

644

OPPDRAKSMELDING

Suldalslågen:
Fisk og vannkjemisk status
våren 1998

Bengt Finstad
Rita Strand
Frode Kroglund
Hans-Christian Teien
Rita Hartvigsen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Suldalslågen:
Fisk og vannkjemisk status
våren 1998

Bengt Finstad
Rita Strand
Frode Kroglund
Hans-Christian Teien
Rita Hartvigsen

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

Her publiseres resultater av NINAs og NIKUs eget forskningsarbeid, problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, og litteraturstudier. Rapporter utgis også som et alternativ eller et supplement til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA og NIKU gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. I tillegg til de emner som dekkes av fagrapportene, vil oppdragsmeldingene også omfatte befaringsrapporter, seminar- og konferanseforedrag, årsrapporter fra overvåkningsprogrammer, o.a.

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

NINA•NIKU Project Report

Serien presenterer resultater fra begge instituttene prosjekter når resultatene må gjøres tilgjengelig på engelsk. Serien omfatter original egenforskning, litteraturstudier, analyser av spesielle problemer eller tema, etc.

Opplaget varierer avhengig av behov og målgrupper.

Temahefter

Disse behandler spesielle tema og utarbeides etter behov bl.a. for å informere om viktige problemstillinger i samfunnet. Målgruppen er "almenheten" eller særskilte grupper, f.eks. landbruket, fylkesmennenes miljøvern-avdelinger, turist- og friluftlivskretser o.l. De gis derfor en mer populærfaglig form og med mer bruk av illustrasjoner enn ovennevnte publikasjoner.

Opplag: Varierer

Fakta-ark

Hensikten med disse er å gjøre de viktigste resultatene av NINA og NIKUs faglige virksomhet, og som er publisert andre steder, tilgjengelig for et større publikum (presse, ideelle organisasjoner, naturforvaltningen på ulike nivåer, politikere og interesserte enkeltpersoner).

Opplag: 1200-1800

I tillegg publiserer NINA og NIKU-ansatte sine forskningsresultater i internasjonale vitenskapelige journaler, gjennom populærfaglige tidsskrifter og aviser.

Finstad, B., Strand, R., Kroglund, F., Teien, H.-C. & Hartvigsen, R. 2000. Suldalslågen: Fisk og vannkjemisk status våren 1998. - NINA Oppdragsmelding 644: 1-25.

Trondheim, august 2000

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-1132-7

Forvaltningsområde:

Forurensning

Pollution

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor F. Næsje

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 150

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7485 Trondheim

Tel: 73 80 14 00

Fax: 73 80 14 01

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13505 Forsuring - villfisk

Ansvarlig signatur:

Tor F. Næsje

Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Finstad, B., Strand, R., Kroglund, F., Teien, H.-C. & Hartvigsen, R., 2000. Suldalslågen: Fisk og vannkjemisk status våren 1998. - NINA Oppdragsmelding 644: 1-25.

FOKUS-prosjektet har til formål å vurdere betydningen av vannkvalitet for laksebestanden i Suldalslågen, samt betydningen av vannkvalitet for postsmoltens marine overlevelse gjennom kontrollerte forsøk, utsettingsforsøk med merket smolt og studier av fysiologiske responser hos den stedegne laksen. Gjennom overvåking av vannkvaliteten siden 1996 har man fått indikasjoner på at det finnes ustabile tilstandsformer av aluminium i vassdraget som mest sannsynlig skyldes tilførsel av surt, aluminiumsholdig vann fra sidebekkene (restfeltet). Konsentrasjon og tilstandsform til aluminium vil variere innen vassdraget som følge av polymerisering, fortykning og turbiditet samt diffuse vanntilførsler. I 1998 var konsentrasjonen av Ali i gjennomsnitt lavere enn 10 µgAli/l. De enkelte nedbørsfelt i restfeltet til Suldalslågen hadde varierende konsentrasjoner av totalt aluminium (fra 5 til 32 µgAli/l). Høyest Ali ble målt i Heimsåna 8. mai.

Eksporeringsforsøkene og utsettingsforsøkene i 1998 ble utført med stedegen (11-14 cm) og anleggsprodusert (13,5-16,5 cm) laksesmolt. Forsøksprotokollen var den samme i 1998 som i 1997 og 1996.

Fysiologisk status varierte både innen en lokalitet, på samme lokalitet over tid og mellom lokalitetene. Resultatene for stedegen laks viste at den hadde tilnærmet normal fysiologisk tilstand i ferskvann. Det samme var tilfellet når stedegen fisk ble satt i bur i elva. Når den stedegne villsmolten ble utsatt for sjøvannstester fant man at blodsalt-nivået varierte innen en gruppe, mellom lokaliteter og mellom forsøksdatoene, med indikasjoner på mulige osmoregulatoriske problemer i april. Resultatene for anleggsprodusert laksesmolt indikerte at om lag halvparten av den undersøkte fisken lå under normalnivået for blodsalt-innhold i april. I mai hadde bare noen få av de undersøkte fiskene blodsalt-nivåer under normalen. Når den anleggsproduserte smolten ble utsatt for sjøvannstester fant man klare indikasjoner på dårligere osmoregulatorisk evne i april sammenlignet med mai.

Konsentrasjonene av aluminium på gjellene hos villsmolten i bur i elva var gjennomgående lavere i 1998 enn i 1997, men ikke så lave som påvist i 1996. Anleggsprodusert smolt i bur i elva hadde gjennomgående lavere konsentrasjoner av aluminium på gjellene i 1998 sammenlignet med 1997.

Utsettingsforsøkene i elva og i munning har i 1996, 1997 og 1998 gitt lave gjenfangster. Smolt som ble slepet ut fra munningen av Suldalslågen og ut i Sandsfjorden i 1996 og 1998 gav de beste gjen-

fangstene. For 1998 har denne gruppa hittil gitt en gjenfangstprosent på 0,64 og må karakteriseres som god. Dårlig gjenfangst av fisk satt ut i 1997 skyldes sannsynligvis at smoltkvaliteten på det utsatte materialet var dårlig, og dette ble knyttet til vannkvaliteten i elva/klekkeriet. Gjenfangstene evalueres fortløpende i dette prosjektet.

Emneord: Forsuring - laks - fysiologi - feltforsøk - utsettingsforsøk - vannkvalitet.

Bengt Finstad, Rita Strand & Rita Hartvigsen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

Frode Kroglund, Norsk institutt for vannforskning, Televeien 3, 4879 Grimstad.

Hans-Christian Teien, Norges Landbrukshøgskole, LAK, Boks 5026, 1432 Ås.

Abstract

Finstad, B., Strand, R., Kroglund, F., Teien, H.-C. & Hartvigsen, R., 2000. River Suldalslågen, fish and waterchemistry, spring 1998. - NINA Oppdragsmelding 644: 1-25.

The FOKUS-project was initiated by the Norwegian Directorate for Nature Management in 1995. The purpose of the project is to examine how acidification and aluminium affect smoltification and other physiological responses in Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the river Suldalslågen, and how this might affect the seawater survival. The background for this project is the observation that catches of Atlantic salmon in this river have been low over the last years and that this could be the result of deteriorated water quality.

The monitoring of water quality since 1996, has indicated that there are unstable forms of aluminium in the river Suldalslågen. This is probably caused by release of aluminium from the bedrock due to acidification, and the level of calcium is too low to counter this effect. In 1998 the concentration of aluminium in the main watercourse was on average lower than 10 µgAl/l. The concentration of positively charged aluminium, Ali, varied between 5 and 32 µgAl/l between sampling dates and stations, most values were < 10 µgAl/l. The highest concentrations of aluminium were found in the tributaries in the lower part of the river.

The various experiments were carried out in parallel on indigenous salmon smolt (length: 11-14 cm) and hatchery reared salmon smolt (length: 13.5-16.5 cm). The experimental protocol is described in an earlier report (Finstad et al. 1999). The experiments were carried out during the spring 1998, which is the main period for smoltification.

The physiological status of the smolt varied within one locality, over time and among localities. The results showed that the indigenous salmon had nearly normal physiological responses in freshwater. The same results were found when indigenous smolts were put in cages in the river. This indicates that handling stress was not important for this group of fish. The seawater challenge experiments on the indigenous smolts showed some variation in osmoregulatory capacity with some mortality, but more than half of the experimental smolts were able to osmoregulate well in seawater in May.

The same experiments were carried out on the hatchery reared salmon smolt, with very similar results as described above.

The concentration of aluminium in gill tissue was determined for both groups of salmon smolts. The concentration of aluminium in gill tissue varied between 32 and 130 µgAl/g gill tissue (dry weight) in the indigenous

smolts at the end of the caging in the river. The concentration of aluminium in hatchery reared smolt varied between 17 and 19 µgAl/g gill tissue (dry weight) at the outset of the cage experiment in the river, and at the end of the experiment it had increased to 17-40 µgAl/g gill tissue (dry weight). These levels are lower than the levels recorded in 1997, but not as low as in 1996.

The groups of fish released in the river and estuary through the years 1996, 1997 and 1998 have given low recaptures. Releases by toving the fish out in the fjord have given better recaptures, and especially from the 1998 releases (0.64 % recaptures).

Tests of osmoregulatory capacity in Carlin-tagged smolt clearly indicated that the tagging did not infer stress in the fish. Water quality may be one factor explaining these low recaptures. Further studies are planned to examine this hypothesis in detail.

Key words: Acidification - Atlantic salmon - physiology - field experiments - releasing experiments - water quality.

Bengt Finstad, Rita Strand & Rita Hartvigsen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, NO-7485 Trondheim, Norway.

Frode Kroglund, Norwegian Institute for Water Research, Televeien 3, NO-4879 Grimstad, Norway.

Hans-Christian Teien, Agricultural University of Norway, LAK, Box 5026, NO-1432 Ås, Norway.

Forord

For å vurdere konsekvensene og betydningen av henholdsvis forsurening og kalking i Suldalslågen ba Direktoratet for Naturforvaltning (DN) NIVA, NINA og LFI-Bergen om å utarbeide et programforslag. Innholdet i prosjektet er diskutert på møter med DN og Statkraft Engineering i 1995 og i 1996. På disse møtene møtte fast Tor Heggberget og Bengt Finstad fra NINA, Bjørn Olav Rosseland og Frode Kroglund fra NIVA, Gunnar G. Raddum fra LFI-Bergen og Steinar Sandøy fra DN. Programforslag forelå vinteren 1995/96. Prosjektansvar ble fordelt mellom Bengt Finstad (NINA) og Frode Kroglund (NIVA). Smoltkvalitet før kalking ble undersøkt i 1996 og 1997. Effekter av kalking på smoltkvalitet ble undersøkt i 1998. Feltsesongen 1998 skulle benyttes til å evaluere fiskestatus i forhold til forsurening etter at kalkingen av vassdraget ble utvidet i 1997.

Den foreliggende rapporten er tredje årsrapport for FOKUS-prosjektet "Forsuring- og kalkingsundersøkelser i Suldalslågen". Feltarbeidet ble gjennomført i perioden mars til mai 1998. Resultatene her er ikke den endelige bearbeiding av materialet og konklusjoner vil kunne endres etterhvert som kunnskapen om vannkvalitet og fiskebestander forbedres.

Klekkeribestyrer Øyvind Vårvik takkes for et godt samarbeide gjennom denne første prosjektperioden. Vi takker for produksjon av forsøksfisk, bruk av klekkeriet og for hans tålmodighet forbundet med våre utradisjonelle arbeidstider og vårt behov for hjelp.

El-fisket ble foretatt av Hans Mack Berger og Terje Nøst. Jarle Håvardstun bidro med prøvetaking i felt. Fisker ble merket av Leidulf Fløystad, Gunnel Østborg, Frøy Rosvoll Bystad, Sofie Nilsen og Gunnar Vårvik.

