevelse og vækst hos havørreder efter genudsætning i saltvand. Forsøget blev gennemført i et udendørs bassin på DTU Aquas faciliteter i Hirtshals (Fig. 5). Bassinet (310 m³), som er foret med kraftig PVC, modtog vand pumpet direkte fra Nordsøen samt vandværksvand (ferskvand), hvilket gjorde det muligt at justere saltholdigheden. Før fiskeudsætningen blev saltindholdet justeret til omkring 21-25 ppt ved at balancere strømmen af ferskvand, saltvand og recirkuleret vand. Efterfølgende kunne saltholdigheden øges eller sænkes ved at øge/mindske andelen af saltvand. Endvidere kunne vandgennemstrømningen justeres ved samtidig at øge flow af ferskvand og saltvand samt mængden af recirkuleret vand til f.eks. at opretholde iltniveauer eller temperatur. Forud for forsøget blev bassinet overdækket med net (maskestørrelse 75 mm) 0-50 cm over vandoverfladen) monteret på pæle for at forhindre fugleprædation. Bassinet var også udstyret med flydende plastmætter for at give skjul for fiskene (Fig. 5).



Figur 5. Dronefoto af forsøgsbassinet. På figuren er angivet følgende; udløb (outlet) og indløb (inlet), vandets strømretning (pilene), de overdækkede områder (stiplede firkanter), lystfiskernes placering under fiskeriet (stjerne) samt de kanalstykker (RW 1-RW3), som samlet set udgør forsøgsbassinet.

I forsøgsperioden varierede vandgennemstrømningen mellem 1.400 og 8.000 liter. Vandgennemstrømningen blev øget i midten af april i en periode med stigende vandtemperaturer for at bekæmpe en opblomstring af alger, dvs. med det formål at skylle algerne ud af bassinet. Iltmætning, som blev målt dagligt i dagtimerne, varierede mellem 96 og 210% (gennemsnit 130% 130,0%, SD = 29,4%) (Fig. 6A). Samtidig med den førnævnte algeopblomstring, sås en markant stigning i opløst ilt, hvilket kan forklares af øgede niveauer af fotosyntese på grund af algevækst. Den øgede algevækst i bassinet midt i april blev også afspejlet af reduceret Secchi-dybde i dammene med 30 cm sigt som lavpunkt. Inden da var der sigt til bunden (ca. 80 cm). Vandtemperaturen i bassinet varierede mellem 3,4 og 10,6 °C (gennemsnit = 7,3 °C, SD = 1,89 °C) (Fig. 6B), og pH varierede mellem 7,2 og 9,5 (gennemsnit = 8,7, SD = 0,44), og toppede sammen med algeopblomstringen i midten af april (Fig. 6C).

Saliniteten varierede mellem 21 og 30 ppt (gennemsnit = 24,3 ppt, SD = 2,2 ppt) (Fig. 6D). I kombination med den øgede vandgennemstrømning blev også saltindholdet øget i midten af april for at bekæmpe algeopblomstringen, og iltniveauer og pH faldt i den sidste del af undersøgelsesperioden, og Secchi-dybderne stabiliserede sig herefter mellem 50 og 60 cm.



Figur 6. Målinger af ilt (A), temperatur (B), pH (C) og salinitet (D) i forsøgsbassinet under forsøget.

Forsøgsfiskene stammede fra et dambrug nær Kolding og var afkom af vilde havørreder fanget i Kolding Å i november/december 2019 (Billede 3). Den 4. marts 2021 blev godt 500 ørreder transporteret fra dambruget til faciliteterne i Hirtshals. Her blev fiskene først overført til midlertidige opbevarings-tanke (Billede 4) og efterfølgende individuelt målt (forklængde i mm), vejlet (g) og mærket med et såkaldt Passive Integrated Transponder (PIT) tag for at muliggøre senere individuel identifikation (Billede 5). PIT-mærkningen fulgte veletablerede procedurer, dvs. fisk blev bedøvet (Benzocain, 50 mg/l, Sigma Chemical Co., St Louis, USA), og et 23 mm PIT-mærke (HDX, Oregon RFID) blev indsat i kropshulen gennem et 2-3 mm ventralt snit.



Billede 3. En af havørrederne, som indgik i bassinforsøget.



Billede 4. Forsøgsfiskene ankommer fra Hvilested Dambrug til anlægget i Hirtshals.



Billede 5. Forsøgsfiskene måles, vejes og PIT-mærkes før udsætning.

I alt 524 ørreder blev mærket (forklængde: gennemsnit 309 mm, min 235 mm, max 374 mm; vægt: gennemsnit 375 g, min 162 g, max 649 g). En fisk døde under håndtering og mærkning. Efter restitution fra mærkningen (15-30 minutter) blev fiskene overført til en 2,5 m³ udendørs akklimatiseringstank indeholdende ferskvand (Ø 3 m, 1,1 m dybde). I løbet af de efterfølgende dage (indtil 10. marts) blev saltindholdet langsomt øget til 20 ppt. Vandtemperaturen i akklimatiseringstanken var i perioden 5-6 °C. Tre fisk døde i akklimatiseringsperioden.

Seks dage efter ankomsten til Hirtshals (10. marts 2021) blev de resterende 520 ørreder (herefter kaldet havørreder) udsat i forsøgsbassinet, hvorefter de blev fodret og overvåget på daglig basis frem mod forsøgets afslutning i starten af maj 2021. Efter udsætningen i det saltholdige bassin tilpassede havørrederne sig de nye forhold og begyndte hurtigt at spise de foderpiller, som de blev tilbudt hver dag. Fiskene virkede sky og søgte tilflugt under plastikoverdækning, hvis de blev forstyrret, hvilket indikerer en aktiv/naturlig adfærd. Ligeledes var de under fodringen generelt meget aktive. Undtagelsen var førnævnte periode under algeopblomstringen midt i april, hvor fiskene var appetitløse. Efter algeopblomstringen blev reduceret, kom appetitten dog tilbage, og fiskene var igen aktive under fodring.

Standardiseret lystfiskeri

Efter en tilpasnings-/fodringsperiode på 27 dage i bassinet blev der gennemført to dages eksperimentelt lystfiskeri (6. og 7. april 2021). Den 6. april, før lystfiskeriet blev påbegyndt, fangede vi et udsnit af fiskene (n = 75) ved hjælp af et hånd-vod (Billede 6). Havørrederne blev herefter fanget en ad gangen fra voddet med et fangstnet (det samme som efterfølgende blev brugt i lystfiskerforsøget) og i luft overført til en målestation (10 meters afstand). Her blev fiskene målt, vejte og fik deres PIT-mærke

scannet og registreret, inden de til slut blev genudsat i bassinet. Tiden, som fisken tilbragte ude af vandet (lufteksponeringstid), blev registreret. Denne gruppe af fisk udgjorde således en kontrolgruppe for de havørreder, som senere blev fanget på stang og snøre. Det vil sige, at kontrolfiskene blev håndteret i et fangstnet, var ude af vandet, blev målt og vejjet. men de blev ikke kroget og ikke udsat for en "fight" periode.



Billede 6. Kontrolgruppen af fisk fanges i bassinet med håndvod.

Straks efter kontrolgruppen var blevet oparbejdet, gennemførte vi standardiseret lystfiskeri efter havørrederne i bassinet. Målet var at evaluere, hvordan C&R påvirkede overlevelse og vækst efter genudsætning i forhold til forskellige krogtyper (trekrog vs. enkelt) og forskellige fiskemetoder (spinnefiskeri vs. fluefiskeri) påvirkede overlevelse og vækst. Alt lystfiskeri blev udført af tre erfarne lystfiskere, som skiftevis fiskede på to specifikke positioner ved bassinet (Fig. 5, Billede 7).



Billede 7. Der fiskes i bassinet.

For at få et godt statistisk materiale at evaluere resultaterne ud fra var det målsætningen at fange og genudsætte ca. 75 havørreder i hver af tre forsøgsgrupper: **1)** havørreder fanget på blink monteret med en enkeltkrog (Owner® Japan, model S-61, størrelse 1/0) (Billede 8), **2)** havørreder fanget med blink monteret med trekroge (S.F.G., Danmark, størrelse X) (Billede 8) og **3)** havørreder fanget på flue monteret med enkeltkrog (Mustad, streamer, str. 12). Alle kroge havde modhager, da data fra citizen science undersøgelsen pegede på, at disse kroge var de almindeligste i det danske havørredfiskeri (Skov et al., 2022).

I den første del af det standardiserede lystfiskeri blev der spinnefisket af to lystfiskere placeret i hver ende af bassinet (Fig. 5) med næsten identiske fiskeredskaber dvs. mellemstore kastestænger og mellemstore spinnehjul monteret med monofilament fiskeline (0,24 mm Ø, 5,5 kg brudstyrke, Trilene line, Berkeley®, Iowa, USA). Den eneste forskel var brugen af krogtype, det vil sige, at de to lystfiskere altid brugte det samme blink, men vekslede i deres brug af enkelt- og trekroge (Billede 8). Senere (7 april) blev der fisket med flue med en standard 8 fod, # 7 fluestang med flydende line og et 6lbs forfang på 9 fods længde (Tabel 3). Dette blev udført af en enkelt lystfisker ad gangen.

Som nævnt ovenfor var det oprindeligt planlagt at fange 75 fisk i hver gruppe, men i løbet af forsøget stod det klart, at de samme fisk blev fanget flere gange, og herunder fisk fra kontrolgruppen, som dermed ikke længere kunne indgå i kontrolgruppen. Det betød, at jo flere fisk, vi fangede med stang og snøre, jo mindre blev kontrolgruppen hvilket udfordrede undersøgelsens statistiske design. Derfor endte vi med kun at fange 25 fisk på flue (tabel 4), og på det tidspunkt var kontrolgruppens størrelse reduceret til fra 75 til 52 fisk (tabel 3).



Billede 8. Blink monteret med de to typer kroge, der blev brugt.

Tabel 3. Tidslinje for det standardiserede lystfiskeri i bassinet i Hirtshals. Den 6. april 2021 fiskede lystfiskerne udelukkende spinnefiskeri med "Boss" blink (Westin®, Allerød, Danmark, vægt 16 g) udstyret med enten enkelt- eller trekroge. Den 7. april 2021 brugte lystfiskerne både "Boss" og "Cyclops" (Mepps®, Antigo, USA, 5 g) igen udstyret med enten enkelt- eller tredobelte kroge og sidst på dagen også fluefiskeudstyr. Tal i parentes angiver antallet af fisk i hver gruppe, som var fanget på krog tidligere i forsøget eller var kontrolfisk.

Dato	Tidspunkt	Fiskemetode	Krog type	#fisk
06-04-2021	14.00-17.00	Spin, Westin Boss 16 g	Treble	22 (10)
06-04-2021	14.00-17.00	Spin, Westin Boss 16 g	Single	20 (5)
07-04-2021	08.00-10.00	Spin, Westin Boss 16 g	Treble	13 (2)
07-04-2021	08.00-10.00	Spin, Westin Boss 16 g	Single	11 (3)
07-04-2021	10.00-14.00	Spin, Mepps Cyclops" 5g	Treble	39 (11)
07-04-2021	10.00-14.00	Spin, Mepps Cyclops" 5g	Single	45 (10)
07-04-2021	14.30-16.00	Flue	Single	25 (7)

Tabel 4. Antallet af havørreder i de forskellige behandlingsgrupper (n) og deres forklængde og vægt (gennemsnit ± standard afvigelse) ved starten af forsøget og under lystfiskeriet. Angivet er også lufteksponeringstid (s) og fighttid (s) (gennemsnit ± standard afvigelse) for de forskellige behandlingsgrupper samt resultaterne fra de statistiske tests.

Behandling	ingen (n = 312)	Kontrol (n = 52)	Spin med trekrog (n = 51)	Spin med enkeltkrog (n = 58)	Flue med enkeltkrog (n = 18)	Statistisk test
Forsøgsstart						
Forklængde (mm)	308,7 ± 17,8	308,3 ± 16,0	312,3 ± 18,9	310,1 ± 18,5	302,8 ± 11,0	KW test, $Ch^2 = 4,6$, $p = 0,3$
Totalvægt (g)	374,0 ± 67,5	374,2 ± 65,6	381,3 ± 76,6	377,1 ± 73,2	349,6 ± 34,9	KW test, $Ch^2 = 2,8$, $p = 0,6$
Standardiseret lystfiskeri						
Totalvægt (g)	-	427,4 ± 90,4	423,2 ± 81,6	427,5 ± 90,1	383,8 ± 47,0	KW test, $Ch^2 = 4,2$, $p = 0,3$
Fighttid (s)	-	-	16,0 ¹ ± 6,3	15,9 ² ± 4,8	27,9 ^{1,2} ± 11,7	KW test, $Ch^2 = 25,1$, $p < 0,0001$
Lufteksponeringstid (s)	-	34,4 ^{1,2,3} ± 7,6	73,1 ¹ ± 17,5	72,4 ² ± 25,5	59,3 ³ ± 13	KW test, $Ch^2 = 109,4$, $p < 0,0001$

Det standardiserede lystfiskeri blev nøje overvåget og flere aspekter af fiskeriet blev registreret. Når en lystfisker fik bid, råbte han straks op, og en person på land igangsatte et stopur der registrerede fight-tiden (den tid hvor fisken er i vandet på krogen). Samtidig stoppede den anden lystfisker lystfiskeriet for at sikre, at der kun blev behandlet én fisk ad gangen. Når havørreden var trukket ind til kanten af bassinet, blev fisken landet med et knudeløst landingsnet af gummi. Så snart fisken var ude af vandet, gav lystfiskeren besked til tidtageren, og registrering af fight-tid stoppede, og samtidig blev registrering af lufteksponeringstiden indledt. Herefter transporterede lystfiskeren fisken i landingsnettet til en målestation ca. 20 meter væk (Billede 9), hvor der blev taget nærbilleder af krogens placering og eventuel blødning (Billede 10).

Krogningsstederne blev angivet i seks kategorier, dvs. de samme som for nøglefiskerne nævnt i forrige afsnit. Herefter blev krogen fjernet fra fisken (ved brug af en tang efter behov), scannet for PIT-ID og vejet (g) (Billede 11). Endelig blev vævsskader forårsaget af krogning og eventuelle abnormiteter noteret, hvorefter fisken blev genudsat i bassinet. På det tidspunkt blev tidtagning af lufteksponering stoppet. Efter krogen var udtaget blev graden af blødning noteret, på samme måde som hos nøglefiskerne, dvs. i tre kategorier; ingen blødning, lidt blødning (højst 1 dråbe blod) og meget blødning (flere dråber blod). I de tilfælde, hvor krogen faldt ud af fisken i landingsnettet under transporten fra lystfiskerstedet til målestationen, blev krogstedet estimeret ved inspektion for mærker, sår og/eller forekomst af blødning.



