SULDALSLÅGEN – MILJØRAPPORT NR. 43

TITTEL:
Bestandsutvikling og produksjonspotensiale for laks i Suldalslågen. Sluttrapport for undersøkingar i perioden 1995-2004.

FORFATTERE:	UTFØRENDE INSTITUSJON:
Harald Sægrov og Bjart Are Hellen	Rådgivende Biologer AS Ansvarlig signatur:

SAMANDRAG:
Bestandsutviklinga til laksen i Suldalslågen er parallell til fleire andre storlaksbestandar i indre fjordstrøk på Vestlandet. Desse bestandane var på historisk lågmål på 1990- talet og fleire av dei er framleis svært fåtallige. Årsakene til utviklinga er truleg låge sjøtemperaturar og til dels store påslag av lakselus på 1990-talet, og i nokre regionar også seinare. Innslaget av 1-sjøvinter laks i Suldal har auka sidan 1970-talet, og ei mogeleg årsak er låge sjøtemperaturar. Også for 100 år sidan var det eit betydeleg innslag av smålaks i Suldalslågen.
Det er sannsynleg at låge temperaturar i juni-juli kan vere begrensande for rekrutteringa av laks og i neste omgang for produksjonen av vill laksesmolt. Det at det skjer rekruttering av laks også i kalde somrar kan truleg forklarast med høgare temperatur på enkelte grunne lokalitetar nær land på grunn av strålingsvarme på dagtid. I åra 2001-2003 har temperaturen i "swim-up" perioden vore høgare enn vanleg, og desse åra var det god rekruttering av laks i elva. Rekrutteringa av desse årsklassane vil sannsynlegvis medføre at smoltproduksjonen vil liggje på det hypotetiske berenivået for elva. Dette berenivået er anteke å vere bestemt av vassføringa i perioden mai-juli.
Av dei tre framlagde skisseforslaga til nytt manøvreringsreglement vil "Forslag 2" gje høgare temperatur i "swim-up" fasen og sannsynlegvis høgare produksjon av laksesmolt på grunn av låg vassføring i mai-juli, samanlikna med "Forslag 1" og "Dynamisk". Det vert føreslått ein smoltflaum på 50 m³/s rundt 5. mai, og ein maksimum spyleflaum, dvs. opp mot 220 m³/s rundt 20. oktober. I fiskesesongen vert det føreslått ei nedre vassføring på 35 m³/s, med variasjon opp mot 55 m³/s ein gong i veka. Det er ikkje sannsynleg at noko av dei tre skisseforslaga vil påverke andelen storlaks i elva.

ABSTRACT:
The decline of the Atlantic salmon in Suldalslågen during the 1990-ties is comparable to other multi sea-winter stocks originating from rivers in the inner fjords of Western Norway. The ca.uses for the decline are presumably low sea – temperatures and heavily infestations of salmon lice in the years before 1998, in some regions also in later years. The fraction of grilse has increased in Suldalslågen since the late 1970-ties, possibly due to low sea temperatures. More than 100 years ago, the grilse fraction was also fairly high.
It is assumed that low temperatures during "swim-up" in June-July may restrict the recruitment of Atlantic salmon in Suldalslågen, especially in cold summers. However, despite very low temperatures in some years there is still some recruitment, and this might be due to higher temperatures from solar radiation at shallow areas near the shore in daytime. The temperatures during the "swim-up" period were higher during 2001-2003 than previous years, and the recruitment was correspondingly higher. According to a general relationship between presmolt densities and river discharge during May-July, and fish densities recorded in January 2004, the ca.rrying ca.pacity for smolt production will be reached for the year classes born during 2001-2003.
There has been proposed three different alternatives for future regulation scheme of Suldalslågen. Alternative 2 implies lower discharge during May-July compared to the two others and will guarantee high temperatures during "swim-up" and presumably also higher smolt-production. It is here suggested smolt-flow of 55 m³/s at May 5, and a cleaning flow of more than 220 m³/s around October 20. During the fishing season the flow is suggested to vary between 35 and 55 m³/s weekly. It is not assumed that any of the three alternatives will affect the sea-age distribution of the Atlantic salmon stock.

EMNEORD: Suldalslågen, laks, bestandsutvikling, begrensande faktorar, manøvrering.

OPPDRAGSGIVER: Statkraft SF	**ÅR: 2004**

ISBN 82-554-0627-1
ISSN 1502-1890

Bestandsutvikling og produksjonspotensiale for laks i Suldalslågen. Sluttrapport for undersøkingar i perioden 1995 til 2003.

Harald Sægrov og Bjart Are Hellen, Rådgivende Biologer AS

Føreord ... 2

1 Samandrag og konklusjonar ... 3

2 Innleiing ... 6

3 Bestandsutvikling ... 9
- 3.1 Fangst av laks og sjøaure i Suldalslågen ... 9
- 3.2 Laksefangst i Suldalslågen før regulering, under RSK og etter Ulla-Førre. ... 10
- 3.3 Gytebestand i Suldalslågen , 1995/96-2003/04 samanlikna med referansebestandar ... 11
- 3.4 Smoltalder og sjøvekst til laks som er fanga i Suldalslågen ... 15
- 3.5 Diskusjon ... 19

4 Rekruttering ... 23
- 4.1 Innleiing ... 23
- 4.2 Eggtettleik ... 23
- 4.3 Temperaturar ved "swim-up" før regulering, under RSK, og etter Ulla-Førre ... 24
- 4.4 Rekruttering som funksjon av eggtettleik og "swim-up"- temperaturar. ... 26
- 4.5 Innsig av laks og "swim-up"- temperaturar ... 27
- 4.6 Diskusjon ... 28

5 Presmolt og smolt ... 30
- 5.1 Innleiing ... 30
- 5.2 Oppdatering av presmoltmodellen ... 31
- 5.3 Presmolt- og smoltestimat ... 32
- 5.4 Hypotetisk smoltproduksjon i Suldalslågen ... 34
- 5.5 Smoltestimat og presmoltestimat. ... 36
- 5.6 Presmoltestimat for ulike manøvreringsalternativ ... 37

6 Storlaks ... 40
- 6.1 Innleiing ... 40
- 6.2 Metodar ... 41
- 6.3 Resultat ... 41
- 6.4 Diskusjon ... 44

7 Oppsummering og vurdering av skisser til manøvreringsreglement ... 47
- 7.1 Oppsummering ... 47
- 7.2 Vurdering av skisseforslag til framtidig manøvrering ... 49

8 Litteratur ... 52

Føreord

I 2004 skal Statkraft fremje søknad om nytt manøvreringsreglement for Suldalslågen. I den samanheng vert det laga fleire sluttrapportar frå undersøkingar som har pågått over lengre tid i elva, og føreliggjande rapport er ein av desse. Dei føregåande seks åra har det vore utprøvd to ulike manøvreringsreglement i Suldalslågen, det eine frå 1998-2000 og det andre frå 2001-2003. Dei største skilnadene på desse to reglementa er redusert vassføring i mai-juni og spyleflaum om hausten (2001 og 2002) i den siste prøveperioden. I den første perioden var det flaumar i smoltutvandringsperioden, og altså generelt høgare vassføring i mai-juni enn i den siste prøveperioden. Utanom desse skilnadene har det vore klimatiske skilnader med generelt høgare temperatur i juni i den siste perioden samanlikna med den første.

Føreliggjande rapport oppsummerer resultat frå undersøkingane som Rådgivende Biologer AS har gjennomført i Suldalslågen i perioden 1995-2004. Bestandsutvikling, rekrutteringsvilkår og produksjonspotensiale for smolt vert samanlikna med tilsvarande undersøkingar i andre elvar på Vestlandet i den same perioden, som utgjer ein brei referanse. Det vert også diskutert kva for aspekt ved vassføringa som kan tenkjast å påverke storleiksseleksjonen for laks. Med utgangspunkt i desse diskusjonane vert det vurdert korleis tre ulike skisseframlegg til framtidig manøvrering vil påverke laksebestanden, både med omsyn til kvantitative (smoltproduksjon) og kvalitative (storlaks) aspekt.

Bergen, 25. mai 2004

1 Samandrag og konklusjonar

Rådgivende Biologer AS har talt gytebestanden av laks i Suldalslågen årleg dei ni sesongane frå 1995/1996 til 2003/2004. Resultata er rapportert saman med fangst og fiskeoppgang i laksestudioet i Sandsfossen. Med basis i desse registreringane er det berekna beskatning, tettleik av gytelaks, reproduksjonspotensiale i bestanden og generell bestandsutvikling. Det er også rekna på reguleringseffektar i høve til temperaturane i den perioden yngelen teoretisk kjem opp av grusen, og det er rekna på historisk og framtidig potensiell smoltproduksjon i Suldalslågen i høve til ein samanheng mellom presmolttettleik og vassføring som er funnen i uregulerte elvar. I januar 2004 vart det gjennomført elektrofiske på 10 stasjonar i elva. Resultata frå desse undersøkingane er samanlikna med resultata frå tilsvarande undersøkingar i andre elvar på Vestlandet.

Bestandsutvikling
Bestandsutviklinga i Suldalslågen er stort sett samanfallande med utviklinga i storlaksbestanden i den uregulerte Oldenelva i Nordfjord, og også andre laksebestandar i Nordfjord. I begge laksebestandane var det låg overleving på laksesmolten på store deler av 1990- talet, og dette vert relatert til påslag av lakseluslarver, ein situasjon som har betra seg etter 1997. Etter 1985 har innslaget av smålaks auka meir i Suldalslågen enn i Oldenelva. Redusert overgjødsling, redusert forsuring og kalking har ført til ein betydeleg produksjonsauke av smolt i elvar med smålaksbestandar på Jæren, Dalane og Ryfylke etter 1985, og det er sannsynleg at ein del smålaks frå desse bestandane har feilvandra til Suldalslågen. Slik feilvandring til Suldalslågen skjer jamleg av smålaks merka som smolt i Imsa.

Gytebestand, eggtettleik
Samanlikna med andre elvar er det låg tettleik av gytelaks (0,12/1000 m² i snitt) og låg eggtettleik (0,44/m² i snitt) i Suldalslågen. Tilhøva under gytefiskteljingane i Suldalslågen har ikkje vore vesentleg ulikt dei i andre elvar. Registreringane i teljesystema i Sandsfossen indikerer likevel at vi har sett ein langt lågare andel av gytebestanden i Suldal samanlikna med andre elvar, og der vi i ei av dei har sett minst 60-70 % av gytebestandane av laks og aure. Det gode samsvaret mellom fangstane av laks nedanfor og ovanfor Sandsfossen og seinare gytefiskteljingar tilseier at feilen ved gytefiskteljingane er systematisk og kan korrigerast mot ein eventuell fasit. I 1995 og 1996 var det ordinært fiske i Suldalslågen og det vart desse åra berekna ei beskatning på 56 % for laks > 3 kg samanlikna med 48 % i snitt for ei andre elvane. Beskatninga på smålaks er høgare, både i Suldalslågen og i andre elvar.

Smoltalder og sjøvekst frå skjellprøvar
Analysar av skjellprøvar frå 2700 villaks som er vorte fanga i Suldalslågen i perioden 1979 til 2003 viser ein gjennomsnittleg smoltalder på 3,0 år for dei ulike smoltårgangane, med variasjon frå 2,8 år til 3,7 år. Det var høgast smoltalder for smoltårgangar på deler av 1990-talet, noko som er samanfallande med ein kald periode og låge temperaturar tidleg på sommaren. Den yngste smolten er minst, og i dette materialet har 1-sjøvinter laksen lågare smoltalder enn eldre laks. Laksen frå Suldalslågen har vakse betre det første året i sjøen enn laksebestandar i Sogn og Fjordane, og det er mindre variasjon i veksten frå år til år. Dette vert sett i samanheng med stabilt tidlegare smoltutvandring (1-3 veker) frå Suldalslågen samanlikna med elvane i Sogn og Fjordane. Det andre året i sjøen veks fleirsjøvinter Suldalslaks like mykje som laks frå andre bestandar, og dette tilseier at Suldalslaksen ikkje har spesielle veksteigenskapar. I perioden 1987 til 2003 var det eit gjennomsnittelg innslag på 18,2 % rømd oppdrettslaks i skjellmaterialet, men materialet er ikkje representativt for innsiget alle åra.

Rekruttering
Det er sannsynleg at låg temperatur i den første perioden etter at lakseungane kjem opp av grusen ("swim-up") kan medføre ekstra dødelegheit, og det er sannsynleg at nokre sommarkalde elvar på Vestlandet ikkje har eigne laksebestandar på grunn av låg junitemperatur. Det kan også vere gytt for få egg til at produksjonspotensialet for smoltproduksjon (berenivået) for elva ikkje vert nådd. Så langt synest desse to avgrensingane å vere dei viktigaste. Tettleik av årsyngel av laks om hausten vart samanhalde med eggtettleik berekna frå gytefiskteljingar og temperaturar ved "swim-up" i fleire elvar

på Vestlandet berekna ut frå anteken eller kjend gyteperiode. I denne samanstillinga var det låge "swim-up" temperaturar som var mest avgjerande og i enkelte elvar var det høg tettleik av årsyngel sjølv om eggtettleiken var ned mot og under 1 egg/m².
I Suldalslågen vart det ikkje funne nokon samanheng mellom tettleik av årsyngel og temperaturar i juni eller juli, sjølv om dei sterke smoltårgangane på 1980-talet kom frå ein periode med relativt høge sommartemperaturar. Temperatursimuleringar viser at sommartemperaturen i Suldalslågen var lite påverka av reguleringa før 1989, men deretter er elva vorte kaldare enn ho ville vore utan regulering, spesielt i øvre del, og dette vert sett i samanheng med tapping av kaldt vatn frå Blåsjømagasinet fom. 1989. Det har vore ein del rekruttering av laks sjølv i år med låge temperaturar i "swim-up" perioden. Dette kan truleg forklarast med at grunnområde langs land kan ha 3-4 °C høgare temperatur om dagen på grunn av solstråling enn vatnet lenger ute i elva. Dersom yngelen trekkjer inn på slike område vil dei ha betre sjanse til å overleve når vasstemperaturen elles er låg. I åra 2001-2003 har det vore relativt høge temperaturar i juni og juli i Suldalslågen, men dette er sannsynlegvis meir ein effekt av klima enn av manøvreringsreglementet. Elektrofiske i januar 2004 viste relativt høg tettleik av dei tre årsklassane av laks frå 2001, 2002 og 2003, trass i låg eggtettleik. Det er difor ikkje sannsynleg at rekrutteringa har vore avgrensande for utvandringa av laksesmolt frå desse årsklassane som vil dominere i smoltårgangane frå 2004 til 2006.

Smoltproduksjon
Basert på elektrofiske i 13 vassdrag frå Jæren til Nordfjord er det funne ein signifikant samanheng mellom tettleik av presmolt og årleg vassføring, og mellom presmolt og vassføringa i perioden frå mai til juli. Det var høgast tettleik av presmolt i dei minste elvane, og tettleiken avtok med aukande vassføring. Med utgangspunkt i vassføringane i Suldalslågen og samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli skulle ein forvente ein auke i smoltproduksjonen i Suldalslågen etter regulering, og mest i perioden 2001-2003 på grunn av redusert vassføring tidleg på sommaren i høve til tidlegare.

I dei fem åra frå 1999 til 2003 har smoltutvandinga frå Suldalslågen vore estimert ved merking og gjenfangst i smoltfelle. Estimata for utvandring av vill laksesmolt var desse åra 37,7 ± 4,0 % lågare enn det som var forventa ut frå samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli. Det er mogeleg at låge sommartemperaturar og fåtallige gytebestandar i åra før 2001 har vore avgrensande for produksjonen av vill laksesmolt. Det kan også ha vore ein negativ effekt av utsettingar av sommargammal setjefisk og laksesmolt. Basert på tal frå elektrofiske i januar 2004 er det forventa at det våren 2004 vil gå ut 85.000 vill laksesmolt og 25.000 auresmolt frå Suldalslågen, totalt 110.000. Med bakgrunn i den generelle samanhengen mellom presmolt og vassføring, tilseier vassføringa i mai-juli i 2003 at det hypotetisk vil vandre ut 100.000 smolt våren 2004. Etter elektrofisket i januar 2004 vart det berekna ein gjennomsnittleg tettleik av kjønnsmogne hannparr av laks på 1,9/10 m², og det totale antalet i denne gruppa kan dermed vere nærmare 20.000 dersom elektrofisket fanga desse fiskane representativt.

Storlaks
Ei samanstilling av gjennomsnittsvekta frå 28 laksebestandar på Vestlandet viste at ikkje var storlaks i elvane med ei årsvassføring under 10 – 15 m³/s. Det var storlaks i elvar med vanleg vintervassføring ned mot 1 m³/s, unntaksvis ned mot 0,3 m³/s. Det var stor sjøaure i dei vassdraga der gjennomsnittsvekta på laksen var over 5 kg, og dette vert tolka dit at det er dei same faktorane i elva som påverkar storleiken på aure og laks. Det er presentert ein positiv samanheng mellom kor djupt fisken grev ned egga i elvebotnen og lengda på fisken. Ei lakseho på ca.. 1 m grev gytegroper som er mellom 25 og 30 cm djupe. Det vert spekulert i om gravedjup og eggoverleving kan vere ein selektiv faktor for storleiken på fisken, ved at egga ikkje kan overleve under eit tjukt gruslag i små elvar på grunn av lita vassgjennomstrøyming. Ein annan spekulasjon er om dei store hannlaksane meir effektivt kan hevde dominans i større elvar der gyteområda gjerne er meir oversiktlege enn i små elvar.

Vurdering av skisseforslag til manøvreringsalternativ
Av dei tre alternativa inneber skisseforslag 2 låg vassføring om våren og fram til 15. juli. Dette vil medføre høgare temperatur i juni enn i uregulert tilstand, og temperaturen vil ikkje vere avgrensande for rekruttering og produksjon av laksesmolt. Ved dei to andre skisseforslaga; Forslag 1 og Dynamisk,

vil temperaturen vere litt lågare enn i uregulert tilstand, spesielt øvst i elva, og kan i kalde år truleg vere avgrensande for produksjonen av laksesmolt for enkelte smoltårgangar.

Ut frå vassføring i mai-juli er det teoretisk forventa at skisseforslag 2 vil gje ein total smoltproduksjon på 145.000 smolt i eit gjennomsnittsår, ved dei to andre skisseforslaga 80.000-90.000 smolt.

Ut frå det som er kjent om kva for faktorar som gjer at det er storlaks eller smålaks i ei elv er det ikkje sannsynleg at noko av dei tre alternativa vil påverke sjøalderfordelinga i bestanden.

Årlege spyleflaumar reinskar substratet og hindrar i større eller mindre grad akkumulering av finmateriale og heving av elvebotnen. Det vert difor føreslege å sleppe ein årleg spyleflaum med maksimum oppnåeleg vassføring, dvs. over 220 m^3/s ut frå Suldalsvatnet, og gjerne i samband med flaumar i restfeltet i perioden rundt 20. oktober. For å synkronisere smoltutvandringa vert det føreslege ein flaum på 50 m^3/s tidleg i mai.

Med omsyn til fiske er det relativt liten skilnad mellom dei tre forslaga. Dersom det er eit ynskje å få fisken raskare oppover elva, vil ei vassføring ned mot 35 m^3/s bidra til høgare temperatur og dermed raskare oppvandring. Det bør også sleppast ekstra vatn ein gong i veka for å skape variasjon i vassføringa også øvst i elva og dermed betre fisketilhøve.

2 Innleiing

I Suldalsvassdraget har det vore gjennomført to omfattande vasskraftutbyggingar. Røldal-Suldal (RSK) utbygginga stod ferdig i 1965, medan Ulla-Førre vart sett i drift i løpet av 1980-talet. Etter Ulla-Førre-utbygginga var det prøvereglement for manøvrering av vassføringa i Suldalslågen i perioden 1990-1997. Prøvereglementet vart deretter forlenga i 6 år med to treårsperiodar, den første for 1998-2000 og den siste for 2001-2003 (Magnell mfl. 2003). I 1989 vart det store Blåsjømagasinet fylt for første gong, og tapping frå det høgtliggjande magasinet kan potensielt ha stor innverknad på vasstemperatur og vasskvalitet i Suldalslågen (Kaasa mfl. 1998). Utanom endringane i fysiske tilhøve knytt til reguleringane, har det skjedd andre endringar som kan ha betydning for laksebestanden i elva, og også kva resultat ein kan oppnå ved overvaking og undersøkingar.

- Sidan 1985 har det føregått utsettingar av fora setjefisk og smolt i elva, men antalet har variert mellom år. Det har også vorte slept smolt frå elvemunningen og ut til kysten.
- I 1987 vart det opna ei ny laksetrapp på nordsida av Sandsfossen nedst i Suldalslågen.
- Tidlegare på 1990-talet, og spesielt i 1997, var det sannsynlegvis store påslag av lakselus på utvandrande laksesmolt frå Ryfylke, inkludert smolt frå Suldalslågen.
- I 1997 vart fiskereglane endra, med eit generelt påbod om å setje ut att uskadd villaks som var større enn 75 cm, men all laks som var merka kunne avlivast. For fangst av sjøaure, rømd oppdrettslaks, og laks < 75 cm vart det ikkje endringar. I løpet av fiskesesongen i 2003 vart det også gjort ytterlegare endringar i fiskereglane med innføring av kvotar, og høve til å ta opp laks > 75 cm.
- Frå og med 1997 vart det betydelege innskrenkingar i fangstinnsatsen under sjølaksefisket, og dette har sannsynlegvis ført til redusert beskatning av villaks i sjøen (Hansen mfl. 2003). I tillegg vart det frå 1997 kjøpt fri fiske med kilenøter i innvandringsruta til Suldalslaks.
- I 1998 vart det starta opp omfattande kalking av sure sideelvar til Suldalslågen og i hovudelva. Før dette vart det kalka ved Osvad, øvst i hovudelva.
- I 1999 vart laksetrappa på sørsida restaurert og det vart installert teljeapparat i trappa. Frå 2001 har det vore videoregistrering kopla til fisketeljaren.

Prøvereglementa og det omfattande undersøkingsprogrammet har hatt som målsetting og få til eit framtidig reglement, og Styresmaktene og Statkraft har følgjande mål for Suldalslågen:

- Reglementet skal legge til rette for å ta vare på vassdragets naturlege funksjonar og prosessar samt ivareta regulantens behov for høg produksjon. Følgjande verdiar/funksjonar skal vektleggast i størst mogeleg grad:
- biologi med vekt på Suldalslågen si storvaksne laksestamme
- flaumsikring
- næringsutnytting og rekreasjon
- Lågen som landskapselement

Det å måle effektar av inngrep i vassdrag på laksebestandar er svært vanskeleg på grunn av at dødelegheita i sjøfasen kan variere med ein faktor på fem i løpet av ein tiårsperiode (Antonson mfl. 1996, Friedland mfl. 1998). I Suldalslågen er det gjort detaljerte studiar av korleis elvehabitatet har endra seg under dei ulike reglementa, men det er problematisk å knyte smoltproduksjon opp mot habitatendringane. Tidspunktet for smoltutvandring har vorte registrert sidan 1993, og frå og med 1999 føreligg det årlege estimat for smoltproduksjon, noko som elles berre er gjort i eit fåtal norske elvar. Det er føreligg ikkje informasjon om smoltproduksjon frå mesteparten av reguleringsperioden eller frå før regulering. Bestanden av vaksen laks som kjem attende til elva er avhengig av kor mange smolt som forlet elva, kva vilkår smolten har under utvandringa (vassføring, vasskvalitet, temperaturtilhøve i sjøen) og overlevingsvilkåra i havet (Forseth mfl. 2003, Jonsson mfl. 1998, Friedland mfl. 2000).

Eit supplement til detaljstudiar av lakseungane sine vilkår i elvefasen er å talfeste kor mange vaksne laks som kjem attende til elva. Dersom ein har referansar på den generelle dødelegheita til dei enkelte smoltårgangane i sjøfasen og kor mange vaksne laks som kjem attende, kan ein få eit grovt inntrykk av eventuelle endringar i smoltproduksjonen i elva, sidan ein grovt kan rekne at smolt frå ulike bestandar innan ein region har den same overlevinga i sjøen (Friedland mfl. 2000, Larssen og Sægrov 2003). Det føreligg fangststatistikk frå perioden før regulering og i dei ulike periodane etter regulering, og dette gjer det mogeleg å finne ut om smoltproduksjonen har endra seg mykje i dei ulike periodane. Det må understrekast at det er stor usikkerheit også ved ei slik tilnærming, noko som betyr at berre store endringar i produksjonsvilkåra vil vere oppdaga, medan mindre endringar ikkje vil vere avdekka.

Bestandsutvikling
I føreliggjande sluttrapport er bestandsutviklinga til Suldalslaksen relatert til andre bestandar for å finne uttrykk for kor mange laks ein kan forvente det skal kome attende til Suldalsågen eit enkelt år dersom produksjonsvilkåra i elva ikkje er vesentleg endra, eller dersom produksjonsvilkåra varierer på same måte som i referansebestandane. Som referansar er det i hovudsak brukt elvar i Nordfjord med storlaksbestandar (Olden mfl.) der forsuring eller regulering ikkje har redusert bestandane. Som uttrykk for generell sjøoverleving for einskilde smoltårgangar vert det også referert til laksebestandane i Figgjo på Jæren, i North Esk på austsida av Skottland og i Ervikelva på Stadtlandet ytst i Nordfjord. Overlevinga til laks frå desse tre smålaksbestandane er tidlegare vist å samvariere (Larssen og Sægrov 2003). På grunn av endringane i fangstmønsteret dei siste åra, både i Suldalslågen og andre elvar, har det vore naudsynt å bruke andre opplysingar i tillegg for å finne uttrykk for kor mange laks som kjem inn til Suldalslsågen. Sidan 1995 har det vore gjennomført gytefiskteljingar i elva og det er vorte registrert oppvandring av fisk i laksetrappene i Sandsfossen. Ideelt sett burde desse registreringane saman med fangststatistikken gje den informasjonen som ein treng, men det har vist seg å vere metodiske problem med begge formene for registrering. Resultata frå gytefiskteljingane i Suldalslågen vert difor samanlikna med og diskuterte i høve til tilsvarande teljingar i andre elvar på Vestlandet. Bestandsutviklinga for laksen i Suldalslågen og referansebestandane er basert på fangstoppgåver over ein lengre periode, og generelle og spesielle tal for beskatning som igjen er basert på gytefiskteljingar.

Rekruttering
Gytebestanden representerer det kvantitative og kvalitative reproduksjonspotensialet for bestanden. Det kvalitative potensialet er uttrykt ved sjøalderfordelinga og tettleik (konkurranse er naudsynt for å oppretthalde eit selektivt aspekt) og opphav (dvs. laks av stadeigen stamme). Det kvantitative er uttrykt ved den eggmengda som laksehoene representerer, og eggtettleiken vert samanlikna med det som er funne ved same metodikk i andre lakseelvar på Vestlandet. For at produksjonspotensialet for laksesmolt i Suldalslågen skal vere fullt utnytta er det ein føresetnad at det vert gytt nok egg (Jonsson mfl. 1998), og at det er høg nok temperatur i "swim-up"- perioden til at yngelen overlever (Jensen mfl. 1991, Sægrov mfl. 2000). Resultat frå andre elvar indikerer at det kan vere høg rekruttering sjølv ved relativt låg eggtettleik når det er høg "swim-up"- temperatur, men også låg rekruttering sjølv om det er høg eggtettleik dersom "swim-up"- temperaturen er låg. Resultat frå mange elvar er vorte samanstilt der rekrutteringa målt som tettleik av 0+ eller korrigert tettleik av 1+ er samanhalde med kombinasjonen av eggtettleik og "swim-up"- temperaturar. Rekrutteringa av laks i Suldal vert relatert til ein slik generell samanheng. Den vert vidare diskutert i høve til den lange gyteperioden og tidspunkt for fangst av laksungar i drivet (Saltveit 2003). Utifrå temperatursimuleringar er det også rekna på tidspunkt og temperatur ved "swim-up" under dei ulike reguleringsreglementa og før regulering. Det vert vidare vurdert om gyteområde kan vere avgrensande for rekrutteringa, og om vassføringsskilnader under gyting og i eggutviklingsperioden har endra seg i ulike periodar etter regulering samanlikna med før regulering.

Presmolt og smolt
Fangststatistikken kan brukast som eit grovt uttrykk for bestandsutvikinga frå før regulering fram til i dag. Ei anna tilnærming er å vurdere det teoretiske potensialet for smoltproduksjon under dei ulike vassføringane som har vore før og etter regulering. Den såkalla presmoltmodellen (Sægrov mfl. 2001) er basert på datasett frå uregulerte vassdrag. Modellen har som målsetting å beskrive normal tettleik og biomasse av ungfisk på presmoltstadiet i høve til ein omgivnadsfaktor som er lett og måle, i dette

tilfellet gjennomsnittleg vassføring gjennom året. Det er knytt fleire føresetnader til datasetta som er inkludert, m.a. god vasskvalitet, relativt klart vatn og tilstrekkeleg med gytefisk. For 11 uregulerte elvar vart det funne at total tettleik av presmolt avtok signifikant med aukande vassføring, målt som gjennomsnitt for året. Vassdrag med lita vassføring er altså meir produktive pr. areal enn vassdrag med stor vassføring. Det vart ikkje funne nokon klar samanheng mellom temperatur (smoltalder) og tettleik av presmolt, men denne samanhengen er vanskeleg å vise på grunn av at fleire av dei sommarkalde vassdraga også hadde stor vassføring (Sægrov mfl. 2001). I sterkt regulerte vassdrag er gjerne vassmengdene forskuva i tid i høve til det opprinnelege, og det er dermed ikkje sikkert at modellen kan brukast direkte i regulerte vassdrag.

