

Fiskebiologiske undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, 2014

Odd Terje Sandlund, Tor G. Heggberget, Randi Saksgård,
Frode Staldvik



NINAs publikasjoner

NINA Rapport

Dette er en elektronisk serie fra 2005 som erstatter de tidligere seriene NINA Fagrapport, NINA Oppdragsmelding og NINA Project Report. Normalt er dette NINAs rapportering til oppdragsgiver etter gjennomført forsknings-, overvåkings- eller utredningsarbeid. I tillegg vil serien favne mye av instituttets øvrige rapportering, for eksempel fra seminarer og konferanser, resultater av eget forsknings- og utredningsarbeid og litteraturstudier. NINA Rapport kan også utgis på annet språk når det er hensiktsmessig.

NINA Temahefte

Som navnet angir behandler temaheftene spesielle emner. Heftene utarbeides etter behov og serien favner svært vidt; fra systematiske bestemmelsesnøkler til informasjon om viktige problemstillinger i samfunnet. NINA Temahefte gis vanligvis en populærvitenskapelig form med mer vekt på illustrasjoner enn NINA Rapport.

NINA Fakta

Faktaarkene har som mål å gjøre NINAs forskningsresultater raskt og enkelt tilgjengelig for et større publikum. De sendes til presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivå, politikere og andre spesielt interesserte. Faktaarkene gir en kort framstilling av noen av våre viktigste forskningstema.

Annen publisering

I tillegg til rapporteringen i NINAs egne serier publiserer instituttets ansatte en stor del av sine vitenskapelige resultater i internasjonale journaler, populærfaglige bøker og tidsskrifter.

Fiskebiologiske undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, 2014

Odd Terje Sandlund
Tor G. Heggberget
Randi Saksgård
Frode Staldvik

Sandlund, O.T., Heggberget, T.G., Saksgård, R. og Staldvik, F.
2015. Fiskebiologiske undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan,
2014. - NINA Rapport 1156, 43 s. + vedlegg.

Trondheim, april 2015

ISSN: 1504-3312

ISBN: 978-82-426-2780-3

RETTIGHETSHAVER

© Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

TILGJENGELIGHET

[Åpen]

PUBLISERINGSTYPE

Digitalt dokument (pdf)

KVALITETSSIKRET AV

Ola Ugedal

ANSVARLIG SIGNATUR

Forskningsjef Ingeborg P. Helland (sign.)

OPPDRAKSGIVER(E)/BIDRAGSYTER(E)

NTE Energi

KONTAKTPERSON(ER) HOS OPPDRAGSGIVER/BIDRAGSYTER

Bjørn Høgaas

FORSIDEBILDE

Foto: Randi Saksgård, NINA

NØKKEWORD

- Nord-Trøndelag
- Lierne
- Røyrvik
- Aure
- Røye
- Ørekyt
- Etterundersøkelse
- Reguleringsmagasin

KONTAKTOPPLYSNINGER

NINA hovedkontor

Postboks 5685 Sluppen
7485 Trondheim
Telefon: 73 80 14 00

NINA Oslo

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon: 73 80 14 00

NINA Tromsø

Framsenteret
9296 Tromsø
Telefon: 77 75 04 00

NINA Lillehammer

Fakkeltgården
2624 Lillehammer
Telefon: 73 80 14 00

www.nina.no

Sammendrag

Sandlund, O.T., Heggberget, T.G., Saksgård, R. og Staldvik, F. 2015. Fiskebiologiske undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, 2014. - NINA Rapport 1156, 43 s. + vedlegg.

NINA gjennomførte i august 2014 fiskebiologiske undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan på oppdrag fra NTE. Det er gjort svært få slike undersøkelser i Tunnsjøen siden den ble regulert i 1943, og ingen rapporterte undersøkelser siden 1967. I Tunnsjøflyan er det gjort enkle prøvefiske-kerunder siden 2005 i forbindelse med overvåking av hvordan bestanden av ørekyt utvikler seg i vassdraget.

Prøvefisket med Nordisk prøvegarn skjedde i 0-20 m dyp rundt hele sjøen, og på noen steder på dyp ned til mer enn 100 m. I fangstene i Tunnsjøen dominerte den introduserte arten ørekyt i strandsona, der også aurefangstene var gode. På dypere vann enn 10 m dominerte røye i fangstene, med maksimum fangst på 40-60 m dyp. I flytegarna var fangstene svært små, bare tre aure og fire røye, alle i 0-6 m dyp. Små fangster i flytegarna skyldes delvis at Nordisk prøvegarn, som har 2,5 m lange garnpaneler av hver maskevidde, er lite egnet for pelagisk fiske i næringsfattige innsjøer. Beregning av mengden fisk på grunnlag av garnfangstene langs bunnen tyder på at det var flere røye enn aure i Tunnsjøen.

Auren i våre fangster hadde moderat vekst, mindre enn 5 cm per år gjennom det meste av levetida. Det var ikke noe tydelig vekstomslag hos auren, selv om fisk utgjorde en betydelig andel av mageinnholdet hos ca. 30 % av fisken. Snarere viste auren rettlinjert vekst i alle fall fram til 7 års alder. Det var også svært liten andel gytemoden fisk selv i de eldre aldersgruppene. Dette kan tyde på at et annet beskatningsmønster (større garnmaskevidder) ville kunne ført til mer storvokst aure i fangstene.

Røyebestanden i Tunnsjøen omfatter minst tre økologiske former, i vårt materiale var dvergrye og normalrye viktigst, men også grårør var representert. Lengde ved alder viste stor variasjon hos røya, med gytemoden fisk mellom ca. 20 og 40 cm. På grunnlag av våre data er det ikke mulig å sette noe klart skille i veksthastighet mellom røyeformene. Gjennomsnittlig lengde ved alder viste at røye fanget dypere enn 20 m var signifikant mindre enn røye fanget på grunnere vann, dvs. det er en tendens til at dvergrya lever dypere enn normalrya. Vi fanget noen individer av grårør på dypt vann, fra ca. 30 til 125 m. Normalrya er den mest attraktive fisken for husholdsfisket i Tunnsjøen.

Mageinnholdet hos aure og røye fra ulike habitater viste klare forskjeller mellom artene. Hos aure var overflateinsekter, bunndyr og fisk de viktigste gruppene av næringsdyr. Hos aure hadde over 70 % av fiskene tatt insekter fra vannoverflata, nesten 60 % hadde tatt bunndyr, 30 % hadde fiskerester i magen, og over 20 % hadde spist den store planktonarten *Bythotrephes longimanus*. Mysis hadde liten betydning som bytte for aure. Hos røye var *Bythotrephes* det viktigste næringsdyret målt etter volum, men bare 10 % av fiskene hadde dette næringsdyret i magen. Mysis og forskjellige bunndyr var også viktig i dietten til røya; 40 % av fiskene hadde mysis i magene. Fisk utgjorde også ca. ti prosent av mageinnholdet hos de undersøkte røyene.

Fiske med el-fiskeapparat i tilløpsbekker og –elver viste at Møkkelvikelva, Ingelvasselva og Storbekken trolig er de viktigste for rekrutteringen til aurebestanden, men mange mindre bekker rundt hele innsjøen bidrar også. I følge lokale fiskere har aurebestanden økt kraftig de siste årene, fra en fordeling i husholdsfisket i strandsona med sterk dominans av røye til en overvekt av aure i vårt prøvefiske. Sammenlignet med et prøvefiske i Tunnsjøen i 1960-åra er bestanden av aure mer tallrik enn den gangen, mens røyebestanden synes å ha omtrent samme tetthet. Det synes derfor ikke å være behov for tiltak for å styrke rekrutteringen til aurebestanden i Tunnsjøen.

Prøvefisket i Tunnsjøflyan viste lave tettheter, men større fisk enn i Tunnsjøen for både aure og røye, men også her dominerte ørekyt fangsten regnet i antall fisk. Auren i flyan hadde signifikant bedre vekst enn i Tunnsjøen, og røya hadde vekst på nivå med de største røyene i Tunnsjøen. Sammenligning av kjøttfarge og kondisjonsfaktor hos fisken i de to lokalitetene viste at auren i Tunnsjøflyan hadde rødere kjøttfarge mens kondisjonsfaktoren var ganske lik i de to innsjøene.

For røye var det en forskjell bare hos små fisk, med rødere kjøtt og høyere k-faktor i Tunnsjøflyan. Hos større røye var det ingen forskjell.

I forhold til kriterier for klassifisering av aurebestander (Ugedal mfl. 2005) framstår auren i Tunnsjøen som en middels tett bestand med fisk av middels størrelse. I Tunnsjøflyan er det en tynn bestand av storvokst aure.

En kvalitativ vurdering av fiskebestandene i forhold til vannforskriftens kriterier tilsier at bestandene i Tunnsjøen er i svært god tilstand. Etter disse kriteriene må fiskebestandene i Tunnsjøflyan få betegnelsen god på grunn av vesentlig lavere tetthet av fisk. En klassifisering på et kvantitativt grunnlag kan ikke gjennomføres ettersom vi ikke har informasjon om tilstanden til fiskebestandene før reguleringene. Fiskebestandene verdi for husholds- og fritidsfiske er i dette tilfellet ikke i samsvar med vannforskriftens tilstandsklasser. På grunn av fiskens størrelse og kvalitet betraktes Tunnsjøflyan som et meget bra fiskevatn i regionen.

Konklusjoner angående mulige tiltak:

- Aurebestanden i Tunnsjøen er i god tilstand og tettheten er økende. Det er derfor ikke behov for tiltak for å styrke rekrutteringen til aurebestanden.
- Dagens beskatning av den attraktive «normalrøya» er trolig på et rimelig nivå, men utviklingen i røyebestanden bør følges opp.
- Både aure og røye i Tunnsjøflyan er av en svært attraktiv størrelse og kvalitet. Med dagens beskatningsnivå er det neppe nødvendig med spesielle tiltak, men bestandenes tilstand bør følges opp.
- Begge de introduserte artene mysis og ørekyt er kommet for å bli, og kan ikke fjernes i så store systemer som Tunnsjøen og Tunnsjøflyan.

Odd Terje Sandlund, Norsk institutt for naturforskning (NINA), Postboks 5685, 7485 Trondheim

odd.sandlund@nina.no

Tor G. Heggberget, NINA tor.g.heggberget@nina.no

Randi Saksgård, NINA Randi.Saksgard@nina.no

Frode Staldvik, Kunnskapssenter for laks og vannmiljø (KLV), Postboks 313, 7801 Namsos

frode.staldvik@hint.no

Innhold

Sammendrag	3
Innhold	5
Forord	6
1 Innledning	7
2 Områdebeskrivelse	9
3 Materiale og metoder	11
3.1 Garnfiske.....	11
3.2 Fisketetthet	12
3.3 Prøvetaking.....	12
3.4 Elektrisk fiske	13
3.5 Dyreplankton.....	15
3.6 Vannkvalitet	15
3.7 Noen begreper	15
4 Resultater - Tunnsjøen	16
4.1 Fangst og dybdefordeling	16
4.2 Størrelse, alder og vekst.....	17
4.2.1 Aure.....	17
4.2.2 Røye.....	19
4.2.3 Ørekyt.....	22
4.3 Bestandsstørrelse.....	23
4.4 Mageinnhold	23
4.5 Elektrisk fiske (elfiske)	24
5 Tunnsjøflyan	29
5.1 Garnfangster.....	29
5.2 Røye	29
5.3 Aure	30
6 Fiskens kvalitet i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan	32
7 Diskusjon	34
7.1 Fiskesamfunnet i Tunnsjøen	34
7.1.1 Aure.....	35
7.1.2 Røye.....	36
7.1.3 Betydningen av mysis og ørekyt.....	36
7.2 Rekrutteringsforhold og mulige tiltak	37
7.3 Fiskesamfunnet i Tunnsjøflyan.....	39
7.4 Fiskebestandenes status i forhold til vannforskriften	40
7.5 Forvaltning av fiskebestandene og mulige tiltak	41
8 Referanser	42

Forord

På oppdrag fra NTE (på bakgrunn av anbudsforespørsel NTE-865 "Fiskebiologiske undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyene") har NINA i 2014 gjennomført undersøkelser i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan (i rapporten anvender vi den lokale navneformen) for å beskrive status for fiskebestandene i innsjøene, å kartlegge tilgjengelige gytebekker for aure rundt Tunnsjøen, og foreslå eventuelle tiltak for drift og forvaltning av fiskebestandene.

Undersøkelsene skulle generelt følge samme opplegg som undersøkelsene som ble gjennomført i Namsvatnet i 2013 (jf. rapporten Fiskeundersøkelser i Namsvatnet i Røyrvik i 2013, Sægrov mfl. 2014).

Vi håper rapporten blir til nytte for NTE og alle med interesse for fiskebestandene i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan.

Feltarbeidet er utført av Frode Staldvik, Andreas Vollmo, Torbjørn Staldvik, Randi Saksgård, Roar Almaas, Jørn Roar Almaas og Tor G. Heggberget

Vi takker Eva M. Ulvan og Anders Foldvik, NINA, for hjelp med kartmaterialet i rapporten. Leidulf Fløystad, NINA, har aldersbestemt auren ved avlesing av skjell. NTE takkes for oppdraget.

Trondheim, april 2015

Odd Terje Sandlund

Prosjektleder

1 Innledning

I Norge har vi et stort antall høytliggende regulerte innsjøer med aure (*Salmo trutta*) og røye (*Salvelinus alpinus*) som dominerende fiskearter (Hesthagen & Sandlund 1995, Ulvan mfl. 2012). Det er også gjort mange undersøkelser i slike innsjøer eller magasiner, og et generelt bilde er at den reduserte næringsproduksjonen i reguleringssona virker mer negativt for auren enn for røya. Dermed vil ofte røya dominere i denne typen regulerte innsjøer (f.eks. Johnsen mfl. 2011). I tillegg til slik generell kunnskap om økologien til aure og røye og artenes respons på vannstandsregulering, krever en optimal forvaltning av fiskebestandene konkret kunnskap om hver enkelt innsjø. Tilsynelatende like innsjøer kan by på svært ulike forhold når det gjelder f.eks. tilgjengelige gyte- og oppvekstområder for aure i tilløpsbekker og elver, og også ulike rekrutteringsmuligheter for røye. I tillegg vil måten beskatningen drives i innsjøen føre til endringer over tid, slik at en adaptiv og rasjonell forvaltning krever periodiske undersøkelser som kan gi grunnlag for eventuelle justeringer i fiskeregler og beskatningsnivå.

Et antall reguleringsmagasiner i Midt-Norge har en tilleggsproblemstilling når det gjelder fiskebestandenes status, fordi krepsdyret *Mysis relicta* (i dagligtale omtalt som mysis) ble introdusert på 1970-tallet (Langeland mfl. 1982). Dette ble gjort i den tro at et slikt relativt stort krepsdyr ville erstatte tapt næringsdyrproduksjon i den regulerte strandsona i magasinene, og også utgjøre et større næringsdyr for pelagisk fisk. Dette viste seg ikke å stemme, da mysis er en effektiv predator på de zooplanktonartene som spesielt røya er avhengig av i reguleringsmagasinene (Moen & Langeland 1989). Mysis er altså en effektiv konkurrent til planktonspisende fiskearter som røye. I tillegg har mysis en atferd som gjør at den i noen grad unngår predasjon fra fisk i de frie vannmassene. Derfor har mysis medført til dels store endringer i økosystemene i de innsjøene der den har blitt innført. Enkelte lite dokumenterte observasjoner kan likevel tyde på at langtids-effekten av introdusert mysis på fiskebestandene er mindre ille enn man tidligere har trodd (Gösta Kjellberg, pers. medd.).

Et tredje moment som kompliserer situasjonen er introduksjonen av ørekyt (*Phoxinus phoxinus*) (Thorstad mfl. 2006). I løpet av 1960-70-tallet ble ørekyt innført til Huddingsvassdraget i Røyrvik kommune. Senere har arten spredd seg nedover i vassdraget til Vektaren, Limingen og Tunnsjøen, Tunnsjøflyan og Namsen. Ørekyt har trolig også spredd seg fra Vektaren til Namsvatnet, der den ble påvist i 1997. Ørekyt har sannsynligvis forekommet i Tunnsjøen siden midten av 1990-tallet. Denne arten, som i Norge naturlig kun fantes i vassdrag på Østlandet, er i løpet av de siste tiårene spredd over det meste av landet, og forekommer nå i alle fylker (Hesthagen & Sandlund 1997, Sandlund & Hesthagen 2013). Det er vist at ørekyt har en negativ effekt på avkastningen i aurebestander, sannsynligvis på grunn av konkurranse om næringen i aurens oppvekstområder (Museth mfl. 2007).

I tillegg til reguleringen og de effekter den har på fiskebestandene har altså Tunnsjøen fått introdusert både mysis og ørekyt.

I Tunnsjøen har det vært gjennomført få undersøkelser siden innsjøen ble regulert. I 1960-årene ble det gjort prøvefiske med bunngarn (Aass 1967), og det er gjort noen undersøkelser av vannkjemi og plante- og dyreplankton (Langeland mfl. 1982). Målsetningen for denne undersøkelsen var derfor å beskrive dagens status, men det har vært små muligheter til å vurdere utviklingen i fiskebestandene over tid.

Mens Tunnsjøen er en stor og dyp innsjø, er Tunnsjøflyan langt mindre og grunnere, og utgjør en helt annen type innsjø/reguleringsmagasin. Gjennom overvåking av ørekytbestanden etter introduksjonen er det fastslått at det har vært en bestand av denne arten i Tunnsjøflyan i alle fall siden i første del av 2000-tallet. I 2005 ble det registrert ørekyt i strandsonen i Tunnsjøflyan i relativt tette bestander. Siden har bestanden av ørekyt økt, og finnes nå i tette bestander over det meste av Tunnsjøflyan. Tidligere prøvefiske med bunngarn har også vist at aure og røye er av god kvalitet (Thorstad mfl. 2006).

Våre undersøkelser i Tunnsjøen i 2014 har omfattet prøvefiske i én periode i august/september med bunngarn og flytegarn, og kartlegging av tilgjengelige gytebekker for aure i Tunnsjøen

ved elfiske. Ved eventuelle indikasjoner på rekrutteringssvikt for aure har vi vurdert om habitattiltak i bekkene kan bidra til å forbedre situasjonen. Effektene av mysis og ørekyt ble også vurdert. Endelig foretok vi en samlet vurdering av effekten av reguleringen av Tunnsjøen, og foreslår eventuelle mulige avbøtende tiltak.

Undersøkelsene i Tunnsjøflyan omfattet et enkelt prøvefiske med garn for å få en oppdatert status over fiskebestandenes tilstand.

For begge vannforekomster blir status i henhold til vannforskriften vurdert, basert på fisk som kvalitetselement.



Bilde 1. Idyllisk ved Tunnsjøen i pent vær. Foto: Eva B. Thorstad.

2 Områdebeskrivelse

Tunnsjøen (sørsamisk: *Dåtnejaevrie*) (358 m o.h.) ligger i Lierne og Røyrvik kommuner i Nord-Trøndelag (**figur 1**). Innsjøen har vært regulert siden 1943, og reguleringshøyden er 5 m (LRV og HRV er hhv. 352,64 og 357,64 m o.h.). Reguleringen innebærer en heving på 1,8 m og en senking på 3,2 m i forhold til normal sommervannstand (Hjulstad 1993). Tunnsjøen har et største dyp på 222 m, middeldyp på 88 m og et overflateareal på ca. 99 km². Dybdekart for innsjøen er gitt i **vedlegg 1**. Naturlig utløp er gjennom Tunnsjøflyan (se nedenfor) og Tunnsjøelva til Namsen.

Reguleringen av Tunnsjøen innebærer også at innsjøen siden 1963 tilføres vann fra Limingen (som igjen får overført vann fra Namsvatnet, jf. **tabell 1**, **figur 2**). Tunnsjøen ligger høyt opp i nedbørfeltet, slik at naturlig nedbørfelt kun er 388 km² (**vedlegg 2**). Overføringene fra Limingen/Namsvatnet og reguleringen av selve Tunnsjøbassenget påvirker derfor i stor grad vannstandsvariasjon og vannets oppholdstid. I utløpet fra Tunnsjøen ligger Tunnsjøfoss kraftverk, som utnytter fallet fra Tunnsjøen til Tunnsjøflyan (gjennom regulering av vannstand i de to innsjøene varierer det utnyttete fallet i Tunnsjøfoss fra 5 til 10 m, Juul 1990).

Fiskesamfunnet i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan består av aure, røye, og siden 1980-90-tallet, ørekyt (Thorstad mfl. 2006).

