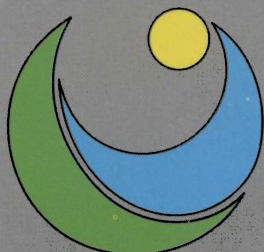


0 64

utredning

Ulla-Førrereguleringen
Rapport fra rådgivende
arbeidsgruppe for vurdering
av undersøkelser og tiltak



NINA

NORSK INSTITUTT FOR NATURFORSKNING

Ulla-Førrereguleringen
Rapport fra rådgivende
arbeidsgruppe for vurdering
av undersøkelser og tiltak

NINAs publikasjoner

NINA utgir fem ulike faste publikasjoner:

NINA Forskningsrapport

Her publiseres resultater av NINAs eget forskningsarbeid, i den hensikt å spre forskningsresultater fra institusjonen til et større publikum. Forskningsrapporter utgis som et alternativ til internasjonal publisering, der tidsaspekt, materialets art, målgruppe m.m. gjør dette nødvendig.

NINA Utredning

Serien omfatter problemoversikter, kartlegging av kunnskapsnivået innen et emne, litteraturstudier, sammenstilling av andres materiale og annet som ikke primært er et resultat av NINAs egen forskningsaktivitet.

NINA Oppdragsmelding

Dette er det minimum av rapportering som NINA gir til oppdragsgiver etter fullført forsknings- eller utredningsprosjekt. Opplaget er begrenset.

NINA Temahefter

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

NINA Fakta-ark

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

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

Ulla-Førrereguleringen. Rapport fra rådgivende arbeidsgruppe for vurdering av undersøkelser og tiltak. - NINA Utredning 64: 1-51.

Trondheim, september 1994

ISSN 0802-3107

ISBN 82-426-0510-6

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Environmental monitoring

Rettighetshaver ©:

NINA Norsk institutt for naturforskning

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA, Trondheim

Design og layout:

Guri Jermstad

Tegnekontoret NINA

Sats: NINA

Trykk: Strindheim Trykkeri AL

Opplag: 300

Trykt på klorfritt papir

Kontaktadresse:

NINA

Tungasletta 2

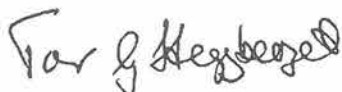
7005 Trondheim

Tel: 73 58 05 00

Tilgjengelighet:

Prosjekt nr.: 3132

Ansvarlig sign:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Referat

Ulla-Førrereguleringen. Rapport fra rådgivende arbeidsgruppe for vurdering av undersøkelser og tiltak. - NINA Utredning 64: 1-51.

En arbeidsgruppe oppnevnt av Direktoratet for Naturforvaltning fikk i oppgave på bakgrunn av foreliggende kunnskap å komme med forslag til framtidige undersøkelser og kompensasjonstiltak knyttet til Suldalslågen ut fra forvaltningens behov for å registrere virkningene av utbyggingene og kompensasjonstiltakene.

Røldal-Suldalutbyggingen medførte at vannmengden i Suldalslågen ble redusert om sommeren og økt om vinteren. Etter Ulla-Førrereguleringen er vannføringen sterkt redusert over hele året. Vannføringsvariasjonene er imidlertid ikke så store som de var før regulering.

Ulla-Førrereguleringen har medført en reduksjon i vanntemperaturen med 115 graddøgn i sommersesongen (mai-oktober) i forhold til Røldal-Suldalutbyggingen. Vanntemperaturen er også redusert i vinterperioden.

Alkalinitet og pH i Suldalsvatn har vist en fallende tendens de senere år. I Suldalslågen er det registrert flere episoder med faretruende lav pH de siste årene.

Sterk begroing i Suldalslågen kan ha sammenheng med reguleringene.

Røldal-Suldalreguleringen hadde en betydelig innflytelse på sammensetningen av bunndyr i elva. Ulla-Førrereguleringen har medført at bunnfaunaen er blitt redusert i antall og endret i sammensetning i forhold til Røldal-Suldalutbyggingen.

Når det gjelder plankton i Suldalsvatn er det ukjent hvilke effekter reguleringene har hatt.

Observasjonene av yngel om våren indikerer at det ikke har skjedd vesentlige endringer i gytetidspunkt eller klekketidspunkt. Det finnes ikke data om tetthet av fiskunger før reguleringen og det er derfor ikke mulig å si noe om tettheten er endret i forhold til uregulert tilstand. Det er imidlertid ikke skjedd endringer i tetthetene av eldre fiskunger (laks og ørret) etter Ulla-Førrereguleringen i forhold til Røldal-Suldalutbyggingen. Det er ikke mulig å si om det har inntrådt endringer i fiskungenes næringsvalg som følge av reguleringene. Veksten hos 0+ er dårlig og det er ikke registrert endring i vekst som følge av reguleringene.

Det er imidlertid registrert en økning i smoltalder. Som følge av økt smoltalder kan smoltproduksjonen i Suldalslågen nå være redusert, men reduksjonen er vanskelig å kvantifisere.

Det er uklart om kjøring av Hylene kraftverk påvirker Suldalslaksens vandringsmønster i fjorden og inn til elva, men utbyggingen synes ikke å ha påvirket laksens innvandringstidspunkt til elva. Etter Ulla-Førrereguleringen blir en større andel av fangsten av laks tatt ovenfor Sandsfossen. Dette kan skyldes endret vannføring etter Ulla-Førre, bedre utnyttelse av fisket ovenfor fossen og/eller ny laksetrapp. Fra slutten av 1960-årene og fram til 1990 er det registrert en nedgang i middelvekt av laks. Det er uklart om reguleringen har ført til endringer i forholdet mellom laks og sjørret eller til endringer i laksens gyteområder.

Alt i alt kan det slås fast at reguleringene har ført til endringer av vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet, noe som i sin tur har virket inn på det biologiske miljø. Det går fram at det for en rekke felter er vanskelig å avgjøre effektene. Arbeidsgruppen vil likevel slå fast at utviklingen mot en stadig surere vannkvalitet er dramatisk. Denne utviklingen kan ha sammenheng med reguleringene.

Arbeidsgruppen har vurdert aktuelle kompensasjonstiltak. Følgende tiltak må prioriteres:

1. For å unngå kritiske episoder med faretruende lav pH nederst i elva bør det kalkes på flere stasjoner. Det bør straks settes i gang planlegging med sikte på å komme i gang med slik kalking så snart som mulig.
2. Utsettingene av fisk i vassdragets lakseførende del bør vurderes nærmere.

I vurderingen av hvilke undersøkelser/utredninger som bør prioriteres i framtida har arbeidsgruppen lagt særlig vekt på den alvorlige forurensningstrussel som vassdraget synes å stå overfor. Videre er det lagt vekt på det som synes å være et overordnet forvaltningsmessig mål, nemlig bevaring av storlaksstammen i Suldalslågen. Følgende områder prioriteres:

1. Overvåking av vassdraget - herunder undersøkelser av vannkvalitet, planktonfauna og bunnfauna, ungfisktetthet og vekst og bestandssammensetning av voksen laks.
2. Smoltutvandring og forsuring/kalking.
3. Kartlegging av laksens vandringer i Hylsfjorden og i Suldalslågen.
4. Manøvrering av vann fra ulike delfelter av hensyn til vannkvalitet og vanntemperatur. Vannkvalitet - blandsoner.
5. Evaluering av utsettingspålegget.

Abstract

Regulation of Ulla-Førre watercourses. Working committee report evaluating needs for compensatory measures and future investigations - NINA Utredning 64: 1-51.

A working committee was set up by the Norwegian Directorate for Nature Management to analyse currently available information, make recommendations regarding future investigations and evaluate compensation measures by which to register and manage the effects of hydropower development at Suldalslågen.

Development of the Røldal-Suldal watercourse has resulted in higher water levels in the winter and reduced water levels in summer. Following the regulation of Ulla-Førre watercourse, water levels are reduced throughout the year. However, variation is not as great as before regulation.

Development of the Ulla-Førre watercourse has led to a 115 degree day reduction in water temperature during the summer season (May-October) compared with the Røldal-Suldal regulation. Water temperature is also reduced during the winter period.

Alkalinity and pH in lake Suldalsvatn has tended to decline in recent years. Several episodes of dangerously low pH have been recorded in Suldalslågen recently.

Conspicuous algal growth may be related to water regulation.

Regulation of the Røldal-Suldal watercourse significantly influenced the composition of bottom fauna in the river. Ulla-Førre development resulted in a greater reduction in the composition and abundance of bottom fauna than the Røldal-Suldal development.

The effects of regulation on plankton in lake Suldalsvatn are unknown.

Spring observations of fry indicate that no significant changes have occurred in time of spawning or hatching. There is no available data on density of young fish from before regulation, and therefore no comparisons with the present situation are possible. However, no changes in density of older salmon and trout fry occurred after the Ulla-Førre development, relative to the Røldal-Suldal development. It is difficult to say whether young fish have altered their diet as a result of regulation. Growth of 0+ fish is poor, and no changes of growth rates were recorded following regulation. An increase in smolt age has been recorded.

Smolt production in Suldalslågen may be reduced, but the actual extent of decline is difficult to quantify.

It is not known whether activities at Hylen Power plant affect the migration pattern of Suldal salmon in the fjord or the river. However, development does not seem to have affected the time at which salmon migrate into the river. After the Ulla-Førre regulation, a higher percent of salmon are caught above Sandsfossen waterfall. This may be associated with changes in water discharge, better exploitation of fishing potential above the waterfall, and/or a new salmon ladder. From the end of the 1960's until 1990, a decline in average weight of salmon was recorded. It is not known whether regulation has affected the relative proportion salmon/sea trout, or resulted in changes in salmon spawning areas.

Regulation has resulted in changes in waterlevels, water temperature and quality. These alterations have affected the biological environment. The effects are difficult to distinguish. However, the working committee points out that water is becoming more acid and water quality is deteriorating at an alarming rate. These developments may be related to water regulation.

The working committee has evaluated several compensating measures. The following measures should be given priority:

1. To avoid critical episodes of dangerously low levels of pH in the lower stretches of the river, liming should be carried out at several locations along the river in the future. Planning should be initiated so that such liming could be started as soon as possible.
2. Stockings of fish to salmon carrying stretches of the river should be evaluated.

The committee also evaluated the type of investigations which should be given priority in the future, in the light of the serious threat of continued acidification. The main objective of management in the watercourse should be protection of the indigenous salmon strain. The following areas of investigation are suggested:

1. Monitoring of the watercourse, including investigations of water quality, plankton fauna and bottom fauna, density and growth of young fish, and age - sex composition of adult salmon populations.
2. Smolt migration and acidification/liming
3. Mapping of salmon migration in Hylsfjorden and Suldalslågen
4. Channeling water from different sections to manipulate water quality and water temperature. Water quality - blending zones
5. Evaluate the compensatory stockings.

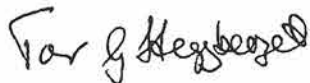
Forord

I arbeidet med rapporten har arbeidsgruppen mottatt materiale fra NVE-Hydrologisk avdeling, Statkraft Oslo og Statkrafts regionkontor i Sauda.

Arbeidsgruppen har delt arbeidsoppgavene mellom seg ved at enkeltmedlemmer har skrevet utkast til ulike kapitler. Kapitlene 1-5 er skrevet av forsker Bjørn Ove Johnsen, kapittel 6 er skrevet av førsteamanuensis Inngard Arne Blakar, kapitlene 7-9 er skrevet av førsteamanuensis Svein Jakob Saltveit og kapittel 10 er skrevet av fiskeforvalter Jostein Nordland. Bidragene danner grunnlaget for diskusjonen i arbeidsgruppen. Bjørn Ove Johnsen har redigert og sydd sammen rapporten.

Konklusjoner og tilrådinger er samlet i kapittel 11, og arbeidsgruppen står samlet bak disse.

Trondheim 31.5.1994



Tor G. Heggberget
(formann)



Inngard Arne Blakar Jostein Nordland Svein Jakob Saltveit



Bjørn Ove Johnsen
Bjørn Ove Johnsen
(sekretær)

Innhold

Referat	3
Abstract	4
Forord	5
1. Innledning	7
2. Beskrivelse av vassdraget	8
3. Reguleringer	8
3.1 Røldal - Suldalutbyggingen	8
3.2 Ulla - Førreutbyggingen	11
4. Vannføring	13
4.1 Perioden 1904-1960 (før regulering)	13
4.2 Virkninger av reguleringen	13
4.2.1 Perioden 1968-1979 (Røldal - Suldal)	13
4.2.2 Perioden 1980-1990 (Ulla-Førre)	14
4.2.3 Etter 1990	14
4.3 Konklusjon	15
5. Vanntemperatur	15
5.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen	15
5.1.1 Perioden 1968-1975 (Røldal-Suldal)	15
5.1.2 Perioden 1980-1985 (Ulla/Førre uten Blåsjø)	16
5.1.3 Perioden 1986-1991 (Ulla/Førre med Blåsjø)	16
5.1.4 Konklusjon	16
5.2 Undersøkelser/overvåking	16
6. Vannkvalitet	17
6.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen	17
6.1.1 Suldalsvatn	18
6.1.2 Blåsjø	19
6.1.3 Restfeltet til Suldalsvatn	19
6.1.4 Restfeltet til Suldalslågen	19
6.2 Kompensasjonstiltak	20
6.3 Undersøkelser/overvåking	21
7. Begroing	22
7.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen	22
7.2 Kompensasjonstiltak	23
7.3 Undersøkelser/overvåking	23
8. Evertebrater	24
8.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen	24
8.1.1 Bunndyr	24
8.1.2 Plankton	24

8.2	Kompensasjonstiltak	25	11.1.1.	Vannføring	44
8.3	Undersøkelser/overvåking	25	11.1.2.	Vanntemperatur	44
8.3.1	Effekt av mose på bunndyr	25	11.1.3	Vannkvalitet.....	44
8.3.2	Spyle- og lokkeflom. Effekt på bunndyr.....	26	11.1.4	Begroing.....	44
9.	Ungfisk.....	27	11.1.5	Evertebrater	44
9.1	Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen	27	11.1.6	Ungfisk	44
9.1.1	Gyting, eggutvikling og klekking.....	27	11.1.7	Voksen fisk	45
9.1.2	Fisketetthet.....	27	11.1.8	Konklusjon.....	45
9.1.3	Vekst	27	11.2	Kompensasjonstiltak	46
9.1.4	Ernæring.....	29	11.2.1	Eksisterende kompensasjonstiltak.....	46
9.1.5	Virkninger av reguleringen	29	11.2.2	Tiltak som bør settes i verk umiddelbart	46
9.2	Kompensasjonstiltak	29	11.2.3	Tiltak som bør utredes nærmere	46
9.2.1	Utsetting av fisk	29	11.3	Undersøkelser/overvåking	47
9.3	Undersøkelser/overvåking	30	11.4	Prioritering av undersøkelser	48
9.3.1	Påleggsundersøkelser.....	30	11.5	Organisering av framtidig aktivitet	48
9.3.2	Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen (LFS).....	31	12.	Litteratur	49
9.3.3	Smoltutvandring	31			
9.3.4	Spyle- og lokkeflom. Effekt på fisk	31			
9.3.5	Bruk av Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell og Vassdragssimulator.....	33			
9.3.6	Effekt av mose på fisk	33			
9.3.7	Vekst, kondisjon og overlevelse hos settefisk.....	35			
10.	Voksen fisk	36			
10.1	Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen	36			
10.1.1	Vandring i sjøen.....	36			
10.1.2	Vandring til, i og ut av elva	37			
10.1.3	Fordeling av fangst på elva.....	37			
10.1.4	Middelvekt av laks. Smålaks, mellomlaks og storlaks.	37			
10.1.5	Andel sjørørret og laks i fangstene	38			
10.1.6	Lakseproduksjon i elver til Suldalsvatn	38			
10.2	Kompensasjonstiltak	39			
10.2.1	Mengde utsatt fisk.....	39			
10.2.2	Gjenfangst av utsatt, merket smolt	39			
10.2.3	Laksetrapp	40			
10.3	Undersøkelser/overvåking	40			
10.3.1	Fangstregistreringer	40			
10.3.2	Registreringer av oppgang av laks og sjørørret i trappa i Sandsfossen	41			
10.3.3	Merking av oppvandrende laks i trappa.....	42			
10.3.4	Gytegropregistreringer.....	43			
10.3.5	Fangst av stamfisk.....	43			
11.	Oppsummering	44			
11.1	Virkninger av reguleringen	44			

1. Innledning

Arbeidsgruppen ble oppnevnt i brev fra Direktoratet for Naturforvaltning av 4.5.1993. I brevet heter det:

"Ulla-Førreutbyggingen representerer det største og mest kompliserte kraftutbyggingsprosjekt i Norge ut i fra tekniske og biologiske vurderinger. Både landets største kraftstasjon og reguleringsmagasin er en del av inngrepet.

For Direktoratet for Naturforvaltning er det til enhver tid viktig med en god oversikt over virkningene av reguleringsinngrepet for å kunne foreslå tiltak som kompensasjon for skade på naturmiljøet. Det er derfor nødvendig med undersøkelser for å fastlegge tiltak og for å overvåke utviklingen.

På grunn av de kompliserte forhold som er tilstede mener direktoratet det er riktig med en arbeidsgruppe til å vurdere hensiktsmessige undersøkelser og tiltak ut fra forvaltningens behov".

Arbeidsgruppen ble sammensatt slik:

Forskningssjef Tor G. Heggberget, NINA (formann)
Førsteamanuensis Svein Jakob Saltveit, LFI, Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo
Førsteamanuensis Inggard Arne Blakar, Inst. for jord- og vannfag, NLH
Fiskeforvalter Jostein Nordland, Fylkesmannen i Rogaland
Forsker Bjørn Ove Johnsen, NINA (sekretær).

Arbeidsgruppen fikk følgende mandat:

"På bakgrunn av foreliggende kunnskap skal arbeidsgruppen komme med forslag til framtidige undersøkelser knyttet til Suldalslågen ut fra forvaltningens behov for å registrere virkningen av utbyggingen og kompensasjonstiltakene. Gruppen skal fremme forslag til kompensasjonstiltak".

Gruppen har så langt det har vært mulig vurdert virkninger av både Røldal-Suldalutbyggingen og Ulla-Førreutbyggingen innenfor de ulike fagfelter som er behandlet i rapporten. På den tid da Suldalslågen første gang ble regulert, var konsekvensutredningene svært begrensede. Imidlertid lå omfanget av undersøkelsene i Suldalslågen på den tid over "gjennomsnittet". I uregulert tilstand finnes informasjon om bunndyr (tetthet, artssammensetning), driv, fiskevekst og ernæring. På mange områder er det imidlertid sparsomt med undersøkelser før regulering, og de vurderinger som er gjort er derfor til en viss grad basert på skjønn.

Arbeidsgruppen har hatt 4 møter samt en befaringsavvassdraget. I tillegg deltok arbeidsgruppen på et orienteringsmøte i Suldal 9. februar 1994 som omhandlet målsetting med forvaltning av laksestammen i Suldalslågen og Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen - planlagte aktiviteter i 1994.

2. Beskrivelse av vassdraget

Røldal-Suldalvassdraget (**figur 1**) har sitt utspring i Langfjella på vestsiden av Hardangervidda og i nordre del av Setesdalsheiene. Vassdraget faller i to avsnitt fram til Suldalsvatn. Den grenen som går gjennom Røldalsbygda og Bratlandsdalen kalles Vestre vassdrag. Dette vassdraget omfatter Valldalsåna, Novleåna, Bratlandsåna og Stølsåna. Nedslagsfeltet er på 566 km². Østre vassdrag renner ut i Suldalsvatn ved Roaldkvam. Det omfatter Bleskestadåna og Kvanndalsåna. Nedslagsfeltet er på 226 km² (etter Storækre 1991).

Suldalslågen med Suldalsvatn er nederste del av Røldal-Suldalvassdraget. Suldalsvatn ligger 68 m o.h., er 29,5 km langt og har et areal på 28,7 km². Vatnet er en typisk fjordsjø med et største dyp på 376 m.

Suldalslågen er den lengste og vannrikeste elva på Vestlandet. Elvelengden fra utløpet i Hylsfjorden ved Sand og opp til Suldalsvatn er 22 km. Elva er ganske bred og relativt stilleflytende, avbrutt av noen få fosser eller kraftige stryk. Suldalslågen deles naturlig inn i 3 deler (Vasshaug 1986):

1. Sjøen - Sandsfossen
2. Sandsfossen - Gjuvsfossen
3. Gjuvsfossen - Suldalsosen

Dokument fra det 12. århundre viser at fiskeretten i Suldalslågen allerede den gang var i privat eie. Engelskmannen Walter Archer, sjefsinspektør for de skotske laksefiskeriene, ble så glad i elva at han leide hele fiskeretten i elva i 1884. Archer fikk også retten til all stående redskap i fjordene der Suldalslaksen vandret, og åpnet dermed for fri vandring. Archer kultiverte Lågen ved klekking og utsetting av yngel, og markedsførte laksefisket i flere artikler i engelske tidsskrift.

Den særegne storlaksstammen gjør Suldalslågen helt spesiell. Hvert år blir det tatt laks på over 20 kg. Den største laksen som er tatt veide 34 kg. Siden 1957 har den totale mengden oppfisket laks variert mellom 1000 kg og 8000 kg pr. år. I tillegg blir det fisket 500 - 1000 kg sjørret årlig.

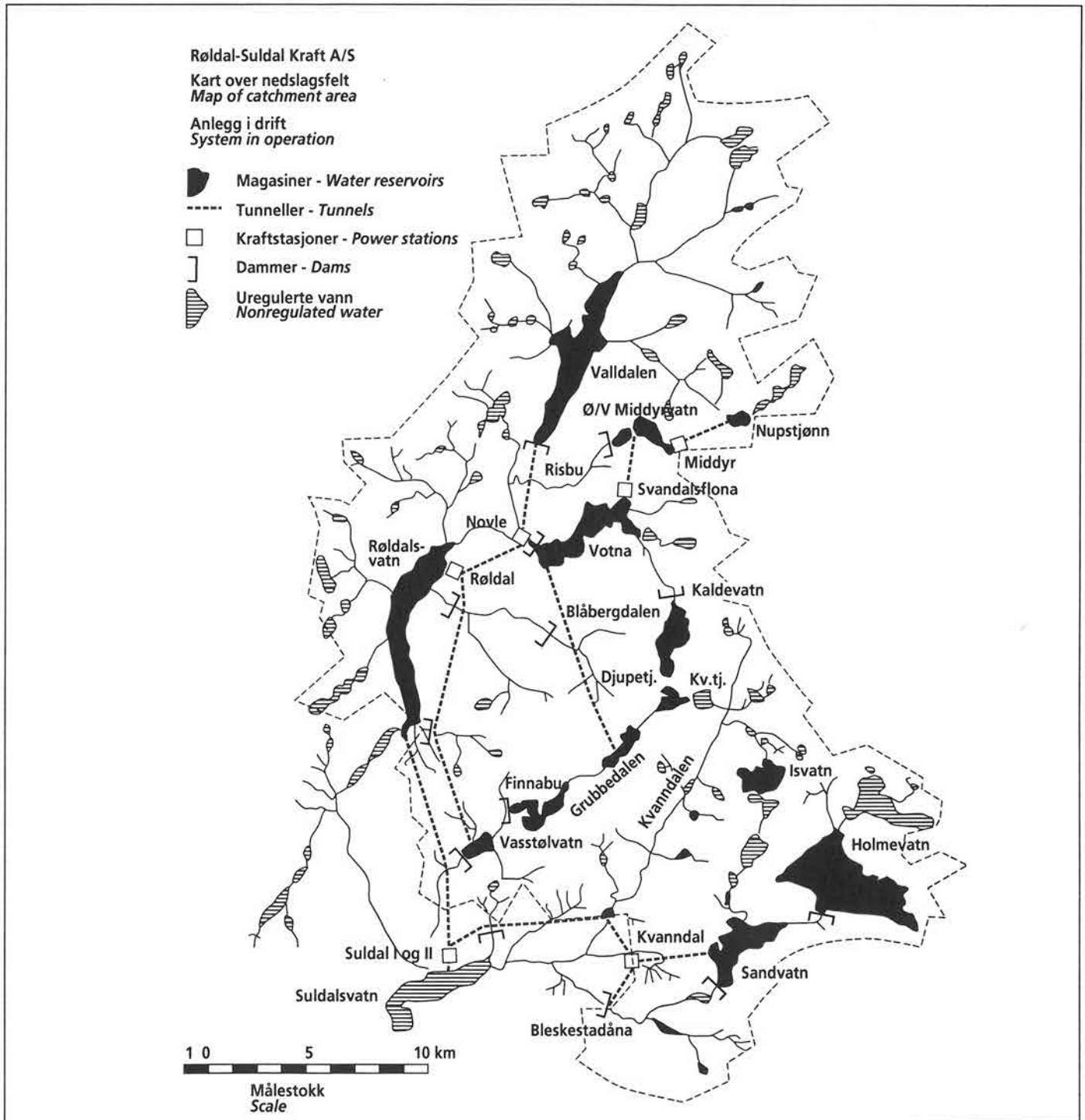
Sandsfossen er viden kjent for sin springende laks. Her er det bygd ei ny laksetrapp som letter oppgangen av fisk, og her finnes også et laksestudio der laksen kan betraktes gjennom et vindu i laksetrappa.

3. Reguleringer

3.1 Røldal - Suldalutbyggingen

Ved sju forskjellige kgl.res. fra 1962 til 1972 fikk Røldal-Suldal Kraft A/S tillatelse til regulering av vassdragets øvre felter i indre ende av Suldalsvatn (**figur 1**). De nedbørfeltene som inngår i reguleringen er på tilsammen 792 km² (ca. 55 %). Reguleringene ble iverksatt trinnvis fra 1965. Det ble bygd i alt 6 kraftverk. Samlet magasinivolum var på 737 mill. m³. De to kraftverkene Suldal I og II ble plassert nederst i vassdraget på Nesflaten med direkte avløp til Suldalsvatn (Vogt & Solem 1966).

