

Sjøauren i Granvinsvassdraget;  
vekst i ferskvatn og sjø før og etter større miljøendringar

Sea trout (*Salmo trutta*) in Granvin water course;  
growth in freshwater and sea, before and after large  
environmental changes

Bjørnar Skår

UNIVERSITETET FOR MILJØ- OG BIOVITENSKAP  
INSTITUTT FOR NATURFORVALTNING  
MASTEROPPGÅVE 30 STP. 2010





## **Føreord**

Dette er mi mastergradsoppgåve innan fiskeforvaltning ved Institutt for naturforvaltning (INA), Universitetet for miljø- og biovitenskap (UMB).

Eg vil fyrst og fremst takke min vegleiar, professor Reidar Borgstøm ved Institutt for naturforvaltning. Dei kunnskapane og erfaringane han sit inne med har vore til stor nytte, og gjennom raske tilbakemeldingar med gode råd og innspel har han vore ein stor ressurs under arbeidet med oppgåva.

Eg vil og rette ein takk til ekstern vegleiar Øystein Skaala ved Havforskningsinstituttet (IMR), som har vore hjelpsam og kome med gode råd undervegs.

Vidare vil eg takke fiskarane som leverte skjelprøvar, og ikkje minst Kurt Urdal ved Rådgivende Biologer, som har funne fram og sendt meg store delar av materialet.

Til slutt vil eg takke Henriette, Hjørdis og Jo Trygve for hjelp med oppgåva, samt alle andre som har bidrege med å løyse utfordringar undervegs.

Universitetet for miljø- og biovitenskap

Ås, mai 2010

---

Bjørnar Skår

## Samandrag

Bestanden av sjøaure (*Salmo trutta*) i Granvinsvassdraget har som andre bestandar av anadrom laksefisk i Hardangerfjorden gått kraftig tilbake. For bestanden i Granvinsvassdraget har det funne stad to kjende miljøendringar som kan ha bidrege til redusert produksjon av sjøaure. Etter at røye (*Salvelinus alpinus*) vart registrert i vassdraget i 1967 vart det danna ein stor bestand i Granvinsvatnet. I tillegg har det vore omfattande endringar i Hardangerfjorden med etablering av oppdrettsanlegg for laks, og dette har gjeve ein høg produksjon av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*). Med bakgrunn i desse miljøendringane er veksten til sjøaure frå Granvinsvassdraget analysert frå eit skjelmateriale samla inn før (1972 og 1979) og etter miljøendringane fann stad (1999-2009).

Det viste seg at veksten i ferskvassfasen var dårlegare for sjøaure fanga i 1999-2009 enn den var for sjøaure fanga i 1972 og 1979. Det var særleg tilveksten i andre ferskvassår som var redusert, og dette førte med seg at parren var kortare etter same opphaldstid i ferskvatn og hadde kortare lengder under utvandring ved same alder. Den gjennomsnittlege smoltalderen var i begge periodar 3,6 år, og det vart funne at rasktveksande parr generelt vandra ut som smolt ved ein lågare alder og med kortare lengder enn seintveksande parr. I sjøfasen var vekstmønsteret forholdsvis likt i begge periodar, og det vart ikkje funne signifikante skilnadar i vekst mellom dei sjøaurane som hadde vandra ut som smolt i 1968-1978 og for dei som vandra ut i 1994-2008. Generelt hadde sjøaurane størst lengdeauke fyrste sommaren i sjøen, det vil seie som postsmolt. Det var store mellomårs-variasjonar i tilvekst i både ferskvatn og sjø, men denne variasjonen kunne ikkje forklarast med ulike indeksar for vassstemperatur.

Den reduserte ferskvassveksten som vart funnen etter at røyebestanden vart dominerande i vassdraget tyder på at næringstilbodet har endra seg, og resultert i mindre tilgjengeleg mat for auren i Granvinsvatnet og elvestrekninga nedom. Det reduserte mattilbodet og nedsett vekst kan ha gjeve høgare dødelegheit på aureungane, og kan ha gjeve endringar i livshistorien til auren, ved til dømes at ein mindre del av bestanden vandrar til saltvatn. At det ikkje vart funne endringar i sjøvekst kan dels forklarast med at Granvinsfjorden som ligg i indre del av fjordsystemet er generelt mindre belasta med lakselus enn dei meir oppdrettstunge områda, men òg at dei aurane som er hardest råka av lakselusinfeksjonar vil vere underrepresentert i fangstane, fordi dei kan ha høg dødelegheit.

## Summary

In conformity with other populations of anadromous salmonids in the Hardanger Fjord, the population of sea trout (*Salmo trutta*) in the Granvin water system has declined. There have been two known environmental changes that could have contributed to the reduced production in the population. After the discovery of Arctic char (*Salvelinus alpinus*) in the water system in 1967, the char increased to a large population in the Granvin Lake. Also, there have been extensive changes in the Hardanger fjord, brought on by the settlement of salmon fish farms, leading to a high production of salmon lice (*Lepeophtheirus salmonis*). On the basis of these environmental changes, the growth of sea trout from the Granvin water system was analysed from a scale material collected before (1972 and 1979) and after (1999-2009) the changes occurred.

Evidently the growth of sea trout during the fresh water period was poorer for the individuals caught between 1999 and 2009, than those caught in 1972 and 1979. Especially, the growth in the second year in fresh water was reduced. This resulted in parr being shorter after the same time period in fresh water. At the same age, the smolt was shorter. The average smolt age of both groups was 3.6 years, and it was found that fast growing parr generally migrated to sea at a younger age and at shorter body length than more slow growing parr. The pattern of sea growth in both periods was fairly equal, with no significant difference in growth between the sea trout that emigrated as smolt in 1968-1978 and in 1994-2008. In general, the sea trout had the greatest increase in length as post smolt. There was considerable between-year variation in growth in both fresh- and seawater that could not be explained by indexes for water temperature.

The reduced growth in fresh water found after the population of Arctic char became dominant in the water system, indicate that the food supply has changed, resulting in less food available to the trout in the Granvin Lake and the river downstream. The reduction in food supply and in growth might have led to higher mortality in young trout, and might have changed their life history, for instance by reducing the proportion of the population that migrates to sea. The absence of changes in growth in saltwater may partly be explained by the Granvin Fjord's position in the innermost part of the fjord system, and that the salmon lice infections are found to be lower there, than in the areas further out having more fish farms. It may also in part be explained by the most heavily infected sea trout being underrepresented in the catches because of high mortality.

## Innholdsliste

|                                                                |    |
|----------------------------------------------------------------|----|
| Samandrag .....                                                | 2  |
| Summary .....                                                  | 3  |
| Innleiing .....                                                | 5  |
| Materiale og metodar .....                                     | 7  |
| Områdeskildring.....                                           | 7  |
| Materiale.....                                                 | 11 |
| Metodar .....                                                  | 13 |
| Resultat.....                                                  | 16 |
| Ferskvassperioden .....                                        | 16 |
| Sjøperioden.....                                               | 21 |
| Vekst i ferskvatn og sjø for sjøaure med ulike smoltalder..... | 24 |
| Diskusjon.....                                                 | 25 |
| Konklusjon .....                                               | 32 |
| Litteratur.....                                                | 33 |
| Vedlegg 1-3                                                    |    |

## Innleiing

Langs norskekysten er dei fleste bestandar av aure (*Salmo trutta*) delt i både anadrome og ferskvasstasjonære individ (1986). Sjøauren veks opp i ferskvatn og vandrar ut i saltvatn som smolt ved ein gjeven alder og lengde. Etter næringsvandring i fjord- og kystnære områder returnerer den vanlegvis til oppvekstelva (Jonsson 1985). Sjøauren vert såleis påverka av miljø og miljøendringar i både ferskvatn og saltvatn. Vandringane i sjøen er sjeldan på over 40 km frå heimeelva (Jonsson 2000; Otterå et al. 2004), og i sjøfasen er det i hovudsak miljøsituasjonen lokalt og regionalt som påverkar sjøauren.

I Hardangerfjorden i Hordaland har økosystema i lang tid vore påverka av menneskelege aktivitetar (Johnsen et al. 2007). Produksjonen av oppdrettslaks har auka kraftig, og fjorden har ein svært høg tettleik av oppdrettsanlegg, spesielt i ytre strok. Dette har ført til høg produksjon av lakselus (*Lepeophtheirus salmonis*), som vert rekna å vere den største trusselen mot sjøaure i fjorden (Otterå et al. 2004; Skaala et al. 2009). Fangstane av sjøaure i regionen har gått kraftig ned, og Hardangerfjorden er mest sannsynleg den fjorden der dei anadrome bestandane av laksefisk samla sett har vist størst tilbakegang dei siste 15 åra (Johnsen et al. 2007). For både laks og aure er det er funne at lakselusinfeksjonar reduserer veksten (Birkeland 1996; Skilbrei & Wennevik 2006). Dessutan kan lakselusa påverke sjøauren negativt med auka dødelegheit (Otterå et al. 2004), og sidan auren held seg i fjordsystemet gjennom vekstsesongen vil den vere særleg utsett for lakselusinfeksjonar. Fisken vert stressa og får auka kortisolmengde ved påslag av lus (Finstad et al. 2000; Wells et al. 2007). Spesielt smolt er utsett for luseangrep, og det er funne fisk med store infeksjonar i elvar og elvemunningar kort tid etter utvandring (Otterå et al. 2004; Bjørn et al. 2010). Dersom denne smolten overlever osmoseproblem eller sekundærinfeksjonar vil dei likevel høgst sannsynleg visa redusert vekst. Det er også funne at sjøaure med store påslag av lakselus har dårlegare kondisjon enn sjøaure med lågare infeksjonsnivå (Skaala et al. 2009). Andre faktorar som generelt påverkar vekst er temperatur og næringstilgang (Elliott 1976a; 1976b). I fylgje Forseth et al. (1995) kan veksten for sjøaure vere størst ved ein temperatur som er lik den gjennomsnittlege sjøtemperaturen i området. Dette vert grunngjeve med at auren er tilpassa maksimalt matinntak og vekst ved ein temperatur som er lik gjennomsnittstemperaturen i områda der bestanden finn næring om sommaren.

Granvinsvassdraget som renn ut i indre del av Hardangerfjorden var i periodar rekna for å vere blant dei beste sjøaurevassdraga i Noreg, med fangstar på over tre tonn i gode år (Sægrov

et al. 1996). I seinare år er biletet totalt endra, med fangstar som er redusert til ein brøkdel av det dei var. Det har vore vist store påslag av lakselus på prematur tilbakevandra sjøaure frå Granvinsfjorden på 90-talet (Birkeland 1998; Kålås et al. 2000), men resultata frå undersøkingar etter år 2000 (Kålås & Urdal 2005; Bjørn et al. 2010), tyder på ei betring i den indre delen av fjordsystemet, med lågt infeksjonstrykk i Granvinsfjorden. Forklaringa på denne betringa er truleg at nye behandlingstøff og metodar for bekjemping av lakselus vart teke i bruk (Kålås & Urdal 2004b). Slik har oppdrettsnæringa klart å halde mengda av lakselus på eit lågare nivå etter år 2000, sjølv om biomassen av oppdrettslaks har auka (Øystein Skaala pers.medd.).

I hovudsak er det endringane i Hardangerfjorden som har fått mykje av skulda for den kraftige nedgangen i bestanden. Det er likevel også naudsynt å vurdere om bestanden kan ha vorte påverka i ferskvassfasen, sidan det òg har funne stad endringar i fiskesamfunnet i vassdraget.

I Granvinsvassdraget vart røye (*Salvelinus alpinus*) for fyrste gong registrert i 1967 (Sægrov et al. 1996), og det er etter kvart danna ein tett bestand av smårøye i Granvinsvatnet. Dette har truleg ført til endra konkurranseforhold som kan ha gjeve redusert produksjon av sjøauresmolt (Kålås & Sægrov 2007). Etableringa av røya kan også ha ført til redusert vekst hos aureungane både i Granvinsvatnet og i Granvinselva. I elva kan auren ha fått ein reduksjon i tilgjengeleg mat i form av drift frå vatnet, som ein fylgje av røya si nedbeiting av dyreplankton i Granvinsvatnet. Røye i tette bestandar kan beite ned dyreplanktonet, og det er dei største artane av dyreplankton som forsvinn fyrst (Klemetsen & Amundsen 2000). Som vist av Jonsson (1985), vil aure som veks seint ha ein høgare alder ved smoltifisering. Om veksten for auren har vorte redusert kan dette difor ha gjeve auka smoltalder og høgare dødelegheit fram til smoltifisering.

I denne oppgåva vil veksten til sjøaure i Granvinsvassdraget i både ferskvatn og saltvatn verta analysert, basert på materiale samla inn dei siste åra og i åra før oppdrettsverksemd hadde fått stort omfang, og før røye var etablert i vassdraget. Med dette materialet som utgangspunkt vil fylgjande spørsmål verte stilt:

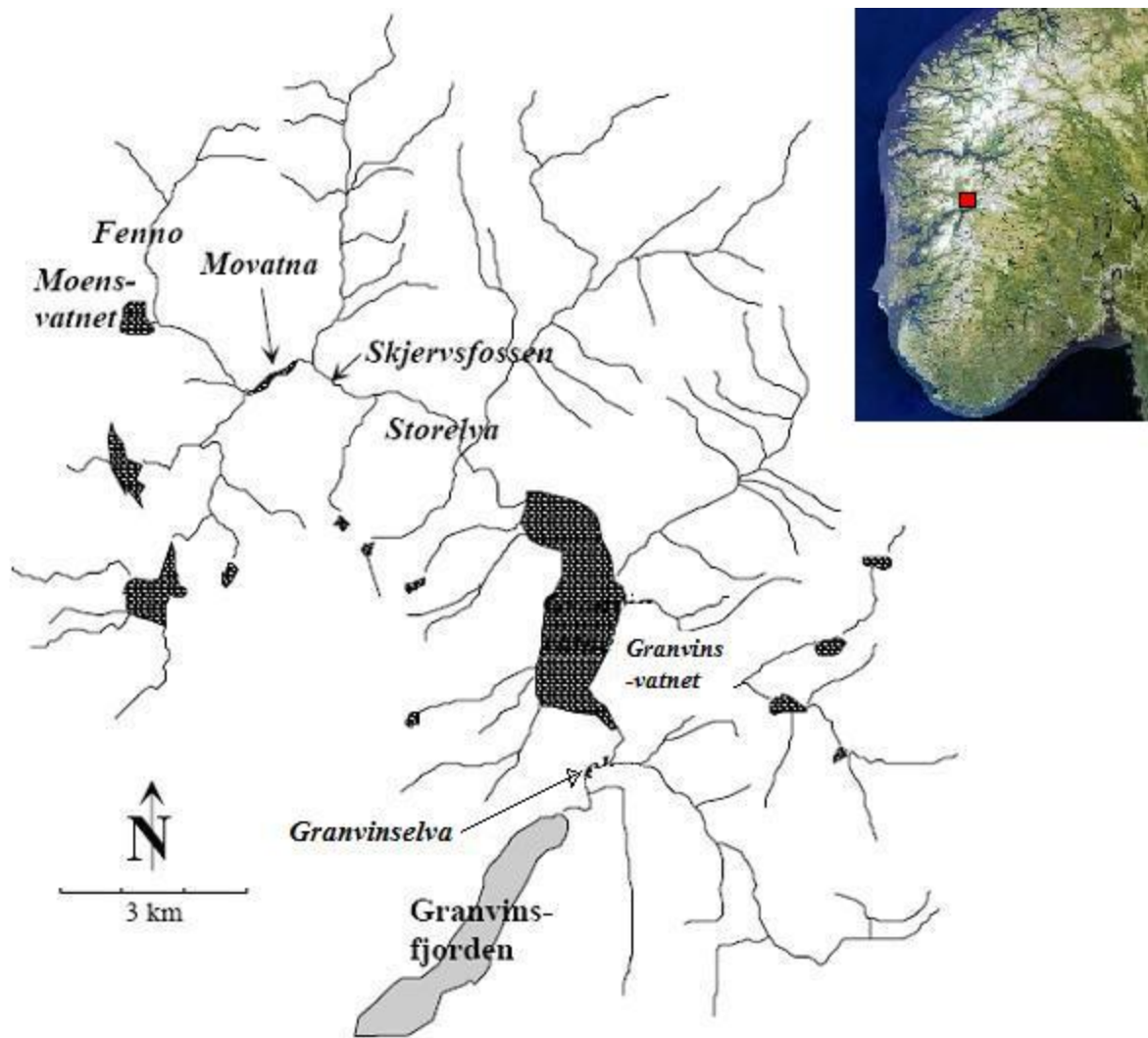
- Har veksten i ferskvassfasen endra seg etter at røya kom inn i vassdraget?
- Har sjøauren fått redusert vekst i sjøfasen etter 1990?
- Fell endringar i tilvekst mellom år saman med endringar i temperatur ?