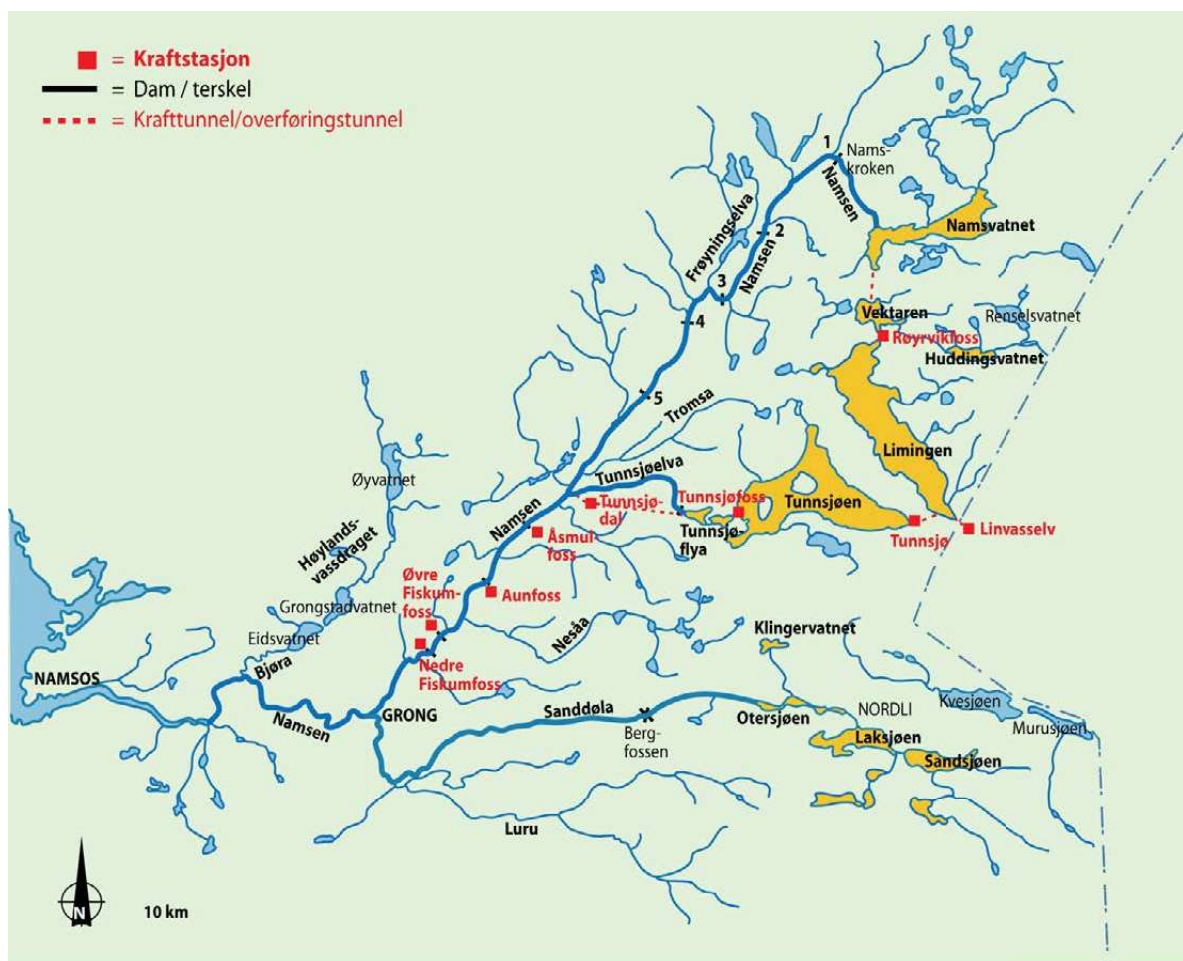
Tunnsjøflyan (342 m o.h.) er en grunn innsjø i den øverste delen av Tunnsjøelva, opprinnelig adskilt fra Tunnsjøen av Tunnsjøfossen i utløpet av Tunnsjøen. Største målte dyp i Tunnsjøflyan er ca. 30 m, og overflatearealet er ca. 7,1 km². Tunnsjøflyan fungerer som inntaksmagasin for Tunnsjødal kraftverk. Vannstanden i flyan reguleres av Grøndalsdammen i utløpet til Tunnsjøelva. Tunnsjøflyan kan reguleres innenfor 345 – 348 m o.h., men vannstanden holdes stort sett på kote 348, slik at det i praksis er en ubetydelig regulering av vannstanden i Tunnsjøflyan. Unntaket vil være nedtapping til kote 345 ved vedlikehold eller reparasjoner av dammen eller inntaket til Tunnsjødal kraftstasjon.



Figur 1. Beliggenheten til Tunnsjøen og Tunnsjøflyan. Kart fra www.norgeskart.no.

Tabell 1. De store kraftmagasinene knyttet til Namsenvassdraget. Opplysninger er hentet fra Wathne (1999) og Terje E. Flåtter, NTE (personlig meddelelse).

Magasin	Laveste regulerte vannstand - LRV (m o.h.)	Høyeste regulerte vannstand - HRV (m o.h.)	Regulert volum (mill. m ³)	Overflate (km ²)
Namsvatn	440,00	454,00	458	39,4
Vektaren	440,00	445,50	38	9,2
Limingen	409,00	417,70	260	93,5
Tunnsjøen	352,64	357,64	440	100,2
Tunnsjøflyan	345,00	348,00	13	7,1



Figur 2. Kart over Namsenvassdraget med oversikt over kraftreguleringer. Vektaren, Limingen og vannveier forbundet med disse hører ikke naturlig med til Namsenvassdraget, men drenerer østover til Sverige. Innsjøene er imidlertid knyttet til Namsenvassdraget etter overføring i forbindelse med kraftregulering. Vann fra Namsvatnet føres nå til Vektaren via en overføringstunnel, og videre til Limingen, Tunnsjøen, Tunnsjøflyan og ned i Tunnsjøelva blant annet gjennom fire kraftstasjoner. Gulfargen på innsjøene viser forekomsten av ørekyt i 2005 (etter Thorstad mfl. 2006).

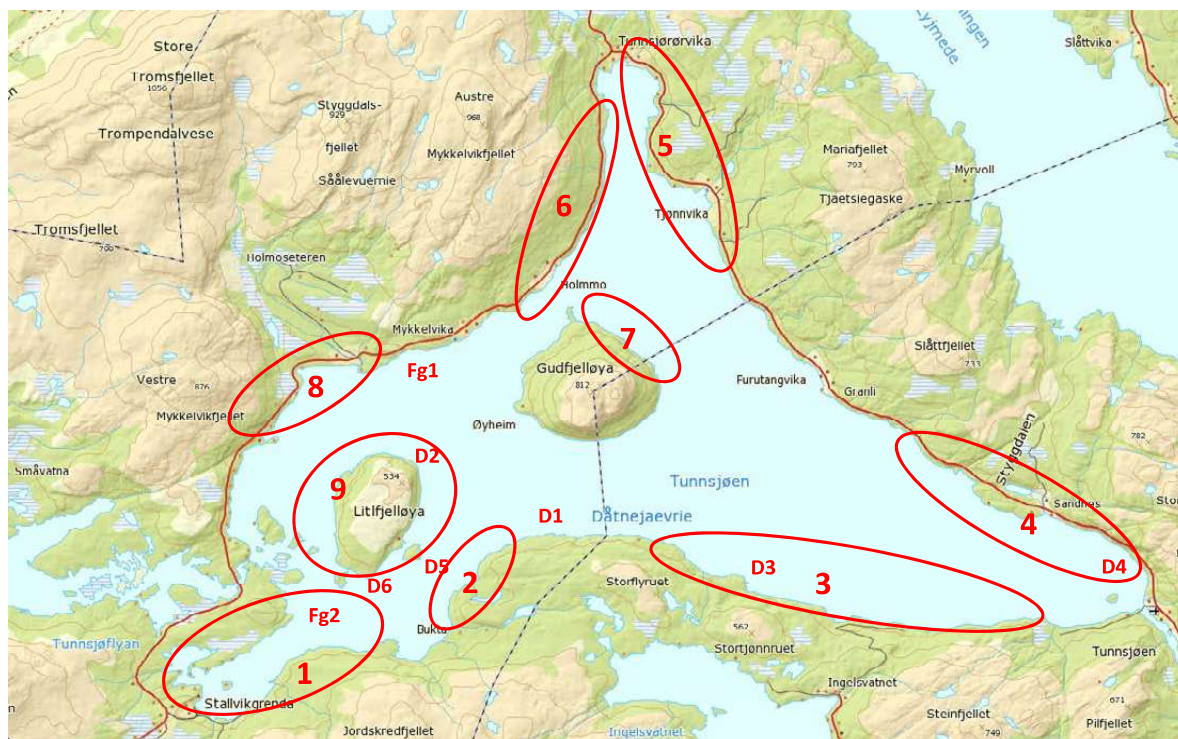
3 Materiale og metoder

3.1 Garnfiske

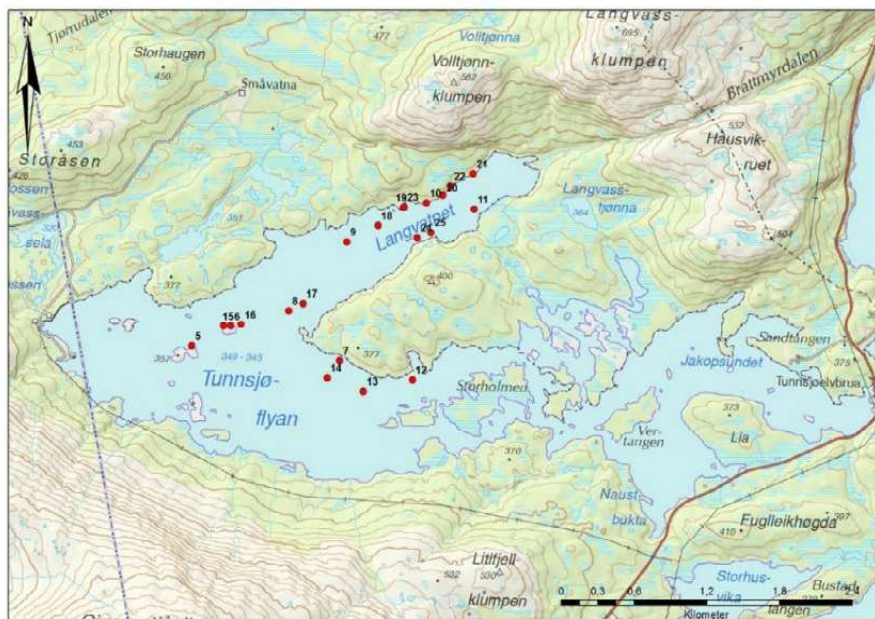
Det er fisket med Nordisk prøvegarn (Appelberg mfl. 1995) nær land i ni områder i Tunnsjøen (**figur 3**; koordinatene for garnstasjonene er gitt i **vedlegg 3A**). Garna sto på mellom 0 og 20 m dyp. I tillegg ble det fisket med Nordisk prøvegarn ned til maksimum 133 m dyp i seks ulike områder (D1-D6 på **figur 3**). Et Nordisk prøvegarn er 30 m langt og 1,5 m dypt (dvs. garnareal 45 m²), og består av 12 maskevidder mellom 5 og 55 mm. Total garninnsats med Nordisk prøvegarn i Tunnsjøen var 111 garnnetter, tilsvarende et garnareal på 4995 m². Av dette var 84 garnnetter på 0-20 m dyp og 27 garnnetter på dypere vann.

Flytegarn (pelagiske garn) av typen Nordisk prøvegarn ble brukt på to stasjoner (Fg1 og Fg2 på **figur 2**). Flytegarna var 6 m dype og 30 m lange og besto av 12 maskevidder fra 5 til 55 mm. På den ene stasjonen sto flytegarnet to netter i overflata på grunn av dårlig vær. På de større dypene (10-16 m og 20-26 m) stor garna ei natt på hver stasjon. Nordisk prøvegarn, med garnpaneler med et visst utvalg maskevidder montert sammen i ett garn, er vedatt norsk og europeisk standard (jf. Norsk Standard NS-EN 14757) og bør derfor anvendes ved slike undersøkelser. Spesielt vil imidlertid flytegarn av denne typen være lite effektive i næringsfattige innsjøer, da arealet av de maskeviddene som vanligvis vil fange effektivt på pelagisk røye og aure er lite. Dersom vi antar at de seks maskeviddene fra 19,5 til 55 mm vil være mest effektive, tilsvarer dette et areal på 90 m². Vårt fiske tilsvarer dermed en effektiv innsats på 270 m² (tre netter) i 0-6 m dyp, og 180 m² i hver av de to dypere sonene. Et vanlig enkelt flytegarn av en type som har vært mye brukt er 25 m langt og 6 m dypt. Seks slike garn med maskevidder fra 19,5 til 55 mm ville dermed betydd en innsats på 900 m² per natt på hver stasjon og i hvert dyp.

I Tunnsjøflyan ble det fisket med Nordisk prøvegarn og vanlige bunngarn (1,5 x 25 m) med maskevidder mellom 26 og 35 mm, på i alt 20 lokaliteter (**figur 4**; koordinatene for garnstasjonene er gitt i **vedlegg 3B**).



Figur 3. Områder i Tunnsjøen fisket med bunnsatte garn i strandsona (1-9), med garnlenke ned til dypt vann (D) og med flytegarn (Fg1 og Fg2). Vedlegg 1 gir en oversikt over vei-punkter (waypoints) og koordinater for de enkelte garnsett. Kart fra www.norgeskart.no.



Figur 4. Stasjoner fisket med bunn-satte garn (Nordisk prøvegarn og enkeltgarn) i Tunnsjøflyan, august 2014. Koordinater for vei-punktene i **vedlegg 3B**. Kart fra www.norgeskart.no.

3.2 Fisketetthet

Garnfiske gir bare et relativt mål på fisketetthet uttrykt som fangst per innsatsenhet (CPUE, «catch per unit of effort»; antall eller vekt av fisk per garn og natt). I erkennelse av at det finnes og brukes mange størrelser av garn blir CPUE vanligvis standardisert til antall eller vekt av fisk per 100 m² garnareal og natt. Dette brukes som en indikator på tettheten av fisk, men garn er en innsamlingsmetode beheftet med mye usikkerhet. Først og fremst er garna «passive», det vil si at fangsten avhenger av at fisken er i aktiv bevegelse og setter seg fast i garna. I tillegg er det flere viktige miljøfaktorer som påvirker hvor mye fisken beveger seg, f.eks. vanntemperatur, og hvorvidt fisken kan oppdage og unngå garna, f.eks. lysforhold og vannets turbiditet og farge. Disse faktorene varierer over tid og bidrar til svært stor usikkerhet, slik at garnfangster kun bør brukes som en indikator på tettheten av fisk (jf. Norsk Standard NS-EN 14757).

Ved undersøkelsene i Namsvatnet ble likevel CPUE også brukt til å angi bestandsstørrelse ut fra en antagelse om at et garn fanger fisken innenfor et visst areal rundt der det står (Sægrov mfl. 2014). Dette er ikke en faglig akseptert metode for å beregne bestandsstørrelse, men vi har i henhold til kontrakten med NTE likevel anvendt den her. I følge Sægrov mfl. (2014) vil et bunn-satt garn fange all fisk innenfor en sone på 5 m på hver side. For et Nordisk prøvegarn på 30 m betyr dette et areal på 300 m².

Det hevdes også at flytegarna i pelagialen avfiske et areal som tilsvarer 100 m på hver side av garnet (Sægrov mfl. 2014). Det flytegarnet vi har brukt vil dermed avfiske et areal på 600 m² per natt, og tre garnnetter i overflata betyr at 1800 m² ble avfisket. All fisk vi fanget i flytegarn ble tatt i overflata, dvs. på 0-6 m dyp. Imidlertid var fangsten i flytegarn i denne undersøkelsen så lav (3 aure og 4 røye) at denne tilnærmingen ikke vil bli gjennomført for flytegarna på grunn av altfor stor usikkerhet.

3.3 Prøvetaking

Fisken ble fryst i separate poser for hvert garn og transportert til laboratoriet for prøvetaking. All røye og aure ble lengdemålt (mm) og veid (g), og kjønn og modningsstadium ble registrert. For både røye og aure ble kjøttfarge registrert etter en tre-delt indeksskala, der 1: hvit, 2: lys rød, og 3: rød kjøttfarge. Et annet kvalitetsmål er forholdet mellom lengde og vekt, også kalt kondisjonsfaktor (K). Denne beregnes etter formelen $K = (V \times 100) / L^3$, der V er fiskens vekt i g og L er fiskens lengde i cm.

De fleste ørekyt fanget i Tunnsjøen ble lengdemålt. Ørekyt fanget i Tunnsjøflyan ble på grunn av tidspress kun talt opp. Det foreligger tidligere kunnskap om ørekyta i Tunnsjøflyan (Thorstad mfl. 2006).

Av røya ble øresteiner (otolitter) dissekert ut for aldersbestemmelse av fisken, av auren ble det tatt prøver av både øresteiner og skjell. For røye gir øresteiner den mest pålitelige aldersbestemmelsen, for aure gir skjell gode resultater så sant fisken ikke er for gammel eller har stagnert i vekst. Skjell fra aure kan også benyttes til å tilbakeberegne vekst for hver enkelt fisk. For et utvalg røye fordelt på alle lengdegrupper og fra alle avfiskete dyp ble alder bestemt ved avlesning av øresteiner under binokularlupe. For all auren ble alder bestemt og veksten beregnet ved avlesning av skjell.

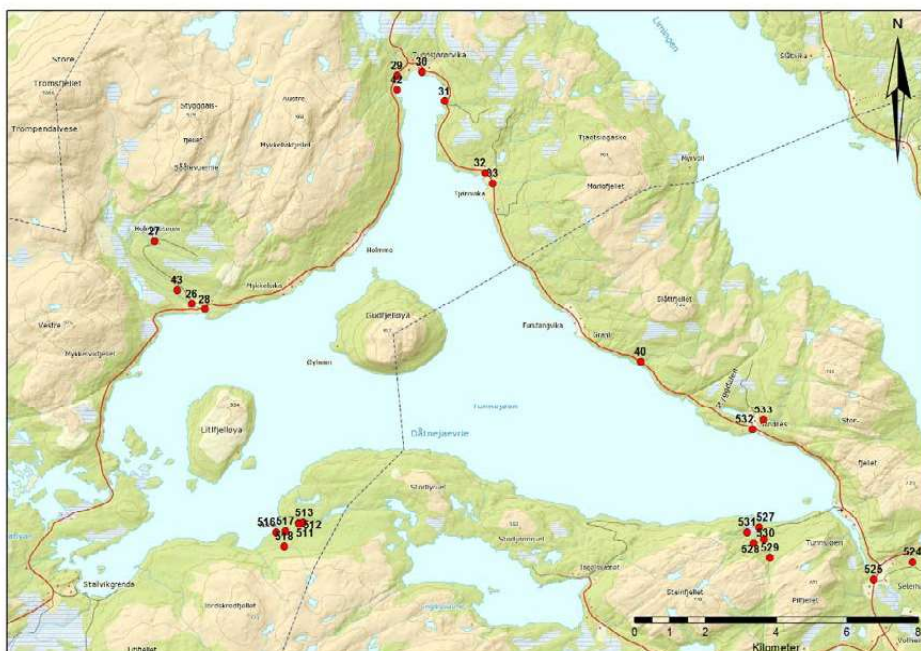
Magen ble dissekert ut fra et utvalg røye og aure og analysert under binokularlupe.



Bilde 2. Normalrøye i gytedrakt fra Tunnsjøen. Foto: Frode Staldvik.

3.4 Elektrisk fiske

Fiske med bærbart elfiskeapparat (Fabrikat: Terik) ble gjennomført i tilløpsbekker/elver til Tunnsjøen for å kartlegge gyte- og rekrutteringsmulighetene for aurebestanden i innsjøen (**figur 5, tabell 2**). De fleste bekker som ble ansett som potensielt aktuelle leveområder for aure ble undersøkt.



Figur 4. Lokaliteter i innløpselver til Tunnsjøen fisket med elektrisk fiskeapparat i august/sep-tember 2014 (veipunkt nummer referer til **tabell 1** og **vedlegg 4**). Kart fra www.norgeskart.no.

Tabell 1. Oversikt over lokaliteter i innløpselver/bekker til Tunnsjøen fisket med elektrisk fiskeapparat i august/september 2014. El-fiskere: TGH: Tor G. Heggberget, FSt: Frode Staldvik. Bekker uten navn på kartet er gitt bokstavbetegnelser og en kort beskrivelse av beliggenhet. WP nr. viser til **figur 5**, UTM koordinater er gitt i **vedlegg 4**. Det ble også fanget ørekyt oppstrøms vandringshinderet i Sagbekken, dvs. i Sandestjønna.

Dato	El-fisker	WP nr.	Areal fis- ket	Navn	Art registrert
19082014	TGH	26	250	Møkkelvikelva	Aure, ørekyt
19082014	TGH	28	200	Utløp av Møkkelvikelva	Aure, ørekyt
2092014	TGH	43	300	Møkkelvikelva, ca. 900 m ovenfor utløp	Aure
30082014	TGH	29	200	Rørvasselva v. Tunnsjørørvik	Aure, ørekyt
30082014	TGH	30	200	A: Bekk ved Solberg	Ørekyt
2092014	TGH	33	150	B: Liten bekk 400 m s for Tjønnbekkbrua	Aure
23082014	FSt	511	700	Ingelvasselva nær utløp	Aure
23082014	FSt	512	240	Ingelvasselva	Aure
23082014	FSt	513	400	Ingelvasselva nedstrøms vandringshinder	Aure
24082014	FSt	532	200	Sagbekken nær utløp	Aure, ørekyt
24082014	FSt	533	160	Sagbekken nedstrøms vandringshinder	Aure, ørekyt
24082014	FSt	534	10	Sagbekken utløp fra Sandnestjønna	Ørekyt
24082014	FSt	-	300	Storbekken, utløp til Tunnsjøen	Aure
24082014	FSt	527	240	Storbekken	Aure
24082014	FSt	528	195	Storbekken	Aure
24082014	FSt	529	120	Storbekken	Aure
24082014	FSt	530	180	Storbekken	Aure
24082014	FSt	531	200	Storbekken	Aure
24082014	FSt	524	195	C: Bekk ved Solberg, øst i Litj-Tunnsjøen	Aure
24082014	FSt	525	180	C: Bekk ved Solberg, øst i Litj-Tunnsjøen	Aure
24082014	FSt	516-517	380	D: Navnløs bekk sør for Bukta	Aure
24082014	FSt	518	180	E: Navnløs bekk 150 m s. for bekk D	Aure



Bilde 3. Røyeformer fra Tunnsjøen. Foto: Frode Staldvik.