Billede 9. En fanget ørred bliver bragt til monitoringsstationen i nettet.



Billede 10. Der tages billeder af krogens placering før den fjernes.

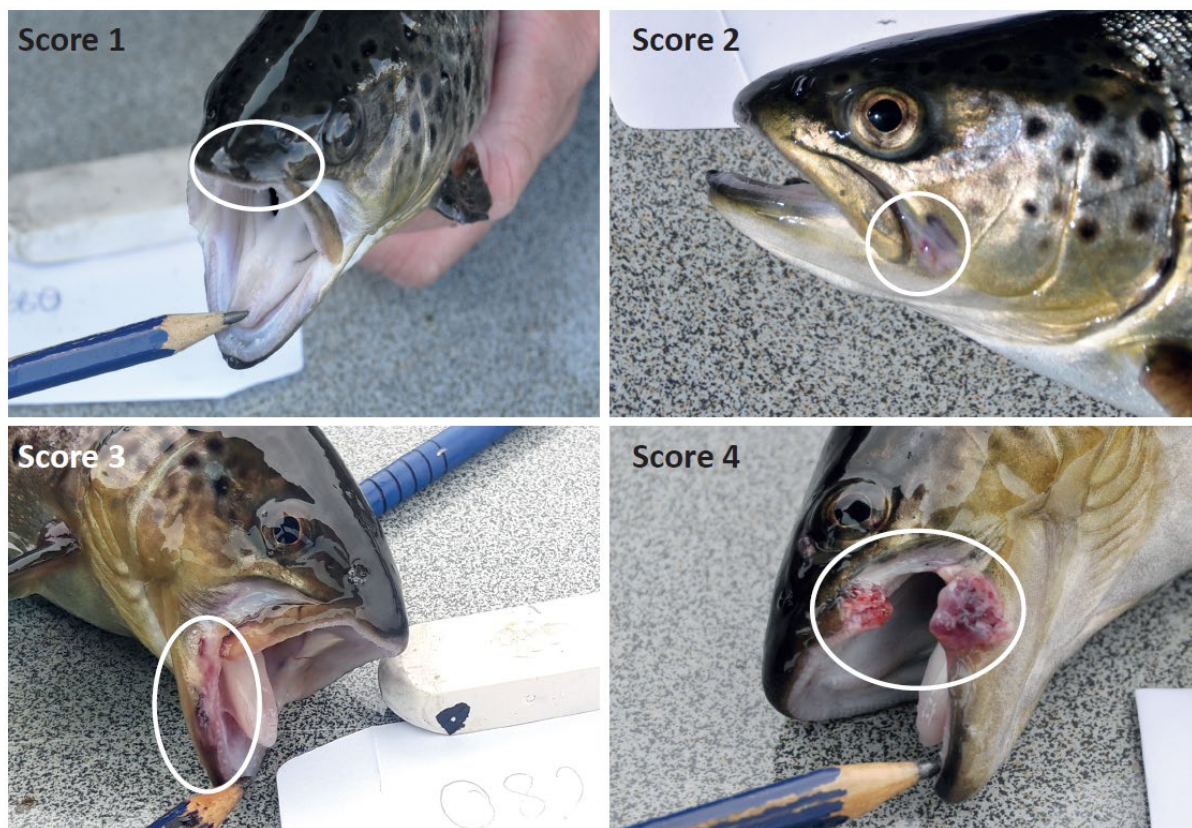


Billede 11. En fanget ørred vejes inden genudsætning.

Forsøgsafslutning

Den 3.-5. maj 2021 blev undersøgelsen afsluttet ved, at der blev lukket for indstrømmende og udløbsrøret blev åbnet, hvorved bassinet efterhånden blev tømt for vand. Alle tilbageværende fisk blev fanget i et lille vod og aflivet vha. en dødelig dosis benzokain (200 mg/l). Bagefter blev alle fisk identificeret, målt, vejet og visuelt inspiceret. Krogskader blev kategoriseret mellem fuldt helede/ingen tegn på krogning til inficerede, uhelede åbne krogår. Der blev taget et billede af hver fisks mund for at dokumentere potentielle krogskader. Baseret på beskrivelser og billeder blev hver fisk efterfølgende tildelt en "helingsscore" fra 1-4, hvor 1 blev tildelt fisk, hvor der ikke var tegn på skade og 4 blev tildelt fisk med tydelige uhelede krogår (Fig. 7).

Undersøgelsen blev udført i overensstemmelse med den europæiske forordning om dyreforsøg, og forsøgsprotokollen er godkendt af den danske dyreforskningsmyndighed (tilladelse 2020-15-0201-00729).



Figur 7. Eksempler på forskellige grader af skader efter krogning fra forsøgets afslutning.

Databehandling

I databehandlingen indgik udelukkende havørreder, som var fanget en enkelt gang, dvs. fisk som f.eks. var fanget på spin og efterfølgende flue blev udeladt fra analyserne. Det betød, at det statistiske grundlag for analyserne var 51 (trekrog) and 58 (enkeltkrog) havørreder fanget vha. spinfiskeri og 18 havørreder fanget på fluefiskeri (lille enkeltkrog). Dertil var der en kontrolgruppe bestående af 52 fisk.

For en nærmere beskrivelse af metoder og dataanalyser henvises til tidsskriftet Fisheries Research, hvori resultaterne er udgivet efter fagfælle-bedømmelse (Skov et al. 2023).

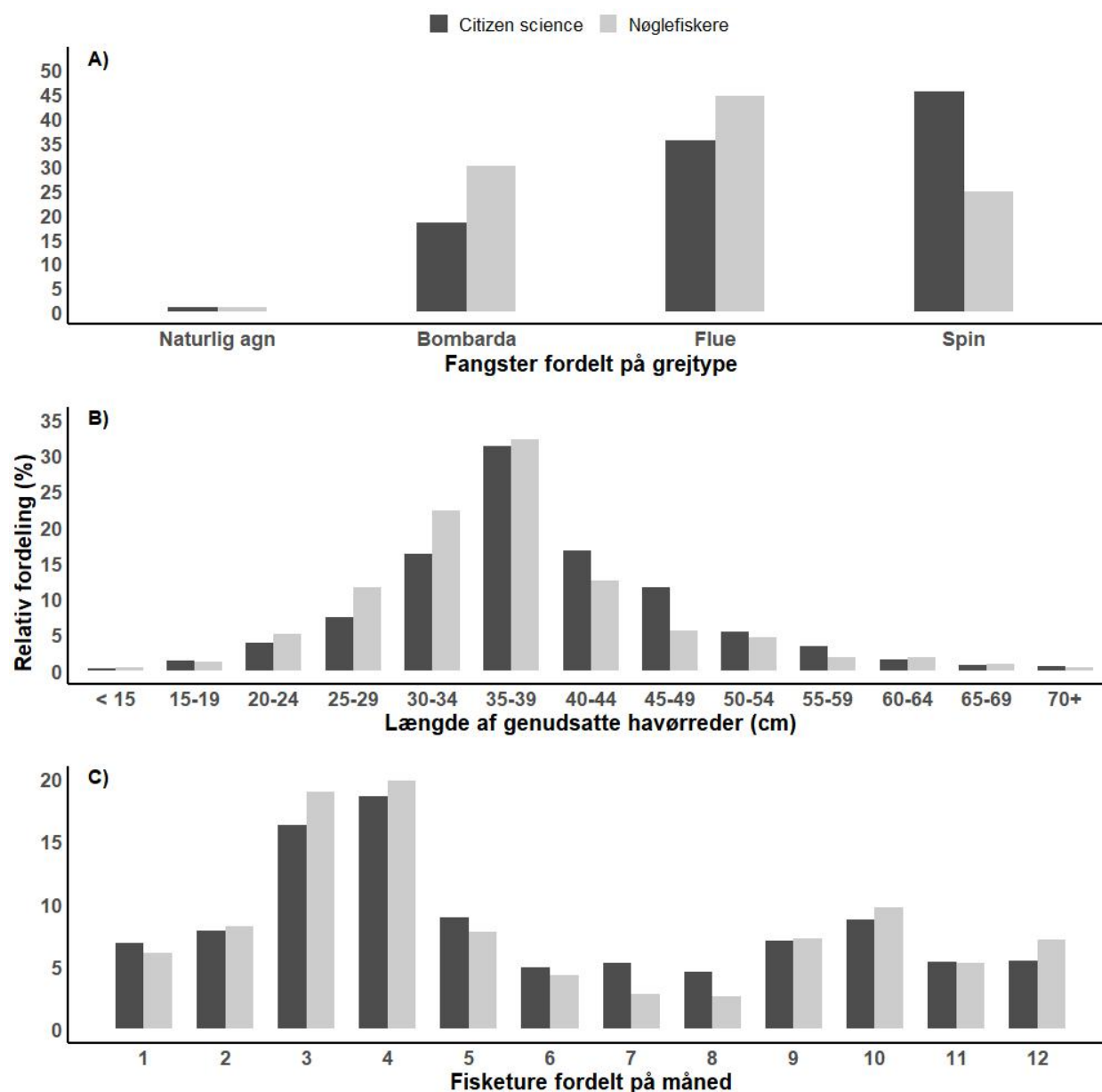
3.3 Resultater

3.3.1 Citizen science

Lystfiskeri efter havørred i Danmark beskrevet af Fangstjournalen

I perioden fra 15. januar 2016 til 17. august 2021 registrerede 1.838 lystfiskere i alt 35.826 fangede havørreder i Fangstjournalen. Det var muligt at identificere fiskemetoden for 28.019 af disse havørreder (Fig. 8A) med spinfiskeri som den mest populære fiskemetode (46%), efterfulgt af fluefiskeri (35%), bombardafiskeri (19%) og fiskeri med naturlig agn (1%) (Fig. 8A). I Fangstjournalen er det muligt at indrapportere flere fisk ad gangen og angive en gennemsnitsstørrelse for disse, hvilket betyder, at vi ikke kender længden på de enkelte fisk. For at kortlægge længdefordelingen af havørreder, der genudsættes, inkluderede vi derfor kun data fra de tilfælde hvor lystfiskere rapporterede én fisk ad gangen. Denne procedure gjorde det muligt at identificere længdefordelingen på 12.114 havørreder

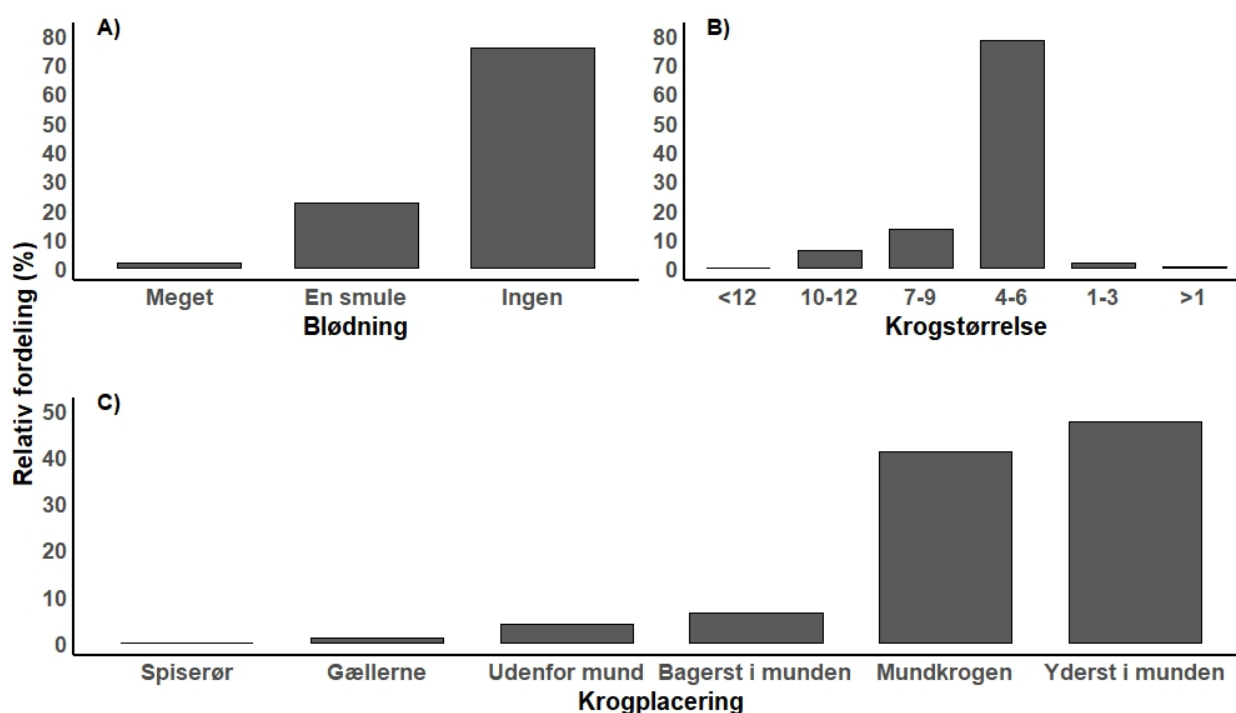
(Fig. 8B). Ikke overraskende var størstedelen af de genudsatte havørreder under 40 cm (60%), hvilket er det typiske mindstemål i Danmark. En stor andel af havørreder over 40 cm blev også angivet som genudsat (68%), hvilket bekræfter, at frivillig genudsætning er almindelig blandt Fangstjournalens brugere (Fig. 8C). Samlet set blev 81% af havørredfangsterne rapporteret som genudsat.



Figur 8. Data fra dansk kystfiskeri efter havørred fra Fangstjournalen. Grejtype (A), længde af udsatte ørreder (B) og fordelingen af månedlige fisketure (C).

Sammenligning af nøglefiskere og den gennemsnitlige Fangstjournalen-bruger

Fra marts 2018 til august 2021 registrerede nøglefiskerne (14 lystfiskere) i alt 1.692 havørreder i Fangstjournalen. Det var muligt at kortlægge fiskemetoden for 1.628 af de fangede havørreder. I modsætning til den gennemsnitlige Fangstjournalen-bruger anvendte nøglefiskerne primært fluefiskeri som metode efterfulgt af bombarder og spinfiskeri (Fig. 8A). De genudsatte havørreder (rapporteret som enkeltfangst) (n=1208) var signifikant mindre (df = 1, F= 32,5, p < 0,001) hos nøglefiskerne sammenlignet med den gennemsnitlige bruger, men effekten var lille (dvs. ~1,5 cm kortere i gennemsnit; Fig. 8B). Nøglefiskerne genudsatte i gennemsnit 84% af deres havørred, hvilket på trods af den begrænsede effektstørrelse (3%) var statistisk signifikant forskellig fra den gennemsnitlige bruger af Fangstjournalen (df =1, LRT = 8,52, p = 0,004). Der var ingen forskel i genudsætningsraterne for fisk over målet (df = 1, LRT = 0,08, p = 0,78), som var 68% for begge grupper af lystfiskere (Fig. 8C).