Samanlikna med perioden på seksti- og syttitalet ventar eg å finne ein vekstreduksjon i sjøfasen for perioden etter 1990, fordi oppdrettsnæringa har vorte så dominerande i Hardanger. Sjølv om delar av sjøaurebestanden i vassdraget truleg veks opp ovanfor røyestrekninga, kan det tenkjast at det vil vera vekstendringar samla sett, på grunn av konkurranse med røye for den delen av bestanden som har oppvekstområde i Granvinsvatnet og i Granvinselva.

## **Materiale og metodar**

### ***Områdeskildring***

Granvinsvassdraget i Hordaland fylke munnar ut i Granvinsfjorden (Euref 89: 60° 31' 20. N, 6° 42' 45. E), ein fjordarm i indre del av Hardangerfjorden. Nedbørfeltet er på 177 km<sup>2</sup>, og her inngår kommunane Granvin, Ulvik og Voss. Nedbørfeltet består av snaufjell (40 %), skog (50 %), innmark (7 %) og vatn (3 %) (Hobæk 1994). Hovuddalføret har bratte sider og er ein typisk fjorddal med flat dalbotn under marin grense (Haukanes 1976). Dei høgaste delane av vassdraget ligg heilt opp i 1558 meter over havet, men det kan likevel klassifiserast som eit låglandsvassdrag sidan over halvparten av arealet ligg under skoggrensa (Sægrov et al. 1996). Elvane Bulko, Fenno og Skaftedalselvi renn saman ovanfor Skjervsfossen og dannar Storelvi (Figur 1), den største tilførselselva til Granvinsvatnet. Lenger ned i vassdraget renn Skorvo og ein del bekkar saman med Storelvi. På austsida av Granvinsvatnet er det Tråelvi og Kyrkjeelvi som utgjer dei største elvane, medan det på vestsida er ein del småelvar og bekkar som drenerer til vatnet (Sægrov et al. 1996). Mellom Granvinsvatnet og fjorden er det samlaupet mellom Tveiteelvi og Hurpo som utgjer den største sideelva. Granvinselva har ei lengde mellom fjorden og vatnet på omlag 2,4 km, og eit elveareal estimert til 47 000 m<sup>2</sup> (Skoglund et al. 2008). Den lakseførande strekninga i Storelvi er på 5,1 km og har eit areal på 75 000 m<sup>2</sup>. Anadrom strekning er totalt på om lag 13 km, og fisken kan lett kome seg opp til det naturlege vandringshinderet nedom Skjervsfossen, sjølv på middels vassføring (Sægrov et al. 1996). Storelvi har lite fall frå fossen og ned til Granvinsvatnet, og renn roleg med meanderande svingar. Granvinsvatnet med eit areal på 4,05 km<sup>2</sup>, ligg 24 meter over havet og har ei strandline på 11 km (Kålås & Sægrov 2007). Granvinsvassdraget er verna mot kraftutbygging i verneplan III for vassdrag.



Figur 1. Granvinsvassdraget med oversikt over nedbørfelt (Bjørklund & Brekke 2000). Oversiktskart frå Statens kartverk (2010).

### **Berggrunn**

I hovudsak kan berggrunnen i områda rundt vassdraget delast i tre (Austrud 1994). Nord for Granvinsvatnet ligg det skyvedekke samansett av kvartsskifer, gneis og kvartsitt. I sør er det grunnfjell som i hovudsak er kvartsdiorittisk gneis. Over dette ligg fylitten (esja), og då særleg i området rundt Granvinsvatnet. Fylitten er ein lettforvitrande bergart som gjev opphav til lausmassar, og i motsetnad til dei andre bergartane i området gjev den ei god bufferevne mot sur nedbør (Austrud 1994). Sidan Granvinsvatnet er lågtliggande kan det vere marine sediment tilstades, og desse buffrar også godt mot sur nedbør (Johnsen et al. 1992).

## **Vasskvalitet**

Undersøkingar frå 1992/1993 synte at vassdraget var relativt næringsfattig med gjennomsnittlege fosforkonsentrasjonar på under 10 µg/l (Bjørklund & Brekke 2000). Innhaldet av organisk stoff var lågt i nedre del av hovudvassdraget, medan det var moderat høgt i øvre del. Vasskvaliteten i nedre del var periodisk prega av forureining frå nedslagsfeltet, og partikkelinnhaldet var sterkt varierende. Medan Granvinsvatnet var lite påverka, fekk Granvinselva kortvarige, men store tilførsler av partiklar og fosfor. Desse tilførslane kom mest truleg som ein kombinasjon av bidrag frå landbruk og inngrep elles i nedbørsfeltet, i tillegg til naturleg avrenning (Hobæk 1994). I 1992/93 blei massetransporten til sjø berekna til 74,1 tonn nitrogen og 2,2 tonn fosfor. Vasskvaliteten med omsyn til forsureing vart vurdert som moderat god. Middelerdi for heile hovudvassdraget var gjennom året målt til 6,15, og lågaste pH (5,78) vart registrert øvst i vassdraget i mai månad (Sægrov et al. 1996). I nedbørsfeltet er det næringsfattige vatn med unnatak av Granvinsvatnet og Moensvatnet. I samband med ei ungfiskundersøking gjennomført av Kålås & Urdal (2000) vart det teke vassprøvar. Desse viste at pH var nær 6,5 og at kalsium låg opp mot 1,5 mg/l. Labilt aluminium vart knapt påvist, og vatnet hadde ein syrenøytraliserande kapasitet på over 30 µekv/l. Samla sett viser undersøkingane at vasskvaliteten er tilfredsstillande for laks og aure.

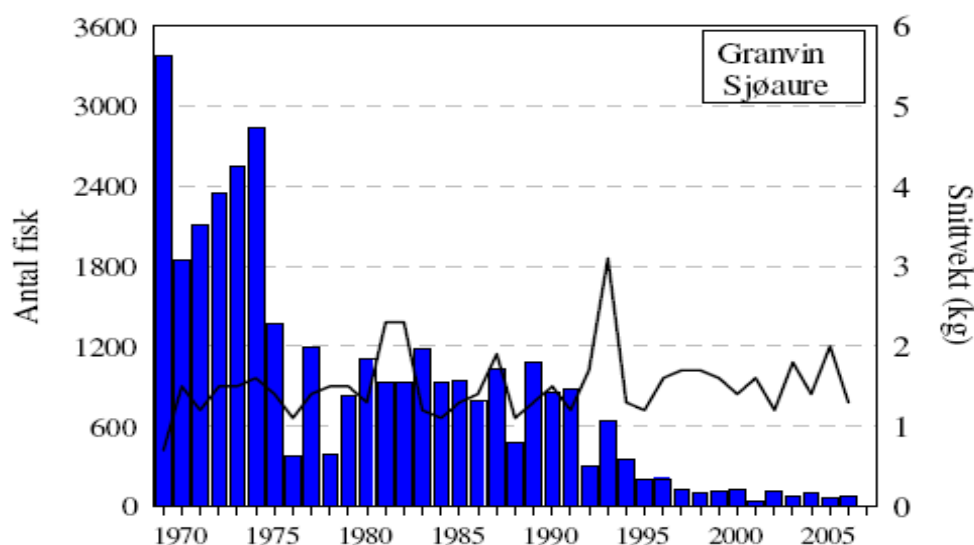
## **Vassføring, avrenning og tilhøve langs vassdraget**

Ved utlaup til sjø er middelvassføringa i elva om lag 9 m<sup>3</sup>/sek (Austrud 1994), og den årlege vassføringa til sjø er på 326,6 millionar m<sup>3</sup>/år (Bjørklund & Brekke 2000). Granvinsområdet har eit svakt oseanisk klima med årsnedbør på rundt 1300 mm i låglandet, og rundt 1700 mm i høgareliggande delar (Austrud 1994). Medan det er lite snø i fjordområda kan det vere store snømengder i fjellet. Dei største nedbørsmengdene kjem i oktober og desember, medan det som regel er minst nedbør i april/mai. Vassføringa varierer sterkt, og svingar i takt med snøsmelting og nedbør. Storflaumar kan medføre utspyling av organisk materiale, spesielt etter låg vassføring. Storeelvi renn gjennom områder med intensivt jordbruk, og i nedre del renn Granvinselva gjennom kommunesenteret med busetnad og industriområder.

## **Fiskesamfunn**

Fiskesamfunnet i Granvinsvatnet består av laks (*Salmo salar*), aure, røye, stingsild (*Gasterosteus aculeatus*) og ål (*Anguilla anguilla*). I 1979 vart det i fylgje Sægrov (1993) teke opp 2500 kg røye, og i 1980 vart det teke 2000 kg. Etter dette avtok fisket fordi røya vart

småfallen. Det har seinare vorte sett i gong utfisking, men dette har ikkje lukkast. Den dominerande anadrome fiskearten i vassdraget har vore sjøauren (Sægrov et al. 1996). Tradisjonelt var vassdraget rekna som eit av dei beste sjøaurevassdraga i landet. Etter rekordfangstar på 1970-talet har fangstane avteke jamnleg under sportsfisket på elvestrekka, medan garnfangstane i vatnet heldt seg godt fram til freding i 1992. Etter 1990 har fangstane vorte ytterlegare redusert, og fangststatistikken tyder på at sjøaurebestanden har vorte redusert til ein brøkdel av det den var på 1970-talet (Figur 2).



Figur 2. Fangststatistikk frå sjøaurefisket i Granvinsvassdraget i perioden 1969-2006. Talet på fiskar er vist som søyler, gjennomsnittsvekt som line. Tala er henta frå den offentlege fangststatistikken (NOS), brukt av Kålås og Sægrov (2007).

Det er gått ut frå at reduksjonen i bestanden på 1980-talet kom som fylgje av at røya etablerte seg i Granvinsvatnet (Kålås & Sægrov 2007), og at produksjonen av sjøauresmolt kan ha vorte redusert ved endra konkurranseforhold. I fylgje Kålås & Sægrov (2007) fell den vidare reduksjonen frå 1990 saman i tid med høge lakselusinfeksjonar på sjøaure i Hardangerfjorden.

### **Hardangerfjorden**

Hardangerfjorden har ei lengde på omlag 160 km frå indre del av Osafjorden og ut til kysten (Johnsen et al. 2007). Breidda varierar mellom to og sju km, medan terskeldjupna og største djup er på omlag 150 og 800 meter (Otterå et al. 2004). Granvinsfjorden ligg i indre del av fjordsystemet som består av fleire fjordarmar. I perioden juni til juli er det størst tilførsle av ferskvatn grunna snøsmelting, medan det er lågast tilførsle i januar til april (Otterå et al. 2004). I dei indre delane vil brakkvatn (salthaldigheit <25 psu) kunne dominere i øvre vasslag i store delar av året. Talet på oppdrettsanlegg og biomassen av oppdrettsfisk har auka kraftig i

Hardangerfjorden. Produksjonen i 1997 var på under 20 000 tonn (Skaala et al. 2009), medan den i 2009 hadde auka til over 60 000 tonn, spreidd på over 70 lokalitetar i fjorden og nært tilstøytande kystavsnitt (Bjørn et al. 2010). I indre delar av fjordsystemet, aust for Ålvik, er det ikkje etablert fiskeoppdrettsanlegg. Størst tettleik av anlegg finn ein i ytre strok, og det er i desse områda det vert registrert høgast påslag av lakselus på villfisk (Skaala et al. 2009; Bjørn et al. 2010).

## **Materiale**

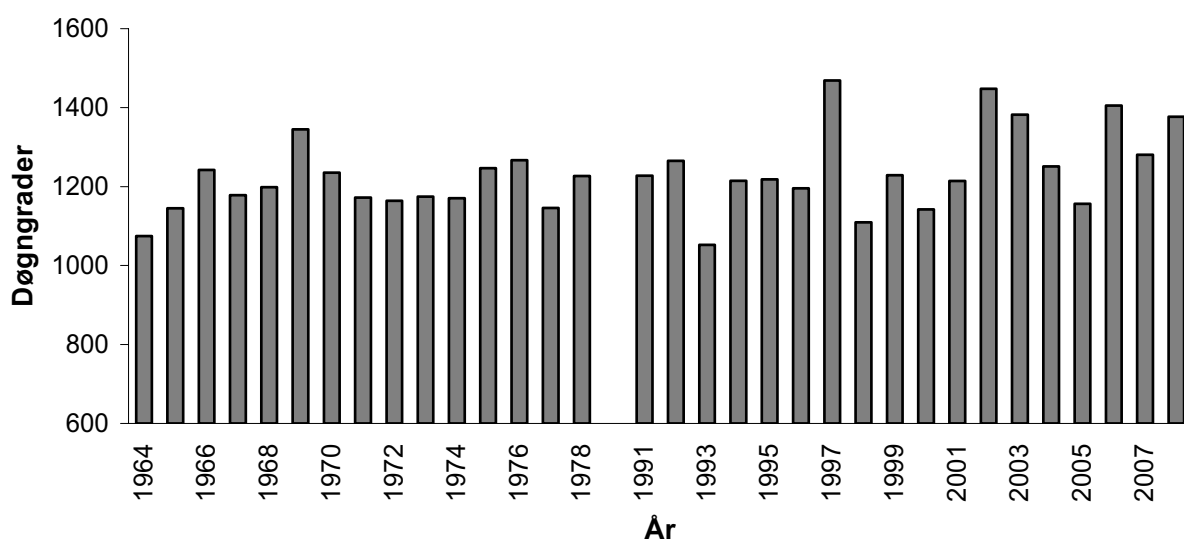
Skjelmaterialet frå sjøaurane har vorte samla inn i åra 1972, 1979 og 1999-2009, og i hovudsak er det fiskarar som har teke prøvane. Skjelmateriale frå ungfisk har vorte samla inn ved elektrofiske i åra 2000, 2001 og 2005 av Rådgivende Biologer AS. Med unnatak av skjelprøvar samla i sesongen 2009 er materialet lånt av Rådgivende Biologer AS. I 2009-sesongen oppmoda eg fiskarar til å levere skjelprøvar. Instruksar vart levert ut saman med fiskekort (Vedlegg 1, instruks), hengt opp som plakatar, og det vart gjort avtale med fleire av dei mest ihuga fiskarane. Målebrett og skjelkonvoluttar var tilgjengeleg gjennom sesongen. Eg deltok sjølv i fiskinga, og tok også prøvar av fiskar som vart tekne då eg var til stades. Likevel vart det samla relativt få prøvar i 2009-sesongen. I materialet er det skjelprøvar og tilhøyrande lengdemål frå totalt 181 sjøaurar fordelt på 10 fangstår (Tabell 1). Materialet vart delt inn i to periodar, fiskar fanga i 1972 og 1979 vart samanlikna med fiskar fanga i 1999-2009. Sjøaure fanga i 1972 og 1979 hadde lengder på 31-76 cm, medan aure fanga i 1999-2009 hadde lengder på 32-82 cm.

Tabell 1. Oversikt over materialet samla inn i Granvinsvassdraget.

