

# Takvatnprosjektet

Forskning og kultivering av en  
overbefolka røyebestand



Per-Arne Amundsen, Aslak Smalås, Rune Knudsen, Roar Kristoffersen,  
Anna Siwertsson og Anders Klemetsen

Septentrio Reports, 2015:5

ISSN: 2387-4597

DOI: <http://dx.doi.org/10.7557/17.3420>

2015

**UiT The Arctic University of Norway – 2015**

Phone no.: 77 64 40 00  
Email: [postmottak@uit.no](mailto:postmottak@uit.no)  
Web: <http://uit.no/>

**Septentrio Academic Publishing**

<http://septentrio.uit.no/>

Septentrio Reports, number 5, 2015

ISSN: 2387-4597

DOI: <http://dx.doi.org/7.3420>

How to cite this report: <http://dx.doi.org/10.7557/7.3420>

Licensee: UiT The Arctic University of Norway

This Open Access report is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0

International License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



## Sammendrag

Amundsen, P.-A., Smalås, A., Knudsen, R., Kristoffersen, R., Siwertsson, A. & Klemetsen, A. 2015. Takvatnprosjektet. Erfaringer fra forskning og kultivering av en overbefolka røyebestand. Rapport, UiT Norges arktiske universitet. 53 s.

Overbefolka fiskebestander er et stort problem i mange av våre innsjøer. Det typiske kjennetegnet er en stor tetthet av gammel, småvokst og mager fisk, gjerne med en høy infeksjon av parasitter. Hardt uttynningsfiske har vært foreslått som et mulig botemiddel, men selv om det har vært gjort mange forsøk på å komme problemet til livs, er det få som har lyktes. Denne rapporten oppsummerer en langsiktig forsknings- og kultiveringsinnsats i Takvatnet – et unikt samarbeidsprosjekt mellom forskere, grunneiere og fiskere som trolig representerer det mest vellykkede og best dokumenterte uttynningsfisketiltaket som noen gang har vært gjennomført.

Røyebestanden i Takvatnet, Troms, var på slutten av 1980-tallet sterkt overbefolka. Fra 1984 til 1989 ble det gjennomført et omfattende uttynningsfiske ved hjelp av teiner, og totalt ble det tatt ut nærmere 700.000 smårøye med ei total vekt på 31.3 tonn. Tiltaket har hatt en formidabel effekt på fiskebestanden i innsjøen. Da uttynningsfisket ble avsluttet, var tettheten av røye redusert til ca. 1/5 av tettheten i den overbefolka bestanden, noe som blant annet ga seg utslag i bedre næringsforhold og stor vekstøkning for den gjenværende fisken. Ørreten, som nesten var blitt borte fra vatnet da røyebestanden var overbefolka, har kommet sterkt tilbake, og de siste 10-15 årene har det vært en god balanse mellom storvokst ørret og røye av god kvalitet i vatnet.

Rapporten tar for seg historikken og gjennomføringen av uttynningsfisket i Takvatnet, sammenfatter de viktigste kultiveringseffektene og endringene i fiskebestandene, og oppsummerer viktig lærdom og kunnskap for kultivering og forvaltning av andre fiskevatn.

Nøkkelord:

*Røye; Ørret; Fiskevatn; Overbefolka fiskebestander; Uttynningsfiske; Kultivering; Adaptiv overvåkning og forvaltning; Økologi; Parasitter*

*Til minne om  
Hanna og Arne Haugli og Per E. Grotnes*

## Forord

*Ferskvannsökologisk faggruppe ved UiT Norges arktiske universitet (tidligere Universitetet i Tromsø) har siden 1980 hatt et langsiktig forskningsprosjekt i Takvatnet, Troms. Et kultiveringstiltak med ei storstilt uttynning av innsjøens overbefolka røyebestand har stått sentralt i dette arbeidet. I et unikt samspill mellom grunneiere, lokale fiskeentusiaster og universitetet har dette omfattende økologiske eksperimentet gitt spennende forskningsresultater og en vellykket kultivering av et overbefolka fiskevatn. Forskningen fra Takvatn er publisert i en rekke artikler i velrenommerede internasjonale tidsskrifter (totalt 71 publikasjoner siden 1986), inkludert en artikkel i Science - et av verdens mest anerkjente fagtidsskrift. Nøkkelen har vært grundig og langsiktig forskning, gjennomføring av et storskala forvaltningsbasert eksperiment, en unik økologisk langtidsserie og ikke minst et meget godt samarbeid mellom forskere og lokale forvaltere og fiskeinteresserte. Regionale og nasjonale forvaltningsinstanser har dessverre vært mindre interesserte og engasjerte i denne problematikken; en situasjon som har ført til at resultatene fra Takvatnet trolig er bedre kjent i internasjonale enn i nasjonale fag- og forvaltningsmiljøer. For å bøte på dette har vi med støtte fra Miljødirektoratet, UiT og Norges forskningsråd laget en populærvitenskapelig rapport rettet mot nasjonale, regionale og kommunale forvaltningsinstanser, samt lokale fiskeforeninger, grunneierlag og andre fiskeinteresserte som arbeider med fiskestelltiltak i praksis. Rapporten presenterer de viktigste resultatene og erfaringene fra mer enn 30 års forskning og forvaltning i Takvatnet, med hovedvekt på de langsiktige effektene av uttynningsfisket og hvilke faktorer som har bidratt til den suksessrike kultiveringen og forvaltningen av fiskebestanden der. I tillegg oppsummerer rapporten viktig ferskvannsökologisk kunnskap som har blitt utviklet gjennom prosjektet.*

*Vi håper de praktiske erfaringene fra uttynningsfisket og den biologiske kunnskapen som er framkommet gjennom Takvatnprosjektet vil være til god nytte for forvaltere og fiskeentusiaster både på nasjonalt, regionalt og lokalt nivå.*

*Tromsø, april 2015.*

*Per-Arne Amundsen  
Prosjektleder*



## Innholdsfortegnelse:

<b>SAMMENDRAG</b> .....	<b>1</b>
<b>FORORD</b> .....	<b>3</b>
<b>INNHALDSFORTEGNELSE:</b> .....	<b>5</b>
<b>1. INNLEDNING</b> .....	<b>7</b>
<b>2. OVERBEFOLKNING I NORSKE INNSJØER</b> .....	<b>9</b>
2.1 ÅRSAKER .....	9
2.2 HVA ER ET OVERBEFOLKA FISKEVATN?.....	9
2.3 OVERBEFOLKA RØYEVATN .....	10
<b>3. TAKVATNPROSJEKTET</b> .....	<b>12</b>
3.1 TAKVATNET FØR UTTYNNINGSFISKET .....	12
3.2 TAKVATNPROSJEKTET STARTER OPP.....	13
3.3 UTTYNNINGSFISKET I TAKVATNET .....	15
3.4 LANGTIDSEFFEKTENE FOR RØYEBESTANDEN .....	16
3.5 ØRRETBESTANDENS «COMEBACK» .....	20
3.6 RØYAS OG ØRRETENS DIETT .....	23
3.7 PARASITTER.....	25
3.8 VIKTIG LÆRDOM .....	26
3.9 ADAPTIV OVERVÅKING OG FORVALTNING.....	28
<b>4. UTTYNNINGSFISKE I PRAKSIS</b> .....	<b>31</b>
- EN KOKEBOKOPPSKRIFT MED TAKVATNET SOM EKSEMPEL .....	31
<b>5. FISKEARTENE I TAKVATN</b> .....	<b>33</b>
5.1 RØYA .....	33
5.2 ØRRET .....	34
5.3 STINGSILD .....	34
<b>6. PARASITTER HOS FERSKVANNSFISK</b> .....	<b>36</b>
<b>7. INNSJØEN SOM ØKOSYSTEM</b> .....	<b>41</b>
<b>8. PUBLIKASJONER OG AVHANDLINGER FRA TAKVATNPROSJEKTET</b> .....	<b>45</b>
<b>TAKK</b> .....	<b>52</b>
<b>OM FORFATTERNE</b> .....	<b>53</b>





# 1. Innledning

Utnyttelse av ferskvannsfisk har lange tradisjoner i Norge. Mens matauk og husholdningsfiske tidligere var den viktigste drivkraften, har rekreasjonsverdien blitt svært viktig over de siste tiårene. Dessverre representerer overbefolkta fiskebestander et stort problem for utnyttelsen av denne verdifulle ressursen, særlig for arter som røye, abbor og sik. Utfordringen er paradoksalt nok at slike vatn har for mye fisk, noe som fører til at konkurransen om ressursene blir stor og næringstilgangen for den enkelte fisk blir dårlig. Fisken vokser dermed svært sakte og er mager og av dårlig kvalitet. Mange av innsjøene våre ligger derfor brakke. Det har vært gjort mange forsøk på å komme problemet til livs, men i de fleste tilfeller har dette mislyktes.

Et markant unntak er uttynningsfisket som ble gjennomført i den overbefolkta røyebestanden i Takvatnet i Troms på slutten av 1980-tallet. En NINA-rapport fra 2007 ("Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge") konkluderer med at uttynningsfisket i Takvatnet er det mest vellykkede og best dokumenterte som er gjennomført<sup>1</sup>. I denne rapporten ønsker vi å fortelle suksesshistorien om Takvatnet både for å vise at det nytter å gjøre en innsats og for å videreformidle kunnskapen som er fremkommet gjennom dette vellykkede forsknings- og forvaltningseksperimentet.

---

<sup>1</sup> Ugedal, O., Dervo, B. K. & Museth, J. 2007. *Erfaringer med tynningsfiske i innsjøbestander i Norge* – NINA rapport 282. 64 s.

Lokalbefolkningen rundt Takvatnet sto for det meste av den praktiske innsatsen under uttynningsfisket med grunneiere og lokale fiskeforeninger i spissen. En enorm innsats ble lagt ned, og over en 6-års periode i siste halvdel av 1980-tallet ble det tatt ut nærmere 700.000 smårøyer med en samlet vekt på over 30 tonn. Universitetet i Tromsø (UiT) bidro med viktig kunnskap i planleggingen av dette arbeidet og fulgte også nøye opp effektene av fisket. Videre gav UiT fortløpende råd om hvilke tiltak som burde gjennomføres for at kultiveringens skulle bli mest mulig vellykket. Men dette storstilte eksperimentet ga også gode muligheter for å undersøke viktige økologiske prosesser gjennom lang-siktige studier av omfattende endringer i en naturlig fiskebestand.



*Lykkelig fisker med en storvokst ørret fra Takvatnet i bakgrunnen.*

Forvandlingen av Takvatnet fra et overbefolkta og lite benyttet røyevatn

til et flott fiskevatn med både storvokst røye og ørret står uten sidestykke med hensyn til både innsats og resultat. Hvordan fikk man det til? Er det mulig å få det til andre steder? Hva har man lært om kultivering og forvaltning av fiskevatn? Og hvordan kommer det til å gå med Takvatnet i fremtiden? Dette er noen av spørsmålene som vi prøver å gi svar på i denne rapporten. Vi starter med å gi et generelt bilde av hvorfor overtallige bestander av ferskvannsfisk er et problem i mange norske innsjøer (kapittel 2). Videre tar vi for oss bakgrunnshistorikken og gjennomføringen av uttynningsfisket i Takvatnet, sammenfatter de viktigste kultiveringseffektene og endringene i fiskebestandene, og oppsummerer viktig lærdom for kultivering og forvaltning av andre fiskevatn (kapittel 3; rapportens hovedkapittel). Vi har

videre laget ei oppsummering av kunnskapen og erfaringene fra selve teinefisket som forhåpentligvis kan brukes som ei «kokebok» for andre som ønsker å gjennomføre et uttynningsfiske (kapittel 4). De øvrige kapitlene tar for seg mer generell kunnskap om fisk og ferskvannsokologi; først med ei oppsummering av biologien til ørret, røye og stingsild (kapittel 5), etterfulgt av informasjon om noen av de vanligste parasittene hos våre ferskvannsfisk (kapittel 6), og deretter en kort gjennomgang av innsjøen som økosystem med utgangspunkt i kunnskapen fra Takvatnstudiene (kapittel 7). Vi gir til slutt en oversikt over publikasjoner og avhandlinger som er utgitt i forbindelse med disse studiene (kapittel 8).



*Typisk påskestemming ved Takvatnet - håpet om storvokst og fin fisk er tilstede vinter som sommer.*

## 2. Overbefolkning i norske innsjøer

### 2.1 Årsaker

"60 000 fulle fiskevann søker flere fiskere" uttalte landets største grunneier, Statskog, i 2012 og pekte dermed på ett av de største forvaltningsproblemene i våre tallrike innsjøer: overbefolkning. Et raskt Google-søk avslører at det finnes mange artikler, diskusjonsforum m.m. som inneholder uttrykket 'overbefolka fiskevatn', men det er kun et fåtall saker om hvordan ta tak i problemet; resten er i stor grad advarsler mot å besøke slike vatn. Feilbeskatning, feil forvaltningsstrategi eller rett og slett mangel på strategi har nok mye av skylden for at dette er blitt et så stort problem at det nå kreves drastiske tiltak hvis man ønsker å bøte på situasjonen.



*Takvatnet en kald høstmorgen - nydelig ressurs for ferskvannsfiske og rekreasjon.*

Innlandsfisk har tradisjonelt vært en godt utnyttet ressurs i Norge, og i deler av landet var det en viktig matkilde for folk. I løpet av de siste 50 årene har dette endret seg. Vatna våre har gått fra å være en viktig

matressurs til å bli en kilde til rekreasjon, og det er få i Norge i dag som utnytter innlandsfisk gjennom et reint husholdnings- eller næringsfiske. Som et resultat av dette har nok det generelle fisketrykket gått ned samtidig som fiskemetoder og utstyr har utviklet seg mye og dels ført til et svært spesifikt og ikke minst selektivt fiske på stor fisk. Stormaska monofilamentgarn, down-jigging, ekkolodd, harving, dorging m.m. er alle fiskemetoder utviklet for å fange de største fiskene. Men dette er gjerne stor rovfisk som potensielt kunne bidratt til å regulere tettheten av små fisk. Dermed har en kombinasjon av et redusert allment fisketrykk sammen med en mer selektiv beskatning av de største fiskene bidratt til at mange bestander har fått status som overbefolka. For eksempel viser estimer gjort fra røyevatn i Finnmark at ca. halvparten av vatna trenger en eller annen form for kultivering for å komme overbefolkningsproblemet til livs.

### 2.2 Hva er et overbefolka fiskevatn?

Det som kjennetegner en overbefolka fiskebestand er at individene er gamle, småvokste og magre med hvit kjøttfarge og kraftig infeksjon av parasitter (se kapittel 7). De fleste individene er også kjønnsmodne og blir det ved en relativt liten størrelse. Dette bidrar til at veksten avtar ytterligere siden de bruker mesteparten av energien fra en begrenset fødetilgang til å produsere rogn og melke istedenfor å vokse seg større. Dette er livshistoriestrategier som ofte utvikler seg når nærings-

tilgangen over tid er lav på grunn av stor konkurranse. Tettheten av fisk er altså så høy at det rett og slett ikke er nok mat i innsjøen til å opprettholde en sunn bestand med god individuell vekst. Verdifulle næringsdyr som marflo, snegl og store insektlarver og vannlopper blir nedbeitet. Fisken må derfor gå over på annenrangs byttedyr som for eksempel små hoppekreps, som gir et mye lavere energiinntak i forhold til tids- og energiforbruket ved å fange dem. I sum kan alt dette føre til en negativ snøballeffekt som gjør det vanskelig å reversere prosessen når den først har kommet så langt at en fiskebestand har blitt overbefolka.



*Typisk "tusenbrødre-fangst" med småvokst, kjønnsmoden fisk der de fleste er omtrent like store. I dette tilfellet er fangsten fra et abborvatn.*

Det er spesielt røye, abbor og sik som er kjent for å skape såkalte "tusenbrødre-vatn" med småvokst, kraftig parasittert og lite attraktiv fisk. Disse tre artene har to fellestrekk som gjør dem særlig utsatt for overbefolkning. For det første er de innsjøgytere, noe som betyr at egnede gyteområder sjelden begrenser rekrutteringa slik det kan skje med elvegytere som ørret

og harr. For det andre er alle tre artene effektive etere av krepsdyrplankton, slik at de i motsetning til for eksempel ørret kan utnytte disse næringsdyrene hvis attraktive bunndyr i strandsona blir nedbeita. Røye-, abbor- og sik-bestander er derfor avhengige av ei viss regulering, for eksempel i form av kannibalisme eller predasjon fra andre arter, for å kunne opprettholde det vi gjerne kaller sunne bestander med god individuell vekst og kondisjon. Problemene oppstår dermed ofte når storvokste fiskepisere som gjedde, ørret eller kannibalistisk røye eller abbor blir fjernet fra systemet gjennom for eksempel selektivt fiske etter storfisk.

### 2.3 Overbefolka røyevatn

Røya er den arten som kanskje er mest kjent for å danne overbefolka bestander. I tillegg til faktorene nevnt ovenfor, er det nok flere årsaker til dette. Sik deler for eksempel ofte innsjøen med flere andre fiskearter og er derfor som regel utsatt for predasjon fra samlevende rovfisk som gjedde, abbor og lake, noe som gjerne bidrar til å holde sikbestanden nede. Røya er derimot eneste fiskeart i mange vatn, og da er det kun kannibalisme fra stor røye som kan bidra til en lignende effekt. Dette skjer åpenbart i en del vatn, men krever tilstedeværelse av en relativt stor andel individer som har klart å vokse seg store nok til å slå over til en fiskediett. En lignende situasjon finnes også i mange innsjøer hvor røya lever sammen med ørret. Selv om ørret regnes som en bedre fiskepredator enn røya, må også den vokse seg relativt stor før den kan begynne å beite på smårøye. Nøkkelen til å unngå overbefolkning er derfor

generelt å unngå å overbeskatte de store fiskespiserne. Dersom det likevel er gått så langt at et vatn med ørret og røye er blitt overbefolka av røye, kommer ørreten ofte i en skvis. Dette skyldes at småørreten blir utkonkurrert av røya som er overlegen når det gjelder beiting på blant annet krepssdyrplankton og små insektlarver; byttedyr som gjerne dominerer den gjenværende matressursen i overbefolka innsjøer. Dermed klarer hverken ørret eller røye å vokse seg store nok til å bli effektive fiskespisere, og ørretbestanden vil ofte også bli sterkt redusert i antall.

Det er etter hvert gjort mange forsøk på å kultivere overbefolka røyevatn i Norge, og sagt litt forsiktig har disse hatt varierende effekt og suksess. Men det finnes lyspunkt, og Takvatnprosjektet er trolig det aller beste eksemplet på en vellykket gjennomføring av et slikt kultiveringstiltak. Vi har derfor prøvd å trekke mest mulig kunnskap ut av dette prosjektet, både i forhold til praktisk gjennomføring, forvaltning av fiskebestandene i for- og etterkant, og de økologiske problemstillingene som har vært undersøkt.

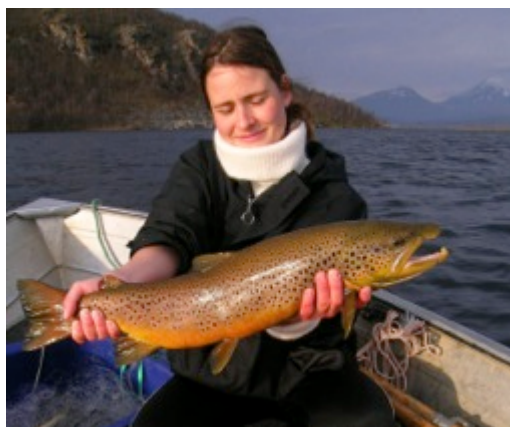


*Takvatnet har vært viktig for forskningen til den ferskvannøkologiske faggruppen ved UiT, men i tillegg har Takvatnet og feltstasjonen der vært viktig for undervisning av studenter på alle nivåer.*

## 3. Takvatnprosjektet

### 3.1 Takvatnet før uttynningsfisket

Takvatnet var opprinnelig et reint ørretvatn. «Gulbukken» som den lokale ørretstammen ble kalt på grunn av sine flotte fargetegninger, var storvokst og viden kjent for sin gode kvalitet. Men på 1920-tallet ble ørreten i Takvatnet sterkt overbeskattet etter at vatnets tilgjengelighet hadde økt ved at det kom vei forbi, flere titalls hytter ble satt opp og stormaska garn ble tatt hyppig i bruk. I følge gamle notater kunne det være så mye som 150 garn i vatnet med et fiskeuttak på 2-300 kg pr natt. Dette store uttaket av stor fisk kombinert med en begrenset tilgang på gode gytebekker rundt vatnet ble svært ødeleggende for ørretbestanden som mot slutten av 1920-tallet var nesten helt nedfiska.



