

Undersøkelse av den innsjøgytende auren i Store Hovvatn, Aust-Agder

Resultater fra prøvafiske i 2008 og 2009
og oppsummering av undersøkelsene
om innsjøgyting



Hovedkontor

Gaustadalléen 21
0349 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internett: www.niva.no

Sørlandsavdelingen

Jon Lilletuns vei 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen

Sandvikaveien 59
2312 Ottestad
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen

Thormøhlensgate 53 D
5006 Bergen
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 55 31 22 14

NIVA Midt-Norge

Pirsenteret, Havnegata 9
Postboks 1266
7462 Trondheim
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 73 54 63 87

Tittel Undersøkelse av den innsjøgytende auren i Store Hovvatn, Aust-Agder. Resultater fra prøvafiske i 2008 og 2009 og oppsummering av undersøkelsene om innsjøgyting	Løpenr. (for bestilling) 6038-2010	Dato 9.06.2010
	Prosjektnr. Undernr. O-28263/O-29228	Sider Pris 22
Forfatter(e) Einar Kleiven Bjørn T. Barlaup (Uni Miljø, LFI)	Fagområde Kalking	Distribusjon Fri
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket CopyCat

Oppdragsgiver(e) Direktoratet for naturforvaltning	Oppdragsreferanse Hanne Hegseth
---	------------------------------------

Sammendrag

I Store Hovvatn førte forsuring til at aurebestanden gikk tapt i perioden 1920-1940. Partiell kalking av Store Hovvatn og Pollen ble gjort i 1981. Innsjøen er kalket flere ganger senere, sist ved terrengkalking i 1999. Yngel og villfisk fra den innsjøgytende auren i Byglandsfjorden er utsatt (1981-1991). Prøvafiske er utført årlig i 1982-2005 og i 2008-2009. Rognoverlevelsen er undersøkt i perioden 1992-2009. Skjellsand og kalkgrus er utlagt på gyteplasser i strandsonen. Kalkgrusen har hatt en positiv effekt på overlevelsen av aureegg og det samme har vært tilfelle med terrengkalkingen. Prøvafisket i 2008 ga en fangst på 6,6 fisk pr. 100 m² garnareal, mot 11,1 fisk i 2009. Sammenlignet med 1994 viste resultatene fra 2008/2009 at auren har blitt mindre, veksten har avtatt og kondisjonsfaktoren er lavere. Veksten for voksen fisk var signifikant dårligere i 2009 i forhold til 1994. Nedgangen skyldes en mer tallrik bestand i innsjøen med en noe dårligere vekst. I dag stammer nær all fisk fra innsjøgyting i strandsonen.

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Forsuring 2. Kalking 3. Innsjøgytende aure 4. Store Hovvatn 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Acidification 2. Liming 3. Lake spawning brown trout 4. Lake Store Hovvatn
--	---

Einar Kleiven
Prosjektleder

Brit Lisa Skjelkvåle Monsen
Forskningsleder

Bjørn Faafeng
Seniorrådgiver

Undersøkelse av den innsjøgytende auren i Store Hovvatn, Aust-Agder

Resultater fra prøvafiske i 2008 og 2009 og
oppsummering av undersøkelsene om innsjøgyting

Forord

Store Hovvatn har vært undersøkt vannkjemisk og biologisk i regi av Kalkingsprosjektet 1979-1984 og Kalkingsgruppa 1984-1992, og senere i samarbeid mellom Uni Miljø, LFI og NIVA Sørlandsavdelingen.

Denne rapporten tar for seg de avsluttende resultatene fra prøvefisket i 2008 og 2009, og gir en oppsummering av rognoverlevelsen til den innsjøgytende auren i Store Hovvatn i tidsrommet 1992-2009.

Vi takker Direktoratet for naturforvaltning for finansiering av undersøkelsene i Store Hovvatn.

Dessuten takk til Jarle Håvardstun, NIVA, for hjelp under prøvefisket.

Grimstad, 9. juni 2010

Einar Kleiven

Innhold

Sammendrag	5
Summary	6
Innledning	7
1. Omtale av innsjøen og nedbørfeltet	8
1.1 Store Hovvatn	8
1.2 Nedbørfeltet	8
1.3 Forsuring	10
1.4 Kalking	11
1.5 Reetablering av aure	11
2. Materiale og metode	12
3. Resultater og diskusjon	13
3.1 Prøvefisket i 2008 og 2009	13
3.2 Årsklassestyrke 1994-2005 og 2008-2009	15
3.3 Sammenligninger 1994 og 2008/2009	16
3.3.1 Lengdefordelingen	16
3.3.2 Veksten	16
3.3.3 Kondisjonsfaktoren	16
3.4 Gytegroper	17
3.4.1 Surt overflatevann gir høy rogn dødelighet	17
3.4.2 Effekter på rognoverlevelse ved utlegging av skjellsand	18
3.4.3 Effekter på rognoverlevelse ved utlegging av kalkgrus	18
3.4.4 Gytegroperne fordelt på dyp	20
4. Oppsummering	21
5. Litteratur	22

Sammendrag

I Store Hovvatn førte forsuringen til at den opprinnelige aurebestanden gikk tapt i løpet av perioden 1920-1940. I tidsrommet 1960-1966 ble det sluppet 50.000 yngel og litt større settefisk, men dette tiltaket var mislykket.

Partiell kalking av Store Hovvatn og Pollen ble gjennomført i 1981. Innsjøen ble rekalket i 1987, 1989, 1991, 1993 og 1997. Fra 1993 ble det også kalket i mindre omfang på ulikt vis både i Store Hovvatn og den tilgrensende Pollen. Høsten 1999 ble nedbørfeltet til Store Hovvatn terrengkalket, og etter den tid er det ikke gjennomført noen kalking i eller rundt innsjøen.

Det ble satt ut oppdrettet yngel, settefisk og villfisk av innsjøgytende aure fra Byglandsfjorden i tidsrommet 1981-1991. Årlig prøvefiske er utført i 1982-2005 og i 2008-2009.

Resultater fra Store Hovvatn har vist hvordan skiftende vannkjemiske forhold påvirker aurens vekst, atferd og reproduksjon. Svært sur avrenning fra nedbørfeltet fører til dannelsen av et surt overflatesjikt i Store Hovvatn vinterstid. Den fører til høy dødelighet i gytegroper som ligger på grunne områder i innsjøen. For å kompensere det, er det lagt ut skjellsand og kalkgrus på tre gyteplasser i innsjøen. Skjellsand har vist seg uegnet til formålet, fordi den er for finkornig. Kalkgrusen har gitt positive bidrag, men effekten avtar over tid. Terrengkalkingen ga et positivt bidrag til rognoverlevelsen, men senere har effekten avtatt.

Prøvefisket i 2008 ga en lav fangst på 6,6 fisk pr. 100 m² garnareal. I 2009 var fangsten atskillig bedre, med 11,1 fisk pr. 100 m² garnareal. Fangstene har også tidligere variert mye fra år til år.

Resultatet fra 2008/2009 er sammenlignet med resultatet fra prøvefisket i 1994, da god selv-rekruttering av fisk i innsjøen var kommet i gang. Den viser at auren har blitt mindre, veksten har avtatt og kondisjonsfaktoren er noe lavere enn i 1994. For voksen fisk var veksten signifikant dårligere i 2009 i forhold til 1994.

Den registrerte nedgangen i vekst og kvalitet skyldes at den innsjøgytende auren i Store Hovvatn har greidd å bygge opp en tett bestand i innsjøen, som er i største laget i forhold til næringstilgangen. I dag stammer nær all fisk i Store Hovvatn fra innsjøgyting i strandsonen.

Summary

Title: Investigation of the lake spawning brown trout in Lake Store Hovvatn, Aust-Agder County, S Norway. Results from test-fishing in 2008 and 2009 and summary of investigation of lake spawning
Year: 2010

Author: Einar Kleiven and Bjørn T. Barlaup

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 978-82-577-5773-1

Lake Store Hovvatn lost its original brown trout population due to acidification during 1920-1940. In the period 1960-1966, attempts to reintroduce fish by stocking of 50.000 fry and some hatchery-produced fish failed.

Partial liming of Lake Store Hovvatn and Pollen were conducted in 1981. The lake was re-limed in 1987, 1989, 1991, 1993 and 1997. From 1993 liming has been carried out in small scale both in Lake Store Hovvatn and the adjacent bay Pollen. In the autumn of 1999 the catchment area of Store Hovvatn was limed.

Fry, juveniles and wild, adult fish from the population of lake spawning brown trout in Lake Byglandsfjorden were stocked in the period 1981-1991. Yearly test-fishing have been conducted in 1982-2005 and in 2008-2009.

