

421

OPPDRAKSMELDING

Undersøkelser av laksens
vandring i Sandsfjordsystemet
og i Suldalslågen i 1995
ved hjelp av radiotelemetri

Bjørn Ove Johnsen
Finn Økland
Anders Lamberg
Eva Bonsak Thorstad
Arne J. Jensen



NINA • NIKU

NINA Norsk institutt for naturforskning

Undersøkelser av laksens
vandring i Sandsfjordsystemet
og i Suldalslågen i 1995
ved hjelp av radiotelemetri

Bjørn Ove Johnsen
Finn Økland
Anders Lamberg
Eva Bonsak Thorstad
Arne J. Jensen

NINA•NIKUs publikasjoner

NINA•NIKU utgir følgende faste publikasjoner:

NINA Fagrapport

NIKU Fagrapport

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

Opplag: Normalt 300-500

NINA Oppdragsmelding

NIKU Oppdragsmelding

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

Opplaget er begrenset. (Normalt 50-100)

Temahefter

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

Opplag: Varierer

Fakta-ark

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

Opplag: 1200-1800

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

Johnsen, B.O., Økland, F., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Jensen, A.J. 1996. Undersøkelser av laksens vandringer i Sandsfjordsystemet og i Suldalslågen i 1995 ved hjelp av radiotelemetri. - NINA Oppdragsmelding 421: 1-44.

Trondheim, juli 1996

ISSN 0802-4103

ISBN 82-426-0704-4

Forvaltningsområde:

Naturovervåking

Nature monitoring

Rettighetshaver ©:

Stiftelsen for naturforskning og kulturminneforskning

NINA•NIKU

Publikasjonen kan siteres fritt med kildeangivelse

Redaksjon:

Tor G. Heggberget

NINA•NIKU, Trondheim

Design og layout:

Synnøve Vanvik

Sats: NINA•NIKU

Kopiering: Norservice

Opplag: 200

Kontaktadresse:

NINA•NIKU

Tungasletta 2

7005 Trondheim

Tel: 73 58 05 00

Fax: 73 91 54 33

Tilgjengelighet: Åpen

Prosjekt nr.: 13134 Suldalslågen-telemetri, laksevandring

Ansvarlig signatur:



Oppdragsgiver:

Direktoratet for naturforvaltning

Lakseforsterkningsprosjektet fase 2

Referat

Johnsen, B.O., Økland, F., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Jensen, A.J. 1996. Undersøkelser av laksens vandringer i Sandsfjordsystemet og i Suldalslågen i 1995 ved hjelp av radiotelemetri. - NINA Oppdragsmelding 421: 1-44.

Suldalslågen er med sin storlaksstamme med eksemplarer på mer enn 10 kg en av de mest berømte lakselver i Norge. Den årlige fangsten av laks har variert mellom 1,5 og 9 tonn (1960-93). Vannkraftutbygging i vassdraget ble påbegynt i 1962 og fortsatte til 1988. Utbyggingen har påvirket vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet i elva. Det antas også at reguleringen kan skape problemer for Suldalslaksens tilbakevandring til vassdraget. Målet med denne undersøkelsen, som ble startet i 1995, er todelt. Den første delen beskriver vandringsatferd hos laks som går opp i elva og relaterer denne atferden til vanntemperatur, vannføring og vannkvalitet. Den andre delen omhandler vandringer i fjorden relatert til kjøring av Hylene kraftstasjon.

I 1995 ble 33 laks fanget i kilenot ca. 1,2 km fra elvemunningen. Laksen ble klassifisert som vill, utsatt eller oppdrettslaks på bakgrunn av morfologiske trekk og skjellkarakterer. Fisken ble merket med radiosendere og sluppet midtfjords ca. 3,5 km fra elvemunningen. I tillegg ble 5 laks fanget i laksetrappa i Sandsfossen, merket på samme måte og sluppet i elva ovenfor fossen. Hver radiosender hadde sin egen frekvens. Av de 33 merkete laksene som ble satt ut i sjøen ble 15 (45 %) fisket opp, 9 (27 %) på ulike steder i sjøen og 6 (18 %) i Suldalslågen.

En datalogger plassert ved Sandsfossen registrerte merket fisk som kom opp under fossen. I elva ovenfor Sandsfossen ble den radiomerkede laksen posisjonert ved hjelp av en manuell radiomottaker. I tillegg ble gjenfangster av merket laks i fjorden eller i elva innrapportert av lokale fiskere.

Både vill, utsatt og oppdrettslaks ble merket. I første del av sesongen (juni og juli) utgjorde villaksen 87 % av fangsten, men i siste del av sesongen (august og september) var bare 44 % villfisk. Resultatene indikerer at utsatt laks og oppdrettslaks vandrer inn mot elva på et senere tidspunkt enn villaks. Av de 33 laksene som ble satt ut i sjøen ble 30 registrert etter utsetting, og 27 av disse ble registrert på dataloggeren under Sandsfossen. Tiden fra utsetting til første registrering på dataloggeren varierte fra 4 til 349 timer, men de fleste fiskene (75 %) ble registrert mindre enn 104 timer etter utsetting. Laksen tilbrakte fra 1 til 43 dager under Sandsfossen før den enten vandret videre oppover elva eller forlot elva. Seks eksemplarer av de som forlot elva ble senere fanget i fjordsystemet i nærheten, men ingen laks ble fanget eller registrert i

noen av de 10 elvene som ligger nærmest Suldalslågen. Dette betyr at villfisken som ble merket sannsynligvis var av Suldalslågen stamme.

Av de 27 merkete fiskene som ble registrert under Sandsfossen vandret 10 videre oppover elva. Disse 10 fiskene var alle villaks. Fem av dem vandret opp gjennom selve fossen mens fem vandret opp gjennom laksetrappa. De 10 fiskene hadde stått fra 4 til 43 dager under fossen før oppvandring. Den første fisken gikk opp den 17. juli og den siste den 23. september. Gjennomsnittlig vanntemperatur på passeringsdatoen var mellom 10,9 og 13,2 °C.

Ni av de 15 laksene som ble registrert i elva ovenfor Sandsfossen vandret videre oppover til neste hindring som ligger 6,5 km oppstrøms Sandsfossen. Fem av disse ble registrert her dagen etter at de passerte Sandsfossen, mens de andre fire trengte 2 til 8 dager for å vandre den samme distansen. Bare 2 av fiskene ble registrert ovenfor Juvet.

Emneord: Laks, vandringer, telemetri.

Bjørn Ove Johnsen, Finn Økland, Anders Lamberg, Eva Bonsak Thorstad & Arne J. Jensen, Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7005 Trondheim.

Abstract

Johnsen, B.O., Økland, F., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Jensen, A.J. 1996. The use of radiotelemetry for identifying migratory behaviour in Atlantic salmon in the Sandsfjord system and in the River Suldalslågen in 1995. - NINA Oppdragsmelding 421: 1-44.

The River Suldalslågen with its multisea-winter salmon (*Salmo salar* L.) commonly exceeding sizes of more than 10 kg, is one of the most famous Atlantic salmon rivers in Norway. Annual catch of Atlantic salmon has varied between 1.5 and 9 tons (1960-93). Hydropower development in Suldalslågen started in 1962 and continued until 1988. This development has affected water flow, water temperature and water quality in the river. The main objectives of this investigation, which started in 1995, is divided into two parts: Part one is to describe the migratory behaviour of salmon ascending the river and to relate this behaviour to water temperature, water flow and water quality. Part two is to describe the migration of salmon in the fjord system in relation to operation of the Høyen hydropower station.

In 1995, 33 specimens of Atlantic salmon were caught in a bag net situated in the fjord 1.2 km from the river mouth. The salmon was categorized as wild, sea-ranched or farmed by means of morphological signs and scale characteristics. Each fish was tagged with a radio tag and released in the central part of the fjord about 3.5 km from the outlet of the river. In addition, 5 specimens tagged in the same way, were caught in the fish ladder in the waterfall Sandsfossen, which is situated close to the river outlet, and released in the river just upstream the waterfall. Each radio tag transmitted on individual frequencies. Of the 33 tagged salmon which were released in the fjord, 15 (45 %) were caught in the fishery, 9 (27 %) in different places in the fjord and 6 (18 %) in the River Suldalslågen.

An automatic receiver was located at the waterfall Sandsfossen recording radiotagged salmon as it approached the waterfall. Tracking with a portable receiver was done every day in the whole river above the waterfall and the position of each salmon was determined. In addition catches of tagged salmon in the fjord or in the river were reported by local fishermen.

Both wild, sea-ranched and farmed salmon were tagged. In the early part of the season (June and July) the wild salmon comprised 87 % of the sample, but in the later part of the season (August and September) only 44 % were wild fish. These results indicate that sea-ranched and farmed fish migrate towards the river at a later date than do wild fish. Of the 33 salmon that were released in the sea, 30 were observed after the release, and 27 of them were recorded by the automatic receiver at the waterfall Sandsfossen. The

time from release to first registration on the automatic receiver varied from 4 to 349 hours, but most of the fish (75 %) was recorded less than 104 hours after release. The fish spent from 1 to 43 days below the waterfall Sandsfossen before they either ascended the waterfall or left the river. Six specimens were caught in the fjord close to the river, but no fish were caught or observed in any of the 10 rivers situated closest to Suldalslågen. This means that the wild fish that were tagged probably belonged to the Suldalslågen stock.

Of the 27 tagged fish recorded below the waterfall Sandsfossen, 10 ascended the waterfall. These 10 fish were exclusively wild fish. Five fish ascended through the fish ladder, the other five migrated upstream through the waterfall. The ten fish had spent from 4 to 43 days below the waterfall Sandsfossen before ascending. The first fish migrated on the 17th of July and the last one on 23rd of September. The mean daily water temperature was between 10.9 and 13.2 °C when the fish ascended.

Nine of the fifteen salmon that were observed in the river above the waterfall Sandsfossen, migrated upstream to the next obstacle which is situated 6.5 km farther upstream. Five of these fish were observed here the day after they were observed at Sandsfossen, while the other four needed 2 to 8 days to migrate this distance. Only 2 fish ascended this obstacle and moved further upstream.

Key words: Atlantic salmon - migration - telemetry

Bjørn Ove Johnsen, Finn Økland, Anders Lamberg, Eva Bonsak Thorstad & Arne J. Jensen, Norwegian Institute for Nature Research, Tungasletta 2, N-7005 Trondheim, Norway.

Forord

Undersøkelsene kom i gang etter oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning og Lakseforsterkingsprosjektet i Suldal fase 2.

Helge Husevåg, Ola Bråtveit, Kjell Aarhun og Oddvar Klungtveit har utført arbeidet i forbindelse med fangst og merking av laksen. Torbjørn Pettersen har vært lokal prosjektkoordinator og ansvarlig for datalogging og peiling. Terje Frøyland, Jan Halvard Møgedal, Jan Møgedal, Helga Møgedal og Marit Møgedal har deltatt i peilearbeidet.

Kåre Paulsen i Statkraft SF, Sauda samlet inn data om garnfiske foran utløpet av Hysten kraftverk. Torbjørn Pettersen og Finn Gravem gjennomførte undersøkelser (manuell peiling) av nabovassdrag til Suldalslågen for å sjekke om noen av de radiomerkede fiskene hadde gått opp i disse.

Skjellprøvene fra de radiomerkede laksene er bearbejdet av Gunnel Østborg, NINA.

Vi vil gjerne rette en takk til alle disse for godt samarbeid.

Undersøkelsene er finansiert av Direktoratet for naturforvaltning, Lakseforsterkingsprosjektet Fase 2 og NINA.

Trondheim juni 1996

Bjørn Ove Johnsen
prosjektleder

Innhold

Referat.....	3
Abstract.....	4
Forord.....	5
1 Innledning.....	6
2 Områdebeskrivelse.....	7
2.1 Røldal-Suldalvassdraget.....	7
2.2 Sandsfjordsystemet.....	9
3 Metoder og materiale.....	14
3.1 Testing av rekkevidden for radiosendere ved utløpet av Hysten kraftstasjon og ved Sandsfossen.....	14
3.2 Fangst, merking og skjellanalyser.....	17
3.3 Registreringer ved utløpet fra Hysten kraftstasjon.....	18
3.4 Gjenfangstregistreringer.....	18
3.5 Registreringer i Suldalslågen.....	19
4 Resultater.....	20
4.1 Testing av rekkevidden for radiosendere ved utløpet av Hysten kraftstasjon og ved Sandsfossen.....	20
4.1.1 Hysten kraftstasjon.....	20
4.1.2 Sandsfossen.....	20
4.2 Identifisering av merket fisk.....	20
4.3 Registreringer og gjenfangster av merket fisk.....	21
4.3.1 Gjenfangster på redskap og registreringer ved radiopeiling/datalogging.....	21
4.3.2 Garnfiske ved utløpet av Hysten kraftstasjon.....	23
4.3.3 Registrering av radiomerket laks i nabovassdrag til Suldalslågen.....	25
4.4 Tid fra utsetting til første registrering under Sandsfossen.....	25
4.5 Oppholdstid under Sandsfossen.....	27
4.6 Oppvandring i Sandsfossen.....	27
4.7 Oppgang i Grovafossen, Skotifossen og Juvet.....	30
4.8 Vandringsmønster i elva.....	30
4.9 Observasjoner av radiomerket fisk i gytetida.....	34
5 Diskusjon.....	34
5.1 Testing av rekkevidden for radiosendere ved utløpet av Hysten kraftstasjon og ved Sandsfossen.....	34
5.2 Identifisering av merket fisk.....	34
5.3 Registreringer og gjenfangster av merket fisk.....	35
5.4 Tid fra utsetting til første registrering under Sandsfossen.....	35
5.5 Oppholdstid under Sandsfossen.....	37
5.6 Oppgang i Sandsfossen.....	38

5.7	Oppgang i Grovafossen, Skotifossen og Juvet.....	39
5.8	Vandringsmønster i elva	39
5.9	Observasjoner av radiomerket fisk i gytetida	40
6	Konklusjon.....	41
7	Litteratur	42
Vedlegg		
1	Kalking Suldalslågen 1987-95 Data	
2	Vandringsmønster for 15 radiomerkete laks i Suldalslågen i 1995	

1 Innledning

Det synes å være to faser i laksens tilbakevandring fra oppvekstområdene i Norskehavet til elvene hjemme i Norge: En første fase med grov navigering fra oppvekstområdene mot norskekysten og en andre fase med en mer presis navigering i kystområder og estuarier mot heimeelva. I den første fasen navigerer laksen trolig etter himmellegemer, vinkelen av innfallende lys eller mønster i jordas magnetfelt, mens den i den andre fasen vandrer etter en rute som den lærte under smoltutvandringen (Hansen et al. 1993).

Vannføring er antatt å være en viktig faktor under den siste del av innvandringen mot den elva der den hører hjemme. I uttalelsen fra Konsulenten for ferskvannsfisket i Vest-Norge vedrørende planene for utbygging av Ulla-Førre (Anon. 1974) heter det om virkningene av Hylen kraftstasjon: «Hylen kraftstasjon vil bruke ca. 270 m³/s på full kjøring. Det er en fare for at fisken vil søke inn Hylsfjorden istedet for mot Suldalslågen. Hvis feromonteorien har berettigelse, må den kunne anvendes i dette tilfelle. Dersom Suldalsvatnet sperres med en dam som ikke slipper laks opp i vannet vil lukstoffer 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 i 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.

Fra en rekke undersøkelser er det kjent at laksens oppvandring i elv påvirkes av vanntemperatur og vannføring (Mills 1989). Senere års utsetting av smolt i sure og kalkede vassdrag på Sørlandet har gitt resultater som tyder på at kalking kan redusere laksens tilbakevandringspresisjon. I Audna som kalkes hele året, er det f.eks. registrert en betydelig feilvandringsprosent (Hansen et al. 1996). Det kan også tenkes at kalking kan påvirke laksens oppvandring i elva (Lamberg et al. 1996). I 1996 skal det settes igang et større kalkingsprogram i Suldalslågen som et mottiltak mot de forsurende tendenser som man har observert i vassdraget de senere år. Suldalslågen er sterkt påvirket av vassdragsreguleringer (Røldal/Suldal- og Ulla/Førre-utbyggingene), og har som en følge av disse fått endringer både i vannføring og vanntemperatur.

Med bakgrunn i disse forhold ble dette prosjektet satt igang. Prosjektets overordnede målsetting er todelt - i en elvedel som omhandler vandring i Suldalslågen, og en fjorddel som omhandler vandring i fjorden relatert til kjøring av Hylen kraftstasjon.

- 1 Hvordan påvirker vannføring, vanntemperatur og vannkvalitet Suldalslaksens oppvandring i Suldalslågen?
- 2 Påvirker drift av Hylen kraftstasjon Suldalslaksens tilbakevandring til Suldalslågen?

Før feltsesongen 1995 besluttet oppdragsgiverne at året 1995 skulle brukes til å undersøke muligheten for å oppfange signaler fra fisk merket med radiosendere foran utløpet av Hylen kraftstasjon. For del 2 ble derfor målsettingen for 1995 endret i forhold til prosjektets overordnede målsetting:

«Å radiomerke laks fanget ved Fiskberget og i fiske-trappa i Suldalslågen og å registrere radiosignal ved utløpstunnelen av Hylen kraftstasjon og i Suldalslågen ved ulike kjøring av Hylen kraftstasjon».

2 Områdebeskrivelse

2.1 Røldal-Suldalvassdraget

Røldal-Suldalvassdraget har sitt utspring i Langfjella på vestsiden av Hardangervidda og i nordre del av Setesdalsheiene. Vassdraget faller i to avsnitt frem til Suldalsvatnet. 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 Kvannalsåna. Nedslagsfeltet er på 226 km² (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.

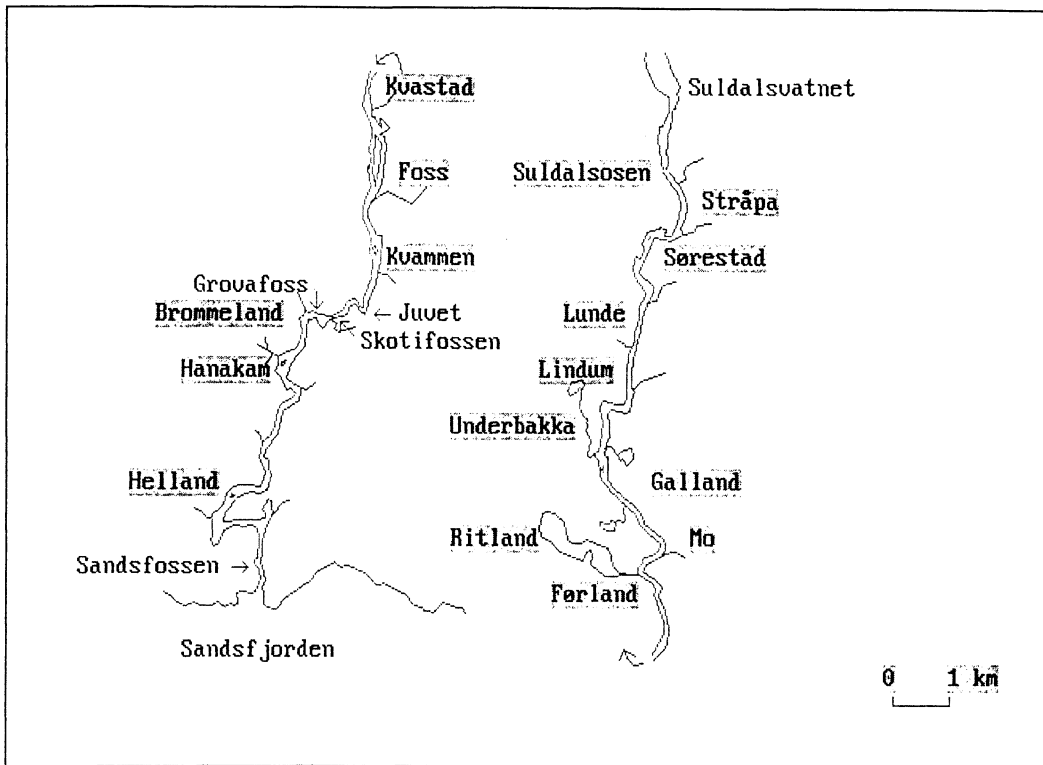
Elvelengden fra Suldalsvatn ned til utløpet i Hylsfjorden ved Sand er 22 km (**figur 1**). På denne strekningen er det to områder med betydelige fosser og stryk: Strekningen Grovafossen/Skotifossen/Juvel hvor elva faller 23 m på en strekning på ca. 1 km og Sandsfossen som har et fall på 4 m (**figur 2**). Forøvrig renner Suldalslågen bred og rolig nedover det fruktbare og vakre dalføret. Suldalslågen deles naturlig inn i 3 deler:

- 1 Sjøen - Sandsfossen (0,5 km)
- 2 Sandsfossen - Skotifossen (6,5 km)
- 3 Skotifossen - Suldalsosen (14,5 km)

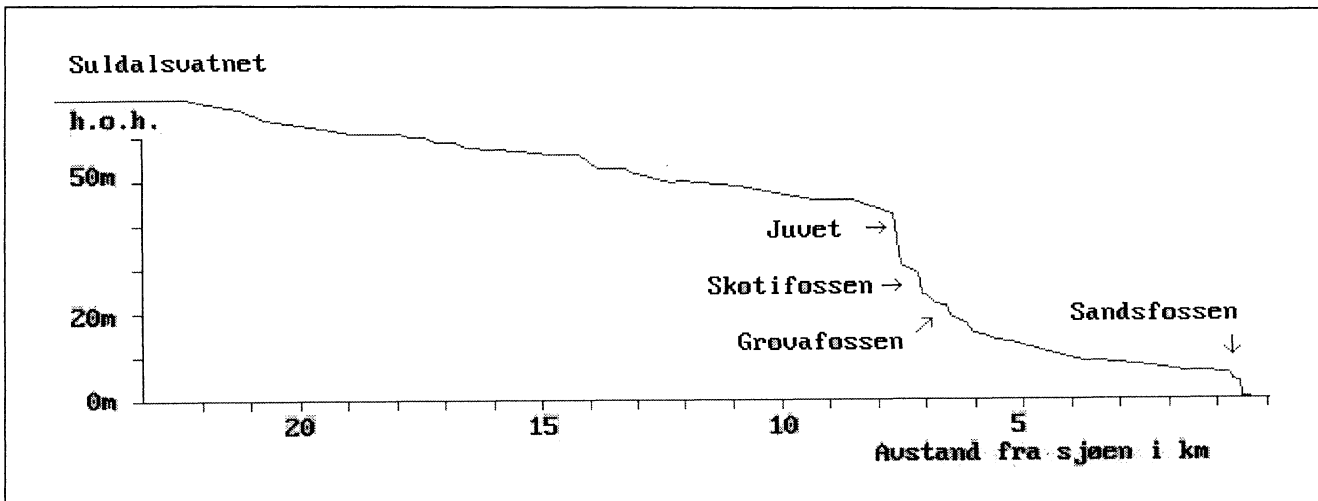
På en ca. 1 km lang strekning ligger Grovafossen, Skotifossen og Juvel. I Skotifossen ble det laget laksetrapp etter en kontrakt inngått i 1887 (brev fra Inspektøren for ferskvannsfiskeriene til Landbruksdepartementet 2.3.1931). Trappa bestod av ei renne sprengt i et sideløp, og virket sannsynligvis bare på store vannføringer. Renna er fortsatt intakt, men man vet ikke om fisken går der (Bjørn Moe pers. medd. 4.1.1996). Juvel er et langt stryk som ligger ovenfor Skotifossen, og laksen har ingen problemer med å vandre opp her. Ovenfor Juvel fordeler laksen seg derfor over hele elvestrekningen.

Øverst oppe i elva representerer dammen nedenfor utløpet fra Suldalsvatn et mindre hinder for laksen. Det er bygget trapp forbi denne, men den blir omtrent ikke benyttet. Derimot passerer laksen selve dammen uten alt for store problemer (Anon. 1994).

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, leide hele fiskeretten i elva i



Figur 1. Suldalslågen med en del sentrale stedsnavn.



Figur 2. Lengdeprofil av Suldalslågen fra Suldalsvatnet og ned til sjøen.

1884. Archer fikk også retten til all stående redskap i fjordene der Suldals-laksen vandra, 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 historiske utvikling av laksefisket i Suldalslågen er fyldig beskrevet av Wyller (1968) og Sylte (1981).

