

# LFI, Unifob-Miljøforskning

Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske

## Rapport nr. 171

Fiskebiologiske vurderinger i forbindelse med  
Hovedstudien Askjellsdalen kraftverk, 2009

Gunnar Bekke Lehmann og Tore Wiers





LABORATORIUM FOR FERSKVANNØKOLOGI OG INNLANDSFISKE, LFI  
UNIFOB MILJØFORSKNING  
THORMØHLENSGATE 49b TELEFON: 55 58 22 28  
5006 BERGEN E-POST: bjorn.barlaup@bio.uib.no

ISSN NR: ISSN-0801-9576

LFI-RAPPORT NR: 171

TITTEL: Fiskebiologiske vurderinger i forbindelse med  
Hovedstudien Askjellsdalen kraftverk, 2009

DATO: 06.11.2009

FORFATTERE: Gunnar Bekke Lehmann og Tore Wiers,  
LFI, Unifob miljøforskning

GEOGRAFISK OMRÅDE:  
Stølsheimen, Hordaland, Sogn og  
Fjordane

OPPDRAUGSGIVER: BKK

ANTALL SIDER: 22

#### UTDRAG:

BKK vurderer to alternativ for et kraftverk mellom Holskardvatnet og Askjellsdalsvatnet; Enten et konvensjonelt kraftverk, eller et pumpekraftverk som i tillegg til strømproduksjon også kan pumpe vann fra Askjellsdalsvatnet opp til Holskardvatnet og dermed utnytte magasinkapasiteten bedre. LFI skal vurdere fiskebiologiske konsekvenser av de to alternativene. Et sentralt moment vil være faren for overføring av røye fra Askjellsdalsvatnet til Holskardvatnet.

Prøvefiske i Holskardvatnet viste at auren hadde god kvalitet og vekst, og middels bestandstetthet. Hovedfòden var krepsdyr (vannlopper) og strand- og bunnlevende insekter. Rekrutteringen over tid var god men noe ujevn. Dette kan ha sammenheng med klimatiske variasjoner og med store nedtappinger av magasinet i enkelte vintre. Innløpselven øst i Holskardvatnet er antakelig en viktig gyteplass for auren, men det er mulig at også innsjøgyting eller gyting i bekkeoser forekommer.

Tappestrategien for magasinene ved drift av et konvensjonelt kraftverk vil ikke endres mye i forhold til dagens situasjon. Dette vil dermed sannsynligvis ikke påvirke fiskebestandene på annen måte enn det reguleringen gjør i dag. Det er tidligere vist at røye har blitt overført mellom BKK-magasiner via tunneler og Francis-turbiner, fra Skjerjevatnet til Stølsvatnet, og fra Hamlagrøvatnet til Bergsvatnet og Storefosdammen. Siden et pumpekraftverk skal være i drift svært lenge øker dette muligheten for at røye før eller siden vil bli overført til Holskardvatnet fra Askjellsdalsvatnet, selv om røyebestanden i Askjellsdalsvatnet ikke er svært tett. Røyens utvikling i Holskardvatnet mot høy eller lav bestandstetthet vil være avhengig av reproduksjonsmuligheter og grad av magasintapping om vinteren. En stor røyebestand ville antakelig beite ned dyreplankton og konkurrere med auren om mat. Spredning av fiskearter mellom vassdrag er også i seg selv uønsket. Det antas at det ikke vil være mulig å etablere 100 % effektive systemer for å hindre røyepredning.

Det anses som overveiende sannsynlig at drift av et pumpekraftverk som pumper vann fra Askjellsdalsvatnet til Holskardvatnet før eller siden vil medføre spredning av røye til Holskardvatnet. Vi kan imidlertid ikke se at en slik spredning vil kunne skje ved drift av et konvensjonelt kraftverk. I forhold til de opplysninger som er gitt om tapperegime mm., regnes det heller ikke som sannsynlig at et konvensjonelt kraftverk vil ha større miljømessige konsekvenser enn de som reguleringen medfører i dagens situasjon uten kraftverk.

#### EMNEORD:

Pumpekraftverk, aure, røye, spredning av arter

FORSIDEFOTO: Gunnar Bekke Lehmann, LFI. (Aurefangst, 16 garn, Holskardvatnet, 28.08.09)

## Forord

Våren 2009 fikk LFI i oppdrag av BKK å vurdere mulige konsekvenser for fisk av to kraftverksalternativer for utnyttelse av fallet mellom Holskardvatnet og Askjellsdalsvatnet. Det ble også bestemt at Holskardvatnet skulle prøvofiskes som en del av utredningen. Prøvefiske ble utført i august 2009, og LFI har med dette gleden av å overlevere rapporten. Vi vil takke BKK for oppdraget. En spesiell takk går til Paul Slangen og Sissel Hauge Mykletun i BKK for oppfølging og for tilrettelegging i forbindelse med prøvofisket i Holskardvatnet.

Bergen, november 2009

Gunnar Bekke Lehmann  
Prosjektleder

Bjørn Torgeir Barlaup  
Forskningsleder

## Sammendrag

BKK vurderer å bygge et nytt kraftverk som utnytter fallet mellom Holskardvatnet og Askjellsdalsvatnet. To alternativ vurdres; Et konvensjonelt kraftverk med utløp på HRV Askjellsdalsvatnet, eller et pumpekraftverk som har utløp lavt inn i Askjellsdalsvatn, og som i tillegg til strømproduksjon også kan pumpe vann fra Askjellsdalsvatnet opp til Holskardvatnet. Med pumpekraftverk vil magasinkapasiteten i begge magasin kunne utnyttes bedre. LFI skal vurdere konsekvensene av de to kraftverksalternativene mht. fisk i vassdraget. Et sentralt moment vil være faren for overføring av røye fra Askjellsdalsvatnet til Holskardvatnet.

Prøvefiske i Holskardvatnet for å få en oppdatert bestandsstatus for aure har også inngått i prosjektet. Auren i Holskardvatnet ble funnet å ha god kvalitet og vekst, og middels bestandstetthet. Hovedføden til auren i 2009 var krepsdyr (vannlopper) og strand- og bunnlevende insekter. Rekrutteringen av aure over tid er god men noe ujevn. Dette kan ha sammenheng med klimatisk variasjon mellom år og med store nedtappinger av magasinet i enkelte vintre. Innløpselven øst i Holskardvatnet er antakelig en viktig gyteplass for auren, men det er mulig at også innsjøgyting eller gyting i bekkeoser forekommer.

Alt. 1, konvensjonelt kraftverk: Tappestrategien for magasinene ved drift av et konvensjonelt kraftverk vil ikke endres mye i forhold til dagens situasjon. Dette vil dermed sannsynligvis ikke påvirke fiskebestandene på annen måte enn det reguleringen gjør i dag.

Alt. 2, pumpekraftverk: Det er tidligere vist at røye har blitt overført mellom BKK-magasinene via tunneler og Francis-turbiner, fra Skjerjevatnet til Stølsvatnet, og fra Hamlagrøvatnet til Bergsvatnet og Storefosdammen. Siden pumpekraftverket skal være i drift svært lenge øker dette muligheten for at røye før eller siden vil bli overført til Holskardvatnet fra Askjellsdalsvatnet. Røyebestandens videre utvikling mot høy eller lav bestandstetthet vil være avhengig av reproduksjonsmuligheter og grad av nedtapping av magasinet om vinteren. Stor reguleringshøyde i Holskardvatnet kan være et forhold som vil begrense rekrutteringen til røyen. Skulle røyebestanden derimot bli stor, ville den antakelig beite ned dyreplankton og konkurrere med auren om mat. Spredning av fiskearter mellom vassdrag er også i seg selv uønsket. Det antas at det ikke vil være mulig å etablere 100 % effektive systemer for å hindre røyespredning.

Selv om røyebestanden i Askjellsdalsvatnet ikke er tett, anses det som overveiende sannsynlig at drift av et pumpekraftverk som pumper vann fra Askjellsdalsvatnet til Holskardvatnet vil medføre spredning av røye til Holskardvatnet. Vi kan imidlertid ikke se at en slik spredning vil kunne skje ved drift av et konvensjonelt kraftverk. I forhold til de opplysninger som er gitt om tapperegime mm., regnes det heller ikke som sannsynlig at et konvensjonelt kraftverk vil ha større miljømessige konsekvenser enn de som reguleringen medfører i dagens situasjon uten kraftverk.

## Innholdsfortegnelse

Forord.....	4
Sammendrag.....	4
Innholdsfortegnelse.....	5
1.0 Bakgrunn.....	6
2.0 Om røye.....	6
3.0 Materiale og metode ved prøvafiske.....	7
3.1 Garn.....	7
3.2 Prøvetaking og opparbeiding av prøver.....	7
3.3 Vurdering av bestandstetthet.....	8
4.0 Resultater fra prøvafiske i Holskardvatnet, august 2009.....	8
4.1 Vannkjemi.....	8
4.2 Dyreplankton.....	8
4.3 Fangst av aure.....	9
4.4 Vekst og alder.....	9
4.5 Fødevalg.....	10
4.6 Kjøttfarge.....	11
4.7 Kondisjon.....	11
4.8 Kjønnsmodning.....	12
4.9 Gyteområder og ungfisk.....	12
5.0 Diskusjon.....	13
5.1 Bestandsstatus for aure i Holskardvatnet.....	13
5.2 Røybestandene i Askjellsdalsvatnet, Skjerjevatnet og andre magasiner.....	15
5.3 Virkninger av alternativ 1, konvensjonelt kraftverk.....	17
5.4 Virkninger av alternativ 2, pumpekraftverk.....	17
5.4.1 Overføring av røye til Holskardvatnet.....	17
5.4.2 Effekt av overføring av røye til Holskardvatnet.....	18
5.4.3 Kan spredning av røye forhindres?.....	18
5.5 Effekt av vannstand på fiskebestandene.....	18
6.0 Konklusjon.....	19
7.0 Vedleggstabeller.....	20
8.0 Referanser.....	21

## 1.0 Bakgrunn

Denne rapporten er utarbeidet for BKK i forbindelse med ”Hovedstudien Askjellsdalen kraftverk”. BKK vurderer å bygge et nytt kraftverk som utnytter fallet mellom Holskardvatnet (Vik kommune i Sogn og Fjordane), og Askjellsdalsvatnet (Vaksdal kommune i Hordaland). Askjellsdalsvatnet er et relativt lite magasin (86,7 mill. m<sup>3</sup>). Det ligger normalt nær HRV hele året, med unntak av en periode med nedtapping før juni i forbindelse med forventet snøsmelting. Holskardvatn er et vesentlig større magasin (241,5 mill. m<sup>3</sup>) som vintertappes til Askjellsdalsvatnet. Fra Askjellsdalsvatnet går vannet videre til Evanger kraftverk.