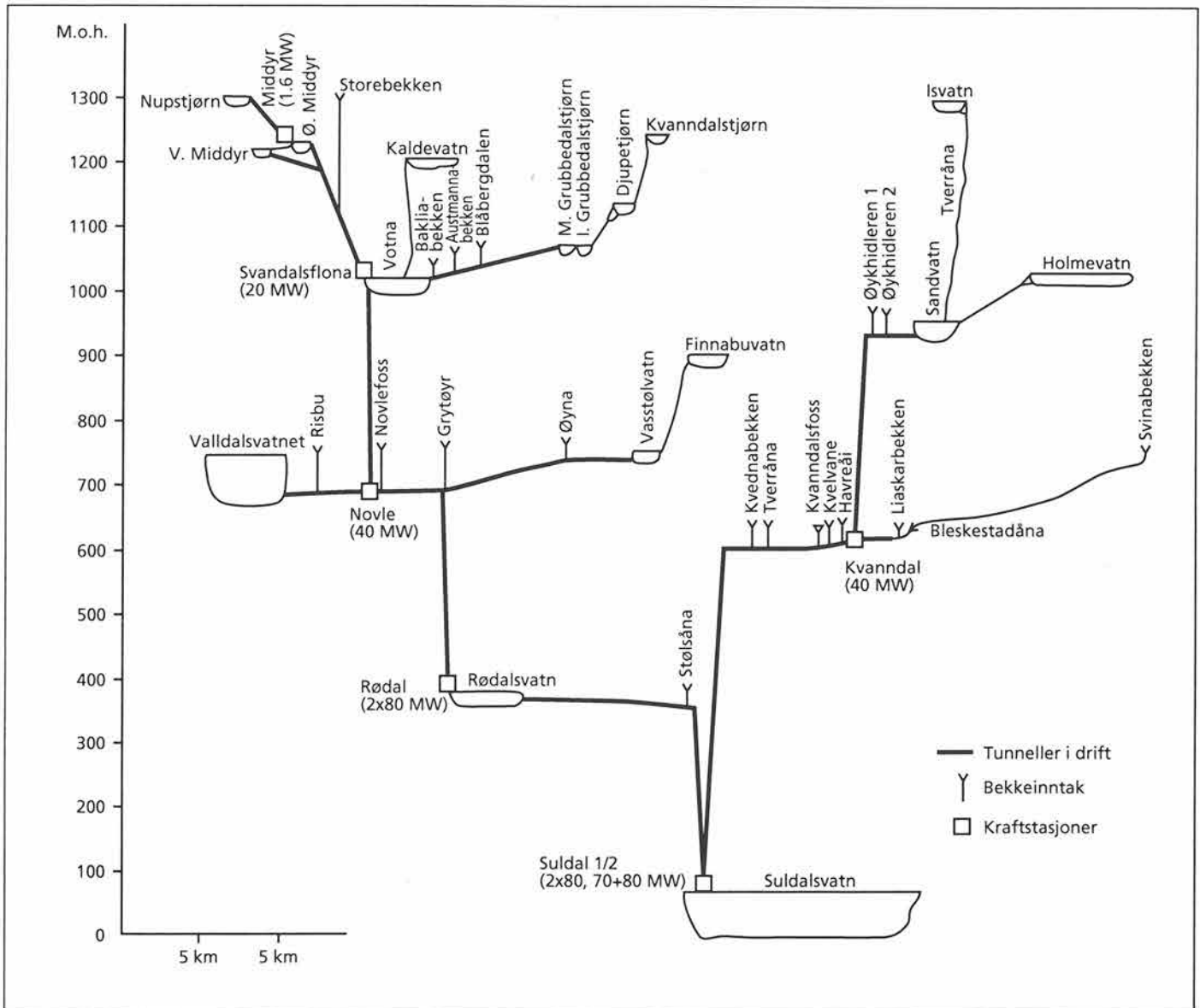
En skjematisk oversikt over Røldal-Suldalutbyggingen er gitt i **figur 2**, og med utgangspunkt i **figur 1 og 2** kan kraftkomplekset beskrives slik (etter Storækre 1991): Øverst i vestre vassdrag ligger reguleringsmagasinene Nupstjørn og Østre Middyrvatn. Fallet mellom dem er utbygd med en liten kraftstasjon (Middyr) på 1,6 MW. Avløpet fra Middyr er koblet sammen med en overføringstunnel fra det regulerede Vestre Middyrvatn og utnyttes i kraftstasjonen Svandalsflona (20 MW). Avløpsvannet herfra renner ut i Votnamagasinet. Til dette magasinet føres også tilsiget til Kaldevatn som også er regulert. Fra syd er i tillegg overført tilsiget fra Djupetjørn, Indre og Midtre Grubbedalstjørn som alle er regulerede. Uregulert tas tilsiget fra bekkene Blåbergdalen, Austmannabekken og Bakliabekken inn på overføringstunnelen. Alle de nevnte regulerede vannene øker det totale magasinet i Votna som er hoved- og inntaksmagasin for Novle kraftstasjon (40 MW) som med sine store magasiner er blitt en viktig produsent av vinterkraft. Avløpsvannet fra Novle kraftverk føres inn på hovedtunnelen fra Valldalen til Røldal kraftstasjon. Uregulert tas vannet inn fra Risbu og Gjertrabekken. Valldalsmagasinet er det største magasinet i Røldal-Suldalutbyggingen. For kraftproduksjon i Røldal kraftstasjon blir det også overført vann fra Stølsdalen. På lavere nivå enn overføringen til Votna ligger reguleringsmagasinene Finnabuvatnet og Vasstølsvatnet, og vatnet fra disse overføres via en tunnel til fordelingsbassenget for Røldal kraftstasjon (2 * 80 MW). Røldal kraftstasjon ligger ved nordre ende av Røldalsvatnet og avløpsvatnet renner ut i dette. Røldalsvatnet er regulert. I søndre ende er inntaket for hovedtunnelen til Suldal I kraftstasjon. Denne tunnelen tar også opp vannet fra Stølsåna. Suldal I ligger ved Suldalsvatn og har felles maskinsal med Suldal II som er nederste kraftstasjon før østre vassdrag. I østre vassdrag er det øverste reguleringsmagasin Isvatnet. Vannet herfra renner i Tverråna ned i Sandvatn. Holmevatn er også regulert, og vannet herfra renner via Holmevassåna til Sandvatn. Dette er både regulerings- og inntaksbasseng for Kvanndal kraftverk (40 MW).



Figur 1
 Røldal-Suldalutbyggingen med reguleringsmagasiner, kraftstasjoner og overføringstunneler (etter Storækre 1991). - Røldal-Suldal development including regulating magazines, power stations and transport tunnels (after Storækre 1991).

Uregulert tas vann inn i hovedtunnelen til Kvanndal kraftstasjon fra Øykhidleren I og II. Avløpsvannet fra Kvanndal kraftstasjon, sammen med overført vann fra Bleskestadåna føres i tunnel 5 km fram til Kvanndalsfoss hvor det er en sperredam over Kvanndalsåna. Demningen gir lite magasin, men gir mulighet

for god døgnregulering. Fra Kvanndalsfoss fortsetter tunnelen 8 km fram til Rossemynruten. Uregulert tas inn tre bekker: Kvelvane, Tverråna og Kvednabekken. Vannet utnyttes i Suldal II kraftstasjon (70 + 80 MW). Avløpsvannet fra Suldal I og II føres ut i Suldalsvatn.

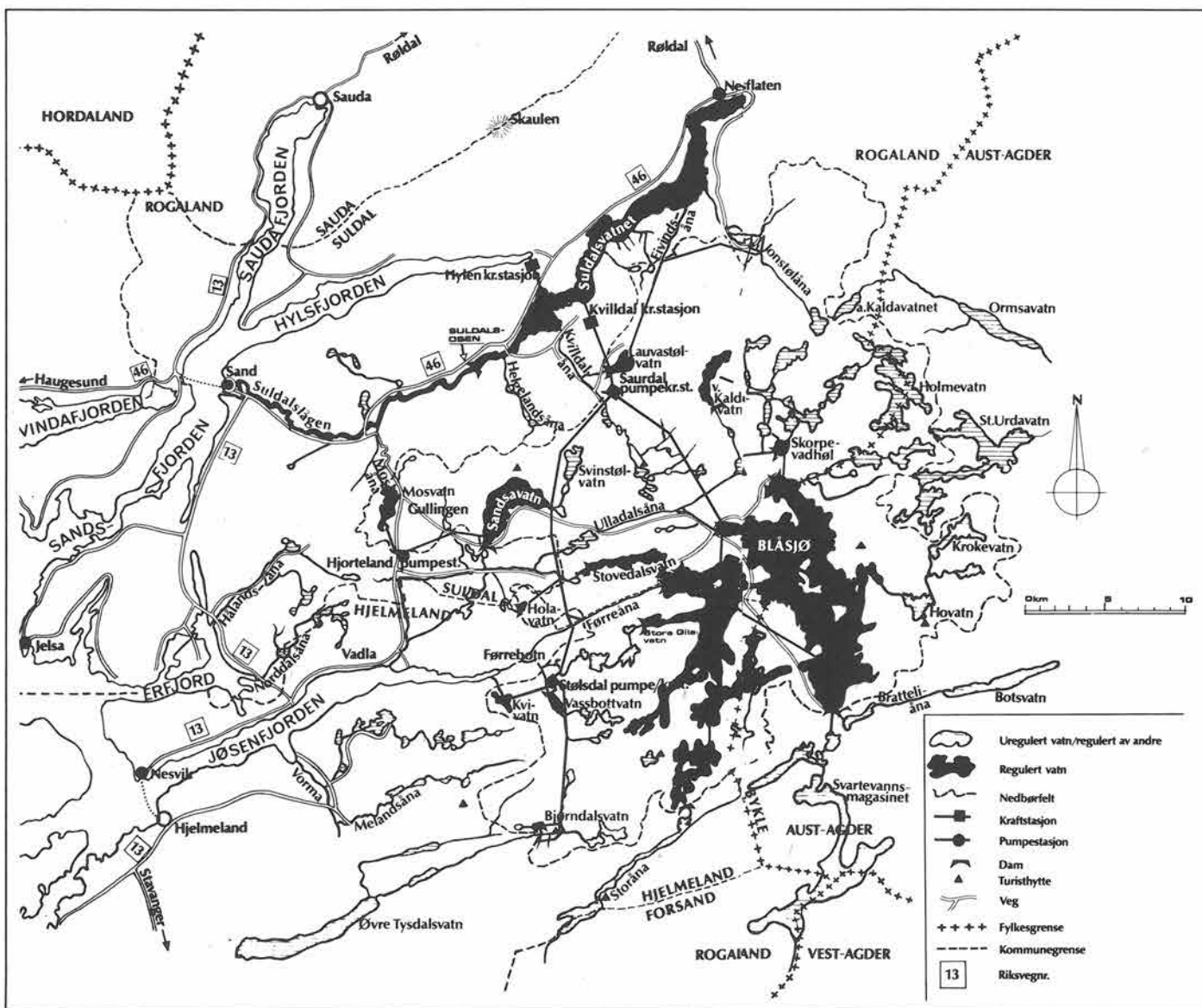


Figur 2
Skjematisk framstilling av Rørdal-Suldalutbyggingen (etter Storækre 1991). - Schematic presentation of development at Rørdal-Suldal (after Storækre 1991).

3.2 Ulla - Førreutbyggingen

I 1974 fikk Statkraft tillatelse til ytterligere reguleringer og overføring av vann fra tilgrensende vassdrag, samt å utnytte vannet fra Suldalsvatn i et kraftverk ved Hylen, i indre ende av Hyls-

fjorden. Anleggsarbeidene begynte i 1974 og ble avsluttet i 1988. Navnet Ulla-Førre skriver seg fra de to største elvene i utbyggingen: Ulladalsåna og Førreåna. **Figur 3** viser en skisse over Ulla-Førre prosjektet med kraftstasjoner og reguleringsmagasiner.

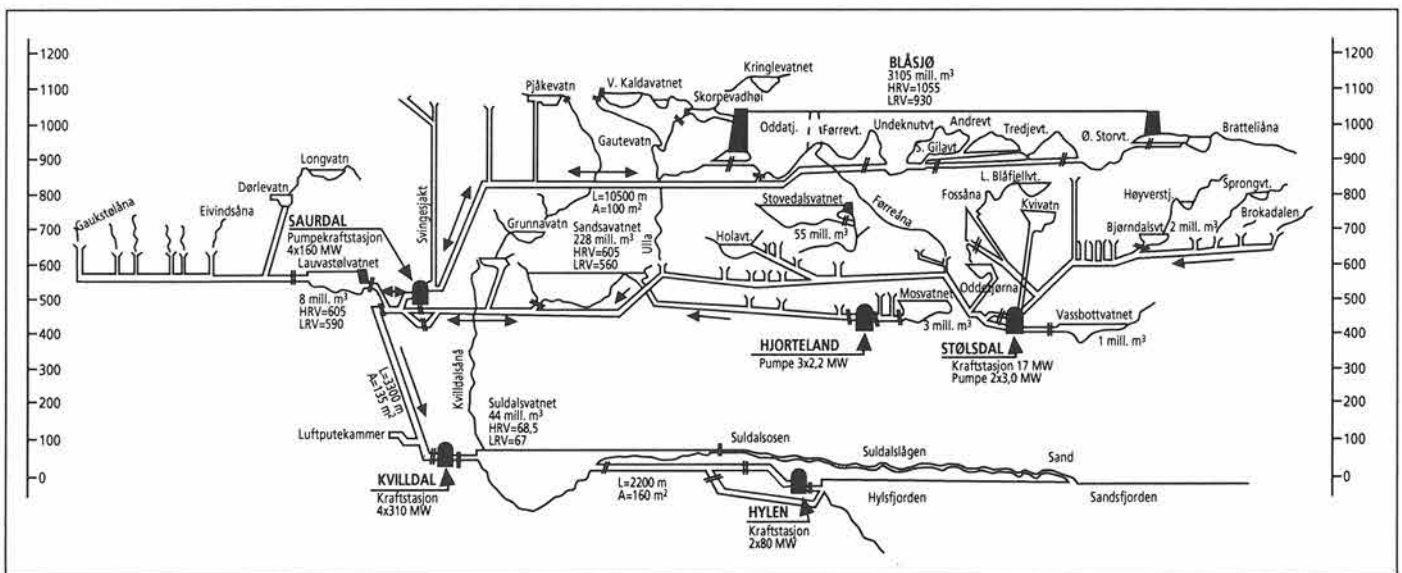


Figur 3

Ulla-Førreutbyggingen med reguleringsmagasiner, kraftstasjoner og overførings-tunneler. - Ulla-Førre development including regulating magazines, power stations and transport tunnels.

Prosjektet utnytter vannkraften i tre trinn gjennom Saurdal pumpekraftstasjon, Kvilldal kraftstasjon og Hylene kraftstasjon (**figur 4**). Et forgrenet tunnelsystem fanger opp avløpet over ca. 600 meter over havet ved ialt 39 bekke- og elveinntak etter takrenneprinsippet. På nivå 600 meter over havet er Sandsavatn den eneste magasinmulighet av betydning. Her er etablert et magasin, vesentlig ved senkning av naturlig vannstand. Sandsavatn er knyttet til tunnelsystemet ved en grentunnel. I 1000 - 1100 meter over havet ligger derimot forholdene til rette for et stort magasin - Blåsjø, med en overflate på ca. 82 km². Dette er landets største kraftverksmagasin. Blåsjømagasinet fylles dels ved tilsig fra eget felt og dels ved pumping fra 600 meters nivå gjennom Saurdal pumpekraftstasjon. Pumpingen foregår i vannrike perioder, vesentlig om sommeren og høsten. I tappeperioder opereres Saurdal som et vannlig vannkraftverk. Avløpet fra Saurdal går direkte inn i tilløpet til Kvilldal kraftstasjon, det mellomste trinnet i systemet. Mellom Saurdal og Kvilldal er det et mindre magasin: Lauvastølsvatn. Da Saurdal i lengre perioder

skal kjøres med grunnlast, mens Kvilldal også skal ta topplast, tjener Lauvastølsvatn som korttidsmagasin og utjevner lastvariasjonene. Lauvastølsvatn og Sandsavatn er regulert til samme høyeste regulerede vannstand (HRV), 605 meter over havet. På den mellomliggende tunnelstrekning er det installert luker som gjør det mulig å tappe fra magasinene på en slik måte at unødig energitap unngås. Kvilldal utnytter fallhøyden ned til Suldalsvatn som ligger 67,5 meter over havet. Herfra og ned til havets nivå utgjør Hylene kraftstasjon det siste av de tre trinnene. I tillegg til det som er nevnt er det etablert magasin i Stovedalsvatn, Mosvatn, Vassbotvatn og Bjørndalsvatn. Ytterligere 2 pumpestasjoner inngår i prosjektet, idet noen felter ligger under 600 meters-nivået. Hjorteland og Stølsdal pumpestasjoner skal pumpe vann fra henholdsvis Mosvatn og Vassbotvatn til Sandsavatn. I Stølsdal pumpe- og kraftstasjon er det i tillegg til 2 pumper også installert en turbin. Dette er gjort for å kunne utnytte Kviivatn og fallhøyden mellom inntak i Grasdalen/Stølsdalområdet og Sandsavatn til vanlig kraftproduksjon.



Figur 4
 Skjematisk framstilling av Ulla-Førreutbyggingen. - Schematic presentation of Ulla-Førre development.

4. Vannføring

4.1 Perioden 1904-1960 (før regulering)

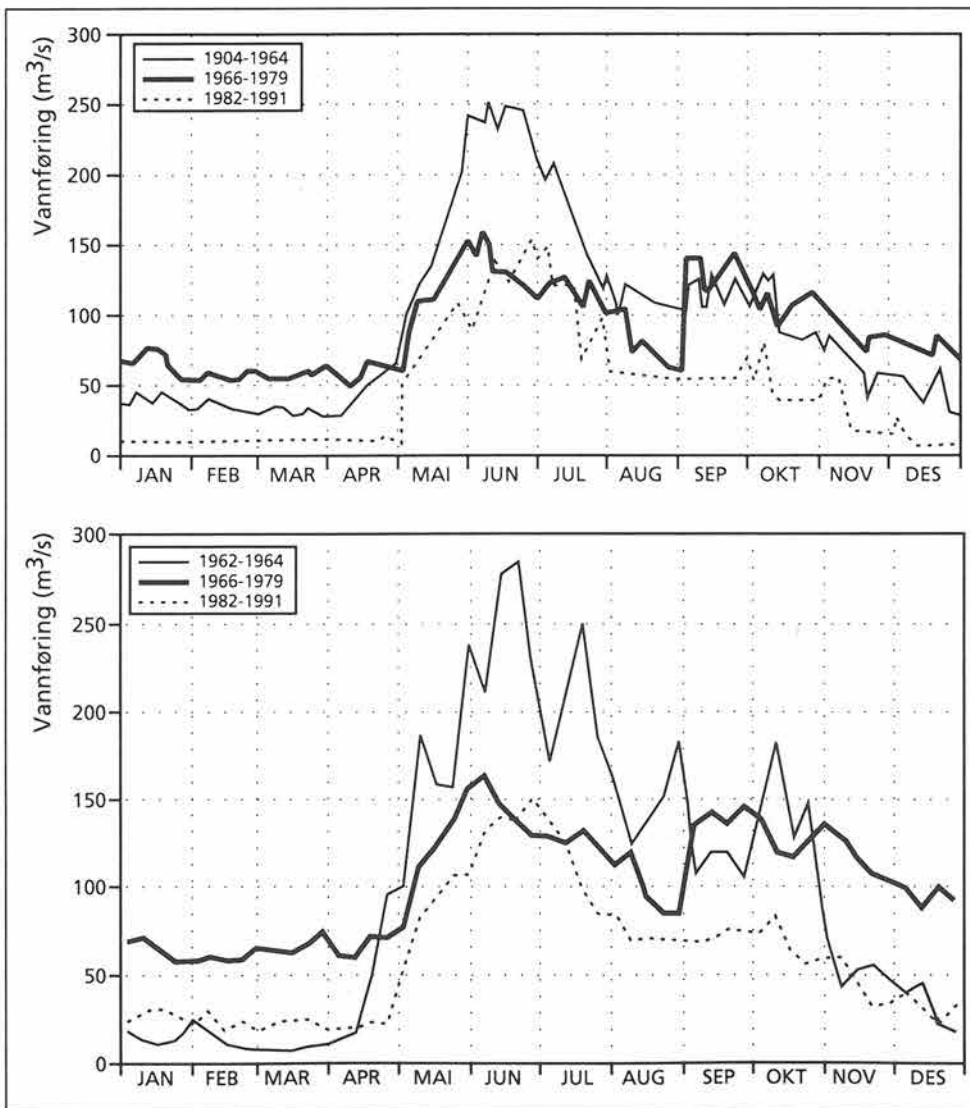
Suldalslågen er en sommerkald elv som før regulering var karakterisert ved høg sommervannføring med store fluktuasjoner. Middelvannføringen (ukesmidler) lå i vinterperioden (november - april, på 30 - 60 m³/s. En flomtopp i juni (middel) gikk opp i 250 m³/s og en høstflomtopp (middel) i september/oktober gikk opp i 130 m³/s (**figur 5** øverst). Isforholdene var ustabile i Suldalslågen, men i kalde vintre kunne elva være islagt fra midten av januar til midt i april. Minimum vintervannføring var i

perioden 1940-1960 helt ned mot 2 m³/s (figur B-2² i Kanavin 1971).

4.2 Virkninger av reguleringen

4.2.1 Perioden 1968-1979 (Røldal - Suldal)

Den første reguleringen (1968), som var en magasinering av vann i høg fjellet om sommeren for å kunne bruke det i vinterhalvåret, medførte at vannmengden i Suldalslågen ble redusert om sommeren og økt om vinteren.



Figur 5

Vannføring (ukemiddel) i Suldalslågen ved utløpet av Suldalsvatn (øverst) og nederst i Suldalslågen ved Lavika for periodene 1904-1964 (uregulert Suldalsosen), 1962-1964 (uregulert Lavika) 1966-1979 (etter Røldal - Suldalutbyggingen) og 1982-1991 (etter Ulla-Førreutbyggingen). (Øverste figur etter Tvede 1993 og nederste figur etter Tvede upublisert). - Water flow (average weekly levels) in Suldalslågen, at the outlet of lake Suldalsvatn (above) and in the lower reaches of the river Suldalslågen at Lavika from 1904-1964 (unregulated Suldalsosen), 1962-1964 (unregulated Lavika) 1966-1979 following the Røldal-Suldal development and 1982-1991 after the Ulla-Førre development.

Vannføringen (ukesmidler) lå i vinterperioden (november - april) på 50 - 110 m³/s. En flomtopp i juni (middel) gikk opp i 155 m³/s og en høstflomtopp i slutten av september gikk opp i 145 m³/s (**figur 5**).

Ved manøvreringsreglementet for Røldal-Suldalvassdragene fastsatt ved kgl. res. av 14.7.72 heter det bl.a:

" Ved manøvreringen has for øye at vassdragets tidligere flomvassføring ikke forøkes og at isforholdene i Suldalslågen ikke forverres. I fyllingstiden tappes magasinene slik at avløpet fra Suldal I og Suldal II tilsammen utgjør minst 42 m³/s uavhengig av tilsigsforholdene. Forannevnte plikt til å tappe minst 42 m³/s uavhengig av tilsigsforholdene, bortfaller etter 1. august hvert år, dog slik at konsesjonæren i fyllingstiden er forpliktet til også etter dette tidspunkt å holde en minimumsvannføring fra Suldal I og Suldal II på tilsammen opptil 42 m³/s dersom en av rettighetshaverne på forhånd utpekt representant, krever dette".

4.2.2 Perioden 1980-1990 (Ulla-Førre)

Ulla-Førrereguleringene medførte en reduksjon i vannmengdene til Suldalslågen vinter og sommer både i forhold til Røldal-Suldalreguleringen og i forhold til uregulert tilstand (**figur 5**). I praksis fikk en også i denne perioden brå, utilsiktede stengninger av vann om høsten og vinteren. Dette skjedde fordi minstevannføringen ble målt nederst i elva, men sluppet øverst.

Suldalslågens vannføringsforhold er sterkt endret som følge av Ulla-Førreutbyggingen. Alment kan det sies at vannføringen er redusert til det halve på årsbasis samtidig som normal midlere vintervannføring ut fra Suldalsvatn er både redusert og utjevnet (**figur 5**). Vannføringen om vinteren er nå imidlertid aldri lavere enn 10 m³/s (minstevannføring), noe den kunne være i uregulert tilstand. Betydningen av sidevassdragene i Suldalslågens restfelt er økt. Som følge av dette er vannføringen i de nedre deler av vassdraget langt mer ustabil etter Ulla-Førreutbyggingen, noe som igjen medfører en større hyppighet av brå vannføringsendringer og småflommer i denne del av elva (Rørslett et al. 1989).

4.2.3 Etter 1990

I 1990 ble det fastsatt nytt manøvreringsreglement, og ved Kronprinsregentens resolusjon av 22. juni 1990 ble det bestemt:

"Manøvreringsreglementet for statsreguleringen av Ulla-Førre verkene, fastsatt ved kgl.res. 13.9.74, endret ved kgl.res.

4.11.83 endres i samsvar med forslag inntatt i OED's foredrag av 22.6.90. Det nye manøvreringsreglementet er fastsatt ved en endring i reglementets post 2 som har fått følgende ordlyd:

III Suldalslågen

Det skal slippes vann til Suldalslågen i overensstemmelse med følgende bestemmelser:

a. Normalt opprettholdes følgende minstevannføringspålegg ved slippstedet Suldalsosen:

1.mai - 31. juli skal det slippes 9 m³/s til Suldalslågen som kompensasjon for Ulla-Førrereguleringen, sammen med tilløpet fra det lokale uregulerte restfelt til Suldalsvatn midlet over de foregående 5 døgn. I tillegg slippes tilløpet til Suldalsvatn fra de nedbørfelter som er regulert for Røldal - Suldal Kraft A/S (RSK) begrenset til 42 m³/s, men minst 42 m³/s når fyllingstidspunktet for RSK's kraftverker er inntrådt.

1. august - 30. september	62 m ³ /s
1. oktober - 14. oktober	50 m ³ /s
15. oktober - 14. november	35 m ³ /s
15. november - 14. desember	19 m ³ /s
15. desember - 30. april	12 m ³ /s

Alle reduksjoner i vannføring ved slippstedet skal foregå med gradvise overganger, helst over en 3-døgns periode og ikke raskere enn gjennomsnittlig 3 % pr. time.

b. I tiden 1. mai til 14. oktober kan en av de fiskeberettigede utpekt representant pålegge slipping av ytterligere 50 mill m³ pr. år for situasjonstilpassede manøvreringsformål.

c. Driftsutvalg for råd om fravikelse av manøvr.reg.

IV Hylen kraftverk

Fra 1. juni til 31. juli skal det normalt ikke overføres vann til Hylsfjorden. Ved flom skal en ta sikte på å holde vannføringen ved Lavika under 350 m³/s. Ved regulering av en slik flomsituasjon kan overskytende vann overføres til Hylsfjorden når Suldalsvatn har nådd HRV. I tråd med driftsutvalgets innstilling kan Statkraftverkene kjøre Hylen kraftverk i kortere tidsrom i denne perioden ved vannstand lavere enn HRV i Suldalsvatn, for derigjennom å øke tilgjengelig slippvolum for situasjonstilpassede manøvreringsreglement".

I Departementets bemerkninger heter det at minstevannføringen er beregnet å være den samme som tidligere bare med andre tall fordi målepunktet er flyttet. Minstevannføringen skal i følge Statkrafts forslag ikke noen gang i løpet av året underskride $10 \text{ m}^3/\text{s}$ målt ved Suldalsosen.

4.3 Konklusjon

Sammenliknet med den uregulerte tilstanden medførte Røldal-Suldal en reduksjon av vårflommene, men influerte mindre på høstflommene. Vintervannføringen økte betydelig. Ved Ulla-Førre utbyggingen, derimot, ble middelvannføringen sterkt redusert over hele året i forhold til uregulert tilstand (**figur 5**). På grunn av minstevannføringen om vinteren framkommer nå aldri så lave minimums vintervannføringer som i uregulert tilstand. Restfeltene kan derfor ha hatt like stor om ikke større betydning i uregulert tilstand.

5. Vanntemperatur

5.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen

5.1.1 Perioden 1968-1975 (Røldal-Suldal)

I forbindelse med Røldal-Suldalutbyggingene, ble det utarbeidet en rekke rapporter av E. Kanavin og O. Devik som omtalte temperaturmålingene i Suldalslågen og de endringer som denne utbyggingen medførte. Det viktigste er samlet i Kanavin (1971, 1976).