I Sandsfossen har det fra tidlig på 60-tallet eksistert to fisketrappene, en på hver side av elva. Byggeleder Bjarne Abrahamsen i Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk foretok i 1980 en befaring av Sandsfossen for å kontrollere om de to trappene var bygd etter

tegningene. Abrahamsen nevner i sin rapport at trappa på nordsiden virker på vannføring mindre enn 75 m³/s, men at trappen er på feil side av fossen da stor laks søker til fossen på motsatt side. Det var kun iaktatt sjøaure og smålaks i denne trappa. Lakse-trappa som ble bygd på sørsiden hadde aldri virket. I sin rapport anfører Abrahamsen videre: «Det var vårvinteren 1315 prestene og munkene foretok å brenne berget på fossenakken i Sandsfossen og fikk derved ut et skar som førte en del vatn ved siden av hovedfossen. Laksen går i denne renna den dag i dag. De få laks som makter å snu seg i hovedstrømmen kan gå opp. Men de fleste fisk går utover hoved-

fossen. De geistlige i den tid, innrettet fiskeinnretninger med å legge en renne som stod i forbindelse med en korg nedenfor dette utbrente skaret. I begge sideløp der laksetrappene er bygget hadde de teiner» (Abrahamsen 1980).

Archer sørget for å renske begge sideløpene (der laksetrappene ble bygd på 1960-tallet). Lakseoppgangen var da tilfredsstillende når flo sjø var på topp, nær 2 fot, og vannstanden i elva samtidig var 3-4 fot (Abrahamsen 1980).

På nordsida av elva ble fisketrappa i 1986 ombygget og erstattet av en ny trapp med 8 kulper. Kulp nr. 5 er et «laksestudio» hvor fisken blir holdt tilbake. Her kan besøkende betrakte laksen gjennom et vindu i laksetrappa. Hver dag blir vannstanden senket, og all fisk blir artsbestemt og talt mens de blir sluppet videre til kulp nr. 6 gjennom en luke i bunnen av kulpen. Herfra vandrer fisken raskt videre gjennom trappa og ut i elva. Trappa var klar til bruk fra sesongen 1987, og det er hvert år gjort daglige registreringer av antall oppvandrende fisk i laksetrappa.

Det er utarbeidet planer for å erstatte den gamle trappa med en ny trapp i samme trase på sørsiden av elva, og som et ledd i dette arbeidet ble de øvre restene av den gamle trappa revet i 1993.

Vassdraget er regulert ved Røldal-Suldalutbyggingen (1962-72) og Ulla-Førreutbyggingen (1974-88). Reguleringene er beskrevet i Anon. (1994).

Et kalkingsanlegg ved Suldalsosen har vært i drift siden 1987. Vannet ut av Suldalsvatnet blir her kalket når pH synker under 6,0. Fram til i dag har dette stort sett bare skjedd i perioder med minstevannføring (10-12 m³/s fra Suldalsvatnet). 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). Oppholdstida i elva avtar til ca. 9 timer når vannføringa øker til 100 m³/s. I ekstreme flomperioder bidrar avrenninga fra det uregulerte restfeltet rundt Suldalslågen med 90-95 % av vannføringa ved Sand. I slike flomperioder blir effekten fra kalkingsanlegget ved Suldalsosen svært liten, dvs. vannkvaliteten nederst i Suldalslågen blir vesentlig bestemt av de sure tilførselene fra elvas uregulerte restfelt (Anon. 1994). I vedlegg 1 finnes en oversikt fra Statkraft Sauda som angir når kalkingsanlegget ved Suldalsosen har vært i drift de ulike år.

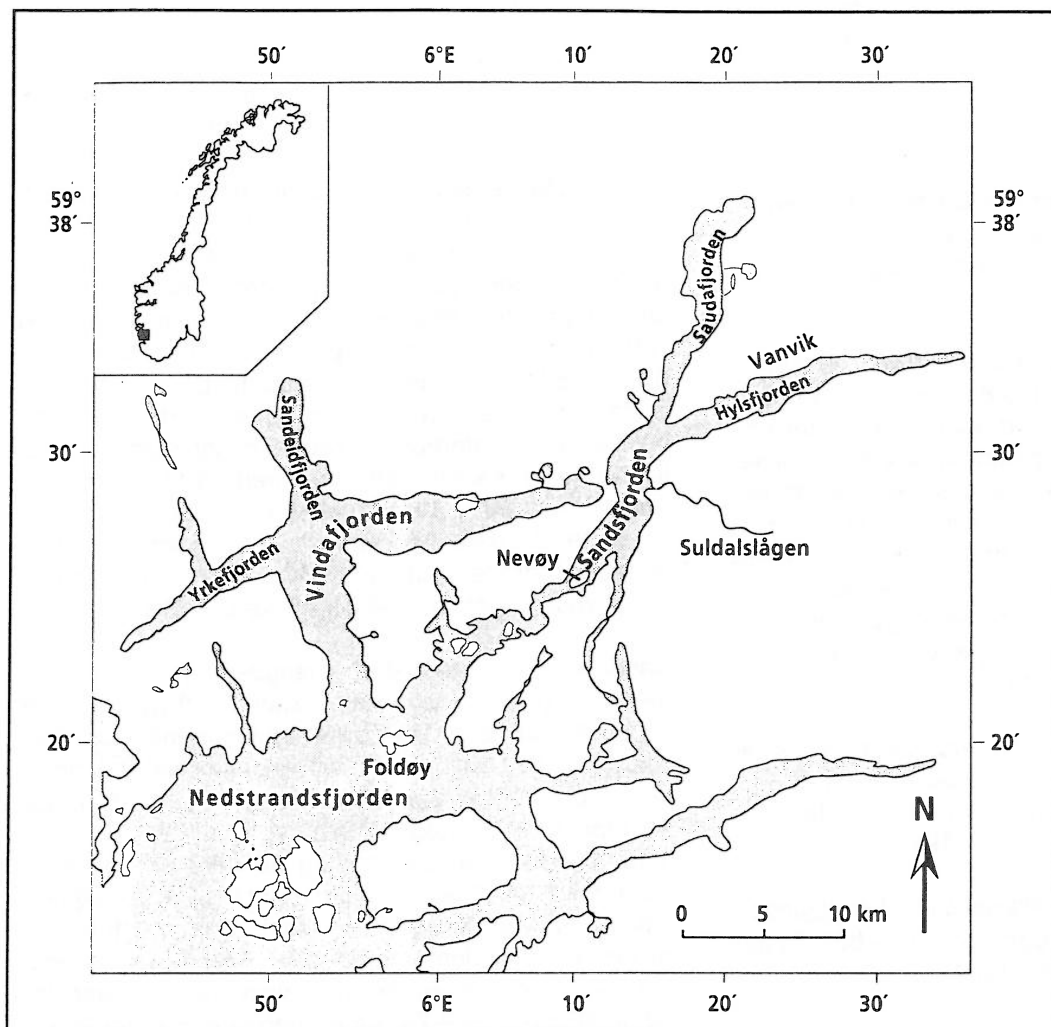
Den særegne laksestammen i Suldalslågen gjør elva helt spesiell. Laksen veier 10 kg i gjennomsnitt og hvert år blir det tatt laks på over 20 kg. Den største laksen som er tatt veide 34 kg. I perioden etter 1960 har fangsten i elva variert mellom ytterpunktene 9 290 kg (1964) og 1 310 kg (1978). Disse tallene er såkalt «justert» offisiell statistikk og gjelder samlet fangst av laks og sjøaure (Anon. 1994).

2.2 Sandsfjordsystemet

Suldalslågen har sitt utløp i Sandsfjorden ved Sand. Sandsfjorden knytter Hyls- og Saudafjorden til den ytre fjorden - Nedstrandsfjorden (**figur 3**). Saudafjorden, Hylsfjorden og Sandsfjorden innenfor Nevøy er ofte betegnet som Sandsfjordsystemet. Saudafjorden er 16 km lang, 700-2 500 m bred og største dybde er 382 m. Bare innerst i fjorden er det grunne partier, ellers er fjorden dyp. Hylsfjorden har sterkt skrånende, ofte stupbratte fjellsider. Den er 20 km lang med største bredde ved Vanvik på ca. 2 700 m, og største dybde 504 m mellom Saudafjord og Vanvik. Sandsfjorden er ca. 20 km lang med vekslende bredde og bunnforhold. Strømmen går som regel ut fjorden og er særlig sterk om våren og forsommeren. Totalt fjordareal er 80 km². Nedbørfeltet som har avløp til dette fjordarealet er ca. 2 260 km², hvorav Saudavassdraget utgjør 640 km² og Røldal-Suldalvassdraget ca. 1 450 km² (Kanavin 1971).

Sandsfjorden tilføres store mengder ferskvann både naturlig og som følge av vannkraftutbygging. Før Røldal-Suldal og Ulla-Førre-reguleringene var Suldalslågen den dominerende ferskvannskilden i fjordsystemet. Under uregulerte forhold (1921-60) var vannføringen i Suldalslågen omkring 200 m³/s i sommermånedene og omkring 30 m³/s om vinteren. Som følge av Røldal-Suldal og Ulla-Førre reguleringene er vannføringen i Suldalslågen bestemt av manøvreringsreglementet for elva. Røldal-Suldal reguleringen medførte en økning i vintervannføringen fra 30 til 70 m³/s (1968-78) og en nedgang fra 150-250 til 100-150 m³/s i sommervannføringen. Etter Ulla-Førre utbyggingen er vintervannføringen igjen kommet på samme nivå som før Røldal-Suldal reguleringen (1921-60). Ulla-Førre utbyggingen forårsaket en vesentlig økning av ferskvannstilførselene til fjordsystemet gjennom utslippene innerst i Hylsfjorden. Den maksimale driftsvannføringen ved Hyls kraftstasjon er 270 m³/s. I flomperioder kan imidlertid det totale utslipp i Hylsfjorden komme opp i 600 m³/s ved at vann ledes gjennom et overløp for å hindre flom i Suldalslågen. Den trange passasjen ved Nevøy (fjorden er ca. 300 m bred her) begrenser styrken i vannutskiftingen, og Sandsfjordsystemet er et relativt lukket fjordsystem og stor ferskvannstilførsel forårsaker dannelsen av et markert brakkvannslag (øverste 2-5 m) med lav saltholdighet (4-18 promille) (Aksnes 1993a).

I forundersøkelsen til Ulla-Førre utbyggingen viste Svendsen & Utne (1979) et noenlunde entydig bilde av overflatesirkulasjonen i Sandsfjordsystemet i vindstille perioder (**figur 4**). Med vind i måleperioden (1972-75) oppstod større eller mindre avvik fra strømmønsteret avhengig av vindens styrke og retning. Overflatestrømsystemet er hovedsakelig ferskvannsdrevet mens tidevannets innflytelse er neglisjerbar

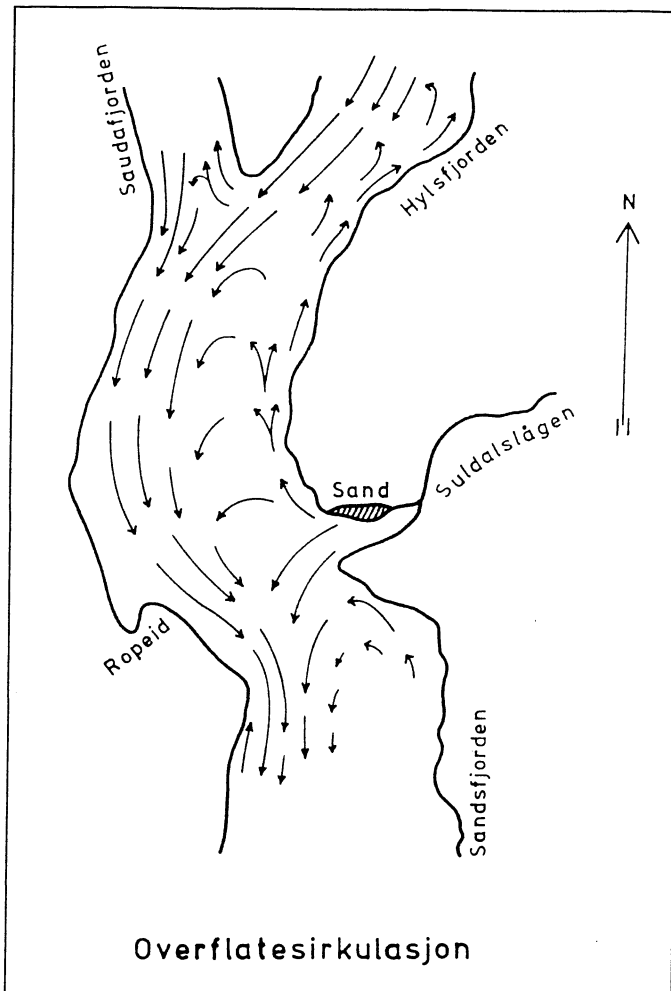


Figur 3. Oversiktskart over Sandsfjordsystemet med de nærmeste fjordtrøk.

(McClimans 1974, Svendsen & Utne 1979). Det observerte strømmønsteret kan forklares utfra horisontale medrivningsprosesser. Ferskvannsavrenningen til Saudafjorden var ikke på noe tidsrom i undersøkelsesperioden mindre enn fem ganger avrenningen til Hylsfjorden. Effekten av corioliskraften fører til at brakkvannsstrømmen i Saudafjorden er sterkest langs vestsiden av fjorden og avtar mot østsiden, hvor det på grunn av horisontal medrivning dannes en kompensereende innstrømming. Brakkvannsstrømmen ut Hylsfjorden (som av samme årsak som i Saudafjorden er sterkest på nordsiden) blir dermed et resultat av ferskvannstilførselen lokalt i fjorden, og den slukvirkningen som innstrømmingen på østsiden av Saudafjorden og medrivningen utenfor munningen til det utstrømmende brakkvannet fra Saudafjorden utgjør. Brakkvannsstrømmen fra de to fjordene går sammen på vestsiden av Sandsfjorden og forsterkes av brakkvannsstrømmen som har opprinnelse utenfor utløpet av Suldalslågen. Strømmen inn langs sørsiden av Hylsfjorden kompensereer for den horisontale medrivningen til brakkvannsstrømmen ut langs nordsiden av Hylsfjorden og vestsiden av Sandsfjorden. Samme mekanisme ligger bak strømmen mot nord langs østsiden av

Sandsfjorden sør for Sand. Det er en kompensereende strøm for medrivningen utenfor neset ved utløpet av Suldalslågen (Svendsen & Utne 1979). Ved drift av Hylen kraftverk etablerer det seg en ferskvannsstrøm midtfjords med avtakende hastighet mot land på begge sider. Det kan være noe skjev fordeling i perioder med litt sterkere strøm på nordsiden av fjorden. Vind kan virke forstyrrende på systemet, men ikke i en så stor grad som ved stans i Hylen kraftverk (Bredeli 1990).

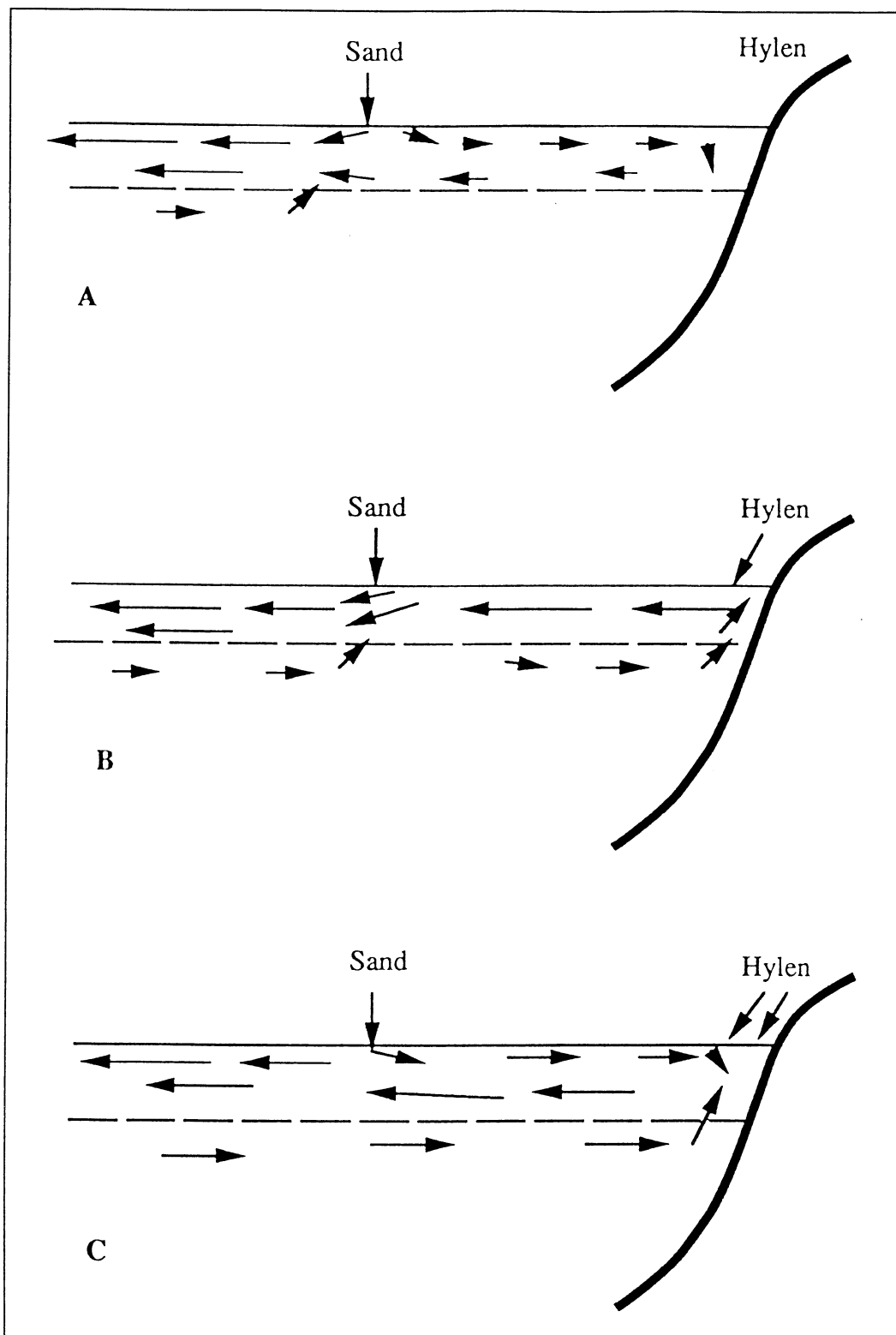
Aure & Svendsen (1994) studerte strømningsforholdene i Sandsfjordsystemet sommeren 1992. I perioden juni-august varierte den totale ferskvannstilførsel mellom ca. 200 og 400 m³/s, det vil si innenfor den «normale» ferskvannsavrenning etter kraftverksreguleringene. Det var imidlertid et unntak i begynnelsen av august, hvor store ferskvannsutslipp gjennom overløpet ved Hylen brakte den totale ferskvannstilførselen opp i omlag 600 m³/s. Kraftverket og overløpet i Hylen var stengt i perioden fra 1. juni til 1. august. Sirkulasjonen og blandingsprosessene i brakkvannslaget er i hovedsak styrt av samspillet mellom drivkreftene ferskvannstilførsel, vind og tide-



Figur 4. Overflatesirkulasjon i en del av Sandfjordssystemet (etter Svendsen & Utne 1979).

vann. Med unntak av i nærsonene til ferskvannskildene og «smale» fjorder med stor ferskvannstilførsel pr. flateenhet, er det den vinddrevne strømkomponenten som for en stor del styrer strømforholdene i brakkvannslaget i de fleste norske fjorder. Sandfjordssystemet kan karakteriseres som en «smal» fjord med stor ferskvannstilførsel pr. flateenhet og spesielt når utslippet ved Hylen kjøres er strømforholdene sterkt påvirket av ferskvannstilførselen (Svendsen et al. 1991). Det midlere sirkulasjonsmønster som er knyttet til ferskvannstilførselen bestemmes i hovedsak av de to store ferskvannskildene ved Sand og i Hylen. Trykkgradienten som bygges opp av ferskvannstilførselen driver brakkvannet ut Hylsfjorden, mens utslippet ved Sand setter opp en trykkgradient som driver brakkvannet både innover og utover Sandfjorden. I Saudafjorden er det en utgående ferskvannsdrevet strømkomponent i tilknytning til naturlig ferskvannsavrenning og fra kraftstasjonen Sauda III. I utløpsområdene til Saudafjorden og Hylsfjorden møtes de ferskvannsdrevne strømmene og det dannes konvergenssoner hvor lettere overflatevann mellom sonene blandes med tyngre vannmasser og strømmer ut fjorden. Når Hylen kraft-

stasjon stanses, vil konvergenssonene gradvis bli mindre markert og til slutt forsvinne helt (Svendsen et al. 1991, Lie et al. 1992). Brakkvannet dannet i nærsonen til Suldalslågen kan i slike situasjoner trenge langt inn i Hylsfjorden, hvis ikke de andre strømkomponenter knyttet til tidevann og spesielt vind hindrer dette. En slik «reversert» estuarin sirkulasjon kan opptre i en forsterket form spesielt når det slippes ut mye ferskvann gjennom overløpet i Hylen og det på forhånd er et lett overflatelag i Hylsfjorden/Sandfjorden (Svendsen et al. 1991, Lie et al. 1992). Den kraftige blandingen mellom ferskvann og «fjordvann» resulterer i en trelagssirkulasjon i Hylsfjorden med en inngående kompensasjonsstrøm av lett overflatevann i de øverste 2-3 m og tyngre fjordvann under ca. 7-10 m dyp, med utgående transport av «blandingsvannet» i det mellomliggende lag. Den inngående kompensasjonsstrømmen i de øverste 3 m er stort sett brakkvann tilført fra Sandfjorden/Saudafjorden. En slik situasjon inntraff også i begynnelsen av august 1992 da overløpet ved kraftverket i Hylen startet på grunn av flomfare i Suldalslågen forårsaket av store nedbørmengder. Den økte blanding mellom ferskvann og «sjøvann» forårsaket av utslippet gjennom overløpet ved Hylen medførte også høyere saltholdighet i brakkvannet og et dypere brakkvannslag i fjordsystemet. Utslippet gjennom kraftverket har mindre «blandingsenergi» og blandingsvannet vil derfor innlagres mye nærmere overflaten og den innstrømmende kompensasjonsstrømmen i overflatelaget blir vesentlig tynnere og kan et stykke ut i fjorden forsvinne helt. I **figur 5** er det gitt oversikt over den ferskvannsdrevne sirkulasjonen i Hyls-/Sandfjorden uten utslipp fra Hylen, bare med utslipp fra kraftverket og med utslipp fra overløp og evt. kraftverk. I motsetning til brakkvannet, hvor det vesentlig er lokale drivkrefter som styrer prosessene, er de hydrofysiske prosessene under brakkvannet sterkt preget av forholdene utenfor fjorden (Svendsen 1981, Aure & Stigebrandt 1990, Stigebrandt 1990). Det er samspillet mellom drivkreftene lokalt i Sandfjordssystemet og på kysten som bestemmer sirkulasjonen i mellomlaget. I store trekk vil det, i perioder med vind ut fjorden og/eller stor ferskvannsavrenning samtidig med fremherskende nordavind på kysten, være en to-lag struktur i mellomlaget med utstrømning i de øverste 2-30 m og innstrømning under. Denne type sirkulasjon dominerte fra siste del av juni til ca. midten av juli 1992. Den motsatte sirkulasjon opptrer vanligvis når det er liten ferskvannsavrenning, vind inn i fjordene og samtidig fremherskende sørlig vind på kysten, kombinert med utstrømning fra Skagerak (Aure & Sætre 1981). En slik sirkulasjon ble observert i fjordsystemet i siste halvdel av juli i 1992. Imidlertid kan det i perioder dannes fronter (konvergenssoner) særlig i den ytre del av fjordsystemet når drivkreftene i fjordene og på kysten ikke «arbeider sammen», men driver vannmassene mot hverandre. Vannutskifting av bassengvannet under terskeldypet på ca. 120 meter finner sted vesentlig om våren og forsommeren. Korteste



Figur 5. Prinsippskisse av den ferskvannsdrevne sirkulasjonen i Hylsfjorden-Sandsfjorden. A) Ikke utslipp fra kraftverket/overløp i Hylen. B) Bare utslipp fra kraftverket i Hylen. C) Utslipp fra overløp og evt. kraftverk (etter Aure & Svendsen 1994).

oppholdstid for brakkvannet i Hylsfjorden opptrer vanligvis i forbindelse med kjøring av kraftverket i Hylen. Beregninger basert på strømmålinger og modellsimuleringer ga en oppholdstid på ca. 1-2 døgn på «blandingsvannet» når kraftverket ble kjørt med ca. 200 m³/s. Innlagring av «blandingsvannet» fra kraftverket eller fra overløpet under et lettere overflatelag medfører imidlertid en vesentlig lengre oppholdstid for

den øverste delen av brakkvannslaget. Simuleringer med vind inn fjorden gav for midlere vindstyrker en betydelig økning av oppholdstiden i Sandsfjordsystemet, mens vind rettet ut fjorden reduserte oppholdstiden (Lie et al. 1992). I juni og fram til omlag 15. juli 1992, med framherskende inngående vind og ubetydelig ferskvannstilførsel, lå brakkvannet i Hylsfjorden i en «bakevje» med meget lang oppholdstid. I samme

periode økte midlere oppholdstid i resten av fjordsystemet (Saudafjorden/Sandsfjorden) gradvis fra ca. 6 til omlag 28 døgn. I resten av juli var midlere oppholdstid for hele Sandsfjordsystemet omlag 14 døgn (Aure & Svendsen 1994).