The results from Lake Store Hovvatn have shown how varying water chemical conditions affect the growth, behaviour and reproduction of the brown trout. Acid run-off from the catchment area leads to formation of an acid surface layer in Store Hovvatn during winter. This results in a high mortality rate for trout eggs spawned at shallow areas in the lake. In order to mitigate this effect, shellsand and crushed limestone have been added to three spawning areas in the lake. The shellsand had no effect because it was too fine-grained for spawning. The crushed limestone served as a substrate for spawning and had a positive effect on egg survival. Also the liming of the catchment seemed to increase egg survival. However, after about five years the positive effect of the current catchment liming on egg survival diminished, probably as a result of reacidification.

Test-fishing in 2008 yielded a low catch of 6.6 fish per 100 m² net area (CPUE). In 2009 the catch was significantly better, i.e. 11.1 fish per 100 m² net area (CPUE). This rather large variation in catches between years has also been previously been found in Store Hovvatn.

The results from the test-fishing in the years 2008/2009 are compared with the results from the test-fishing in 1994 and show that the brown trout has become smaller, that the growth-rate of the fish has decreased and also that the condition factor was lower than in 1994. The growth of adult brown trout was found to be significantly lower in 2009 compared to 1994.

The recorded decline in growth and quality of the trout is most likely a result of increased natural recruitment leading to increased competition for food and thereby reduced food availability. However, the reintroduction of lake spawning trout has been successful and today the recruitment to the population originates from several spawning areas found in gravel beds in shallow areas along the shores of the lake.

Innledning

I Store Hovvatn førte forsuringen til at den opprinnelige aurebestanden gikk tapt i løpet av perioden 1920-1940. I tidsrommet 1960-1966 ble det sluppet 50.000 yngel og litt større settefisk, men fisken greide ikke å etablere seg der (Aune 1970). Etter den partielle kalkingen av Store Hovvatn og Pollen i 1981, ble en ny aurebestand, basert på utsettinger av yngel og villfisk fra Byglandsfjorden, etablert i lokalitetene (jf. Barlaup og Kleiven 2004). Denne bestanden er blitt overvåket ved årlig prøvefiske i perioden 1982-2005 og i 2008-2009. Resultater fra Store Hovvatn har vist hvordan de skiftende vannkjemiske forholdene påvirker aurens vekst, atferd og reproduksjon (Sveälv 1985; Sveälv og Matzow 1985; Raddum mfl. 1986; Barlaup mfl. 1989, 1994; Barlaup og Kleiven 1994a,b, 2004). Den romlige variasjonen i vannkjemien har vist seg å være spesielt viktig for den naturlige reproduksjonen til bestanden. Svært sur avrenning fra nedbørfeltet fører nemlig til dannelsen av et surt overflatesjikt i Store Hovvatn vinterstid. Dette skjer også i andre sure innsjøer i landsdelen. Denne midlertidige forsuringen av overflatevannet vinterstid fører til høy dødelighet i gytegroper som er lagt i grunne områder av innsjøen (Barlaup mfl. 1998).

Studiene i Store Hovvatn har hatt som mål å beskrive den romlige variasjonen i vannkjemien og hvordan biologiske forhold påvirkes av dette (jf. Barlaup og Kleiven 2004; 2007). De fiskebiologiske undersøkelsene omfatter i denne sammenheng studier av årsklassestyrke og rognoverlevelse i naturlige gytegroper. Rognoverlevelsen er også undersøkt i modifisert gytesubstrat med utlagt skjellsand og kalkgrus.

Store Hovvatn er innsjøkalket i 1981, 1987, 1989, 1991, 1993 og 1997 (Hindar 2004). Fra 1993 ble det også kalket i mindre omfang på ulikt vis både i Store Hovvatn og den tilgrensende Pollen. Høsten 1999 ble nedbørfeltet til Store Hovvatn terrengkalket, og etter den tid er det ikke gjennomført noen kalking i eller rundt Store Hovvatn.

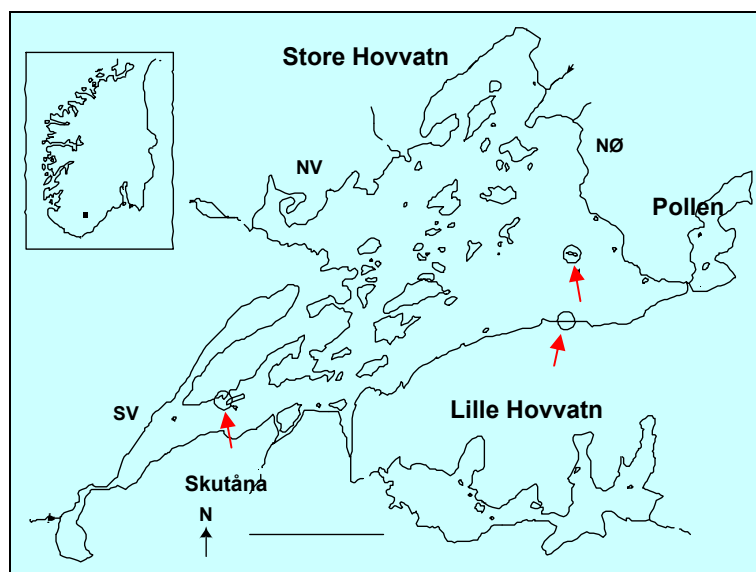
1. Omtale av innsjøen og nedbørfeltet

1.1 Store Hovvatn

Store Hovvatn (NVE-nr. 1.336) er en 1,18 km² stor innsjø som ligger 494 moh. (Tabell 1) i heiområdene på grensen mellom Birkenes og Evje og Hornnes kommuner i Aust-Agder. Innsjøen er svært oppfliket og har mange bukter, øyer og skjær (jf. satelittfoto på forside). Store områder i innsjøen er grunne. Dette gir innsjøen en svært variert form. Innsjøen har avrenning til Skutåna, som igjen renner ut i Uldalsåna og videre ut i Tovdalselva. Inn i Store Hovvatn renner det bare 3-4 små bekker. Bekkene er så små at de ikke er egnet for gyting, selv om det i senere tid er observert yngel på Hovassbekken (innløpsbekk) i sørvest. Store Hovvatn har tidligere vært fløtingsregulert, og en stem på ca. 2 m står igjen ved utløpet.

Tabell 1. Data på Store og Lille Hovvatn (Kilde: NVE-no)

Lokalitet	NVE-nr.	Hoh., m	Areal, km ²
Store Hovvatn	1.336	494	1,18
Lille Hovvatn	10.069	503	0,19

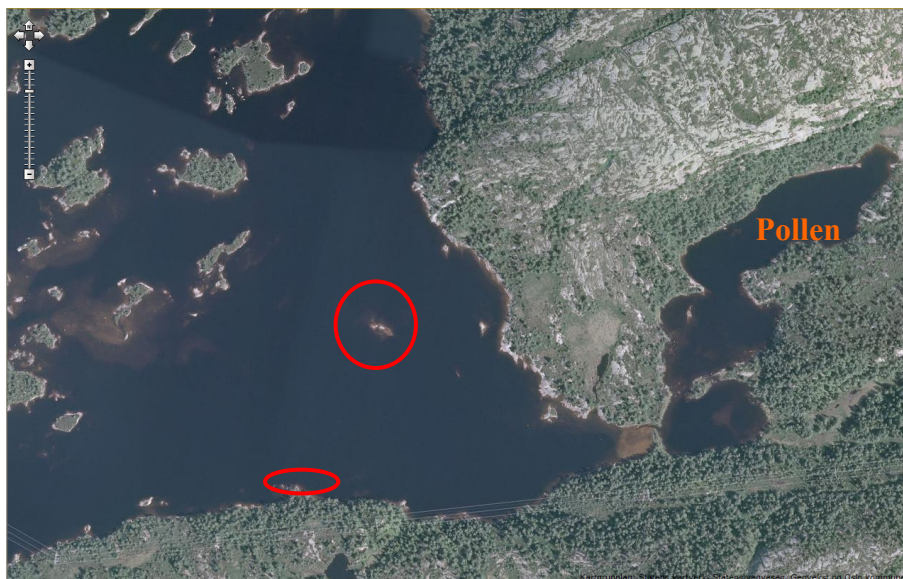


Figur 1. Det kalkede Store Hovvatn, Pollen og referanselokaliteten Lille Hovvatn. Prøvefisket i 2008 og 2009 ble utført på stasjonene SV, NV og to plasser i NØ i Store Hovvatn. De tre områdene ved de røde pilene markerer de viktigste gyteplassene for auren i Store Hovvatn (jf. satelittfoto)

