

Fisk i nye søer

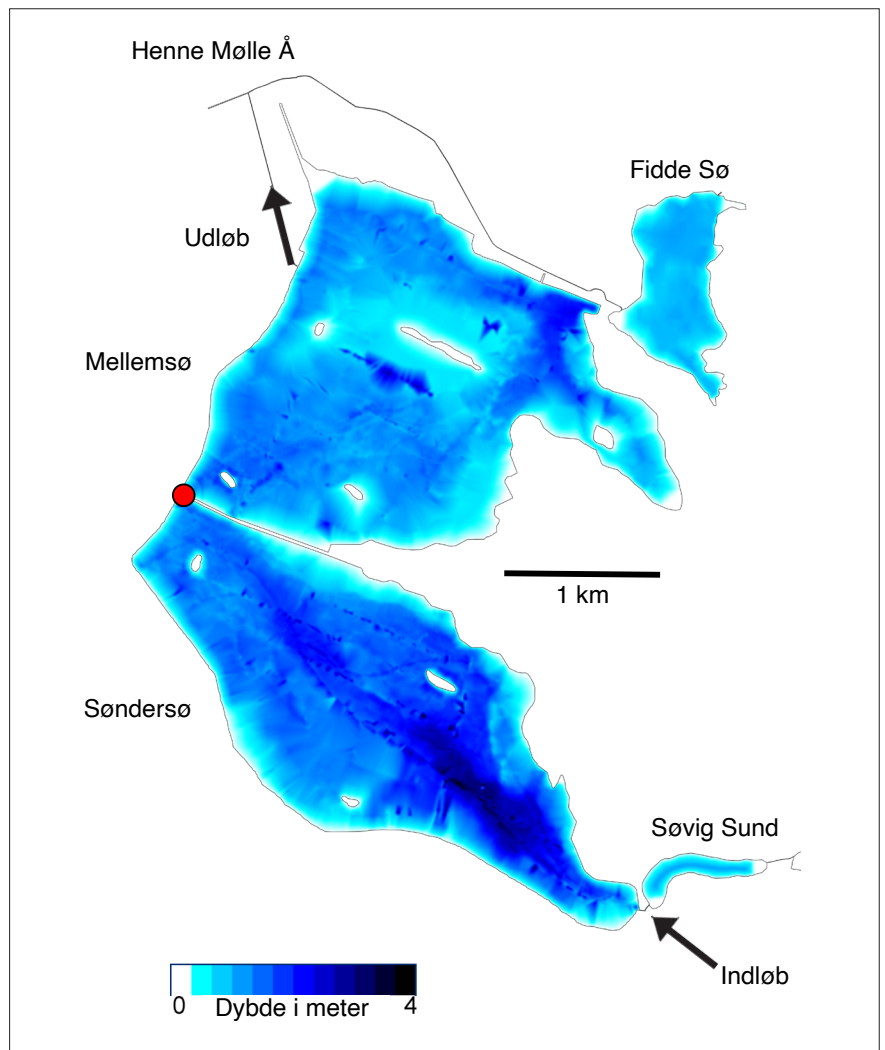
Fiskene i søer er vigtige både for lystfiskerne samt for den artsrigdom og de økologiske påvirkninger, de skaber. Nye søer bliver hurtigt populære blandt lystfiskerne, men hvor hurtigt indvandrer fiskene i grunden og er særlige arter knyttet til nye søer sammenlignet med naturlige søer? Det er to af de centrale spørgsmål, vi undersøger. Vi vurderer også, om artstallet af fisk varierer i de mange oplande ud over landet, og hvorfra de enkelte søer især rekrutterer arterne.

EMIL KRISTENSEN, KAJ SAND-JENSEN,
THEIS KRAGH, KENNETH THORØ MARTINSEN,
LARS BÅSTRUP-SPOHR, MARTIN SØNDERGAARD & ERIK JEPPESEN