Fisket etter laks i Sandsfjorden drives mest med kilenøter og har vært av stor betydning for bosettingen langs fjorden. Oppgaver for Ryfylke og Karmsund laksestyre viser at fangsten i perioden 1967-78 varierte fra over 8 tonn i 1973 til ca. 1,5 tonn i 1978. Etter 1974 har kilenotantallet gått tilbake. Årsakene er trolig flere, men nedsatt lønnsomhet, tilbud om annet inntektsgivende arbeid og liten nyrekruttering til fisket er hovedårsakene (Waatevik 1980).

Garvik laks A/S startet i 1973 et oppdrettsanlegg med et produksjonsvolum på 500 m³ i Hylsfjorden. Det ble gitt tillatelse til å øke volumet til 3000 m³ (i Vanvik) i 1982, og videre til 8 000 m³ på østsiden av Garvika i Hylsfjorden i 1988. Honganvik laks A/S var først etablert i Saudafjorden (fra 1973). I 1987 ble det gitt tillatelse til å flytte fra Honganvik til Tengesdal i Hylsfjorden med et produksjonsvolum på 8 000 m³ (Aksnes 1993a).

Den 28. juli 1989 ble det registrert stor dødelighet ved et oppdrettsanlegg i Tengesdal. Det viste seg at dødeligheten skyldtes høge konsentrasjoner av *Prymnesium*-algen. I 1990 ble det rapportert tap på omkring 20 tonn oppdrettsfisk som følge av *Prymnesium*-forekomstene, og store konsentrasjoner av algen ble observert i fjordsystemet innenfor Nevøy i perioden 19. juli-7. august. I 1991 ble oppdrettsvirksomheten igjen rammet hardt. Omkring midten av juli begynte fisk å dø i Hylsfjorden. Tidspunkt for og varigheten av blomstringen sammenfalt ganske nøyaktig med ringen i 1990 (Aksnes 1993b), og det vil si i perioden fra midten av juli til midten av august. I sluttrapporten om *Prymnesium parvum* i Ryfylke, som oppsummerer undersøkelser i 1989-92, konkluderes det med at *Prymnesium* har sin hovedforekomst i Hylsfjorden, men opptrer også i Saudafjorden og Sandsfjorden (inklusive Lovrafjorden). Hylsfjorden ligger naturlig (uregulert og uten oppdrett) til rette for lokale algeoppblomstringer. Dette skyldes først og fremst at Suldalslågen munner ut utenfor Hylsfjorden og bidrar til en innestengning av brakkvannslaget i Hylsfjorden. Videre har Sandsfjordsystemet et velutviklet og særegent brakkvannslag som er unikt i norsk sammenheng. Dette skyldes først og fremst at fjordsystemet er topografisk innelukket samtidig som ferskvannstiltørslene er store. I perioder med høy oppholdstid har *Prymnesium* og *Chrysochromulina spp.* gode vekstvilkår i Hylsfjordens brakkvannslag. Utslipp fra Hylen har stor effekt på algeproduksjonsforholdene ved at oppholdstiden av brakkvannet kortes ned. Dette medfører at Hylsfjorden blir mer lik Saudafjorden og Sandsfjorden med hensyn på vannkjemi, algemengde og algesammensetning. Mulighetene for omfattende lokal

algeblomstring i brakkvannslaget avtar mens mulighetene for spredning av alger ut fjordsystemet øker med utslipp i Hylen (Aksnes 1993a).

Det ligger fortsatt to godkjente oppdrettslokaliteter i Hylsfjorden, men lokalitetene anses uegnet til helårsdrift på grunn av algeproblemerkene. Lokalitetene egner seg for høstutsatt smolt forutsatt at fisken kan flyttes før algeangrep skjer. I Sandsfjorden ligger det et oppdrettsanlegg med konsesjon for 8 000 m³ gitt i 1986. Anlegget benytter oppumping av dypvann for algebejemping. I Saudafjorden er det ingen oppdrettskonsesjoner (brev fra Fiskerisjefen i Rogaland til Norsk institutt for naturforskning (NINA) 18.1.1996).

3 Metoder og materiale

3.1 Testing av rekkevidden for radiosendere ved utløpet av Hylen kraftstasjon og ved Sandsfossen

I forbindelse med studier av vandringsatferd hos laks i Suldalslågen og Hylsfjorden sommeren og høsten 1995 skulle det benyttes radiosendere festet eksternt på fiskene. Radiosignaler kan sendes gjennom vann dersom ledningsevnen i vannet er tilstrekkelig lav. Ved det minste innslag av sjøvann, som f.eks. ved utløpet av ei elv, vil ledningsevnen øke raskt og den elektriske feltstyrken i den elektromagnetiske bølgen bli for svak til at signaler kan sendes og mottas (**figur 6**) (Heggberget & Økland 1992).

Erfaringer med bruk av radiotelemetri under vann i områder med sjøvannsinnblanding i ferskvannsstrømmen, har vist at det skal svært lite sjøvann til før radiobølgene blir for svake (dette ble f.eks. tydelig registrert i Vosso i 1994). Det var derfor nødvendig å definere området i Hylen og ved Sandsfossen hvor det var mulig å oppfange signaler fra radiomerket laks som vandrer fra sjøvann til ferskt elvevann.

Hvert enkelt munningsområde har sin spesielle fysiske utforming og det er ikke mulig å forutsi nøyaktig hvor radiosignaler kan mottas eller ikke på teoretisk basis. Der en stor ferskvannsstrøm presser seg ut i et saltvannsområde vil det dannes kompensasjonsstrømmer som driver salt vann mot ferskvannsstrømmen. Under slike forhold kan det være områder langt opp i en elvemunning der radiosignaler ikke overføres med tilstrekkelig styrke.

De to områdene som skulle undersøkes er vesentlig forskjellige med hensyn til hydrodynamiske forhold. Den ca. 14 m brede kraftverkstunnelen fra Hylen kraftstasjon munner ut innerst i Hylsfjorden. Dybden øker fra 12 m til 30 m bare 70 m fra tunnelinnslaget (**figur 7**). Dette fører til en stor vertikal og horisontal kompasjonsstrøm av brakkvann inn mot, og delvis inn i, selve tunnelen (**figur 8**). Mengden av sjøvann i nærheten av utløpet og i vannmassene som renner ut av tunnelen vil variere med kjøringen av kraftverket. Ved stans går sjøvannet helt inn til bunnen av tunnelen. Ved moderat kjøring vil det være ferskvann i overflaten fra turbinene og helt ut til munningen. Ved maksimal kjøring av kraftverket vil mengden ferskvann øke samtidig som kompensasjonsstrømmen øker. Vekst av blant annet blåskjell et godt stykke innover i tunnelen tyder på at det litt ned i vannmassene vil være saltvann også innover i tunnelen, uansett kjøringssnivå. Observasjoner av vannstrømmen ved halv effekt viser at maneter og andre organismer i vann-

massene i sjøen blir trukket helt inn i åpningen av tunnelen for deretter å følge vannstrømmen ut igjen.

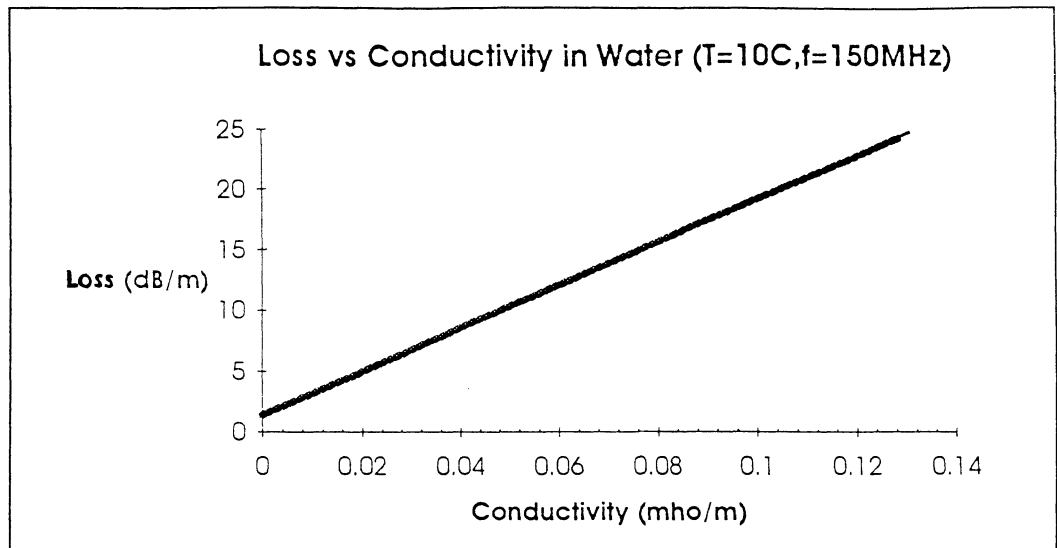
Munningen av Suldalslågen er, i kontrast til utløpet i Hylen, grunnere og mer langstrakt. Sedimentering fra elva har laget et langstrakt 2-3 m grunt område fra Sandsfossen ut til grense sjø/elv ca. 500 m nedenfor selve fossen. Vannstandsendringen fra flo til fjære er ca. 50 cm i munningen av Sandsfjorden (Kaartvedt & Svendsen 1990). Strømforholdene i fjordsystemet blir trolig lite påvirket av så små tidevannsforskjeller, men de kan imidlertid gi lokale effekter når det gjelder ledningsevnen i vannet i de undersøkte områdene.

Forholdene for sending av radiosignaler under vann i Hylen ble testet første gang 14.6.1995. Tre radiosendere ble festet på et tau med lodd i enden. Tauet med de tre senderne ble slept etter en båt slik at senderne lå på henholdsvis 3, 0,5 og 0,2 m dyp. Slepningen foregikk i transektene 1 til 5 (**figur 9**). Mottakerantennen ble plassert oppe i ei lysmast ca. 6 m over vannoverflaten (posisjonen er angitt på **figur 9**). Antennen var rettet mot et punkt ca. 70 m fra tunnelåpningen. Mottakeren var hele tiden plassert ved antennen og ved hjelp av walkie talkiekontakt mellom båten og mottaker ble det mulige sendeområdet kartlagt. Sensitiviteten på mottakeren ble også variert under testinga for om mulig å kartlegge støyforholdene. Under denne første testen gikk kraftverket med ca. 40-50 % effekt.

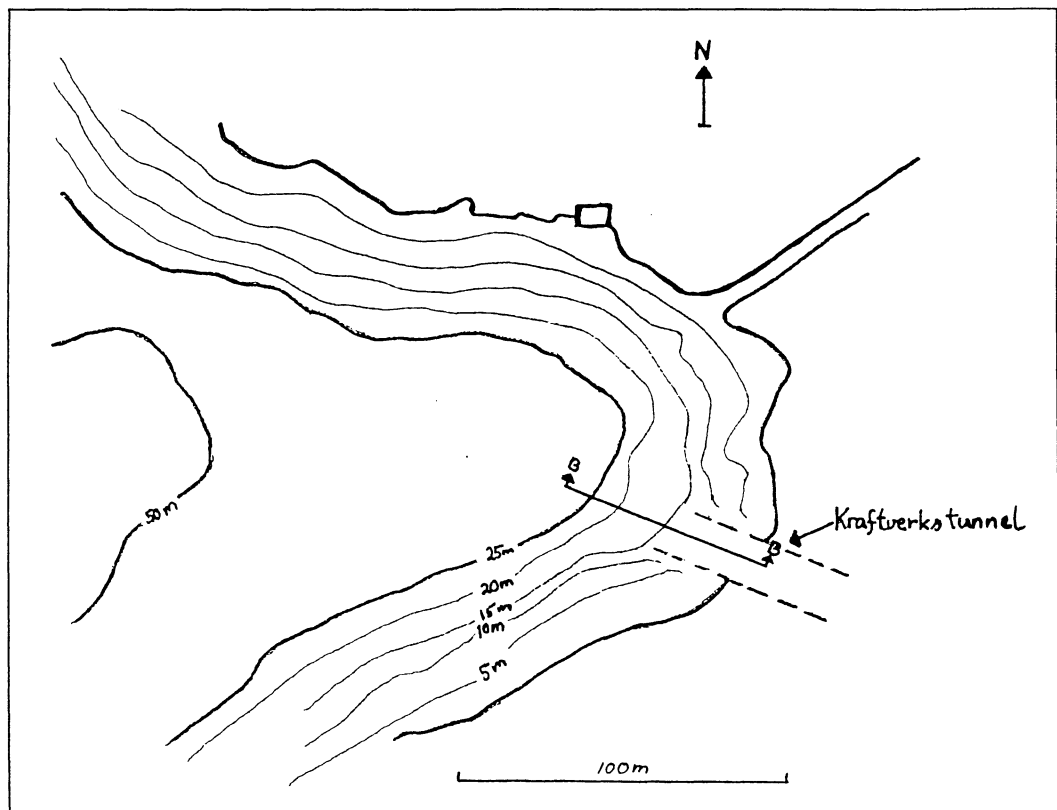
Den opprinnelige testplanen var å undersøke det definerte området i Hylen ved stans, halv og full kjøring av kraftverket. Resultatene fra den første testen langs transektene viste at det var for mye saltvann i hele området. Det ble derfor på et senere tidspunkt (27.6.1995), gjort forsøk med slep av sendere innover i selve tunnelen. I denne andre testen ble mottakerantennen montert i tunnelåpningen, en posisjon den hadde til utstyret ble demontert den 25. oktober. Kraftverket ble kjørt ned mot stans.

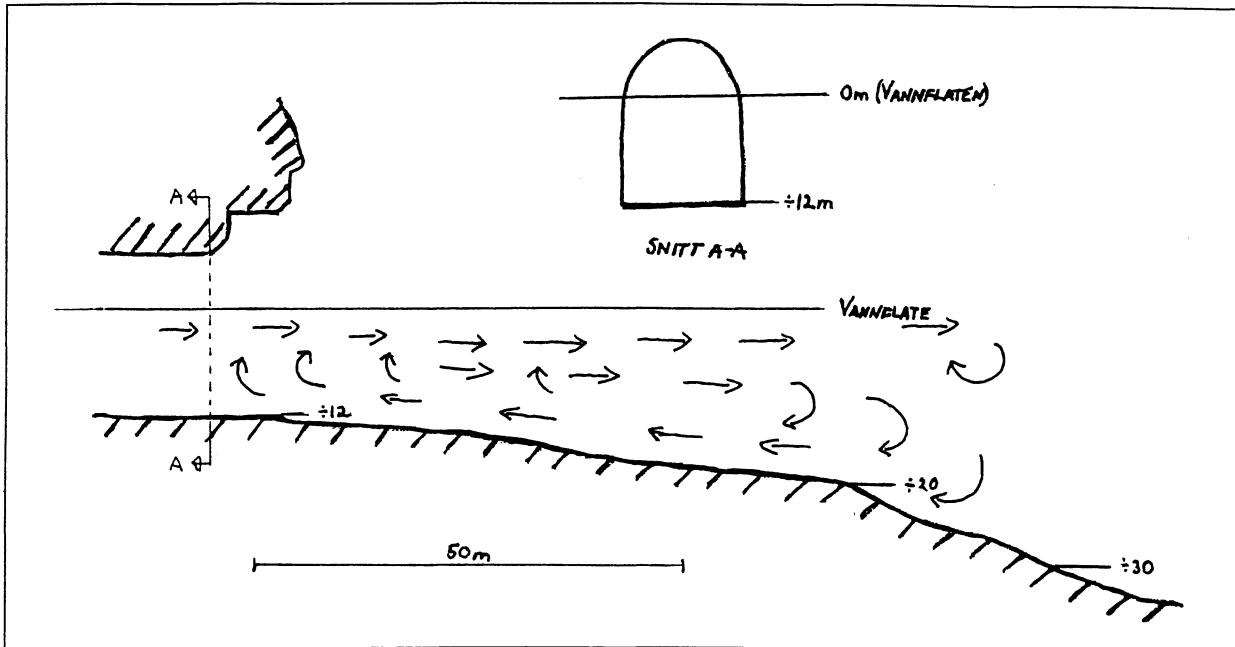
Ved Sandsfossen var målet å finne fram til riktig plassering av mottakerutstyret for å kunne registrere merket fisk med en gang den kom inn under fossen. Det ble derfor lagt ut radiosendere på 21 lokaliteter på én meters dyp (**figur 10**). Testen ble utført fra kl 14:00-kl 19:00 den 24.6.1995 ved vannføring på 41,5 m³/s og med ferskvannstemperatur på 11 °C. Det var høyvann på Sand kl 21:23 denne dagen, noe som betyr at testen ble utført da tidevannet gikk fra maksimal fjære til ca. to timer før maksimal flo. Sensitiviteten på mottakerutstyret ble deretter justert til ønsket rekkevidde ved hjelp av test-senderne.

Figur 6. Tap av radio-signalstyrke i vann ved endring av ledningsevne. Figuren er hentet fra Lotek Engineering Inc., Workshop, Trondheim, 1994.

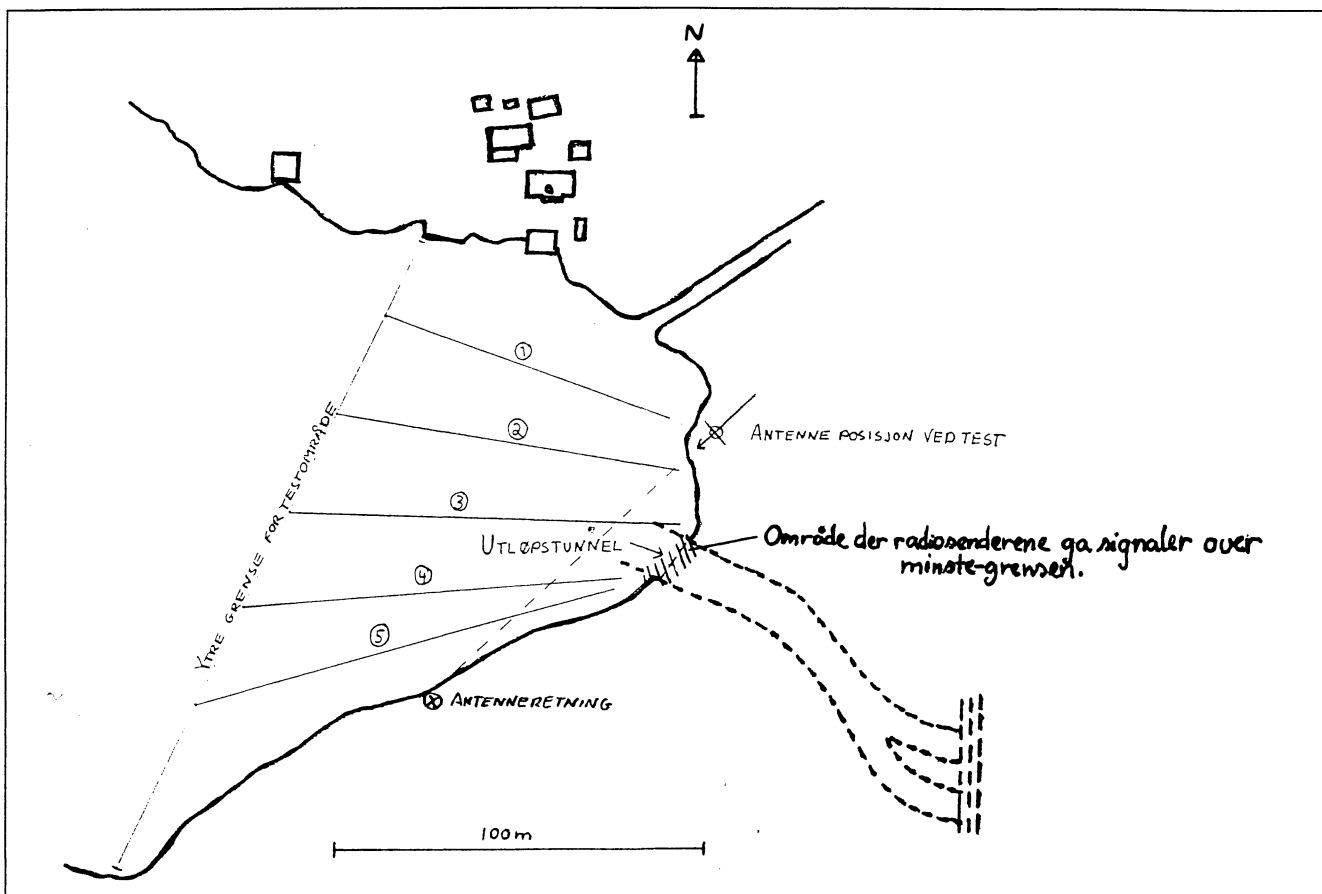


Figur 7. Kart over Hylene der kraftverkstunnelen kommer ut. Dybdekoter viser vanndybden utenfor utløpet. Lengdeprofilen B-B er gjengitt i figur 8.

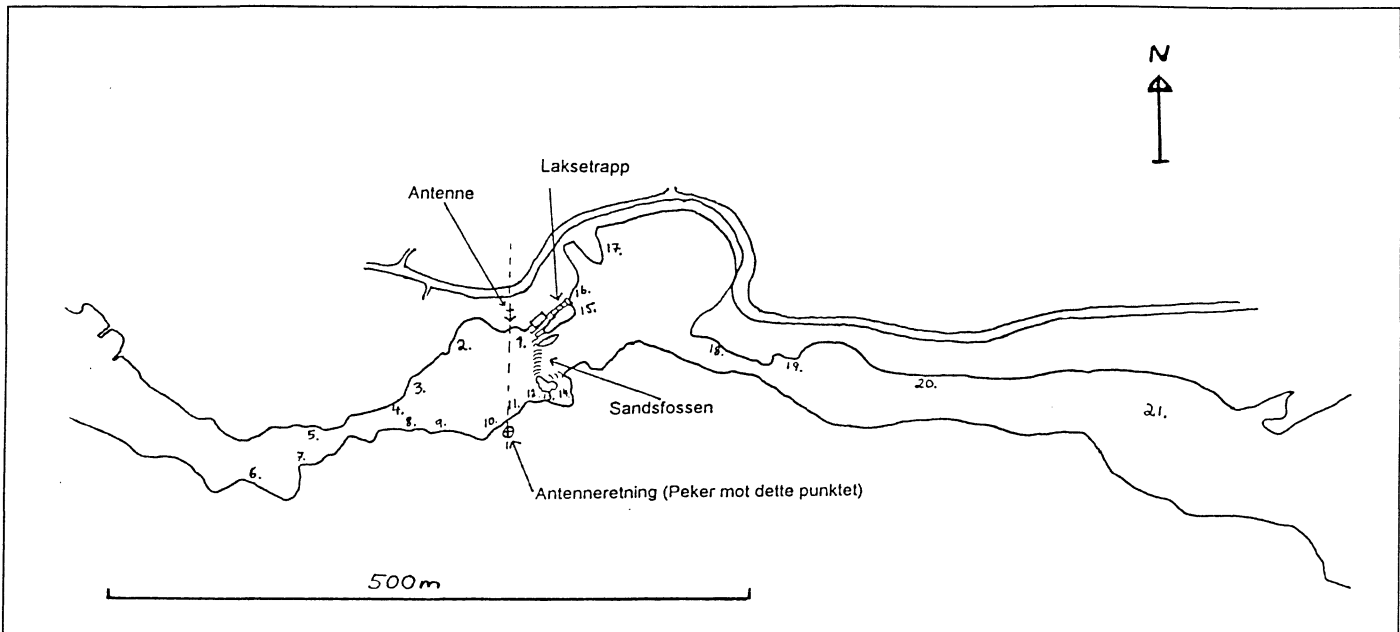




Figur 8. Lengde (B-B fra figur 7) og tverrprofil (A-A) av selve tunnelåpningen ved Hysten kraftverk. Piler viser skjematisk hvordan ferskvannstrømmen på vei ut trekker sjøvann inn i tunnelen.