*Et nydelig eksemplar av "gulbuk-ørreten" i Takvatn.*

For å bøte på denne situasjonen ble det tatt et lokalt initiativ til å sette ut røye i Takvatnet ved å flytte fisk fra det nærliggende Fjellfroskvatnet der ørret og røye levde godt sammen. En mørk septembernatt i 1930 ble et 40-talls gytemodne røyer fanget i

Fjellfroskvatnet og sluppet ut i Takvatnet. Tanken bak var god; målet var å få opp en fin røyebestand som erstatning for den nedfiska ørretbestanden. Noen år etter utsettinga og fram til krigens slutt var røyefisket i Takvatnet angivelig meget godt med fine fangster av stor fisk, og utsettinga så ut til å være vellykket. Men dette ble en kortvarig lykke. I årene etter krigen økte tettheten av røyebestanden svært raskt, samtidig som størrelsen og kvaliteten på røya ble dårligere og ørretbestanden gikk ytterligere tilbake. Årsaken var nok en vedvarende overbeskatning av storvokst ørret og røye, kombinert med meget gode gyte- og rekrutteringsforhold for røya. Den raskt økende tettheten av røye gjorde at konkurransen om næring etter hvert ble svært stor, tilveksten ble dårlig og røya begynte å gyte ved små størrelser. Snøballen var dermed begynt å rulle, og overbefolkning av røyebestanden var snart et faktum.

Som en respons på denne nye situasjonen ble det i 1950 tatt et nytt initiativ til utsetting av fisk. Nå ble løsningen å sette ut trepigget stingsild fra det nærliggende Sagelvatnet i håp om at røya og ørreten skulle få en ny byttefisk som de kunne vokse seg store og feite på. Dessverre slo ikke dette til som planlagt. Stingsilda ble isteden en næringskonkurrent som beitet ned viktige næringsdyr, slik at røya i stor grad måtte gå over på annenrangs føde som små krepssdyrplankton, deriblant hoppekreps. Røyas tilvekst ble derfor ytterligere redusert. I tillegg ble infeksjon av parasitter, særlig måse- og fiskandmark, et økende problem ettersom disse bendelmarkene spres til fisk via

hoppekreps. Dette henger sammen med at hoppekreps er første og fisk andre mellomvert i livssyklusen til disse parasittene (se også kapittel 7). I det voksne stadiet lever disse bendelmarkene i tarmen hos fiskepisende fugl (særlig måser og fiskender) der de produserer millioner av egg. Fugl blir infisert ved å spise parasitert fisk. Innførselen av stingsild til Takvatnet var derfor også i denne sammenhengen uheldig ettersom infisert stingsild er mye lettere å fange enn røye, noe som nok medførte en kraftig økning av parasittmengden i fugl. Resultatet var at mengder av parasittegg ble spredt utover vatnet. Parasittangrepene økte derfor betraktelig også i røya som på grunn av matmangel var tvunget til å spise en god del hoppekreps. I tillegg blir røye og ørret ytterligere infisert om de spiser infisert stingsild. I sum var derfor utsettingen av stingsild svært uheldig ettersom dette økte både røyas næringsmangel og infeksjonspresset av parasitter.

På 1970-tallet var situasjonen for fiskebestanden i Takvatnet blitt virkelig ille. Vatnet var nå totalt dominert av en sterkt overbefolka, småvokst og parasittinfisert røye-populasjon, og ørreten var nærmest borte fra fangstene. Men med gulbukørreten sterkt i minne ble det prøvd nok et utsettingsforsøk. Ørret fra Tunhovdstammen i Sør-Norge er kjent for å livnære seg av smårøye, og det ble derfor bestemt at Tunhovdørret skulle settes ut i Takvatnet for om mulig å kontrollere røyebestanden. I årene 1975-80 ble det årlig satt ut flere tusen yngel i vatnet, men dessverre ga heller ikke dette noen positive resultater. Tunhovdørreten slår over på fiskediett når den er over

25 cm lang, men i Takvatnet måtte de små ørretungene konkurrere med røye og stingsild om de samme næringsdyra fram til de ble store nok til fiskepising. I denne konkurransen trakk Tunhovdørreten det korteste strået. Utsettingene ga ingen nevneverdig økning av ørretbestanden, og de få ørretene som ble fanget hadde vokst svært dårlig og var langt fra store nok til å bli fiskepisere.



*På begynnelsen av 1980-tallet var røyebestanden i Takvatnet sterkt overbefolka og dominert av småfallen og sterkt parasitert fisk.*

### **3.2 Takvatnprosjektet starter opp**

På slutten av 1970-tallet måtte man konstatere at feilbeskatning og uheldige innføringer av nye fiskearter hadde ødelagt et godt fiskevatn. Et stort engasjement for å forbedre fiskebestanden hadde dessverre ikke ført frem. Vatnet lå dermed mer eller mindre brakt, og de fleste hadde nok gitt opp håpet om å få tilbake en fin fiskebestand igjen. Men en lokal primus motor ved navn Arne Haugli

nektet å gi opp og fastholdt at det måtte da være mulig å gjøre noe. Han kontaktet derfor Universitetet i Tromsø (UiT) med ønske om å få til et samarbeid som kunne øke kunnskapen om Takvatnet og problematikken rundt overbefolkning. Håpet var at man på bakgrunn av dette kunne meisle ut en god kultiveringsstrategi. Dette ble starten på Takvatnprosjektet - et langsiktig, unikt og meget vellykket samarbeid mellom forskere og lokale fiskeentusiaster.

Takvatnprosjektet ble utviklet gjennom en god synergi av fagkunnskap og lokal realkunnskap. Det praktiske hovedmålet for de lokale aktørene var å få til ei kultivering av fiskebestanden i vatnet. For forskere, fiskere og forvaltere var det også et viktig mål å fremskaffe generell kunnskap om kultivering og forvaltning av fiskebestander med overføringsverdi til andre systemer. Og sist, men ikke minst; for UiT's forskere ga dette prosjektet også en unik mulighet til å gjennomføre et storskala økologisk eksperiment der ulike faglige problemstillinger kunne testes ut i praksis i et naturlig økosystem.

De biologiske undersøkelsene i Takvatnet startet opp med full tyngde i 1980 under ledelse av Anders Klemetsen og Per Grotnes. De første årene var innsatsen i hovedsak rettet mot å bygge opp basiskunnskap om den økologiske situasjonen i vatnet og særlig om tilstanden i den overbefolkte røyebestanden. Tetthet, næringsforhold, matinntak, vekst og infeksjon av parasitter var de viktigste faktorene som ble studert i starten. Studiene bekreftet at næringsmangel på grunn av stor fisketetthet var den viktigste

årsaken til den dårlige veksten og tilstanden i røyebestanden, inkludert også en stor infeksjon av parasitter som måse- og fiskandmark. Det var rett og slett for mye fisk i forhold til næringsgrunnlaget i vatnet. En sterk uttynning av røyebestanden fremsto derfor som det meste aktuelle kultiveringstiltaket. Noen spede forsøk med uttynningsfiske var tidligere gjennomført i andre røyevatn, men aldri i en så stor innsjø som det nesten 15 km<sup>2</sup> store Takvatnet. Parallelt med de økologiske studiene ble det derfor gjort en rekke redskapsutprøvinger for å finne ut hvordan man mest effektivt kunne ta ut mye småfisk, samtidig som man unngikk å beskatte stor fisk.



*Prøvefisket på vinterstid er viktig for å få et helhetlig bilde av økologien til røya.*

Bruk av småmaska garn ble fort forkasta på grunn av den store arbeidsmengden. Forsøk med kaste-not på fôrede notplasser ga gode fangster, men problemet var at noten kun kunne brukes på noen få lokaliteter med slett bunn. Ei finmaska kilenot ble også utprøvd, men viste



seg kun å være effektiv når forholdene var helt optimale. Den var dessuten dyr og vanskelig å flytte på. En egenkonstruert flytetrål trukket etter to båter så teknisk sett ut til å fungere bra, men hastigheten ble ikke stor nok til unngå at fisken unnslopp. Til slutt ble teiner fôret med torskerogn den løsninga som skulle vise seg å være tilfredsstillende på alle måter. Teinene var rimelige, effektive og lette å håndtere. Dessuten kunne stor fisk som forvilla seg inn i teina, bare slippes ut igjen siden de var uskadde.

### 3.3 Uttynningsfisket i Takvatnet

Ei lokal styringsgruppe ble etablert i forkant av uttynningsfisket i Takvatnet, og i samråd med UiT ble det gjort ei omfattende planlegging før selve prosjektet startet. Vinteren 1984 gikk man til innkjøp av materiale slik at det kunne lages 150 røyeteiner, og da isen gikk ble en storstilt aksjon igangsatt. Vatnet ble delt inn i fem soner, der arbeidslag fra Øverbygd, Målselv og Balsfjord jeger- og fiskeforeninger, ansatte ved Skogbrukets Hus og Troms Skogforvaltning (Statskog) og Takvatn Grunneierlag hadde ansvar for 30 teiner i hver sin sone. Arbeidet var godt organisert, og entusiasmen og dugnadsånden var stor fra første dag. Ulike fangstplasser, dyp og tidspunkt ble prøvd ut for å optimalisere effektiviteten i fangstinga. Blant annet viste det seg etter hvert at fiske under isen på seinvinteren var mest effektivt.

Fangstene ble systematisk registrert både i antall og vekt. Gjennom de seks årene da hovedtyngden av uttynningsfisket pågikk ble det årlig tatt ut i overkant av 100.000 smårøyer med en total fangst 666.000 fisk eller 31,3

tonn (tabell 1). Dette gir et gjennomsnittlig årlig uttak på 3,7 kg eller 78 fisk per hektar over 6-årsperioden fra 1984 til 1989. Et mindre tilleggsfiske ble gjort i 1990 og 1991 med en fangst på ca. 25.000 røyer hvert år.

I starten var det nesten utelukkende småvokst, parasittert, gammel og kjønnsmoden røye i fangstene, men dette endret seg raskt. Etter 3 - 4 år var fangstene dominert av sterke årsklasser av ung fisk som generelt var i fin kondisjon og hadde lite parasitter. Årsaken var at man de første årene fisket på den gamle grunnstammen i den overbefolka bestanden som hadde sluttet å vokse siden all energi ble brukt til produksjon av rogn og melke. Samtidig forbrukte de den tilgjengelige næringa og utkonkurrerte dermed ungfisk slik at rekrutteringa i den overbefolka bestanden var svært dårlig. Da denne grunnstammen av gammel røye ble desimert gjennom fisket, ble næringsforholdene for den gjenværende fisken bedre og overlevelsen av ungfisk økte. De nye årsklassene av røye økte dermed, noe som gjenspeilte seg i at etter noen få år med uttynningsfiske kom det inn mye ungfisk i fangstene.

*Tabell 1: Teinefangstene av røye gjennom uttynningsfisket i Takvatnet (1984-1989).*

År	Antall fisk	Vekt (tonn)
1984	126.000	7,7
1985	104.000	7,0
1986	112.000	3,9
1987	129.000	4,5
1988	95.000	3,9
1989	100.000	4,3
<b>Totalt</b>	<b>666.000</b>	<b>31,3</b>

Den økte rekrutteringa var en naturlig respons på det store uttaket av fisk, og tilsvarende vil nok også skje andre steder man setter i gang med et uttynningsfiske. Dette er et kritisk punkt i et slikt kultiveringstiltak! Slipper man taket på dette tidspunktet og avslutter uttynningsfisket for tidlig, vil man fort risikere at fisketettheten raskt øker igjen på grunn av den sterke nyrekrutteringa. I Takvatnet fortsatte man derfor uttynningsfisket i flere år videre slik at også de nye, sterke årsklassene med unge rekrutter ble tynnet ut. Da uttynningsfisket etter hvert ble avsluttet, var fisketettheten i vatnet redusert til ca. 1/5 av tettheten i den overbefolka bestanden.

Siden en fiskebestand normalt vil respondere på ei hard beskatning med å øke rekrutteringa, er faren alltid tilstede for at vatn som kultiveres gjennom et uttynningsfiske raskt vil kunne gå tilbake til overbefolkning igjen når fisket avsluttes. Denne faren var absolutt til stede i Takvatnet og var også grobunn for at mange stilte seg skeptisk til at det ville være mulig å få til en varig positiv effekt. Men håpet var at det skulle være mulig å få til ei vedvarende endring i bestandens størrelsessammensetning, og da særlig ved igjen å få inn stor fisk som kunne holde småfisken i sjakk gjennom å spise og/eller utkonkurrere dem. I Takvatnet lyktes dette til fulle! Den reduserte tettheten av røye resulterte i bedre næringsforhold, og fisken vokste seg adskillig større. Snart kunne vi også se at noen av de store røyene ble kannibaler og begynte å beite på smårøye - og stingsild. Én viktig reguleringsfaktor var dermed på plass!

En annen effekt som man knapt hadde tort å håpe på, kom etter hvert til syne

ved at den svært tynne ørretbestanden begynte å øke i antall. De forbedrede næringsforholdene etter utfiskingen resulterte åpenbart i forbedra overlevelse og vekst også for ørreten. Framveksten av sterke årsklasser av ung røye ble i tillegg en svært gunstig næringsressurs for de større ørretene slik at også disse ble en meget viktig reguleringsfaktor for å holde røyebestanden i sjakk. Gjennom tilstedeværelsen av både storvokst ørret og røye var dermed en ny likevekt etablert og en vellykket kultivering av Takvatnet var et faktum! Et avgjørende spørsmål var likevel om disse positive effektene ville opprettholdes over tid.



*Storvokste individer av både røye og ørret ble etterhvert vanlige i fangstene i Takvatnet.*

### **3.4 Langtidseffektene for røyebestanden**

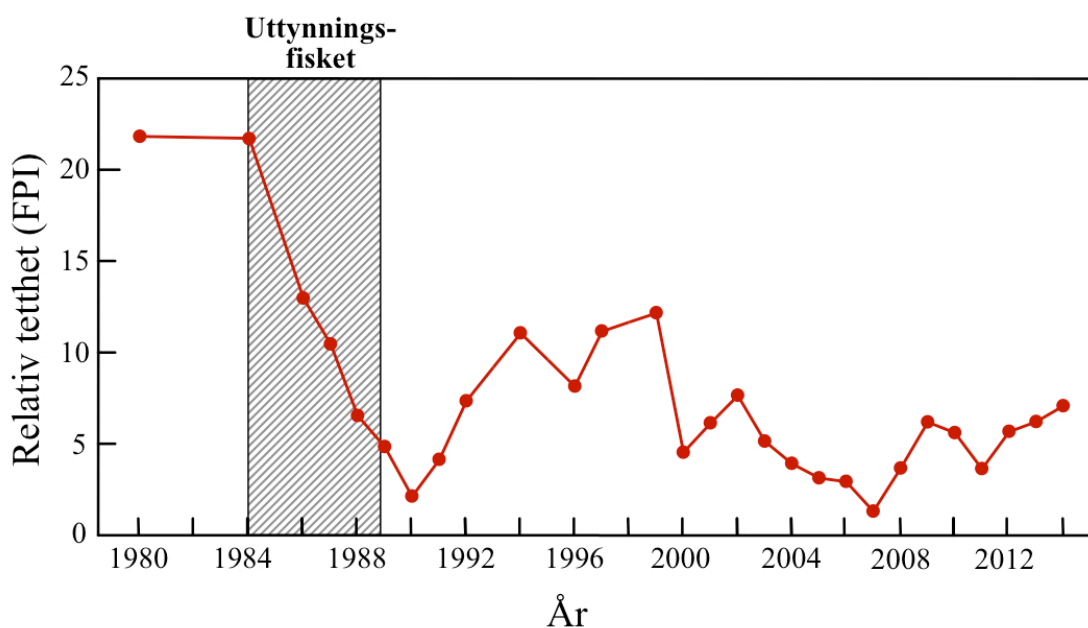
#### **Røyas tetthetsutvikling**

For å måle endringer i tettheten i en innsjølevende fiskebestand over tid brukes ofte fangst pr. innsats (for eksempel antall fisk fanget pr. garnnatt). Slike relative tetthetsestimater har vært gjennomført i Takvatnet fra tidlig på 1980-tallet og fram til i dag. Dette har gitt en unik mulighet til å overvåke hvordan tetthetene av både røye og ørret har

utviklet seg i etterkant av det store uttaket for 30 år siden. Før uttynningsfisket startet opp i 1984, var tettheten av røye naturligvis svært høy (figur 3). Dette ga som nevnt mange negative utsalg på kvaliteten av fisken. Målet med utfiskinga i Takvatnet var altså å få ned tettheten av røye slik at de gjenværende individene fikk mer næring, og at kvaliteten dermed ville øke slik at den ble en attraktiv utnyttbar fiskeressurs.

Uttynningsfisket med teiner viste seg å være svært effektivt, og nedgangen i tetthet av røye var dramatisk. Ved fiskets slutt var tettheten målt som fangst pr. innsats i strandsona nede i under 20 % av tettheten i den overbefolka bestanden (figur 1). På kort sikt hadde man derfor klart å få til en svært stor reduksjon, men spørs-

målet var hva som ville skje med antallet røye etter at den harde utfiskinga var avsluttet? I årene som fulgte begynte tettheten av røye å øke igjen (figur 1). Dette var noe foruroligende, men heldigvis var økningen nokså kortvarig, og fra 1994 til 1999 holdt tettheten seg relativt stabil. Deretter minket den igjen utover 2000-tallet og har de siste 15 årene kun hatt mindre fluktasjoner i størrelsesorden 20 - 30 % av tettheten før uttynningsfisket (figur 1). Konklusjonen er derfor at reduksjonen av røyebestanden synes å være av varig art. Årsakene til dette skal vi etter hvert komme tilbake til, men først skal vi se litt nærmere på hvilke effekter den store tetthetsreduksjonen av røye har hatt.



Figur 1. Utviklingen av relativ tetthet (fangst pr innsats) av røye i strandsona i Takvatnet i perioden 1980 til 2014. Perioden da uttynningsfisket pågikk er skravert.

### Røyas vekst og kvalitet

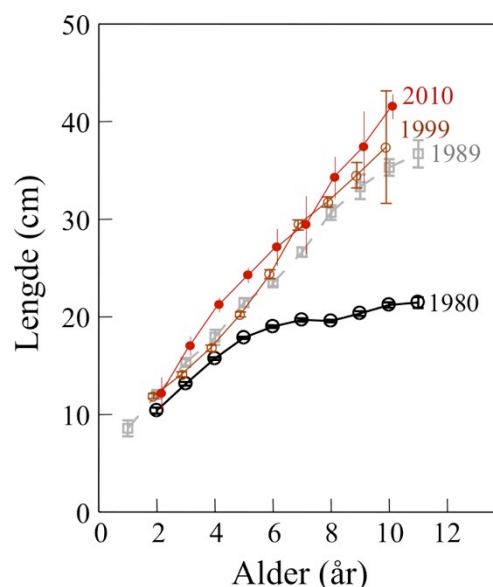
Energien som fisk får i seg ved å spise må fordeles på mange ulike funksjoner og aktiviteter. Det viktigste er å

tilegne seg såpass mye energi at fisken får dekket behovet som skal til for å opprettholde stoffskiftet og andre livsnødvendige funksjoner. Det går også med mye energi til å bevege seg,

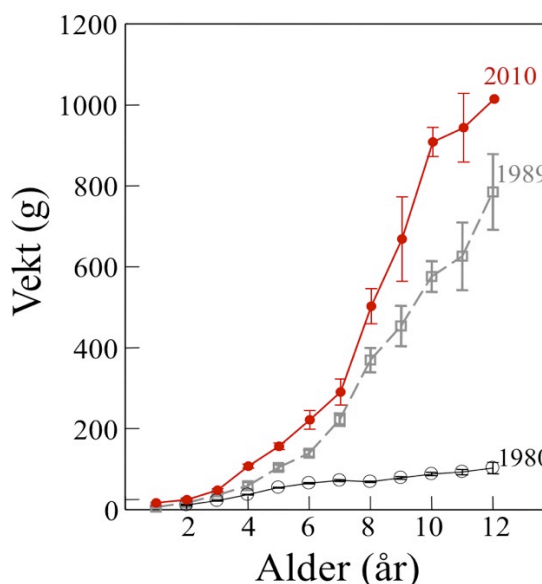
leite etter mat og å fange byttedyr. Det meste av næringen som fisken klarer å skaffe seg går derfor med som reint drivstoff. I tillegg må fisken når den kjønnsmodner bruke mye energi til å produsere rogn og melke, samt til aktiviteten i selve gytetida. Den gjenværende energien etter alt dette kan fisken benytte til vekst. For at fisk skal kunne vokse bra er det derfor nødvendig at den får i seg så mye næring at det ennå er mye ekstra energi igjen til vekst etter at de nødvendige livsfunksjonene er ivare tatt.