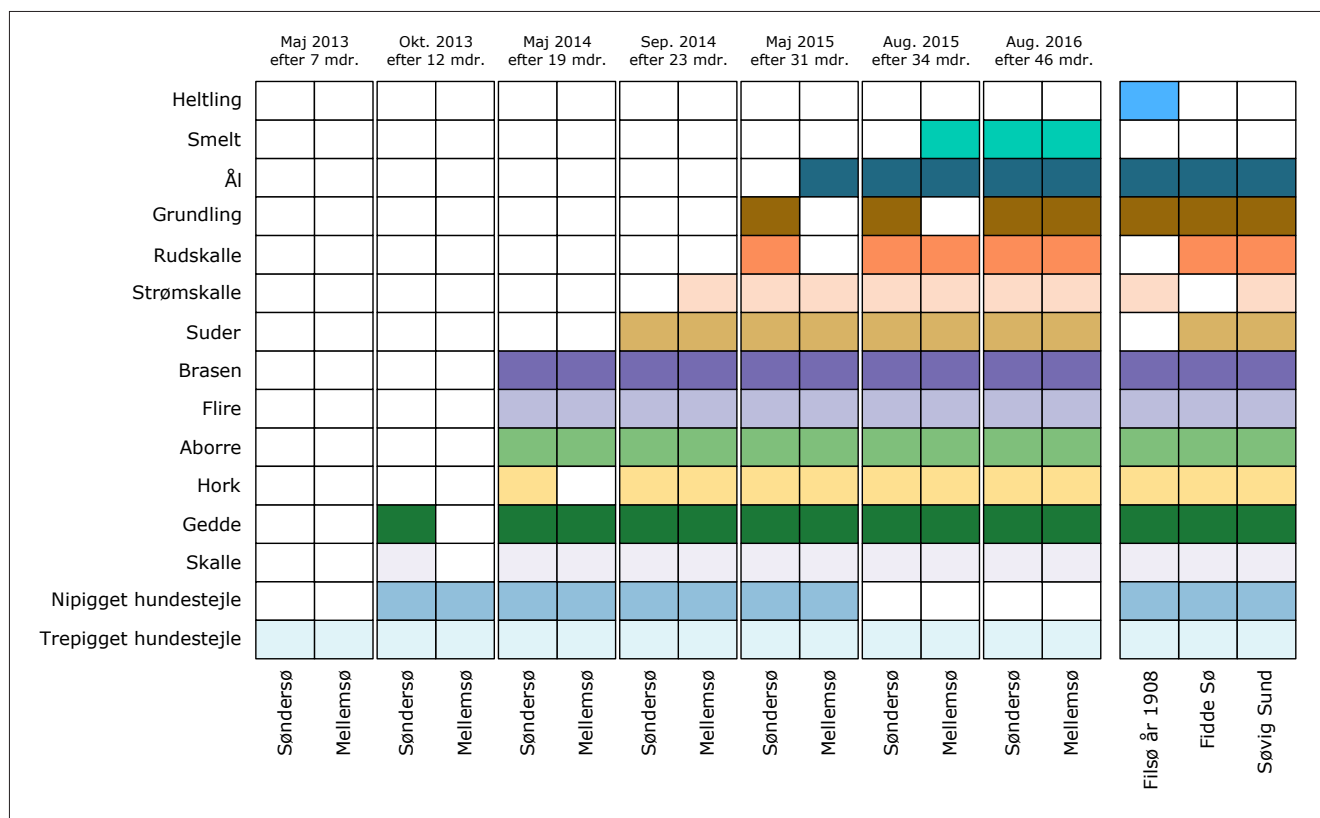
Fiskeinteresser

Fiskene i søer møder stor interesse af to grunde; som fangstobjekt og som en vigtig aktør i fødekæderne. Lystfiskere forsøger at fange fiskene for spændingens og for madens skyld. Spændingen kan alle større fiskearter levere. Børn har fornøjelse af at fange alle fisk. Selv Skaller i antal kan vække stor jubel. Børn kan insistere på at ville hjemtage og tilberede fangsten uanset art, endog benfyldte Brasen og Suder. Mere inkamerede lystfiskere går især efter Aborre, Gedde, Karpe, Sandart og Ørred.

Engang spillede forsyningen med proteiner fra ferskvandsfisk en stor rolle både på de fattige og de riges bord /1/. Mange af de fiskearter, man i dag ikke regner for noget såsom Brasen, Gedde og Karsusse, betragtede man faktisk som herrefisk i Middelalderen, hvorimod Aborre, Flire, Hork, Skalle og endog Ål blot blev betragtet som "gemene" spisefisk. Men da havfiskeriet fik sit opsving efter år 1900 visnede ferskvandsfiskeriets betydning og præferencerne ændrede sig. I dag er der knapt nok nogen erhvervsfiskere tilbage på søerne, og lystfiskernes interesse for at hjembringe fisk fra søer til middagsbordet er stort set indskrænket til Aborre, Sandart og Ørred. Karpesfiskeri udøves dog af en gruppe af dan-



Figur 1. Dybdekort over Filsø som vi har fulgt intensivt over flere år. Søen er opdelt i to bassiner, Mellemsø og Søndersø, og modtager vand fra nabosøen Søvig Sund. Udløbet deler Filsø med Fidsø Sø. Filsø er lavvandet med en middeldybde på 1,0 meter og en største dybde på 3,9 meter. Den røde prik viser forbindelsen mellem de to bassiner.



Figur 2. Indvandring af fiskearter til de to bassiner i Filsø siden etableringen i efterår-vinter 2012-2013. Artssammensætningen er vist til højre for Fidsø og Søvig Sund i 2010 og den oprindelige Filsø i 1908.

ske lystfiskere og er populært blandt lystfiskerturister fra Polen og Tyskland. Ål var engang en vigtig erhvervsfangst på søerne og en yderst populær spise fisk. Men i dag er Ålen sjælden og fangsten yderst beskedent.