Figur 9. Kart over testområde ved Hysten kraftverk med de 5 transektene som ble benyttet for kartlegging av radiosender-rekkevidde. Det skraverte området i utløpstunnelen angir arealet der det i noen tilfelle ville være mulig å registrere laks med radiosendere.



Figur 10. Kart over området ved Sandsfossen der innvandrende laks ble registrert med automatisk datalogging. Tallene fra 1-21 angir posisjonen hvor testsendere ble lagt ned på én meters dyp.

3.2 Fangst, merking og skjellanalyser

Laks ble fanget for merking i ei dobbel 16 omfar kilenot i Velabukta, Sandsfjorden (1,2 km fra munningen av Suldalslågen) sommeren og høsten 1995. Kilenota ble satt 16. juni og stod ute til fangst til og med 2. september. I tillegg ble det merket laks som ble stoppa i laksetrappa i Sandsfossen i Suldalslågen. Fiskene ble lengdemålt til nærmeste cm (naturlig lengde) og kjønnsbestemt, bortsett fra ett individ det ikke var mulig å kjønnsbestemme på grunnlag av utseende. Det ble gjort et anslag på lusbelastning hos hvert individ, tatt skjellprøve og påsatt radiosender. Laks som ble fanget i Velabukta ble umiddelbart etter merking fraktet midtfjords i et kar i båten og sluppet ut mellom Vela og Midtvik (3,5 km fra munningen av Suldalslågen). Tid fra fangst til utsetting varierte mellom 10 og 50 minutter (**tabell 1**). Laks som ble fanget i laksetrappa ble umiddelbart etter merking satt ut i elva ovenfor trappa.

Villaks, utsatt laks og oppdrettslaks ble identifisert ut fra kombinasjon av ytre kjennetegn og skjellanalyser. Med disse metodene vil en kjenne igjen all villaks, tilnærma all oppdrettslaks som har rømt etter ett eller flere år i sjømare, og minst halvparten av laksen som har rømt eller ble satt ut som smolt. Eventuelle feilbestemmelser vil være at laks som rømte eller ble satt ut som smolt, blir tatt for å være villaks (Lund et al. 1989). Etter skjellanalysene ble fisken delt inn i 3 kategorier: 1: villaks, 2: utsatt/rømt som smolt, 3: oppdrettslaks. I kategori 2 inngår både fisk som er satt ut i kultiveringsøyemed og oppdrettslaks som er rømt på

smoltstadiet da det ikke er mulig å skille mellom disse kategoriene. Senere i teksten er denne kategorien for enkelhets skyld omtalt som utsatt fisk. Ved undersøkelser som dette blir det nappet bare noen få skjell fra hver enkelt fisk. Hos 3 av fiskene (nr. 2, 30 og 35) var det derfor ikke mulig å kategorisere fisken ut fra skjellene. Men da disse fiskene ikke hadde noen ytre defekter eller ikke var merket ble de klassifisert som villfisk.

Radiosenderne ble festet til fisken med rustfri ståltråd gjennom ryggmuskulaturen ved basis av ryggfinnen (Økland & Heggberget 1992). Senderne var 5,0 cm lange, 2,3 cm brede, 1 cm tykke og veide 5,0 g i vann. Radiosenderne hadde signaler i frekvensområdet 142.010-142.350 MHz, og individuelle fisk kunne kjennes igjen ved at senderne var separert med 10 kHz og/eller sendte ut forskjellige antall hvilesignaler pr. minutt. Radiosenderne kan registrere aktivitet hos fisken ved at de inneholder en kvikksølvbryter som er følsom for bevegelser i langsgående retning av fisken. Kvikksølvbryteren består av et vakuumkammer og ei kvikksølvkule som beveger seg fritt inni kammeret. Hver gang kula kommer borti framenden av kammeret, produseres det et radiosignal. Hvis signaler ikke utløses på denne måten, sendes det ut et hvilesignal med jevn pulsrate.

I perioden 24. juni- 2. september ble det satt radiosendere på 33 laks (10 hanner, 22 hunner og 1 ubestemt kjønn) i sjøen hvorav 15 laks ble merket i perioden 24.6-19.7 og 18 laks ble merket i perioden 13.8-2.9. I tillegg ble det den 4. oktober satt radiosendere på 5 laks (3 hanner og 2 hunner) som ble fanget i laksetrappa.

Det viste seg senere at noen av senderne kan ha vært for dårlig festet slik at de kan ha falt av fisken. Dette gjelder fisk nr. 8 og nr. 15 hvor senderne ble peilet på samme sted nedenfor Sandsfossen i en lang periode (27.10.95- 29.1.96). Dette gjaldt også fisk nr. 3, 17 og 30 under Skotifossen. Under dykkingen som ble foretatt i gyteperioden den 19. desember ble disse senderne lokalisert i et område med kvist og kvas på utløpet av Skotihølen. Sikten var meget god og dersom fisk hadde vært tilstede ville de ha blitt lokalisert (H. Sægrov pers. medd. 5.3.96).

3.3 Registreringer ved utløpet fra Hylen kraftstasjon

En datalogger (SRX 400 Telemetry Receiver fra Lotec Engineering Inc.) ble satt opp ved utløpet av Hylen kraftstasjon i Hylsfjorden, for om mulig å registrere signaler fra radiomerka laks som ble tiltrukket kraftstasjonsvannet fra Hylen kraftverk. Dataloggeren var kontinuerlig i drift 22. juni-25. oktober, bortsett fra en utkobling 18.-25. august.

For å få svar på om laksen vandret inn i utløpstunnelen til Hylen kraftstasjon ble det i regi av Statkraft Engineering gjennomført et garnfiske i utløpet. Garnet som var spesialsydd for å dekke hele tunnelåpningen fra overflata og ned til bunnen hadde en maskevidde på 56 mm og var laget av monofil nylon.

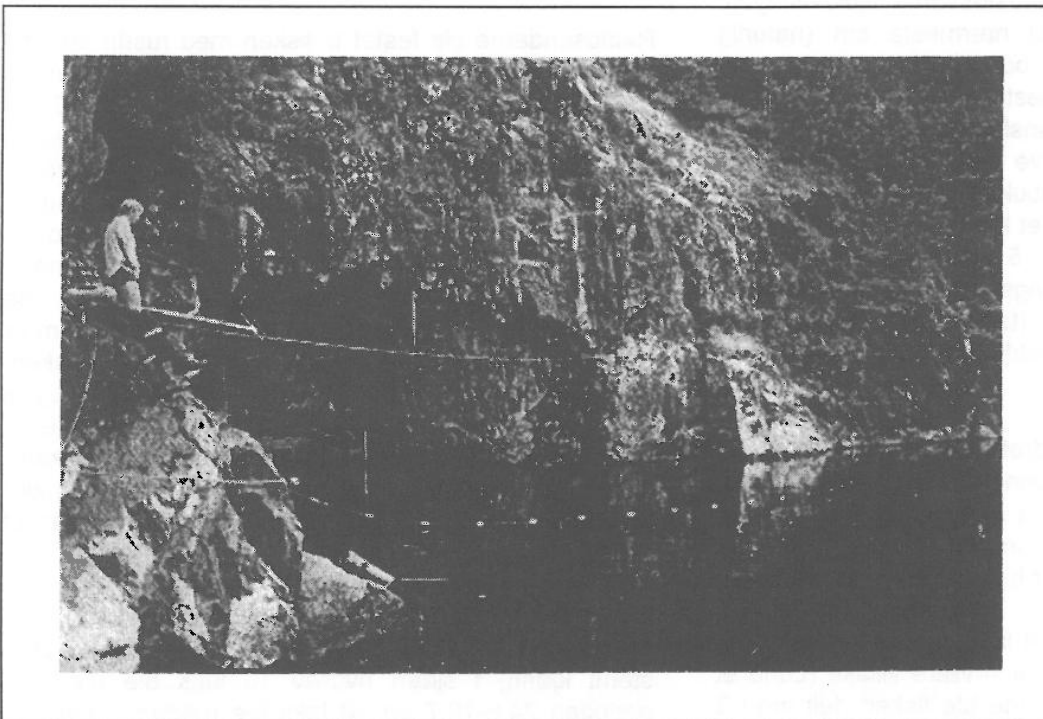
Når kraftstasjonen var i drift var garnet hengt opp i fjellveggen over utløpstunnelen. Ved stenging av kraftstasjonen ble garnet utløst og raskt senket ned ved hjelp av trinser så det stengte utløpet for fisk som skulle befinne seg inne i tunnelen (**figur 11**). Inten-sjonen var å gjennomføre garnfisket hver gang kraftstasjonen ble stanset.

Av praktiske hensyn ble garnfisket utført av Statkraft Vestlandsavdelingen da tidspunktene for stenging av kraftverket var vanskelig å forutsi.

3.4 Gjenfangstregistreringer

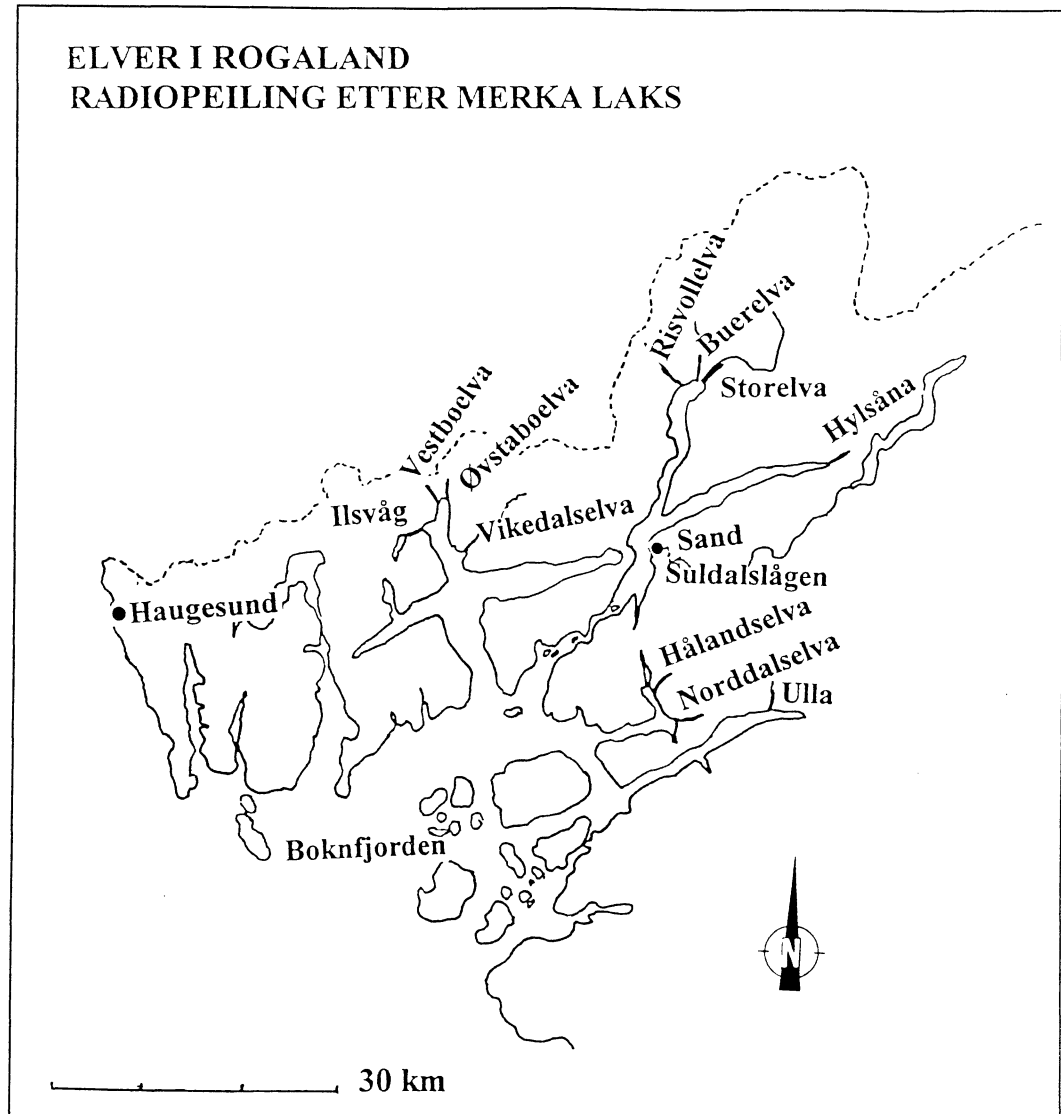
Gjenfangstregistreringer foregikk hovedsakelig ved at signaler fra radiomerkene ble registrert både ved automatisk logging og ved manuell peiling i Suldalslågen (jf. kap. 3.5). Det ble også foretatt manuell peiling i nabovassdrag. Ut fra opplysninger fra Fylkesmannens miljøvernavdeling i Rogaland om lakseførende vassdrag ble det valgt ut 10 elver i området rundt Suldalslågen. Søket ble gjennomført av Torbjørn Pettersen og Finn R. Gravem den 29. og 30.11 (**figur 12**) ved å peile fra høvelige punkter langs hele elvene fra utløpene og opp til så langt laksen kunne ha vandret. Peileutstyret ble også rettet mot bebodde områder langs vassdragene som ble undersøkt.

I tillegg har fiskere sendt inn meldinger om fisk med radiosendere som ble fanga i sjø- og elvefisket.



Figur 11. Tunnelmun-ningen fra Hylen kraft- verk. Garnet er senket og står i en bue utover (foto F. Gravem).

Figur 12. Elver i Rogaland hvor det ble foretatt radiopeiling etter merka laks.



3.5 Registreringer i Suldalslågen

En datalogger (DCC II Model D5041 fra Advanced Telemetry Systems, ATS) registrerte laks som sto like nedenfor og/eller passerte laksetrappa i Sandsfossen i perioden 22. juni til 6. november (dekningsområdet for dataloggeren er nøyaktig beskrevet i kap. 4.1.2 om utprøving av datalogging ved Sandsfossen). Kontinuerlige registreringer ble gjort i hele perioden, bortsett fra to tilfeller hvor dataloggeren var utkobla noen timer på grunn av strømproblemer.

I tillegg ble det gjennomført daglig manuell peiling nedenfor Sandsfossen fra 17. august 1995 til og med 29. januar 1996. I ett tilfelle ble én fisk registrert ved manuell peiling før den ble registrert på dataloggeren. Dette gjaldt fisk nr. 32 som ble registrert ved manuell peiling i hølen nedenfor Sandsfossen den 8.9 kl.19:25. Den ble senere registrert daglig i hølen, men kom ikke inn på loggerregistreringene før den 17.9. kl.13:51. Vi har ingen forklaring på hva dette kan skyldes, men i dette tilfelle har vi brukt tidspunktet for den første

manuelle peilingen som første registrering under Sandsfossen (jf. **tabell 6**). Fisk nr. 19 ble registrert ved manuell peiling langt nede i elva (utenfor loggerens område) dagen før (19.8 kl.20:40) den ble registrert på loggeren (20.8 kl.08:14). I dette tilfelle var fisken kommet opp i elvemunningen om kvelden den 19.8, men brukte ca. 12 timer før den kom opp i fossehølen, og vi har brukt registreringen på loggeren som første registrering under Sandsfossen. I de øvrige tilfellene ble senderne registrert først på loggeren eller på samme dato som de manuelle peilingene ble foretatt.

Radiomerka laks som gikk opp i Suldalslågen, ble daglig posisjonert til nærmeste 500 meter ved peiling fra bil (mottaker modell R2100 fra ATS) i perioden 17. juli-30. november. Fra 1. desember ble tilsvarende peilinger foretatt 2 ganger i uka, og fra 10. januar og ut måneden en gang pr. uke. Fra og med 16. august ble det notert om det ble registrert aktivitetssignaler hos individuelle fisk under peilingene.

Data om vanntemperatur og vannføring er framskaffet av Statkraft Engineering fra NVE's database. Dataene

er middelveier over døgnet og refererer seg til Larvika som ligger umiddelbart ovenfor Sandsfossen.

4 Resultater

4.1 Testing av rekkevidden for radiosendere ved utløpet av Hysten kraftstasjon og ved Sandsfossen

4.1.1 Hysten kraftstasjon

Hverken langs yttergrensa for testområdet eller langs transektene (**figur 9**) var det mulig å registrere radio-signaler fra sendere. Heller ikke langs strandlinja nær overflaten var det gode nok forhold. Signalstyrken ble imidlertid raskt høy nok straks senderantennen, ved kontroll, ble heist over vann. Tvers over utløpet av tunnelen var det eneste stedet det ble registrert signaler. I dette området var signalstyrken for lav til bruk under automatisk registrering på 3 m dyp, varierende på 0,5 m, men for det meste over minstegrensen for signalstyrke på 0,2 m dyp.

Ved test av forholdene innover i tunnelen når kraftverket ble kjørt ned mot stans, var signaloverføringen svak og/eller ustabil på alle tre dyp. Styrken på signalene kom ikke over et nivå som kreves ved automatisk datalogging.

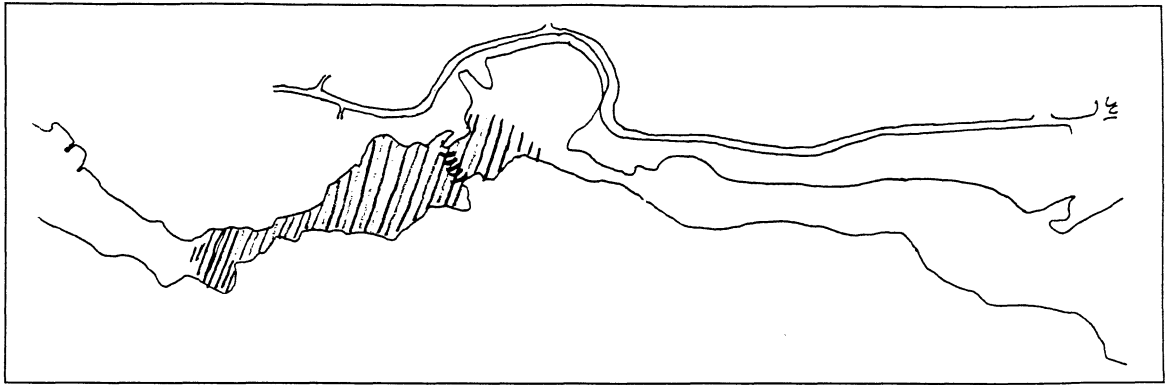
Det ble ikke registrert signaler fra radiomerket laks på dataloggeren i Hysten.

4.1.2 Sandsfossen

Ved test av radiosignaler fra de 21 lokalitetene (**figur 10**) med normal mottaker-sensitivitet, var 16, 19 og 21 utenfor rekkevidde mens lokalitet 6 var delvis innenfor området. Sensitiviteten ble derfor justert ned slik at også lokalitet 6 lå utenfor registreringsområdet. Dette medførte at 16, 19 og 21 falt helt ut mens 17, 18 og 20 bare var delvis inne og ikke sterke nok til å bli lagret med de loggebetingelser som lå programmert i dataloggeren. Området det var mulig å registrere radio-signaler fra er skravert i **figur 13**, og dette er det området som det var ønskelig å dekke.

4.2 Identifisering av merket fisk

Av de 38 radiomerkete fiskene var 4 rømt oppdrettslaks, 9 var i kategorien utsatt (jf. kap. 3.2) og 25 var villaks. Individopplysninger i forbindelse med fangst, merking og registreringer etter utslipp er gitt i **tabell 1**. Villaksen varierte i størrelse mellom 58 og 100 cm, utsatt laks var mellom 62 og 82 cm og oppdrettslaksen var i størrelsesintervallet 66-100 cm.



Figur 13. Kart over det endelig definerte området ved Sandsfossen der laks med radiosendere ble registrert av den automatiske dataloggeren.

På grunn av algeproblemene i Sandsfjorden (jf. kap. 2.2) foregikk fangsten av laks i sjøen i to klart atskilte perioder, fra 24. juni til 19. juli og fra 13. august til 2. september. I perioden 24. juni-19. juli ble det fanget 15 laks og 13 av disse var villaks (87 %). I perioden fra 13. august til 2. september ble det fanget 18 laks og 8 av disse var villaks (44 %).

De 33 laksene som ble fanget i sjøen hadde en lusbelastning som varierte mellom 0 og 45 lus. Av de 5 fiskene som ble fanget i trappa hadde en fisk en lus, de øvrige hadde ingen.

4.3 Registreringer og gjenfangster av merket fisk

Radiomerka laks ble registrert ved datalogging nedenfor Sandsfossen, manuell peiling i Suldalslågen og gjenfangster i sjø- og elvefiske (**tabell 2**). I tillegg ble det gjennomført garnfiske foran utløpet fra Hylen kraftverk og foretatt radiopeiling i nabovassdrag til Suldalslågen.

4.3.1 Gjenfangster på redskap og registreringer ved radiopeiling/datalogging

Av de 33 som ble fanget, merket og satt ut i sjøen ble 3 stk (en villaks, en utsatt laks og en oppdrettslaks) ikke registrert etter utslipp. Av de 30 som ble registrert etter utslipp ble 27 registrert under Sandsfossen, 86 % av villaksen og 75 % av de to øvrige kategoriene (**tabell 3**). De tre som ikke ble registrert under Sandsfossen (nr. 5, 10 og 22) ble gjenfanget i sjøen ved Nedstrand og Sandeid (**tabell 1, 3**).

Samtlige 20 villaks som var kjønnsbestemt ble registrert etter merking. Fem av seks villakshanner og 13 av 14 villakshunner ble registrert nedenfor Sandsfossen.

Av de 17 laksene som ble registrert i Suldalslågen nedenfor Sandsfossen, men som ikke vandret videre opp fossen, ble 3 individer (nr. 19, 25 og 33) fisket opp nedenfor fossen. Den ene (nr. 33), som var en oppdrettslaks, ble satt ut igjen (**tabell 3**), og ble senere ikke registrert. De øvrige ble stående under Sandsfossen i varierende tidsrom. Av disse hadde 2 sendere (nr. 8 og 15) muligens falt av fisken (jf. kap. 3.2). Minimum 13 laks som ble registrert under Sandsfossen vandret m.a.o. ut av elva igjen. Av disse var 5 villaks, 5 utsatt laks og 3 oppdrettslaks (inklusive den ene som forlot elva etter at den ble fisket opp og satt ut igjen). Seks av disse individene (nr. 2, 4, 14, 23, 26 og 32) ble senere gjenfanget på ulike steder i sjøen i nærområdet, blant annet i Hylsfjorden, Saudafjorden og Vindafjorden (**tabell 3, figur 14**). Sju individer (nr. 9, 18, 20, 21, 28, 29, 33) ble ikke registrert etter at de forlot elva (jf. kap. 4.5).

Bare 10 laks ble registrert ovenfor Sandsfossen og alle var villaks (**tabell 2**). Seks var satt ut i perioden juni/juli og 4 var satt ut i august (**tabell 7**). Av 13 villaks satt ut i juni/juli vandret 6 (46 %) opp Sandsfossen, og av 8 villaks satt ut i august vandret 4 (50 %) opp Sandsfossen. Av 6 villakshanner vandret 4 (67 %) opp Sandsfossen, mens av 14 villakshunner vandret 6 (43 %) opp Sandsfossen. Forskjellen mellom andel hanner og hunner som vandret opp Sandsfossen var imidlertid ikke signifikant (kjii-kvadrattest, $p > 0,05$).

Ingen utsatt fisk eller oppdrettslaks som ble merka i sjøen, ble registrert i Suldalslågen ovenfor Sandsfossen.

Alle de fem laksene som ble fanget, merket og satt ut i laksetrappa vandret videre oppover i elva etter merking.