Trondheim, august 2000

Bengt Finstad og Frode Kroglund
prosjektledere

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1 Innledning	6
1.1 Vannkvalitet	6
1.2 Kalking	6
1.3 Fisk	6
2 Materiale og metoder	7
2.1 Vannkvalitetsundersøkelser	7
2.2 Fiskeforsøk	8
3 Resultater og diskusjon.....	10
3.1 Vannkjemi	10
3.2 Fysiologiske undersøkelser av laks.....	14
3.2.1 Lengde anleggsprodusert og stedegen laksesmolt.....	14
3.2.2 Stedegen laksesmolt ved el-fiske	14
3.2.3 Stedegen laksesmolt, 1 ukes eksponering i bur	14
3.2.4 Anleggssmolt, 1 ukes eksponering i bur.....	14
3.2.5 Sjøvannstester villfisk og anleggsgfisk....	18
3.2.6 Gjelle-aluminium hos villfisk og oppdrettsfisk	20
3.2.7 Utsettingsforsøk	20
4 Sammenstilling av vannkjemiske data og fysiologiske data.....	24
5 Litteratur	25

1 Innledning

1.1 Vannkvalitet

Det ble allerede tidlig på 1970-tallet antatt at Blåsjø-reguleringen ville medføre at vannkvaliteten i Suldalslågen ville forringes som følge av tilførsel av forsuret vann (Abrahamsen & Skogheim 1981; Gunnerød 1984). I de senere år har FUS-prosjektet periodevis registrert forsureningsepisoder i Suldalslågen med tildels betydelig fall i pH og økte konsentrasjoner av total aluminium (Al). I hovedvassdraget er det målt pH-verdier under 5.0. Under disse surstøt episodene vil konsentrasjonen av Al kunne øke og kan resultere i høye Al-konsentrasjoner (> 50 µg total-Al). Det er antatt i enkelte rapporter fra LFS-prosjektet at disse forsureningsepisodene kan skade fiskebestandene i vassdraget (Heggberget et al. 1994; Blakar 1995) selv om en slik sammenheng ikke har blitt forsøkt påvist (Kaasa et al. 1998). De ulike tilstandsformene til Al er ikke analysert eller publisert innen FUS-prosjektet, og forekomst av og endring i giftige fraksjoner er derfor ikke vurdert. Da analyse av humus- og silisiuminnholdet i Suldalslågen normalt har vist lave konsentrasjoner kan man anta at det aller vesentligste av aluminium om våren vil foreligge på uorganisk og giftig form (Blakar foredrag i Suldal, 1996). I perioder med større tilførsel av humus, for eksempel om høsten, vil den relative andelen av giftig aluminium sannsynligvis avta.

Basert på data fra de siste 15 årene synes det rimelig å konkludere med at forsureningsutviklingen i Suldalslågen delvis skyldes tilførsler av surt vann fra Blåsjømagasinet til Suldalsvannet og delvis forsureningsutviklingen i restfeltet til Suldalslågen (og da i hovedsak i områdene nedenfor demningen). I følge Blakar (1995), har reduksjon av alkalitet (bufferevne) i Suldalsvannet medført at vanntilførselene fra innsjøen etterhvert har fått mindre evne til å avgifte det periodevis sure vannet fra restfeltet. Likeledes er det vist at restfeltet til Suldalslågen periodevis er betydelig forsuret. Likeledes synes sidebakkene nedstrøms Ritland å være mer forsuret enn bekkene mellom Ritland og demningen ved Suldalsosen. Ved lav vannføring (minstevannføring over demningen ved Suldalsosen) vil tilførsler fra det sure restfeltet kunne dominere vannkvaliteten i nedre deler av Suldalslågen. Kalkingsanlegget etablert i 1986 hadde kun til formål å kalke vanntilførselene fra Suldalsvannet, ikke pH-justere vannkvaliteten ved Sand som er 20 km lengre nede i vassdraget. Dette innebærer at kalkingsanlegget ikke kan opprettholde god vannkvalitet i hele Suldalslågens lengde. Forsuringseffektene kan derfor i perioder tilta nedover i vassdraget på grunn av økte bidrag fra restfeltet.

1.2 Kalking

Høsten 1997 ble kalkingen i Suldalslågen utvidet (Svein Dam Elnan, Fylkesmannen i Rogaland, pers.medd.). For innsjøkalkingen kom denne igang i månedsskiftet oktober/november 1997. Killingvatnet, Ritlandsvatnet, Augnastølsvatnet og Hiimsvatnet ble da kalket. Følgende sidevassdrag ble i tillegg kalket i månedsskiftet november/desember 1997: Osvad, Tjøstheimsåna, Tveitliåna og Mosåna. Innsjøene blir kalket en gang i året. Det er plassert kalkdoserere på Osvad, Tjøstheimsåna, Mosåna og Tveitliåna. Disse dosererne kom i drift 15. februar i 1998 og doserte manuelt fram til oktober 1998, deretter gikk man over til automatisk dosering styrt av vannføringen i elvene. Det har vært lite driftstans ved anleggene i 1998. I 1998 ble det totalt brukt 441 tonn kalk i kalkdoseringsanleggene (Svein Dam Elnan, Fylkesmannen i Rogaland, pers. medd., Gaute Lunde, Suldal kommune, pers.medd.)

1.3 Fisk

I perioden 1876 til 1993 ble det årlig fanget i gjennomsnitt 3 000 kg anadrom fisk i Suldalslågen (laks og sjørøret). Som 10-års midler er det fra 1964-73, 1974-83 og fra 1984-93 fanget henholdsvis 3 825, 3 222 og 3 540 kg laks. (Vasshaug pers. medd.) Fra og med 1989 er tallene basert på oppgaver fra Suldal Elveeierlag (Gravem 1995). I årene 1993, 1994 og 1995 var fangstene lave (mellom 1-2 tonn årlig) mens det i 1996-sesongen kun ble fanget omlag 600 kg (Villmarksliv, nr. 2, 1997). For 1997 og 1998 var totalfangsten av laksefisk henholdsvis 1686 og 887 kg (Harald Lura, pers.medd.). Basert på rapporteringene kan det konkluderes med at fangstene har avtatt på 90-tallet. Innslag av oppdrettsfisk gjør at økningen fra -80 tallet og frem til 1992 sannsynligvis er mindre enn laksefangststatistikken tilsier, men også at avtaket etter 1992 er større enn fangstdataene antyder. Det er ikke avklart hvorvidt økningen i laksebestanden fram til 1992 skyldes lakseforsterkingstiltakene (yngelutsettinger) igangsatt på grunn av reguleringen av vassdraget, eller om dette alene skyldes bidrag fra rømt oppdrettslaks. Årsaken til nedgangen i fangst fra 1993 er ikke avklart og ulike hypoteser som temperatur, forsurening, vassdragsreguleringer og lakselus har vært foreslått (Sægrov et al. 1997).

Vill laksesmolt i Suldalslågen smoltifiserer som 3-4 åring-er i perioden april-mai. Hovedtyngden av smoltutvandringen skjer fra siste del av april til rundt 20. mai (Pethon & Lillehammer 1995). Villsmolt er signifikant større ved utvandring selv om det er noe overlapping i variasjonsbredden (Pethon & Lillehammer 1995). Laksen oppholder seg gjennomsnittlig 2,6 år i sjøen (Heggberget et al. 1994; Saltveit 1994).

Yngel

Før utbyggingen, dvs. i perioden 1977-79, var den beregnede tetthet av laksunger svært stabil. Tetthet av laksunger varierte fra 29,8-32,8 individer pr. 100 m². Etter utbyggingen og fram mot 1985 avtok denne tettheten og de laveste tettheter ble funnet i 1980 og 1984 med henholdsvis 20,8 og 12,3 laksunger pr. 100 m². I perioden 1986-92 økte fisketettheten jevnt (Saltveit 1994). Etter 1993 var imidlertid tettheten av yngel lav (Saltveit 1997). Denne endringen er i LFS-prosjektet begrunnet med redusert marin overlevelse hos utvandrende smolt, som igjen har medført redusert tetthet av gytefisk. LFS-prosjektet har imidlertid ikke studert årsaken til hypotesen omkring redusert marin overlevelse. Likeledes er det antatt at fangst av stamfisk til klekkeriet har forverret situasjonen ytterligere etter som denne fisken dermed ikke bidrar med naturlig gytt egg og yngel i elva (Saltveit 1994). Endringene i yngel og smolttetthet er innen LFS-prosjektet kun sett i forhold til fysiske faktorer (vannmengde og temperatur) og er ikke evaluert i forhold til endringene i vannkvalitet (forsuringsutviklingen) registrert i samme periode.

Smoltkvalitet

Smoltundersøkelser har pågått i Førlandskanalen i 1990-94, i Suldalslågen og i Suldalsvatnet i 1992-94 (Pethon & Lillehammer 1995). Formålet med undersøkelsene har vært å finne ut hvordan utsettingene av laksunger i Førlandskanalen har påvirket smoltproduksjonen, og videre studere utvandningsforhold for både villsmolt og smolt av utsatte laksunger i Suldalslågen. Spørsmålet om smoltens sjøvannstoleranse har også inngått. Smolt har blitt innsamlet med feller i utløpet av Førlandskanalen og notposer ved Vikane, Lunde og Litlehaga i Suldalsvassdraget. Materialet er blitt undersøkt med hensyn på lengde og vekt. Smolt fra utsatt fisk er undersøkt for salinitetstoleranse og dødelighet i kunstig sjøvann og direkte i Sandsfjordvann (Pethon & Lillehammer 1995). Preliminære forsøk med hensyn til smoltens sjøvannstoleranse antydte en toleranseterskel med hensyn til dødelighet mellom 15,5 og 20 ‰. Målinger av salinitet i de øverste lag i Sandsfjorden antydte at smolten antagelig ville få problemer med dødelighet når den nådde de ytterste deler av fjorden.

Våren 1994, 1995, 1996 og 1997 ble smoltkvaliteten i vassdraget vurdert utfra fysiologisk status (Kroglund et al. 1995; 1996; 1998c, Finstad et al. 1999). Undersøkelsene ble utført både med stedegen villfisk og med anleggsprodusert fisk. Resultatene fra disse undersøkelsene tydet på at Suldalslågen er moderat forsuret og at vannkvaliteten forårsaker tilstandsendringer på gjellevev, ioneregulering, enzymer og reduserte fiskens evne til å saltregulere i 34 ‰ saltvann. Disse fysiologiske og histologiske forandringene ble tolket som indikasjoner på ugunstig vannkvalitet. Vannkvalitets-forringelsene ble påvist på samtlige stasjoner i hovedvassdraget samt i Suldalsvatnet.

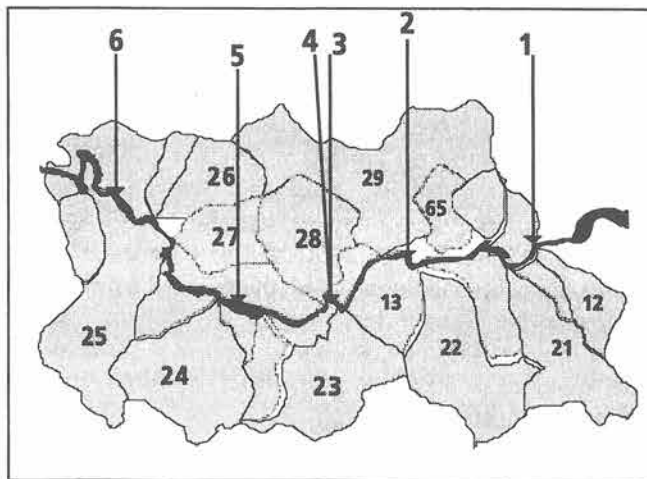
2 Materiale og metoder

2.1 Vannkvalitetsundersøkelser

I løpet av perioden 1994-1998 har det vært utført flere feltarbeid i Suldalslågen og i restfeltet til Suldalslågen for å bestemme vannkvaliteten spesielt med hensyn til aluminium (Al). Siden 1996 er det foretatt *in situ* fraksjonering av ulike Al-tilstandsformer på seks ulike stasjoner i Suldalslågen (**tabell 1**). Samtidig ble det tatt vannprøver fra enkelte sidebækker til Suldalslågen. Prøvetaking ble utført på våren under forskjellige hydrologiske forhold (**tabell 1**). Prøvetakings-stasjoner med tilhørende nummer er vist i **tabell 2** og i **figur 1**.

Tabell 1. Ulike prøvetakingstidspunkt i Suldalslågen i 1996, 1997 og 1998.

År	Prøvetakingstidspunkt	Al-fraksjonering
1996	24.-25. april	In situ
	2.-6. mai	In situ
	9. mai	In situ
	14.-15.mai	In situ
1997	6.-8. mai	In situ
	22.-25. april	In situ
	1.-2. mai	In situ
	7.-9. mai	In situ
1998	10. mars	Laboratoriet
	16. april	Laboratoriet
	21. april	Laboratoriet
	27. april	In situ
	8. mai	Laboratoriet
	11. mai	Laboratoriet



Figur 1. Suldalslågen med prøvetakingsstasjoner, og nedbørsfeltet til sidebakkene som utgjør restfeltet.