1.2 Nedbørfeltet

Nedbørfeltet til Store Hovvatn består av grunnfjell som er preget av et tynt løsmassedeckle med blandingsskog av furu (*Pinus sylvestris*) og bjørk (*Betula pubescens*) med innslag av noe gran (*Picea abies*) i forsenkninger, og osp (*Populus tremula*) i sørvest. De høyeste partiene består av bart fjell (jf. satelittfoto), som går opp i ca. 600 moh. I deler av nedbørfeltet er det myrer, mindre tjenner og sentralt sør for Store Hovvatn ligger Lille Hovvatn (Tabell 1). Lille Hovvatn er ikke kalket, og har siden 1982

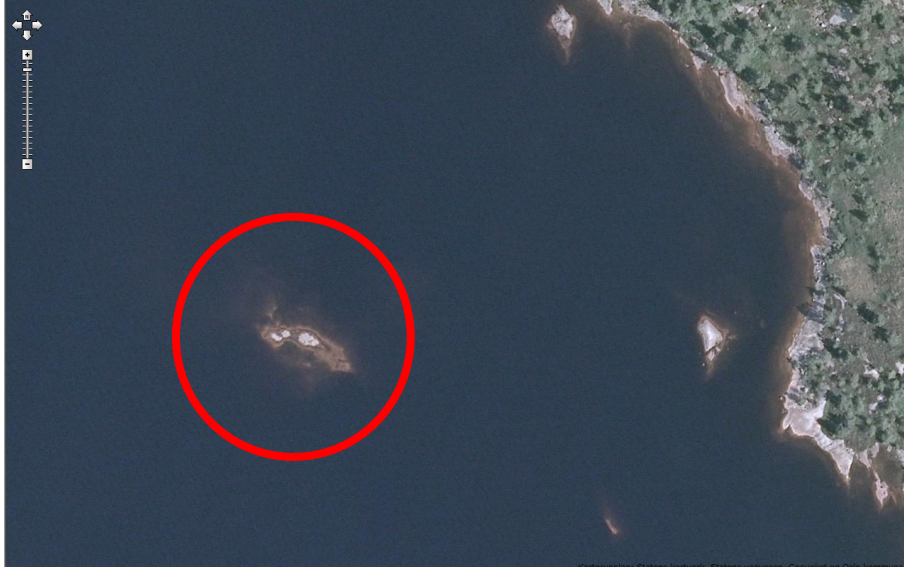
vært referanselokalitet for forskningen på sur nedbør (jf. Hindar 2004). Det ligger tre hytter i nedbørfeltet til Store Hovvatn.



Satelittfoto av østre delen av Store Hovvatn. Pollen sees til høyre. Fotoet viser grunnområdene i innsjøen og snaue åspartier som det mellom Pollen og Store Hovvatn. To gyteområder i Store Hovvatn er markert med røde ringer (jf. detaljfoto). Målestokk 1:4000. (Satelittfoto: inatur.no)



Satelittfoto av gyteområdet sørvest i Store Hovvatn. Vestre utløpet av Skutåna er markert med gul pil (jf. kartet **Figur 1**). Målestokk 1:1000 (Satelittfoto: inatur.no)



Satelittfoto av gyteområdet rundt skjæret nordøst i Store Hovvatn. Målestokk 1:1000. (Satelittfoto: inatur.no)



Satelittfoto av gyteområdet langs land sørøst i Store Hovvatn. Målestokk 1:1000. (Satelittfoto: inatur.no)

1.3 Forsuring

Så tidlig som på 1960-tallet hadde vitenskaplig konsulent Einar Snekvik ved Fiskeforskningen på Ås undersøkt Store Hovvatn (Wright 1985). Innsjøen ble i tidsrommet 1974-1980 en del av det såkalte SNSF-prosjektet (Sur nedbørs virkning på skog og fisk) (Overrein mfl. 1980). Kjemianalyser i Store Hovvatn viste at på slutten av 1970-tallet var pH stabil omkring 4,5, og det viste seg etter hvert at det var betydelig konsentrasjon av uorganisk aluminium i innsjøen (Hindar 2004). Det fantes således mye bakgrunnsdata da det ble bestemt at Store Hovvatn skulle inngå i forskning på effekter av kalking som forvaltningen etablerte gjennom det såkalte "Kalkingsprosjektet" (Baalsrud 1985).

1.4 Kalking

Bakgrunnen for at det ble satt i gang kalking av Store Hovvatn var at man betraktet innsjøen som representativ for sure heivann og fordi det som nevnt eksisterte vannkjemiske data fra tidligere (Hindar 2004). Innsjøen ble første gang kalket i mars 1981 med partiell kalking i strandsonen. Den første rekalking skjedde i 1987, med rekalkinger hvert annet år fram til 1993. Deretter var det noe kalking hvert år fram til 1997. I 1999 ble deler av nedbørfeltet til Store Hovvatn kalket, og det er etter den tid ikke kalket rundt eller i innsjøen.

1.5 Reetablering av aure

I Store Hovvatn førte forsuringen til at den opprinnelige aurepopulasjonen gikk tapt i perioden 1920-1940 (Barlaup og Kleiven 2004). Gjentatte utsetninger av aure på 1930- og 1940-tallet ga gjenfangster, men førte ikke til reetablering av bestanden, noe som ga klare indikasjoner på rekrutteringssvikt. Senere utsetninger på 1960-tallet ga ikke gjenfangster og det tydet på at de vannkjemiske forholdene da var akutt giftige for aure. I følge lokale kilder og fiskebiologen Leif Rosseland, som undersøkte innsjøen på 1930-tallet, gytte aurebestanden på grunne, vindeksponerte områder i selve innsjøen. Dette samsvarer med at det ikke finnes inn- eller utløp som egner seg for gyting, og at den opprinnelige aurebestanden i Store Hovvatn var innsjøgytende.

Etter kalkingen av Store Hovvatn og Pollen i 1981 ble en ny aurebestand etablert med utsetninger (Barlaup og Kleiven 2004). For å etablere en selvreproduserende aurebestand ble det benyttet settefisk som stammer fra den innsjøgytende auren i Byglandsfjorden, og villfisk fanget med not i samme lokalitet.

De fiskebiologiske studiene i Store Hovvatn har hatt som mål å bestemme hvordan kalking påvirker det vannkjemiske miljøet og hvordan disse endringene påvirker aurebestanden. Innsjøkalkingen og reforsuringen har medført betydelige variasjoner i vannkjemien både i tid og rom og dette har vist seg å ha avgjørende betydning for aurebestanden.

Aurebestanden i Store Hovvatn er blitt overvåket ved årlig prøvefiske i tidsrommet 1982-2005 og 2008-2009 (bl.a. Barlaup og Kleiven 2004). I løpet av disse snart tre tiårene har bestanden endret seg fra å være avhengig av utsetninger (1980-tallet) til å være selvreproduserende (fra tidlig på 1990-tallet). Her gis en oversikt over prøvefiske i innsjøen i 2008 og 2009, og en sammenligning med prøvefisket i 1994. Dessuten er det sammenstillet resultater fra rognundersøkelsene i Store Hovvatn for perioden 1992-2009.

Mye av materialet angående fiskestudiene i Store Hovvatn er publisert i fagtidsskrift og rapporter. For en mer detaljert presentasjon av enkelte tema henvises det derfor til referert litteratur (bl.a. Sveälv 1985; Sveälv og Matzow 1985; Raddum m.fl. 1986; Barlaup m.fl. 1989, 1994; Barlaup og Kleiven 1994a,b, 2004).

2. Materiale og metode

I Store Hovvatn er det ikke inn- eller utløp som egner seg noe særlig for gyting, og den opprinnelige aurebestanden var innsjøgytende. For å etablere en selvreproduserende aurebestand i Store Hovvatn er det derfor benyttet settefisk som stammer fra den innsjøgytende auren i Byglandsfjorden, og villfisk fanget med not i samme lokalitet (jf. Barlaup og Kleiven 2004). Etter kalking ble det i perioden 1981-1992 satt ut settefisk og villfisk (Barlaup mfl. 1994; Barlaup og Kleiven 1994b; 2004). All fisk som ble satt ut i perioden 1989-1992 ble individmerket med "visible implant tag" (Barlaup og Åtland 1990) og samtidig gruppemerket med finneklipping. Fra tidlig på 1990-tallet har tilveksten til bestanden vært basert på naturlig rekruttering. Det har vært årlige gjenfangster av utsatt, finneklippet fisk fram til og med 2003.