Av de 33 radiomerkede laksene som ble satt ut i sjøen, ble 15 (45 %) fisket opp, 9 (27 %) på ulike steder i sjøen og 6 (18 %) i Suldalslågen (**tabell 3, figur 14**). Av de 15 som ble gjenfanget i sjø- og elvefiske var 9 villaks og 6 var utsatt laks eller oppdrettslaks. All utsatt laks og oppdrettslaks, ble fanget i sjøen eller

Tabell 1. Radiomerket laks i Suldal, Rogaland fylke, 1995. Laksen ble fanga i kilenot i Sandsfjorden (nr. 1-33) og i laksetrapp i Sandsfossen, Suldalslågen (nr. 34-38). Opplysninger om fangst (dato og klokkeslett), om den enkelte fisk som ble merket (kjønn, lengde, type) og om registreringer etter utslipp. *: gikk opp Sandsfossen gjennom laksetrappa.

Fisk nr.	Fangst-dato	Kl. fangst	Kl. utslipp	Kjønn 1: hann 2: hunn	Lengde (cm)	Type 1: Vill 2: Utsatt 3: Oppdrett	Registrert etter utslipp: 1: nedenfor Sandsfossen 2: ovenfor Sandsfossen 3: i sjøen 0: ikke registrert
1	24.06	10:00	10:24	2	80	1	1, 2 *
2	27.06	21:10	21:20	2	100	1	1, 3 (gjenf. Sauda)
3	27.06	21:10	21:30	1	58	1	1, 2 (gjenf. Suldalslågen)
4	02.07	20:00	20:40	2	65	2	1, 3 (gjenf. Vindafj.)
5	02.07	20:00	20:50	2	82	2	3 (gjenf. Nedstrand)
6	04.07	20:15	20:30	1	63	1	1, 2 *
7	05.07	07:20	07:30	2	86	1	1, 2 (gjenf. Suldalslågen)
8	07.07	18:15	18:25	2	80	1	1
9	08.07	19:50	20:10	2	85	1	1
10	10.07	12:15	12:25	2	79	1	3 (gjenf. Sandeidfj.)
11	10.07	12:15	12:32	?	65	1	0
12	15.07	06:45	07:05	2	98	1	1, 2 (gjenf. Suldalslågen)
13	15.07	06:45	07:10	2	85	1	1, 2 *
14	15.07	20:30	20:45	1	72	1	1, 3 (gjenf. Hebnes)
15	19.07	18:15	18:30	2	100	1	1
16	13.08	14:30	15:00	1	76	1	1, 2 *
17	15.08	12:00	12:15	2	91	1	1, 2
18	15.08	12:00	12:15	2	82	1	1
19	18.08	08:50	09:10	2	77	2	1 (gjenf. Suldalslågen)
20	19.08	08:45	09:00	2	80	2	1
21	20.08	20:10	20:30	2	73	3	1
22	20.08	20:10	20:40	1	71	1	3 (gjenf. Sandeid)
23	21.08	20:15	20:40	2	81	2	1, 3 (gjenf. Hylsfj.)
24	22.08	20:10	20:35	1	85	1	1, 2
25	22.08	20:10	20:40	2	82	1	1 (gjenf. Suldalslågen)
26	22.08	20:10	20:50	2	80	1	1, 3 (gjenf. Hylsfj.)
27	22.08	20:10	21:00	1	68	2	0
28	24.08	19:00	19:15	1	62	2	1
29	24.08	19:00	19:20	1	67	2	1
30	31.08	19:00	19:30	2	85	1	1, 2 *
31	02.09	08:10	08:30	1	100	3	0
32	02.09	19:00	19:30	2	78	3	1, 3 (gjenf. Hylsfj.)
33	02.09	19:10	19:45	2	66	3	1 (gjenf. Suldalslågen)
34	04.10	14:15	14:20	2	86	1	2
35	04.10	14:25	14:30	1	92	1	2
36	04.10	14:40	14:45	1	76	2	2
37	04.10	14:50	14:55	2	80	1	2
38	04.10	15:00	15:05	1	85	1	2

¹Fisk nr. 20 var Carlinmerket og ble utsatt fra lms i 1993 ved alder 1+ (Merkesentralen, NINA). Fisk nr. 36 var fettfinneklipt og trolig utsatt i Suldalslågen fra klekkeriet til Suldal Elveigarlag.

Tabell 2. Radiomerket laks i Suldal, Rogaland fylke, 1995; antall merket, antall registrert etter utslipp, antall registrert i Suldalslågen nedenfor Sandsfossen og antall registrert i Suldalslågen ovenfor Sandsfossen. Prosent er hos alle gruppene andeler av antall merka.

	Antall merket	Antall (%) registrert etter merking	Antall (%) registrert i Suldalslågen nedenfor Sandsfossen	Antall (%) registrert i Suldalslågen ovenfor Sandsfossen
Merket i sjøen:				
Ville hanner	6	6	5	4
Ville hunner	14	14	13	6
Ubestemt kjønn	1	0	0	0
Villaks totalt	21	20 (95 %)	18 (86 %)	10 (48 %)
Utsatte hanner	3	2	2	0
Utsatte hunner	5	5	4	0
Utsatte totalt	8	7 (88 %)	6 (75 %)	0
Oppdretts hanner	1	0	0	0
Oppdretts hunner	3	3	3	0
Oppdrett totalt	4	3 (75 %)	3 (75 %)	0
Vill/Utsatt/ Oppdrett totalt	33	30 (91 %)	27 (81 %)	10 (30 %)
Merket i elva:				
Ville hanner	2	2	0	2
Ville hunner	2	2	0	2
Utsatte hanner	1	1	0	1

nedenfor Sandsfossen mens 3 av villaksene ble fisket opp i Suldalslågen ovenfor Sandsfossen. To av de radiomerkede laksene som ble fisket i Suldalslågen, ble umiddelbart satt ut i elva igjen (**tabell 3**).

Av de 9 laksene som ble gjenfanget i sjøfisket fordelte 6 individer seg tilfeldig i Sandsfjordsystemet og i nabofjordene utenfor mens 3 lakser ble gjenfanget i Hylsfjorden. En av disse ble tatt på garn den 24. august i en periode da Hylen kraftverk var i drift, en ble tatt på stang ved Hylen den 30. august i en periode da Hylen kraftverk stod, mens den siste ble fanget på garn i oktober (**tabell 3, figur 14**).

4.3.2 Garnfiske ved utløpet av Hylen kraftstasjon

Fra slutten av juni til slutten av august hadde Hylen kraftverk seks driftsperioder med tilhørende perioder med stans (jf. **tabell 5**). I tillegg var det en stans på noen timer den 27.6 i forbindelse med opprensning av

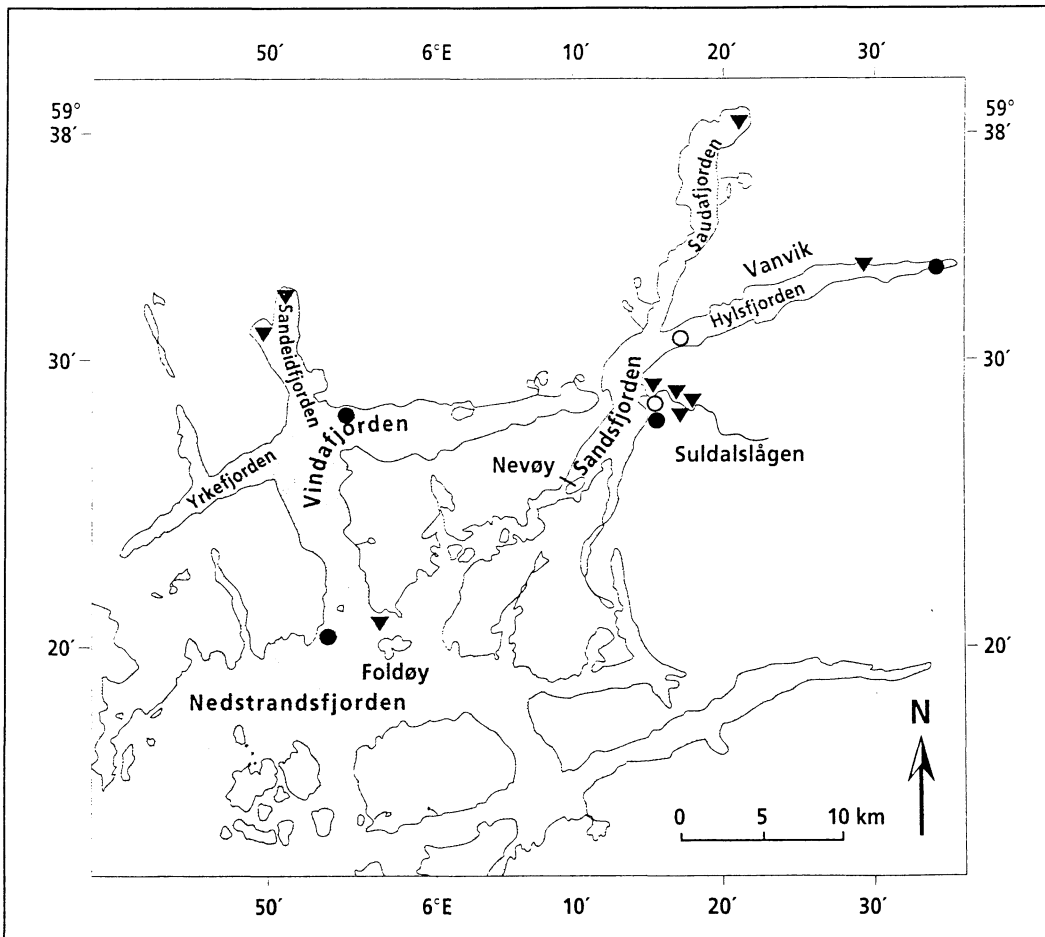
drivtømmer i inntaket til tunnelen i Suldalsvatnet og en kort stopp den 17.8.

Som det går fram av **tabell 4** ble det ikke fanget laks i det spesialsyddede garnet de 4 gangene det ble senket i forbindelse med stans i driften. Den 27.6 ble det benyttet en dykker for å se om det befant seg fisk inne i tunnelen. I tillegg ble det rodd en båt inn i tunnelåpningen. Fra båten ble det kastet stein fra innerst i tunnelen ut mot garnet for å skremme eventuell fisk inn i garnet. Dette førte til at 2 lyr og en torsk ble fanget. I dette ene tilfelle kan en med relativt stor sikkerhet slutte at det ikke sto laks inne i tunnelen.

Hver gang garnet ble senket oppsto det problemer med at det fanget store mengder brennmaneter. Brennmanetene, som tydeligvis befant seg i fjordområdet i hele forsøksperioden, ble sugd inn mot tunnelåpningen av kompensasjonsstrømmen som oppstår under den kraftige strømmen av ferskvann som går ut av tunnelen (jf. **figur 8**). Fordi tunnelen fra åpningen og inn til kraftstasjonen er ca. 200 m og

Tabell 3. Gjenfangster av laks merket med radiosendere og satt ut i Sandsfjorden, Rogaland fylke, 1995.

Fisk nr.	Fangst-dato	Fangststed s = sjø e = elv	Fangstredskap	Anmerking
2	22.07	s Sauda	stang	
3	25.08	e Skotihølen, Suldalslågen	stang	satt ut igjen
4	?	s Hogganvik, Vindafjorden	kilenot	
5	05.07	s Nedstrand	kilenot	
7	24.08	e Helland, Suldalslågen	stang, sluk	
10	21.07	s Sandeidfjorden	kilenot	
12	21.08	e Grov, Suldalslågen	stang	
14	25.07	s Hebnes sjøen	kilenot	
19	21.08	e nedenfor Sandsfossen	stang	
22	?	s (?) Sandeid	?	Obs. ved peiling 30.11
23	30.08	s Hysten	stang	
25	29.08	e nedenfor Sandsfossen	stang	
26	24.08	s Tengesdal, Hylsfjorden	fjordgarn	ulovlige garn funnet av oppsyn
32	mid. okt.	s Eidsjuvet, Hylsfjorden	garn	
33	05.09	e nedenfor Sandsfossen	stang	satt ut igjen



Figur 14. Kart som viser gjenfangster av merket fisk (fisk fanget i garn på stang etc.). Utsatt laks: •, oppdrettslaks: o, vill-laks: ▼

Tabell 4. Fangst av fisk med spesialsydd garn i utløpet av Hylen kraftverk ved stans i driften.

Dato	Stans av Hylen kraftverk Tid:	Garnet senket kl.:	Fangsttid timer	Fangst	Kommentarer
27.06	kl. 10:00	10:10	ca. 4	1 torsk 2 lyr	Tunnelområdet ble gjennomløst av dykker. Fisk ble skremt ut av tunnelen og mot garnet. Store mengder brennmaneter festet seg i garnet.
03.07	kl. 18:00	18:10	ca. 24	0	Store problemer med maneter. Garnet ble rensket flere ganger.
31.07	kl. 01:00	08:00	ca. 24	0	Store problemer med maneter. Garnet ble rensket flere ganger.
17.08	kl. 07:00	07:10	ca. 1	0	Store problemer med maneter.

fordi noe vann siger ut av tilførselsgangen også etter at stasjonen er stengt, vil det hele tiden være en vannstrøm ut av tunnelen. Den utadrettede strømmen ble opprettholdt i lang tid etter at kraftstasjonen ble slått av. Dette kunne observeres på garnet som sto i en bue ut fra tunnelen (**figur 11**).

4.3.3 Registrering av radiomerket laks i nabovassdrag til Suldalslågen

For om mulig å lokalisere radiomerket laks i nabolovene til Suldalslågen ble det igangsatt et søk med radiopileutstyr i nærliggende vassdrag (**figur 12**).

Mens undersøkelserne pågikk var vannføringen lav, spesielt i Hylsåna. I de øvrige elvene var heller ikke vannføringen stor da søket pågikk, men oppgang og gyting burde ikke være noe problem.

Det ble kun registrert en fisk, nr. 22 (**tabell 3**). Senderen til denne fisken viste seg å befinne seg på land, og ble ved krysspeiling lokalisert til et hus i Sandeid mellom Øvstabølva og Vestbølva.

4.4 Tid fra utsetting til første registrering under Sandsfossen

Dataloggeren ved Sandsfossen registrerte når hver enkelt laks kom inn til fossen. Tiden fra utsetting til første registrering på dataloggeren varierte fra 4 til 349 timer (**tabell 5** og **6**), men de fleste fiskene (75 %) ble registrert mindre enn 104 timer etter utsetting.

I perioden juni/juli varierte innvandringstiden fra utslipp til første registrering på dataloggeren for 11 villaks fra

4,5 (fisk nr.15) til 349 timer (fisk nr. 9) med et gjennomsnitt på 89,6 timer. I august varierte innvandringstiden for 7 villaks tilsvarende mellom 9 og 104 timer med et gjennomsnitt på 40,6 timer (**tabell 5**). Gjennomsnittlig brukte villaksen kortere tid i august/september enn i juni/juli, men forskjellen var ikke signifikant (Mann-Whitney U-test, $p > 0,05$). Fisken ble satt ut 3,5 km fra munningen av Suldalslågen og avstanden fra munningen til fossehølen er 0,5 km. En innvandringstid på 40,6 timer tilsvarer dermed 0,1 km/t eller 2,4 km/døgn. Kortest registrerte innvandringstid på 4,5 timer tilsvarer en vandringshastighet på 21,3 km/døgn.

Av de 11 villaksene utsatt i juni/juli var 3 hanner og 8 hunner. Hannene hadde en gjennomsnittlig innvandringstid på 87,8 timer mens tilsvarende for hunnene var 90,3 timer. I august var det bare 2 hanner med en gjennomsnittlig innvandringstid på 25,5 timer og 5 hunner med en gjennomsnittlig innvandringstid på 46,6 timer.

Når det gjelder utsatt laks og oppdrettlaks har vi kun en fisk fra juni/juli og denne hadde en innvandringstid på 336 timer. I august/september varierte innvandringstiden hos utsatt laks og oppdrettlaks mellom 4 og 236 timer med et gjennomsnitt på 94,6 timer (**tabell 6**). De 7 villaksene brukte m.a.o. gjennomsnittlig kortere tid på innvandringen i august/september enn de 8 laksene i kategorien utsatt laks/oppdrettlaks. Forskjellen i innvandringstid mellom de to gruppene var imidlertid ikke signifikant (Mann-Whitney U-test, $p > 0,05$).

Hylen kraftverk kjørte og stoppet i korte perioder og bare et fåtall fisk ble merket og satt ut innenfor den enkelte periode. På grunn av de korte driftsperiodene ble en del fisk satt ut på en driftssituasjon, men ankom

Tabell 5. Tid fra utslipp til første registrering under Sandsfossen for Suldalslaks (villaks observert under Sandsfossen) ved ulike driftssituasjoner for Hylene kraftverk.

Status Hylene Kraftverk	Fisk nr.	Tidspkt. dato	Utslipp kl.	1. obs. dato	Sandsfossen kl.	Tid i timer fra utslipp til 1. obs. Sandsfossen
Drift 10.6-24.6 Stans 25.6	1	24.6	10:24	25.6	21:00	34,5
Drift 26.6-3.7	2	27.6	21:20	6.7	01:10	196
	3	27.6	21:30	29.6	19:35	46
Stans 4.7-12.7	6	4.7	20:30	8.7	06:50	82,5
	7	5.7	07:30	5.7	18:30	11
	8	7.7	18:25	9.7	21:00	27
	9	8.7	20:10	23.7	09:15	349
Drift 13.7-19.7	12	15.7	07:05	18.7	18:00	83
	13	15.7	07:10	16.7	00:05	17
	14	15.7	20:45	21.7	12:05	135
	15	19.7	18:30	19.7	22:45	4,5
Stans 20.7-21.7 Drift 22.7-30.7						
Stans 31.7-14.8	16	13.8	15:00	15.8	08:15	42
Drift 15.8-19.8	17	15.8	12:15	19.8	20:10	104
	18	15.8	12:15	16.807:20		19
Stans 20.8-21.8 Drift 22.8-25.8						
	24	22.8	20:35	23.8	05:50	9
	25	22.8	20:40	25.8	10:25	61,5
	26	22.8	20:50	23.8	11:10	15
Stans 26.8-19.9	30	31.8	19:30	2.9	04:50	33,5

Tabell 6. Tid fra utslipp til første registrering under Sandsfossen for utsatt laks og oppdrettslaks ved ulike driftssituasjoner for Hylene kraftverk.

Status Hylene Kraftverk	Fisk nr.	Tidspkt. utslipp dato	kl.	1. obs. dato	Sandsfossen kl.	Tid i timer fra utslipp til 1. obs. Sandsfossen
Drift 26.6-3.7 Stans 4.7-12.7 Drift 13.7-19.7 Stans 20.7-21.7 Drift 22.7-30.7 Stans 31.7-14.8	4	2.7	20:40	16.7	20:33	336
Drift 15.8-19.8	19	18.8	09:10	20.8	08:24	47
	20	19.8	09:00	26.8	12:35	171,5
Stans 20.8-21.8	21	20.8	20:30	21.8	00:27	4
	23	21.8	20:40	24.8	15:29	67
Drift 22.8-25.8	28	24.8	19:15	25.8	22:26	27
	29	24.8	19:20	3.9	22:20	236
Stans 26.8-19.9	32	2.9	19:30	8.9	19:25	144,5
	33	2.9	19:45	5.9	07:06	60

Sandsfossen på en annen driftssituasjon. Noen fisker opplevde flere skifter i Hylen kraftverk's drift i løpet av tiden fra utsetting til første registrering under Sandsfossen. Dersom vi utelukker slike fisker som opplevde flere driftssituasjoner sitter vi igjen med 7 villfisk i juni/juli, 3 stk (nr. 6, 7 og 8) opplevde stans i Hylen kraftverk og 4 stk (nr. 3, 12, 13 og 15) opplevde en driftssituasjon. De 3 som vandret mens Hylen kraftverk stod brukte gjennomsnittlig 40,2 timer (11-82,5 timer), mens de 4 som vandret mens Hylen kraftverk var i drift brukte gjennomsnittlig 37,6 timer (4,5-83 timer).

Tilsvarende får vi for august/september 6 villfisk, 1 laks (nr. 30) som vandret mens Hylen kraftverk stod og brukte 33,5 timer og 5 laks (nr. 17, 18, 24, 25 og 26) som vandret mens Hylen kraftverk kjørte og brukte gjennomsnittlig 41,7 timer (9-104 timer).

4.5 Oppholdstid under Sandsfossen

Blant de 27 laksene som ble registrert under Sandsfossen var det 18 villaks (**tabell 7**), 6 utsatt laks og 3 oppdrettslaks (**tabell 8**).

Tre villakshanner utsatt i juni/juli hadde en gjennomsnittlig oppholdstid på 24 dager mens tilsvarende tall for 6 villakshunner utsatt i juni/juli var 23,3 dager. To villakshanner som ble utsatt i august hadde oppholdt seg gjennomsnittlig 23 dager under Sandsfossen mens fire villakshunner fra samme periode hadde en gjennomsnittlig oppholdstid under Sandsfossen på 12 dager.

Av de 18 villaksene som ble registrert under Sandsfossen vandret 10 opp fossen. Disse 10 fiskene oppholdt seg gjennomsnittlig 26,7 dager under Sandsfossen før oppvandring. Fisk nr. 30, som hadde kortest oppholdstid, stod under Sandsfossen i 4 dager, mens fisk nr. 7, som hadde lengst oppholdstid, stod under Sandsfossen i 43 dager. De 6 laksene som var satt ut i juni/juli hadde en gjennomsnittlig oppholdstid på 30,8 dager under fossen (19-43 dager) mens de 4 laksene som var satt ut i august/september hadde en gjennomsnittlig oppholdstid på 20,5 dager (4-36 dager). Forskjellen var imidlertid ikke signifikant (Mann-Whitney U-test, $p > 0,05$). De to fiskene som var merket og sluppet ut sist (nr. 24 og nr. 30) hadde oppholdt seg kortest tid under Sandsfossen. Nr. 24 som var sluppet 23. august stod 10 dager under Sandsfossen, mens nr. 30 som var sluppet 2. september bare stod 4 dager under Sandsfossen.

En villaks ble tatt på stang under Sandsfossen (nr. 25). For to av de merkede fiskene (nr. 8. og nr. 15) tyder registreringene på datalogger og ved manuell peiling på at sanderne har falt av fisken. Dermed er

det 5 villaks igjen som ble observert under Sandsfossen og som ikke gikk opp fossen. Tre individer som senere ble gjenfanget i sjøen, (nr. 2, 14, 26) vandret ut av elva etter korte opphold under Sandsfossen (henholdsvis 11, 1 og 1 dag(er)). Av de to siste oppholdt den ene (nr. 18) seg under Sandsfossen i en dag før den forsvant og ble senere ikke observert. Den andre (nr. 9) stod under Sandsfossen i 15 dager før den forsvant.

Av de 6 utsatte laksene vandret ingen opp Sandsfossen. En ble tatt på stang nedenfor Sandsfossen (nr. 25), mens 2 individer (nr. 4 og nr. 23) vandret ut av elva etter kort tid (henholdsvis 4 og 6 døgn) og ble senere gjenfanget i sjøen. De øvrige tre hadde oppholdstider under Sandsfossen på 2 dager (nr. 28), 12 dager (nr. 29) og 29 dager (nr. 20), men ble siden ikke observert.

En av oppdrettslaksene (nr. 33) ble tatt på stang nedenfor Sandsfossen og satt ut igjen. Den ble senere ikke registrert. Et individ (nr. 32) vandret ut fra elva etter 9 dager og ble senere fanget på garn i Hylsfjorden. Den siste forsvant også fra elva etter 10 dager, men ble senere ikke registrert.

Hos flere av fiskene ble det registrert avbrudd i registreringene på dataloggeren. Dette gjaldt fisk nr. 2, 3, 9, 24 og 25 av villfiskene (**tabell 7**) og fisk nr. 4, 20, 23 og 29 av de utsatte laksene (**tabell 8**).