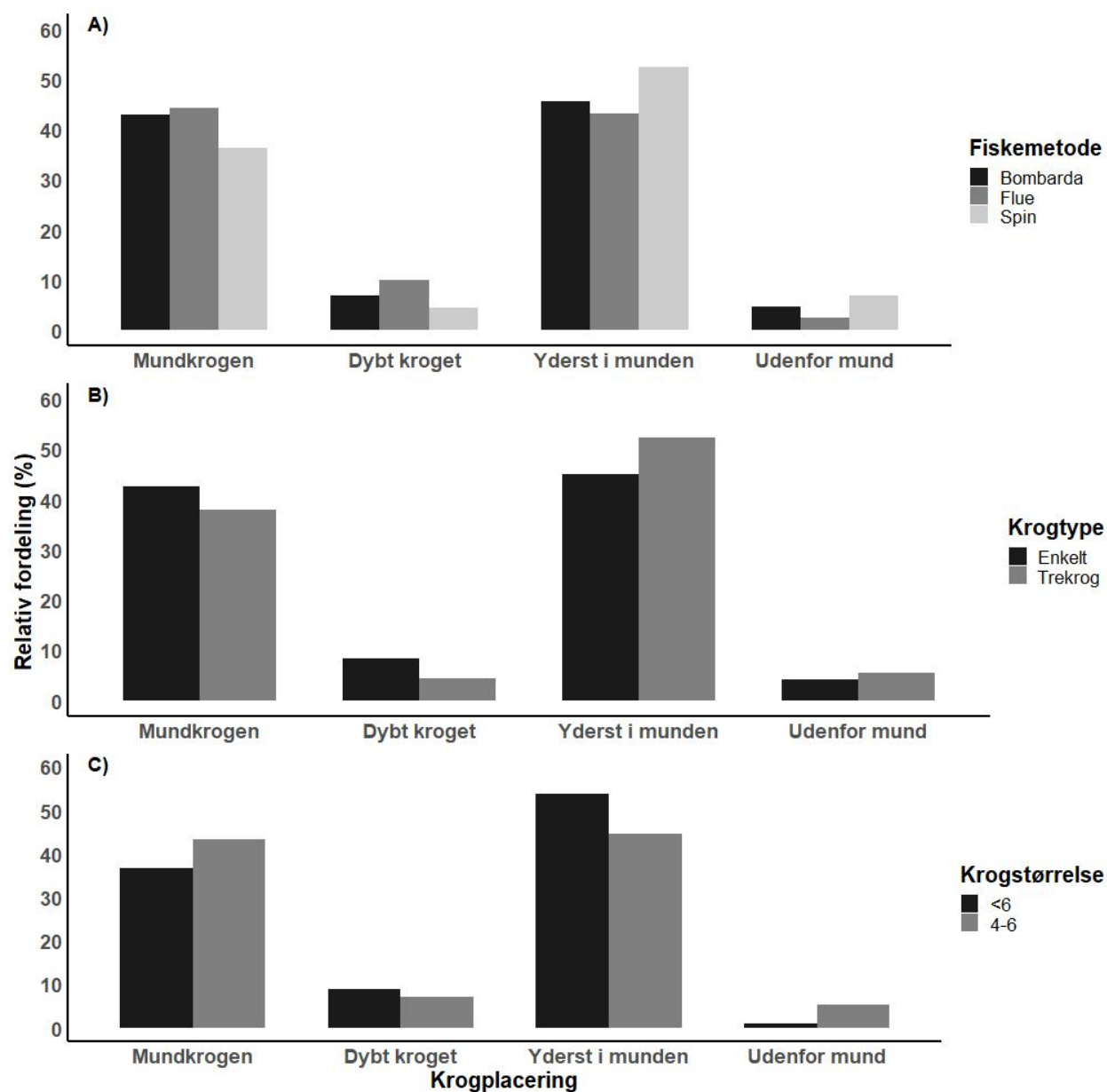
Figur 9. Blødning (A), krogstørrelser (B) og placering af kroge (C), indrapporteret af nøglefiskerne.

Krogtyper, krogingssteder og blødning

Nøglefiskerne registrerede blødning for i alt 1.514 havørreder; 75% blødte ikke, 23% blødte en smule (højst en enkelt dråbe) og 2% blødte meget (flere dråber blod) (Fig. 9A). Krogtype blev registreret i forbindelse med 1.479 fangster (Fig. 9B); 1.179 havørreder blev fanget med enkelt J-kroge (78%), 321 blev fanget med trekroge (21%) og 10 havørreder blev fanget med cirkelkroge (<1%). Det blev dertil angivet, at 1.487 havørreder blev fanget på kroge med modhager (98,5%), mens 23 blev fanget med kroge uden modhager (1,5%). Langt de fleste havørreder blev fanget på endegrej med kun et enkelt sæt af kroge (1.422), mens blot 27 havørreder blev fanget på grej med to eller flere krog sæt.

Krogingssted blev angivet for 1.513 havørred (Fig. 9C). Langt de fleste havørreder blev angivet som kroget yderst i munden eller i mundvigen (Fig. 9C). Krogplaceringen varierede mellem lystfiskermetoderne ($\chi^2 = 26$, df = 6, p < 0,001). Fejlkrogning og krogning yderst i munden var hyppigst i spinnefiskeri, hvorimod dyb krogning og krogning i mundvigen var hyppigst ved fluefiskeri (Fig. 10A). Krogtype påvirkede også krogingsstedet ($\chi^2 = 9$, df = 3, p = 0,03), og der blev registreret flest dybe

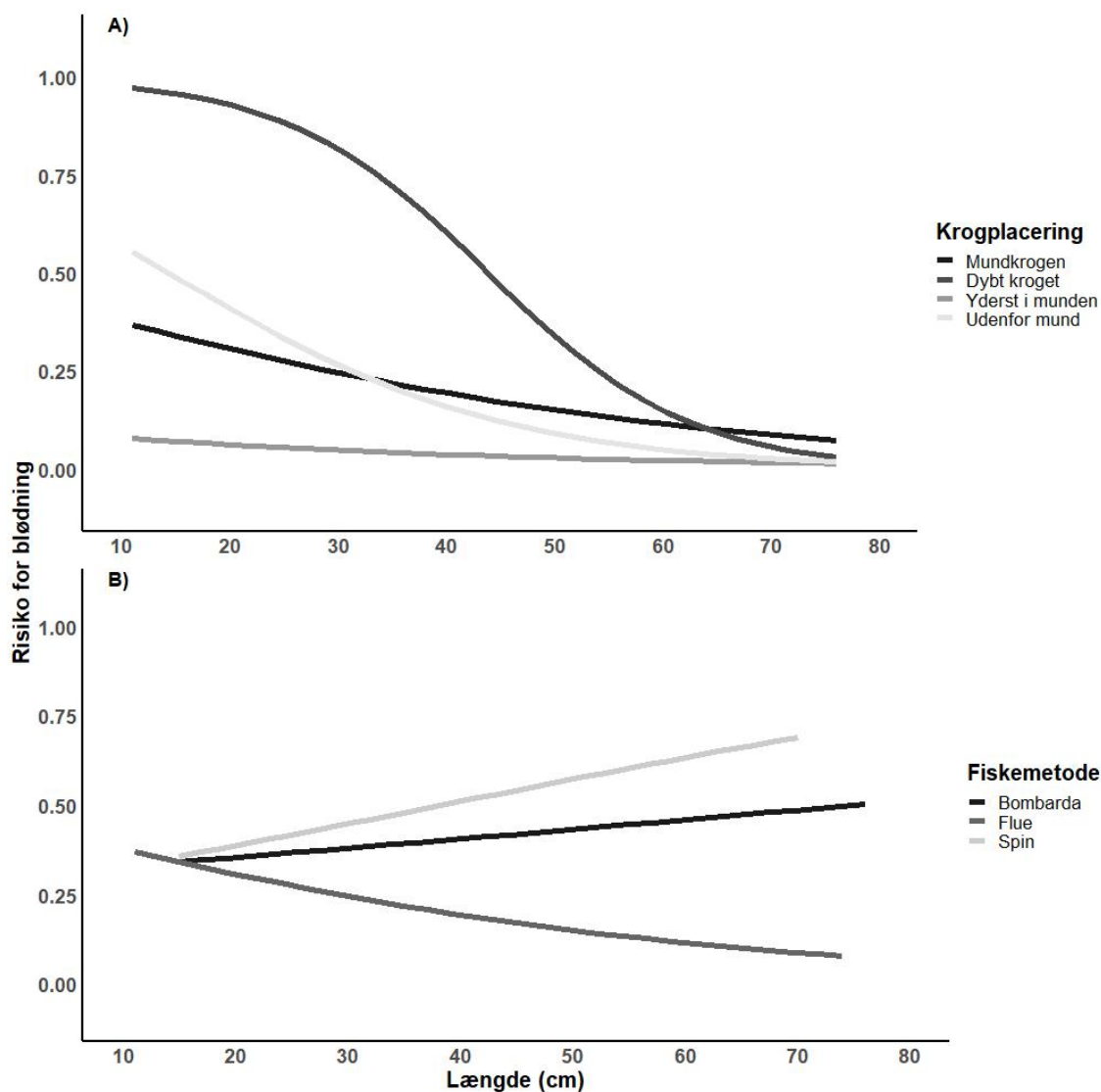
krogninger ved brug af enkeltkroge og flest krogninger yderst i munden med trekroge (Fig. 10B), hvilket kan hænge sammen med fiskemetode. Mindre kroge blev oftere registreret ved krogninger yderst i munden, og større kroge var oftere repræsenteret ved fejlkrogninger og krogninger i mundvigen (Chi² = 15, df = 3, p = 0,002; Fig.10C).



Figur 10. Krogplacering i forhold til fiskemetode (A), krogtype (B) og krogstørrelse (C) indrapporteret af nøglefiskerne.

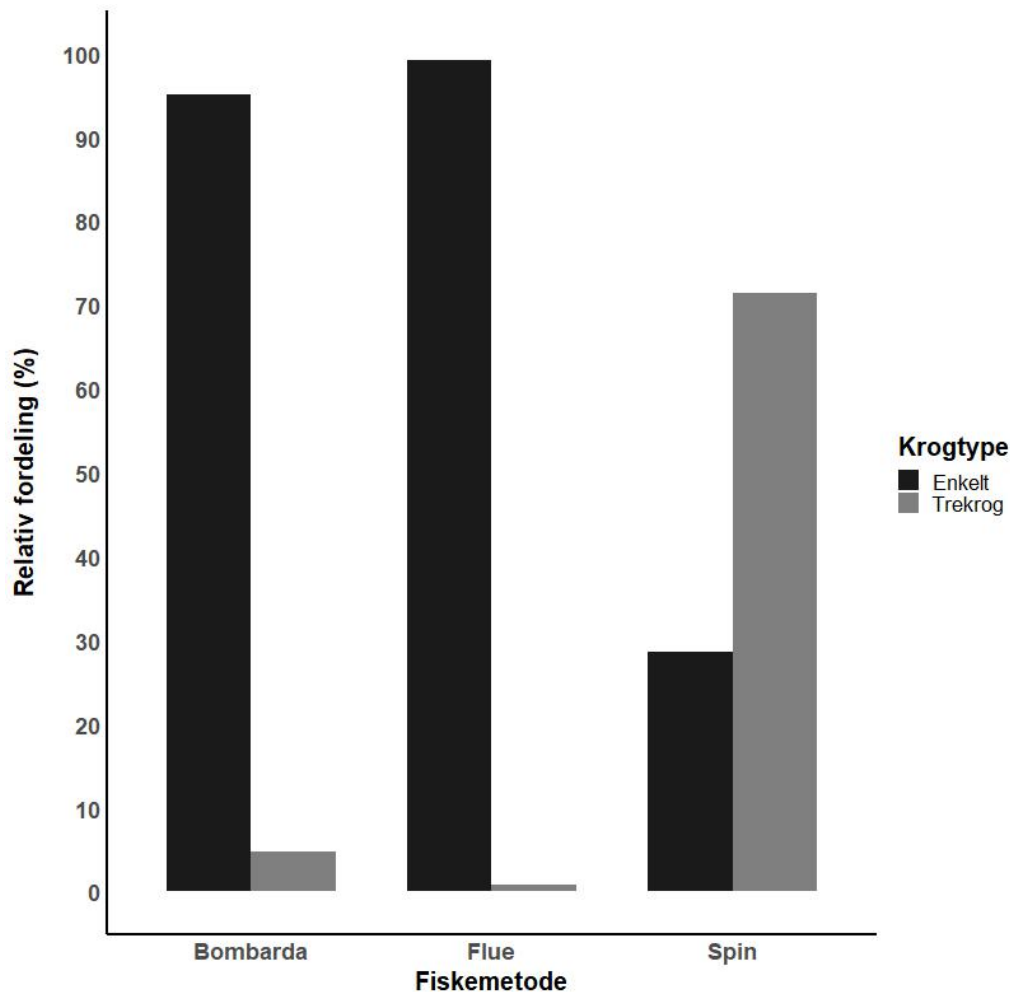
Baseret på data fra 1.274 havørreder lavede vi en generalized linear model (GLM) til at undersøge, hvilke forhold som især påvirkede blødningen hos de indrapporterede havørreder. Den endelige GLM forudsagde niveauet af blødning med 80% nøjagtighed og indikerede flere årsager til blødning. Lufttemperatur (df = 1, LRT = 6,17, p = 0,01) havde en signifikant effekt på risikoen for blødning, svarende til en 0,6% stigning i blødningsrisiko pr enhedsstigning i lufttemperatur (dvs. en stigning i lufttemperatur fra 0 til 20 °C øger risikoen for blødning med 12%). Derudover pegede modellen på, at blødning var påvirket af signifikante interaktionseffekter mellem krogningssted og fiskelængde (df = 3, LRT = 9,39, p = 0,03) og mellem fiskemetode og fiskelængde (df = 2, LRT = 7,83, p = 0,02) (Fig. 11). I takt

med at længden øgedes havde dybt krogede havørreder således en reduceret risiko for blødning (Fig. 11A). Bemærk her, at dybt krogede fisk i denne analyse er en gruppering, som består af havørreder kroget i spiserør, gæller og bagerst i munden. I takt med at længden øgedes blødte fluefiskede havørreder mindre, mens blødning var mere konstant i forhold til længde for spinnefiskeri og bombarder (Fig.11B). Samlet set blødte en større andel af havørreder fanget ved spinnefiskeri (32%) sammenlignet med fisk fanget af bombarder (29%) og flue (16%).