Tabell 2. Ulike prøvetakingslokaliteter med nummer på stasjon/nedbørsfelt.

Stasjoner i Suldalslågen	Nr	Sidebekker	Nedbørsfelt nr	Sidebekker	Nedbørsfelt nr
Suldalsvannet	1	Brommelandsbekken	26	Fossåna	24
Prestvika	2	Gjuvetbekken	12	Ritlandsåna	28
Jone	3	Grovbekken	27	Steinsåna	29
Samløp Suldalslågen og Ritlandsåna	4	Heimsåna	25	Stråpåna	21
Foss	5	Kvæstadbekken	30	Tjosteimsåna	22
Mo	6	Mosåna	23		

Bestemmelse av vannkvalitet.

Metoder for bestemmelse av vannkvalitet er beskrevet i Finstad et al. 1999.

I 1998 ble kun prøver for fraksjonering mhp Al fraksjonert i felt 27. april, de andre prøvene ble fraksjonert på laboratoriet etter samme metode, men uten ultrafiltrering (tabell 1). Det ble analysert for følgende parametre: Na, Ca, Mg, K og Zn som er bestemt ved hjelp av ICP. SO_4^- og Cl er bestemt ved hjelp av auto-analysator. NO_3^- er bestemt ved hjelp av FIA. TOC er bestemt på Institutt for Jord og Vannfag ved Norges Landbrukshøgskole

2.2 Fiskeforsøk

I denne undersøkelsen inngår både laks produsert fra stamfisk av Suldalslågen stamme (anleggsprodusert laks), og stedegen laks fanget på fire ulike stasjoner i vassdraget. Det foregår fiskeutsettinger i vassdraget. Utsatt fisk ble finneklippet eller Carlinmerket. Smoltifiseringsprosessen i anlegget ble kontrollert med lysstyring for å få anleggsprodusert smolt til å smoltifisere på samme tid som villsmolten.

El-fiske og eksponering av villsmolt og anleggsprodusert smolt i bur

Det ble el-fisket stedegen fisk ved følgende tidspunkt: 10. mars, 16. april, 28. april. El-fiske ble foretatt ved Mo, Foss, Ritland og Prestvika. Grupper på 10 fisk ble prøvetatt umiddelbart. Stedegen fisk ble samtidig overført til bur plassert på fangststedet, samt i samløpet mellom Ritlandsåna og Suldalslågen (fangststed = Ritland) og i Suldalsvannet (fangststed = Prestvika). Anleggsfisk ble transportert med bil og plassert i samme type bur ved siden av den stedegne fisken. Transporttid fra anlegget til fisken var plassert ut i burene var mindre enn 30 minutter.

I tillegg ble både stedegen fisk og anleggsfisk plassert separat i bur i kar i anlegget som kontroll mot de andre eksponeringene.

Fisk som skulle representere villfisk ved stasjonene Ritland og Suldalsvannet, ble hentet inn fra gruppene fanget inn ved henholdsvis Jone og Prestvika. Anleggsprodusert fisk ble transportert til eksponeringslokaliteten med bil.

Analyser av fiskens fysiologiske respons på vannkvalitetsendringer

Endringer i vannmiljøet kan påvirke kroppsfunksjonene, celler, vevsstrukturer og atferd til fisk. Intensiteten i endringene kan være sparsomme (uten betydning for fisken) til å medføre dødelighet.

Forsuring og mobilisering av aluminium er et eksempel på vannkvalitetsendring. Vevsskader kan påvises både etter håndtering av fisk og etter eksponering for skadelig vann. Nedenfor er det beskrevet noe av de viktigste variablene vi har målt:

Aluminium på gjellene indikerer mulighet for skade på gjellene, og benyttes i overvåkingsprogrammer for å indikere forgiftning. Gjellelev er organet for oksygenopptak og er det organet som er mest følsomt for endringer i vannkvalitet. Når fisk eksponeres for aluminium i surt vann, oppstår strukturelle endringer i gjellene. Dersom akkumuleringen av Al er rask nok,): vannkvaliteten er meget dårlig, vil det oppstå vevsskader av et omfang som gjør at fisken dør innen kort tid (døgn, timer). I mindre giftige vannkvaliteter vil endringene utvikles saktere og fisken overlever eller lever lengre. Øvre grense fra referansevassdrag er ikke fastlagt, men grensen synes normalt å ligge i underkant av 10 $\mu\text{g Al/g}$ gjelle tørrvekt i klarvannselver med høy pH og høy Ca-konsentrasjon.

Blodplasmaklorid-konsentrasjonen hos presmolt og smolt ligger normalt > 125 mM. Dersom fisk skades som følge av giftig vannkvalitet vil fisk både kunne tape salter fra blodet (gjennom gjeller), og ha redusert evne til å erstatte de tapte saltene (aktivt opptak gjennom gjellene). Skader på fisken resulterer i at saltkonsentrasjonen i blodet avtar. Verdier under 90 mM vil være kritiske, og det vil kunne forekomme dødelighet i ferskvann (FV). I sjøvannstester skal smolten kunne opprettholde normal blodplasmaklorid-konsentrasjon (< 150 mM). Skadet fisk vil bl.a. ikke bli kvitt over-

skuddssalt. Dette registreres som forhøyde blodplasma-klorid-verdier. Verdier høyere enn 160 mM indikerer skade, og verdier høyere enn 170-180 mM vil kunne være kritisk med hensyn til overlevelse etter utvandring til sjøvann.

Glukosenivået øker under eller etter en stressrespons for å gi energi til fisken. Økte glukosenivåer igangsettes eller opprettholdes vha. plasmakortisol og adrenalins virkning på henholdsvis muskel og lever. Normalverdier hos fisk er < 6 mm.

Hematokritt (prosentvolum røde blodceller) verdiene ligger normalt rundt 40 %. Fisk skadet på grunn av surt vann har vanligvis en økning i hematokritt pga. redusert blodvolum og/eller redusert saltkonsentrasjon i blodet

som fører til cellesvelling og/eller økt frigivelse av blodceller fra milten. I sjøvannstester vil hematokrittverdiene synke.

Kriterier for vurdering av ulike nivåer av plasmaklorid, hematokritt, glukose og gjellealuminium er gitt i tabellen nedenfor (**tabell 3**).

Utsettinger av fisk/utsleping i mærd

3 grupper av 5 000 Carlinmerket fisk ble satt ut i Prestvika, i munningen av Suldalslågen og etter utsleping utover i fjorden ved Høyvik, omlag 20 km fra Sand. I 1998 ble det i tillegg satt ut en gruppe på 5 000 fisk gitt beskyttelse mot lakselus (16 uker) i munningen av Suldalslågen.

Tabell 3. Kriterier for evaluering av fysiologiske effekter benyttet i denne rapporten. I saltvannstestene må smoltstatus og referanseverdier inkluderes som vurderingsgrunnlag. X = grense ikke fastsatt.

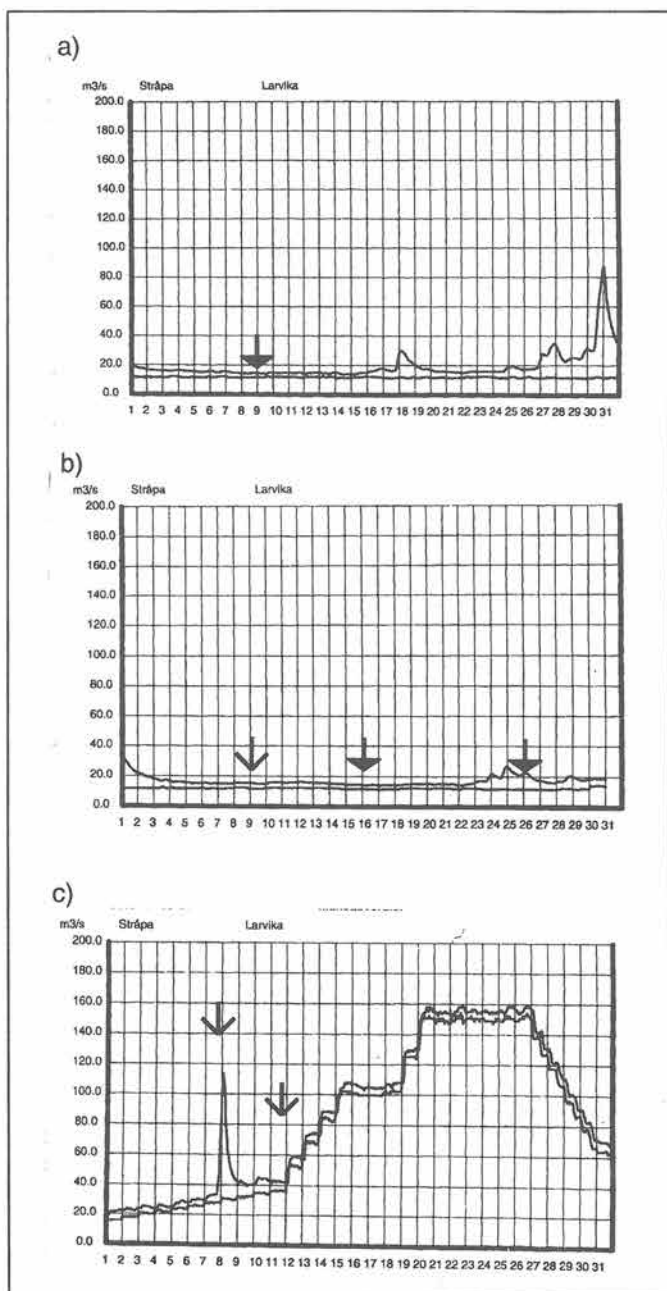
	Dødelig	Betydelig effekt	Moderat effekt	Mulig effekt	Normal tilstand
Plasma-Cl i ferskvann (mM)	< 90	90-110	110-119	120-125	> 125
Plasma-Cl i saltvannstester (mM)	> 190	170-190	160-170	160	< 150
Hematokritt i ferskvann (%)	> 65	55-65	51-55	46-50	< 45
Hematokritt i saltvannstester (%)	< 20	20-30	30-40	40	> 40
Glukose (mM)	> 12	9-12	6-9	5-6	< 6
Gjelle-Al (µg Al/ gr gjelle tørrvekt)	X	X	X	> 10	< 10

3 Resultater og diskusjon

3.1 Vannkjemi

Hydrologi

Vannføring i Suldalslågen øverst i Suldalsosen og nederst ved Sand er vist i **figur 2**. Tidspunkt for innhenting av vannprøver og eksponering av fisk er vist i samme figur. Bidraget fra restfeltet fremkommer i figuren som økning i Suldalslågen fra Suldalsosen til Sand.



Figur 2. Vannføringsbidraget fra restfeltet til Suldalslågen. Nederste linje i figurene representerer vannføring fra Suldalsvannet, øverste linje representerer vannføringsbidraget fra restfeltet. Lukketpiler angir el-fiske, start av bur eksponering og innsamling av vannprøver. Åpne piler angir kun innsamling av vannprøver. Figur a) mars, b) april, og c) mai.

I perioden mars-mai 1998 ble det registrert 6 døgn hvor vannføringen i Suldalslågen var dominert av vann fra restfeltet (dvs. at mer enn halvparten av vannføringen i Suldalslågen kom fra restfeltet) (**tabell 4**). Denne økte vannføringen fra restfeltet inntraff hovedsakelig i månedskiftet mars-april (27.03-01.04). Fra 5-22 april og etter 1. mai var vannføringen i vesentlig grad bestemt av utløp fra Suldalsvannet.

Tabell 4. Kategorisert bidrag (antall dager/måned) fra restfeltet til vannføringen i Suldalslågen i 1998.

	% vannføringsbidrag fra restfeltet	mars	april	mai
Dominerende	> 100 %	5	1	1
Betydelig	51-100 %	2	4	0
Moderat	26-50 %	11	8	2
Lite	0-25 %	13	17	28

Vannprøvene ble samlet inn under varierende vannføring. En under dominert vannføring fra restfeltet 8.mai, en under betydelig vannføring fra restfeltet 26. mai og de resterende ved lite bidrag fra restfeltet (**figur 2**).