4.6 Oppvandring i Sandsfossen

Av de 10 laksene som vandret opp forbi Sandsfossen ble 5 stk (nr. 1, 6, 13, 16 og 30) observert ved den daglige kontrollen i laksetrappa. De øvrige 5 (nr. 3, 7, 12, 17 og 24) må ha vandret opp selve fossen. Av de 5 (3 hunner og 2 hanner) som gikk trappa var det en smålaks (nr. 6), de øvrige var i lengdeintervallet 76-85 cm (gj.sn.lengde 81,5 cm). Av de 5 (3 hunner og 2 hanner) som gikk fossen var det også en smålaks (nr. 3), de øvrige var i lengdeintervallet 85-98 cm (gj.sn.lengde 90,0 cm). Av de 8 flersjøvinterlaksene som gikk opp fossen var det m.a.o. de 4 minste (76-85 cm) som gikk opp trappa og de 4 største (85-98 cm) som vandret opp selve fossen.

Av 6 villakshanner vandret 4 (67 %) opp Sandsfossen og av 14 villakshunner vandret 6 (43 %) opp Sandsfossen.

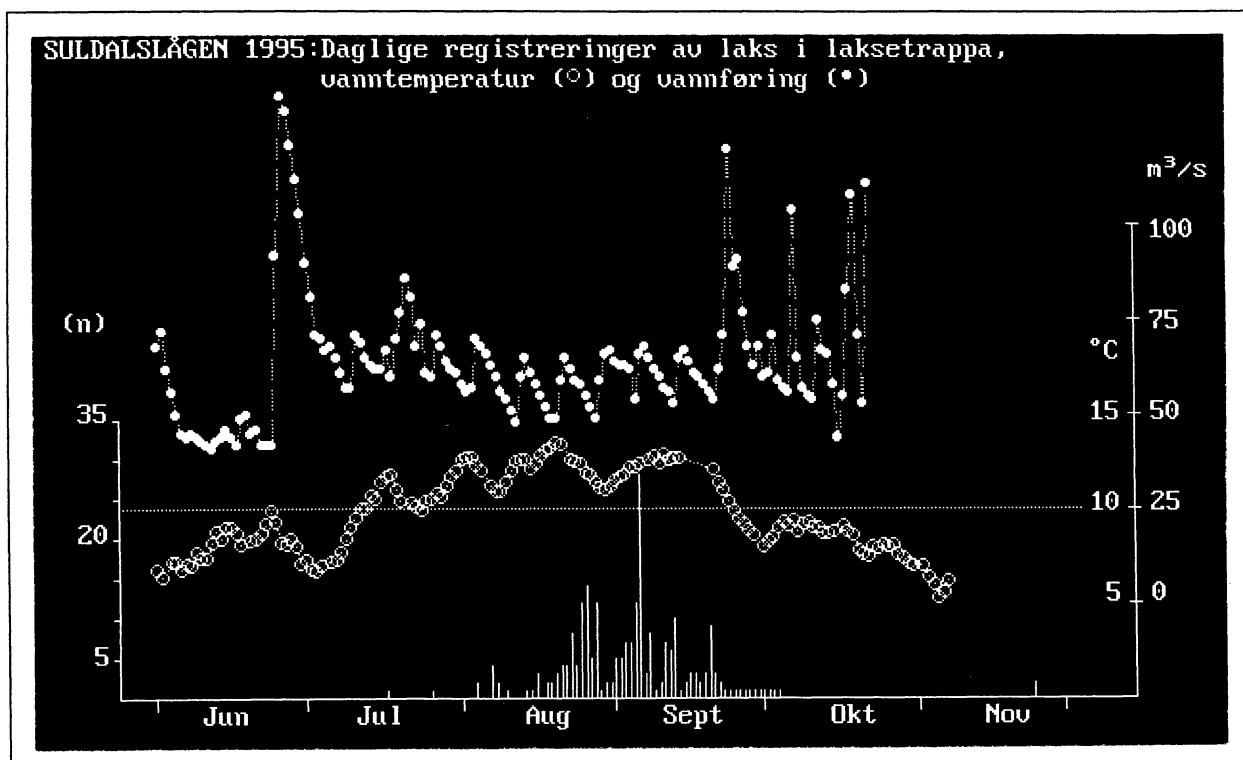
Tilsammen 234 laks passerte Sandsfossen gjennom laksetrappa i 1995. Hovedmengden, det vil si hele 218 laks (93,2 %), gikk opp i august og september (**figur 15**). Før 15. august hadde det bare gått opp 11 laks, og i perioden 15. august- 15. september passerte 187 laks (79,9 %). Av de 10 radiomerkete laksene gikk 4 stk opp Sandsfossen i denne perioden.

Tabell 7. Ankomstdato, oppholdstid og videre skjebne for villaks som ble registrert under Sandsfossen.

Fisk nr.	Ankomstdato Sandsfossen	Oppholdstid nedenfor Sandsfossen. Antall døgn i parentes	Registrering etter opphold under Sandsfossen
Villaks			
1	25.6	25.6-16.7 (21)	Passerte fisketrappa 17.7. Registrert i Suldalslågen 17.7-9.11
2	6.7	6.7, 8-17.7 (11)	Gjenfanget Sauda 22.7
3	29.6	29.6-20.7, 23.7-8.8 (41)	Passerte Sandsfossen 8.8. Registrert i Suldalslågen 9.8-9.11. Ble tatt på stang i Skotihølen 25.8, men ble satt ut igjen.
6	8.7	8.7-7.8 (30)	Passerte fisketrappa 7.8. Registrert i Suldalslågen 7.8-9.11
7	5.7	5.7-17.8 (43)	Passerte Sandsfossen 18.8. Registrert i Suldalslågen 18.-24.8. Tatt på stang ved Helland 24.8
8	9.7	Sender kan ha falt av.	Ingen
9	23.7	23-27.7, 29.7-7.8. (15)	Ingen
12	18.7	18.7-18.8 (31)	Passerte Sandsfossen 19.8. Registrert i Suldalslågen 19.8-21.8. Tatt på stang ved Grov 21.8
13	16.7	16.7-4.8 (19)	Passerte fisketrappa 4.8. Registrert i Suldalslågen 4.8-9.11
14	21.7	21.7 (1)	Gjenfanget i kilenot ved Hebnes 25.7
15	19.7	Sender kan ha falt av.	Ingen
16	15.8	15.8-20.9 (36)	Passerte fisketrappa 20.9. Registrert i Suldalslågen 21.9-9.11
17	19.8	19.8-20.9 (32)	Passerte Sandsfossen 20.9. Registrert i Suldalslågen 20.9-9.11
18	16.8	16.8 (1)	Ingen
24	23.8	23.-25.8, 27.-28.8, 31.8-2.9 (10)	Passerte Sandsfossen 2.9. Registrert i Suldalslågen 2.9-9.11
25	25.8	25.-26.8, 29.8	Tatt på stang nedenfor Sandsfossen 29.8
26	23.8	23.8 (1)	Tatt på garn i Hylsfjorden 24.8
30	2.9	2.-6.9 (4)	Passerte fisketrappa 6.9. Registrert i Suldalslågen 7.9-9.11

Tabell 8. Ankomstdato, oppholdstid og videre skjebne for utsatt laks og oppdrettslaks som ble registrert under Sandsfossen

Fisk nr.	Ankomstdato Sandsfossen	Oppholdstid nedenfor Sandsfossen. Ant døgn i parentes	Registrering etter opphold under Sandsfossen
Utsatt laks			
4	16.7	16.7, 21.-22.7 (6)	Gjenfanget i kilenot i Hogganvik, Vindafjord
19	20.8	20.-21.8 (2)	Tatt på stang nedenfor Sandsfossen 21.8
20	26.8	26.8, 28.8-24.9 (29)	Ingen
23	24.8	24.-25.8, 28.-30.8 (6)	Tatt på stang ved Hylen 30.8
28	25.8	25.-26.8 (2)	Ingen
29	3.9	3.-6.9, 13.-15.9 (12)	Ingen
Oppdrettslaks			
21	21.8	21.8-2.9 (12)	Ingen
32	17.9	17.-26.9 (9)	Tatt på garn i Hylsfjorden, medio oktober
33	5.9	5.9 (1)	Tatt på stang nedenfor Sandsfossen 5.9, ble satt ut igjen.

**Figur 15.** Daglige registreringer av laks i laksetrappa i Sandsfossen, vanntemperatur (døgnmiddel) og vannføring (døgnmiddel) målt ved Larvika i 1995.

Det gikk ikke laks gjennom laksetrappa før vann-temperaturen hadde nådd 10 °C (**figur 15**). Den 17. juli, da den første laksen passerte, var vann-temperaturen 11,7 °C. Hovedmengden av fisk gikk opp i en periode (15.8-15.9) da vann-temperaturen varierte mellom 11,0 og 13,5 °C. Registrering av ti laks eller flere på en og samme dag i laksetrappa ble kun gjort på datoene 25.8, 26.8, 28.8, 5.9, 6.9 og 13.9. Vann-temperaturen på disse dagene lå i intervallet 11,4-12,7 °C.

Tabell 9 gir en oversikt over passeringsdatoer, vann-temperaturforhold og vannføringsforhold for de 10 radiomerkete fiskene som passerte Sandsfossen. Fisk nr. 3 hadde lavest vann-temperatur ved passering på 10,9 °C. Noen av fiskene hadde stigende vann-temperatur i dagene før oppgang mens andre hadde synkende vann-temperatur før oppgang. For 7 av fiskenes vedkommende var vannføringen synkende i dagene før oppgang, og dette var tilfelle for alle 5 laks som vandret opp selve fossen.

4.7 Oppgang i Grovafossen, Skotifossen og Juvet

Av de 10 laksene som gikk opp Sandsfossen ble 2 stk fisket opp i Suldalslågen. Den ene (nr. 12) ble tatt på stang i området ved Grovafossen. Av de resterende 8 laksene vandret 6 opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet, men det var bare 2 som ble observert ovenfor Juvet. Laks nr. 13 (hunn) var den første som passerte Juvet og det skjedde i perioden 7.-8. august. Den 9. og 10. august ble fisken registrert ovenfor Juvet. Vann-temperaturen ved Larvika var 11,2 og 10,9 °C den 7. og 8. august og tilsvarende var vannføringen henholdsvis 62,9 og 60,0 m³/s de to dagene. Laks nr. 13 gikk senere nedover elva igjen og holdt seg i de nedre deler resten av sesongen. Laks nr. 24 (hann) passerte Juvet i perioden 6.-8. september. Den 9. september ble fisken registrert ovenfor Juvet. Vann-temperaturen ved Larvika var 12,5 og 12,7 °C den 6. og 8. september (ingen måling 7. september) og tilsvarende var vannføringen henholdsvis 65,7, 68,5 og 65,4 m³/s de tre dagene.

De øvrige 4 som vandret opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet uten å vandre videre oppover (nr. 3, 16, 17, 30) ble stående her en lang periode. Fisk nr. 16 gikk ned i Grovahølen den 6.12 og ble stående her til 17.1.96. Observasjoner som ble gjort i forbindelse med gyteregistreringene den 19.12 (jf. kap. 4.8) tyder på at senderne hadde falt av fisk nr. 3, 17 og 30, eller at fiskene hadde dødd på et tidlig tidspunkt. Vi vet derfor ikke om disse fiskene har vandret videre oppover elva eller hva som har skjedd med dem.

Av de 5 fiskene som ble merket og satt ut ovenfor Sandsfossen den 4.10, vandret 2 stk. (nr. 35 og nr.

38) raskt opp til Skotifossen. Ingen av disse vandret imidlertid forbi Juvet. Fram til 17. oktober var middel-vannføringen ved Larvika lavere enn 80 m³/s alle dager med unntak av den 7. oktober da vannføringen ble målt til 104 m³/s. Vann-temperaturen var 9,3 °C den 5. oktober og holdt seg over 8,7 °C fram til 17. oktober.

4.8 Vandringsmønster i elva

Grovafossen/Skotifossen/Juvet markerer den første alvorlige hindringen for laksen i Suldalslågen etter at den har passert Sandsfossen. Blant de 15 laksene (7 hanner og 8 hunner) som vi observert ovenfor Sandsfossen var det i hovedsak 3 typer av vandringsmønster:

- 1 Laks som ikke vandret opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet
- 2 Laks som vandret opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet
- 3 laks som vandret opp og forbi Grovafossen/Skotifossen/Juvet

Av de 7 hannene ble en tatt på stang. Av de øvrige 6 vandret to stk etter vandringsmønster av type 1, tre stk hørte til vandringsmønster av type 2 mens den siste hørte til vandringsmønster type 3. Av de 8 hunnene ble 2 tatt på stang. Av de øvrige 6 hørte henholdsvis 3, 2 og 1 til vandringsmønster av typene 1, 2 og 3.

Seks av de 15 laksene vandret ikke opp til Grovafossen/Skotifossen. En laks (nr. 7) ble fisket opp før den kom så langt, og de øvrige 5 (nr. 1, 6, 34, 36 og 37) holdt seg i de nedre deler av elva. Tre av de 5 laksene ble satt ut ovenfor Sandsfossen 4.10, mens de øvrige 2 (nr. 1 og 6) begge stammet fra utsettingen i juni/juli.

Tilsammen 9 av 14 laks (en ble fisket opp ved Helland) vandret opp til Grovafossen/Skotifossen. Tre av disse stammet fra utsettingen i juni/juli (nr. 3, 6 og 13), fire var fra utsettingen i august/september (nr. 16, 17, 24 og 30) og to var fra utsettingen i oktober (nr. 35 og 38). Fem av laksene (nr. 13, 17, 24, 35 og 38) ble observert ved Grovafossen/Skotifossen allerede dagen etter at de hadde passert Sandsfossen. To fisker brukte 2 døgn, en fisk brukte 3 døgn og en fisk brukte ca. 8 døgn (**tabell 10, 11**). De som vandret raskest vandret m.a.o. med en minimumshastighet av 6,5 km/døgn. To lakser som ble satt ut ovenfor Sandsfossen den 4.10 da vann-temperaturen var 9,0 °C vandret like raskt opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet som 3 lakser som hadde vandret opp tidligere på høgere vann-temperaturer.

Tabell 9. Passeringstidspunkt ved Sandsfossen, middeltemperatur og middelvannføring 2 dager før, 1 dag før og på oppvandringsdatoen for 10 radiomerkete laks.

Fisk nr.	Passering Sandsfossen Dato	Vanntemperatur (°C)	Vannføring m ³ /s.
1	17.7	10,5 - 11,4 - 11,7	62,1 - 62 - 66,6
3	8.8	? - 11,2 - 10,9	65,6 - 62,9 - 60
6	7.8	12,1 - ? - 11,2	68,2 - 65,6 - 62,9
7	18.8	12,4 - 12,8 - 13,1	57,8 - 55,3 - 52,2
12	19.8	12,8 - 13,1 - 13,2	55,3 - 52,2 - 50
13	4.8	12,7 - 12,7 - 12,3	56 - 57,2 - 70,4
16	21.9	? - ? - 12,1	58,3 - 56,2 - 54
17	20.9	? - ? - ?	60,1 - 58,3 - 56,2
24	2.9	11,2 - 11,5 - 11,7	66,5 - 64,2 - 62,6
30	6.9	12,2 - 12,2 - 12,5	61,5 - 54,4 - 65,7

Tabell 10. Passeringstidspunkt ved Sandsfossen, første peiletidspunkt ved Grovafossen, Skotifossen, antall døgn og gjennomsnittlig vandringshastighet for 9 laks som vandret opp den 6,5 km lange strekningen til Grovafossen/Skotifossen. Vanntemperatur og vannføring for dato da passering Sandsfossen ble passert er angitt. Fisk nr. 35 og 38 ble satt ut ovenfor fossen.

Fisk nr.	Passering Sandsfossen Dato	kl.	1. peiling Grovafossen/Skotifossen Dato	kl.	Antall døgn	Min.gj.sn. vandringshastighet (km/dag)	Vanntemperatur (°C)	Vannføring (m ³ /s)
3	8.8	?	11.8	17:10	3	2,1	9,9	60,0
12	19.8	?	20.8	22:20	2	3,3	12,4	50,0
13	4.8	21:00	5.8	23:50	1	6,5	10,9	70,4
16	20.9	19:00	28.9	18:50	8	0,8	11,8	56,2
17	20.9	?	21.9	19:40	1	6,5	11,8	56,2
24	2.9	?	3.9	20:55	1	6,5	11,4	62,6
30	6.9	19:00	8.9	20:30	2	3,3	12,1	65,7
35	4.10	14:30	5.10	18:55	1	6,5	8,6	-
38	4.10	15:05	5.10	18:55	1	6,5	8,6	-

Bare 2 lakser (en hann og en hunn) ble observert ovenfor Grovafossen/Skotifossen/Juvet. Den ene av disse (nr. 13) som vandret ned igjen ble satt ut 15.7, mens den andre (nr. 24) som vandret opp i de øvre deler hvor den ble stående til siste peiledato var satt ut 22.8. De 2 laksene som ble satt ut i Suldalslågen den 4. oktober og som vandret raskt opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet vandret ikke videre oppover. Den 4. oktober var vanntemperaturen ved Larvika 9,0 °C. Den steg til 9,4 °C den 7. oktober og avtok deretter gradvis, men holdt seg på 7 °C eller høyere i hele oktober.

Én laks som ble fiska opp i Skotihølen (nr. 3), ble umiddelbart satt ut i elva igjen. Vandringmønsteret

ble ikke påviselig påvirket av dette. Ved peilinger påfølgende dager ble den observert på det samme stedet i elva som den ble fiska; samme sted som den også hadde stått i dagene før fangst. Både i dagene før og etter fangst og utsetting ble det registrert aktivitetssignaler fra radiosenderen. Senderen fra denne fisken ble observert i en kvisthaug på utløpet av Skotihølen den 19.12. Én laks som ble fiska opp nedenfor Sandsfossen (nr. 33) og satt ut igjen forsvant ut i sjøen og ble siden ikke registrert.

Vandringmønster for hver enkelt av de 15 laksene som ble registrert i Suldalslågen ovenfor Sandsfossen er vist i vedlegg 2. En todelt figur for hver laks gir en oversikt over observasjonene på elva samt en kurve

Tabell 11. *Vandringslengde hos laks i Suldalslågen samme dato som passering av Sandsfossen og på 1. og 2. dag etter passering Sandsfossen via laksetrappa (*), via fossen (') eller ved utsetting ovenfor Sandsfossen (nr. 34-38).*

Fisk nr.	Passering Sandsfossen evt. utsetting ovenfor	Vandringslengde passerings dato (km)	Vandringslengde 1. dag etter passering (km)	Vandringslengde 2. dag etter passering (km)	Sum oppstrøms vandringslengde første 3 dager etter passering (km)
1	17.7 (*)	2,0	0	0	2,0
3	8.8 (')	4,4	0,3	1,2	5,9
6	7.8 (*)	0,1	0,3	0,3	0,7
7	18.8 (')	0,2	-0,1	0	0,1
12	19.8 (')	4,6	1,7	fisket opp	6,3
13	4.8 (*)	0,3	5,6	0	5,9
16	21.9 (*)	4,6	0	0	4,6
17	20.9 (')	0,3	6,0	0,3	6,6
24	2.9 (')	0,3	5,8	-0,2	5,9
30	6.9 (*)	0	4,9	1,5	6,4
34	4.10	1,4	1,1	-0,2	2,3
35	4.10	1,4	4,7	0	6,1
36	4.10	0,6	1,1	-0,1	1,6
37	4.10	0	0,1	0,4	0,5
38	4.10	1,5	4,9	0	6,4

som viser avstand fra Sandsfossen for hver peiledato. Denne siste viser at samtlige laks vandret både oppover og nedover elva, men variasjonene var store fra fisk til fisk.

Av de 10 laksene som vi har data på fram til gyting (2 ble fisket opp og 3 mistet senderen) var 3 fra utsettingen i juni/juli (nr. 1, 6 og 13), to var fra utsettingen i august/september (nr.16 og 24) mens de siste fem var fra utsettingen den 4. oktober. Bare en laks (nr. 24) vandret opp til vassdragets øvre deler. De tre laksene som stammet fra utsettingen i juni/juli holdt seg alle nedenfor Juvet i gytetiden. En av dem (nr 13) hadde imidlertid vært en liten tur ovenfor Juvet. Av de fem som ble satt ut 4. oktober ble tre stk. (nr. 34, 36 og 37) stående langt nede i elva i området like ovenfor Sandsfossen.

Nedenfor er gitt noen korte kommentarer til hver enkelt fisk (jf. vedlegg 2):

Laks nr. 1 (hunn, 80 cm, utsatt 24.6) stod under Sandsfossen fra 25.6 til 16.7. Den passerte Sandsfossen gjennom fisketrappa den 17. juli. Dette var den første laksen som passerte fisketrappa i 1995. Den 18. juli hadde fisken vandret opp til Helland og videre framover holdt den seg i området mellom Helland og Hanakam hvor den vandret opp og ned. Den 30.10 hadde den stilt seg opp like ovenfor vegbrua ved

Helland og her ble den stående til den ble observert siste gang den 19.12.

Laks nr. 3 (hann, 58 cm, utsatt 27.6) stod under Sandsfossen fra 29.6 til 8.8. Den passerte Sandsfossen 8. august. Den 9.8 ble den peilet ved Hanakam, og den 11.8 ble den observert i hølen nedenfor Grovafossen, og den 12.8 var den kommet opp i Skotihølen. Videre fram til 29.1 ble den observert i dette området. Ved gyteobservasjoner i desember som ble kombinert med dykking, befant senderen seg i en haug med kvist og kvas på utløpet av Skotihølen. Det ble ikke observert fisk til tross for at det var meget gode observasjonsforhold, og dette tyder på at senderen må ha falt av eller at fisken har dødd på et tidlig tidspunkt. Det ble registrert aktivitetssignaler fra senderen ved manuell peiling den 16.8, 21.8 og hver dag i perioden 24.-31.8. Senere ble det ikke registrert aktivitetssignaler fra senderen.

Laks nr. 6 (hann, 63 cm, utsatt 4.7) stod under Sandsfossen fra 8.7 til 7.8. Den passerte Sandsfossen gjennom fisketrappa 7. august. Den holdt seg i hele perioden fram til 6.1.1996, som var siste observasjonsdato, i området mellom Sandsfossen og Helland hvor den vandret opp og ned. Den 19. desember ble den observert ved en gytegrep sammen med fisk nr. 34. På dette stedet ble den observert i 2 perioder, 20.10-27.10 og 11.12-6.1.96.

Laks nr. 7 (hunn, 86 cm, utsatt 5.7) stod under Sandsfossen fra 5.7 til 17.8. Den passerte Sandsfossen 18. august og ble stående like ovenfor fossen fram til 23.8. Den 24.8 ble den peilet ved Helland og samme dag ble den tatt på stang her.

Laks nr. 12 (hunn, 98 cm, utsatt 15.7) stod under Sandsfossen fra 18.7 til 18.8. Den passerte Sandsfossen 19. august og ble samme dag peilet ved Hanakam. Den 20.8 hadde fisken vandret opp til Grovafossen og i dette området ble den tatt på stang den 21.8.

Laks nr. 13 (hunn, 85 cm, utsatt 15.7) stod under Sandsfossen fra 16.7 til 4.8. Den passerte Sandsfossen gjennom fisketrappa den 4. august. Allerede dagen etter ble fisken peilet i området Grovafossen/Skotifossen hvor den befant seg fram til den 8.8. Den 9.8 ble den peilet ovenfor Juvet nedenfor Kvammen hvor den oppholdt seg til dagen etter. Den 11.8 ble fisken imidlertid peilet nedenfor Juvet, den 12.8 nedenfor Grovafossen og den 13.8 ble den observert like ovenfor Sandsfossen. Den 17.8 hadde den vandret opp til et område ovenfor Helland og her vandret den noe opp og ned etter kortere og lengre opphold på det enkelte sted. Den 20.12 stilte den seg opp like ovenfor vegbrua ved Helland og stod her til 29.1 da peilingene ble avsluttet.

Laks nr. 16 (hann, 76 cm, utsatt 13.8) stod under Sandsfossen fra 15.8 til 20.9. Den passerte Sandsfossen gjennom fisketrappa den 21. september. Den 23. september ble fisken peilet ved Hanakam og der ble den stående fram til 27.9. Den 28.9 hadde den vandret videre opp til området ved Grovafossen/Skotifossen hvor den ble stående fram til 5.12. Den 6.12 ble fisken registrert i Grovhølen nedenfor Grovafossen hvor den ble observert fram til og med 17.1.1996.