I den opphavelege presmoltmodellen (Sægrov mfl. 1998) var det gjennomsnittleg vassføring i mai-juli som vart brukt, og ikkje årssnitt. Dette vart gjort fordi det er i perioden mai-juli det er størst skilnad mellom vassdrag på Vestlandet med omsyn til vassføring. I den versjonen som vart publisert i 2001 (Sægrov mfl.) vart det likevel brukt årssnitt fordi dette gav like høg forklaringsverdi som snittet for mai-juli. Forløpet av kurvene var ikkje heilt samanfallande, og den viktigaste skilnaden var at årssnitt-samanhengen viste lågare presmolttettleik i store vassdrag enn mai-juli-samanhengen. I sterkt regulerte vassdrag er gjerne vassmengdene forskuva i tid i høve til det opprinnelege og det er difor gjort ein ny gjennomgang av samanhengen mellom presmolt og vassføring for at den også skal kunne brukast i regulerte vassdrag. I denne gjennomgangen er det inkludert ein tidsserie med data for presmolttettleik m.a. i den regulerte Aurlandselva (Hellen mfl. 2003). Basert på denne gjennomgangen er berenivået for smoltproduksjon i Suldalslågen berekna for ulike vassføringsregime etter regulering og i perioden før regulering. Dei teoretiske estimata er samanlikna med smoltestimata frå den perioden slike eksisterer (Saltveit 2003).

Storlaks i framtida
Å oppretthalde den storvaksne laksestammen i Suldalslågen er ei viktig målsetting, og det er sjølvsagt av generell interesse og verdi at vesentlege bestandskarakteristika ikkje går tapt som følgje av reguleringa eller manøvreringa. Kva for faktorar som påverkar storleiken på laksen er ikkje kjent, men det er funne ein positiv samanheng mellom sjøalder og årleg vassføring (Jonsson mfl. 1991). Storleiken er ikkje relatert til vandringsvanskar i vassdraget, så det må vere andre ting med vassføringa enn høg straumhastigheit i oppvandringsperioden som påverkar seleksjon for sjøalder. Underteikna har tidlegare arbeidd med ei hypotese om storleiksseleksjon hos laksefisk generelt (Sægrov 1985). Denne er basert på gytekonkurranse mellom hoene, kor djupt dei kan grave egga i høve til storleik (fiskelengde), og kor djupt egga kan overleve i ulike typar habitat. Det siste er sannsynlegvis relatert til vassføring, og minimum vassføring i egg/yngel perioden og maksimum normal flaum gjennom året er relevante faktorar.

Dei siste 30 åra har innslaget av smålaks auka i fangstane i Suldalslågen. Dette kan tolkast som ein reguleringseffekt, jfr. Eira der gjennomsnittsvekta på laksen har vorte betydeleg redusert etter regulering (Jensen mfl. 2003). Ei anna, eventuelt supplerande, forklaring er at innslaget av smålaks i storlaksbestandane varierer over tid, og sannsynlegvis med tilhøve i havet (Summers 1996). I Suldalslågen var det også eit betydeleg innslag av smålaks i fangstane i perioden 1884 til 1915, deretter vart det fanga lite smålaks heilt fram til 1970 (Sægrov 1996, og referansar i denne). Det kan altså vere andre tilhøve enn elvemiljøet som påverkar innslaget av smålaks i storlaksbestandane. I elvane Olden og Flåm er det storlaksbestandar, medan Nausta, som har like stor årleg vassføring som dei to andre, har ein typisk smålaksbestand (Skurdal mfl. 2001). For naturleg fåtallige bestandar er det også mogeleg at feilvandring frå talrike nabobestandar gjer at livshistoria til den lokale bestanden blir feiltolka. Variasjon i innslag av smålaks som skuldast tilhøve utanfor elva vert diskuterte opp mot vassføringstilhøve i elva som kan tenkjast å påverke storleiksseleksjonen for laksebestanden.

Føreliggjande rapport oppsummerer resultat frå undersøkingane som Rådgivende Biologer AS har gjennomført i Suldalslågen i perioden 1995-2003. Bestandsutvikling, rekrutteringsvilkår og produksjonspotensiale for smolt vert samanlikna med tilsvarande undersøkingar i andre elvar på Vestlandet i den same perioden og som utgjer ein brei referanse. Det vert også diskutert kva for aspekt ved vassføringa som kan tenkjast å påverke storleiksseleksjonen for laks. Dersom ein greier å

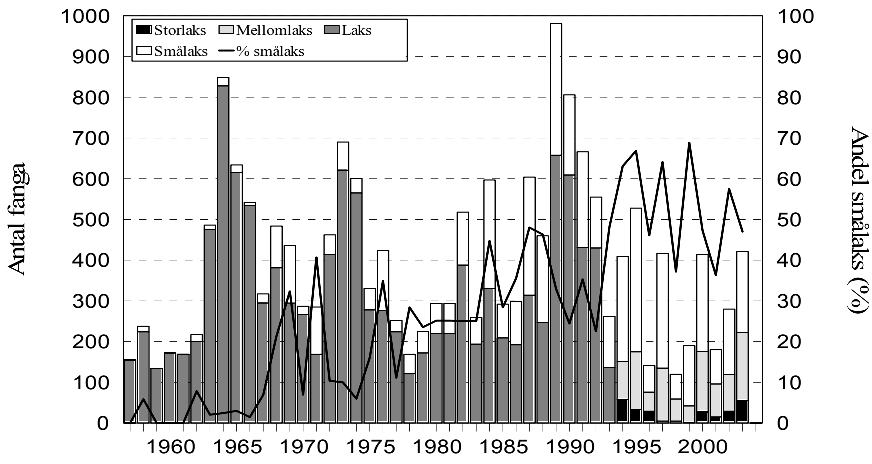
identifisere bestandsresponsar på endringar som har skjedd i elva, vil dette kunne brukast til å forutsjå framtidige endringar i bestanden ved ulike val av manøvreringsstrategi.

3 Bestandsutvikling

3.1 Fangst av laks og sjøaure i Suldalslågen

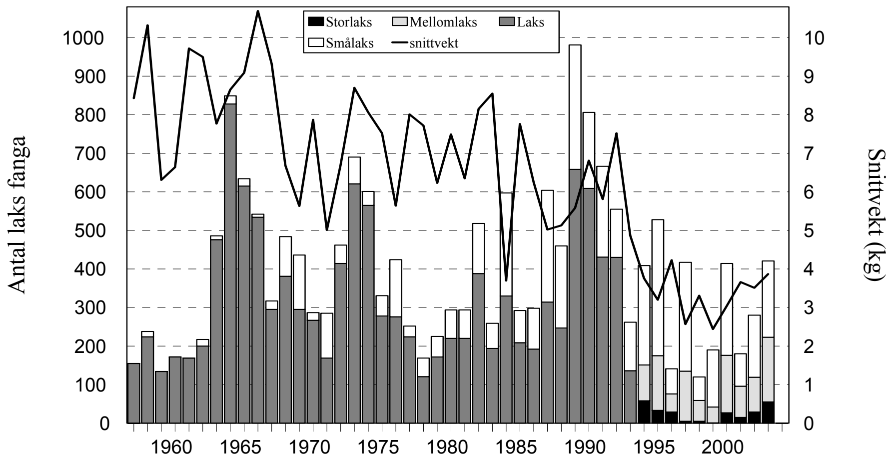
Laks

I perioden 1957 til 2003 (47 år) er det tre periodar med relativt gode fangstar, og toppåra i dei respektive periodane er 1964, 1973 og 1989. Størst fangst i antal var 981 laks i 1989 (658 laks, 323 smålaks) og lågast fangst i 1996 med 141 (76 laks, 65 smålaks), og 1959 med 134 laks (**figur 3.1**). I 2003 vart det fanga 198 smålaks, 168 mellomlaks og 55 storlaks, totalt 421. Utanom desse vart det fanga 2 smålaks, 16 mellomlaks og 27 storlaks som vart sett tilbake i elva. I samband med stamfisket hausten 2003 vart det teke ut 36 laks, fordelt på 3 smålaks, 20 mellomlaks og 13 storlaks. Samla uttak av laks frå elva var dermed 457 laks.



Figur 3.1. Årleg fangst av smålaks og laks i Suldalslågen i perioden 1957 til 1993 og fangsten fordelt på smålaks, mellomlaks og storlaks i perioden 1994 til 2003. Andel smålaks i prosent av totalfangsten er innteikna (heiltrekt linje).

Andelen smålaks har auka jamt i heile perioden, frå mest ingen i åra før 1967 til mellom 36 % og 69 % dei siste 10 åra (1994-2003). Fangstane av fleir-sjøvinterlaks vart sterkt reduserte frå 1989 til 1993 og har vore jamt låge dei etterfølgjande åra. Lågmålet vart nådd i 1999 med 67 laks. I 2000 auka fangsten av fleir-sjøvinterfisk opp mot gjennomsnittsnivået for perioden etter 1957, og etter reduksjon i fangstane i 2001 og 2002 var fangsten av fleir-sjøvinterfisk i 2003 igjen nær gjennomsnittsnivået for perioden etter 1957 (**figur 3.1**).



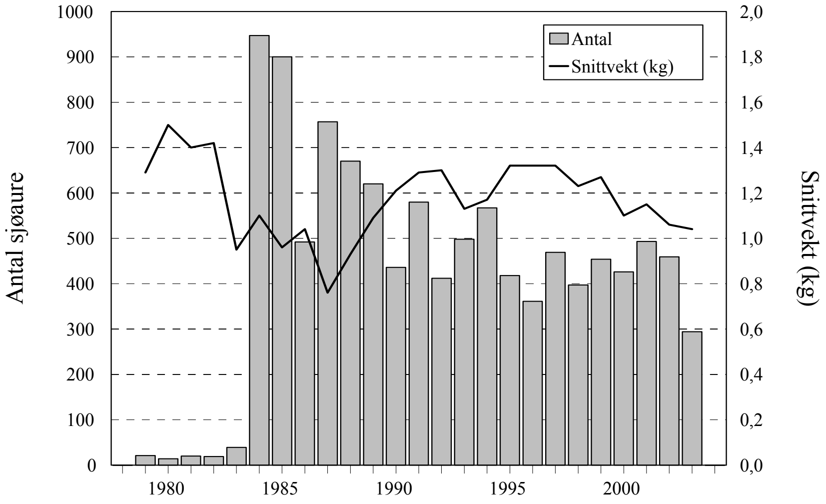
Figur 3.2. Årleg fangst av smålaks og laks i Suldalslågen i perioden 1957 til 1993 og fangsten fordelt på smålaks, mellomlaks og storlaks i perioden 1994 til 2003. Gjennomsnittsvekta av fangsten er vist med heiltrekt linje.

Før RSK-utbygginga (1967) låg gjennomsnittvekta på laksen som vart fanga i Suldalslågen mellom 7 og 10 kg. I perioden frå 1968 og fram til 1993 var snittvekta noko lågare og låg mellom 5 og 8,5 kg dei fleste av åra. Etter 1993 har snittvekta vore klart lågare enn tidlegare, og har stort sett variert

mellom 3 og 4 kg som ei følgje av det høge innslaget av smålaks (figur 3.2). Sidan 1998 er snittvekta også lågare fordi umerka villaks > 75 cm skulle setjast ut att i elva. I perioden før 1979 er gjennomsnittvekta meir usikker enn seinare, og det er m.a. litt usikkert om all fangst av smålaks vart innrapportert. Før 1984 var det berre rapport om eit fåtal fanga sjøaure, men det er sannsynleg at fangsten var langt større enn det som var rapportert utifrå at det i 1984 vart fanga over 900 stk. Dette kan også bety at fangsten av smålaks var lite påakta og dermed i liten grad rapportert.

Aure

Før 1979 vart det ikkje oppgjeve fangst av sjøaure i Suldalslågen, og fram til og med 1984 vart det berre rapportert fangst av eit fåtal kvart år. Det er sannsynleg at det også før 1985 vart fanga ein del sjøaure i elva, og langt meir enn statistikken viser. I 2003 vart det fanga 294 sjøaurar i Suldalslågen med ei samla vekt på 307 kg og snittvekt på 1,04 kg. Dette er den minste fangsten sidan 1984 (**figur 3.3**).



Figur 3.3. Fangst av (antal) og gjennomsnittsvekt på sjøaure som vart fanga i Suldalslågen i perioden 1979 til 2003.

Frå 1985 til 2003 har det i gjennomsnitt vorte fanga 533 sjøaurar årleg med ei samla vekt på 593 kg og ei snittvekt på 1,14 kg. Det vart fanga meir sjøaure i åra 1985 til 1989 enn seinare, etter 1990 har fangstane vore nokolunde stabile. Gjennomsnittvekta har i perioden stort sett variert mellom 1,0 og 1,2 kg, og den stabile snittvekta indikerer at også beskatninga har vore relativt stabil i denne perioden. Trappa i tilknyting til laksestudioet vart opna i 1987, men dette ser ikkje ut til å hatt noko å bety for fangsten.

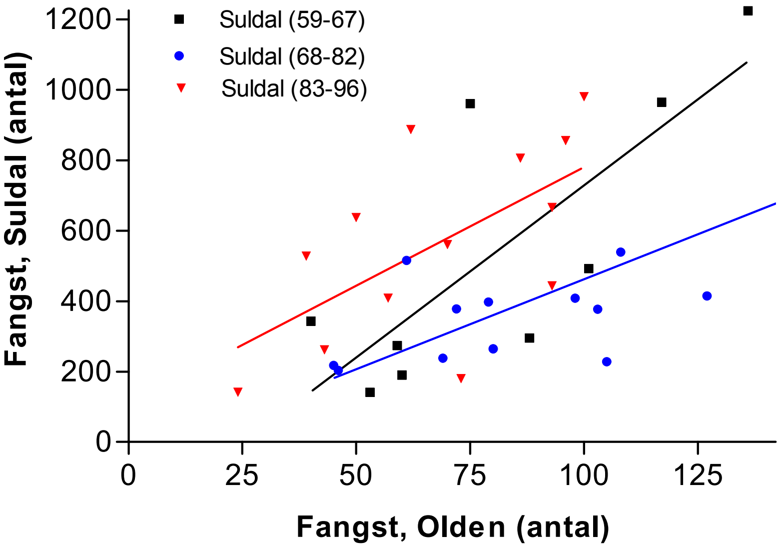
3.2 Laksefangst i Suldalslågen før regulering, under RSK og etter Ulla-Førre.

Laksebestandar vert påverka av naturleg variasjon i faktorar i elvemiljøet, fjordmiljøet og havmiljøet. Bestandsendringar over tid kan dermed ha fleire naturlege årsaker, og desse må korrigerast for dersom ein skal kunne vise effektane av menneskeskapte faktorar, som regulering. Det finst også eit spekter av ulike menneskeskapte faktorar som kan samverke. For å vise påverknad av ein eller fleire lokale faktorar på ein bestand, kan det vere eit forsøk verdt å samanlikne bestandens utvikling med andre bestandar som ikkje har den same påverknaden eller påverknadene.

Det er tidlegare brukt fangststatistikk til å vurdere forsuringseffektar på laksebestandar på Vestlandet (Larssen og Sægrov 2003). I dette tilfellet vart fangsten av laks i Ervikelva på Stadt i Sogn og Fjordane brukt som referanse. Vasskvaliteten i dette vassdraget er lite påverka av sur nedbør og er heller ikkje påverka av sjøsaltepisodar på grunn av konstant eksponering for sjøsalt. I den aktuelle vurderinga vart det rekna ut ein innsigsindeks av dei enkelte smoltårgangane til elva basert på rapportert fangst i fangststatistikken og gjennomsnittlege beskatningsrater basert på gytefiskteljingar i meir enn 11 elver på Vestlandet dei siste sju åra. Ei slik tilnærming gjorde det mogeleg å samanlikne overleving for smoltårgangane frå Ervikelva med dei same årgangane av laksesmolt frå Figgjo på Jæren og frå elva North Esk på austkysten av Skottland. Sjøoverlevinga viste seg å samvariere i dei tre

bestandane (Larssen og Sægrov 2003). Denne gjennomgangen tilseier at det er mogeleg å finne tilnærma upåverka referansar som uttrykkjer variasjonen i sjøoverleving som skuldast naturlege tilhøve. Ervikelva har ein smålaksbestand og ligg heilt ute ved kysten. Dette gjer at denne bestanden ikkje er den beste som upåverka referanse til Suldalslaksen, men er interessant som referanse til generell variasjon i sjøoverleving.

Suldalslågen er regulert, og det har vore diskutert om storlaksbestanden i elva har vore påverka av forsuring. I tillegg kjem sannsynleg påverknad av lakselus. Storlaksbestanden i Oldenelva har vore nytta som referanse til Suldalslaksen sidan denne bestanden ikkje har vore påverka av forsuring og elva er uregulert. Som bestanden i Suldalslågen har laksen frå Oldenelva sannsynlegvis vore påverka av lakselus (Hansen mfl. 2003). Det var låge fangstar av laks i Oldenelva utover 1990-talet, og i åra 2000, 2001 og 2002 vart det ikkje opna for fiske etter villaks.



Figur 3.4. Fangst av laks i Suldalslågen samanlikna med fangst i Oldenelva i tre ulike periodar.

Fangsten av laks i Suldal var signifikant korrelert med fangsten i Oldenelva i alle tre periodane (figur 3.4). Samanhengen (lineær regresjon) er vist i desse likningane:
Suldal mot Olden før regulering (59 – 67): 9,78x - 249,1, $r^2 = 0,61$, $p = 0,013$, $n = 9$
Suldal mot Olden under Røldal-Suldal (68 – 82): 5,12x - 49,9, $r^2 = 0,63$, $p < 0,001$, $n = 14$
Suldal mot Olden under Ulla- Førre (83 – 96): 6,74x + 107,1, $r^2 = 0,27$, $p = 0,028$, $n = 13$
Samanhengane indikerer at Røldal-Suldal medførte ein reduksjon i bestanden, men at fangstane etter Ulla-Førre igjen var på det forventa nivået i antal i høve til Olden (**figur 3.4**).

I fangsten i Suldal var det i perioden etter Ulla-Førre eit større innslag av smålaks enn tidlegare. Innslaget av smålaks i fangsten auka også i Oldenelva etter 1984 (Skurdal mfl. 2001), men ikkje i same grad som i Suldalslågen. Etter 1985 har innslaget av smålaks auka meir i Suldalslågen enn i Oldenelva. Redusert overgjødsling, redusert forsuring og kalking har ført til ein betydeleg produksjonsauke av smolt i elvar med smålaksbestandar på Jæren, Dalane og Ryfylke etter 1985, og det er sannsynleg at ein del smålaks frå desse bestandane har feilvandra til Suldalslågen. Slik feilvandring til Suldalslågen skjer jamleg av smålaks som var merka som smolt i Imsa. Ein del av desse bestandane er relativt talrike, eksempelsvis Figgjo, Håelva, Ogna og Bjerkreimselva, og Vikedalselva som ikkje ligg langt unna Suldalslågen.

3.3 Gytebestand i Suldalslågen , 1995/96-2003/04 samanlikna med referansebestandar

Bakgrunn
Gytefiskteljingar vert gjennomført for å få oversikt over reproduksjonspotensialet i bestandar av laks og aure, og samansetting av gytebestandane med omsyn til sjøaldergrupper og smoltårgangar. Ut frå teljingane kan ein berekne innsiget av laks og sjøaure til elva, og i elvar der det vert fiska også berekne beskatningsratar.

I perioden 1996 til 2003 har Rådgivende Biologer AS utført gytefiskteljingar i totalt 23 elvar utanom Suldalslågen. Ti av elvane har berre vore undersøkt ein gong, medan to vassdrag har vore undersøkt i sju år. Totalt er det gjennomført 58 gytefiskteljingar i dei 23 elvane i løpet av dei siste åtte åra. I den same perioden er gytebestanden talt i Suldalslågen 1 gong årleg, men i sesongen 2001/2002 vart det gjennomført teljingar tre gonger, ein gong i november, ein i desember og ein gong i januar. Det var liten skilnad i antalet laks som vart observert ved dei tre teljingane denne sesongen, medan antalet aure var redusert i januar. Den anadrome elvestrekninga i dei 23 undersøkte elvane varierer frå 1,2 til 13 km, medan den er 21 km i Suldalslågen. Gjennomsnittleg elvebreidd varierer frå 8 til 80 meter i referanseelvane, mot 50 meter i Suldalslågen. Totalt elveareal i dei 23 elvene varierer frå 17.000 m^2 til 1,04 mill. m^2, og arealet refererer til den relativt låge vassføringa då gytefiskteljingane er gjennomført. Anslaga for areal er relativt grove i dei fleste elvane, Suldalslågen er eit unntak der det er gjort nøyaktige arealutrekningar for ulike vassføringar (Magnell mfl. 2003)

Registreringane av gytefisk vart gjort ved observasjonar frå elveoverflata av to personar (i nokre få tilfelle berre ein person) som iført dykkedrakter og snorkel/maske dreiv, sumde eller kraup nedover elvane. Ein tredje person som gjekk/køyrde langs elva noterte etter jamlege konsultasjonar observasjonane og teikna dei inn på kart.

Teljingane har vore gjennomført om hausten og er forsøkt gjennomført nær opp til det som er forventa gytetopp for fisken i elva. Teljingane har i dei fleste elvane først og fremst vore knytte opp mot kartlegging av gytebestanden av laks, og i desse vassdraga har ein ved observasjonane teke mest omsyn til laksen sin gytetopp. Teljingane er freista gjennomført når sikt- og vassføringstilhøva har vore gode.

I **tabell 3.1** er fire ulike observasjonsrelaterte tilhøve sett opp for referanseelvane og for Suldalslågen. Desse viser at det i gjennomsnitt er betre sikt i Suldalslågen enn i referanseelvane. Suldalslågen er mellom dei breiaste elvane og den relative observasjonsbreidda, som er eit utrykk for kor stor del av elvesenga observatørane faktisk ser, er likevel i gjennomsnitt noko lågare i Suldalslågen enn i referansevassdraga. Dette skuldast at i nokre av elvane er relativ observasjonsbreidd berekna til å vere betydeleg breiare enn elvebreidda. Dersom ein korrigerer elvane med relativ observasjonsbreidde større enn 100 % og set dei til 100 %, vil den gjennomsnittlege observasjonsbreidda for referanseelvene vere 81 %. Drivfarten har i gjennomsnitt vore 1,6 km/t både i referansevassdraga og i Suldalslågen. Slik det går fram her synest det ikkje å vere spesielle tilhøve i Suldalslågen som skulle tilseie at andelen gytefisk som vert observert i Suldalslågen skal skilje seg nemneverdig frå referanseelvene.

Tabell 3.1. Observasjonsrelaterte tilhøve i referansevassdraga og i Suldalslågen. Sikt (m), relativ observasjonsbreidd (%) (kor stor andel av gjennomsnittleg elvebreidd drivteljarane kan sjå med gjeldande sikt), observasjonsvassføring (%) (vassføring på observasjonstidspunktet i høve til middel årsvassføring), og drivfart i km/t. For kvar faktor er gjennomsnitt, minste og største verdi og antal observasjonar i referansevassdraga og i Suldalslågen oppgjeven.

	Sikt (m)		Rel. obs. bredde (%)		Obs. vassføring (%)		Driv fart (km/t)	
	Referanse	Suldal	Referanse	Suldal	Referanse	Suldal	Referanse	Suldal
Gj. snitt	7,8	11,4	107 (81)	85	29	32	1,6	1,6
Minst	2	9,5	35 (35)	70	8	28	0,7	1,4
Største	20	13	270 (100)	96	88	46	2,5	1,9
Antal	59	9	50	9	46	9	38	7

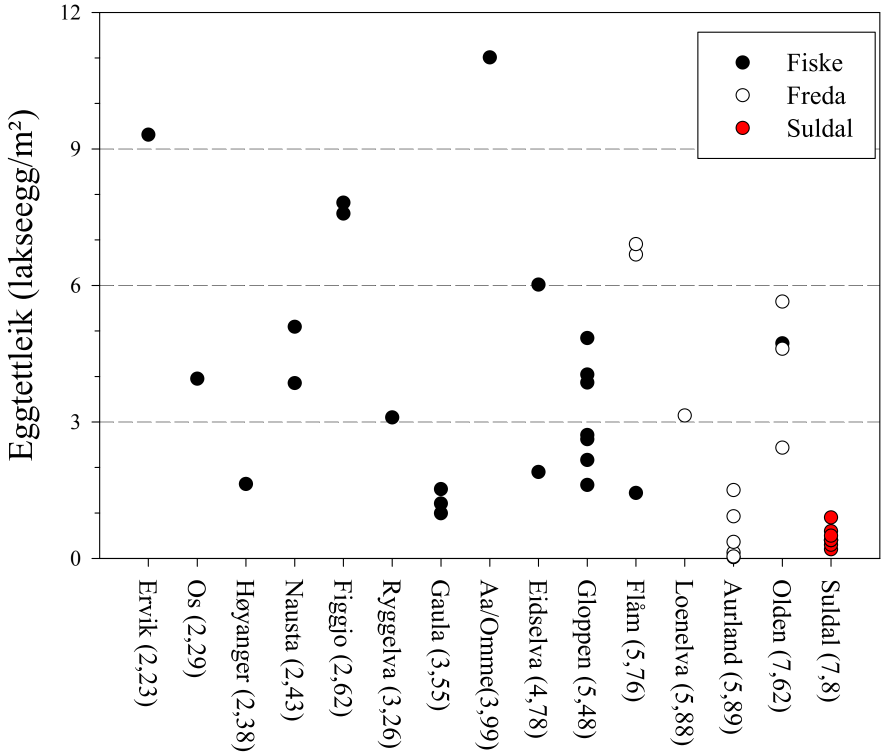
I tilegg til sikt, vassføring og "timing" i høve til gyteaktivitet, kan utforminga av elvelaupet ha betydning for teljarane sin sjanse til å ha oversikt over vassmassane. Elvar som er relativt djupe og trauforma med klart definerte elvelaup gjev betre oversikt enn breie og grunne elvar der elva nokre stader kan følje fleire laup. Elvesubstratet vil også ha betydning for oversikta. I elvar med relativt fint

substrat har fisken få stader å gøyme seg, medan den i elvar med grovt substrat og blokker kan gøyme seg under eller bak steinar. Store steinar kan også dekke for deler av observasjonssektoren for teljarane, slik at denne nokre stader vert mindre enn sikta skulle tilseie.

Tettleiken av gytefisk kan ha betydning for kor nøyaktige teljingane vert. I område med låg tettleik vil teljarane få betre tid til å bestemme art og storleik til dei einskilde fiskane, medan det i område med svært stor tettleik kan være vanskeleg å få nøyaktige tal på kor mange fisk som var på området, og større usikkerskap knytt til art og storleik. I situasjonar med svært høg tettleik er det sannsynleg at den mest talrike gruppa vert underestimert. Høg tetteleik har likevel ikkje vore noko stort problem i samband med teljingane. I gjennomsnitt har tettleiken vore 30 laks og 31 aure per km i referanseelvane, noko som tilseier at det i gjennomsnitt er 16 meter i elvas lengderetning mellom kvar fisk. Med ein gjennomsnittleg drivefart på om lag 2 m/sek, og to teljarar, vert dette i snitt ein fisk per minutt pr. teljar.

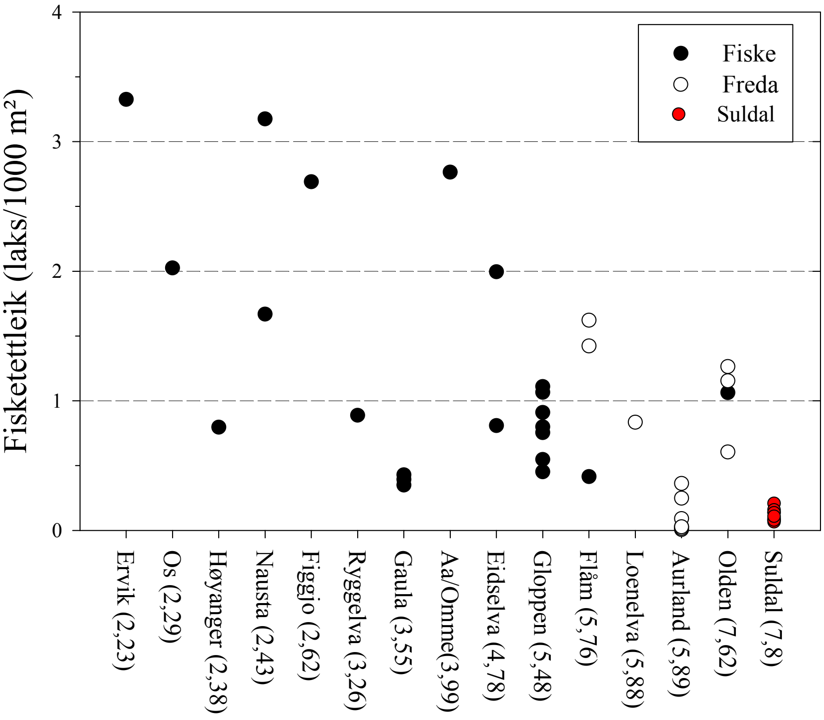
Eggtettleik

Tettleiken av lakseegg vart berekna med basis i dei talte fiskane frå drivteljingar i 14 ulike vassdrag på Vestlandet i perioden 1996 til 2003, totalt 36 registreringar, utanom Suldalslågen. I snitt var eggtettleiken 3,3 egg per m². I ein del av elvane var villaksen freda, og i desse var gjennomsnittleg eggtettleik 2,5 medan den i elvene som ikkje var freda i snitt var 4,0 egg per m² (**figur 3.5**). Utanom desse registreringane vart eggtettleiken i Årøyelva estimert til mellom 9 og 19 egg per m². Resultata frå denne elva er haldne utanfor i figuren og berekningane sidan innsiget av laks til denne elva er sterkt påverka av dei store smoltutsettingane i høve til produksjon av villsmolt. I tillegg vart det estimert svært låg eggtettleik i Årdal- Ortnevik- og Vetlefjordvassdraget, men desse vassdraga har ikkje stadeigne bestandar av laks (Skurdal mfl. 2001) og er av den grunn ikkje tekne med. For Suldalslågen er tettleik av lakseegg på bakgrunn av drivteljingane estimert til i gjennomsnitt 0,44 egg per m² i perioden frå 1995, med ein variasjon frå 0,2 til 0,9 egg per m².