3.5 Dyreplankton

Planktonprøver ble tatt med planktonhåv med maskevidde 90 µm trukket vertikalt fra 20 dyp. Det ble tatt to parallelle prøver. Den ene er talt opp (**tabell 3**), den andre ble kun sjekket for arter. Alle de samme artene ble påvist i prøve nr. 2 som i prøve nr. 1.

Tabell 3. Arter, antall dyr og tetthet (dyr pr m² vannoverflate) av hver art i planktonhåvtrekk vertikalt fra 20 m i Tunnsjøen, 15. august 2014. +++: påvist i stort antall.

Gruppe/Art	Antall	Tetthet (n/m ²)
Cladocera (Vannlopper)		
<i>Holopedium gibberum</i>	35	26,4
<i>Daphnia galeata</i>	1	0,8
<i>Bosmina longispina</i>	407	307,3
<i>Polyphemus pediculus</i>	9	6,8
Copepoda (Hoppekreps)		
<i>Arctodiaptomus laticeps</i>		
adulte (voksne)	28	21,1
copepoditter	221	166,9
<i>Calanoide naupli</i>	+++	
<i>Cyclops scutifer</i> adulte	252	190,3
<i>Cyclopoide copepoditter</i>	738	557,2
<i>Cyclopoide naupli</i>	+++	

3.6 Vannkvalitet

Vannprøver ble tatt 23. august 2014 og analysert av Analyselaboratoriet, Trondheim. Siktedyp ble målt med Secchiskive den 15. august 2014 (**tabell 4**). Siktedyp ble ikke målt i Tunnsjøflyan, som er så grunn at bunnen er synlig over det meste av arealet.

Tabell 4. Noen fysiske og kjemiske data fra Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, august 2014.

Variabel	Tunn-sjøen	Tunnsjø-flyan
Siktedyp (m)	8	-
pH	7,12	7,10
Kalsium (mg Ca/l)	2,93	2,95
Fargetall	6	7

3.7 Noen begreper

I rapporten brukes det noen ord og uttrykk som ikke forekommer så ofte i vanlig dagligtale, men som vanskelig kan erstattes i en fagrapport. Ordet pelagisk betyr de åpne vannmassene, mens bentisk betyr på eller nær bunnen. Litoralsona, eller strandsona, er den øverste delen av den bentiske sona, mens profundalsona er den dype delen av den bentiske sona. Grensa mellom litoral- og profundalsona bestemmes av hvor langt ned i vannet lyset trenger. Dette anses vanligvis å tilsvare ca. to ganger siktedypet målt med Secchiskive (jf. **tabell 4**). I Tunnsjøen når dermed strandsona ned til nesten 20 m dyp.

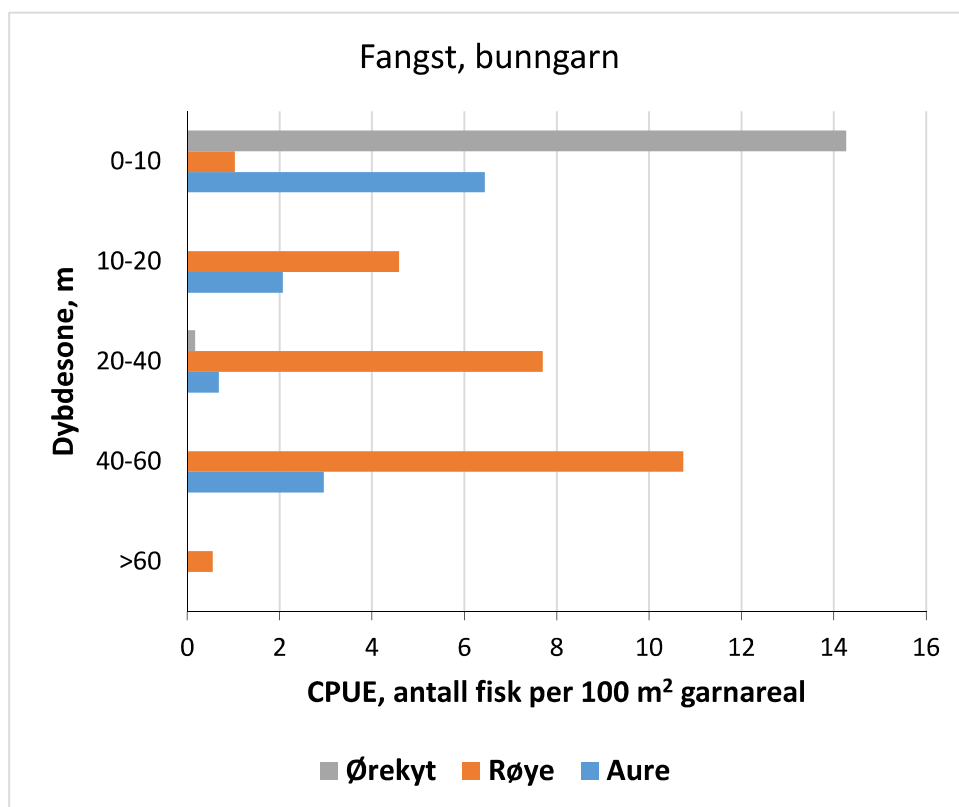
4 Resultater - Tunnsjøen

4.1 Fangst og dybdefordeling

I fisket med bunnsatte Nordisk prøvegarn ble det i alt fanget 226 aure, 139 røye og 444 ørekyt (**figur 6**). Det ble også på grunt vann fanget to individer av hvitfinnet steinulke (*Cottus gobio*), en art som ikke er registrert i Tunnsjøen tidligere. Dette funnet ble fulgt opp med en ekstra innsats finansiert av Miljødirektoratet, og er nærmere rapportert i Heggberget m.fl. (2015). Ved en total innsats med Nordisk prøvegarn på 111 garnnetter eller 4995 m² garnareal, tilsvarte denne fangsten en total CPUE på 4,52 fisk for aure og 2,78 fisk for røye. Omregnet til vekt var CPUE for aure ca. 0,3 kg, og for røye ca. 0,4 kg. Tilsvarende fangst per Nordisk prøvegarn (45 m²) og natt var henholdsvis 2,04 og 1,25 fisk.

I flytegarna ble det kun fanget tre aure og fire røye, alle i det øverste vannlaget (0-6 m). Tatt i betraktning liten effektiv garninnsats (jf. kapittel 3.1) var CPUE likevel 1,5 individer for røye og 1,1 individer for aure i 0-6 m dyp i pelagialen.

I bunngarna var fangstene av aure og ørekyt størst i den øverste delen av strandsona, grunnere enn 10 m (**figur 6**, oversikt over totalfangst i **vedlegg 5**). En enkelt ørekyt ble også fanget på dypere vann. For aurens del var det relativt gode fangster helt ned til mer enn 40 m dyp. Røya fordelte seg annerledes, med størst fangst på 40-60 m dyp og liten fangst i strandsona og dypere enn 60 m.



Figur 6. Bunngarnfangster fordelt på dyp og fiskeart i Tunnsjøen, august 2014.

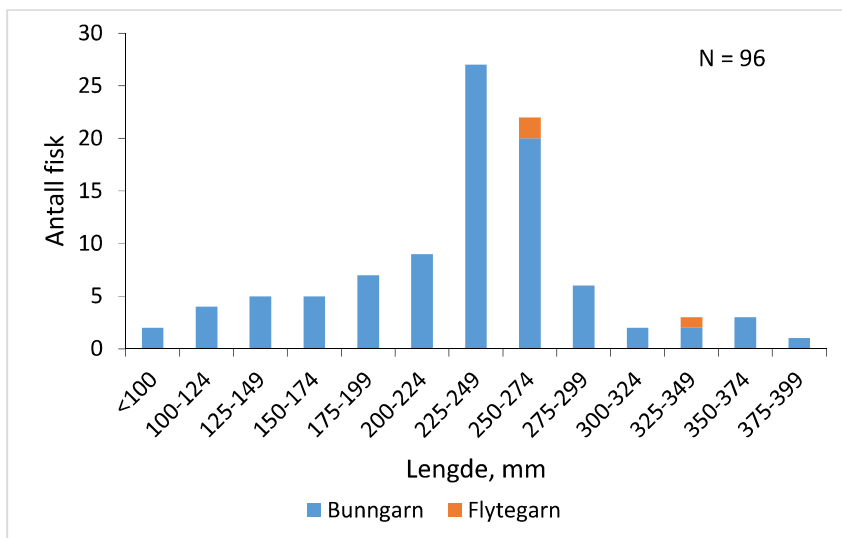
4.2 Størrelse, alder og vekst

4.2.1 Aure

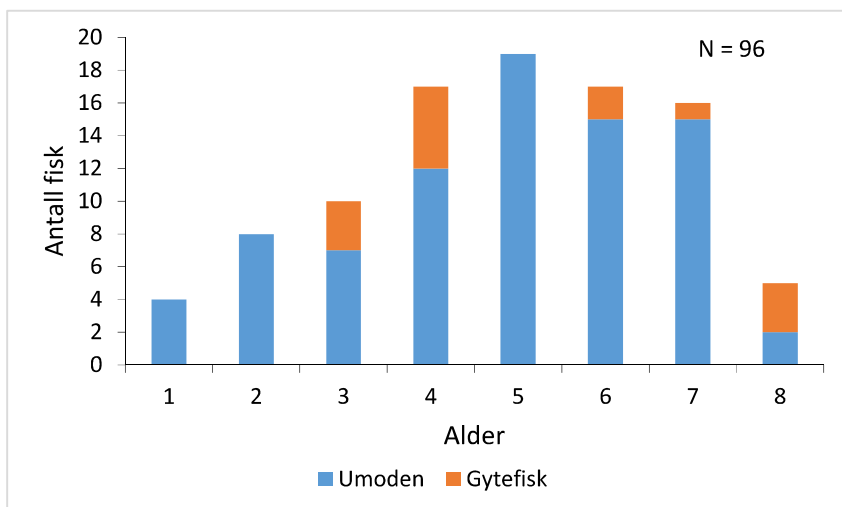
Auren som ble fanget i august 2014 var mellom 81 og 379 mm lang (**figur 7**). De aller fleste fiskene (51 %) var mellom 225 og 274 mm, mens bare 9 % var over 300 mm. Aldersfordelingen hos denne fisken viser at de fleste fiskene (72 %) var 4-7 år gamle (**figur 8**). Lengde plottet mot alder for hver enkelt fisk (**figur 9**) viser at det er relativt stor spredning i lengder innen hver aldersgruppe allerede hos ung fisk. Dette viser seg f.eks. ved at variasjonskoeffisienten varierer mellom 0,11 og 0,19, med høyeste verdi hos toårig fisk (**tabell 5**). Man kan også legge merke til at de få fiskene som ble fanget i flytegarn alle var 250 mm eller større (**figur 9**). Basert på gjennomsnittslengdene er årlig vekst relativt svak, kun vel 5 cm på det meste (**tabell 5**).

Tilbakeberegnet vekst basert på skjell bekrefter at det er stor individuell variasjon i vekst hos fisk av samme alder (**figur 9**). Den største auren i fangstene var en sju år gammel hunnfisk som målte 379 mm og veide 533 g. De tre aurene som ble fanget i flytegarn var mellom 258 og 339 mm og veide mellom 149 og 431 g.

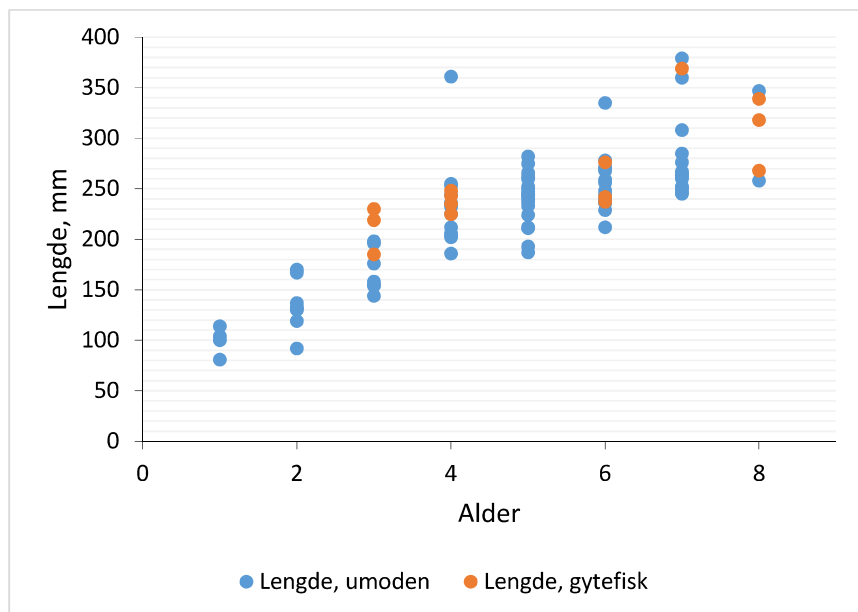
Det var bare et fåtall gytemodne fisk i prøvefangstene. De yngste gytemodne aurene var tre år gamle hannfisk (**figur 8**). Den minste var 185 mm lang og veide 61 g. Den minste og yngste gytemodne hunnfisken var fire år og 225 mm lang og veide 128 g. Også i de eldre aldersgruppene var det få gytemodne fisk, først blant åtte år gammel fisk var det et flertall gytefisk.



Figur 7. Lengdefordeling av aure fanget i bunn-garn (N = 93) og flyte-garn (N = 3) i Tunnsjøen august 2014



Figur 8. Aldersfordeling hos aure fanget i bunn-garn og flyte-garn i Tunnsjøen, august 2014. Antall umodne fisk: 82, antall gytefisk: 14.

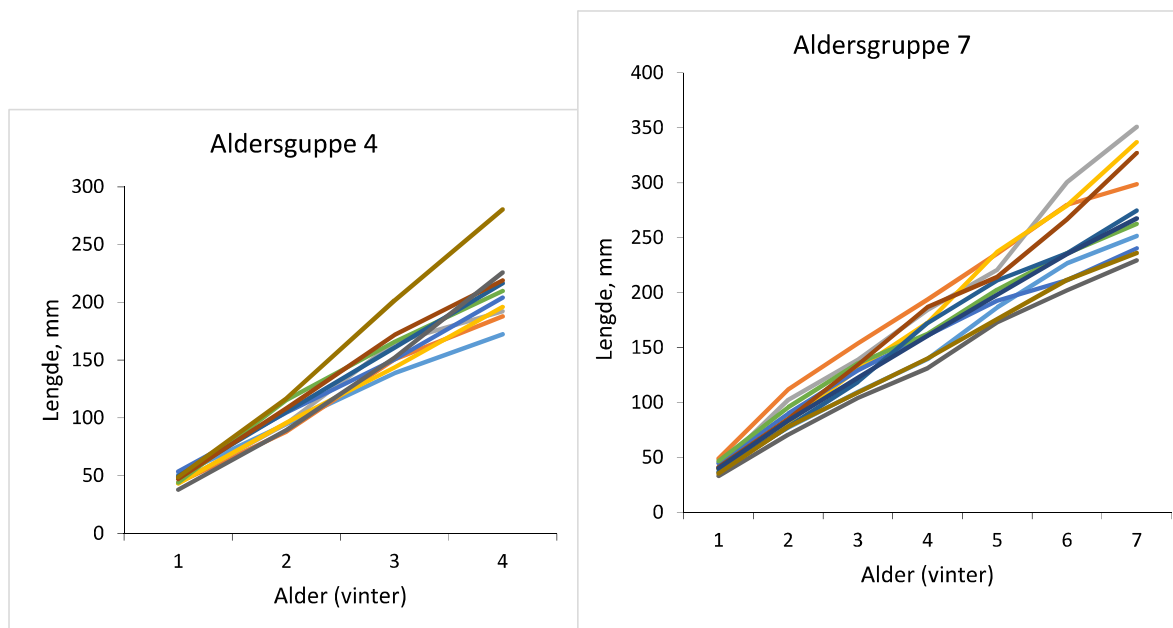


Figur 9. Lengde mot alder for enkeltfisk av aure fanget i Tunnsjøen i august 2014. Antall umodne fisk: 82, antall gytefisk: 14.

Tabell 5. Gjennomsnittslengder (L) og standard avvik (SD) for alle aldersgrupper av aure fanget i Tunnsjøen i august 2014. Variasjonskoeffesient, $CV = SD/L$, uttrykker hvor stor variasjonen er i forhold til gjennomsnittsstørrelse. Vekst siste år er differansen i gjennomsnittslengde mellom den aktuelle aldersgruppa og ett år yngre fisk.

Alder	Antall fisk	Gjennomsnittslengde (L), mm	Standard avvik (SD)	Variasjonskoeffesient (CV)	Vekst siste år, mm
1	4	99,8	13,82	0,13	
2	8	134,9	25,08	0,19	35,1
3	10	181,5	29,25	0,16	46,6
4	17	235,4	37,87	0,16	53,9
5	19	240,2	25,66	0,11	4,8
6	17	255,1	27,57	0,11	14,9
7	16	283,6	45,50	0,16	28,5
8	5	306,0	40,81	0,13	22,4

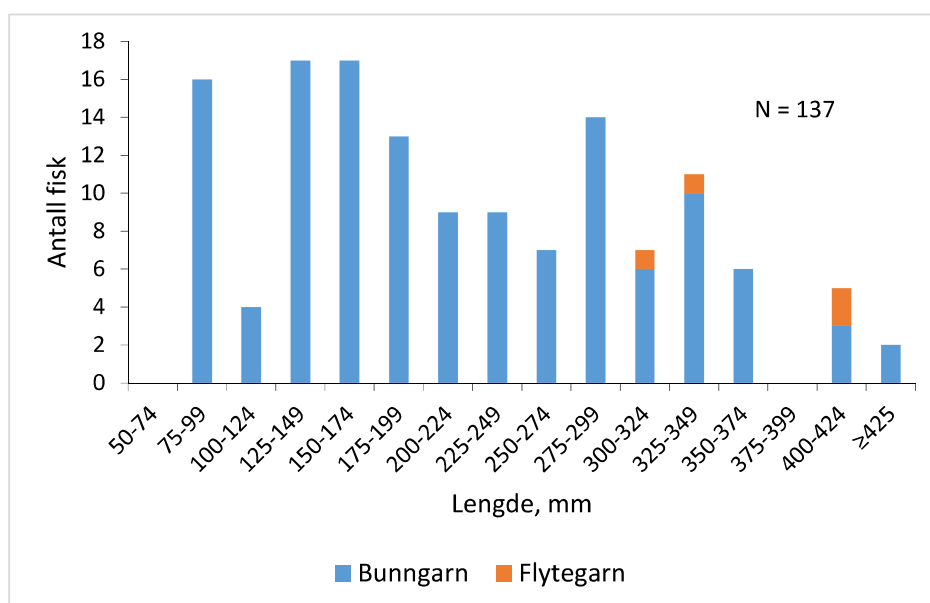
Tilbakeberegnet vekst basert på skjell for et utvalg fisk fra aldersgruppene fire og sju viser relativt stor variasjon i vekstforløp (**figur 9**), men relativt få fisk ser ut til å ha hatt noe tydelig vekstomslag, slik man ofte ser hos aure som har slått over på en diett av fisk. Likevel kan det se ut til at f.eks. de to sjuårige fiskene som er markert med rød og grå linje i **figur 8** har økt vekstrate fra fem års alder, da de var ca. 20 cm lange. Tilbakeberegningen viser at de fleste fiskene har nokså rettlinjert vekstforløp, selv hos sju år gammel fisk. Det var ingen tydelig utflating av veksten hos eldre fisk. Dette kan tolkes som at det er et vekstpotensial hos auren i Tunnsjøen som ikke blir utnyttet.



Figur 9. Tilbakeberegnet vekst basert på skjell hos enkeltfisk av aure fra aldersgruppe 4 og 7 fanget i Tunnsjøen i august 2014.

4.2.2 Røye

Lengdefordelingen i røyefangstene fra Tunnsjøen i august 2014 viser at alle lengdegrupper fra under 100 mm til over 350 mm var representert med relativt mange fisk (**figur 10**). Minste røye i fangstene var 75 mm, mens den største røya målte 443 mm og veide 823 g. Aldersfordelingen i røyematerialet tyder på variabel årsklassestyrke (**figur 11**). Aldersgruppe 1-3 som var klekt i 2011-13, var relativt tallrike. Det samme gjaldt aldersgruppe 6-9 (årsklasse 2005-2008) og aldersgruppe 12 og 13 (årsklasse 2001 og 2002).



Figur 10. Lengdefordeling av røye fanget i bunnngarn (N = 133) og flytegarn (N = 4) i Tunnsjøen i august 2014.

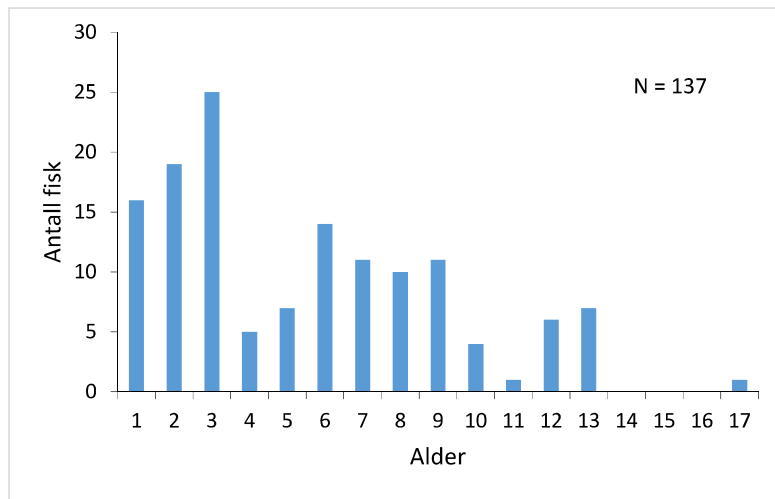
Plottet av lengde mot alder for individuelle røyer i fangsten fra Tunnsjøen (**figur 12**) viser svært stor spredning i lengdene fra aldersgruppe 6. Dette er et resultat av at det er minst tre økologiske former av røye i innsjøen; i dette materialet er såkalt «dvergrøye» og «normalrøye» samt «grårør» (se nedenfor) representert. På grunn av for lite materiale kan ikke forskjellene på røyeformene analyseres videre, men forskjellene i lengder hos fisk fra ulike fangstdyp gir en indikasjon. En sammenligning av gjennomsnittslengder for hver aldersgruppe av røye fanget grunnere og dypere enn 20 m viser liten forskjell inntil aldersgruppe 5, mens i aldersgruppe seks og eldre var gjennomsnittslengdene hos fisk fra grunt vann signifikant større enn hos fisk fra dypt vann (**figur 13**, t-test, alle $P < 0,05$). Dette reflekterer at dvergrøya oppholder seg på dypere vann. De fire røyene som ble fanget i flytegarn var mellom 310 og 407 mm lange og veide mellom 239 og 546 g.