Relativ magasinkapasitet (magasinvolum / gjennomsnittlig årlig tilrenning (%)) for Holskardvatnet er 130 %. Avhengig av tidligere års nedtapping/vannstand og etterfølgende års tilrenning, medfører dette at det i perioder kan gå to eller flere år mellom hver gang magasinet blir fylt opp mot HRV. For Askjellsdalsvatnet er situasjonen motsatt. Relativ magasinkapasitet er bare 28,9 %. Det vil derfor fylles opp hvert år, og må tappes ned om våren for å unngå overløp.

I ”Hovedstudien Askjellsdalen kraftverk” blir det utredet to alternativ. Alternativ 1 er et konvensjonelt kraftverk med utløp på HRV Askjellsdalsvatnet. Kraftverket vil ha 1 Francis turbin. Tappestrategien for Holskardvatnet og Askjellsdalsvatnet vil med dette alternativet ikke bli særlig endret i forhold til slik det opereres i dag.

Alternativ 2 er et kraftverk som har tunnel med utløp lavt inn i Askjellsdalsvatn. Det vil ha 1 Francis pumpeturbin, som i tillegg til strømproduksjon også kan pumpe vann fra Askjellsdalsvatnet opp til Holskardvatnet. Med en slik løsning vil magasinkapasiteten i begge magasin kunne utnyttes bedre, ved at vannet fra snøsmelting i Askjellsdalsvannets nedbørsfelt kan lagres i Holskardvatnet i stedet for at det må tappes ned via Evanger kraftverk for å unngå flomtap. Denne løsningen vil også medføre at vannstanden i Askjellsdalsvatnet generelt blir liggende et par meter lavere enn den gjør i dag.

LFI-Unifob er bedt om å vurdere konsekvensene av utbygging av Askjellsdalen kraftverk for de to kraftverksalternativer med hensyn til fisk i vassdraget og eventuelle øvrige miljømessige forhold. Et sentralt moment her, vil være faren for overføring av røye fra Askjellsdalsvatnet til Holskardvatnet. Askjellsdalsvatnet ble prøvofisket i 2006 (Fjellheim og raddum 2007). Kunnskapsstatus om fisken der ble derfor regnet som tilstrekkelig oppdatert. Holskardvatnet ble sist prøvofisket i 2001 i regi av Fiskeressursprosjektet i Hordaland (Lehmann og Wiers 2002). I og med at det hadde gått 8 år siden sist ble det derfor avgjort at prøvofiske i Holskardvatnet skulle inngå i oppdraget i tillegg til de øvrige vurderinger.

## 2.0 Om røye

Eneste fiskeart i Holskardvatnet pr 2009 er aure (*Salmo trutta*). Bestanden av aure er selvreproduserende, og fisken når fin størrelse og kvalitet, se senere kapitler. I Askjellsdalsvatnet er det både aure og røye (*Salvelinus alpinus*). Auren i Askjellsdalsvatnet settes ut etter pålegg fra staten, mens røyen har kommet dit fra det ovenforliggende magasinet Skjerjevatnet, som et resultat av den tidligere overføring av vann via elven Skjerjo. I Skjerjevatnet er det etter en utsetting midt på 1950-tallet en tett, selvreproduserende bestand av småfallen røye.

Røyen er en anadrom fiskeart, dvs. at den kan leve i både sjøvann og ferskvann, men gyter i ferskvann. Den er en laksefisk, og er en av de fem opprinnelige fiskearter på Vestlandet som vandret inn fra sjøen etter siste istid. (De fire andre er aure, laks, ål og trepigget stingsild). På samme måte som aure og laks kan røyen vandre oppover vassdrag helt til den når fosser og stryk som er for høye til at den kan passere (vandringshindre). Røye som finnes i innsjøer som ligger ovenfor marin grense og

vandringshindre, har derfor kommet dit pga. utsettinger. Det finnes f.eks. røyebestander på Hardangervidda som er resultat av utsettinger tidlig i forrige århundre.

Røyen er en rovfisk. Den spiser gjerne virvelløse dyr som krepsdyr, insekter og bløtdyr. Større røye kan også være fiskespisere. På denne måten har røyen et næringsvalg som er svært likt det som auren har. Røyen kan derfor være en næringskonkurrent til aure. I innsjøer der begge artene finnes går likevel røyen ofte ute i de åpne vannmassene (pelagisk) og spiser dyreplankton og overflateinsekter, mens auren dominerer i strandsonen og spiser mer bunndyr. I innsjøer som har tette røyebestander er det ganske vanlig at arter av større planktonkrepsdyr, som f.eks. vannlopper, er helt nedbeitet eller sterkt redusert.

Røyen i Sør-Norge er i hovedsak innsjøgyter, dvs. at den gyter i stillestående vann. Gyteplassen er i strandsonen på grus- eller steinbunn, fra 1 m dyp og ned til 10-15 m eller mer. Det er likevel registrert gyting i rennende vann enkelte steder. Røyen har ca 50 % høyere fekunditet enn det aure har, målt som antall egg pr. kg hunnfisk. Den har derfor i utgangspunktet et høyere reproduksjonspotensial enn aure. Røye kan danne meget tette bestander av småfallen fisk (< 25 cm) i innsjøer der den har blitt satt ut. Røyebestanden i Skjerjevatnet på 2000-tallet er et eksempel på dette. Utfisking av småfallen røye som kultiveringstiltak kan være tid- og arbeidskrevende, og lite regningssvarende. Mange vil derfor betrakte et "overbefolket" røyevann som et uinteressant og lite attraktivt fiskevann.

At røye ofte har hatt negativ effekt ved utsettinger har vært kjent i snart 100 år. Zoologen Iacob D. Sømme viser i "Ørretboka" (1941) til at en rekke tidligere verdifulle ørretvann ble praktisk talt verdiløse etter introduksjon av røye. Han skriver at "*Det kan ikke herske den ringeste tvil om at innplantingen av røye i de fleste tilfelle betraktes som en meget stor ulykke for et vann*" og "*Vår fiskeridministrasjon har ikke tidligere advart tilstrekkelig mot utsetting av røye i ørretvann.*" Han påpekte også hvordan utsettingen av røye i Breidvatnet nord-øst på Hardangervidda i 1910 hadde gitt fin fisk med god vekst de første årene, mens veksten senere stagnerte (antakelig grunnet tett bestand - egen anm.). Utsettingen resulterte også i videre spredning av røye til en rekke andre innsjøer i regionen.

### **3.0 Materiale og metode ved prøvefiske**

#### **3.1 Garn**

Det ble brukt fleromfars, nordisk oversiktsgarn i garnfisket. Hvert garn består av tolv 2,5 meter lange seksjoner med maskeviddene 5-6,25-8-10-12,5-15,5-19,5-24-29-35-43-55 mm. Bunngarnet er 1,5 m dypt. Det har et areal på 3,75 m<sup>2</sup> pr. maskevidde og et totalt areal på 45 m<sup>2</sup>. Det ble som ved prøvefisket i 2001 (Lehmann og Wiers 2002) benyttet 16 bunngarn. De ble fordelt som 13 garn satt enkeltvis i dybdeintervaller mellom 0 og 12 meter, og 3 garn satt i en lenke som gikk fra 0 til 20 meters dyp. Garnene ble pga. sørlig vindretning i hovedsak satt langs sør- og vestsiden av magasinet, over en strekning på ca. 2,5 km.

#### **3.2 Prøvetaking og opparbeiding av prøver**

Fisken ble frosset umiddelbart etter fangst. Prøvetaking ble gjort i lab. For hver fisk ble det registrert lengde (mm), vekt (g), kjønn, kjønnsmodningsstadium (1-7), kjøttfarge (rød, lys rød, hvit), magefylling (0-5), og grad av parasittasjon (0-2). Kondisjonsfaktor (K-faktor) beskriver hvor tung fisken er i forhold til kroppslengden, dvs. fiskens "trinnhet" eller "feithet". Denne ble regnet ut etter Fultons formel:  $K\text{-faktor} = \text{vekt (g)} \times 100 / \text{lengde (cm)}^3$ . Normal K-faktor for aure er 0,95-1,05. Lavere tilsier tynn fisk, høyere tilsier feit fisk. Prøve av mageinnhold ble konserverert på 70 % sprit. Det ble tatt skjell- og otolittprøve fra all fisk. Fiskens alder og vekst ble bestemt fra otolitter vha. binokular lupe, og fra skjell vha. mikrofillemeser. Det ble samlet dyreplankton pelagialt i innsjøen med planktonhåv (diameter 30 cm, maskevidde 90 µm). Det ble gjort tre hovtrekk fra 25 til 0 m. Planktonet

ble konservert på 70 % sprit. I tillegg ble det tatt vannprøve. Analyse av vannprøve og analyse av dyreplankton ble utført av NIVA. Øvrige analyser ble utført av LFI.