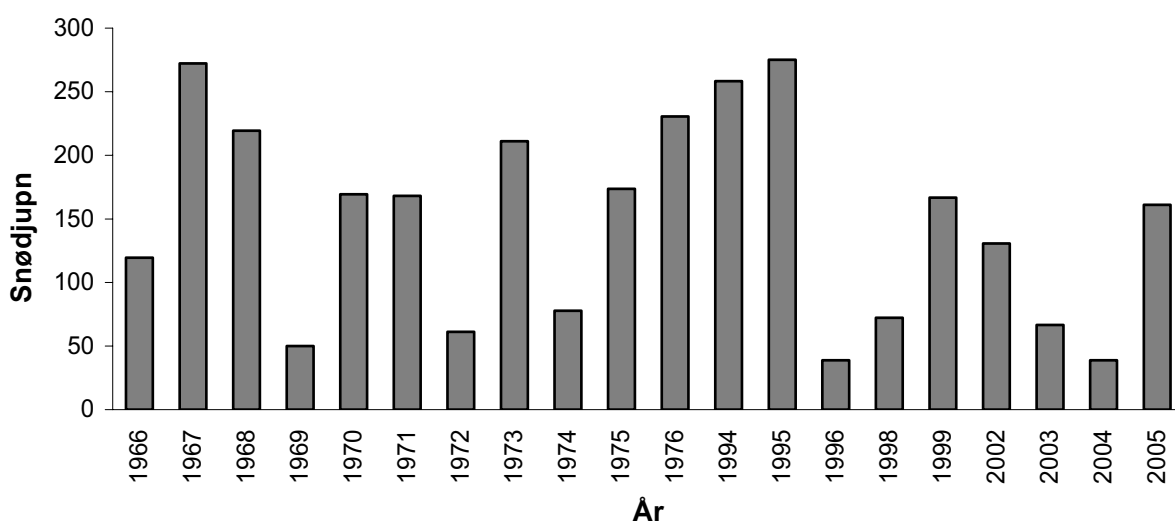
| Fangstår | Tal sjøaure |
|----------|-------------|
| 1972     | 50          |
| 1979     | 67          |
| 1999     | 7           |
| 2001     | 3           |
| 2003     | 7           |
| 2004     | 2           |
| 2005     | 6           |
| 2007     | 4           |
| 2008     | 1           |
| 2009     | 34          |

Som indeksar på temperaturendringar vart lufttemperatur, snødjupn og havtemperatur nytta. Lufttemperaturen var målt på ein målestasjon på Flesland, utanfor Bergen (Meteorologisk

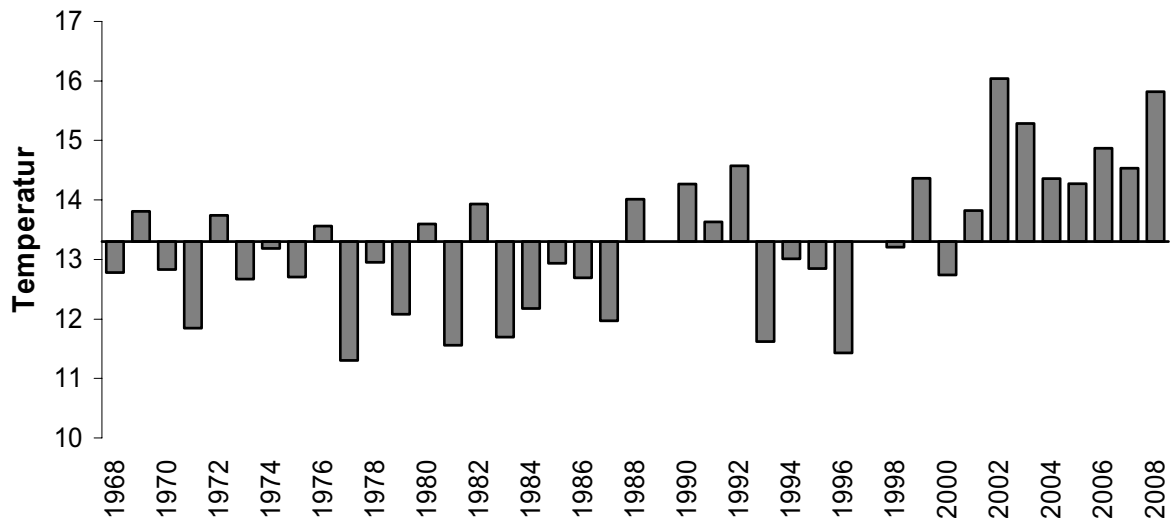
institutt 2010). Middeltemperatur for kvart døgn i juni, juli og august vart summert til døgngader for desse månadane (Figur 3). Snødjupn i juni månad vart målt i ein av dei høgaste delane av vassdraget (Euref 89: 60° 36' N, 6° 42' E) (Anon 2010). Snødjupna var målt i ni ruter, og gjennomsnittet av desse rutene vart nytta som mål på snødjupn for kvart år (Figur 4). Havtemperaturen var målt på ytre Utsira (Havforskningsinstituttet 2010), og gjennomsnittet av middeltemperaturar i juni, juli og august vart nytta som mål på variasjonen i sjøtemperatur mellom år (Figur 5). Havtemperaturen i august 1997 var særleg høg (18,9 °C), men grunna manglande måling for juli månad, vart dette året utelate frå analysane.



Figur 3: Døgngader for månadane juni, juli og august for to tidsperiodar. Tal døgngader er summerte døgngader av lufttemperatur (°C) målt på Flesland. Data henta frå Meteorologisk institutt (2010).



Figur 4. Gjennomsnittleg snødjupn (cm) fyrste juni i høgareliggjande delar av nedbørsfeltet til Granvinsvassdraget for eit utval av år. Data henta frå Anon (2010).



Figur 5. Gjennomsnittleg havtemperatur (°C) for juni, juli og august, vist som avvik frå gjennomsnittet av perioden. I 1989 manglar måling for august og i 1997 manglar måling for juli, desse åra er utelate frå figuren. Temperaturar er målt på målestasjonen ved Ytre Utsira, og er basert på middeltemperaturar målt på 1 meters djupne. Data frå Havforskningsinstituttet (2010).

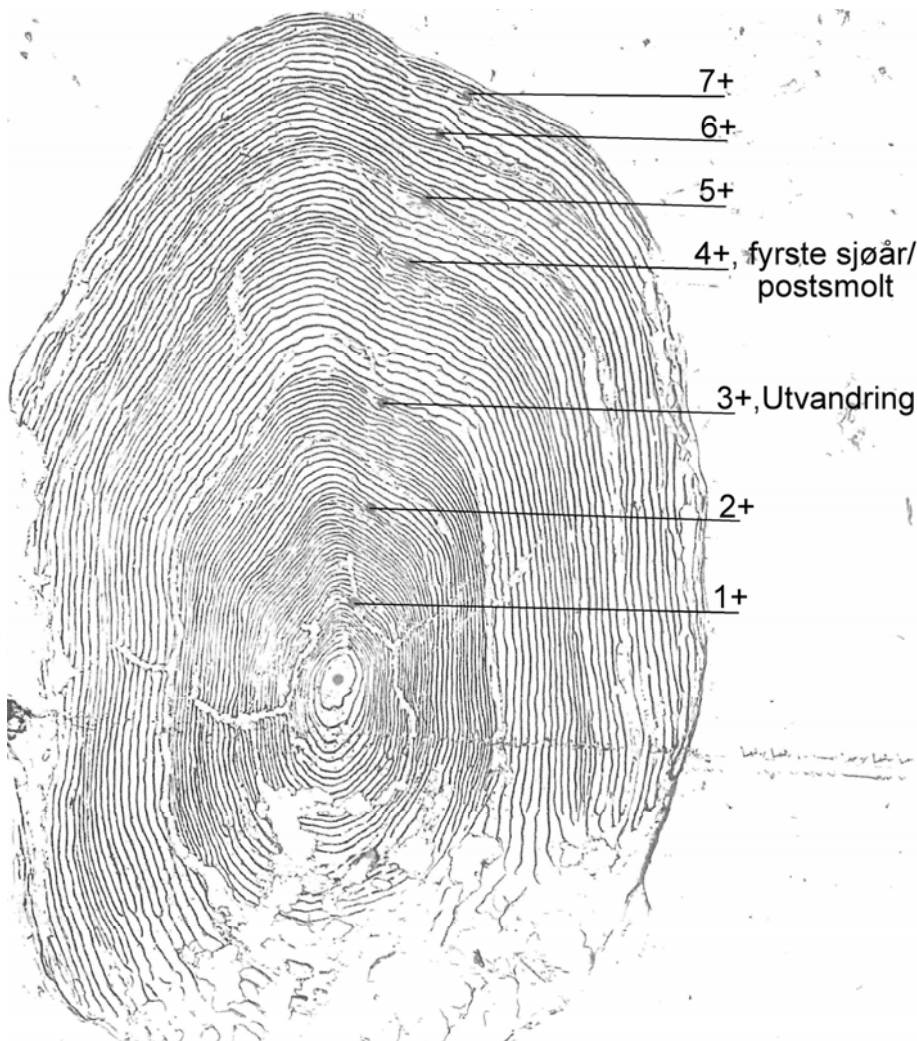
## Metodar

### Labarbeid

Før aldersavlesing vart skjelprovane preparert. Skjel med hudrestar og slim vart vaska i vatn tilsett nokre dråpar Zalo og tørka, før det vart teke avtrykk av skjela på celluloidstrimlar ved bruk av ei skjelpresse. Materialet frå 1972 og 1999-2007 var allereie lest og fotografert, men eg har kontrollert avlesingane ut frå bileta av skjela. Til avlesing av skjelavtrykka nytta eg ein microfilmlesar av typen Minox.

Aldersbestemming vart gjort ved å identifisere slutten på kvar årssone, som kan sjåast som felt med tettliggande sklerittar (Borgstrøm 2000). Markert auke i vekst frå år med liten vekst i indre del av skjelet vart nytta til å bestemme alder ved utvandring (Figur 6). Auka næringstilgong etter utvandring til fjorden fører til auka vekst, og er synleg på skjela som auke i breidda på sommarsona. Årssoner avsett etter utvandring til sjø vart rekna som talet på sjøår. For å kunne rekne ut tilvekst i kvart enkelt år, vart slutten på kvar årssone, total skjelradius og utvandring til sjø merkt på ei papirremse og målt. Denne målinga vart gjort frå senter av fyrste skleritt og ut til ytterkant av skjelet.

Tilbakerekning av lengde til ein gjeven alder basert på skjelstudier kan gje ei overestimering av veksten på ungestadiet, medan veksten for eldre aure kan verte underestimert (Berg & Jonsson 1990). Årsaka til dette er at kantane på skjela hjå gyttarar tenderar til å verte slitne ned, og at det ikkje vert avsett nye årssoner ved låge vekstrater. Det viste seg at alderen på stor sjøaure funne ved skjelanalysar stemde dårleg overeins med kjent alder på merka fisk i ei undersøking utført i Vardneselva (Berg & Jonsson 1990). Andre feilkilder kan vere at årssonene på skjela frå enkelte aurar i materialet frå Granvin var uklare, og at det difor var vanskeleg å bestemme dei. Det er også ein moglegheit at nokre av aurane som var fanga i Granvinsvatnet var fiskeetande, stasjonær aure som kan ha vorte feil klassifisert.



Figur 6. Avmerkede årssoner på skjel frå ein av sjøaurane frå Granvinselva fanga i 1972 (Foto: Rådgivende Biologer AS).

### **Datahandsaming**

For tilbakerekning av lengde ved ein gjeven alder vart Lea-Dahl (Dahl 1910; Lea 1910) sin modell nytta. Metoden føreset direkte proporsjonalitet mellom fiskelengde og skjelstorleik og er gjeven med:

$$L_n = S_n / S * L$$

der  $L_n$  er lengda av fisken ved alder  $n$  år,  $L$  er lengda av fisken då skjelprøven vart teken,  $S_n$  er lengda av skjelet ved alder  $n$  år og  $S$  er totallengda av skjelet. Etter tilbakerekning av lengder ved ulike aldrar vart årleg tilvekst i ferskvatn og sjø rekna ut.

For å teste forutsetjinga for modellen vart total skjelstorleik målt for alle fiskar i materialet og det vart laga ein regresjonsmodell for samanhengen mellom skjelstorleik og fiskelengd (Vedlegg 2). For å tilpasse datapunkta til regresjonsmodellen vart modellen til Ricker og Lagler (Tesch 1971) nytta:

$$\hat{S}_n = \hat{S} * S_n / S$$

der  $S$  er radius av det undersøkte skjellet,  $S_n$  er avstand frå senter til  $n$ -årssone på det undersøkte skjellet,  $\hat{S}$  er gjennomsnittleg skjellradius for ein fisk med observert lengde og  $\hat{S}_n$  er justert avstand til den gjevne årssona.

Etter å ha funne justert verdi for kvar årssone vart desse sett inn i regresjonsformelen, og lengder ved ulike år tilbakerekna. Samanlikning av verdier viste at det var minimal skilnad mellom Lea-Dahl sin modell og den tilpassa regresjonsmodellen. I alle analysar i denne oppgåva er det difor teke utgangspunkt i utrekningar utført med Lea-Dahl-modellen. Det vart ikkje skild mellom kjønn i dei ulike analysane, då det ikkje vart funne signifikant skilnad i lengde mellom hann og hofisk ved smoltifisering (t-test,  $p = 0,625$ ).

### **Statistiske metodar og programvare**

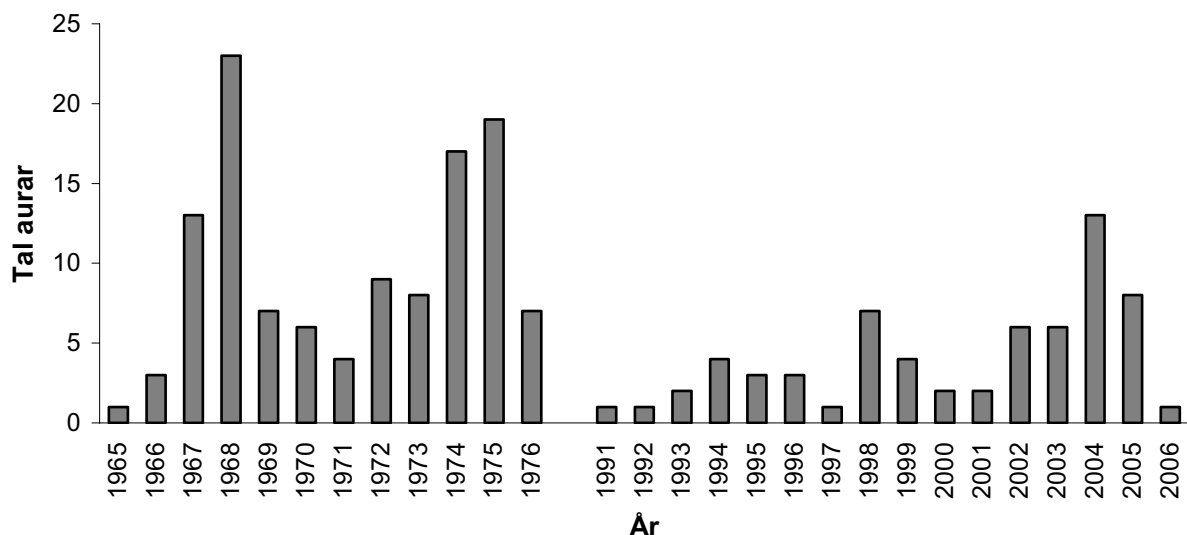
Statistiske analysar vart utført i statistikkprogrammet Minitab 15. Der materialet var normalfordelt nytta eg testmetodane t-test og regresjon. For materialet som ikkje var normalfordelt i utgangspunktet nytta eg transformasjon med naturleg logaritme ( $\ln$ ) der det let seg gjere. Dette var for å få normalfordeling, slik at flest mogleg av testane kunne utførast på normalfordelte data, og for å kunne nytte regresjonsanalyse (Vedlegg 3, oversikt over

testar utført på transformerte data). Testmetoden Mann-Whitney vart nytta på ikkje-normalfordelt data. Databehandling og arbeid med figurar og tabellar har vorte utført i programmet Microsoft Excel 2003.

## Resultat

### *Ferskvassperioden*

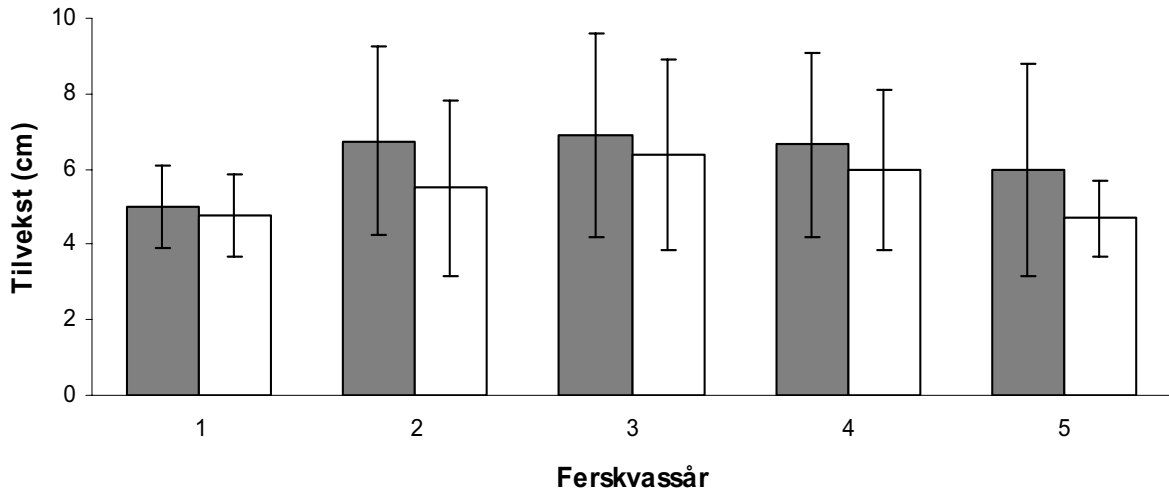
Sjøaurane som vart fanga i 1972 og 1979 varierte i alder frå 3-11 år, og parrveksten for desse aurane føregjekk i åra 1964-1978. For aurane fanga i 1999-2009 var alderen 4-16 år, og samla parrvekst føregjekk i åra 1990-2008. Det var stor variasjon i talet på fiskar fordelt på år, og talet på fiskar med tilvekst i andre elveår (1+) var høgast åra før innsamling (Figur 7).