Figur 3.5. Eggtettleik for laks basert på gytefiskteljingar i 14 ulike vassdrag, fordelt på 36 registreringar. Elvane er sortert etter gjennomsnittleg vekt på laksen som vart fanga på 1970-talet (snittvekta i parantes for kvar elv på x-aksen).

Tettleik av gytelaks
Tettleiken av laks per 1000 m² er basert på antal fisk observert ved drivteljingar i 14 ulike vassdrag på Vestlandet i perioden 1996 til 2003, totalt 36 registreringar. I snitt var det ein tettleik på 1,0 laks per 1000 m² (mål), ein del av elvane var freda og i desse var gjennomsnittleg fisketettleik 0,6 laks per 1000 m². I elvene som ikkje var freda var det i snitt 1,3 laks per 1000 m² (**figur 3.6**). Som for eggtettleik og av same årsak er Årøyelva og Årdal- Ortnevik- og Vetlefjordvassdraget haldt utanfor berekningane. For Suldalslågen har gjennomsnittleg tettleik av fisk i perioden gytefisken er talt med drivteljingar variert frå 0,07 til 0,21 laks per 1000 m², med eit gjennomsnitt på 0,12 laks per 1000 m².



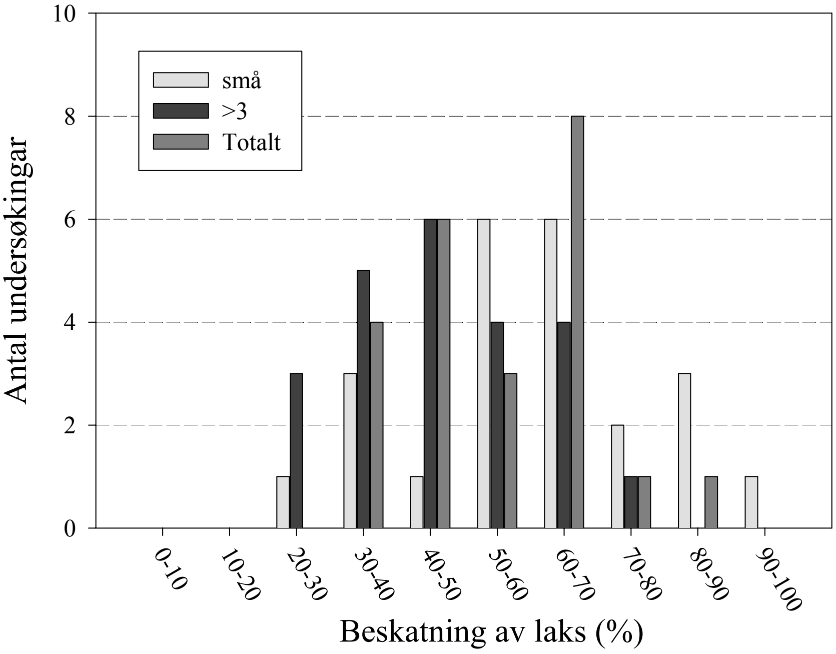
Figur 3.6. Tettleik av gytelaks (antal/1000 m²) basert på gytefiskteljingar i 14 ulike vassdrag, fordelt på 36 registreringar. Elvane er sortert etter snittvekt i fangst på 1970-talet.

Beskatning
Beskatning av laks og sjøaure vil kunne variere mellom elvar, elvedelar, år og storleiksgrupper (Sættem 1995, Hansen mfl. 2003). Beskatninga kan vere påverka av faktorar som vassføring, temperatur og fangsttrykk. Trass i at mange faktorar potensielt kan påverke beskatninga var det overraskande liten variasjon i beskatninga mellom år innan elvar og mellom elvar tidleg på 1990-talet (Sættem 1995). Fangst i fiskesesongen kan difor gje eit estimat for kor mykje gytefisk som står igjen i elva etter at fisket er avslutta.

Frå Rådgivende Biologer sine undersøkingar av gytebestandar har det også vore representativt fiske av laks i elvene knytt til 23 av registreringane. I desse 23 undersøkingane var gjennomsnittleg beskatning på laks 54 %, med variasjon frå 31 til 82 %. For små-, mellom- og storlaks var gjennomsnittleg beskatning høvesvis 60 %, 49 % og 47 %. Dette er om lag på same nivå som i tilsvarande studiar, men litt lågare for smålaks (Sættem 1995) (**figur 3.7**).

For Suldalslågen har det vore opna for normalt fisk i 1995 og i 1996 av dei sju åra gytefiskregistreringane er vorte utført. Frå 1997 har det vore avgrensingar i fiske etter fisk over 75 cm (mellom og storlaks). Av den samla fangsten av smålaks har i gjennomsnitt 46 % vorte fanga nedanfor Sandsfossen, dei resterande 54 % ovanfor Sandsfossen. Totalbeskatninga av smålaks i perioden har variert frå 53 til 90 %, med eit gjennomsnitt på 76 %, som er noko høgare enn gjennomsnittet i referanseelvane, men likevel innan den variasjonen som er dei 23 referanseelvane. For 1995 og 1996,

då det var vanleg fiske etter laks større enn 3 kg, var den gjennomsnittlege beskatninga for laks større enn 3 kg på 56 %. Det er ingen tidsmessig endring i fordeling av fangsten, det er heller ikkje nokon variasjon i fangstfordelinga som er knytt til total fangstmengd ovanfor og nedanfor Sandsfossen i Suldalslågen.



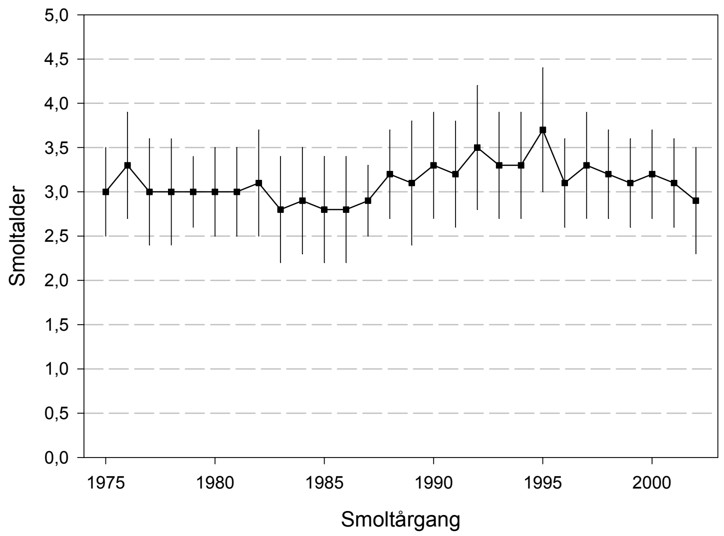
Figur 3.7. Beskatning av smålaks (<3 kg) mellomlaks og storlaks (> 3 kg) frå undersøkingar i Vestlandselvar i perioden 1996 til 2002 (n = 23).

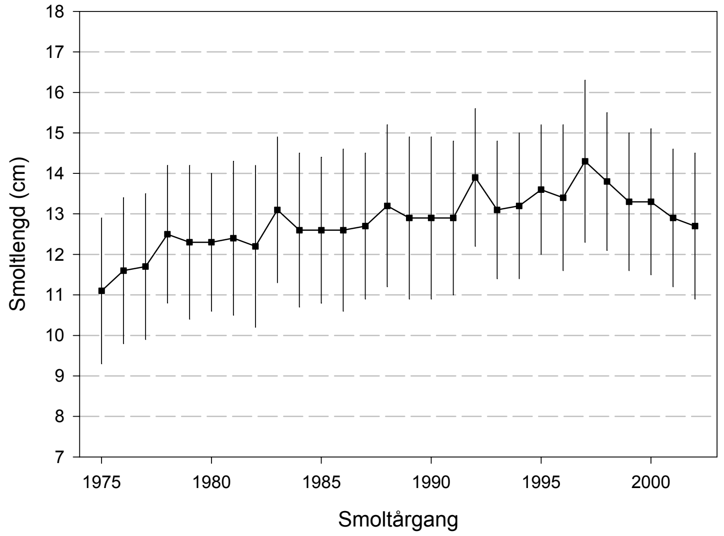
3.4 Smoltalder og sjøvekst til laks som er fanga i Suldalslågen

I perioden 1979-2003 er det samla inn og analysert 3905 skjellprøver av laks fanga under ordinært fiske og ved stamfiske i Suldalslågen. Av desse er 2700 prøvar frå villaks, 305 kultivert laks, 730 rømd oppdrettslaks og for 170 laks var opphavet usikkert. Det årlege innslaget av rømd oppdrettslaks har variert mellom 0 og 29 %, og snittet for heile perioden er 10,7 %. I perioden 1987 til 2003 har det i gjennomsnitt vore 18,2 % oppdrettslaks i materialet (Urdal mfl. 2004).

Dei 2700 villaksane var fordelt på smoltåtgangane frå 1975 til 2002. Gjennomsnittleg smoltalder var 3,0 år, med variasjon frå minimum 2,8 år til maksimum 3,7 år for dei enkelte smoltårgangane. Etter nokre år midt på 1980-talet med gjennomsnittleg smoltalder på 2,8 og 2,9 år var det ein periode med høgare smoltalder, mellom 3,1 og 3,7, og snittet for 1988-2001 var 3,1 år. Gjennomsnittleg smoltalder for 2002-årgangen var nede i 2,9 år (jfr. **figur 3.8**).

Gjennomsnittleg smoltlengd for heile perioden er 12,7 cm, med variasjon mellom 11,1 cm i 1975 og 14,3 cm i 1997. Det ser ut til at smoltlengda har auka, frå i underkant av 12 cm på 1970-talet til stort sett over 13 cm på 1990-talet. Sidan 1997 har smoltlengda vorte mindre, noko som delvis heng saman med redusert smoltalder (**figur 3.8**). Smoltlengda aukar med aukande smoltalder, for 2-, 3- og 4-årssmolt er snittlengdene høvesvis 11,6 cm, 12,6 cm og 13,8 cm.



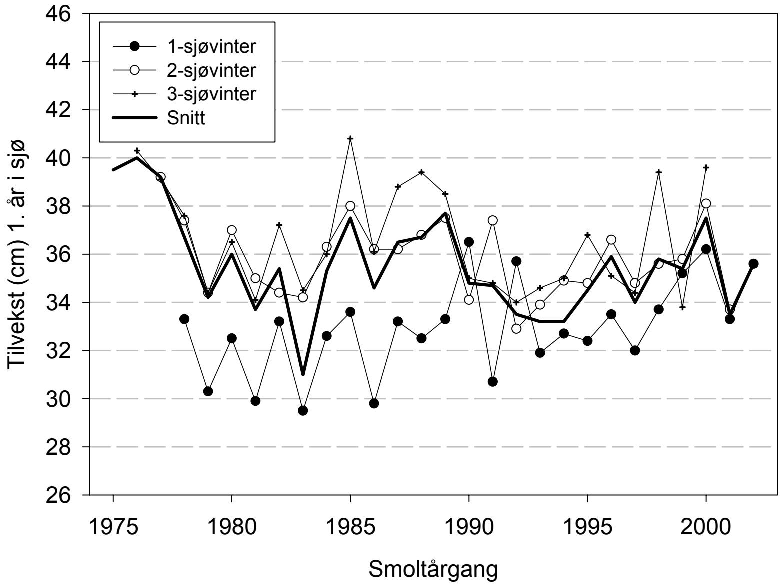


Figur 3.8. Gjennomsnittleg smoltalder (over) og smoltlengd (under) ± standardavvik for 28 smoltårgangar (1975-2002) av villaks fanga i Suldalslågen i perioden 1979-2003.

Sjøalderen til villaksen som vert fanga i Suldalslågen varierer mellom 1 og 6 sjøvintrar, men dei to eldste kategoriane (5- og 6-sjøvinter) er svært fåtallige og til dels usikre, og dei aller fleste har vore mellom 1 og 4 vintrar i sjøen.

Gjennomsnittleg tilvekst første året i sjø har variert mellom 40 cm i 1976 og 31 cm i 1983 (figur 3.9). Etter nokre år med god vekst i siste halvdelen av 1980-talet var veksten dårleg tidleg på 1990-talet før han tok seg opp att. I 2000 var veksten den beste sidan 1989, medan veksten i 2001 var mellom dei dårlegaste som er registrert.

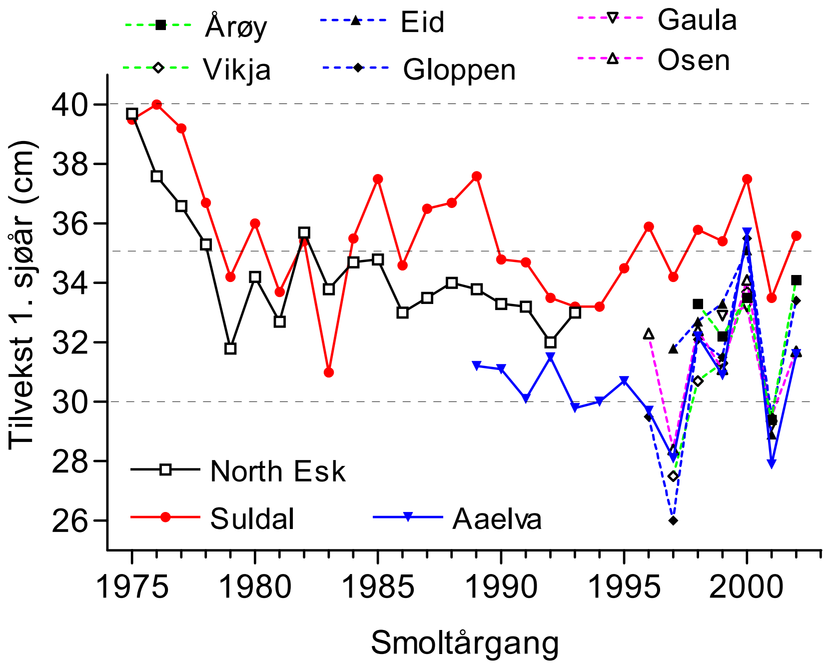
Når materialet er fordelt på sjøaldergrupper viser det seg at 1-sjøvinterlaksan generelt har dårlegare tilvekst første året i sjøen enn fisk frå same smoltårgang som kjem attende som 2- og 3-sjøvinterfisk (**figur 3.9**). Berre 3 av 24 år hadde 1-sjøvinterlaksen vakse betre enn eldre fisk. Skilnadane var størst i perioden før 1990, då 2- og 3-sjøvinterlaksen i snitt hadde vakse høvesvis 4 og 5 cm betre første året i sjø enn 1-sjøvinterlaks. I perioden 1990-2001 var skilnadane høvesvis 1,5 og 2 cm.



Figur 3.9. Tilvekst av ulike sjøaldergrupper første året i sjø for villaks fanga i Suldalslågen 1979-2003.

Sjøvekst samanlikna med andre elvar
Villaksen frå Suldalslågen veks betre i sjøen enn dei fleste andre villaksstammane på Vestlandet (**figur 3.10**), men den relative mellomårsvariasjonen ser ut til å vera temmeleg lik. Det er få langtidsseriar frå andre elvar. Laks frå elva North Esk i Skottland har hatt ein vekst som ligg litt lågare enn Suldalslaksen i perioden 1975-93, men det er om lag same tendens i vekstendringar i perioden. Det finst også vekstdata for laks frå Åelva i Nordfjord for perioden 1989-2002. Laks frå denne elva har vakse mindre enn Suldalslaksen, men med liknande tendens til endring gjennom perioden.

.

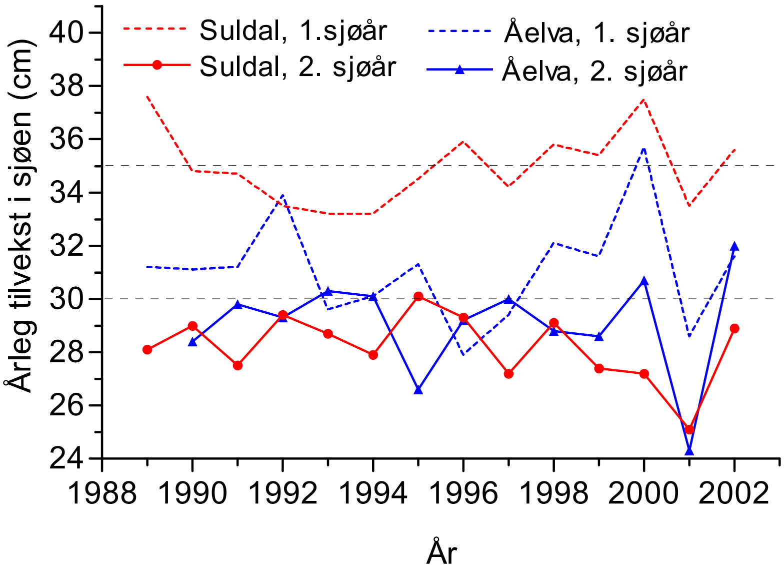


Figur 3.10. Vekst første året i sjø for laks fanga i Suldalslågen, North Esk i Skottland og 7 elvar i Sogn og Fjordane.

Når ein legg til data frå seks andre elvar i Sogn og Fjordane, to frå Sogn, to frå Sunnfjord og to frå Nordfjord, ser ein at desse ligg på nivå med Åelva, og at alle elvane, inkludert Suldalslågen, har dårleg sjøvekst i 1997 og 2001 og svært god sjøvekst i 2000 (**figur 3.10**).

Smolten frå Suldalslågen går ut i sjøen tidleg i mai (Saltveit mfl. 2004). Frå 2 elvar i Sogn er det registrert smoltutvandring i andre halvdel av mai, og det er større variasjon mellom år i utvandringsmønsterert i desse elvane enn det ein ser i Suldalslågen (Hellen mfl. 2004). Tidlegare utvandring og lenger veksesesong i sjøen det første året kan forklare kvifor laksen frå Suldalslågen veks meir i sjøen det første året enn laks frå elvar i Sogn og Fjordane.

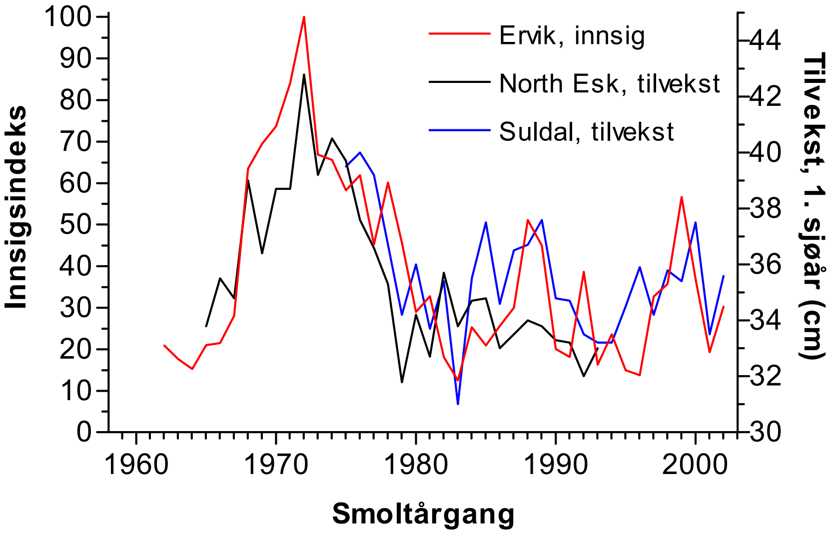
Figur 3.11. *Gjennomsnittleg årleg tilvekst det første og andre året i sjøen for laks frå Suldalslågen og frå Åelva i Nordfjord.*



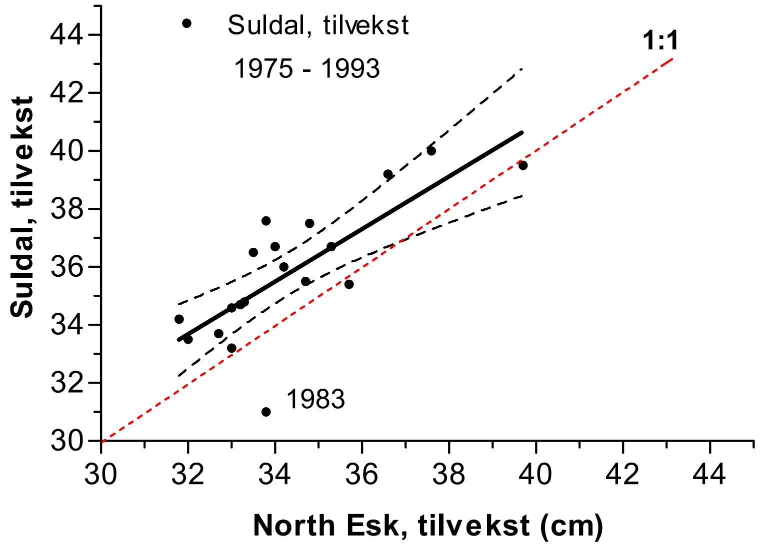
Ei anna tenkjeleg forklaring på kvifor Suldalslaksen veks betre enn laksebestandar i Sogn og Fjordane det første året i sjøen, er at Suldalslaksen har spesielle veksteigenskapar. Dersom dette var tilfelle burde ein forvente at Suldalslaksen vaks betre enn laks frå desse andre bestandane også det andre året i sjøen. Dette er undersøkt for 2- og 3 sjøvinterlaks frå Suldalslågen og tilsvarande for laks frå Åelva i Nordfjord, men det var ingen skilnad i vekst det andre året i sjøen mellom desse to bestandane. Laks frå begge bestandane hadde vakse dårleg i 2001, og dette var tilfelle både for laks som var første året i sjøen og dei som var andre året i sjøen (**figur 3.11**). Resultata indikerer altså uvanleg dårlege vekstvilkår i sjøen i 2001. Resultata styrkjer hypotesa om at den gode veksten for Suldalslaksen det første året i sjøen ikkje skuldast spesielle veksteigneskapar, men heller at smolten frå Suldalslågen går tidlegare ut i sjøen og får ein lenger vekstsesong det første året samanlikna med laks frå bestandar i Sogn og Fjordane.

Innsiget av vaksen laks til Ervikelva på Stadt som kom frå dei 29 smoltårgangane som gjekk ut frå elva i perioden frå 1965 til 1993 var signifikant korrelert med tilveksten det første året i sjøen for laks frå elva North Esk i Skottland ($r^2 = 0,62$, $p<0,0001$, n=29). Tilsvarande var innsiget av laks til Ervik signifikant korrelert med tilveksten det første året i sjøen for laks frå Suldalslågen for smoltårgangane frå 1975 til 2002 ($r^2 = 0,39$, $p = 0,0004$, n=28). Innsiget til Ervikelva var størst og tilveksten til laks frå North Esk og Suldal var størst på 1970-talet, medan innsig og tilvekst var minst i perioden rundt 1980 og i første halvdel av 1990-talet (**figur 3.12**).

Figur 3.12. Innsiget av vaksen laks til Ervikelva på Stadt frå 40 smoltårgangar som gjekk ut frå elva i perioden frå 1962 til 2002, samanlikna med tilveksten det første året i sjøen for laks frå elva North Esk i Skottland (1965-1993) og Suldalslågen (1975-2002).



Frå perioden 1975 til 1993 føreligg det vekstdata for første året i sjøen til laks både frå North Esk og Suldalslågen, og det er ein signifikant samanheng mellom tilvekst til laks frå Suldal og laks frå North Esk (r^2=0,59, p = 0,0001, n = 19). Laks frå Suldal veks ca 1 cm meir enn laks frå North Esk den første sommaren i sjøen, og denne skilnaden kan oppstå dersom laksesmolten frå Suldal vandrar ut i sjøen 3-5 dagar tidlegare enn laksesmolten frå North Esk (**figur 3.13**).



Figur 3.13. Tilvekst det første året i sjøen for laks frå Suldalslågen samanlikna med tilveksten til laks frå North Esk i perioden 1975-1993.

Laksesmolt som gjekk ut frå Suldalslågen i 1983 hadde den dårlegaste tilveksten det første året i sjøen som er blitt registrert i heile perioden frå 1975 til 2002 (**figur 3.12, figur 3.13**). Dette året skil seg også ut ved at tilveksten er 3-5 cm mindre enn det ein skulle forvente med bakgrunn i den generelle samanhengen. Dersom ein utelet dette året, blir korrelasjonen i figur 3.13 også betre med r^2 på 0,72.

Utover vinteren 1982 vart Sandsavatn nedtappa for første gong og dette medførte utrasing og utvasking av leire i reguleringssona. Vatnet vart blakka og medførte at siktedjupet i Suldalsvatnet vart redusert til 1-3 meter, frå normalt rundt 10 meter. Denne situasjonen varde til utpå hausten i 1983 (ANON 1994). Det er ikkje usannsynleg at redusert sikt i Suldalslågen i 1982 og 1983 medførte redusert utvandring av laksesmolt både i 1983 og 1984, for det er vist at tettleiken av presmolt er lågare i elvar med låg sikt enn i elvar med klart vatn (sjå kap. 5.2 om Mørkris og Utla). Endringane i sikt kan også ha påverka tidspunktet for smoltutvandring, for den reduserte veksten i 1983 indikerer at laksesmolten gjekk ut frå Suldalslågen om lag 14 dagar seinare det ein kunne forvente som normalt i 1983. Dersom redusert sikt i Suldalslågen i 1982 og 1983 medførte at det gjekk ut færre smolt enn normalt i 1983 og 1984 burde dette også vise igjen på fangststatistikken dei påfølgjande åra. Av fleirsjøvinterlaks var det relativt låge fangstar i åra 1985 til 1988. Det vart fanga relativt mange 1-sjøvinterlaks i 1984, men få i denne kategorien i 1985 og 1986 (**figur 3.1**). Fangststatistikken gjev dermed ikkje haldepunkt for å seie at utrasinga i Sandsavatnet medførte reduksjon i smoltproduksjonen.

3.5 Diskusjon

Fangstutviklinga av laks i Suldalslågen er for perioden 1957-1997 samanlikna med utviklinga i storlaksbestanden i den uregulerte Oldenelva i Nordfjord. I Olden er det er god vasskvalitet, men smolten har vore utsett for påslag av lakselus (Hansen mfl. 2003). Variasjonen i fangst av laks over tid er parallell i dei to elvane, men det er best samsvar i periodane før Ulla-Førre. RSK-reguleringa synest å ha medført ein liten reduksjon i fangsten i Suldalslågen samanlikna med Olden, medan fangsten igjen auka etter Ulla-Førre relativt til Olden. Etter Ulla-Førre har andelen smålaks i fangsten auka noko meir i Suldal enn i Olden.

Sidan 1993 har det vore låge fangstar av laks i Suldalslågen, fangsten har i antal vore dominert av smålaks og det har vore betydeleg innslag av rømd oppdrettslaks. Dominansen av smålaks har etter 1997 vore påverka av at umerka villaks > 75 cm skulle setjast ut att i elva, men også i åra 1993 – 1997 var det høgt innslag av smålaks. Dette medførte at gjennomsnittsvekta var redusert til 3-4 kg, medan gjennomsnittsvekta låg mellom 6 og 9 kg i perioden før 1993. Det vart ikkje rapportert fangst av sjøaure før i 1984, og det kan difor tenkjast at fangsten av smålaks også var underrapportert. Det kan vere fleire årsaker til redusert gjennomsnittsvekt. Underrapportering av smålaks er alt nemnt, i tillegg kan det tenkjast at tilhøve i havet påverkar sjøalderfordelinga. I perioden 1884 til 1915 vart det også fanga relativt mykje smålaks i Suldalslågen (Sægrov 1996) og i same periode var det relativt høgt innslag av smålaks i skotske elvar (Summers 1995). Den høge gjennomsnittsvekta på 1970 talet fell saman med ein periode då laksen vaks godt og overlevde godt i havet (Friedland mfl. 1998, 2000), og det kan dermed tenkjast at alder ved kjønnsmogning er kopla til vekst og overleving i sjøfasen.

Det er generelt stor variasjon i overleving i sjøfasen for ulike smoltårgangar av laks, med skilnad på opptil fem gonger i løpet av korte tidsintervall (Antonson mfl. 1996, Sægrov 1999, Friedland 2000). Denne variasjon er felles for bestandar innan store geografiske område, og det er difor sannsynleg at årsaka er storskalavariasjon i temperatur og mattilgang, for det er vist at overlevinga fell saman med veksttilhøva. På 1980- og 1990-talet var overlevinga og veksten i sjøen dårlegare enn på 1970-talet og dette er samanfallande med lågare temperaturar i havområda (Antonson mfl. 1996, Sægrov 1999, Friedland mfl. 2000).