Dette var ikke tilfelle for røya i Takvatnet på begynnelsen av 80-tallet. Den individuelle tilveksten var svært lav fordi den høye tettheten gjorde at det ble svært lite mat til hver enkelt fisk. Hard konkurranse om begrensede matressurser gjorde altså situasjonen ugunstig. Beregninger av næringsinntaket til røya i Takvatnet mens bestanden var overbefolka viste at de så vidt klarte å skaffe seg nok energi til å opprettholde de mest nødvendige livsfunksjonene. Tilveksten var dårlig de første leveårene, og etter kjønnsmodning ved 5-6 års alder flatet vekstkurven helt ut med gjennomsnittslengder i underkant av 20 cm (figur 2; 1980). Veksten stoppet nærmest opp, og først ved 9-10 års alder passerte snittlengden 20 cm (figur 2) og gjennomsnittsvekta begynte å nærme seg 100 g (figur 3). Dette er en typisk situasjon for en overbefolka røyebestand. Etter at tettheten av røye ble kraftig redusert ved uttynningsfisket, ble næringsinntaket fordoblet hos de gjenværende fiskene. Dette førte til en betydelig økning i vekstraten. Allerede da fisket ble avsluttet i 1989, passerte røyas snittlengde 30 cm ved 8 års

alder (figur 2), og 10 år gammel fisk oppnådde ei gjennomsnittsvekt på over 600 g (figur 3).



Figur 2. Vekstkurver i form av gjennomsnittlig lengde ved alder hos røye i Takvatnet før (1980) og etter (1989, 1999 og 2010) gjennomføringen av uttynningsfisket.



Figur 3. Vekstkurver i form av gjennomsnittlig vekt ved alder hos røya i Takvatnet før (1980) og etter (1989 og 2010) uttynningsfisket.

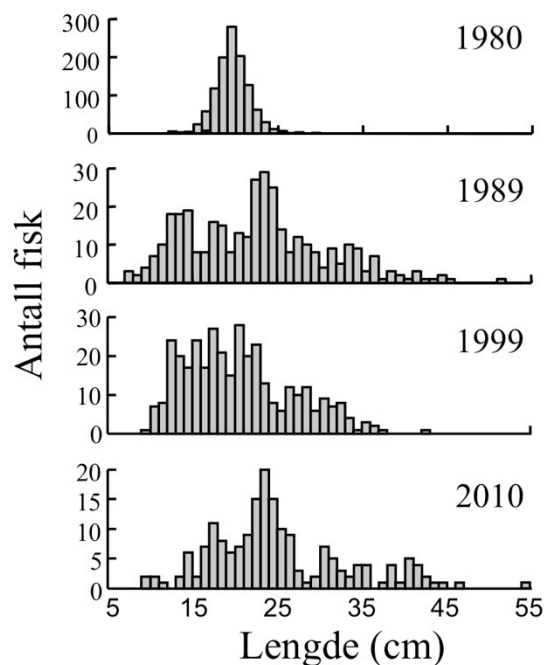
I 1999, ti år etter at uttynningsfisket var avsluttet, var veksten til røya

ytterligere forbedret, og denne raske tilveksten opprettholdes fortsatt. Tre tiår etter at uttynningsfisket i Takvatnet startet i den overbefolkte røyebestanden der tilveksten var så dårlig at 10 år gammel fisk kun hadde en snittvekt og –lengde på henholdsvis 90 g og 21 cm, er tilsvarende tall hos like gammel fisk nå nærmere ett kilo og rundt 40 cm. Dette er en formidabel vekstforbedring!

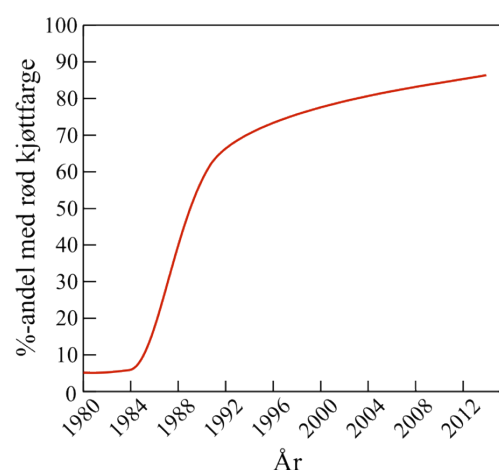
Størrelsesfordelingen i den overbefolkte røyebestanden fanget i strandsona var dominert av fisk mellom 15 og 25 cm (figur 4 - 1980), men det skjedde store endringer etter hvert som veksten forbedret seg gjennom uttynningsfisket. Allerede i 1989 var en stor andel av fisken større enn 25 cm, og enkelte var over 50 cm. Denne gunstige utviklinga har også holdt seg over tid (figur 4 – 1999 og 2010). Fisken er nå i tillegg blitt rund og feit med ei økning i gjennomsnittlig kondisjonsfaktor fra ca. 0.8 før uttynningen til ca. 1.1 gjennom hele perioden etterpå (kondisjonsfaktoren er et mål på forholdet mellom vekt og lengde, og for røye regnes verdier over 1.0 som god kondisjon). I tillegg økte andelen av fisk med rød farge i kjøttet raskt fra rundt 5 % før uttynningsfisket til over 60 % umiddelbart etter (figur 5; fisk >20 cm). Deretter har det vært ei svak, men jevn økning opp mot over 80 % i seinere år.

Laksefisk med rød kjøttfarge er svært attraktiv for oss mennesker. For fisken er denne fargen også et sunnhetstegn som viser at næringsforholdene er gode med god tilgang på attraktive krepsdyr som marflo og store vannlopper. Disse inneholder fargestoffet astaxanthin, et karotenoid som lagres i fettvev i muskulaturen og gir

fisken den lekke rødfargen. Røya er dermed blitt en ypperlig matfisk og en attraktiv sportsfisk som nå utnyttes både sommer og vinter.



Figur 4. Størrelsesfordeling av røya i strandsona før (1980) og etter uttynningsfisket (1989, 1999 og 2010).



Figur 5. Andel røye (>20cm) med rød kjøttfarge i perioden fra 1980 til 2014.

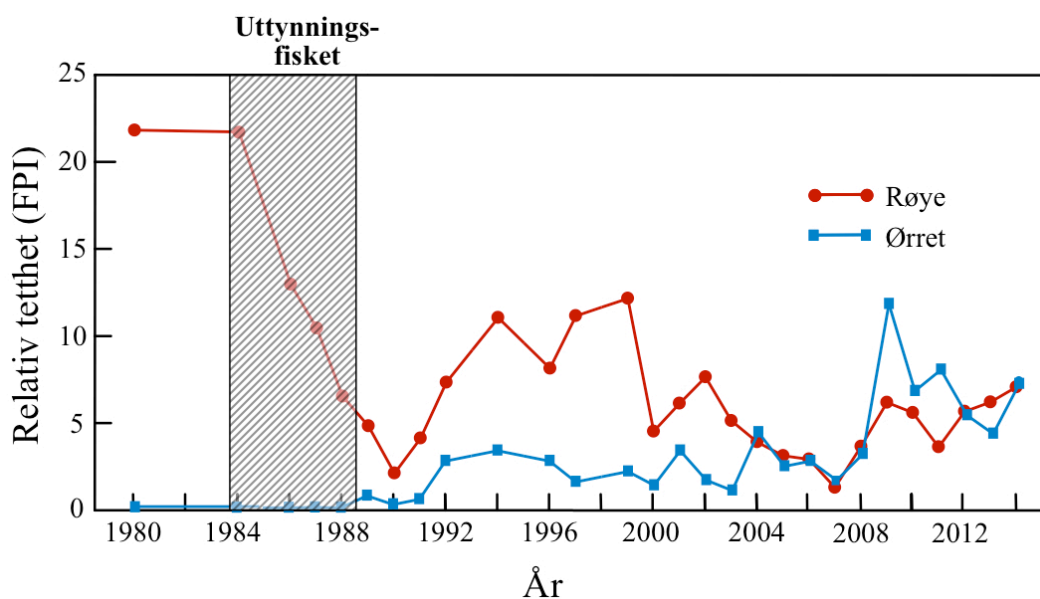
### 3.5 Ørretbestandens «comeback»

#### Ørretens tetthetsutvikling

På begynnelsen av 1980-tallet var som nevnt ørreten nesten borte fra fangstene i Takvatn, og tettheten målt i fangst pr innsats (FPI) var tilnærmet lik null (figur 6). Overbeskatningen i første del av 1900-tallet og de påfølgende utsettingene av røye og stingsild hadde dermed nokså katastrofale følger for ørretbestanden. En viktig medvirkende årsak var at Takvatnet har en begrenset tilgang på gode gyte- og oppvekstområder for ørret i form av elver og bekker. Utsettingen av tusenvis av ørretyngel på slutten av 1970-tallet ga heller ingen synbare resultater, og ørreten så derfor ut til å være sjanseløs i konkurransen med en svært tett røyebestand. Men da røyebestanden raskt avtok etter at uttynningsfisket var igangsatt, begynte man etter få år å se en positiv effekt på ørretbestanden. Allerede mot slutten av

1980-tallet kom det enkelte storvokste ørreter inn i prøvegarnfangstene, og utover 1990-tallet ble ørreten vanlig forekommende (Figur 6). Samtidig begynte tettheten av røyebestanden å avta noe igjen, og fra midten av 2000-tallet har det vært omtrent like mye ørret som røye i strandsona.

Etter hvert som tettheten av røye avtok dramatisk gjennom uttynningsfisket, ble det åpenbart bedre plass og mer mat for både ørret og røye i strandsona. Dette medførte at overlevelsen av ørret økte, og tettheten av ørretbestanden økte sakte men sikkert i årene etter utfiskinga. Som følge av uttaket av røye, steg også andelen av ørret raskt i fangstene fra strandsona, først til en topp rundt 25-30 % på midten av 1990-tallet og deretter til over 50 % mot slutten av 2000-tallet (figur 7). Det siste tiåret har ørret-røye forholdet ligget rundt 50:50, og det kan se ut til at det har etablert seg en bra og stabil balanse mellom de to artene.

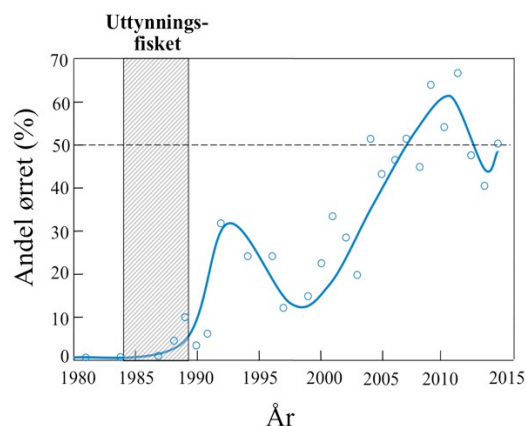


Figur 6. Tetthetsutviklingen av røye og ørret i strandsona i Takvatnet fra før uttynningsfisket startet og frem til i dag. Perioden da uttynningsfisket pågikk er skravert.

En viktig faktor for den positive utviklinga av ørretbestanden er knyttet til forvaltningen av vatnet i tiårene som har gått etter uttynningsfisket. Ørretbestanden vil alltid være sårbar siden gyte- og oppvekstmulighetene er begrensede. Bestanden har av den grunn vært nøye overvåket og blir også forvaltet med stor forsiktighet. Det samme gjelder den storvokste delen av røyebestanden. Allerede under gjennomføringen av uttynningsfisket ble det derfor vedtatt en streng forvaltningsstrategi hvor garnfiske ble forbudt for å unngå ei overbeskatning av en eventuell fremvekst av stor fisk.

Fra midten av 1990-tallet anså man at bestandsutviklinga var så god at det kunne åpnes for et forsiktig garnfiske. Noen viktige begrensninger ble likevel gjort. Først og fremst ble det satt en maksimum maskestørrelse på 22 mm (målt fra knute til knute). Da fanger man i første rekke steikfisk på 1-2 hg samt kanskje en og annen større fisk, men unngår overbeskatning av storfisk. I tillegg ble det satt begrensninger i hvor mange garn som kunne brukes og ikke minst ble fisket begrenset til juli måned, en periode da innslaget av ørret i garnfangster vanligvis er begrenset. Samtidig ble det tilrettelagt for økt sportsfiske både sommer og vinter. Man forventer at et slikt fiske vanligvis ikke vil kunne være til skade for fiskebestanden i et så stort vatn som Takvatn, selv med en viss fangst av stor fisk. Den dag i dag er garnfisket i vatnet fortsatt meget begrenset for å unngå å overbeskatte storfisk, særlig storvokst ørret. Målet er å beskatte og utnytte fiskebestanden på en slik måte at man unngår å gjøre de samme feilene som førte til at ørreten

nærmest forsvant og vatnet ble overbefolka med røye.

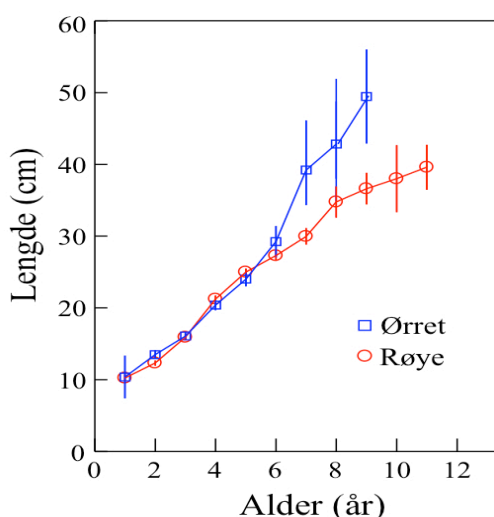


Figur 7. Andelen av ørret i fangstene fra strand-sona i Takvatnet i perioden fra 1980 til 2014. Perioden da uttynningsfisket pågikk er skravert.

## Vekst

Tettheten av ørret økte kraftig etter uttynningsfisket, men det var like gledelig å se at kilosørret endelig var tilbake etter et fravær på nærmere 50 år. Ørreten er i hovedsak tilknyttet de grunnere områdene av en innsjø der næringsforholdene typisk er de beste og der den vanligvis etablerer territorier og utkonkurrerer røya. Men i tiårene før uttynningsfisket ble gjennomført, var ørreten utsatt for en veldig sterk konkurranse fra den raskt voksende og etter hvert overbefolka røyebestanden. De mest verdifulle byttedyrene ble etter hvert helt nedbeita og i likhet med røya måtte ørreten gå over til annenrangs byttedyr. Dette var ei enda større utfordring for ørreten enn for røya, særlig fordi røya er en mer spesialisert planktonspiser og kan utnytte disse småfalne byttedyrene mye bedre enn ørreten kan. Ørreten tapte derfor konkurransen mot røya, noe som resulterte i lav overlevelse og dårlig tilvekst, og svært få klarte å vokse seg til en størrelse på over 20 cm.

Etter at uttynningsfisket av røye var igangsatt, ble næringsforholdene og tilveksten til ørreten raskt forbedret. Færre konkurrenter gir mer mat til hvert enkelt individ, noe som igjen resulterer i at energiinntaket øker. Ørreten vokste seg dermed raskt større. Samtidig kom det inn nye, sterke årsklasser av røye etter at den eldre delen av røyebestanden ble tynnet kraftig ut gjennom uttynningsfisket. Disse ble ypperlig byttefisk for ørreten; næringsrike og små nok til at de lett kunne beites på. Dette ble svært viktig både for fremveksten av ørretbestanden og for reguleringen av røyebestanden.



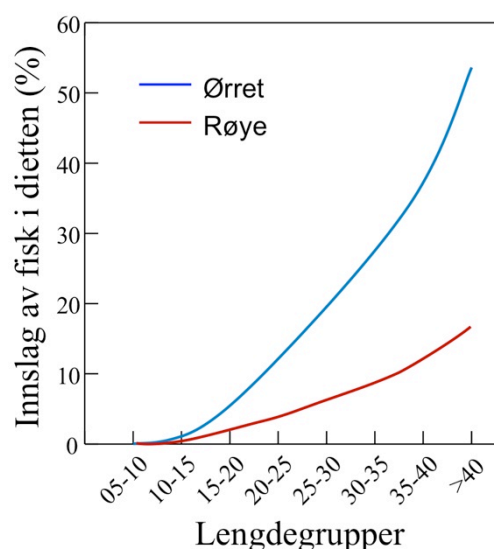
Figur 8. Lengde ved alder hos ørret og røye i 2010.

Ørretbestanden vokste i antall og samtidig hadde fisken en meget god individuell tilvekst. Tilveksten er nå relativt lik for ørret og røye fram til en gjennomsnittsstørrelse på rundt 25 cm ved fem års alder (figur 8). Deretter kan man se at veksten til ørreten skyter fart i forhold til røya. Dette skyldes nok at ørret større enn 25-30 cm i stor grad beiter på fisk (figur 9). Også stor røye beiter på fisk, men i adskillig mindre grad enn ørreten som

har et større gap og er en mer spesialisert fiskepiser.

### Ørreten som fiskepredator

Som resultatene fra Takvatnet viser, vokser ørreten oftest best når den har mulighet til å beite på fisk. Om byttefisk av rett størrelse er tilgjengelig, slår derfor mange ørret over til å beite på fisk når de har blitt store nok til å kunne gjøre dette. I en overbefolka røyebestand skulle man tro at det er mye byttefisk tilgjengelig for ørreten, men det er ofte ikke tilfelle. Dette illustreres av situasjonen i Takvatnet før uttynningsfisket der ørreten vokste så dårlig at den ikke klarte å bli stor nok til å utnytte de mange småvokste røyene som næring. I tillegg hang dette også sammen med at i strandsona, hvor ørreten i hovedsak oppholdt seg, var det kun voksen røye til stede. Selv om slik røye hadde dårlig vekst, så var de likevel såpass store at ørreten ikke klarte å beite på dem. I tillegg var de minste røyene fortrent ned på dypt vann der de i stor grad var utilgjengelige for ørreten.



Figur 9. Innslag av fisk (stingsild og smårøye) i dietten til ørret og røye i Takvatnet.



Tilgjengeligheten av smårøye som byttefisk endret seg raskt etter at uttynningsfisket ble igangsatt. Da de største og eldste individene av røya ble fjernet fra bestanden, medførte dette at det ble mer tilgjengelig plass og ressurser i strandsona. Ørreten fant dermed mer mat og vokste bedre, samtidig som rekrutteringen av røye økte og mange av ungfiskene vandret opp i strandsona. Ørreten fikk derfor stor tilgang på byttefisk, noe som resulterte i en kraftig vekst-økning. Analysene våre har i tillegg vist at denne økte tilgangen på smårøye som byttefisk var helt avgjørende for den raske gjenoppbyggingen av ørretbestanden.



*Storørret fanget på garn i Takvatnet.*

Paradoksalt nok førte altså uttynningen av røyebestanden til at tilgangen på røye som byttefisk for ørreten ble bedre. Årsaken var rett og slett at uttynningsfisket endret sammensetninga av røya. I den overbefolkta bestanden var det en dominans av gammel fisk, men som tidligere nevnt økte rekrutteringa da disse ble fisket ut. Det skjedde dermed ei oppblomstring av ung smårøye, noe som på sikt kunne ha ført til at

røyebestanden på ny ble overbefolka. Fremveksten av ørretbestanden og dens beiting på smårøye ble derfor en meget viktig reguleringsfaktor for å holde tettheten av røyebestanden på et gunstig nivå. Dette var nok også den viktigste årsaken til at tettheten av røye avtok igjen fra midten av 1990-tallet mens ørretbestanden økte (figur 6). I tillegg har det kommet en ny balanse i røyebestanden der store individer bidrar å til begrense mengden av småfisk dels gjennom kannibalisme, men særlig gjennom et konkurransetrykk som også bidrar til å holde rekrutteringa i sjakk.