Laks nr. 17 (hunn, 91 cm, utsatt 15.8) stod under Sandsfossen fra 19.8 til 20.9. Den passerte Sandsfossen 20. september og allerede dagen etter ble den observert i området Grovafoss/Skotifoss hvor den ble observert fram til 29.1.1996. Ved gyteobservasjoner den 19. desember, som ble kombinert med dykking, befant senderen seg i en haug med kvist og kvas på utløpet av Skotihølen. Det ble ikke observert fisk til tross for at det var meget gode observasjonsforhold, og dette tyder på at senderen må ha falt av eller at fisken har dødd på et tidlig tidspunkt. Ved den manuelle peilingen ble det registrert aktivitet fra senderen den 20.9 da fisken befant seg like ovenfor Sandsfossen. Det ble også registrert aktivitet fra senderen den 8.10, men ikke på noen av de øvrige datoene da senderen ble registrert i området Grovafoss/Skotifoss.

Laks nr. 24 (hann, 85 cm, utsatt 22.8) stod under Sandsfossen fra 23.8 til 2.9. Den passerte Sands-

fossen 2. september og samme dag ble den peilet like ovenfor fossen. Allerede neste dag ble laksen observert i området Grovafoss/Skotifoss hvor den ble stående til 5.9. Den 6.-8.9 ble den observert i området nedenfor Juvet og den 9.9 ble den peilet like ovenfor Juvet, men nedenfor Kvammen. Den 10.-12.9 hadde fisken vandret videre opp til Mo, og den 14.9 befant den seg i området ved Underbakka. Den 1.10. hadde fisken funnet en «standplass» hvor den ble stående fram til 29.1.1996. Under dykkerobservasjonene som ble foretatt den 18. desember ble det observert en radiomerket laks i en stim på 13 laks i dette området.

Laks nr. 30 (hunn, 85 cm, utsatt 31.8) stod under Sandsfossen fra 2. til 6.9. Den passerte Sandsfossen gjennom fisketrappa den 6. september. Dagen etter hadde fisken vandret opp til området ved Hanakam og den 8.9 stod den i området Grovafossen/Skotifossen hvor den ble observert fram til 28.12. Ved gyteobservasjoner den 19. desember, som ble kombinert med dykking, befant senderen seg i en haug med kvist og kvas på utløpet av Skotihølen. Det ble ikke observert fisk til tross for at det var meget gode observasjonsforhold, og dette tyder på at senderen må ha falt av eller at fisken har dødd på et tidlig tidspunkt. Allerede i begynnelsen av desember begynte signalene fra denne senderen å bli svakere, og de ble gradvis svakere til de forsvant helt etter den 28.12. Det ble registrert aktivitetssignaler fra senderen hver dag i perioden 8.9-11.9, men ikke senere.

Laks nr. 34 (hunn, 86 cm) ble fanget i trappa og satt ut i elva ovenfor Sandsfossen den 4. oktober. Den vandret opp til Helland den 5.10 og befant seg i dette området fram til 29.12 som var siste observasjonsdato. Den 19. desember ble den observert ved en gytegrep sammen med fisk nr. 6. Den stod i dette området i perioden 16.11-29.12. Den 10.1.96 ble fisken registrert ved Hellandshammaren. Den var da utgytt (Øyvind Vårvik pers. medd.).

Laks nr. 35 (hann, 92 cm) ble fanget i trappa og satt ut i elva ovenfor Sandsfossen den 4. oktober. Dagen etter ble fisken observert under Skotifossen, hvor den ble stående fram til 29.1.1996 som var siste peiledato.

Laks nr. 36 (hann, 76 cm) ble fanget i trappa og satt ut i elva ovenfor Sandsfossen den 4. oktober. Det var en fettfinneklippet fisk sannsynligvis utsatt fra klekkeriet i Suldal. Dagen etter ble fisken observert i området like ovenfor Helland hvor den vandret litt opp og ned fram til 7.10. Den vandret deretter ned igjen og holdt til i området nedenfor brua ved Gardaneset fram til 4.1.1996. Den 5.1. ble den observert i området ved Helland (i Svinehølen) hvor den ble stående fram til 29.1.1996 som var siste peiledato.

Laks nr. 37 (hunn, 80 cm) ble fanget i trappa og satt ut i elva ovenfor Sandsfossen den 4. oktober. Fram til 10.1.1996, som var siste observasjonsdato, ble den

observert i området like ovenfor Sandsfossen. Under gyteobservasjoner den 19. desember ble fisken observert like ovenfor brua ved Gardaneset.

Laks nr. 38 (hann, 85 cm) ble fanget i trappa og satt ut i elva ovenfor Sandsfossen den 4. oktober. Dagen etter ble fisken observert under Skotifossen, hvor den ble stående fram til 29.1.1996 som var siste peiledato. I oktober og første del av november ble det registrert mindre forflytninger i området Grovafossen/Skotifossen.

4.9 Observasjoner av radiomerket fisk i gytetida

Gytebestanden i Suldalslågen ble undersøkt ved dykking 18.-19. desember (Sægrov & Kålås 1996). Den 18. desember ble en radiomerket laks (nr. 24) observert i en stim på 13 laks i et område ved Underbakka. To radiomerkete lakser (nr. 6 og nr. 34) ble den 19. desember observert sammen ved en gytetrop ved Helland. Samme dag ble nr. 37 observert like ovenfor brua ved Gardaneset.

5 Diskusjon

5.1 Testing av rekkevidden for radiosendere ved utløpet av Hylen kraftstasjon og ved Sandsfossen

I utløpet ved kraftstasjonen i Hylen var det ikke mulig å motta signaler fra radiosendere under vann, unntatt i selve tunnelåpningen og i noen grad innover i tunnelen (området innover i tunnelen ble av sikkerhetsmessige årsaker bare undersøkt når kraftverket var stanset). Selv i dette begrensede området varierte signalstyrken både over tid, med dybde og med vannføring. Grunnen til de dårlige og varierende forholdene for overføring av elektromagnetiske bølger er den store innblandingen av saltvann i ferskvannsstrømmen. Utløpet av kraftverkstunnelen er derfor uegnet som lokalitet for automatisk registrering av fisk med radiosendere, både på grunn av varierende mottaksforhold med kraftverket i gang og på grunn av at det ikke er noen mulighet for registrering i det hele tatt under stans av kraftverket.

Det ble ikke registrert signaler fra radiomerka laks på dataloggeren i Hylen. Saltholdigheten i vannet ved kraftverksutløpet gjorde det vanskelig å registrere signaler fra radiomerka laks som eventuelt var i området. Datalogging og manuell peiling av radiomerka fisk må anses som en uegnet metode til å registrere laks ved utløpet av Hylen kraftstasjon.

Ved Sandsfossen var forholdene gode for mottak av radiosignaler. Vi kunne avgrense et område der laksen måtte befinne seg for at det automatiske loggesystemet skulle fungere (**figur 13**). Dette området er sammenfallende med det området, som ifølge lokale fiskere, er der man observerer laks nyløst fra sjøen. Her vil også forholdene variere med vannføring, dybde og tidevann, uten at vi har kvantifisert denne virkningen.

5.2 Identifisering av merket fisk

Resultatene viste at en del av laksen i Sandsfjordssystemet var utsatt laks eller oppdrettslaks, og at andelen av disse gruppene var vesentlig høyere i august/september enn i juni/juli. Jonsson et al. (1990) fant at selv om utsatt laks og villaks som stammet fra en elv i Sørvest-Norge kom inn til Norskekysten samtidig, vandret den utsatte fisken opp i elva senere i sesongen enn villfisken. Flere studier har vist at rømt oppdrettslaks vandrer opp i vassdrag senere i sesongen enn villaks (Gausen & Moen 1991, Økland et al. 1993, Heggberget et al. 1993).

Merkinger av voksen laks i perioden 1972-76 på en kilenotstasjon ved Karmøy viste at 2 43 % av gjenfangstene ble gjort i Rogaland fylke. Innenfor Foldøy ble det bare registrert 1-2 % og i Suldalslågen var gjenfangsten sporadisk (0-3 %) (Vasshaug 1979). Det ble opprettet en ny merkestasjon lenger inn i Boknafjorden, ved Nedstrand. I 1972 og 1973 ble 60-79 % av gjenfangstene gjort i Rogaland fylke, men bare 7-8 % innenfor Foldøy og 2-7 % i Suldalslågen. En ny stasjon ble opprettet enda nærmere Suldalslågen ved Berekvam/Marvik og resultatene fra merkingene i 1974 ga 88 % av gjenfangstene i Rogaland, 7 % innenfor Foldøy og 12 % i Suldalslågen (Vasshaug 1979). På bakgrunn av disse resultatene som viste at mye fremmed laks vandret inn i Boknafjorden og helt inn i ytre del av Sandsfjorden, gjennomførte Vasshaug (1979) en detaljert kartlegging av kilenotplasseringen i dette området. Han kom til at kilenøtene utenfor Skorpene nesten utelukkende fanger laks som er på veg ut av fjorden og innenfor Marvik for det meste laks på veg inn fjorden. Den foreløpige konklusjon var at kilenøtene innenfor Marvik trolig fanger mye laks som hører hjemme i Suldalslågen, mens de som ligger utenfor ut til Foldøy tar under 10 % av laks som hører hjemme i Suldalslågen (Vasshaug 1979).

Etter 1985 er det registrert flere gjenfangster i Saudafjorden, Hylsfjorden og Sandsfjorden innenfor Marvik av oppdrettet smolt som er merket og satt ut i forbindelse med forskjellige forsøksutsetninger fra anlegget på Ims. En av fiskene som ble fanget ved Fiskberget i 1995 var en Carlin-merket fisk som var satt ut fra Ims i 1993. Det er imidlertid ikke gjenfanget merket villfisk fra Imsa eller fra Figgjo i disse fjordene. I de senere år er det også gjenfanget Carlin-merket laks i selve Suldalslågen. I perioden 1991-95 er det registrert tilsammen 85 gjenfangster av Carlin-merket laks i Suldalslågen. Alle stammet fra utsetninger av oppforet smolt. Tre av fiskene var smolt utsatt i Selstøvågen på Sotra i regi av havbeiteprogrammet PUSH. De øvrige var satt ut i Imsa eller på andre lokaliteter i forbindelse med smoltutsetninger fra anlegget på Ims (data fra merkesentralen, NINA).

I Sandsfjordsystemet er Suldalslågen klart det viktigste vassdraget. Storelva og Nordelva inne i Saudafjorden er begge sterkt redusert av kraftbygging og regnes for å ha minimale bestander. Både tidligere undersøkelser, data fra smoltmerkinger og resultatene fra disse undersøkelsene viser imidlertid at det ikke bare er laks fra Suldalslågen som befinner seg i Sandsfjordsystemet. I august/september 1995 ble det fanget en betydelig del utsatt laks og oppdrettslaks i kilenota ved Fiskberget. Den utsatte laksen kan imidlertid for en stor del være Suldalslaks da det årlig settes ut store mengder yngel og settefisk fra kultiveringsanlegget i Suldal.

5.3 Registreringer og gjenfangster av merket fisk

Hele 30 av 33 laks som var merket og satt ut i sjøen ble registrert etter utsetting, og dette viser at både gjenfangstrapporteringssystemet og registrerings-systemene for radiomerkene har fungert godt.

Resultatene viste videre at de aller fleste laksene som ble fanget ved Fiskberget var på veg opp i Suldalslågen, idet 27 av 30 laks som ble registrert etter merking ble registrert under Sandsfossen. Minimum 13 laks, hvorav 5 villaks, vandret imidlertid ut av elva igjen etter å ha oppholdt seg en tid under Sandsfossen. Det kan ha vært laks av «fremmed» stamme blant disse individene. Ved undersøkelser av 10 nabovassdrag til Suldalslågen lyktes det imidlertid ikke å påvise radiomerket laks i noen av disse. Dette tyder på at det ikke var noen «ekte feilvandrerere» (fisk hjemmehørende i andre elver) blant de villaksene som ble fanget ved Fiskberget.

Det er også lite trolig at flere sendere befant seg på land i området som det ble søkt i. Ulovlig fiske i fjordområdene kan imidlertid være et problem og føre til tap av merket fisk.

Av de 13 laks som forlot elva ble 6 gjenfanget i sjøen hvorav 3 ble gjenfanget i Hylsfjorden. Materialet er for lite til å si noe om det er en overhyppighet av gjenfangster i Hylsfjorden og om disse gjenfangstene eventuelt har vært påvirket av om Hylen kraftverk var i drift eller ikke. Fra sportsfiskere er det rapportert at det fanges laks, fortrinnsvis fra båt utenfor strømmen fra Hylen kraftverk, når kraftstasjonen er i drift. Om dette er Suldalslaks er ikke kjent.

Garnfisket som ble gjennomført foran utløpet fra Hylen kraftverk ga ikke resultater i form av fangst av laks. Problemet med brennmanetene kan muligens ha fungert som et "vandringshinder" inn i tunnelen. Fra fiskeoppdrett i merder i sjøen er det kjent at brennmaneter kan være et betydelig problem. Ved store tettheter av maneter viser laksen en panikkartet atferd. Virkningen av brennmanetene kan observeres som lyse striper i huden "etset" av toksiner fra brenntrådene (Tangen 1990). Dersom det befant seg laks inne i tunnelen må vi anta at laksen kan ha sett garnet på grunn av alle brennmanetene som satt fast i garnmaskene. Observasjonene den ene gangen det ble benyttet dykker og jaging tyder likevel på at det ikke var laks i tunnelen i dette tilfellet. På grunn av metodens svakhet kan vi likevel ikke utelukke at laks går inn i tunnelen.

Sommeren 1989 ble det gjennomført forsøksfiske med drivgarn i Hylsfjorden i 3 ulike perioder (Bredeli 1990):

Periode 1: 5. juni t.o.m. 3. juli, Hylen kraftverk i drift.
Periode 2: 4. juli t.o.m. 28. juli. Hylen kraftverk stod.
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 vandring til Suldalslågen. Dermed må konsekvensene av utslipp av vann til Hylsfjorden anses som uheldig for laksens vandring 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 tilpasning til Suldalslaksens innsig" (Bredeli 1990).

5.4 Tid fra utsetting til første registrering under Sandsfossen

Vandring hos grilse (smålags) i kystområdene ved Skottland ble studert av Hawkins et al. (1979). De merket 6 fisk med lydmerker og fulgte dem med retningsbestemmende hydrofoner fra små båter. På det åpne havet vandret fiskene med tidevannsstrømmene. I nærheten av elva endret atferden seg og fiskene svømte mot strømmen til de nådde elvemunningen. Overgangen fra fullt sjøvann til ferskvann var rask og uten noen tilpasningsperiode.

Westerberg (1984) gir en oversikt over karakteristiske egenskaper ved vertikale finstrukturer og mikrostrukturer i vann, og nevner at termiske mikrostrukturer kan brukes av fisk til å orientere etter. For eksempel viste observasjoner av en laks, som var utstyrt med en sender som registrerte dypet som fisken befant seg på, at fisken beveget seg i et temperaturlag uavhengig av dybden.

Ikonen (1986) fant at gytevandringen hos laks i kystfarvannene i Bottenviken blir styrt i det minste delvis av temperaturen i overflatelagene i havet. Under gytevandringen i slutten av mai og i juni strekker 6° og 7° isotermene seg fra hovedbassenget langs vestsiden av Åland og nordover langs finskekysten. Hvis laksen følger disse temperaturområdene vil den lett finne tilbake til det området hvor de finske elvene ligger.

Temperaturlaget blir dannet av strøm og vind og ligger i varierende avstand fra kysten, og ifølge kilenotfiskerne i området varierer fangsten med vindretningen (Ikonen 1986).

Laks som ble merket og satt ut i Norskehavet i perioden mars-juni vandret mellom 8,36 og 14,2 km/dag. Den gjennomsnittlige vandringsdistansen økte fra mars til mai, men ikke senere i sesongen. Hos fisk som ble satt ut i kystfarvann var det ikke signifikant forskjell i vandringshastighet mellom fisk som vandret med eller mot kyststrømmen. Fisk som gikk inn i fjordene vandret imidlertid saktere enn de som vandret i kyststrømmen. Ved merkinger både i fjordene og i havet var vandringsdistansen størst de første to dagene etter utsetting, og dette gjaldt i større grad hos fisk som ble gjenfanget i kyststrømmen enn hos fisk som ble gjenfanget i fjordene. Laks som ble fanget og utsatt på Nesje og gjenfanget i Sognefjorden vandret gjennomsnittlig 22,6 og 46,6 km henholdsvis på den første og den andre dagen etter utsetting. For de som ble merket og satt ut på Tarva og senere gjenfanget i Trondheimsfjorden var de tilsvarende tall 32,8 og 37,4 km. De fleste laksene stanset vandringen bare 1-2 dager etter utsetting i Trondheimsfjorden, mens i den lengre Sognefjorden stoppet de etter ca. 6 dager da de fleste sannsynligvis hadde nådd fram til heimeelva (Hansen et al. 1993).

Carlin (1968) og Stasko et al. (1973) nevner vandringshastigheter ut fra merking og gjenfangst på 50-70 cm/sek. (tilsvarer 43,2-60,5 km/døgn) for atlantisk laks på veg inn til og langs kysten mot elvene (Waatevik 1980).

Tre gjenfangster i kilenot utenfor Suldalslågen av laks som var merket og sluppet ved Marvik og Berekvam i ytre Sandsfjorden viste at fiskene hadde brukt henholdsvis 2, 10 og 22 dager på vandringen (Waatevik 1980).

I perioden 1974-76 ble sju laks fanget på stang i munningen av Suldalslågen, utstyrt med akustiske merker, sluppet i sjøen i Sandsfjorden ca. 10 km fra munningen av Suldalslågen, og fulgt med båt til de var tilbake i elva (Waatevik 1980). De vandret etter utsetting ca. 10 km ut i fjorden, snudde og vandret tilbake til moderelva. I grove trekk var vandringsmønsteret det samme for alle laksene. Vandringen foregikk i tre faser:

- A. Utvandring - til ytre deler av fjorden
- B. Søkevandring - der laksen søkte mye rundt særlig i og utenfor smale sund
- C. Direkte innvandring - målrettet og rask vandring inn mot moderelva. Kort oppholdstid i munningsområdet.

Vandringstiden fra utslipp til laksene var tilbake i Suldalslågen var fra 62 til 174 timer. Den gjennomsnittlige vandringshastigheten var ca. 50 cm/sek (tilsvarende 43,2 km/døgn), men varierte mye. Høyeste hastighet var på 183 cm/sek eller 1,7 ganger fiskens lengde i cm pr. sek. Gjennomsnittshastighetene var lavest i ytre deler av fjorden og økte innover mot elven (Waatevik 1980).

Basert på Waateviks erfaringer skulle vi ved utsetting ca. 3,5 km fra elvemunningen vente en vandringsatferd etter fase C: Direkte innvandring - målrettet og rask vandring inn mot moderelva, og kort oppholdstid i munningsområdet. Kortest registrerte innvandringstid som ble registrert ved undersøkelsene i 1995 var 4 timer, og dette tilsvarer en vandringshastighet på 24 km/døgn. Dette er langt under den gjennomsnittsverdien som Waatevik (1980) fant ved sine undersøkelser, og indikerer at fisken har vært lite målrettet etter utsettingen. Med en gjennomsnittlig vandringshastighet på 43,2 km/døgn som Waatevik fant skulle innvandringstiden fra vårt utsettingssted bli ca. 2,2 timer. Waatevik registrerte innvandringstiden til elvemunningen mens våre data bygger på registreringer i kulpen under Sandsfossen. Noe av forklaringen på den forskjell i innvandringshastighet som ble funnet, kan ligge i at fisken stanser opp foran munningen av Suldalslågen og oppholder seg der en tid før de går opp i elva. Waatevik (1980) fant at oppholdstiden i munningsområdet varierte fra 6 til 10 timer. Det kan også tenkes at laksen bruker forholdsvis lang tid på de siste 500 metrene fra munningen og opp til fossehølen. For eksempel ble fisk nr. 19 observert ved manuell peiling langt nede i elva ca. 12 timer før den ble registrert på den automatiske loggeren. Men resultatene viser at de utsatte fiskene har brukt lang tid på innvandringen til Suldalslågen sammenliknet med det man skulle forvente ut fra det som tidligere er kjent om laksens vandringshastighet i fjorder og elvemunninger. Dette kan tyde på at mange av de fiskene som ble satt ut i 1995 gjennomgikk de samme faser under innvandringen som skissert av Waatevik (1980), selv om utsettingsstedet bare lå 3,5 km fra elvemunningen. Den lange og varierende innvandringstiden tyder også på at fiskene kan ha vandret rundt i fjordsystemet. Tre av fiskene ble gjenfanget i fjorden uten at de hadde vært registrert under Sandsfossen.

Av de 7 laksene som ble merket av Waatevik (1980), vandret 4 helt tilbake til Suldalslågen. Oppholdstiden for laksene i munningsområdet var kort og varierte fra 6 til 10 timer. Innenfor en radius på 2 km fra Suldalslågens utløp varierte den fra 1 til 5 timer. To av laksene passerte elvemunningen og tok en runde inn mot Sauda- og Hylsfjorden før de gikk opp. De to andre gikk direkte opp i elven. Flo og fjære eller vannføring i elven så ikke ut til å ha innvirkning på oppgangen i Suldalslågen (Waatevik 1980).

Vi fant ingen signifikante forskjeller i innvandringstid mellom ulike kategorier av laks (vill - utsatt/oppdrett) eller mellom tid på året (juni/juli-august/september). Det var imidlertid klare tendenser i deler av materialet. F.eks. fant vi gjennomsnittlig kortere innvandringstid hos villaks i august/september i forhold til juni/juli. Forskjellen var imidlertid ikke signifikant, noe som skyldes for lite materiale og stor variasjon fra fisk til fisk. Det var også en tendens til at villfisk i august/september hadde kortere innvandringstid enn fisk i kategorien utsatt/oppdrett, men heller ikke her var forskjellen signifikant. Heggberget et al. (1993) fant at radiomerka oppdrettslaks som var satt ut direkte fra oppdrettsanlegg brukte lengre tid enn villaks fra merking i fjord til oppvandring i Altaelva.

Når det gjelder villaksens innvandringstid i forhold til drift av Hylen kraftverk er materialet for lite til å kunne trekke konklusjoner, delvis fordi antallet villaks som ble merket i utgangspunktet var lite, og delvis på grunn av de ulike driftsperiodene for Hylen kraftverk som var svært korte slik at en del fisk opplevde flere driftssituasjoner undervegs.

Når det gjelder laksens vandringsdybde i fjordene inn mot heimeelva tyder lakseredskapenes dybde (4-6 meter) på at hovedmengden av laksen vandrer høyt i vannet. Registrering av laks fanget på drivgarn i Østersjøen viste at nær 80 % av fisken ble fanget i de øvre 2 metrene, og bare ca. 5 % under 5 meter (Carlin & Lundin 1967). Et prøvofiske med laksegarn og makrellgarn som ble gjennomført i Møre og Romsdal i 1985 viste at laks bare unntaksvis ble fanget så dypt som 3 m under overflaten. Det gjennomsnittlige fangstdyp for laks for alle stasjoner var 1,3 m (Lund & Haukebø 1986). Stasko et al. (1973) nevner at Atlantisk laks på vei inn fra beiteområdene vandrer nær overflaten i de øvre 3 metrene. Dybderegistreringer fra en laks som Waatevik (1980) gjorde, viste at den gikk i de øverste 2 metrene. Laksen fortok hyppige vertikale vandring/dykk ned mot 10 m dyp. Den gikk hovedsakelig i de øverste 2 metrene i fjorden, og mest i den øverste meteren. Det så ikke ut til å være forskjell på vandringsdybde mellom dag og natt og heller ikke på områder i fjorden. Innenfor Nevøy, i munningsområdet, gikk laksen imidlertid høgt i vannet, i den øverst 1/2-meteren (Waatevik 1980).

5.5 Oppholdstid under Sandsfossen

Laksen går inn i munningen og Fosshølen nedenfor Sandsfossen uten nevneverdig forsinkelse. Her kan den bli stående i 1-2 måneder, avhengig av vannføring og vanntemperatur (Sylte 1981).

Resultatene fra 1995 viser stor variasjon i oppholdstid under Sandsfossen, men generelt kan man si at laks

som har tenkt seg videre oppover elva blir stående lenge under Sandsfossen. At de 10 laksene som gikk opp fossen gjennomsnittlig stod 26,7 dager nedenfor fossen, viser klart at Sandsfossen er et betydelig oppvandringshinder, hvor fisken må ha oppfylt bestemte krav til vanntemperatur og vannføring før oppvandring.