Ved vurdering av mageinnholdet til auren ble de ulike byttedyrartene/gruppene gitt en tørrvekt som er rapportert for arter funnet i Øvre Heimdalsvatn (Lien 1978), med enkelte justeringer. Når det gjelder landinsekter vil tørrvekten variere en del. For å kunne ta med denne gruppen uten å måtte gjøre arbeidsprosessen for tidkrevende har vi satt tørrvekten for landinsektene lik verdien for *Hymenoptera* fra Lien 1978.

### 3.3 Vurdering av bestandstetthet

Gjennomsnittsfangsten pr. fleromfars bunngarn pr. natt omregnes til fangst pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal pr. natt, og nyttes som indeks for bestandstetthet (CPUE = Catch Per Unit Effort). Fangst pr. bunngarnnatt regnes om til fangst pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal pr. natt ved å dividere med 0,45. I 2001 var f.eks. gjennomsnittsfangsten 4,9 fisk pr. bunngarnnatt i 27 innsjølokaliteter som ble garnfisket i Fiskeressursprosjektet i Hordaland (Lehmann og Wiers, 2002), og i 2002 var den 4,6 i 25 lokaliteter (Lehmann og Wiers, 2004). I Rådgivende Biologer rapport nr. 537 (Hellen m.fl. 2002) er tilsvarende tall for 136 innsjøer på Vestlandet oppgitt til 3,4 fisk pr. bunngarnnatt. Ut fra dette er det rimelig å regne 3-5 fisk pr. bunngarnnatt, eller ca. 7-11 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal pr. natt som en indikasjon på middels bestandstetthet. Det finnes også andre angivelser av bestandstetthet, som avviker noe i forhold til det som er angitt ovenfor. I henhold til Forseth m.fl., 1997, vil for eksempel en fangst på 5,0-7,5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> bunngarnareal bli regnet som en indikasjon på middels bestandstetthet, mens alt over 10 fisk regnes som høy tetthet. Bestandstetthet bør uansett betraktes som en relativ størrelse, som må vurderes i forhold til næringsdyrproduksjonen i hver enkelt innsjø.

## 4.0 Resultater fra prøvefiske i Holskardvatnet, august 2009

Holskardvatnet ble garnfisket og undersøkt 27-28. august 2009.

### 4.1 Vannkjemi

Vannkjemien i Holskardvatnet (**Tabell 1**) så ut til å være tilfredsstillende mht. hva som gir gode levevilkår for aure. Vannet i magasinet har relativt høy pH og svært lav konsentrasjon av labil aluminium. Kalsiumkonsentrasjonen virker noe lavere enn forventet (under 1 mg/l), gitt nærheten i øst til fyltommrådene i Stølsheimen. Det kan likevel ha sammenheng med at deler av Holskardvatnets nedslagsfelt grenser mot "surere"/hardere bergarter i vest.

**Tabell 1:** Vannkjemiske data for Holskardvatnet, 28.08.09

Surhetsgrad (pH):	6,46
Ledningsevne (mS/m):	1,11
Alkalitet (mmol/l):	0,059
Aluminium, reaktiv (µg/l):	5
Aluminium, illabil (µg/l):	<5
Aluminium, labil (µg/l):	<5
Kalsium (mg/l):	0,7

### 4.2 Dyreplankton

I planktonprøven fra Holskardvatnet var det krepsdyrplankton i form av vannlopper og hoppekreps. Disse inneholder det røde fargestoffet Astaxanthin, som gir fisken farge i kjøttet. Det ble registrert små til mellomstore vannlopper av artene *Holopedium gibberum* (gelekreps) og *Bosmina longispina*. Den større vannloppen *Daphnia umbra* ble også funnet, men i noe lavere relativ tetthet enn det som ble



funnet i 2001 (Lehmann og Wiers 2002). Dette er en brunpigmentert art som sørover i Norge finnes i fjellinnsjøer med klart vann (Anders Hobæk, pers. medd.). Tilstedeværelse av *Daphnia* er ofte indikator på god vannkvalitet mht. pH og kalsium.

Vannloppen *Eurycercus lamellatus* (linsekreps) ble ikke funnet i planktonprøven. Den dominerte likevel i dietten til auren (se nedenfor). Den er en relativt stor vannloppeart som kan gi god rødfarge i kjøttet hos fisk som spiser mye av den. Linsekrepsen favoriseres ved oppdemninger (Dahl 1932, Qvenild 2004). Den er strand- og bunnlevende, og semiplanktonisk, dvs. at den i perioder i døgnet går opp i vannmassene for å beite. I tillegg kan den legge hvileegg som tåler frost og inntørking. Disse egenskapene er verdifulle i reguleringsmagasiner som tappes mye. Arten blir grunnet levested og levevis ikke alltid fanget i håvtrekk som tas ute i åpne vannmasser på dagtid.

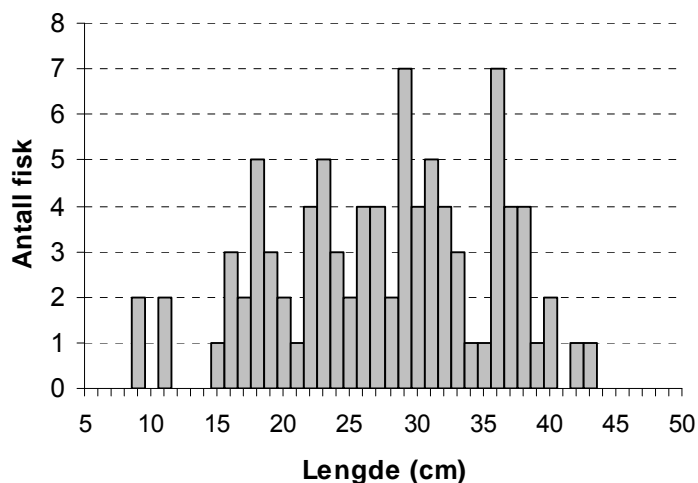
Det ble i tillegg til vannloppene funnet flere arter hoppekreps og ganske mye hjuldyr i planktonprøven. Artsliste for dyreplankton finnes i **Tabell 3**, vedlegg.

### 4.3 Fangst av aure

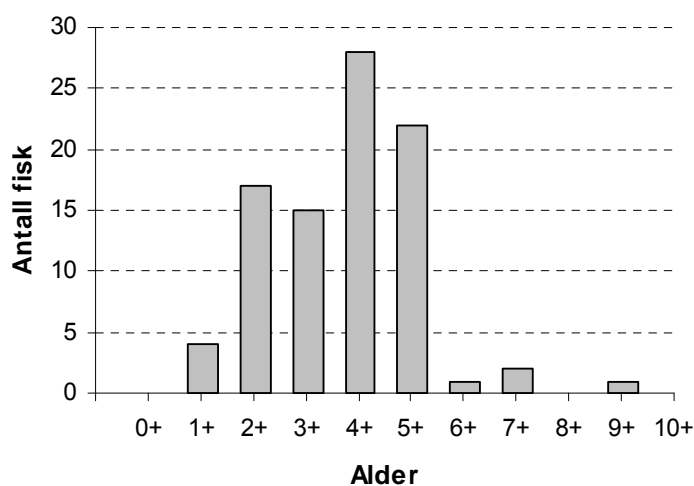
Det ble fanget i alt 90 aure på garnene. Dette ga en gjennomsnittsfangst på 5,6 fisk pr. garn, som tilsvarer en fangst pr. innsats (CPUE) på 12,5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt. Erfaringsmessig vil dette indikere at bestanden var middels til litt over middels tett, sammenlignet med andre aurebestander på Vestlandet. Holskardvatnet var ca. 10 m nedtappet i forhold til HRV på undersøkelsestidspunktet. Dette vil ha representert en reduksjon i magasinivolumet på ca 15 % i forhold til fullt magasin. Reduksjonen i magasinets overflateareal ved såpass liten nedtapping var heller ikke stor, -anslagsvis noen få prosent. Det antas derfor at vannstanden i Holskardvatnet på undersøkelsestidspunktet ikke hadde produsert en kunstig høy fisketetthet i forhold til det som må betegnes som den normale sommersituasjonen i magasinet.

### 4.4 Vekst og alder

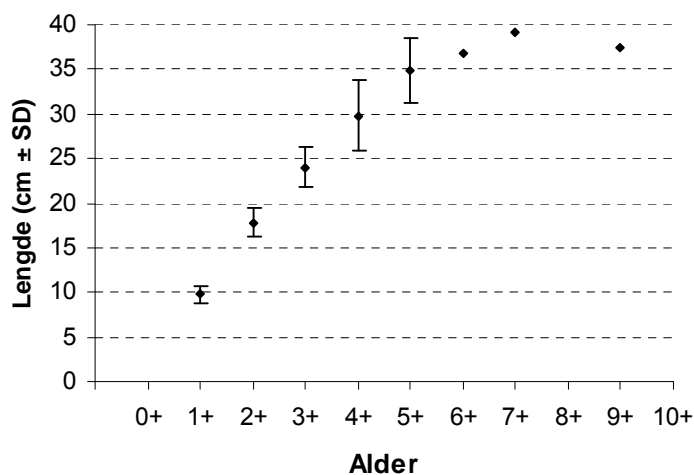
Gjennomsnittsvekten for fisken fra garnfangsten var 238 gram, og største fisk veide 607 gram. Lengde- og aldersfordelingene (**Figur 1** og **2**) viste at Holskardvatnet i august 2009 hadde en aurebestand med høyt innslag av fisk med lengde over 25 cm, i årsklassene 2004 (5+) og 2005 (4+). Antallsmessig utgjorde disse to årsklassene 50 av 90 fisk i fangsten, og de utgjorde 76 % av biomassen. De kan derfor sies å ha vært dominerende i aurebestanden. Det ble fanget fisk i årsklasser fra 2000 (9+) til 2008 (1+), men bare 4 av 90 fisk var eldre enn 5+. At noen av årsklassene så ut til å være fåtallige kan indikere at det over tid er ustabile overlevelsese- og/eller rekrutteringsforhold for fisken i Holskardvatnet. Årsklassen 2001 (8+) ble f.eks. ikke registrert. Auren hadde fram til og med alder 5+ hatt en gjennomsnittlig lengdevekst på ca. 6 - 6,5 cm i året (**Figur 3**). Dette kan betegnes som en over middels hurtig vekst, og den var bedre enn det som ble funnet ved undersøkelsen i 2001 (4 cm/år) (Lehmann og Wiers, 2002). Veksten viste antydning til avflating/stagnasjon hos fisk som var eldre enn 5+. Basis for denne antagelsen består imidlertid bare av 4 fisk fordelt på 3 årsklasser, så dette anses ikke som tilstrekkelig vurderingsgrunnlag til en helt sikker konklusjon.