Figur 11. Risiko for blødning i forhold til krogplacering (A) og fiskemetode (C) sammenholdt med fiskelængde baseret på output fra GLM.

Krogtype afhang i stor grad af fiskemetoden, idet trekroge primært blev anvendt ved spinnefiskeri og enkeltkrog primært ved flue og bombarder fiskeri (Fig. 12). Dette sammenfald betød, at krogtype statistisk set ikke kunne isoleres fra fiskemetode og vice versa.



Figur 12. Den relative fordeling af brug af enkeltkrog og trekrog i forhold til fiskemetode indrapporteret af nøglefiskerne.

Nøglefiskerne hjemtog blødende fisk i højere grad, end de genudsatte den. Andelen af blødende havørreder angivet som hjemtaget (let blødning = 25,1%, kraftig blødning = 4,1%) var således signifikant højere end andelen af blødende fisk, der blev genudsat (let blødning = 13,1%, kraftig blødning = 1,5%) (df = 1, LRT = 19,2, $p < 0,001$)

3.3.2 Bassinforsøget

Længde og vægt

Forklængde og totalvægt på de lystfiskerfangede havørreder i bassinforsøget varierede mellem 27,4-37,2 cm og 274-755 g, og for kontrolfiskene mellem 27,5-39,9 cm og 279-535 g. Der var ingen forskel i hverken længde eller vægt mellem de tre lystfiskerfangede grupper og kontrolgruppen (tabel 4).

Fighttid og lufteksponering

Fighttiderne under det eksperimentelle lystfiskeri varierede fra fire til 65 sekunder, og var signifikant forskellig mellem nogle af fiskemetoderne (tabel 4). Fighttiderne for fisk fanget på flue var signifikant højere end for fisk fanget på spin og trekrog ($Z=4,72$, $p<0,001$) og spin og enkeltkrog ($Z=4,65$, $p<0,001$), mens der ingen forskel var mellem havørrederne, der blev fanget på spin med henholdsvis enkeltkrog og trekrog ($Z=0,21$, $p=0,8$). Lufteksponeringstiderne lå mellem 21,9 til 201,4 sekunder og

var signifikant højere for de lystfiskerfangede fisk end kontrolfiskene ($Z > -4,48$, $p < 0,001$). Havørreder fanget på flue havde kortere tid ude af vandet end havørreder fanget på spin og trekrog ($Z = -2,1$, $p = 0,04$) og spin og enkeltkrog ($Z = -1,8$, $p = 0,09$), mens lufteksponeringstiden for de to grupper af spin-fangede fisk ikke var forskellig ($Z = -0,65$, $p = 0,5$).

Krogningssted og blødning

De fleste havørreder blev kroget i mundområdet (tabel 5), og der var ingen forskel imellem krogningsstederne på tværs af lystfiskermetoderne ($\text{Chi}^2 = 16,1$, $p = 0,1$).

Tabel 5. Fordeling af forskellige kategorier af krogningssteder angivet i procent og antal (i parentes) i de tre lystfiskerbehandlinger. For sammenligningens skyld er tilsvarende citizen science data også vist.

Behandling	Mund-krogen (%)	Bagerst i munden (%)	Yderst i munden (%)	Gæller (%)	Spiserør (%)	Krop (fejl-kroget) (%)	Flere positioner (%)
Flue (enkeltkrog)	55,6 (10)	0,0 (0)	33,3 (6)	0,0 (0)	0,0 (0)	5,6 (1)	5,6 (1)
Spin (enkeltkrog)	17,2 (10)	5,2 (3)	48,3 (28)	5,2 (3)	0,0 (0)	12,1 (7)	12,1 (7)
Spin (trekrog)	21,6 (11)	2,0 (1)	49,0 (25)	0,0 (0)	0,0 (0)	15,7 (8)	11,8 (6)
Citizen science Flue	44,6 (258)	9,2 (53)	43,1 (249)	0,9 (5)	0,0 (0)	2,3 (13)	NA
Citizen science Spin	34,6 (139)	3,9 (16)	54,7 (220)	0,2 (1)	0,0 (0)	6,5 (16)	NA

Krogningssted påvirkede lufteksponeringstiderne signifikant (KW-test, $\text{Chi}^2 = 7,0$, $p = 0,03$). Post-hoc sammenligninger afslørede, at lufteksponeringstiderne var signifikant længere for gruppen af dybt krogede fisk (bagerst i mund, spiserør og gæller) sammenlignet med gruppen af fisk kroget yderligt (mundkrog, yderst i munden), mens der ikke blev fundet nogen statistisk signifikant forskel i tiden ude af vandet mellem henholdsvis dybt krogede vs. fejlrogede fisk og yderligt krogede vs. fejl krogede fisk (Tabel 5). Hyppigheden og intensiteten af blødning var forskellig mellem lystfiskerbehandlingerne (Tabel 6). Fisk fanget på flue blødte sjældnere end fisk fanget på spin, mens *lidt blødning* og *meget blødning* forekom oftest hos fisk fanget på spinner med enkeltkrog. Kraftig blødning var hyppigst hos fisk kroget i gællerne (Tabel 6).

Den fulde regressionsmodel inklusive de uafhængige variabler "fiskens vægt", "fight tid", "behandling", "krogningssted", "Lystfisker 1,2," og "dag" forklarede dataene væsentligt bedre end nulmodellen, der kun inkluderer skæringspunktet. "Fiskens vægt", "fighttid", "lystfisker 1,2,3" og "dag" havde ingen signifikant effekt på forekomsten/intensiteten af blødninger. I modsætning havde krogningsstedet signifikant indflydelse på forekomsten/intensiteten af blødning og dybtkrogede havørreder (gæller og bagerst i munden) blødte oftere end yderligt krogede havørreder (mundkrog, yderste i munden) (Tabel 6).

Tabel 6. Forekomst (% og antal (n) og intensiteten af blødningen hos lystfiskerfangede havørreder i forhold til behandling og krogningssted.

Behandling	Ingen blødning (%)	Lidt blødning (%)	Meget blødning (%)
Flue (Singlekrog)	83,3 (15)	11,1 (2)	6,6 (1)
Spin (Singlekrog)	50,0 (29)	29,3 (17)	20,7 (12)
Spin (Trekrog)	60,7 (31)	25,5 (13)	13,8 (7)
Krogningssted			
Mundkrog (%)	61,3 (19)	35,5 (11)	3,2 (1)
Yderst i munden (%)	61,0 (36)	27,1 (16)	11,9 (7)
Bagerst i munden (%)	75,0 (3)	0,0 (0)	25,0 (1)
Gæller (%)	33,3 (1)	0,0 (0)	66,7 (2)
Fejlkroget (%)	68,8 (11)	18,8 (3)	12,4 (2)
Flere positioner (%)	35,7 (5)	14,3 (2)	50,0 (7)

Adfærd efter genudsætning

Af de 127 havørreder, der blev fanget og genudsat under forsøget, kæmpede to fisk (en med kraftig blødning og en med lang luftpåvirkning) for at genvinde ligevægten i vandet efter udsætning, hvorefter de i en kortere periode udviste unormal svømmeadfærd. Alle andre fisk var i stand til straks at svømme væk efter genudsætning.

I perioden mellem det eksperimentelle lystfiskeri og afslutning af undersøgelsen så alle fisk ud til at udvise normal adfærd og spiste som i perioden inden lystfiskeri. Kun i en kort periode med en opblomstring af alger i forsøgsbassinet mistede fisken appetitten i et par dage i april.

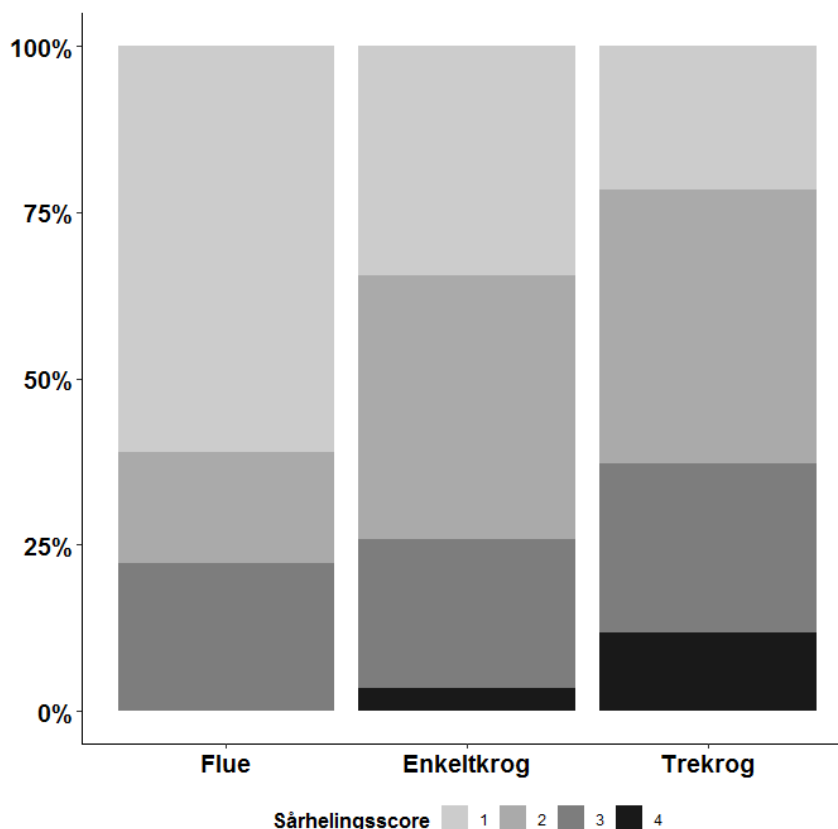
Overlevelse og vækst

Udover én havørred, der døde umiddelbart efter udsætning (en kontrolfisk, der efterfølgende blev fanget ved lystfiskeri og derfor udelukket fra videre analyser), døde ingen kontrolfisk eller lystfiskerfangede i de 26-29 dage, hvor fiskene blev observeret efter genudsætningen. Set på tværs af grupperne voksede fiskene sig i gennemsnit større i "efter" perioden og tog på i vægt. Den længdespecifikke vækst (SGR) hos fiskene fra de blev genudsat til forsøgets afslutning, varierede mellem -0.54 til 0.89, -0.28 til 0.60, -0.23 til 0.56 og -0.38 til 0.69 for spin trekrog, spin enkeltkrog, flue enkeltkrog og kontrolbehandlingen, og der var ingen statistisk forskel mellem grupperne (Tabel 4).

Væksten var hverken påvirket af krogningssted (KW-test, $\text{Chi}^2 = 2,5$, $p = 0,5$) eller forekomst af blødning (KW-test, $\text{Chi}^2 = 1,0$, $p = 0,8$).

Sårheling

Ved inspektion for krogsår og sårheling ved forsøgsafslutningen viste 33% af fiskene ingen tegn på krogningsrelaterede skader og kun 6% havde den dårligste helingsscore. Sårheling havde en signifikant sammenhæng med fiskemetode (Pearsons Chi-squared test, $\text{Chi}^2 = 13,1$, $\text{df} = 6$, $p = 0,04$; Fig. 13). Fisk fanget på flue havde en median sårhelingsscore på 1 (1-4-skala), mens fisk fanget ved spin med enkelt og trekrog havde en median sårhelingsscore på henholdsvis 1,9 og 2,0. I otte tilfælde blev der observeret krogninger i fiskenes øjenregion, og oftest havde krogen penetreret et øje. Disse skader synes at være helet godt ved forsøgsafslutning, og der blev ikke observeret nogen forekomst af uhelet øjenskade eller blindhed.



Figur 13. Sårhelingscore ved forsøgsafslutning i forhold til fluefiskeri og spinfiskeri med enkeltkrog og trekrog.

De gennemsnitlige vækstrater (gennemsnit og 95% konfidensinterval) var sammenlignelige for havørrederne med sårhelingscore 1: 0,22 (0,14 til 0,30), 2: 0,15 (0,09 til 0,21) og 3: 0,28 (0,19 til 0,37), men var en smule højere end havørreder med sårhelingscore 4: 0,023 (-0,12 – 0,16). Forskellen var tæt på at være statistisk signifikant (KW test, $\text{Chi}^2 = 7,75$, $\text{df} = 3$, $p = 0,054$).

3.4 Diskussion

Lystfiskeri efter havørred og genudsætningsrater

Ved hjælp af citizen science undersøgelsen har vi fået indblik i omfanget af genudsætninger af havørreder i det danske kystfiskeri, og hvornår på året fiskeriet efter havørreder primært finder sted. Tallene bekræfter tidligere undersøgelser (Skov et al., 2019) i, at en stor del af de danske havørreder bliver genudsat (ca. 80%) og at tæt på 70% af havørreder med størrelser over mindstemålet bliver genudsat. Det illustrerer vigtigheden af nærværende undersøgelse. Den eksisterende viden på tværs af arter om, hvad der betyder noget for overlevelse efter C&R peger på, at overlevelsen falder med øget vandtemperatur (Bartholomew & Bohnsack, 2005). Tallene fra nærværende undersøgelse peger i den forbindelse på, at det meste lystfiskeri efter kyst havørreder foregår forår, efterår og vinter, hvor vandtemperaturene er relativt lave.

Valg af agn kan påvirke krogingsstedet og er dermed en vigtig faktor for trivsel og overlevelsen hos genudsatte fisk (Bartholomew & Bohnsack, 2005; Arlinghaus et al. 2007). Fiskeri med naturlig agn fører typisk til dybere krogninger og højere dødelighed sammenlignet med kunstagn (Cooke et al., 2001; Diggles & Ernst, 1997; High & Meyer, 2014; Siewert & Cave, 1990; Warner & Johnson, 1978; Weltersbach et al., 2019). Den gennemsnitlige lystfisker, som indrapporterer på Fangstjournalen er

oftest spinfisker, men fluefiskeri og bombardafiskeri er også udbredt blandt Fangstjournalens deltagere. Fælles for disse metoder er, at de oftest vil anvende kunstagn og brugen af naturlig agn i havørredfiskeriet er begrænset.