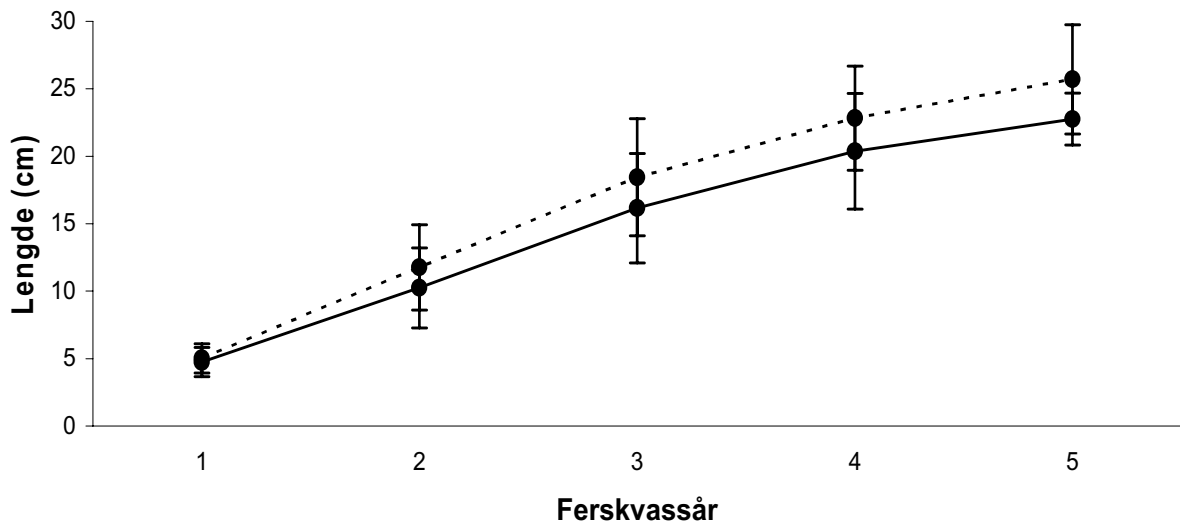
Figur 7. Talet på sjøaure i sitt andre vekstår (1+) i materialet frå Granvinsvassdraget samla inn i åra 1972 og 1979 og perioden 1999-2009.

### *Tilvekst i ferskvatn*

For alle vekstsesongar fram til og med femte år var gjennomsnittleg tilvekst i ferskvatn for parren betre i 1964-1978 enn i 1990-2008 (Figur 8). Størst skilnad i vekst var det for parr i sitt andre ferskvassår, med signifikant betre vekst i fyrste periode (gjennomsnitt 6,8 cm) samanlikna med andre periode (gjennomsnitt 5,5 cm) (t-test,  $p < 0,001$ ). For dei andre ferskvassåra vart det ikkje funne signifikant skilnad i tilvekst (t-test,  $p > 0,05$ ). Skilnadane i ferskvassvekst gav utslag i ei brattare vekstkurve og større total fiskelengd for aure med parrvekst i 1964-1978 (Figur 9).

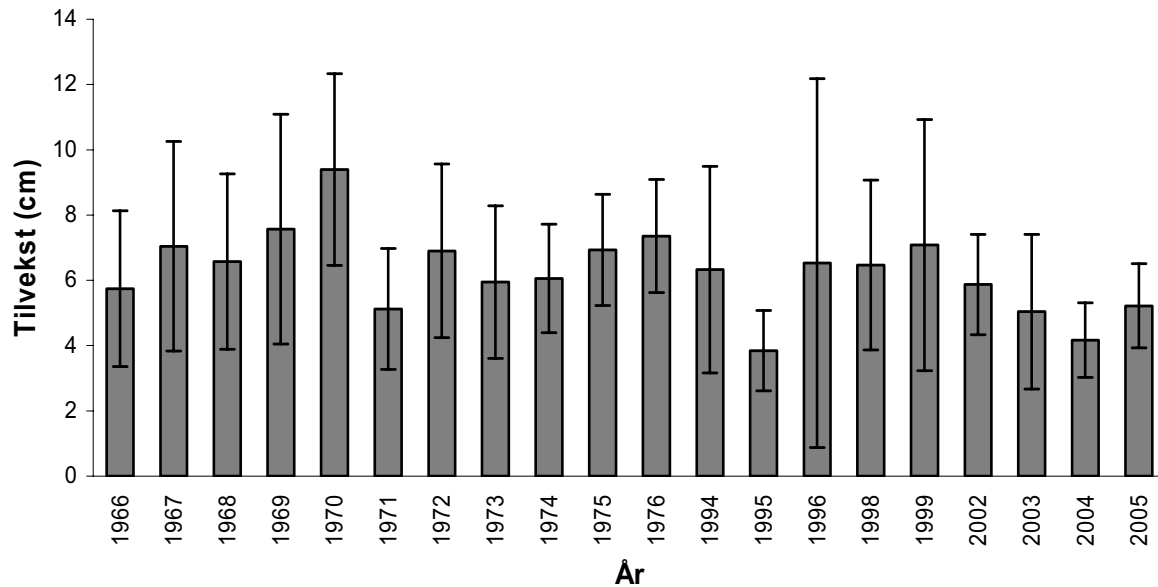


Figur 8: Gjennomsnittleg tilbakerekna årleg tilvekst i ferskvatn for aure fanga i Granvinsvassdraget i 1972 og 1979 (mørke søyler), og i 1999-2009 (lyse søyler). Vertikale liner viser standardavvik.



Figur 9. Gjennomsnittleg parrlengde i 1-5 ferskvassår i Granvinsvassdraget i perioden 1964-1978 (stipla line), og perioden 1990-2008 (heil line). Vertikale liner viser standardavvik.

Tilveksten i andre ferskvassår varierte mellom åra, og var størst i 1969-1970 og minst i 1995 og 2004 (Figur 10). Denne variasjonen i tilvekst kunne ikkje forklarast med variasjon i lufttemperatur i månadane juni, juli og august samla, då det ikkje vart funne signifikant samanheng mellom gjennomsnittleg tilvekst i ferskvatn og summen av døgngader for månadane (regresjon,  $p = 0,944$ ). Det var heller ikkje samanheng mellom døgngader i juni og gjennomsnittleg tilvekst (regresjon,  $p = 0,429$ ), eller gjennomsnittleg tilvekst og snømengd i fjellet i starten av juni (regresjon,  $p = 0,844$ ).

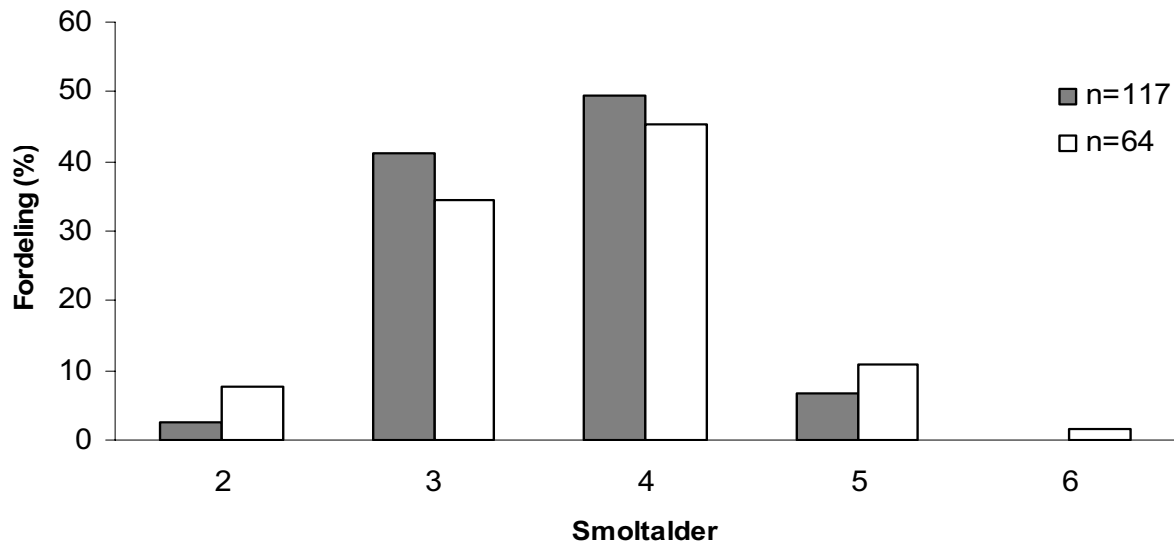


Figur 10. Gjennomsnittleg tilbakerekna tilvekst i andre ferskvassår (1+) for sjøaure fanga i Granvinssvassdraget i åra 1972, 1979 og perioden 1999-2009. År med mindre enn tre fisk i materialet er utelate frå figuren. Vertikale liner viser standardavvik.

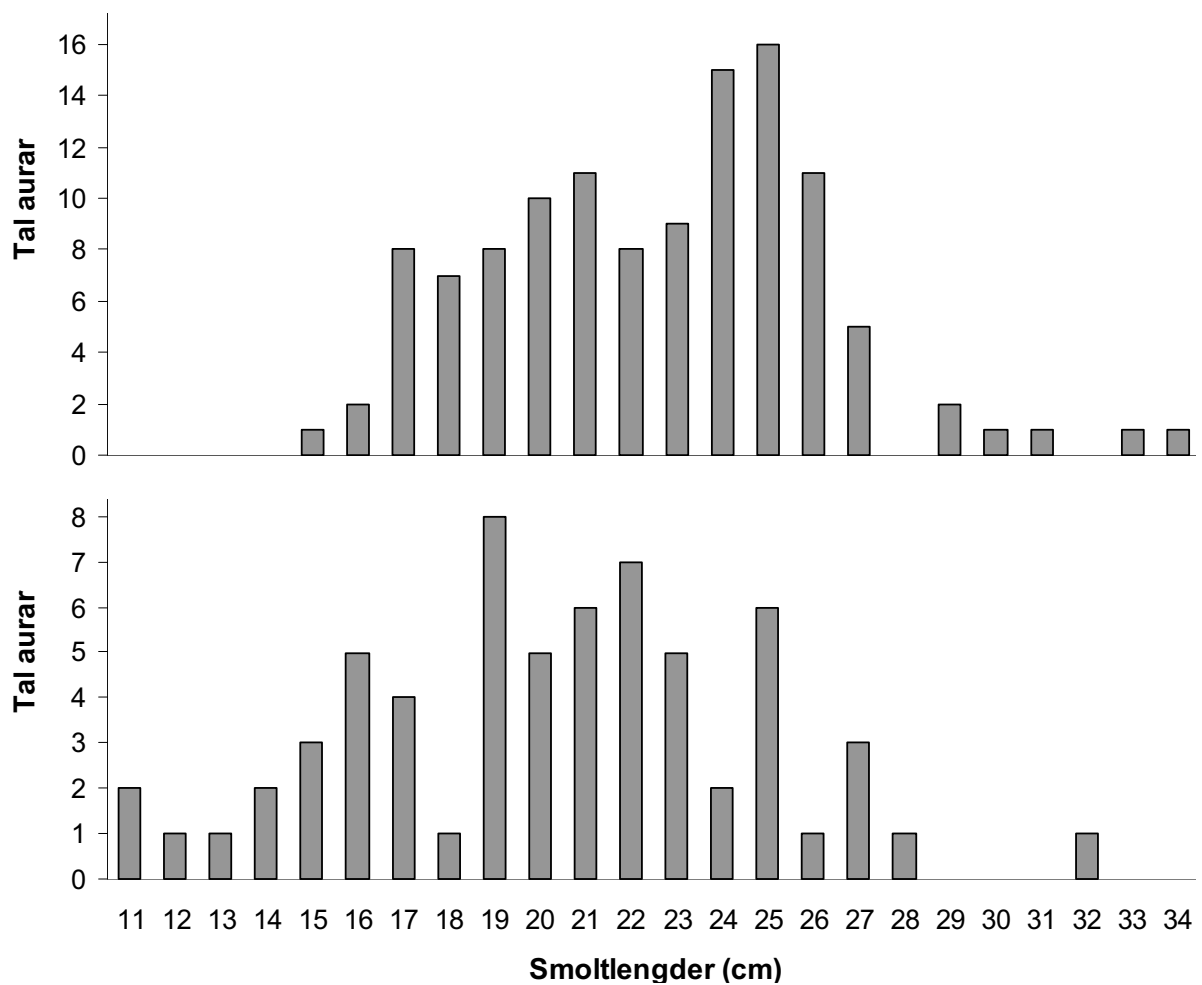
### ***Smoltlengd og smoltalder***

Smoltalderen varierte mellom to og seks år, men hovuddelen av fiskane hadde smoltalder på tre og fire år (Figur 11). Det var større variasjon i smoltalder for aurar fanga 1999-2009 enn dei som vart fanga i 1972 og 1979, men i begge fangstperiodane var gjennomsnittleg smoltalder 3,6 år.

Tilbakerekna smoltlengde for aure fanga i åra 1972 og 1979 var mellom 15-34 cm, medan smoltlengdene varierte mellom 11-32 cm for aure fanga i 1999-2009 (Figur 12). Lengda ved smoltifisering var signifikant større for fisk med vekst i perioden 1964-1978 (gjennomsnitt 22,6, SD  $\pm$  3,6 cm), enn den var for fisk med vekst i 1990-2008 (gjennomsnitt 20,3, SD  $\pm$  4,3 cm) (t-test,  $p < 0,001$ ).



Figur 11. Prosentvis fordeling av smoltalder frå sjøaure fanga i Granvinsvassdraget. Mørke søyler gjeld for aure fanga i 1972 og 1979, medan lyse søyler gjeld for aure fanga i 1999-2009.



Figur 12. Lengdefordeling av sjøauresmolt etter tilbakerekning av lengder, basert på skjel frå sjøaure fanga i Granvinsvassdraget i åra 1972 og 1979 (øvtst), og i perioden 1999-2009 (nedst).

### **Tilvekst i ferskvatn for aure med ulik smoltalder**

Sjøaure med smoltalder to til fem år har hatt ulikt vekstmønster i ferskvatn (Tabell 2 og 3).

Det såg ut som om aure med den største årlege tilveksten i ferskvatn vart smolt ved ein lågare alder enn dei fiskane som hadde mindre årleg tilvekst.

Samanlikning av tilvekst for tre-årig smolt viste at auren fanga i 1972 og 1979 (Tabell 2) hadde signifikant betre tilvekst (gjennomsnitt 7,6 cm) i andre elveår, enn auren fanga i 1999-2009 (Tabell 3) som i gjennomsnitt vaks 6,2 cm (t-test,  $p = 0,009$ ). I fyrste og tredje elveår var ikkje skilnaden signifikant (t-test,  $p > 0,05$ ). Ei tilsvarande samanlikning for fire-årig smolt viste også signifikant skilnad i tilvekst i andre elveår. Det var større tilvekst for auren fanga i 1972 og 1979 (gjennomsnitt 6 cm) enn i 1999-2009 (gjennomsnitt 4,3) (t-test,  $p < 0,001$ ). I fyrste, tredje og fjerde elveår var det ikkje signifikant skilnad (t-test,  $p > 0,05$ ).