**Figur 1:** Lengdefordeling for 90 aure fra Holskardvatnet, 28.08.09.



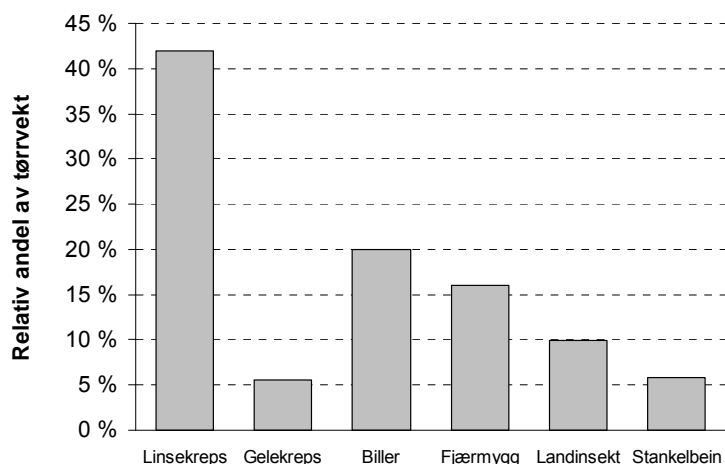
**Figur 2:** Aldersfordeling for 90 aure fra Holskardvatnet, 28.08.09.



**Figur 3:** Vekstkurve (lengde ved alder) for 90 aure fra Holskardvatnet, 28.08.09.

#### 4.5 Fødevalg

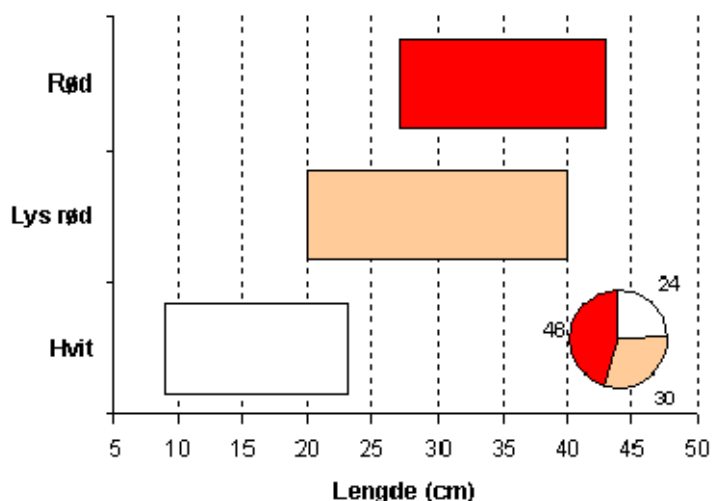
Målt som tørrvekt, utgjorde vannlopper (linsekreps og gelekreps) nær halvparten av mageinnholdet til fisken i Holskardvatnet på undersøkelsestidspunktet (**Figur 4**). Det ble også funnet biller, fjærmygglarver og fjærmyggpupper. I tillegg hadde fisken spist en del andre insekter.



**Figur 4:** Analyse av mageinnholdet til et utvalg av fisken fra Holskardvatnet, 28.08.09. Tallene er gitt i tørrvekt %.

#### 4.6 Kjøttfarge

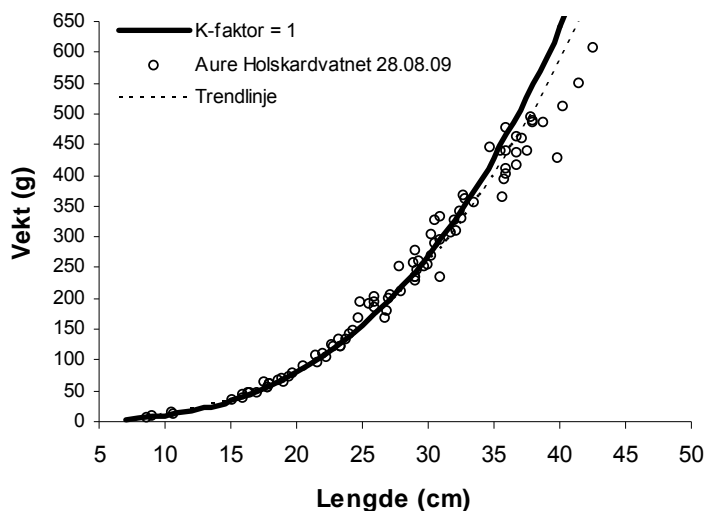
Rød, lys rød og hvit kjøttfarge ble funnet hos hhv. 41, 27 og 22 individer. Dette utgjorde hhv. 46, 30 og 24 % av fisken. At 76 % av fisken var rød eller lys rød i kjøttet viser at krepsdyr regelmessig inngår i dietten til auren i Holskardvatnet. Som vanlig var det de yngste og minste fiskene under ca 20 cm som hadde hvitt kjøtt, mens intensiteten i rødfargen økte med fiskens lengde (**Figur 5**).



**Figur 5:** Kjøttfarge i forhold til fiskelengde (liggende stolper), og frekvens/% av fisken med rød, lys rød og hvit kjøttfarge (paidiagram). Aure fanget på fleromfarsgarn i Holskardvatnet 28.08.09.

#### 4.7 Kondisjon

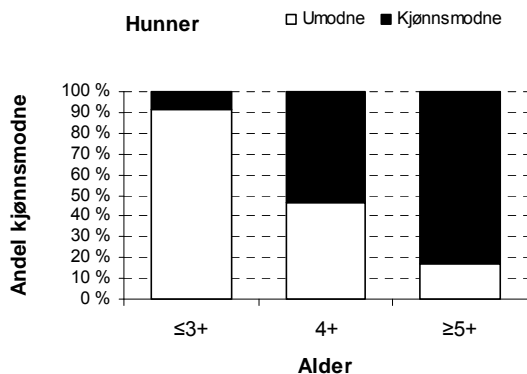
Gjennomsnittlig kondisjon (K-faktor) for fisken i garnfangsten var  $0,98 \pm 0,10$ . Når det ble skilt mellom yngre og eldre fisk viste det seg imidlertid at fisk med alder 5+ og eldre var noe tynne, med en K-faktor på  $0,89 \pm 0,10$ . Den yngre fiskens kondisjon var normal, da K-faktor var  $1,02 \pm 0,08$ . For fisk med alder 5+ og eldre var det også en tydelig negativ sammenheng mellom kroppslengde og kondisjon, dvs. at større/lengre fisk var tynnere ( $r = -0,76 / r^2 = 0,58$ ). En tilsvarende korrelasjon ble ikke funnet for de yngre årsklassene. Forholdet mellom fiskens lengde, vekt og kondisjon er vist i **Figur 6**. Sirkler under/til høyre for den sorte, heltrukne linjen viser fisk med lavere K-faktor enn 1,0.



**Figur 6:** Lengde plottet mot vekt hos aure fra Holskardvatnet 28.08.09 (åpne sirkler). Stiplet linje angir trendlinje for lengde mot vekt. Heltrukket linje angir et forhold mellom lengde og vekt som tilsvarer K-faktor = 1,0.

#### 4.8 Kjønnsmodning

Det er vanlig at hannaure har lavere alder ved første kjønnsmodning enn det hunnene har. Dette var også tilfelle i Holskardvatnet (**Figur 7a** og **b**). De fleste hannene var kjønnsmodne fra og med alder 2+ eller 3+, ved kroppslengde over 15 cm. Hunnene kjønnsmodnet i hovedsak fra alder 4+. I denne aldersklassen var hunner under 29 cm ikke kjønnsmodne, mens alle over 29 cm var kjønnsmodne. Enkelte av de eldre fiskene (2 hunner og 2 hanner) i aldersklassene f.o.m. 5+ var imidlertid ikke kjønnsmodne. For tre av disse kan dette ha hatt sammenheng med lav kondisjon, dvs. dårlig energetisk status, da de hadde K-faktor i området 0,77 - 0,93.



**Figur 7a.** Andel kjønnsmodne hunnaure i ulike aldersgrupper, Holskardvatnet 28.08.09. (n=37)



**Figur 7b.** Andel kjønnsmodne hannaure i ulike aldersgrupper, Holskardvatnet 28.08.09. (n=53)

#### 4.9 Gyteområder og ungfisk

Det ble el-fisket kvalitativt i innløpselven lengst øst i Holskardvatnet. Denne er del av et lite vassdrag som renner fra Geitdalsvatnet via flere tjern og inn i Holskardvatnets nord-østre vik. Det er et vandringshinder i elven, rett nedenfor det nederste tjernet. Lengden på denne elven varierer med hvor langt nedtappet Holskardvatnet til en hver tid er. Ved undersøkelsen i 2001 (Lehmann og Wiers 2002) var elven over 500 meter lang, grunnet relativt lav vannstand i magasinet. Ved fullt magasin vil den være ganske kort, -bare noen få titalls meter. Den 27.08.09, ved ca 10 m nedtapping, var den anslagsvis mellom 200 og 300 meter lang. Under el-fisket ble det registrert i alt 13 aure i elven nedenfor vandringshinderet. Fiskene varierte i lengde fra 70 til 98 mm. Dette var antakelig fisk med alder 1+, dvs. 2008-årsklassen. Det ble ikke funnet andre årsklasser.