Krogningssteder og blødning

En række udenlandske undersøgelser peger på, at krogningsstedet spiller en vigtig rolle for fiskens trivsel og overlevelse efter genudsætning (Casselman, 2005; Ferter et al., 2020). Dybe krogninger kan ofte føre til alvorlige vævsskader og omfattende blødninger. Omvendt er graden af vævsskade og hyppigheden af blødning typisk væsentligt mindre i tilfælde, hvor fisken bliver kroget yderligt i munden, f.eks. i mundkrogen, hvorfor fisk kroget yderligt generelt klarer sig bedre efter genudsætning (Arlinghaus et al., 2007; Casselman, 2005). Citizen science data og data fra bassinforsøget peger samstemmende på, at de fleste havørreder, som blev fanget i denne undersøgelse, blev kroget yderligt; f.eks. blev mindre end 5% af havørrederne kroget i gæller eller spiserør. Undersøgelsen peger samtidig på, at det ikke er ualmindeligt, at havørreder, der bliver fanget på kysten bløder, men også, at det er relativt usædvanligt, at havørrederne bløder meget, her defineret som flere dråber blod ad gangen. Nøglefiskernes tal pegede på, at 75% af de indrapporterede havørreder (på tværs af længder) ikke viste tegn på blødning, mens blot 2% blødte kraftigt. Specifikt for havørreder fanget ved spinfiskeri, så viste nøglefiskernes tal, at sandsynligheden for at en fisk bløder falder med fiskens størrelse. Tilsvarende viste bassinforsøget, som netop fokuserede på de mindre havørreder, en relativ stor hyppighed af blødning blandt spin fangede fisk (40-50%) og helt op til 20% blødte kraftigt.

Det er relevant at nævne, at de blødningsfrekvenser, som nøglefiskerne indrapporterede, er baseret på alle fangede havørreder og ikke udelukkende genudsatte havørreder. Fisk under det lovpligtige mindstemål er forventeligt alle blevet genudsat. Kigger vi i stedet på andelen af blødende fisk blandt de genudsatte fisk over målet, så var andelen tydeligt mindre end de samlede blødningsfrekvenser dvs. blandt de genudsatte ørreder havde 13% *lidt blødning* og 1,4% havde *kraftig blødning*. Det peger på, at nøglefiskerne var mere tilbøjelige til at hjemtage en blødende fisk frem for en ikke-blødende fisk. Det peger også på, at andelen af blødende fisk, som nøglefiskerne genudsatte, var mindre end de 25% nævnt ovenfor og i stedet knap 15%.

Bassinforsøget og citizen science undersøgelsen peger begge på, at frekvensen af blødninger er større for havørreder fanget ved spinnefiskeri fremfor fluefangede havørreder. Det kan skyldes enten forskelle i fiskemetoden, forskelle i krogstørrelsen, der bliver anvendt eller en kombination. Betydningen af krogstørrelse bliver støttet af, at fluefiskede havørreder i bassinforsøget blev fanget på mindre kroge end de spinfangede havørreder. Omvendt kunne vi ikke finde belæg for om krogstørrelserne, der blev indrapporteret i citizen science undersøgelsen, var forskellige alt efter om havørreden blev fanget på flue eller på spin. Til gengæld var brug af trekrog hyppigere i spinfiskeriet hos nøglefiskerne, hvilket muligvis kan have medført flere krogår pga. flere krogspidser og dermed mere blødning. Denne konklusion udfordres dog af, at vi i bassinforsøget så en tendens til, at havørreder fanget på spin og enkeltkrog blødte mest. Dette på trods af, at 1/3 af fisk fanget på trekrog havde mere end 1 krogspids fastgjort i vævet. Samlet set kan nærværende undersøgelse derfor ikke entydigt konkludere omkring betydningen af krogtype og krogstørrelse, og vi anbefaler yderligere undersøgelser i den forbindelse. Indtil da vil en forsigtig anbefaling være, at lystfiskeren, som ønsker at udføre skånsom catch-and-release overvejer at anvende små kroge, modhageløse kroge og enkeltkroge frem for større kroge og herunder trekroge. Denne strategi vil alt andet lige medføre mindre krogår, hvilket forventeligt giver hurtigere heling og mindre påvirkning af fisken.

Analyserne af nøglefiskernes tal viste, at risikoen for blødning øges med luft temperaturen. Da luft- og vandtemperaturer er korrelerede, kan forholdet forklares ved, at fiskens stofskifte øges, når temperaturen stiger. Dette er i tråd med andre undersøgelser på tværs af fiskearter, der har dokumenteret, at dødeligheden efter udsætning stiger med højere vandtemperatur (Bartholomew og Bohnsack, 2005).

Overlevelse og vækst

Omfanget af dødelighed i forbindelse med C&R er arts- og fiskerispecifik og afhænger af flere abiotiske og biotiske faktorer såsom vandtemperatur, lufteksponeringstid, fangstdybde, fiskens almene tilstand og prædationsrisikoen i området hvor fisken genudsættes (Wood et al., 1983; Muoneke og Childress, 1994; Bartholomew og Bohnsack, 2005; Hühn og Arlinghaus, 2011). Som nævnt viser flere undersøgelser, at krogingssted og mængden af blødning spiller en vigtig rolle for dødeligheden efter genudsætning (Muoneke og Childress, 1994; Bartholomew og Bohnsack, 2005; Hühn og Arlinghaus, 2011). Formålet med bassinforsøget var primært at give viden om genudsætningsdødeligheden for havørreder og specifikt for fisk genudsat i saltvand, hvorfra der os bekendt ikke findes viden. Forsøget blev derfor planlagt til overvejende at foregå ved temperaturer under 10 grader, hvilket i nogen grad svarer til de forventelige havtemperaturer i de sæsoner, hvor kystfiskeri efter havørred især finder sted.

I bassinforsøget blev flere af havørrederne kroget dybt og flere havørreder blødte kraftigt. Samtidig var lufteksponeringstiden lang dvs. ofte 1-2 minutter, hvilket efter vores erfaringer er betydeligt længere end hvad er normalt i forbindelse med havørredfiskeriet ved kysten. Forskere på Gotland har i den forbindelse målt, at havørred fiskere i gennemsnit blot har havørrederne ude af vandet i 20 sekunder (minimum 0 s, Maksimum 155 s) (Blyth & Bowers, 2022). Studier har vist, at lufteksponeringstiden kan påvirke dødeligheden og derfor bør minimeres, hvorfor vi forventede, at den lange lufteksponering i sammenhæng med kritiske krogingssteder og kraftig blødning kunne have en betydning. I den forbindelse fandt vi, at dybt krogede fisk og fisk fanget på trekrog havde længere håndteringstid (end fluefiskede) og derfor var længere tid ude af vandet.

På trods af ovenstående fandt vi ingen dødelighed blandt havørrederne i bassinforsøget ved forsøgets afslutning 26-29 dage efter genudsætning. Den eneste fisk, der døde i forsøgsperioden, var en kontrol-fisk, som efterfølgende blev fanget ved spinfiskeri og derfor var udelukket fra de videre analyser. Fisken var kroget dybt, blødte kraftigt fra gællerne og døde inden for få timer efter genudsætning.

Fraværet af dødelighed blandt de genudsatte havørreder var i nogen grad overraskende, især i betragtning af, at flere andre undersøgelser har fundet øget dødelighed blandt ørredfisk efter genudsætning (f.eks. Manson og Hunt, 1967; Taylor og White, 1992; Schill, 1996; DuBois og Kuklinski, 2004; High og Meyer, 2014; Carline et al., 2021). Fælles for disse undersøgelser er, at de er udført i ferskvandssystemer, hvor krogskader, blødningsmønstre og/eller sårheling kan være anderledes end under saltvandsforhold. Dødelighed hos laksefisk efter genudsætning er dog også fundet i saltvand (f.eks. Blyth & Bowers, 2022; Gjernes et al., 1993), men undersøgelserne er generelt få. En nylig undersøgelse fra Gotland, hvor forskere observerede og målte forskellige stressparametre hos havørreder i forbindelse med C&R konkluderer, at C&R kun i begrænset omfang påvirkede de havørreder, der indgik i forsøget. Der er dog forhold, hvor chancerne for negativ fysiologisk påvirkning er større. Det gælder især ved fiskeri, når vandtemperaturen er over 10 °C. Ved disse temperaturer blev havørreder, der var udsat for lang fight tid og/eller lufteksponering mere påvirket end artsfæller fanget ved vandtemperaturer under 10 °C. Samme undersøgelse peger også på en tendens til at udgydte havørreder (nedgængere) kan blive mere påvirket af C&R end blanke fisk (Blyth & Bowers, 2022).

Flere undersøgelser har konkluderet, at fangst og genudsætning kan have negativ påvirkning, herunder reduceret vækst efter genudsætning (Aalbers et al., 2004; Pope og Wilde, 2004; Pope et al., 2007). Bassinforsøget gjorde det muligt at sammenligne vækstmønstre blandt en kontrolgruppe og genudsatte havørred 26-29 dage efter genudsætning. På trods af en kortere periode med suboptimale abiotiske forhold i forsøgsbassinet, hvor fiskene var appetitløse, voksede forsøgsfiskene i alle behandlingsgrupper i perioden efter genudsætning. Vi fandt ingen signifikant effekt af metode, krogplacering eller blødning dvs. selv fisk med kraftig blødning syntes at komme sig og opnå en vækstrate i perioden, som var sammenlignelig med kontrolfiskene. Vores resultater stemmer overens med resultater fra andre undersøgelser (f.eks. Pope og Wilde, 2004), der peger på, at negative virkninger af C&R generelt er kortvarige. Antallet af fisk i de forskellige behandlingsgrupper var mindre, end vi havde planlagt, hvilket kan have reduceret den statistiske kraft af vores analyser til at opdage potentielle forskelle. Vi anbefaler, at fremtidige undersøgelser kigger nærmere på andre potentielle subletale effekter af C&R på havørreder (f.eks. prædationsrisiko, reduktion af reproduktiv succes, adfærdsmæssige effekter og sårbarhed over for sygdomme eller parasitter).

Sårheling

Ved forsøgsafslutningen 26-29 dage efter genudsætning var der forskelle i sårheling mellem fiskene. For størstedelen af de inspicerede fisk var der ingen tegn på krogår (score 1) eller kun små tegn på krogår (score 2). En lille del (6%) af fiskene havde sår, der tydeligt var dårligt heledet og endda inficeret (score 4). Selvom det ikke var statistisk tydeligt, så viste denne gruppe tegn på nedsat vækst sammenlignet med de andre fisk. Det kan derfor ikke afvises (eller påvises), at dødeligheden kunne have været højere i forsøget, hvis undersøgelsesperioden havde været længere. Vi fandt desuden, at sårheling hang sammen med blødning, dvs. at gruppen af fisk, som blødte kraftigt ved genudsætning, havde en relativt mindre andel af fisk uden tegn på skade (score 1) ved forsøgsafslutning. Vi så også, at andelen af havørreder med dårligt heledet/inficeret krogår var var højest blandt fisk fanget på spin og slet ikke forekom blandt gruppen af havørreder fanget ved fluefiskeri. Den relativt lille prøve-størrelse af fluefangede fisk (18 stk) begrænser dog robustheden af dette resultat, men den mindre krogstørrelse, der bruges i fluefiskeri kunne være et forsigtigt bud på en forklaring på forskellen i sårheling mellem de to metoder. I så fald vil sådanne langtidinficeret krogår (selvom det er relativt sjældent og ikke forårsager dødelighed indenfor 26-29 dage) kunne reduceres gennem brugen af mindre enkeltkroge eventuelt i samspil med modhageløse kroge (se f.eks. Brownscombe et al., 2017).

Undersøgelsens forbehold

Lystfiskere, der deltager i citizen science projekter, herunder "Fangstjournalen", afviger på nogle områder fra den gennemsnitlige lystfisker og er i visse henseender derfor ikke fuldt repræsentativt for den "gennemsnitlige" danske lystfisker (f.eks. Gundelund et al., 2020). Derfor skal der udvises nogen forsigtighed ved ekstrapolering af resultaterne fra citizen science undersøgelsen til den generelle lystfiskerpopulation. Dette gælder også nøglefiskerne, som kun repræsenterede en lille delmængde af Fangstjournalens deltagere og en endnu mindre delmængde af populationen af havørred-lystfiskere. Samtidig var nøglefiskerne erfarne lystfiskere og havde muligvis bedre færdigheder med hensyn til håndtering og afkrogning af fisk sammenlignet med den gennemsnitlige lystfisker. De rapporterede blødningsmønstre kunne derfor have været anderledes, hvis mindre erfarne lystfiskere havde været en del af nøglefiskerne.

Sammenligninger af fiskelængderne indrapporteret henholdsvis af nøglefiskerne og af den gennemsnitlige Fangstjournalen deltager afslørede en tendens til, at nøglefiskernes genudsatte havørreder i gennemsnit var mindre. En forklaring kunne være, at nogle af Fangstjournalens deltagere har en tendens til at undlade at indrapportere mindre fisk, hvilket kan være i modsætning til paneldeltagerne,

som blev instrueret i at indrapportere alle størrelser. Noget tyder også på, at fluefiskeri var mere populært blandt nøglefiskerne end blandt Fangstjournalens deltagere. På trods af dette så vi samstemmende mønstre i genudsætningsrater og sæsonmønstre mellem nøglefiskerne og Fangstjournalens deltagere. Det støtter i nogen grad, at vi kan anvende nøglefiskerne som proxy for Fangstjournalens generelle deltager.

Tidligere undersøgelser har vist, at dødelighed og subletale påvirkninger ved C&R kan blive påvirket af forskellige miljøforhold såsom temperatur, mængden af ilt, vanddybden og prædationsrisikoen omkring genudsætningstidspunktet (Bartholomew og Bohnsack, 2005; Arlinghaus et al., 2007). I bassinforsøget forsøgte vi at skabe et miljø for fiskene, der kunne minde om naturlige forhold, men vi var på nogle områder nødsaget til at gå på kompromis. F.eks. med hensyn til fødeudbuddet, som bestod af foderpiller, prædationsrisiko (ikke til stede) og fisketætheden (unaturligt høj). Episoden med den hurtigt stigende temperatur og efterfølgende algeopblomstring midt i april var sandsynligvis også en unaturlig tilstand for fiskene. Vi vurderer dog, at begivenheden førte til øget stress og derfor påvirker resultaterne konservativt, dvs. man kunne have forventet, at hvis fiskene i forvejen var kraftigt stresset efter C&R, så ville de blive yderligere stresset ved algeopblomstringen (hvilket det manglende fødeindtag i perioden indikerede), som ultimativt kunne udmønte sig i øget dødelighed og/eller reduceret vækst. Det er også muligt, at sårhelingsprocessen og herunder de observerede sårinfektioner kan have været påvirket af forholdene i forsøgsbassinet, f.eks. på grund af lavere vandkvalitet og højere patogenbelastning sammenlignet med naturen.