I Kanavin (1976, konklusjon s. 4 og 5) heter det:

"Selv om måleresultatene ikke er helt sammenlignbare, er det allikevel mulig å danne følgende konklusjon om reguleringens innvirkning på de termiske forhold i Suldalslågen:

1. Avløpsvannet i Suldalsoset i vintermånedene oktober - mai er gjennomsnittlig noen tiendelsgrader varmere enn før reguleringen. Dette kan skyldes øket gjennomstrømning av varmere magasin vann. I sommermånedene juni - september får Suldalsvann mindre smeltevann fra fjellet og avløpsvannet holder høyere temperatur. Gjennomsnittlig $0.5 - 2^\circ\text{C}$, vesentlig avhengig av vindforholdene over Suldalsvatn. Temperaturvariasjonene er hovedsakelig avhengig av værforholdene og lite av reguleringen.

2. Temperaturforholdene i nedre del av Suldalslågen er mer utsatt for reguleringens innvirkning. På strekningen fra Suldalsoset til Tjelmane bru er avkjølingen av vannmassene mindre enn under uregulerte forhold. Dette p.g.a. øket vintervassføring (forholdet B/Q).

P.g.a. avløpsvannets overtemperatur og øket vintervannføring, er det lite is i elva etter reguleringen. Vannet ved Tjelmane bru holder en gjennomsnittlig overtemperatur på mellom $2 - 3^\circ\text{C}$. Bare under langvarige kuldeperioder synker den til 1°C .

I sommermånedene juni-september, er vanntemperaturen også noe høyere enn før reguleringen, omtrent i samme grad som i Suldalsoset.

Variasjoner i vannets temperatur måned etter måned er omtrent de samme som før reguleringen.

3. Døgnvariasjoner i vanntemperaturen om sommeren før reguleringen er ikke undersøkt. Erfaringer fra andre vassdrag viser at

slike forekommer alltid, og da særlig i varme, solrike dager. Eksempelvis viser målingene i Jostedalselva at døgnvariasjoner i en uregulert elv kan være tildels større enn i en regulert elv".

Kanavin har ikke gjort noe forsøk på å sammenlikne de beregnede temperaturendringer i Suldalslågen fra før til etter Røldal-Suldalutbyggingen med eventuelle samtidige temperaturendringer i uregulerte elver (referansemålinger). Slike referansemålinger i denne regionen finnes såvidt vi vet heller ikke fra 1960-tallet. Ved å se på lufttemperaturmålinger i Sauda kan det imidlertid se ut som om det har vært omtrent de samme lufttemperaturendringer i Sauda som vanntemperaturendringer i Suldalslågen. Noen av de endringer som Kanavin tillia Røldal-Suldalutbyggingen kan derfor antakelig heller tilskrives endringer i værforhold (brev fra NVE, Hydrologisk avdeling av 19.1.1994 til NINA).

5.1.2 Perioden 1980-1985 (Ulla/Førre uten Blåsjø)

I oppdragsrapport nr. 13 - 87 fra Hydrologisk avdeling (Tvede 1987) er det gitt en presentasjon og analyse av vanntemperaturforholdene i Suldalsvassdraget for årene 1973-1985. Bare Røldal-Suldalutbyggingen hadde innflytelse i perioden 1973-1979, men fra 1980 kom Ulla-Førreutbyggingen gradvis inn ved at Hylene og Kvilldal kraftstasjoner kom i drift med stadig flere aggregater. Saurdal kraftverk som drives på vann fra Blåsjø kom ikke i ordinær drift før i 1986. Perioden 1980-1985 representerer derfor den fasen da Ulla-Førreverkene ble drevet uten vann fra Blåsjømagasinet. Fra 1973-1979 til 1980-1985 var det en klimakorrigert temperaturnedgang i Suldalslågen som på årsbasis representerte ca. 250 graddøgn eller i middel ca. 0,7 °C. Temperaturnedgangen var størst i vintermånedene og i juni - juli (Tvede 1992, s. 6). Av **tabell 2** (Tvede 1987) går det fram at vanntemperaturen ved Stråpa har sunket 0,6 og 0,8 °C i juni/juli og ved Tjelmane har vanntemperaturen sunket 0,9 og 0,8 °C i juni/juli.

5.1.3 Perioden 1986-1991 (Ulla/Førre med Blåsjø)

Fra perioden 1980-1985 til perioden 1986-1991 har det vært bare ubetydelige temperaturendringer i Suldalslågen, med et mulig unntak for september. Grunnen til at temperaturen har sunket 0,7 °C i september har sannsynligvis sin forklaring i at kjøringen av Blåsjøvann har vært mer omfattende i denne måneden enn i de andre sommermånedene, se kap. 4.2. Det faktum at endringen i september var like stor ved Suldalsosen

som ved Tjelmane styrker denne forklaringen. Det kan derfor konkluderes med at de temperaturendringer som Ulla-Førreutbyggingen til nå har forårsaket i Suldalslågen i det alt vesentlige kom allerede i perioden 1980-1985 og ble forårsaket av endringer i vannføringen om vinteren og kjøringen av Kvilldal kraftverk i juni - juli (Tvede 1992, s. 28).

5.1.4 Konklusjon

Ifølge NVE kan noen av de endringer som Kanavin tillia Røldal-Suldalutbyggingen antakelig tilskrives endringer i værforhold. Vi må derfor nøye oss med å slå fast at det har vært en temperaturnedgang i sommersesongen (mai - oktober) på 115 graddøgn fra perioden 1973-1977 til perioden 1986-1991 (Tvede 1992). Også når det gjelder vinterperioden har Ulla-Førre reguleringen gitt reduksjoner i forhold til Røldal-Suldal mens det altså hersker en viss usikkerhet når det gjelder endringene av Røldal-Suldalutbyggingen i forhold til uregulert tilstand.

I HM-Notat nr. 7-93 fra NVE om vanntemperaturen i Suldalslågen er temperaturendringer vurdert i perioden 1.5 - 15.6 med utgangspunkt i Statkrafts søknad om nytt manøvreringsreglement. I søknaden ønsker Statkraft å øke vannføringen jevnt fra 12 til 20 m³/s i perioden 1. mai til 10. mai. Fra 11. mai til 15. juni skal vannføringen ligge på 20 m³/s, og resten av året som før. I konklusjonen heter det at den omsøkte endring i manøvreringsreglementet for Suldalslågen i perioden 1.5 - 15.6 ser ut til å føre til en midlere vanntemperaturøkning ved Suldalsosen på ca. 1 °C og ved Tjelmane på ca. 2 °C i forhold til temperaturforholdene ved dagens manøvreringsreglement (Tvede 1993a).

5.2 Undersøkelser/overvåking

NVE - Hydrologisk avdeling og Statkraft arbeider med en utredning om strømnings- og temperaturforholdene i Suldalsvatn. Modellkjøringer vil kunne gi mer eksakt viten om hvordan vann med ulik temperatur fra de forskjellige tilsigene beveger seg gjennom innsjøen og kan påvirke temperaturen i Suldalslågen gjennom året.

Avløpsvannet fra Kvilldal kraftverk kan komme fra flere kilder i høydenivået 500 - 1100 m.o.h. Det er opplagt at det på samme dag vil kunne være flere graders forskjell i vanntemperaturen fra kilde til kilde. Det er imidlertid ikke utført noen systematisk samtidig undersøkelse av temperaturvariasjonene i de ulike magasiner og bekkeinntak, men noen data er samlet i forbindelse

med de vannkjemiske måleprogrammene. Det bør gjennomføres en systematisk temperaturundersøkelse i de aktuelle magasiner og bekkeinntak slik at man kan få tilstrekkelig datagrunnlag til å kunne foreslå en "optimal" kjøring av Kvilldal kraftverk for å oppnå en så høy vanntemperatur som mulig. Dette vil være spesielt viktig i perioden mai - august, men hele året bør inkluderes i en slik undersøkelse. Røldal-Suldalutbyggingen bør også tas med i en slik undersøkelse slik at man kan få en full oversikt over hvilke muligheter til temperaturreguleringer som foreligger innenfor hele utbyggingsprosjektet.

Dersom det er ønskelig med en helhetlig vurdering av temperaturendringene i Suldalslågen i forhold til uregulert tilstand vil det være nødvendig med en vurdering av Kanavins data i forhold til lufttemperaturmålinger i området (kfr. brev fra NVE, Hydrologisk avdeling til NINA av 19. januar 1994).

6. Vannkvalitet

6.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen

Det har siden ca. 1965 blitt utført store inngrep i nedbørfeltet til Suldalsvatn i form av kraftutbygginger. Utbyggingsområdet omfatter ca. 2000 km² i Ryfylkeheiene. Reguleringen av Røldal-Suldal (796 km²) i nord var ferdig i 1967 og Ulla-Førreområdet (875 km²) i 1988.

Det ble ikke foretatt noen vurdering av hvordan vannkvaliteten i Suldalsvatn og Suldalslågen ble påvirket av reguleringen i Røldal-Suldalområdet.

Vannkjemiske og fiskeribiologiske undersøkelser i 1969-1970 (Vasshaug 1973) og vannkjemiske undersøkelser i 1974-1976 (Snekvik 1977) viste at store deler av Ulla-Førreområdet besto av sure, fisketomme vassdrag. Det knyttet seg derfor en viss usikkerhet til overføringen av vassdragene i Blåsjøområdet til Suldalsvatn og de eventuelle skadevirkninger dette kunne få for Suldalslågens særegne laksestamme (Gunnerød 1984).

DVF-Fiskeforskningen startet derfor i 1978 en undersøkelse av vannkvaliteten i Ulla-Førre og Røldal-Suldalområdene. Undersøkelsen har fortsatt til 1993, i regi av DN, NINA og FUS-prosjektet (Forsuringsutviklingen i Suldalsvassdraget).

Datarapporter fra de første årene er utgitt av Sivertsen et. al. (1980) og Sivertsen og Skogheim (1981). Resultatene og foreløpige modeller ble diskutert av Abrahamson og Skogheim (1981). Datamaterialet fra 1981-1982 ga grunnlag for en mer omfattende prognose for vannkvaliteten i Suldalsvatn og Suldalslågen etter avsluttet utbygging (Abry og Skogheim 1983). Den videre undersøkelsen av vannkvalitet i Suldalsområdet er bearbeidet og diskutert i følgende rapporter: 1983-1984 (Blakar og Pedersen 1986); 1985-1986 (Blakar og Pedersen 1988); 1986-1988 (Blakar et. al. 1989); 1989-1990 (Løvhøyden 1992); 1991 (Blakar og Digernes 1992); 1992 (Blakar og Digernes 1993).

Prøvetakingsprogrammet har blitt forandret fra 1978 til i dag. Da undersøkelsen startet i 1978 ble det tatt regionale prøver i de områdene som ville bli neddemt av Blåsjø og i Suldalslågen. Etter hvert som utbyggingen av Ulla-Førre gikk framover ble en del regionale lokaliteter i Blåsjøområdet neddemt (1985).

Siden 1983 har undersøkelsen omfattet ukentlige prøver av vannkvaliteten i de to hovedtilførselene til Suldalsvatn (Suldal og

Kvilldal kraftstasjoner) og fra det regulerede Ulla-Førreområdet ved Lauvastølvatn, Holmlia (Sandsaområdet) og Saurdal (Blåsjø). Prøver ble også tatt i de to hovedutløpene fra Suldalsvatn, Hylen kraftstasjon og på flere lokaliteter i Suldalslågen. Fra 1983 ble månedlige prøveserier undersøkt på fire stasjoner i Suldalsvatn (6 dyp).

Fordi vannkvaliteten i Blåsjømagasinet kan få stor betydning for vannkvaliteten i Suldalsvatn og -lågen ble det igangsatt undersøkelse i Blåsjø i 1989 (Blakar et. al 1989, Løvhøyden 1991, 1992; Larsen og Schartau 1993).

En regional undersøkelse i det regulerede restfeltet til Suldalslågen (135 km² Blakar et. al 1989) i 1989-1990, viste at mange delfelt har dårlig vannkvalitet og gir svært dårlig vannkvalitet i elva ved store nedbørepisoder (Blakar og Digernes 1990).

I FUS-prosjektet, (1991-1993) ble det generelle programmet redusert til prøver hver fjortende dag og bare fire prøveserier i Suldalsvatn pr. år. Reduksjonen var nødvendig for å få midler til en undersøkelse i de uregulerte restfeltene til Suldalslågen (135 km²) og Suldalsvatn (358 km²). I 1991-1993 ble det tatt månedlige prøver i 25 uregulerte delfelt. I perioder har det blitt tatt daglige prøver i ett felt (Fossåna).

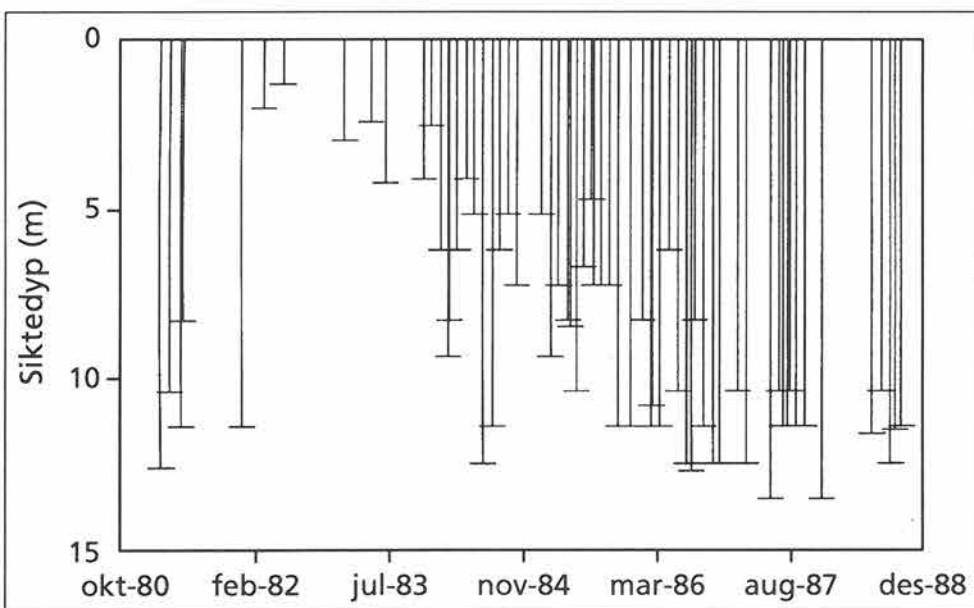
Nedenfor følger en kortfattet oversikt over status og utvikling av noen viktige vannkvalitetsparametre i Suldalsområdet. Mer

detaljerte beskrivelser og diskusjoner av vannkvalitet i området er gitt i tidligere refererte arbeider.

6.1.1 Suldalsvatn

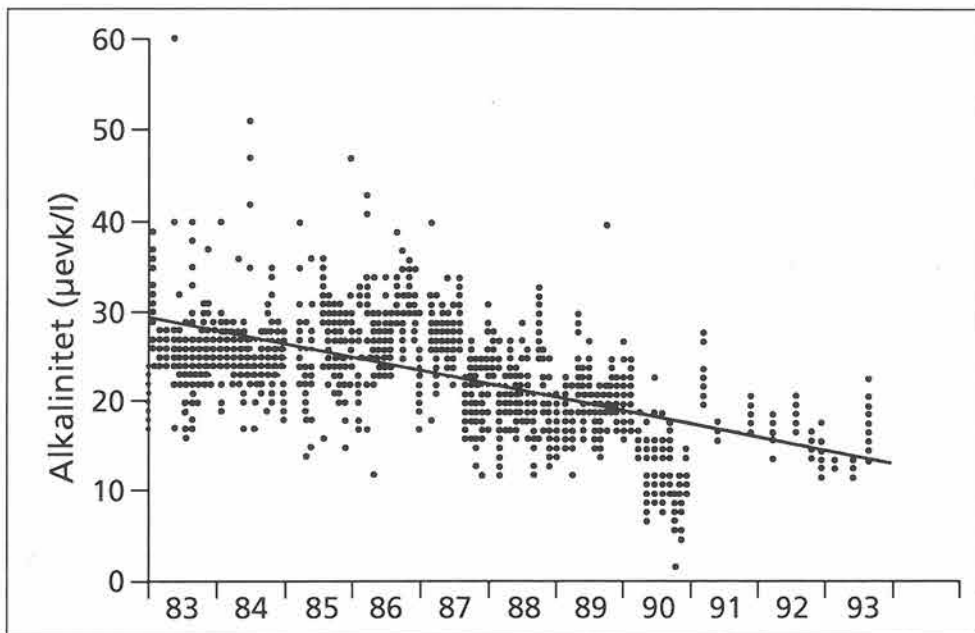
Suldalsvatn er en næringsfattig klarvannsjø med relativt stort siktedyp (10-15 m) og lav turbiditet (0,5 FTU). I 1982-1983 avtok imidlertid siktedypet til 1-3 m (**figur 6**) på grunn av økt turbiditet (2-4 FTU). Dette skjedde som følge av stor tilførsel av finfordelt partikulært materiale som ble erodert ut fra reguleringssona i Sandsa-magasinet (på 600 m-nivå). Etter 1986-1987 har siktedyp og turbiditet i Suldalsvatn vært omtrent som før nevnte regulering av Sandsa-magasinet.

Suldalsvatn hadde i perioden 1983-1988 lav alkalinitet (20-30 µekv/l). Slike vannmasser har liten evne til å motstå forsurening. Etter 1989 har alkaliniteten vist en synkende tendens, kfr. **figur 7**. Middelerdiene har de siste årene blitt redusert til 15-20 µekv/l. Avtaket i alkalinitet har bl.a. sammenheng med tapping fra Blåsjø. Vinteren 1987-1988 var den første driftsseasonen hvor betydelige mengder vann fra Blåsjø ble tilført Suldalsvatn. Det er vanskelig å si hvor mye alkaliniteten vil fortsette å falle i Suldalsvatn. Utviklingen vil avhenge av hvor dårlig vannkvaliteten etter hvert blir i Blåsjømagasinet. Overvåkingen av Suldalsvatn må derfor fortsette til vannkvaliteten i Blåsjømagasinet blir stabil.



Figur 6

Siktedyp i Suldalsvatn i 1981-1988. - Secchi disk transparency in lake Suldalsvatn 1981-1988.



Figur 7

Alkalinitet i Suldalsvatn 1983-1993. -
Alkalinity in lake Suldalsvatn 1983-
1993.

6.1.2 Blåsjø

Tilførslene til Blåsjø er dominert av dårlig vannkvalitet (lav alkalinitet og pH). I perioden 1986-1992 falt pH i Blåsjø til 5,3. Samtidig ble konsentrasjonen av kalsium redusert til 0,4 mg/l. Alkaliniteten er i dag tilnærmet null. Reduksjonen i pH og kalsium har blitt mindre med årene, men verdiene viser fortsatt en fallende tendens.

Vannmassene i Blåsjø skiftes etter hvert ut ved tilsig, tapping og pumping. Det tar tre år å fylle et tomt Blåsjømagasin. Fordi store områder vekselvis blir tørrlagt og neddemt vil det ta lang tid (flere år) før vannkvaliteten blir stabil. Overvåkingen i Blåsjø må derfor fortsette i en ny tre-årsperiode.

6.1.3 Restfeltet til Suldalsvatn

De uregulerte feltene som drenerer til de nedre deler av Suldalsvatn (nedenfor Suldalsporten) har relativt dårlig vannkvalitet (surt vann i flomperioder). De øvrige delfeltene har stort sett brukbar vannkvalitet.

Surhetsgraden i utløpet fra Suldalsvatn har i perioder vært noe lavere enn på hovedstasjonene i Suldalsvatn. Dessuten viser pH-verdiene i utløpet en fallende tendens de siste årene.

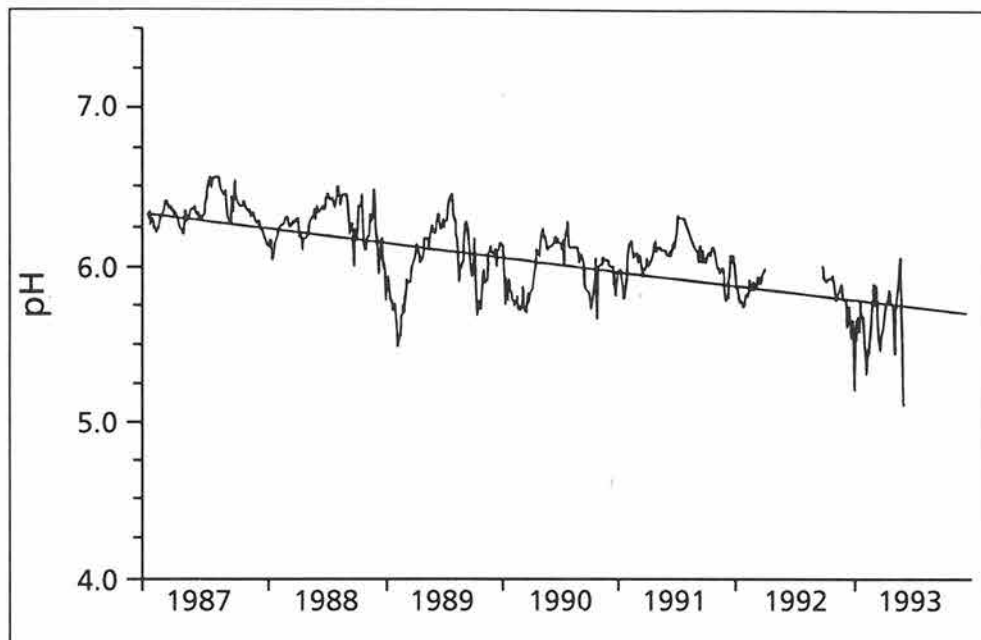
Faretruende lave verdier (pH 5,2-5,8) ble registrert både vinteren 1988-1989 og 1992-1993, kfr. **figur 8**.

Suldalsvatn har et relativt grunt og smalt basseng nedenfor Suldalsporten. I perioder med minstevannføring til Suldalslågen (desember-april) og samtidig stor tapping via Hysten, blir vannkvaliteten i de nedre deler av Suldalsvatn påvirket av sure, lokale tilførsler fra delfeltene nedenfor Suldalsporten. Lave pH-verdier i utløpet (pH < 5,8) indikerer at påvirkningen kan bli betydelig, særlig i flomperioder.

Prøvetakingen i det uregulerte restfeltet til Suldalsvatn kan reduseres betydelig i 1994. Undersøkelsen i et par sure delfelt nedenfor Suldalsporten bør imidlertid fortsette.

6.1.4 Restfeltet til Suldalslågen

Sidevassdragene til de øvre deler av Suldalslågen har relativt god vannkvalitet, mens de nedre delfeltene preges av surt (pH ned mot 4,7) og aluminiumsrikt vann (> 150 µg Al/l) i flomperioder. I perioder med minstevannføring ut av Suldalsvatn (desember - april) kan tilførsler fra det uregulerte restfeltet ha betydelig negativ effekt på vannkvaliteten i Suldalslågen. I flomperioder bidrar restfeltet med 50-90 % av vannføringen nederst i



Figur 8
pH i utløpet fra Suldalsvatn 1987-1993. pH levels in the outlet from lake Suldalsvatn 1987-1993.

Suldalslågen. Flere episoder med faretruende lav pH (4,8-5,5) og relativt høge aluminiumskonsentrasjoner (ca. 100 µg/l) har blitt registrert nederst i Suldalslågen de siste årene. I flomperioder vil tilførsler fra restfeltet antakelig gi farlige blandsoner med betydelig utbredelse i Suldalslågen (mer om blandsoner senere).

De siste årene har det blitt registrert sure episoder i Suldalslågen og flere sidevassdrag i forbindelse med vinterstormer. Samtidig har nedbøren vært relativt lite sur, men betydelig anrikt på marine salter. De sure episodene i vassdragene kan derfor skyldes ionebytteprosesser, dvs. marint tilført natrium i nedbør byttes med protoner i nedbørfeltet slik at avrenningen blir sur.

6.2 Kompensasjonstiltak

I denne delen av landet er nedbørepisodene ofte korte og intense og fører til raske og store variasjoner i vannføring. Dette vil ha stor betydning for de tiltak som må gjøres.

Et kalkingsanlegg ved Suldalsosen har vært i drift siden 1986. Vannet ut av Suldalsvatn blir her kalket når pH synker under 6,0. Fram til i dag har dette stort sett bare skjedd i perioder med minstevannføring (12 m³/s fra Suldalsvatn). Vannet kalkes opp til en alkalinitet på 50 µekv/l. Ved små vannføringer (20 m³/s) bruker vannet ca. 15 timer på sin veg fra Suldalsosen til havet

(Sand). Nevnte elvestrekning er 22 km. Oppholdstida i elva avtar til ca. 9 timer når vannføringen øker til 100 m³/s (A. Tvede, pers. medd). I ekstreme flomepisoder bidrar avrenningen fra det uregulerte restfeltet rundt Suldalslågen med 50-95 % av vannføringen ved Sand. I slike flomperioder blir effekten fra kalkingsanlegget ved Suldalsosen svært liten, dvs. vannkvaliteten nederst i Suldalslågen blir vesentlig bestemt av de sure tilførsle fra elvas uregulerte restfelt.

Dersom den negative utviklingen av vannkvaliteten fortsetter, og elvevannet også i framtida skal være levelig for fisk og andre organismer i flomperioder, må det etableres ett eller flere nye kalkingsanlegg nedover langs Suldalslågen. Eventuelle anlegg kan bygges oppstrøms stryk i hovedelva eller direkte i sidebekker. Dosering av kalk kan skje vannproporsjonalt (som i Audna) eller styres ved hjelp av pH-registrering (kfr. Vikedalselva) og/eller andre kjemiske parametre. Foreløpige data kan indikere at både avrenning og vannkvalitet fra det uregulerte restfeltet til Suldalslågen følger svingningene i et nylig instrumentert referansefelt (Fossåna). Det bør derfor vurderes om eventuelle framtidige kalkingsanlegg i Suldalslågen best kan styres ved hjelp av vannføring og kjemidata fra nevnte referansefelt.

Noen andre tiltak som bør vurderes dersom utviklingen i Suldalslågen og Suldalsvatn blir ytterligere forverret, er kort skissert nedenfor.

- Bedre vannkvaliteten ved å nøytralisere Suldalslågen ved hjelp av saltvann som pumpes opp via Hysten kraftstasjon og videre fram til Suldalsosen. Saltvann bør vurderes som alternativ til kalk dersom tilførsel av kalk fører til uakseptabel feilvandring (kfr. 90 % feilvandring av laks i Audna, L. P. Hansen, pers. medd.).

- Bedre vannkvaliteten i Suldalslågen ved å terrengkalke ett eller flere delfelt i restfeltet til Suldalslågen. Landbasert kalking bør eventuelt skje i nært samarbeid med landbruket, dvs. slik at skog, utmark og dyrka mark blir kalka optimalt.

- Bedre vannkvaliteten i Suldalsvatn ved å kalke Blåsjø og/eller tilførselen fra Blåsjø til Suldalsvatn, f.eks. ved Kvilldal.

- Vannkvaliteten på 600-m nivå (via Sandsa og Lauvastøl) er foreløpig relativt god. Eventuelle skadelige tilførsler av surt vann fra Blåsjø kan derfor reduseres ved styrt pumping og tapping fra ulike magasin i området. Vannkvaliteten i Blåsjø kan f.eks. bedres betydelig ved at store vannmengder pumpes fra 600-m nivå til 1000-m nivå. Alternativt kan surt vann fra 1000-m nivå blandes med godt vann på 600-m nivå før det tappes videre via Kvilldal til Suldalsvatn.