Av menneskeskapte faktorar var lakselus eit stort problem for laks på Vestlandet på 1990-talet til og med 1997, men omfanget varierte frå region til region. Det var store påslag av lakselus i Ryfylke i 1997, før dette året var problemet ikkje undersøkt, men det er svært sannsynleg med omfattande luseangrep på laksesmolt i denne regionen også tidlegare på 1990- talet. Dei første registreringane av påslag av lakselus på tilbakevandra postsmolt av sjøaure vart gjennomført i elvar frå Hordaland til og med Nordland sommaren 1992. I heile området var det omfattande angrep av lakselus på sjøauren, og påslaga var størst i område der det låg mange oppdrettsanlegg (Urdal 1992). Det var større påslag av lakselus i 1992 enn det som seinare er registrert, og dei massive angrepa frå Hordaland og nordover gjer det sannsynleg at lakselusa også utgjorde eit problem for laks og sjøaure i Ryfylke allereie i 1992. Frå og med 1998 har påslag av lakselus vorte sterkt redusert i dei fleste regionar og den viktigaste årsaka til dette er synkroniserte avlusingar i fiskeoppdrettsanlegga (Elnan og Gabrielsen 1999, Heuch og Mo 2001, Kålås og Urdal 2003).

Vassføringa i smoltutvandringsperioden kan påverke smoltoverlevinga. I Suldalslågen er vassføringa manipulert ved reguleringa, og det er ikkje usannsynleg at dette kan ha medført redusert overleving for ein del smoltårgangar (Forseth mfl. 2003). Bestandsutviklinga for laks i Suldalslågen er ikkje ulik det som er registrert for andre laksebestandar i indre fjordstrøk på Vestlandet, m.a. i indre Nordfjord, indre Sogn og indre deler av Hardangerfjorden, og hovudårsaka er mest sannsynleg påslag av lakselus (Skurdal mfl. 2001). Det var svært låge fangstar av laks i dei fleste bestandar på Vestlandet på 1990-talet fram til og med 1998, men i 1999 auka fangstane mange stader på grunn av langt betre overleving på smoltårgangen frå 1998 enn dei føregåande (Skurdal mfl. 2001). Etter 1999 har fangstane generelt vore større enn på 1990-talet, men med nokre lokale unntak (Urdal 2004a,b). Også i Suldalslågen har fangstane teke seg opp dei aller siste åra, og det finst som nemnt fleire parallellar til bestandsutviklinga for laksebestanden i Suldalslågen andre stader på Vestlandet. Det finst også eksempel på at bestandane ikkje har teke seg opp att etter nedgangen 1990-talet, t.d. er bestandane i Vosso, Steinsdalselva, Granvinselva, Eio og Opo framleis på historisk lågmål, og lakselus er rekna som det største problemet. Desse elvane har ikkje opna for fiske etter villaks dei siste åra (Urdal 2004b).

Det er sannsynleg at det er størst dødelegheit på smolten i tidleg sjøfase under vandringa frå elvemunningen til ope hav. Av naturlege dødsårsaker er predasjon truleg viktig i denne fasen og predasjonen kan sannsynlegvis også vere påverka av vassføring og temperatur i utvandringsfasen som varierer frå år til år. I ei regulert elv kan vassføring og temperatur vere manipulert om våren og dersom dette fører til ekstra dødelegheit vert dette ein menneskapt faktor (Forseth mfl. 2003). Lakselus er

likevel den menneskeskapte faktoren som har medført størst dødelegheit etter at oppdrett av laksefisk vaks fram (Holst og Jakobsen 1999, Heuch og Mo 2001).

Laksen frå Suldal veks betre det første året i sjøen enn bestandar i Sogn og Fjordane, men dette kjem sannsynlegvis av at smolten vandrar tidlegare ut i sjøen om våren enn smolten frå elvane lenger nord. Det andre året i sjøen veks ikkje Suldalslaksen betre enn laksen frå Aaelva i Nordfjord, det er difor ikkje sannsynleg at laksen frå Suldalslågen har spesielle veksteigenskapar. Det er lite variasjon mellom år i tidspunkt for smoltutvandring frå Suldalslågen (Saltveit 2004), og sannsynlegvis mindre variasjon enn det som er vanleg for andre bestandar. Dette kan vere årsaka til at det også er mindre variasjon i tilveksten det første året i sjøen for Suldalslaks enn for laksebestandar i Sogn og Fjordane. Laks frå Sogn og Fjordane vaks spesielt dårleg i 1997 og i 2001, og det ser også ut til at smoltårgangane frå desse åra har hatt lågare overleving i sjøen enn andre smoltårgangar dei siste 5 åra (Urdal 2004a).

Laks frå elva North Esk vaks svært bra i sjøen frå slutten av 1960-talet og fram til slutten av 1970-talet, og i denne perioden var det også høg overleving på laksen i sjøfasen. I den same perioden var det svært gode fangstar av laks i Norge. Etter den tid avtok både veksten i sjøen og den totale fangsten av laks i Norge (Friedland mfl. 2000, Hansen mfl. 2003). Innsiget av laks til Ervikelva på Stadt viste det same mønsteret over tid som tilveksten i sjøen for laks i North Esk (Larssen og Sægrov 2003). Også laks frå Suldalslågen vaks betre midt på 1970-talet enn seinare, men for denne bestanden har vi diverre ikkje vekstdata frå perioden før 1975 då overlevinga var svært høg og fangstane var på topp både i elv og sjø. Vekstdata frå perioden etter 1980 viser redusert vekst i sjøen samanlikna med tidlegare, og dette korrelerer også til redusert overleving og fangst av laks. I 1997 og 2001 vaks laks frå mange bestandar spesielt lite i sjøen, og av smoltårgangen som gjekk ut i 2001 har det kome relativt få attende til mange av elvane på Vestlandet (Urdal 2004). I 2001 vaks 1-sjøvinter laks frå Suldal relativt lite, medan 2-sjøvinterlaksen vaks tydeleg mindre enn dei føregåande åra (**figur 3.11**). Etter 1980 har det vore dårlegare vekst og overleving på laks i havet enn den føregåande 10-års-perioden. Det er framleis relativt dårleg vekst og overleving i havet, og innsiget av laks er dermed redusert av naturlege årsaker. Beskatninga i sjøen er redusert dei siste 15 åra og dette betyr at ein større andel av lakseinnsiget når tilbake til elvane, noko som gjev grunnlag for større elvefangst enn det sjøoverlevinga skulle tilseie.

Det er gjennomført gytefiskteljingar i sju år i Suldalslågen, frå sesongen 1995/96 t.o.m. 2003/2004. Resultata frå desse teljingane er samanlikna med tilsvarande undersøkingar i andre vassdrag på Vestlandet, og det er gjort ei samanstilling av variasjonen i ulike faktorar som kan tenkjast å påverke observasjonane som sikt, relativ observasjonsbreidd, vassføring og drivefart. I denne samanstillinga kom Suldalslågen ut med betre sikt (11,4 m) enn gjennomsnittet i dei andre elvane, relativ observasjonsbreidd (85 %) var litt lågare enn snittet, observasjonsvassføringa var 32 % av årsmiddel mot 29 % som gjennomsnitt i dei andre elvane, og drivefarten var som i dei andre elvane. Med unntak av spesielt god sikt i Suldal, var observasjonstilhøva godt innafor variasjonsbreidda i dei andre elvane, og det er vanskeleg å finne tilhøve som skulle tilseie at registreringane i Suldalslågen har vore mindre nøyaktige enn det som har vore vanleg i dei andre elvane.

Korrigert for uttak av laks ovanfor Sandsfossen, er det observert langt færre gytelaks ved drivregistreringane enn det ein skulle vente i høve til antalet passeringar som er vorte registrert i dei to teljesystema i Sandsfossen. Skilnaden på desse tala indikerer at berre 10 – 20 % av gytelaksen er vorte observert ved dei ordinære teljingane. Tala frå drivteljing i januar 2003 var også berre 25 % av den estimerte totalbestanden frå teljingar utført av andre tre veker tidlegare. Det verkar dermed som om gytefiskteljingane i Suldalslågen gjev for låge tal, men samanlikning med fangst og passeringar i laksestudioet tilseier at det eventuelt er ein systematisk feil. Dersom vi i nokre av dei andre elvane med om lag same observasjonstilhøve som i Suldal berre har sett t.d. 25 % av gytefisken, ville gytebestandane i desse vore usannsynleg talrike. I Nausta såg vi to år minst 60 % og 70 % av all vaksen fisk som kunne vere ovanfor Hovefossen, men dette er den einaste testen vi har så langt.

Det er stor usikkerheit ved teljingane av gytefisk i Suldalslågen, og denne usikkerheita forplantar seg vidare ved utrekning av tettleik av gytelaks og eggtettleik som er basert på denne metoden. I Suldalslågen vart det observert i gjennomsnitt 0,12 laks/1000 m², som er svært låg tettleik samanlikna med eit totalt snitt på 1,0 laks/1000 m² i elvar som har vore opna for fiske. Gjennomsnittleg observert tettleik av gytelaks i Suldalslågen er om lag på nivå med det som er vorte observert av oppgang av framand laks i nokre Sogneelvar utan eigen produksjon av laksesmolt (Skurdal mfl. 2001). Tettleiken av lakseegg vart i snitt utrekna til 0,44 egg/m², i dei andre elvane var snittet 3,3 egg/m². Dersom vi berre registrerer 10 % av gytelaksen i Suldalslågen vil både fisketettleik og eggtettleik ligge på nivå med dei andre elvane.

Suldalslågen var opna for ordinært fiske i sesongane 1995 og 1996, og desse åra var beskatninga av laks > 3 kg på 56 %. Dette er litt høgare enn snittet på 48 % i dei elvane som har vore opna for ordinært fiske og der vi har gjort gytefiskteljingar. Beskatninga av smålaksen er høgare enn på mellom- og storlaks, både generelt og i Suldalslågen, men igjen er desse tala svært usikre på grunn av den metodiske usikkerheita ved gytefiskteljingane.

4 Rekruttering

4.1 Innleiing

Eggtettleik

Dersom rekrutteringa av ungfisk er for låg til at produksjonspotensialet for smolt vert fullt utnytta, er det normalt antal hoer og antal gytte egg som er den avgrensande faktoren (Jonsson mfl. 1998). Andel hoer i dei ulike storleiksgruppene er difor vesentleg. I bestandar der det vanlegvis er eit stort innslag av fleirsjøvinterfisk, er det normalt ein låg andel hoer mellom smålaksane (1-sjøvinter) og flest hoer av fleirsjøvinterfisk. Høg fangstandel for smålaks, fleirtal av hannar i smålaksgruppa og lågt antal egg per ho gjer at bidraget til den totale eggmengda frå 1-sjøvinter gruppa er låg. Eggtettleiken er sidan 1995 utrekna på grunnlag av antal fisk i gytebestanden talt ved drivteljingar og korrigert for skeiv kjønnsfordeling i dei ulike sjøaldergruppene. Det er rekna med 1300 egg per kilo hofisk (Sættem 1995). Tettleik av egg per m² elvebotn er utrekna for arealet ved låg vassføring i gyteperioden (12 m^3/s), som er rekna til 1.130.000 m^2 for Suldalslågen mellom Sandsfossen og Suldalsosen. Eggtettleik er også berekna med grunnlag i fangsttala sidan 1957, det er her teke utgangspunkt i ei gjennomsnittleg beskatning på 40 % for fleirsjøvinter laks og 80 % for smålaks. Innslaget av hoer er sett til 78 % for fleirsjøvinterfisken og 20 % for smålaksen. Gjennomsnittsvekta er sett til 7,8 kg for fleirsjøvinterfisken og 2,5 kg for einsjøvinterfisken.

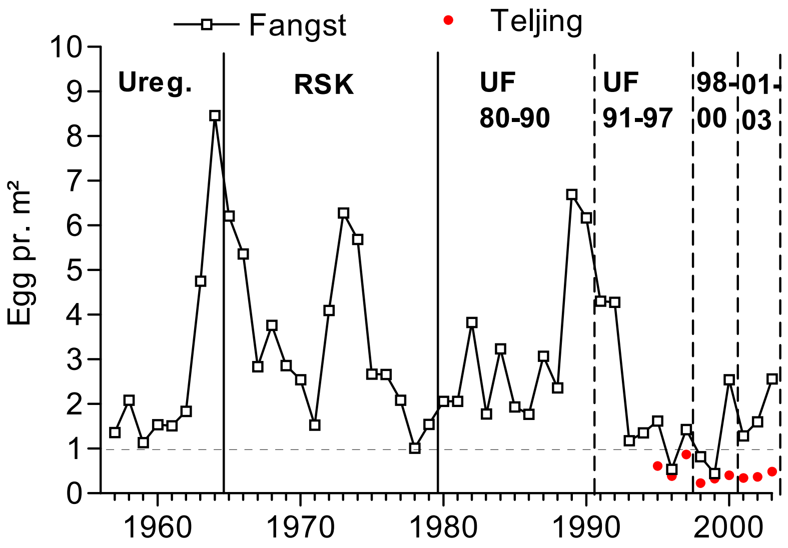
Temperatur ved "swim-up"

I sommarkalde elvar er det også sannsynleg at temperaturen i "swim-up"-perioden kan vere kritisk for overleving av yngel (Jensen mfl. 1991, Sægrov mfl. 2000), og også at gytetidspunktet for ein laksebestand er tilpassa temperaturen i "swim-up"-perioden (Heggberget 1988), og/eller vassføringstilhøva (Jensen og Johnsen 1999). I Suldalslågen er det registrert gyting av laks frå slutten av oktober til ut i februar, men gjennomsnittleg stryketidspunkt for stamlaksen er tidleg i januar (Heggberget 1988, Øyvind Vårvik, Suldals Elveigarlag, pers. medd.). Utviklingstida for egg og plommesekkyngel er temperaturavhengig, og Crisp sin modell for denne samanhengen (Crisp 1981, 1988) tilseier at det kjem lakseyngel opp av grusen ("swim-up") frå seint i mai til langt ut i juli dei fleste år, men i høve til gjennomsnittleg gytetidspunkt bør det meste av yngelen kome opp av grusen i juli. I drivet vert det fanga yngel som nyleg har kome opp frå gytegropene frå slutten av mai og i juni (Saltveit 2004). Med unntak av i 2003 er det ikkje gjort undersøkingar om driv av yngel i juli, altså i den perioden ein skulle forvente at det kom opp flest. Forsøk i klekkeriet i Suldal tilseier at utvikling av egg og plommesekkyngel frå Suldalslaks følgjer Crisp sine modellar, det er dermed vanskeleg å forklare kvifor det ikkje vert fanga yngel i drivet i juli. Det er spekulert i om yngelen nede i gytegropene kan respondere ved auka metabolisme på stimuli som følgjer endringar i lystilhøve og vassføring, inkludert lyd og rørsle i substratet, og på grunnlag av slike stimuli framskunde tidspunktet for "swim-up" (Sægrov mfl. 2004).

Med basis i simulerte og målte temperaturar for Suldalslågen (Kvambekk 2004), og samanhengen mellom temperatur og utviklingstid, er det gjort ein analyse av historiske "swim-up"-temperaturar i Suldalslågen, og vurdert kva effektar dei ulike reguleringsregima har hatt på teoretisk estimert "swim-up"-temperatur.

4.2 Eggtettleik

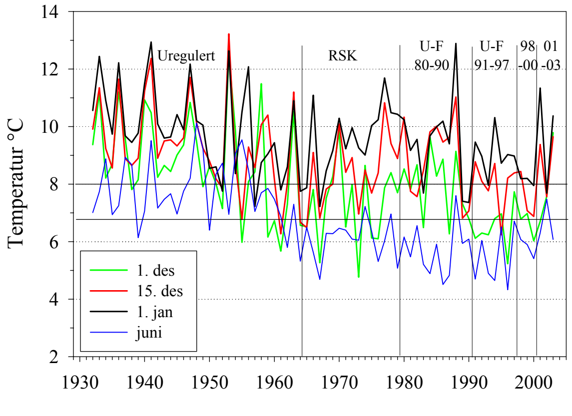
Den historiske utviklinga i eggtettleik heng i stor grad saman med utvikling i fangst, og det har sidan 1957 vore tre periodar med høge fangstar og då også høg tettleik av lakseegg (**figur 4.1**). Det har nesten i alle år fram til 1991 vore meir enn 2 lakseegg per m². Etter 1991 har det vore ein markert lågare eggtettleik i Suldalslågen. Frå 1995 er tettleik også berekna med basis i den observerte gytebestanden, i alle åra har eggtettleiken basert på observasjonar vore lågare enn eggtettleik basert på fangst, men spesielt dei fire siste åra har det vore store avvik mellom resultata frå dei to metodane.

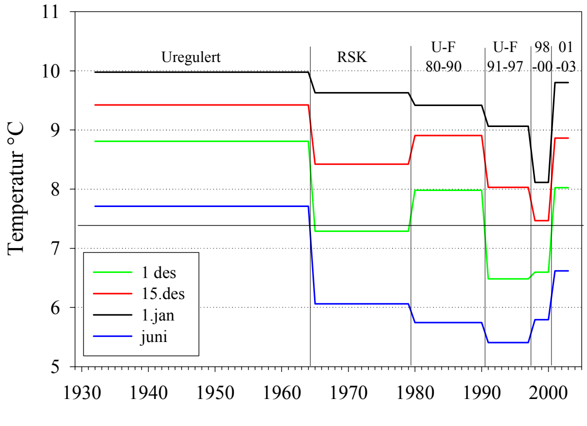


Figur 4.1 Estimert eggtettleik ut frå fangst i Suldalslågen i perioden 1957-2003. For åra 1995 til 2003 er det også vist estimert eggtettleik utrekna på grunnlag av den observerte gytebestanden (raude punkt).

4.3 Temperaturar ved "swim-up" før regulering, under RSK, og etter Ulla-Førre

Med basis i simulerte og målte temperaturar for Suldalslågen (Kvambekk 2004) er temperaturen ved "swim-up" i Suldalslågen berekna i perioden før regulering og under dei ulike manøvreringsregima som har vore praktisert etter regulering. For Suldalsosen er det simulerte eller målte temperaturar frå 1931 til 2003. Dei estimerte "swim-up"-temperaturane, basert på simuleringar (fram til 1965) og målte verdiar (frå 1965), for heile denne perioden er vist for einskilde år og som snitt for dei ulike reguleringsregima(**figur 4.2**). Fordi det vert fanga yngel som nyleg har kome opp frå gytegropene i heile juni, er det også vist gjennomsnittleg temperatur for juni, for å illustrere temperaturtilhøva for lakseyngel som kjem opp av grusen i løpet av juni.





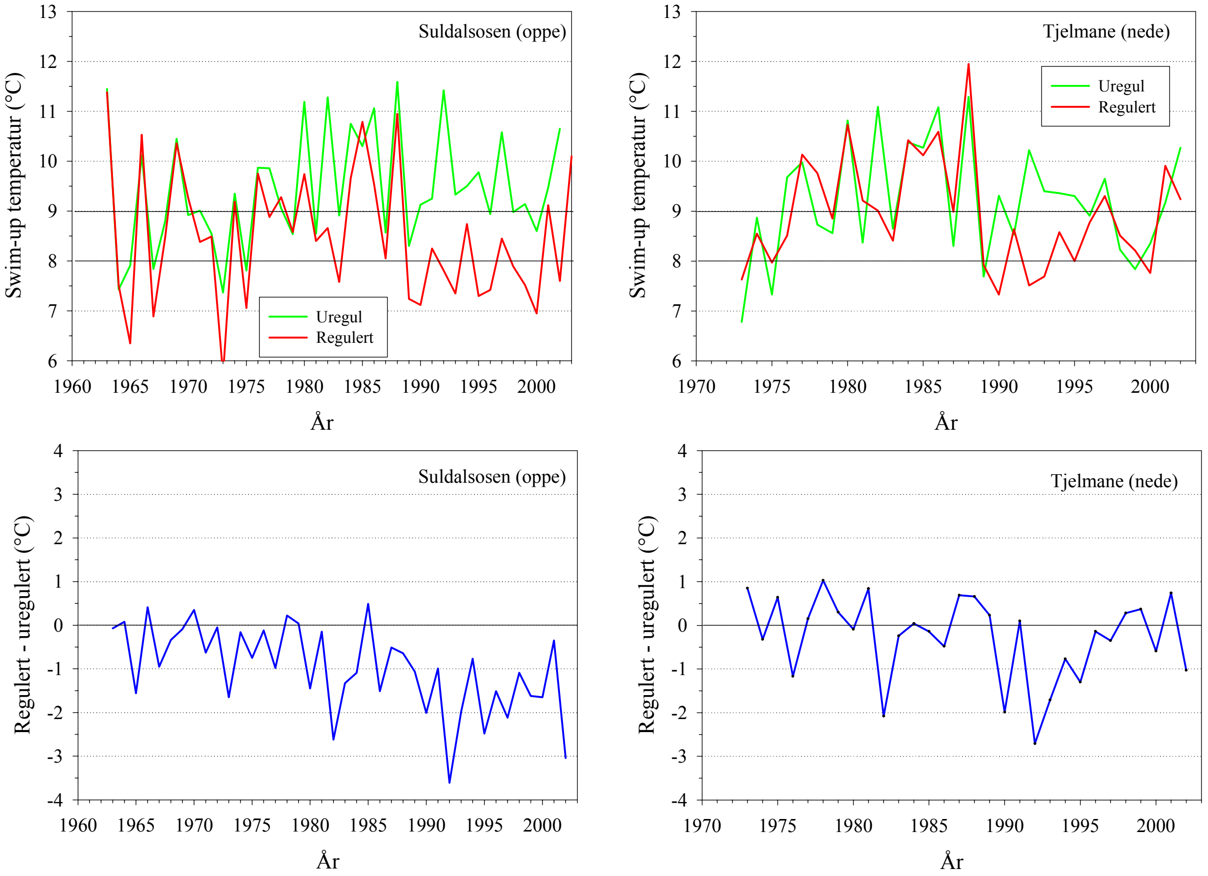
Figur 4.2. Venstre: Årlege "swim-up"- temperaturar ved gyting 1. og 15. desember, 1. januar og snittemperatur i juni ved Suldalsosen (oppe) i perioden 1932-2003. Høgre: Same datasett som i figuren til venstre, men her gjennomsnittlege temperaturar i dei ulike periodane.

For å skilje ut reine klimatisk tilhøve, er "swim-up"- temperaturane for perioden etter regulering samanhalde med dei simulerte temperaturane som representerer uregulert tilstand. Effektane av regulering har vore litt ulik oppe og nede i elva.

For perioden etter regulering er det estimert gjennomsnittleg "swim-up"- temperatur for yngel som var gytte som egg i perioden frå 1. desember til 1. januar både for regulerte (målte) verdiar, og for

uregulert (simulerte) temperaturar. Det er vidare gjort ei samanlikning av gjennomsnittleg temperatur for regulert og uregulert situasjon (figur 4.3).

Det har vore ein svak negativ temperatureffekt av reguleringane i perioden 1965 til 1988 med gjennomsnittlig 0,6 °C lågare temperatur. For perioden etter 1988 til og med 2002 er det i gjennomsnitt 1,7 °C lågare ”swim-up”- temperatur ved Suldalsosen pga. reguleringa. Ved Tjelmane er effekten markert mindre, og i perioden fram til 1988 var gjennomsnittleg ”swim-up”- temperatur den same som var forventa om vassdraget hadde vært uregulert. Etter 1988 har det likevel vore ein gjennomsnittleg reduksjon på ”swim-up”- temperaturen på 0,6 °C (**figur 4.3**). Tidspunktet for når temperaturskilnadene mellom uregulert og regulert situasjon aukar (1989), indikerer at tapping frå Blåsjømagasinet har hatt ein betydeleg temperaturreduserande effekt.



Figur 4.3. Øvst: Snittemperatur frå ”swim-up” dato ved gyting 1. desember til sju dager etter ”swim-up” dato ved gyting 1. januar for uregulert (simulert) og regulert situasjon ved Suldalsosen og ved Tjelmane. Nedst: skilnad mellom registrert (regulert) og simulert (uregulert) ”swim-up” temperatur. Negative verdiar betyr at reguleringa har ført til lågare ”swim-up”- temperaturar enn det ville vore om vassdraget var uregulert.

For dei to periodane av det siste prøvereglementet kom den første perioden (1998 – 2000) ut med lågast snittemperatur. Avviket frå uregulert situasjon er relativt lite ved Tjelmane, medan det var mellom 1 og 1,5 °C i negativ retning ved Suldalsosen. For den andre perioden (2001 – 2003) er det i snitt markert høgare temperaturar. Avviket frå uregulert situasjon er berre utrekna for to år og svinga frå nesten +1 til – 1 ved Tjelmane, medan denne manøvreringa gav høvesvis 0,5 og 3 °C lågare ”swim-up”- temperatur i 2001 og 2002 ved Suldalsosen. To år er likevel kort tid til å evaluere denne strategien, men resultata indikerer at klimatiske tilhøve er hovudårsaka til høgare temperatur i den siste perioden samanlikna med perioden 1998 til 2000.

4.4 Rekruttering som funksjon av eggtettleik og ”swim-up”- temperaturar.

Bakgrunn

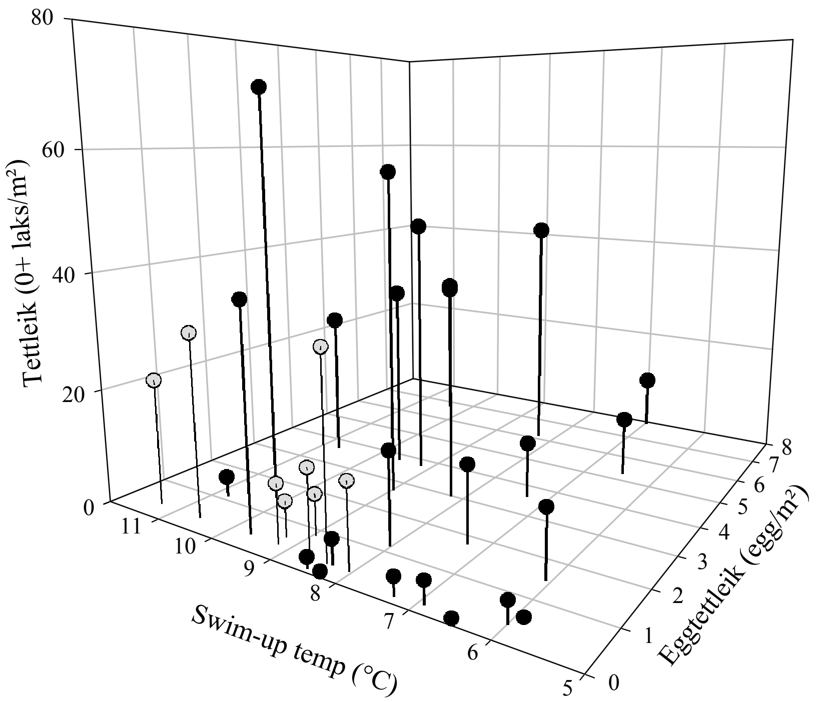
I perioden 1996-2003 er det gjennomført drivregistreringar av laks i ein rekke elver på Vestlandet, i ein del av desse elvane er det også samla inn ungfisk året etter gytefisketeljingane vart gjennomført. Frå nokre av elvane føreligg det også temperaturmålingar, som gjer det mogeleg å berekne ”swim-up”-temperaturar. For alle bestandane er det etter beste evne sett ein anteken dato for gytetoppen, i dei færraste elvene er dette undersøkt i detalj. Datoen er difor sett med bakgrunn i observasjonar ved drivteljingar, og lokale observasjonar av gytetida over fleire år basert på stamfiske og stryking av stamfisk, saman med kjennskap til gytetida i liknande vassdragstypar.

Tettleik av årsyngel det påfølgjande året er berekna ved ungfiskundersøkingar med elektrisk fiskeapparat etter ein standardisert metode. For alle vassdraga er data henta frå undersøkingar utført av Rådgivende Biologer AS, med unntak av ungfiskmaterialet frå Suldalslågen som er frå Saltveit (2004). For eit av punkta vart ikkje årsyngeltettleik undersøkt, så her er estimert tettleik av same årsklasse som eittåringar (1+) nytta (Gloppen 2002). I Gaula var gjennomsnittleg estimert tettleik av årsyngel heile 230 pr. 100 m² i 2002, dette er ein klar utliggar og for figurframstilling og statistiske analysar er denne verdien sett til 70 som er maksimum tettleik i andre år og elvar.

Ved utrekning av eggtettleik er det forventa ein andel holaks mellom små-, mellom- og storlaks, denne er noko varierande frå elv til elv. Vi reknar at det per kg holaks er 1300 egg (Sættem 1995). Ved å multiplisere antal kg hofisk med antal egg per kg er bestandsfekunditeten berekna. For å berekna eggtettleiken er totalt antal egg delt på arealet av elvebotnen i kvar elv.

Rekruttering

I dei undersøkte vassdraga varierte eggtettleiken frå 0,1 til 7,9 egg per m², i gjennomsnitt var eggtettleiken 1,9 egg pr. m². Estimerte ”swim-up”- temperaturar varierte frå 5,9 til 11,4 °C, med eit snitt på 8,5 °C. Tettleiken av årsyngel varierte frå 0,4 til 70 per 100 m². I dei tilfella der ”swim-up”-temperaturane var under 8 °C varierte tettleiken av årsyngel frå 0,4 til 13,1, med eit gjennomsnitt på 6,6 årsyngel pr. 100 m². For gruppa med ”swim-up”- temperaturar mellom 8 og 10 °C, og over 10 °C var tettleiken av årsyngel i gjennomsnitt høgare med høvesvis 23 og 30 per 100 m² (**tabell 4.1 og figur 4.4**).



Figur 4.4. Estimert tettleik av lakseegg om hausten og ”swim-up” temperaturar, og årsyngeltettleik det påfølgjande året. Sju vassdrag på Vestlandet er vist med svart, medan tal frå Suldalslågen er vist med grått.