Størstedelen af havørrederne, der var en del af bassinforsøget, var ikke fuldt smoltificerede, dvs. de var endnu ikke helt sølvfarvede med løse skæl, hvilket er tilfældet blandt de fleste havørreder under mindstemål, der bliver fanget på kysten. Vi savner i den forbindelse viden om, hvilken rolle fiskenes fysiologiske tilstand spiller for hvor sårbare havørreder er over for C&R, men det kan med rimelighed forventes, at fangst og genudsætning af smoltificerede havørreder medfører højere grad af skæltab, hvilket kan forringe fiskenes sundhed. I modsætning hertil så fandt Black og Tredwell (1967) ikke en signifikant negativ effekt af tab af skæl og slim på dødelighed efter C&R hos regnbueørred (*Oncorhynchus mykiss*), hvilket dog kan være artsspecifikt. Blyth & Bowers (2022) fandt en tendens til, at farvede havørreder blev påvirket mere af C&R end blanke havørreder. Dette gjaldt dog primært ved vandtemperaturer over 10 °C.

Det er også relevant at nævne, at havørreder, der blev brugt i bassinforsøget, er født og opdrættet i et akvakulturanlæg. Disse fisk kan adskille sig fra vilde fisk i morfologi, fysiologi, genetisk sammensætning, adfærd og stressrespons (Brown og Day, 2002). På den ene side kan de være tilpasset til et liv i akvakulturanlæg som forsøgsbassinet kan betegnes som, men der er omvendt også eksempler på, at vilde fisk kan være bedre til at håndtere stress end akvakulturopdrættede fisk (Salonius og Iwama, 1993).

I C&R bassinforsøget var målet at etablere en stikprøvestørrelse på 75 fisk i hver af forsøgsgrupperne. Dette gik ikke som planlagt, og vi var nødt til at forholde os til mindre stikprøvestørrelser. Her giver det især udfordringer, at stikprøvestørrelsen af de fisk, der blev fanget på flue, var relativt lille. Ligeledes var gruppen af fisk med sårhelingscore 4 relativt lille (8 stk.). Konklusioner, der involverer disse grupper er derfor mindre robuste end for de andre forsøgsgrupper.

Konklusion og perspektivering

Citizen science data bekræftede, at havørredfiskeriet i Danmark, som en potentiel indikator for havørredfiskeriet i Østersøregionen, indebærer, at ca. 80% af de fangede fisk genudsættes, enten på grund af lystfiskerens frivillige initiativ eller på grund af lovmæssige forvaltningstiltag. Spinfiskeri, fluefiskeri

og bombardera fiskeri er hyppige metoder i dette lystfiskeri, og metoderne påvirker krogningssteder og forekomsten af blødninger blandt de krogede fisk forskelligt. Hyppigheden af blødninger steg generelt en smule med lufttemperaturen, og blødning var især påvirket af krogningsstedet og fiskemetode, begge i kombination med fiskens længde. I gennemsnit var blødning mindre hyppig ved fluefiskeri sammenlignet med spinnefiskeri. Brugen af citizen science som en metode til at indsamle data, som kan bruges i forvaltning af fiskeri, vil sandsynligvis stige i fremtiden (Silvertown, 2009; Conrad og Hilchey, 2011; Bonney et al., 2021; Skov et al., 2021), og denne undersøgelse illustrerer metodens potentiale. Dette handler om dataindsamling og er ikke i fokus her, men er et nyttigt værktøj til at informere og uddanne lystfiskerne. For eksempel kunne elektroniske citizen science platforme såsom mobiltelefon-apps give lystfiskerne nem adgang til konkret vejledning og tips til, hvordan man mest skånsomt genudsætter fisk (Cooke et al., 2021).

En lang række udenlandske C&R undersøgelser har fundet en sammenhæng mellem overlevelse og hvorvidt fisken bløder ved genudsætning, dvs. at fisk, der bløder kraftigt ved genudsætning har ringere overlevelse. Dette kunne ikke bekræftes i nærværende undersøgelse, idet vi ikke fandt nogen dødelighed blandt de genudsatte havørreder, heller ikke blandt de havørreder, der blødte kraftigt ved genudsætning. Vi fandt heller ikke, at genudsatte fisk voksede dårligere end en kontrolgruppe. Samlet set peger disse resultater på, at bestande af kysthavørreder i mindre omfang er begrænset af et C&R fiskeri og giver derved brugbar viden til fremtidige bestandsmodeller.

En mindre gruppe af fisk (6%) havde dårlig sårheling og tendens til dårlig vækst. Fiskene i denne gruppe var alle fanget på spinfiskeri, som anvendte større kroge end i fluefiskeriet, hvorfor størrelse af krogensår muligvis kan påvirke sårheling. En forsigtig anbefaling fra denne observation kunne være, at lystfiskere, som ofte genudsætter havørreder, overvejer at anvende mindre kroge og evt. modhageløse kroge for derved at fiske mere skånsomt. Vi anbefaler flere undersøgelser, som kan belyse, hvordan fisk bliver påvirket, når de bliver genudsat ved højere vandtemperaturer samt langtidseffekterne af dårlig sårheling og i den forbindelse betydningen af at anvende mindre kroge/modhageløse kroge frem for større kroge.

4. Prædation på små havørreder langs kysten – AP3

4.1 Introduktion

Konflikter mellem mennesker og de øvrige rovdyr, der efterstræber samme bytte har altid eksisteret. Således også i forbindelse med fiskeri, hvor mennesker har efterstræbt konkurrerende rovdyr, der tager fisk fra kyst, sø og å. Derfor har dyr som odder, hejre og skarv været jaget og bestandene historisk set holdt nede på lave niveauer. Med den moderne beskyttelse mod menneskelig efterstræbelse har nogle rovdyr hurtigt genopbygget 'store' bestande. Dette har medført nye konflikter mellem dyrebeskyttelsesinteresser og interesser i at udnytte fiskeressourcen og beskytte biodiversiteten. En balanceret håndtering af den type konflikter kræver viden og dokumentation, som kan være både vanskelig og ressourcekrævende at opnå. Den Europæiske bestand af skarv voksede sig i løbet af bare 10-20 år historisk stor efter EU's beskyttelse (Fugledirektivet) trådte i kraft i 1980. Skarven er en formidable fisker og kan udnytte selv små fiskebestande til det yderste (Jepsen et al. 2010). Fødevalget hos skarv spænder meget vidt fra småt bytte som rejer til fisk på 2 kg, og skarven kan jage effektivt i små lavvandede områder og dykke ned til 30 meters dybde (Bregnballe, 2017). Når der samtidig er tale om meget mobile individer, der flyver op til 50 km efter føde og mobile bestande, der flytter sig efter føden, er det ikke forbavsende, at store skarvbestande kan være et problem for fiskebestande. I Danmark, som i flere andre lande i Europa, er der da også opstået mange konflikter mellem interessenter og myndigheder i forbindelse med skarv, og der findes en del undersøgelser og viden om skarven og dens påvirkning på fiskebestande (Jepsen et al. 2014).

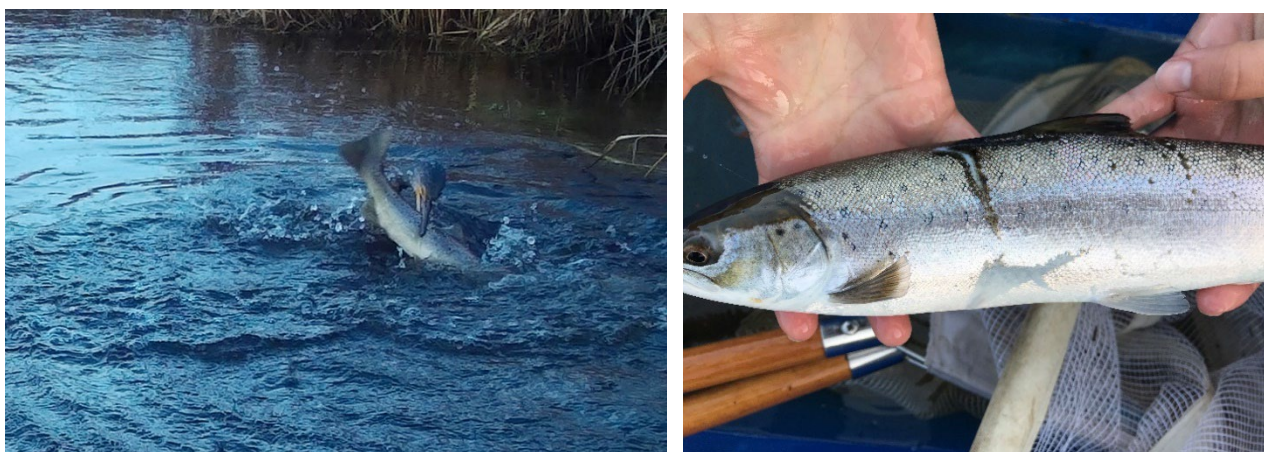
Efter at danske vandløb i en årrække er blevet ændret til det bedre gennem vandrensning, fjernelse af spærringer, skånsom vedligeholdelse, fiskepleje og omfattende restaurering, har fiskebestandene i vandløbene generelt fået det bedre. De seneste år er den positive udvikling for mange vandløb dog vendt, og det er i flere tilfælde blevet dokumenteret, at dette først og fremmest skyldes, at skarv i et stigende omfang er begyndt at jage i vandløb, formentlig pga. mangel på bytte på kysten og i fjorde (Jepsen et al. 2014, Jepsen et al. 2019).

Formålet med dette delprojekt var at undersøge omfanget af skarvprædation på mindre havørreder udsat i vandløb, og om udsætningstidspunkt kan påvirke denne prædation.

Undersøgelsen bestod af to delelementer, a) undersøgelse af skarvprædation i forhold til udsætningssted og tidspunkt og b) omfanget af skarvprædation på små havørreder den første vinter. Tidligere har en række undersøgelser vist, at prædation fra skarv reducerer overlevelsen hos ørredsmolt med ca. 50% (Jepsen et al. 2018). Dette gælder i højere grad for udsatte ørreder end for vilde (Jepsen et al. 2014) og undersøgelser fra bl.a. Sydfyn har vist, at en meget stor del af de Fynske mundingsudsatte ørredsmolt bliver ædt af skarv ganske kort tid efter udsætning. For at udsætningerne skal opfylde formålet, skal så mange fisk som muligt overleve og vokse, til de når det lovpligtige mindstemål på 40 cm (i Odense Fjord 45 cm), hvor de kan hjemtages i forbindelse med rekreativt fiskeri. Når man udfører udsætninger på op til 30.000 smolt i mundingen af ret små vandløb og efter få timer ser skarver, måger og fiskehejrer flokkes på stedet, kan det virke oplagt at forsøge at udsætte fiskene på en anden måde for at begrænse den åbenlyse prædation fra fuglene. Udsætninger medfører generelt en række logistiske udfordringer, og det er derfor begrænset, hvilke muligheder der kan anvendes i forhold til at sprede udsætningerne over tid og sted. Det kan f.eks. være en logistisk udfordring at dele de 30.000 op i ti portioner, da der jo så skal køres ti gange så mange ture rundt på hele Fyn. En måde at begrænse skarvprædation på kunne være at udsætte fiskene om aftenen, så de har en chance for at sprede sig, inden skarverne kan jage dem, når lyset bryder frem om morgenen. En anden måde er at forsøge at sprede fiskene over et større område, så de ikke udgør så oplagt et bytte som når de

står i en stor flok smolt i munden. Derfor er det relevant at bruge en metode, hvor fiskene udstyres med et såkaldt PIT-mærke, som i tilfælde af, at fisken bliver spist efterfølgende, kan lokaliseres i skarvkolonier i området. På den måde kan vi dele fisk ind i grupper, som udsættes på forskellig vis og derved undersøge, om prædationen kan mindskes ved ændret udsætningsmetode.

Skarvers prædation har vist sig ikke blot at være et problem for ørredsmolt, men også for de helt små ørreder, der bliver ædt i gydebækkene (Jepsen, 2019). Derudover er der nu også dokumentation for, at skarverne æder en betydelig andel af de mindste gydemodne havørreder efter de har gydt (Kallö et al., in pres). Der findes mange eksempler på havørreder, der fanges på kysten med tydelige bidmærker fra skarv, men der er ikke lavet undersøgelser af omfanget af prædationen på dette livsstadie (post-smolt). Det vil sige, at der for havørred findes resultater for skarvprædationen på yngel til smoltstadiet, smolt og voksne (gydemodne) ørreder, men altså ikke for den tid, hvor ørrederne vokser fra de 15-20 cm (smolt) til ca. 40 cm i løbet af deres første år på kysten. Denne arbejdsplan indeholder derfor en telemetri-undersøgelse i en fjord, hvor vi undersøger dødeligheden pga. skarvprædation. Disse dødelighedstal kan gøre os bedre rustet til, at vi bedre kan beregne skarvers påvirkning på havørredbestande gennem hele livscyklus.



Billede 12. Skarv med ørred og havørred med skarvbid-mærke.

4.2 Materialer og metoder

Betydning af udsætningssted og tidspunkt

I alt 2.000 små ørreder blev PIT-mærkede på Elsesminde i Odense 16-18. marts. Disse blev tilfældigt opdelt i fire grupper (dvs. 500 fisk i hver gruppe) og to uger efter mærkning transporteret til munden af Syltemade Å nær Svendborg og udsat den 31. marts. I den periode var der ingen fisk, der døde, men to ørreder havde udstødt PIT-mærket.

Ved mærkning blev hver enkelt ørred målt, vejet, bedøvet i 5 mg/l Benzokain og fik derefter implanteret et 23 mm PIT-mærke (HDX, 0,6 g). Mærket blev indsat i bughulen gennem et lille snit skåret med skalpel. Insisionen gror normalt hurtigt sammen uden brug af sutur. De mærkede fisk blev løbende placeret i fire separate bassiner, så hvert bassin havde 500 mærkede fisk.

Om morgenen den 31. marts blev 500 mærkede fisk udsat på et lille areal ved munden af Syltemade Å, mens 500 blev udsat mere spredt (ved vadning) på kysten udenfor åen. Om aftenen, da det var mørkt, blev den 3. gruppe udsat i munden og den 4. blev spredt på kysten.

For at undersøge, hvor mange ørreder fra de forskellige udsætningsgrupper, som efterfølgende blev ædt af skarv, blev skarvkolonien ved Brændegårdssø scannet for PIT-mærker den 28. september 2020 og igen den 22. januar 2021.