Fram til 2003 ble Store Hovvatn årlig prøvofisket to netter på tre bunngarnstasjoner og med en bunngarnsserie en natt i Pollen, i tillegg til en flytegarmsstasjon i Store Hovvatn (jf. Barlaup og Kleiven 2004). Fra og med 2004 er det årlig fisket en natt i sørvest og nordvest og to netter på to forskjellige plasser i nordøst. Både fisket i Pollen og fisket med flytegarms i Store Hovvatn ble sløffet. Det betyr enn reduksjon fra 77 til 44 garnnetter og ingen flytegarms. Hver bunngarnsserie består av 11 garn (25 x 1,5 m) med maskevidder fra 10-52 mm.

Prøvofisket i 2008 ble utført fra 29. september til 1. oktober og i 2009 fra 5. til 7. oktober.

Aldersbestemmelsen av fisken fra prøvofisket er gjort på grunnlag av avlesninger på skjell- og øresteiner. Det er primært brukt øresteiner, men ved dårlige lesbare øresteiner er det supplert med analyse av skjell. Veksten er basert på empirisk vekst.

Resultater fra prøvofisket i 1994 er sammenlignet med tilsvarende resultater fra 2008 /2009. Året 1994 er valgt fordi det da var fangbar fisk fra de selvreproduserende årsklassene fra og med 1992. De utgjorde da 59,2 % av fangsten.

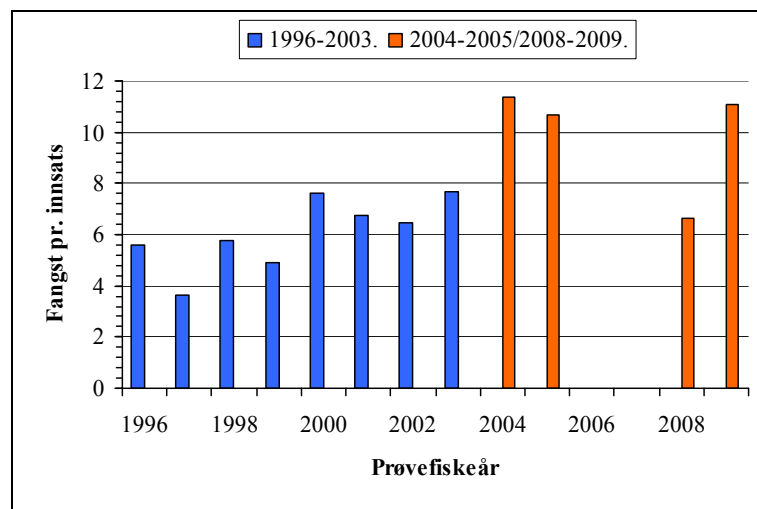
Gyteområder i innsjøen er lokalisert og undersøkt ved dykking med snorkel (jf. Barlaup og Kleiven 2004, 2007). Overlevelse av rogn i de naturlige gropene er kontrollert hvert år i mai i tidsrommet 1992-2009. Rogna er sanket i en hov og senere undersøkt. Gytedypet er definert som avstanden fra vannoverflaten og ned til gytegroper (substratoverflaten) målt til nærmeste cm. For å øke gyte-substratets bufferevne er det lagt ut skjellsand og kalkgrus på naturlige gyteområder. Skjellsand ble lagt ut på gyteområder i august 1992, etter at det var registrert gytegroper på disse områdene i mai 1992. Kalkgrus ble lagt ut på naturlige gyteområder høsten 1993 og kontrollert for gytegroper i mai i tidsrommet 1994-2009.

3. Resultater og diskusjon

3.1 Prøvefisket i 2008 og 2009

På prøvefisket i Store Hovvatn i 2008 ble det fanget 109 aure, som i fangst pr. 100 m² garnareal utgjør 6,6 fisk (**Figur 2**). På prøvefisket i 2009 ble det fanget 183 aure, som i fangst pr. 100 m² garnareal utgjør 11,1 fisk.

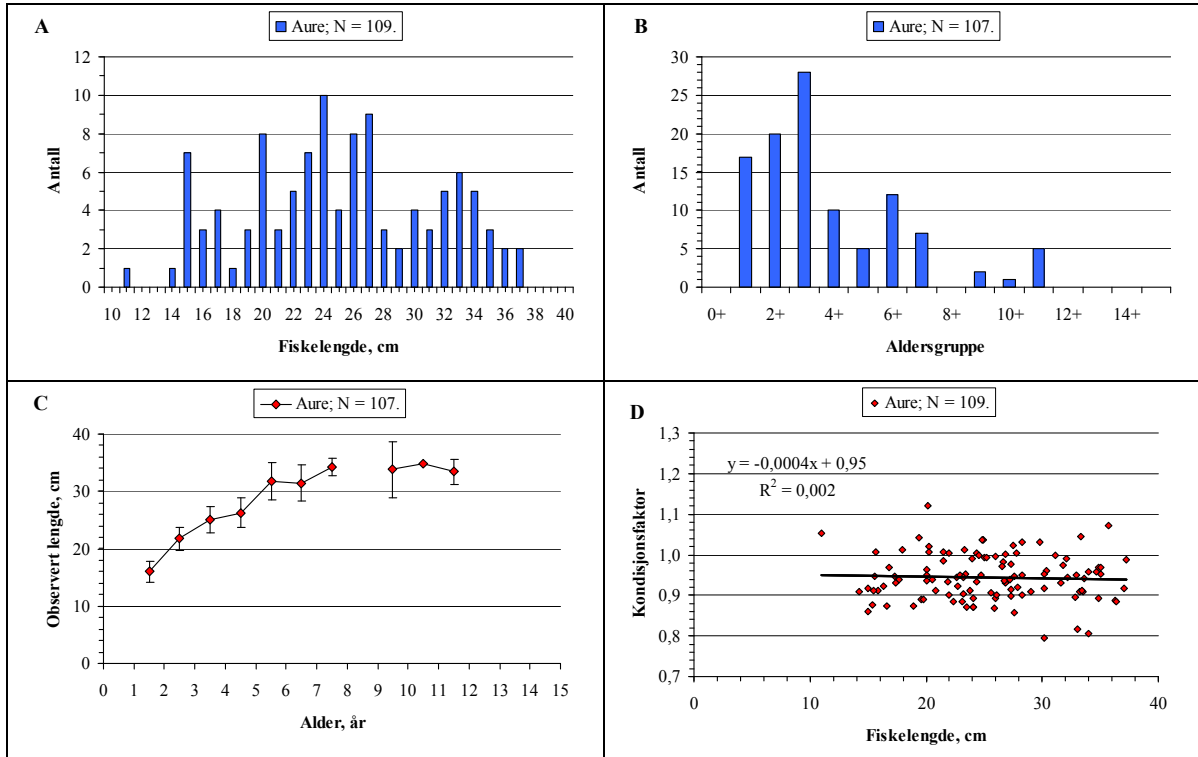
Det er ikke klarlagt grunnen til den dårlige fangsten i 2008 i forhold til de nærmeste prøvefiskingene i 2004-2005 og 2009. Det ble fisket på samme tid om høsten, og det framtrer ikke noen bestemt grunn til det avvikende resultatet. Det er også tidligere registrert markerte svingninger i fangsten fra år til år (**Figur 2**).