Fiskenes rolle i fødekæderne er stor, både indbyrdes mellem arter og størrelsesgrupper af fisk, og i forholdet til zooplankton som bytte for fiskene og rovfugle som predatorer på fiskene /1, 2/. Disse føderelationer er komplekse og det samme gælder konsekvenserne for søens vandkvalitet og øvrige organisme-grupper. Mange individer af fredfisk såsom Brasen og Skalle og blot få rovfisk såsom Aborre og Gedde, vil således medføre stor predation af fredfiskene på zooplankton og derfor lav græsning på fytoplankton, så søen har tendens til at udvikle den maksimale biomasse af fytoplankton, som næringsmængden tillader. Brasen og Karpe, som søger føde på bunden, kan endvidere medvirke til at hvirvle sedimentet op under deres fødesøgning, hvilket kan øge vandets indhold af partikler og gøre vandet uklart. Skaller og Brasen konkurrerer med de fugle, der æder zooplankton eller smådyr i søbunden. Da fiskene er vekselvarme, mens fuglene er ensvarme, kan fiskene omsætte føden mindst 10 gange mere effektivt til fiskeproduktion end fuglene kan omsætte samme fødeindtag til ny fugleproduktion /3/. I helt nye søer kan fuglene have

kronede dage på grund af de mange fødemuligheder, men deres muligheder mindskes, når fiskene indvandrer og får opbygget tætte bestande. Det er en vigtig grund til nedgangen af fugletætheden, når nye søer bliver nogle få år ældre. Man kan sandsynligvis genetablere søens fuglerige start ved at reducere vandstanden og blotte søsedimenter fyldt med aflejet organisk stof, som kun fuglene kan fouragere på. I princippet kan man også tømme søen helt for vand og atter fylde vand på, omend det kræver nøje forvaltningsmæssige overvejelser. Det vil fjerne fiskene og kickstarte fuglenes antal og mangfoldighed.

En sundere balance mellem fredfisk og rovfisk indebærer større predation på fredfiskene. Derved opstår bedre muligheder for at begrænse zooplanktonets græsning på fytoplanktonet og fredfiskenes fouragering efter bunddyr /2/. Bestandsvariationer blandt rovfisk er betydelige og kan bunde i varierende ynglesucces og indvandring udefra. Stor dødelighed pga. f.eks. Skarver eller iltsvind i søen påvirker også bestandene af rovfisk /4, 5/. Predation og iltsvind rammer store individer af rovfisk som Gedde hårdere end små individer af Skalle. Skallerne har stor rekruttering og tilvækst og genopbygger en stor bestand meget hurtigere end Gedde /5/. Der eksisterer altså store historiske forskelle i årgangenes styrke, som især hos rovfiskene rækker langt