Temperatur

Vanntemperaturen økte med 1,5°C nedover Suldalslågen (fra Suldalsvannet; 5°C til Mo; 6,5°C) den 27. april. Temperaturen var gjennomgående litt høyere ved stasjonene Jone og Foss enn det som ble målt ved andre stasjoner i Suldalslågen.

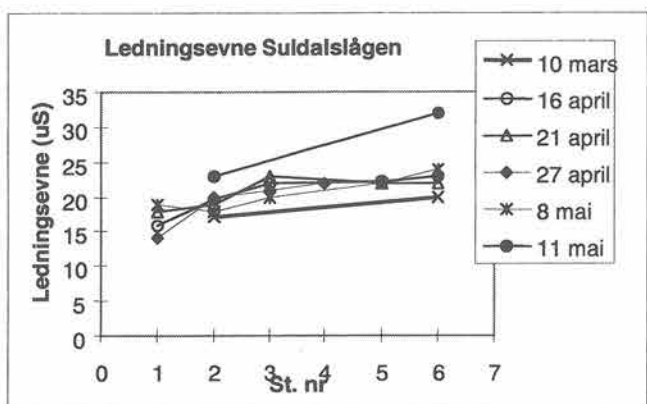
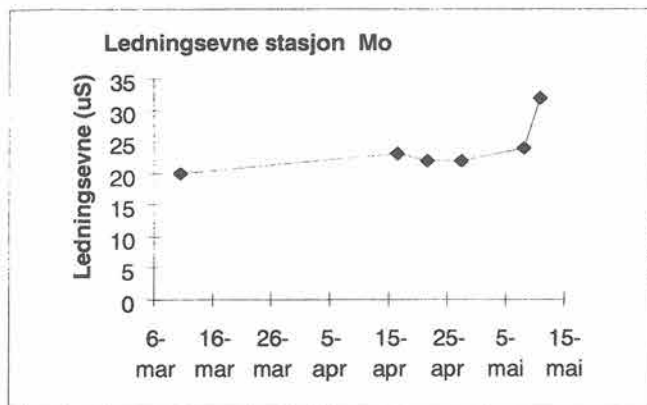
Ledningsevne

Ledningsevnen i Suldalslågen våren 1998 økte fra 10. mars til 11. mai henholdsvis 20 til 32 μS , hvor den største endringen skjedde fra 8. til 10. mai. Nedover Suldalslågen var det også en øking av ledningsevnen som kan være en følge av økte vannmengder fra restfeltet (**figur 3**). Endringen var størst fra Suldalsvannet til stasjon Jone. I Suldalsvannet ble det målt omlag 17 $\mu\text{S}/\text{cm}$, i restfeltet med Ritlandsåna, Heimsåna, Fossona og Kvæstadbekken ble det målt henholdsvis 26, 24, 20 og 25 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Ledningsevnen målt i vann fra Klekkeriet var omlag 26 $\mu\text{S}/\text{cm}$.

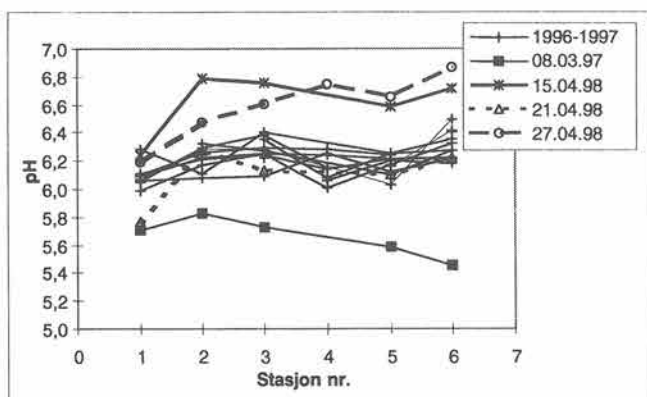
pH

Under normal vannføring i Suldalslågen våren 1998 varierer pH mellom 6,5-6,8, dette indikerer en overkalking og overdosering som kan gi fare for dannelse av aluminat. Suldalsvannet hadde omlag 0.6 pH-enheter lavere pH enn Suldalslågen. Denne differansen har økt i forhold til observasjoner gjort våren 1997 hvor forskjellen var omlag 0,3 pH-enheter. De høyeste pH verdiene i Suldalslågen ble målt i 15 og 27. april (**figur 4**). Den 10. mars, 21. april, 8. mai og 11. mai ble det

målt lavere pH, men ikke lavere enn pH 6,1. Økningen i pH kan skyldes økt kalking i Suldalslågen noe som støttes av en høyere Ca konsentrasjon enn hva som tidligere har vært målt (**figur 5**).



Figur 3. Ledningsevne ($\mu\text{S}/\text{cm}$) målt gjennom forsøksperioden i Suldalslågen i 1998.



Figur 4. Variasjon av pH i Suldalslågen i 1998 sett i forhold til målingene i 1996 og 1997.

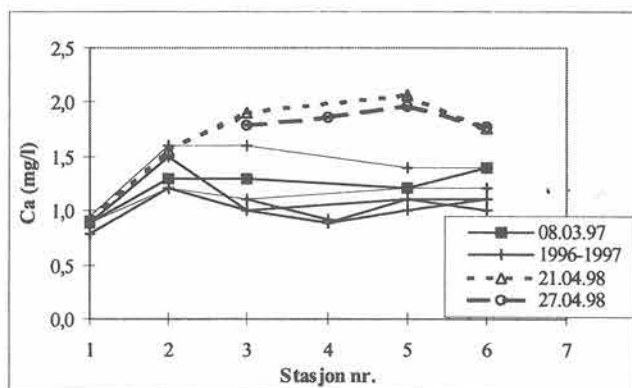
TOC

Variasjon av TOC (totalt organisk karbon) nedover Suldalslågen og mellom de enkelte prøvetakingstidspunktene er vist i **figur 6** og i **tabell 5**. TOC konsentrasjonene i Suldalslågen ved de ulike prøveinnsamling-

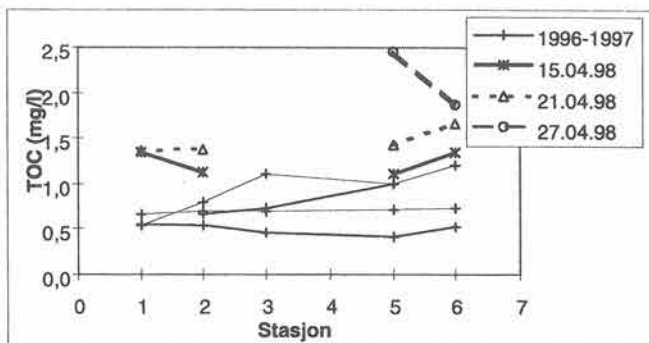
ene i 1998 var litt høyere enn hva som ble målt ved tilsvarende innsamlinger tidligere år. TOC konsentrasjonen økte fra 15. april til 27. april. Høyere TOC konsentrasjon kan resultere i at mer aluminium kan foreligge på en organisk og ugiftig form.

Aluminium

Figur 7 og **8** viser variasjonen av total Ali, LMW og HMW Ali i Suldalslågen i 1996, 1997 og 1998. I 1998 var det en tendens til lavere konsentrasjon av Ali (se definisjon i Finstad et al. 1999) enn hva som har blitt målt tidligere. Dette kan være en følge av økt pH i Suldalslågen som resultat av økt kalking. Aluminium konsentrasjonen i Suldalslågen varierer mellom 13 og 62 $\mu\text{g}/\text{l}$ (**tabell 5**), av dette var konsentrasjonen av Ali i Suldalslågen lavere enn 10 $\mu\text{g}/\text{l}$. Fra tidligere analyser og fra analyser våren 1998 fremkommer det at Ali konsentrasjonen tilnærmet kun består av LMW Al former som er mindre enn 10 kDa (**figur 8**).



Figur 5. Variasjon av kalsium (Ca mg/l) i Suldalslågen målt 1998 sett i forhold til målingene i 1996-1997



Figur 6. Variasjon av TOC i Suldalslågen i 1998 sett i forhold til målingene i 1996 og 1997.

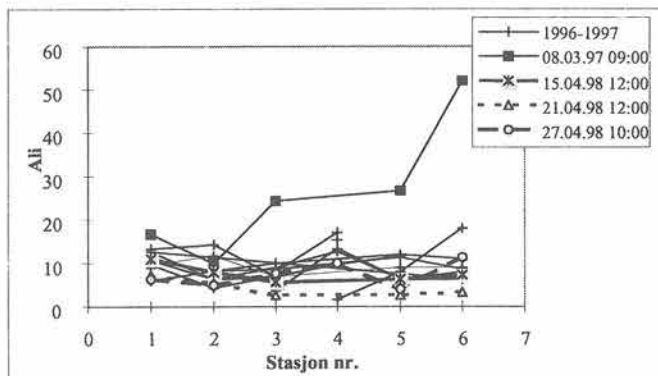
Restfeltet til Suldalslågen

Temperatur

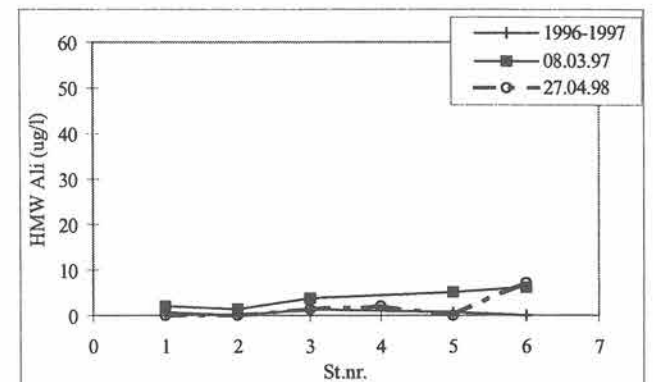
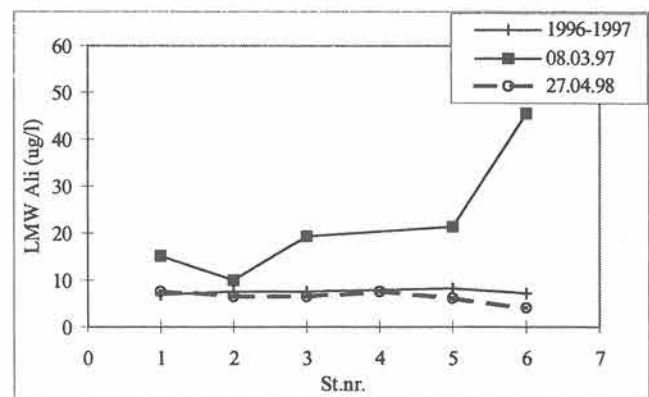
Fossåna hadde en temperatur på 4,4 °C, mens Ritlandsåna hadde en temperatur på 8,7 °C. Klekkeriet hadde en temperatur på 6,8 °C 27.-28. april (**tabell 6**).

Tabell 5. Konsentrasjoner av enkelte parametre i Suldalsvannet og Suldalslågen våren 1998

Lokalitet	Dato	mg/l TOC	mg/l Na	mg/l Ca	mg/l K	mg/l Fe	mg/l Zn	mg/l Mn	mg/l Cu	µg/l Al	µg/l Ala	µg/l Alo	µg/l Ali
1 Suldalsvatnet	16.04.98										25	15	11
1 Suldalsvannet	21.04.98	1,37	1,32	0,90	0,43	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	33	27	20	7
1 Suldalsvannet	08.05.98	2,03									18	11	7
2 Prestvika	10.03.98		1,30	1,21	0,17	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	44	21	19	2
2 Prestvika	11.04.98										21	13	8
2 Prestvika	21.04.98	1,38	1,35	1,56	0,23	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	33	25	19	5
2 Prestvika	27.04.98	1,11	1,37	1,59	0,46	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	15	28	21	8
2 Prestvika	08.05.98	2,48									12	8	4
2 Prestvika	11.05.98	1,79									13	8	5
3 Jone	16.04.98										20	15	6
3 Jone	21.04.98	2,48	1,79	1,90	0,50	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	46	26	23	3
3 Jone	27.04.98		1,45	1,79	<0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	13	24	22	2
3 Jone	08.05.98	1,76									11	9	2
4 Bland	27.04.98		1,93	1,97		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	62	35	31	4
5 Foss	16.04.98										18	12	6
5 Foss	21.04.98	1,42	1,60	2,06		< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	29	21	18	3
5 Foss	27.04.98	1,35	1,57	1,96	0,13	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	24	12	8	4
5 Foss	08.05.98	2,90									19	16	4
6 Mo	10.03.98		1,46	1,47	0,20	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	42	19	12	6
6 Mo	21.04.98	1,66	1,61	1,75	0,34	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	27	22	18	3
6 Mo	27.04.98		1,59	1,78	0,23	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	20	24	23	7
6 Mo	08.05.98	3,75									32	27	5
6 Mo	11.05.98	1,66									13	9	3

**Figur 7.** Variasjon i Ali ved ulike stasjoner i Suldalslågen i 1996-1998.**pH**

Ritlandsåna og Klekkeriet hadde en høy pH (> 6,4) med unntak av 10. mars, hvor pH ble målt til 5,9. Fossåna og Heimsåna hadde lav pH (< 5,4) (tabell 6)

**Figur 8.** Variasjon i LMW (lavmolekylært) og HMW (høymolekylært) positivt ladd aluminium (Ali) ved ulike stasjoner i Suldalslågen i 1996-98.