- Bedre vannkvaliteten i Suldalsvatn ved å konstruere en undervannstunnel (plastrør) slik at surt vann, som tappes fra Blåsjø via Kvilldal, kan transporteres direkte til Hysten uten eventuell skadelig innblanding i Suldalsvatn.

6.3 Undersøkelser/overvåking

Den kjemiske overvåkingen bør fortsette omtrent som i det opprinnelige programmet, dvs. ukentlig prøvetaking på noen stasjoner i Suldalslågen, Suldal kraftstasjon I og II, Lauvastøl, Holmlia, Saurdal, Kvilldal kraftstasjon og Hysten.

I Suldalsvatn bør det tas månedlige prøver på fire stasjoner og seks dyp (dvs. som i perioden 1983-1990).

I Blåsjømagasinet bør det tas prøver på tre stasjoner og seks dyp to ganger i året.

Undersøkelsen i restfeltet til Suldalslågen og Suldalsvatn bør kunne trappes noe ned. Det bør imidlertid tas ukentlige prøver i minst tre delfelt og daglige prøver i det instrumenterte Fossånafeltet i perioder. I tillegg bør det tas prøver i et stort antall side-

bekker i ekstreme flomsituasjoner (kfr. kjemisk kartlegging av blandsoner omtalt nedenfor). Nedbørprøver bør samles på to stasjoner som tidligere. NILU-målerne bør imidlertid tømmes noe hyppigere (ukentlig, eventuelt daglig i perioder).

Temperatur og siktedyp måles ved alle prøvetakingene. Vannprøvene analyseres for de samme fysiske og kjemiske parametrene som tidligere, dvs. turbiditet, konduktivitet, farge (humus), surhetsgrad (pH), kalsium, magnesium, natrium, kalium, aluminium (noe spesiering) alkalinitet, sulfat, klorid og nitrat. Silisium, viktige tungmetaller (ICP-analyser) og TOC kan analyseres i utvalgte prøver.

Utbredelsen av såkalte blandsoner hvor surt, aluminiumsrikt vann fra sidebekker blandes med mer nøytralt vann fra hovedvassdraget bør kartlegges. I slike blandsoner kan det dannes Al-spesier som er svært giftige for fisk (Rosseland et al. 1992). I Ulla-Førre- og Suldalsområdet vil lave konsentrasjoner av silisium (ofte mindre enn 1 mg Si/l) øke giftvirkningen av aluminium (jf. Birchall et al. 1989). I Suldalslågen kan det forventes en betydelig utbredelse av toksiske blandsoner i flomperioder. Enkelte sidebekker får da relativt surt vann (pH synker til 4,8) med høge konsentrasjoner av aluminium (> 150 µg/l). En kjemisk kartlegging av toksiske blandsoner bør derfor skje under ekstreme flomepisoder. En slik undersøkelse kan bli noe vanskelig å planlegge fordi store flommer fra restfeltet både er kortvarige (timer) og svært sjeldne (få pr. år). Dessuten vil stor vannføring (150-200 m³/s) vanskeliggjøre prøveinnsamling nederst i vassdraget. Etter at blandsonene er kartlagt kjemisk, bør fisketetthet (og eventuelt døende og døde fisker) registreres i de samme områder både før og like etter senere storflommer. I tillegg bør det samles fisk for å undersøke om det er utfelt aluminium på gjellene. Slike feltundersøkelser vil gi mer økologisk relevant kunnskap enn drastiske karforsøk hvor levende oppdrettsfisk blir eksponert, men samtidig hindret fra å svømme vekk fra en giftig vannkvalitet.

Det er nylig utført karforsøk med oppdrettet laksesmolt som kan indikere at smolt i moderat forsura og kalka vassdrag har mye større dødelighet ved utvandring (fra ferskvann til saltvann) enn smolt som vandrer ut av elver med naturlig god vannkvalitet (Kroglund et al. 1993). Dersom det samme gjelder for naturlige populasjoner (dvs. laksunger som har levd hele sitt liv i elvene), vil resultatene kunne få avgjørende betydning for framtidige smoltutsettinger og valg av avsyrimmetoder i sure vassdrag. Det er dessuten nylig vist at utsatt oppdrettsmolt i kalka vassdrag har liten evne til å finne tilbake til utsettingselva som gytemoden laks, dvs feilvandringa er ekstrem stor. I Audna som kal-

kes hele året, er det f.eks registrert en feilvandingsprosent på 90 (L. P. Hansen, pers. medd.).

Det er et stort behov for økt kunnskap på de tre problemområdene som kort er nevnt ovenfor (dvs. angående blandsoner, økt dødelighet av smolt ved utvandring samt økt feilvandring av gytemoden fisk). Det er sannsynlig at ny kunnskap på disse feltene vil få store forvaltningsmessige konsekvenser både når det gjelder eventuelle utsettingspålegg og for vår nasjonale kalningsstrategi. Problemene er imidlertid av så stor generell og prinsipiell karakter at nasjonale institusjoner bør samarbeide med eventuelle regulanter om å finansiere slik forskning.

Dersom det i framtida skulle bli nødvendig å gjennomføre flere tiltak for å redde laksestammen i Suldalslågen fra en eventuell forsuringsdød, er det viktig at det finnes gode grunnlagsdata. Den kjemiske overvåkingen som er skissert ovenfor må derfor fortsette til forholdene i Blåsjø og Suldalsvatn har stabilisert seg.

For å kunne vurdere utviklingen av vannkvalitet i Suldalsområdet fra før utbyggingene startet til idag, må det skaffes hydrologiske data og kunnskap om hvordan reguleringen har forandret tilførsler, vannføring og gjennomstrømming i Suldalsvatn og andre deler av området.

For å kunne kvantifisere reguleringens effekt på vannkvaliteten i Suldalslågen må eksperter i hydrologi beregne vannføringen ut av Suldalsvatn i flomperioder før reguleringen (på timebasis) samt vise hvordan (fra hvor og i hvilke sjikt) vannet transporteres gjennom de nedre deler av Suldalsvatn (nedenfor Suldalsporten).

7. Begroing

7.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen

Undersøkelser på begroing i Suldalslågen er utført av Norsk institutt for vannforskning (NIVA). I rapport "Biologiske effekter i Suldalsvassdraget" gir Rørslett et al. (1989) en vurdering av Ulla-Førrereguleringens effekt på begroingsforhold i Suldalslågen. Vurderingen er basert på undersøkelser utført i perioden 1986 til 1988, men i vurderingene er det også trukket inn tidligere undersøkelser av begroingsforhold i Suldalslågen (Skulberg 1981, 1986, 1987).

Undersøkelsene av begroingsforholdene i Suldalslågen er av relativt ny dato. Dette gjør at det ikke er mulig å si noe konkret om utviklingen av begroingsforholdene i vassdraget og om effekter av reguleringene. Undersøkelser av begroing ble ikke utført verken før Røldal-Suldal eller Ulla-Førreutbyggingen. I følge Rørslett et al. (1989) indikerer eldre beskrivelser av vassdraget at de kvalitative delene av begroingssamfunnet er lite endret som følge av vassdragsreguleringene. Det er i hovedsak de samme nøysomme artene av moser, karplanter og alger som preger Suldalslågen.

Suldalslågen har frodige begroingssamfunn. Det er ialt observert 12 arter moser; 4 levermoser og 8 bladmoser. Det er to klart definerte mosesamfunn. Det ene er levermose-samfunnet som i hovedsak består av *Scapania undulata* og *Marsupella aquatica*. Disse danner mørkegrønne til rødlige puter på steiner i hele elveprofilen og er meget strømtolerante. I disse putene kan en finne mindre forekomster av andre arter.

Det andre mosesamfunnet er *Fontinalis*-samfunnet hvor lange dusker av *Fontinalis dalecarlica* dominerer. *Fontinalis antipyretica* som er mindre strømtolerant enn *F. dalecarlica* var ikke så dominerende. *F. dalecarlica* ble imidlertid målt til skuddlengder på hele 1,2 m flere steder. Dette samfunnet var på flere stasjoner dominerende langs siden på elveprofilen med tepper på nær 100 % dekning.

Dekningsgraden av de ulike typer moseelementer refererer seg hovedsakelig til de nevnte artene.

Basert på artsammensetning og dominans karakteriseres alge-samfunnet som et rentvannssamfunn. Øverst i elva finnes trådformede grønnalger (særlig *Microspora*) godt utviklet, men denne vegetasjonstypen avtar raskt nedover i vassdraget. Makrovegetasjon med artene krypsiv (*Juncus bulbosus*) og klovasshår

(*Callitriche hamulata*) forekommer lokalt rikelig langs Suldalslågen (Rørslett et al. 1989). Makrovegetasjonsforholdene synes å være lite endret siden midten av 1970-åra (Rørslett og Skulberg 1975).

I 1988 forekom mose-dominert vegetasjon på 64 % av bunna-realet i elva, mens trådformede alger dekket gjennomsnittlig 19 % av arealet (Rørslett et al. 1989). Tilsammen 79 % av elvebunnen var kolonisert med moser, alger eller kombinasjon av disse begroingstypene. Andre deler av begroingssamfunnet (karplanter) dekket mindre arealandeler. Biomassen av begroingssamfunnet utgjorde totalt omkring 35 mg/cm² elvebunn (350 g/m²) og dette må betegnes som en relativt høg verdi. Mosene utgjorde minst 90 % av den registrerte biomassen. Verdien for biomasse er imidlertid omlag like store som målingene i 1981-1987. Det kan således ikke bekreftes at det har funnet sted noen "tilgroing" i Suldalslågen i tidsrommet etter 1981.

Tilført uorganisk materiale avsettes på elvebunnen i samband med tette kolonier av mose. Der begroing ikke er dominerende, er elvebunnen gjennomgående uten dekning av finmateriale og preges av stein, sand og grus.

Ifølge Rørslett (1989) er det sannsynlig, men ikke bevist at begroingen har økt i omfang sammenliknet med uregulert vassdrag. Det kan imidlertid ikke avgjøres med sikkerhet om det var Røldal-Suldal eller Ulla-Førre som har ført til økning av begroingen. Konstant og stabil vannføring over store deler av året i elva etter Røldal-Suldal har trolig hatt betydning for den videre utviklingen av begroing i Suldalslågen. NIVA mener at Ulla-Førre reguleringen på sikt antakelig vil medføre større forekomst av moser og andre planter med sakte vekst og lang levetid.

7.2 Kompensasjonstiltak

I forbindelse med "Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen (LFS)", er det igangsatt undersøkelser som skal evaluere eventuelle tiltak mot begroing, f.eks. spyleflommer og tidspunkt for disse. Det er også satt igang studier på forholdet mellom mose og fisk blant annet ved forsøksvise tiltak med fjerning av mose (kfr. kap. 9.3).

7.3 Undersøkelser/overvåking

De videre undersøkelser på begroing i Suldalslågen og eventuelle tiltak foregår nå i regi av LFS-prosjektet. Undersøkelsene

omfatter begroing og biomasseutvikling (overvåking), effekter av spyleflom, vekst av elvemose og studier av rekolonisering av areal rensket for vegetasjon. Overvåkingen omfatter 12 stasjoner og har foregått siden 1988. Spyleflom er vurdert som et tiltak for å fjerne eller redusere omfanget av begroing. Etter 1990 er effekt av flom bare studert om våren. Tidligere ble flommer forsøkt på høsten. Foreløpige resultater er publisert i årsrapporter til LFS-prosjektet.

8. Evertebrater

8.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen

De første undersøkelser av evertebrater i Suldalslågen er utført før reguleringene av Suldalslågen i 1961, 1962 og 1964 (Lillehammer 1964, 1966). Senere er evertebrater undersøkt i 1977 og 1978, og i 1983 og 1984 og i 1986 og 1987 etter Ulla-Førreutbyggingen. Evertebratundersøkelsene omfatter bunndyr og driv av dyreplankton ut av Suldalsvatn.

Viktig som fiskeføde, spesielt for laksunger, er driv av dyreplankton. Dette drivet ble første gang undersøkt i 1961 til 1964 (se Lillehammer og Saltveit 1979). Senere undersøkelser av planktondriv er gjort i 1977 og 1978 og i 1983 og 1984.

8.1.1 Bunndyr.

Undersøkelsene i 1961 og 1962 ble gjennomført i perioden mai-september og omfattet tre lokaliteter, Suldalsosen, Mo og Berge. I biomasse var faunaen dominert av vårfluer, stankelbein og steinfluer. Vårfluefaunaen besto i hovedsak av arter med store individer, som *Potamophylax latipenis* og *Polycentropus flavomaculatus*. Hos steinfluene dominerte *Diura nanseni* biomassen, men steinfluene *Amphinemura borealis*, *A. sulcicollis* og *Leuctra fusca* dominerte antallsmessig.

På strømmende vann var evertebratfaunaen i Suldalslågen dominert av insekter, som utgjorde hele 99 % av antallet.

Ifølge Lillehammer (1974) ble det funnet 50 % flere individer på bunn dekket av mose enn på bunn uten mose.

Vannføringen i Suldalslågen fluktuerer hurtig. Områder som oversvømmes koloniseres raskt av mobile insektlarver, spesielt steinfluer og døgnfluer (Lillehammer 1974).

Alloktont materiale betyr trolig mye for energitilførselen til Suldalslågen. Bunndyr som ernærer seg av slikt materiale dominerte (70 %) før reguleringen.

På bløtbunn dominerte fjærmygg fullstendig bunnfaunaen i Suldalslågen. En steinflueart *Nemurella picteti*, ble kun funnet på bløtbunn.

Tilsammen er det påvist 11 arter av steinfluer, fire døgnfluearter og minst 10 arter vårfluer i Suldalslågen.

Steinfluer, vårfluer og fjærmygg utgjorde antallsmessig mer enn 70 % av evertebrater i Suldalslågen i 1961 og 1962. Store variasjoner i sammensetning ble funnet mellom lokalitetene. Øverst i elva (Suldalsosen) var insekter mindre dominerende enn nederst (Berge).

Røldal-Suldal reguleringen i 1966-1967 økte vintervannføringen og reduserte sommervannføringen. Bortsett fra en svak økning i vintertemperaturen nederst i elva, førte denne reguleringen ikke til andre større endringer i fysiske-kjemiske forhold i Suldalslågen (Lillehammer og Saltveit 1979).

Den mest tydelige effekt av denne reguleringen var et nærmest bortfall av steinfluer på Suldalsosen, mens det fant sted en økning av vårfluer og fjærmygglarver (Lillehammer og Saltveit 1984). *P. flavomaculatus* var bortimot eneste vårflueart på Suldalsosen. Fjærmygglarver økte også i antall på Berge, sammen med fåbørstemark. Steinfluer og vårfluer avtok i mengde på Berge. For vårfluer fant det også sted endring i artsammensetningen.

Husbyggende vårfluer avtok i både antall arter og total antall, mens *P. flavomaculatus* økte. To nye arter ble registrert. *Baetis rhodani* dominerte fullstendig sammen med øvrige døgnfluer etter reguleringen.

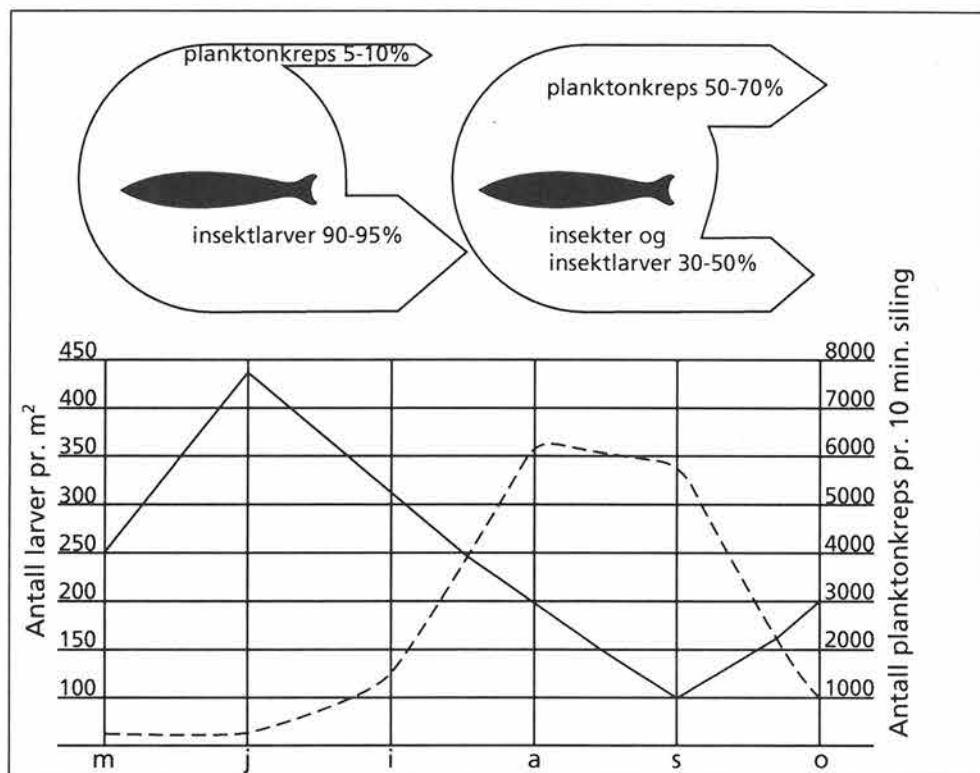
Økt vintervannføring har trolig hindret akkumulering av alloktont materiale, med påfølgende reduksjon i bunndyr avhengig av slikt materiale (shredders). "Collectors" utgjorde i 1978 og 1979 over 85 % av faunaen på begge lokaliteter, bestående av "filtercollectors" øverst og "gathercollectors" (fåbørstemark) nederst.

Ulla-Førrereguleringen synes å ha medført en reduksjon i mengde bunndyr sammenliknet med Røldal-Suldalreguleringen. Reduksjonen er størst øverst i vassdraget (Lillehammer 1991).

8.1.2 Plankton

Laksunger i Suldalslågen er svært avhengig av zooplankton som føde (**figur 9**) (Lillehammer og Saltveit 1979). Dominerende arter i drivet var *Eudiaptomus gracilis*, *Cyclops scutifer*, *Bosmina longispina* og *Holopedium gibberum*. Planktondyr hadde størst betydning som føde om sommeren. Dette både fordi drivet da var høgest, men også fordi bunndyrmengde i elva da var minst (**figur 9**).

Driv av zooplankton ut av Suldalsvatn ble undersøkt i 1977 og 1978 og i 1983 og 1984. Resultatene fra de siste innsamlingene er ikke publisert, men brukt i vurderinger av reguleringseffekter på fisk.

**Figur 9**

Mageinnhold hos laksunger, mengde bunndyr og planktondriv i Suldalslågen fra april til oktober (fra Lillehammer og Saltveit 1979). - Stomach contents of salmon parr in Suldalslågen, amount of bottom fauna and floating plankton from April to October (from Lillehammer and Saltveit 1979).

I 1982 førte erosjon i littoralsonen i Sandsavatnmagasinet til turbiditet i Suldalsvatn og Suldalslågen (Skulberg og Kotai 1984). Turbid vann hadde ingen negativ effekt på fisketetthet, men redusert vekst hos årsunger av laks i 1983 ble relatert til næringsmangel i form av dyreplankton fra Suldalsvatn (**figur 10**). I 1983 hindret turbid vann produksjon av plante- og dyreplankton, og driv av zooplankton ut av innsjøen var minimalt (**figur 10**). Ørretunger er ikke i samme grad avhengig av zooplankton som føde som laks er. Planktonsamfunnet i Suldalsvatn ble studert i 1978 og 1979. Senere er det ikke foretatt innsamling av plankton i innsjøen. Driv av plankton ut av innsjøen synes så langt ikke å ha endret seg vesentlig. Nye undersøkelser av driv er planlagt i 1994.

8.2 Kompensasjonstiltak

Det er ikke iverksatt tiltak på bunndyr eller plankton i forbindelse med reguleringen. Forsøk foregår imidlertid på forhold som kan bedre produksjonen av bunndyr (kfr. kap. 9.3).

8.3 Undersøkelser/overvåking

Nye overvåkingsundersøkelser vil bli igangsatt i 1994 i regi av Statkraft (LFS-prosjektet og i forbindelse med skjønn). Undersøkelsene vil omfatte bunndyr og driv av zooplankton.

Undersøkelser av evertebrater foregår også i Suldalslågen i forbindelse med andre prosjekter.

8.3.1 Effekt av mose på bunndyr

Konstant og stabil vannføring over store deler av året i Suldalslågen etter Røldal-Suldalreguleringen kan trolig være årsaken til den sterke begroingen av mose i Suldalslågen (se kapittel om begroing). I regi av LFS-prosjektet er det igangsatt en undersøkelse for å studere effekt av mose på bunndyr og fisk (kfr. kap. 9.3.6). Prosjektet på mose er tredelt og omfatter følgende områder:

- utvikling av mosebegrøing (NIVA)
- effekt av mose på fisk og bunndyr (LFI)
- eksperimentelle interaksjonsstudier på mose, fisk og næringsdyr (Zoologisk museum/Univ. i Idaho, USA).

Prosjektet skal ikke bare beskrive de biologiske forhold i områder med og uten mose, men skal også kunne forklare årsaker til eventuelle forskjeller. Dette for å kunne treffe eventuelle tiltak.

I 1992 ble to prøvelokaliteter, Steinsøy og Kvæstad valgt. Elvebunnen ved Steinsøy er dominert av teppemose, mens det på Kvæstad for det meste finnes elvemose (*Fontinalis* sp.).

Bunndyr samles inn kvantitativt tre ganger pr. år i løpet av en to års periode (1993, 1994) på bunn med mose og der mose er fjernet mekanisk. Ett år er allerede gjennomført, men forholdene hadde neppe stabilisert seg i områdene der mose var fjernet. Innsamlingen foretas med en Surber-henter. Prøvene fra mose-substrat innsamles slik at det er mulig å skille mellom tetthet og artssammensetning i mose og i selve mineralsubstratet. Prosjektet går i regi av LFS-prosjektet (Statkraft).

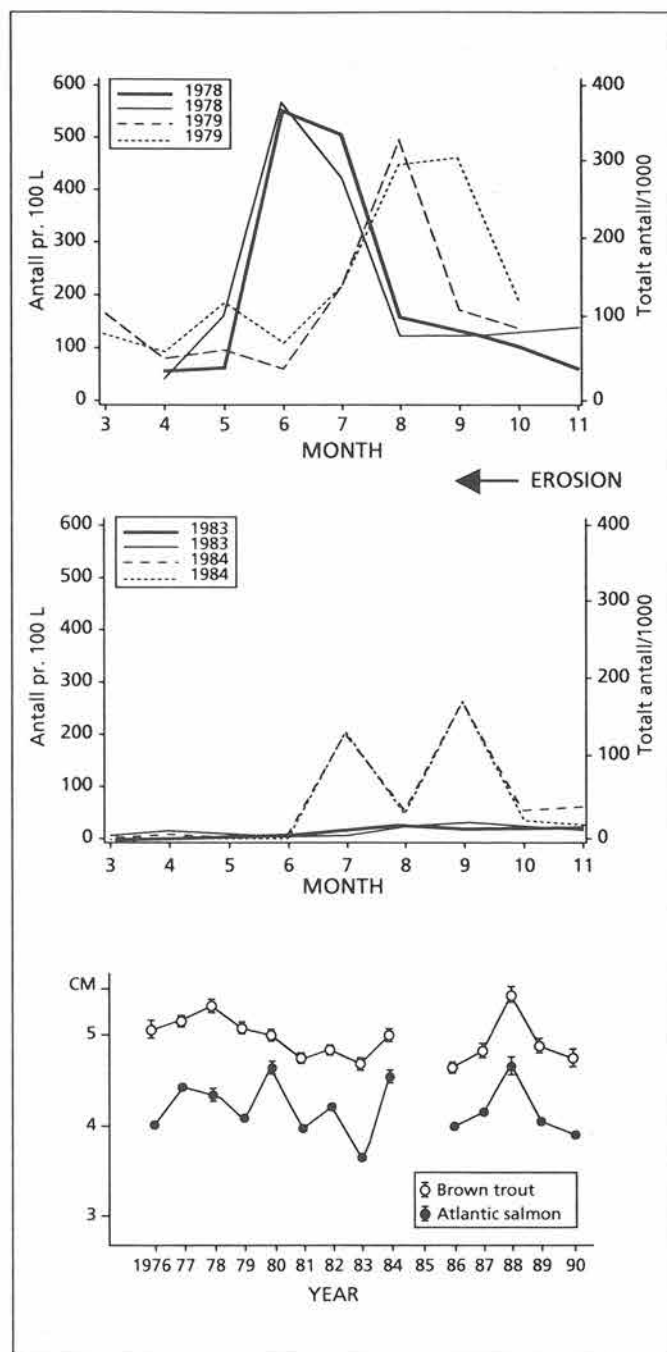
8.3.2 Spyle- og lokkeflom. Effekt på bunndyr

I prøvereglementet for Suldalslågen er det satt av en disponibel mengde vann på 50 millioner m³, som i perioden 1. mai - 14. oktober kan brukes f.eks. til spyleflommer eller andre situasjonsbestemte formål.

I tillegg til dette økes vannføringen fra lav vintervannføring til høy sommervannføring 1. mai. Dette innebærer en økning fra ca. 10-15 m³/s i april til ca. 100-120 m³/s i mai. Vannet er i denne perioden svært kaldt.

Da eventuelle store og hurtige endringer i vannføring kan ha negativ effekt på andre biologiske forhold, ble det samtidig med studiene av effekt på begroing igangsatt et prosjekt på fisk (kfr. kap. 9.3.4), bunndyr og driv (i regi av LFS-prosjektet). Hittil har anledningen til å slippe kunstig flom på høsten ikke vært benyttet, fordi vannføringen om høsten etter 1990 har vært tilstrekkelig høy. Økningen i vannføring som finner sted på våren er imidlertid studert, i perioden 1. mai til ca. 15. juni, i 1991, 1992 og 1993.

Det er viktig at overvåking av evertebratsamfunnene opprettholdes for å klarlegge langsiktige endringer som følge av regulering/forsuring.



Figur 10

Erosjonseffekt på driv av zooplankton og vekst hos laksunger (fra Tvede og Saltveit, upublisert). - Erosion effect on drifting zooplankton and growth of salmon fry (from Tvede and Saltveit, unpublished).

9. Ungfisk

Tidligere studier av ungfisk på elv omfatter tetthetsberegninger, ernæring og vekst. I de senere år er det igangsatt registrering av gytegroper, mens det i regi av LFS-prosjektet nå foregår habitatstudier, studier av effekt av mose på ungfisk og effekt av spyleflommer. Det er også startet undersøkelser på utsatt fisk. I 1993 ble det igangsatt undersøkelser på smoltutvandring.

9.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen

Ungfisk er undersøkt siden 1961. De første undersøkelsene omfattet ernæring og vekst. Siden 1976 er det alle år, med unntak av 1985, foretatt kontinuerlige beregninger av tetthet og vekst hos laks- og ørretunger. Det er fisket med elektrisk fiskeapparat og tettheten er beregnet med metoden for gjentatte uttak. Fram til 1984 ble beregningene foretatt både om høsten og våren, men etter det bare om høsten. Undersøkelser på ernæring er gjort i 1961, 1962, 1964, 1978, 1979, 1983, 1984, 1987 og 1988.