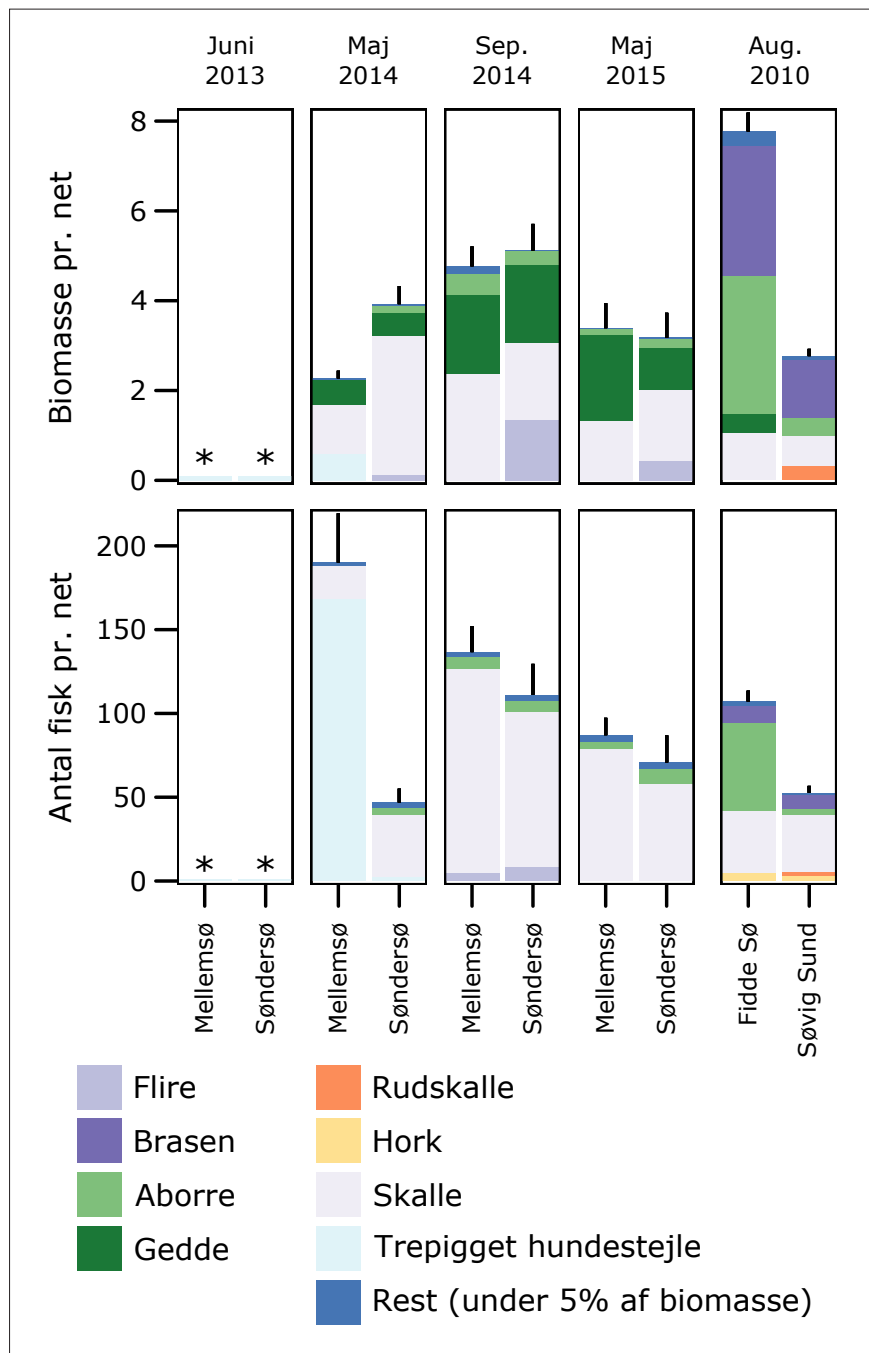
ud over det enkelte år. Disse historiske forhold påvirker også udviklingen i nye søer.

I denne artikel har vi taget udgangspunkt i analyser af fiskenes indvandring og bestandenes opbygning i Filsø, der blev dannet i efteråret og vinteren 2012. Resultater fra Filsø er sammenlignet med tæt forbundne naturlige søer og søer beliggende i oplandet men uden direkte forbindelse til Filsø. Vi har derefter inddraget studier af flere søer for at vurdere, hvor generelle indvandringmønstrene i Filsø er. Derudover har vi studeret, hvilke oplands- og miljøfaktorer for søerne, som bestemmer fiskenes artstal og artssammensætning.

Fiskenes indvandring

Filsø er en stor og lavvandet sø (900 hektar, middeldybde 1,0 m), som ligger tæt på Vesterhavet syd for Henne Strand. Fiskene kan indvandre ad to veje. Fra Søvig Sund, som ligger direkte opstrøms Filsø og fra Fiddesø, som deler udløb med Filsø (Figur 1). Vi indledte undersøgelsen af fiskenes opdukken i Filsø i foråret 2013 få måneder efter søens dannelse. Fiskebestanden blev fulgt ved at kombinere en lang række fangstmetoder: gællenet, elfiskeri, kastenet og stangfiskeri for at følge udviklingen i antal arter og estimere deres indvidtal og biomasse /4/.

De første garn, vi satte, var så propfyldte med Trepigget Hundestejle, at de ikke kunne



Figur 3. Biomassen (øverst) og antal individer af arterne per net (nederst) i Mellemsø og Søndersø i Filsø fra juni 2013 til maj 2015. Fidsø og Søvig Sund er vist for august 2010. Stjerne markerer de garn, som var overfyldte med Trepigget hundestejle, hvilket desværre gjorde det umuligt at fastslå deres nøjagtige antal og biomasse.

fange flere fisk, og både antal og biomasse forblev ukendte. Trepigget Hundestejle havde kronede dage i den nye Filsø, som var fyldt med dansemyggelarver i søbunden. Hundestejlerne var allerede tilstede i de kanaler, som blev oversvømmet i bunden af den kommende sø, så de eksploderede i antal takket være deres hurtige formering. Men senere på året indvandrede både Gedde og Skalle (Figur 2). Gedderne nød godt af den rigelige fiskeføde og fik en betydelig gydning og opvækst af yngel, der levede så højt på Hundestejlerne, at de allerede året efter var næsten forsvun-

det, mens Gedderne voksede over 40 cm på et år, blev tykke og fede, og stod for en stor del af biomassen i søen (Figur 3).