Tabell 2. Gjennomsnittleg årleg tilvekst (cm) i ferskvatn (1964-1978) før smoltifisering for sjøaure med smoltalder 2-5 år, tilbakerekna frå fisk fanga i 1972 og 1979 i Granvinsvassdraget. n er talet på fiskar som ligg til grunn for berekninga, SD= standardavvik.

| Smoltalder | n  | Ferskvassår |     |          |     |          |     |          |     |          |     |
|------------|----|-------------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
|            |    | 1           |     | 2        |     | 3        |     | 4        |     | 5        |     |
|            |    | Tilvekst    | SD  | Tilvekst | SD  | Tilvekst | SD  | Tilvekst | SD  | Tilvekst | SD  |
| 2          | 3  | 6,7         | 0,4 | 12,4     | 1,9 |          |     |          |     |          |     |
| 3          | 48 | 5,3         | 1,2 | 7,6      | 2,1 | 8,6      | 2,4 |          |     |          |     |
| 4          | 58 | 4,7         | 0,8 | 6,0      | 2,1 | 5,6      | 2,2 | 7,0      | 2,4 |          |     |
| 5          | 8  | 4,5         | 1,0 | 5,5      | 3,2 | 5,4      | 1,8 | 4,4      | 1,3 | 6,0      | 2,8 |

Tabell 3. Gjennomsnittleg årleg tilvekst (cm) i ferskvatn (1990-2008) før smoltifisering for sjøaure med smoltalder 2-5 år, tilbakerekna frå fisk fanga i 1999-2009 i Granvinsvassdraget. n er talet på fiskar som ligg til grunn for berekninga, SD= standardavvik.

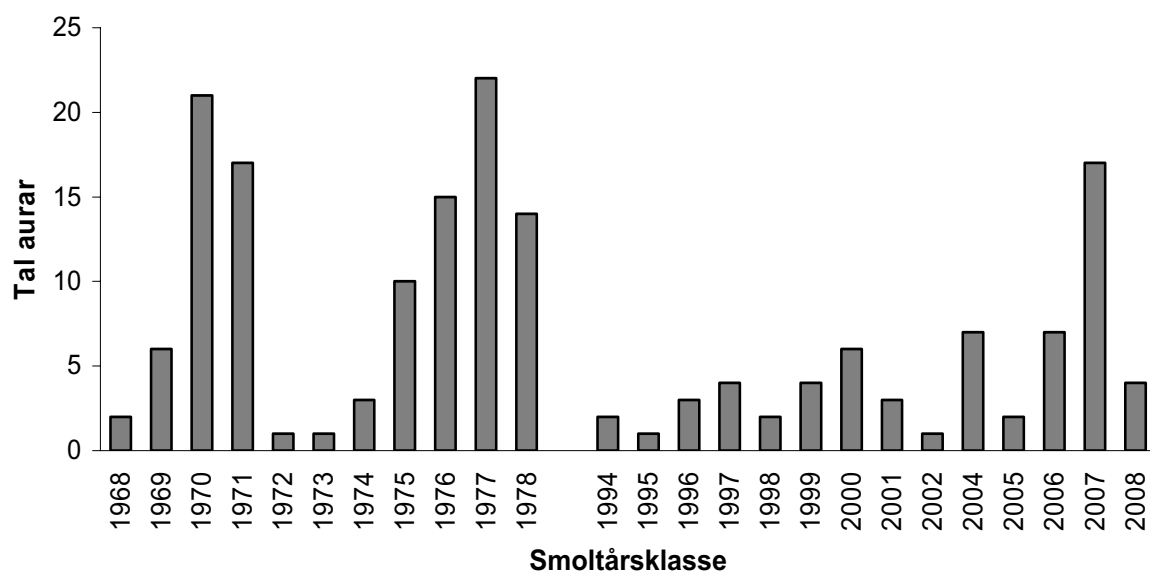
| Smoltalder | n  | Ferskvassår |     |          |     |          |     |          |     |          |     |
|------------|----|-------------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|----------|-----|
|            |    | 1           |     | 2        |     | 3        |     | 4        |     | 5        |     |
|            |    | Tilvekst    | SD  | Tilvekst | SD  | Tilvekst | SD  | Tilvekst | SD  | Tilvekst | SD  |
| 2          | 5  | 5,6         | 1,4 | 10,3     | 2,4 |          |     |          |     |          |     |
| 3          | 22 | 5,0         | 1,2 | 6,2      | 1,9 | 8,0      | 2,5 |          |     |          |     |
| 4          | 29 | 4,5         | 0,9 | 4,3      | 1,3 | 6,0      | 2,0 | 6,2      | 2,2 |          |     |
| 5          | 7  | 4,5         | 0,7 | 5,2      | 1,5 | 3,5      | 0,7 | 4,7      | 1,6 | 4,9      | 0,9 |

## Sjøperioden

Sjøauren som vart fanga i 1972 og 1979 hadde sjøaldrar frå eitt til sju år, og hadde vandra ut som smolt i perioden 1968-1979. Sjøaure fanga i 1999-2009 hadde vandra ut som smolt i perioden 1994-2009, og hadde sjøaldrar på eitt til tolv år. Det vart fanga mest sjøaure med sjøalder to år (Tabell 4), men totalt 90 prosent hadde sjøalder på eitt til fire år. Talet på aure i dei ulike smoltårsklassane var ujamnt fordelt på år, med flest i åra før innsamling (Figur 13)

Tabell 4. Talet på sjøaurar i kvar sjøalder for aurar fanga i Granvinsvassdraget. Aure som gjekk ut som smolt i fangståret er ikkje medrekna.

| Sjøalder | Innsamlingsår |           |
|----------|---------------|-----------|
|          | 1972 og 1979  | 1999-2009 |
| 1        | 31            | 9         |
| 2        | 43            | 21        |
| 3        | 21            | 15        |
| 4        | 12            | 6         |
| 5        | 3             | 5         |
| 6        | 1             | 2         |
| 7        | 1             | 1         |
| 8        | 0             | 2         |
| 9        | 0             | 1         |
| 12       | 0             | 1         |
| Totalt   | 112           | 63        |



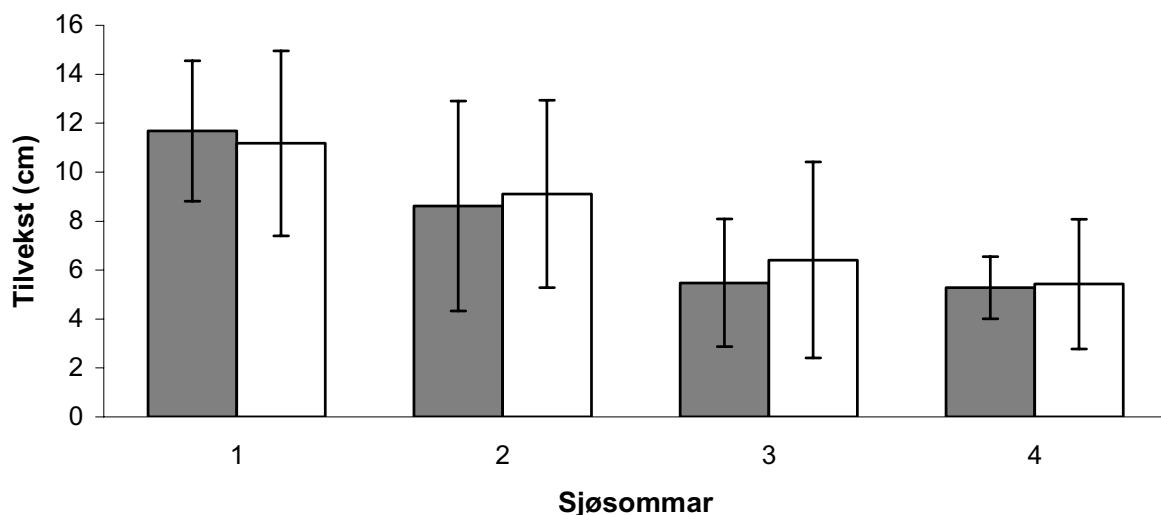
Figur 13. Talet på sjøaure i kvar smoltårsklasse i periodane 1968-1978 og 1994-2008 for fisk fanga i Granvinsvassdraget i åra 1972, 1979 og perioden 1999-2009. Aure som gjekk ut som smolt i fangståret er ikkje medrekna.

### **Tilvekst i sjø**

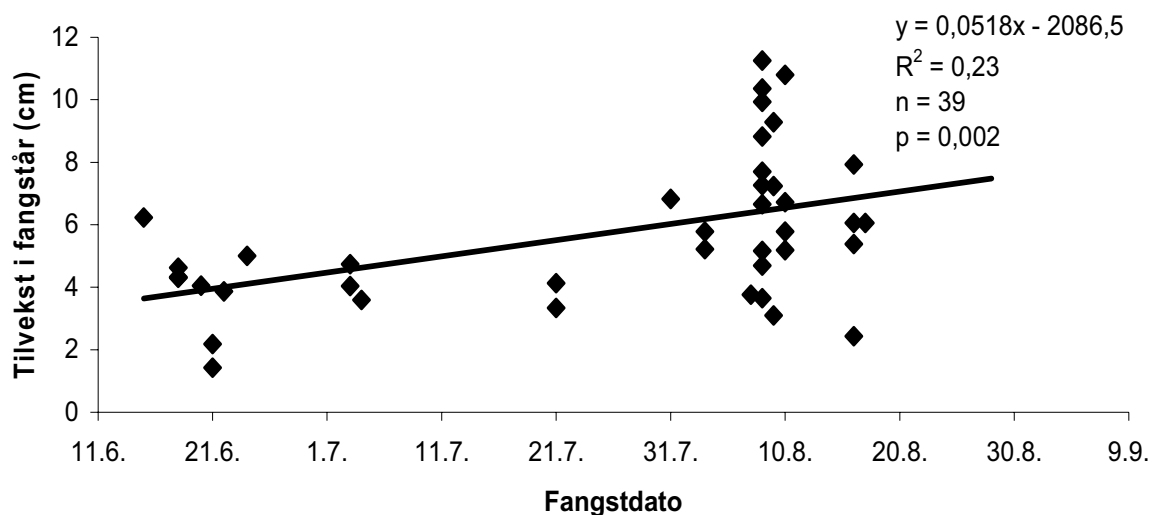
Samla hadde sjøaurane størst tilvekst fyrste sommar i sjø, med gjennomsnittvekst på 11,7 cm i 1968-1978 og 11,2 cm i 1994-2008 (Figur 14). Etter dette avtok tilveksten i begge periodar til omlag ni cm i andre sjøår og omlag fem cm i tredje og fjerde sjøår. Auren hadde liknande vekstmønster i sjøåra for begge periodane, og det vart ikkje funne signifikant skilnad i postsmolttilvekst (Mann-Whitney,  $p = 0,078$ ), eller for andre, tredje og fjerde sjøår (Mann-Whitney,  $p > 0,05$ ).

Det vart ikkje funne signifikant samanheng mellom smoltlengde og tilvekst som postsmolt (regresjon,  $p = 0,388$ ). Tilveksten i fangståret for sjøaure fanga etter andre sjøsommar auka utover i sesongen (Figur 15), og det var signifikant auke i tilvekst dess lenger ut i sesongen auren vart fanga (regresjon,  $p = 0,002$ ).

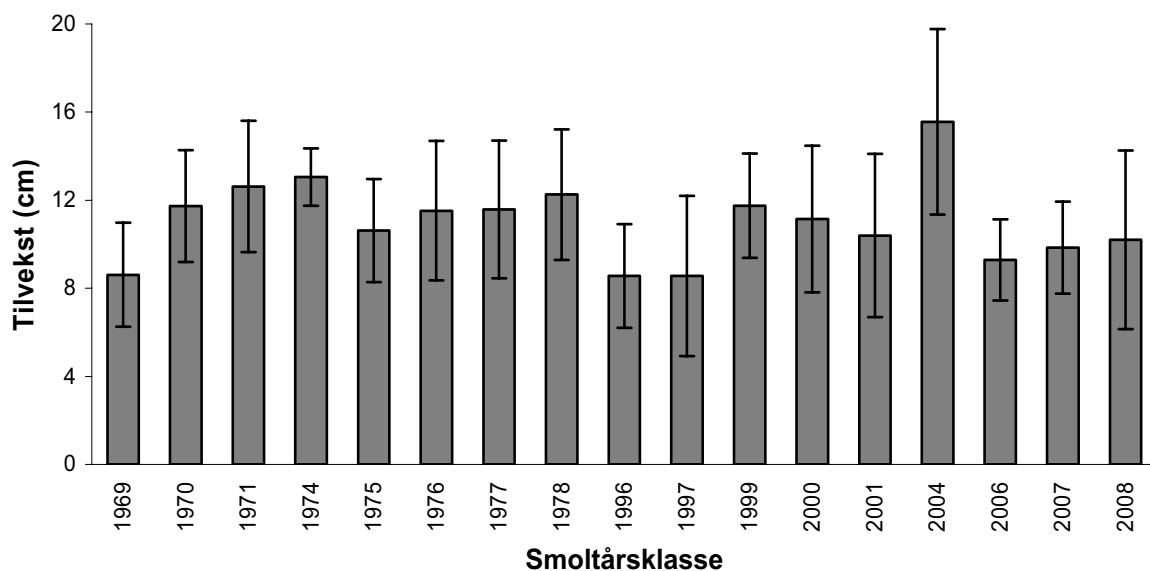
Den gjennomsnittlege tilveksten for postsmolt var dårleg i 1969, 1996-1997 og 2006-2007 ( $<10$  cm), medan tilveksten var særleg god i 2004 (15,5 cm). I dei andre åra låg tilveksten på 10-13 cm årleg (Figur 16). Det var ikkje samanheng mellom gjennomsnittleg tilvekst for postsmolt og gjennomsnittleg havtemperatur ved Ytre Utsira i månadane juni, juli og august, verken for aure med sjøvandringar i fyrste periode (åra 1969-1978) (regresjon,  $p = 0,321$ ), eller for aure frå siste periode (åra 1996-2008) (regresjon,  $p = 0,542$ ). Variasjonen i tilvekst for postsmolt mellom år kunne difor ikkje forklarast med denne indeksen.



Figur 14. Gjennomsnittleg tilbakerekna tilvekst i fyrste til fjerde sjøsommar for aure fanga i Granvinsvassdraget i åra 1972 og 1979 (mørke søyler), og aure fanga i perioden 1999-2009 (lyse søyler). Vertikale liner viser standardavvik.



Figur 15. Fangstdato og tilbakerekna tilvekst i fangstår for aure fanga i Granvinsvassdraget etter andre sjøsommerar.



Figur 16. Gjennomsnittleg tilbakerekna postsmolttilvekst for aure fanga i Granvinsvassdraget i åra 1972, 1979 og perioden 1999-2009. År med mindre enn tre aurar i smoltårgongen er utelate frå figuren. Vertikale liner viser standardavvik

### ***Tilvekst i sjø for aure med ulik smoltalder***

I hovudsak såg det ut til at sjøaure med låg smoltalder har best tilvekst i dei ulike sjøåra (Tabell 5 og 6), men dette varierte. Tilveksten var størst i fyrste sjøår uavhengig av smoltalder. Aure med sjøvandringar i perioden 1968-1978 hadde betre gjennomsnittleg tilvekst som postsmolt for dei ulike smoltaldrane (smoltalder 2-5 år), men skilnaden var ikkje signifikant verken for treårig smolt (Mann-Whitney,  $p = 0,3486$ ) eller fireårig smolt (t-test,  $p = 0,431$ ).

Tabell 5. Gjennomsnittleg tilbakerekna tilvekst (cm) i dei fire fyrste sjøsomrane for sjøaure med ulik smoltalder, fanga i Granvinsvassdraget i 1972 og 1979. n er talet på fiskar som ligg til grunn for berekninga, SD= standardavvik.