Auren vil også kunne gyte i grus som ligger i innløpsosser fra bekker som er for bratte til at fisk kan vandre opp i dem, og den kan gyte i egnet grus i magasinets strandsone (= innsjøgyting). Et slikt aktuelt område kan være bukten sør-øst i Holskardvatnet, der det renner inn flere bekker. Rogn som blir gytt slik at den blir liggende i grus som har kontinuerlig vanntilførsel selv når magasinet tappes ned, vil ha størst sannsynlighet for å overleve til klekking. At under prøvofisken ble fanget 1+ aure på garn, kan være en indikasjon på gyting i innløpsosser eller i selve magasinet.

## 5.0 Diskusjon

### 5.1 Bestandsstatus for aure i Holskardvatnet

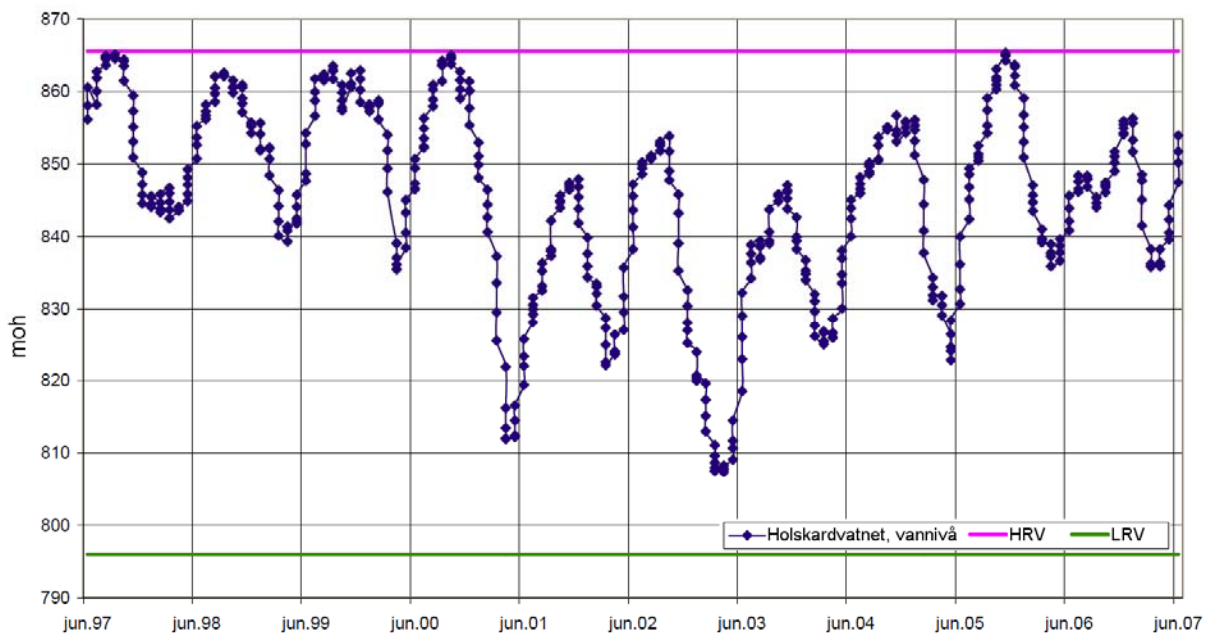
Fangsten ved garnfisket i Holskardvatnet i 2009 indikerte at bestandstettheten av aure var høyere enn ved prøvofisken i 2001, og at veksten også var bedre enn den var i 2001 (Lehmann og Wiers 2002). Konklusjonen etter disse to rundene med prøvofiske er likevel at aurebestanden ved begge anledninger besto av fin fisk av god kvalitet (**Bilde 1** og forsidefoto). Både i 2001 og i 2009 ble deler av fangsten brukt som mat etter at det var tatt prøver av fisken. Dette levnet ingen tvil om at auren fra Holskardvatnet har et svært velsmakende og delikat kjøtt.



**Bilde 1:** Aure fra prøvofiske i Holskardvatnet, 2001.

Studier av aure i innsjøer, f.eks. på Hardangervidda, viser gjerne store naturlige variasjoner i årsklassestryke (Tysse og Garnås 1994, Barlaup et al. 2000, Rognerud et al. 2003). Årsklassestyrkene for innsjøer på Hardangervidda viser også ofte samvariasjon (Rognerud et al. 2003). Variasjoner i årsklassene kan forekomme som følge av variasjon i klimatiske og hydrologiske forhold (Rognerud et al. 2003, Borgstrøm og Museth 2005). Ugunstige forhold som medfører f.eks. isskuring og bunnfrysing av gyteområder, eller sen isgang og lav vanntemperatur, kan bidra til høy rogn- eller yngeldødelighet og dermed en svak årsklasse. Tilsvarende kan gunstige forhold, som høye sommertemperaturer, gi en sterk årsklasse.

I et langtidsperspektiv ser det ikke ut til at auren i Holskardvatnet har problemer med å holde oppe rekrutteringen med det nåværende tapperegimet i magasinet. I regulerte innsjøer som Holskardvatnet er det imidlertid sannsynlig at ujevn rekruttering hos auren, uttrykt som variasjon i årsklassestyrke, har sammenheng både med klimatiske variasjoner mellom år og med graden av nedtapping av magasinet gjennom vinter/vår, som f.eks. i 2001 og 2003 (**Figur 8**). Fra høsten 2000 til våren 2001 ble Holskardvatnet tappet ned fra nær HRV/kote 865,5 moh. til ca. kote 811 moh., dvs. nær 54 meter. Dette var den største relative nedtapping av magasinet i perioden 1997-2009. Fra 2002 til 2003 var det en nesten like stor nedtapping, på ca. 47 meter, fra kote 854 til 807 moh. I 2009 ble det registrert årsklasser fra 1+ til 9+, men det var særlig årsklassene 2004 (5+) og 2005 (4+), dvs. de to første årsklassene etter den store nedtappingen i 2003, som var sterke (**Figur 2**). Årsklasser fra 2003 (6+) og eldre var uventet svake sammenlignet med de yngre, men disse hadde altså som ungfisk opplevet minst en stor nedtapping, og kan ha blitt desimert i antall som konsekvens av det. Redusert konkurranse fra disse årsklassene kan ha medvirket til de sterkere årsklassene i 2004 og 2005.



**Figur 8:** Vannstand i Holskardvatnet, 1997-2007. (Modifisert etter original fra BKK).

Effekten av store nedtappinger av et magasin, vil ofte være at strandsonen tørregges mer og i et lengre tidsrom. Dette vil ha negative effekter på bunndyrfaunaen, som utgjør en viktig del av fiskens næringstilbud, og det vil redusere antallet skjulesteder for liten fisk i strandsonen. I enkelte magasiner vil særlig stor nedtapping medføre sterk tilslamming av vannmassene, grunnet erosjon i finkornete/bløte sedimenter som ikke blir eksponert i "normalår" med høyere magasin vannstand (Borgstrøm m.fl. 1992, Lehmann og Wiers 2005). Dette kan gi redusert produksjon av dyreplankton som fisken spiser. I tillegg vil det reduserte vannvolumet i et nedtappet magasin kunne gi en høyere relativ fisketetthet i en periode. Sammen med et redusert næringstilbud kan dette gi øket næringskonkurranse hos fisken, særlig hvis fiskebestanden i utgangspunktet var over middels tett før nedtapping.

Det er sannsynlig at innløpselven øst i Holskardvatnet i hvert fall i enkelte år er en viktig gyteplass for auren. Hvor mye av denne elven auren får benyttet i hver gytesesong vil kunne påvirkes av vannstanden i Holskardvatnet om høsten det aktuelle året. Det normale mønsteret for variasjon i vannstanden i Holskardvatnet, er at magasinet på årsbasis har høyest vannstand i perioden september - november (**Figur 8**). Aurens gytetid vil falle innenfor denne perioden. Høy vannstand, dvs. nær HRV i gytetiden trenger likevel ikke bety at auren får nytte hele det potensielle gytearealet i innløpselven, hvis dette da ligger oversvømmet på flere meters dyp i reguleringssonen.

Dersom innsjøgyting forekommer, vil stor nedtapping gjennom vinter/vår også kunne gi øket sannsynlighet for tørrlegging av gytegrøper som ikke ligger direkte i en elve- eller bekketrase. Dersom nedtappingen av Holskardvatnet hadde vært i størrelsesorden 50 m ned fra HRV hvert år, er det tenkelig at dette på permanent basis hadde gått ut over aurens vekst, kvalitet og rekruttering.