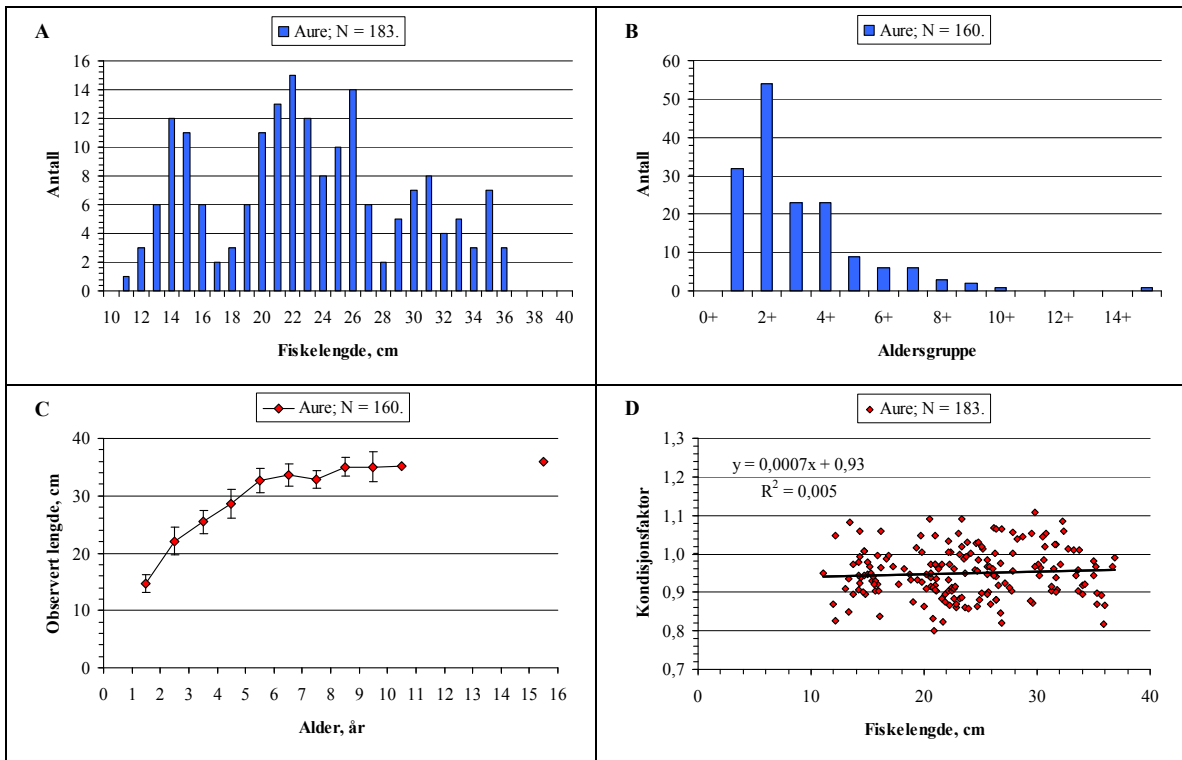
Figur 2. Oversikt over fangst pr. 100 m² garnareal 1996-2009. Fangsten i flytegarne er ikke inkludert i tidsrommet 1996-2003, og fra 2004 er det ikke brukt flytegarne.

Lengdefordelingen for auren fanget på prøvefisket i Store Hovvatn 2008 viser fisk fra 11 til 37 cm med flere mer eller mindre markerte topper (**Figur 3A**). Alderssammensetningen viser at bestanden var dominert av fisk fra de yngste aldersgruppene med aldersgruppe 3+, årsklasse 2005, som den mest tallrike (**Figur 3B**). Styrken av aldersgruppene fra og med 4+ var ujevn. Det var bare et fåtall fisk som var eldre enn aldersgruppe 7+. Vekstfiguren viser at det var bra vekst på auren de to første årene (**Figur 3C**). Således var 1+ aure i 2008 i gjennomsnitt 16,0 cm lang (N = 17; s.d. = 1,78). Etter kjønnsmodning avtar veksten gradvis, og de fleste fiskene stagnerer helt i vekst litt i overkant av 30 cm. Kondisjonsfaktoren ligger mellom 0,8 og 1,1 med et par enkeltindivider utenom dette intervallet (**Figur 3D**). Det var uendret trend i kondisjonsfaktor med økende fiskelengde. Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor i 2008 var 0,94 (N = 109; s.d. = 0,06).

I magesekken på en fisk på 37,2 cm/508 gram ble beingrinda og andre rester av en frosk funnet.



Figur 3. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefisaket i Store Hovvatn i september/oktober 2008.



Figur 4. Lengdefordeling (A), aldersfordeling (B), empirisk vekst med standardavvik (C) og kondisjonsfaktor (D) for aure fanget på prøvefisaket i Store Hovvatn i oktober 2009.

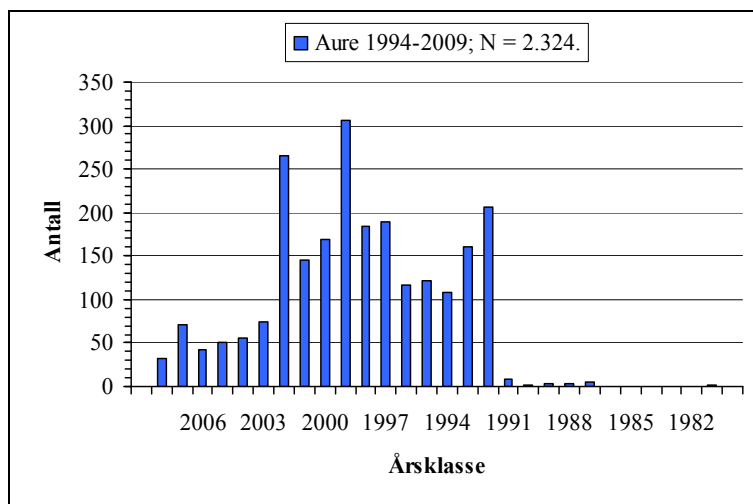
Lengdefordelingen for auren fanget på prøvofisken i Store Hovvatn 2009 viser fisk fra 11 til 36 cm, der det var mange mindre topper (**Figur 4A**). Alderssammensetningen viser at bestanden var dominert av fisk fra de yngste aldersgruppene med aldersgruppe 2+, årsklasse 2007, som den mest tallrike (**Figur 4B**). Det var bare et fåtall fisk som var eldre enn aldersgruppe 7+, men en fisk tilhørte aldersgruppe 15+. Aldersmønsteret i 2009 er mye likt resultatene fra prøvofisningene som er gjennomført de siste årene. Vekstfiguren viser at det var bra vekst på auren de to første årene (**Figur 4C**). Således var 1+ aure i 2009 i gjennomsnitt 14,7 cm lang (N = 32; s.d. = 1,48). Det var noe mindre enn i 2008 (16,0; N = 17; s.d. = 1,78). Etter kjønnsmodning avtar veksten gradvis, og de fleste fiskene stagnerer helt i vekst, litt i overkant av 30 cm (**Figur 4C**). Kondisjonsfaktoren ligger mellom 0,8 og 1,1 med et par enkeltindivider utenom dette intervallet (**Figur 4D**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor i 2009 var 0,95 (N = 183; s.d. = 0,06). Det var uendret trend i kondisjonsfaktoren med økende fiskelengde.

Den høye rognfødeligheten i Store Hovvatn begrenser rekrutteringen til bestanden, slik at vekst-vilkårene er relativt gode for den yngste fisken.

3.2 Årsklassestyrke 1994-2005 og 2008-2009

Akkumulert årsklassestyrke for prøvofiskematerialet for 1994-2005 og 2008-2009 er framstilt i **Figur 5**. Den viser at det var sterke årsklasser i Store Hovvatn i 1992, 1999 og 2002. Særlig sterk var 1999-årsklassen, som det er registrert 305 individer av i perioden. Relativt svake årsklasser synes det å ha vært i årene 1994-1996. Årsklassene etter 2002 er ikke representativt forekommende fordi det ikke ble prøvofisken i Store Hovvatn i 2006-2007.

Årsklassestyrken i 1998 og 2000, da det var dårlig rognoverlevelse (jf. kap. 3.7), var på et middels nivå. Med andre ord tyder disse resultatene på at det ikke er helt samsvar mellom observert rognoverlevelse og akkumulert årsklassestyrke som er funnet på gjentatte prøvofisninger i innsjøen. Det kan hovedsakelig skyldes to årsaker. For det første kan avkom fra rogn som har overlevd vinteren, ha opplevd særlig gunstige forhold som yngel og ungfisk. Det har ført til god overlevelse det første året. Dessuten kan gyting skje på plasser i innsjøen hvor vi ikke har vært eller har observert det. Over alt hvor innsjøgyting skjer, vil intensiteten i gytingen kunne variere fra år til år.



Figur 5. Årsklassestyrke for rekrutter fanget på prøvofiske i Store Hovvatn hovedsakelig i oktober 1994-2005 og 2008-2009. (Data supplert fra Barlaup og Kleiven (2004)).