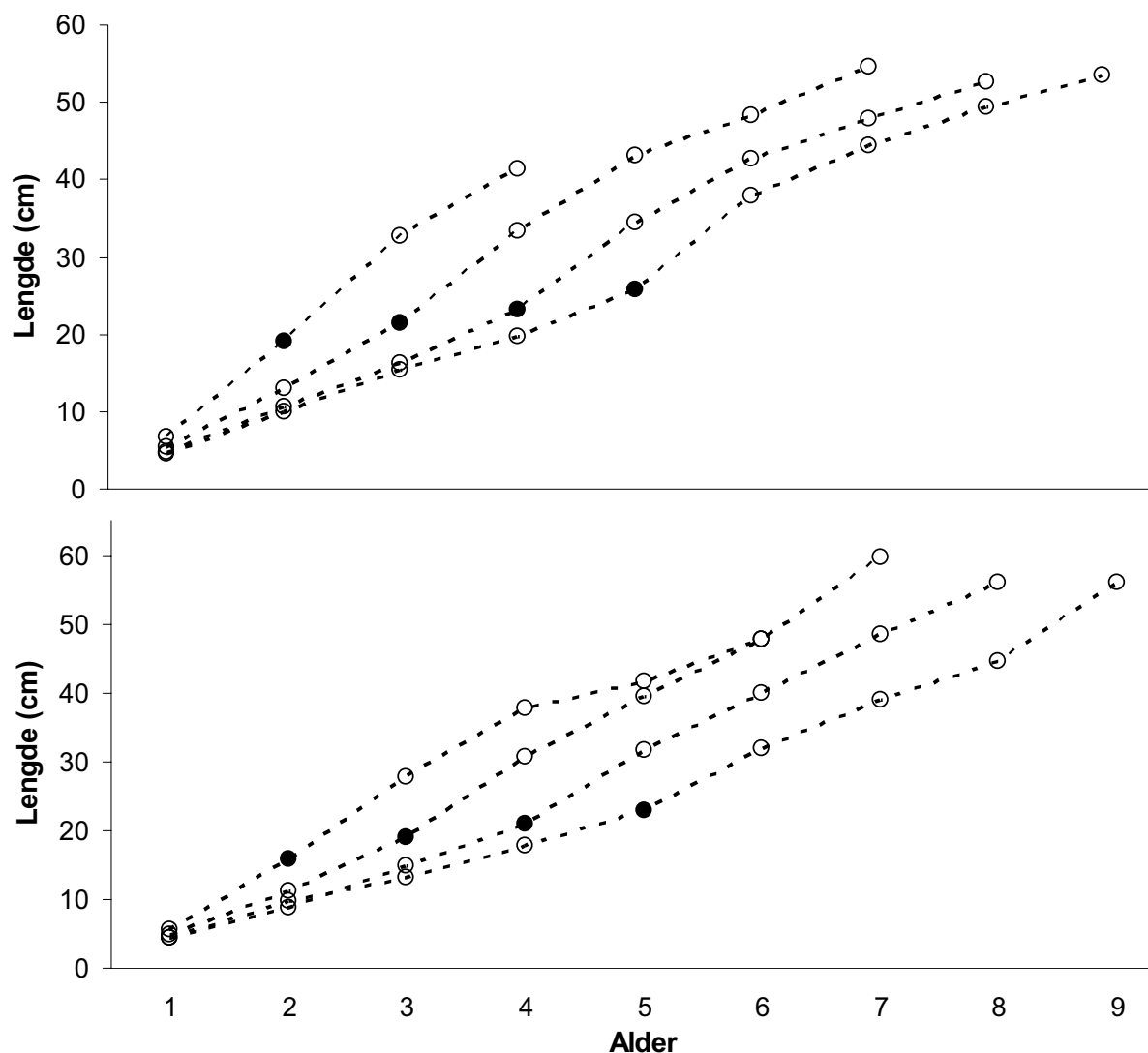
| Sjøsommar | Smoltalder år |     |   |          |     |    |          |     |    |          |     |   |
|-----------|---------------|-----|---|----------|-----|----|----------|-----|----|----------|-----|---|
|           | 2             |     |   | 3        |     |    | 4        |     |    | 5        |     |   |
|           | Tilvekst      | SD  | n | Tilvekst | SD  | n  | Tilvekst | SD  | n  | Tilvekst | SD  | n |
| 1         | 13,6          | 3,8 | 3 | 11,9     | 2,9 | 46 | 11,3     | 2,8 | 55 | 12,1     | 3   | 8 |
| 2         | 9,5           |     | 1 | 9,4      | 4,5 | 37 | 8,1      | 4,2 | 37 | 6,9      | 3,1 | 6 |
| 3         |               |     |   | 6,4      | 3,9 | 13 | 5        | 1,5 | 19 | 5        | 1,5 | 6 |
| 4         |               |     |   | 4,6      | 0,6 | 3  | 5,2      | 1,4 | 11 | 6,2      | 0,6 | 3 |

Tabell 6. Gjennomsnittleg tilbakerekna tilvekst (cm) i dei fire fyrste sjøsomrane for sjøaure med ulik smoltalder, fanga i Granvinsvassdraget i 1999-2009. n er talet på fiskar som ligg til grunn for berekninga, SD= standardavvik.

| Sjøsommar | Smoltalder år |     |   |          |     |    |          |     |    |          |     |   |
|-----------|---------------|-----|---|----------|-----|----|----------|-----|----|----------|-----|---|
|           | 2             |     |   | 3        |     |    | 4        |     |    | 5        |     |   |
|           | Tilvekst      | SD  | n | Tilvekst | SD  | n  | Tilvekst | SD  | n  | Tilvekst | SD  | n |
| 1         | 11,9          | 1,7 | 5 | 11,5     | 4,1 | 22 | 10,7     | 3,5 | 29 | 9,6      | 2,4 | 6 |
| 2         | 10            | 5,8 | 5 | 8,9      | 3,8 | 21 | 9,6      | 3,6 | 22 | 7,4      | 3,6 | 5 |
| 3         | 7             | 2,5 | 3 | 6,8      | 5,2 | 16 | 5,6      | 2,8 | 10 | 6,3      | 2,3 | 3 |
| 4         | 6,1           | 1,2 | 3 | 6,2      | 3,8 | 6  | 4,2      | 2,2 | 7  | 6,7      |     | 1 |

### ***Vekst i ferskvatn og sjø for sjøaure med ulik smoltalder***

Sjøaure med lågast årleg tilvekst i ferskvatn hadde ei større lengde ved utvandring enn fisk som vandra ut ved lågare alder (Figur 17). Ved same sjøalder var fisk med høg smoltalder lengre enn dei med låg smoltalder, men grunna god vekst i ferskvassfasen var tidlig utvandra fisk større ved samme totale alder. Lengde ved utvandring var større for fisk med sjøvandringar i fyrste periode (1968-1979), enn fisk i andre periode (1994-2009). Aure med smoltalder tre og fire år hadde signifikant betre vekst i fyrste periode, og sjøaure med smoltalder 3 år var i gjennomsnitt 2,4 cm lenger ved utvandring i fyrste periode enn i andre periode (t-test,  $p = 0,011$ ). Tilsvarende var fireårig smolt 2,3 cm lenger i fyrste periode (Mann-Whitney,  $p = 0,0219$ ).



Figur 17. Tilbakerekna vekst i ferskvatn og sjø for aure fanga i Granvinsvassdraget i 1972 og 1979 (øvtst), og i 1999-2009 (nedst) for aure med ulik smoltalder (2-5 år). Fylte sirklar markerer smoltalder.

## Diskusjon

I Granvinsvassdraget var den gjennomsnittlege tilveksten i ferskvatn for parr av sjøaure betre i 1964-1978 enn i perioden 1990-2008. Særleg var det tilveksten i andre ferskvassår som peika seg ut med signifikant skilnad mellom periodane. Grunna betre tilvekst var sjøauren som var fanga på 70-talet lenger etter same opphaldstid i ferskvatn, og hadde større lengder ved utvandring. Det var likevel stor variasjon i tilvekst mellom aureungane innan kvar enkelt periode. Årsaken til denne variasjonen kan vere påverknad frå ulike miljøfaktorar, som kan variere mellom år og mellom habitat. Dessutan tilbyr Granvinsvassdraget ulike mikrohabitat, og i fylgje Økland et al. (1993) kan eit stort tilbod av ulike habitat gje stor variasjon i parrvekst. Tidlegare undersøkingar utført i Granvinsvassdraget har vist at tilveksten på

ungestadiet er tydeleg betre i Granvinselva enn i Storeelva (Haukanes 1976; Nilsen 1981; Kålås & Sægrov 2007). Oppvekst i ulike deler av vassdraget kan difor vera med å forklare mykje av variasjonen i tilvekst innan kvar periode, og kan påvirke resultatet for samanlikning mellom periodane dersom auren i materialet stamma frå ulike delar av vassdraget, og dette var ujamnt fordelt i dei to periodane.

Det er kjent at aure med ulik tilvekst smoltifiserar ved ulik alder (Jonsson 1985), og dette vart også funne i Granvin. Auren med den største årlege tilveksten i ferskvatn gjennomgjekk smoltifisering ved ein lågare alder og ved kortare lengd enn aure med låg årleg tilvekst. I fylgje Jonsson (1985) vil veksthastigheit på parrstadiet påverke smoltalderen på auren, og jo raskare parren veks, desto lågare vil smoltalderen vere. Rasktveksande parr vil vanlegvis ha ei mindre lengde ved utvandring enn det parr med sein vekst har (Økland et al. 1993).

Trass i ein betre samla vekst i ferskvassfasen for auren i 1964-1978 vart det ikkje funne endring i den gjennomsnittlege smoltalderen mellom periodane. Dette kan tyde på at auren framleis har ein ferskvassvekst som er god nok for å oppnå nødvendig storleik for smoltifisering ved same alder som før, men det er uråd å vite kor stor del av bestanden dette gjeld for. Sidan aure med ferskvassvekst i 1990-2008 hadde mindre storleik under utvandring, kan dette ha ført til lågare overleving under vandring og sjøopphald. Det osmotiske stresset er i fylgje Hoar (1976) større for små enn for store smolt, og sannsynet for predasjon på fisk med mindre storleik er truleg større (Jonsson & Jonsson 2009a).

Sidan vasstemperatur vert rekna som ein av dei faktorane som i størst grad påverkar vekst hos fisk (Elliott 1975; Jensen 1990), vil det med sikkerheit også påverke tilveksten på auren i Granvinsvassdraget. I fylgje Jensen (1990) vil vasstemperaturen gjennom fyrste del av sommaren vere generelt bestemmende for årleg tilvekst hjå ungfisken, sidan størstedelen av veksten skjer tidleg i fyrste halvdel av sommaren. I Granvinsvassdraget varierte tilveksten i andre ferskvassår mellom år, men denne variasjonen kunne likevel ikkje forklarast med variasjon i indeksane for temperatur i vassdraget, det vil seie snødjupn i fjellet fyrste juni og lufttemperatur (på Flesland) i juni, juli og august. Data på vasstemperatur i vassdraget finst ikkje, og indeksane er sjølvstøtt berre eit grovt mål på faktorar som påverkar vasstemperaturen i området. Det er ikkje sikkert at lufttemperaturen målt på Flesland kan korrelerast til vasstemperaturen i Granvinsvassdraget, eller at bidraget frå snøsmelting tidleg på sommaren er stort nok til å påverke vasstemperaturen nemneverdig. Sidan Granvinsvassdraget er

klassifisert som eit låglandsvassdrag (Sægrov et al. 1996), vil truleg smeltevatnet frå dei høgareliggjande delane også verte oppvarma før det når lågareliggjande deler.

Ved sida av vassstemperatur er næringstilgong viktigaste faktor for fiskevekst (Elliott 1975), og endringa i tilvekst på parrstadiet mellom dei to samanlikna periodane kan og vera påverka av næringstilgongen. Truleg er Granvinsvatnet viktig som oppvekstområde for parren i vassdraget, særleg for aure gytt i Storeelva. I Vossovassdraget var aureparr i same aldersgruppe fanga i Vangsvatnet tydeleg større enn parr frå elvane (Jonsson 1985). At smolten i Granvinsvassdraget er såpass stor som den er (gjennomsnitt: 22,6 cm i fyrste periode, 20,3 cm i andre periode) kan tyda på at aureungane utnyttar Granvinsvatnet gjennom deler av ferskvassopphaldet, og at dei grunna betre vekst oppnår større lengder før utvandring enn det som er funne for smolten i nærliggjande vassdrag utan innsjøar (Urdal 2006). I fylgje Jonsson (2000) vil aureungar gradvis vandre ut i innsjøar om det er tilgong til det, og det ser ut til å vere dei mest rasktveksande ungane som har ei slik vandring (Forseth et al. 1999).

Etter at røya vart påvist fyrste gong i Granvinsvassdraget i 1967, vart det sett i gong utfisking, men dette fisket avtok etter 1980 fordi røya vart så lita (Sægrov 1993). Truleg var sjøauren som hadde parrvekst i 1964-1978 i Granvinsvatnet lite påverka av konkurranse med røye. Derimot kan auren med parrvekst i vatnet i 1990-2008 ha vore påverka av redusert næringstilgong grunna stor røyebestand. Dersom mange parr veks opp i Granvinsvatnet, er det mogleg at den observerte vekstreduksjonen kan forklarast med dette. Det er vist at både røye og aure veks dårlegare når dei førekjem saman enn om dei opptrer i allopatriske bestandar (Langeland et al. 1995). Om næringstilhøva i Storeelva har endra seg mellom dei to periodane er usikkert, men i utlaupselva frå Granvinsvatnet, Granvinselva, kan det ha skjedd større endringar etter at røyebestanden vart dominerande. Det kan ha vorte mindre drift frå vatnet både fordi røya er ein meir effektiv dyreplanktonetar enn aure og vil kunna nytta dyreplanktonet i den frie vassmassen godt, og fordi røyebestanden er stor (Svårdson 1976; Klemetsen & Amundsen 2000). Lillehammer (1964; 1973a; 1973b) fann at mengda av organismar som vart ført ut av Suldalsvatn hadde stor betydning for samansetjinga av botnfaunaen, og at tilførsel av zooplankton var viktig næring for ungfisk av laks og sjøaure. Det kan godt vera liknande tilhøve i Granvinsvassdraget, og ein effekt av at røya er etablert i Granvinsvatnet kan då vera at tilgjengeleg dyreplanktondriv frå Granvinsvatnet og kanskje og botndyr som tidlegare utnytta dyreplanktondrivet har vorte redusert. Dermed har aureungane med oppvekst i Granvinselva også fått mindre tilgjengeleg mat.

Redusert vekst kan ha ført til at ein mindre del av bestanden har vandra til sjø, sidan auren sin livshistoriestrategi delvis avheng av veksthastigheit ved at ”val” av stasjonær eller anadrom livshistorie er tett kopla til alder ved smoltifisering og kjønnsmogning (Jonsson 1985). Det vil seie at dersom tilveksten vert så dårleg at auren ikkje når høveleg storleik innan ei gjeven tid, vil den kjønnsmogne som stasjonær i staden for å føreta sjøvandringar. Etter at røya etablerte seg har truleg ein del av aurebestanden byrja å nytte stingsild og røye som førfisk, noko som også vart påpeika av Kålås & Sægrov (2007). Fiskeetande aure kan ved tilgong på trepigga stingsild gå tidleg over på fiskediett (L'Abée-Lund et al. 1992), og om det er mykje småaure og røye vil dette gje gunstige veksttilhøve. Undersøkingar på sjøoverleving i midtre Hardangerfjord har vist at denne er langt under det som er normalt (Otterå et al. 2004), og dersom sjøoverlevinga også er låg for auren i Granvinsvassdraget er det mogleg at den stasjonære fiskeetande auren har ein høgare samla reproduksjon, og at denne bestandsdelen har auka. Saman med redusert produksjonspotensiale og vekst grunna konkurranse med røye, vil ei slik dreining av bestanden kunne vere med på å bidra til at bestandsdelen av sjøaure går ned. Dette kan i tillegg til låg sjøoverleving vere med på å forklare den kraftige nedgangen i fangstar av sjøaure i Granvinsvassdraget.

I sjøfasen hadde sjøaurane i Granvinsvassdraget størst tilvekst fyrste sommar i sjø, med gjennomsnittleg vekst på 11,7 cm i 1968-1978 og 11,2 cm i 1994-2008. Etter dette avtok tilveksten til omlag ni cm i andre sjøår og omlag fem cm i tredje og fjerde sjøår. For dei fire fyrste sjøåra vart det ikkje funne signifikante skilnadar i tilvekst mellom dei to periodane. Postsmoltveksten for aure fanga i Granvinselva i 1982 (L'Abée-Lund et al. 1989) var om lag den same (11,8 cm) som postsmoltveksten funnen i denne undersøkinga. Til samanlikning fann Jonsson (1985) at umogen sjøaure i Vangsvatnet på Voss hadde ein gjennomsnittleg tilvekst på 13 cm i fyrste sjøår, 10,3 cm i andre sjøår og 7,8 cm i tredje sjøår. Ein av årsakene til at Jonsson (1985) fann høgare tilvekst i andre og tredje sjøår kan komme av at det ikkje vart skild mellom kjønnsmogne og umogne individ i materialet frå Granvinsvassdraget, og at dette har påverka resultatet, sidan kjønnsmoden sjøaure har klart dårlegare tilvekst enn umogen sjøaure (Jonsson 1985; L'Abée-Lund et al. 1989). Tilveksten i fyrste sjøår kan også ha vorte påverka av dette, men truleg i liten grad sidan få aurar vert kjønnsmogne før fyrste sjøår ved desse breiddegradene (Jonsson & L'Abée-Lund 1993).

Tilveksten i fangståret for aure med same sjøalder auka dess lenger ut i sesongen auren vart fanga, noko som indikerte at dess lenger sjøopphaldet er, dess betre vil tilveksten vere.

I fylgje Berg & Jonsson (1990) førte lange vekstsesongar i sjø til ei auke i tilvekst, både i lengde og vekt for aure frå Vardneselva.