9.1.1 Gyting, eggutvikling og klekking

I Suldalslågen gyter laksen sent, desember-januar (se Heggberg et al. 1988). Dette skyldes at Suldalslågen er vintervarm. Gytetidspunkt er tilpasset et gunstig klekketidspunkt.

Før regulering er de første observasjoner av yngel av laks fra slutten av mai (1962) og begynnelsen av juni (1964) (Lillehammer 1973a). Lillehammer (1973a) fant videre rester av plommesekk hos laksunger fanget 1. juni 1964. Disse målte fra 25 til 27 mm. Dette indikerer klekking siste halvdel av april.

Det foregår nå registrering av og i gytegroper. Registrering i gytegroper av laks utført i slutten av april 1991, 1992 og 1993 ga funn av øyeroegn og plommeseckyngel, mens de første lakseyngel fanges i begynnelsen av juni disse årene (upublisererte data).

9.1.2 Fisketetthet

Beregning av ungfisktetthet i Suldalslågen har foregått årlig siden 1977. Tilsammen 16 lokaliteter avfiskes tre ganger fortløpende og beregningene er foretatt med metoden for gjentatte uttak (Zippin 1958). Materialet er ved beregningene delt i års-

unger (0+) og eldre fisk. En oppsummering av resultatene på tetthet og vekst er gitt nedenfor (Saltveit 1986, 1989a, b, 1990, 1991a, b, 1992, Saltveit og Styrvold 1984).

Fra 1977 fram til høsten 1980 (før Ulla-Førre) var de beregnede tettheter av både laks og ørret i Suldalslågen svært stabile, og det var ikke signifikante forskjeller i beregnet tetthet mellom årene (**figur 11**). Den totale tettheten av laksunger var i denne perioden mellom 29,8 og 32,8 fisk/100m². Av dette utgjorde årsungene (0+) mellom 20,9 og 21,6 fisk/100 m². Den beregnede tettheten av årsunger av ørret varierte mellom 16,4 og 17,5 ind./100 m². Den beregnede tetthet for eldre ørret var svært lav.

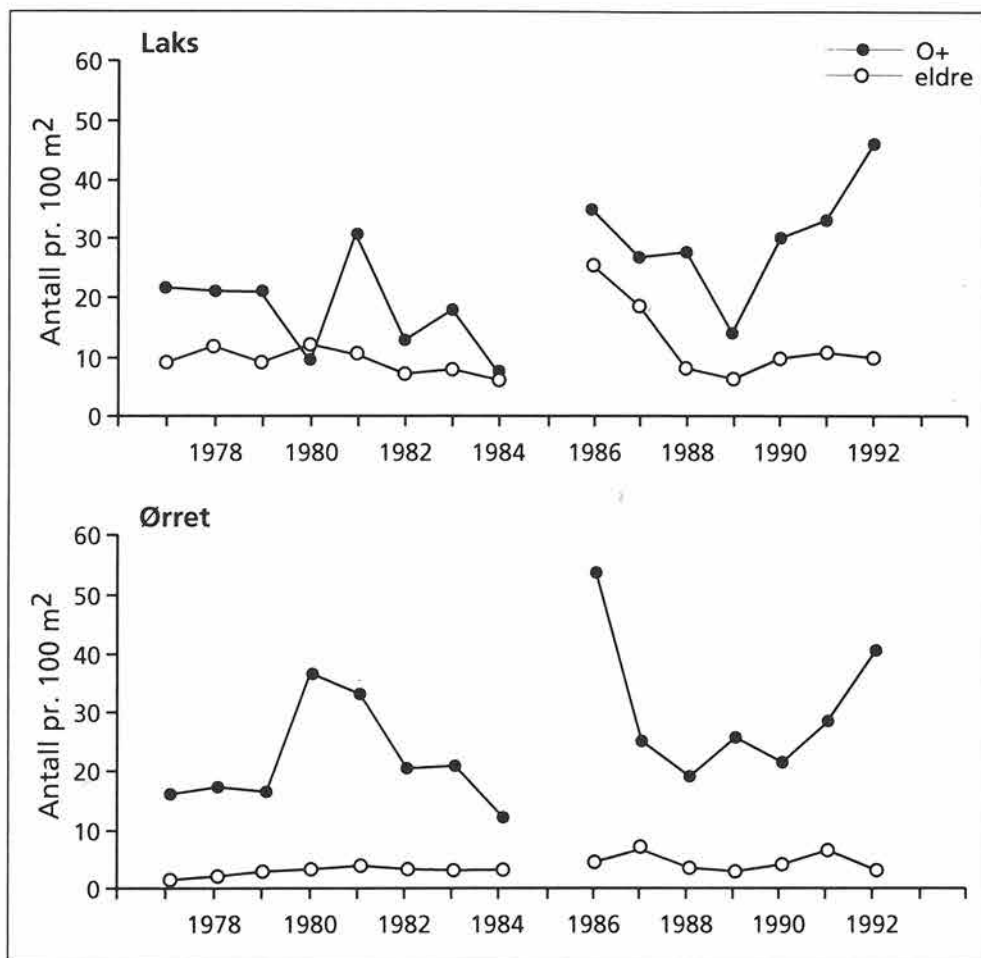
De første årene etter Ulla-Førreutbyggingen (fram til 1985), observeres relativt store svingninger i den beregnede tetthet av fiskunger, spesielt for årsunger (0+) av både laks og ørret (**figur 11**). Tettheten av laksunger var i denne perioden alle år lavere enn det den var før utbyggingen, med unntak av 1981. En gradvis nedgang i tettheten av eldre laksunger oppleves også. For årsunger av ørret er tettheten alle år i denne perioden, med unntak av 1984, høyere enn det den var før utbyggingen. Tettheten av ørret eldre enn 0+ økte imidlertid ikke.

I perioden 1986 til 1992 var tettheten av årsunger høyere enn det som tidligere er beregnet, med unntak av i 1989. Tetthet av eldre laksunger er imidlertid fremdeles lav, men er med unntak av året 1989 ikke signifikant lavere enn årene før utbyggingen (**figur 11**). Etter 1986 er tettheten av årsunger av ørret høyere enn før utbyggingen, men også her var tettheten av eldre fisk på samme nivå som tidligere.

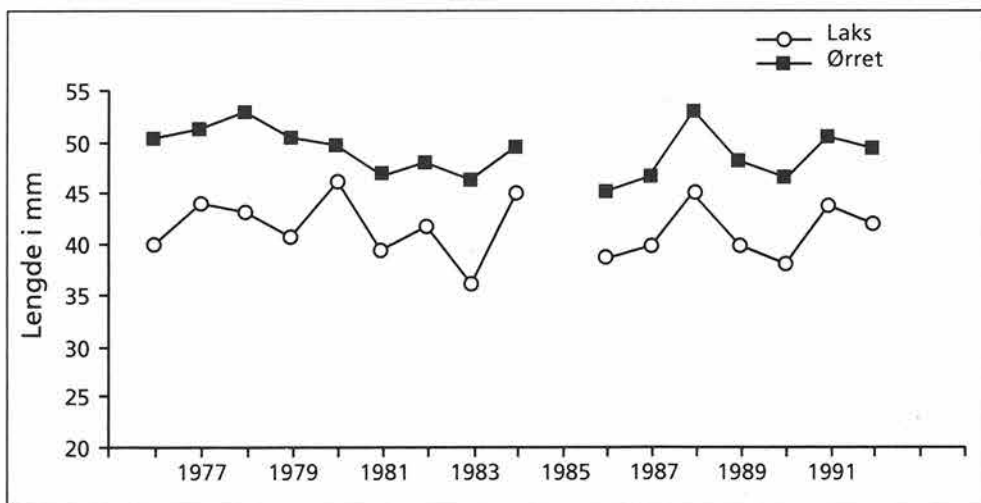
9.1.3 Vekst

Sammenlignet med andre elver må veksten til laks- og ørretunger i Suldalslågen karakteriseres som relativt dårlig, men det er i perioden 1976 til 1992 funnet store variasjoner i gjennomsnittslengde hos årsunger (**figur 12**). For 0+ laks varierer gjennomsnittslengde mellom 35,8 mm (1983) og 45,9 mm (1980), mens den for ørret er mellom 44,7 mm (1986) og 52,8 mm (1978).

Suldalslågen er en sommerkald elv og temperaturforholdene synes å være en begrensende faktor for fiskevekst. Både for laks og ørret er det funnet en svært god korrelasjon mellom antall døgngader i Suldalslågen og oppnådd gjennomsnittslengde etter første vekstsesong (Saltveit 1989a).

**Figur 11**

Beregnet tetthet (antall pr. 100 m²) av 0+ og eldre laks- og ørretunger om høsten (september/oktober) i Suldalslågen i perioden 1977 til 1992 (Saltveit, diverse publ., rapporter og notat). - Estimated densities (number per 100 m²) of 0+ and older salmon and trout parr during autumn (September/October) in Suldalslågen from 1977 to 1992 (Saltveit, diverse publications, reports and notes).

**Figur 12**

Gjennomsnittslengde av årsunger hos laks og ørret om høsten i perioden 1976 til 1992 i Suldalslågen (Saltveit, diverse publ., rapporter og notat). - Average lengths of salmon and trout fry in Suldalslågen during autumn from 1976 to 1992 (Saltveit, diverse publications, reports, notes).

Normal smoltalder i Suldalslågen er 2-4 år (Vasshaug 1990). Etter reguleringene i vassdraget er smoltalderen endret fra dominerende 2-3 åringer til 3-4 åringer. Selv om smoltalder er endret, synes dette ikke å ha endret oppholdstid i sjø.

9.1.4 Ernæring

De første undersøkelser på ernæring hos laks og ørret i Suldalslågen er fra 1964 (Lillehammer 1973a,b). Planktoniske krepssdyr og fjærmygglarver var dominerende fødeemne. En annen viktig gruppe var steinfluer. Materialet fra ernæringsundersøkelsene i 1978, 1979, 1983, 1984, 1986 og 1987 er bearbeidet, men resultatene er ikke rapportert eller publisert. Det er derfor så langt ikke mulig å si noe om laksungenes ernæring er endret som følge av reguleringen.

9.1.5 Virkninger av reguleringen

I de senere år er det beregnet høyere tettheter av årsunger (0+) av både laks og ørret i Suldalslågen enn det som ble beregnet før Ulla-Førreutbyggingen. Tettheten av eldre laks- og ørretunger er ikke funnet å være høyere, men den er heller ikke lavere enn det den var før Ulla-Førrereguleringen. Data på fisketetthet i Suldalslågen i uregulert tilstand før Røidal-Suldalutbyggingen finnes ikke.

Tidligere ble minstevannføringen i Suldalslågen målt nederst i elva, mens den ble sluppet øverst. Dette førte til hurtige endringer i vannføring (se Saltveit 1986). Konsekvensene var ofte stranding av fisk, og øverst i elva var reduksjonene i tetthet betydelig i løpet av høsten (Saltveit og Styrvold 1984). Dette forholdet er nå endret, idet minstevannføringen nå måles øverst i vassdraget. Den kraftige reduksjonen i tetthet i 1989 er blitt tilskrevet et uhell med dammen, da en uforutsett stengning medførte hurtig tørrelgging av oppvekstområdene (Saltveit 1989 b).

Det påvises ikke statistisk signifikante endringer i gjennomsnittslengde av 0+ laksunger etter Ulla-Førreutbyggingen. Dårlig vekst må tilskrives lav vanntemperatur om sommeren i Suldalslågen, spesielt i første halvdel i vekstsesongen. For fiskevekst anses første del av vekstsesongen som viktigst. Lav temperatur, men også stor sommervannføring antas å være en begrensende faktor for næringsdyrproduksjon, som i Suldalslågen er lav.

Vannføringsøkningen på våren reduserer temperaturen med 1,5 til 2 °C og er derfor med på å redusere temperatur i startfasen

av fiskeungenes vekstsesong (både 0+ og eldre). Videre fører økningen i vannføring til en svært langsom og forsinket temperaturøkning i Suldalslågen. Dette er kanskje den største konsekvens for fisk av vannføringsøkningen på våren.

Økningen i vannføring på våren medfører økt drift av årsunger i Suldalslågen og derved økt mortalitet av disse. Effekten av dette på fiskebestandene synes i dagens situasjon imidlertid å være av mindre betydning. Tettheten av årsunger er høg på høsten.

Spesielle forhold i vassdraget var trolig årsak til den lave gjennomsnittslengden til laksunger i 1983. Året før inntraff en større utrasning i Sandsavatn som medførte en kraftig tilslamming i Suldalsvatn og Suldalslågen (Skulberg og Kotai 1984). Dårlig vekst ble relatert til at næringsgrunlaget og forhold for opptak av næring, var påvirket (Saltveit 1986, Saltveit 1991 a). Driv av zooplankton ut av Suldalsvatn var svært lavt (Saltveit 1991 a). Laks, som er svært avhengig av zooplankton som føde, ble mer påvirket enn ørret (se også under evertebrater).

Effekt av regulering på smoltproduksjon og smoltutvandring er tidligere ikke studert i Suldalslågen. Det er derfor ikke mulig å si om reguleringen har hatt innvirkning på denne. Vasshaug (1986) beregnet smoltproduksjon i Suldalslågen til 2 smolt/100 m². Studier av smoltutvandring foregår nå i forbindelse med tiltak. Basert på beregnede ungfisktettheter, synes ikke reguleringen å ha ført til endret smoltproduksjon. Som følge av økt smoltalder kan smoltproduksjonen i Suldalslågen nå være redusert, men reduksjonen er vanskelig å kvantifisere.

9.2 Kompensasjonstiltak

Selv om naturlig reproduksjon på nåværende tidspunkt ikke synes å være en begrensende faktor for den anadrome fiskebestanden i Suldalslågen, settes det nå ut fisk i elva.

9.2.1 Utsetting av fisk

Pålegget som ble gitt av DN i 1989 omfattet:

- utsetting av 12 000 2-årige smolt
 - utsetting av 50 000 ensomrige settefisk av laks
 - utsetting av 100 000 yngel av laks
 - bygging av 2 oppvekstkanaler og utsetting av yngel i disse.
- Fra 1982 fram til 1985 ble det bare satt ut smolt i Suldalslågen. Utsettingene i selve Suldalslågen tok til i 1985 og fortsatte i

1986 med utsetting av yngel. Senere er det bare satt startforet (4-6 cm) og ensomrig settefisk (8-10 cm), hvor sistnevnte gruppe nå dominerer i utsettingsmaterialet. Fisk ble ikke satt ut i selve Suldalslågen i 1987 og 1988, og i 1989, 1990 og 1991 var antallet relativt beskjedent sammenlignet med utsettingene i Suldalsvatn og tilløpsbekkene. I 1992 ble 131.870 ensomrige laksunger (52 % av all fisk satt ut i sidevassdraget) satt i selve Suldalslågen, men det i 1993 ble satt ut 153.540 fisk (54 % av utsettingene). En oversikt over utsettingene er gitt i **tabell 1**.

Årsaken til de høge utsettingstallene for Suldalslågen er at mye av forutsetningene for utsetting av fisk andre steder i vassdraget er bortfalt. Det har vist seg at de opprinnelige utsettingslokaliteter er lite egnet. Sidebekkene til Suldalslågen ble av Lillehammer (1986) regnet som svært egnet for fisk og de deler av bekkene som er utilgjengelig for voksen laks ble beregnet å kunne produsere 5000 smolt. Tilsvarende smoltall ble angitt for Suldalsvatn og for oppvekstkanalen på Førland. Konklusjonen er imidlertid nå at det er lite å hente ved å sette ut i sidebekker grunnet dårlig vannkvalitet. I Suldalsvatn er det igangsatt et prosjekt i regi av Zoologisk museum for å måle effekt av utsettingene, bl.a. ble det satt opp en smoltfelle.

Behovet for utsetting av fisk i Suldalslågen er vurdert basert på tetthetsestimat for ungfisk og offentlig fangststatistikk (Saltveit 1992). Basert på beregnet tetthet av fiskeunger, synes det ikke å være redusert naturlig reproduksjon i Suldalslågen som følge av reguleringen. Med bakgrunn i overnevnte synes utsetting av fisk i Suldalslågen ikke å være påkrevet. Problemet for fiskeproduksjon i Suldalslågen synes å være liten overlevelse fra 0+ til presmolt. Kan ikke denne bedres gjennom andre tiltak og endring i manøvrering av vannføringen er utsetting utenfor Suldalslågen, altså øke produksjonsarealet, eneste tiltak.

Utenfor Suldalslågen er det få egnede områder for utsetting av fisk. Tilløpsbekkene har vist seg å ha svært surt vatn og er trolig lite egnet selv om undersøkelser gjort av elveeierlaget/Statkraft viser at det overlever fisk i enkelte av dem. Det gjenstår å vurdere Suldalsvatn som utsettingslokalitet.

Utsettingsmaterialet har endret seg fra å være dominert av startforet fisk til nå å bestå for det meste av ensomrig settefisk. All fisk satt i Suldalslågen de senere år er fettfinneklippet, og ikke satt ut der beregninger av fisketetthet foregår.

9.3 Undersøkelser/overvåking

9.3.1 Påleggsundersøkelser

Disse undersøkelsene er en følge av det pålegg som Direktoratet for naturforvaltning (DN) ga Statkraft i 1988 (Lillehammer, A. m. fl. 1990).

Undersøkelsene som skulle følge effekten av pålegget på fiskebestanden ble de første årene kalt "Påleggsundersøkelsene i Suldalslågen" og tok til i 1988. Senere er disse undersøkelsene kalt "Habitatforbedrende tiltak i lakseelver" (Lillehammer, L. 1991). Fra og med 1993 er disse undersøkelsene lagt inn under LFS-prosjektet og styres av det. Undersøkelsene er nå delt i "Påleggsundersøkelser i Førlandskanalen og andre lokaliteter" og "Biotopjusteringsprosjektet" (se nedenfor).

Hovedsatsingsområdet for "Påleggsundersøkelsene" var den forsøkskanalen som ble bygget på Førland, men studier er også gjort i bekker og i Suldalsvatn. Flere hovedfagstudenter arbeidet i dette prosjektet. To oppgaver foreligger ferdig (Lillehammer, L. 1991 og Onstad 1993).

Problemstillinger som skulle belyses gjennom studier i Førlandskanalen var vandringer og vandrings effekt på produksjon, utvandring etter utsetting, optimale produksjonsområder, næringstilbud, næringspreferanse på stryk og kulp, produksjon av næringsdyr. Undersøkelsene var basert på fisk som årlig ble satt ut i kanalen.

I kanalen er tetthet av unglaks størst på strykstrekninger med størst tilbud av næringsdyr i form av driv. Inntakskulpen til kanalen er også et egnet oppvekstområde. Utsetting av startforet fisk tyder på bedre overlevelse og smoltproduksjon enn sommerforet fisk. I Førlandskanalen er smoltproduksjon beregnet til 9,1 smolt/100 m², men smolt herfra er langt yngre enn den i Suldalslågen. Den er også mindre (se avsnitt om smoltutvandring).

Forsøk gjøres også i Førlandskanalen med endring av substrat og utlegging av stokker for å bedre habitatet (øke skjulmuligheter).

For resultater av utsetting av fisk i bekker og Suldalsvatn, se avsnitt om Utsetting av fisk og Smoltutvandring.

9.3.2 Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen (LFS)

Det opprinnelige manøvreringsreglementet for Suldalslågen fra Ulla-Førreutbyggingen ble endret i 1990 for en prøveperiode på fem år. I den forbindelse ble det igangsatt et større program "Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen (LFS)", for å studere effekten av endringene. Det er i programmet lagt opp til konkrete feltbiologiske undersøkelser for å kunne belyse årsak/virkningsforhold av regulering og manøvrering på biologiske forhold. Studiene gjennomføres i selve Suldalslågen og i forsøkskanalene på Førland. De forskningsinstitusjoner som er engasjert er LFI, Universitetet i Oslo, Zoologisk museum (Laksegruppa), NIVA og SINTEF-NHL. Prosjektene som utføres i elva er omtalt under de respektive områder; begroing, fisk, evertebrater.

LFS-prosjektet overtok fra og med 1993 ansvaret for "Påleggsundersøkelsene" (se ovenfor). "Biotopjusteringsprosjektet" omfatter forsøk i renner og på et felt i selve Suldalslågen. Det gjøres her forsøk med forbedring av miljøet, bl.a. ved å øke næringstilgangen. Tilsetning av hvetekorn i renner ga en økning i bunndyr, spesielt fjærmygg (Raastad et al. 1993). I rennene var det imidlertid ingen signifikante forskjeller i fisketetthet i områdene med og uten korn. I elva var det ett år høgere tetthet i felt uten korn, mens felt med korn hadde høgst tetthet året etter. Ingen forskjell i vekst er påvist i felt med og uten korn. I 1992 startet forsøk i renner på effekt av mose som habitat for laks og bunndyr. Flere rapporter og notater foreligger fra prosjektet (se litteraturliste).

Undersøkelsen av ungfiskbestanden (tetthet, vekst) inngår i et fast årlig overvåkingsprogram. Undersøkelser på ernæring hos fisk er gjennomført jevnlig siden 1978. Nye undersøkelser vil bli igangsatt i 1994.

9.3.3 Smoltutvandring

De første undersøkelsene på smoltutvandring i Suldalslågen ble igangsatt i 1993. Smoltfella var plassert nederst i Suldalslågen. Tidligere er smoltutvandring fra Suldalsvatn (1992, 1993) og forsøkskanalen ved Førland (fra 1991) studert. Studier av smoltutvandring går i regi av LFS-prosjektet og utføres av Zoologisk museum (Lillehammer, L. m.fl. 1993).

Undersøkelse på smolt har som mål å sammenligne utvandring av villfisk og utsatt fisk, samt aldersfordeling av disse.

De første smolt ble i 1993 fanget 22. april. Smoltutvandringene hadde da startet. Fellene ble satt opp noe sent og måtte tas opp

1. juni p.g.a. høg vannføring. Smolt fra utsatt fisk utgjorde 35,5 % av fangsten og det var ingen forskjell i utvandringstidsrom (Lillehammer m.fl. 1994). Smolt fra utsatt fisk var statistisk signifikant mindre både i lengde og vekt enn villsmolt. Gjennomsnittlig smoltalder på utsatt fisk var 1,4 år mot 3,6 år hos villsmolt.

Nye undersøkelser av smoltutvandring vil bli utført i 1994. Større smoltfeller vil bli benyttet.

9.3.4 Spyle- og lokkeflom. Effekt på fisk

I prøvereglementet for Suldalslågen er det satt av en disponibel mengde vann på 50 mill. m³, som i perioden 1. mai - 14. oktober kan brukes f.eks. til spyleflommer eller andre situasjonsbestemte formål. I tillegg til dette økes vannføringen fra lav vinter vannføring til høg sommervannføring 1. mai. Dette innebærer en økning fra ca. 10-15 m³/s i april til ca. 100-120 m³/s i mai. Vannet er i denne perioden svært kaldt.

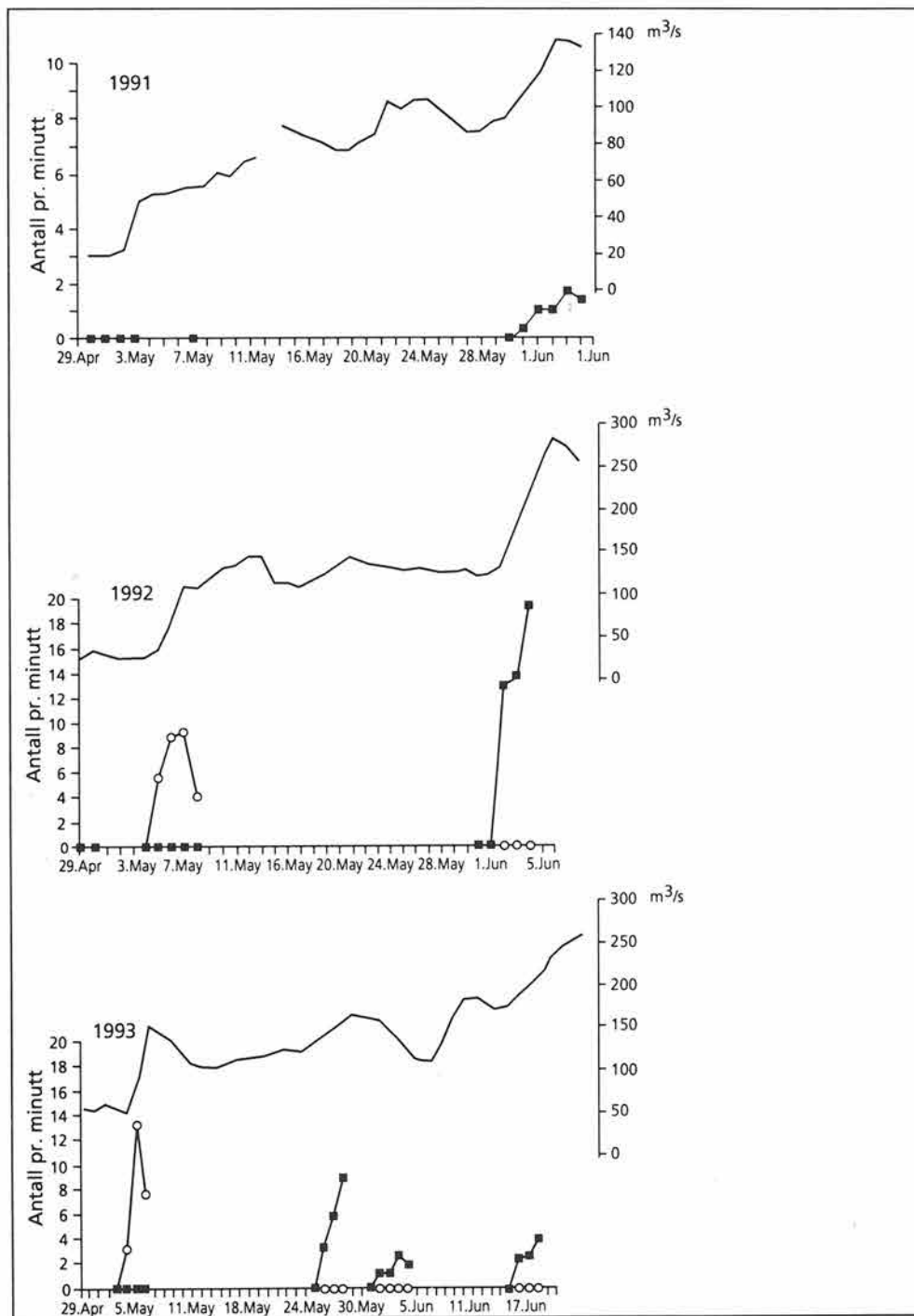
Et prosjekt er igangsatt av LFS-prosjektet for å studere om flommene eller vannføringsøkningene hadde effekt på begroingsforholdene i Suldalslågen. Da eventuelle store og hurtige endringer i vannføring kan ha negativ effekt på andre biologiske forhold, ble det samtidig igangsatt et prosjekt på fisk, bunndyr og driv (se Evertebrater). Undersøkelser utføres av LFI, Universitetet i Oslo. Formålet med prosjektet var å kunne avgjøre størrelse og tidspunkt på flommer for å oppnå ønskede effekter på begroing. Hittil har anledningen til å slippe kunstig flom på høsten ikke vært benyttet verken som spyleflom for å fjerne begroing eller som lokkeflom for fisk, fordi vannføringen om høsten etter 1990 har vært tilstrekkelig høg. Den økning i vannføring som finner sted på våren er imidlertid studert, i perioden 1. mai til ca. 15. juni, i 1991, 1992 og 1993.