Aluminium

Det ble målt < 10 µg Ali/l i Klekkeriet og i Ritlandsåna i 1998 (**tabell 6**). I Fossåna og Heimsåna ble det målt lavere pH og høyere Ali konsentrasjoner. Totalkonsentrasjonen av aluminium ved de enkelte prøvetakings tidspunktene var < 85 µg/l, (**tabell 7**) mens i Ritlandsåna ble det målt > 100 µg/l¹ våren 1997.

Konklusjon

Våren 1998 ble det startet kalking i flere av restfeltene til Suldalslågen. Dette kan forklare økt pH og Ca konsentrasjon i vassdraget samt en lavere Ali konsentrasjon. Sett i forhold til 1997 var det også generelt færre dager hvor restfeltet bidro til en betydelig andel av vannføringen i Suldalslågen.

Tabell 6. pH, ledningsevne og temperatur samt Ali konsentrasjoner målt i enkelte sidebekker til Suldalslågen og i Klekkeriet våren 1998.

Lokalitet	Dato prøvetatt	pH	(uS/cm ref. 25°C) Ledningsevne	(°C) temperatur	µg/l Ali	µg/l LMW Ali	µg/l HMW Ali
24 Fossåna	28.04	5,37	17	4,4	25		
25 Heimsåna	08.05	5,26	24		32		
25 Hilmsmoen ovenfor bru	08.05	5,18	25		5		
25 Hilmsmoen, nedenfor bru	08.05	5,21	24				
28 Ritlandsåna	10.03	5,92	19		4		
28 Ritlandsåna	27.04	6,79	25	8,7	9	8	1
28 Ritlandsåna	11.05	6,50	30		8		
28 Ritlandsåna	08.05	6,85	27		8		
30 Kvæstadbekken	08.05	6,04	21				
Klekkeriet	10.03	5,95	21		5		
Klekkeriet	16.04	6,93	27		12		
Klekkeriet	21.04	6,42	27		6		
Klekkeriet	28.04	6,58	25	6,8	6	7	0
Klekkeriet	10.05	6,86	26		5		
Klekkeriet	11.05	6,60	47		3		
Sleping sjø	12.03	7,99	34,7 mS				
Munning Mær	10.05	7,29	6,64 mS				

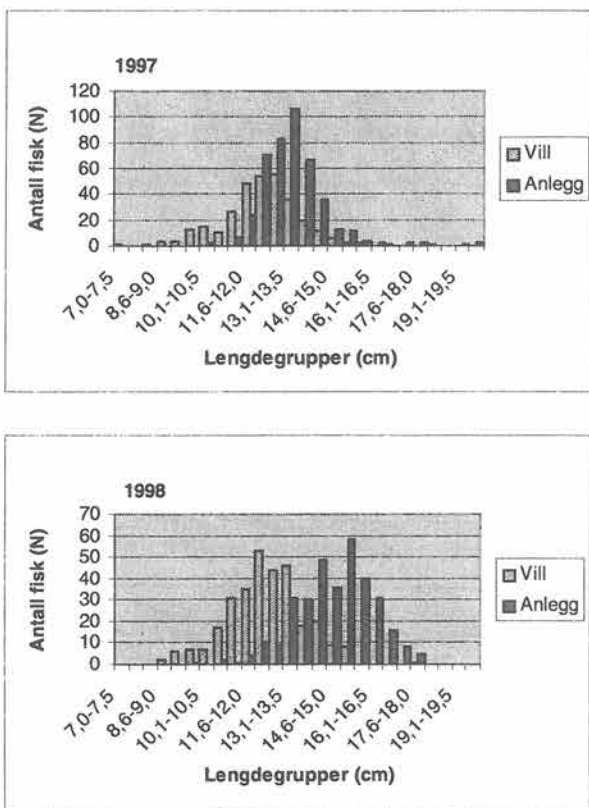
Tabell 7. Konsentrasjonen av vannkjemiske parametere målt i enkelte sidebekker til Suldalslågen og i Klekkeriet våren 1998.

Lokalitet	Dato	mg/l TOC	mg/l Na	mg/l Ca	mg/l K	mg/l Fe	mg/l Zn	mg/l Mn	mg/l Cu	mg/l NO3	mg/l SO4	mg/l Cl	ug/l Al
Klekkeriet	10.03.98	4,39	1,76	1,25	0,59	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,03	0,6	2,3	79
Klekkeriet	16.04.98	2,18											
Klekkeriet	21.04.98	2,38	2,11	2,09	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02				82
Klekkeriet	28.04.98		2,11	2,00	1,01	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02				85
Klekkeriet	10.05.98	3,45											
Klekkeriet	11.05.98	3,20											
28 Ritlandsåna	10.03.98		1,38	1,32	0,42	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,21	0,6	2	42
28 Ritlandsåna	27.04.98		2,29	1,99	0,11	0,03	< 0,02	< 0,02	< 0,02				85
28 Ritlandsåna	08.05.98	3,166											
28 Ritlandsåna	11.05.98	2,039											
24 Fossåna	28.04.98		1,67	0,49	0,39	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02				71

3.2 Fysiologiske undersøkelser av laks

3.2.1 Lengde anleggsproduisert og stedegen laksesmolt.

Anleggsproduisert laksesmolt var større enn stedegen laksesmolt (**figur 9**). Hovedvekten av den anleggsproduiserte fisken var 13,5-16,5 cm. Hoveddelen av villfanget, stedegen laksesmolt var 11-14 cm. Et visst antall fisk var større enn dette. Størrelsesforskjellene mellom forsøkspopulasjonene kan ha innvirkning på toleransen ovenfor vannkvalitet, og også tidspunkt for smoltifisering. Anleggsmolten var i 1998 noe større enn i 1997, mens villfisken i 1998 var av samme størrelse som i 1997.



Figur 9. Lengde (cm) hos anleggsproduisert og vill smolt i Suldalslågen i 1997 og 1998.

3.2.2 Stedegen laksesmolt ved el-fiske

Plasmaklorid, hematokritt og glukoseverdier hos stedegen laksesmolt etter el-fiske (referanseverdier) på 4 stasjoner i Suldalslågen i 1998 er vist i **tabell 8**. I tabellen er også kontrollgruppen i klekkeriet tatt med. Alle plasmaklorid verdiene lå innenfor normalområdet for fisk i ferskvann (>125 mM). Hematokritt-verdiene viste også verdier innenfor normalområdet for fisk i ferskvann (< 45 %). Laksesmolten i klekkeriet (kontroll-

gruppen) hadde noe høyere hematokritt-verdier enn villfisken, men gjennomsnittsverdiene lå innenfor normalområdet for fisk i ferskvann. Glukoseverdiene var innenfor normalområdet for alle gruppene av fisk. Aluminiumkonsentrasjonen på gjellene varierte mellom 28,7 og 88,6 µgAl/g gjelle tørrvekt for villfisken, mens hos kontrollgruppen varierte aluminiumkonsentrasjonen mellom 13,5 og 37,9. Dataene indikerer også høyere aluminiumkonsentrasjoner i slutten av april for begge grupper.

Gjennomsnittsverdier kan overskygge spredningen innen en gruppe. For å undersøke spredning i plasmakloridnivå ble det tallet opp antall fisk innenfor hver av fem grupper hvor inndelingen er basert på det man kjenner om effekter av lavt plasmakloridnivå. Som det fremgår av **tabell 9** ligger all villfisken innenfor normalnivået for fisk i ferskvann, og det samme gjelder kontrollgruppen.

3.2.3 Stedegen laksesmolt, 1 ukes eksponering i bur

Plasmaklorid, hematokritt, glukose og gjellealuminium hos stedegen laksesmolt i burforsøk er vist i **tabell 10**. Kontrollgruppen i anlegget er også angitt. Plasmakloridverdiene lå alle innenfor normalområdet for fisk i ferskvann. Også hematokrittverdiene var innenfor normalområdet med unntak av stasjon Foss 26. april hvor verdiene var litt høye. Glukoseverdiene var også innenfor normalområdet for fisk i ferskvann hos den stedegne gruppen, men for kontrollgruppen var verdiene høyere enn normalt 11. mai.

Gjellealuminiumsverdiene varierte mellom 32 og 130 µgAl/gr gjelle tørrvekt hos den stedegne fisken (**tabell 10**). Det var indikasjoner på gjennomgående høyere aluminiumkonsentrasjoner 26. april enn på senere tidspunkt hos begge grupper. Kontrollgruppene i anlegget hadde lavere aluminiumkonsentrasjon på gjellene enn den stedegne fisken i burene i elva.

I **tabell 11** vises spredningen i plasmakloridnivå for burforsøkene i elva og anlegg samt kontrollgruppen i anlegget. Resultatene indikerer normal osmoregulering.

3.2.4 Anleggsmolt, 1 ukes eksponering i bur

Tabell 12 viser utviklingen i plasmaklorid, hematokritt, glukose og gjellealuminium hos anleggsmolt eksponert for elvevann i bur i Suldalslågen. Kontrollgruppen er anleggsmolt i anlegget som det er tatt prøver av på samme tidspunkt. Det ble ikke registrert noen effekt på gjennomsnittsverdiene for plasmaklorid, med ett unntak for fisk fra stasjon Mo 11. mai hvor det ble målt lavere enn normalt plasmakloridnivå. Hematokritt-verdiene var høye på stasjonene Mo, Jone og Suldalsvannet 26. april.

Tabell 8. Utvikling i plasmaklorid, hematokritt, glukose og gjelle-Al hos stedegen laksesmolt etter el-fiske ved fire stasjoner i Suldalslågen i 1998. Gjennomsnitt og standardavvik (SD) er gitt. N= antall fisk det er tatt prøve av. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegget.

	Mo		Foss		Ritland		Prestvika		Kontroll (anlegg)	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Plasma Cl										
10.03.98	139,0	3,6			135,3	7,2	138,6	3,8	140,2	3,6
16.04.98	134,3	6,1	139,8	3,1	135,3	5,0	135,5	5,2	141,2	2,3
28.04.98	137,0	2,8	139,3	2,0	144,4	2,5	144,1	5,7	136,8	5,9
Hct										
10.03.98	30,5	1,9					29,0	2,6	38,0	2,8
16.04.98	31,0	2,1	32,3	3,9	32,7	1,6	33,7	2,9	45,3	3,3
28.04.98	35,5	7,4	32,7	6,6			36,6	9,2	41,7	4,0
Glukose										
10.03.98					3,1	0,2	2,9	0,4		
16.04.98	3,4	0,5	3,2	0,8	3,4	0,5	3,3	0,7	4,5	0,5
28.04.98	4,2	0,6	3,4	0,4			4,1	1,2	4,4	1,1
Gjelle-Al										
10.03.98	38,2	21,0			44,6	13,8			13,5	4,2
16.04.98	28,7	6,8	36,0	12,5	41,7	13,1	31,0	17,0	19,4	0,4
28.04.98	88,6	110,3	71,0	22,0	61,5	29,5	59,9	26,2	37,9	17,3

Tabell 9. Relativ fordeling for ulike nivåer av plasmaklorid hos villfanget smolt i Suldalslågen våren 1998. "Sum lav klorid" er antall fisk i gruppene <117 og 118-124 mM. N = antall fisk det er tatt prøve av. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegget.