Den gjennomsnittlege tilveksten for aure i sjøen varierte med smoltalderen, og indikerte at sjøaure med låg smoltalder, og med det kortare gjennomsnittleg smoltlengd, hadde den beste tilveksten i dei ulike sjøåra. Sjølv om det ikkje vart funne signifikant samanheng mellom smoltlengde og tilvekst i fyrste sjøsommar, vil små smolt generelt auke meir i lengde enn større smolt (Jonsson 2000). Vidare såg det ut til at auresmolten som var stor ved utvandring, hadde større lengder ved tilbakevandring til elv etter fyrste sjøår, noko som fell saman med det Elliott (1985) fann for migrerande aure frå ei elv i Lake District i England. Uavhengig av smoltalder var tilveksten størst i fyrste sjøår. Dette vert støtta av andre studier (Jonsson 1985; Berg & Jonsson 1990; Jonsson & Jonsson 2009a), og i fylgje Jonsson (2000) avtek lengdeauken i sjøen med aukande storleik og sjøalder.

Sidan samanlikninga av sjøtilvekst mellom aure fanga i 1972 og 1979 og aure fanga i 1999-2009 ikkje viste signifikante skilnadar, er det mogleg at miljøendringane ikkje har påverka tilveksten negativt for dei fanga aurane. Sidan Granvinsfjorden ligg langt inne i fjordsystemet i eit område utan oppdrettsanlegg, er påverknaden frå lakselus truleg mindre her enn i midtre og ytre del av Hardangerfjorden. Walle (2008) fann at det var ein lågare andel aure med lus i indre del av Hardangerfjorden (Eidfjorden, Sørfjorden og Granvinsfjorden), enn i midtre (Uskedalen til Øystese) og ytre del (Etnefjorden) i åra 2005, 2006 og 2007. Dette vart óg funne under lakselusovervakinga i 2008 og 2009, då det kom fram at påslaga av lakselus var låge i Granvinsfjorden samanlikna med Etne og Rosendal som ligg i midtre og ytre del av fjordsystemet, og det vart hevda at infeksjonstrykket var så lågt i Granvinsfjorden at bestanden ikkje vart negativt påverka (Bjørn et al. 2009; Bjørn et al. 2010). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure til elver viste at det vart fanga få luseskadde sjøaurar i Folkedalselva som renn ut i Granvinsfjorden i åra 2000-2009 (Kålås & Urdal 2001; 2002; 2003; 2004a; 2004b; 2005; 2007; 2008; Kålås et al. 2008; Kålås et al. 2009). I same periode vart det fanga eit høgare tal sjøaurar med lakselusinfeksjonar i andre elvar i midtre og ytre Hardangerfjorden. Eit anna bilete vart funne under undersøkingar utført på 1990-talet, då det vart observert mykje prematur tilbakevandra sjøaure med store lakselusinfeksjonar i elveosar, også i indre Hardanger (Kålås & Urdal 2001). I slutten av mai i 1995 var det i gjennomsnitt over 2000 lakselus på aurar fanga i Granvinselva (Birkeland 1998), og det vart i 1999 funne høg lakselusinfeksjon på tilbakevandra aure i Folkedalselva og Kvanndalselva

(Kålås et al. 2000). Samla viste undersøkingane på tilbakevandring sjøaure at det var større årlege infeksjonar av lakselus i indre Hardangerfjord frå tidleg på 90-talet og fram til år 2000 enn det som er funne seinare. Dette kan truleg forklarast med at det vart teke i bruk nye behandlingstøff og metodar for bekjemping av lakselus, og at situasjonen generelt har betra seg i Hardangerfjorden, sjølv om biomassen av oppdrettsfisk har auka (Kålås & Urdal 2004b). Likevel er det framleis så høgt infeksjonsnivå i dei oppdrettstunge områda av fjorden at det gjev negative effektar på individ- og bestandsnivå (Bjørn et al. 2010). I midtre- og ytre delar av fjorden har dei observerte infeksjonane på sjøaure dei siste åra vore så høge at dei må ha hatt store påverknader på overleving og kondisjon for sjøauren (Skaala et al. 2009; Bjørn et al. 2010). Trass i dei høge infeksjonane i denne regionen har det vorte vist i eit infeksjonsforsøk i kar, at sjøaure frå Guddalselva i midtre del av Hardangerfjorden vart mindre infisert av lakselus enn sjøaure både frå elva Sima i indre del av fjorden og elva Fortun i indre del av Sognefjorden (Glover et al. 2003). Det vart føreslege at dette kom av genetiske skilnader mellom bestandar med omsyn til lakseluspåslag.

At lakselussituasjonen i indre del er betre avheng truleg av at dei få anlegga som ligg der klarer å halde lusetala på eit lågt nivå, og at tilførsel av vassmassar og lus frå midtre og ytre del av fjorden er begrensa (Øystein Skaala pers. medd.). I materialet som ligg til grunn for denne oppgåva var det få aurar som hadde vandringar til sjø i 1994-1999, og desse påverka truleg lite i samanlikninga av tilvekst mellom periodane. Moglege effektar på vekst grunna dei store lakselusinfeksjonane på 90-talet kom difor dårleg fram i det samla materialet frå sjøaure fanga i 1999-2009, og truleg har sjøoverlevinga vore låg i perioden på 90-talet. Om det er slik at sjøauren frå indre fjorddelar har lågare motstandsevne mot lakselus (Glover et al. 2003), kan dødelegheita ha vore særleg høg for auren frå Granvinsvassdraget i denne perioden.

Dersom auren frå Granvinsvassdraget oppheld seg i Granvinsfjorden og indre deler av Hardangerfjorden, og vasstilførsel frå midtre og ytre del er låg, vil den truleg vere mindre utsett for påslag av lakselus enn om den føreteik lengre sjøvandringar til dei oppdrettstunge områda. I Vardneselva på øya Senja vart 50 prosent av sjøaurane fanga innan tre km frå elvemunninga (Berg & Berg 1987), medan hovuddelen av sjøaurar merkte i elva Istra vart gjenfanga innan 10-15 km frå utlaupet til Romsdalsfjorden (Jensen 1968). I fylgje Jonsson (2000) vil få aurar vandre lenger enn 30-40 km frå utlaupet av oppvekstelva. Om overlevinga for Granvinsaure med lang sjøvandring er låg grunna lakselusinfeksjonar, kan desse vere

underrepresentert i fangstane og dermed ikkje gje noko bilete på lakselusinfeksjonane sine effektar på sjøvekst. Generelt vil sjøaurane som vert fanga i Granvinsvassdraget under oppvandring, truleg vere av dei som har klart seg best i sjøfasen, og difor kan den delen av bestanden som har vorte hardt råka av lakselusinfeksjonar, vere dårleg representert i materialet.

Sjøtemperatur er truleg ein viktig påverkande faktor på tilvekst i sjø (Jonsson & Jonsson 2009b), og for laks ser det ut til at temperatur i stor grad er med på å påverke variasjonar i vekst for postsmolten (Friedland et al. 2000). Den optimale temperaturen for maksimalt matinntak og vekst varierer mellom aurebestandar, og denne temperaturen ser ut til å liggje nær gjennomsnittstemperaturen i områda der fisken finn næring om sommaren (Forseth et al. 1995). For sjøaure ser det difor ut til at sjøtemperaturen er viktigare enn ferskvass-temperaturen. Aure frå Lærdalselva hadde den beste veksten og det største matinntaket ved ein temperatur på 16 °C, og dette stemde godt overeins med den gjennomsnittlege sjøtemperaturen som vart funnen til å vere 15,8 °C (Forseth et al. 1995). Variasjonen i postsmoltvekst kunne ikkje forklarast med gjennomsnittleg havtemperatur ved Ytre Utsira. Årsaken til at det ikkje vart funne nokon positiv samanheng mellom høge sjøtemperaturar og postsmoltvekst kan vere at tilveksten er best ved ein sjøtemperatur som ligg rundt gjennomsnittet for fjorden, og at både høge og låge temperaturar gjev dårleg vekst. Det er heller ikkje sikkert at havtemperaturen ved Ytre Utsira var ein god nok indikator for å vise variasjonen i sjøtemperatur innerst i Hardangerfjorden, men heller ikkje for sjøaure frå Vardneselva vart det funne korrelasjon mellom tilvekst og sjøtemperatur, og variasjonen i tilvekst vart forklart med lengda på sjøoppshaldet (Berg & Jonsson 1990). Truleg er det vanskeleg å forklare vekstendringar i sjø med sjøtemperatur aleine, sidan det er eit sett av miljøparametrar som kan påverke tilveksten. Mattilgongen, som til dømes mengde brisling (*Sprattus sprattus*), vil variere mellom år og det same vil infeksjonstrykket av lakselus gjere. Det er mogeleg at den dårlege sjøveksten i åra 1996 og 1997 kan ha komme av den høge lakselusinfeksjonen som i fylgje Kålås & Urdal (2001) vart observert i desse åra, og at tidleg tilbakevandring førte til redusert vekst for dei individa som overlevde. Samtidig er det lite kunnskap om kor stor del av bestanden som vert ramma av lakselusinfeksjonar i dei enkelte år (Birkeland 1998), og det er nødvendig med betre målingar på infeksjonstrykk om ein skal kunne teste samanheng mellom dette og tilvekst. Det er og mogeleg at den dårlege tilveksten i 1996 og 1997 kan ha kome av ugunstige temperaturtilhøve for vekst, eller at faktorane har virka saman. I fylgje målingane ved Ytre Utsira var havtemperaturen i 1996 tydeleg lågare

enn gjennomsnittet for perioden, medan temperaturen i 1997 var svært høg (augustmålinga). Vidare var tilveksten i fyrste sjøår i 1999 om lag som gjennomsnittet for perioden 1994-2008 trass i at det vart funne høge infeksjonar av lakselus på tilbakevandra postsmolt også dette året. Havtemperaturen dette året låg nærare normalen, og det kan tyde på at effektar som verkar negativt på tilvekst kan verte kamuflert av positive effektar som gunstige temperaturtilhøve eller god mattilgong.

## Konklusjon

Det ser ut som om ferskvassveksten for sjøaure i Granvinsvassdraget har gått ned etter at røyebestanden vart stor i Granvinsvatnet. Dette tyder på at næringstilbodet har endra seg som fylgje av konkurranse med røye, og det har truleg vorte mindre tilgjengeleg mat for auren i både vatnet og elvestrekninga nedom. Det reduserte mattilbodet kan ha gjeve høgare dødelegheit på aureungane, endringar i livshistorien til auren og ført til at ein mindre del av bestanden vandrar til sjø. På samme tid kan det gode tilbodet av røye som førfisk ha gjeve gunstige næringsforhold for stasjonær fiskeetande aure, og dersom gevinsten med eit slik levesett er større enn å vandre til sjø, kan denne bestandsandelen ha auka. Nedgongen i fangstar av sjøaure på 80-talet i Granvinsvassdraget kan derfor skuldast effektar på aurebestanden etter innføring av røye i Granvinsvatnet, ved at det er produsert færre smolt som dermed har gjeve ein mindre sjøaurebestand. Dette kan også ha bidrege til den meir dramatiske nedgongen i bestanden på 90-talet, fordi redusert smoltproduksjon i tillegg til redusert sjøoverleving, som fylgje av auka lakselusinfeksjonar, har gjeve yttarlegare lågare tal på sjøaure tilbakevandra til vassdraget. For sjøfasen vart det ikkje funne endringar i tilveksten før og etter at oppdrettsnæringa fekk stort omfang. Dette kan dels forklarast med at Granvinsfjorden som ligg i indre del av fjordsystemet truleg er mindre belasta med lakselus enn midtre og ytre delar, og dels med at aurane som er hardast råka av lakselusinfeksjonar vil vere underrepresentert i fangstane. Mellomårs-variasjonar i tilvekst kunne ikkje forklarast med havtemperaturen målt på Ytre Utsira, og generelt er det vanskeleg å forklare vekstendringar utan å ha gode mål på miljøfaktorar som påverkar tilveksten. Positive effektar som gunstig sjøtemperatur og god mattilgong kan ha kamuflert ein eventuell negativ påverknad frå lakselus.

## Litteratur

- Anon. (2010). *SeNorge*. Tilgjengelig fra: <http://www.senorge.no/mappage.aspx> (lest 30.03.2010).
- Austrud, T. (1994). Vassbruksplan for Granvinsvassdraget. Status. Mål. Tiltak. Granvin: Granvin Herad. 28 s.
- Berg, O. K. & Berg, M. (1987). Migrations of sea trout (*Salmo trutta* L.) from the Vardnes River in northern Norway. *Journal of Fish Biology*, 31: 113-121.
- Berg, O. K. & Jonsson, B. (1990). Growth and survival rates of the anadromous trout, *Salmo trutta*, from the Vardnes River, northern Norway. *Environmental Biology of Fishes*, 29: 145-154.
- Birkeland, K. (1996). Consequences of premature return by sea trout (*Salmo trutta*) infested with the salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* Krøyer): migration, growth, and mortality. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 2808-2813.
- Birkeland, K. (1998). Registrering av lakselus på sjørret og oppdrettslaks i Hardangerfjorden og på Sotra 1995-1997; effekter av regional våravlusning i Hardangerfjorden. Bergen: Zoologisk Institutt - Universitetet i Bergen. 21 s.
- Bjørklund, A. E. & Brekke, E. (2000). Vassdrag i Hordaland 2000. Beskrivelse av vannkvalitet i 26 utvalgte vassdrag. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 436. 115 s.
- Bjørn, P. A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø., Boxaspen, K. & Øverland, T. (2009). Nasjonal lakselusovervåkning 2008 på ville bestander av laks, sjørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning, NINA-Rapport 447. 52 s.
- Bjørn, P. A., Finstad, B., Nilsen, R., Uglem, I., Asplin, L., Skaala, Ø. & Hvidsten, N. A. (2010). Nasjonal lakselusovervåkning 2009 på ville bestander av laks, sjørret og sjørøye langs Norskekysten samt i forbindelse med evaluering av nasjonale laksevassdrag og laksefjorder. Trondheim: Norsk institutt for naturforskning, NINA-Rapport 547. 50 s.
- Borgstrøm, R. (2000). Bestandsanalyser. Alder, vekst og dødelighet. s. 179-193 I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann: et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*. Oslo: Landbruksforlaget.

- Dahl, K. (1910). *Alder og vekst hos laks og ørret belyst ved studiet av deres skjæl*. Kristiania: Centraltrykkeriet. 115 s.
- Elliott, J. M. (1975). The growth rate of brown trout (*Salmo trutta* L.) fed on maximum rations. *Journal of Animal Ecology*, 44: 805-821.
- Elliott, J. M. (1976a). Body composition of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to temperature and ration size. *Journal of Animal Ecology*, 45: 273-289.
- Elliott, J. M. (1976b). The energetics of feeding, metabolism and growth of brown trout (*Salmo trutta* L.) in relation to body weight, water temperature and ration size. *Journal of Animal Ecology*, 45: 923-948.
- Elliott, J. M. (1985). Growth, size, biomass and production of different life-stages of migratory trout *Salmo trutta* in a Lake District stream. *Journal of Animal Ecology*, 54: 985-1001.
- Finstad, B., Bjørn, P. A., Grimnes, A. & Hvidsten, N. A. (2000). Laboratory and field investigations of salmon lice [*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer)] infestation on Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) post-smolts. *Aquaculture Research*, 31: 795-803.
- Forseth, T., Jonsson, B. & Damsgård, B. (1995). Næringsopptak og vekst hos fiskeetende ørret. s. 71-77. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J. H. (red.) *Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting*. Oslo: Norges forskningsråd.
- Forseth, T., Næsje, T. F., Jonsson, B. & Harsaker, K. (1999). Juvenile migration in brown trout: a consequence of energetic state. *Journal of Animal Ecology*, 68: 783-793.
- Friedland, K. D., Hansen, L. P., Dunkley, D. A. & MacLean, J. C. (2000). Linkage between ocean climate, post-smolt growth, and survival of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the North Sea area. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 419-429.
- Glover, K. A., Skaala, Ø., Nilsen, F., Olsen, R., Teale, A. J. & Taggart, J. B. (2003). Differing susceptibility of anadromous brown trout (*Salmo trutta* L.) populations to salmon louse (*Lepeophtheirus salmonis* (Krøyer, 1837)) infection. *ICES Journal of Marine Science*, 60: 1139-1148.
- Haukanes, J. E. (1976). *Undersøking av eit par bestander av aure (Salmo trutta L.) i indre Hardanger, med særleg vekt på alder og veksttilhøve*. Bergen: Hovedoppgåve i spesiell zoologi - Universitetet i Bergen. 115 s.
- Havforskningsinstituttet. (2010). *Faste hydrografiske stasjoner langs norskekysten*. Bergen. Tilgjengelig fra: <http://www.imr.no/forskning/forskningsdata/stasjoner/> (lest 12.04.2010).