Gytingen til laks og ørret foregår på lav vintervannføring. For laks vil klekkingen og migrasjon opp fra grusen foregå ved svært høg vannføring i slutten av mai, begynnelsen av juni. Etter at plommesekken er brukt vil all yngel komme opp av grusen ute i elva der vannhastigheten er høg, og de vil være langt fra de mer strømsvake strandområdene. Dette vil bare delvis være tilfelle for ørret, som kommer opp av grusen i slutten av april-begynnelsen av mai. I tillegg er vannet svært kaldt. Direkte konsekvenser på fisk var en utspyling etter at plommesekkstadiet er avsluttet. Videre vil det kalde vannet virke negativt på vekst og fødeopptak i den kritiske fasen etter plommesekkstadiet.

Under den første flommen (ca. 1. mai) ble bare yngel av ørret

påvist. Dette skyldes at disse klekker langt tidligere enn laks. Ørret har enten allerede kommet opp av grusen eller gjør det i begynnelsen av mai. Under den andre flomperioden (ca. 1. juni)

ble imidlertid bare årsunger av laks funnet i drivprøvene. Antall årsunger (0+) var betydelig (se figur 13).



Figur 13

Beregnet antall fisk pr. minutt i driv i Suldalslågen i mai og juni 1991, 1992 og 1993 (fra Saltveit et al. i manus). - Estimated number of fish per minute, in drift fauna in Suldalslågen in May and June 1991, 1992 and 1993 (from Saltveit et al. in manus).

Endres manøvreringsreglementet på våren eller skulle det bli aktuelt med spyle-lokkeflom på høsten, vil nye undersøkelser bli gjennomført. Hvis ikke anses dette prosjektet som avsluttet.

9.3.5 Bruk av Fysisk Beskrivende Vassdragsmodell og Vassdragssimulator

Prosjektet "Mikrohabitat hos sympatriske Atlantisk laks (*Salmo salar*) og ørret (*Salmo trutta*) i Suldalslågen-fiskeøkologiske data til bruk i Vassdragssimulator" utføres av LFI i Oslo, i samarbeid med SINTEF-NHL i Trondheim og i regi av LFS-prosjektet. Prosjektet har som mål å undersøke mikrohabitatvalg hos laks og ørret på ulike sommer- og vintervannføringer i Suldalslågen, for å etablere in situ habitatbruks- og preferanseverdier til bruk i vassdragssimulator. Resultatene skal danne et bedre grunnlag til å foreslå vannføringer og manøvrering.

Innsamling ble utført i 1992 og 1993. Dykking er benyttet som observasjonsmetode, og fisk er observert vinter og sommer og både om dagen og natten. Datamaterialet er i hovedtrekkene bearbeidet vinteren 1993/94, slik at det er gjort klart for videreføring med modellsimuleringsarbeid.

Hovedaktiviteten til fisk om sommeren er fødeopptak, mens det om vinteren er å holde en posisjon eller holde seg skjult i substratet. Om sommeren var det liten forskjell i aktivitetsmønster mellom dag og natt, mens dette om vinteren var totalt forskjellig. Ingen fisk er aktive om dagen om vinteren, de er alle passivt skjult i substratet. Om natten kommer de imidlertid fram fra sine skjulesteder og holder posisjon på eller like over substratet. Noen individer tar til seg næring.

Laksen er betydelig mer tolerant og har et bredere nisjevindu enn ørret både med hensyn til vanddyp og vannhastighet om vinteren. Dette gjenspeiler seg i en habitatsegregering om vinteren, hvor ørret som regel ble observert i habitatområder nær elvebreddene, mens laks også brukte partier lenger ut mot midtpartiene i elva. Likevel var en betydelig nisjeoverlapping mellom artene om vinteren. Det var stor grad av nisjeoverlapping med hensyn til substrat, men ørret bruker noe mer finsubstratområder. Dette henger sammen med valg av sakteflytende elvehabitater nær elvebreddene.

Prosjektet regnes som avsluttet. Resultatene vil bli rapportert i løpet av 1994. Det er imidlertid sterkt ønskelig å gjennomføre en sesong til med datainnsamling. Dette vil øke sikkerheten i resultatene og simuleringene, og gjøre de egnet for mer vitenskapelige formål.

9.3.6 Effekt av mose på fisk

Konstant og stabil vannføring over store deler av året i Suldalslågen etter Røldal-Suldal reguleringen kan trolig være årsaken til den sterke begroingen av mose i Suldalslågen (se kapittel 7.1). Over store områder er denne begroingen tett, særlig der bunnen er stabil med store stein. I regi av LFS-prosjektet er det igangsatt en undersøkelse for å studere effekt av mose på bunndyr (se kapittel foran) og fisk. Prosjektet på mose er tredelt og omfatter følgende områder:

- utvikling av mosebegroing (NIVA)
- effekt av mose på fisk og bunndyr (LFI)
- eksperimentelle interaksjonsstudier på mose, fisk og næringsdyr (Zoologisk museum/Univ. i Idaho, USA).

Prosjekt på effekt av mose på fisk og næringsdyr i Suldalslågen skal ikke bare beskrive de fiskeribologiske forhold i områder med og uten mose, men skal også kunne forklare årsaker til eventuelle forskjeller. Dette for bedre å kunne treffe riktige tiltak.

I tilknytning til undersøkelsen på biologiske effekter av mose, er det gjennomført et litteraturstudium (Bremnes og Saltveit 1993). For laksefisk kan begroing av moser og/eller alger tenkes å ha både fordeler og ulemper. Vannhastigheten langs bunnen reduseres og dette kan favorisere ørret framfor laks. Denne reduksjonen i vannhastigheten kan også føre til økt sedimentasjon, noe som kan redusere mengden hulrom og dermed viktige skjulesteder for yngel. På den annen side kan makrofytter gi økt horisontal dekning og av den grunn være fordelaktige ved å fungere som skjul for predator og også redusere den intraspesifikke konkurransen.

Laksefisk gyter helst på ren stein og grus med lavt siltinnhold og god vanngjennomstrømning. Det er få undersøkelser av effektene av begroing av alger og moser på gyting og eggutvikling. Økt sedimentasjon vil redusere substratets permeabilitet, noe som kan være fatalt for eggutviklingen. Trolig gjelder dette mest for mose, siden algedekke sjelden oppnår samme tetthet som mose, og også forsvinner i løpet av høsten/vinteren.

Driv utgjør den viktigste næringskilden for unger av laksefisk, men det er vist at økt bunndyrtetthet i begroing ikke nødvendigvis fører til økt driv. På dagtid ble det ikke funnet økning i driv fra mose, mens det var en økning om natta. Det er antatt at laksefisk tar til seg næring ved hjelp av synet på dagtid. Andre undersøkelser har imidlertid vist at de også tar til seg næring fra drivet om natta.

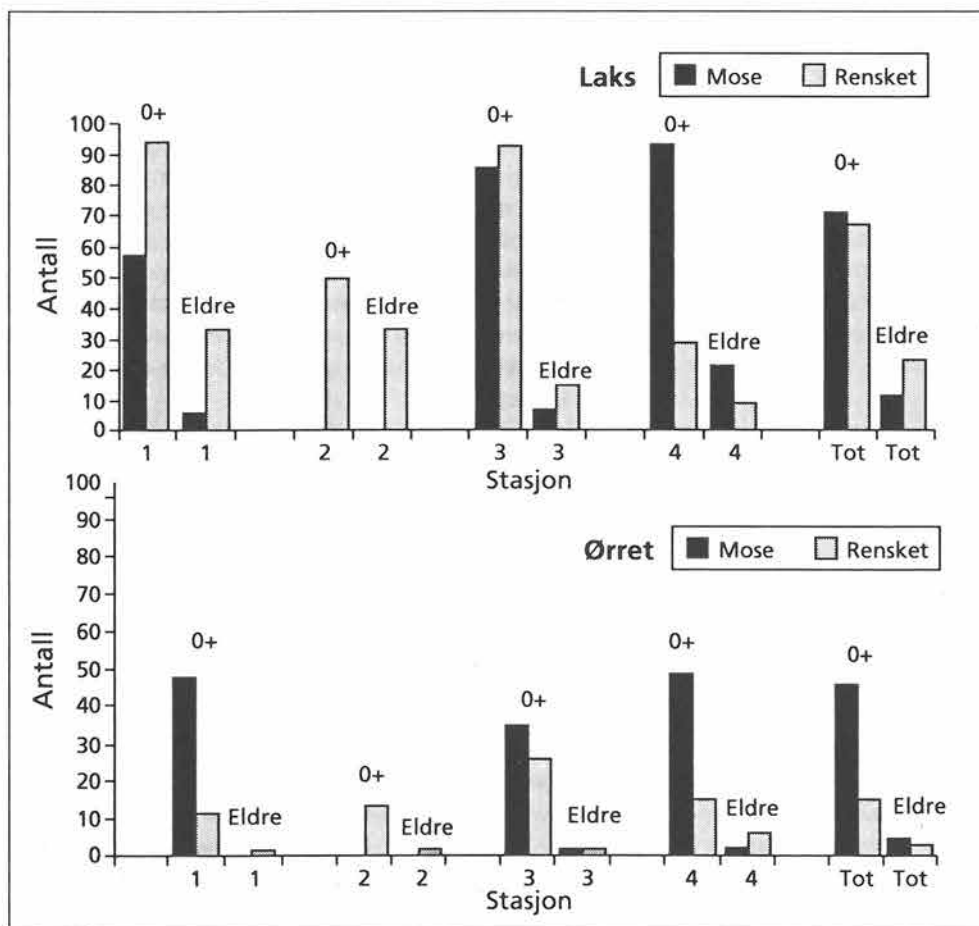
I Suldal kan mosen tenkes å ha både fordeler og ulemper på næringstilgangen for fisk. Den kan ved filtrering redusere mengden av tilgjengelige planktoniske krepssdyr som driver ut av Suldalsvatn, men kan samtidig øke drivet av fjærmygg- og knottlarver. Større kunnskaper om fiskens næringsopptak, bunndyr tettheter, driv og mosens evne til å filtrere ut zooplankton kreves for å kunne uttale seg om mose fører til ernæringsmessige fordeler eller ulemper for fisken i Suldalslågen (etter Bremnes og Saltveit 1993).

Det konkluderes med at kunnskap om effektene av sterk mosebegroing er sparsom. De to mosetyperne det er snakk om i Suldalslågen har trolig ulik effekt på fisk. Elvemose består av lange tråder, mens levermose er kortvokst og danner et tett teppe på bunnen.

På fisk omfatter prosjektet i Suldalslågen beregninger av fisketetthet og mikrohabitatstudier på laks og ørret. Sistnevnte undersøkelse vil kunne forklare hydrofysiske årsaker til eventuelle forskjeller i tetthet.

I 1992 ble to prøvelokaliteter, Steinsøy og Kvæstad valgt. Elvebunnen ved Steinsøy er dominert av teppemose, mens det på Kvæstad for det meste finnes elvemose (*Fontinalis sp.*). Teppemose er imidlertid dominerende nær land. På Steinsøy ble et område med mose og et mekanisk rensket for mose studert. På Kvæstad finnes det tre områder med mose og tre områder der mose er fjernet.

Tetthet av laks og ørret ble høsten 1992 beregnet i områder med mose og i områder der mose ble fjernet. Størst økning i beregnet fisketetthet ble oppnådd for laks på område der lever-



Figur 14

Beregnete tettheter (antall pr. 100 m²) av ørret- og laksunger i Suldalslågen i september 1992 i felter med mose og i felter der mose er fjernet (Saltveit, upubl. data). - Estimated densities (n/100 m²) of trout and salmon parr in Suldalslågen in September 1992 in areas containing moss and in areas where moss is removed (Saltveit, unpublished data).

mose ble fjernet (se **figur 14**, område 1). Fjerning av *elvmose* ga ikke økt tetthet verken av laks eller ørret sammenlignet med områdene der mose ikke ble fjernet. Levermose, som danner et tett sammenhengende teppe på elvebunnen, synes å ha størst negativ effekt på fisketetthet.

Habitatvalg hos fisk påvirkes i stor grad av habitattilbud. Mikrohabitatvalg og -preferanse i områder med og uten mose i Suldalslågen ble studert i august og september/oktober 1993. Visuell observasjon ved dykking er blitt benyttet til registrering av fisk.

Undersøkelsene nevnt ovenfor vil fortsette i 1994. Undersøkelsene omfatter ikke ernæring hos fisk, heller ikke gyting og plassering av gytegroper i forhold til mose. For å få en enda bedre indikasjon på om gyting er begrenset til områder uten mose, bør en kartlegging av gytegroper over hele Suldalslågen foretas.

9.3.7 Vekst, kondisjon og overlevelse hos settefisk

Vekst, kondisjon og overlevelse til settefisken i Suldalslågen er ikke studert. For å vurdere effekten av utsettingene av laksunger i Suldalslågen ble det derfor i 1993 igangsatt et prosjekt i regi av LFS-prosjektet på dette. Prosjektet omfatter tetthetsberegning, høst og vår på lokaliteter med og uten utsetting og studier av smoltutvandring (se kapittel 9.3.3). Fisk lengdemåles og veies. All utsatt laks er fettfinneklippet og kan derfor skilles fra villfisk.

I det foregående er beskrevet hvilke undersøkelser som er igang. Følgende undersøkelser bør prioriteres:

- Årlige undersøkelser av tetthet og vekst hos ungfisk
- Undersøkelser av smoltproduksjonen i Suldalslågen
- Kartlegging av smoltutvandring (hvilke faktorer styrer denne)?
- Evaluering av utsettingspålegget for Suldalslågen

10. Voksen fisk

10.1 Tidligere undersøkelser - virkninger av reguleringen

10.1.1 Vandring i sjøen

Sitat fra St. prp. nr 117 (1973-1974) Samtykke til statsregulering for utbygging av Ulla-Førre vassdragene m.v., utdrag fra uttalelsen fra Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge:

"Hylen kraftstasjon vil bruke ca. 270 m³/sek på full kjøring. Det er en fare for at fisken vil søke inn Hylsfjorden istedet for mot Suldalslågen. Hvis feromonteorien har berettigelse, må denne kunne anvendes i dette tilfelle. Dersom Suldalsvatn sperres med en dam som ikke slipper laks opp i vannet vil luktstoffer av laks kun komme ut i fjorden ved Suldalslågen og ikke i Hylsfjorden. Laksen vil dermed søke på Suldalslågen. Teorien har svakheter og kun praktiske forsøk kan vise hva som virkelig kommer til å skje. Til det motsatte er bevist bør ikke Hylen kraftstasjon kjøres juni-juli, annet enn i rent forsøksøyemed."

Dette var bakgrunnen for at det i konsesjonsvilkårene ble tatt inn en bestemmelse om at Hylen kraftstasjon ikke skal kjøres i perioden 1. juni - 31. juli.

Som en følge av dette er det av interesse å få avklart om kjøringen av Hylen i denne perioden virkelig vil få den konsekvens at laksen forvirres og hindres fra å gå opp i Lågen, evt. forsinkes.

Merking av voksen laks.

Merking av voksen laks fanget i kilenøter ved Skudeneshavn, Nedstrand og Jelsa ble foretatt i perioden 1972-1976. Selv den fisken som ble merket ved Jelsa, ytterst i Sandsfjorden, ble bare i liten grad gjenfanget lenger inne i fjorden og i Suldalslågen (7 %). Fisk merket ved Skudeneshavn ble bare sporadisk gjenfanget inne i Sandsfjorden eller i Suldalslågen (1-2,5 %). Konklusjon: Laks fra mange elver søker langt inn i Boknafjorden og går ut igjen. Selv laks som fanges i ytre del av Sandsfjorden kan høre hjemme helt andre steder enn i Suldalslågen (Vasshaug 1977).

Forsøk med kilenotfiske i Hylsfjorden.

I 1981 ble det gjennomført forsøk med kilenotfiske innerst i Hylsfjorden for eventuelt å se om det var laks å få der når kraft-

stasjonen gikk. Det ble fanget noen få sjøørret, men prosjektet var mislykket av metodiske årsaker, da vannstrømmen fra kraftstasjonen var så sterk at nøtene la seg flate og ikke fisket.

Forsøk med drivgarnsfiske i Hylsfjorden 1984.

Sommeren 1984 ble det gjennomført forsøk med drivgarnsfiske i Hylsfjorden i ukene 29, 30 og 32. Fisket foregikk i tre områder: Ved Lovraneset i Sandsfjorden, ved innløpet til Hylsfjorden, og inne i Hylsfjorden. Det ble ikke fanget laks til tross for stor fangstinnsett, og forsøket bidro ikke til å avklare problemstillingen om eventuell feilvandring til Hylen. Det blir pekt på følgende "uheldige omstendigheter": - Forsøket kom for sent igang. - Hovedmengden av laks i fangbar størrelse (større enn 3 kg) nådde elva før forsøket startet. - Uvanlig lite nedbør og liten ferskvannsutstrømming i fjorden. - Hylen kraftstasjon ble ikke kjørt i perioden (Vasshaug og Sægrov 1985).

Forsøk med drivgarnsfiske i 1989.

Sommeren 1989 ble det gjennomført forsøksfiske i 3 ulike perioder:

- Periode 1: 5. juni t.o.m. 3. juli, Hylen kraftverk i drift.
- Periode 2: 4. juli t.o.m. 28. juli. Hylen kraftverk står.
- Periode 3: 29. juli til 13. august. Hylen kraftverk i drift

Det ble fisket fra innerst i Hylsfjorden ut til utløpet i Sandsfjorden. I tillegg ble det fisket med garn den 14. august rett utenfor Hylen kraftverk umiddelbart etter stans i kraftverket. Det ble fanget totalt 33 laks, av disse ble 18 identifisert som oppdrettslaks.

Fra konklusjonen siteres: "Resultatene fra denne undersøkelsen tyder på at en del av Suldalslaksen har sin naturlige vandringsrute inn i Hylsfjorden før den går opp i Suldalslågen. Men utfra de 4 vill-laksene som stod i utslippsvatnet utenfor Hylen kraftverk kan det tyde på at utslippsvatn fra Hylen kraftverk lokker laks inn i Hylsfjorden. Derfor kan en ut fra denne undersøkelsen ikke se bort fra at utslipp av vann fra Hylen kraftverk virker forstyrrende på laksens vandringer til Suldalslågen. Dermed må konsekvensene av utslipp av vann til Hylsfjorden anses som uheldig for laksens vandringer inntil det motsatte er bevist. For å få svar på skadevirkninger er en mulighet å gjenta årets fiske, men med en forskyvning i tidsrommet for derved å få en bedre tilpassning til Suldalslaksens innsig" (Bredeli 1990).

Lydmerking av voksen laks fanget på stang i munningen av Suldalslågen.

Fire laks ble utstyrt med merker, sluppet i sjøen i Sandsfjorden ca. 10 km fra munningen av Suldalslågen, og fulgt med båt til de var tilbake i elva. Alle laksene hadde i grove trekk det samme vandringsmønsteret: Etter slipp vandret de alle utover fjorden, og snudde ytterst i fjorden. Laksens vandring innover igjen bar preg av mye roting og vandring på kryss og tvers og inn og ut av fjorden. Tendens til at laksen ved liten vannføring rotet mer på kryss og tvers av fjorden utenfor Marvik, straks den passerte Marvik gikk den strake veien til elva, munningsområdet. Ved stor vannføring gikk "rotingen" mer på langs av fjorden.

Konklusjon: Vannføringen ser ikke ut til å være av avgjørende betydning for laksens vandringsmønster i Sandsfjorden. Flere andre faktorer er også med på å bestemme vandringsruten inn fjorden slik som vær, vind og strømforhold og flere. Vannføringen er mer viktig når det gjelder laksens lokalisering av elva. Stor vannføring vil trolig medføre at laksen lettere finner fram til selve Sandsfjorden. Antall forsøksfisk var imidlertid for lite (4) til å dra sikre statistisk holdbare konklusjoner (Waatevik 1977).

10.1.2 Vandring til, i og ut av elva

Innvandringstidspunkt til elva.

Erfaringsmateriale tilbake til 1957 viser at første laks har blitt fanget nedenfor Sandsfossen i siste uka i mai/første uka i juni. Utbyggingene synes ikke å ha påvirket innvandringstidspunktet (Vasshaug, 1990).

Vandring i elva

Laksen har et svært kort opphold i sjøen utenfor elvemunningen (0-6t). Dette mener en å vite ut fra lydmerkeforsøkene til Waatevik. Laksen går inn i Munningen og Fosshølen uten nevneverdig forsinkelse. Her kan den bli stående i 1-2 måneder, avhengig av vannføring og vanntemperatur.

Erfaringsmateriale viser at laksen ikke passerer Sandsfossen før vannføringen blir 140 m³/s eller lavere. (Vannføringstallene her refererer seg til målepunktet ved Tjelmane bru). I tillegg regner en med at vanntemperaturen må være min. 8°C, helst 8,5 - 9°C, før laksen for alvor passerer Sandsfossen. Normalt passerer laksen Sandsfossen i siste halvdel av juli og i august dersom kravene nevnt foran er oppfylt.

Gjuvsfossen er et kritisk punkt lenger opp i elva. Her regner en at vannføringen maksimalt må være 83 m³/s dersom laksen skal kunne passere. Ideell oppgangsvannføring oppgis til 80 m³/s eller litt lavere. Ovenfor Gjuvsfossen fordeler laksen seg raskt over hele strekningen (Vasshaug 1990).

Øverst oppe i elva representerer dammen ved Osvad et mindre hinder for laksen. Det er bygget trapp forbi denne, men denne blir omtrent ikke benyttet. Derimot passerer laksen selve dammen uten altfor store problemer (opplysninger fra lokalt hold).

Merking av vinterstøinger.

Archer og Sibthorp merket 846 laks i årene 1885-1891 og fikk en gjenfangst på 4,4 %, trolig bare i Suldalslågen. Fiskeforskningen merket 18 vinterstøinger våren 1965, to gjenfangster i 1966, en utenfor Stolmen i Hordaland og en i Suldalslågen (Vasshaug 1977).

10.1.3 Fordeling av fangst på elva

Før Ulla/Førre utbyggingen fordelte fangsten av laks seg med gjennomsnittlig 47 % nedenfor og 53 % ovenfor Sandsfossen (dette gjelder gjennomsnittlig antall laks i perioden 1967-1978.) Etter Ulla-Førre har dette endret seg slik at en forholdsvis mindre andel av fangsten tas nedenfor Sandsfossen. I gjennomsnitt for perioden 1984-1989 ble 28 % fanget nedenfor fossen og 72 % ovenfor (antall). Det foreligger tallmateriale for dette for hvert enkelt år (Vasshaug 1990).

Småaksen fanges for det meste nedenfor Sandsfossen, i hølene Munningen og Fosshølen. Fram til 1978 ble rundt 75 % av småaksen fanget her. I perioden 1984-1989 er fangstfordelingen av småaksen 48 % nedenfor Sandsfossen, 37 % mellom Sandsfossen og Gjuvsfossen og 16 % ovenfor Gjuvsfossen. Forklaringen på denne endringen kan ligge i endret vannføring etter Ulla-Førre, bedre utnyttelse av fisket ovenfor fossen og ny laksetrapp (Vasshaug 1990).

10.1.4 Middelvekt av laks. Småaks, mellomaks og storaks.

Vasshaug har registrert en klar nedgang i middelvekt av laks fra slutten av 1960-årene og fram til 1990, og mener at dette uten tvil skyldes at antall småaks i fangstene har økt i den samme perioden, både etter RSK-utbyggingen og etter Ulla-Førre utbyggingen.

Årsaken til dette tilskrives han delvis den selektive beskatningen som har skjedd i sjøen. Dette gjelder perioden fram til 1985. Til tross for harde reguleringer i laksefisket i sjøen etter 1985, har middelvekten for mellomlaks og storlaks (større enn 3,2 kg) gått ned etter 1985. Dette kan ha sammenheng med Ulla-Førre utbyggingen.

Ifølge tilgjengelig statistikk har andel smålaks (mindre enn 3,2 kg) økt dramatisk i perioden 1957-1990. Fram til og med 1967 det året RSK kom i full drift, utgjorde smålaks inntil 10 % av fangstene. I perioden 1967-1983 varierte andelen smålaks mellom 10 - 55 %. Etter Ulla-Førre utbyggingen har andelen smålaks økt ytterligere, og utgjorde i 1987-1989 over 60 %. Dette kan etter Vasshaugs mening skyldes økt innslag av oppdrettsfisk, og det er ikke mulig i dag (1990) å antyde i hvilken grad Ulla-Førre utbyggingen har innvirket på prosessen som gir stor prosent smålaks i forhold til større laks (de tall for andel smålaks som her er referert gjelder fangstene nedenfor Sandsfossen).

Historisk sett har smålaks vært alminnelig i Suldalslågen før 1910. Opptegnelser rundt århundreskiftet i Hunters bok "A unique experiment" (Vasshaug 1990), viser et innslag av smålaks på 23 - 37 % i årene 1885-1910. Etter den tid er det få rapporter om smålaks. I perioden 1944-1950 ble det bare notert 5 smålaks av 681 fisk (Vasshug 1990).

I 1993 utgjorde smålaks 48 % av totalt antall fanget laks. (off. stat.). Andelen smålaks var høyere nedenfor Sandsfossen (53 %) enn ovenfor (42 %). I 1993 ble 61 % av all smålaks fanget nedenfor Sandsfossen. Se ellers **tabell 5** i kapittel 10.3.2 "Registreringer av oppgang av laks og sjøaure i trappa i Sandsfossen".

Gjennomsnittsverken av laks (all fangst) har iflg. offisiell statistikk vært slik de siste årene: 1990: 6,8 kg, 1991: 5,8 kg, 1992: 7,5 kg, 1993: 4,8 kg.

Det er ikke helt godt samsvar mellom offisiell statistikk og lokale statistikker når det gjelder gjennomsnittsvekt. En mulig nedgang i gjennomsnittsvekt kommer først og fremst til uttrykk når vi ser på statistikken som er ført lokalt. Det må bemerkes at det for hele landet har vært en økning i andelen smålaks i elvefangstene, i alle fall etter 1980. Samtidig har det vært en generell utvikling at gjennomsnittsverken for større laks har avtatt, mens gjennomsnittsverken for smålaks har økt noe (Lund et. al 1994).

10.1.5 Andel sjørret og laks i fangstene

Suldalslågen har også en stamme med sjørret, og har trolig alltid hatt det. Størrelsen på denne stammen og mengdeforholdet mellom laks og ørret i fangstene er det svært vanskelig å si noe om, dels på grunn av at det i stor grad har vært fisket selektivt etter laks, dels på grunn av at en helt klart har vært mindre nøye med å oppgi fangstene av sjørret.