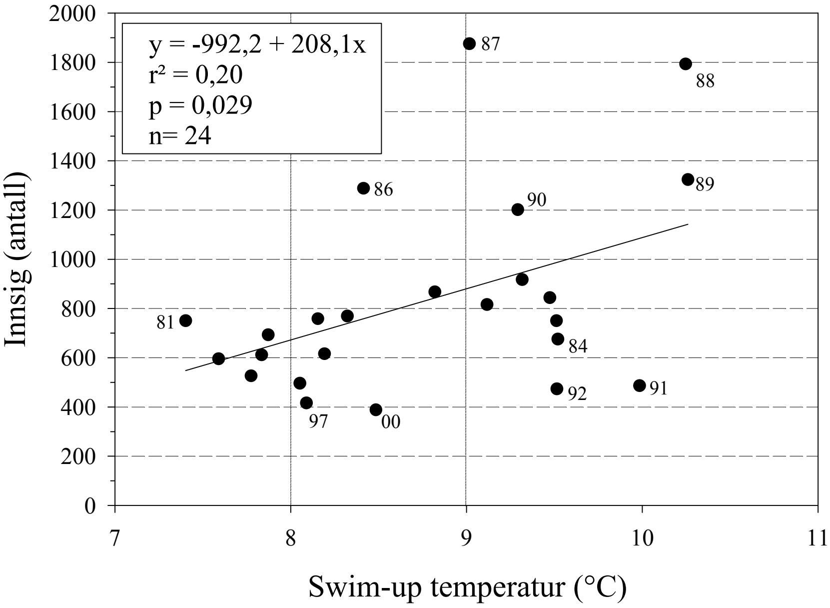
Ein multippel regresjon med tettleik av årsyngel som avhengig variabel og eggtettleik og ”swim-up”-temperatur som uavhengige variablar gav ein justert $r^2 = 0,28$. Både eggtettleik (p=0,05) og ”swim-up”- temperaturen var signifikant, p= 0,004. Åleine får ”swim-up”- temperaturane ein justert $r^2 = 0,21$. Ein eventuell lineær samanheng kan dermed i stor grad forklarast av ”swim-up”- temperaturane. Resultata frå Suldalslågen indikerer ein noko høgare yngeltettleik ved låg eggtettleik og ”swim-up”-temperaturar enn det ein finn i dei andre elvane.

Tabell 4.1. Største, minste og gjennomsnittleg tettleik av årsyngel (0+ laks pr. 100 m²), og største, minste og gjennomsnittleg eggtettleik (lakseegg per m²) fordelt på ”swim-up”- temperaturar mindre enn 8 °C, mellom 8 og 10 °C og over 10 °C. Data er frå åtte ulike Vestlandsvassdrag, og inkluderer totalt 32 ulike undersøkingar.

”Swim-up”- temperatur	Årsyngel tettleik			Eggtettleik		
	Minst	Størst	Snitt	Minst	Størst	Snitt
< 8 °C	0,4	13,1	6,6	0,1	7,9	2,2
8-10 °C	0,4	56,4	22,6	0,1	6,2	1,5
> 10 °C	3,6	70,0	30,2	0,4	6,8	2,3
Totalt	0,4	70,0	19,0	0,1	7,9	1,9

4.5 Innsig av laks og ”swim-up”- temperaturar

På bakgrunn av fangststatistikken i Suldalslågen og beskatning er det estimert innsig av vaksen laks av dei ulike smoltårgangane av laks frå 1977 til 2000. Normal smoltalder i Suldalslågen er 3-4 år, og ”swim-up”- temperatur for dei aktuelle smoltårgangane er estimert ved å ta snittet av ”swim-up” temperaturane ved gyting i perioden 1. desember til 1. januar høvesvis tre og fire år før dei einskilde smoltårgangane gjekk ut av elva. Eksempelvis er ”swim-up”- temperaturen for smoltårgangen frå 1980 utregna som snittet av ”swim-up” temperaturane i 1976 og 1977. Det føreligg temperaturmålingar frå Suldalsosen og Tjelmane frå 1973 og desse dekkjer altså smoltårgangane frå 1977 til 2000.



Figur 4.5. Samanheng mellom estimert ”swim-up”- temperatur og innsig for den einskilde smoltårgang frå 1976 til 2000.

Det er sett opp ein samanheng mellom estimert ”swim-up”- temperatur for den einskilde smoltårgang og fangsten av tilsvarande smoltårgang (**figur 4.5**). Figuren viser at det er ein signifikant positiv samanheng mellom ”swim-up”- temperaturen og innsiget av vaksen laks frå dei einskilde smoltårgangane. Utanom ”swim-up”- temperaturen vil sjølvsagt tilbakevending til elva av dei ulike smoltårgangane vere påverka av ei rekkje andre faktorar. Det er likevel spesielt interessant at det ikkje

vert registrert høge innsig av einskilde smoltårgangar før ”swim-up”- temperaturen er godt over 8 °C, som er rekna for ein viktig temperaturterskel for overleving av lakseyngel.

Det kom flest vaksne laks tilbake til Suldalslågen frå smoltårgangane som gjekk ut i perioden 1986 – 1990 (**figur 4.5**). Alle desse hadde hatt relativt høge ”swim-up”- temperaturar, men myke laks tilbake kan også skuldast andre faktorar. Laksesmolt frå Ervikelva på Stadt hadde relativt god overleving i denne perioden samanlikna med 5-års periodane før og etter, medan det var låg gjenfangst av laks merka som villsmolt i Figgjo av smoltårgangane frå perioden 1987 til 1990 (Larssen og Sægrov 2003). Vill og oppfora smolt frå Imsa av smoltårgangane frå 1987 og 1988 hadde høg overleving, medan dei frå 1986, 1989 og 1990 hadde middels overleving. Referansen til Suldalslågen gjev ikkje eit eintydig bilete, men nokre smoltårgangar har hatt god overleving i dei fleste elvar i denne perioden, men ikkje konsekvent så høg som resultata frå Suldalslågen indikerer. Smoltårgangane frå 1991, 1992 og 1997 hadde svært dårleg tilbakevandring med utgangspunkt i kva ein kunne forvente utifrå rekrutteringstilhøva i elva, men det er sannsynleg at desse smoltårgangane var utsette for store påslag av lakselus. Med bakgrunn i den store variasjonen i overleving i sjøfasen for ulike smoltårgangar i den aktuelle perioden både av naturlege og menneskeskapte faktorar, er det overraskande at det vart funne ein signifikant positiv samanheng i denne samanstillinga.

4.6 Diskusjon

Historisk sett har tettleiken av lakseegg i Suldalslågen estimert frå fangst, vore høgare enn det som er anteke som nedre grense for å sikre full smoltproduksjon. Tettleiken av lakseegg vart markert redusert på byrjinga av 1990 talet, men har auka noko dei fire siste åra. Eggtettleik berekna ut frå drivteljingar viser at eggtettleiken er lågare enn det fangsten indikerer, og spesielt for dei fire siste åra har det vore markerte avvik mellom dei to metodane

Fangstane av vaksen laks i Suldalslågen var historisk låge i perioden 1993 til 1998. Det er mange mogelege årsaker til dei låge fangstane, men sidan nedgangen var parallell til andre storlaksbestandar på Vestlandet er det vorte konkludert med at hovudårsakene til nedgangen er høg dødelegheit i sjøfasen, noko som påverka mange bestandar. Nedgangen kom i ein periode med låge sjøtemperaturar, og det var samtidig ein kraftig auke i produksjonen av oppdrettslaks og dermed også auka smittepress av lakselus på utvandrande laksesmolt. Desse faktorane medfører auka, tettleiksuavhengig dødelegheit på smolt og postsmolt, og dermed ein reduksjon i mengda vaksen laks som kjem attende til elva (Sægrov m.fl. 1997). Redusert tilbakevending til elva kom samtidig med låge ”swim-up” temperaturar som kan ha ført til at overlevinga på ungfisk har vore lågare enn tidlegare, noko som har forsterka effektane av den låge sjøoverlevinga. Frå og med 1999 har laksefangstane i andre elvar i Ryfylke auka betydeleg, og ein kan ikkje sjå bort frå at fangsten i Suldalslågen inkluderer ein del framand fisk som ikkje vert registrert ved gytefiskteljingane. Innslag av merka fisk frå andre bestandar er med på å underbygge ei slik hypotese. Også i Suldalslågen har fangstane av laks auka dei aller siste åra.

På bakgrunn av dei fåtallige gytebestandane og låge ”swim-up”- temperaturar fram til 2001, er det sannsynleg at smoltproduksjonen i perioden 1994/95 til 2003 har vore lågare enn det forventa berenivået (kap. 6). Låge ”swim-up”- temperaturar i perioden 1991 til 1997 er ein kombinert effekt av klima og regulering. Samanfall i tid med tapping av Blåsjømagasinet indikerer at reguleringsregimet i perioden 1991 til 1997 hadde spesielt negative effektar på ”swim-up”- temperaturen. I åra 2001-2003, under den andre perioden av det siste manøvreringsreglementet, var ”swim-up”-temperaturen, inkludert junitemperaturen, til dels betydeleg høgare enn i den føregåande 3-års perioden, og også høgare enn tidlegare på 1990-talet (Sægrov og Hellen 2004). Ungfiskundersøkingar i januar 2004 viste at det hadde vore relativt høg rekruttering av laks alle åra frå 2001-2003, og såpass høg at rekrutteringa ikkje vil vere begrensande for smoltproduksjonen av desse årsklassane, dvs. for smolt som går ut i perioden 2004-2006 (Urdal og Sægrov 2004). Den første av desse årsklassane (2001-årsklassen) utgjorde dessutan som 2-års smolt om lag 30 % av all vill laksesmolt som vandra ut av Suldalslågen våren 2003 (Saltveit og Bremnes 2004). Desse resultata indikerer at ”swim-up”- temperaturen i kalde år kan vere avgrensande for smoltproduksjonen i elva.

Frå andre elvar er det sannsynleggjort at temperaturen i den første perioden etter at lakseyngelen kjem opp av grusen er viktig for overlevinga (temperatur ved "swim-up") (Sægrov mfl. 2000). Det er ikkje dokumentert nokon slik samanheng mellom temperatur og tettleik av lakseungar i Suldal (Saltveit og Bremnes 2004). Dette kan m.a. skuldast at temperaturen på dagtid kan vere 3-4 °C høgare på enkelete svært grunne område i elva i "swim-up"- perioden på grunn av strålingsoppvarming av substratet (Tvede og Kvambekk 1997). Dette kan forklare at det har vore ein del rekruttering av laks alle år i Suldalslågen, sjølv i år då temperaturen i hovudstraumen har vore så låg at rekrutteringa elles burde vore svært begrensa. Høgare temperatur på enkelte grunne område vil ikkje påverke egg og yngelutviklinga i den perioden dei er i gytegropene eller kor tid yngelen kjem opp av grusen, fordi temperaturen i gytegropene er om lag den same som i hovudstraumen. Lokal oppvarming frå tidleg i juni kan også forklare kvifor det er såpass lang gyteperiode for laks i Suldalslågen. Det er ikkje sannsynleg at det skjer tilsvarande oppvarming på ved høge vassføringar, og det er ikkje kartlagt kor store område som blir oppvarma, og kor stor del av rekruttringa som blir påverka av lokal oppvarming. Varmerefugiar kan i også eksistere nedstraums innløp frå varme sideelvar, og yngel frå hovudelva kan også vandre opp i sideelvane. Yngel som nyleg er komen opp av grusen er liten (2,5-3 cm), noko som gjer at eit høgt antal kan opphalde seg på små areal. Problematikken omkring potensielle varmerefugiar er ikkje undersøkt, og det er ikkje kjent om slike område er vanleg i kalde elvar.

Rekruttering av laks i Suldalslågen vil kunne vere begrensa av både temperatur og gytebestand, eller ein kombinasjon av desse. Verdien av gytefiskteljingar i Suldalslågen er usikker, men samanlikning med fangst og trappetal indikerer at det systematisk er observert altfor lite gytefisk i perioden frå 1995/96 til 2003/04. Basert på gytefiskteljingane har eggtettleiken vore på det same nivået i heile perioden, og dersom ein antek at ca.. 15 % av gytebestanden av laks er vorte observert, har det alle år vore ein eggtettleik over 2 egg/m², og dette burde vere tilstrekkeleg til å sikre full rekruttering i høve til berenivået for smoltproduksjon. Det er likevel resultat som indikerer at tettleiken av årsyngel enkelte år har vore låg på grunn av lite gytelaks (Saltveit og Bremnes 2004).

5 Presmolt og smolt

5.1 Innleiing

Smoltproduksjon er berre målt i eit fåtal norske vassdrag, og inntil nyleg førelåg det ikkje underbygde hypoteser om kva for faktor eller faktorar i eit vassdrag som var avgjerande for produktiviteten. I "presmoltmodellen" (Sægrov mfl. 2001) er det presentert ein samanheng mellom tettleik av presmolt og årleg vassføring i 11 uregulerte vassdrag på Vestlandet. Total tettleik av presmolt (laks og aure) avtok signifikant med aukande vassføring, målt som gjennomsnitt for året. Vassdrag med låg vassføring er altså meir produktive pr. areal enn vassdrag med stor vassføring. Tettleiken av presmolt er relatert til vassføringa året før han går ut som smolt. Det vart ikkje funne nokon klar samanheng mellom temperatur (smoltalder) og tettleik av presmolt, men denne samanhengen er vanskeleg å vise på grunn av at fleire av dei sommarkalde vassdraga også hadde stor vassføring (Sægrov mfl. 2001).

Presmolt er ungfisk av laks eller aure som om hausten er såpass store at dei med stor sannsynlegheit vil gå ut som smolt neste vår. Tettleiken er målt ved elektrofiske i perioden frå midt i oktober til ut februar ved relativt låg temperatur og låg vassføring, stort sett < 30 % av årsmiddelvassføring. Vanlegvis er det vorte fiska på stasjonar med areal på 100 m^2 (20 x 5 meter), og det er alltid tre gongers overfiske pr. stasjon som gjev grunnlag for tettleiksestimat. All fisk er lengdemålt, vegen og aldersbestemt, og fisk eldre enn årsyngel er også kjønnsbestemt. Fisken frå kvar fiskeomgang er behandla separat slik at ein kan rekne ut tettleiksestimat for kvar aldersgruppe og laks og aure.

Samanstillinga hadde som målsetting å finne eit uttrykk for normal tettleik og biomasse av ungfisk på presmoltstadiet i høve til ein omgivnadsfaktor som er lett og måle, i dette tilfellet vassføring som vert målt regelmessig i mange vassdrag og som også kan utreknast på bakgrunn av avrenningskart. Det er knytt fleire føresetnader til datasetta som er inkludert, m.a. at det er relativt god vasskvalitet i vassdraga, at vatnet ikkje er blakka av breslam og at det er tilstrekkeleg med gytefisk. Når desse føresetnadene er oppfylte kan ein med utgangspunkt i samanhengen mellom presmolt og vassføring ha ei forventing om kor mykje presmolt det bør vere i eit vassdrag og eventuelt undersøke dette (Sægrov mfl. 2001).

I sterkt regulerte vassdrag er gjerne vassmengdene forskuva i tid i høve til uregulert tilstand, og det er dermed ikkje opplagt at modellen kan brukast direkte i regulerte vassdrag. I den første presmoltmodellen (Sægrov mfl. 1998) var det gjennomsnittleg vassføring i mai-juli som vart brukt, og ikkje årssnitt. Dette vart gjort fordi det er i perioden mai-juli det er størst skilnad mellom vassdrag på Vestlandet med omsyn til vassføring. Etter 2001 er det samla inn meir data frå nokre av dei opprinnelege 11 elvane, og det er kome inn data frå 2 nye elvar. Det er difor gjort ei oppdatering og ny gjennomgang av presmolttettleik både i høve til årleg vassføring, og vassføringa i mai-juli med tanke på bruk i regulerte vassdrag.

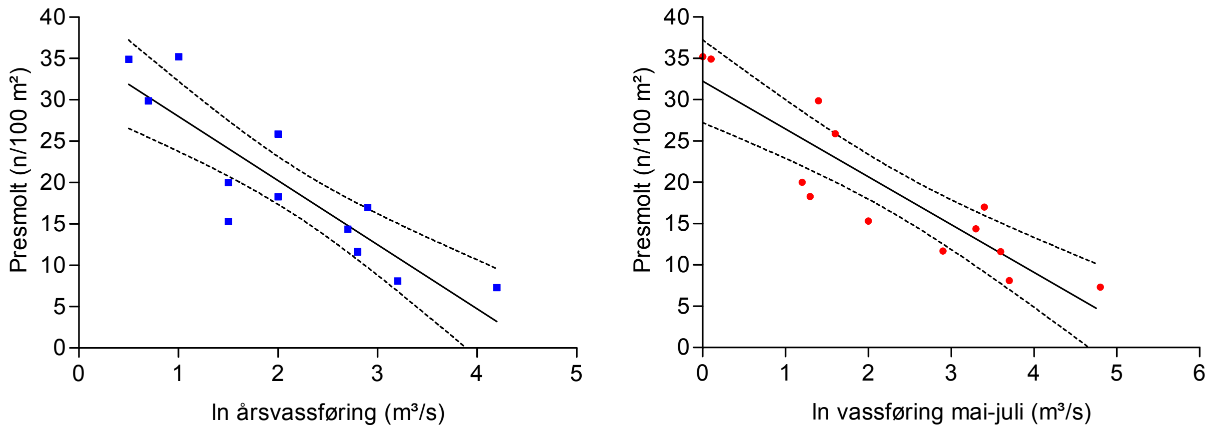
Det er vorte stilt spørsmål ved om presmolttettleiken vi måler er eit representativt uttrykk for mengda presmolt i heile elva. Samanhengen gav ein god prediksjon for registrert smoltutvandring (n/100 m^2) i Imsa og Orkla. Ei alternativ forklaring er at samanhengen er eit resultat av metodikken ved el.fiske, og då må det eventuelt vere slik at ein ved elektrofiske i små elvar fangar meir representativt enn i store elvar, utan at dette er undersøkt. Ei første tilnærming for å gjere det sannsynleg om samanhengen er reell eller ikkje er samanlikning med smoltestimat, altså tettleiksestimat basert på ulik metodikk. Ei anna tilnærming er å undersøkje tettleik av presmolt i elvar der spesielle faktorar gjer det sannsynleg ein finn klart lågare tettleik av presmolt enn presmoltmodellen tilseier. I dette tilfellet er det brukt resultat frå den sterkt forsura Haugsdalselva i Masfjorden og frå dei to breelvane Mørkris og Utla i Sogn som sterkt påverka av breslam og har svært dårleg sikt i sommarmånadene. Dersom presmoltsamanhengen er reell, skal ein forvente å finne lågare tettleik av presmolt i desse elvane enn det vassføringa tilseier når den er brukt i presmoltmodellen.

Det er inkludert ein tidsserie med data for presmolttettleik i den regulerte Aurlandselva, og for tre år er tettleik av presmolt samanlikna med smoltestimat frå merking-gjenfangst (Hellen mfl. 2004). Tilsvarande er det med utgangspunkt i den oppdaterte samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli laga prediksjonar for smoltutvandring (n/100 m²) frå Orkla som er samanlikna med smoltestimat frå merking-gjenfangst. Basert på denne gjennomgangen er det hypotetiske berenivået for smoltproduksjon i Suldalslågen berekna for ulike vassføringsregime etter regulering og i perioden før regulering. Estimata er samanlikna med smoltestimat frå merking og gjenfangst av utvandrande smolt i smoltfelle dei fem åra slike estimat føreligg (Saltveit 2004).

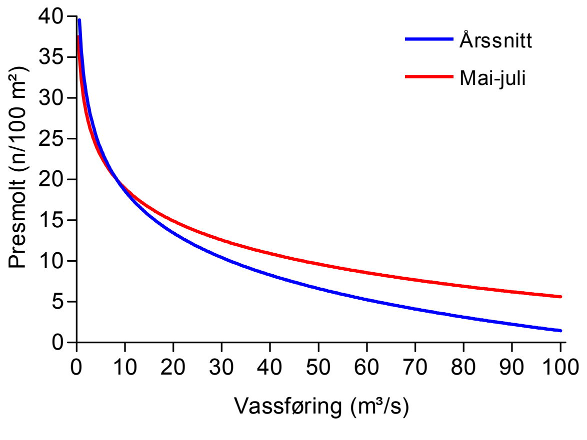
5.2 Oppdatering av presmoltmodellen

I tillegg til dei 11 opprinnelege elvane er det no inkludert data frå Ervikelva på Stadtlandet i Nordfjord og Figgjo på Jæren, slik at antalet elvar er 13. Det er også inkludert fleire år frå dei 11 opprinnelege elvane. Eit presmoltestimat er gjennomsnittleg tettleik av presmolt på fleire stasjonar i ei elv eit år. Det totale antalet presmoltestimat har auka frå 33 til 44.

Samanhengen mellom tettleik av presmolt (y_1) og årleg vassføring (x_1) er
likning 1: $y_1 = 35{,}76 - 7{,}45 \ln x_1$, $r^2 = 0{,}78$, $p < 0{,}0001$, $n = 13$.
og samanhengen mellom tettleik av presmolt (y_2) og gjennomsnittleg vassføring i mai-juli (x_2) er
likning 2: $y_2 = 32{,}23 - 5{,}78 \ln x_2$, $r^2 = 0{,}81$, $p < 0{,}0001$, $n = 13$.



Figur 5.1.Gjennomsnittleg tettleik av presmolt i 13 elvar på Vestlandet i høve til gjennomsnittleg årleg vassføring (venstre) og i høve til gjennomsnittleg vassføring i mai-juli (høgre). Stipla linjer viser 95 % konfidensintervall for regresjonslinja.



Figur 5.2. Tettleik av presmolt mot vassføring gjennom året (blå linje) og i mai-juli (raud linje).

I denne samanstillinga er gjennomsnittleg tettleik av presmolt i dei 13 vassdraga 19,2 pr. 100 m², fordelt på 10,4 laks og 8,7 aure pr. 100 m². Det er ei overvekt av mindre vassdrag, dvs med årleg

vassføring < 30 m³/s. I gjennomsnitt er årleg vassføring 14,3 m³/s, og mai -juli vassføringa 23,1 m³/s i dei 13 vassdraga. Dette inneber at samanhengen mellom presmolt og vassføring er usikker i større vassdrag. For samanhengen mellom presmolt og mai-juli vassføring er det betre grunnlag for samanhengen ved større vassføringar fordi ein del av desse vassdraga kan ha relativt høg smeltevassføring i denne perioden (**figur 5.1, 5.2**)

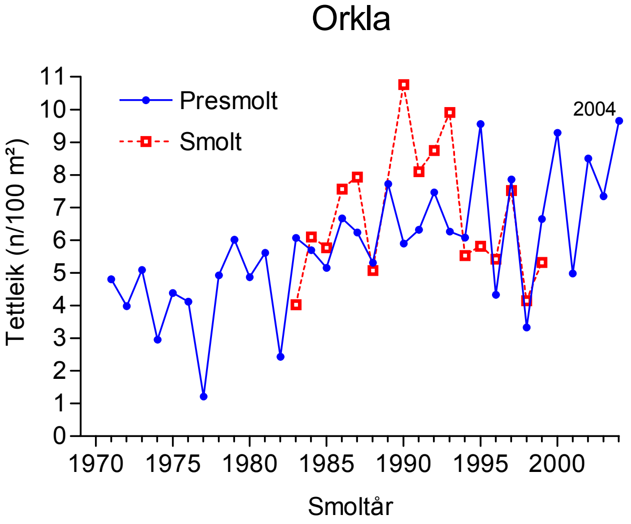
5.3 Presmolt- og smoltestimat

Det er stilt spørsmål ved om samanhengen mellom presmolt og vassføring er reell. Det kan tenkjast at resultatet er eit utslag av elektrofiske som metode, og at representativiteten ved denne metoden avtek med aukande vassføring. På den enkelte stasjon er det låge konfidensintervall på presmoltestimata fordi fangbarheita er stor for såpass stor fisk. Det er difor sannsynleg at skilnaden i tettleik mellom stasjonar innan elvar er eit resultat av reelle skilnader, men det kan vere betydeleg variasjon i tettleik mellom stasjonar. For å vurdere verdien av samanhengen mellom presmolt og vassføring samanlikna med estimat for smoltutvandring basert på andre metodar (merking-gjenfangst). Det er også trekt inn resultat frå el.fiske i breelvar der tettleiken av presmolt er forventa å vere lågare enn det samanhengen uttrykkjer på grunn av stor slamtransport, og i ei elv der forsuring er anteke å ha redusert produksjonen av smolt.

Eit anna spørsmål er om tettleik av presmolt om hausten kan brukast til å rekne på antal smolt som vil gå ut neste vår, fordi det er forventa at det skal vere dødelegheit gjennom vinteren. Vinterdødelegheit på presmolt er ikkje undersøkt i detalj i norske elvar, og det finst ikkje empiriske resultat til å svare på spørsmålet. Det er likevel sannsynleg at det er låg dødelegheit på presmolt om vinteren sidan desse tilhøyrer den største og mest dominante gruppa av fisk i elva, og dei er heller ikkje det mest sannsynlege bytet for predatorar som fugl og større fisk.

Døme 1: Orkla
I Orkla har smoltutgangen vorte estimert på grunnlag av merking – gjenfangst kvart år sidan 1983 (utanom 1989). I perioden 1983 til 1999 gjekk det i gjennomsnitt ut 6,7 laksesmolt ± 1,9 pr. 100 m², men det er til dels store konfidensintervall for kvart estimat. Presmoltestimata for laks basert på likning 2 (vassføring i mai-juli) var i gjennomsnitt 6,2 ± 1,4 pr. 100 m² for dei same smoltårgangane, dvs. 7 % lågare enn smoltestimatet. Det er her korrigert for at 10 % av smolten som vandrar ut er aure.

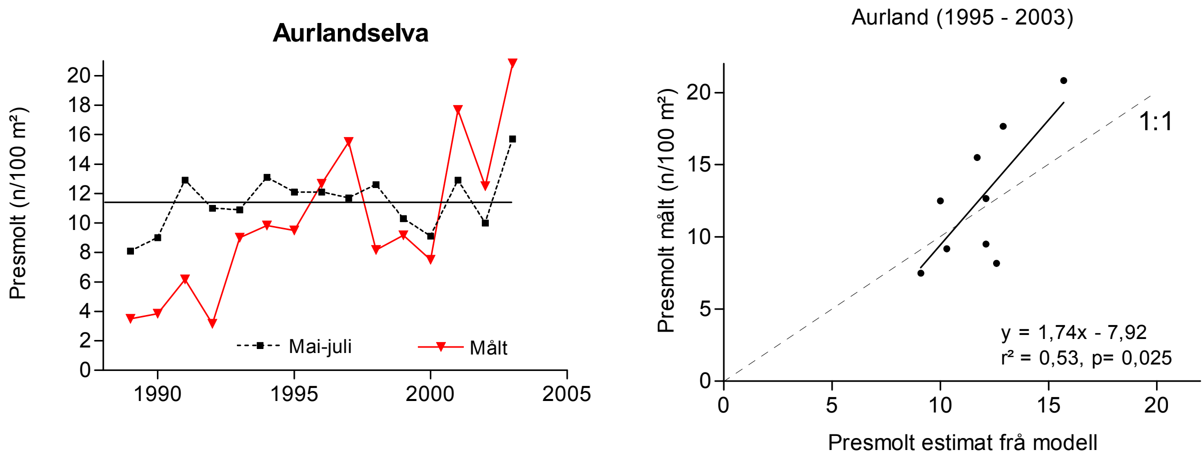
Figur 5.3. Estimert utvandring av laksesmolt (antal/100 m²) frå Orkla i perioden 1983 til 1999 (utanom 1989), og estimert tettleik (antal/100 m²) av presmolt laks av smoltårgangane i perioden 1970 til 2004 basert på gjennomsnittleg vassføring i mai-juli ved vassmerke Syrstad (121.22) sett inn i likning 2.



Skilnaden mellom presmoltestimat og smoltestimat er mindre enn 30 % for 12 av dei 16 årgangane (75 %), men for dei fire årgangane frå 1983, 1990, 1993 og 1995 er skilnaden relativt stor. Det er ikkje signifikant samanheng mellom presmoltestimat og smoltestimat, men tendensen over tid er den same og grovt sett ligg dei på same nivå (**figur 5.3**).

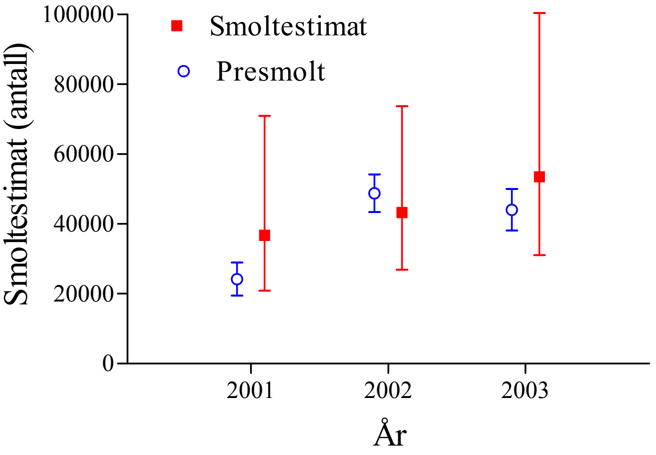
Døme 2: Aurland
Aurlandsvassdraget er eit av dei større vassdraga i Vestlandsk målestokk og er sterkt regulert sidan 1980. Det eksisterer presmoltestimat årleg frå perioden 1989 til 2003, og smoltestimat frå dei tre siste åra. Elektrofisket er gjennomført på same tid i oktober og ved same vassføring (3 m³/s) alle åra. I dette vassdraget med sterkt manipulert vassføring er det av interesse å sjå om tettleiken av presmolt følgjer den generelle samanhengen frå uregulerte vassdrag. I Aurlandselva er det dominans av aure. Tettleiken av vill presmolt auka etter at det vart slutt på utsetjingane av settefisk av aure på elvestrekningane i 1993 (**figur 5.4**). Det er ein signifikant korrelasjon mellom målt presmolttettleik og estimert presmoltettleik frå vassføring i mai-juli (**figur 5.4**).