Lokale fiskere omtaler også en eller to andre former av røye i Tunnsjøen; grårør og ålrør. Grårør har navnet fra det generelle gråaktige fargeinntrykket, mens ålrør er spesielt slank, dvs. den har lav kondisjonsfaktor. I dette prosjektet var det ikke ressurser tilgjengelige slik at vi kunne bruke tid på å klassifisere røyeformene ved tidspunktet for fangst og prøvetaking, slik det må gjøres dersom en analyse av de ulike røyeformene skal kunne gjennomføres. I våre fangster var det sannsynligvis flere grårør, og to fisk som ble fanget på ca. 125 m dyp hadde den typiske grålige fargen (**bilde 4**), også hos gytemoden fisk. Det er en klar oppfatning blant folk langs sjøen at grårøra er en egen variant – med spesielle gyteplasser, og at den i tillegg gyter seinere enn den mer strandnære normalrøya. Normalrøya, som gjerne har kraftig farget gytedrakt, gyter fra ca. 20. september, på 2-3 dyp eller litt dypere. Det fortelles at grårøra gyter på ca. 30 m dyp fra midten av november og omkring tre uker utover (Karle Einarsen, pers. medd.). Han forteller at det største eksemplaret han har fanget var 7 kg, siste gang han satte garn på gyteplassen (for 12-15 år siden) fikk han to på fem kilo samt mange mindre fisk.

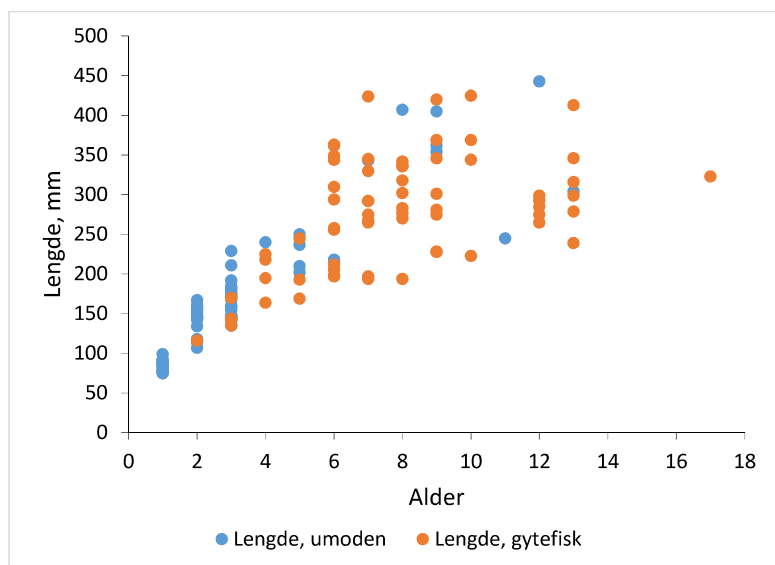


Bilde 4. Venstre: To grårør fanget på ca. 125 m dyp 23. august 2014. Fisk til venstre: 218 mm, 78 g, umoden hunn. Fisk til høyre: 239 mm, 117 g, gytemoden hunn. Høyre: Grårør i garn på stasjon D5 (jf. figur 3). Foto: Frode Staldvik.

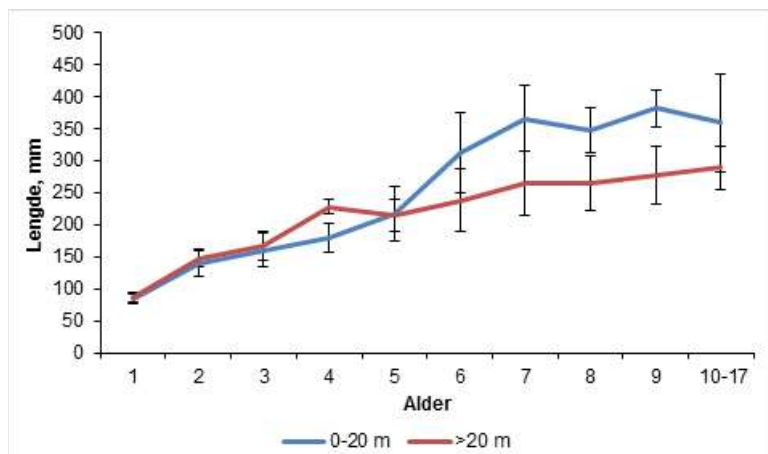
Den yngste gytemodne røya i vårt materiale var en to år gammel hannfisk som var 116 mm og veide 13 g (figur 14). Den minste gytemodne hunnfisken var tre år gammel, 143 mm lang og veide 28 g. Hos begge kjønn var det et flertall gytefisk i alle aldersgrupper fra fire år og oppover, med unntak av femårige hannfisk (figur 14). Hos begge kjønn var det enkelte umodne fisk også i eldre aldersgrupper.



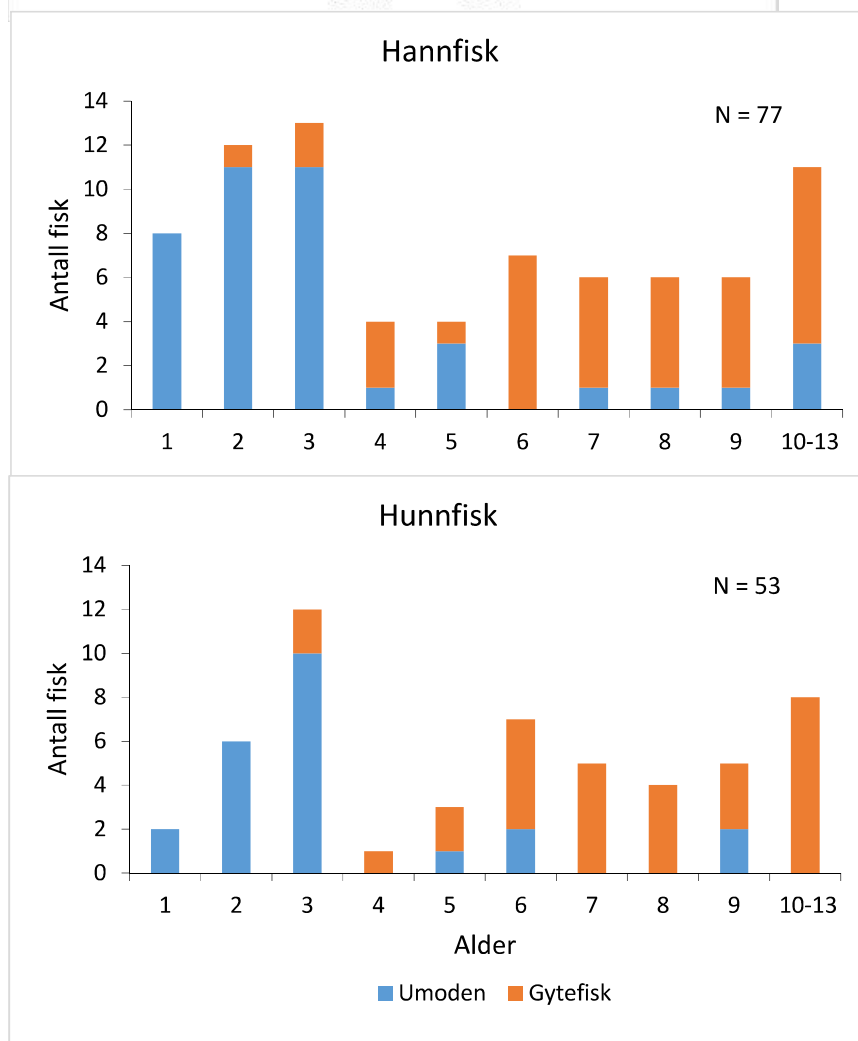
Figur 11. Aldersfordeling hos røye fanget ved prøvefiske i Tunnsljøen i august 2014. N er antall fisk.



Figur 12. Lengde mot alder for enkeltfisk av røye fanget i Tunnsljøen i august 2014. Antall umodne fisk: 69, antall gytefisk: 67.



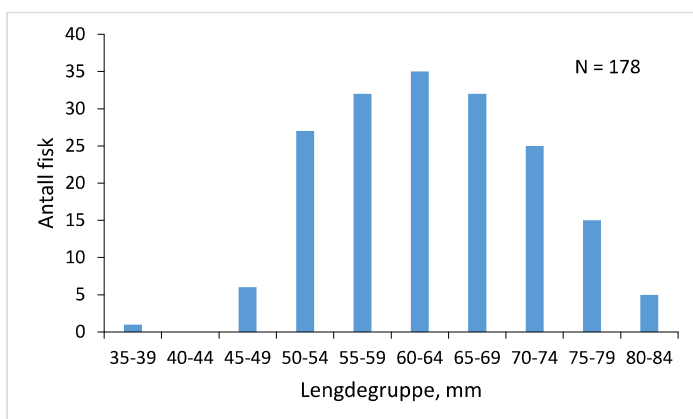
Figur 13. Gjennomsnittslengde innen hver aldersgruppe ($\pm$ standard avvik) hos røye fanget på 0-20 m og >20 m dyp i Tunnsjøen i august 2014.



Figur 14. Andel umoden fisk og gytefisk i hver aldersgruppe av hann- og hunnfisk av røye fanget i Tunnsjøen i august 2014. N er antall fisk.

4.2.3 Ørekyt

Ørekyt er den antallsmessig dominerende fiskearten på grunt vann i Tunnsjøen. Lengdefordelingen i fangsten viste flest fisk omkring 60 mm, og at få fisk var større enn 80 mm (**figur 15**). Nordisk prøvegarn, der minste maskevidde er 5 mm, vil fange mest effektivt ørekyt fra ca. 60 mm, så den lengdefordelingen vi ser i fangstene av ørekyt skyldes at antall små fisk er underestimert som et resultat av garnseleksjonen.



Figur 15. Lengdefordeling hos et utvalg av ørekyt fanget i bunngarn i Tunnsjøen august 2014. N er antall fisk.

4.3 Bestandsstørrelse

Vi har ingen sikre tall for bestandsstørrelse for aure og røye i Tunnsjøen. Beregning av bestandsstørrelse basert på fangst per garnnatt og antatt avfisket areal per garn som beskrevet i metodekapitlet (kapittel 3.2) må baseres på antagelsen at ett Nordisk prøvegarn avfisker 300 m². En innsats på 111 garnnetter betyr altså at 33.300 m², eller 0,0333 km², ble avfisket. Dette utgjør 0,3 promille av Tunnsjøens areal. Begrenset til det bunnarealet der garna faktisk stod (ned til ca. 100 m), og som kan avleses fra den hypsografiske kurven for Tunnsjøen (se **vedlegg 1**), utgjør det teoretisk avfiskete området en noe større andel, ca. 0,5 promille. Areal i 0-20 m dyp er ca. 23 km², og for dybdesona 20-100 m ca. 40 km². Separate beregninger for 0-20 og 20-100 m dyp gir en samlet bestand av aure på ca. 250.000 fisk, mens antall røye er ca. 450.000 fisk (**tabell 6**).

Fangsten i flytegarn var så liten at beregning av bestandsstørrelse ut fra garnfangst etter denne metoden ikke kan gjøres.

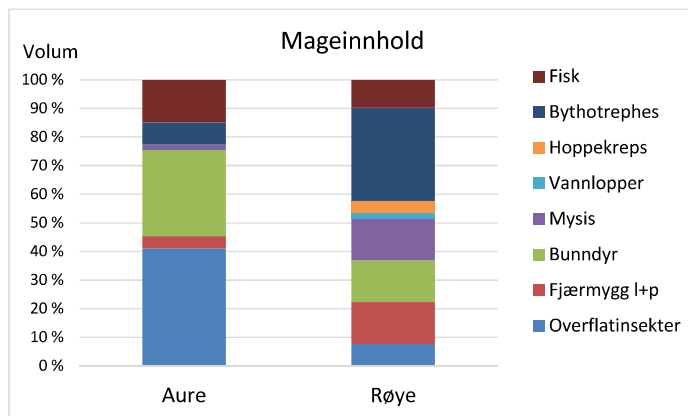
Tabell 6. Bestandsstørrelse av aure og røye i det bunnære habitat i Tunnsjøen beregnet ut fra garnfangster, etter samme metode som anvendt i Namsvatnet (Sægrov mfl. 2014).

Dyp (m)	Areal (km ²)	Garn- netter	Areal avfisket (km ²)	Antall fisk fanget		Beregnet antall fisk	
				Aure	Røye	Aure	Røye
0-20	23	84	0,0252	214	63	195318	57500
20-100	40	27	0,0081	12	76	59259	375300
Sum				226	139	254577	432809

4.4 Mageinnhold

Sammensetningen av mageinnholdet hos aure og røye fanget i bunnsatte garn er vist i **figur 16**. Det er tydelig forskjell på de to artenes næringsvalg. Hos aure var overflateinsekter, bunndyr og fisk de viktigste gruppene av næringsdyr. Hos røye var dyreplanktonarten *Bythotrephes longimanus* det viktigste næringsdyret regnet ut fra volum, ved siden av mysis, bunndyr og fjærmygg-larver og –pupper. Fisk utgjorde også ca. ti prosent av mageinnholdet hos de undersøkte røyene. *Bythotrephes* er en relativt stor rovform av krepsdyrplankton som ofte foretrekkes av røye, men som det vanligvis er vanskelig å fange i planktonhåv fordi de klarer å unnsnippe håven (jf. **tabell 3**). Under betegnelsen bunndyr finnes snegl, marflo og flere insektgrupper, slik som døgnflue- og vårfluelarver. Den fisken i magene som kunne identifiseres var aure eller røye. Ørekyt ble ikke registrert i magene til verken røye eller aure.

Det ble bare fanget tre aure og fire røye i flytegarna, og bare én aure og én røye hadde mageinnhold. Denne ene auren hadde bare fiskerester i magen, mens den ene røya hadde bare mysis i magen.



Figur 16. Sammensetning av mageinnholdet (i gjennomsnittlig volumprosent) hos aure og røye fanget med bunngarn i Tunnsjøen, august 2014. Antall analyserte mager er fra 31 aure og 30 røye.

Andelen av fiskene som hadde de ulike byttedyrgruppene representert i magene var også ulik for aure og røye (**tabell 6**). Hos aure hadde over 70 % av fiskene tatt insekter fra vannoverflata, og nesten 60 % hadde tatt bunndyr. Nær 30 % av aurene hadde fiskerester i magen, og over 20 % hadde spist planktonarten *Bythotrephes*. Mysis hadde liten betydning som bytte for aure (se også **figur 16**). Hos røye hadde 40 % av fiskene mysis i magene. Fjærmygg larver og –pupper, og vannlopper (mest *Bosmina*) var representert i en tredjedel av røyemagene. Man kan legge merke til at 10 % av røyene var fiskespisere, dvs. de hadde fiskerester i magene.

Tabell 6. Andel (i prosent) av analyserte fiskemager som inneholdt de ulike byttedyrgruppene.

Byttedyrgruppe	Andel, %	
	Aure	Røye
Antall fisk	31	30
Overflatinsekter	74,2	20
Fjærmygg larver + pupper	16,1	33,3
Bunndyr	58,1	20
Mysis	6,5	40
Vannlopper	0	33,3
Hoppekreps	0	3,3
<i>Bythotrephes</i>	22,6	10
Fisk	29	10

4.5 Elektrisk fiske (elfiske)

Våre undersøkelser i tilløpsbekker og –elver til Tunnsjøen viste relativt lave tettheter av ungfisk av aure i alle lokalitetene (**tabell 7, figur 17**). I tillegg ble én bekk avfisket uten fangst av aure (jf. **tabell 2**). Beregnet tetthet på grunnlag av en gangs overfiske med én el-fisker varierte mellom 1,6 og 7,1 aure pr 100 m². Den høyeste tettheten ble registrert i en ikke navngitt liten bekk litt sør for Bukta sørvest i Tunnsjøen (bekk D), og det er flere små bekker som muligens kan bidra med aurerekrutter til Tunnsjøen, men neppe på stabil basis. Viktigere er det nok at relativt store tilløpselver/-bekker som Ingelvasselva, Møkkelvikelva og Storbekken også hadde, i denne sammenheng, ganske høye auretteiteter. I Ingelvasselva og Møkkelvikelva var det også en nokså normal lengdefordeling i fangsten, med yngel omkring 5 cm og ettåringer omkring 9 cm lange. Antall aure over 12,5 cm tyder også på en større andel stasjonær aure i flere av bekkene. I flere av bekkene manglet årsyngelen i fangstene (**figur 17**). Det er mulig at så vel yngel som eldre aureunger kan forlate bekken og gå ut i innsjøen tidlig i livet. Imidlertid tyder fangstene i Nordisk prøvegarn i innsjøen på at det for det meste er fisk på vel 10 cm lengde som forlater oppvekstområdet i bekkene.

Ørekyt forekom i den nederste delen av flere av de avfiskete bekkene (**tabell 1**). I Sagbekken ble det også fanget ørekyt ved utløpet fra Sandnestjønna (WP534 i **tabell 1**), som er ovenfor det som må betraktes som et hinder for oppvandring både for aure og ørekyt i denne bekken.

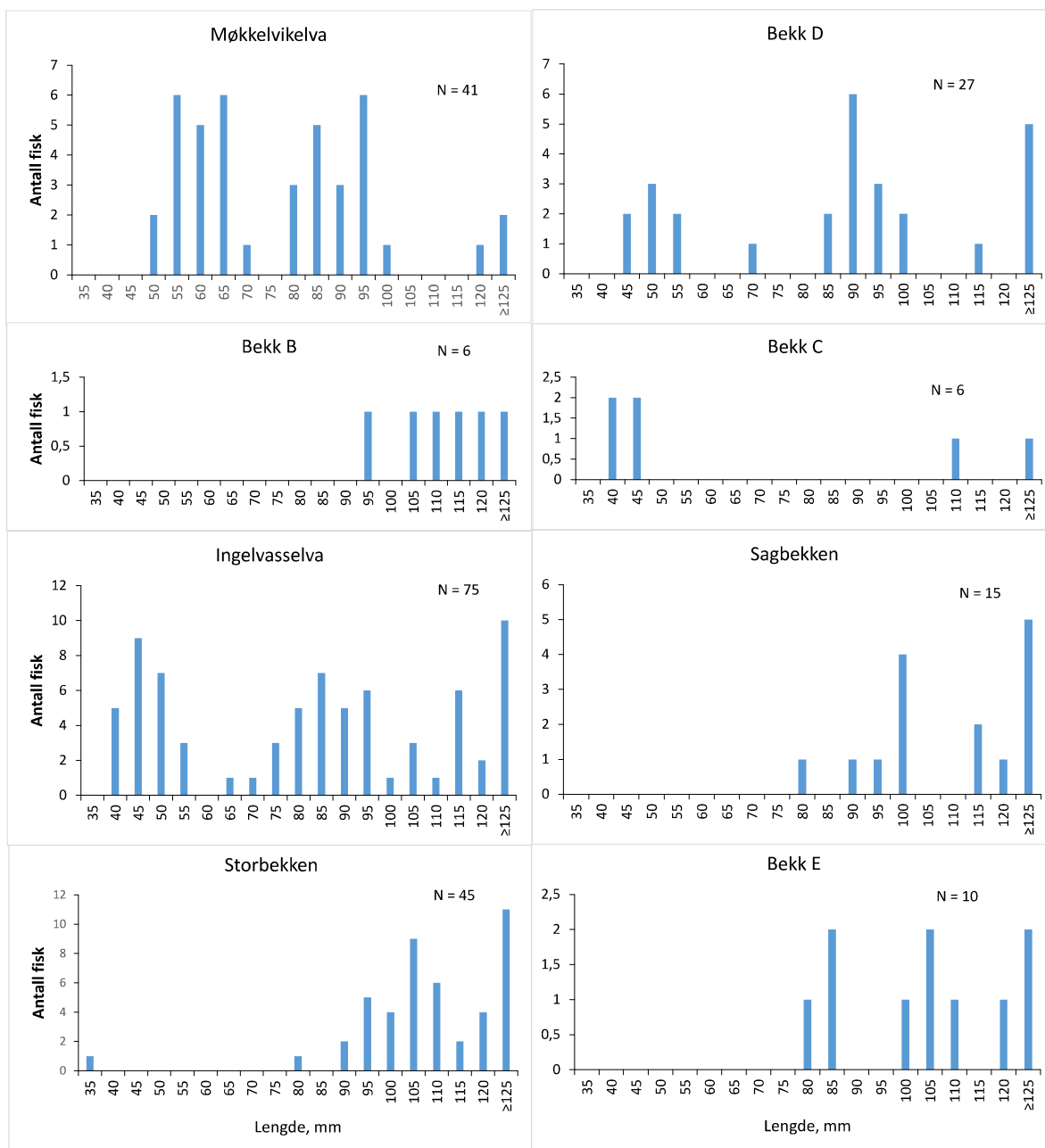
Stallvikelva er en av de større tilløpselvene som tidligere var sterkt forurensset fra gruvedrift (Snekvik & Aass 1972, Lien 1984). Det er flere fosser som fungerer som vandringshinder; den nederste er rett ved utløpet i Tunnsjøen, slik at gytefisk ikke kommer opp. Etter opprensing og restaurering er nå vannkvaliteten i elva langt bedre enn før, og det sies å være en god aurebestand ovenfor vandringshinderet. Denne kan muligens bidra med rekrutter som slipper seg ned til Tunnsjøen, selv om eventuelle gytefisk ikke kommer opp i elva. Det er et lite stilleflytende område mellom Tunnsjøen og det første vandringshinderet der det skjer auregyting, men dette området kan av praktiske årsaker ikke el-fiskes.