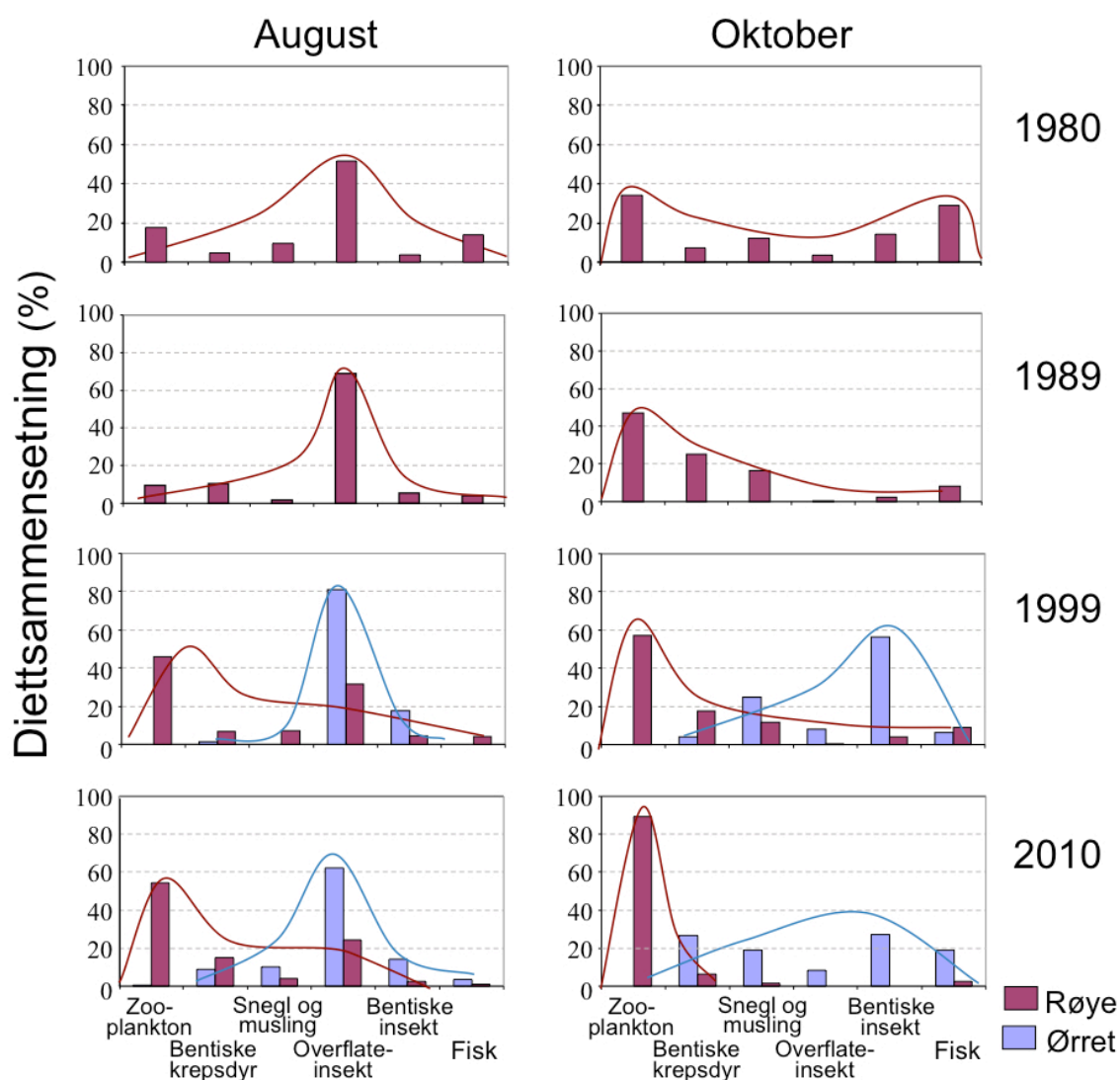
*Fiskespisende storørret fra Takvatnet med tre smårøyer funnet i magesekken til ørreten.*

### 3.6 Røyas og ørretens diett

I den overbefolkta fiskebestanden i Takvatnet var som sagt de mest næringsrike byttedyrene for røya nærmest helt nedbeita. På våren og sommeren ble dette dels kompensert gjennom beiting på fjærmyggpupper og overflateinsekt (figur 10), som kan være tallrike på denne tiden av året. Men utover høsten var næringsforholdene svært dårlige. Røya måtte derfor ty til et bredt spekter av næringsdyr, deriblant arter som ellers er lite foretrukket. Dette inkluderte blant annet stingsild, som røya ellers helst unngår å beite på da piggene gjør dem vanskelige å få has på. I tillegg

ingikk små krepssdyrplankton, i hovedsak bittesmå og næringsfattige vannlopper av slekten *Bosmina* med størrelser på bare ca. 0.5 mm, mens større arter av vannlopper var fullstendig nedbeitet og nærmest forsvunnet fra innsjøen. Hoppekreps ingikk også blant krepssdyrplanktonet som ble beitet på; disse er vanskelige å få tak i og gir dermed et begrenset energitilskudd samtidig som de kan overføre parasitter.

Da uttynningsfisket var gjennomført, skjedde det viktige endringer i dietten til røya som blant annet begynte å spise mer marflo, snegl og store insektlarver. Disse byttedyra er mer næringsrike og fordelaktige for røya og bidro dermed til den sterkt forbedra veksten. Ørretbestanden var da fremdeles tynn, men etter hvert som den økte utover 1990- og 2000-tallet, kunne man se at dette påvirket røyas diett (figur 10).



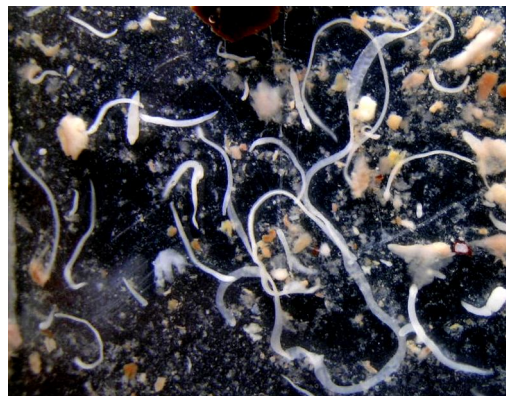
Figur 10. Dietten til røye og ørret i Takvatnet (15-30 cm stor fisk), og utviklingen i diettvalg over år. Kurvene illustrerer nisjeutnyttelsen til de to artene, og viser blant annet hvordan røyas nisje har blitt forskjøvet mot zooplankton og blir snevrere etter hvert som ørretbestanden har blitt større.

Ørreten er som tidligere nevnt en konkurransesterk art i strandsona og foretrekker å beite på overflateinsekt og store bunndyr. Dette medførte åpenbart at røya etter hvert måtte spesialisere seg på andre byttedyr, i første rekke krepssdyrplankton (figur 10). Før uttynningsfisket tok til var dette en svært ufordelaktig ressurs, siden dyreplanktonet da var sterkt nedbeita av den tette røyebestanden og stingsilda. Men uttynningsfisket og den reduserte tettheten i røyebestanden har ført til dramatiske endringer i planktonsamfunnet ved at store og mer næringsrike arter av krepssdyrplankton har blomstret opp igjen. Disse har fra midten av 1990-tallet utgjort den viktigste delen av dietten til røya, særlig på høsten. Små *Bosmina* og hoppekreps har blitt byttet ut med store, «feite» vannlopper av slektene *Daphnia* og *Bythotrephes*. Selv om ørreten i stor grad har overtatt de rike bunndyrressursene, så kan røya nå ha en næringsrik og rikelig diett basert på de store vannloppene. De to fiskeartene har dermed ulike diettvisjoner (figur 10), og har delt næringsressursene mellom seg på en slik måte at det blir bra med mat til begge. Typiske endringer i diettvalget hos både røye og ørret etter hvert som de vokser seg større, er også med på å redusere næringskonkurransen både mellom og innen de to artene.

### 3.7 Parasitter

Ett av de klassiske kjennetegnene på en overbefolka fiskebestand er at individene er kraftig infisert av parasitter. Slik var det også hos røyebestanden i Takvatnet, som er infisert av minst 11 ulike parasittarter.

Ni av disse overføres via infiserte næringsdyr. Måsemark og fiskandmark er trolig de mest plagsomme av disse parasittene, både for fisken selv og for kvaliteten som menneskeføde. Disse bendelmarkene overføres til fisk hovedsakelig via infiserte hoppekreps. Da røyebestanden var overtallig, var som nevnt hoppekreps viktige næringsdyr for røya. Dette gjorde at sjansen for å bli infisert av disse bendelmarklarvene var høy. I fisken lever larvene innkapslet i cyster på de indre organene, spesielt på magesekken. Ved kraftige infeksjoner kan man imidlertid også finne cyster og frie larver av særlig måsemark i kjøttet hos fisken. Disse parasittene kan leve flere år i fisken og akkumuleres derfor over tid. I kombinasjon førte dette til at infeksjonen av disse parasittene var svært høy i den overbefolka røyebestanden.

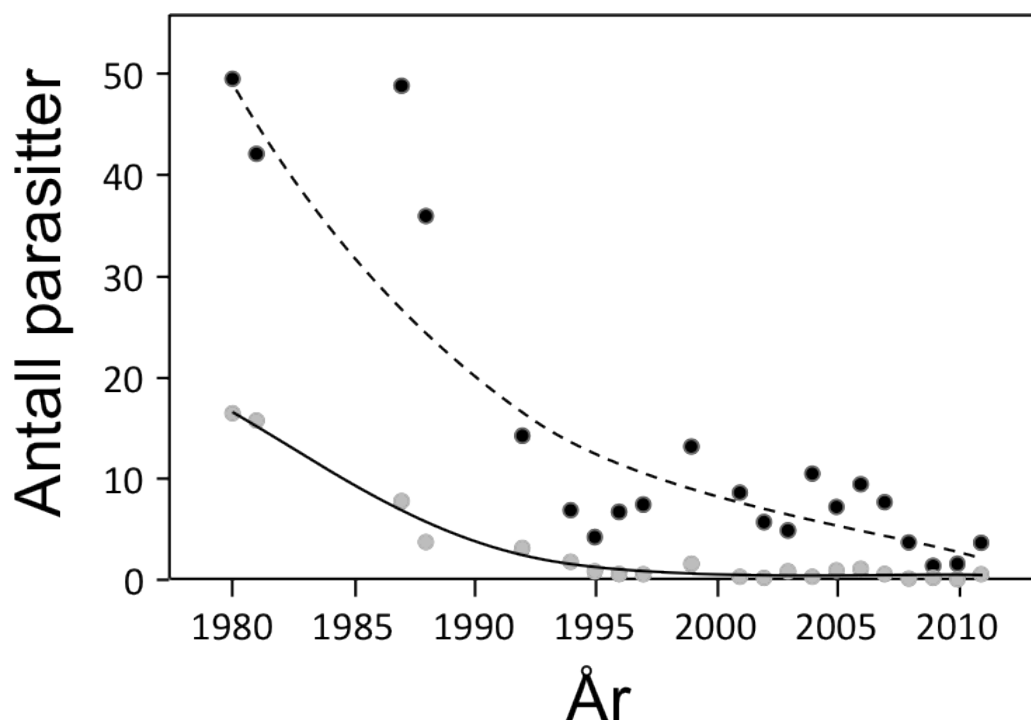


*Måsemark og fiskandmark i kunstig fordøyelsesvæske for å "lure" parasitten ut fra cystene de lever i inne i fisken.*

Før uttynningsfisket hadde ei 100 grams røye i gjennomsnitt omlag 50 og 15 larver av henholdsvis fiskand- og måsemark (figur 11), og enkelte fisk hadde mer enn 1000 slike larver i bukholderen si. Infeksjonspresset sank åpenbart kraftig under og særlig i

etterkant av uttynningsfisket. Den viktigste årsaken til dette er skiftet i dietten til røya, der spesielt hoppekreps ble lite beitet på etter at bestandstettheten gikk ned. De siste

årene har gjennomsnittsinfeksjonen hos en 100 grams røye variert fra 1-4 larver av fiskandmark og vært <1 for måsemark (figur 11).



Figur 11. Gjennomsnittlig antall larver av fiskandmark (svarte prikker, stiplet linje) og måsemark (grå prikker, heltrukket linje) per 100 gram fisk fra perioden før uttynningsfisket og fram til i dag.

### 3.8 Viktig lærdom

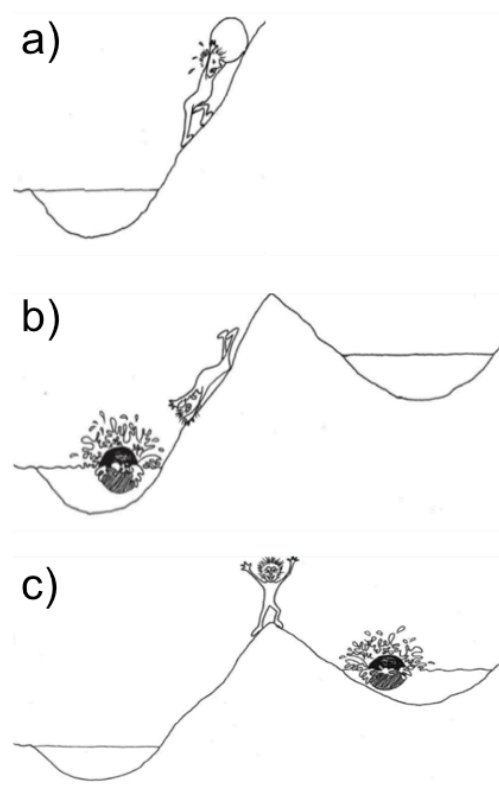
Som vi har sett, ble uttynningsfisket i Takvatnet en stor suksess. I dag er røyebestanden i god balanse med innslag av stor, hurtigvoksende fisk av god kvalitet. I tillegg har ørretbestanden bygget seg kraftig opp. Fra en situasjon der vatnet lå brakt på grunn av en tett røyebestand i elendig forfatning, har det igjen blitt attraktivt med mulighet for fine fangster av både ørret og røye. Kunnskapen og erfaringene fra dette prosjektet bør dermed ha stor nytteverdi for andre kultiveringsprosjekter og forvaltning og utnyttelse av tilsvarende innsjøer. Kultivering av overbefolkede fiske-

bestander gjennom uttynningsfiske er på mange vis en «risikosport», og det finnes mange eksempler på at man ikke har klart å få til et varig godt resultat. Mange var nok derfor pessimistiske med tanke på prosjektet i Takvatnet, og ikke helt uten grunn. De store utfordringene man står overfor ved et slikt tiltak kan raskt fortone seg som et Sisyfosarbeid. Dette begrepet har opphav i historien om kong Sisyfos som ifølge gresk mytologi kom i unåde hos gudene og ble dømt til å rulle en kampestein oppover ei bratt fjellside (figur 12a). Men hver gang han nærmet seg

toppen mistet han grepet, og steinen rullet helt ned igjen (figur 12b), og han måtte starte på nytt. Dette er et godt bilde på hva som i verste fall kan skje når man forsøker å kultivere overbefolkede fiskebestander. Slike bestander synes faktisk å være i en stabil tilstand som det er vanskelig å endre på. Matressursene er nedbeitet, og det er nesten umulig for fisken å vokse seg særlig stor. Tvert imot er det fordelaktig å være liten og dermed klare seg med lite næring. Det lille energioverskuddet som fisken kan få tak i blir gjerne benyttet til produksjon av rogn og melke. Når en uttynning blir igangsatt, vil fiskebestanden derfor raskt kunne respondere med økt rekruttering og gjennom dette redusere effekten av tiltaket. Avsluttes det harde fisket for tidlig, vil bestanden dermed etter kort tid kunne være tilbake i en overbefolket tilstand. I Sisyfos-symbolikken har steinen rullet ned fjellsida igjen (figur 12b).

I Takvatnprosjektet var vi klare over dette mulige problemet, og uttynningsfisket fortsatte derfor helt til fisketettheten var så sterkt redusert at en ny bestandssituasjon var opprettet. Et godt organisert arbeid og en målretta og stor innsats fra de lokale fiskerne endte dermed opp med et vellykket resultat. Steinen var skjøvet opp fjellsida og over i en høyere-liggende dal (figur 12c); et bilde på at en ny, stabil tilstand var blitt etablert. I den nye situasjonen har det utviklet seg en god balanse mellom røye og ørret, og ikke minst en gunstig likevekt mellom stor og små fisk. Dette er helt avgjørende for at de gode effektene skal vare over tid. Ved at stor fisk, og da særlig ørret, beiter på smårøye, og at større fisk oftest er overlegne i

konkurransen med de mindre, så holdes nå røyebestanden i sjakk. Tilstanden blir dermed stabilisert, og sjansen for at bestanden skal gå tilbake til overbefolkning igjen er sterkt redusert. Denne stabiliteten er likevel sårbar! Dette illustreres av figur 12c: Det skal adskillig mindre til for at steinen forskyves tilbake over toppen og ruller ned i det dype dalføret, enn for å få skjøvet den helt opp over toppen igjen. Det er med andre ord lettere å ødelegge en fin fiskebestand enn å kultivere en bestand som har blitt overbefolket!



Figur 12. Kultivering av overbefolkede fiskebestander kan være et Sisyfos-arbeid (a,b), men kan også lykkes ved at man som i Takvatnet oppnår en ny likevektstilstand (c) - se teksten for nærmere kommentarer. (Tegning: Berit Margrethe Aase)

Balansen mellom stor og små fisk er helt avgjørende for at likevekten og

stabiliteten skal opprettholdes i en såkalt sunn fiskebestand. Dette har stor betydning for hvordan innsjøene bør beskattes og forvaltes. Dersom stor fisk overbeskattes, forskyves denne likevekten i favør av småfisk, og det kan i verste fall ende i en overbefolket tilstand. Bruk av stormaska garn er spesielt problematisk i denne sammenhengen.

Dessverre er det nok slik mange vatn har endt opp som overbefolka; enten gjennom at fiskereglene ikke har vært strenge nok i forhold til maskeviddebegrensninger, eller ved at useriøse fiskere i nattens mulm og mørke har gjennomført ulovlig rovfiske med stormaska garn. For de fleste røye- og ørretvatn anbefales derfor en maksimumsgrense for maskevidden, om garnfiske da i det hele tatt skal tillates. I Takvatnet er denne grensa satt til 22 mm (målt fra knute til knute), men øvre grenser på 24 og 26 mm maskevidder har også vist seg å fungere greit i andre innsjøer. Med garn med maskevidder fra 22-26 mm fisker man hovedsakelig på mellomstor fisk, som gjerne har lite parasitter og er ypperlig matfisk. En og annen storfisk kan nok også komme inn som en bonus i fangstene, men neppe i så stort antall at dette utgjør en trussel for likevekten i bestanden. Hvor lavt maskeviddegrensa bør settes avhenger blant annet av fisketrykket (antall fiskere og garn) og tilstanden i den aktuelle bestanden. Man bør videre unngå garnfiske nær elver og bekker som er gyteplasser for ørret. Det bør også være sesongmessige begrensninger på fisket. I Takvatnet er for eksempel bruk av garn kun tillatt i juli måned for å begrense dette fisket til en periode da innslaget av ørret ikke er så stort.

Mens det i store vatn som Takvatnet er greit med et visst garnfiske for å høste av bestanden, bør man i mindre vatn (dvs. < 1-2 km<sup>2</sup>) unngå bruk av garn da dette fort vil kunne påvirke bestanden for mye. I både små og store vatn bør man først og fremst tilrettelegge for rekreasjonsfiske med stang, håndsnøre og pilkestikke. Et slikt fiske vil sjelden ha en negativ innvirkning på fiskebestanden (om da fiskerne ikke blir for effektive gjennom bruk av nye teknologiske hjelpemidler!). Det viktigste rådet er nok likevel at man både som fisker, grunneier og forvalter bør bruke førevar-prinsippet og tenke nøye gjennom mulige konsekvenser av beskatningen og forvaltningen man legger opp til. Dette gjelder både for rene røye- og ørretvatn så vel som vatn der begge artene opptrer sammen.

### **3.9 Adaptiv overvåking og forvaltning**

Den viktigste lærdommen fra Takvatnprosjektet fremkom etter hvert som arbeidet skred frem og «veien ble lagt». Underveis i prosessen ble det derfor foretatt tilpasninger og endringer ut fra den nyervervede kunnskapen både i overvåkingen av de økologiske effektene av uttynningsfisket og i de praktiske tiltakene som ble gjennomført i regi av grunneierne. Slike strategiske tilpasninger av overvåknings- og forvaltningstiltak har de seinere årene fått økt interesse under de faglige betegnelse *adaptiv overvåking* og *adaptiv forvaltning*. Dette er strategier som har vist seg svært formålstjenlige og som med fordel kan benyttes regelmessig i langsiktig miljøovervåking og naturforvaltning. I

Takvatnprosjektet var dette basert på en kontinuerlig oppfølging av effektene av uttynningsfisket, et tett og godt samarbeid mellom de lokale aktørene og forskerne i tillegg til god fleksibilitet i både forsknings- og kultiveringsarbeidet.

Adaptiv forvaltning er en læringsbasert prosess der man ikke bare gjennomfører forvaltningsmessige tiltak for å gjøre endringer i det aktuelle natursystemet, men også benytter denne prosessen til å lære mer om effektene som tiltakene har, identifisere årsakssammenhenger og øke kunnskapen om hvordan systemet faktisk fungerer. Denne kunnskapen bruker man så til å justere tiltakene og kan dermed forbedre den videre innsatsen basert på lærdommen man trekker underveis. Eksempler på dette fra Takvatnet er blant annet flere omstillinger i selve teinefisket etter hvert som arbeidet skred fram og ga nye erfaringer. Videre ble det gjort endringer i fiskereglene (først garnforbud, og seinere ulike maskevidde- og fangstbegrensninger) basert på våre og fiskernes vurderinger av tilstanden i fiskebestanden. Sentralt i denne prosessen var en god kunnskaps- og erfaringsutveksling mellom forskerne og de lokale utøverne.