Stasjon	Dato	N	< 117	118-124	125-129	130-135	> 135	Sum lav klorid
Mo	10.03.98	6	0	0	0	1	5	0
	16.04.98	6	0	1	0	2	3	1
	28.04.98	6	0	0	0	1	5	0
Foss	10.03.98							
	16.04.98	6	0	0	0	1	5	0
	28.04.98	6	0	0	0	0	6	0
Ritland	10.03.98	6	0	0	2	1	3	0
	16.04.98	6	0	0	0	3	3	0
	27.04.98	5	0	0	0	0	5	0
Prestvika	10.03.98	5	0	0	0	1	4	0
	16.04.98	6	0	0	1	1	4	0
	27.04.98	7	0	0	0	0	7	0
Kontroll (anlegg)	10.03.98	6	0	0	0	0	6	0
	16.04.98	6	0	0	0	0	6	0
	26.04.98	11	0	0	1	5	5	0

Tabell 10. Utvikling i plasmaklorid, hematokritt, glukose og gjelle-Al hos stedegen laksesmolt etter eksponering til elvevann i bur på seks stasjoner i Suldalslågen i 1998. Gjennomsnitt og standardavvik (SD) er gitt. N = antall fisk det er tatt prøve av. Klekkeriet er smolt fra Ritland eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg.

Dato	Mo		Foss		Ritland		Jone		Prestvika		Suldalsvannet		Klekkeriet		Kontroll (anlegg)	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Plasma Cl																
26.04.98	148,2	11,9	143,3	1,6	141,7	2,0	138,3	5,4	141,7	6,2	141,2	5,7	139,0	7,6	136,8	5,9
08.05.98	137,7	4,2	145,3	13,1	136,5	2,4	133,7	2,2	139,5	6,0	135,8	7,2				
11.05.98	132,0	3,9			137,7	2,7			133,5	3,8			139,0	4,0	134,9	6,1
Hct																
26.04.98	40,8	4,6	46,7	9,0	33,8	11,3	39,5	4,6	36,0	5,2	31,3	12,6	39,3	1,2	41,7	4,0
08.05.98	37,3	3,3	40,0	5,4	31,6	2,6	31,0	4,3	34,8	4,8	32,8	4,6				
11.05.98	33,7	2,7			36,7	4,8			30,0	6,4			33,7	2,9	36,3	3,9
Glukose																
26.04.98	4,3	0,7	3,8	0,3	5,3	1,6	3,6	1,0	4,1	0,8	5,3	1,4	3,9	1,1	4,4	1,1
08.05.98	4,6	0,7	3,9	0,7	3,5	0,7	4,3	1,1	3,5	0,8	6,0	2,1				
11.05.98	4,5	1,2			3,7	0,7			4,1	0,5			5,7	0,6	8,4	2,2
Gjelle-Al																
26.04.98	75,2	44,7	91,7	24,8	99,1	49,2	118,0	80,5	78,6	15,9	110,0	46,8	55,9	21,4	37,9	17,3
08.05.98	46,5	11,9	36,6	18,1	130,0	174,5	54,2	21,5	58,7	48,3	32,0	10,3				
11.05.98	51,4	18,5			50,7	21,0			56,8	14,1			34,8	8,0	17,0	6,9

Tabell 11. Relativ fordeling for ulike nivåer av plasmaklorid hos stedegen laksesmolt eksponert for elvevann i Suldalslågen våren 1998. "Sum lav klorid" er antall fisk i gruppene < 117 og 118-124. N = antall fisk det er tatt prøve av. Klekkeriet er smolt fra Ritland eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg.

Stasjon	Dato	N	< 117	118-124	125-129	130-135	> 135	Sum lav klorid
Mo	26.04.98	6	0	0	0	0	6	0
	08.05.98	6	0	0	0	1	5	0
	11.05.98	6	0	0	1	4	1	0
Foss	26.04.98	6	0	0	0	0	6	0
	08.05.98	6	0	0	0	1	5	0
Jone	26.04.98	6	0	0	0	3	3	0
	08.05.98	6	0	0	0	4	2	0
Prestvika	26.04.98	6	0	0	0	1	5	0
	08.05.98	6	0	0	1	0	5	0
	11.05.98	6	0	0	1	2	3	
Suldalsv.	26.04.98	6	0	0	0	1	5	0
	08.05.98	6	0	0	1	1	4	0
Klekkeriet	26.04.98	3	0	0	0	1	2	0
	10.05.98	6	0	0	0	1	5	0
Kontroll (anlegg)	26.04.98	6	0	0	0	3	3	0
	11.05.98	12	0	0	2	4	6	0

For resten av datoene lå hematokritnivået innenfor normalen. Glukose-nivåene var normale for alle stasjonene. Gjellealuminiumsverdiene varierte mellom 18,5 og 41,2 µgAl/g gjelle tørrvekt, og dette er nivåer betydelig lavere enn det som ble funnet på villfiskene rett etter fangst i elva, og etter endt eksponeringsforsøk. Aluminiumskonsentrasjonene var svært like i klekkeriet og ute i elva. Den relative fordelingen av plasmakloridverdier indikerer at bare et lite antall fisk har problemer med

osmoreguleringen (**tabell 13**). Ser også at anleggsmolt i bur i kar i anlegg, dvs. som hadde fått samme behandling som elveeksponeringene ikke skilte seg ut her.

Tabell 14 viser endringen i plasmaklorid-nivå hos oppdrettssmolten før den ble satt i bur i elva, og etter at den hadde stått i elvevann i ca 10 døgn. For alle gruppene falt plasmakloridnivået, noe som muligens reflekterer et endret stressnivå i elva i forhold til i anlegget.

Tabell 12. Utviklingen i plasmaklorid, hematokritt, glukose og gjelle-Al hos anleggsmolt eksponert til elvevann på seks stasjoner i Suldalslågen. Klekkeriet er anleggsmolt eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg. Gjennomsnitt og standardavvik (SD) er gitt.

Dato	Mo		Foss		Ritland		Jone		Prestvika		Suldalsvannet		Klekkeriet		Kontroll (anlegg)	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Plasma Cl																
26.04.98	133,0	5,3	138,5	4,4	134,3	2,0	133,8	4,5	128,5	3,3	129,0	3,4	136,5	5,7	136,8	5,9
08.05.98	126,2	5,0	125,5	6,3	128,5	5,1	127,3	4,4	127,7	2,1	129,5	6,3	128,5	5,5		
11.05.98	119,8	6,7			149,0	20,2			127,0	13,5					134,9	6,1
Hct																
26.04.98	54,7	3,5	36,7	6,2	52,8	3,4	52,7	2,5	49,8	2,7	58,5	5,3	42,0	3,9	41,7	4,0
08.05.98	44,3	2,9	41,3	2,1	45,0	2,8	41,2	4,6	43,2	3,0	43,0	3,5	43,0	1,7		
11.05.98	44,0	4,7			41,2	5,0			44,0	3,2					36,3	3,9
Glukose																
26.04.98	5,5	1,4	4,1	1,4	5,1	1,1	5,8	2,0	5,4	1,4	9,6	4,3	4,8	1,6	4,4	1,1
08.05.98	4,3	1,9	6,2	2,5	3,9	1,5	4,7	0,7	5,3	1,5	5,1	1,0	7,9	3,6		
11.05.98	6,4	2,0			6,2	2,5			5,6	1,1					8,4	2,2
Gjelle-Al																
26.04.98	31,5	6,0	33,0	8,4	27,7	4,1	37,0	11,6	41,2	6,8	40,3	11,6	36,2	17,6	37,9	17,3
08.05.98	36,7	26,0	24,2	8,2	23,9	8,6	21,2	6,8	23,4	8,1	18,5	4,9	16,7	7,8		
11.05.98	20,3	2,4			29,6	11,8			26,1	14,1					17,0	6,9

Tabell 13. Relativ fordeling av plasmaklorid hos anleggsmolt eksponert for elvevann Suldalslågen våren 1998. "Sum lav klorid" er antall fisk i gruppene <117 og 118-124. Klekkeriet er anleggsmolt eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg. N = antall fisk det er tatt prøver av.

Stasjon	Dato	N	< 117	118-124	125-129	130-135	> 135	Sum lav klorid
Mo	26.04.98	6	0	0	2	2	2	0
	08.05.98	6	0	2	3	1	0	2
	11.05.98	5	2	1	2	0	0	3
Foss	26.04.98	5	0	0	0	3	2	0
	08.05.98	6	1	2	1	2	0	3
Jone	26.04.98	6	0	0	2	3	1	0
	08.05.98	6	0	2	2	2	0	2
Prestvika	26.04.98	6	0	1	2	3	0	1
	08.05.98	6	0	1	4	1	0	1
	11.05.98	6	1	0	4	0	1	1
Suldalsv.	26.04.98	6	0	1	2	3	0	1
	08.05.98	6	0	1	3	1	1	1
Klekkeriet	26.04.98	5	0	0	1	2	2	0
	10.05.98	6	0	2	2	0	2	2
Kontroll (anlegg)	26.04.98	5	0	0	0	3	2	0
	11.05.98	12	0	0	2	5	5	0

3.2.5 Sjøvannstester villfisk og anleggsvillfisk

Utviklingen i plasmaklorid, hematokritt og glukose hos villfanget laksesmolt først eksponert for elvevann og deretter utsatt for sjøvannstest er vist i **tabell 15**. Resultatene tyder på at det kan ha vært osmoregulatoriske problemer i april hvor alle plasmakloridverdiene var høye. Alle verdiene for plasmaklorid lå over normalnivået for fisk i sjøvann (> 150 mM), mens alle hematokritt-verdiene lå under normalnivået for fisk i sjøvann (> 40 %). Kontrollgruppen i anlegget viste ikke denne tendensen i april. I mai var verdiene for plasmaklorid, hematokritt og glukose innenfor normalområdene for villfisk i sjøvann, bortsett fra eksponeringen i Suldalsvannet som hadde høye plasmakloridverdier. Ved begge eksponeringstidspunktene var det dødelighet. Det ble registrert at det i alle tilfellene var den minste fisken som døde under sjøvannstestene.

Relativ fordeling av plasmaklorid-verdiene er vist i **tabell 16**. Resultatene indikerer at om lag halvparten av fisken hadde osmoregulatoriske problemer i april. I mai var det en forbedret osmoregulering i de fleste gruppene (unntatt stasjonen i Suldalsvannet og kontroll i anlegg). Hvis vi sammenligner eksponeringene i elva med kontrollen i klekkeriet ser vi fra elveeksponeringene at verdiene her i mai var gjennomgående høyere og kan indikere at vannkvaliteten i elva sammenlignet med klekkeriet ga fisken osmoregulatoriske forstyrrelser.

Sjøvannstestene på anleggssmolten som hadde stått i bur i elva indikerte at denne gruppen hadde dårligere evne til osmoregulering 26. april enn 9. mai (**tabell 17**). Plasmaklorid-nivået var høyere enn det som er normalt for fisk i sjøvann, mens hematokritt-nivåene var innenfor normalnivået. I mai utviste fisken en bedre evne til å osmoregulere. Kontrollgruppen i anlegget viste normalverdier for plasmaklorid i april, mens verdiene var noe

Tabell 14. Målte plasmakloridnivåer hos anleggssmolt ved start av eksperimentet og etter eksponering til elvevann i bur i Suldalslågen. "Endring" er forskjellen i plasmaklorid fra start av forsøk til endt forsøk for hver stasjon og hver prøvedato. Klekkeriet er smolt fra Ritland eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg.

Stasjon	Start 16.04.98	Slutt 26.04.98	Endring	Start 28.04.98	Slutt 08.05.98	Endring
Kontroll (anlegg)	141,2			136,8		
Mo		133,0	-8,2		126,2	-10,6
Foss		138,5	-4,2		125,5	-11,3
Ritland		134,3	-6,9		128,5	-8,3
Jone		133,8	-7,4		127,3	-9,5
Prestvika		128,5	-12,7		127,7	-9,1
Suldalsv.		129,0	-12,2		129,5	-7,3
Klekkeriet		136,5	-4,7		128,8	-8,0

Tabell 15. Utvikling i plasmaklorid, hematokritt og glukose hos villfanget laksesmolt i bur på seks stasjoner i Suldalslågen og deretter utsatt for 24 timers sjøvannstoleransetest. Gjennomsnitt og standardavvik er gitt. Klekkeriet er smolt fra Ritland eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg.