Tabell 7. Beregnet tetthet av aure i åtte tilløpsbekker og –elver til Tunnsjøen. I Møkkkelvikelva, Ingelvasselva, Sagbekken og Storbekken er alle avfiskete stasjoner slått sammen (jf. **tabell 2**)

Elv	Areal, m ²	Antall fisk	Tetthet, #fisk/100 m ²
Møkkkelvikelva	750	41	5,5
Røvasselva	200	6	3,0
Storbekken	935	45	4,8
Ingelvasselva	1340	75	5,6
Sagbekken	360	15	5,0
C: Bekk v. Solberg/Litj-Tunnsjøen	385	6	1,6
D: Navnløs bekk s. for Bukta	380	27	7,1
E: Navnløs bekk s. for bekk D	180	10	5,6



Bilde 5. Øvre del av Møkkkelvikelva med fint gytesubstrat. Foto: Tor G. Heggberget.



Figur 17. Lengdefordeling av aure fanget ved elfiske i tilløpselver og –bekker til Tunnsjøen i august-september 2014. For lokaliteter, se **tabell 2** og **figur 5**, for fisketettheter se **tabell 7**.



Bilde 6. Ingelsvasselve ved A: WP 512, og B: nedenfor vandringshinderet Saghussfossen (WP 514, B). Foto: Frode Staldvik.



Bilde 7. Sagbekken ved A: utløp i Tunnsjøen (WP 532) og B: vandringshinder Sagdammen (WP 533). Ørekyt ble også registrert ovenfor dette vandringshinderet (WP534). Foto: Frode Staldvik.



Bilde 8. Storbekken A: nær Tunnsjøen og B: nedstrøms vandringshinder (WP 529). Foto: Frode Staldvik.

5 Tunnsjøflyan

5.1 Garnfangster

I Tunnsjøflyan ble det fisket både med bunnsatte Nordisk prøvegarn og enkeltgarn med maskevidder 26-35 mm. Fangst per innsats var moderat når det gjaldt aure og røye, men også her fanget Nordisk prøvegarn mye ørekyt (**tabell 8**). Både Nordisk prøvegarn og enkeltgarna fanget mer røye enn aure.

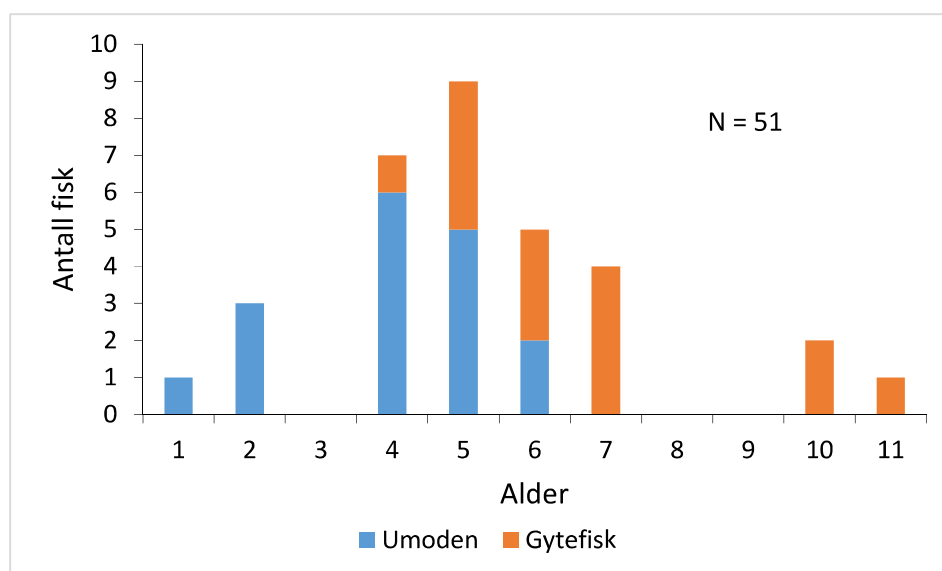
Tabell 8. Fangstene ved prøvefiske i Tunnsjøflyan 15.-17. august 2014. Total garninnsats med Nordisk prøvegarn var 12 garnnetter, som tilsvarer 540 m² garnareal. Innsatsen med enkeltgarn med maskevidder mellom 26 og 35 mm var 29 garnnetter, som tilsvarer 1087,5 m². Fangst per innsats (CPUE) er beregnet som antall fisk per 100 m² garnareal per natt.

Garntype	Røye		Aure		Ørekyt	
	Antall	CPUE	Antall	CPUE	Antall	CPUE
Nordisk prøvegarn	9	1,7	3	0,6	168	31,1
Enkeltgarn 26-35 mm	42	3,9	18	1,7	0	0
Sum	51		21		168	

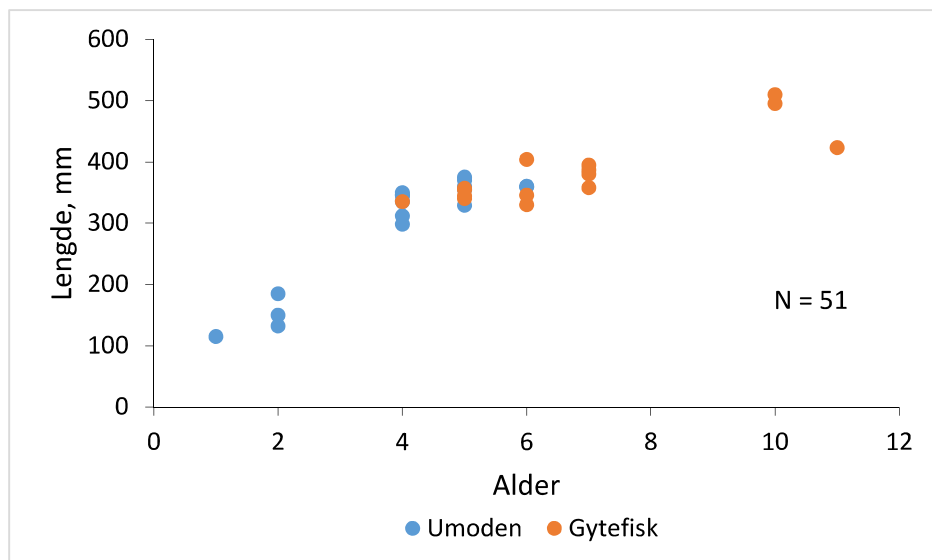
5.2 Røye

Aldersfordelingen i fangsten av røye i Tunnsjøflyan ble dominert av fisk i alderen 4 til 7 år (**figur 18**). Resultatene tyder på at enkelte aldersgrupper manglet i bestanden. Dette gjaldt treåringer (klekt i 2011) og åtte- og niåringer (klekt i 2005 og 2006). Røya kjønnsmodnes relativt sent, da mer enn 50 % av fisken var kjønnsmoden først i aldersgruppe 6. Den yngste gytemodne røya var en hann på fire år og 335 mm, som veide 283 g. Den minste gytemodne hunnfisken var en femårig røye på 345 mm og 317 g.

Plott av lengde mot alder for enkeltfisk av røye viser at fisken nådde over 300 mm i løpet av fem somre (**figur 19**), og gjennomsnittslengden for aldersgruppe 4 var 332 mm (**tabell 9**). Den største røya i fangsten var en tiårig hunnfisk på 510 mm og 1291 g.



Figur 18. Aldersfordeling i prøvegarnfangsten av røye i Tunnsjøflyan i august 2014. N er antall fisk.

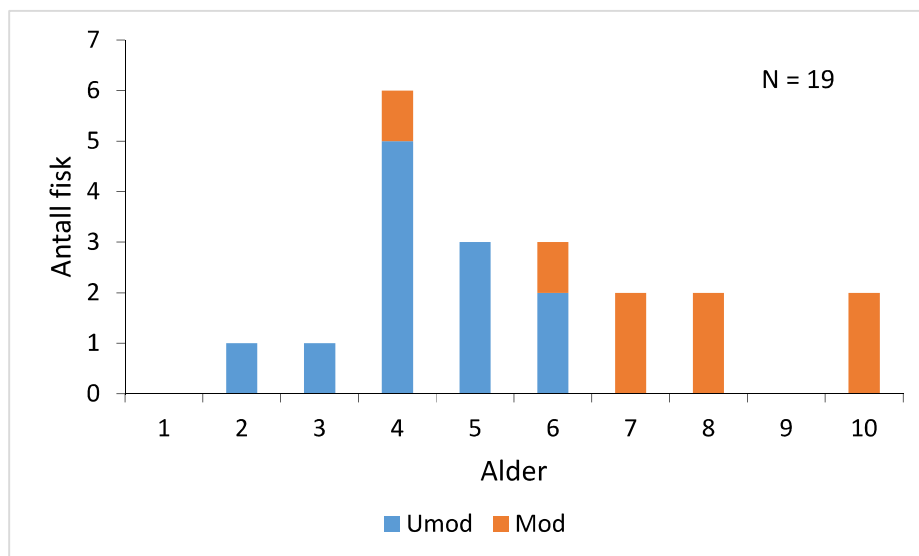


Figur 19. Lengde ved alder for enkeltfisk av røye fanget i Tunnsjøflyan i august 2014. N er antall fisk.

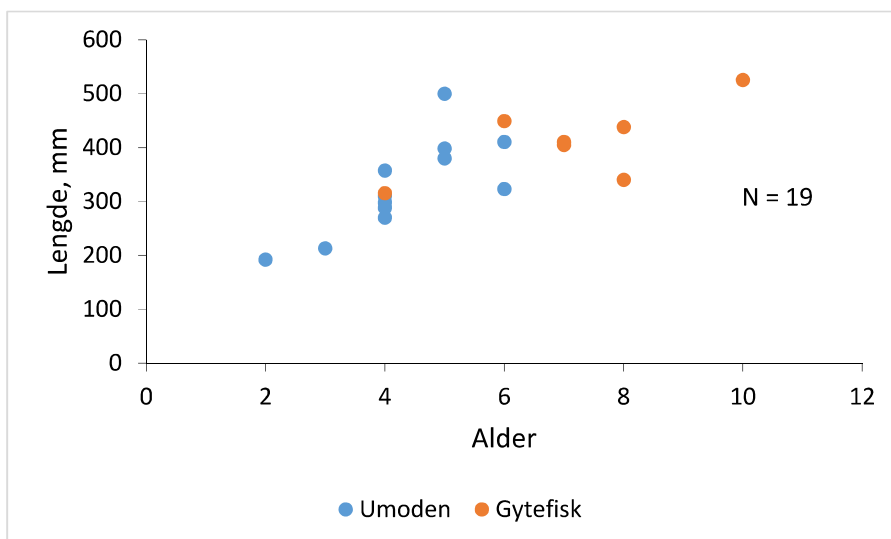
5.3 Aure

Det var bare mulig å aldersbestemme 19 av aurene som ble fanget i Tunnsjøflyan. Dette begrensete materialet viste at det var flest fisk i aldersgruppene 4-6 (**figur 20**). Den yngste gytemodne fisken i materialet var en fire-årig hannfisk på 315 mm og 300 g. Én seksårig hunnfisk var også gytemoden. Den var 449 mm lang, veide 783 g og hadde trolig gytt tidligere. All aure i aldersgruppe sju og eldre var gytemoden. Den største auren i fangsten var en 10-årig hannfisk på 525 mm og 1436 g.

Plott av lengde mot alder for enkeltfisk (**figur 21**) viser at det var moderat spredning i lengder innen den enkelte aldersgruppa. Variasjonen i gjennomsnittslengde hos fisk i aldersgruppe 5-8 var også relativt moderat, mellom 389 og 426 mm (**tabell 9**). Det må presiseres at dette er basert på et begrenset antall fisk.



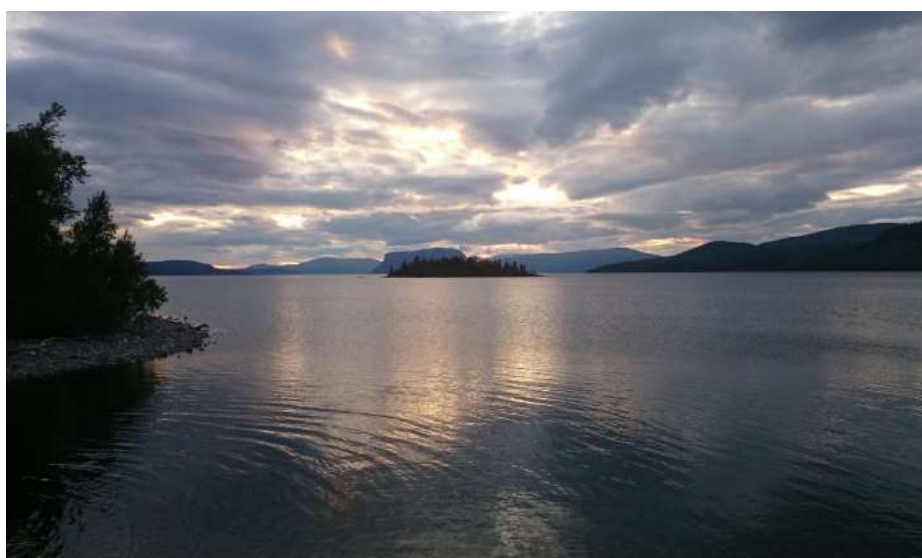
Figur 20. Aldersfordeling i prøvegarnfangsten av aure i Tunnsjøflyan i august 2014. N er antall fisk.



Figur 21. Lengde ved alder for enkeltfisk av aure fanget i Tunnsjøflyan i august 2014. N er antall fisk.

Tabell 9. Gjennomsnittslengder (L) ved alder for aure og røye fanget i Tunnsjøflyan høsten 2014. N er antall fisk i hver gruppe. Merk at det er et lite antall fisk i nesten alle aldersgrupper.

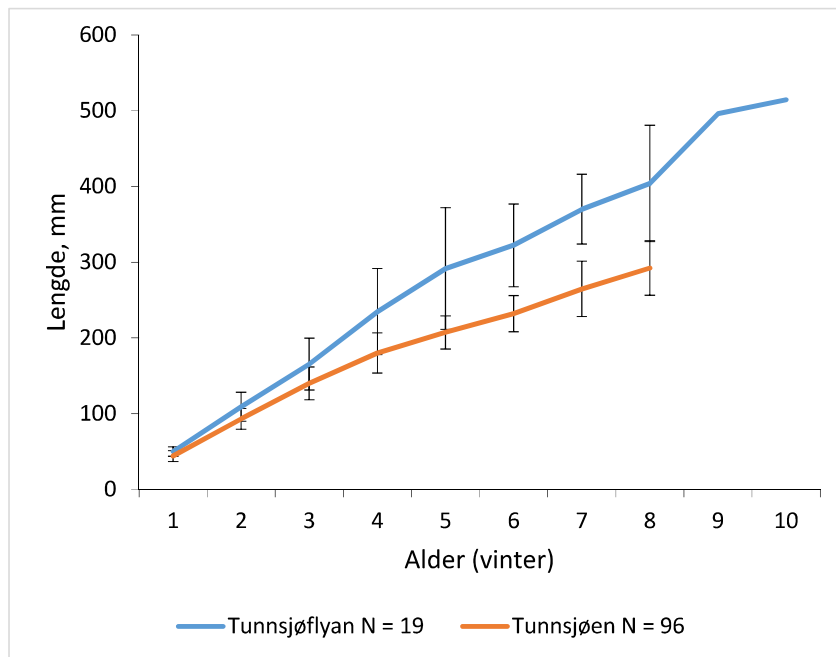
Alder	Aure		Røye	
	L, mm	N	L, mm	N
1			115	1
2	192	1	156	3
3	213	1		
4	306	6	332	7
5	426	3	354	9
6	394	3	360	5
7	408	2	380	4
8	389	2		
9				
10	525	1	476	2



Bilde 9. Tunnsjøen sett fra østenden. Foto: Frode Staldvik.

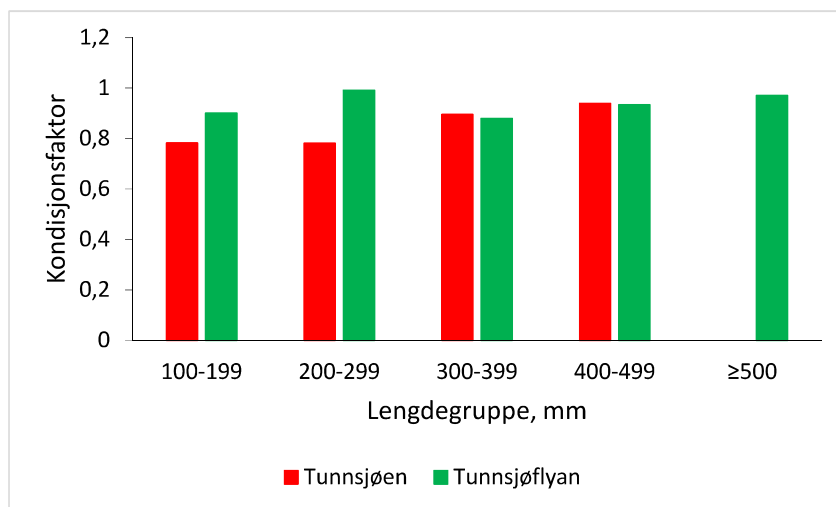
6 Fiskens kvalitet i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan

Auren og røyas kvalitet som matfisk vurderes ofte ut fra kondisjonsfaktor og kjøttfarge. Samtidig reflekterer veksthastigheten til fisken hvordan næringstilgangen er, og det er som regel slik at fisk med gode næringsforhold får god kvalitet. Tilbakeberegnet vekst hos aure fanget i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan viser at fisken i Tunnsjøflyan vokser betydelig bedre enn i Tunnsjøen (**figur 22**). Tilbakeberegnet gjennomsnittlig lengde er signifikant høyere i Tunnsjøflyan for alle aldersgrupper (vinter 1-8; t-test, $P < 0,05$). En tilsvarende sammenligning av vekst er ikke like enkel for røya på grunn av den store variasjonen i lengde ved alder hos røya i Tunnsjøen (jf. **figur 12**). Det er likevel tydelig at røya i Tunnsjøflyan, med gjennomsnittslengder for aldersgruppene 4-7 mellom 332 og 380 mm (se **tabell 9**), ligner mye på de største røyene i disse aldersgruppene i Tunnsjøen (**figur 12**).

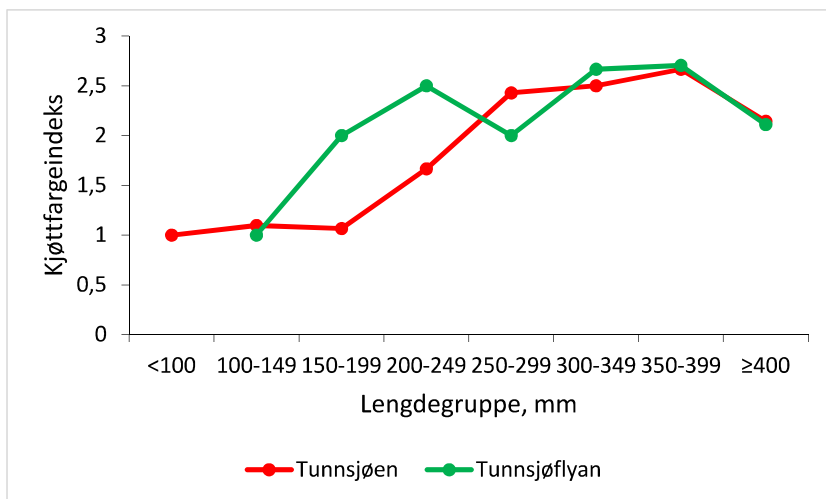


Figur 22. Gjennomsnittlig tilbakeberegnet vekst basert på skjell for aure fra Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, august 2014. N er antall fisk. Vertikale linjer viser standardavvik.

Hos røye var kondisjonsfaktoren lavere i Tunnsjøen enn i Tunnsjøflyan hos små fisk (< 30 cm) (**figur 23**). Forskjellen var signifikant i lengdegruppa 200-299 mm (t-test, $P < 0,05$). Hos større fisk var kondisjonsfaktoren lik i de to lokalitetene. Kjøttfargen hos røye viste samme tendens (**figur 24**). Hos små fisk (mindre enn 25 cm) var kjøttfargen kraftigere rød hos røye fanget i Tunnsjøflyan (med unntak av fisk mindre enn 15 cm). Hos fisk større enn 30 cm var gjennomsnittlig indeks for kjøttfarge lik hos røye fra de to lokalitetene.