For å gjennomføre en effektiv adaptiv forvaltning av et natursystem er overvåkning et helt nødvendig grunnlag. Dessverre har natur- og miljøovervåkning i stor grad vært basert på en nokså passiv og lite målretta dokumentasjon av eventuelle endringer. Mange slike overvåkningsprogrammer har derfor vist seg å ha begrenset verdi. Nyere utfordringer og kunnskap setter større krav til

overvåkning og forvaltning, og det er i denne forbindelsen at de adaptive prinsippene har kommet inn. En adaptiv overvåkning er basert på at man opparbeider en god basiskunnskap om systemet som skal overvåkes. På bakgrunn av dette kan man danne seg forventninger om hvilke endringer som kan skje, og kan da også stille presise spørsmål som overvåkningsstudiene skal gi svar på. Man kan dermed lage en god og kunnskapsbasert design på disse som gjør det enklere å trekke ny lærdom etter hvert som tida går. Den nyervervede innsikten benyttes så fortløpende til å justere og optimalisere overvåkingen.

I Takvatnet ble det nødvendige kunnskapsgrunnlaget både for kultivering og overvåkingen lagt gjennom de innledende studiene før uttynningen av bestanden startet opp. Siden fisket ble gjennomført som et storskala økologisk eksperiment, hadde man også relativt klare forventninger til hvilke effekter som dette store inngrepet ville ha for fiskebestandene og innsjøens økosystem. Dette gjorde det enklere å legge opp til en effektiv og grundig overvåking basert på spesifikke problemstillinger og spørsmål. Underveis i prosessen ble det da mulig å identifisere nye faktorer som burde undersøkes og eventuelle justeringer som burde gjøres i de videre studiene. Arbeidet ble dermed gjennomført med ei sterk integrering av praktiske tiltak, overvåking og langsiktig forskning; en strategi som er grunnleggende for adaptiv overvåking og forvaltning.

En stor fordel med forskning og forvaltning i innsjøer i forhold til andre økosystemer er at de utgjør mange og

klart avgrensede enheter som ofte har store likheter. Dette betyr at kunnskap som er framkommet om én innsjø i stor grad kan overføres til andre. Sammenlignende studier av innsjøer med ulike fiskesamfunn eller bestandstilstand har også gitt viktig kunnskap. Grunnlaget er derfor godt for en effektiv og god forvaltning av de fleste fiskebestandene våre. Dette forutsetter imidlertid at man tar utgangspunkt i tilgjengelig kunnskap og i tillegg følger opp og tar lærdom av utviklingen i den aktuelle bestanden. En forvaltningsstrategi som ble utformet for flere tiår siden trenger ikke nødvendigvis å være det beste for den samme bestanden i dag. Der er derfor behov for en fortløpende oppgradering av kunnskapsgrunnlaget for å kunne gjøre nødvendige justeringer underveis. Selv om det i de

fleste tilfeller ikke er mulig å gjennomføre en omfattende adaptiv overvåkning og forvaltning på lokalt nivå, så bør likevel disse prinsippene være et viktig bakteppe for alt forvaltningsarbeid. Bedre utveksling av kunnskap mellom ulike lokale forvaltningstiltak kan i så måte være til god hjelp for i større grad å lære av hverandre og ikke kun av sin egen prøving og feiling. Her er det absolutt behov for en mer aktiv rolle hos regionale og nasjonale forvaltningsmyndigheter som bl.a. kan bidra til å koordinere slik kunnskapsutveksling. Særlig viktig er det å ha modell-systemer som Takvatnet der spesifikke forvaltningstiltak blir nøye fulgt opp gjennom langtidsstudier. Dermed fremkommer solid kunnskap som har stor overføringsverdi også i forvaltningen av andre systemer.



*Takvatn-ørret og –røye i fin forfatning sammen med to studenter fra Universitetet i Tromsø fra begynnelsen av 2000-tallet.*



## 4. Uttynningsfiske i praksis

### - En kokebokoppskrift med Takvatnet som eksempel

Kunnskap er en nøkkelfaktor for å lykkes med et uttynningsfiske! Før man eventuelt går i gang med et slikt tiltak, er det derfor svært viktig at det gjennomføres en grundig bestandsvurdering. Desto mer kunnskap man har om systemet, desto større er muligheten for at tiltaket blir vellykket. Først og fremst må man selvsagt få klarhet i om det aktuelle vatnet faktisk er overbefolka, og i neste omgang hvilke tiltak som ut fra den innhentede kunnskapen bør iverksettes. For å skaffe informasjon om fiskebestanden i innsjøen, må det gjennomføres et skikkelig prøvefiske. I denne delen av prosessen er det fordelaktig med et samarbeid med et fagorgan eller fagperson som kan hjelpe til med analyser av fiskematerialet. I Takvatnet fikk grunneierlaget i gang et samarbeid med det ferskvannøkologiske fagmiljøet ved UiT. Gjennom dette samarbeidet ble den nødvendige informasjonen om fiskebestanden i innsjøen samlet inn slik at uttynningsfisket kunne optimaliseres og effektene dokumenteres.

Før et uttynningsfisket iverksettes, må ei god organisering være på plass. I så måte er det nyttig å opprette ei styringsgruppe som har ansvaret for å planleggingen og gjennomføringen av fisket. Siden det er vanskelig å skaffe økonomiske midler til å dekke arbeidskraft for slike tiltak, er stor entusiasme og dugnadsbasert innsats en nødvendighet. En motivert og utholdende dugnadsgjeng er derfor helt avgjørende siden slike prosjekter som regel bør vare i flere år for ha håp

om å være vellykkede på lang sikt. Hvor langvarig og omfattende et slikt uttynningsfiske må være er blant annet avhengig av graden av overbefolkning og størrelsen på vatnet. I Takvatnet ble det engasjert en stor dugnadsgjeng fra lokale foreninger og grunneiere som alle hadde interesse for vatnets ve og vel. Den store entusiasmen og innsatsen som disse viste var utvilsomt den viktigste suksessfaktoren, og er forhåpentligvis også en inspirasjon for andre som ønsker å gjennomføre et slikt tiltak.

### Teinefisket

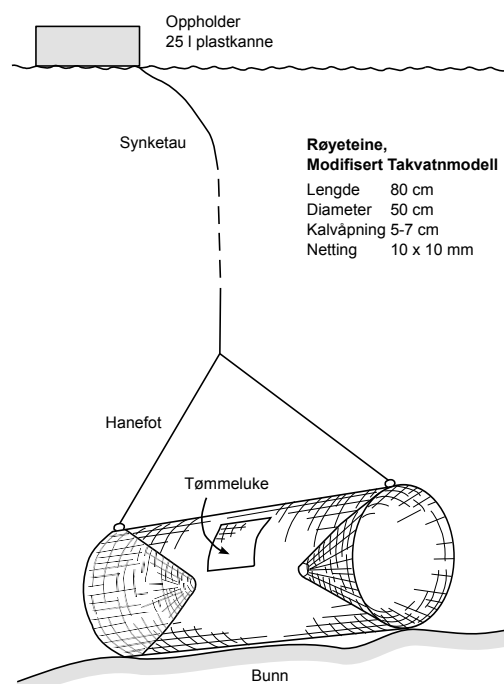
En noe forbedret utgave av røye-teinene brukt i Takvatnet er laget av småmasket galvanisert netting med maskevidde 10 x 10 mm, og er formet som en sylinder med traktformet inngang med en kalvåpning på 5-7 cm i hver ende. De er 80 cm lange og 50 cm i diameter, og midt i siden er det en 10 x 15 cm stor tømmeluke (figur 13). Denne teinetyper har de viktigste egenskapene som trenges for et uttynningsarbeid; er stor nok til å fiske effektivt, solid nok til å tåle en trøkk og lett å håndtere for arbeidsfolket. Teina fôres med noe som lokker fisken inn i den, og i Takvatnet ble det brukt en klump med frossen torskerogn. Dette fungerte utmerket som agn for røya, men også annet agn kan benyttes (for eksempel kasein, reker, m.m.).

En fôret teine senkes ned på bunnen festet til en relativt stor og godt synlig flottør (f. eks. en 25 l plastkanne) med et tau. Teina bør tømmes minst 1-2

ganger i uka og samtidig bør agnet byttes ut med nytt. Tømmefrekvensen er selvfølgelig avhengig av fiske-tettheten i innsjøen; desto høyere tetthet og fangst, desto oftere må teinene tømmes og fôret byttes ut. Fangstene i teinene er også årstids-avhengig. I Takvatnet viste det seg mest effektivt å fiske etter røya tidlig på våren, gjerne mens det ennå var is, og til et stykke utpå sommeren. Vårfisket under isen viste seg særlig effektivt både i forhold til arbeidsmengde og fangststørrelse, men forutsetter at man har det rette utstyret tilgjengelig for et slikt isfiske. Det er fordelaktig å fiske relativt grunt under is (<15 m) siden mesteparten av fisken da står i de grunne områdene. Fiskes det derimot på sommeren, kan det lønne seg å gå noe dypere for å fiske mest effektivt (15 - 40 m). Det er også nyttig å prøve ulike dyp for å optimalisere fangstene over tid. Antall teiner som behøves avhenger blant annet av innsjøens størrelse. En hovedregel er at det bør benyttes minst 1 teine pr. 5 hektar i små innsjøer (< 3 km<sup>2</sup>) og 1 teine pr. 10 hektar i større innsjøer.

Under selve uttynningsfisket er det som nevnt viktig med en god organisering for at arbeidet skal bli utført så effektivt og smertefritt som mulig. I tillegg er det viktig med nøye journalføring og registrering av all fisk som blir tatt ut slik at man har god kontroll på antallet som blir fjernet fra innsjøen. Det er også viktig at det underveis i prosjektet blir gjennomført regelmessige prøvefisker, slik at man kan overvåke utviklingen i bestandsstruktur og tetthet. Etter hvert som fiskebestanden tynnes ut, vil fangsten i teinene gå ned, og denne nedgangen vil også kunne gi en god pekepinn på

når fisket bør avsluttes. Også etter at uttynningsfisket er avsluttet, bør man helst fortsette med en overvåking av bestanden slik at man har et godt grunnlag for den videre forvaltningen av vatnet.



Figur 12. Illustrasjon av "Takvatnteina" med anbefalte mål.

Det er tidligere laget flere rapporter om uttynningsfiske i overbefolka røyevatn, inkludert en detaljert og god rapport av Svenning og Klemetsen fra 2001 i sammenheng med prosjektet «Overbefolka røyevatn i Nord-Norge»<sup>2</sup>. Vi henviser til denne rapporten for en mer inngående og detaljert beskrivelse av hvordan man gjennomfører et slikt uttynningsfiske.

<sup>2</sup> Svenning, M. A. & Klemetsen, A. 2001. Overbefolka røyevatn i Nord-Norge (ORN). Rapport fra NINA/NFH, UiT. 47 s.

## 5. Fiskeartene i Takvatn

### 5.1 Røya



Røya, *Salvelinus alpinus*, er en art som finnes hele veien rundt polhavet på den nordlige halvkule. Den er verdens nordligste ferskvannsfisk, og det finnes blant annet bestander langt nord på Svalbard. I Europa er den særlig vanlig på Grønland, Island, Kolahalvøya, Nord-Finland og Skandinavia. Men den er mest vanlig i Norge, og her finnes det totalt ca. 30 000 bestander. Den er en vestlig innvandrer, noe som betyr at den har kommet inn vestfra via havet en gang etter siste istid. Derfor er den opprinnelige utbredelsen i Norge konsentrert til vestlige, kystnære deler, selv om den i dag finnes i de fleste områder av landet, dog kun i spredte bestander på Sørlandet og i dype lavlandsjøer på Østlandet. Den er lite glad i varmt vann og blir derfor også vanligere desto lenger nord og høyere til fjells en kommer. Nord-Norge er derfor røyas rike. Her danner den ofte også bestander av sjørøye, i motsetning til lenger sør hvor man ikke finner dette fenomenet.

Stasjonær røye, altså røye som ikke vandrer til havet, lever som oftest i innsjøen hele sitt liv. Den gyter også i innsjøen i motsetning til laks og ørret som gyter i rennende vatn. De gyter som hovedregel på grunt vann (1-5 m) på grovt steinsubstrat fra september

til ut oktober. Røye er en altetende fisk som kan ernære seg på alt fra små plankton via bunndyr til fisk. Den gjennomgår ofte et nisjeskift gjennom livet sitt ved at den bytter både leveområde og diett etter hvert som den vokser seg større. Rogna klekker i strandsona på grunt vann og yngelen vandrer relativt fort ned til dypere områder (>15 m) eller *profundalsona* som dette ofte kalles. Røyeunger har tilnavnet parr akkurat som lakseunger og lever da gjerne på dypt vann i 2-3 år hvor de i ly av mørket holder seg skjult for predatorer (rovfisk og dykkende fugl). Her ernærer de seg i hovedsak på krepsdyrplankton, men spiser også små insektlarver og muslinger.

Etter hvert som røya vokser seg større og blir eldre, skifter den fargedrakt og de karakteristiske parrmerkene forsvinner. Den tilpasser seg til et liv i de frie vannmasser (*pelagialsona*) ved å få en mer sølvaktig farge som kamuflerer godt. Her lever den ofte i 2-3 år og har en diett som i hovedsak består av krepsdyrplankton. Når den er 4-6 år gammel vandrer den inn til det mest produktive området i vatnet, strandsona eller *littoralsona*. Røya er nå stor nok til at den er utenfor fare for å bli tatt av fiskespisende fisk og fugl, som også oftest lever i tilknytning til littoralsona. Det er nå de fleste røyer kjønnsmodnes og får den vakre og karakteristiske gytedrakten som røya er kjent for. Den har nå gjerne en diett bestående av energirike og store vannlopper, insektlarver, marflo og snegler, og noen kan også slå over til å beite på fisk. Røya kan gyte mange

ganger i løpet av livet, den produserer relativt mange rognkorn og det er sjelden noen begrensninger når det gjelder gyteplasser i innsjøene. Dette betyr at den ofte danner tette og store bestander på forholdsvis kort tid.

## 5.2 Ørret



Ørret, *Salmo trutta*, (eller også brunørret, aure, børting m.m. - kjært barn har mange navn) finnes utbredt i hele Norge. Fra Europa og Asia har mennesker fraktet meg seg ørreten til mesteparten av verden. Ørreten er tilpasningsdyktig og trives i dag godt i Nord-Amerika, Chile, Argentina, Ny-Zealand, Sør-Afrika, India og Australia i tillegg til store deler av Europa og nordlige Asia. I Norge er den som røya en vestlig innvandrer og har kommet sjøvegen en gang etter siste istid. Den har også fått mye hjelp fra mennesker i sin spredning og finnes i dag stort sett over hele landet. Den er svært populær blant sportsfiskere og som matfisk. I motsetning til sjørøye som bare finnes i de nordligste fylkene, finner man sjøørretbestander utbredt fra sør til nord langs hele vår langstrakte kyst.

Ørret gyter helst på rennende vatn, hvor hunnfisken lager gytegrøp på grovt grussubstrat. Som hovedregel er gytetiden fra oktober til november. Innsjølevende bestander vandrer altså oppstrøms eller nedstrøms til en passende elvestrekning der de kan reproducere. De store hannene ankommer gyteplassene først og for-

svarer territoriet sitt fram til hunnene kommer og gytingen kan begynne. Eggene ligger i elvesubstratet gjennom vinteren og yngelen klekker på våren. I de fleste innsjøbestandene av ørret lever yngelen noen år i elva hvor de er født, slik at de kan vokse seg litt større og dermed være utenfor fare fra alle predatorerne i innsjøen. I elva lever de av insektlarver og overflateinsekter. De vandrer så til innsjøen for å finne mer energirik mat og da finner den ofte sin plass i strandsona, som er det mest produktive leveområdet i innsjøen. Her livnærer de seg blant annet på insektlarver, marflo og snegler, og som mange sportsfiskere vet, tar de ofte overflateinsekter når det er mulig. Ørreten utnytter mange av de samme næringsdyra som røya i strandsona og derfor blir de viktige næringskonkurrenter i innsjøer hvor de opptrer sammen. I de litt større innsjøene går ørreten ofte over på fiskediett når den blir stor nok til å ta fisk. Det er disse ørretene som vokser seg størst og kan bli flere kilo, og som ofte er et ettertraktet bytte for sportsfiskere.

## 5.3 Stingsild



Tre-pigga stingsild, *Gasterosteus aculeatus*, er også en sirkumpolar art med bred utbredelse på den nordlige halvkule. I Norge er den en vestlig innvandrer og er derfor å finne i de vestlige delene av landet vårt. I motsetning til de to andre artene har stingsilda heldigvis ikke vært like populær å flytte på og har derfor en

noe mer sparsom utbredelse. Stingsilda kan bli opptil 10 cm lang. Over hele landet finnes det mange sjøvandrende bestander av tre-pigga stingsild, men den er nok mest kjent fra innsjøer. Som røye gyter stingsilda i selve innsjøen, der hannen bygger reir av plantematerialer og hunnen legger eggene i reiret. Hannen passer så på eggene til yngelen klekker og er klare for å forlate reiret. I de rene innsjøbestandene lever stingsilda for det meste i strandsona og livnærer seg der på mange forskjellige byttedyr som for eksempel insektlarver og dyreplankton. Dette betyr at stingsilda har ganske lik diett som både røya og ørret i strandsona, noe som gjør at selv om stingsilda kan være et viktig

byttedyr for disse fiskeartene, blir den ofte også en viktig næringskonkurrent. Den er svært utsatt for predasjon både fra fugl og fisk, og er i så måte en viktig bestanddel i de økosystemene hvor den opptrer. Denne småvokste fisken er ofte også viktig som parasittspredder ved at den er en viktig predator på mange forskjellige byttedyr i tillegg til å være et like viktig bytte for større predatorer. Dette gjør at den fungerer som mellomvert for mange parasittarter og da spesielt arter som har fugl som sluttvert. Det vil derfor oftest være store negative konsekvenser ved å flytte stingsild til nye vatn, så dette frarådes på det sterkeste (og er også ulovlig!).

## 6. Parasitter hos ferskvannsfisk

Parasitter er en stor og mangfoldig dyregruppe som kjennetegnes ved at de er avhengige av å utnytte andre og vanligvis større dyr - sine verter - både som habitat og matkilde. Vi kjenner i dag til 18 ulike arter av parasitter hos de tre fiskeartene i Takvatn, og de fleste av disse er også vanlig forekommende i lignende innsjøer.

I likhet med frittlevende dyr har hver enkelt parasittart bestemte krav til sitt livsmiljø. Noen er tilpasset et liv utenpå sin fiskevert og kalles gjerne *ektoparasitter*. Disse har vanligvis en enkel livssyklus ved at de smitter direkte fra fisk til fisk, og et eksempel fra Takvatnet er krepsdyret gjellelus (*Salmincola edwardsii*) som finnes på gjellene til røya. Et annet er den bittelille marken *Gyrodactylus arcuatus* på huden hos stingsild, en slektning av den mer beryktede *Gyrodactylus salaris* som er en trussel mot norsk vill-laks. De fleste er imidlertid *endoparasitter* som betyr at de befinner seg et eller annet sted *inni* fiskene. Disse har oftest en såkalt indirekte livssyklus ved at de utnytter flere ulike verter i løpet av livet sitt, og fisk blir vanligvis infisert via beiting på ulike byttedyr. Man kan nærmest si at slike parasitter klatrer oppover i næringskjeden ved å utnytte flere forskjellige dyr som trinn på veien gjennom sine livsstadier. Flere av disse er små og lever sitt liv i det skjulte inni ulike organer og forsvinner dermed ved sløying. Det er imidlertid noen som er større, lett synlige og også kan ha en negativ betydning for utnyttelse av laksefisk til mat. Dette gjelder i første rekke måsemarken som ikke sjelden er å finne i kjøttet på fisken.

### Måsemark og fiskandmark

Disse to nærbeslektede artene av bendelmark har en temmelig lik livssyklus. Forskjellen ligger primært i hvilke sluttverter de kan utnytte. Som navnet tilsier, er måsefugler de viktigste sluttverte for måsemarken (*Diphyllobothrium dendriticum*) ute i naturen, men den kan også infisere bl.a. terne, skjære og hegre. I tillegg er det vist at den faktisk *kan* etablere seg i tarmen hos mennesket i tillegg til andre pattedyr som katt, hund, rev og rotte. Spekteret av sluttverter for fiskandmarken (*Diphyllobothrium ditremum*) er langt mer begrenset og omfatter fiskender, lom og skarv. Det faktum at begge disse parasittene har fugler som sluttverter gjør at de lett spres mellom vann og dermed har en vid utbredelse.



Figur 13. Livssyklus til fiskandmark. (Tegning: Hilde Toften etter J. Hammar)

Eggene fra de voksne markene - opptil 800 000 i døgnet(!) - kommer ut med sluttvertenes avføring og klekker til en liten mikroskopisk, hårkledd larve dersom de havner i vatn. Der myldrer det rundt millioner av *hoppekreps*, noen

millimeterstore grådige rovdyr som ser disse larvene som et fristende måltid. Men tar de en slik larve er det et spørsmål hvem som til syvende og sist spiser hvem, for vel inne i hoppekrepseren slår den lille parasitten tilbake. Den har slett ikke til hensikt å bli mat, men borer seg isteden ut i hoppekrepserens kroppshule og vokser ved å stjele næring fra den. På denne måten fungerer altså hoppekrepserne som første mellomvert for både måse- og fiskandmark.