Resultata indikerer altså som i Orkla at samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli følgjer det same mønsteret som i uregulerte vassdrag, og at tettleiken av presmolt endrar seg i høve til endringane i vassføringsmønsteret i mai-juli. I 2003 vart vassføringa i juni og første del av juli halden låg for å oppnå høgare tempertur i "swim-up" perioden for laks. Gjennomsnittleg vassføring i perioden mai-juli var 17,4 m³/s, og dette er lågare enn tidlegare år. Hausten 2003 var tettleiken av presmolt i prosent høgare enn tidlegare og auka like mykje som det var forventa ut frå samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli (**figur 5.4**).



Figur 5.4. Estimert og målt tettleik av vill presmolt i Aurlandselva i perioden 1989 til 2003 basert på samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli (venstre) og målt tettleik av presmolt i høve til estimert tettleik frå samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli etter at det var slutt på fiskeutsettingane (1995 – 2003) (høgre).

.



Figur 5.5. Estimert smoltutvandring basert på fangst av presmolt føregåande haust samanlikna med estimat basert på merking – gjenfangst i Aurlandselva.

Smoltutvandringa frå Aurlandsvassdraget er også undersøkt ved merking og gjenfangst dei tre siste åra. På grunn av få gjenfangstar er det store konfidensintervall for smoltestimata. Estimat basert på fangst av presmolt føregåande haust er ikkje like smoltestimata basert på merking – gjenfangst, men det er så langt uråd å seie om det er smoltestimata eller presmoltestimata som ligg nærmast dei reelle

tala for utvandrande smolt (**figur 5.5**). Våren 2004 er det vorte merka opp langt fleire presmolt laks og aure både i Aurlandselva og i naboelva i Flåm. Det er også vorte gjort merke-gjenfangst undersøkingar ved to rundar med el. fiske i kvar elv. Det er difor sannsynleg at ein dette året vil få langt sikrare estimat for smoltutvandringa, både for laks og aure separat og totalt i begge elvane. Desse resultata vil ført vere klar i juli 2004.

Døme 3: Den sterkt forsura Haugsdalselva
Haugsdalselva i Masfjorden er så sterkt forsura at rekruttering av laks har vore mislukka heilt fram til 2001. Årlege undersøkingar av ungfisktettleik i perioden 1995 til 2001 viste ein gjennomsnittleg tettleik av presmolt aure på 10,7 pr. 100 m^2, medan det ut frå presmoltmodellen var venta ein tettleik på 20 presmolt pr. 100 m^2. Tettleiken har altså vore berre ca.. 50 % av det ein kunne forvente, men har auka litt utover i perioden i takt med avtakande forsuring (Kålås mfl. 2004).

Døme 4:Dei slamførande breelvane Mørkris og Utla
Mørkriselva er ei uregulert breelv i indre Sogn. For dei tre åra 1997, 2000 og 2001 var gjennomsnittleg vassføring i mai-juli 28,1 m^3/s, og forventa tettleik av presmolt var 13,1 pr. 100 m^2. Ved el. fiske dei same tre haustane var tettleiken av presmolt berre 4,1/100 m^2 i gjennomsnitt dei tre åra, altså berre ca.. 30 % av dei som var forventa. I Utla, ei anna breelv i indre Sogn, var gjennomsnittleg vassføring i mai-juli 43,1 m^3/s i 2002 og 2003, og forventa presmolttettleik var 10,5/100 m^2. Begge haustane vart det målt ein presmolttettleik på 4,2/100 m^2, altså 40 % av det som var forventa, når ein ikkje tek omsyn til slamfaktoren.

Desse eksempla indikerer at ein faktisk måler lågare tettleik av presmolt der det er venta at tettleiken skal vere lågare enn samanhengen mellom presmolt og vassføring tilseier. Dette er ein indikasjon på at samanhengen er reell og ikkje eit resultat som skuldast metodikken ved el.fiske.

5.4 Hypotetisk smoltproduksjon i Suldalslågen

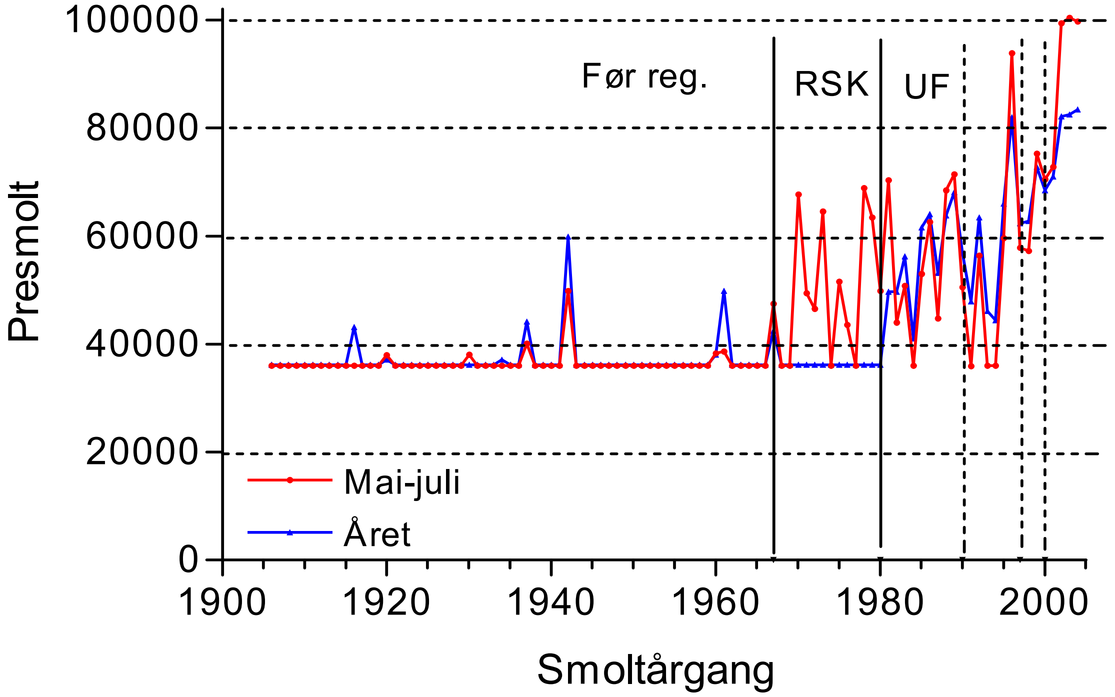
Ut frå vassføring og samanhengen presmolt – vassføring er det rekna ut hypotetisk produksjon av smolt i Suldalslågen for den perioden det finst vassføringsdata, dvs. frå 1906. Estimata er for samla utvandring av laks- og auresmolt i Suldalslågen, og det er ikkje teke med potensiell smoltproduksjon i tilløpselvar til Suldalsvatnet. Det er rekna med at sidefelta langs Suldalsågen bidreg med 10 m^3/s i perioden mai-juli alle år, og eit elveareal på 1,1 mill m^2 (ved vassføring på 12 m^3/s ut frå Suldalsvatnet). Det er gjort to utrekningar, den eine er basert på årleg snittvassføring (likning 1) og den andre på gjennomsnittleg vassføring i mai-juli (likning 2), i begge tilfelle gjeld det vassføringa året før fisken går ut som smolt (sjå Sægrov mfl. 2001).

I presmoltmodellen er det flest små og middels store Vestlandsvassdrag, og det er berre Vosso som kan samanliknast med Suldalslågen i vassføring. Frå større vassdrag er det lite eller ikkje data, og det er store konfidensintervall for samanhengen mellom presmolt og vassføring i vassdrag der den årlege vassføringa er meir enn 30 m^3/s (**figur 5.1**). Det er mogeleg at kurva som beskriv samanhengen flatar ut ved høge vassføringar, og anslaga for presmolttettleik vert svært usikre (**figur 5.2**). Ved utrekning av historisk smoltproduksjon i Suldalslågen er det difor rekna at tettleiken av presmolt i høve til vassføring er konstant ved årleg vassføring over 80 m^3/s (3,29 pr.100 m^2) og ved ei mai-juli vassføring over 150 m^3/s (3,27 pr. 100 m^2).

Før regulering var gjennomsnittleg vassføringa i Suldalslågen dei fleste år høgare enn 150 m^3/s i mai-juli og årsmiddelvassføringa høgare enn 80 m^3/s. For denne perioden er dermed tettleiken av presmolt dei fleste år sett til høvesvis 3,29 og 3,27 presmolt pr. 100 m^2. Under føresetnad av at desse tala representerte gjennomsnittleg tettleik på heile elvearealet ved 12 m^3/s, gjekk det dei fleste år ut ca.. 36.000 smolt (aure og laks) i perioden før regulering frå 1905-1966 (**figur 5.6**). Desse anslaga er sjølvsagt svært usikre, og det er ikkje usannsynleg at det mange av åra gjekk ut betydeleg færre smolt, og det gjennomsnittlege berenivået for smoltproduksjon i Suldalslågen nedanfor utløpet av Suldalslågen kan ha vore lågare enn 36.000. For å nå dette berenivået måtte det vere tilstrekkeleg med gytefisk. I denne perioden var temperaturen ved ”swim-up” relativt høg og sannsynlegvis ikkje

begrensande for produksjonen av laksesmolt, medan den høge vassføringa bestemte berenivået for den totale smoltproduksjonen.

I perioden under RSK (1967 – 1980) var det lita endring i presmoltestimata basert på årleg vassføring, medan estimat baserte på den reduserte vassføringa i mai-juli tilsa høgare produksjon av presmolt enn før regulering. I denne perioden var det av klimatiske årsaker lågare temperaturar ved ”swim-up” enn tidlegare, og det er mogeleg at produksjonen av laksesmolt kunne vore temperaturbegrensa, i alle høve for enkelte smoltårgangar. Fangstutviklinga indikerer at produksjonen av laksesmolt ikkje hadde auka i denne perioden.



Figur 5.6. Hypotetisk produksjon av presmolt (laks og aure) i Suldalslågen med utgangspunkt i samanhengen mellom presmolt og vassføring nederst i Suldalslågen uttrykt ved årleg gjennomsnitt eller årleg i perioden mai-juli. Det er her rekna med eit produktivt areal på 1.1 mill m², som er arealet ved ei vassføring på 12 m³/s ved Suldalsosen.

I perioden etter Ulla-Førre og fram til 1998 er det liten skilnad på presmoltestimata basert på årleg vassføring og vassføringa i mai-juli. Utrekningane tilseier at berenivået for smoltproduksjon i denne perioden auka til mellom 40.000 og 60.000, i gjennomsnitt ca. 5 presmolt pr 100 m². Utover 1980-talet var det relativt høge temperaturar ved ”swim-up”, og det er indikasjonar på at smoltårgangane frå 1986 – 1990 gav større tilbakevandring av vaksen laks enn smoltårgangane før og etter. Etter 1989 vart det igjen lågare temperaturar ved ”swim-up”, og lågare enn dei ville vore utan regulering. Den reduserte temperaturen i juni og første del av juli vert sett i samanheng med tapping av kaldt vatn frå Blåsjø.

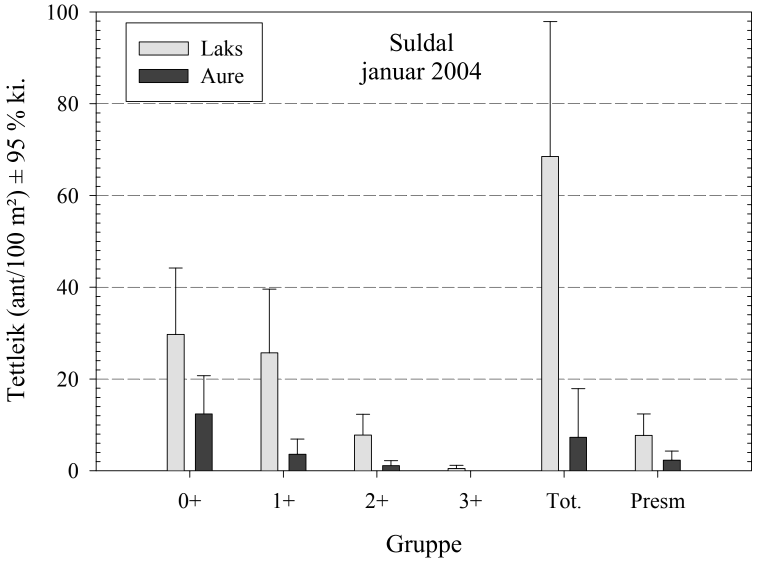
Under prøvereglementet frå 1998-2000 var vassføringa i mai-juli i snitt for dei tre åra 84 m³/s , som tilseier eit berenivå på 70.000 presmolt (6,6 pr. 100 m²), og om lag det same for årsvassføringa som var 51 m³/s (**figur 5.6**). Temperaturane ved ”swim-up” up var låge i denne perioden, både av klimatiske årsaker og på grann av tapping kaldt vatn frå Blåsjø, i tillegg var gytebestandane av laks fåtallige. Desse faktorane kan i kombinasjon ha vore begrensande for presmoltproduksjonen, men dette er usikkert.

Under den siste perioden av prøvereglementet (2001 – 2003) var vassføringa i mai juli redusert til 55 m³/s i snitt, og presmoltestimata auka til 9,1/100 m², tilsvarande ca. 100.000 presmolt totalt. Vassføringa gjennom året var no 44 m³/s, ein mindre reduksjon frå forrige periode. Presmoltestimatet

basert på årsvassføring var 7,5 presmolt pr. 100 m² i gjennomsnitt for dei tre åra, tilsvarande 82.000 presmolt, og dermed nær 20 % lågare enn estimatet basert på mai-juli vassføringa (**figur 5.6**).

Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i januar 2004
Ved elektrofiske på 10 stasjonar à 100 m² i Suldalslågen i januar 2004, vart gjennomsnittleg tettleik av presmolt estimert til 10,2 pr. 100 m², altså minst på nivå med det teoretiske presmoltsetimatet. Separate estimat for presmolt laks og aure var høvesvis 7,7 og 2,3 pr. 100 m², det var ikkje utsett fisk mellom presmoltane. Dette indikerer ei utvandring på 85.000 laksesmolt og 25.000 auresmolt våren 2004, til saman 110.000, medan det teoretiske estimatet er 100.000.

Under el. fisket i januar 2004 vart det påvist relativt høg tettleik av alle dei tre siste årsklassane av laks (frå 2001, 2002 og 2003) som alle er fødde under den siste prøveperioden. Det var også ein klar dominans av laks i alle aldersgrupper i høve til aure (**figur 5.7**). Desse tre åra var det av klimatiske årsaker høge temperaturar i "swim-up" peridoen (kap. 5), og el. fiskeresultata tyder på at rekrutteringa av desse årsklassane ikkje vil vere begrensande for produksjonen av laksesmolt av dei aktuelle smoltårgangane (2004, 2005 og 2006). Det vart registrert ein tettleik på 1,9 kjønnsmogne hannparr av laks pr. 100 m². Denne gruppa er dermed totalt sett svært talrik i høve til antalet gytehoer i elva, og i storleiksorden 200 – 300 gyteparr pr. holaks.



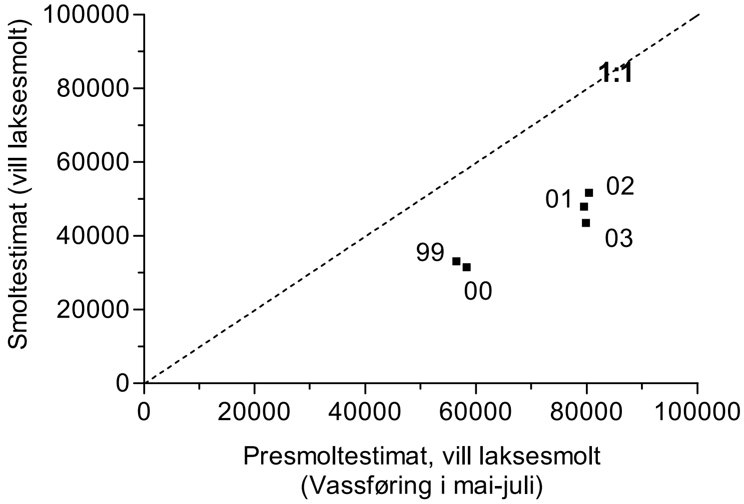
Figur 5.7. Gjennomsnittleg tettleik (antal/100 m² ± 95 % ki.) av ulike aldersgrupper, presmolt og totalt av lakse- og aureungar under elektrofiske på 10 stasjonar i Suldalslågen i januar 2004. Gjennomsnittleg tettleik er snittet av estimert tettleik av kvar gruppe på kvar stasjon og konfidensintervallet er utrekna for snittet av estimata.

5.5 Smoltestimat og presmoltestimat.

I åra 1999 – 2003 vart antalet utvandrande laksesmolt frå Suldalslågen estimert ved merking og gjenfangst i smoltfelle (same metodikk som i Orkla og Aurland). Desse åra har det vandra ut mellom 33.000 og 52.000 vill laksesmolt, pluss aure og utsett smolt, men det er store konfidensintervall for estimata (Saltveit 2004). I smoltfella har fangst av aure og utsett laksesmolt utgjort > 25 %, og desse kjem i tillegg til estimatet for vill laksesmolt. Dette er altså like mykje eller litt meir enn det som i høve presmoltestimata ville gått ut dersom Suldalslågen ikkje var vorte regulert (jfr. **figur 5.6**).

I gjennomsnitt har det årleg gått ut ca.. 42.000 vill laksesmolt frå 1999 - 2003, medan estimatet for presmolt desse åra er ei årleg utvandring på 88.500 smolt. Dersom ein antek at 75 % av desse er vill laksesmolt, vert estimatet for desse 66.000. Smoltestimatet er i snitt 37,7 % ± 4,0 lågare enn forventa med utgangspunkt i presmoltestimatet for vill laksesmolt (**figur 5.8**). Redusert smoltutvandring i høve til det ein kunne forvente kan ha vore ein effekt av utsettingar av lakseungar, låge temperaturar ved "swim-up" før 2000, og fåtallige gytebestandar av laks. Dersom alle desse faktorane har medverka negativt har effekten av kvar enkelt vore relativt liten.

Estimatet for gjennomsnittleg tettleik av presmolt for siste periode av prøvereglementet (2001 – 2003) var på 9,1/100 m², som er 47 % høgare enn estimatet på 6,2/100 m² for første periode (1998 – 2000), basert på gjennomsnittleg vassføring i mai – juli i dei to periodane. Estimata for utvandring av vill laksesmolt etter merking-gjenfangst var i snitt 47.756 for siste periode (2001 – 2003) som er 48 % høgare enn snittet på 32.354 for dei to åra då det finst estimat frå første periode (1999 og 2000, **figur 5.8**). Smoltestimata følgjer altså den predikerte endringa basert på skilnadene i vassføring i mai-juli under dei to prøvereglementa. Skilnadene i vassføring gjennom året predikerer ein auke på berre 17 %, altså mindre enn det som vart målt. Endringane i vassføring er eit fullskala eksperiment, og resultata følgjer den forventa trenden med utgangspunkt i samanhengen mellom presmolttettleik og vassføring i mai-juli.



Figur 5.8. Estimert utvandring av vill laksesmolt i Suldalslågen i perioden 1999 til 2003 (Saltveit 2004) samanlikna med utrekna antal vill presmolt av laks basert på vassføringa i mai-juli.

5.6 Presmoltestimat for ulike manøvreringsalternativ

Det er presentert tre ulike skisseforslag til nytt manøvreringsreglement for Suldalslågen. Med basis i vassføringa ved desse forslaga kan ein rekne ut forventa mengde presmolt. Det er i denne utrekninga teke utgangspunkt i vassføringa ved Tjelmane nedst i Suldalslågen og at denne er 10 m³/s høgare enn øvst i Suldalslågen.

Tabell 5.1. Gjennomsnittleg vassføring gjennom året og i mai – juli ved Tjelmane ved tre ulike skisser for nytt manøvreringsreglement, og utrekna presmoltproduksjon ved desse vassføringane. Forslaget "Dynamisk" er basert på gjennomsnittleg vassføring i perioden 1981 – 2001, og forslaget er ca. 23 % av denne vassføringa.

Skisse	Vassføring, m³/s		Antal presmolt (laks og aure)	
	Året	**Mai-juli**	**Året**	**Mai- juli**
Forslag 1	39	48	95.000	108.000
Forslag 2	27	27	125.000	145.000
Dynamisk	35	58	103.000	96.000

Forslag 2 vil med basis i "presmoltmodellen" gje ein betydeleg høgare smoltproduksjon enn dei to andre alternativa (**tabell 5.1**), og spesielt med utgangspunkt i den reduserte vassføringa i mai-juli. Ved forslag 2 vil sannsynlegvis over 80 % av smolten vere laks på grunn av høgare temperatur ved "swim-up". Ved dei andre alternativa vil andelen laksesmolt i gjennomsnitt vere noko lågare på grunn av lågare temperaturar ved "swim-up", men andelen vil variere med naturleg variasjon i klimaet.

5.7 Diskusjon

Det er tidlegare påvist ein signifikant negativ samanheng mellom tettleik av presmolt og vassføring (Sægrov mfl. 2001). Denne samanhengen er no oppdatert med fleire datasett og omfattar 44 undersøkingar frå 13 elvar på Vestlandet. Opprinneleg formel er korrigert, og det er også presentert ein formel for samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli.

Samanhengen mellom presmolt og vassføring i mai-juli predikerte om lag same gjennomsnittlege tettleik av presmolt laks som estimat for utvandrande laksesmolt i den regulerte elva Orkla i Trøndelag i perioden 1983-1999. Tettleiken av presmolt i den regulerte Aurlandselva i Sogn var signifikant korrelert til teoretisk forventa tettleik utifrå mai-juli samanhengen år for år. Presmoltestimat og smoltestimat låg på om lag same nivå i dei tre åra det er gjort merking-gjenfangst av smolt i Aurland. I desse regulerte elvane er tettleiken av presmolt på forventa nivå i høve til endringane i vassføring i mai-juli etter regulering.

I to uregulerte, men slamførande breelvar i indre Sogn var tettleiken av presmolt 30 – 40 % av det som var forventa ut frå vassføringane i mai-juli. Det er også forventa at produksjonen av fisk er lågare i elvar med svært dårleg sikt i sommarhalvåret samanlikna med klare elvar. I den sterkt forsura Haugsdalselva var tettleiken av presmolt i gjennomsnitt berre 50 % av det som var forventa frå vassføringa. Det var forventa at faktorane slamføring og forsuring hadde negativ innverknad på produksjonen av fisk. Påvising av låg tettleik av presmolt i desse elvane er ein indikasjon på at samanhengen presmolt mot vassføring er reell, og ikkje eit metodisk fenomen knytt til elektrofiske.

Med bakgrunn i samanhengen mellom presmolt og vassføring mai-juli, og vassføringsmålingar frå Suldalslågen i perioden 1905-2003, er det rekna på kor mange smolt som årleg har gått ut frå elvestrekningane nedstraums Suldalsvatnet i denne perioden. I datagrunnlaget for presmoltmodellen er det ingen vassdrag som har like stor vassføring som i Suldalslågen før regulering, og det er store konfidensintervall for samanhengen mellom presmolt og vassføring ved store vassføringar, der kurva for samanhengen også flatar ut. Av den grunn er det som ei førebels tilnæring sett at tettleiken av presmolt er konstant ved vassføringar i året på over 80 m^3/s eller over 150 m^3/s i mai-juli, dette svarar til ein tettleik av presmolt på 3,3 pr. 100 m^2. Utrekningane indikerer ei gjennomsnittleg årleg utvandring på 36.000 smolt før regulering, men det er sannsynleg at det vandra ut færre smolt ein del av åra. I perioden før regulering var det relativt høge temperaturar ved "swim-up". Etter Ulla-Førre burde mengda smolt ha auka til eit 55.000, under føresetnad av at t.d. lågare temperaturar ved "swim-up" ikkje har vore avgrensande. Vassføringa i dei to periodane av det siste prøvereglementet tilseier ein vidare auke i smoltutvandringa, og mest for perioden 2001-2003, med eit gjennomsnitt på 100.000 smolt, av desse anslagsvis 75.000 laksesmolt.

Det er ein god samanheng mellom estimert utvandring av vill laksesmolt basert på merking-gjenfangst, og estimat for presmolt laks for åra 1999-2003 basert på samanhengen presmolt-vassføring, men smoltestimata ligg i snitt 37,7 ± 4,0 % lågare enn presmoltestimata. Det er mogeleg at faktorar som låge temperaturar ved "swim-up", fåtallige gytebestandar og konkurranse frå utsette lakseungar, kvar for seg eller til saman har medført lågare utvandring enn venta. Desse smoltårgangane kom opp av grusen før 2001.

Skilnadene i vassføring i mai-juli frå første til andre periode av prøvereglementet predikerte ein auke i tettleik av presmolt på 47 %, medan smoltestimat basert på merking-gjenfangst viste ein auke på 48 % i gjennomsnitt. Endringane i vassføring frå den ein til den andre perioden er eit fullskala eksperiment, og resultata følgjer den forventa trenden med utgangspunkt i samanhengen presmolttettleik og vassføring i mai-juli, og smoltestimata frå merking-gjenfangst er ein test på denne samanhengen.

Ved el. fiske på 10 stasjonar i Suldalslågen i januar 2004 vart det registrert høg tettleik av dei tre årsklassane av laks som er fødde under den siste prøveperidoen (2001-2003), trass i fåtallige gytebestandar. Desse åra har det vore relativt høge temperaturar ved "swim-up", og det er redusert mengd utsette lakseungar. Tettleiken av presmolt var i januar 2004 på det nivået som var forventa frå

presmoltmodellen med utgangspunkt i vassføringa i mai-juli 2003, og resultata indikerer samla at det i åra 2004-2006 vil vandre ut så mykje laksesmolt frå Suldalslågen som det noverande berenivået basert på vassføringa i mai-juli tilseier.

Det er framlagt tre skisser til framtidig manøvrering av Suldalslågen. Ut frå berekna gjennomsnittleg vassføring i mai-juli, og samanhengen presmolt-vassføring, vil Forslag 1 gje ei total utvandring av laks- og auresmolt på 105.000 og forslag "Dynamisk" ei utvandring på 96.000 smolt under føresetnad av tilstrekkeleg rekruttering. Ved desse to forslaga vil temperaturen ved "swim-up" vere noko lågare enn ved uregulert elv, og kan kanskje vere begrensande for rekrutteringa i spesielt kalde år. Forslag 2 vil ut frå mai-juli vassføringa gje ei smoltutvandring på 145.000 smolt. Temperaturen ved "swim-up" vil ved dette alternativet vere klart høgare enn ved uregulert elv, og ikkje begrensande for rekrutteringa.

Forslag 2 inneber langt lågare vassføring i perioden mai-juli enn det som har vore tilfelle tidlegare, og heilt ned mot 6 m^3/s øvst i Suldalslågen i perioden frå tidleg i mai til midt i juni. Ved tidlegare prøvereglement har minstevassføringa i mesteparten av denne perioden ikkje vore lågare enn 42 m^3/s, men ned mot 20 m^3/s tidleg i mai i prøveperioden 2001-2003. Vassdekt areal ved 6 m^3/s er utrekna til 1,009 mill m^2, som utgjer 72 % av arealet ved 42 m^3/s (1,403 m^2) (Magnell mfl. 2004). Det finst altså ikkje erfaring med svært låge sommarvassføringar i Suldalslågen, men ungfiskundersøkingane i januar 2004 gav klare indikasjonar på at perioden 2001-2003 med dei lågaste vassføringane som er testa for sommarvassføringa medførte høg produksjon av laksesmolt. I tillegg var det høge "swim-up" temperaturar for lakseyngel, men dette var mest sannsynleg ein klimaeffekt.

Aurlandsvassdraget hadde i uregulert tilstand ei vassføring på om lag det halve av Suldalslågen. I 2003 var vassføringa redusert til ca. 10 m^3/s i store deler av juni og deler av mai og juli, snittvassføringa var 17,4 m^3/s i dei tre månadene. Denne vassføringa gav høge "swim-up" temperaturar og den høgaste tettleiken av presmolt som er målt i elva, og i tråd med forventinga frå presmoltsamanhengen. I Vassbygdelva som er øvre del av anadrom strekning i Aurlandsvassdraget, har det vore ei friviljug minstevassføring på 0,5 m^3/s, og dette har også vore vanleg vintervassføring (november-april) sidan 1995. I 2003 var gjennomsnittleg vassføring i mai-juli på 6,3 m^3/s i ei elv som hadde ei sommarvassføring nær det halve av Suldalslågen før regulering. Også i denne elva var det ein tettleik av presmolt som var forventa i høve til samanhengen presmolt og vassføring i mai-juli (Hellen m.fl. 2004).

Overført til Suldalslågen vil erfaringane frå Aurland kunne samanliknast dersom minstevassføringa i Suldalslågen var ca. 20 m^3/s øvst i elva. I dette området av vassføringar har kurva for tettleik av presmolt eit slakare forløp enn ved lågare vassføringar, og kurva er brattast i området med vassføringar under 10 m^3/s (**figur 5.2**). Vassføringar på dette nivået vil også medføre høgare "swim-up" temperaturar. Det er sannsynleg at det for eit kvart vassdrag finst ei vassføring i perioden mai-juli som er optimal for produksjon av laksesmolt, og vidare at denne kan uttrykkjast som andel av middelvassføring.