Skarvprædation på små havørreder

Ifølge planen skulle der fanges og radiomærkes 70 små havørreder i Roskilde Fjord. Den 4. og 5. oktober 2020 blev der iværksat en "event", hvor der mødte 25 lokale lystfiskere frem både lørdag og søndag, som på begge dage fiskede intenst med stang og snøre i Katting Vig. Vi skulle helst bruge mange små ørreder til radiomærkning og havde et fint set-up med en stor mærkebåd med hele "operationsstuen" sat op og to hurtige hentebåde, der straks hentede de undermålsfisk, når de blev fanget. Det vil sige, at når en lystfisker fangede en fisk, ringede vedkommende straks efter hentebåden og holdt fisken i det udleverede fangstnet indtil afhentning. Dette kunne kun lade sig gøre gennem et stort engagement fra lystfiskerne fra ROLK (Roskilde og Omegns Lystfisker Klub), der stillede både fiskere og både til rådighed for projektet.



Billede 13. Mærkebåden venter (forgæves) på fisk i Roskilde Fjord, oktober 2020.

Vejret var godt til fiskeriet og setuppet virkede godt, men der blev desværre kun fanget få fisk. Det lykkedes således kun de 25 fiskere at fange i alt 4 ørreder mellem 34 og 36 cm på to dage og ikke en eneste større fisk. Dette betød, at planen med pejling fra båd og flypejling i Roskilde Fjord nu måtte revurderes. Det blev vurderet, at det ikke var muligt inden for projektets rammer at forsøge igen i Roskilde Fjord, så en plan B blev udtænkt og hurtigt udført med stor hjælp fra frivillige på Fyn. Her var det frivillige fynske sportsfiskere, som lagde tid og både til og det lykkedes her på to weekender i november at fange og radiomærke i alt 57 ørreder mellem 27 og 40 cm i Odense inderfjord (Tabel 7). Mærkningsproceduren var som følger: Når en ørred blev fanget, blev den straks overført fra fangstketcher

til opbevaringsnet eller direkte til et stort 400 l opbevaringskar. Herfra blev fiskene enkeltvis overført til et bedøvelsesbad med Benzokain. Når fisken var bedøvet, blev den placeret med bugen i vejret og fik et 10-15 mm langt snit i bugvæggen, hvorigennem radiosenderen (ATS 1580; 3,6 g, batterilevetid ca. 150 dage) blev indsat og antennen ført ud gennem siden på fisken via en kanyale. Snittet blev lukket med et enkelt sting med absorberbar sutur. Derefter blev fisken vejlet, målt og udsat i et opvågningsskar. Når fisken var frisk efter bedøvelsen (typisk 5 minutter) blev den straks udsat direkte fra stranden. Der blev fisket, mærket og udsat fisk på tre lokaliteter, Klintebjerg Havn, Lindø og Odense Kanal ved Stige Ø (Tabel 7).

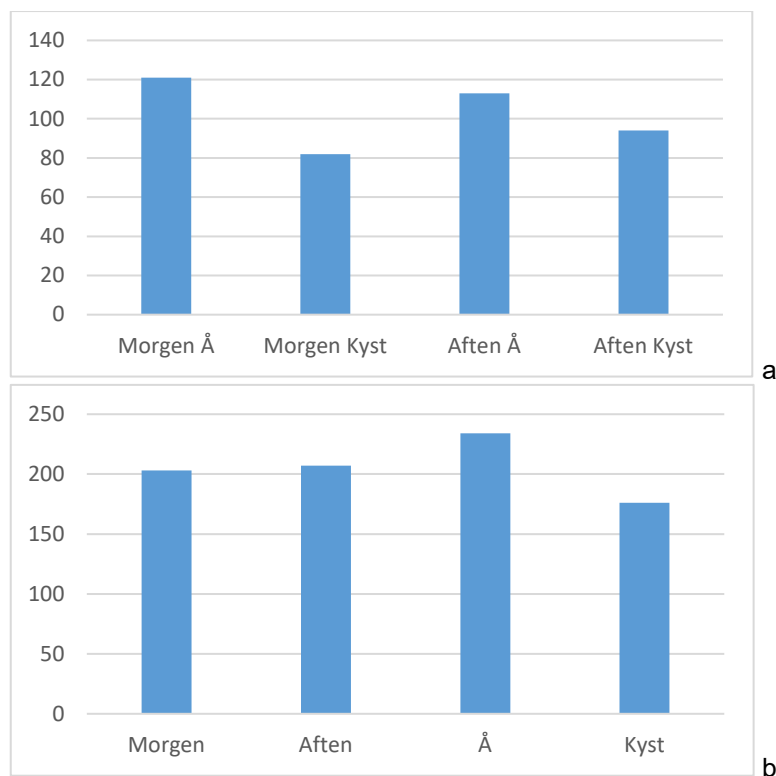
4.3 Resultater

Betydning af udsætningssted og tidspunkt

Ved den første skanning på skarvkolonien 28. september 2020, blev der fundet i alt 1.962 PIT-mærker. Af disse var 327 fra vores udsætninger 31. marts, mens ca. 1.100 af de fundne mærker stammede fra et andet forsøg gennemført i 2010.

Der blev igen scannet den 22. januar 2021 og her blev fundet yderligere 84 af forsøgets mærker. Vi fandt således i alt 411 (20%) af de 2.000 mærker, et antal som er fuldt tilstrækkeligt til at analysere og sammenligne resultaterne fra de fire grupper (Fig. 14). For at se, om størrelsen kunne spille ind på risikoen for at blive ædt, beregnedes gennemsnitsstørrelsen (på mærkningstidspunktet) for de 411 ædte smolt til 176,2 mm og kan sammenlignes med gennemsnitslængden for alle 2.000 mærkede, nemlig 176,1 mm (variation mellem de fire enkelte grupper var: 174,8 – 177,8), og der er dermed ikke nogen sammenhæng mellem risiko for at blive ædt og længde ved mærkning.

Der var signifikant forskel mellem hyppigheden af PIT-mærker fundet i kolonien mellem de fire udsætningsgrupper (G-test: $G=8,97$; $P=0,0118$). En efterfølgende post hoc test viste, at der er højere risiko for, at PIT-mærkerne fra de fisk, som blev udsat i åen, blev genfundet i skarvkolonien sammenlignet med de fisk, som sættes ud på kysten ($G=$; $13,46$ $P=0,0002$). Der var ingen statistisk signifikant forskel på sandsynligheden for at blive ædt i forhold til om fisken sættes ud om aftenen eller om morgenen ($G=$; $0,037$; $P=0,84$).



Figur 14. Antal fundne PIT-mærker fra de fire udsætningsgrupper (a 500 stk.) fra scanning i skarvkoloni (a). Kombination af morgen/aften og kyst/Å udsætninger (b).

Skarvprædation på små havørreder

Fangst, håndtering og kirurgisk implantering af radiosendere i små havørreder gik overraskende fint. Trods opbevaring i fangstnet og små ruser før afhentning vurderede vi, at alle fisk var i en god forfatning og derfor kunne blive mærket og alle mærkede fisk svømmede friskt afsted efter mærkningen. Efter mærkning og udsætning af de radio-mærkede ørreder blev der i alt pejlet syv gange i Odense inderfjord fra DTU's båd. Pejlingerne blev udført fra 19. januar 2020 til 7. maj 2021. Der blev afslutningsvis også pejlet en gang fra fly, specialudstyret med pejleantenne (Billede 14) den 27. maj, og her blev der ikke lokaliseret yderligere sendere. Resultatet blev således, at der blev fundet i alt syv radiosendere på de to mest brugte rasteplasser på små kunstige holme udfor Lindø (Fig. 15). Der blev kun fundet én sender på skarvkolonien på Vigelsø, hvilket tyder på, at de mærkede ørreder blev ædt om vinteren og ikke om foråret, hvor de fleste skarver raster på Vigelsø. Det vil sige, at skarvprædationen på de små havørreder udgjorde 14% i perioden november til maj. I forhold til dette blev der i alt fanget og indrapporteret to af de mærkede ørreder fra lystfiskere (de var vokset til hhv. 43 og 50 cm på de 5-6 måneder siden mærkning).



Billede 14. Privatfly med monteret antenne til pejling af radiomærkede ørreder.



Figur 15. Positioner på de "sten-sømærker" ud for Lindø hvor 7 af 8 sendere blev genfundet.

4.4 Diskussion

Betydning af udsætningssted og tidspunkt

Resultaterne fra PIT-mærkningen af smolt fra Elsesminde viste, at skarverne æder en meget stor del af de udsatte fisk, men at man ikke opnår reduceret prædation ved at udsætte i mørke fremfor i dagslys. Derimod er der en tendens til, at skarverne æder lidt færre af de kystudsatte (spredte) end de mundingsudsatte (klumpet). Det ser altså ud til, at man vil kunne opnå en lidt bedre overlevelse, hvis fiskene blev udsat spredt langs kysten, som det engang var praksis. Men dette vil til gengæld medføre, at de udsatte ørreder sandsynligvis ingen "homing" (tilhørsforhold) får til et givet vandløb og dermed vil strejfe og forsøge at gyde i vandløb, hvor de ikke hører hjemme. Hvis man vil give udsætningsmoltene de bedste overlevelseschancer, kunne man måske udsætte fiskene i vandløbet i et skarvsikkert bur/hyttfad, så de når at få et "imprint" af vandløbet og så efterfølgende udsætte dem spredt langs kysten. Dette er forsøgt med laksesmolt flere steder, men det kræver specifikke undersøgelser at vurdere, om det har målbar effekt. Som det foregår nu, er der frivillige "skarvvagter", der våger over de mundingsudsatte smolt og skræmmer skarv og hejrer væk de første dage efter udsætning. Det er uvist, om denne ordning har en positiv indflydelse på overlevelseschancerne for de udsatte havørredsmolt, men indsatsen kræver mange frivillige timer, og det bør derfor undersøges, om resultatet står mål med den store indsats.

Hvis man skal bruge resultaterne til at vurdere på den totale prædation fra skarver på de udsatte smolt, skal man notere sig, at vores skanninger erfaringsmæssigt kun er omkring 70-80% effektive, og at kun ca. halvdelen af de PIT-mærker, der bliver ædt ender i kolonien (resten bliver opgyldede andre steder). Vi regner som tommelfingerregel med, at man finder ca. 40% af de reelt ædte mærker (Hostetter et al. 2015; Jepsen et al. 2018), så den bedste vurdering her er, at skarverne åd 61% af de udsatte ørreder, hvilket stemmer meget godt overens med tidligere resultater fra Fyn og andre steder (Jepsen et al. 2014). Der blev ved skanning af skarvkolonien fundet 1.100 PIT-mærker fra et forsøg med PIT-mærkede ørreder udsat i 2010. Dette er vel at mærke PIT-mærker, der IKKE blev fundet, da der blev scannet for 10 år siden. Derved er prædationen på ørreder udsat i det forsøg noget højere, end det blev vurderet oprindeligt, hvor "kun" 1.755 af 5900 PIT-mærker blev fundet. Med de nye tal, hvor altså $1.755 + 1.100 = 2.855$ PIT mærker af 5.900 blev fundet, var prædationen på de i 2010 udsatte ørredsmolt ca. 77% med antagelse om, at 40% af de ædte mærker kan findes.

Skarvprædation på små havørreder

Resultaterne fra radio-telemetri undersøgelsen i Odense Fjord viser, at mindst 14% af unge havørreder blev ædt af skarver fra november/december til maj altså i løbet af ca. 6 måneder.

Undersøgelsen bekræfter derved, at skarv præderer på ørrederne, også i denne del af deres livscyklus. Sammenlignet med en dokumenteret prædation på 40-70% for udvandrende ørredsmolt (Jepsen 2021), er de 14% fra denne undersøgelse relativt lavt. Et yderligere resultat fra undersøgelsen er, at selvom pejling fra fly er praktisk muligt, er det med denne type (relativt svage) sendere, der har ret kort rækkevidde, ikke ideelt, og der kan derfor have været sendere i området, der ikke blev fundet. Dette betyder også, at den fundne prædation på 14% er et minimumsestimat. Derudover må man påregne, at der fra tidspunktet, hvor smoltene (post-smoltene) i april/maj begynder deres liv på kysten, og indtil vi fangede dem i november, har været en betydelig dødelighed fra skarvprædation. En del af de mærkede ørreder har sandsynligvis forladt Odense Fjord i undersøgelsesperioden, det gælder jo i hvert fald den fisk, der blev fanget på Østfyn. Disse fisk kan være blevet ædt af skarv og senderne endt et sted, hvor vi ikke pejlede og dermed bidrage til underestimering af prædationen. Under alle omstændigheder viser resultaterne fra denne undersøgelse sammen med tidligere publicerede resultater, at det er muligt at både vilde og udsatte ørreder, er udsat for et betydeligt prædationstryk fra skarv hele perioden fra yngel og ungfisk i vandløbet, under udvandringen som smolt, og under det

første år på kysten og som gydefisk i vandløbet. Først når en ørred opnår en længde på ca. 50 cm, er den sikret mod skarvprædation.



Billede 15. Genfanget radiomærket havørred (50 cm) fra Odense Fjord, 6 mdr. efter mærkning (37 cm). Fisken blev fanget på Østfyn.

Tabel 7. Information om havørreder mærkede med radiosendere i Odense Inderfjord 2020.

Dato	Sted	Længde (cm)	Skæbne
03-nov	Klintebjerg havn	28	
03-nov	Klintebjerg havn	35.5	
03-nov	Klintebjerg havn	34	
03-nov	Klintebjerg havn	35	
03-nov	Klintebjerg havn	36	
03-nov	Klintebjerg havn	37	Fanget april, Østfyn
03-nov	Klintebjerg havn	40	
03-nov	Klintebjerg havn	35	
03-nov	Klintebjerg havn	32	
03-nov	Klintebjerg havn	34	
03-nov	Klintebjerg havn	40	Genfundet 19-1-21
03-nov	Klintebjerg havn	32	
03-nov	Klintebjerg havn	27	
03-nov	Klintebjerg havn	34	

Fortsætter på næste side

Tabel 7, fortsat

Dato	Sted	Længde (cm)	Skæbne
03-nov	Klintebjerg havn	37	
03-nov	Klintebjerg havn	28	
03-nov	Klintebjerg havn	32	Genfundet 19-1-21
03-nov	Klintebjerg havn	32	
03-nov	Klintebjerg havn	30	
03-nov	Klintebjerg havn	31	
03-nov	Klintebjerg havn	32	
03-nov	Klintebjerg havn	30	
03-nov	Klintebjerg havn	34	
03-nov	Klintebjerg havn	34	
03-nov	Klintebjerg havn	40	Genfundet 14-04-21
03-nov	Klintebjerg havn	28	
03-nov	Klintebjerg havn	34	Genfundet 8-03
04-nov	Kanalen ved Fynsværket	37.5	
04-nov	Kanalen ved Fynsværket	28.5	
04-nov	Kanalen ved Fynsværket	33	Genfundet 23-02
04-nov	Kanalen ved Fynsværket	32	Genfundet 8-03
04-nov	Kanalen ved Fynsværket	29	
04-nov	Kanalen ved Fynsværket	30	
04-nov	Lindø	28	
04-nov	Lindø	31	
04-nov	Lindø	29	
04-nov	Lindø	32	
04-nov	Lindø	34	
04-nov	Lindø	30	Genfundet 23-02
04-nov	Lindø	34	Genfundet 23-02
04-nov	Lindø	27	
04-nov	Lindø	32	
04-nov	Lindø	37	
04-nov	Lindø	34	
02-dec	Klintebjerg havn	38	
02-dec	Klintebjerg havn	39	
02-dec	Klintebjerg havn	37.5	
02-dec	Klintebjerg havn	38	
02-dec	Klintebjerg havn	38	
02-dec	Klintebjerg havn	36	
02-dec	Klintebjerg havn	33	
02-dec	Stige Ø	38	
02-dec	Stige Ø	31	
02-dec	Stige Ø	35	
02-dec	Stige Ø	35	
02-dec	Stige Ø	35	
02-dec	Stige Ø	39	

5. Forfatterbidrag og taksigelser

Niels Jepsen og Anders Koed organiserede tekstindholdet i rapporten.