*Magesekk og deler av tarm fra en stor-ørret dekket av cyster som inneholder larver av måsemark og fiskandmark.*

Fisk som ørret, røye, sik, harr og stingsild tjener som andre mellomvert for de to bendelmarkene og får dem i seg hovedsaklig ved å spise infiserte hoppekrepser. En annen mulighet er at parasittene, og da særlig måsemarken, kan re-etablere seg hos store fiskepisere som eter mange små infiserte byttefisk som for eksempel stingsild. Vel inne i fiskens mage starter de små larvene på en ny indre vandring ved at de borer seg ut gjennom fiskens mage- og tarmvegg. I løpet av denne prosessen blir de fleste innkapslet utenpå innvollene eller i bukhula i de typiske cystene som fisken danner som et forsvar mot inntrengerne, men noen ganger kan særlig måsemarken også påtreffes inni selve fiskekjøttet. Måsemarkens gulhvite cyster er ofte litt

uregelmessige i formen og gjerne et par cm store, mens de med fiskandmark er noe mindre, mer hvitaktige og jevnere runde.

Larvene kan leve i flere år i disse cystene, og dermed kan enkeltfisk akkumulere slike parasitter over lang tid slik at de etter hvert kan bli svært tallrike og et betydelig kvalitetsproblem. Så ligger de der da, larvene, mens de «venter» på at nettopp deres fiskevert skal bli spist av en passende sluttvert som en måse eller en fiskand. Skjer dette, har de endelig lyktes med å komme seg til et nytt «hjem». Ringen er sluttet, og markene kan slå seg ned i fuglenes tarm, bli voksne og produsere egg, og deretter sende sine egne utallige avkom ut på den samme vanskelige ferden de selv har gjennomført.

Som vi skal se, er hoppekrepserne nøkkelarter for overføring av flere ulike bendelmarker til våre ferskvannsfisk. Det er derfor en klar sammenheng mellom i hvor stor grad fisk beiter på disse små krepserdyrene og hvor mange slike parasitter de får. Dette forklarer igjen hvorfor det ofte blir store angrep i overbefolkede fiskevatn. Her er de mest attraktive byttedyrene som for eksempel marflo, snegl, insektlarver og store vannlopper gjerne kraftig nedbeitet slik at fisken på sett og vis tvinges over til å spise de små og mindre næringsrike planktonkrepserne, deriblant hoppekrepser. Dermed blir resultatet en dobbel negativ effekt både ved at fisken får en dårlig vekst og samtidig mange bendelmark.

### Ørretmark og røyemark

To nærstående arter av voksne bendelmark er svært vanlige inni tarmen hos ørret og røye og har derfor

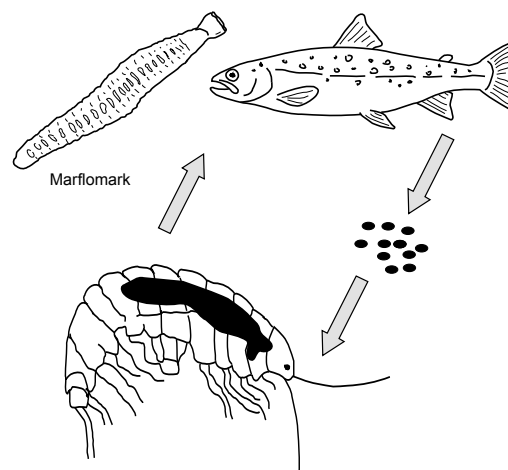
fått navnene ørretmark (*Eubothrium crassum*) og røyemark (*Eubothrium salvelini*) etter disse sluttvertene. Ørretmarken kan kun etablere seg hos ørret og laks, mens røyemarken er mest alminnelig hos røye, men finnes også hos sik og enkelte andre laksefisk bortsett fra laks og ørret. Begge sitter festet med hodet i fiskens blindsekker og med den langstrakte kroppen bakover i tarmen. De to artene er temmelig like, men ørretmarken blir størst og er noe kraftigere bygd. Hos laks kan ørretmarken bli bortimot meteren, mens røyemarken sjelden blir mer enn 20 - 30 cm lang. Livssyklusen kan gjennomføres med bare én mellomvert, og ja, det er hoppekreps som har denne rollen også her. Men i tillegg kan stingsild og abbor være bærere av parasittene slik at større fisk også kan bli infisert ved å ete disse.

Selv om disse markene finnes *inni* fisketarmen, er det nok mange som likevel har sett dem. Når fisk sløyes er det nemlig fort gjort å snitte hull i den delen av tarmen hvor de sitter, og skjer det, vil de gulhvite markene nærmest velte ut og er vanskelige å overse. Da får trøsten være at de ikke kan smitte mennesker, og fisken er dermed like god som mat.

### Marflomark

Voksne marflomark (*Cyathocephalus truncatus*) kan finnes i tarmen hos mange forskjellige ferskvannsfisk, men er oftest påvist hos ørret og røye. Navnet har den fått etter sin eneste mellomvert, marfloa, hvor parasitten vokser til en kraftig larve som er nesten like stor som verten. Hos fisken sitter denne bendelmarken godt festet med en trompetformet sugeskopp i blindsekkene, og den blir ikke lenger enn 2 - 3 cm. Der lever den et par måneder

mens den produserer egg som kommer ut av fisketarmen og faller ned på bunnen hvor marflo kan få dem i seg når de beiter på små næringspartikler.



Figur 14. Livssyklusen til marflomarken, øverst til venstre vises et voksent eksemplar av parasitten som lever i fisken. Larven i marflo (markert med svart i marfloa) er på samme størrelse som det voksne individet (2-3cm) i fisken.

Markene har en negativ innvirkning på fiskenes trivsel, og det er vist at de kan ta livet av småørret. Det er derfor svært uheldig å få denne parasitten inn i et godt fiskevann, og av denne grunnen bør man unngå å overføre fisk eller marflo fra vann til vann. Marflomarken er ellers helt ufarlig for mennesker.

### Stingsildmark

Når man betrakter en stim med stingsild som svømmer langs land, kan man ofte se at mange er svært oppsvulmete i buken. Dette skyldes høyst sannsynlig angrep av en hvit, leddet og kraftig utviklet bendelmarklarve, og det synes å være en utbredt misoppfatning at dette er måsemark. Det dreier seg imidlertid om en helt annen art, nemlig stingsildmarken (*Schistocephalus solidus*). Disse parasittene har fiskepisende fugl som sluttverter, hoppe-



kreps er atter første mellomvert og stingsild er andre mellomvert.



*Ei ulykksalig stingsild med seks individer av stingsildmark som har levd i bukula og «fortært» stingsilda fra innsiden.*

Hos stingsilda vokser larvene så mye at de kan bli omtrent like lange som verten sin, og ofte sprekker de små fiskene slik at markene kommer ut i vannet hvor de kan leve et par døgn. Fugler blir infisert ved å ete infiserte stingsild eller frie larver i vannet, og det er vist at stingsild med parasitten er mer utsatt for å bli spist av sluttverte enn de uten. Parasittens tilstedeværelse påvirker rett og slett fiskens adferd slik at den lettere blir spist av fugl, og dermed øker også sjansen for at stingsildmarken kommer seg inn i sluttverten sin. Samtidig kan dette også bidra til at fugl blir infisert av både måse- og fiskandmark siden stingsilda også er bærer av disse.

### Svømmeblæreorm

Svømmeblæreorm (*Cystidicola farionis*) tilhører en gruppe dyr som kalles rundormer (nematoder). De voksne hunnene og hannene finnes i svømmeblæra hos røye og noen få andre arter, men ikke hos ørret. Hunnene legger eggene i åpningen mellom svømmeblæra og fiskens svelg, og derfra føres de gjennom tarmkanalen og kommer ut med fiskens avføring. Flere arter av krepsdyr kan være mellomvert, men marfloa er nok

den viktigste i våre innsjøer. Blir et egg spist av ei marflo, klekkes det og utvikles til en larve, og blir marfloa spist av ei røye er ringen sluttet. Larven kryper fra magen og inn i fiskens svømmeblære og utvikler seg til det voksne stadiet. Svømmeblæreormen lever oftest lenge i fisken, og det kan derfor i noen tilfeller bli store ansamlinger av mark i svømmeblæra. Vi har i enkelte tilfeller funnet flere tusen ormer i én fisk. Da er det trangt om plassen i svømmeblæra som gjerne er kraftig utspilt, betent og væskefylt, og sikkert også har mistet sin trykkregulerende funksjon slik at fisken kan få problemer med å bevege seg opp og ned i vatnet.



*Mellomverten marflo til venstre, til høyre en punktert svømmeblære og de voksne svømmeblæreormene som tyter ut.*

### Forebyggende tiltak

Selv om nesten alle parasittene hos våre ferskvannsfisk er helt ufarlige for mennesker, så kan de virke uappetittlige og forringe fiskens verdi som mat. Parasittene har også oftest en negativ innvirkning på verten sin for eksempel ved at fisken vokser dårligere eller i sjeldne tilfeller fører til stor dødelighet. Det er derfor ønskelig å begrense spredningen og redusere forekomsten av parasitter, og forebyggende tiltak er i denne sammenhengen viktige.

For det første bør man unngå overføring av både fisk og næringsdyr mellom vassdrag og innsjøer da dette også fort kan spre parasitter. I tillegg er det svært viktig å grave ned eller brenne fiskeavfall slik at man unngår at parasitter spres til fugl eller andre sluttverter. Som vi har sett, er mange plagsomme parasitter mest utbredt i overbefolkede fiskevatn, dels som et resultat av at smittefaren gjerne øker med økt fisketetthet. Studiene våre har

vist at kultivering av slike vatn gjennom hardt uttynningsfiske også kan redusere problemet særlig m.h.t. slike som overføres med hoppekreps (se kapittel 3.7). Men parasittene er samtidig også en naturlig (og fascinerende) del av ethvert økosystem, så helt kvitt dem blir vi nok ikke. Da er det jo greit å vite at både skikkelig nedfrysing, steiking, koking og raking tar livet av alle parasittene som er omtalt her, og dermed er fisken helt ufarlig å spise.



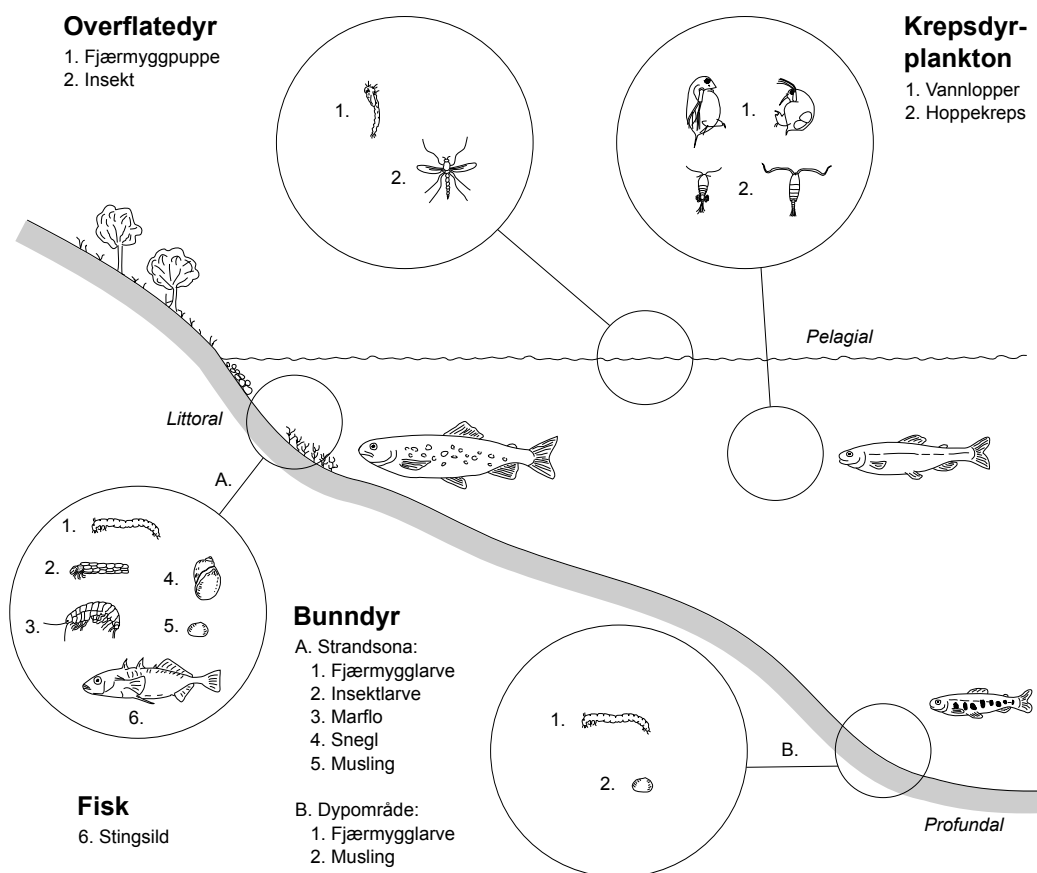
*Innsamling av diverse dyr i strandsona - konsentrerte og engasjerte biologer i arbeid kan bli et humoristiske motiv.*

## 7. Innsjøen som økosystem

Innsjøen kan i stor grad ses på som et avgrenset økosystem, nærmest som en øy av vann i omkringliggende landmasser. Det er mange og tette interaksjoner mellom organismene i vannet, men også noen koblinger til landområdene rundt. Innsjøer er dermed særlig velegnet til økologiske studier og storskala eksperimenter, og mange økologiske teorier er blitt utviklet med innsjøen som modell-system.

I innsjøen finnes det tre primære leveområder, og disse byr på forskjellige miljøer og dermed også ulike byttedyr for fisk (figur 15). *Profundalsona*, dypområdene, er de

fattigste områdene i innsjøen. Her finnes kun et fåtall byttedyr, oftest fjærmygglarver og små muslinger. På tross av den dårlige tilgangen på mat bruker likevel småørya i Takvatnet profundalsona, mest sannsynlig for å unngå næringskonkurransen og predasjon fra større fisk. I *pelagialsona*, de frie vannmasser, beiter fisk på små krepsdyrplankton (vannlopper og hoppekreps) og overflateinsekter. Det kan til tider være store mengder av slike smådyr som kan gi gode næringsforhold for fiskearter som røye og stingsild. Men på grunn av sin små størrelse er krepsdyrplankton sjelden særlig egnet som mat for større fisk.



Figur 15. De viktigste leveområdene og næringsdyrene for fisk i Takvatn.

Strandsona, littoralen, er det mest produktive området i innsjøen og byr på mange typer bunndyr som insektlarver, større krepsdyr, snegl og muslinger. Littoralen er derfor det mest gunstige området med tanke på mattilgang, og det er også her at ørret og voksen røye i Takvatnet i hovedsak oppholder seg. I tillegg til disse tre hovedgruppene av byttedyr (dyreplankton, overflatedyr, bunndyr), kan stor røye og ørret også spise stingsild og smårøye.



Innsamling av bunndyr i strandsona på Takvatnet.

Som vi har lest og lært, er det ikke bare røye- og ørretpopulasjonene som har blitt sterkt påvirket av uttynningsfisket i Takvatnet. Det har også skjedd store endringer i hele økosystemet i innsjøen. Vi har for eksempel dokumentert betydelige endringer i samfunnet av dyreplankton som følge av lavere beitepress etter at de tidligere store mengdene av pelagial røye nå er borte fra innsjøen. Fra å ha vært dominert av små arter som *Bosmina*, *Cyclops* og

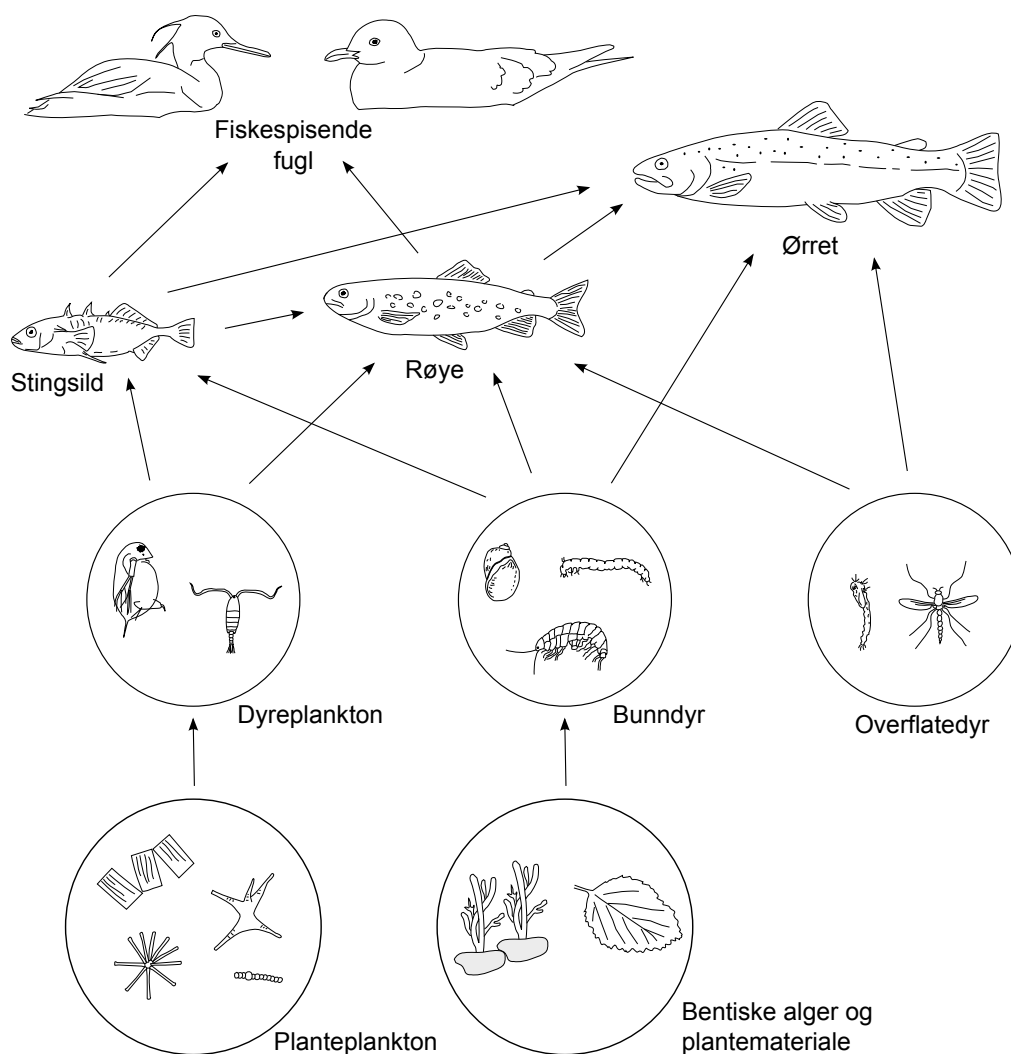
*Eudiaptomus*, har vi nå et annerledes og mer artsrikt samfunn der større arter (*Daphnia*, *Heterocope*, *Bythotrephes*) er godt representert. Fordelen med disse er at de utgjør større matpakker for fisken, samtidig som de ikke overfører noen parasitter slik de små hoppekrepsene gjør. For å få innsikt i mekanismene bak de store endringene som har skjedd etter uttynningsfisket i Takvatnet, har det derfor vært viktig å skaffe kunnskap også om andre deler av økosystemet enn bare fisk.

Gjennom kontinuerlige undersøkelser fra før uttynningsfisket og frem til i dag har ikke kun bestandene av ørret og røye, men også fysisk-kjemiske faktorer, dyreplankton, stingsild, bunndyr og hekkende fugler vært overvåket. I tillegg har vi enkelte år samlet inn informasjon om mange andre grupper av dyr og planter i vatnet, som for eksempel planteplankton, planter, påvekstalg, parasitter, hjuldyr og bentiske småkreps. Derfor er vi nå i stand til å sette sammen de vanligst forekommende artene i et såkalt næringsnett; et komplisert nettverk som viser hvem som spiser hvem i Takvatnet.

Innsjøenes næringsnett kan vanligvis deles inn i en pelagisk og en bentisk næringskjede, der planteplankton, bentiske alger og planter samt innfallent lauv fra land danner grunnlaget for videre produksjon (Figur 16). I den pelagiske næringskjeden blir planteplankton spist av forskjellige arter av krepsdyrplankton som så blir spist av fisk. I den bentiske næringskjeden er alger, vannplanter og lauv viktig næring for mange forskjellige arter av insektlarver, snegl og krepsdyr. Disse

er i sin tur viktige næringsdyr for fisk. I tillegg til næring fra den pelagiske og bentiske kjeden, er også overflatedyr viktig føde for ørret og røye i Takvatn. Dette er ofte landinsekter som dermed tilfører næring til innsjøen fra økosystemer på land. Fisk som røye og ørret vil spise fra disse ulike næringskjedene og dermed koble dem sammen til et helhetlig næringsnett. På toppen av dette finner vi predatorer som stor ørret og fiskespisende fugl som måser og fiskender. Figur 16 viser et svært forenklet næringsnett for Takvatnet der mange arter er slått sammen til

grupper. Et næringsnett med alle de vanligste artene blir fort veldig komplekst og vanskelig å tegne da det for Takvatnet inneholder ca. 130 frittlevende arter og nærmere 3000 koblinger mellom disse. I tillegg arbeider vi nå med å inkludere de omlag 50 parasittartene som infiserer mange av de frittlevende dyrene i det totale næringsnettet, der parasittene som blir overført til fisk og fugl via deres ulike byttedyr er spesielt viktige. Dette vil bli det første komplette næringsnettet for en subarktisk innsjø der også parasittene er inkludert.