- Hoar, W. S. (1976). Smolt transformation: evolution, behavior, and physiology. *Journal of the Fisheries Research Board of Canada*, 33: 1233-1252.
- Hobæk, A. (1994). Enkel overvaking av vannkvalitet i Granvinvassdraget 1992-1993. Bergen: Norsk institutt for vannforskning, NIVA-Rapport. 23 s.
- Jensen, A. J. (1990). Growth of young migratory brown trout *Salmo trutta* correlated with water temperature i Norwegian rivers. *Journal of Animal Ecology*, 59: 603-614.
- Jensen, K. W. (1968). Seatrout (*Salmo trutta* L.) of the River Istra, Western Norway. *Report Institute of Freshwater Research Drottningholm*, 48: 187-213.
- Johnsen, G. H., Lehmann, G. B. & Bjørklund, A. (1992). Tilstand og status for vatn og vassdrag i Hordaland. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 62. 75 s.
- Johnsen, G. H., Sægrov, H., Urdal, K. & Kålås, S. (2007). Hardangerfjorden. Økologisk status 2007 og veien videre. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 1052. 55 s.
- Jonsson, B. (1985). Life history patterns of freshwater resident and sea-run migrant brown trout in Norway. *Transactions of the American Fisheries Society*, 114: 182-194.
- Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J. H. (1993). Latitudinal clines in life-history variables of anadromous brown trout in Europe. *Journal of Fish Biology*, 43 (supplement A.): 1-16.
- Jonsson, B. (2000). Sjøaure. s. 50-59. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann. Et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (2009a). Migratory timing, marine survival and growth of anadromous brown trout *Salmo trutta* in the River Imsa, Norway. *Journal of Fish Biology*, 74: 621-638.
- Jonsson, B. & Jonsson, N. (2009b). A review of the likely effects of climate change on anadromous Atlantic salmon *Salmo salar* and brown trout *Salmo trutta*, with particular reference to water temperature and flow. *Journal of Fish Biology*, 75: 2381-2447.
- Klemetsen, A. & Amundsen, P.-A. (2000). Fiskesamfunn i nord-norske innsjøer. s. 89-101. I: Borgstrøm, R. & Hansen, L. P. (red.) *Fisk i ferskvann: et samspill mellom bestander, miljø og forvaltning*. Oslo: Landbruksforlaget.
- Kålås, S., Birkeland, K. & Elnan, S. (2000). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure i Rogaland og Hordaland sommaren 1999. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 430. 37 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2000). Ungfiskundersøkingar i Granvinselva, Jondalselva og Opo vinteren 1999/2000. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 469. 32 s.

- Kålås, S. & Urdal, K. (2001). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2000. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 483. 44 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2002). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2001. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 535. 43 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2003). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Vest-Agder, Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2002. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 631. 39 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2004a). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2003. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 694. 38 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2004b). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2004. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 761. 40 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2005). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland og Hordaland sommaren 2005. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 855. 28 s.
- Kålås, S. & Sægrov, H. (2007). Ungfiskundersøking i Granvinelva og Storelva i Granvin hausten 2005. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 969. 25 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2007). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2006. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 975. 39 s.
- Kålås, S. & Urdal, K. (2008). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2007. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 1081. 40 s.
- Kålås, S., Urdal, K. & Sægrov, H. (2008). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2008. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 1154. 43 s.
- Kålås, S., Urdal, K. & Sægrov, H. (2009). Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandrande sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2009. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 1275. 43 s.
- L'Abée-Lund, J. H. & Næsje, T. F. (1986). Undersøkelser av ørretbestandene i Granvinvatnet og Eidfjordvatnet høsten 1982. Trondheim: DN, Stensil fiskeforskningen. 21 s.

- L'Abée-Lund, J. H., Jonsson, B., Jensen, A. J., Sættem, L. M., Heggberget, T. G., Johnsen, B. O. & Næsje, T. F. (1989). Latitudinal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *Journal of Animal Ecology*, 58: 525-542.
- L'Abée-Lund, J. H., Langeland, A. & Sægrov, H. (1992). Piscivory by brown trout *Salmo trutta* (L.) and Arctic charr *Salvelinus alpinus* (L.) in Norwegian lakes. *Journal of Fish Biology*, 41: 91-101.
- Langeland, A., L'Abée-Lund, J. H. & Jonsson, B. (1995). Ørret- og røyesamfunn. Habitatbruk og konkurranse. s. 35-43. I: Borgstrøm, R., Jonsson, B. & L'Abée-Lund, J. H. (red.) *Ferskvannsfisk. Økologi, kultivering og utnytting*. Oslo: Norges forskningsråd.
- Lea, E. (1910). On the methods used in herring investigations. *Publications de Circonstance Conseil permanent International pour l'exploration de la Mer*, 53: 7-25.
- Lillehammer, A. (1964). *Bunn- og drivfaunaen, deres betydning som føde for yngel av laks og ørret i Suldalslågen og Storelva*. Oslo: Hovedoppgave i Zoologi - Universitetet i Oslo. 75 s.
- Lillehammer, A. (1973a). An investigation of the food of one to four month old salmon fry (*Salmo salar* L.) in the river Suldalslågen, West Norway. *Norwegian Journal of Zoology*, 21: 17-24.
- Lillehammer, A. (1973b). Notes of the feeding relationships of trout (*Salmo trutta* L.) and salmon (*Salmo salar* L.) in the river Suldalslågen, West Norway. *Norwegian Journal of Zoology*, 21: 25-28.
- Meteorologisk institutt. (2010). *eKlima*. Oslo. Tilgjengelig fra: [www.eklima.no](http://www.eklima.no) (lest 01.03.2010).
- Nilsen, M. (1981). 10-års verna vassdrag i Vest-Norge. Granvinvassdraget. Bergen: Fiskerikonsulentene i Vest-Norge. 26 s.
- Otterå, H., Skilbrei, O., Skaala, Ø., Boxaspen, K., Aure, J., Taranger, G. L., Ervik, A. & Borgstrøm, R. (2004). Hardangerfjorden - produksjon av laksefisk og effekter på de ville bestandene av laksefisk. *Fisken og Havet 2004* (3): 1-43.
- Skaala, Ø., Finstad, B., Kålås, S., Bjørn, P. A., Barlaup, B., Heuch, P. A. & Bjørge, A. (2009). Hardangerfjorden, på utsida av rammene for berekraftig oppdrett? *Kyst og havbruk 2009*: 64-67.
- Skilbrei, O. T. & Wennevik, V. (2006). Survival and growth of sea-ranched Atlantic salmon, *Salmo salar* L., treated against sea lice before release. *ICES Journal of Marine Science*, 63: 1317-1325.

- Skoglund, H., Barlaup, B. T., Lehmann, G. B., Wiers, T., Gabrielsen, S. E. & Sandven, O. R. (2008). Gytefisktellinger i 18 vassdrag i Hardangerfjordsystemet 2004-2007 - bestandsstatus for villfisk og innslag av rømt oppdrettslaks. Bergen: Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI-Unifob) - Universitetet i Bergen, Rapport 151. 38 s.
- Statens kartverk. (2010). *Statens kartverk*. Hønefoss. Tilgjengelig fra: <http://kart.statkart.no/adaptive2/> (lest 11.03.2010).
- Svärdson, G. (1976). Interspecific population dominance in fish communities of Scandinavian lakes. *Report Institute of Freshwater Research Drottningholm*, 55: 144-171.
- Sægrov, H. (1993). Prøvefiske i Granvinvatnet , 11.-12. juni 1993. Bergen: Zoologisk Institutt, Økologisk avdeling - Universitetet i Bergen. Notat. 4 s.
- Sægrov, H., Johnsen, G. H. & Urdal, K. (1996). Fagleg grunnlag for "Driftsplan for Granvinsvassdraget". Bergen: Rådgivende biologer AS, Rapport 204. 39 s.
- Tesch, F. W. (1971). Age and growth. s 98-130. I: Ricker, W. E. (red.) *Methods for assessment of fish production in fresh waters*. Nanaimo: F.A. Davis Company.
- Urdal, K. (2006). Analysar av skjelpørvar frå sportsfiske i Hordaland i 2005. Bergen: Rådgivende Biologer AS, Rapport 918. 37 s.
- Walle, G. (2008). *Sjøaure (Salmo trutta) i Hardangerfjorden - Lakselusinfeksjon, vekst og diett i eit fjordsystem med stor oppdrettsaktivitet*. Ås: Masteroppgåve ved Institutt for naturforvaltning - Universitetet for Miljø- og Biovitenskap. 25 s.
- Wells, A., Grierson, C. E., Marshall, L., MacKenzie, M., Russon, I. J., Reinardy, H., Sivertsgård, R., Bjørn, P. A., Finstad, B., Bonga, S. E. W., et al. (2007). Physiological consequences of "premature freshwater return" for wild sea-run brown trout (*Salmo trutta*) postsmolts infested with sea lice (*Lepeophtheirus salmonis*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 64: 1360-1369.
- Økland, F., Jonsson, B., Jensen, A. J. & Hansen, L. P. (1993). Is there a threshold size regulating seaward migration of brown trout and Atlantic salmon? *Journal of Fish Biology*, 42: 541-550.

## Vedlegg 1

### Innsamling av skjellprøver av sjøaure

I samband med ei masteroppgåve om vekst på sjøaure i Granvinsvassdraget, er det ynskjeleg å få teke skjellprøver og lengdemål av auren som vert fanga. Målet med oppgåva er å studera veksten til sjøaure både på ungestadiet i elva, og etter at dei har vandra til saltvatn. Skjellprøvane frå i år og dei siste åra vil verte samanlikna med prøvar frå tidlegare år for å sjå om det har skjedd endringar i vekstvilkåra.

Vonar du vil vere med på å samla inn data til arbeidet. På førehand takk for hjelpa!

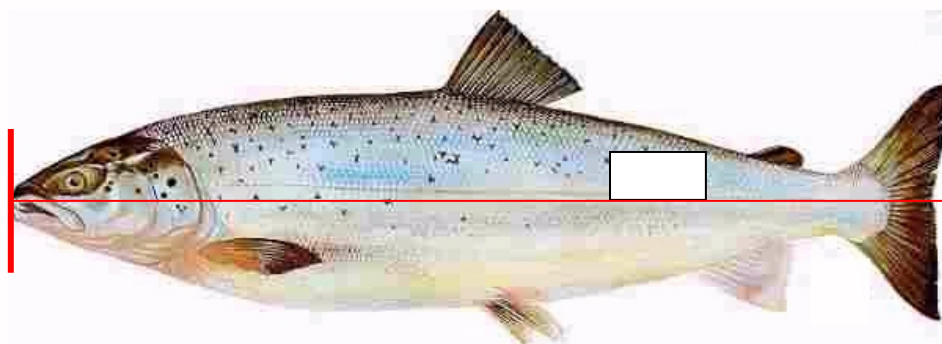
Bjørnar Skår (tlf 99387513)  
Masterstudent ved Institutt for naturforvaltning  
Universitetet for miljø- og biovitenskap

### Prøvetaking

Eg treng fylgjande opplysningar om fiskane:

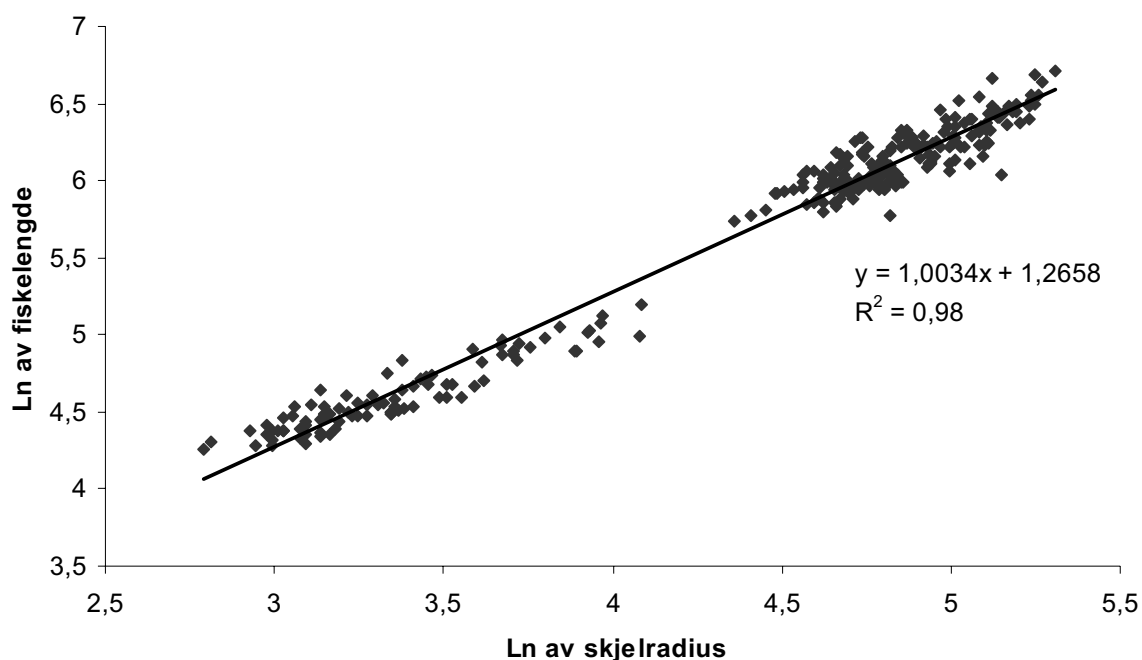
Fiskeart  
Kor fisken er fanga i vassdraget  
Fangstdato  
Reidskap  
Lengde (cm)  
Vekt (gram)  
Kjønn

Opplysningane kan førast på skjellkonvolutten. Ta rikeleg med skjell frå partiet som vist med kvitt felt på figuren under, ved fyrst å føra kniven bakover for å skrapa av slim etc. i dette partiet, deretter tørka knivbladet reint, og så føra kniven andre vegen for å raspa laus skjella. Få med mange skjell, minst 20 stk. Fisken skal lengdemålast frå snute til ei rett line mellom haleflikane når halen ligg i ”naturleg stilling” (sjå figur). **Det aller viktigaste er at lengda vert notert.**



Skjellkonvoluttar får ein der det vert seld fiskekort eller av andre fiskarar. Skjellprøvane kan leverast i postkassen ved hengebrua eller i den merka postkassen ved bensinstasjonen. Her heng det også ein ”fiskebørs” der fiskarane kan notere opp fangstar. Skjellmaterialet vert overlevert til Rådgivende biologer AS etter at eg er ferdig med det.

## Vedlegg 2



Figur. Regresjonsmodell som syner signifikant samanheng mellom skjelstorleik og fiskelengd for aure fanga i Granvinsvassdraget under sportsfiske i åra 1972 og 1979 og perioden 1999-2009, og under elektrofiske i åra 2000, 2001 og 2005 (regresjon,  $p < 0,001$ , Df = 269). Data transformert til naturleg logaritme (ln).

## Vedlegg 3

Oversikt over statistiske testar der eg har transformert datamateriale.

|                                                                                                               | År | Test               | Transformasjon |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|--------------------|----------------|
| Test av forskjell i tilvekst i 1-5 ferskvassår for sjøaure fanga i 1972 og 1979 mot sjøaure fanga i 1999-2009 | 1  | Two-Sample T-test  | Ln             |
|                                                                                                               | 2  | Two-Sample T-test  | Ln             |
|                                                                                                               | 3  | Two-Sample T-test  | Ln             |
|                                                                                                               | 4  | Two-Sample T-test  |                |
|                                                                                                               | 5  | Two-Sample T-test  |                |
| Test av forskjell i tilvekst i 1-4 ferskvassår for fireårig smolt mellom periodane                            | 1  | Two-Sample T-test  |                |
|                                                                                                               | 2  | Two-Sample T-test  | Ln             |
|                                                                                                               | 3  | Two-Sample T-test  | Ln             |
|                                                                                                               | 4  | Two-Sample T-test  |                |
| Smoltlengd mot postsmolttilvekst                                                                              |    | Regresjons-analyse | Ln             |
| Gjennomsnittleg postsmolttilvekst mot gjennomsnittleg havtemperatur ved Ytre Utsira i andre periode           |    | Regresjons-analyse | Ln             |