Dato	Mo		Foss		Ritland		Jone		Prestvika		Suldalsvannet		Kontroll (anlegg)		Klekkeriet	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Død																
26.04.98	9		9		8		5		16		12		0			1
09.05.98	7		15		20		5		15		12		0			8
Plasma Cl																
26.04.98	190,3	26,2	180,6	33,6	166,1	31,0	171,3	20,2	176,1	21,4	189,6	36,1	152,5	13,6	162,9	22,4
09.05.98	150,7	8,6	155,9	11,6	157,7	8,6	158,0	20,2	151,7	15,3	187,6	25,5	161,9	10,1	144,3	10,3
Hct																
26.04.98	32,3	7,0	33,6	7,2			40,9	5,9	34,9	3,9	31,8	3,8				
09.05.98	36,4	6,5	37,6	2,6	36,8	6,4	38,4	6,1	36,4	3,9	30,8	5,4	35,4	4,8	36	2
Glukose																
26.04.98	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
09.05.98	5,6	1,5	4,5	1,1	5,1	0,9	4,1	1,3	4,9	0,8	7,4	2,2	5,3	1,1	4,8	0,3

Tabell 16. Relativ fordeling av plasmaklorid hos villfanget laksesmolt utsatt for 24 timers sjøvannstest. "Sum høy klorid" er antall fisk i gruppene 161-170 og >170. Klekkeriet er smolt fra Ritland eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg. N = antall fisk som er prøvetatt.

Stasjon	Dato	N	130-139	140-149	150-155	156-160	161-170	> 170	Sum høy klorid
Mo	26.04.98	13	0	0	1	0	3	9	12
	09.05.98	10	2	2	3	1	2	0	2
Foss	26.04.98	11	0	1	2	2	2	4	6
	09.05.98	9	1	2	1	2	2	1	3
Ritland	26.04.98	15	3	1	1	4	1	5	6
	09.05.98	10	0	2	1	2	4	0	4
Jone	26.04.98	9	0	1	2	0	2	4	6
	09.05.98	9	0	4	2	0	1	2	2
Prestvika	26.04.98	8	0	0	1	2	0	5	5
	09.05.98	10	0	7	1	0	0	2	2
Suldalsv.	26.04.98	5	0	1	0	0	0	4	4
	09.05.98	8	0	0	1	0	1	6	7
Klekkeriet	26.04.98	9	0	2	3	1	0	3	3
	09.05.98	9	3	5	0	0	1	0	1
Kontroll (anlegg)	26.04.98	10	1	4	3	0	0	2	2
	09.05.98	10	0	3	0	2	2	3	5

Tabell 17. Utvikling i plasmaklorid og hematokritt hos anleggsmolt eksponert til elvevann i bur i elva og deretter utsatt for 24 timers sjøvannstoleransestest. Gjennomsnitt og standardavvik (SD) er gitt. Klekkeriet er anleggsmolt eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg.

Dato	Mo		Foss		Ritland		Jone		Prestvika		Suldalsvannet		Klekkeriet		Kontroll (anlegg)	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Død																
26.04.98	0		0		0		0		2		0		0		0	
09.05.98	3		3		5		0		1		2		1		0	
Plasma Cl																
26.04.98	175,1	8,5	168,5	7,1	170,8	8,9	180,0	11,9	163,9	11,7	180,0	7,0	157,3	5,6	152,5	13,6
09.05.98	161,6	18,8	162,6	17,3	168,1	10,3	162,5	6,3	153,8	8,3	155,0	21,0	161,8	5,3	161,9	10,1
Hct																
26.04.98	40,2	2,3	42,4	3,5			40,8	3,7	47,7	3,0	44,0	2,4				
09.05.98	38,7	4,7	41,2	5,8	40,4	4,3	40,0	3,7	42,0	2,8	42,0	2,8	37,6	5,2	35,4	4,8
Glukose																
26.04.98	-	-	-	-			-	-	-	-	-	-			-	-
09.05.98	3,9	0,9	4,4	0,6	5,9	1,9	3,9	0,7	4,2	0,3	4,8	2,8	5,0	1,2	5,3	1,1

høyere i mai enn i april. Den relative fordelingen av plasmaklorid-verdier (**tabell 18**) bekrefter langt på vei dette bildet. I april hadde all fisken på stasjonene i elva høye plasmaklorid-verdier.

Hvis vi sammenligner med kontrollene i klekkeriet og anlegget viser resultatene fra forsøkene med utsetting av anleggsmolt i bur i elva at vannkvaliteten i elva, særlig

i april, har forårsaket at fisken får osmoregulatoriske problemer. Man kan heller ikke se bort fra at dette kan være en stressrespons fra fisken på nye omgivelser og på behandlingen den får. Anleggsmolten var imidlertid fullt smoltifisert i slutten av april, og kontrollgruppen viste god evne til osmoregulering i sjøvannstestene.

Tabell 18. Relativ fordeling av plasmaklorid hos anleggssmolt eksponert for elvevann og deretter utsatt for 24 timers sjøvannstest. "Sum høy klorid" er antall fisk i gruppene 161-170 og >170. Klekkeriet er anleggssmolt eksponert for klekkerivann i bur i anlegg. Kontroll er prøver tatt av smolt i kar i anlegg. N = antall fisk som er prøvetatt.

Stasjon	Dato	N	130-139	140-149	150-155	156-160	161-170	> 170	Sum høy klorid
Mo	26.04.98	10	0	0	0	0	3	7	10
	09.05.98	10	0	0	7	1	0	2	2
Foss	26.04.98	10	0	0	0	1	5	4	9
	09.05.98	10	0	1	4	2	1	2	3
Ritland	26.04.98	10	0	0	1	1	2	6	8
	09.05.98	10	0	0	1	1	5	3	8
Jone	26.04.98	10	0	0	0	0	3	7	10
	09.05.98	10	0	0	0	5	4	1	5
Prestvika	26.04.98	10	0	1	2	0	4	3	7
	09.05.98	10	1	1	5	1	2	0	2
Suldalsv.	26.04.98	10	0	0	0	0	1	9	10
	09.05.98	10	1	3	2	2	1	1	2
Klekkeriet	26.04.98	10	0	0	4	3	3	0	3
	09.05.98	10	0	0	1	2	6	1	7
Kontroll (anlegg)	26.04.98	10	1	4	3	0	0	2	2
	09.05.98	10	0	3	0	2	2	3	5

3.2.6 Gjelle-aluminium hos villfisk og oppdrettsfisk

I 1997 var det overraskende mye aluminium på gjellene hos fisken i anlegget, og verdiene var høyere enn både 1996 og 1998 (**tabell 19a**). For alle tre årene (1996-97-98) indikerte forsøkene som ble gjennomført i midten av april (16/4-26/4) at konsentrasjonen av aluminium på gjellene økte hos fisken når den stod i bur i elva. Dette kan tyde på at når fisken får vandre fritt søker den mot mindre belastede områder. I forsøkene som ble gjennomført i månedsskiftet april-mai (27/4-10/5) var det en tendens til nedgang i konsentrasjonen av aluminium på fiskens gjeller når den stod i bur i elva for alle tre årene. Dette kan tyde på at mengden Al₃₊ var på vei nedover.

Konsentrasjonene av aluminium på gjellene hos anleggssmolt var lavere enn hos villfisken (**tabell 19b**). I 1996 og 1997 var det tendens til en svak nedgang i gjelle-aluminiumkonsentrasjonen i forsøkene i månedsskiftet april-mai. I april 1998 var det tendens til økning i aluminiumkonsentrasjonen på gjellene til anleggssmolt. I forsøket i mai var det en økning i aluminiumkonsentrasjonene i 1996 og 1998, mens i 1997 var det tendens til en nedgang.

I de vannkjemiske analysene konkluderes det med at økt pH og kalsium har gitt noe lavere aluminiumskon-

sentrasjoner i vannet i 1998. I tillegg var det mindre flommer våren 1998 enn 1997. Disse forholdene kan forklare hvorfor aluminiumskonsentrasjonen på fiskegjellene var lavere i 1998 enn i 1997, men vannføringen forklarer ikke økningen i konsentrasjonen av aluminium på fiskegjellene fra 1996 til 1997.

3.2.7 Utsettelsesforsøk

1996

I 1996 ble tre grupper merket smolt á 5000/gruppe sluppet i Suldalslågen v/Prestvika, i estuarint område ved munningen og en gruppe i mærd for uttauing. Alle utsettingene gikk etter planen (**tabell 20**).

Fra tabellen ser vi at det til og med februar 2000 kun var to gjengefangster (1 en- og 1 tosjø vinter laks) av lakse-smolten satt ut i Prestvika. Munningsutsettingene gav totalt 7 gjengefangster (6 en- og 1 tosjø vinter laks). Fra denne utsettingen ble det tatt 5 fisk i Suldalslågen. Utsettingene fra slepeforsøkene i Sandsfjorden gav de beste gjengefangstene med totalt 20 gjengefangster med henholdsvis 10, 9 og 1 en-, to og tresjø vinter laks. Resultatene fra disse utsettingene indikerer at vannkvaliteten i elva/klekkeriet kan ha påvirket utvandring og overlevelse av utsatt smolt.

Tabell 19. Konsentrasjon av aluminium på gjellene hos laks fra Suldalslågen 1996, 1997 og 1998. Mengde aluminium er angitt som μg Allgr gjelle tørrvekt. "El-fiske" representerer kontroll før utsetting av fisk i bur i elven (her kalt eksponering). "Klekkeriet" representerer vill fisk i bur i klekkeriet (egen stasjon). "Anlegget" er kontrollgruppen i kar i anlegget.

A: Villsmolt

Stasjon	El-fiske 16.04.96		Eksponering 27.04.96		El-fiske 13.04.97		Eksponering 23.04.97		El-fiske 16.04.98		Eksponering 26.04.98	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Mo	23	1	19	0,7	40	1	190	10	29	7	32	6
Foss	65	7	58	1	50	2	80	5	36	13	91	25
Ritland	19	1	21	0,4	50	5	140	3	42	13	99	49
Jone	19	1	28	7	50	5	40	2	42	13	118	81
Prestvika	19	1	16	7	20	1	40	2	31	17	79	16
Suldalsv. Klekkeriet					20	1	160	1	31	17	110	47
									42	13	56	21

	27.04.96		08.05.96		29.04.97		10.05.97		29.04.98		08.05.98	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Mo	14	2	24	15	40	10	40	10	89	110	47	12
Foss	214	167	97	60	80	110	150	90	71	22	37	18
Ritland	14	7	25	5	170	180	90	30	62	30	130	175
Jone	14	7	47	22	170	180	20	10	62	30	54	22
Prestvika	29	27	24	13	100	40	60	10	60	26	59	48
Suldalsv. Klekkeriet					100	40	40	20	60	26	32	10
									62	30	35	8

B: Anleggsproduisert smolt

	Anl.fisk 27.04.96		Eksponering 06.05.96		Anl.fisk 23.04.97		Eksponering 04.05.97		Anl.fisk 16.04.98		Eksponering 26.04.98	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Anlegget	18	2			210	4			19	0		
Mo			15	8			90	30			32	6
Foss			42	28			120	50			33	8
Ritland			11	3			110	20			28	4
Jone			11	6			70	40			37	12
Prestvika			12	4			80	10			41	7
Suldalsv. Klekkeriet							80	20			40	12
											36	18

	08.05.96		13.05.96		04.05.97		11.05.97		11.05.98		11.05.98	
	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD	Snitt	SD
Anlegget	5	2			110	5			17	7		
Mo			12	4			80	40			37	26
Foss			21	9			80	30			24	8
Ritland			9	1			100	30			24	9
Jone			8	2			80	30			21	7
Prestvika			11	6			60	10			23	8
Suldalsv. Klekkeriet			19	6			70	10			19	5
											17	8

Tabell 20. Utsettinger i Suldalslågen i 1996. 1-SV = ensjøvinter laks; 2-SV = tosjøvinter laks; 3-SV = tresjøvinter laks. Oppdatert til og med august 2000. Verdiene er gitt som gjennomsnitt ± standardavvik (SD). Antall fisk er gitt i parentes.