3.3 Sammenligninger 1994 og 2008/2009

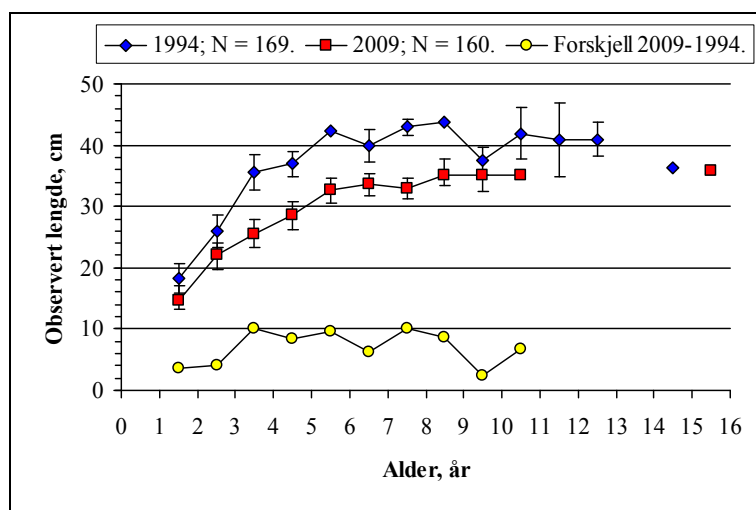
For å sammenligne resultatene fra 2008/2009 med tidligere resultater er det tatt utgangspunkt i prøvefisket i 1994. Da var en stor andel av den naturlige rekrutteringen, som startet for fullt i 1992, og som i 1994 hadde vokst seg inn i fangbar størrelse. Naturlig rekruttert fisk utgjorde 59,2% av fangsten.

3.3.1 Lengdefordelingen

I 1994 var 60 fisk større enn 35 cm, og det utgjorde 36 % av fangsten. I 2009 var bare 10 fisk større enn 35 cm og det utgjorde 10 % av fangsten. Et innblikk i forskjellen får en av kondisjonsfiguren, **Figur 7A**. Med andre ord var fisken atskillig mindre i Store Hovvatn i 2009 enn i 1994. De respektive gjennomsnittlengder var 29,4 cm (N = 169; s.d. = 8,92) i 1994, 25,5 cm (N = 109; s.d. = 6,17) i 2008 og 23,6 cm (N = 183; s.d. = 6,46) i 2009. De var ikke signifikant forskjellige.

3.3.2 Veksten

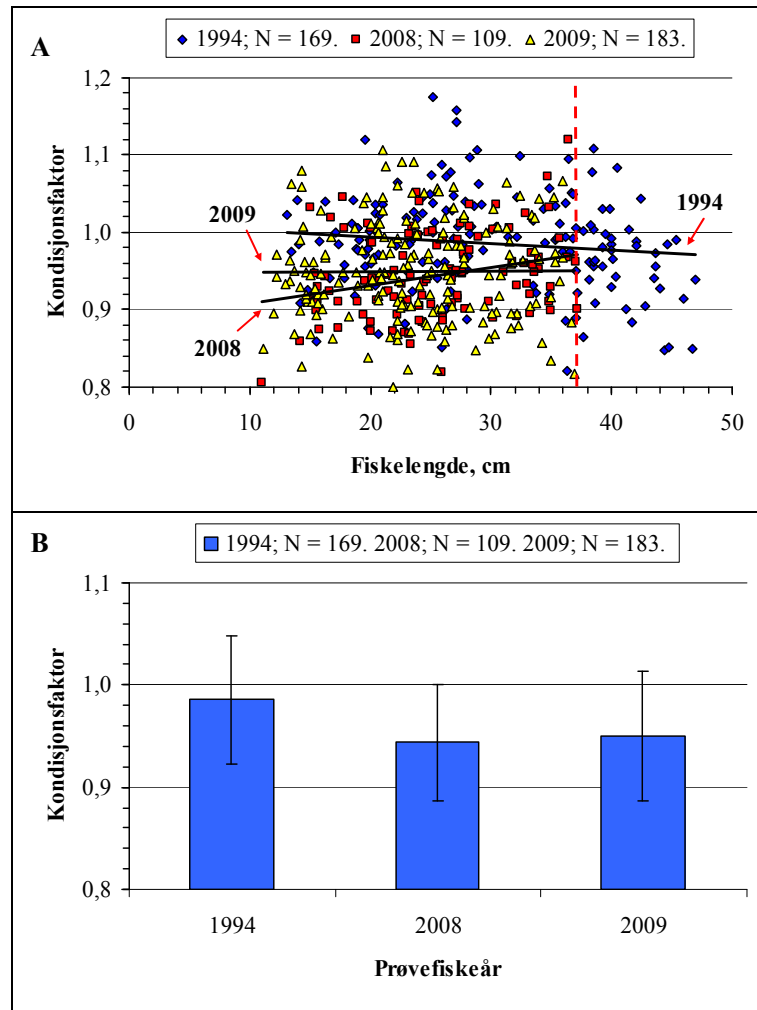
Sammenligningen av empirisk vekst for 1994 og 2009 viser en atskillig bedre vekst i 1994 (**Figur 6**). For aldersgruppene 3+ og 4+ var det henholdsvis 10,1 og 8,3 cm bedre vekst i 1994 enn i 2009. Datagrunnlaget i 1994 var 9 fisk i aldersgruppe 3+ og 17 fisk i aldersgruppe 4+. I 2009 var datagrunnlaget 23 fisk både i aldersgruppe 3+ og 4+. Det var stor forskjell i veksten for eldre fisk også, men datagrunnlaget her er dårligere. For den voksne delen av bestanden (aldersgruppene 3+ - 8+) var det signifikante forskjeller i veksten. En lignende vekstforskjell er tidligere registrert ved å sammenligne veksten for auren i Store Hovvatn i 1994 og 2004 (Barlaup og Kleiven 2007).



Figur 6. Sammenligning av empirisk vekst for aure i Store Hovvatn i 1994 og 2009 (Data fra 1994 omarbeidet fra Barlaup og Kleiven 2007).

3.3.3 Kondisjonsfaktoren

Kondisjonsfaktoren for auren fanget på oktoberfisket i Store Hovvatn i 1994 var noe høyere enn i 2008 og 2009 (**Figur 7A**). Gjennomsnittlig kondisjonsfaktor i 1994 var 0,99 (N = 169; s.d. = 0,06) mot 0,94 (N = 109; s.d. = 0,06) i 2008 og 0,95 (N = 183; 0,06) i 2009 (**Figur 7B**). De var ikke signifikant forskjellige.



Figur 7. Sammenligning av kondisjonsfaktoren for aure i Store Hovvatn i 1994 og 2008/2009, for enkeltfisk (A) og som gjennomsnitt med standardavvik (B). Prikket linje i A markerer grensen for de største fiskene på prøvefisket i 2008/2009.

3.4 Gytegroper

3.4.1 Surt overflatevann gir høy rognfødelighet

Den vannkjemiske overvåkningen av Store Hovvatn i perioden 1980-1996 viser en gradvis gjenforsuringsprosess med kraftige surstøtsepisoder i forbindelse med avrenning av surt vann om vinteren og våren (Barlaup mfl. 1998; Barlaup mfl. 1999; Barlaup og Kleiven 2004, 2007). Ved slike "sure" episoder dannes det en markert vertikal gradient i pH som skyldes at det kalde og sure smeltevannet danner et overflatesjikt som ikke blandes med det kalkede vannet lenger ned i vannsøylen. De detaljerte pH-målingene under isen i Store Hovvatn midt på 1990-tallet viste bl.a. at det på 1 m dyp var pH-verdier lavere enn 5,0 i om lag 35 og 75 dager i henholdsvis 1994 og 1995, mens pH på 3 m dyp hovedsakelig hadde pH-verdier høyere enn 6,0 begge årene. Denne markerte vertikale gradienten i vannkjemien oppløses ved våromrøringen når det sure overflatevannet blir blandet med det kalkpåvirkede vannet lenger ned i vannsøylen. I perioden fra våromrøring til islegging er det derfor akseptable vannkjemiske forhold i hele vannvolumet i innsjøen.

Undersøkelsene av gytegroperne i Store Hovvatn viser at gyteområdene er begrenset til den del av strandsonen hvor substratet holdes rent på grunn av omrøring fra bølgeslag. I den dypere delen av innsjøen, som er upåvirket av bølgeslag, består substratet av et tykt sedimentlag som er uegnet for gyting. Dette gjør at gytingen hovedsakelig finner sted i et sjikt fra om lag 0,2-2 m dyp

De vannkjemiske forholdene i innsjøen er gode når fisken kommer inn på grunnene for å gyte i oktober - november. I løpet av perioden fra gyting til klekking vil imidlertid de fleste groperne bli eksponert for det sure overflatevannet som dannes i løpet av vinteren eller våren. Denne uheldige kombinasjonen av grunne gyteområder og forsuring av overflatevannet har forårsaket svært lav rognoverlevelse i Store Hovvatn. I 1992-2001 varierte overlevelsen fra 0 % - 4,7 % i gytegroper plassert i naturlig substrat. I mai 2002 var denne overlevelsesprosenten økt til 13,0 % og i mai 2003 og 2004 var den steget ytterligere til henholdsvis 29,2 % og 39,3 %. Den markerte økningen i rognoverlevelsen disse tre årene gjenspeiler sannsynligvis bedre vannkjemiske forhold som følge av terrengkalkingen i 1999. I 2005 var rognoverlevelsen sunket til 16,4 %, og i de etterfølgende årene 2007-2009 varierte rognoverlevelsen fra 6 til 8 %. Denne utviklingen indikerer en avtagende effekt av terrengkalkingen.