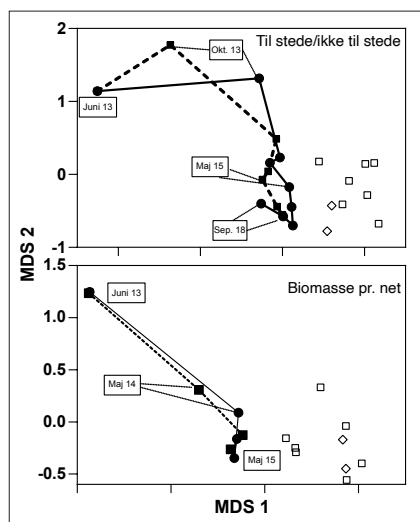
Over de næste tre år koloniserede nye arter løbende, og søen nåede op på 14 arter i 2016 (Figur 2). Selvom alle arterne indvandrede fra oplandet, var fordelingen af arternes antal og biomasse dog anderledes end i nabosøerne, Søvig Sund og Fidsø og andre søer i oplandet (Figur 4). Gedderne havde opnået næsten samme biomasse som Skallerne, hvilket tyder på en meget sund Geddebestand; alligevel fandt vi ikke nyt Geddeyngel. Det var overra-

skende i betragtning af tilsyneladende ideelle gydeforhold for Gedderne i form af oversvømmede arealer i foråret.

Aborren, som sammen med Gedden betragtes som en vigtig rovfisk når den er over en vis størrelse, klarede sig dårligt i den helt nye sø. Aborrrens lave succes skyldtes især den begrænsede indvandring til søen (Figur 3). Det viste sig nemlig, at antallet og biomassen af Aborre var øget eksplosivt i 2016, efter store gydemodne hunner blev sat ud i søen i 2015. Rovfiskenes store betydning for søens økosystem, som er beskrevet i indledningen, betyder, at vi må være særligt opmærksomme på, om de får fodfæste i nye søer. Det vil forhindre, at især Skalle og Brasen bliver altdominerende.

Hvis vi bevæger os fra Filsø videre ud i Danmark for at studere de mange nye søer og de naturlige søer oplever vi, at det er de samme fysiske og kemiske forhold, der styrer artsrigdommen (Figur 5). Det viser sig dog, at manglende forbindelse til vandløb og nabosøer, reducerer artsrigdommen i nye søer sammenlignet med naturlige søer (data ikke vist). Forskellen skyldes sandsynligvis, at de naturlige søer er gamle, så i mange år har det været muligt for fiskene at indvandre på forskellig vis. Der har sandsynligvis været perioder med oversvømmelser, hvor fiskene har kunnet sprede sig over normalt tørlagt land, og det er også tænkeligt, at lystfiskere har sat arter ud, enten fordi de ønsker at fange dem, eller fordi agnfisk er tømt ud efter afsluttet fiskeri. For nye søer, som var forbundet til vandløbsnetværket, var der derimod ingen forskel i artsrigdommen sammenlignet med naturlige søer. Der var heller ingen effekt af søens alder på artsrigdommen, som vi så det i de allerførste år i Filsø. Det skyldes dog nok, at hovedparten af de 52 nye søer i vores datasæt først er blevet undersøgt nogle år efter deres dannelse (kun fire søer i datasættet er undersøgt indenfor de første to år), så fiskene har haft tid til at indvandre. Men under alle omstændigheder så udviskes eventuelle forskelle i artstallet i nye søer sammenlignet med naturlige søer allerede efter ganske få år. Det samme gælder fødekæderne, der kun de første fire år udviste et afvigende mønster /10/.

I både naturlige og nye søer var Aborre, Gedde og Skalle de mest almindelige arter af ferskvandsfisk (Figur 5). Dog var der forskelle i arternes hyppighed mellem nye og naturlige søer. Arter som Brasen, Flire og Hork var mere almindelige i naturlige søer, og Guldfisk, Karpe, Karusse og Suder i nye søer. Guldfisk og Karper spredes af mennesker. Karpen er en eftertragtet trofæfisk blandt lystfiskere og der udsættes åbenbart i stor stil Karper i nye