## 5.2 Røybestandene i Askjellsdalsvatnet, Skjerjevatnet og andre magasiner

I LFI-rapport nr. 139 fra prøvefiske i Askjellsdalsvatnet og Skjerjo i 2006 (Fjellheim og Raddum 2007) er utviklingen i røyebestanden beskrevet. Her framgår det at mengden røye i Askjellsdalsvatnet har vist en stigende trend de siste 25 år og en kraftig oppgang i de senere år. På 1980-tallet var det få røyer i vatnet, og en kunne da også finne aure i dypområdene. På den tiden var det ikke tegn til reproduksjon hos røye i vatnet. De få individene som ble fanget hadde sluppet seg ned fra Skjerjo. Prøvefisket i 2006 viste en fangst av 29 røye på 22 bunngarn, som gir en CPUE på 3 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt. Dette vil en normalt vurdere som en middels til litt under middels høy bestandstetthet, se **kapittel 3.3** ovenfor. Denne tetthetsvurderingen for røyebestanden vil likevel bare være veiledende, da den i utgangspunktet er basert på erfaringsmateriale fra aurefangster. I 2006 ble det for første gang tatt flere røyer enn aure på prøvefiske i Askjellsdalsvatnet. Dette skyldtes sannsynligvis både økningen i røyebestanden og manglende utsettinger av aure i de foregående år. Det blir i rapporten konkludert med at røyen mest sannsynlig rekrutterte naturlig i Askjellsdalsvatnet i perioden 2002-04 og mulig også i 2005, -altså både før og etter at forbindelsen til Skjerjevatnet ble stengt i 2004. Dette ble vurdert til å ha sammenheng med skånsomme nedtappinger av Askjellsdalsmagasinet da, slik at røyerogn som var gytt i sedimentet i mindre grad ble tørrlagt enn ved større nedtapping.

Overføring av vann fra Skjerjevatnet til Askjellsdalsvatnet via Skjerjo ble permanent stengt i 2004 i forbindelse med oppstart av Nygard kraftverk og overføringen Skjerjevatnet - Stølsvatnet. Dette vil imidlertid ikke fullstendig hindre videre tilførsel av røye til Askjellsdalsvatnet fra Skjerjo. Dette skyldes at det er en relativt tett røyebestand i tjernene i Skjerjo. Denne bestanden vil være et reservoar for tilførsel av røye til Askjellsdalsvatnet, selv om dette antakelig skjedde i større grad tidligere når tapping fra Skjerjevatnet ga stor vannføring i Skjerjo. Det kan tenkes at røyen i Skjerjo kan utryddes ved en kombinasjon av rotenonbehandling og full nedtapping og tørrlegging av tjernene.

Med bakgrunn i ovenfor nevnte rapport kan en anta at den videre utviklingen i røyebestanden i Askjellsdalsvatnet vil være avhengig av hvordan magasinet tappes. Høy vannstand om høsten under røyens gyteperiode etterfulgt av stor nedtapping om våren før eggene har klekket, vil virke begrensende på rekruttering. En mer stabil magasin vannstand uten store nedtappinger vil derimot medføre at rekrutteringen oftere blir vellykket og at røyebestanden øker. Noe røye vil alltid være til stede i magasinet, grunnet periodisk tilførsel fra Skjerjo.

I LFI-rapport nr. 133 fra prøvefiske i Skjerjevatnet i 2005 (Fjellheim og Raddum 2006) ble det funnet en CPUE på 27 røye på bunngarn, og i tillegg ble det fanget mye røye på flytegarn. Dette vurderes som svært høy bestandstetthet. Dette viser at bestandstettheten av røye var minst 9 ganger høyere i Skjerjevatnet enn i Askjellsdalsvatnet, og at røyen har gode rekrutteringsforhold.

I **Tabell 2** er det listet opp BKK-magasiner med røyebestander, og disse er sammenlignet med Holskardvatnet. I tre av disse innsjøene har røye vært til stede i flere tiår. Dette gjelder Skjerjevatnet,

Askjellsdalsvatnet og mest sannsynlig Hamlagrøvatnet. I Stølsvatnet har røyen vært siden oppstart av Nygård pumpekraftverk i 2005. I Bergsvatnet er det ukjent hvor lenge røyen har vært til stede. Et prøvofiske i Bergsvatnet i 1995 ga ikke røyefangst (Wiers 1997). Så er det rapportert fangster årlig siden 2001, og bestanden ser ut til å øke (Wiers og Lehmann 2009).

**Tabell 2:** Sammenligning av Holskardvatnet med reguleringsmagasiner som har bestand av røye.

Lokalitet	Askjellsdalsvatnet	Skjerjevatnet	Stølsvatnet	Hamlagrøvatnet	Bergsvatnet	Holskardvatnet
Kommune	Vaksdal	Vaksdal/Modalen	Modalen	Voss/Kvam	Vaksdal	Vik
Reg. vassdrag	Eksingedalsvassdraget	Modalsvassdraget	Modalsvassdraget	Bergsdalsvassdraget	Bergsdalsvassdraget	Eksingedalsvassdraget
Reg.høyde, m	55	44,1	36,5	28	3	49,5
Gode gytebekker for aure?	Nei	Nei	Ja	Ja	Ja	Ja
Aurebestand	Ja, i hovedsak fra utsetting	Noen få individ, antakelig utsatt	Høy tetthet	Middels tetthet	Over middels tetthet	Middels tetthet
Rekruttering av aure	Nei, evt. lite	Nei, evt. lite	Ja	Ja	Ja	Ja
Røyebestand	Lav tetthet	Høy tetthet	Meget lav tetthet	Lav tetthet	Lav tetthet, øker	Nei
Rekruttering av røye	Ja, ujevn	Ja	Ukjent	Ukjent	Sannsynlig	-
Røye opprinnelse	Skjerjevatnet, tapping via Skjerjo	Utsatt	Skjerjevatnet via pumpekraftverk. Francis turbin	Svartavatnet via elv	Hamlagrøvatnet via Kaldestad kraftverk. Francis turbin	-
Rapport/ref.	Fjellheim og Raddum 2007	Fjellheim og Raddum 2006	Fjellheim og Raddum 2005-08	Lehmann og Wiers 2002	Wiers og Lehmann 2009	Lehmann og Wiers 2002+denne

I Skjerjevatnet er reguleringshøyden relativt stor (44,1 m). Det er likevel, som nevnt ovenfor, en svært tett røyebestand i magasinet. Dette kan ha sammenheng med at Skjerjevatnet har en rekke mindre basseng som blir liggende igjen som små "tjern" eller refugier når magasinet tappes ned mot LRV. Flere av disse bassengene får da en vannstand innenfor området kote 954,1 - 964, altså mindre enn 10 m under magasinets HRV på kote 964,1. Det er sannsynlig at røyen gyter i disse bassengene ved fullt eller tilnærmet fullt magasin om høsten, og at rognen kan overleve der siden vannet ikke blir borte ved nedtapping gjennom vinteren og våren.

Bergsvatnet, som ser ut til å ha en stadig økende røyebestand, har egnet gytegrus i strand- og bunnområder og tappes bare inntil 3 meter. Røyerogn på gyteplasser som ligger dypere enn 3 meter vil overleve.

Hamlagrøvatnet, Askjellsdalsvatnet og Stølsvatnet har ikke tette røyebestander. Antakelig skyldes dette i hovedsak reguleringshøyden i magasinene, som er hhv. 28, 55 og 36,5 m. Her begrenses røyens rekruttering sannsynligvis av nedtapping som gir tørrlegging av de fleste gyteplassene. Disse magasinene har heller ikke den samme strukturen som Skjerjevatnet, som har en rekke grunne bassenger like under HRV. I Stølsvatnet har røyen imidlertid bare vært siden 2005, så det er nok noe tidlig å konkludere med hvordan den bestanden vil utvikle seg videre.

Av de ovenfor nevnte magasiner har Holskardvatnet en del til felles med Stølsvatnet og Hamlagrøvatnet. Reguleringshøyden er forholdsvis stor, det er ikke gjenværende bassenger like under HRV etter nedtapping, og det er til stede en aurebestand som har gytemuligheter i eller i tilknytning til elver/bekker. Bortsett fra aurebestandens størrelse og gytemuligheter ligner det også situasjonen i Askjellsdalsvatnet. Skulle Holskardvatnet få overført røye, kan det tenkes at nedtappingen gjennom vinteren, som i "normale" år ligger mellom 25 og 35 meter, ville være stor nok til at de fleste av røyens gyteplasser tørrlegges. Hvis dette ble situasjonen også over tid, ville aurebestanden i Holskardvatnet sannsynligvis kunne unngå hard næringskonkurranse fra en overtallig bestand av småvokst røye. To forhold tilsier likevel at røyen kanskje ville kunne få en negativ innvirkning på aurebestanden i Holskardvatnet:



1) Det ble ikke registrert særlig høy tetthet av aureunger i innløpselven øst i Holskardvatnet, verken i 2001 eller i 2009. Aurens rekruttering ser også ut til å være ujevn og variabel over tid. Samtidig er det en god del fisk i magasinet. Til sammen kan dette indikere at aurens gyting ikke bare skjer i rennende vann; Gytestrategien kan i tillegg ha preg av innsjøgyting med valg av gyteplasser nær elveosser og tilknyttet områder som ligger i elve- eller bekketraseer når magasinet blir nedtappet. Siden røye er en mer typisk innsjøgyter enn aure, og har høyere fekunditet (eggmengde), vil den kunne ha en rekrutteringsmessig fordel dersom nevnte gytestrategi i enkelte år er vellykket i Holskardvatnet.

2) Dyreplankton ble funnet å være en viktig næringskilde for auren i Holskardvatnet både i 2001 og særlig i 2009. I uregulerte innsjøer foretrekker auren likevel oftest å inkludere større, bunnlevende næringsdyr i dietten (insekttarver mm.). Dette ble f.eks. vist i innsjøundersøkelser for BKK i Austgulen i 2001 og i 2008 (Gladsø 2002, Lehmann og Wiers 2009). Innsjøer som reguleres og tappes ned får redusert mengde bunndyr i grunne områder. Så lenge aure er eneste art i innsjøen kan den til en viss grad kompensere bunndyrtapet i dietten ved å ta en større andel dyreplankton. Ved introduksjon av røye, som er en mer effektiv planktonspiser enn aure, kunne auren imidlertid bli utkonkurrert på denne føderessursen. I Holskardvatnet finnes bl.a. store vannlopper som *Daphnia umbra* og *Eurycercus lamellatus* (linsekreps). En røyebestand vil kunne beite på forekomsten av disse artene og slik redusere aurens næringstilbud.