3.4.2 Effekter på rognoverlevelse ved utlegging av skjellsand

I 1992 ble det lagt ut skjellsand på gyteområdene i nordøst. Områdene er kontrollert for gytegroper i mai fra 1993 til 2008, men auren har ikke gytt i den utlagte skjellsanden (jf. Barlaup og Kleiven 2007). Grunnen til det er sannsynligvis at skjellsanden har en mye mindre partikkelstørrelse enn naturlig gytegrus, og at den har en svært lys farge. Det viser seg at den fine skjellsanden blir virvlet opp ved graving av gytegropp, noe som kan gjøre at fisken skyr denne type substrat.

3.4.3 Effekter på rognoverlevelse ved utlegging av kalkgrus

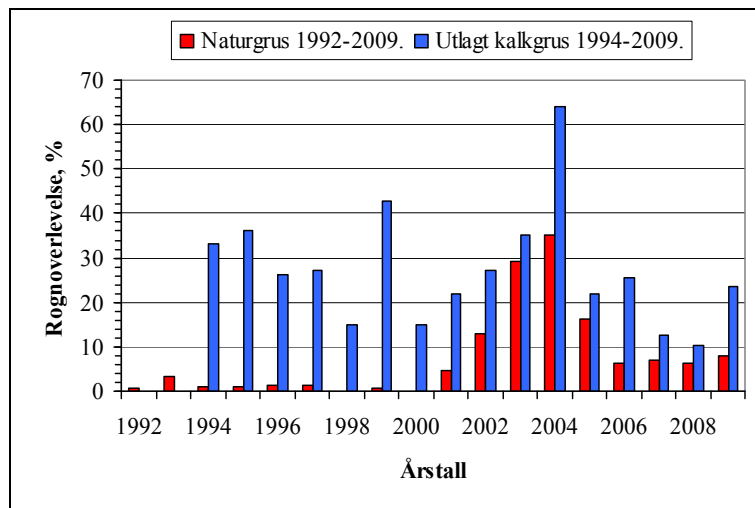
Undersøkelser av gytegroper i utlagt kalkgrus i mai i årene 1994-2009 har vist at auren hadde gytt i kalkgrusen hvert år (**Tabell 2**). Gjennomsnittlig rognoverlevelse i disse groperne var mye høyere (fra 10,0 % til 71,1 % overlevelse) enn rognoverlevelsen i groper lagt i naturlig grus (0-39,3 %) (**Figur 8**). Den laveste overlevelsen for rogn gytt i kalkgrus ble registrert i 1998 og 2000. I de samme årene ble det også funnet den laveste overlevelse for rogn gytt i naturgrus, der det bare ble funnet døde rogn. Disse resultatene kan tyde på at forholdene for rognoverlevelsen var spesielt dårlige disse to årene (jf. likevel årsklassestyrken ovenfor). Resultatene viser videre at terrengkalkingen høsten 1999 trolig har bidratt til en bedre rognoverlevelse i både naturgrus og kalkgrus i de etterfølgende årene (se **Figur 8**). Effekten av kalkmengden som ble tilført terrenget (dvs. 1 tonn kalk/ha) synes imidlertid å ha en begrenset varighet siden den økte rognoverlevelsen i årene 2001-2004 ble etterfulgt av en klar nedgang fram til 2009. Det er usikkert om denne uheldige utviklingen vil fortsette eller om rognoverlevelsen vil stabiliseres på et lavt nivå. I kalkgrusen ble det i 2009 funnet en rognoverlevelse på 23,4 %, som viser at rogn gytt i utlagt kalkgrus stadig har en bedre overlevelse enn rogn gytt i naturgrus.

De årlige undersøkelsene av gyteområdene, som startet i Store Hovvatn i 1992, har vist at auren bruker de samme gyteområdene år etter år. Når auren gyter, graver den i grusen slik at sand, mudder og annet organisk materiale blir fjernet fra grusen. Denne gyteatferden sørger for at grusen holder seg ren og gyteplassene framstår som lite nedslammet og skiller seg mye fra områder som ikke benyttes til gyting. Uten dette årlige renholdet vil grusen over tid inneholde mye sedimentert sand og organisk materiale, slik at den i liten grad er egnet for gyting. Dette gjelder spesielt områdene som er lite eksponert for bølgeslag. På deler av gyteområdene hvor det ble lagt ut kalkgrus som fisken ikke har benyttet til gyting, ligger det et tykt mudderlag over grusen. Dette er nå en klar hindring for at fisken skal gyte på disse områdene. På områdene med kalkgrus hvor fisken gyter årlig er derimot kalkgrusen helt ren til tross for at det er over 15 år siden utleggingen. Dette skyldes helt klart fiskens graveatferd under gytingen, noe som er med på å holde grusen ren og bidrar derfor til gjenbruk av de samme områdene. Da den opprinnelige aurebestanden i Store Hovvatn døde ut i perioden 1920-1940, opphørte den årlige bruken av gyteplassene. Dette må ha medført en forringelse av de tidligere gyte-

plassene som kan ha vært en medvirkende årsak til at det tok over 10 år fra auren ble reintrodusert til innsjøen på 1980-tallet, til den klarte å etablere en selvreproduserende bestand utover på 1990-tallet.

Tabell 2. Antall gytegrøper funnet i naturgrus, i utlagt kalkgrus og i utlagt skjellsand på et viktig gyteområde i Store Hovvatn. Følgende substratmengder ble tilført gyteområdet: *920 kg skjellsand lagt ut på 48 m² i august 1992, **11 tonn kalkgrus lagt ut på 57 m² i oktober 1993. Det totale gyteområdet, inkludert arealet dekket av tilført grus, dekker om lag 200 m² (Data supplert fra Barlaup og Kleiven 2004).

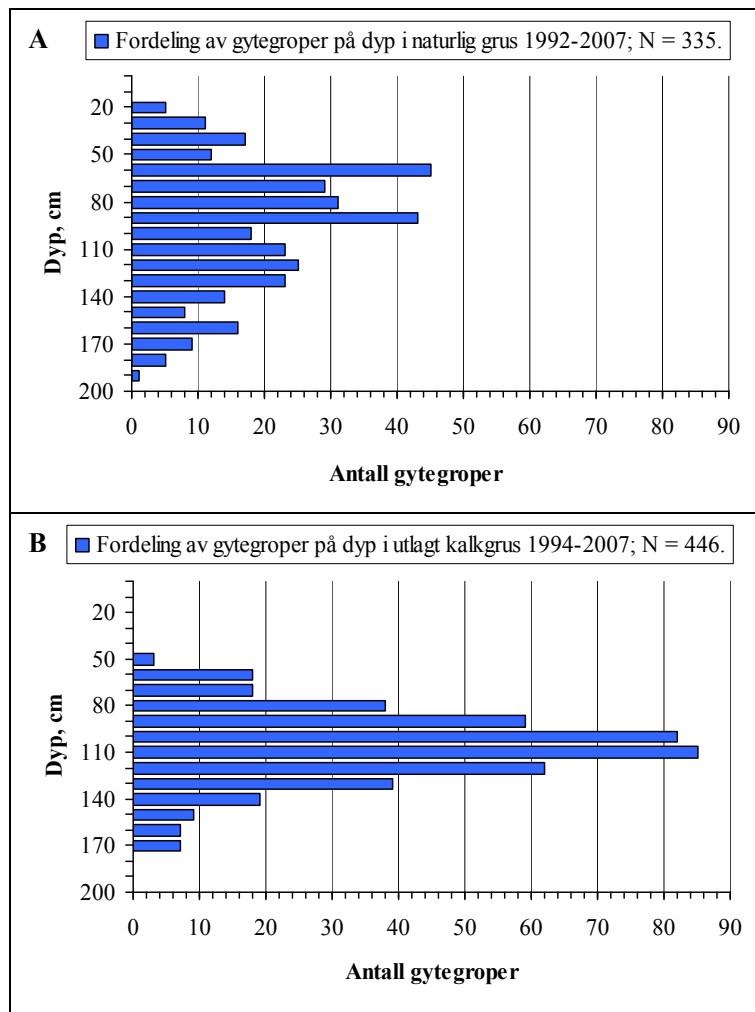
År	Antall gytegrøper i:		
	Naturgrus	Utlagt kalkgrus	Utlagt skjellsand
1992	37	-	*
1993	28	**	0
1994	9	14	0
1995	7	13	0
1996	9	22	0
1997	7	21	0
1998	2	10	0
1999	9	11	0
2000	4	15	0
2001	23	31	0
2002	33	37	0
2003	6	11	0
2004	2	21	0
2005	8	21	0
2006	0	6	0
2007	1	17	0
2008	8	9	0
2009	8	12	0
Sum	201	271	0



Figur 8. Overlevelse av rogn gytt i naturgrus i perioden 1992-2009 og i utlagt kalkgrus i perioden 1994- 2009. Rognoverlevelsen er vist som prosentandelen av levende rogn. I 1998 og 2000 var all rogn som ble funnet i gytegrøper i naturgrus døde (Data supplert fra Barlaup og Kleiven 2007).