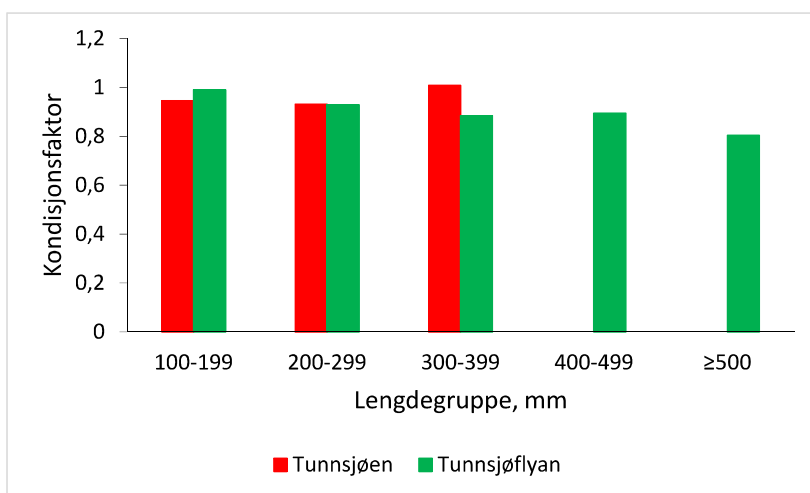


Figur 23. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor hos ulike lengdegrupper av røye fanget i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, august 2014.

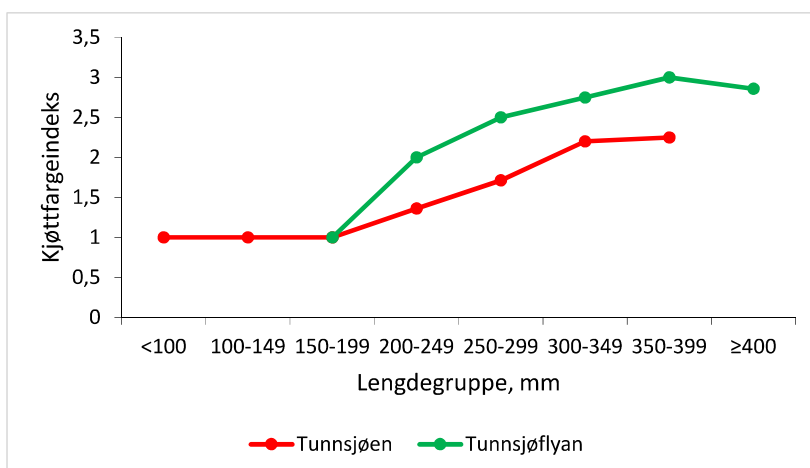


Figur 24. Kjøttfarge hos røye i ulike lengdegrupper av røye fanget i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan i august 2014.

Hos aure var bildet et annet. Her var kondisjonsfaktoren nokså lik hos fisk mindre enn 30 cm fra de to lokalitetene (**figur 25**), mens aure mellom 30 og 40 cm hadde høyere kondisjonsfaktor i Tunnsjøen enn i Tunnsjøflyan (t-test, $P < 0,01$). Når det gjelder kjøttfarge hadde imidlertid all aure større enn 20 cm fra Tunnsjøflyan rødere kjøtt enn tilsvarende stor fisk fra Tunnsjøen (**figur 26**).



Figur 25. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor hos ulike lengdegrupper av aure fanget i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan, august 2014.



Figur 26. Kjøttfarge i ulike lengdegrupper av aure fanget i Tunnsjøen og Tunnsjøflyan i august 2014.

7 Diskusjon

I likhet med Namsvatnet og Limingen er Tunnsjøen en næringsfattig innsjø. I Tunnsjøen målte vi siktedypet til 8 m i august 2014. Dette er tilnærmet samme nivå som Langeland mfl. (1982) rapporterte for 1979-81. Målinger av næringssaltinnhold omkring 1980 viste også lave konsentrasjoner, og i Vann-nett er Tunnsjøen klassifisert som «Svært stor, kalkfattig, klar (TOC2-5)» (www.vann-nett.no).

7.1 Fiskesamfunnet i Tunnsjøen

Relativt lave fangster av både aure og røye (CPUE hhv. 4,5 og 2,8 fisk per 100 m² garnareal i bunngarn) bekrefter at Tunnsjøen er en næringsfattig innsjø. Sett i forhold til klassifiseringen av aurebestander foreslått av Ugedal mfl. (2005), tilsier våre totalfangster en tynn bestand av aure (CPUE < 5 fisk), mens fangsten begrenset til strandsona viser en «middels tett bestand» (se kapittel 7.4). I forhold til kriteriene i vannforskriften (se **tabell 10**) er imidlertid aurebestanden i god tilstand.

Fiskesamfunnet i Tunnsjøen består av aure, røye og ørekyt. De to individene av hvitfinnet steinulke som ble fanget i prøvefisket indikerer at denne arten kan ha etablert en bestand, selv om ekstra innsats for å fange flere individer ikke ga noe resultat (Heggberget mfl. 2015). Antallsmessig dominerte ørekyt i fangstene, mens usikre bestandsberegninger basert på garnfangster kan tyde på at røyebestanden er mer tallrik enn aurebestanden. Dette er ikke uventet i en regulert innsjø som Tunnsjøen. Lokale fiskere hevder at fangstene av aure har økt kraftig de siste åra. Det foreligger imidlertid ingen fangststatistikk som kan vise om dette betyr en reell økning i aurefangstene (dvs. fangst per garnnatt), eller om det skyldes at røyebestanden har gått tilbake, slik at aure utgjør en større andel i fangstene. Observasjonene til Per Ass ved prøvefiske i 1960-åra der han sier at aurefangsten var nede i 1 kg per 100 garnnetter (Aass 1967), kan imidlertid tyde på en reell oppgang i aurebestanden siden den gang (se kapittel 7.1.3).

Fordelingen av aure og røye langs bunnen var slik det er vanlig å se det der disse artene lever sammen (Langeland mfl. 1991, Klemetsen & Amundsen 2000). Auren var mest tallrik på grunt vann, mens røya levde dypere. Det var en noe større fangst av aure på 40-60 m dyp enn i dybdesonene fra 10 til 40 m. Dersom dette ikke er et tilfeldig resultat kan det skyldes at auren på dette dyppet finner stor tetthet av relativt små røye, som er en attraktiv byttefisk.

Det mest iøynefallende resultat ved prøvefisket i august 2014 var den lave fangsten i flytegarn. En fangst på noen få aure og røye, alle relativt store individer, er uventet i forhold til andre reguleringsmagasiner med disse to fiskeartene (Johnsen mfl. 2011), men et lignende resultat fant man i Namsvatnet i 2013 (Sægrov mfl. 2014). I Tunnsjøen viser imidlertid beregning av antall fisk fanget per 100 m² garnareal (begrenset til de relevante maskeviddene i Nordisk prøvegarn: 19,5 - 55 mm) CPUE-verdier i 0-6 m dyp på 1,5 fisk for røye og 1,1 fisk for aure. Dette er ikke en ubetydelig fangst, men tallene er svært usikre pga. få fisk.

Zooplanktonsamfunnet i Tunnsjøen bærer preg av moderat hardt beitetrykk. *Bosmina longispina* forekom i rimelig stor tetthet, og også andre relativt store krepsdyr som vanligvis spises av røye var godt representert. Imidlertid var *Daphnia* nesten fraværende. Sannsynligvis skyldes dette bildet forekomsten av mysis, som er en effektiv predator på zooplankton, og som dermed kan utkonkurrere røya. Vi har for lite materiale av røye fanget i de fri vannmasser til å kunne si noe sikkert om næringsvalget i dette habitatet, men det ene individet som hadde mageinnhold hadde spist mysis. Samtidig var mysis viktig næring for røye fanget i bunngarn. Mysis lever både i de fri vannmasser og ved bunnen, og har vanligvis en vertikal døgnvandring; ned til bunnen om dagen og opp i vannmassene om natta (Næsje mfl. 2003). I denne undersøkelsen var oppdraget å analysere et begrenset antall mageprøver fra alle habitater, og framstille analyseresultatet som en gjennomsnittlig sammensetning av mageinnhold. Dette kan ikke vise i hvilket dyp langs bunnen mysis er viktigst føde for røya. I Limingen er det påvist at mysis særlig er viktig føde på dypt vann (Jensen 1997, Gregersen mfl. 2006).

7.1.1 Aure

Aurefangstene i Tunnsjøen omfattet fisk fra under 10 cm til ca. 38 cm. Dette viser at auren i dette systemet til dels forlater oppvekstområdene i gytebekkene svært tidlig. Ofte vil den minste auren i garnfangstene i en innsjø være en del større, ofte 12-15 cm. Fangsten av så små aure i Tunnsjøen kan skyldes at mange av gytebekkene til Tunnsjøen er små, til dels svært små. I slike bekker vil det trolig være dårlige levekår for store tettheter av ungfisk eldre enn én sommer.

Rekrutteringen til aurebestanden i en innsjø bestemmes i stor grad av tilgjengelig areal som er egnet for gyting og oppvekst for ungfisken. Forholdet mellom gyte- og oppvekstareal i rennende vann og innsjøens størrelse kalles «oppvekstratio» og bidrar til å vise hvor tallrik bestand av aure man kan forvente å finne. Oppvekstratio (OR) er definert som tilgjengelig gyte-/oppvekstareal i elver og bekker målt i m² delt på innsjøareal i hektar (Sandlund mfl. 2013, Direktoratgruppen 2013). Begrepet oppvekstratio ble utviklet og er svært anvendbart for relativt små sjøer som har vært forsuret, men der fiskebestanden bygger seg opp igjen når miljøet blir bedre (Hesthagen & Haugland 2009). Det ser derimot ikke ut til at OR kan anvendes direkte på aurebestanden i store innsjøer, selv om tankegangen er riktig også i slike tilfelle. Gyte- og oppvekstareal er bestemmende for hvor tallrik en aurebestand kan bli. Vi har ikke hatt anledning til å måle tilgjengelig areal nedenfor vandringshinder i tilløpsbekkene til Tunnsjøen, men det er et faktum at alle bekkenene er relativt små. Selv Møkkelvikelva og Ingelvasselva er relativt små elver. Vi antar også at Stallvikelva ikke fungerer som en effektiv gyteelv for auren i Tunnsjøen, selv om noe rekruttering kan skje fra strekninger ovenfor vandringshindrene. I tillegg til at de naturlige forutsetningene gjør at gyteelvene er små, bidrar ofte en reguleringssone i en regulert innsjø til at fiskens mulighet til å nå opp i gyteelvene blir redusert. Selv om reguleringen av Tunnsjøen er relativt moderat (5 m reguleringshøyde) vil denne effekten også kunne gjøre seg gjeldende her. Det er derfor ingen grunn til å vente seg en spesielt tallrik aurebestand i Tunnsjøen. CPUE på mer enn 6 fisk i strandsona må i lys av dette derfor sies å reflektere en relativt solid aurebestand. Lokale fiskere er også enige om at aurebestanden har økt de siste åra.

Ellers var lengdefordelingen i aurefangstene dominert av fisk mellom 22,5 og 27,5 cm, med svært få fisk større enn dette. Det er uventet at det ikke ble fanget aure over 38 cm i et system der fisk synes å være relativt viktig føde for auren. I slike fiskespisende aurebestander vil man ofte se at noen fisk får et vekstomslag ved 20-25 cm lengde, da de begynner å spise fisk. Dette er i liten grad tilfelle i Tunnsjøen, der veksten er nokså rettlinjet, i alle fall fram til 7 års alder. Generelt var også gjennomsnittlig lengdevækst moderat, bare opp til vel 5 cm på det meste (fra 3 til 4 års alder). Dette er naturlig i en høytliggende regulert innsjø som Tunnsjøen. På den annen side var det ingen tendens til utflating av veksten hos de eldste fiskene i vårt materiale. Dette indikerer at det var et ikke utnyttet vekstpotensial i aurebestanden i Tunnsjøen, og at beskatningen skjer på mindre fisk enn det som ville være optimalt. Den lave andelen gytemoden fisk i de eldste aldersgruppene i prøvefangstene støtter denne konklusjonen. Etter en lignende observasjon av vedvarende vekst hos auren i den regulerte innsjøen Savalen, Hedmark (Johnsen mfl. 2011), ble reglene angående garnfiske endret slik at minste tillatte maskevidde økte fra 29 til 35 mm. I løpet av få år førte dette til en kraftig økning i gjennomsnittsvekta til auren i fangstene uten at antall fisk ble betydelig redusert (Stein I. Johnsen, NINA, pers.medd.). De som fisker i Tunnsjøen foretrekker imidlertid røye framfor aure, så det er liten interesse for å bidra til å øke aurebestanden, da dette trolig vil føre til redusert røyebestand.

Det kan synes påfallende at vi ikke fant ørekyt i magene til noen av de fiskespisende aurene vi analyserte. Det var tross alt svært stor tetthet av ørekyt på grunt vann. Det er en svært vanlig observasjon at auren ikke utnytter ørekyt som føde (Museth 2002). Dette skyldes trolig at ørekyta oppholder seg på svært grunt vann der potensielt fiskespisende aure (> 20 cm) ikke vil gå. Mer detaljerte undersøkelser i innsjøer med introdusert ørekyt har likevel påvist at auren kan ta et stort antall ørekyt over en kort periode om våren, da ørekyta endrer atferd i forbindelse med gyting (slik som f.eks. i Øvre Heimdalsvatn, Museth mfl. 2010). Dette kan også være tilfelle i Tunnsjøen. I vårt materiale var det imidlertid aure og røye som var aurens byttefisk på det tidspunktet prøvafisket ble gjennomført.

I Øvre Heimdalsvatn tok det 8 år fra ørekyt ble observert første gang og til den ble funnet i auremager (Museth 2002). Årsaken er sannsynligvis at ørekytbestanden må opp i en viss tetthet

før den blir attraktiv og tilgjengelig for aure. Tunnsjøen er meget stor, og det er sannsynlig at det tar lengre tid å etablere en tett ørekytbestand i en stor enn i en liten innsjø. Dersom ørekytbestanden fremdeles vokser i Tunnsjøen vil det trolig være negativt for aurens rekruttering, da ørekyt er konkurrent til aureungene om føden. På den annen side kan en tettere bestand av ørekyt bli et lettere tilgjengelig bytte for den større auren.

Det må imidlertid tas et klart forbehold om betydningen av ørekyt som byttefisk for aure, fordi denne undersøkelsen er utført innenfor et begrenset tidsrom i august. Ørekyt gyter på våren/forsommeren, i Tunnsjøen sannsynligvis fra midten av juni og ca. 3 -4 uker fram mot midten av juli. I Øvre Heimdalsvatn skjedde 90 % av aurepredasjonen over en periode på ca. 3 uker om våren/forsommeren (Museth 2002). Det er derfor sannsynlig at ørekytas betydning som næring for aure blir underestimert gjennom en undersøkelse i august. For å få bedre kunnskap om dette, bør det utføres et prøvefiske på våren/forsommeren.

7.1.2 Røye

Det er en solid røyebestand i Tunnsjøen, og lengdefordelingen innen aldersgrupper eldre enn fem år viser at det var minst tre økologiske former av denne arten. Dette er en «dvergroye», som trolig stagnerer i vekst noe over 20 cm, og en «normalroye» som når lengder opp til mellom 30 og 40 cm. I tillegg kommer grårøra, som kan nå størrelser på flere kilo (Karle Einarsen, pers. medd.). Det er så stor variasjon i lengdene i innen de gytemodne aldersgruppene at vårt materiale er for lite til en mer nøyaktig analyse av bestandsstrukturen til røyeformene i Tunnsjøen. Forskjellene i lengde hos eldre fisk fanget grunnere og dypere enn 20 m bekrefter imidlertid en fordeling lik den man ofte observerer i slike røyebestander. Dvergformen lever på dypt vann, mens normalformen vanligvis lever på grunt vann og i pelagialsona (f.eks. Klemetsen & Amundsen 2000). I Tunnsjøen fanget vi imidlertid svært få røye i flytegarn, men de få vi fanget var relativt store, og den ene fisken med mageinnhold hadde spist mysis. Den tredje røyeformen, grårøra, lever og gyter på dypt vann, og den gyter seinere på høsten enn de andre røyeformene. I vårt materiale var det i alle fall to grårør fanget på ca. 125 m dyp (**bilde 4**).

For fiskerne er det den relativt storvokste «normalrøya» som er den mest attraktive fisken i Tunnsjøen. Den betraktes som langt mer attraktiv enn auren. Det er usikkert om forholdet mellom normal- og dvergroya påvirkes av et rettet fiske mot den ene av formene. Dette vil blant annet avhenge av om de to formene er atskilt genetisk, eller om de tilhører samme genetiske bestand. Vi har ikke kunnskap om disse forholdene når det gjelder røya i Tunnsjøen.

7.1.3 Betydningen av mysis og ørekyt

Våre data viser at både aure og røye spiste noe mysis, og at dette krepsdyret var viktigst for røya i prøvene fra august. Ut fra vekstkurvene for røya synes både dverg- og normalformen å nå en relativt god størrelse. Gjennomsnittslengden for røye fanget grunnere enn 20 m i Tunnsjøen var f.eks. større enn hos røye i Namsvatnet (Sægrov mfl. 2014). I begge disse magasinene finnes mysis, så det er uklart hva denne forskjellen kommer av. Nærværet av mysis gir imidlertid en viss mulighet til fortsatt vekst hos røya ut over det som er vanlig i lignende bestander i innsjøer uten mysis (f.eks. Klemetsen & Amundsen 2000). Den negative effekten av mysis kan tenkes å være størst på den størrelsen av røye som er avhengig av krepsdyrplankton. Det er likevel usikkert hvor stor betydning mysis har totalt sett, ettersom vi kun har data fra ett tidspunkt.

I motsetning til mysis var ørekyta helt fraværende i mageprøvene, selv om både aure og røye hadde fisk i magene. Dette bekrefter at introdusert ørekyt sjelden får noen positiv effekt på veksten til potensielle rovfisk. Årsaken er trolig at ørekyta oppholder seg på grunt vann slik at aure som er stor nok til potensielt å være fiskespisende ikke treffer på dette byttedyret. Våre resultater tyder på at ørekyta i Tunnsjøen bare lever grunnere enn 10 m, i likhet med det Sægrov mfl. (2014) fant i Namsvatnet. Undersøkelser basert på teinefangst i Namsvatnet viste imidlertid at arten kan gå ned til i alle fall 20 m dyp (Hembre & Bugge 2012). Faktum er imidlertid at mange undersøkelser tyder på at auren sjelden utnytter ørekyt som byttefisk. Snarere har nærvær av

ørekyt en negativ effekt på aurebestanden, sannsynligvis gjennom konkurranse med aureungene i rekrutteringsområdene i bekkene (Museth mfl. 2007). Det er imidlertid viktig å huske at undersøkelsen i Tunnsjøen kun er et øyeblikksbilde, og at ørekyta kan være viktigere til andre tider av året (jf. Museth 2002).

Per Aass ved den daværende DVF-Fiskeforskningen rapporterte fra prøvefiske med bunngarn (maskevidder 26-39 mm) i Tunnsjøen mellom 1960 og 1967 (Aass 1967). Dette var i den perioden da overføringen av vann fra Limingen ble startet (1963), men før introduksjonen av mysis og ørekyt til innsjøen. I følge Per Aass førte muligheten for tilførsel av vann fra Limingen til at hele reguleringshøyden på 5 m kunne bli utnyttet hvert år, noe som ikke var tilfelle tidligere. I hele perioden med data fra 1960-åra var fangst i antall aure per garnnatt 0,3 fisk eller lavere (gjennomsnitt 0,2 aure for hele perioden). Dette tilsvarer at en innsats på 100 garnnetter måtte til for å få en fangst på til sammen én kilo aure. Konklusjonen var at fangstene var nede i mindre enn halvparten i forhold til situasjonen før reguleringen i 1945-46 (Aass 1967). Det var også en tendens til mindre fangster i 1965-67 enn i 1960-63, men tallene er for små til at det kan trekkes noen sikker konklusjon for aurens del. Det er imidlertid nokså sikkert at våre aurefangster var vesentlig større enn i 1960-åra. I vårt prøvefiske med Nordisk prøvegarn i Tunnsjøen var CPUE av aure i 0-10 m dyp 6,4 fisk. Dersom vi regner strandsona ned til 20 m var CPUE 6,2 (**vedlegg 4**). Dersom vi også antar at ca. 1/3 av et Nordisk prøvegarn (de fire maskene 24, 29, 35, 43 mm) omtrent tilsvarer de maskeviddene Per Aass brukte i 1960-åra, var vår totale fangstinnsett med bunngarn 1665 m², eller 44,4 garnnetter regnet etter standard bunngarn (som har et areal på 37,5 m²). Hvis vi så antar at aure over 22 cm fanges i de aktuelle maskeviddene, var vår fangst 63 aure, eller ca. 13,7 kg. Dette tilsvarer da en sammenlignbar fangst av aure i vårt fiske på 1,5 fisk og ca. 310 g per garnnatt i standard bunngarn. Dette tyder på en langt mer tallrik aurebestand i Tunnsjøen i dag enn for 50 år siden.

Røye-fangstene i prøvefisket i august 1960-67 endret seg fra 3,2 fisk per garnnatt i 1960-61, via 1,5 fisk i 1963 til 1,3 fisk i 1965-67 (Aass 1967). Våre fangster av røye beregnet på en tilsvarende måte viser en fangst av røye ≥ 22 cm på 1,5 individer eller 400 g per garnnatt, dvs. en fangst på omtrent samme nivå som på 1960-tallet.