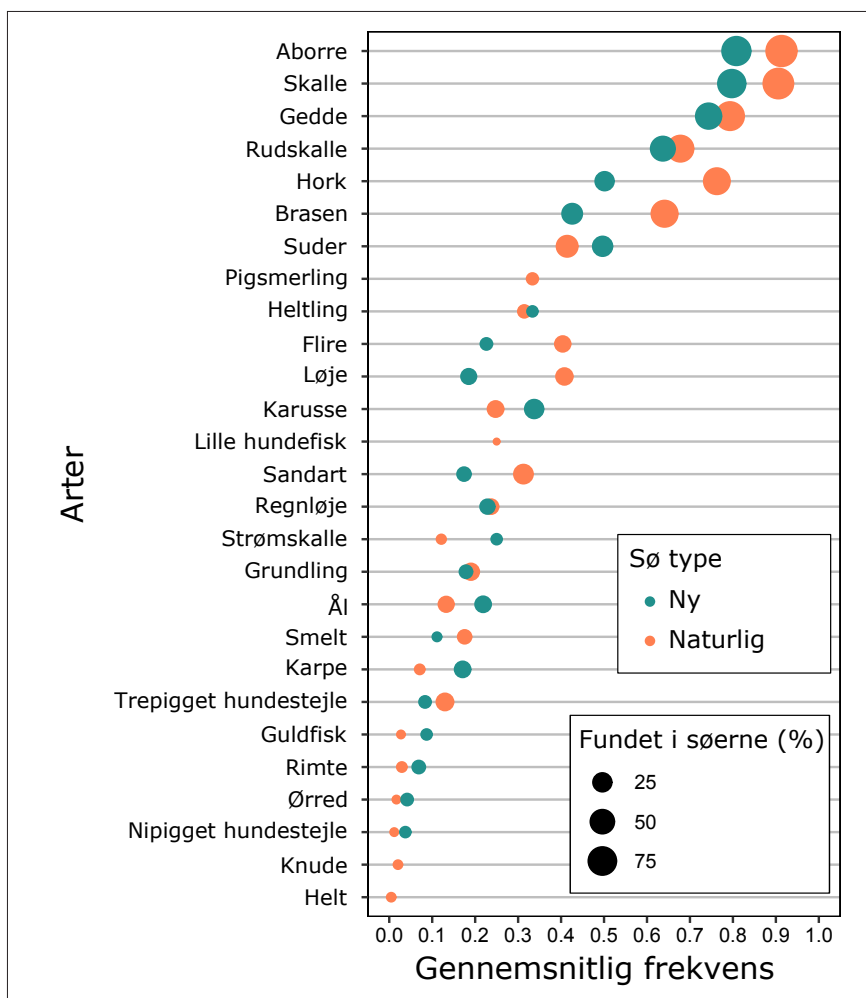
Figur 4. Ordinationsplot, der illustrerer ligheden i arternes tilstedeværelse (øverst) og biomasse (nederst) i begge bassiner i Filssø (udfyldte symboler) sammenlignet med forholdene i regionale søer med sammenlignelige forhold (åbne firkanter) og nabosøer (tiltede firkanter). Kort afstand mellem punkterne er et mål for stor lighed i arternes tilstedeværelse og biomasse. Over tid bevæger arts- og biomassesammensætningen i Filssø sig tættere på både de regionale søer og de to nabosøer.

søer. Guldfisk kommer ofte fra havedamme eller akvarier, og de bliver åbenbart hældt ud i den nærmeste sø, når familien skal på ferie eller sønneke er træt af at have fisk /6/.

Artsrigdom i oplande og tilknyttede søer

Det er relevant at vide, i hvilket omfang artsammensætning og antal arter afhænger af forholdene i det opland, som søen ligger i og hvorfra indvandringen finder sted. Fiskesamfundet afhænger ikke blot af søens selvstændige karakter.

For at belyse disse forhold opdelt vi Danmark i 892 oplande, hvor vi kendte fiskesammensætningen /7/. Derefter kan vi beregne andelen af arter fra oplandet (dvs. den relative artsrigdom), som har koloniseret den enkelte sø. Denne relative artsrigdom er bestemt som antal arter i den lokale sø i forhold til antal arter i dens opland. Både i de naturlige og de nye søer var den relative artsrigdom i den enkelte sø korreleret til søvandets pH, afstanden til havet, søarealet, (mængden af fytoplankton (målt som klorofyl) og "betweeness", som er et udtryk for, om søen er forbundet til andre søer og hvor centralt søen ligger i vandløbsnetværket (Figur 6). Lav pH påvirker mange fiskearter negativt, hvilket er en velkendt observation. Vi oplevede især effekten i egne i Skandinavien og det nordøstlige USA, da disse kalkfattige områder blev ramt af "syreregn" i



Figur 5. Arternes gennemsnitlige frekvens i naturlige og nye søer. Frekvensen 1.0 svarer til 100%. Størrelsen af prikken illustrerer i hvor stor en del af de undersøgte nye og naturlige søer, arten er fundet.

1960-1970'erne og søernes fisk forsvandt /1/, men de negative effekter på fiskene er altså også tilstede i Danmark. Søernes størrelse havde en positiv effekt på den relative artsrigdom, som skyldes, at størrelsen af egnede levesteder og forskelligheden af levesteder, begge stiger med søarealet. Den samme positive effekt optrådte på oplandsniveau – altså har både søens størrelse og samlet søareal i oplandet en positiv effekt på artstallet. Denne positive effekt af arealet er tidligere vist i forskellige sammenhænge /3, 7/ og den optræder også for søernes plantearter, som bliver flere, når det koloniserede, belyste areal stiger /8/.