6 Storlaks

6.1 Innleiing

Suldalslågen har ein laksebestand med relativt høg gjennomsnittsvekt, noko den har til felles med mange andre laksebestandar på Vestlandet. Ved fastsetjing av varig manøvreringsreglement skal det tilleggast vekt at Suldalslågen også i framtida skal behalde den storvaksne laksestammen. Ein burde difor ha kunnskap om kva for eigenskapar ved vassdraget som er viktige for storleiken (sjøalderfordelinga) på laksen i eit vassdrag, men så langt er dette ikkje avklart i detalj.

I ein samanliknande analyse av 18 laksebestandar spreidd over heile Norge, konkluderte Jonsson mfl. (1991) med at gjennomsnittleg lengd og alder ved kjønnsmogning auka med gjennomsnittleg årleg vassføring i vassdraget opp til 40 m^3/s. I elvar med vassføringar mellom 40 og 300 m^3/s fann dei ingen slik samanheng. I deira analyse var det ikkje med vassdrag med vassføring mellom 13 og 39 m^3/s, og samanhengen mellom storleik på laks og vassføring i dette intervallet er dermed uklar.

I den regulerte elva Eira har gjennomsnittsvekta på laksen vorte redusert etter regulering. Etter regulering er vintervassføringa om lag som før regulering, og kjem sjeldan under 3 m^3/s, medan sommarvassføringa er sterkt redusert (Jensen mfl. 2003, NVE). Dei siste 30 åra har innslaget av smålaks auka i fangstane i Suldalslågen, og dette kan tolkast som ein reguleringseffekt, jfr. Eira. Ei anna, eventuelt supplerande forklaring er at innslaget av smålaks i storlaksbestandane varierer over tid, og sannsynlegvis med tilhøve i havet (Summers 1996). I Suldalslågen var det også eit betydeleg innslag av smålaks i fangstane i perioden 1884 til 1915, deretter vart det fanga lite smålaks heilt fram til 1970 (Sægrov 1996, og referansar i denne). Det kan altså vere andre tilhøve enn elvemiljøet som påverkar innslaget av smålaks i storlaksbestandane. I naturleg fåtallige bestandar kan ein t.d. ikkje sjå bort frå at kontinuerleg feilvandring frå ein talrik nabobestand kan påverke livshistoria til den fåtallige bestanden.

I den føreliggjande gjennomgangen er gjennomsnittsvekta til 28 laksebestandar i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland samanhalde med gjennomsnittleg årsvassføring og alminneleg lågvassføring om vinteren. Med lågvassføring vert det her meint ei vassføring som varer i minst 3 veker, og som førekjem i minst fire av fem år. Føreliggjande gjennomgang omfattar eit større antal elvar innan ein region enn det Jonsson mfl. (1991) hadde i si analyse. Det er også teke med om det er vanleg med stor sjøaure i vassdraget, sidan desse er potensielle konkurrentar til laksen, eventuelt at det er dei same grunnleggjande faktorane som påverkar storleiksseleksjonen for dei to artane. I ei nyleg presentert analyse er det vist at andelen smålaks i laksebestandar avtek med aukande årleg vassføring og aukande andel av vassføringa som kjem i sommarhalvåret. Andelen smålaks var høgare i elvar som var lokalisert nær kysten enn bestandar i elvar i aukande avstand frå kysten. Det var også høgare andel smålaks i vassdrag utan innsjøar på den anadrome strekninga enn i vassdrag med innsjøar på den anadrome strekninga (L'Abée-Lund mfl. 2004). Førekomst av lågtliggjande innsjøar inneber ei utjamning av vassføring og temperatur på strekningane nedanfor, og reduserer førekomst av ekstremt låge vassføringar og isgang, faktorar som kan tenkjast å påverke laksen i vassdraget.

Det er tidlegare presentert ei hypotese om storleiksseleksjon hos laksefisk (Sægrov 1985). Denne er basert på at det er gytekonkurranse mellom hoene i form av oppgraving av egg og at gytesuksessen i denne konkurransen er avhengig av kor djupt dei kan grave egga og kor djupt egga kan overleve i ulike typar habitat. Det siste er sannsynlegvis relatert til vassføring, og minimum vassføring i egg/yngel perioden og maksimum flaumvassføring kan vere relevante faktorar. I føreliggjande rapport vert det presentert data på gravedjup i høve til fiskelengd i ulike bestandar av laks og aure i deler av vassdrag på Vestlandet.

6.2 Metodar

Gjennomsnittvekt og vassføring

For å karakterisere storleik og sjøalderfordeling til enkeltbestandar er det brukt gjennomsnittsvekt i perioden 1969 – 1980, dette er fordi rømd oppdrettslaks frå midt på 1980-talet i varierande grad byrja å inngå i fangstane og påverka gjennomsnittvekta. Det er teke med sjølvrekrutterande bestandar av laks med stabil laksefangst frå Sogn & Fjordane og Hordaland (Skurdal mfl. 2001), og i tillegg tre bestandar frå Rogaland. For kvar elv er det ført opp gjennomsnittleg vassføring gjennom året og vanleg minstevassføring gjennom vinteren, dvs. den minste vassføringa som førekjem i minst ein tre-vekers periode frå desember til ut april i fire av fem år. Det er også ført opp om stor sjøaure er vanleg førekomande, dvs. om gjennomsnittvekta i fangstane vanlegvis er over 1,5 kg, eller om det er observert stor gyteaure under gytefiskteljingar. Stor sjøaure kan påverke konkurransetilhøva på gyteplassane, og hybridisering mellom laks og aure er heller ikkje uvanleg. Lågtliggjande innsjøar har ein utjamnande effekt på vassføringa og medfører høgare temperatur på elvetrekningane nedanfor seint på hausten og tidleg vinter.

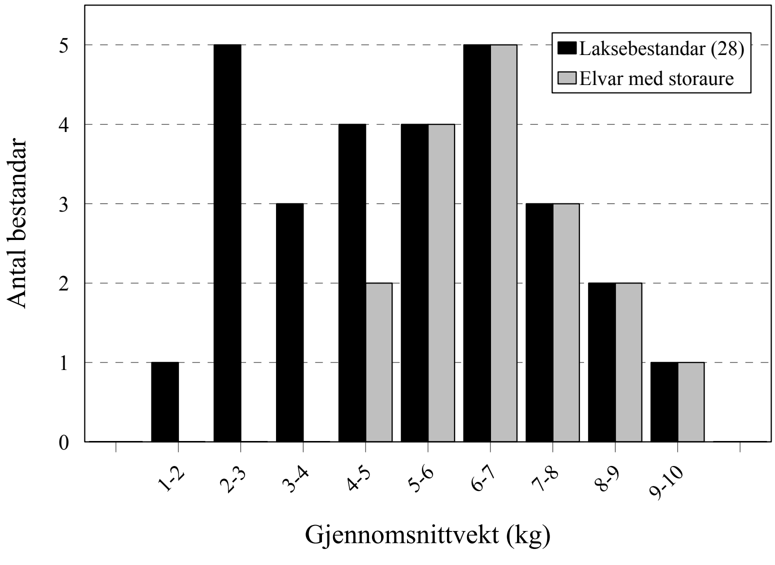
Gravedjup og storleik

Gravedjup i gytegroper i høve til storleik på lakse- og aurehoer er basert på oppgraving av naturlege gytegroper og gjennomsnittslengde på gytehoene. For laks er datasetta presentert i Barlaup mfl. (1994) og Fleming (1996). For aure er det eit datasett frå Vosso (Barlaup mfl. 1994), elles er det eigne upubliserte data.

6.3 Resultat

Storleiksfordeling

I Sogn og Fjordane og Hordaland er alle sjølvrekrutterande bestandar med fangststatistikk på 1970-talet inkludert. Frå Rogaland er det berre med tre bestandar (Figgjo, Håelva og Suldalslågen) og årsaka er at det frå andre laksebestandar er relativt sparsamt med andre opplysingar om bestandskarakteristika (tabell 6.1).



Figur 6.1. Fordeling på 1 kg vektgrupper av 28 laksebestandar i elvar på Vestlandet, og antal elvar innan kvar vektgruppe av laks der det også er vanleg med stor sjøaure (opptil 6-7 kg).

Det er ingen av vassdraga der snittvekta på laksen er under 4 kg der det også er vanleg med stor sjøaure (opptil 6-7 kg), men i alle vassdrag der snittvekta er over 5 kg er det også stor sjøaure. I halvparten av vassdraga med snittvekt på laksen mellom 4 og 5 kg er det stor sjøaure. Datagrunnlaget for storleik på sjøaure er noko usikkert, men hovudtrenden bør det vere grunnlag for. Det kan altså vere at laks og aure er utsette for same storleiksseleksjon, eventuelt at auren må vere stor i vassdraga der det er stor laks for å kunne konkurrere med denne (figur 6.1).

Det er ein samanheng mellom storleik på laks og sjøaure og førekomst av lågtliggjande innsjøar. I 4 av 8 vassdrag (50 %) utan større lågtliggjande innsjøar er gjennomsnittvekta på laksen under 3,3 kg. Det finst likevel stor laks i vassdrag utan lågtliggjande innsjøar, mellom anna er 4 av 15 bestandar (27 %) med gjennomsnittvekt over 5 kg i denne kategorien (**tabell 6.1**).

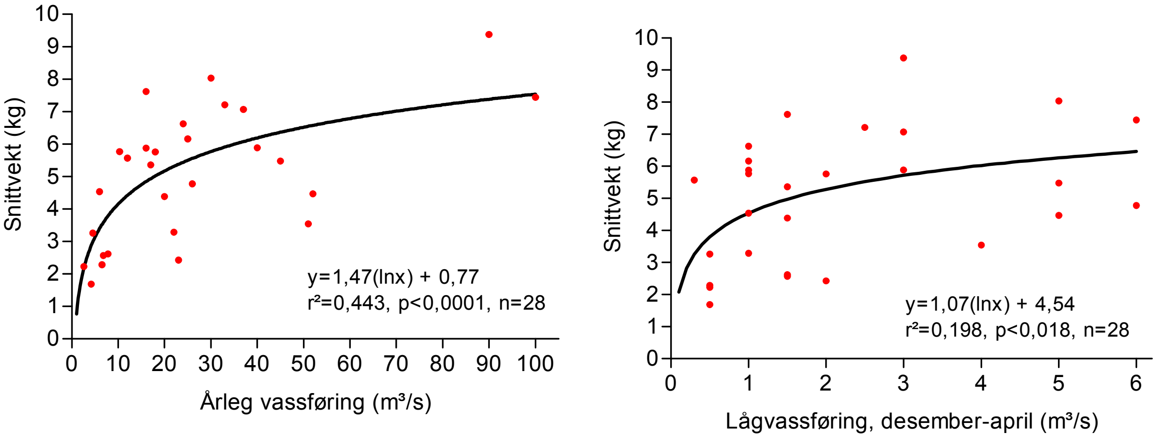
Tabell 6.1. Gjennomsnittvekt på laks i perioden 1969-1980, årleg middelvassføring, minste vassføring i perioden desember –april i fire av fem år (minst tre veker), førekomst av stor sjøaure, og førekomst av lågtliggjande innsjøar i vassdrag på Vestlandet (Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland) med stabil førekomst av laks. For Suldalslågen er det brukt vassføring ved Tjelmane før regulering, fordi det på 1970-talet sannsynlegvis ikkje hadde gått lang nok tid etter regulering til å selektere for endring i storleik på laksen.

Fylke	Elv	Snittvekt laks	Årleg vassføring	Minste vassføring	Stor sjøaure?	Lågtliggjande innsjøar?
		kg	m^3/s	m^3/s		
Hordaland	Lone	1,74	4,2	0,5		
Sogn & Fj	Ervik	2,2	2,6	0,5		x
Hordaland	Oselva	2,3	6,5	0,5		x
Sogn & Fj	Nausta	2,4	23	2,0		
Rogaland	Håelva	2,6	6,8	1,5		
Rogaland	Figgjo	2,6	7,8	1,5		x
Sogn & Fj	Ryggelva	3,3	4,5	0,5		
Hordaland	Etne	3,3	22	1,0		x
Sogn & Fj	Gaula	3,6	51	4,0		x
Sogn & Fj	Osenelva	4,4	20	1,5		x
Sogn & Fj	Jølstra	4,5	52	5,0	x	x
Sogn & Fj	Flekke	4,5	6	1,0		x
Sogn & Fj	Eid	4,8	26	6,0	x	x
Sogn & Fj	Nærøy	5,4	17	1,5	x	
Sogn & Fj	Gloppen	5,5	45	5,0	x	x
Sogn & Fj	Mørkris	5,6	12	0,3	x	
Sogn & Fj	Flåm	5,8	18	2,0	x	
Hordaland	Granvin	5,8	10	1,0	x	x
Sogn & Fj	Loen	5,9	16	1,0	x	x
Sogn & Fj	Aurland	5,9	40	3,0	x	x
Hordaland	Eio	6,2	25	1,0	x	x
Sogn & Fj	Lærdal	6,6	24	1,0	x	
Hordaland	Opo	7,1	37	3,0	x	x
Sogn & Fj	Årøyelva	7,2	33	2,5		x
Rogaland	Suldal	7,5	100	6,0	x	x
Sogn & Fj	Olden	7,6	16	1,5	x	x
Sogn & Fj	Stryn	8,1	30	5,0	x	x
Hordaland	Vosso	9,4	90	3,0	x	x

Gjennomsnittsvekt og vassføring

I dei 28 bestandane var gjennomsnittsvekta 5,0 kg, snittvassføringa var 26,6 m³/s og vanleg lågvassføring om vinteren var 2,2 m³/s. Gjennomsnittsvekta på laksen auka bratt med aukande vassføring i intervallet opp mot 15 m³/s, deretter avtok stigninga på kurva. Gjennomsnittsvekta på laksen er relativt høg i dei fleste elvar i denne regionen med årleg vassføring over 10 m³/s, medan gjennomsnittsvekta er låg i dei fleste elvar med årleg vassføring under 10 m³/s (**figur 6.2**).

Det er ein svak tendens til aukande gjennomsnittsvekt og aukande lågvassføring om vinteren. I Mørkris har laksen gjennomsnittsvekt på 5,6 kg, men vanleg lågvassføring om vinteren er berre 0,3 m³/s (**tabell 6.1, figur 6.2**). I fleire av dei små elvane med smålaks er lågvassføringa om vinteren under 1 m³/s.



Figur 6.2. Gjennomsnittvekt for laks i perioden 1969 – 1980 mot årleg middelvassføring i 28 lakseelvar i Sogn og Fjordane, Hordaland og Rogaland (venstre), og gjennomsnittvekt for laks mot vanleg lågvassføring i perioden desember – april i dei same elvane (høgre).

Gravedjup og fiskelengde

Det er ein signifikant positiv samanheng mellom gravedjup og lengd på aurehoer ($r^2 = 0{,}88$, $p = 0{,}02$, $n = 5$), og nær signifikant samanheng mellom gravedjup og lengd på laksehoer ($r^2 = 0{,}85$, $p = 0{,}07$, $n = 4$). Stigninga på dei to kurvene er om lag den same, og det er sannsynleg at hoene grev egga så djupt som dei reint fysisk er i stand til, og at gravedjupet er ein rein effekt av storleik. Så langt inkluderer denne framstillinga dei fleste slike undersøkingar, både i Norge og elles (Fleming 1996). Bestandane representerer gytehabitat frå strandsona i innsjø, små bekker og ei større elv (i Vestlandsk målestokk). Gytesubstratet varierer ein del, både innan og mellom dei ulike lokalitetane (eigne observasjonar). Samanhengen indikerer at gravedjupet er uavhengig av habitatet (**figur 6.3**).

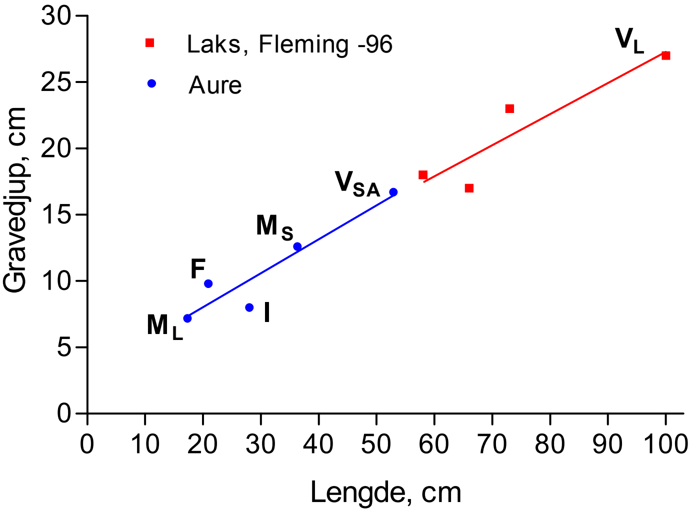
I Kjøsnesfjorden gyt auren i strandsona, hoene har ei gjennomsnittslengd på ca. 28 cm, og gjennomsnittleg gravedjup er 8 cm frå det djupaste egget i egglommen til substratoverflata. I gjennomsnitt gyt hoene ca.. 80 egg i kvar egglomme. I eit eksperiment vart det vist at eggoverlevinga avtok med gravedjupet og antal egg pr. egglomme. Egga overlevde ned til 9-10 cm under substratoverflata dersom det ikkje var meir enn vel 50 egg pr lomme. I dette eksperimentet vart overlevinga ikkje påverka av grunnvatn (Sægrov 1990). Gravedjupet og antal egg pr. gyting ser dermed ut til å vere det same som eksperimentelt vart vist å gje god overleving, og det er mogeleg at storleiken til hoene er tilpassing til dette gravedjupet. Ei stor ho kan grave opp egga som ei mindre har gytt, men ho bør ikkje vere så stor at ho grev egga for djupt. Konkurranse i form av oppgraving på den eine sida og avtakande eggoverleving med gravedjup kan vere dei selekterande faktorane for ein optimal storleik ved kjønnsmogning (Sægrov 1985).

I Vosso grev laksehoer med ei snittlengd på 100 cm egga i gjennomsnitt 27 cm nedi substratet (botnen av egglommen) og i kvar egglomme vert det gytt i gjennomsnitt ca. 700 egg (Barlaup mfl. 1994). Det

er gravne opp 35 cm djupe egglommar med over 1300 egg i kvar (eigne data) i denne elva. Egga til Vossolaks er 120-200 mg, medan aurehoene i Jølstravatnet gyt egg som veg 60-90 mg. Det er dermed stor skilnad i gjennomsnittleg eggmengda i kvar egglomme i desse to habitata som representerer kvart sitt ytterpunkt med omsyn til vassgjennomstrøyming i substratet. I Vosso er vassføringa om vinteren normalt over 3 m^3/s (**tabell 6.1**).

I den vesle Mildebekken, som er 1- 2 meter brei, gyt det aurehoer med gjennomsnittslengd på 36 cm, men også mindre elvefisk med snittlengd på 17 cm. I nedbørfattige periodar om vinteren vert vassføringa i denne bekken svært låg og tidvis mindre enn 50 l/s. Dei minste hoene kan unngå konkurransen frå dei større ved å gyte seinare, eller velgje andre gyteområde. I denne bekken gytte dei stort sett på separate område. Det vart gjort anslag for antal små og store hoer som hadde gytt, fekunditeten deira og kor mange egg som låg igjen på gyteområda etter gyting. Med utgangspunkt i total fekunditet, måtte det ha vore eit stort eggtap i form av oppgraving, eller at mange av hoene berre fekk gytt ein relativt låg andel av egga på gyteområda.

Figur 6.3. Gjennomsnittleg gravedjup mot snittlengd av gytande hoer for fem aurebestandar (eigne data) og fire laksebestandar (data frå Fleming 1996, Barlaup mfl. 1994).
M_L: Små aure i Mildebekken, Bergen
F: Aure, Frotveitbekken, Bergen
M_S: Større aure i Mildebekken, Bergen
I: Innsjøgytande aure i Kjøsnesfjorden
V_{SA}: Sjøaure i Vosso
V_L: Laks, Vosso



Det er konkurranse mellom hoene i form av oppgraving på gyteområda (Lura 1995), og på gyteområde der det er tett med gytefisk kan oppgravinga vere omfattande (eigne observasjonar). I strandsona i innsjøar kan aureegg overleve ned til 9-10 cm under substratoverflata, i små bekker ned til 13-14 cm og i større elvar ned til 35 cm under substratoverflata. Det er berre i ein innsjø det er gjort eksperiment som viser kor djupt nedi substratet egga kan overleve (Sægrov 1990). Det kan tenkjast at lengda på dei største hoene i anadrome bestandar avspeglar kor djupt nedi substratet egga kan overleve sidan det er ein god samanheng mellom gravedjup og fiskelengd.

6.4 Diskusjon

Det er lite stor laks og stor sjøaure i vassdrag med årleg vassføring under 10 m^3/s, medan begge kategoriane er vanleg i større vassdrag. Det er heller ikkje vanleg med stor laks eller stor sjøaure i vassdrag med vanleg vintervassføring under 1 m^3/s, men det førekjem t.d. i Mørkris. Sidan mønsteret er det same for både laks og aure, er det sannsynleg at det er tilhøve i vassdraget som er avgjerande for storleiksseleksjonen. Dette er også svært sannsynleg sidan dei ulike laksebestandane opplever dei same vilkåra under sjøopphaldet og kan oppnå same storleik, for det er liten skilnad i veksthastigheit i sjøen mellom bestandar (Jonsson mfl. 1991). Det er ein samanheng mellom storleik på hoene og kor djupt dei grev ned egga. Store hoer kan dermed grave opp att egga som dei mindre har gytt, medan det motsette ikkje er tilfelle. Antal egg pr. gyting aukar også med storleiken på hoene. Det er for eit gytehabitat (strandsona i innsjø) vist at det er ei nedre grense for kor djupt nede i substratet aureegg kan overleve (9-10 cm), og overlevinga er også avhengig av kor mange egg som vert gytt i kvar egglomme (Sægrov 1990). Slike undersøkingar er ikkje gjort i elvar, men det er sannsynleg at egg kan

overleve djupare i elvebotnen, og i større antal pr. egglomme, i større elvar med stabilt god vassgjennomstrøyming i substratet enn i mindre elvar og bekkar.

Resultata tilseier at stor laks og stor aure har lågare suksess enn mindre fisk i små elvar, medan det er omvendt i større elvar. Det er funne ein god samanheng mellom gravedjup og fiskelengd, vidare er det påvist konkurranse mellom hoene i form av oppgraving av egg, og det er vist at det finst eit største substratdjup der egg kan overleve (innsjøgytande aure). Dei ulike elementa i ei seleksjonshypotese er til stades, men den treng meir testing. Ut frå ei slik hypotese kan ein avleie at dei store laksehoene har relativt sett lågare suksess i små elvar enn mindre laksehoer. Eit av elementa i ei slik suksessvurdering er at store hoer grev egga for djupt og i for store porsjonar pr. gyting i små elvar. I periodar med minimum vassføring i eggutviklingsperioden kan det oppstå oksygensvikt med stor eggdødelegheit som resultat. Mindre hoer som grev egga grunnare og gyt færre egg pr. porsjon kan få høgare gytesuksess totalt sett på grunn av høgare eggoverleving og høgare sjøoverleving på grunn av kortare tid i sjøen. Desse selektive føremonene må vegast mot langt mindre total fekunditet og større fare for å tape egg via oppgraving. Så langt er det eggoverleving i ulike gytehabitat i høve til gravedjup og eggmengd pr. gyting det er minst kunnskap om.

I dei fleste laksebestandar i Sør-Norge er det dominans av hannar i gruppa av 1-sv (smålaks). Hoene dominerer normalt i gruppa av 2-sv (mellomlaks), medan det er om like mange eller fleire hannar i gruppa av 3-sv og eldre (storlaks). I smålaksbestandane er det ein høgare andel hoer av 1-sv enn i storlaksbestandar. Det er altså mindre skilnad mellom bestandar i gjennomsnittvekt på kjønnsmogne hoer enn det er for hannar. Dette kan vere eit resultat av det er fleire alternative storleiksavhengige åtferdsstrategiar for hannane, og det er kanskje seksuell seleksjon som er det mest relevante utgangspunktet. Hoene synest å ha eit mindre spekter, men kan gjennom sine val påverke storleikseleksjonen mellom hannane. Gytinga hos laks og aure synest å vere eit leik-system, der det er aggregering av fisk på mindre område, og ikkje ideell fri fordeling i høve til tilgjengelege gyteareal.

Det er lite storlaks i dei elvane som har størst smoltproduksjon pr. areal. For elvar på Vestlandet er det også funne at total tettleik av presmolt avtek med aukande vassføring. Den største reduksjonen i tettleik skjer i intervallet 1-15 m^3/s, deretter er reduksjonen mindre. Kurvene for gjennomsnittsvekt og presmolttettleik har altså motsett forløp, men liknar. Det er altså slik at laksen er minst i dei mest produktive vassdraga. Større smoltproduksjon pr. areal og dominans av 1-sv laks med høgare sjøoverleving enn eldre laks i små elvar (< 15 m^3/s), gjer at ein bør forvente høgare tettleik av laks på gyteplassane i små elvar enn i større elvar, i alle høve i eit historisk perspektiv. Det er usikkert om dette medfører meir konkurranse mellom hannane i små elvar, for det vil også vere fleire hoer å konkurrere om. Ei mogeleg forklaring er at vassdekninga kan vere låg i dei små elvane i gyteperioden slik at dei store hannane har mindre bevegelegheit enn dei små. Vassføringa er mindre prediktabel i dei små vassdraga, og spesielt der det ikkje er store innsjøar som har ein utflatande effekt på vassføringa. I større elvar er gyteplassane ofte lokalisert i tilknyting til hølar der dei store laksane kan utfalde seg. Strukturelle hindringar som avgrensar synsfeltet ved låg vassføring i små elvar kan gjere at stor fisk har problem med å utøve dominans på grunn av grunt vatn. Det er også høgare tettleik av dverghannar i dei små og mest produktive vassdraga, men det er uvisst om dette har noko betydning for sjøalder etter utvandring.

Skilnader i beskatningstrykk på ulike sjøaldergrupper kan påverke desse samanhengane. I sjøfasen er det normalt noko lågare beskatning på smålaksen samanlikna med fleirsjøvinter laks, medan det vanlegvis er høgare beskatning på smålaksen i elva (Sættem 1995, Sægrov og Hellen 2003). Det er difor viktig om bestandens livshistorie er slik no som den var i tida før beskatning i sjø og elv fekk eit slikt omfang at det reduserte gytebestandane vesentleg.

I fleire av vassdraga som er med i denne analysen er det relativt talrike bestandar av sjøaure, og i dei større elvane (vassføring over 10 m^3/s) er det også vanleg med sjøaure opp til 3-4 kg, dvs. dei kan vere like store som mellomlakshoer. Dette gjeld stort sett vassdrag med vassføring over 10 m^3/s. Det er ikkje uvanleg med hybridisering mellom laks og aure i mange av vassdraga. Store hannlaksar kan jage

vekk store hannaurar, medan mindre laksehannar kanskje er utsett for dominans frå store hannar av begge artane.

Det er ut frå denne gjennomgangen vanskeleg å finne noko enkel forklaring på kvifor det ikkje er vanleg med stor laks i små elvar. Storleiksavhengig dominans mellom hannane på gyteplassane kan tenkjast å vere påverka av elveløpets utforming og strukturelle hindringar, noko som også kan påverke suksessen til dverghannane i form av gøymeplassar nær gytegropene. Det kan også tenkjast at store hoer som grev egga djupt ned i substratet og mange i kvar egglomme vil oppleve relativt sett mindre gytesuksess ein ei mindre ho i ei lita elv, når ein i dette i reknestykket tek med betydeleg høgare fekunditet, men høgare dødelegheit ved eit års ekstra sjøopphald. I denne gjennomgangen ser skiljet ut til å gå mellom elvar som har meir eller mindre enn 10-15 m^3/s i årsvassføring og større eller mindre enn 1 m^3/s i vanleg vintervassføring.

7 Oppsummering og vurdering av skisser til manøvreringsreglement

7.1 Oppsummering

Laksebestanden i Suldalslågen er avgrensa av naturlege og menneskeskapte faktorar både i ferskvassfasen og sjøfasen. Metodiske problem med å talfeste dei ulike livsstadia gjer det likevel vanskeleg å konkludere sikkert med korleis ulike faktorar påverkar bestanden. For eksempel viser drivteljingar av gytelaks langt lågare tal enn det som burde vore i elva med utgangspunkt i antalet som er registrert i laksetroppene i Sandsfossen og fangst ovanfor fossen. Konsekvensen av denne usikkerheita er at det er vanskeleg å berekne det totale innsiget av laks til elva og at tettleiken av lakseegg kan vere langt høgare enn det gytefiskteljingane har vist. Eit anna metodisk problem er knytt til ungfiskundersøkingar der el.fiske om hausten viste lågare tettleik enn el. fiske i januar. Konklusjonane for korleis ulike faktorar begrensar bestanden er i denne rapporten også basert på informasjon om bestandsbegrensingar på ulike livsstadium i andre bestandar på Vestlandet.