### **5.3 Virkninger av alternativ 1, konvensjonelt kraftverk.**

I beskrivelsen av alternativ 1 er det oppgitt at tappestrategien for magasinene ved drift av et konvensjonelt kraftverk ikke vil endre seg noe særlig i forhold til dagens situasjon. Dette vil dermed sannsynligvis ikke påvirke fiskebestandene på annen måte enn det reguleringen gjør i dag. Det kan tenkes at noe aure i dag blir transportert gjennom tunnelen fra Holskardvatnet ved tapping, og dermed bidrar antallsmessig til aurebestanden i Askjellsdalsvatnet. Hvis dette er tilfelle, vil en del av denne fisken kunne bli drept eller skadet i turbinen i kraftverket. Sannsynligheten for at dette skal skje vil bl.a. være avhengig av turbinens størrelse, rotasjonshastighet, avstand mellom rotorbladene og størrelsen på fisken som passerer gjennom. I NINA Rapport 193 (Skåre m.fl. 2006) er det f.eks. referert til undersøkelser som angir 25-73 % dødelighet for laksesmolt som passerer gjennom Francis-turbiner. Det antas likevel at mesteparten av auren i Askjellsdalsvatnet er fisk som har blitt satt ut der.

### **5.4 Virkninger av alternativ 2, pumpekraftverk.**

#### **5.4.1 Overføring av røye til Holskardvatnet**

Det er tidligere vist at røye har blitt overført mellom magasiner via tunneler og Francis-turbiner. Det har f.eks. blitt overført røye fra Hamlagrøvatnet i Voss til Bergsvatnet og videre til Storefosdammen i Vaksdal, via tunneler og Francis-turbiner (Wiers og Lehmann 2009). Overføring av røye skjedde også raskt fra Skjerjevatnet til Stølsvatnet i Modalen. Under prøvefiske i Stølsvatnet i 2005 (Fjellheim og Raddum 2006), bare to måneder etter at Nygard pumpekraftverk ble åpnet, ble det fanget en røye som var 19,4 cm lang. Denne røyen hadde kommet fra Skjerjevatnet gjennom Nygard pumpekraftverk.

Røyen kan oppholde seg på dypt vann i innsjøer, hvilket den også gjør i Askjellsdalsvatnet (Fjellheim og Raddum 2007). Selv om tunnelen til et pumpekraftverk vil ligge relativt dypt i Askjellsdalsvatnet vil røye, og kanskje særlig smårøye, likevel kunne bli dratt inn i inntaket, og jfr. ovenfor vil en del av fisken overleve transporten gjennom turbinen. Tettheten av røye er riktignok langt lavere i Askjellsdalsvatnet enn i Skjerjevatnet. Det kan derfor hende at det vil ta lengre tid før overføring av røye til Holskardvatnet via et pumpekraftverk skjer, enn det som var tilfellet for Skjerjevatnet-Stølsvatnet via Nygård kraftverk. Siden Askjellsdalen kraftverk vil være i drift svært lenge (mange tiår, -antakelig enda lenger) vil spredningen av røye til Holskardvatnet likevel være sannsynlig. I det øyeblikk overføring og en eventuell etterfølgende rekruttering hos røyen har skjedd, blir spredningen i praksis irreversibel.

#### **5.4.2 Effekt av overføring av røye til Holskardvatnet**

Det er ikke mulig å si på forhånd nøyaktig hvordan en røyebestand i Holskardvatnet vil komme til å utvikle seg mht. bestandstetthet. Forhold som vil være avgjørende for hvor god rekrutteringen blir for røyen, er tilgang til egnete gytearealer og overlevelse av rogn gjennom nedtappingen vinter og vår. Siden røyen er innsjøgyter vil den normalt kunne finne gyteplasser i et magasin så lenge det er forekomster av grus og stein i strand- og bunnområder. En avgjørende faktor for graden av eggoverlevelse vil derfor være hvor dypt gyteplassene ligger i forhold til hvor langt magasinet tappes ned. En annen avgjørende faktor vil være hvorvidt gyteplassene ligger plassert slik at de ikke tørrlegges eller tørker ut selv om den generelle vannstanden i magasinet tappes ned til en lavere kote enn den som gyteplassen ligger på. Dette kan skje på gyteplasser som ligger i et basseng som beholder vannstanden selv om resten av magasinet tappes videre ned. Det kan også skje hvis eggene blir plassert i et område av magasinet der det ligger et elve- eller bekkefar som er oversvømmet i gytetiden og senere har vannføring eller vannsig når magasinet tappes ned. Det har også blitt sett at egg kan overleve i "tørrlagte" gytetroper i stranden, når gropen ligger nedenfor tinende isflak som drenerer smeltevann gjennom grusen slik at rognen blir holdt fuktig og i live (Lehmann og Wiers 2004).

#### **5.4.3 Kan spredning av røye forhindres?**

I enkelte sammenhenger lar det seg gjøre å sperre et vannløp for passasje av fisk. Dette har vært gjort i kraftstasjonen i Dale i Vaksdal kommune. Der har nettinggitter blitt brukt for å stenge stamfisk av laks inne i en krafttunnel i påvente av at den skal brukes til kultivering i klekkeri. Dette er imidlertid stor fisk på opptil flere kilo, som kan holdes innestengt bak et ganske grovmasket gitter.

I Mannflåvann, på inntaket til Laudal kraftverk i Mandalselva er det montert et strobelys for å skremme utvandrende laksesmolt vekk fra inntaket. Dette, sammen med stans og redusert kjøring av kraftverket i en periode av smoltutvandringen, gjøres for i størst mulig grad å unngå at smolten går i turbinen. Dersom et slikt avvisningssystem skulle brukes for å hindre spredning av en fiskeart til nye lokaliteter via en krafttunnel måtte det imidlertid være 100 % effektivt til en hver tid, tiår etter tiår. Dette anses som urealistisk. Det samme vil gjelde ved bruk av elektrisitet for å skremme fisk unna. Det er derfor vår vurdering at det over tid vil være tilnærmet umulig å unngå at liten røye med lengde på noen få cm blir suget inn i et pumpekraftverk og transportert sammen med vannet.

#### **5.5 Effekt av vannstand på fiskebestandene**

BKK opplyser at kjøringen av magasinene ved drift av et pumpekraftverk vil endre seg noe i forhold til dagens situasjon. Vannet fra snøsmelting i Askjellsdalsvatnets nedbørsfelt kan lagres i Holskardvatn istedenfor at det må tappes ned via Evanger kraftverk for å unngå flomtap. Dette betyr også at Holskardvatnet kan fylles opp noe raskere om våren/forsommeren enn i dag fordi størrelsen på tilrenningen kan økes. Samtidig vil vannstanden i Askjellsdalsvatnet også generelt ligge noen få meter lavere enn den gjør pr i dag, men forskjellen mellom høyeste og laveste vannstand i løpet av et år vil være omtrent som før.

At Holskardvatnet kan fylles raskere opp om våren i forhold til tidligere, vil neppe i seg selv ha negativ effekt på aurebestanden. Det vil antakelig være mer avgjørende hva den absolutte forskjellen i vannstand fra gytetiden om høsten til laveste vannstand om våren blir. Aldersstrukturen hos auren i Holskardvatnet i 2009 kan indikere at de store nedtappingene i 2001 og 2003 hadde negativ innvirkning på årsklasser av aure som i 2009 var 6+ og eldre. Et pumpekraftverk som leverer vann til Holskardvatnet fra Askjellsdalsvatnets nedbørsfelt vil kunne gjøre det mer sannsynlig at Holskardvatnet kan fylles opp til HRV hvert år, fordi relativ magasinkapasitet i praksis avtar når det effektive nedbørsfeltet øker. Hvis dette i sin tur medfører at magasinet blir tappet lengre ned gjennom vinter/vår enn før, vil en få en endring til et tappemønster som ligner nedtappingene i 2001 og 2003, dvs. gjennomsnittlig større svingninger i vannstand gjennom et driftsår enn det en har hatt hittil. Dette ville i tilfelle kunne begrense, men kanskje ikke forhindre rekruttering hos fisk.

## 6.0 Konklusjon

Det anses som overveiende sannsynlig at drift av et pumpekraftverk som pumper vann fra Askjellsdalsvatnet til Holskardvatnet før eller siden vil medføre spredning av røye til Holskardvatnet. Vi kan imidlertid ikke se at en slik spredning vil kunne skje ved drift av et konvensjonelt kraftverk. I forhold til de opplysninger som er gitt om tapperegime mm., regnes det heller ikke som sannsynlig at et konvensjonelt kraftverk vil ha større miljømessige konsekvenser enn de som reguleringen medfører i dagens situasjon uten kraftverk.

Spredning av arter mellom innsjøer og/eller vassdrag er relativt strengt regulert i norsk lovverk. Både lov om laksefisk og innlandsfisk og naturmangfoldsloven regulerer dette, og grove overtredelser av lovverket kan medføre fengselsstraff. Dette er selvsagt ikke en aktuell problemstilling i denne forbindelse, men det illustrerer likevel hvor alvorlig konsekvensene av artsspredning blir vurdert, og at uhjemlede overføringer eller utsetninger betraktes som miljøkriminalitet. Det kan også nevnes at det nylig ble frarådet bruk av et planlagt pumpekraftverk mellom Sellisjøen og Vessingsjøen i Sør-Trøndelag, grunnet faren for spredning av det dyreplanktonspisende krepsdyret *Mysis relicta* (Koksvik og Rønning 2009). *Mysis* er oppført i artsdatabankens svarteliste fra 2007 (Gerderaaas m.fl. 2007), og er vurdert som en høyrisiko art i forhold til stedegent biologisk mangfold.