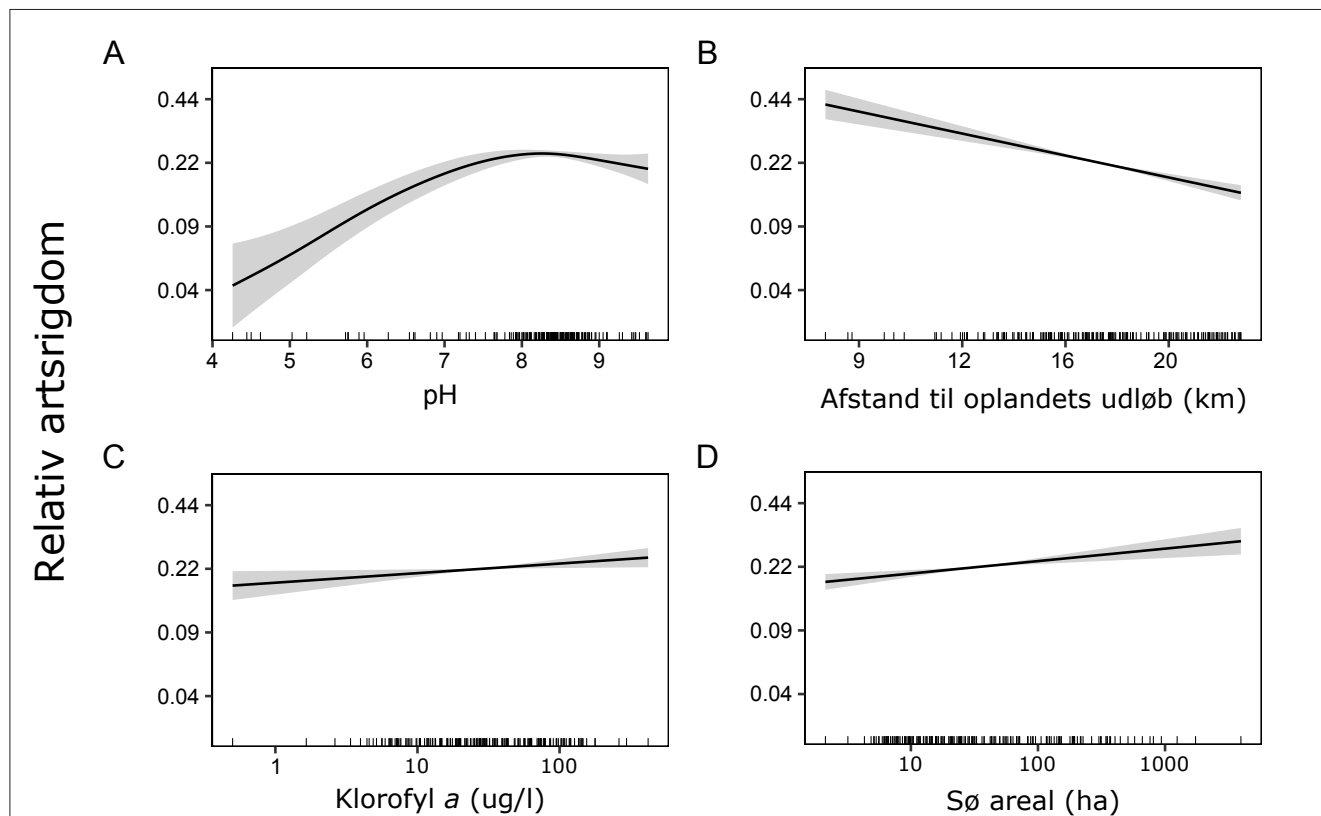
Mens nærheden til andre søer i oplandet øgede artstallet ganske svagt (ikke vist), så havde afstanden til oplandets udløb i havet en betydelig negativ effekt på det relative antal arter i søerne (Figur 6). Det hænger sandsynligvis sammen med, at indvandringen af arter fra saltvand, især forskellige laksefisk, bliver vanskeligere med øget afstand.

Både i søerne og i oplandene så vi en positiv effekt af søernes produktivitet målt som

indholdet af klorofyl. Denne positive effekt skyldes sandsynligvis, at øget produktivitet blandt fytoplanktonet i sidste instans leverer mere føde til fiskene, hvis individual kan stige og der bliver plads i komplekse fødenet til flere arter. Den positive effekt af søens primærproduktivitet på fiskenes artstal og biomasse er tidligere vist i danske og udenlandske søstudier /9/. Man skal dog være opmærksom på, at når produktiviteten af fytoplankton passerer en øvre tærskel, kan der opstå negative effekter i form af høj pH i vandet, risiko for ammoniakforgiftning, iltsvind og en reduktion i antallet af habitater i bredzonen med øget intern konkurrence mellem arterne til følge. Den relative artsrigdom falder da også i de mest næringsrige søeri vores undersøgelse når pH i søerne stiger over 8, som tegn på meget intensiv fytoplanktonproduktion (Figur 6).