Begrensande faktorar, sjøfase
Overlevinga i sjøfasen kan variere svært mykje innan nokre få år av naturlege årsaker, og av desse er sannsynlegvis temperaturen den viktigaste. På 1980- og 1990-talet var overlevinga og veksten i sjøen dårlegare enn på 1970-talet og dette er samanfallande med lågare temperaturar i havområda (Friedland mfl. 2000). Av menneskeskapte faktorar var lakselus eit stort problem for laks på Vestlandet på 1990-talet til og med 1997, men omfanget varierte frå region til region. Det var store påslag av lakselus i Ryfylke i 1997, før dette året var problemet ikkje undersøkt, men det er svært sannsynleg med omfattande luseangrep på laksesmolt i denne regionen også tidlegare på 1990-talet. Frå og med 1998 har luseproblemet vorte sterkt redusert i dei fleste regionar og den viktigaste årsaka til dette er synkroniserte avlusingar i fiskeoppdrettsanlegga (Elnan og Gabrielsen 1999, Heuch og Mo 2001, Kålås og Urdal 2004). Bestandsutviklinga for laks i Suldalslågen er ikkje ulik det som er registrert for andre laksebestandar i indre fjordstrøk på Vestlandet, m.a. i indre Nordfjord, indre Sogn og i indre del av Hardangerfjorden. Felles for desse bestandane var historiske minimumsfangstar på 1990-talet, og svak eller ikkje nokon auke dei siste fem åra. Det generelle biletet på Vestlandet er likevel ein auke i fangstane frå og med 1999 til eit nivå mellom 40 og 70 % av dei beste fangstane på 1970-talet.

Vassføringa i smoltutvandringsperioden kan kanskje påverke smoltoverlevinga. I Suldalslågen er vassføringa manipulert ved reguleringa, og det er vorte konkludert med at låg vassføring kan ha ført til redusert overleving for mange smoltårgangar etter 1983 (Forseth mfl. 2003). I mange andre elvar (t.d. Imsa) er det normalt lite og/eller avtakande vassføring i smoltutvandringsperioden, men likevel generelt god overleving i sjøfasen. Det er difor overraskande at det må vere stor vassføring (> 100 m^3/s) under smoltutvandringa for at laksesmolten i Suldalslågen skal ha god overleving. Det bør også nemnast at det er svakt datagrunnlag for konklusjonen om at vassføring i smoltutvandringsperioden over 100 m^3/s gjev betre smoltoverleving enn vassføringar under 50 m^3/s.

Begrensande faktorar, ferskvassfase
I elva er temperatur og vassføring i varierande grad endra ved reguleringa, og desse faktorane er sannsynlegvis dei viktigaste for rekruttering og produksjon av laksesmolt. Frå andre elvar er det sannsynleggjort at temperaturen i den første perioden etter at lakseyngelen kjem opp av grusen er viktig for overlevinga (temperatur ved "swim-up") (Sægrov mfl. 2000). Det er ikkje dokumentert nokon slik samanheng mellom temperatur og tettleik av lakseungar i Suldal (Saltveit og Bremnes 2004). Dette kan m.a. skuldast at temperaturen på dagtid kan vere 3-4 °C høgare på enkelte svært grunne område i elva i "swim-up" perioden på grunn av strålingsoppvarming av substratet. Dette kan forklare at det har vore ein del rekruttering av laks alle år i Suldalslågen, sjølv i år då temperaturen i hovudstraumen har vore så låg at rekrutteringa elles burde vore svært begrensa. Høgare temperatur på enkelte grunne område vil ikkje påverke egg- og yngelutviklinga i den perioden dei er i gytegropene eller kor tid yngelen kjem opp av grusen, fordi temperaturen i gytegropene er om lag den same som i hovudstraumen. Lokal oppvarming frå tidleg i juni kan også forklare kvifor det er såpass lang gyteperiode for laks i Suldalslågen.

Rekruttering av laks i Suldalslågen vil kunne vere begrensa av både temperatur og gytebestand, eller ein kombinasjon av desse. Verdien av gytefiskteljingar i Suldalslågen er usikker, men samanlikning med fangst og trappetal indikerer at det systematisk er observert for lite gytefisk i perioden frå 1995/96 til 2003/04. Dette inneber at eggtettleiken har vore på det same nivået i heile perioden. Dersom ein då antek at ca.. 15 % av gytebestanden av laks er vorte observert, har det alle år vore ein eggtettleik over 2 egg/m², og dette burde vere tilstrekkeleg til å sikre full rekruttering i høve til berenivået for smoltproduksjon. Det er likevel resultat som indikerer at tettleiken av årsyngel enkelte år har vore låg på grunn av lite gytelaks (Saltveit og Bremnes 2004).

Rekruttering av laks i dei to periodane med prøvereglement
Ungfiskundersøkingar viser høgare rekruttering av laks i den siste perioden (2001-2003) samanlikna med den første perioden (1998-2000) (Saltveit og Bremnes 2004). Ungfiskundersøkingar i januar 2004 tilseier dessutan at rekrutteringa av laks i den siste perioden var såpass høg at den ikkje vil vere avgrensande for smoltproduksjonen av dei aktuelle smoltårgangane (Urdal og Sægrov 2004). Det var ikkje høgare tettleik av lakseegg i den siste enn i den første perioden, det er dermed sannsynleg at høgare temperatur i "swim-up" fasen var årsak til betre rekruttering i den siste perioden enn i den første. Høgare temperatur i den siste perioden var ein kombinasjon av klimatilhøve og redusert vassføring i juni-juli.

Smoltproduksjon
Basert på merking og gjenfangst er det berekna at det vandra ut mellom 33.000 (2000) og 52.000 (2002) vill laksesmolt frå Suldalslågen i åra 1999 til 2003, og det var ein tendens til auka smoltmengde i den siste prøveperioden (Saltveit og Bremnes 2004). Estimert antal utvandrande vill laksesmolt var dei fem åra i gjennomsnitt 37,7 ± 4,0 % lågare enn det som var forventa med utgangspunkt i samanhengen presmolt og vassføring (kap. 6). Dette indikerer at det i perioden før 2001 var for låg rekruttering til å nå berenivået for smoltproduksjon, og den mest sannsynlege årsaka er låg temperatur i juni-juli i åra før 2001. Utsettingar av sommarfora setjefisk kan også ha medført redusert produksjon av vill smolt, noko som er registrert for aure i Aurlandselva (Sægrov mfl. 2000). Førebelse tal viser at det går ut eit betydeleg større antal vill laksesmolt frå Suldalslågen våren 2004 enn dei føregåande åra. Dette er i samsvar med konklusjonane frå ungfiskundersøkingane i januar 2004. Smoltutvandringa våren 2004 vil vere dominert av 3-års-smolt frå årsklassen 2001, som var den første under den siste perioden av prøvereglementet. Våren 2003 utgjorde 2-års-smolt av 2001- årsklassen ca.. 30 % av den totale mengda av vill laksesmolt (Saltveit og Bremnes 2004). Resultata indikerer dermed at rekrutteringa av denne årsklassen ikkje har vore begrensande for smoltproduksjonen, og våren 2004 vil smoltutvandringa truleg ligge nær berenivået som er berekna utifrå samanhengen mellom presmolt og vassføring (kap. 6).

Storlaks
Ei analyse som inkluderer mange av laksebestandane på Vestlandet viser at det er låg andel storlaks og dermed låg gjennomsnittsvekt på laksebestandane i elvar med gjennomsnittleg vassføring i året under 10 – 15 m³/s og lågvassføring om vinteren under 1 m³/s. Det er dermed lite sannsynleg at auken i andel smålaks i Suldalslågen dei siste 20 års kan forklarast som eit resultat av reguleringa, det er meir sannsynleg ei følgje av storskalavariasjon i tilhøve i havet.

Konklusjon
Det vert etter denne oppsummeringa konkludert med at temperaturen i "swim-up" fasen kan vere begrensande for produksjonen av vill laksesmolt i Suldalslågen, men at det ikkje var slike begrensingar i åra 2001-2003, under siste periode av prøvereglementet.

Vassføringa i perioden mai-juli er sannsynlegvis avgjerande for kor mykje smolt som vert produsert i Suldalslågen, basert på ein samanheng frå ander uregulerte vassdrag som viser at tettleiken av presmolt avtek når vassføringa aukar. Dette inneber at den reduserte vassføringa i åra 2001 til 2003 burde medført høgare smoltproduksjon enn dei føregåande, men føresetnaden om tilstrekkeleg rekruttering var sannsynlegvis ikkje oppfylt i perioden 1998-2000 på grunn av låge temperaturar i

”swim-up” fasen. Ungfiskundersøkingar i januar 2004 og førebelse tal frå smoltutvandringa våren 2004 tilseier at smoltutvandringa dette året vert om lag som det forventa berenivået for Suldalslågen.

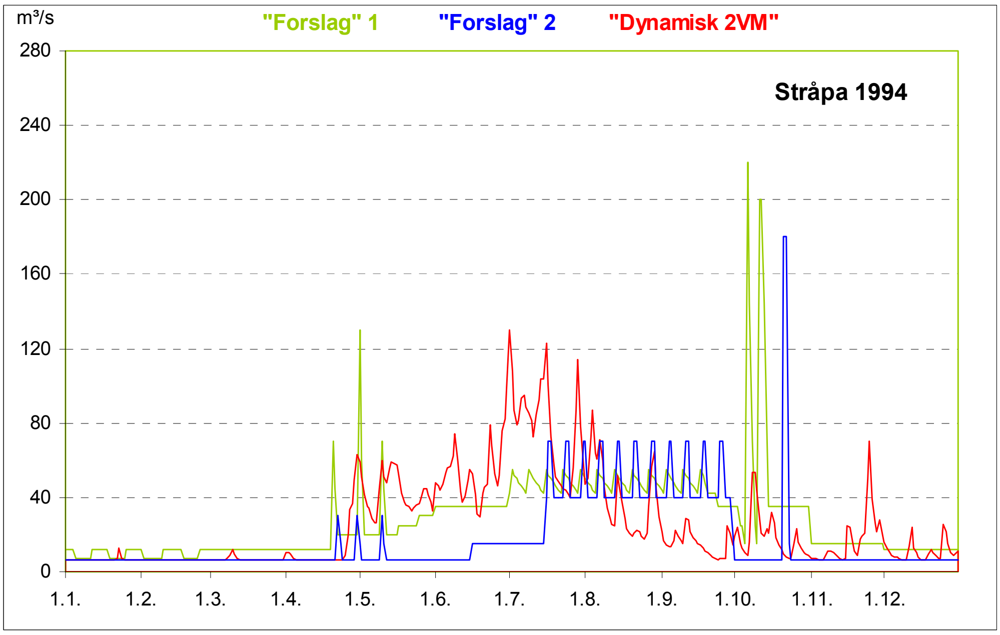
Det er sannsynleg at berenivået for smoltproduksjon i Suldalslågen på 1990-talet og fram t.o.m. 2003 ikkje vart nådd på grunn av for lite rekruttering, og utsettingar av sommargammal setjefisk kan også ha hatt ein negativ effekt på produksjonen av vill smolt.

I sjøfasen vil temperaturen sannsynlegvis ha dominerande effekt på overlevinga av laks, etter som problemet med lakselus er sterkt redusert i Ryfylke dei siste åra. Det er usikkert om stor vassføring i smoltutvandringsperioden medfører betre overlevinga til smolten, men auke i vassføringa medfører meir synkron utvandring enn stabil vassføring.

7.2 Vurdering av skisseforslag til framtidig manøvrering

Bakgrunn

Det er vorte presentert tre skisseforslag til framtidig manøvrering. I figur 7.1. er vassføringa ved Suldalsosen øvst i Suldalslågen simulert for 1994 for dei tre skisseforslaga, ”Forslag 1”, ”Forslag 2” og ”Dynamisk”. Tilførslar frå sidefelt langs Suldalslågen gjer at vassføringa ein normalår ved alle alternativa vil vere om lag 10 m³/s høgare ved utløpet i sjøen som årsmiddel og i perioden mai-juli.

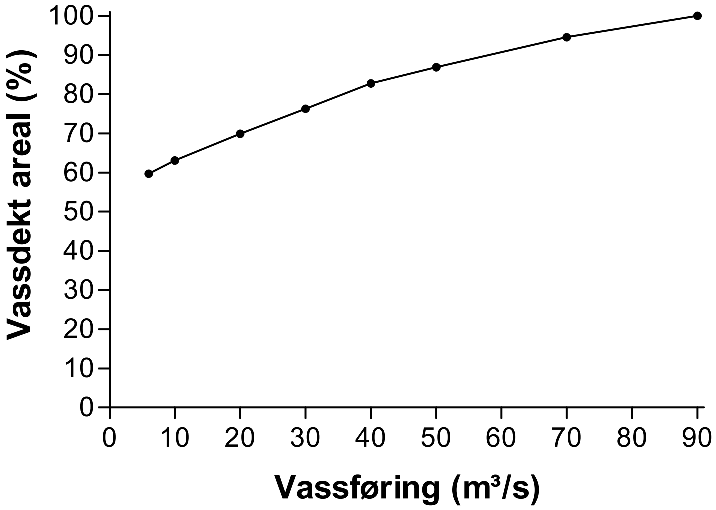


Figur 7.1. Vassføring ved Suldalsosen simulert i 1994 for tre ulike skisseforslag til framtidig manøvreringsreglement.

Vassdekt areal

I samband med vurderingane av effekten av ulike vassføringar er det innleiingsvis vist ein figur for vassdekt areal ved ulike vassføringar som prosent av arealet ved ei vassføring på 90 m³/s, som var nær opp mot middelvassføring før regulering. Vassdekt areal er relativt stort sjølv ved låg vassføring, t.d. utgjer det vassdekte arealet ved 6 m³/s heile 60 % av arealet ved ei vassføring på 90 m³/s (Magnell mfl. 2003) (**figur 7.2**).

Figur 7.2. Vassdekt areal i Suldalslågen uttrykt som prosent av arealet ved ei vassføring på ca.. 90 m³/s som var gjennomsnittleg årleg vassføring ut av Suldalsvatnet før vassdraget vart regulert (data frå Magnell mfl. 2003).



Rekruttering av laks
Temperatursimuleringar tilseier at temperaturen ved "swim-up" dei fleste år vil vere litt lågare enn i høve til uregulert tilstand ved skisseforslaga "Forslag 1" og "Dynamisk". I klimatisk gunstige periodar vil temperaturen sannsynlegvis ikkje vere avgrensande for rekruttering av laks, men i kalde periodar vil rekrutteringa kunne vere temperaturbegrensa. Alternativet "Forslag 2" vil medføre 2-3 °C høgare "swim-up" temperatur samanlikna med uregulert tilstand. Ved dette alternativet er det lite sannsynleg at temperaturen vil vere begrensande for rekruttering av laks. Dette alternativet vil også føre til betydeleg høgare temperatur frå slutten av mai og i juni, noko som vil føre til noko tidlegare "swim-up", større årleg tilvekst for alle aldersgrupper og lågare gjennomsnittleg smoltalder.

Smoltproduksjon
Ut frå berekna gjennomsnittleg vassføring i mai-juli, og den generelle samanhengen mellom tettleik av presmolt og vassføring, vil "Forslag 1" gje ei berekna smoltutvandring (laks og aure) på 108.000, og "Dynamisk" 96.000 smolt under føresetnad av tilstrekkeleg rekruttering. Ved desse forslaga vil temperaturen ved "swim-up" vere litt lågare enn ved uregulert elv, og truleg begrensande for rekrutteringa i spesielt kalde år. Skisseforslaget "Forslag 2" vil ut frå mai-juli-vassføringa gje ei smoltutvandring på 145.000 smolt. Temperaturen ved "swim-up" vil ved dette alternativet vere klart høgare enn ved uregulert elv, og ikkje begrensande for rekrutteringa. Det er sannsynleg at forslaget "Forslag 2" på grunn av høgare junitemperatur vil medføre ein stabilt høgare andel laks og lågare andel aure i den totale mengda av utvandrande smolt enn dei to andre alternativa.

Flaum under smoltutvandringa
Forseth mfl. (2004) fann ein positiv samanheng mellom smoltoverleving og vassføring i smoltutvandringsperioden, men berre når vassføringa var høgare enn 100 m³/s. Signifikansen i samanhengen er basert på to smoltårgangar og datagrunnlaget er noko usikkert. I andre elvar i Rogaland med store laksebestandar går smolten ut ved stabilt låg eller avtakande vassføring, men aukande vassføring medfører ei meir synkron utvandring. Det er lite variasjon i tidspunkt for smoltutvandringa frå Suldalslågen, og den variasjonen som er kan vere knytt til temperaturen i Suldalslågen i siste halvdel av april. Smoltutvandringa skjer i tidleg i mai, og ein raskt stigande og avtakande flaum på ca. 50 m³/s i løpet av dei første dagane av mai vil sannsynlegvis dekke behovet for ferskvatn som sikrar god overleving på smolten.

Spyleflaum
I åra 2001 og 2002 vart det sleppt ein stor spyleflaum kvar haust. Desse flaumane hadde ein reinskande effekt, og dersom ein slik flaum vert sleppt årleg vil den redusere akkumulering av fint materiale og oppbygging av elvebotnen. I skisseforslag 1 og 2 inngår spyleflaum om hausten, og ut frå

det som har kome fram i det siste vert det her tilrådd ein spyleflaum rundt 20. oktober, og helst i samband med flaum i sidefelta. I Nausta er det høg produksjon av laksesmolt og det kjem mange laks tilbake til elva (høgt antal/areal). Dette er ei uregulert flaumelv og det er vanleg med flaumar der vassføringa aukar med 50-70 % pr. time, og avtek med opptil 15 % pr. time når flaumen har kuliminert. Det ser altså ut som om fisken toler greitt slike endringar i vassføring, og for å få ein reinskande effekt av flaumen er det viktig at vassføringa stig raskt, og avtek raskt når flaumen har vore på topp. Flaumen bør vere opp mot det som maksimalt kan sleppast over dammen, rundt 220 m^3/s. Det vert difor føreslege ein flaum med raskt aukande vassføring (30-50 % pr time) opp mot 220 m^3/s, og relativt raskt avtakande (10 % pr. time) ned til 80 m^3/s,

Storlaks i Suldalslågen

Ei analyse som inkluderer mange av laksebestandane på Vestlandet viser at det er låg andel storlaks og dermed låg gjennomsnittsvekt på laksebestandane i elvar med gjennomsnittleg vassføring i året under 10-15 m^3/s og lågvassføring om vinteren under 1 m^3/s. Alle skisseforslaga medfører gjennomsnittsvassføringar som er høgare enn 15 m^3/s og vintervassføring over 6 m^3/s, dermed er det lite sannsynleg at nokon av skissene vil påverke andelen av storlaks i bestanden. Det er sannsynleg at konkurransen på gyteplassane vil vere større ved ”Forslag 2” på grunn av høgare smoltproduksjon og meir talrike gytebestandar. Høg tettleik av vill gytelaks er også den beste bufferen mot innblanding av rømd oppdrettslaks. Det er store potensielle gyteområde i Suldalslågen og tilgang på gyteplassar vil ikkje vere avgrensande ved noko av forslaga. Tilsvarande vil vassføringa i gyteperioden ikkje ha avgrensande effekt på bestanden.

Fiske

Dei ulike skisseforslaga føreslår variasjon i vassføringa ned mot 40 m^3/s. Låg vassføring før 15. juli ved ”Forslag 2” vil føre til høgare temperatur, noko som kan føre til at laksen vandrar raskare oppover elva. Dersom raskare oppvandring er ei målsetting, bør det vurderast å variere vassføringa frå 35 m^3/s og opp mot 55 m^3/s i perioden frå 15. juli og ut fiskesesongen. Restfelta vil bidra til variasjon i vassføringa nedst i elva, men øvst er det naudsynt å sleppe ekstra vatn for å skape variasjon i vassføringa.

8 Litteratur

ANON 1994. Ulla-Førrereguleringen. Rapport fra rådgivende arbeidsgruppe for vurdering av undersøkelser og tiltak. NINA utredning 64: 1 – 51.

ANTONSSON, TH., G. GUDBERGSSON & S. GUDJONSSON. 1996. Environmental continuity in fluctuation of fish stocks in the North Atlantic Ocean, with particular reference to Atlantic salmon. North America.n Journal of Fisheries Management 16:540-547.

BARLAUP, B.T., H. LURA, H. SÆGROV & R.C. SUNDT 1994. Inter- and intra-specific variability in female salmonid spawning behaviour. Ca.nadian Journal of Zoology 72: 636-642.

CRISP, D.T. 1981. A desk study of the relationship between temperature and hatching time for eggs of five species of salmonid fishes. Freshwater Biology 11: 361-368.

CRISP, D.T. 1988. Prediction, from temperature, of eyeing, hatching and "swim-up" times for salmonid embryos. Freshwater Biology 19, 41-48.

ELNAN, S.D. & S.E. GABRIELSEN 1999. Overvåking av lakselus på sjøaure i Rogaland sommeren 1998. Fylkesmannen i Rogaland, Miljørapport nr. 2-1999. 31 sider.

FLEMING, I.A. 1996. Reproductive strategies of Atlantic salmon: ecology and evolution. Reviews in Fish Biology and Fisheries 6: 379-416.

FORSETH, T., P.FISKE, N.A. HVIDSTEN & S.J. SALTVEIT 2003. Smoltoverlevelse i i Suldalslågen – miljøfaktorer som påvirker smoltutvandring og overlevelse i fjorden. 59 sider. Suldalslågen – Miljørapport nr. 30.

FRIEDLAND, K.D., L.P. HANSEN & D.A. DUNKLEY 1998. Marine temperatures experienced by postsmolts and the survival of Atlantic salmon, Salmo salar L., in the North Sea area. Fisheries Oceanograpy 7:1, 22-34.

FRIEDLAND, K.D., L.P. HANSEN, D.A. DUNKLEY & J.C.MACLEAN 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.

HANSEN, L.P., P. FISKE, M. HOLM, A.J. JENSEN & H. SÆGROV 2003. Bestandsstatus for laks i Norge 2002. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2003-2, 56 sider.

HEGGBERGET, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (Salmo salar). Ca.nadian Journal of Fisheries and and Aquatic Sciences 45: 845-849.

HELLEN, B.A., H. SÆGROV, S. KÅLÅS & K. URDAL 2004. Fiskeundersøkingar i Aurland og Flåm, årsrapport for 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. , under utarbeiding.

HEUCH, P. A. & T. A. MO. 2001. A model og louse production in Norway: effects of increasing salmon production and puverec management measures. Deseases of Aquatic Organisms, 45: 145-152.

HOLST, J.C. & P.J. JAKOBSEN 1999. Lakselus dreper. Fiskets gang 8: 25-28

JENSEN, A.J., B.O. JOHNSEN & T.G. HEGGBERGET 1991. Initial feeding time of Atlantic salmon, Salmo salar, alevins compared to river flow and water temperature in Norwegian streams. Environmental Biology of Fishes 30: 379-385.

JENSEN, A.J. & JOHNSEN, B.O. 1999. The functional relationship between peak spring floods and survival and growth of juvenile Atlantic salmon (Salmo salar) and brown trout (Salmo trutta). Functional Ecology 13: 778-785.

JENSEN, A.J., B. FINSTAD, N.A. HVIDSTEN, J.G. JENSÅS, B.O. JOHNSEN, E. LUND & A. MOEN 2003. Fiskebilogiske undersøkelser i Auravassdraget. Årsrapport 2002.-NINA Oppdragsmelding 781, 36 sider.

JONSSON, N., L.P. HANSEN & B. JONSSON 1991. Variation in age, size and repeat spawning of adult Atlantic salmon in relation to river discharge. Journal of Animal Ecology 60: 937-947.

JONSSON, N., B. JONSSON & L.P. HANSEN 1998. The relative role of density-dependent and density-independent survival in the life cycle of Atlantic salmon Salmo salar. Journal of Animal Ecology 67: 751-762.

KVAMBEKK, Å., S. 2004. Vanntemperaturer i Suldalslågen. Simulering av uregulert tilstand i 1931-2002 og ulike skisseforslag til nytt manøvreringsregime.NVE. Suldalslågen Miljørapport nr. 31, 50 sider.

KÅLÅS, S. & K. URDAL 2004. Overvaking av lakselusinfeksjonar på tilbakevandra sjøaure i Rogaland, Hordaland og Sogn & Fjordane sommaren 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 694, 38 sider.

KÅLÅS, S. B.A. HELLEN, H. SÆGROV & K. URDAL 2004. Fiskeundersøkingar i Haugsdalselva 1995 – 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. xxx, under utarbeiding.

L'ABÉE-LUND, J.H., L.A. VØLLESTAD & S. BELDRING 2004. Spatial and temporal variation in grilse proportion of Atlantic salmon in Norwegian rivers. Trans. Am. Fish. Soc.

LURA, H. 1995. Domestica.ted female Atlantic salmon in the wild: spawning success and contribution to loca.l populations. Dr. scient avhandling. Universitetet i Bergen, Mai 1995.

LARSSEN, T. & H. SÆGROV 2003. Sammenhengen mellom forsuringsrelatert vannkvalitet og utvikling av villaksbestander på Vestlandet. NIVA-rapport 4662, 39 sider.

MAGNELL, J.-P., A.M. TVEDE, M. JESPERSEN & K. SANDSBRÅTEN 2003. Hydrologiske forhold i Suldalsvassdraget. Årsrapport for 2002, 53 s. I Suldalslågen – Miljørapport nr. 23.

SALTVEIT, S.J. & T. BREMNES 2003. Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med nytt prøvereglement. Årsrapport for 2002. 47 s. I Suldalslågen Miljørapport nr. 24: Årsrapporter 2002 – Biologiske forhold.

SALTVEIT, S.J. 2004. Alderssammensetning, tetthet, og vekst hos ungfisk av laks og ørret i Suldalslågen. Delrapport for undersøkelser knyttet til nytt manøvreringsreglement. *Suldalslågen-Miljørapport*, xx.

SKURDAL, J., L.P. HANSEN, Ø. SKAALA, H. SÆGROV & H. LURA 2001. Elvevis vurdering av bestandsstatus og årsaker til bestandsutviklingen av laks i Hordaland og Sogn og Fjordane. Utredning for DN 2001-2.

SUMMERS, D.W. 1995. Long-term changes in the sea-age at maturity and seaonal time of return of salmon, Salmo salar L., to Scottish rivers. Fisheries Management and Ecology 2: 147-156

SÆGROV, H. 1985. Optimal storleik for innsjøgytande aurehoer, *Salmo trutta* L., i Kjøsnesfjorden (Jølstravatnet, Vest-Norge). Hovudfagsoppgåve i Zoologisk økologi, Universitetet i Bergen.

SÆGROV, H. 1990. Er innsjøgyting hos aure undervurdert? Kompendium, Vassdragsregulantenes Forening-Fiskesymposiet 1990, 99-113.

SÆGROV, H. 1996. Skjønn Ulla-Førre. Laksebestanden og laksefiske i Suldalslågen. Sakkunnig utgreiing, 30 sider.

SÆGROV, H., B.A. HELLEN, G.H. JOHNSEN & S. KÅLÅS 1997. Utvikling i laksebestandane på Vestlandet. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldal, Fase II. Rapport nr. 34: 1-28.

SÆGROV, H., S. KÅLÅS & K. URDAL 1998. Tettleik av presmolt laks og aure i Vestlandselvar i høve til vassføring og temperatur. Rådgivende Biologer as. rapport nr. 350, 23 sider.

SÆGROV, H., B.A. HELLEN, A.J. JENSEN, B. BARLAUP & G.H. JOHNSEN. 2000. Fiskebiologiske undersøkelser i Aurlandsvassdarget 1989-1999. Oppsummering av resultater og evaluering av tiltak. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 450, 73 sider.

SÆGROV, H., URDAL, K., HELLEN, B.A., KÅLÅS, S. & SALTVEIT, S.J. 2001. Estimating ca.rrying ca.pacity and presmolt production of Atlantic salmon (*Salmo salar*) and anadromous brown trout (*Salmo trutta*) in West Norwegian rivers. Nordic Journal of Freshwater Research. 75: 99-108.

SÆGROV, H., B.A. HELLEN 2003. Gytebestand av laks i Suldalslågen i 2002/03, 27 sider. I Suldalslågen Miljørapport nr. 24: Årsrapporter 2002 – Biologiske forhold.

SÆGROV, H., B.A. HELLEN 2004. Gytebestand av laks i Suldalslågen i 2003/04, 18 sider. I Suldalslågen Miljørapport nr.33: Årsrapporter 2003 – Biologiske forhold.

SÆTTEM, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960-94. Utredning for DN. Nr 7-1995. 107 sider.

TVEDE, A.M & Å. KVAMBEKK 1997. Vanntemperaturen i Suldalsvassdraget1996. Med noen sammenligninger mot tidlegare år. Lakseforsterkninsprosjektet i Suldalslågen fase II. Rapport nr. 33.

URDAL, K. 1992. Omfanget av lakselus på vill laksefisk i fylka Nordland, Nord- og Sør-Trøndelag, Møre & Romsdal og Sogn & Fjordane. Rapport Zoologisk Museum, Økologisk avdeling, Universitetet i Bergen.

URDAL, K. 2004a. Analysar av skjellprøvar frå sportsfiske- og kilnenotfangstar i Sogn og Fjordane i 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 717, 43 sider.

URDAL, K. 2004b. Analysar av skjellprøvar frå sportsfiske i 17 elvar i Hordaland i 2003. Rådgivende Biologer AS, rapport nr. 720, 33 sider.
URDAL, K. & H. SÆGROV 2004. Ungfiskundersøkingar i Suldalslågen i januar 2004. I Suldalslågen Miljørapport nr.33: Årsrapporter 2003 – Biologiske forhold, 17 sider.
URDAL, K., H. SÆGROV, H. PAVELS & S.J. SALTVEIT 2004. Skjellprøvar av laks frå Suldalslågen 1979 –2003. Suldalslågen Miljørapport nr.xx: under utarbeiding.