I Limingen ble utviklingen i fiskebestandene overvåket med prøvefiske fra 1953 til 1995. Der ble det dokumentert at fangstene i en bunngarnserie med maskevidder fra 26 til 45 mm gikk ned med over 90 % fra 1953 til 1995 (Aass mfl. 2004). Dette gjaldt både aure og røye. Limingen har en kraftigere regulering (større forskjell på HRV og LRV) enn Tunnsjøen (se **tabell 1**), men undersøkelsene i Tunnsjøen på 1960-tallet tydet på en lignende utvikling som i Limingen (Aass 1967). I løpet av de siste tiårene ser det imidlertid ut til at det har skjedd en endring, særlig i aurebestanden. Det er rimelig å tro at etableringen av en tett ørekytbestand kan være en årsak til dette. Det er heller ikke utenkelig at vi ser en langtidseffekt av at mysis ble introdusert i Tunnsjøen. For røya er trolig ørekyt uten betydning, men mysis sin rolle som effektiv beiter på zooplankton er vist å være negativ for små røye som ofte er avhengig av zooplankton, spesielt i reguleringsmagasiner (Langeland & Moen 1992). Muligens kan mysis likevel være gunstig for større røye, dvs. at langtidseffekten av mysis på røye kan være en mindre tallrik, men mer storvokst, bestand.

7.2 Rekrutteringsforhold og mulige tiltak

Tunnsjøen ligger svært høyt opp i nedbørfeltet; innsjøen utgjør ca. 1/4 av nedbørfeltets totalareal målt ved innsjøens utløp. Dette betyr at alle innløpselver og –bekker er små fra naturens side. Våre resultater tyder på at det kun er Møkkelvikelva, Ingelvasselva og Storbekken som utgjør et gyte- og oppvekstareal av noen særlig betydning. Det er også flere småbekker som sannsynligvis bidrar med noe rekruttering, men det er tvilsomt om dette betyr så mye. Det hevdes med stor grad av sikkerhet at andelen aure i husholdsfisket har tatt seg kraftig opp de siste årene, og at auren fortrenger røya. Dette oppfattes som negativt, da røya er den foretrukne matfisk. Det foregår ikke utsetting av settefisk av aure i Tunnsjøen, så årsakene til en slik økning i aurebestanden kan ligge i bedre rekrutteringsforhold. Forbedring av vannkvaliteten i Stallvikelva etter gruveforurensing kan bidra noe, selv om vandringshindrene nederst i denne elva bør indikere at

dette ikke er så viktig. Det har vært uttrykt bekymring for at senket vannstand i magasinet om høsten kan ha hindret auren i å komme opp til gyteområdene. Vi kjenner ikke til om manøvreringen av magasinet de siste åra, eventuelt med høyere vannstand rundt aurens gytevandring, kan ha bidratt til bedre adgang til gyteelvene.

På bakgrunn av utviklingen i aurebestanden de siste 4-5 åra slik den viser seg i husholdsfisket er det neppe noe behov for å bedre rekrutteringsmulighetene for auren i Tunnsjøen. Dersom forholdene skulle endre seg i negativ retning vil det likevel være mulig, med relativt enkle tiltak å gjøre nye elvestrekninger tilgjengelige for gyting av aure fra innsjøen. Noen aktuelle gyteelver/bekker har vandringshindre nær utløpet i Tunnsjøen, slik som f. eks. Rørvasselva (som renner fra Rørvatnet og ut i Tunnsjøen ved Tunnsjørørvik, **bilde 10**). Her er det en foss på 2-3 m høyde som sperrer for oppvandrende fisk, og en fiskepassasje forbi fossen vil neppe koste så mye. I den nederste delen av Stallvikelva (i Stallvikgrenda) er det derimot en serie fosser. Bygging av fiskepassasjer forbi disse ville trolig bli svært kostbart. Som nevnt er midlertid dette tiltak som i dagens situasjon neppe er ønsket av lokale interesser.



Bilde 10. Rørvasselva ved Tunnsjørørvik har en foss ved utløpet som hindrer oppgang av fisk fra Tunnsjøen. Foto: Tor G. Heggberget.

Øst i Tunnsjøen er Litj-Tunnsjøen skilt fra Tunnsjøen med en fylling. Gjennom denne fyllinga er det lagt en kulvert som ligger slik at fisken ikke kan bevege seg mellom Litj-Tunnsjøen og Tunnsjøen ved lav vannstand (**bilde 11**). Tilsvarende sperres bekken som renner ut i Litj-Tunnsjøen ved Solberg (bekk D i **tabell 3**) av en kulvert under veien. Her bør tiltak gjøres av hensyn til fiskens frie gang.



Bilde 11. Kulvert gjennom fylling mellom Litj-Tunnsjøen og Tunnsjøen, Foto: Frode Staldvik.

7.3 Fiskesamfunnet i Tunnsjøflyan

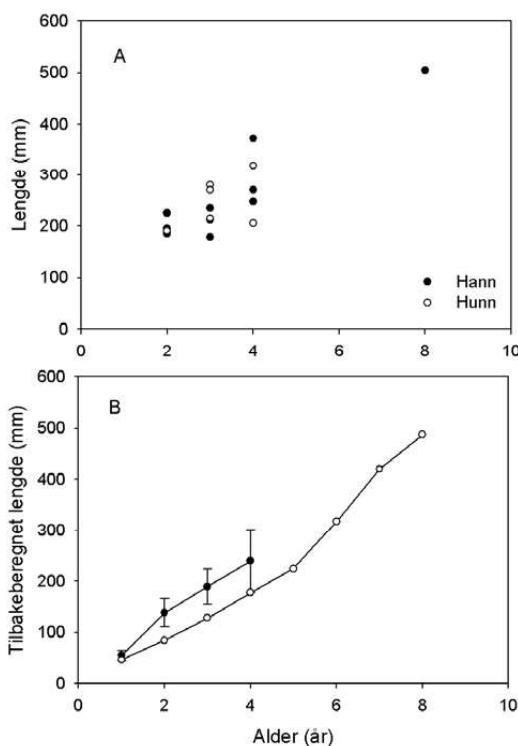
Tunnsjøflyan er en innsjø som skiller seg fra Tunnsjøen i de aller fleste fysiske forhold. Flyan er så vidt grunne at det trolig når dagslys ned til bunnen over store deler av bassengets areal, det vil si at innsjøen kan sies å bestå nesten bare av strandsone. Dette betyr at den bør være langt mer produktiv enn Tunnsjøen. Samtidig vil trolig ørekyta være et langt mer tilgjengelig bytte både for aure og røye enn den er i Tunnsjøen, mens mysis neppe vil klare å etablere seg i en så grunn innsjø der arten ikke har noe refugium fra fiskepredasjon i dypet.

De bedre næringsforholdene i Tunnsjøflyan reflekteres i at auren har langt bedre vekst enn auren i Tunnsjøen. Når det gjelder røya er ikke forskjellen like stor. Røya i Tunnsjøflyan vokser omtrent like raskt som den raskest voksende røya i Tunnsjøen. Lav bestandstetthet er også en viktig faktor som bidrar til gode næringsforhold for fisken. I denne undersøkelsen er det bare gjort et begrenset prøvefiske i Tunnsjøflyan, slik at det er vanskelig å vurdere hvilke faktorer som er viktigst for forskjellene når det gjelder aure og røye. Vi har ingen konkret kunnskap om rekrutteringsforholdene for verken aure eller røye i Tunnsjøflyan, men det var svært lav fangst per garn-innsats ved vårt prøvefiske, noe som tyder på dårlig rekruttering. Det er imidlertid verdt å merke seg at prøvefiske med samme garntyper i Tunnsjøflyan i 2005 ga nesten identisk fangst (se faktaboks).

Faktaboks: Tunnsjøflyan i 2005

(Thorstad mfl. 2006)

Fangsten av røye pr innsatsenhet på Nordisk prøvegarn i Tunnsjøflyan nær overflata (0-3 m) og på dypere vann (3-6 m) i 2005 var på henholdsvis 0,2 og 0,5 fisk pr 100 m² garn pr natt. Fangsten av aure var 0,6 fisk pr 100 m² garn pr natt i begge dybdeintervall. Det var en svak dominans av aure i Tunnsjøflyan i 2005. Aure fanget på Nordisk prøvegarn i Tunnsjøflyan varierte fra 19 til 50 cm total lengde, og alderen varierte mellom 2 og 8 år. Lengden var ca 15 cm etter de første to leveårene. Ingen av aurene som ble fanget var kjønnsmodne. Tilbakeberegnet vekst hos én stor aure viser et tydelig vekstomslag ved 4-5 års alder og ca. 20 cm lengde, da veksten økte. Dette tyder på overgang til fiskeføde.



Figur: Lengde ved alder (A) og tilbakeberegnet lengde (B) for aure fanget på Nordic-garn i Tunnsjøflyan 3. august 2005. Tilbakeberegning fra skjell er delvis basert på ungfisk (svarte punkter, viser gjennom-snittslengder med standardavvik som vertikale linjer), delvis på én enkelt 50 cm stor aure (åpne sirkler, hann, alder 8+) som viser vekstomslag fra 5. til 6. vekstsesong, ved vel 20 cm lengde.

Mulige rekrutteringslokaliteter i Tunnsjøflyan omfatter bl.a. en liten bekk innerst i Langvatnet hvor aure kan gyte i en strekning på noen hundre meter. Sannsynligvis har denne bekken begrenset betydning for rekruttering i Tunnsjøflyan fordi den har meget lav vassføring. Tidligere elfiske i denne bekken viste lave forekomster av aure og ørekyt. I øvre halvdel av Tunnsjøflyan er det et par innsnevninger hvor det er betydelig vannhastighet ved normale driftsforhold. Bunnen i dette området består av relativt blankskurt berg og ren grusbunn, og det er sannsynlig at det foregår gyting både av aure og røye i disse områdene. Øverst i Tunnsjøflyan, fra utløpet fra Tunnsjøfoss kraftverk og et par hundre meter nedover, vil det også være tilsvarende forhold for gyting av aure og røye. Det er også mulig at både aure- og røyebestandene i Tunnsjøflyan i noen grad tilføres fisk som vandrer ned fra Tunnsjøen.

7.4 Fiskebestandenes status i forhold til vannforskriften

I Vann-nett (www.vann-nett.no) er Tunnsjøens økologiske tilstand satt til moderat og innsjøen er satt opp som kandidat til å bli klassifisert som «sterkt modifisert vannforekomst». Det er imidlertid ikke registrert noen data om økologien i Tunnsjøen i Vann-nett, så den foreløpige klassifiseringen er gjort på grunnlag av at dette er et reguleringsmagasin med en reguleringshøyde på fem meter. Prinsippet for klassifisering etter vannforskriften er at dagens tilstand skal vurderes i forhold til en referansetilstand for den aktuelle innsjøtypen. For store innsjøer (over 50 km²) er arbeidet i Norge med klassifisering i vannforskriften i et tidlig stadium, og overvåkingen av denne gruppen av innsjøer starter først i 2015, delvis med utvikling av metoder for overvåking av fiskebestandene. Det diskuteres om man også må ta utgangspunkt i at de store innsjøene hver især er så unike at det må defineres en egen referansetilstand for hver innsjø, noe som fører til at manglende data er et problem for mange av de aktuelle innsjøene (Persson mfl. 2013). Når det gjelder tilstanden for fisk er det imidlertid god kvalitativ veiledning i tekstbeskrivelsen av hva som kjennetegner fiskebestander i tilstandsklassene 'svært god', 'god' og 'moderat' tilstand (**tabell 10**). Ut fra denne beskrivelsen viser våre resultater at fiskebestanden i Tunnsjøen er i god eller svært god tilstand. Både aure og røye er til stede med høyst levedyktige bestander, det produseres høstbare overskudd uten kompensasjonsutsetninger, og alle de kjente økologiske formene av røye er opprettholdt, trolig omtrent som før.

Tabell 10. Forenklet beskrivelse av Svært god, God og Moderat økologisk tilstand for fiskebestander (fra Sandlund mfl. 2013).

Svært god tilstand	God tilstand	Moderat tilstand
Alle arter og årsklasser til stede med lite endrede bestander (< ÷10 %) sammenlignet med opprinnelig	Alle arter til stede med levedyktige bestander (< ÷25 - 40 %) sammenlignet med opprinnelig	En eller flere arter betydelig redusert (mer enn 25-40 %), sammenlignet med opprinnelig
	Enkelte årsklasser kan i enkelte år mangle	Tydelige tegn på forplantingsvikt, ved fravær av årsklasser.
Høstbart overskudd som forventet ut fra habitatets kvaliteter	Prioriterte arter til stede med levedyktige og høstbare bestander (høstbart overskudd, fiskeutsetninger unødvendig)	Høstbart overskudd (dersom naturlig) av prioriterte arter opprettholdes ikke uten utsetninger
Ulike livshistorieformer (hos røye, sik, aure) opprettholdt som før	Enkelte livshistorieformer (hos sik, røye, aure) redusert, men fremdeles til stede	Enkelte livshistorieformer (hos sik, røye, aure) tapt
Vandrende delbestander ikke vesentlig påvirket	Vandrende delbestander opprettholdt (vha. fiskepassasjer)	Vandrende delbestander tapt (men arten består)

På grunnlag av prøvefiskeresultater fra mange aurebestander utviklet Ugedal mfl. (2005) kriterier for å klassifisere bestandene. Dette systemet ble utviklet på grunnlag av CPUE i serier av enkeltgarn med maskevidder fra ca. 15 mm og oppover, og en fangst (CPUE) på mellom 5 og 15 fisk ble definert til å indikere en «middels tett bestand». I Nordisk prøvegarn vil en del av garnarealet bestå av mindre maskevidder som også fanger aure i innsjøen lite effektivt. Det betyr at den CPUE-verdien vi beregnet for Tunnsjøen trolig ville vært noe høyere basert på garnserien anvendt i Ugedal mfl. (2005).

Lavere fisketetthet, slik vårt prøvefiske viser, fører til at tilstanden til fiskebestandene i Tunnsjøflyan etter disse kriteriene er dårligere enn i Tunnsjøen. Likevel kan både aure og røye i henhold til de kvalitative kriteriene i **tabell 10** sies å være i god tilstand, og Tunnsjøflyan oppfattes av både lokale fiskere og tilreisende som et godt fiskevann. Fangsten av aure i Nordisk prøvegarn var imidlertid lave, med CPUE ned i 0,6 fisk. Dette er nøyaktig samme CPUE-verdi som ved prøvefiske med Nordisk prøvegarn i 2005. I bunnsatte garn med noen få effektive maskevidder var fangsten av aure i 2014 noe høyere (CPUE = 1,7), noe som fremdeles er en tynn bestand i henhold til Ugedal mfl. (2005).

Ugedal mfl. (2005) foreslo også en standard for klassifisering av aurebestander etter gytefiskens størrelse. «Storvokst aure» er etter dette systemet bestander der gytemodne hunner er over 35 cm i gjennomsnitt, mens det er aure av «middels størrelse» når gytemodne hunner er over 25 cm. I Tunnsjøflyan fanget vi fem gytemodne hunnfisk, med en gjennomsnittlig lengde på 40,5 cm. Det betyr at auren i Tunnsjøflyan kan kalles storvokst aure. Vi har for lite materiale av gytemodne hunnfisk fra Tunnsjøen til å regne en gjennomsnittslengde, men trolig er gytefiskene av aure i Tunnsjøen av middels størrelse.

7.5 Forvaltning av fiskebestandene og mulige tiltak

Våre resultater og informasjon fra lokale husholdsfiskere tyder på at aurebestanden i Tunnsjøen har økt kraftig de siste åra. For noen år siden var fangstene i husholdsfisket i strandsona sterkt dominert av røye. I vårt prøvefiske dominerte aure i strandsona. Selv om våre Nordisk prøvegarn fanger langt mer små fisk enn de garna som er i vanlig bruk ved Tunnsjøen (26-31 mm eller 24-20 omfar) tyder dette på en kraftig økning i aurebestanden. En sammenligning med prøvefiske i 1960-åra kan tyde på det samme (Aass 1967). Ettersom lokale fiskere foretrekker røye framfor aure som matfisk er det ikke nødvendig å sette inn tiltak for å bedre aurebestanden. Dersom dette skulle endre seg i framtida vil det være mulig å justere garnfisket etter aure og å øke rekrutteringsmulighetene med relativt enkle midler.

Vi har ikke opplysninger som viser om økningen i aurebestanden har ført til redusert vekst, noe som vanligvis ville være å forvente. Det er likevel mulig at ørekyt spiller en større rolle i dette enn våre data tilsier. Dersom auren utnytter ørekyta som byttefisk, f.eks. under ørekytas gyteperiode om våren (jf. Museth 2002), kan dette være et viktig bidrag til økt bestand og opprettholdt vekst hos auren. Utsetting av settefisk kan absolutt ikke anbefales.

Ettersom den storvokste røya er den mest attraktive fisken i Tunnsjøen er det viktig å beskatte denne arten på en best mulig måte. Som tidligere nevnt er det vanskelig å gi noen sikre råd om beskatning av hhv. dverg- og normalrøye, da dette vil avhenge av om disse tilhører samme gytebestand eller har atskilte gyteplasser.

Ørekyta er kommet for å bli i dette systemet, og det finnes ingen praktisk gjennomførbare tiltak som kan settes inn mot denne arten i et så stort system. Dette gjelder også i Tunnsjøflyan. Når det gjelder mysis, synes det som om denne krepsdyrarten nå bidrar til at røya i Tunnsjøen er av god kvalitet. Vi har imidlertid ingen kjennskap til hvordan situasjonen var før mysis ble satt ut.