Nye søer er ikke et enestående miljø

Efter undersøgelserne af de mange søer kan vi konkludere: at nye søer ikke er et enestående miljø for fisk; fiskesammensætningen afviger



Figur 6. Den relative artsrigdom af fisk i søer i forhold til artsrigdommen i søernes opland set i relation til søernes pH (A), afstand til oplandets udløb i havet (B), søvandets klorofyl a indhold (C) og søarealet (D).

ikke fra naturlige søer i oplandet bortset fra i helt nyetablerede søer. Filsø havde således massedominans af Trepigget Hundestejle i det allerførste år, et fænomen man også har set i andre søer. Men allerede i det andet år var Hundestejlerne blevet ædt af Gedder eller udkonkurreret af Skaller, og i det tredje år var alle arter fra de forbundne nabosøer vandret ind. Måske begunstiges Sorthalset Lappedykker og Nordisk Lappedykker af massforekomst af meget små fisk, hvilket kan bidrage til deres opdukken i spritnye søer og efterfølgende forsvinden.

Ligger nye søer isolerede uden vandforbindelse til vandløb og andre søer, sker fiskenes indvandring som ventet i et langsommere tempo. Men generelt er fiskene hurtigt på plads i nye søer og forskellene sammenlignet med naturlige søer forsvinder efter få år. Ud-sætninger af fisk kan bidrage til en hurtigere etablering. Rovfiskene kan have svært ved indvandringen og formering, hvorfor der optræder forskelle i årgangenes antal og biomasse hos fisk af forskellig alder. Det var tilfældet i Filsø. Men da fiskeundersøgelser er dyre og besværlige, eksisterer der sjældent hyppige studier som i Filsø.

Selv i et geografisk begrænset område som Danmark er der forskelle mellem artsrigdommen af fisk i forskellige oplande. Forskellene

kan være grundlagt helt tilbage under sidste istid, da kun Sydvestjylland var isfrit og husede ferskvandsfisk. Men også geografiske forskelle i jordbunden og dermed i højere pH og produktivitet har positiv indflydelse på fiskenes artsrigdom i såvel oplandet som dets søer. Oplandets størrelse og tætte forbindelser i det hydrologiske netværk bidrager også positivt til artsrigdommen. Fiskenes artsrigdom i søerne skal altså vurderes både ud fra forholdene i den enkelte sø og i det opland, som søen ligger i.

Referencer

- /1/ Sand-Jensen K. 2001. Søer – en beskyttet naturtype. Gads Forlag.
- /2/ Jeppesen E. 1998. Lavvandede søers økologi – biologiske samspil i de frie vandmasser. Disputats. Faglig Rapport fra DMU nr. 211.
- /3/ Sand-Jensen K. 2000. Økologi og biodiversitet. Overordnede mønstre for individer, bestande og økosystemer. Gyldendal
- /4/ Kristensen E., Sand-Jensen K., Kristensen J. S. B., Pedersen M. E., Bastrup-Spohr L., & Kragh T. 2020. Early fish colonization and community development in a shallow re-established lake. *Ecological Engineering* 155, 105956. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2020.105956>
- /5/ Kragh T., Martinsen, K. T., Kristensen, E., & Sand-Jensen, K. 2020. From drought to flood: Sudden

carbon inflow causes whole-lake anoxia and massive fish kill in a large shallow lake. *Science of The Total Environment* 739, 140072. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140072>

- /6/ Davis A. J. S., & Darling, J. A. 2017. Recreational freshwater fishing drives non-native aquatic species richness patterns at a continental scale. *Diversity and Distributions* 23(6): 692–702. <https://doi.org/10.1111/ddi.12557>
- /7/ Carl H., & Møller P. R. 2012. Atlas over danske ferskvandsfisk, 1. ed. Statens Naturhistoriske Museum, Københavns Universitet.
- /8/ Groombridge B. & Jenkins M. 1998. Freshwater biodiversity: a preliminary assessment, UNEP. World Conservation Press, Cambridge.
- /9/ Jeppesen E., Jensen J.P., Søndergaard M., Lauridsen, T. & Landkildehus F. 2000. Trophic structure, species richness and biodiversity in Danish lakes: changes along a phosphorus gradient. *Freshwater Biology* 45: 201-213.
- /10/ Jeppesen, E. m.fl. 2020. Fødekedder i nye søer. *Vand & Jord* nr. 4:166-169.

Ph.D. EMIL KRISTENSEN, professor KAJ SAND-JENSEN, videnskabelig assistent KENNETH THORØ MARTINSEN og adjunkt LARS BÅSTRUP-SPOHR er alle fra Ferskvandsbiologisk Laboratorium, Københavns Universitet, Lektor THEIS KRAGH er ansat ved Biologisk Institut, Syddansk Universitet. Seniorforsker MARTIN SØNDERGAARD og professor ERIK JEPPESEN er ansat ved BioScience, Århus Universitet.