Utsettingssted	Utsettingslengde (cm)	Fangstlengde (cm)	Fangstvekt (kg)	Vekst (cm)	Total gjenfangst (%)	Gjenfangst, Lågen (%)
Prestvika	16,4 (1)	64,0 (1-SV)	2,90	47,6	0,02 (1)	
Prestvika	14,2 (1)	60,0 (2-SV)		45,8	0,02 (1)	0,02(1)
Munning, Suldalslågen	15,1 ± 1,3 (6)	61,5 ± 5,0 (1-SV)	2,13 ± 0,23	46,4	0,12 (6)	0,1(5)
Munning, Suldalslågen	14,4 (1)	74,0 (2-SV)	2,97	59,6	0,02 (1)	
Sleping, 1 mil ut Sandsfjorden	15,3 ± 1,0 (10)	63,6 ± 3,6 (1-SV)	2,37 ± 0,42	48,3	0,20 (10)	0,04(2)
Sleping, 1 mil ut Sandsfjorden	14,8 ± 0,5 (9)	84,2 ± 13,3 (2-SV)	6,55 ± 1,42	69,4	0,18 (9)	0,12(6)
Sandsfjorden	14,0 (1)	94,0 (3-SV)	11,50	80,0	0,02 (1)	

1997

Fire grupper merket smolt á 5000/gruppe ble i 1997 sluppet i Suldalslågen ved Prestvika, i estuarint område ved munningen (5 000 som kontroll, 5 000 med lakselusefór) og en gruppe i mærd for uttauing. Alle utsettingene gikk etter planen (**tabell 21**).

I 1997 ble det satt ut samme antall grupper i Suldalslågen som i 1996, samt at en gruppe i tillegg ble gitt medisinfór som beskyttet mot lakseluspåslag i opptil 3 måneder. Resultatene fra utsettingene i Prestvika viser så langt at vi har hatt en gjenfangst av smolt i smoltfella i 1997. For fisken satt ut ved munningen er de fleste gjenfangstene smolt spist av fugl/fisk. To gjenfangster av ensjøvinter laks er imidlertid fra munningsutsettingene av fisk gitt lusefór. For fisken slept ut i Sandsfjorden ble det fanget en smolt i sjøen 5 dager etter utsetting. Den dårlige gjenfangsten av fisk satt ut i 1997 skyldes sannsynligvis at smoltkvaliteten på det utsatte materialet var dårlig (se Finstad et al. 1999a).

1998

Fire grupper merket smolt á 5 000/gruppe ble i 1998 sluppet i Suldalslågen ved Prestvika, i estuarint område ved munningen (5 000 som kontroll, 5 000 med lakselusbading-beskyttelse opp til 3 måneder) og en gruppe i mærd for uttauing. Alle utsettingene gikk etter planen (**tabell 22**).

Resultatene fra utsettingene i Prestvika i 1998 viser så langt at vi har hatt 34 gjenfangster av smolt i smoltfella i perioden 12.-22.05.98 samt to gjenfangster av ensjøvinter laks. For fisk satt ut ved munningen (med og uten lusbading) var det tre registreringer av smolt spist av fugl/fisk. For fisk slept ut i Sandsfjorden var det totalt 22 gjenfangster i 1999. Av disse 22 gjenfangstene ble 11 laks tatt i Suldalslågen hvorav ni av gjenfangstene var fisk registrert i laksetrappa. I 2000 var det 10 gjen-

fangter av tosjøvinter laks av smolten som ble slept ut i Sandsfjorden i 1998. Pr. august 2000 er totalgjenfangsten av denne gruppen på 32 laks (0,64 %) som må karakterisert som god. En større fiskeaktivitet i Suldalslågen ville sannsynligvis ha økt gjenfangsten i elva.

Tabell 21. Utsettinger i Suldalslågen i 1997, 1-SV = ensjøvinter laks. Oppdatert til og med august 2000. Verdiene er gitt som gjennomsnitt ± standardavvik (SD). Antall fisk er gitt i parantes.

Utsettingssted	Utsettingslengde (cm)	Fangstlengde (cm)	Fangstvekt (kg)	Vekst (cm)	Total gjenfangst (%)	Gjenfangst, Lågen (%)
Prestvika	12,6 (1)	Tatt i smoltfella				
Munning, Suldalslågen (kontroll)	13,5 ± 0,8 (13)	Spist av fugl/fisk				
Munning, Suldalslågen (lusefór)	13,3 ± 0,6 (9)	Spist av fugl/fisk				
Munning, Suldalslågen (lusefór)	13,5 (2)	54,0 (1-SV)		40,5	0,04(2)	0,04(2)
Sleping, 1 mil ut Sandsfjorden	14,3 (1)	14,5				

Tabell 22. Utsettinger i Suldalslågen i 1998, 1-SV = ensjøvinter laks; 2-SV = tosjøvinter laks. Oppdatert til og med august 2000. Verdiene er gitt som gjennomsnitt ± standardavvik (SD). Antall fisk er gitt i parantes.

Utsettingssted	Utsettingslengde (cm)	Fangstlengde (cm)	Fangstvekt (kg)	Vekst (cm)	Total gjenfangst (%)	Gjenfangst, Lågen (%)
Prestvika	14,6 ± 0,9 (34)	Tatt i smoltfella				
Prestvika	14,4 ± 0,8 (2)	64,5 ± 20,5 (2-SV)		50,1	0,04 (2)	
Munning, Suldalslågen (kontroll)	12,6 (1)	Spist av fugl/fisk				
Munning, Suldalslågen (lusbading)	14,5 (2)	Spist av fugl/fisk				
Sleping, 1 mil ut Sandsfjorden	14,5 ± 1,2 (22)	60,9 ± 3,1 (1-SV)	1,92 ± 0,51	46,4	0,44 (22)	0,22 (11)
Sleping, 1 mil ut Sandsfjorden	15 ± 0,8 (10)	87,9 ± 3,4 (2-SV)	7,12 ± 0,98	72,4	0,20 (10)	

4 Sammenstilling av vannkjemiske data og fysiologiske data

Tidligere undersøkelser (Kroglund et al. 1995, 1996, 1998) tydet på at Suldalslågen var moderat forsuret og at vannkvaliteten forårsaket tilstandsendringer på gjellevev, ioneregulering, enzymer og at fiskens evne til å saltregulere i fullt sjøvann var redusert. Disse funnene ble langt på vei bekreftet av undersøkelsene i FOKUS-prosjektet i 1996 og 1997 (Finstad et al. 1999a). Undersøkelsene i 1997 viste at fisk fra anlegget hadde problemer med osmoreguleringen når den ble utsatt for sjøvannstester. I tillegg var det relativt høye konsentrasjoner av aluminium på gjellene både hos anleggfish og oppdrettsfisk i 1997. Resultatene fra 1998 indikerer at evnen til osmoregulering i ferskvann var bra både for anleggfishen og villfishen. Evnen til å saltregulere i sjøvannstestene var relativt svak i april sammenlignet med mai hos villfishen. I mai hadde stedegen fisk eksponert i Suldalsvannet en dårlig sjøvannstoleranse. Hos anleggfishen var det tendenser til saltreguleringsproblemer i sjøvannstestene både i april og mai hos noen av gruppene. Konsentrasjonen av aluminium på gjellene hos villfish og anleggfish var lavere i 1998 enn i 1997, men ikke så lav som i 1996.

Smolt som ble slepet fra munningen av Suldalslågen og ut i Sandsfjorden både i 1996 og 1998 gav de beste gjenfangstene og for utsettingene i 1998 er totalgjenfangsten her 32 laks (0,64 %). Den dårlige gjenfangsten av fisk satt ut i 1997 skyldes sannsynligvis at smoltkvaliteten på det utsatte materialet var dårlig (se Finstad et al. 1999a). Munningsutsettingene i 1996 gav totalt 7 gjenfangster. For munningsutsettingene i 1997 og 1998 fikk vi så langt 2 gjenfangster fra utsettingene i 1997 (lusefórgruppa). For utsettingene i Prestvika fikk vi kun 2 gjenfangster av fisk satt ut i 1996 og i 1998. Det ble fanget utvandrende smolt i smoltfella fra utsettingene i Prestvika i 1997 og 1998 men kun 2 tilbakevandrende laks fra 1997 er så langt blitt gjenfanget.

Det kan spekuleres om årsakene til de svært lave gjenfangstene av laksesmolt satt ut i Prestvika og i munningen av Suldalslågen fremdeles kan skyldes vannkvaliteten. Dette spesielt hvis vi sammenligner disse gjenfangstene opp mot slepegruppa som ble slepet fra munningen og ut i Sandsfjorden. Lakselus kan ikke være en entydig forklaringsgrunn her pga. at gjenfangstene av lakselusbeskyttet fisk fra utsettingene i 1997 og 1998 var svært dårlige sammenlignet med lignende utsettinger som har gitt bedre gjenfangster (Finstad et al. 1999b).

Det ble satt i gang utvidet kalking høsten 1997 særlig med tanke på å forbedre vannkvaliteten i restfeltet som var antatt å bidra med surt vann på våren. Vann-

kvaliteten i 1998 var bedre enn i 1997. Dette kan være en kombinasjon av økt kalking og færre flommer våren 1998 enn våren 1997. Resultatene fra fysiologiforskene våren 1998 gir derfor kun prelimnære indikasjoner på utfallet av kalkingsvirksomheten.

5 Litteratur

- Abrahamsen, H. & Skogheim, O.K. 1981. Virkning av Ulla/Førre-reguleringen på vannkvaliteten i Suldalslågen - en foreløpig prognose. - Fiskeforskningen DVF 1981, 7: 1-47.
- Blakar, I.A. 1995. Vannkvalitet i Ulla-Førre og Suldalsområdet i perioden 1990-1993. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, rapport no. 21: 49 s + vedlegg.
- Finstad, B., Kroglund, F., Hartvigsen, R., Teien, H.-C., Rosseland, B.J. & Salbu, B. 1999a Suldalslågen: Fisk og vannkjemisk status våren 1997. NINA oppdragsmelding 588: 1-32.
- Finstad, B. et al. 1999b. Fremdriftsrapport - lakselus og sur nedbør som populasjonsregulerende faktor hos atlantisk laks og sjørørret: Utsettinger av lakselusbeskyttet smolt. Framdriftsrapport til Direktoratet for naturforvaltning, 5 s.
- Gravem, F. 1995. Målsetting med forvaltningen av laksestammen i Suldalslågen. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, 7: 1-15.
- Gunnerød, T.B. 1984. Fisk og vassdragsreguleringer. - Kraft og Miljø 7: 1-95.
- Heggberget, T.G., Blakar, I.A., Nordland, J., Saltveit, S.J. & Johnsen, B.O. 1994. Ulla-Førre-reguleringen. Rapport fra rådgivende arbeidsgruppe for vurdering av underøkelser og tiltak. - NINA utredning 64: 1-51.
- Kroglund F., Finstad, B., Staurnes, M., Rosseland, B.O., Hektoen, H. Berkum, T.van & Iversen, M. 1995. Vannkvalitetskrav til laksesmolt: undersøkelse av smoltkvalitet i ulike vassdrag. - DN-notat ikke trykt.
- Kroglund, F., Finstad, B., Kvellestad, A., Larsen, B.M. & Rosseland, B.O. 1996. Fastsettelse av forsurningsnivå i ulike Vestlandsvassdrag basert på økofysiologiske og økotoksikologiske metoder. - DN-notat ikke trykt.
- Kroglund, F., Finstad, B., Rosseland, B.O., Teien, H.C., Håvardstun, J. & Salbu, B. 1998. Fisk og vannkjemisk status i Suldalslågen, våren 1996. - NIVA-rapport 3863-98: 1-54.
- Kaasa, H., Eie, J.A., Erlandsen, A.H., Faugli, P.E., L'Abée-Lund, J.H., Sandøy, S. & Moe, B. 1998. Sluttrapport 1990-1997. Resultater og konklusjoner. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, 49: 1-82.
- Pethon, P. & Lillehammer, L. 1995. Smoltutvandring og smoltproduksjon hos laks i Førlandskanalen og Suldalsvassdraget; preliminnære resultater. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, 12: 1-26.
- Saltveit, S.J. 1994. Tetthet, betandsutvikling, kondisjon og overlevelse hos utsatt laks i Suldalslågen. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, 18: 1-29.
- Saltveit, S.J., 1997. Effekt ved utsetting av laks i Suldalslågen. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, 42: 1-28.
- Sægrov, H., Hellen, B.A., Johnsen, G.H. & Kålås, S. 1997. Utvikling i laksebestandene på Vestlandet. - Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen, 34: 1-28.

ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-1132-7

644

**NINA
OPPDRAKS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7485 TRONDHEIM
Telefon: 73 80 14 00
Telefax: 73 80 14 01

**NINA
Norsk institutt
for naturforskning**