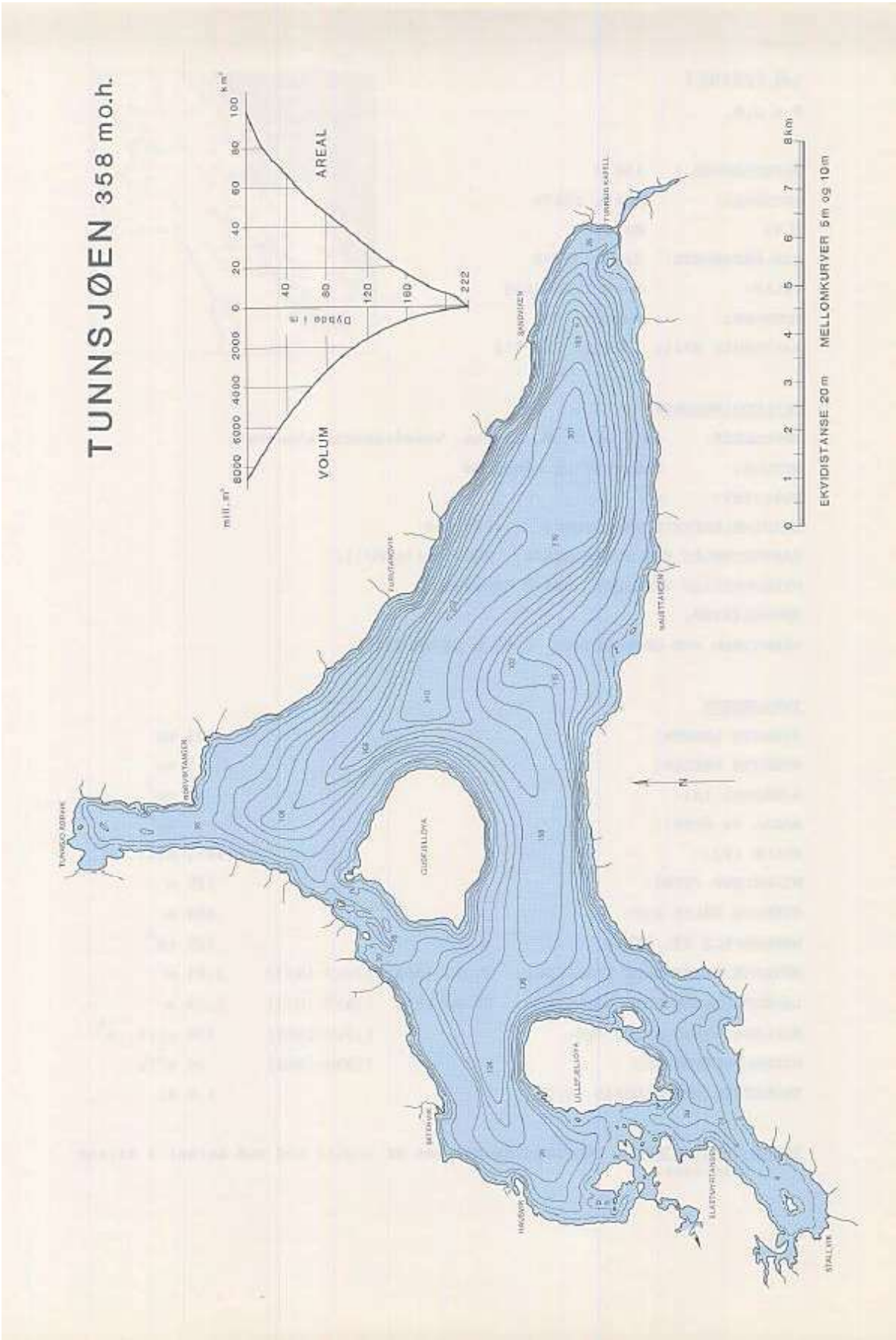
8 Referanser

- Aass, P. 1967. Tunnsjø. S. 22-26 i Årsberetning for fiskeriundersøkelser i regulerte innlandsvassdrag 1967. Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. Avdeling for fiskeforskning, Vollebakk (Ås).
- Aass, P., Jensen, C.S., L'Abée-Lund, J.H. & Vøllestad, L.A. 2004. Long-term variation in the population structure of Arctic charr, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta*. *Fisheries Management and Ecology* 11: 125–134.
- Appelberg, M., Berger, H.M., Hesthagen, T., Kleiven, E., Kurkilahti, M., Raitaniemi J. & Rask, M. 1995. Development and intercalibration of methods in Nordic freshwater fish monitoring. *Water, Air & Soil Pollution*, 85, 401–406.
- Direktoratsgruppen 2013. Klassifisering av miljøtilstand i vann. Økologisk og kjemisk klassifiserings-system for kystvann, grunnvann, innsjøer og elver. Veileder 02:2013. (www.vannportalen.no).
- Gregersen, F., Aass, P., Vøllestad, L.A. & L'Abée-Lund, J.H. 2006. Long-term variation in diet of Arctic char, *Salvelinus alpinus*, and brown trout, *Salmo trutta*: effects of changes in fish density and food availability. *Fisheries Management and Ecology* 13, 243–250.
- Heggberget, T.G., Staldvik, F., Saksgård, R., Sandlund, O.T., Hesthagen, T. & Kjellberg, G. 2015. Kartlegging av fiskearter i og nær Tunnsjøen, med spesiell vekt på forekomst av hvitfinnet steinulke, *Cottus gobio* L. NINA Rapport 1118. 17 s. + 2 vedlegg.
- Hembre, E.F. & Bugge, J.L. 2012. Dybdefordeling av ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) i Store Namsvatnet. Bacheloroppgave i utmarksforvaltning, Høgskolen i Nord-Trøndelag, Steinkjer. 43 s. + vedlegg.
- Hesthagen, T. & Haugland, S. 2009. Fiskebiologiske undersøkelser i Juvatn-magasinet og Sandvatn i Mandalsvassdraget høsten 2008. NINA Minirapport 259, 27 s.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1995. Current status and distribution of Arctic char *Salvelinus alpinus* (L.) in Norway: The effects of acidification and introductions. *Nordic J. Freshw. Res.* 71: 275-295.
- Hesthagen, T. & Sandlund, O.T. 1997. Endringer i utbredelse av ørekyt i Norge: Årsaker og effekter. NINA Forskningsrapport 013: 1-16.
- Hjulstad, O. (red.) 1993. Spenningens landskap. Kraftproduksjon i Namsen gjennom 50 år. Nord-Trøndelag elektrisitetsverk, Steinkjer. 294 s.
- Jensen, C. S. 1997. Effekter av reguleringsinngrep og næringsdyruttsetting på bentisk røye (*Salvelinus alpinus*) i innsjøen Limingen i Nord-Trøndelag. Cand.scient. oppgave i zoologi Biologisk institutt, Universitetet i Oslo. 61 s.
- Johnsen, S.I., Kraabøl, M., Sandlund, O.T., Rognerud, S., Linløkken, A., Wærvågen, S.B. & Dokk, J.G. 2011. Fiskesamfunnet i Savalen, Alvdal og Tynset kommuner. Betydningen av reguleringsinngrep, beskatning og avbøtende tiltak. NINA Report 720: 1-47 + vedlegg.
- Juul, L. 1990. Kraftutbygging i indre Namdal. S. 8-18 i: Hva er gjort og hva gjør vi med de store regulerte sjøene i indre Namdal? Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, Miljøvernavdelingen. Rapport nr. 6.
- Klemetsen, A. & Amundsen, P.-A. 2000. Fiskesamfunn i nordnorske innsjøer. S. 89-101 i: R. Borgstrøm & L.P. Hansen (red.) Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning. Landbruksforlaget, Oslo.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J.H., Jonsson, B. & Jonsson, N. 1991. Resource partitioning and niche shift in Arctic charr *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology* 60: 895–912.
- Langeland, A. & Moen, V. 1992. Røyas tilstand og framtid i mysissjøer i Norge. NINA Forskningsrapport 22: 1-21.
- Langeland, A., Reinertsen, H. & Olsen, Y. 1982. Undersøkelser av vannkjemi, fyto- og zooplankton i Namsvatn, Vekteren, Limingen og Tunnsjøen i 1979, 1980 og 1981. Det Kgl. norske Vidensk. Selsk. Mus. Rapport Zool. Ser. 1982-4
- Lien, L. 1984. Rutineovervaking av Namsenvassdraget 1983. NIVA Overvåkingsrapport 127/84, 32 s.
- Moen, V. & Langeland, A. 1989. Diurnal vertical and seasonal horizontal distribution patterns of *Mysis relicta* in a large Norwegian lake. *Journal of Plankton Research* 11: 729-745.
- Museth, J. 2002. Dynamics of European minnow *Phoxinus phoxinus* and brown trout *Salmo trutta* populations in mountain habitats: effects of climate and inter- and intraspecific interactions. Dr.scient.-avhandling, Norges landbrukshøgskole, Ås. 32 s. + vedlegg.

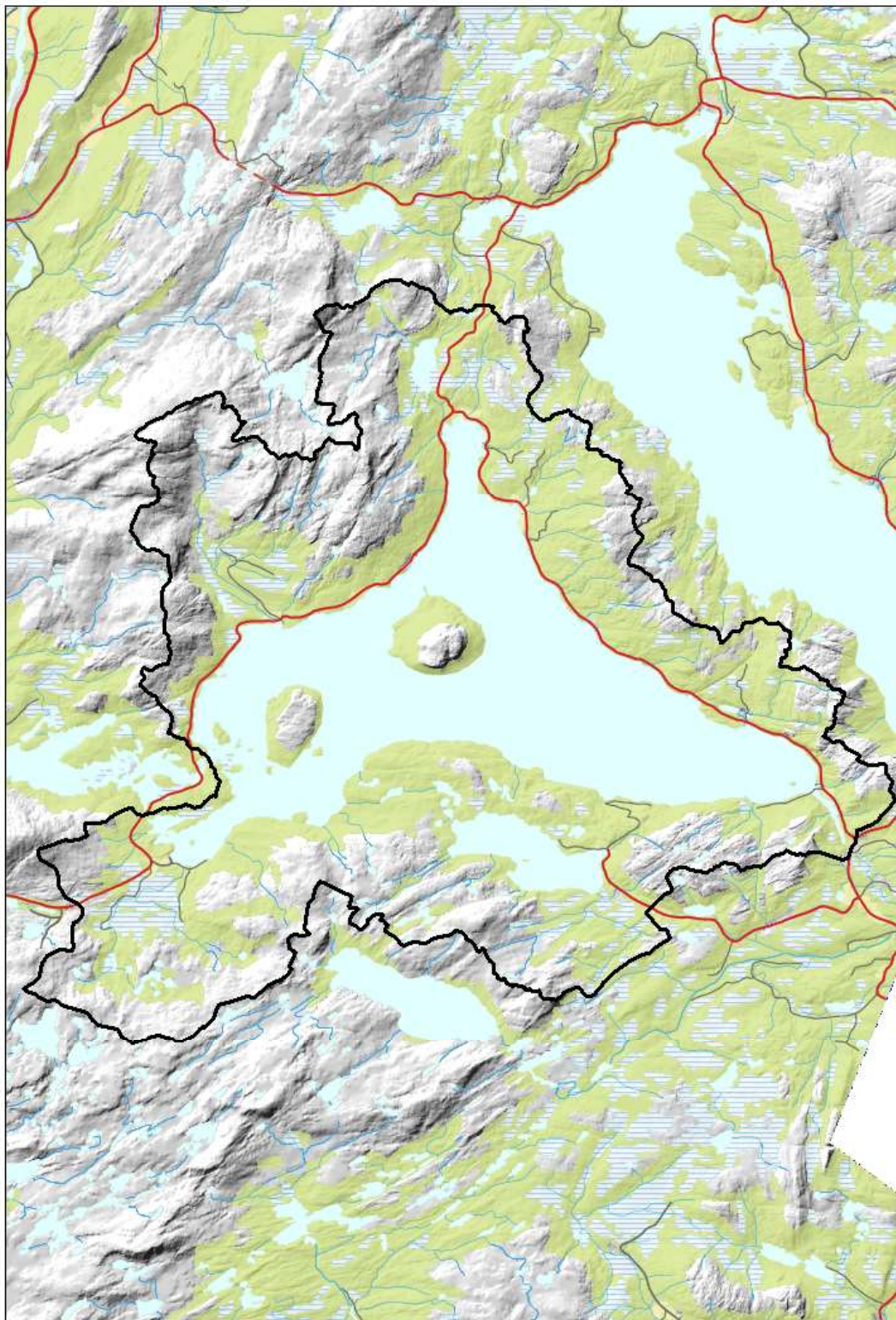
- Museth, J., Hesthagen, T., Sandlund, O.T., Thorstad, E.B. & Ugedal, O. 2007. The history of the minnow *Phoxinus phoxinus* (L.) in Norway: from harmless species to pest. *Journal of Fish Biology* 71: 184–195.
- Museth, J., Borgstrøm, R. & Brittain, J.E. 2010. Diet overlap between introduced European minnow (*Phoxinus phoxinus*) and young brown trout (*Salmo trutta*) in the lake, Øvre Heimdalsvatn: a result of abundant resources or forced niche overlap? *Hydrobiologia* 642: 93–100.
- Næsje, T.F., Saksgård, R., Jensen, A.J. & Sandlund, O.T. 2003. Life history, habitat utilisation, and biomass of introduced *Mysis relicta*. *Limnologia* 33: 244–257.
- Persson, J., Solheim, A.L., Schartau, A.K., Sandlund, O.T. & Walseng, B. 2013. Store innsjøer i Norge: Kan eksisterende data brukes til klassifisering av økologisk og kjemisk tilstand i hht. vannforskriften? NIVA-rapport 6505-2013, 47 s.
- Sandlund, O.T. & Hesthagen, T. 2013. Tiltaksrettet overvåking av spredning og introduksjon av ferskvannsfisk. NINA Rapport 908. 23 s.
- Sandlund, O.T. (red.), Bergan, M.A., Brabrand, Å., Diserud, O., Fjeldstad, H.-P., Gausen, D., Halleraker, J.H., Haugen, T., Hegge, O., Helland, I.P., Hesthagen, T., Nøst, T., Pulg, U., Rustadbakken, A. & Sandøy, S. 2013. Vannforskriften og fisk – forslag til klassifiseringssystem. Miljødirektoratet, Rapport M22-2013, 60 s.
- Snekvik, E. & Aass, P. 1972. Skorovass gruver. Drensvannets virkninger på fisket i Staldvikelva og Tunnsjø. Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske, den vitenskapelige avdeling, Ås. 21 s.
- Sægrov, H., Hellen, B.A. & Kambestad, M. 2014. Fiskeundersøkelser i Namsvatnet i Røyrvik 2013. Rådgivende Biologer AS. Rapport nr. 1885: 1–52.
- Thorstad, E. B., Sandlund, O. T., Heggberget, T. G., Finstad, A., Museth, J., Berger, H. M., Hesthagen, T., Berg, O. K. 2006. Ørekyt i Namsenvassdraget – Utbredelse, spredningsrisiko og tiltak. NINA Rapport 155, 69 s.
- Ugedal, O., Forseth, T. & Hesthagen, T. 2005. Garnfangst og størrelse på gytefisk som hjelpemiddel i karakterisering av aurebestander. NINA Rapport 73, 52 s.
- Ulvan, E.M., Finstad, A.G., Ugedal, O. & Berg, K. 2012. Direct and indirect climatic drivers of biotic interactions: ice-cover and carbon runoff shaping Arctic char *Salvelinus alpinus* and brown trout *Salmo trutta* competitive asymmetries. *Oecologia* 138: 277–287.
- Wathne, M. 1999. Effekten av regulering på flomdempning i Namsen. Datarapport. SINTEF Rapport STF22 A99415, 19 s.

Vedlegg 1. Hydrologiske data og dybdekart (neste side) over Tunnsjøen (kilde: NVE Atlas).

TUNNSJØEN	
358 m o.h.	
VASSDRAGSNR.:	139.4301
VASSDRAG:	Namsen (579)
ELV:	Tunnsjøelva
UTM-REFERANSE:	33WVM150753
FYLKE:	Nord-Trøndelag
KOMMUNE:	Lierne og Røyrvik
KARTSERIE M711:	1824 II, 1924 III, IV
	
OPPLODDINGSDATA	
OPPLODDET:	1946 av O. Ångeby, privat forskningsoppgave
METODE:	Håndlodd
KVALITET:	3
ORIGINALKARTETS MÅLESTOKK:	1 : 20 000
KARTGRUNNLAG FOR STRANDLINJE:	Ukjent
HYDROMETRISK STASJON:	689-11 Tunnsjø
HØYDESYSTEM:	NVE
VANNSTAND VED OPPLODDING:	Ca 355 m o.h.
INNSJØDATA	
STØRSTE LENGDE:	25 km
STØRSTE BREDDE:	12 km
SJØAREAL (A):	99 km ²
AREAL AV ØYER:	- km ²
VOLUM (V):	8680 mill. m ³
MIDDELDYP (V/A):	88 m
STØRSTE MÅLTE DYP:	222 m
NEDBØRFELT TIL UTLØP:	392 km ²
HØYESTE OBSERVERTE VANNSTAND:	23.11.1961 (1947-1976) 358,04 m o.h.
LAVESTE OBSERVERTE VANNSTAND:	21.04.1951 (1947-1976) 352,64 m o.h.
MIDLERE ÅRLIG AVLØP (Q):	- mill. m ³
MIDDELVANNFØRING:	- m ³ /s
TEORETISK OPPHOLDSTID (V/Q):	- år
ANDRE OPPLYSNINGER: Magasin, regulert i 1943 og 1963. Sjøen bærer også navnet Dåtnejaevrie.	



Vedlegg 2. Kart som viser Tunnsjøens naturlige nedbørfelt (svart linje).



Vedlegg 3A. UTM-kordinater og veipunkter for garnstasjoner i Tunnsjøen høsten 2014. Område nr. og bokstavkoder viser til **figur 3** i rapporten.

Tunnsjøen	WP, vei-punkt	Breddegrad	Lengdegrad	Tunnsjøen	WP, vei-punkt	Breddegrad	Lengdegrad
Område 1	438	64,6640657	13,2054856	Område 5	477	64,7853019	13,401986
	439	64,6654035	13,2126629		478	64,776332	13,39871647
	440	64,6658034	13,226796		479	64,7708355	13,40108209
	441	64,6664014	13,2298042		480	64,7696949	13,40518411
	442	64,6688636	13,2303483		481	64,7672682	13,42195437
	443	64,6734883	13,2528703		482	64,7614486	13,42847298
	444	64,673585	13,2557402		483	64,7552675	13,4347698
	445	64,6736317	13,2557938		484	64,7551706	13,43463401
	446	64,6727778	13,2711839		485	64,7535499	13,43521622
	560	64,6726821	13,2727148		486	64,7483524	13,44136217
	561	64,6742695	13,2773209		487	64,7449216	13,44732354
	562	64,6729199	13,2665206	Område 6	464	64,7456284	13,34726709
Område 2	488	64,6796798	13,3118111		472	64,7551865	13,36631044
	489	64,6837665	13,3123162		473	64,7585178	13,37030651
	490	64,689605	13,3245		474	64,7607911	13,37413436
	491	64,6929466	13,328849		475	64,7818881	13,38074575
Område 3	492	64,6972974	13,3958681		476	64,7863219	13,37884549
	493	64,6960097	13,4180849	Område 7	453	64,7332727	13,28940044
	494	64,6895909	13,4362693		454	64,7295673	13,27703906
	496	64,6851504	13,4705432		455	64,7278215	13,26622289
	497	64,6808018	13,4950081		456	64,7253846	13,24027687
	498	64,6814114	13,5201637		457	64,7155932	13,22918326
	499	64,6799056	13,5462468		458	64,7155932	13,22918326
	500	64,682363	13,5796246		459	64,7142441	13,22870222
Område 4	501	64,6875725	13,6224969	Område 8	466	64,7404049	13,37439663
	503	64,7005628	13,6084851		467	64,7404896	13,37579716
	504	64,7027238	13,593392		468	64,7403399	13,37607334
	505	64,7040425	13,56972		469	64,7394248	13,37991569
	506	64,7109253	13,5543239		470	64,7378942	13,38689187
	507	64,7194614	13,5236272		471	64,7357736	13,39271117
				Område 9	460	64,7036338	13,25070119
D1	520	64,6994426	13,34428154		461	64,6928	13,24965346
	521	64,7012152	13,34290749	Fg 1	462	64,6776882	13,25101468
D2	449	64,7106926	13,29502436		463	64,6771678	13,24977994
D3	495	64,6905332	13,4544616	Fg 2	450	64,7309109	13,29778201
D4	502	64,6950507	13,6332504		451	64,732085	13,29459261
D5	509	64,69033	13,30974		452	64,7320329	13,29634703
	510	64,69043	13,30486				
D6	448	64,6872449	13,2747907				

Vedlegg 3B. UTM-koordinater og veipunkter for garnstasjoner i Tunnsjøflyan høsten 2014. Jf. **figur 4** i rapporten.

Tunnsjøflyan		
WP nr., (veipunkt)	Breddegrad	Lengdegrad
5	64,687455	13,0934
6	64,689025	13,100055
7	64,686684	13,119015
8	64,6903	13,109975
9	64,695479	13,119605
10	64,698551	13,133208
11	64,698217	13,141488
12	64,685448	13,131648
13	64,684491	13,123247
14	64,685387	13,116934
15	64,689016	13,098754
16	64,689164	13,101805
17	64,690849	13,112374
18	64,696754	13,124932
19	64,698166	13,129179
20	64,699158	13,136023
21	64,700824	13,1411
22	64,699883	13,137274
23	64,698197	13,129374
24	64,695908	13,13177
25	64,696321	13,134139

Vedlegg 4. UTM-koordinater for veipunkter for el-fiskestasjoner i tilløpselver og –bekker til Tunnsjøen. Elfiskere: TGH: Tor G. Heggberget, FSt: Frode Staldvik.

Dato	El-fisker	WP nr.	Koordinater		Navn
			Breddegrad	Lengdegrad	
19082014	TGH	26	64,73302396	13,25676399	Møkkelvikelva
19082014	TGH	28	64,73167104	13,26444601	Utløp av Møkkelvikelva
2092014	TGH	43	64,73641	13,24769704	Møkkelvikelva, ca. 900 m ovenfor utløp
19082014	TGH	27	64,74864	13,23359	sidebekk v. Holmoseteren ikke fisket
30082014	TGH	29	64,79220497	13,37478404	Rørvasselva (v. Tunnsjørøyrvik)
30082014	TGH	30	64,79333502	13,38930904	Bekk ved Solberg
30082014	TGH	31	64,786	13,40321	Bekk ved Storbekkbua ikke fisket
30082014	TGH	32	64,76809	13,42855	Bekk ved Tjønnbekkbua ikke fisket
30082014	TGH	40	64,72129	13,52321	Forlandstrøbekken ikke fisket
2092014	TGH	33	64,76552999	13,43311697	Liten bekk 400 m s for Tjønnbekkbua
23082014	FSt	511	64,6780335	13,32347	Ingelvasselva nær utløp
23082014	FSt	512	64,6779862	13,32349	Ingelvasselva
23082014	FSt	513	64,6782959	13,32611	Ingelvasselva nedstrøms vandr.hinder
24082014	FSt	532	64,7045247	13,59043	Sagbekken nær utløp
24082014	FSt	533	64,7070107	13,59659	Sagbekken nedstrøms vandringshinder
24082014	FSt	534	64,70725	13,58507	Sagbekken, utløp Sandnestjøna
24082014	FSt	-	64,68129	13,59730	Storbekken, utløp til Tunnsjøen
24082014	FSt	527	64,67975705	13,5956005	Storbekken
24082014	FSt	528	64,67684702	13,59835873	Storbekken
24082014	FSt	529	64,67218861	13,60211693	Storbekken
24082014	FSt	530	64,67580792	13,59263674	Storbekken
24082014	FSt	531	64,67851108	13,58838494	Storbekken
24082014	FSt	524	64,67186096	13,68668421	Bekk ved Solberg, øst i Litj-Tunnsjøen
24082014	FSt	525	64,66730976	13,66392039	Bekk ved Solberg, øst i Litj-Tunnsjøen
24082014	FSt	516	64,67559971	13,31022159	Navnløs bekk like sør for Bukta
24082014	FSt	517	64,67595443	13,31561702	Navnløs bekk like sør for Bukta
24082014	FSt	518	64,6721058	13,3153131	Navnløs bekk nord for Jordskredbekken

Vedlegg 5. Fangst i Nordisk prøvegarn i Tunnsjøen i august 2014.

	Dyp (m)	Garnareal 100 m ²	Aure	Røye	Ørekyt	Hvitfinnet steinulke
Bunngarn	0-10	31,05	200	32	443	2
	10-20	6,75	14	31	0	0
	20-40	5,85	4	45	1	0
	40-60	2,7	8	29	0	0
	>60	3,6	0	2	0	0
Flytegarn	0-6		3	4	0	0
Sum			229	143	444	2



Norsk institutt for naturforskning (NINA) er et nasjonalt og internasjonalt kompetansesenter innen naturforskning. Vår kompetanse utøves gjennom forskning, utredningsarbeid, overvåking og konsekvensutredninger.

NINAs primære aktivitet er å drive anvendt forskning. Stikkord for forskningen er kvalitet og relevans, samarbeid med andre institusjoner, tverrfaglighet og økosystemtilnærming. Offentlig forvaltning, næringsliv og industri samt Norges forskningsråd og EU er blant NINAs oppdragsgivere og finansieringskilder.

Virksomheten er hovedsakelig rettet mot forskning på natur og samfunn, og NINA leverer et bredt spekter av tjenester gjennom forskningsprosjekter, miljøovervåking, utredninger og rådgiving.

ISSN:1504-3312
ISBN: 978-82-426-2780-3

Norsk institutt for naturforskning

NINA Hovedkontor

Postadresse: Postboks 5685 Sluppen, 7485 Trondheim

Besøks/leveringsadresse: Høgskoleringen 9, 7034 Trondheim

Telefon: 73 80 14 00, Telefaks: 73 80 14 01

E-post: firmapost@nina.no

Organisasjonsnummer 9500 37 687

<http://www.nina.no>

Samarbeid og kunnskap for framtidens miljøløsninger