Ser vi på den offisielle statistikken er det i perioden fram til og med 1983 omtrent ikke registrert fangster av sjørret. I 1984 startet elveeigerlaget å registrere sjørretfangstene, og i årene som følger (1984-1993) er det registrert en fangst på gjennomsnittlig 667 kg sjørret pr. år, varierende mellom 1041 kg (1984) og 514 kg (1986). Ut fra den offisielle statistikken eller andre foreliggende statistikker er det ikke grunnlag for å si at mengdeforholdet mellom sjørret og laks i fangstene har endret seg. Det er heller ikke grunnlag for, ut fra fangststatistikk, å påvise noen virkninger på sjørretbestanden av Ulla-Førre utbyggingen (Vasshaug 1990).

Mesteparten av sjørretfangsten skjer mellom Sandsfossen og Gjuvsfossen.

10.1.6 Lakseproduksjon i elver til Suldalsvatn

I en rapport fra S. Drummond Sedgwick datert 8.5.1967 heter det at noe laks sannsynligvis gyter i Roaldkvamsåna. Det henvises til Archer som slår fast at ca. 4 engelske mil ble brukt av laks til naturlig gyting i hans dager. Det hevdes at elva har god gytegrunn for laksen ved elvemunningen og ca. 2 km oppover elva.

Det henvises til en rapport av Rosseland (20.11.1964) som slår fast at elva ble brukt som gyteplass av storørret. I følge Sedgwicks rapport foreligger det ikke oppgave hverken over lakseunger i elva før reguleringen eller over voksen laks som har gytt der i de foregående år. I forbindelse med konsesjonsbehandlingen av RSK-utbyggingen er fisket i tilløpselvene til Suldalsvatn viet svært liten oppmerksomhet. I en uttalelse fra høyesterettsadvokat Wyller på vegne av Sands laksefiske heter det likevel at "Det kan påvises at laks går opp i dette vassdrag (Roaldkvamsåna) og gyter". I en annen forbindelse er det nevnt at årlig fangst i elva antas ikke å ha oversteget 200-300 kg.

Når det gjelder elva i Brattlandsdalen er det ikke funnet noe som tyder på at elva har blitt brukt av laks som gyteområde.

Begge de nevnte elvene er tørrlagt som følge av RSK-utbyggingen, og produksjon av laks er ikke lenger mulig.

10.2 Kompensasjonstiltak

Av kompensasjonstiltak som er igangsatt nevnes her bygging av klekkeri og utsetting av fisk og bygging av laksetrapp i Sandsfossen og i dammen ved Osvad. Andre kompensasjonstiltak er nevnt under andre kapitler (biotopforbedrende tiltak, kalcking, manøvreringsreglement mm).

10.2.1 Mengde utsatt fisk

En oversikt over utsettingsmengdene for de siste årene er vist i **tabell 1**.

10.2.2. Gjenfangst av utsatt, merket smolt

Merkeforsøk i regi av NINA. Laks:

I årene 1969-1974, 1976-1977, og 1986-1989 er det satt ut til sammen 12.767 stk merket laksesmolt i Suldalslågen. Totalt er det registrert gjenfangst av 74 laks. (0,58 %). Av disse er 15 stk (0,12 %) fanget i Suldalslågen, 2 stk er fanget i andre elver og 57 stk (0,45 %) er fanget i sjø. Total gjenfangstprosent har variert mellom 0,21 % (1971) - 2,41 % (1989). Unntaket er utsettingen i 1973 som ga 2 gjenfangster av 8 utsatte smolt (25 %). (Tall fra merkesentralen, NINA).

Splitter vi opp resultatene i de tre periodene nevnt ovenfor får vi følgende resultat (**tabell 2**):

Tabell 1. Oversikt over utsettinger i Suldalslågen i perioden 1982-1993 (kilde: Suldal elveeigarlag). - List of fish stockings in Suldalslågen from 1982 to 1993 (source, Suldal Landowners Association).

Årstill	Plomme-sekkyngel	Startfora yngel	1-somrig	1-årig smolt	2-årig smolt	Merknad
1982				7.000		
1983				5.000		
1984				6.000		
1985	90.000 (juni)	15.000 (aug)			6.000*	*herav 3.200 fettfinneklippet, 50g, utsatt 13/5-85
1986	56.500	66.000 (5/7 og 12/7)			4.109	Utsatt i sidebekker, 10.000 i Lågen
1987					3.884	
1988		14.355* (24/6)	7.507			*Utsatt i sidebekker
1989 (12/7)		10.000** 87.000** (22/6)	22.400	15.000*		*Utsatt 25/4, fordelt på Stråpa, Førland og Foss. Noen Carlinmerka **Utsatt i sidebekker
1990		33.000	19.000			Herav totalt 10.000 i Lågen, alle merka. Totalt utsatt 20.000 finneklapte
1991		56.970	105.875*			*Herav ca 20.500 i Lågen(merka) og resten i sidebekker (totalt merka 115.000)
1992		2.101	253.800*			*Herav 131.870 i Lågen (alle merka), resten i sidebekker. Totalt merka 140.890
1993	30.000	5.185	276.770			Herav 276.770 fettfinneklapte. I tillegg satt ut 1.780 fettfinneklapte i Førlandskanalen forsøk i stålrenna)

Tabell 2. Utsettinger og gjenfangst av carlin-merket smolt i Suldalslågen i periodene 1969-1974, 1976-1977 og 1986-1989. - Stockings and recaptures of carlin tagged smolts in Suldalslågen in the periods 1969-1974, 1976-1977 and 1986-1989.

periode	Antall utsatt	gjenf. Suldalslågen	gjenf. andre elver	gjenf. sjø	gjenf. totalt
1969-74	5771	11 (0,19%)	1 (0,02%)	25 (0,43%)	35 (0,61%)
1976-77	3248	2 (0,06%)	1 (0,03%)	20 (0,62%)	23 (0,71%)
1986-89	3748	2 (0,05%)	0	12 (0,32%)	14 (0,37%)

Sjørret.

I årene 1968, 1970, 1972 og 1973 ble det satt ut tilsammen 366 merkede sjørretsmolt i Suldalslågen. Disse ga en gjenfangst på totalt 18,9 %, herav 7,1 % i Suldalslågen og 11,7 % i sjøen. Totalgjenfangsten varierte mellom 16,6 - 66,7 %. (Opplysninger fra merkesentralen, NINA).

Utsettingssted, -tidspunkt, -metode har betydning for gjenfangstresultatet. Såvidt vi vet har smolten blitt satt ut et stykke oppe i elva. Det aller meste av smolten som har vært med i forsøkene har vært anleggsprodusert smolt.

Andre merkeforsøk

I årene 1969-1973 ble det merket totalt 1928 stk. villsmolt i Suldalslågen. (Carlin-merket). Totalt 0,9 % gjenfangst, herav ca. 80 % i Rogaland. Av de som ble gjenfanget i Rogaland ble 20 % (4 stk) gjenfanget i sjøen innefor Foldøy i Sandsfjorden, og 40 % (7 stk) i Suldalslågen (Vasshaug 1977). Noen av disse merkeforsøkene inngår trolig i materialet i **tabell 2**.

I perioden 1969-1977 ble det satt ut totalt ca. 100.600 smolt av noe varierende avstamming, mesteparten av Suldalsstamme. En del av disse ble merket, noen med finnekipping, noen med Carlin-merker. Gjenfangsten synes å være lav, maks 1,5 %. (Vasshaug 1977).

I årene 1982, 1983, 1984, 1985, 1986, 1987 og 1989 ble det satt ut totalt 46.993 smolt av laks. Av disse ble 3.200 fettfinneklippet (1985) og 1.948 stk. Carlinmerka (1989) (opplysninger fra Suldal elveeigarlag bl.a.). Det foreligger ikke pålitelige data for gjenfangst av fettfinneklippet fisk. Gjenfangster av carlinmerket fisk inngår i dataene i **tabell 2**.

10.2.3 Laksetrappet

Den nye laksetrappa på nordsida av Sandsfossen ble klar til 1987-sesongen. Om registreringer av oppvandring, se kap. 10.3.2

Trappa i dammen ved Osvad ble bygget samtidig med dammen. I følge lokale kilder blir trappa ikke brukt av laksen.

Det har forøvrig vært trapper i Sandsfossen helt tilbake til begynnelsen av århundret.

10.3 Undersøkelser/overvåking

10.3.1 Fangstregistreringer

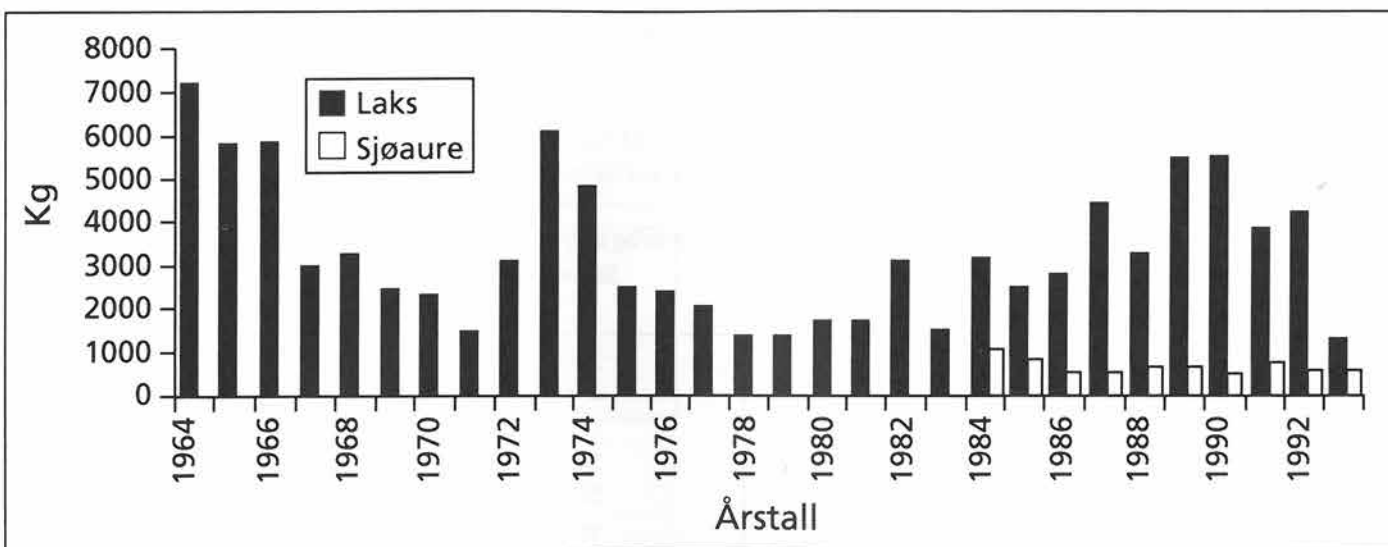
Vasshaug har analysert og vurdert offisiell og lokal fangststatistikk for Suldalslågen helt tilbake til før århundreskiftet. I perioden etter 1960 har fangsten i elva variert mellom ytterpunktene 9.290 kg (1964) og 1.310 kg (1978). Disse tallene er såkalt "justert" offisiell statistikk og gjelder samla fangst av laks og sjørret.

Det er ikke helt overensstemmelse mellom tallene i den offisielle statistikken og de oppgavene som foreligger fra Suldal elveeigarlag for de enkelte år. I **tabell 3** har vi brukt oppgavene fra elveeierlaget for årene 1984-1993 og sammenlignet fangstene av laks og sjørret. Tallene gjelder fangst for hele elvestrekningen.

I **figur 15** er framstilt fangststatistikk basert på tallene i den offisielle laksestatistikken.

Tabell 3. Totalfangst i Suldalslågen i perioden 1984-1993, andel sjøaure og laks. (Kilde: Suldal elveeigarlag). - Total catch in Suldalslågen from 1984 to 1993, indicating percent of sea-trout and salmon (source: Suldal Landowners Association).

Årstall	Sjøaure, antall og prosentvis andel av totalfangst	Sjøaure, kg	Laks, antall	Laks, kg	Totalt, antall	Totalt, kg
1984	372 (38%)	310	597	3580	969	3890
1985	610 (67%)	448	292	2242	902	2690
1986	477 (61%)	395	298	1898	775	2293
1987	745 (55%)	568	604	3154	1349	3722
1988	674 (59%)	603	460	2421	1134	3024
1989	520 (34%)	567	981	5478	1501	6045
1990	436 (35%)	526	806	5491	1242	6017
1991	580 (46%)	748	666	3869	1246	4618
1992	410 (42%)	537	555	4177	965	4714
1993	498 (39%)	564	262	1274	760	1838



Figur 15

Fangst av laks og sjøørret i Suldalslågen i perioden 1964-1993. - Catch of salmon and sea-trout in Suldalslågen from 1964 to 1993.

10.3.2 Registreringer av oppgang av laks og sjøørret i trappa i Sandsfossen

Siden trappa ble bygd i 1987 er det gjennomført registreringer av antall oppvandrende fisk i laksetrappa (**tabell 4**). Tellingene er gjort manuelt, ved at en av kulpene i trappa er avstengt med kalv på utløpet og gitter på innløpet. En gang i døgnet (ca.) telles fisken opp og slippes videre oppover.

Som det framgår av **tabell 4** har 92,4 % av all registrert fisk i trappa vært sjøørret. Av all registrert laks i trappa har smålaks (< 3 kg) utgjort 49,2 %, mellomlaks (3 - 8 kg) har utgjort 40,3 % og storlaks (> 8 kg) har utgjort 10,5 %.

Tabell 4. Antall oppvandrende fisk i trappa i Sandsfossen. (Kilde: Suldal elveeigarlag). - Number of fish migrating up the fish ladder in Sandsfossen (source: Suldal Landowners Association).

Årstall	Aure < 3 kg	Aure 3-8 kg	Laks < 3 kg	Laks 3-8 kg	Laks > 8 kg	SUM
1987	1178		59	72	48	1357
1988	2300	72	116	86	16	2590
1989	3099	65	118	109	39	3430
1990	3610	12	98	78	4	3802
1991	3590	26	149	130	26	3921
1992	1988		102	70	12	2172
1993	1955	1	80	46	9	2091
SUM	17.896 (92,4%)		722 (3,7%)	591 (3,1%)	154 (0,8%)	19.363 (100%)

I tabell 5 nedenfor er sammenlignet andel smålaks ovenfor og nedenfor fossen, og andel smålaks registrert i laksetrappa for perioden 1984-1989 (tall fra Suldal elveeigarlag). Det er også vist hvor stor andel av smålaksen som ble fanget nedenfor fossen for hvert enkelt år.

10.3.3 Merking av oppvandrende laks i trappa

I 1992 ble 56 stk oppvandrende svidder og laks merket med Floy-merke i trappa. 12 stk av disse ble gjenfanget i elva i løpet av fiskesesongen. Total oppgang av laks/svidder i trappa samme

Tabell 5. Andel smålaks i fangstene nedenfor og ovenfor Sandsfossen, innslag av smålaks i trappa og andel totalfangst av smålaks fanget nedenfor Sandsfossen. - Number of one-sea winter salmon in catches below and above Sandsfossen, occurrence of one-sea winter salmon in the fish ladder and percent of the total catch of one-sea winter salmon below Sandsfossen.

Årstall	Innslag av smålaks i fangsten <u>nedenfor</u> Sandsfossen	Innslag av smålaks i fangsten <u>ovenfor</u> Sandsfossen	Innslag av smålaks i <u>trappa</u>	<u>Andel av totalfangst smålaks fanget nedenfor</u> Sandsfossen
1984	55%	38%	-	47%
1985	28%	28%	-	35%
1986	38%	34%	-	44%
1987	66%	36%	33%	54%
1988	72%	36%	53%	44%
1989	55%	24%	44%	49%
1990	48%	16%	54%	
1991	57%	25%	49%	51%
1992	23%	23%	55%	39%
1993	53%	42%	59%	61%

I perioden 1984-1993 er det bare unntaksvis oppgitt fangster av sjørret nedenfor Sandsfossen. Det er derfor ikke grunnlag for å sammenligne andelen sjørret ovenfor og nedenfor fossen slik som gjort for laks i tabellen ovenfor. Ut fra fangststatistikken i forrige avsnitt er det ikke noe som tyder på at bygging av laksetrappa i 1987 har ført til større fangst av sjørret ovenfor fossen.

året var 184 stk. Totalfangst av laks/svidder i elva samme året var 555, herav 217 nedenfor trappa (fossen) og 338 ovenfor. Disse tallene kan tyde på at i størrelsesorden 10 - 15 % av laks/svidder passerte trappa, mens resten gikk gjennom fossen. Materialet er likevel altfor lite til å trekke en konklusjon.

Av de laksene som ble merket i trappa ble i tillegg to gjenfanget under stamfisket samme høst. Videre ble en gjenfanget på krok-garn i Hjelmeland 15. juli 1993.

10.3.4 Gytegroppregistreringer

I regi av Suldal elveeigarlag er det i årene 1989, 1990, 1992 og 1993 gjennomført registreringer av gytegroper (tabell 6). Registreringene er gjort fra båt.

10.3.5 Fangst av stamfisk

Det fanges hvert år stamfisk for innlegging av rogn i klekkeriet. Vi har mottatt rapporter fra stamfisket for årene 1989-1993 (tabell 7).

Tabell 7. Fangst av stamfisk i Suldalslågen i perioden 1989-1993. - Catches of parent fish in Suldalslågen during the period 1989-1993.

Årstall	Innvilget tillatelse, antall stamfisk	Fanget antall stamfisk
1989	50	33
1990	80	66
1991	100	79
1992	100	68
1993	100	38

Følgende undersøkelser bør prioriteres:

Laksens vandringer i fjorden i forhold til Hylen kraftverk

Overvåking av bestandssammensetningen av laks ved registreringer i trappa og innsamling av skjellprøver fra sportsfisket

Laksens vandringer i Sandsfossen, Gjuvsfossen og resten av elva

Tabell 6. Gytegroppregistreringer i Suldalslågen i perioden 1989-1993. (Kilde: Suldal elveeigarlag). - Registered spawning sites in Suldalslågen from 1989 to 1993 (source: Suldal Landowners Association).

1989	1990	1992	1993	OMRÅDE
5	4	2	0	Stråpahløen (øverst i elva)
3	2	2	3	Ved holmen ovanfor Nothølen
1	3	5	6	Stryk ovanfor Sørrestadhølen
3	2	3	1	Stryket ned frå Vinjar skule
3	3	7	0	Prestavika; ved kloakkrenseanlegget
2	3	0	0	Kruno
10	18	15	13	Sørrestadroren
3	0	0	0	Sølvberg
2	3	2	1	Torkjelhølen
1	0	3	1	White house pool
1	0	0	0	Kalsbekk
4	4	10	12	Tjøstheimsroren
1	0	0	0	Lindum
0	0	0	3	Tjøstheimsvika
3	3	4	5	Devik
7	12	15	7	Steinshøl/stryket nedanfor
3	0	3	2	Sundvoll
2	12	13	10	Ved Steinsholmen
5	8	7	7	Ritlandsnaustet
2	2	*	0	Bergjordshølen
2	6	*	8	Stryk ovanfor Lågabrua
0	4	*	2	Smidjehølen
0	0	*	0	Ritlandsia
0	0	0	0	Førlandsneset
8	11	17	9	Herabakkahølen
4	0	1	0	Herabakka; lenger nede
2	6	5	2	Duøy
0	0	2	0	Øvre Kvæstadhøl
10	16	15	*	Kvæstadhøl/stryket nedanfor
10	7	10	*	Fossbakkane
4	3	*	*	Litlanes
5	4	*	*	Urene
4	4	*	*	Hatløy
2	2	*	*	Ved Kvamsholen
6	23	*	*	Hiim. Ved Holmen og nedover
0	2	*	*	Utløp av hølen nedanfor Ole Hiim.
0	2	*	*	Mo I stryket bortanfor Daniel Moe.
1	0	*	*	Litlehaga
0	2	*	*	Svinahølen
1	3	*	*	Helland; nedanfor Svinahølen
0	3	*	*	Hellandshammaren
0	2	*	*	Garaneset (nederst i elva)
59	77	91	71	SUM Stråpa - Ritlandsnaustet (registrert alle år)

* = IKKE REGISTRERT

11. Oppsummering

I kapittel 11.1 oppsummerer vi kort de viktigste konklusjonene på hvert enkelt fagområde når det gjelder virkninger av reguleringen. Delkapittel 11.2 gir en oversikt over eksisterende kompensasjonstiltak, over kompensasjonstiltak som bør settes igang umiddelbart og over kompensasjonstiltak som bør utredes nærmere. I kapittel 11.3 skisseres stikkordsmessig behovet for undersøkelser/overvåking, og i kapittel 11.4 følger arbeidsgruppens endelige prioritering av overvåking/framtidige undersøkelser. I kapittel 11.5 kommer arbeidsgruppen med synspunkter på hvordan arbeidet kan organiseres.

11.1 Virkninger av reguleringen

11.1.1. Vannføring

Røldal-Suldalutbyggingen medførte at vannmengden i Suldalslågen ble redusert om sommeren og økt om vinteren. Etter Ulla-Førreutbyggingen er vannføringen sterkt redusert over hele året. Flomtoppene er betydelig mindre. Minimumsvannføringen om vinteren er imidlertid økt i forhold til uregulert tilstand.

11.1.2. Vanntemperatur

Røldal-Suldalutbyggingen ga noe økning i vanntemperaturen både sommer og vinter. En del av denne endringen kan imidlertid ha med endringer i værforhold å gjøre. Ulla-Førreutbyggingen har medført en reduksjon i vanntemperaturen med 115 graddøgn i sommersesongen (mai - oktober) i forhold til Røldal-Suldalutbyggingen. Vanntemperaturen er også redusert i vinterperioden.

11.1.3 Vannkvalitet

Det ble ikke foretatt noen vurdering av hvordan vannkvaliteten i Suldalsvatn og Suldalslågen ble påvirket av Røldal-Suldalutbyggingen. Alkalinitet og pH i Suldalsvatn har vist en fallende tendens de senere år. I Suldalslågen er det registrert flere episoder med faretruende lav pH de siste årene.

11.1.4 Begroing

Undersøkelsene av begroingsforhold er av ny dato og det er

ikke mulig å avgjøre med sikkerhet om reguleringene har ført til økt begroing.

11.1.5 Evertebrater

Røldal-Suldalreguleringen hadde en betydelig innflytelse på sammensetningen av bunndyr i elva. De artene som levde av å spise planterester som løv ble sterkt redusert i mengde, mens de som levde av å filtrere næringspartikler fra vannet, økte sterkt i antall. Ulla-Førrereguleringen har medført at bunnfaunaen er blitt redusert i antall og endret i sammensetning i forhold til Røldal-Suldalutbyggingen.

Når det gjelder plankton i Suldalsvatn er det ukjent hvilke effekter reguleringene har hatt.

11.1.6 Ungfisk

Gyting, eggutvikling og klekking

Observasjonene av yngel om våren indikerer at det ikke har skjedd vesentlige endringer i gytetidspunkt eller klekketidspunkt.

Tetthet

Det finnes ikke data på tetthet av fiskunger før reguleringen og det er derfor ikke mulig å si om tettheten er endret i forhold til uregulert tilstand. Det er imidlertid ikke skjedd endringer i tetthetene av eldre fiskunger (laks og ørret) etter Ulla-Førreutbyggingen i forhold til Røldal-Suldalutbyggingen. Når det gjelder årsyngel av laks og ørret, er det registrert en signifikant økning de senere år.

Fiskungenes næringsvalg

Det finnes materiale om fiskungenes ernæring før regulering, og det er samlet inn materiale også på 1970-tallet og 1980-tallet. Resultatene er imidlertid ikke publisert, og det er derfor ikke mulig å si om det har inntrådt endringer i fiskungenes næringsvalg som følge av reguleringene.

Vekst/smoltalder

Veksten hos 0+ er dårlig og det er ikke registrert endring i vekst som følge av reguleringene. Det er imidlertid registrert en økning i smoltalder.

Smoltproduksjon

Vannføring, vanntemperatur, vanndekt areal sommer og vinter, begroing, bunnfauna og planktonsamfunnets (Suldalsvatn) mengde og sammensetning, er alle faktorer som påvirker smoltproduksjonen. Som følge av økt smoltalder kan smoltproduksjonen i Suldalslågen nå være redusert, men reduksjonen er vanskelig å kvantifisere.

Smoltutvandring

Vannføring og vanntemperatur er faktorer som har vesentlig betydning både som utløsende faktorer for smoltutvandring og for utvandringmønsteret. Vannføring ved utvandring har i tillegg stor betydning for smoltens overlevelse. Hvilken faktor som har størst betydning av vannføring eller vanntemperatur kan variere fra vassdrag til vassdrag. Det finnes ikke data om smoltutvandringen i Suldalslågen og det er derfor ikke kjent hvilke faktorer som styrer denne. Reguleringene har imidlertid ført til endringer i vannførings- og vanntemperaturforhold, og det er derfor sannsynlig at det har skjedd endringer i smoltutvandringen.

11.1.7 Voksen fisk

Vandring i fjorden

Det er uklart om kjøring av Hylen kraftverk påvirker Suldalslaksens vandringmønster i fjorden og inn til elva, men undersøkelser som er gjort kan tyde på det.

Innvandring til elva

Utbyggingen synes ikke å ha påvirket laksens innvandringstidspunkt til elva.

Vandring i elva

Etter Ulla-Førrereguleringen blir en større andel av fangsten av laks tatt ovenfor Sandsfossen. Dette kan skyldes endret vannføring etter Ulla-Førre, bedre utnyttelse av fisket ovenfor fossen og/eller ny laksetrapp.

Forholdet mellom storlaks og smålaks

Fra slutten av 1960-årene og fram til 1990 er det registrert en klar nedgang i middelvekt av laks. Det er uklart om dette skyldes reguleringen eller har andre årsaker.

Forholdet mellom laks og sjørørret

Det er uklart om reguleringen har ført til endringer i forholdet mellom laks og sjørørret. Innsamlede data om ungfisk, fangststatistikk, og tellinger i trappa indikerer ingen endring i forholdet mellom laks og sjørørret.

Gyteområder

Det er ikke kjent om reguleringene har ført til endringer i laksens gyteområder.

11.1.8 Konklusjon

Reguleringene har ført til endringer av vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet, noe som i sin tur har gitt effekter på det biologiske miljøet. Det går fram at det for en rekke felter er vanskelig å fastslå effektene. Når det gjelder fisk er den kunnskapen som foreligger begrenset til laks. For sjørørretens vedkomme er kunnskapsgrunnlaget for dårlig.

Til tross for et mangelfullt datagrunnlag på mange felter vil arbeidsgruppen allikevel slå fast at utviklingen mot en stadig surere vannkvalitet er dramatisk. Denne utviklingen kan ha sammenheng med reguleringene og er urovekkende, særlig sett på bakgrunn av at man foreløpig ikke har hatt noen sterk nedtapping av Blåsjømagasinet. En raskere tømning av Blåsjømagasinet kan lett gi ytterligere forverring av situasjonen både når det gjelder vannkvalitet og vanntemperatur.

11.2 Kompensasjonstiltak

11.2.1 Eksisterende kompensasjonstiltak

Vannføring - manøvreringsreglement

Manøvreringsreglementet er i seg selv et kompensasjonstiltak som bestemmer vannslipp til Suldalslågen av hensyn til laksen og laksefisket. Det nye manøvreringsreglementet fra 1990 medførte en viktig endring i og med at målepunktet ble flyttet opp til Suldalsosen. En unngår dermed de brå endringene i vannføring i øvre deler av Lågen med de uheldige konsekvenser som dette hadde for bestanden av ungfisk.