3.4.4 Gytegrøpene fordelt på dyp

I Store Hovvatn er rognoverlevelsen hos den innsjøgytende auren undersøkt i mai måned i tidsrommet 1992-2009 (jf. Barlaup og Kleiven 2007). Fordelingen av et utvalg gytegrøper fra naturgrus og utlagt kalkgrus i innsjøen er vist i **Figur 9A,B**. I naturgrus er det funnet gytegrøper fra 20 til 190 cm vanddyb. Flest gytegrøper ble registrert fra 60-90 cm dyp. Når det gjelder gytegrøper som er gravd i utlagt kalkgrus, er det funnet gytegrøper fra 50 til 170 cm dyp. Flest gytegrøper ble registrert fra 100-110 cm dyp. Den noe forskjellige fordelingen av gytegrøper i utlagt kalkgrus i forhold til naturgrus kommer trolig av at den utlagte kalkgrusen ligger noe mer konsentrert enn det den naturlige grusen gjør.



Figur 9. Gytedyp målt i cm som avstand fra vannoverflate til grusoverflate for gytegrøper lagt i henholdsvis naturlig innsjøgrus (A) og utlagt kalkgrus (B) i Store Hovvatn. (Etter Barlaup og Kleiven 2007).

4. Oppsummering

Aurebestanden i Store Hovvatn har, siden den tok til å gyte på slutten av 1980-tallet, etablert seg i innsjøen med en selvreproduserende stamme. Storparten av auren der i dag stammer fra innsjøgyting. Kombinasjonen innsjøgyting og kalking er det som gjør reetableringen av aurebestanden i Store Hovvatn spesiell. Etableringen av bestanden har skjedd på tross av at forsuring fortsatt bidrar til at det danner seg et surt sjikt under isen vinterstid, noe som reduserer overlevelsen på aurerogna dramatisk. Utlegging av kalkgrus økte overlevelsen merkbart. Det samme gjorde terrengkalkingen, som ble gjennomført i 1999. Effekten av kalkmengden som ble tilført terrenget (dvs. 1 tonn kalk/ha) synes imidlertid å ha en begrenset varighet siden den økte rognoverlevelsen i årene 2001-2004 ble etterfulgt av en klar nedgang fram til 2009. Det er usikkert om denne uheldige utviklingen vil fortsette eller om rognoverlevelsen vil stabiliseres på et lavt nivå.

Den registrerte nedgangen i vekst og kondisjonsfaktor i 2008/2009 i forhold til i 1994 skyldes sannsynligvis at rekrutteringen i innsjøen har vært så god fra og med 1992 at bestanden har blitt i største laget for å opprettholde samme kvaliteten på fisken som i 1994.

5. Litteratur

- Aune, H. 1970. Luftforurensning-fiskedød i vatna i det indre av Agderfylkene. Brev fra Hovlandsdalens Jæger- og fiskeforening til Direktoratet for jakt, viltstell og ferskvannsfiske. 4 s. + vedlegg.
- Barlaup, B.T. og Åtland, Å. 1990. Merking og bedring av fisk - en statusrapport. Forskningsprogram om fiskeforsterkningstiltak i norske vassdrag. NAVF. Rapport nr. 1. 54 s.
- Barlaup, B.T. og Kleiven, E. 1994a. Fisk. S. 160-165 i: Romundstad; A.J. (red.): Kalking av vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1994-2. 227 s.
- Barlaup, B.T. og Kleiven, E. 1994b. Fisk. S. 31-37 i: Romundstad; A.J. (red.): Kalking av vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1993. Direktoratet for naturforvaltning, DN-notat 1994-14. 189 s.
- Barlaup, B.T. og Kleiven, E. 2004. Utvikling i aurebestanden i Store Hovvatn. S. 95-115 i: Hindar, A. (red.): Store og Lille Hovvatn i Aust-Agder – en samlerapport etter 25 år med forsøringsundersøkelser og kalking. Direktoratet for naturforvaltning. Utredning 2004-1. 119 s.
- Barlaup, B.T. og Kleiven, E. 2007. Innsjøgytende aure. Langtidseffekter av forsuring og kalkingstiltak på rognoverlevelse og rekruttering i Store Hovvatn og Vegår, Aust-Agder. NIVA-rapport, løpenummer 5480-2007. 64 s.
- Barlaup, B.T., Åtland, Å., og Kleiven, E. 1994. Stocking of brown trout (*Salmo trutta* L.) cohorts after liming - effects on survival and growth during five years of reacidification. *Water, Air and Soil Pollution* 72: 317-330.
- Barlaup, B.T., Kleiven, E. og Kaste, Ø. 1999. Utbredelse av surt vann under isen i Vegår – effekter på rekruttering av innsjøgytende aure. FoU-rapport sendt til DN, 01.06.99.
- Barlaup, B.T., Åtland, Å., Raddum, G. G. og Kleiven, E. 1989. Improved growth in stunted brown trout (*Salmo trutta* L.) after reliming of lake Hovvatn, Southern Norway. *Water, Air and Soil Pollution* 47: 139-151.
- Barlaup, B.T., Hindar, A., Kleiven, E. og Høgberget, R. 1998. Incomplete mixing of limed water and acidic runoff restricts recruitment of lake spawning brown trout (*Salmo trutta* L.) in Lake Hovvatn, southern Norway. *Environmental Biology of Fishes*. 53: 47-63.
- Baalsrud, K. 1985 (red.). Kalkingsprosjektet. Sluttrapport 1985. Miljøverndepartementet/Direktoratet for vilt og innlandsfisk. 145 s.
- Hindar, A. 2004. Store og Lille Hovvatn – områdebeskrivelse, historikk og kalking. S. 10-14 i: Hindar, A. (red.): Store og Lille Hovvatn i Aust-Agder – en samlerapport etter 25 år med forsøringsundersøkelser og kalking. Direktoratet for naturforvaltning, DN-utredning 2004-1. 119 s.
- Overrein, L., Seip, H.M. og Tollan, A. 1980. Acid precipitation – effects on forest and fish. Final report of the SNSF-project 1972-1980. FR 19-80, SNSF project, Ås, Norway, 1980. 175 s.
- Raddum, G. G., Brettum, P., Matzow, D., Nilssen, J.P., Skov, A., Sveälv, T. og Wright, R.F. 1986. Liming the acid Lake Hovvatn: a whole ecosystem study. *Water, Air, and Soil Pollution* 31: 721-763.
- Sveälv, T. 1985. Utplantering av öring i det partielt kalkade Store Hovvatn, södra Norge. Spridning og populationsdynamik samt jämförande beståndskaraktäristik med öring i Byglandsfjorden. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Oslo, 1985. 62 s.
- Sveälv, T. og Matzow, D. 1985. Studium av utplanterad öring i det partielt kalkade Store Hovvatn, Aust-Agder. Kalkingsprosjektet, rapport 25-85. 81s.
- Wright, R.F. 1985. Chemistry of Lake Hovvatn, Norway, following liming and reacidification. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 42: 1103-1113.

NIVA: Norges ledende kompetansesenter på vannmiljø

NIVA gir offentlig vannforvaltning, næringsliv og allmennheten grunnlag for god vannforvaltning gjennom oppdragsbasert forsknings-, utrednings- og utviklingsarbeid. NIVA kjennetegnes ved stor faglig bredde og godt kontaktnett til fagmiljøer i inn- og utland. Faglig tyngde, tverrfaglig arbeidsform og en helhetlig tilnæringsmåte er vårt grunnlag for å være en god rådgiver for forvaltning og samfunsliv.



Norsk institutt for vannforskning

Gaustadalléen 21 • NO-0349 Oslo, Norway
Telefon: 02348 • Faks: 22 18 52 00
www.niva.no • post@niva.no