Figur 16. Forenklet næringsnett for Takvatnet som viser hvordan forskjellige næringskilder (plantep plankton, bentiske alger og plantemateriale) blir koblet sammen av fisk og fugl høyere opp i næringskjeden.

Med det komplette næringsnett for Takvatnet på plass vil vi kunne vurdere hvor tett organismene i de tre leveområdene i innsjøen (littoral, pelagial, profundal) er knyttet til hverandre gjennom ulike interaksjoner. Røya er den eneste fiskearten som vi fanger regelmessig i alle leveområdene. Den er dermed eksempel på en art som har mange koblingspunkter i næringsnett, og derfor er viktig for å knytte sammen de forskjellige leveområdene og næringskjedene i innsjøen. Røye og stingsild er også sentrale for spredningen av parasitter i næringsnett. I likhet med stingsilda spiser små røye mye dyreplankton og små bunndyr av ulike slag, og de blir selv spist av ørret, stor røye og fiskepisende fugl. Både smårøya og stingsilda vil derfor ofte få i seg mange ulike parasitter, særlig fra hoppekreps, og vil dermed også kunne transportere

enkelte arter som f. eks. fiskandmark og måsemark i stort antall til predatorfisk og fiskepisende fugl. Slike sentrale arter som røye er viktige å identifisere for å forstå hvordan endringer kan forplante seg gjennom økosystemet, fra en del til en annen. I teoretiske analyser av næringsnett fra Takvatnet er det også mulig å fjerne de to introduserte fiskeartene røye og stingsild for å rekonstruere hvordan næringsnett der kan ha sett ut den gangen det var et reint ørretvann. Foreløpige analyser viser at utsettingen av disse to artene har ført til store endringer i næringsnett, blant annet ved at minst åtte nye arter av fiskeparasitter også har kommet inn i vatnet. Dette og de øvrige erfaringene fra Takvatnet viser til fulle hvor viktig det er å tenke helhetlig når man skal forvalte eller ønsker å gjøre ei kultivering av et fiskevatn.

## 8. Publikasjoner og avhandlinger fra Takvatnprosjektet

### *Vitenskapelige publikasjoner i internasjonale fagtidsskrifter*

#### 2010-2015

- Ali, A.K., Primicerio, R. & Folstad, I. 2014. Female morphology and male mating success in the calanoid copepod, *Eudiaptomus graciloides*. J. Plank. Res. 36, 1216-1223. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/fbu061>
- Amundsen, P-A., Lafferty, K.D., Knudsen, R., Primicerio, P., Kristoffersen, R., Klemetsen, A. & Kuris, A.M.. 2013. New predators and parasites follow the introduction of two fish species to a subarctic lake: implications for food-web structure and functioning. Oecologia 171, 993-1002. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00442-012-2461-2>
- Eloranta, A.P., Kahilainen, K.K., Amundsen P-A., Knudsen, R., Harrod, C. & Jones, R.I. 2015. Lake size and fish species richness determine resource use by top consumers in subarctic lakes. Ecology and Evolution (2015), DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/ece3.1464>.
- Eloranta, A., Knudsen, R. & Amundsen, P-A. 2013. De-coupling of food webs associated with interspecific and intraspecific niche segregation of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) coexisting with brown trout (*Salmo trutta*) in subarctic lakes. Freshw. Biol. 58, 207–221. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/fwb.12052>
- Klemetsen, A. 2010. The charr problem revisited: exceptional phenotypic plasticity promotes ecological speciation in postglacial lakes. Freshwater Reviews 3, 49-74. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/iroh.200911199>
- Klemetsen, A. & Elliott, J. M. 2010. Spatial distribution and diversity of macroinvertebrates on the stony shore of a subarctic lake. Internat. Rev. Hydrobiol. 95, 190–206. DOI: <http://dx.doi.org/10.1002/iroh.200911199>
- Klemetsen, A. & Knudsen, R. 2013. Diversity and abundance of water birds in a subarctic lake during three decades. Fauna norvegica 33, 21-27. DOI: <http://dx.doi.org/10.5324/fn.v33i0.1584>
- Knudsen, R., Johnsen, H., Sæther, B.S. & Siikavuopio, S.I. 2015. Divergent growth patterns between juveniles of two sympatric Arctic charr morphs with contrasting depth gradient niche preferences. Aquat. Ecol. 48, 313–320. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10452-015-9502-y>
- Knudsen, R., Siwertsson, A., Adams, C.E., Newton, J. & Amundsen, P-A. 2014. Similar patterns of individual niche use are revealed by different time-integrated trophic tracers (stable isotopes and parasites). Ecol. Freshw. Fish 23, 259–268. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/eff.12074>
- Knudsen, R., Siwertsson, A., Adams, C., Garduño-Paz, M., Newton, J. & Amundsen, P.-A. 2011. Temporal stability of niche use exposes sympatric Arctic charr to alternative selection pressures. Evol. Ecol. Evol. Ecol. 25, 589-604. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10682-010-9451-9>
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. 2010. Arctic charr in sympatry with burbot - ecological and evolutionary consequences. Hydrobiologia 650, 45-54. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-009-0077-2>
- Knudsen, R., Primicerio, R., Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. 2010. Temporal stability of individual feeding specialization may promote speciation. J. Anim. Ecol. 79, 161-168. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2656.2009.01625.x>
- Kuhn, J.A., Jakobsen, J., Kristoffersen, R., Marcogliese, M.J., Locke, S., Primicerio, R., Knudsen, R. & Amundsen, P.-A. 2015. Parasite communities of two three-spined stickleback populations in subarctic Norway - effects of a small spatial-scale host introduction. Parasitol. Res. 114, 1327–1339. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00436-015-4309-2>
- Mousavi, K.S. & Amundsen, P.-A. 2012. Seasonal variations in the profundal Chironomidae (Diptera) assemblage of a subarctic lake. Bor. Env. Res. 17, 102-112.
- Persson, L., Amundsen, P-A., De Roos, A., Knudsen, R., Primicerio, R. & Klemetsen, A. 2013. Density dependent interactions in an Arctic char-brown trout system - competition, predation, or both? Can. J. Fish. Aquat. Sci. 70, 610-616. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/cjfas-2012-0175>

- Siikavuopio, S.I., Sæther, B-S., Johnsen, H., Evensen, T. & Knudsen, R. 2014. Temperature preference of juvenile Arctic charr originating from different thermal environments. *Aquat. Ecol.* 48, 313–320. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10452-014-9485-0>
- Siikavuopio, S.I., Knudsen, R. & Amundsen, P.-A. 2010. Growth and mortality of Arctic charr and European whitefish reared at low temperatures. *Hydrobiologia* 650, 255-263. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10750-010-0192-0>
- Skoglund, S., Knudsen, R. & Amundsen, P.-A. 2013. Selective predation on zooplankton by pelagic Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, in six subarctic lakes. *J. Ichthyol.* 53, 849–855. DOI: <http://dx.doi.org/10.1134/S003294521310010X>
- Thieltges, D.W., Amundsen, P.-A., Hechinger, R.F., Johnson, P.T.J., Lafferty, K.D., Mouritsen, K.N., Preston, D.L., Reise, K., Zander, C.D. & Poulin, R. 2013. Parasites as prey in aquatic food webs: implications for predator infection and parasite transmission. *Oikos* 122, 1473–1482. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0706.2013.00243.x>

## 2005-2009

- Ali, K.A., Primicerio, R., Folstad, I., Liljedal, S., Berge, J. 2009. Morphological correlates of mating frequency and clutch size in wild caught *Eudiaptomus graciloides* (Copepoda: Calanoida). *J. Plank. Res.* 31, 389-397. DOI: <http://dx.doi.org/10.1093/plankt/fbn130>
- Amundsen, P.-A. & Knudsen, R. 2009. Winter ecology of Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) and brown trout (*Salmo trutta*) in a subarctic lake. *Aquat. Ecol.* 43, 765-775. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10452-009-9261-8>
- Amundsen, P.-A., Lafferty K, Knudsen R, Primicerio R, Klemetsen A & Kuris AM. 2009. Foodweb and parasites in the pelagia of a subarctic lake. *J. Anim. Ecol.* 78, 563-572. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2656.2008.01518.x>
- Amundsen, P.-A., Knudsen, R. & Klemetsen, A. 2008. Seasonal and ontogenetic variations in resource use by two sympatric Arctic charr morphs. *Env. Biol. Fish.* 83, 45-55. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-007-9262-1>
- Amundsen, P.-A., Knudsen, R. & Klemetsen, A. 2007. Intraspecific competition and density dependence of food consumption and growth in Arctic charr. *J. Anim. Ecol.* 76, 149-158. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2656.2006.01179.x>
- Klemetsen, A., Knudsen, R., Primicerio, R. & Amundsen, P.-A. 2006. Divergent, genetically based feeding behaviour of two sympatric Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), morphs. *Ecol. Freshw. Fish.* 15, 350-355. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.2006.00128.x>
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A., Jobling, M. & Klemetsen, A. 2008. Differences in pyloric caeca morphology between Arctic charr ecotypes: adaptation to trophic specialisation or parasite-induced phenotypic modifications? *J. Fish. Biol.* 73, 275-287. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2008.01934.x>
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A., Nilsen, R. Kristoffersen, R. & Klemetsen, A. 2008. Food borne parasites as indicators of trophic segregation between Arctic charr and brown trout. *Env. Biol. Fish.* 83, 107-116. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10641-007-9216-7>
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A., Jobling, M. & Klemetsen, A. 2007. Contrasting niche-based variation on the trophic morphology within Arctic charr populations. *Evol. Ecol. Res.* 9, 1005-1021.
- Knudsen, R., Klemetsen, A., Amundsen, P.-A. & Hermansen, B. 2006. Incipient speciation through niche expansion: an example from the Arctic charr in a subarctic lake. *Proc. Roy. Soc. B* 273, 2291-2298. DOI: <http://dx.doi.org/10.1098/rspb.2006.3582>
- Persson, L., Amundsen, P.-A., De Roos, A.M., Klemetsen, A., Knudsen, R. & Primicerio, R. 2007. Culling prey promotes predator recovery – alternative states in a whole-lake experiment. *Science* 316, 1743-1746. DOI: <http://dx.doi.org/10.1126/science.1141412>
- Primicerio, R., Rossetti, G., Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. 2006. Impact of climate change on Alpine and Arctic lakes: effects on phenology and community dynamics. In: *Arctic Alpine Ecosystems and People in a Changing Environment* (J.B. Ørbæk et al., eds.). Springer Verlag, Berlin, 51-70.



## 2000-2004

- Amundsen, P.-A., Knudsen, R., Kuris, A.M. & Kristoffersen, R. 2003. Seasonal and ontogenetic dynamics in trophic transmission of parasites. *Oikos* 102, 285-293. DOI: <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.12182.x>
- Elliott, J. M. & Klemetsen, A. 2002. The upper critical thermal limits for alevins of Arctic charr from a Norwegian lake north of the Arctic circle. *J. Fish Biol.* 60, 1338-1341. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.2002.1934>
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Dempson, B., Jonsson, B., Jonsson, N., O'Connell, M.F. & Mortensen, E. 2003. Atlantic salmon *Salmo salar* L., brown trout *Salmo trutta* L. and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.): a review of aspects of their life histories. *Ecol. Freshw. Fish* 12, 1-59. DOI: <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0633.2003.00010.x>
- Klemetsen, A., Knudsen, R., Staldvik, F.J. & Amundsen, P.-A. 2003. Habitat, diet and food assimilation of Arctic charr under the winter ice in two subarctic lakes. *J. Fish Biol.* 62, 1082-1098. DOI: <http://dx.doi.org/10.1046/j.1095-8649.2003.00101.x>
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Grotnes, P.E., Knudsen, R., Kristoffersen, R. & Svenning, M.-A. 2002. Takvatn through 20 years: long-term effects of an experimental mass removal of charr *Salvelinus alpinus* from a large subarctic lake. *Env. Biol. Fishes* 64, 39-47. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016062421601>
- Klemetsen, A., Elliott, J. M., Knudsen, R. & Sørensen, P. 2002. Evidence for genetic differences in the offspring of two sympatric morphs of arctic charr. *J. Fish Biol.* 60, 933-950. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.2002.1905>
- Knudsen, R., Curtis, M.A. & Kristoffersen, R. 2004. Aggregation of helminths: the role of feeding behaviour of fish hosts. *J. Parasitol.* 90, 1-7. DOI: <http://dx.doi.org/10.1645/GE-3184>
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. 2002. Parasite-induced host mortality: indirect evidence from a long-term study. *Env. Biol. Fishes* 64, 257-265. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1016058304762>
- Knudsen, R., Gabler, H.-M., Kuris, A.M. & Amundsen, P.-A. 2001. Selective predation on parasitised prey - a comparison between two helminth species with different life history strategies. *J. Parasitol.* 87, 941-945. DOI: [http://dx.doi.org/10.1645/0022-3395\(2001\)087\[0941:SPOPPA\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1645/0022-3395(2001)087[0941:SPOPPA]2.0.CO;2)
- Primicerio, R. 2003. Size-dependent habitat choice in *Daphnia galeata* Sars and size-structured interactions among zooplankton in a subarctic lake (lake Lombola, Norway). *Aquatic Ecol.* 37: 107-122. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1023942931825>
- Primicerio, R. 2000. Seasonal changes in vertical distribution of zooplankton in an oligotrophic, subarctic lake (lake Takvatn, Norway). *Limnologica* 30, 301-310. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0075-9511\(00\)80021-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0075-9511(00)80021-3)
- Westgaard, J.I., Klemetsen, A. & Knudsen, R. 2004. Genetic differences between two sympatric morphs of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) confirmed by microsatellite DNA. *J. Fish Biol.* 65, 1185-1191. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.2004.00524.x>

## 1995-1999

- Amundsen, P.-A. 1995. Feeding strategy of Arctic charr: general opportunist, but individual specialist. *Nordic J. Freshw. Res.* 71, 150-156.
- Amundsen, P.-A., Gabler, H.-M. & Staldvik, F.J. 1996. A new method for graphical analysis of feeding strategy from stomach contents data. *J. Fish Biol.* 48, 607-614. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01455.x>
- Amundsen, P.-A., Kristoffersen, R., Knudsen & Klemetsen, A. 1997. Infestation of *Salmincola edwardsii* (Copepoda: Lernaepodidae) in an age-structured population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)) - a long-term study. *J. Fish Biol.* 51, 1033-1046. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.1997.0511>
- Amundsen, P.-A., Siikavuopio, S. & Christensen, G. 1997. Significance and temporal persistence of individual specialization in cannibalistic Arctic charr, *Salvelinus alpinus*. *Nordic J. Freshw. Res.* 73, 28-34.
- Amundsen, P.-A., Svenning, M.-A. & Siikavuopio, S. 1999. An experimental comparison of cannibalistic response in different Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) stocks. *Ecol. Freshw. Fish* 8, 43-48. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.1999.tb00051.x>

- Brønseth, T. & Folstad, I. 1997. The effect of parasites on courtship dance in threespine stickleback: more than meets the eye? *Can. J. Zool.* 75, 589–594. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/z97-073>
- Jørgensen, L. & Klemetsen, A. 1995. Food resource partitioning of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.) and three-spined stickleback, *Gasterosteus aculeatus* L., in the littoral zone of Takvatn in northern Norway. *Ecol. Freshw. Fish* 4, 77-84. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1600-0633.1995.tb00120.x>
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Knudsen, R. & Hermansen, B. 1997. A profundal, winter-spawning morph of arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in Fjellfrøsvatn, North Norway. *Nordic J. Freshw. Res.* 73, 13-23.
- Klemetsen, A. & Dahl-Hansen, G.A.P. 1995. Disruption of the ontogenetic habitat shift pattern in a population of arctic charr *Salvelinus alpinus* as a result of intensive fishing. *Nord. J. Freshw. Res.* 71, 324-332.
- Knudsen, R., Kristoffersen, R. & Amundsen, P.-A. 1997. Parasite communities in two sympatric morphs of Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in northern Norway. *Can. J. Zool.* 75, 2003-2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/z97-833>
- Knudsen, R., Klemetsen, A. & Staldvik, F. 1996. Parasites as indicators of individual feeding specialization in arctic charr during winter in northern Norway. *J. Fish Biol.* 48, 1256-1265. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1996.tb01819.x>
- Knudsen, R. 1995. Relationships between habitat, prey selection and parasite infection in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*). *Nordic J. Freshw. Res.* 71, 333-344.
- Primicerio, R. & Klemetsen, A. 1999. Zooplankton seasonal dynamics in the neighbouring lakes Takvatn and Lombola (Northern Norway). *Hydrobiol.* 411, 19-29. DOI: <http://dx.doi.org/10.1023/A:1003823200449>

## 1990-1994

- Amundsen, P.-A. 1994. A simplified sampling procedure for field estimation of food consumption of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.). *J. Fish Biol.* 44, 178-180. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.1994.1017>
- Amundsen, P.-A. 1994. Piscivory and cannibalism in Arctic charr. *J. Fish Biol.* 45 (Suppl. A), 181-190. DOI: <http://dx.doi.org/10.1006/jfbi.1994.1222>
- Amundsen, P.-A., Klemetsen, A. & Grotnes, P. 1993. Rehabilitation of a stunted population of Arctic charr by intensive fishing. *North Am. J. Fish. Mgmt.* 13, 483-491. DOI: [http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675\(1993\)013<0483:ROASPO>2.3.CO;2](http://dx.doi.org/10.1577/1548-8675(1993)013<0483:ROASPO>2.3.CO;2)
- Dahl-Hansen, G.A.P., Rubach, S. & Klemetsen, A. 1994. Selective predation by pelagic arctic char on crustacean plankton in Takvatn, northern Norway, before and after mass removal of arctic char. *Trans. Am. Fish. Soc.* 123, 385-394.
- Folstad, I., Hope, A.M., Karter, A. & Skorping, A. 1994. Sexually selected color in male sticklebacks: a signal of both parasite exposure and parasite resistance? *Oikos* 69, 511-515. DOI: <http://dx.doi.org/10.2307/3545863>
- Giæver, A., Klemetsen, A. & Halvorsen, O. 1991. Infection of *Cystidicola farionis* Fischer (Nematoda:Spiruroidea) in the swimbladder of arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from Takvatn, North Norway. *Nord. J. Freshw. Res.* 66, 63-71.
- Klemetsen, A., Muladal, H. & Amundsen, P.-A. 1992. Diet and food consumption of young, profundal Takvatn char. *Nordic J. Freshw. Res.* 67, 35-44.
- Knudsen, R. & Klemetsen, A. 1994. Infection of *Diphyllbothrium dendriticum* and *D. ditremum* (Cestoda) and *Cystidicola farionis* (Nematoda) in a North Norwegian population of arctic charr (*Salvelinus alpinus*) during winter. *Can. J. Zool.* 72, 1922-1930. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/z94-261>
- Svenning, M.-A. & Grotnes, P.E. 1991. Stationarity and homing ability of landlocked Arctic charr. *Nordic J. Freshw. Res.* 66, 36-43.

## Før 1990

- Amundsen, P.-A. 1989. Effects of intensive fishing on food consumption and growth of stunted arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.) in Takvatn, northern Norway. *Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol.* 1, 265-278.

- Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. 1988. Diet, gastric evacuation rates and food consumption in a stunted population of Arctic charr (*Salvelinus alpinus* L.) in Takvatn, northern Norway. J. Fish Biol. 33, 697-709. DOI: <http://dx.doi.org/10.1111/j.1095-8649.1988.tb05515.x>
- Amundsen, P.-A. & Klemetsen, A. 1986. Within-sample variabilities in stomach contents weight of fish – implications for field studies of consumption rate. In: Contemporary Studies on Fish Feeding (C. A. Simenstad & G. M. Cailliet, eds.), pp. 307-314. Dordrecht: Dr W. Junk.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Muladal, H., Rubach, S. & Solbakken, J. I. 1989. Habitat shifts in a dense, resident Arctic charr population. Physiol. Ecol. Japan, Spec. Vol. 1, 187-200.
- Klemetsen A 1984. The Arctic charr speciation problem as seen from northern Norway. pp 65-77 in Johnson L & Burns B (eds) Biology of the Arctic charr, Winnipeg.
- Ringø, E., Kristoffersen, R. & Nilsen, B. 1988. Wild and hatchery-reared landlocked Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), from Lake Takvatn, reared in fresh and seawater – content of free amino acids and ninhydrin-positive substances. Aquaculture 74, 359-367. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486\(88\)90380-8](http://dx.doi.org/10.1016/0044-8486(88)90380-8)

## Artikler fra internasjonale symposier, workshops, m.m.

- Amundsen, P.-A. 1999. Changes in food consumption of Arctic charr during the stock depletion experiment in Takvatn. Proc. Eight and Ninth ISACF Workshop on Arctic char, ISACF Information Series 7, 9-11.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Grotnes, P., Knudsen, R., Kristoffersen, R. & Svenning, M.-A. 1999. Long-term development of the Arctic charr *Salvelinus alpinus* of Takvatn: a preliminary report. Proc. Eight and Ninth ISACF Workshop on Arctic char, ISACF Information Series 7, 131-134.
- Knudsen, R., Kristoffersen, R. & Amundsen, P.-A. 1999. The long-term dynamics of the interactions between Arctic charr and the nematode parasite *Cystidicola farionis* after fish stock reduction in Lake Takvatn, northern Norway. Proc. Eight and Ninth ISACF Workshop on Arctic char, ISACF Information Series 7, 135-140.
- Amundsen, P.-A., Siikavuopio, S., Svenning, M.-A. & Christensen, G. 1998. Cannibalistic responses in Arctic charr – individual and population differences. Proc. Seventh ISACF Workshop on Arctic char, ISACF Information Series 6, 5-11.
- Klemetsen, A., Grotnes, P., Amundsen, P.-A., Svenning, M.-A., Kristoffersen, R., Dahl-Hansen G.A.P. & Knudsen, R. 1998. The emergence of ferrox trout *Salmo trutta* in Takvatn, North Norway – an ecological result of the mass removal of charr *Salvelinus alpinus*. Proc. Seventh ISACF Workshop on Arctic Char, ISACF Information Series 6, 65-70.
- Amundsen, P.-A., Klemetsen, A. & Grotnes, P. 1991. Rehabilitation of a stunted population of Arctic charr by intensive fishing - a synopsis. Proc. Sixth ISACF Workshop on Arctic Char, ISACF Information Series 5, 13-17.
- Klemetsen A 1991. Countercurrent postglacial invasion of Arctic charr to North Norway? ISACF Proc. 5, 103-107.
- Amundsen, P.-A. 1987. Food and feeding in a population of stunted Arctic charr: Preliminary effects of an intensive fishing programme. Proc. Fourth ISACF Workshop on Arctic Char, ISACF Information Series 6, 9-14.
- Kristoffersen, R. 1987. *Diphyllbothrium* in Lake Takvatn charr. ISACF Proc. 4, 93-98.
- Kristoffersen, R., Klemetsen, A. & Halvorsen, O. 1985. The abundance and distribution of *Diphyllbothrium dendriticum* (Nitzsch) and *D. ditremum* (Creplin) in char (*Salvelinus alpinus* (L.)) in Lake Takvatn, North-Norway. Proc. 12th Scand. Symp. Parasitol. Information 18: 35. Inst. Parasitol. Åbo Akademi, Finland.
- Klemetsen A 1983. Takvatn charr studies. ISACF Proc. 2, 76-90.
- Klemetsen A 1980. The arctic charr of North Norway, including Bear Island. ISACF Proc. 1, 33-36.

## Populærvitenskapelige artikler

- Amundsen, P.-A. & Kristoffersen, R. 2008. Anders Klemetsen – en pioner i nordnorsk fersvannsforskning. *Ottar* 5-08: 3 - 5 (Tromsø Museum).
- Knudsen, R., Amundsen, P.-A., Kristoffersen, R., Primicerio, R., Dalsbø, L. & Evjen, J. 2008. Takvatn-prosjektet - vellykket kultiverings- og forskningssamarbeid. *Ottar* 5-08: 14 - 21 (Tromsø Museum).
- Knudsen, R., Siwertsson, A. & Amundsen, P.-A. 2008. Darwins fisker? Spennende evolusjon hos røye og sik. *Ottar* 5-08: 22 - 29 (Tromsø Museum).
- Kristoffersen, R., Amundsen, P.-A. & Knudsen, R. 2008. Ferskvann og ferskvannsfisk i Nord-Norge. *Ottar* 5-08: 6 - 13 (Tromsø Museum).
- Kristoffersen, R., Knudsen, R. & Amundsen, P.-A. 2008. Fiskeparasitter. *Ottar* 5-08: 61 - 68 (Tromsø Museum).

- Klemetsen, A. & Amundsen, P.-A. 2000. Fiskesamfunn i nord-norske innsjøer. s. 89-101 i: Fisk i Ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning (Borgstrøm, R. & Hansen, L.P., red.). Landbruksforlaget, Oslo.
- Amundsen, P.-A. 1995. Røye som fiskepredator og kannibal. s. 100-108 i: Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting (Jonsson, B., Borgstrøm, R. & L'Abée-Lund, J.H., red.).
- Klemetsen, A., Grotnes, P., Amundsen P.-A. & Svenning M. 1995. Tette røyebestander kan forbedres. s. 190-197 i Borgstrøm R, Jonsson B & L'Abée-Lund JH (red.) Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting. Sluttrapport fra forskningsprogrammet "Fiskeforsterkingstiltak i norsk vassdrag" FFT. Norges Forskningsråd, Oslo.
- Amundsen, P.-A. 1994. Røya - en effektiv fiskepredator og kannibal. i: Fiskesymposium 1994; seminarrapport fra Energiforsynings Fellesorganisasjon, 165-177.
- Klemetsen A 1992. Røye. s. 118-125 i Jonsson B & Semb-Johansson A (red.) Norges Dyr, Fiskene 1. Krypdyr, amfibier, ferskvannsfisker. Oslo, J.W. Cappelen.
- Klemetsen A 1991. Røya - laksefisk, men langt fra laks. Norsk Fiskeoppdr. 16 (2A), 2-3
- Klemetsen, A., Kristoffersen, R. & Grotnes, P. 1991. Teinefanget røye i oppdrett. Norsk Fiskeoppdr. 16 (2A), 12-14.
- Kristoffersen, R. 1991. Svartprikksjuka i røyelegg i Nord-Norge. *Norsk Fiskeoppdrett* 2A-1991: 20-22.
- Amundsen, P.-A. 1989. Mange munner og mette. *Ottar* 176, 19-24.
- Dahl-Hansen, G.-A. 1989. Pelagisk røye – en effektiv planktonspiser. *Ottar* 176, 25-30.
- Drægni, H.K. 1989. Teinefisket. *Ottar* 176, 38-41.
- Grotnes, P. 1989. Røyevatn – en rik ressurs. *Ottar* 176, 58-60.
- Grotnes, P. & Klemetsen, A. 1989. Et stortilt økologisk eksperiment. *Ottar* 176, 42-50.
- Grotnes, P. & Kristoffersen, R. 1989. Ferskvassrøye til oppdrett? *Ottar* 176, 51-57.
- Klemetsen, A. 1989. Røya - Nord-Norges laksefisk. *Ottar* 176, 3-7.
- Klemetsen, A. 1989. Takvassrøyas livskretsløp. *Ottar* 176, 16-18.
- Klemetsen, A. 1989. Rakrøye og annet snadder. *Ottar* 176, 61-65.
- Klemetsen, A. & Grotnes, P. 1989. Nye ferskvannsbiologer. *Ottar* 176, 66-67.
- Kristoffersen, R. 1989. Parasittene hos Takvassrøya. *Ottar* 3-176, 31-37.
- Svenning, M.-A. 1989. Fiskehistoria om Takvatnet. *Ottar* 176, 8-15.
- Klemetsen A 1988. Utfisking av røye i Takvatn, Troms. Sammendrag av noen resultater. Vassdragsregulantenenes Forening, Fiskesymposium 1988, 255-262.
- Grotnes, P., Kristoffersen, R., Klemetsen, A. & Amundsen, P.-A. 1987. Villrøye i sjøen, et nytt oppdrettskonsept. *Norsk Fiskeoppdr.* 12 (4), 71-73.
- Klemetsen, A. 1987. Røye. s. 79-86 i Borgstrøm R & Hansen LP (red.) Fisk i ferskvann. Oslo, Landbruksforlaget.
- Klemetsen, A. & Svenning, M.-A. 1984. Rusefiske etter røye. Gløtt fra Univ. i Tromsø.
- Amundsen, P.-A. & Kristoffersen, R. 1982. Vanlige parasitter hos ferskvannsfisk. Gløtt fra Univ. i Tromsø.

## Rapporter

- Svenning, M.-A. & Klemetsen, A. 2001. Overbefolkede røyevatn i Nord-Norge (ORN). Veiledning i teinefiske. Sluttrapport fra ORN-prosjektet. Tromsø, NINA og Norges fiskerihøgskole. 47 s.
- Klemetsen, A., Amundsen, P.-A., Knudsen, R. & Primicerio, R. 2000. Takvatn 1999. Rapport om tilstanden 10 år etter utfisking. Rapport, Norges fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 35 s.
- Knudsen, R. 1999. Fiskeribiologisk undersøkelse av Fjellfroskvatn. Rapport Univ. i Tromsø. 16 s. Universitetet i Tromsø.
- Knudsen, R. & Amundsen, P.-A. 1998. Fiskeribiologisk undersøkelse i Lille Rostadvatn, Målselv kommune. Rapport, Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 33 s.
- Amundsen, P.-A. 1997. Uttynningsfisket i Takvatnet. s. 15-16 i: Kultivering av Altevatnet - Rapport fra minisymposium (P. Å. Heimdal, red.), Bardu kommune.
- Amundsen, P.-A. 1995. Fiskeribiologiske undersøkelser i Takvatnet 1994. Rapport Univ. i Tromsø. 16 s.
- Amundsen, P.-A. & Knudsen, R. 1993. Fiskeribiologiske undersøkelser i Fjellfrøsvatn 1992. Rapport. Norges Fiskerihøgskole, Universitetet i Tromsø. 10 s.
- Kristoffersen, R. & A. Klemetsen 1991. Sluttrapport NFFR-prosjekt 1501-401.034: Infeksjon av ikten *Cryptocotyle lingua* hos røye i sjøoppdrett. Rapport, Norges fiskerihøgskole, Univ. Tromsø. 12 s.

## Dr.gradsavhandlinger

- Ali, A.K. 2007. Reproductive biology of the calanoid copepod, *Eudiaptomus graciloides* (Liljeborg): Polyandry, Phenology and Life Cycle Strategies.

- Primicerio, R. 2003. Habitat choice and community dynamics of zooplankton in the sub arctic lakes Takvatn and Lombola (northern Norway).
- Moussavi, K.S. 2002. Community structure of Chironomidae (Diptera) in subarctic lakes.
- Dahl-Hansen, G.A.P. 1998. The relationship between selective feeding in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), and crustacean plankton: A study on the effects of a mass removal of Arctic charr.
- Knudsen, R. 1997. Relationships between parasite infection and feeding behaviour in Arctic charr (*Salvelinus alpinus* (L.)).
- Kristoffersen, R. 1993. Parasites in northern salmonids: effects of overpopulation and perturbations in systems with Arctic charr, (*Salvelinus alpinus* (L.)) and whitefish (*Coregonus lavaretus* L. s.l.) in northern Norway.
- Svenning, M.-A. 1993. Life history variations and polymorphism in Arctic charr, *Salvelinus alpinus* (L.), on Svalbard and in northern Norway.
- Amundsen, P.-A. 1989. Effects of intensive fishing on food consumption and growth of stunted freshwater fish populations.

## Hovedfag-/mastergradsoppgaver

- Henriksen, E. H. 2014. Long-term population dynamics of *Diphyllbothrium ditremum* and *D. dendriticum* (Cestoda: Pseudophyllidea) in their salmonid hosts following a fish removal experiment. 40 s.
- Johansen, K.M. S. 2014. Samfunnsstruktur og tetthet av bunndyr i littoralsonen av en oligotrof, subarktisk innsjø – variasjoner gjennom dyp og sesong. 45 s.
- Jacobsen, J. 2011. Parasite communities of two three-spined stickleback (*Gasterosteus aculeatus*) populations - Effects of a local-scale host introduction? 38 s.
- Moe, A. A. 2011. Næringsøkologi og ontogenetisk nisjeskift hos ørret og røye. 40 s.
- Aase, B. M. 2000. Litorale Cladocera (Crustacea) i Takvatnet, Troms. 41 s.
- Sørensen, P. 2000. Morfologi i relasjon til habitat- og næringsvalg hos to populasjoner av røye, *Salvelinus alpinus*, i indre Troms, Nord-Norge. 36 s.
- Solbakken, J. I. 1997. Pelagisk røye, *Salvelinus alpinus* (L.), i Takvatnet gjennom den isfrie perioden: demografisk struktur og fordeling i tid og rom. 50 s.
- Johansen, R. 1997. Habitatvalget til tarmparasitter i røye, *Salvelinus alpinus* (L.). Påvirket av konkurranse? 26 s.
- Hermansen, B. 1996. Næringsøkologi hos juvenile røye (*Salvelinus alpinus*) i profundalsonen i Fjellfrøsvannet. 40 s.
- Brønseth, T. 1993. The influence of parasites on the courtship dance of male threespined sticklebacks: more than meets the eye? 15 s.
- Hope, A.M.R. 1992. The importance of three-spined stickleback in transmission of parasites to Arctic charr in Lake Takvatnet, northern Norway” and Sexually selected colour in male sticklebacks; a signal of both parasite exposure and parasite resistance. 46 s.
- Staldvik, F.J. 1992. Habitatvalg, diett og kvantitativt næringsinntak hos røya (*Salvelinus alpinus*) gjennom en vinter i Takvatnet. 92 s.
- Knudsen, R. 1991. Infeksjon av *Cystidicola farionis* (Nematoda), *Diphyllbothrium dendriticum* og *D. ditremum* (Cestoda) hos røye (*Salvelinus alpinus*) i Takvatnet, Troms, gjennom en vinterperiode. 63 s.
- Skogsholm, H. 1990. Infeksjonen av tarmparasitter hos en røye populasjon. 66 s.
- Jørgensen, L. 1990. Økologiske interaksjoner mellom røye (*Salvelinus alpinus* L.) og trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus* L.) i Takvatnet. 70 s.
- Dahl-Hansen, G.A.P. 1988. Planktonpredasjon hos pelagisk røye, *Salvelinus alpinus* (L.), i Takvatn etter et uttynningsfiske. 72 s.
- Giæver, A. A. 1987. Infeksjonen av svømmeblærenematoden *Cystidicola farionis* Fisher (Nematoda: Spiruroidea) i røye. 44 s.
- Muladal, H. 1987. Næringsvalg hos profundal røye, *Salvelinus alpinus* (L.), i Takvatn, Troms. 56 s.
- Pedersen, T. 1987. Alder, vekst, kjønnsmodning og habitatvalg hos trepigget stingsild (*Gasterosteus aculeatus* L.) i Takvatnet, Troms. 48 s.
- Kristoffersen, R. 1986. Infeksjonstilvekst, fordeling og effekt av måsemakk (*Diphyllbothrium dendriticum* Nitsch) og fiskandmakk (*D. ditremum* Creplin) i en røye populasjon. 64 s.
- Rubach, S. 1985. Pelagisk røye, *Salvelinus alpinus* (L.), som plankton-predator i Takvatnet, Troms. 54 s.
- Svenning, M.-A. 1985. Økotypisk formdannelse hos røye *Salvelinus alpinus*, i Takvatnet, Troms. 66 s.
- Amundsen, P.-A. 1984. Næringsvalg og kvantitativt næringsinntak i en overbefolket bestand av røye *Salvelinus alpinus* (L.), i Takvatnet, Troms. 78 s.
- Kildemo, K. 1982. Livssyklus, vertikalfordeling og døgnmigrasjon hos krepsdyrplankton i en nordnorsk innsjø (Takvatnet). 122 s.

# Takk

Takvatnprosjektet er tuftet på stor entusiasme og innsats fra en rekke personer. I første rekke gjelder dette de lokale aktørene som deltok i selve uttynningsfisket. Det står utrolig respekt av det store frivillighetsarbeidet som ble lagt ned over flere år. Uten den formidable dugnadsinnsatsen fra medlemmene i Øverbygd, Målseiv og Balsfjord jeger- og fiskeforeninger, Takvatn grunneierlag og ansatte ved Skogbrukets Hus og Troms Skogforvaltning, ville prosjektet ha vært umulig å gjennomføre!

Organiseringen og styringen av utfiskingsarbeidet og forvaltningen av vatnet har også vært avgjørende for at kultivering ble en suksess. Fra Troms Skogforvaltning var i første rekke Hans Kristian Drægner, Claus Grimstad og Agnar Aas sentrale i organiseringen av teinefisket. Takvatn grunneierlag har vært det sentrale knutepunktet for hele prosjektet med rekken av ledere gjennom de fire siste tiårene som nøkkelpersoner, inkludert Arne Haugli, Jan Solli, Rolf Haugli, Ole Sørensen, Hans Petter Oppgård og Rude Rognmo. Grunneierne og hytteeierne rundt vatnet skal også berømmes for stor interesse for utviklingen av fiskebestandene i Takvatnet. Mange har vært opptatt av å skaffe seg kunnskap og innsikt om den biologiske tilstanden i vatnet, og folk har også lojalt støttet opp om de forvaltningsmessige beslutningene som grunneierlaget har tatt.

En lang rekke forskere og studenter har gitt viktige bidrag til de biologiske studiene i Takvatnet, som nå har pågått over en periode på 35 år. Totalt har dette resultert i åtte doktorgradsavhandlinger og 24 hovedfags- og mastergradsoppgaver i tillegg til annen pågående prosjekt- og undervisningsaktivitet. I forbindelse med det langsiktige forskningsarbeidet vårt vil vi også trekke frem forskningsteknikerne våre; Jan Evjen, Laina Dalsbø, Cesilie Lien og Karin Strand Johannesen, som har gjort en stor og viktig innsats i studiene våre. Billedmaterialet som er brukt i rapporten er levert av Rune Knudsen, Per-Arne Amundsen, Sigrid Skoglund og Anders Klemetsen.

Til slutt en stor takk til Miljødirektoratet for økonomisk støtte til utarbeidelsen av denne rapporten, og til UiT Norges arktiske universitet og Norges forskningsråd (prosjekt nr. 213610/F20) for støtte til det langsiktige forskningsarbeidet vårt.

## Om forfatterne

Forfatterne er tilknyttet den ferskvannøkologiske faggruppa ved UiT Norges arktiske universitet

([http://en.uit.no/forskning/forskningsgrupper/gruppe?p\\_document\\_id=341045](http://en.uit.no/forskning/forskningsgrupper/gruppe?p_document_id=341045)).

Faggruppa har et aktivt fagmiljø og en sterk kompetanse innen økologi og forvaltning av nordlige ferskvannssystemer. Studiene foregår både i innsjø, elv og kystområder, og faggruppa har flere pågående prosjekter rundt om i Nord-Norge.

**Per-Arne Amundsen** er professor i ferskvannøkologi. Han arbeider med et bredt spekter av faglige problemstillinger innenfor økologi og forvaltningsbiologi, med særlig vekt på langtidsstudier av næringsøkologi og økologiske interaksjoner i ferskvannssystemer. E-post: [per-arne.amundsen@uit.no](mailto:per-arne.amundsen@uit.no).

**Aslak Smålås** arbeider p.t. som vitenskapelig assistent i ferskvannøkologi. Han har mastergrad i ferskvannøkologi, mer presist innen livshistorieteori og økologi hos røye. E-post: [aslak.smalas@uit.no](mailto:aslak.smalas@uit.no)

**Roar Kristoffersen** er førsteamanuensis i ferskvannøkologi og har parasitter hos fisk som sitt viktigste fagområde. E-post: [roar.kristoffersen@uit.no](mailto:roar.kristoffersen@uit.no)

**Rune Knudsen** er professor i ferskvannøkologi. Han jobber mest med problemstillinger knyttet til evolusjonær økologi og tidlig artsdannelse hos fisk, samt innen økologisk parasittologi. E-post: [rune.knudsen@uit.no](mailto:rune.knudsen@uit.no)

**Anna Siwertsson** er postdoc i ferskvannøkologi på et prosjekt knyttet til næringsnett og parasitter i Takvatnet. Hennes interesseområder inkluderer trofisk økologi og økologisk artsdannelse hos ferskvannsfisk. E-post: [anna.siwertsson@uit.no](mailto:anna.siwertsson@uit.no)

**Anders Klemetsen** er professor emeritus i ferskvannøkologi og en pioner i nordnorsk ferskvannsforskning. Han har et stort interessefelt innen naturfag og ferskvannsbibliologi, men har særlig vært opptatt av røyas biologi, og evolusjon og artsdannelse knyttet til ulike røyeformer. E-post: [anders.klemetsen@uit.no](mailto:anders.klemetsen@uit.no)