Anders Koed søgte finansiering til projektet med støtte fra Christian Skov og Niels Jepsen.

Martin Lykke Kristensen organiserede forsøgsdesign, feltarbejdet, foretog dataanalyser og producerede teksten til AP 1 med assistance fra Niels Jepsen og Anders Koed.

Christian Skov organiserede forsøgsdesign, feltarbejde, dataanalyser og rapportens tekstbidrag vedr. AP2 med assistance fra Wolf-Christian Lewin, Casper Gundelund, Marc Simon Weltersbach, Keno Ferter og Niels Jepsen.

Niels Jepsen organiserede forsøgsdesign, feltarbejde, dataanalyser og tekstbidrag vedr. AP3.

Martin Hage Larsen læste og kommenterede på rapporten.

Forfatterne vil gerne takke:

- De mange citizen science deltagere, som bidrog med data via Fangstjournalen og ikke mindst nøglefiskerne, som bidrog med ekstra information omkring blødning og krogningssted til AP2.
- Ole M. Larsen, Jens H. Nedergaard, Rasmus F. Jensen, Peter V. Skov og Lars-Flemming Pedersen fra DTU Aqua, Hirtshals.
- Hans-Jørn Christensen, Andreas Svarer og Jonas Høholt, DTU Aqua, Silkeborg.
- De mange frivillige sportsfiskere, der hjalp i Roskilde Fjord og i Odense Fjord, der stillede både til rådighed og bidrog med utallige timer til fangst og mærkning af Havørreder. Især Uffe fra ROLK og Claus Eriksen fra Fynske Lystfiskere skal have stor tak.
- Jes Dolby takkes for stor indsats med opsætning af et af verdens længste hydrofon-arrays og for forsidefotos.

6. Referencer

- Aalbers, S.A., Stutzer, G.M. & Drawbridge, M.A. (2004). The Effects of Catch-and-Release Angling on the Growth and Survival of Juvenile White Seabass Captured on Offset Circle and J-Type Hooks. *N. Am. J. Fish. Manag.* 24, 793-800.
- Aarestrup, K., Thorstad, E., B, Koed, A., Svendsen, J.C., Jepsen, N., Pedersen, M.I., Økland, F. (2010). Survival and progression rates of large European silver eel *Anguilla anguilla* in late freshwater and early marine phases, *Aquatic Biology*, 9, 3, 263-270.
- Aarestrup, K., Thorstad, E.B., Koed, A., Jepsen, N., Svendsen, J.C., Pedersen, M. I., Skov, C. & Økland, F. (2008). Survival and behaviour of European silver eel in late freshwater and early marine phase during spring migration, *Fisheries Management and Ecology*, 15, 5-6, 435-440.
- Pedersen, M.I., Jepsen, N., Aarestrup, K., Koed, A., Pedersen, S. & Økland, F. (2012) Loss of European silver eel passing a hydropower station, *Journal of Applied Ichthyology*, 28, 2, 189-193.
- Blyth, S.A., & Bower, S.D. (2022). After the spawn and on the hook, sea trout *Salmo trutta* biophysical responses to different components of catch and release in a coastal fishery. *Journal of fish biology*.
- Arlinghaus, R, Cooke, S.J., Lyman, J., Policansky, D., Schwab, A., Suski, C., Sutton, S.G. & Thorstad, E. B. (2007b). Understanding the Complexity of Catch-and-Release in Recreational Fishing: An Integrative Synthesis of Global Knowledge from Historical, Ethical, Social, and Biological Perspectives, *Reviews in Fisheries Science*, 15:1-2, 75-167
- Arlinghaus, R., Cooke, S. J., Lyman, J., Policansky, D., Schwab, A., Suski, C. D., ... Thorstad, E. B. (2007a). Understanding the complexity of catch-and-release in recreational fishing: an integrative synthesis of global knowledge from historical, ethical, social, and biological perspectives. *Reviews in Fisheries Science*, 15, 75–167.
- Black, E.C., Tredwell, S.J. (1967). Effect of a partial loss of scales and mucous on carbohydrate metabolism in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *J. Fish. Res. Board Can.* 24 (5), 939-953.
- Blyth, S.A., & Bower, S.D. (2022). After the spawn and on the hook, sea trout *Salmo trutta* biophysical responses to different components of catch and release in a coastal fishery. *Journal of fish biology*.
- Bonney, R., Byrd, J., Carmichael, J. T., Cunningham, L., Oremland, L., Shirk, J. & Von Harten, A. (2021). Sea change: Using citizen science to inform fisheries management. *Bioscience*. 71 (5), 519-530.
- Brown, C., Day, R.L. (2002). The future of stock enhancement: lessons for hatchery practice from conservation biology. *Fish Fish (Oxf)*. 3, 79–94.
- Brownscombe, J.W., Danylchuk, A.J., Chapman, J.M., Gutowsky, L.F.G. & Cooke, S.J. (2017). Best practices for catch-and-release recreational fisheries – angling tools and tactics. *Fish. Res.* 186, 693–705.
- Carline, R.F., Jackson, M.F., Nale, M.A., Wijeyakulasuriya, D.A. & Niu, X. (2021). Hooking and handling mortality of trout captured in the Bald Eagle Creek Trout Tournament, Pennsylvania. *N. Am. J. Fish. Manag.* 41, 1465–1472.
- Casselman, S. (2005). Catch-and-release angling: a review with guidelines for proper fish handling practices. 26 pp. Peterborough, Ontario.
- Conrad, C.C., Hilchey, K.G. (2011). A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. *Environ. Monit. Assess.* 176, 273–291.

- Cooke S.J., Venturelli P., Twardek W.M., Lennox R.J., Brownscombe J.W., Skov C., Hyder K., et al., (2021). Technological innovations in the recreational fishing sector: Implications for fisheries management and policy. *Rev. Fish Biol. Fish.* 31, 253-288.
- DuBois, R. B., & Kuklinski, K. E. (2004). Effect of hook type on mortality, trauma, and capture efficiency of wild, stream-resident Trout caught by active baitfishing. *North American Journal of Fisheries Management*, 24, 617–623.
- EU 2007. COUNCIL REGULATION (EC) No 1100/2007 of 18 September 2007 establishing measures for the recovery of the stock of European eel. *Official Journal of the European Union*, L 248: 17–23.
- Ferter, K., Cooke, S. J., Humborstad, O. B., Nilsson, J., & Arlinghaus, R. (2020). Fish welfare in recreational fishing. In T. S. Kristiansen, A. Fernö, M. A. Pavlidis, & H. van de Vis (Eds.), *The welfare of fish* (pp. 463–486). Switzerland: Springer Nature.
- Gale, M.K., Hinch, S.G. and Donaldson, M.R. (2013), The role of temperature in the capture and release of fish. *Fish and Fisheries*, 14: 1-33.
- Gjernes, T., Kronlund, A.R. & Mulligan, T.J. (1993). Mortality of chinook and coho salmon in their first year of ocean life following catch and release by anglers. *N. Am. J. Fish. Manag.* 13, 524–539.
- High, B., Meyer, K.A. (2014). Hooking mortality and landing success using baited circle hooks compared to conventional hook types for stream-dwelling trout. *Northwest Sci.* 88, 11–22
- Hostetter, N. J., Evans, A. F., Cramer, B. M., Collis, K., Lyons, D. E. & Roby, D. D. (2015). Quantifying avian predation on fish populations: integrating predator-specific deposition probabilities in tag recovery studies. *Transactions of the American Fisheries Society* 144: 410–422.
- Hühn, D., Arlinghaus, R. (2011). Determinants of hooking mortality in freshwater recreational fisheries: a quantitative meta-analysis. *Am. Fish. Soc. Symp.* 75, 141-170.
- ICES 2020. EU request on temporal migration patterns of European eel (*Anguilla Anguilla*) in all relevant ecoregions. In Report of the ICES Advisory Committee, 2020. ICES Advice 2020, sr.2020.01.
- Jepsen, N. (2021). Skarver i vandløb - hvad betyder det for laks og ørred? DTU Aqua. <https://www.fiskepleje.dk/nyheder/2021/06/skarv-og-fisk>.
- Jepsen, N, Ravn, H.D. & Pedersen, S. (2018). Change of foraging behavior of cormorants and the effect on river fish. *Hydrobiologia*, 820, 189-199.
- Jepsen, N., Flavio, H. & Koed, A. (2019). The impact of Cormorant predation on Atlantic salmon and Sea trout smolt survival. *Fisheries management and ecology* 26 (2), 183-186.
- Jepsen, N., Skov, C., Pedersen, S. & Bregnballe, T. (2014). Betydning af predation på danske ferskvandsfiskebestande – en oversigt med fokus på skarv. Institut for Akvatiske Ressourcer, Charlottenlund: 83 pp.
- Jepsen, N., Skov, C., Pedersen, S., & Bregnballe, T. (2014). Betydningen af prædation på danske ferskvandsfiskebestande - en oversigt med fokus på skarv. Institut for Akvatiske Ressourcer, Danmarks Tekniske Universitet. DTU Aqua-rapport No. 283-2014.
- Källo, K., Baktoft, H., Jepsen, N., & Aarestrup, K. (2020). Great cormorant (*Phalacrocorax carbo sinensis*) predation on juvenile down-migrating trout (*Salmo trutta*) in a lowland stream. *ICES Journal of Marine Science*, 77(2), 721-729.
- Lennox, R.J., Steven J. Cooke, Colin R. Davis, Paddy Gargan, Lorraine A. Hawkins, Torgeir B. Havn, Martin R. Johansen, Richard J. Kennedy, Antoine Richard, Martin-A. Svenning, Ingebrigt Uglem, John Webb, Frederick G. Whoriskey & Eva B. Thorstad (2017). Pan-Holarctic assessment of post-release mortality of angled Atlantic salmon *Salmo salar*. *Biological Conservation* 209, 150-158.

- Manson, J. W., & Hunt, R. L. (1967). Mortality rates of deeply hooked rainbow trout. *Progressive Fish-Culturist*, 28, 87–91.
- Muoneke, M.I., Childress, W.M., (1994). Hooking mortality: a review for recreational fisheries. *Rev. Fish. Sci. Aquac.* 2, 123–156.
- Pedersen, M. I., Jepsen, N., Aarestrup, K., Koed, A., Pedersen, S. & Økland, F. (2012). Loss of European silver eel passing a hydropower station. *Journal of Applied Ichthyology* 28, 189-193.
- Pope, K.L., Wilde, G.R., (2004). Effect of catch-and-release angling on growth of largemouth bass, *Micropterus salmoides*. *Fish. Manag. Ecol.* 11, 39-44.
- Pope, K.L., Wilde, G.R., Knabe, D.W., (2007). Effect of catch-and-release angling on growth and survival of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Fish. Manag. Ecol.* 14, 115-121.
- Salonius, K., Iwama, G.K., (1993). Effects of early rearing environment on stress response, immune function, and disease resistance in juvenile Coho (*Oncorhynchus kisutch*) and Chinook salmon (*O. tshawytscha*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 50, 759–766.
- Schill, D. J. (1996). Hooking mortality of bait-caught rainbow trout in an Idaho trout stream and a hatchery: implications for special-regulation management. *North American Journal of Fisheries Management*, 16, 348–356.
- Silvertown, J., 2009. A new dawn for citizen science. *Trends Ecol. Evol.* 24, 467–471.
- Skov, C., Gundelund, C., Weltersbach, S., Ferter, K., Bertelsen, S.K. & Jepsen, N. (2022). Catch and release angling for sea trout explored by citizen science: Angler behavior, hooking location and bleeding patterns. *Fisheries Research*, 255.
- Skov, C., Ferter, K., Jepsen, N., Pedersen, L-F, Lewin, W-C, Gundelund, C., Weltersbach, S., (2023). Post-release effects of catch and release angling for sea trout: Mortality, growth and wound healing. *Fisheries Research*, (accepted for publication)
- Skov, C., Berg, S., Eigaard, O.R., Jessen, T.K. and Skov, P.V. (2020), Danish Fisheries and Aquaculture: Past, Present, and Future. *Fisheries*, 45: 33-41.
- Skov, C., Hyder, K., Gundelund, C., Ahvonen, A., Baudrier, J., Borch, T., deCarvalho, S., et al., (2021). Expert opinion on using angler Smartphone apps to inform marine fisheries management: status, prospects, and needs. *ICES J. Mar. Sci.* 78 (3), 967-978.
- Sparrevohn, C. R., Storr-Paulsen, M., & Nielsen, J. (2011). Eel, sea trout and cod catches in Danish recreational fishing: Survey design and 2010 catches in the Danish waters. DTU Aqua. DTU Aqua Report No. 240-2011.
- Taylor, M. J., & White, K. R. (1992). A meta-analysis of hooking mortality of nonanadromous Trout. *North American Journal of Fisheries Management*, 12, 760–767.
- Westerberg, H., Lagenfelt, I. & Svedäng, H. (2007). Silver eel migration behaviour in the Baltic. *ICES Journal of Marine Science* 64, 1457-1462.
- Wood, C.M., Turner, J.D. & Graham, M.S. (1983). Why do fish die after severe exercise? *J. Fish Biol.* 22 (2), 189-201.

Danmarks
Tekniske
Universitet

DTU Aqua
Vejløsvej 39
8600 Silkeborg

www.aqua.dtu.dk