Kraftprodusenter kan i en konsesjonsprosess likevel få tillatelse til å gjøre tiltak i vassdrag som medfører spredning av "uønskete" arter, f.eks. av røye, dersom fordelene i form av produsert kraft anses å oppveie skadene som spredning av arten gir. I en slik prosess vil bl.a. fylkesmannen gi en uttalelse om de fiskerelaterte forhold i saken til NVE. Det er dessuten tenkelig at en gjennom eksisterende konsesjon for tapping av vann via tunnelen fra Holskardvatnet til Askjellsdalsvatnet allerede vil ha tillatelse til drift av pumpekraftverk med transport av vann i begge retninger.

Holskardvatnet har ved prøvefiske både i 2001 og 2009 fremstått som en innsjø med en aurebestand som nok er blant de fineste i Stølsheimen. Auren når både bra størrelse og meget god kvalitet. Skulle røye bli overført til Holskardvatnet, vil det bli lagt et grunnlag for at aurebestanden kan bli negativt påvirket av konkurranse fra røyen. Det er ikke usannsynlig at den store reguleringshøyden i Holskardvatnet vil redusere røyens gytesuksess og bestandsvekst, slik det skjer i andre magasin med røye og stor reguleringshøyde (Askjellsdalsvatnet, Hamlagrøvatnet, kanskje også Stølsvatnet). Den eksakte utvikling i røyebestanden kan imidlertid ikke forutses i detalj. I uheldigste fall kan en på sikt få byttet ut aurebestanden i Holskardvatnet med en overtett røyebestand som den i Skjerjevatnet, se **Bilde 2** nedenfor. I tillegg vil røyen ved overføring til Holskardvatnet få et nytt fotfeste ennå lengre inn i Stølsheimen i forhold til i dag. Ved et eventuelt overløp fra Holskardvatnet vil røyen da, i hvert fall i teorien, kunne bli spredd videre nordover til vatn i Vikesjurddalen og Berdalen/Stordalen.



**Bilde 2:**  
Aure fra Holskardvatnet til venstre. Røye fra Skjerjevatnet til høyre. Fra prøvefiske i 2001.

## 7.0 Vedleggstabeller

**Tabell 3: Zooplankton fra Holskardvatn** (NVE nr 2123, Vassdr. nr. 064.CBB), Vik, Sogn og Fjordane. Dato: 27.08.09. Vertikaltrekk 25-0 m, 3 trekk slått sammen. Antall "+" angir relativ vanlighet i prøven. En "e" angir enkeltindivid.

	Holskardvatn 27.08.2009 3x25-0 m
<hr/> <hr/>	
Vannlopper (Cladocera)	
<i>Holopedium gibberum</i>	+++
<i>Daphnia "umbra"</i>	+
<i>Bosmina longispina</i>	++++
<hr/>	
Hoppekreps (Copepoda)	
<i>Heterocope saliens</i>	+
<i>Arctodiaptomus laticeps</i>	++
Diaptomidae copepoditter	+
<i>Cyclops scutifer</i>	+
<i>Cyclops abyssorum</i>	e
Cyclopoide copeoditter	+++
Cyclopoide nauplii	+++
<hr/>	
Hjuldyr (Rotatoria)	
<i>Kellicottia longispina</i>	+++
<i>Keratella cochlearis</i>	+
<i>Keratella hiemalis</i>	+
<i>Asplanchna priodonta</i>	+++
<i>Conochilus</i> sp.	+++
<hr/>	

## 8.0 Referanser

BARLAUP, B.T., E. KLEIVEN, G.G. RADDUM, S-E. GABRIELSEN og A. JOHANNESSEN 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Bjornesfjorden i august 1999. LFI-rapport nr. 111. 45 s.

BORGSTRØM, R., Å. BRABRAND & J.T. SOLHEIM, 1992. Effects of siltation on resource use and dynamics of allopatric brown trout, *Salmo trutta*, in a reservoir. - Environmental Biology of Fishes 34: 247-255.

BORGSTRØM, R. og J. MUSETH 2005. Accumulated snow and summer temperature - critical factors for recruitment to high mountain populations of brown trout (*Salmo trutta* L.). - Ecology of Freshwater Fish 14: 375-384.

DAHL, K. 1932. Influence of water storage on food conditions of trout in Lake Paalsbufjord. Det Norske Vitensk. Akad. Skr. – Mat. Nat, KL. 1931 (4) 1-53.

FJELLHEIM, A. og G.G. RADDUM 2005. Nygard Pumpekraftverk, prøvefiske i Stølsvatnet 2005. LFI-rapport nr. 132. 16 s.

FJELLHEIM, A. og G.G. RADDUM 2006. Nygard Pumpekraftverk, prøvefiske i Skjerjevatnet 2005. LFI-rapport nr. 133. 23 s.

FJELLHEIM, A. og G.G. RADDUM 2007. Nygard pumpekraftverk. Prøvefiske i Askjellsdalsvatnet 2006. Kontrollfiske i Steinslandsvatnet og Stølsvatnet. LFI-rapport nr. 139. 26 s.

FJELLHEIM, A. og G.G. RADDUM 2008. Nygard pumpekraftverk. Prøvefiske i Stølsvatnet og Steinslandsvatnet 2007. LFI-rapport nr. 148. 25 s.

FORSETH, T., HALVORSEN, G.A., UGEDAL, O., FLEMING, I., SCHARTAU, A.K.L., NØST, T., HARTVIGSEN, R., RADDUM, G., MOOIJ., W. og KLEIVEN, E. 1997. Biologisk status i kalka innsjøer. NINA oppdragsmelding 508. 52 sider.

GEDERAAS, L., I. SALVESEN og Å. VIKEN 2007. Norsk svarteliste 2007 – Økologiske risikovurderinger av fremmede arter. Artsdatabanken, Norge.

GLADSØ, J.A. 2002. Prøvefiske i samband med planlagt vassdragsregulering i Kløvtveitvassdraget og deler av Yndesdalsvassdraget i Sogn og Fjordane fylke. FmSF rapport nr. 1-2002. 22s. ISBN 82-91031-85-1.

HELLEN, B.A., S. KÅLÅS og H. SÆGROV 2002. Fiskeundersøkingar i åtte innsjøer i forbindelse med bygging av nye Bjølvo Kraftverk. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 537, 39 s. ISBN 82-7658-363-3

KOKSVIK, J. og L. RØNNING 2009. Prøvefiske i Vessingsjøen og Sellisjøen, Tydal kommune, i forbindelse med planer om etablering av Sellisjø pumpekraftverk. NTNU Vitenskapsmuseet. Rapport Zoologisk serie 2009-1. 32 s. (LFI Trondheim rapport nr. 134).

LEHMANN, G.B. og T. WIERS 2002. Fiskeressursprosjektet i Hordaland: Fiskeundersøkelser i regulerte innsjøer og vassdrag i Hordaland, sommeren 2001. Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 4/2002. 68 s. ISBN 82-8060-005-1

LEHMANN, G.B. og T. WIERS 2004. Fiskeressursprosjektet i Hordaland: Fiskeundersøkelser i regulerte innsjøer og vassdrag i Hordaland, juli 2002 - april 2003. Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 1/2004. 79 s. ISBN 82-8060-026-4

LEHMANN, G.B. og T. WIERS 2005. Fiskeressursprosjektet i Hordaland: Fiskeundersøkelser i regulerte innsjøer og vassdrag i Hordaland, 2004. Fylkesmannen i Hordaland, MVA-rapport 8/2005. 44 s. ISBN 82-8060-047-7

LEHMANN, G.B. og T. WIERS 2009. Fiskeundersøkelser for BKK i Kløvtveitvatnet, Austgulstølsvatnet og Transdalsvatnet i Austgulen, august 2008. LFI-rapport nr. 165. 25 s.

LIEN, L. 1978. The energy budget of the brown trout population of Øvre Heimdalsvatn. *Holarctic Ecology*; 279-300.

QVENILD, T. 2004. Hardangervidda : fiske og fjelliv. Naturforlaget, Oslo, 407 s

ROGNERUD, S., R. BORGSTRØM, T. QVENILD og Å. TYSSE 2003. Ørreten på Hardangervidda. Næringsnett, kvikksølvinnhold, ørekytspredning og klimavariasjoner – følger for fiske og forvaltning. Rapport LNR 4712-2003. 68 s

SKÅRE, P.E., HVIDSTEN, N.A., FORSETH, T. og FJELDSTAD, H.-P. 2006. Smoltutvandring forbi Skotfoss kraftverk i Skiensvassdraget ved bygging av et nytt flomkraftverk. NINA-rapport 193, 19s.

SØMME, I.D. 1941. Ørretboka. Ørretfiske-ferskvannsfiske-fiskekultur. J.Dybwads forlag. Utgave 1944. 591 s.

TYSSE, Å. og E. GARNÅS, 1994. Fiskebiologiske undersøkingar i Halne, Hein- og Krækkjavassdraget i Hol og Nore Uvdal kommune 1992/93. Rapport nr. 16 – 1994. Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelinga. 37 sider.

WIERS T. og G. B. LEHMANN 2009. Prøvefiske i Bergsvatnet i Vaksdal kommune 2007. Registrering av aure og røye i innsjøen. LFI-rapport nr. 158. 18 s.

WIERS, T. 1997. Fiskeribiologiske undersøkelser i Bergsdalen 1995 – 1996. Bergsvatnet, Småbrekkevatnet, Moavatnet, Skarvatnet, Oddmundalsvatnet, Storlitjørn, N. Gråvatni, Tjørnadalsvatnet og Herfangsvatnet. Vaksdal kommune. Rapport 6/1997.





## FERSKVANNSØKOLOGI - LAKSEFISK - BUNNDYR

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en avdeling ved Seksjon for Anvendt Miljøforskning hos Universitetsforskning Bergen (Unifob). Unifob er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. LFI-Unifob tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI, og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på <http://lfi-unifob.uib.no>