Vannkvalitet - kalking

Regulanten driver et kalkingsanlegg ved utløpet av Suldalsvatn for å motvirke de sure episodene som kommer. Det blir idag styrt av pH i utløpet fra Suldalsvatn.

Utsetting av fisk

Fra 1982 til 1985 ble det satt ut smolt i Suldalslågen uten at det var gitt pålegg om utsetting av fisk. Regulanten ble 22.4.1988 pålagt å sette ut 12.000 2-årige smolt, 50.000 ensomrige settefisk og 100.000 yngel av laks. Pålegget omfattet også bygging av 2 oppvekstkanaler og utsetting av yngel i disse. Etter avtale med DN ble pålegget om utsetting av smolt ikke utført i 1991 mot at det totale pålegget ble korrigert til å omfatte 100.000 startforete yngel og 100.000 ensomrige laks. En oversikt over utsettingene er gitt i **tabell 1**. I 1992 og 1993 ble store mengder av yngelen og settefiskene satt ut i den lakseførende del av vassdraget.

Fiskestrapp

Den nye laksetrappa på nordsida av Sandsfossen ble klar i 1987-sesongen. Antall oppvandrende fisk er registrert daglig hvert år. Hele 92,4 % av all registrert fisk i trappa er sjørørret. Av all registrert laks i trappa har smålaks utgjort 49,2 %, mellomlaks 40,3 % og storlaks 10,5 %.

11.2.2 Tiltak som bør settes i verk umiddelbart

Vannkvalitet

Kalkingsanlegget i Suldalslågen blir idag delvis styrt av pH i utløpet av Suldalsvatn. Nedbørepisoder og snøsmelting i restfeltet vil imidlertid føre til raske endringer både i vannføring og vannkvalitet i hovedelva. For å unngå kritiske episoder med faretruende lav pH nederst i elva bør det i framtiden kalkes på flere stasjoner. Vannkvalitetsdata fra det instrumenterte Fossåna-feltet bør kunne benyttes for å styre framtidige anlegg (kfr. kap.6.2). Det bør straks settes igang planlegging med sikte på å komme igang med kalking så snart som mulig. I planleggingsarbeidet bør også terrengkalking vurderes.

Utsetting av fisk

De senere års utsetting av yngel og settefisk i den lakseførende delen av vassdraget kan være uheldig ved at den utsatte fisken konkurrerer med og eventuelt fortrenger villfisk. Slike utsettinger bør derfor vurderes nærmere. Det bør settes igang en evaluering av utsettingspålegget (kfr. kap. 11.4), og et nytt utsettingspålegg må baseres på de utsettingsmuligheter som er tilstede i vassdraget.

11.2.3 Tiltak som bør utredes nærmere

Nedenfor er de ulike forslagene til tiltak nevnt i stikkordsform med henvisning til de kapitler hvor de er omtalt nærmere

Vannføring

Det eksisterende manøvreringsreglementet fører til en kraftig økning av vannføring fra 1. mai. Dette kan ha en ugunstig effekt på fiskungene fordi det fører til nedsatt temperatur og økt drift av næringsdyr og fisk ut av vassdraget. En reduksjon av vannføringen på våren vil kunne ha en gunstig effekt på disse forhold. Et slikt tiltak vil imidlertid kreve at Hylene kraftstasjon kjøres, og dette vil kunne ha konsekvenser for laksens innvandring til Suldalslågen. Dette kan også påvirke smoltutvandringen og smoltens overlevelse. Disse forhold bør derfor utredes nærmere.

Vanntemperatur (kfr. kap. 5.2)

Mulighetene for å øke vanntemperaturen i Suldalslågen ved bruk av vann fra ulike delfelter i perioden mai - august bør utredes (kfr. kap. 5.2).

Vannkvalitet (kfr. kap. 6.2)

- Terrengekalking av restfelt til Suldalslågen
- Nøytralisering av surt vann v.h.j.a. saltvann som pumpes opp via Hylen kraftstasjon og videre fram til Suldalsosen.
- Kalking av Blåsjø og /eller tilførselen fra Blåsjø til Suldalsvatn
- Bedring av vannkvaliteten fra Blåsjø ved styrt pumping og tapping fra ulike magasin i området
- Mulighetene for å lede surt avløpsvann fra Kvildal kraftverk i rør direkte til inntaket i Hylen kraftverk bør utredes.

Begroing (Kfr. kap. 7.2)

En del av begroingen er ugunstig for evertebrater og fisk. Muligheter for å avhjelpe situasjonen (spyleflommer, rensking av substrat) bør undersøkes.

Evertebrater (Kfr. kap. 8.3.2)

Kraftige flommer kan føre til uheldig påvirkning av bunndyrsamfunnene, og de undersøkelser som er satt igang for å utrede dette nærmere bør videreføres.

Utsetting av fisk (Kfr. kap. 9.2.1)

Som tidligere nevnt bør utsettinger av presmolt på den lakseførende delen tas opp til vurdering. Strekingen mellom dammen og Suldalsporten kan brukes til slike utsettinger, dersom denne strekingen ikke utnyttes som oppvekstområde av villaks. Dette bør undersøkes nærmere.

Produksjon av smolt i sidevassdrag (Førlandskanalen) (kfr. kap. 9.3.1)

I et vassdrag som preges av høge vannføringer i hovedelva - vannføringer som tildels kan være ugunstige for ungfisk, kan sideløp og sidevassdrag være viktige oppvekstområder. Mulighetene for bruk av slike vassdrag bør derfor utredes.

Fiske-trapp på sørsida av Sandsfossen (Kfr. kap. 10.3.2)

Det vurderes å bygge trapp på sørsida av Sandsfossen for å hjelpe storlaksen opp da man antar at storlaksen helst søker til den delen av fossen. Før et slikt tiltak eventuelt settes i verk bør man undersøke laksens vandringsveier i Suldalslågen nærmere ved radiomerking. En bør da ta sikte på å følge fisken fra foten av Sandsfossen og gjennom hele vassdraget og kartlegge hvordan den passerer de ulike hindringer og når dette skjer. Slike undersøkelser vil også kunne bidra til å avklare nærmere Sandsfossen rolle for å opprettholde storlaksstammen i Suldalslågen.

11.3 Undersøkelser/overvåking

I de ulike delkapitler er det nevnt hvilke undersøkelser som er gjennomført, hvilke som pågår, og hvilke som er aktuelle å sette igang. Arbeidsgruppen foretar ingen vurdering av de tidligere eller igangværende undersøkelser, men nevner her i stikkordsform de undersøkelser som ansees viktigst å videreføre.

- Overvåking av vannkvalitet (kap. 6.3)
- Vannkvalitet - kartlegging av blandsoner (kap. 6.3)
- Vannkvalitet og smolt (kap. 6.3)
- Vanntemperaturovervåking
- Begroingsundersøkelser (kap. 7.3)
- Overvåking av planktonfaunaen i Suldalsvatn
- Overvåking av bunnfauna
- Bearbeidelse av innsamlet magemateriale for å undersøke eventuell utvikling i ungfiskens nærings sammensetning
- Overvåking av ungfiskbestanden
- Flommer - effekter på ungfisk
- Fysisk/beskrivende vassdragsmodell
- Effekt av mose på ungfisk
- Vekst, kondisjon, overlevelse hos settefisk
- Smoltproduksjon - evaluering av utsettingspålegget.
- Smoltutvandring - hvilke faktorer styrer denne.
- Merking av villsmolt

- Kartlegging av laksens vandringer i fjorden i forhold til drift av Hylene kraftstasjon
- Sammensetning av laksebestanden følges nøye. I trapp og i sportsfiske.
- Vandringer hos voksen laks i elva studeres v.h.j.a radio-merking.
- Viktige gyteplasser for laks kartlegges.

11.4 Prioritering av undersøkelser

Listen ovenfor er omfattende og det er åpenbart at ikke alt kan gjennomføres.

I det følgende har vi foretatt en stikkordsmessig prioritering av hvilke undersøkelser som bør gjennomføres både med tanke på mulige kompensasjonstiltak (kap 11.2) og hvilke undersøkelser som kreves for en trygg overvåking av vassdraget. Vi har også tatt med reguleringskader som det er viktig og mulig å få nærmere avklart. Arbeidsgruppen har i sin vurdering lagt særlig vekt på den alvorlige forsureningstrussel som vassdraget synes å stå overfor. Videre har vi lagt vekt på det som synes å være et overordnet forvaltningsmessig mål, nemlig bevaring av storlaksstammen i Suldalslågen.

1. Overvåking av vassdraget - herunder undersøkelser av vannkvalitet (kfr. kap. 6.3), planktonfauna og bunnfauna (kfr. kap. 8.3), ungfisktetthet og vekst (kfr. kap. 9.3) og bestandssammensetning av voksen laks (kfr. kap. 10.3).
2. Smoltutvandring og forsurening/kalking (viktig av hensyn til valg av kalkingsstrategi, kfr. kap. 6.3). Her bør det inngå årlig merking av et antall oppdrettet smolt og et antall villsmolt for å overvåke gjenfangst og vandringsmønster.
3. Laksens vandringer i Sandsfossen, Gjuvsfossen og resten av elva kartlegges (kfr. kap.10.3). Kartlegging av laksens vandringer i fjorden i forhold til Hylene kraftverk.
4. Manøvrering av vann av hensyn til vannkvalitet og vanntemperatur (kfr. kap. 5.2, 6.2 og 6.3). Vannkvalitet - blandsoner (kfr. kap. 6.3)
5. Evaluering av utsettingspålegget spesielt utsetting av pre-smolt laks i lakseførende del av elva (viktig av hensyn til en nærmere avklaring av kompensasjonstiltak). Herunder inngår en vurdering av bruk av sidevassdrag og oppvektskanaler som produksjonsområder for smolt.

11.5 Organisering av framtidig aktivitet

En sterkere organisering og koordinering av FOU-aktivitetene knyttet til Suldalslågen vil øke mulighetene for å få mer igjen i form av anvendbare resultater. Det bør i framtiden etableres en kvalitetssikring av opplegg (metoder, etc.) i forhold til de oppgaver som skal løses. Det er spesielt viktig med en god samkjøring fordi det er mange institusjoner og mange ulike faglige problemstillinger knyttet til Suldalslågen. En måte å løse dette på kan være ved hjelp av en bredt sammensatt faggruppe. Eksempelvis ved at eksisterende arbeidsgruppe utvides med personell fra NVE, NIVA og Statkraft.

12. Litteratur

- Abrahamsen, H. og Skogheim, O.K. 1981. Virkning av Ulla/Førreguleringen på vannkvaliteten i Suldalslågen - en foreløpig prognose. - Rapport fra Fiskeforskningen No 7, 47 s.
- Abry, T. og Skogheim, O.K. 1983. Virkning av Ulla-Førreguleringen på vannkvaliteten i Suldalslågen. Rapport fra Fiskeforskningen, No 3, 36 s.
- Birchall, J.D., C. Exley, J.S. Chappell & M.J. Phillips 1989. Acute toxicity of aluminium to fish eliminated in silicon-rich acid waters. *Nature* 338: 146-148.
- Blakar, I.A. og Digernes, I. 1990. Vannkvalitet i restfeltet til Suldalslågen (Foreløpig rapport NINA). DN 1990, 20 s.
- Blakar, I.A. og Digernes, I. 1992. Vannkvalitet i RøddalSuldal og Ulla-Førre området. Årsrapport 1991. FUS prosjektet.
- Blakar, I.A. og Digernes, I. 1993. Vannkvalitet i Suldalsområdet. Årsrapport 1992. FUS prosjektet.
- Blakar, I.A., Digernes, I. og Holsdal, R.E. 1989. Vannkvalitet i Ulla/Førre- og Suldalsområdet 1986-88. Norsk Institutt for Naturforskning 1989, 39 s.
- Blakar, I.A. og Pedersen, R.E. 1986. Vannkvalitet i Ulla/Førre- og Suldalsområdet 1983-84. Rapport fra Fiskeforskningen, No 4, 82 s.
- Blakar, I.A. og Pedersen, R.E. 1987. Vannkvalitet i Ulla/Førre- og Suldalsområdet 1985-86. Rapport fra Fiskeforskningen, No 3, 89 s.
- Bredeli, I. 1990. Rapport om drivgarnsfiske i Hylsfjorden 1989. Vurdering av laksevandring i Hylsfjorden med og uten kjøring av Hylen kraftverk.
- Bremnes, T. og Saltveit, S.J. 1992. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldalslågen. Effekt av mose og algebegroing på bunndyr og fisk. Rapp. LFS-prosjektet, Statkraft. 39 s.
- Brittain, J.E. og Saltveit, S.J. 1989. A review of the effect on river regulation on Mayflies (Ephemeroptera). *Regulated Rivers* 3: 191-204.
- Gunnerød, T.B. 1984. Fisk og vassdragsreguleringer. Kraft og Miljø Nr 7, 95 s.
- Heggberget, T.G. 1988. Timing of spawning in Norwegian Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 45: 845-849.
- Kanavin, E.V. 1971. Virkningen av reguleringene i Røddal - Suldalvassdraget på de hydrologiske og meteorologiske forhold i Suldal. Betenkning for vassdragsskjønnet. NVE - Hydrologisk avd. Iskntoret, 88 s.
- Kanavin, E.V. 1976. Temperaturforhold i Suldalslågen. En uttalelse om reguleringens innvirkning. NVE - Iskntoret, 5 s. + vedlegg.
- Kroglund, F., Berntssen, M., Åtland, Å. & Rosseland, B.O., 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsurening? NIVA-rapport nr. 2947. 37 s.
- Larsen, B. M. og Schartau, A. K. L. 1993. Vannkjemiske undersøkelser i Blåsjø 1989-92. FUS Prosjektet.
- Lillehammer, A. 1964a. Bunn- og drivfaunaen, dens betydning som føde for yngel av laks og ørret i Suldalslågen og Storelva. Hovedfagsoppgave ved Universitetet i Oslo. 75 s.
- Lillehammer, A. 1964b. Studies of the fauna of the River Suldalslågen, West Norway. 1. Evaluation of methods for benthic studies. *Norsk ent. Tidskr.* 12: 224-234.
- Lillehammer, A. 1966. Bottom fauna investigations in a Norwegian river. The influence of ecological factors. *Nytt Mag. Zool.* 13: 10-29.
- Lillehammer, A. 1973a. An investigation of food of one to four month old Salmon fry (*Salmo salar* L.) in the river Suldalslågen, West Norway. *Norw. J. Zool.* 21: 17-24.
- Lillehammer, A. 1973b. Notes on the Feeding Relationship of Trout (*Salmo salar* L.). *Norw. J. Zool.* 21: 25-28.
- Lillehammer, A. 1974. Studier av laks og ørretyngelens forflytning over elvebunnen og evertebratfaunaen i temørært oversvømte områder. *Fauna* 27: 69-73.
- Lillehammer, A. 1975. Viktige sider ved laksens oppvekstmiljø i elvene. *Fauna* 28: 8-15.
- Lillehammer, A. 1979. En sammenlikning av oppvekstmulighetene for laks i Suldalslågen før og etter reguleringen. I "Vassdragsreguleringers virkninger i magasiner og lakseelver". (Red. Gunnerød, F.G. og Melquist, P.). 137-147.
- Lillehammer, A. 1984a. Betydningen av endret temperatur på elvefaunaen. I "Vassdragsreguleringens innvirkning på vannkvaliteten". (Red. Andreassen, L. og Mellquist, P.). Rapp. 17-Norsk Hydrologisk komite. 107-115.
- Lillehammer, A. 1984b. Ecology of the Suldalslågen river in Western Norway, before its regulation. *Fauna norv. Ser. A5*: 22-30.
- Lillehammer, A. 1986a. Ulla/Førre reguleringens innvirkning på yngelproduksjonen i Suldalslågen og tiltak for å øke den naturlige smoltproduksjonen i vassdraget. Rapp. Zool. Mus. AL 1986 1. 18 s.
- Lillehammer, A. 1986b. Skjønnet Ulla-Førre. Fiskerisakkyndig vurdering av reguleringens innvirkning på laks- og ørretunger og produksjonsgrunnlaget i Suldalslågen. Rapp. Zool. Mus. AL 1986 2. 22 s.
- Lillehammer, A. 1989. Miljøforbedrende tiltak for laks i Suldalslågen. En vurdering av hvordan elveøkosystemet fungerer, og hvordan produksjonen av laksunger i vassdraget kan økes. Rapport 1/1989, Laks, økologi, næringstilskudd. Zoologisk Museum, Oslo. 29 s.
- Lillehammer, A. 1990a. Forsterkningstiltak for laks i norske lak-

- seelver. Limnos nr. 1. 1990. 1-7.
- Lillehammer, A. 1990b. Skjønn Ulla-Førre reguleringen. En vurdering av reguleringens innflytelse på dyrelivet i Suldalslågen. Rapport 1/1990, Zool. Mus. Oslo. 16 s.
- Lillehammer, A. 1991. Skjønn Ulla-Førre, Prosedyre. Rapport nr. 2. Zool. Mus. Oslo. 21 s.
- Lillehammer, A. og Saltveit, S.J. 1979a. Stream regulation in Norway, p. 201-213. In: Stanford, J.A. and Ward, J.V. (eds.). The Ecology of Regulated Streams. Plenum Press, New York.
- Lillehammer, A. og Saltveit, S.J. 1984. The effect of the regulation on the aquatic macroinvertebrate fauna of the river Suldalslågen, western Norway. p 201-210. In: A. Lillehammer og S.J. Saltveit (eds.). Regulated Rivers. Oslo University Press, Oslo.
- Lillehammer, A. og Johansen, O. 1990. Habitatforbedrende tiltak i lakseelver, FoU-prosjekt. Statkraft-Zoologisk Museum, Oslo. 11 s.
- Lillehammer, A., Borgstrøm, R. og Saltveit, S.J. 1976. Vekst og ernæring hos lakseunger i Suldalslågen før og etter regulering av ovenforliggende vatn. Rapport Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo. 26 s. (mimeo).
- Lillehammer, A., Saltveit, S.J. og Borgstrøm, R. 1978. En sammenlikning av oppvekstmulighetene for laks i Suldalslågen før og etter vassdragsreguleringen. Rapport Zoologisk Museum, Universitetet i Oslo, 19 s. (mimeo).
- Lillehammer, A., Lillehammer, L., Pethon, P. og Johansen, O. 1990. Påleggsundersøkelsene på Førland og andre lokaliteter i Suldal. Rapport 2/1990. Zool. Mus. Oslo. 16 s.
- Lillehammer, A., Johansen, O., Pethon, P., Raastad, J.E., Lillehammer, L., Bredeli, I. 1990. FoU-tiltak, Habitatforbedrende tiltak i lakseelver. Rapport, Statkraft-UiO. 7 s.
- Lillehammer, L. 1991. Produksjon, vekst og habitatpreferanse hos yngel og parr av laks (*Salmo salar* L.) i en kunstig bygd oppvekstkanal. Hovedfagsoppgave i Zoologi. Universitetet i Oslo, 51 s.
- Lillehammer, L. 1992. Cultivation of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a artificial rearing channel, alongside river Suldalslågen, Western Norway. Poster på "The International Symposium on Cultivation of Atlantic Salmon" i Bergen 16-20 August 1992. 10 s.
- Lillehammer, L., Lillehammer, A., Pethon, P., Raastad, J.E. 1991. Årsrapport fra påleggsundersøkelsene i Førlandskanalen og andre lokaliteter i Suldal, 1991. Rapp. Zool. Mus. og Statkraft. 20 s.
- Lillehammer, L., Lillehammer, A., Raastad, J.E. og Sæbøe-Larsen, J.Ø. 1991. Lakseforsterkningsprosjektet i Suldal. Årsrapport 1991. Zool. Mus. 18 s.
- Lillehammer, L., Pethon, P. og Raastad, J.E. 1993. Lakseforsterkningsprosjektet. Årsrapport 1993. Zoologisk Museum. 35 s.
- Lund, R., Økland, F. og Heggberget, T.G. 1994. Utviklingen i laksebestandene i Norge før og etter reguleringene av laksefisket i 1989. NINA Forskningsrapport 054, 46 s.
- Løvhøyden, F. 1991. Vannkjemiske undersøkelser i Blåsjø. Årsrapport 1989-90. NINA Oppdragsmelding 076: 1 - 24
- Løvhøyden, F. 1992. Vannkjemiske undersøkelser i Blåsjø. NINA, Foreløpig oppdragsmelding 1991.
- Løvhøyden, F. 1992. Vannkvalitet i Ulla/Førre- og Suldalsområdet 1989 - 1990. NINA Oppdragsmelding 111: 1 - 29
- Onstad, S. 1993. Driv av invertebrater i en oppvekstkanal for laksunger i Suldal. Hovedoppgave i Zoologi. Universitetet i Oslo. 50 s.
- Raastad, J.E. og Sæbøe-Larsen, Ø.J. 1991. Biotopjusteringsprosjektet: Årsrapport 1990. Rapp. Zool. Mus. 19 s.
- Raastad, J.E., Lillehammer, A., Lillehammer, L., Kaasa, H., Eie, J.A. 1993. Effect on habitat improvement on Atlantic salmon in the regulated river Suldalslågen. Regulated Rivers; 8: 95-102.
- Rosseland, O., I.A. Blakar, A. Bulger, F. Kroglund, A. Kvellestad, E. Lydersen, D.H. Oughton, B. Salbu, M. Staurnes & R. Vogt. 1991. The mixing zone between limed and acid river waters: Complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. Environ. Pollut. 78: 3-8.
- Rørslett, B., Johansen, S.W. og Blakar, I.A. 1989. Biologiske effekter i Suldalsvassdraget for Ulla-Førre utbyggingen. Problemidentifisering og tiltak. NIVA-rapport 0-88050. 72 s.
- Rørslett, B. og Skulberg, O.M. 1975. Høyere vegetasjon og vassdragsregulering i Suldalslågen. NIVA-rapport 0-181/71, 16 s.
- Saltveit, S.J. 1986. Skjønn Ulla-Førre. Fiskeribiologiske undersøkelser i Suldalslågen. I. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen, Rogaland i perioden 1976 til 1985. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 85, 68 s.
- Saltveit, S.J. 1989a. Fiskeribiologiske undersøkelser i Suldalslågen, Rogaland. II. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks- og ørretunger i 1986, 1987 og 1988. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 113, 35 s.
- Saltveit, S.J. 1989b. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen, Rogaland i 1989. Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 5-1989, 15s.
- Saltveit, S.J. 1990a. Studies on juvenile fish in large rivers. s. 109-114. In: Cowx, I.G. (Ed.). Developments in Electric Fishing. Fishing News Books, Oxford.
- Saltveit, S.J. 1990b. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks-

- og ørretunger i Suldalslågen, Rogaland i mai 1990. Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 6s.
- Saltveit, S.J. 1991a. Vassdragsreguleringers virkninger på fisk og næringsdyr belyst med eksempler fra Surna, Lærdalselva og Suldalslågen. *Limnos* 2/91, 12-19.
- Saltveit, S.J. 1991b. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen, Rogaland i 1990. Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 1-1991. 14 s.
- Saltveit, S.J. 1992a. Overvåking av ungfiskbestanden i Suldalslågen. Årsrapport for 1991. Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, 1-1992. 13 s.
- Saltveit, S.J. 1992b. En vurdering av fiskeutsetting i Suldalslågen. Notat Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 4-1992. 11 s.
- Saltveit, S.J. og Styrvold, J.-O. 1984. Density of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in two Norwegian regulated rivers. p 309-320. In: A. Lillehammer og S.J. Saltveit (eds.). *Regulated Rivers*. Universitetsforlaget, Oslo.
- Saltveit, S.J. Bremnes, T. og Lindås, O.R. (in manus). Effect of a sudden increase in discharge on newly hatched juveniles of Atlantic salmon and brown trout in the regulated river Suldalslågen, western Norway (to be submitted to *Regulated Rivers*).
- Sivertsen A., Skogheim O.K. og Snekvik E. 1980. Datarapport: Kjemiske analyseresultater fra Suldalslågen Ulla/Førre-reguleringen (1978/1979). - Rapport fra Fiskeforskningen, No 4, 32 s.
- Skulberg, O.M. 1981. Foreløpige observasjoner av begroingsforhold i Suldalslågen 1981. Ulla-Førre reguleringskjønn. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-80114, 16 pp.
- Skulberg, O.M. 1986. Ulla-Førre reguleringskjønn. Sakkyndig uttalelse om begroingsforhold og vannkvalitet i Suldalslågen. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-80114, 59 pp.
- Skulberg, O.M. 1987. Suldalslågen 1986. Norsk institutt for vannforskning, notat 2+8 pp.
- Skulberg, O.M. og Kotai, J. 1984. Undersøkelse av partikkelforurensning i Suldalslågen 1981-1983. Norsk institutt for vannforskning, rapport 0-82070, 75 pp.
- Storækre, J. 1991. Ingenting er som å få noe til. Fortelling om Røldal og Suldal kraft. Norsk Hydro, Dreyer, 176 s.
- Tvede, A.M. 1987. Vanntemperatur og isforhold i Suldalsvatn og Suldalslågen 1973 - 1985. Oppdragsrapport 13 - 87, Hydrologisk avdeling, NVE, 80 s.
- Tvede, A.M. 1992. Vanntemperaturforhold i Suldalslågen, Suldalsvatn og Blåsjø 1986 - 1991. NVE - Hyrdologisk avdeling. Rapport 04 - 1992, 50 s.
- Tvede, A.M. 1993. Hydrologi. I Inngrep i vassdrag; konsekvenser og tiltak - en kunnskapsoppsummering (Faugli, P.E, Erlandsen & Eikenæs, O. red.), bind 1, s. 66 - 95.
- Tvede, A.M. 1993a. Vanntemperaturen i Suldalslågen. Forholdet mellom vanntemperatur, vannføring og værforhold i perioden 15.4 - 15.6. NVE, HM-Notat nr. 7-93, 10 s.
- Tvede, A.M. og Saltveit, S.J. upubl. manus. Changes in physical river conditions and environmental effects in five Norwegian catchments following hydro power development.
- Vasshaug, Ø. 1977. Fiskerikonsulenten i Vest-Norge, delrapport 1.
- Vasshaug, Ø. 1979. Etterundersøkelser i Suldalslågen, Rogaland Fylke. I: Gunnerød, T.B. og Mellquist, P. (red.): *Vassdragsreguleringers biologiske virkninger i magasiner og lakseelver*, s. 148-164.
- Vasshaug, Ø. 1986. Skjønn Ulla-Førre. Anadrome laksefisker. Fiskerisakkyndig delutredning. Ryfylke Herredsrett, sak nr. 10/1976 B. 43 s.
- Vasshaug, Ø. 1990. Fiskerisakkyndig uttalelse til kjønn Suldalslågen, sesjon III.
- Vasshaug, Ø. & Sægrov, H. 1985. Hylsfjordprosjektet 1984. Rapport om forsøksfiske med drivgarn i Sandsfjorden/Hylsfjorden, Suldal kommune. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernvedelings.
- Vogt, F. & Solem, A. 1966. Suldalsvassdraget. I: Norske Kraftverker, bind II. Teknisk Ukeblads forlag, Oslo, 303 s.
- Waatevik, E. 1977. Notat i delrapport IV fra Fiskerikonsulenten i Vest-Norge.
- Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. *J. Wildl. Manage.* 22:82-90.

0 64

nina
utredning

ISSN 0802-3107
ISBN 82-426-0510-6

Norsk institutt for
naturforskning
Tungasletta 2
7005 Trondheim
Tel. 73 58 05 00