Siden bare 10 av laksene vandret opp Sandsfossen er materialet for lite til å trekke vidtgående konklusjoner. Men når de to sist merkete laksene av de 10 hadde kortest oppholdstid under Sandsfossen, så tyder det på at oppholdstiden under Sandsfossen avtar utover i sesongen. Dette er et resultat som man skulle forvente da fiskens motivasjon for oppvandring øker med økende grad av kjønnsmodning.

Resultatene som viser avbrudd i loggerregistreringene for mange av laksene, kan tyde på at fisken har vandret noe ut og inn av registreringsområdet.

5.6 Oppgang i Sandsfossen

Menzies (1931) viste at vanntemperaturen er av stor viktighet for laksens vandring om våren, og før vanntemperaturen når 5,5 °C er det liten oppvandring forbi oppgangshinder. I Forsjordfossen i Vefsna må laksen ha en vanntemperatur på min. 8 °C for å vandre opp (Johnsen 1978, Jensen 1983). Jensen et al. (1986) viste at ved temperaturer over 8 °C var det endring i vanntemperatur og endring i vannføring som var de eneste av 12 undersøkte fysiske og meteorologiske faktorer som korrelerte med oppgangen gjennom laksetrappa i Laksfors i Vefsna. Mills & Graesser (1981) referer til at laksens oppvandring i elva Cassley styres av vanntemperaturen og peker på at fisken ikke forserer de vanskeligste fossene før vanntemperaturen har passert 11°C.

Walther Archer, som i 1884 leide Suldalslågen for 40 år, nevner at laksen sjelden går over Sandsfossen før i begynnelsen av august (Sylte 1981). Senere 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 °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 (Vasshaug 1990).

Vasshaug & Løkensgard (1972) sammenliknet oppgangen i Sandsfossen med vanntemperaturen i perioden 1962-70 (**tabell 12**).

Tabell 12. Oppgang i Sandsfossen sammenliknet med vanntemperatur i perioden 1962-1970 (de angitte datoer er tidspunkt da de første laksene passerte Sandsfossen). Etter Vasshaug & Løkensgard (1972).

År	Oppgang i Sandsfossen	Vanntemperatur
1962	20. august	9,4 °
1963	25. juni-5. Juli	11,5 °
1964	Enten 23. juli eller 6. August	10,0 °
1965	10.-15. Juli	8,5 °
1966	5. juli	8,0 °
1967	13.-16. August	7,5 °
1968	28. juli	8,0 °
1969	25. juli	8,4 °
1970	19. juli eller helst noe senere	8,4 °

Vi ser at oppgangstemperaturene lå mellom 7,5 ° og 11,5 °C. De fleste lå på rundt 8,0 °C eller noe i overkant av dette. De høge oppgangstemperaturer i 1962, 1963 og 1964 har sin forklaring idet temperaturskelen på ca. 8,0 °C falt sammen med alt for høge vannføringer i 1962 og 1964. I 1963 var elvevannet relativt tidlig varmt med høge temperaturer allerede i slutten av juni. Et sammentreff med gunstige vannføringer på oppgang bragte laksen svært tidlig opp Sandsfossen (Vasshaug & Løkensgard 1972).

I 1995 var vanntemperaturen 11,7 °C da den første laksen passerte Sandsfossen. Det gikk bare 2 laks i trappa i juli og hovedmengden av laks gikk i perioden 15. august-15. september. Den daglige middeltemperaturen var 10,6-12,5 °C i denne perioden. Observasjonene av de radiomerkete laksene viste at middeltemperaturen på oppvandringdagen var 10,9-13,2 °C. På datoer med mer enn 10 laks i trappa lå vanntemperaturen på 11,4-12,7 °C.

Archer sørget for å renske begge sideløpene (der laksetrappene ble bygd på 1960-tallet). Lakseoppgangen var da tilfredsstillende når flo sjø var topp, nær 2 fot, og vannstanden i elva samtidig var 3-4 fot (Abrahamsen 1980).

I 1992 ble 56 oppvandrende laks merket med floymerke i trappa, og 12 av disse ble gjenfanget i elva i løpet av fiskesesongen. Total oppgang av laks i trappa i samme året var 184 stk. Totalfangst av laks i elva samme år var 555, hvorav 338 ble fanget ovenfor Sandsfossen. Disse tallene kan tyde på at i størrelsesorden 10-15 % av laksen passerte trappa, mens resten gikk gjennom fossen (Anon. 1994). Av de 10 radiomerkete laksene fra 1995 vandret 5 opp trappa mens 5 vandret opp i selve fossen. Dette kan tyde på at en større andel av fisken bruker trappa enn tidligere antatt. Materialet er imidlertid lite.

Det har tidligere vært antydning at Sandsfossen fungerer som en slags sil for smålaks og at bare de største og kraftigste laksene kommer opp fossen (jf Abrahamsen 1980). Av de 10 radiomerkete laksene var det 2 smålaks hvorav en gikk opp trappa og en gikk opp selve fossen. Dette viser at smålaks er istand til å vandre opp fossen. Det er imidlertid interessant å legge merke til at av de 8 flersjøvinterlaksene som vandret forbi Sandsfossen gikk de 4 minste trappa. Materialet er imidlertid for lite til å trekke konklusjoner.

Resultatene fra 1995 viste at utsatt laks og oppdrettslaks i mindre grad enn villaks vandret opp Sandsfossen. Årsaker til dette kan være at de mangler motivasjon til å vandre opp i Suldalslågen og/eller har større problemer med å passere Sandsfossen. Oppvandringshastigheten fra merking til registrering 11 km opp i Namsen var ikke signifikant forskjellig hos villaks og oppdrettslaks (Thorstad 1995). Namsen er imidlertid et vassdrag som mangler vesentlige hindringer på denne strekningen og som det derfor er lett å vandre opp i.

At 10 av 15 villaks som ble registrert under Sandsfossen (opprinnelig ble 18 villaks registrert under Sandsfossen, men en ble fisket opp og to sendere falt av) vandret videre oppover i Suldalslågen, kan tyde på at fossen er vanskelig å passere for laks selv om den hører til i Suldalslågen, eller at de villaksene som ikke vandret opp egentlig var hjemmehørende i andre vassdrag og derfor hadde liten vilje til å vandre opp Sandsfossen.

5.7 Oppgang i Grovafossen, Skotifossen og Juvet

På en ca. 1 km lang strekning ligger Grovafossen, Skotifossen og Juvet. Grovafossen har laksen ingen problemer med å passere, men Skotifossen eller Gjuvsfossen, som den ofte er omtalt som, er et kritisk punkt lenger opp i elva. Her regner en med at vannføringen maksimalt må være 83 m³/s dersom laksen skal kunne passere. Ideell oppgangsvannføring oppgis til 80 m³/s eller litt lavere (Vasshaug 1990). I et brev fra Suldal elveeigarlag til Direktoratet for naturforvaltning datert 9.12.1987 anføres at «laks og aure klarer ikkje å ta seg opp fossen når vannføringa overstig 75 m³/s målt på Larvika». Dette skyldes ifølge elveeigarlaget at ei steinhelle lager en falsk foss på den sida som laksen går når vannføringen blir større enn 75 m³/s.

Juvet er et langt stryk som ligger ovenfor Skotifossen og laksen har ingen problemer med å vandre opp her. Ovenfor Skotifossen fordeler laksen seg derfor raskt over hele elvestrekningen.

Resultatene fra 1995 viste at 6 av 8 laks som kom opp Sandsfossen og unngikk å bli fisket opp vandret videre opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet. To av disse ble observert ovenfor Juvet. Den ene var en vill hunn på 85 cm som passerte Sandsfossen via laksetrappa den 4.8. Allerede den 9. august var fisken forbi Juvet, men vandret deretter ned igjen til de nedre deler av elva hvor den oppholdt seg helt fram til siste peiledato den 29.1.1996. Den andre var en vill hann som passerte Sandsfossen (via fossen) den 2.9, og den 9.9 ble den registrert ovenfor Juvet. Den oppholdt seg i de øvre deler fram til siste peiledato. Det er imidlertid en viss mulighet for at flere av de 6 laksene kan ha passert Juvet. I desember ble nemlig tre sendere observert liggende i en kvisthaug på utløpet av Skotihølen. Disse kan ha falt av fisken eller fisken kan ha dødd på et tidlig tidspunkt.

At de to laksene som ble satt ut den 4. oktober og som vandret raskt opp til Skotifossen ikke vandret videre oppover elva, skyldes sannsynligvis for lave vann-temperaturer. Vannføringskravet om mindre enn 80 m³/s var nemlig tilfredsstillt fram til 18. oktober med unntak av en dato (7.10) da vannføringen var oppe i 104,1 m³/s ved Larvika. Vanntemperaturen var imidlertid 8-9 °C med en avtakende trend.

På grunn av sendertap eventuell tidlig dødelighet vet vi ikke sikkert hvor mange av de 6 laksene som vandret opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet som klarte å ta seg videre oppover elva. Vi vet at minst én fisk ble stående nedenfor og at minst to klarte å vandre opp. De øvrige 3 kan ha vandret opp eller de kan ha fått en annen skjebne. Det er dermed vanskelig å trekke slutninger om oppgangsforholdene i Grovafossen/Skotifossen/Juvet på grunnlag av de få observasjonene vi har fra 1995. De to laksene som vandret videre oppover elva henholdsvis i august og september stod ikke lenge under Skotifossen, men da var forholdene gunstige for oppvandring (lav vannføring - høg vanntemperatur). Observasjonene av de to laksene som ble satt ut i oktober og som stanset under Skotifossen, indikerer at vanntemperaturen er

5.8 Vandringsmønster i elva

Lindroth (1952) beregnet gjennomsnittlig oppvandringshastighet i Indalselven til 10-20 km/dag. Hawkins & Smith (1986) gjorde detaljerte studier av laksens oppvandring i Aberdeenshire Dee ved hjelp av radiotelemetri. Laksen vandret raskt gjennom estuariet og de nedre deler av elva. Videre oppvandring vekslet mellom faser med aktiv svømming og stasjonære perioder. Fisk som ble fulgt i flere måneder, bremset etter hvert på oppvandringen og slo seg ned på bestemte lokaliteter. Senere vandret fisken korte avstander oppstrøms fra disse lokalitetene til gytegrunnene. Hawkins & Smith bekreftet også Lindroth's

beregninger av vandringshastighetene. De fant at oppstrømsvandringen til å begynne med var ganske rask, mer enn 10 km/dag. I korte perioder kunne vandringshastigheten komme opp i 20 km/dag. Lavere vandringshastigheter er angitt av andre forfattere. Smirnov (1971) rapporterte at oppvandringshastigheter for Onega-laks var sjelden mer enn 4 km/dag. Laks som vandret opp på en 64 km lang strekning i Miramichi vandret med en hastighet på 4,3 km/dag (Hayes 1953), mens fisk som vandret gjennom estuariet i Miramichi har oppvist vandringshastigheter på 3,45-12 km/dag (Stasko 1975, Mills 1989).

Hawkins (1988) bemerket at de fiskene som vandret opp i elva Dee tidlig på året vandret lenger oppstrøms enn de som kom senere i sesongen. Radiomerking av laks i elvene Spey, Dee and Tay har vist at tidlige oppvandrere gytte lengre oppstrøms enn de som vandret opp senere (Hawkins & Smith 1986, Laughton 1989, Webb 1989, Mills 1989, Shearer 1992). Det var ingenting i materialet fra Suldalslågen som indikerte at de laksene som var merket i juni/juli hadde større tendens til å vandre langt opp i vassdraget enn de som ble merket i august/september. Materialet er imidlertid for lite til å trekke konklusjoner, men det er interessant å legge merke til at den ene laksen som ble observert ovenfor Juvet i gytetida hadde passert Sandsfossen 2.9, mens tre laks som stammet fra utsettingen i juni/juli stod nedenfor Juvet i gytetida.

Resultatene fra Suldalslågen i 1995 viste at de raskest vandrede laksene vandret med en minimumshastighet på 6,5 km/døgn opp til neste oppvandringshinder. Hastigheten kan godt ha vært mye høyere, men det var for lang tid mellom hver observasjon til å kunne si noe mer om dette. Det er interessant å legge merke til at slik rask oppvandring ble observert hos laks både i august, september og oktober.

Resultatene viser også at alle laksene vandret både oppstrøms og nedstrøms. For de flestes vedkommende var dette små avstander som både kan skyldes reelle forflytninger over små avstander og mindre unøyaktigheter i peileobservasjonene. Én av fiskene (nr. 13) var imidlertid langt oppe i vassdraget før den snudde og vandret ned igjen. Dette skjedde i perioden 10.-12. august i en periode med lav og synkende vannføring (**figur 15**). Hawkins & Smith (1986) observerte at radiomerket laks i elva Dee kunne vandre nedstrøms i perioder med høy vannføring.

Av de 10 laksene som vi har data på fram til gyting (2 ble fisket opp og 3 mistet senderen) var 3 fra utsettingen i juni/juli (nr. 1, 6 og 13), to var fra utsettingen i august/september (nr. 16 og 24) mens de siste fem var fra utsettingen den 4. oktober. Bare én laks (nr. 24) vandret opp til vassdragets øvre deler. De tre laksene som stammet fra utsettingen i juni/juli holdt seg alle nedenfor Juvet i gytetiden. Én av dem (nr. 13)

hadde imidlertid vært en liten tur ovenfor Juvet. Av de fem som ble satt ut 4. oktober ble tre laks (nr. 34, 36 og 37) stående langt nede i elva i området like ovenfor Sandsfossen.

5.9 Observasjoner av radiomerket fisk i gytetida

Observasjonen av to radiomerkete laks ved en gyte-grop viser at de radiomerkete laksene tok aktivt del i gytingen, og at radiosenderen ikke var til hinder for dette. Dette er observert tidligere ved liknende undersøkelser. Ved undersøkelsene som ble foretatt den 18. og 19.12 ble det med sikkerhet observert 4 radiomerkete laks. At ikke flere radiomerkete fisk ble observert, kan skyldes at senderen kun er synlig dersom laksen blir observert fra den siden som senderen sitter på. Dersom laksen blir observert fra «feil» side vil laksen bli registrert som umerket. Dette er særlig aktuelt der det er grunt, og det ble observert flest laks på grunne områder ved dykkingene som ble foretatt den 18. og 19.12. (H. Sægrø pers. medd. 5.3.1996).

6 Konklusjon

Datalogging og manuell peiling av radiomerket fisk må anses som en uegnet metode til å registrere laks ved utløpet av Hylen kraftstasjon.

Ved Sandsfossen var forholdene gode for mottak av radiosignaler. Vi kunne avgrense et område der laksen måtte befinne seg for at det automatiske loggesystemet skulle fungere.

Både tidligere undersøkelser av voksen laks, data fra smoltmerkinger og resultatene fra disse undersøkelsene viser at det ikke bare er laks fra Suldalslågen som befinner seg i Sandsfjordsystemet. I august/september 1995 ble det fanget en betydelig del utsatt laks og oppdrettslaks i kilenota ved Fiskberget. Den utsatte laksen kan imidlertid for en stor del være Suldalslaks da det årlig settes ut store mengder yngel og settefisk fra kultiveringsanlegget i Suldal.

Resultatene fra denne undersøkelsen og fra tidligere undersøkelser indikerer at en del laks vandrer inn i Hylsfjorden. Hverken tidligere undersøkelser eller denne undersøkelsen kan imidlertid gi sikkert svar på om det er noen sammenheng mellom drift av Hylen kraftverk og «feilvandring» til Hylsfjorden.

De fleste av de radiomerkete laksene brukte lang tid på innvandringen til Suldalslågen, men det var stor variasjon i innvandringstid mellom de ulike individer. Det ble ikke påvist signifikante forskjeller i innvandringstid hos villaks i juni/juli i forhold til i august/september, eller mellom utsatt laks/oppdrettslaks og villaks.

Laks som vandret opp Sandsfossen stod lenge under Sandsfossen før oppvandring - gjennomsnittlig 26,7 dager. Laks som vandret inn sist hadde kortest oppholdstid.

Utsatt laks og oppdrettslaks vandret i mindre grad enn villaks opp Sandsfossen.

At 10 av 15 villaks som ble registrert under Sandsfossen vandret videre oppover i Suldalslågen, kan tyde på at fossen er vanskelig å passere for laks selv om den hører til i Suldalslågen, eller at de villaksene som ikke vandret opp egentlig var hjemmehørende i andre vassdrag og derfor hadde liten vilje til å vandre opp Sandsfossen. Det ble imidlertid ikke registrert noen feilvandrere til nabovassdrag.

Av de 10 laksene som vandret opp Sandsfossen var det to smålaks hvorav en gikk opp trappa og en gikk opp selve fossen.

De raskest vandrende Suldalslaksene vandret fra Sandsfossen til Grovafossen/Skotifossen/Juvet på et

døgn (6,5 km/døgn), og dette ble observert både i august, september og oktober.

Laksen delte seg inn i 3 hovedgrupper m.h.t. vandringsmønster: Fisk som ikke vandret opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet, fisk som vandret opp til Grovafossen/Skotifossen/Juvet og fisk som vandret forbi Grovafossen/Skotifossen/Juvet. Innenfor hver av disse gruppene vandret laksene både opp- og nedstrøms i løpet av sesongen.

Den radiomerkete laksen deltok i gytingen. Et par hvor begge var radiomerket ble observert ved en gytegrep ved Helland i desember.

7 Litteratur

- Abrahamsen, B. 1980. Rapport fra befarings av Sandsfossen i Suldalslågen. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, 2 s.
- Aksnes, D.L. 1993a. Sammenfatning av resultater. En vurdering av årsaker. - S. 4-34 i Lie, U. & Magnesen, T., red.. *Prymnesium parvum* i Ryfylke, Sluttrapport, SMR-rapport 9-93. Universitet i Bergen. Senter for miljø og ressursstudier.
- Aksnes, D.L. 1993b. *Prymnesium parvum*, blomst-ringer og giftighet. - S. 81-105 i Lie, U. & Magnesen, T. (red.). *Prymnesium parvum* i Ryfylke, Sluttrapport, SMR-rapport 9-93. Universitet i Bergen - Senter for miljø og ressursstudier.
- Anon. 1974. Samtykke til statsregulering for utbygging av Ulla-Førre-vassdragene m.v. Tiltråding fra Industridepartementet av 5. april 1974 godkjent ved kongelig resolusjon av samme dag. St. prp. nr. 117 (1973-74).
- Anon. 1994. Ulla-Førre-reguleringen. Rapport fra rådgivende arbeidsgruppe for vurdering av undersøkelser og tiltak. - NINA Utredning 064: 1-51.
- Aure, J. & Stigebrandt, A. 1990. De ytre drivkreftenes betydning for vannutskifting i fjordene fra Skagerrak til Finnmark. - Havforskningsinstituttet i Bergen, FO 9003, 26 s.
- Aure, J. & Svendsen, H. 1994. Miljøforhold i Sandsfjorden, Hylsfjorden og Saudafjorden. - S. 35-80 i Lie, U. & Magnesen, T., red. *Prymnesium parvum* i Ryfylke, Sluttrapport, SMR-rapport 9-93. Universitetet i Bergen - Senter for miljø og ressursstudier.
- Aure, J. & Sætre, R. 1981. Wind effects on the Skagerrak outflow. - Pp. 263-293 in Norwegian Coastal Current Symposium 1980, R. Sætre & Mork, M., eds. University of Bergen, Volume I.
- Bredeli, I. 1990. Registrering av laksevandring i Hylsfjorden i 1989. Rapport, 25 s. (Oppdragsgiver Statkraft).
- Carlin, B. 1968. Migrations of salmon. In: Series of lectures by dr. Börje Carlin, Atlantic salmon Association Centennial Award Fund. Published by The Atlantic Salmon Association, Montreal, Quebec, Canada, pp. 14-22.
- Carlin, B. & Lundin, H.E. 1967. The size and position of the salmon caught in drift nets in the Baltic. Swedish salmon research institute - Report LFI medd 14/1967, 1-6.
- Gausen, D. & Moen, V. 1991. Large-scale escapees of farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) into Norwegian rivers threaten natural populations. - Can. J. Fish. Aquat. Sci., 48: 426-428.
- Hansen, L.P., Jonsson, N. & Jonsson, B. 1993. Oceanic migration in homing Atlantic salmon. - Anim. Behav. 45: 927-941.
- Hansen, L.P., Staurnes, M., Fugelli, K. & Haraldstad, Ø. 1996. Overlevelse og vandring av laks utsatt som smolt i Audna og Lygna. - NINA Oppdragsmelding nr. 00 (i manuskript).
- Hawkins, A.D. 1988. Factors affecting the timing of entry and upstream movement of Atlantic salmon in the Aberdeenshire Dee. - Pp. 101-105 in Brannon, E.L. & Jonsson, B., eds. Proceedings of the Second International Symposium on Salmon and Trout Migratory Behaviour, Trondheim, June 1987.
- Hawkins, A.D. & Smith, G.W. 1986. Radio-tracking observations on Atlantic salmon ascending the Aberdeenshire Dee. - Scottish Fisheries Research Report no. 36: 1-24.
- Hawkins, A.D., Urquhart, G.G. & Shearer, W.M. 1979. The coastal movements of returning Atlantic salmon, *Salmo salar* L. - Scottish Fisheries Research Report no. 15: 1-15.
- Hayes, F.R. 1953. Artificial freshets and other factors controlling the ascent and population of Atlantic salmon in the La Have river, Nova Scotia. - Bull. Fish. Res. Bd. Can., 99: 1-47.
- Heggberget, T.G. & Økland, F. 1992. Telemetry i fiskeundersøkelser - Muligheter og begrensninger. - NINA Oppdragsmelding 128: 1-15.
- Heggberget, T.G., Økland, F. & Ugedal, O. 1993. Distribution and migratory behaviour of adult wild and farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) during return migration. - Aquaculture 118: 73-83.
- Ikonen, E. 1986. Spawning migration of salmon (*Salmo salar* L.) in the coastal waters of the Gulf of Bothnia. - International Council for the Exploration of the Sea, C.M. 1986/M:24.
- Jensen, A.J. 1983. Oppgang av laks i Vefsnavassdraget i forhold til vannføring og vanntemperatur. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene. Nr 6-1983: 1-57.
- Jensen, A.J., Heggberget, T.G. & Johnsen, B.O. 1986. Upstream migration of adult Atlantic salmon, *Salmo salar* L., in the River Vefsna, northern Norway. - J. Fish Biol. 29: 459-465.
- Johnsen, B.O. 1978. Fiskeribiologiske undersøkelser i de lakseførende deler av Vefsnavassdraget. Del II. - Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Reguleringsundersøkelsene i Nordland. Nr. 4-1978: 1-27.
- Jonsson, B., Jonsson, N. & Hansen, L.P. 1990. Does juvenile experience affect migration and spawning of adult Atlantic salmon? - Behav. Ecol. Sociobiol., 26: 225-230.
- Kaartvedt, S. & Svendsen, H. 1990. Advection of euphausiids in a Norwegian fjord system subject to altered freshwater input by hydro-electric power production. - J. Plankton Research 12: 1263-1277.

- Kanavin, E.V. 1971. Virkningen av reguleringene i Røldal - Suldalvassdraget på de hydrologiske og meteorologiske forhold i Suldal. Betenkning for vassdragskjønnet - NVE Hydrologisk avd. Iskoretet, 88 s.
- Lamberg, A., Økland, F., Jensen, A.J. 1996. Vandringsatferd hos laks og sjøaure i Vossovassdraget. Et studie av vandringshastighet i relasjon til vannkvalitet i 1994. - NINA Oppdragsmelding 00, (in press).
- Laughton, R. 1989. The movements of adult salmon within the river Spey. - Scottish Fisheries Research Report no. 41: 1-19.
- Lie, U., Svendsen, H., Kaartvedt, S., Mikki, S.R., Johnsen, T.M., Aksnes, D.L., Asvall, R.P. & Golmen, L.G. 1992. Vannkraft og fjorder; fysiske og biologiske konsekvenser av Ulla-Førre utbyggingen. - Senter for Miljø og Ressursstudier, Universitetet i Bergen, SMR 4/92, 89 s.
- Lindroth, A. 1952. Salmon tagging experiments in Sundsvall Bay of the Baltic in 1950. - Rep. Inst. Freshw. Res., Drottningholm. 33: 57-69.
- Lund, R.A. & Haukebø, T. 1986. Prøvefiske med kavelflytende makrellgarn og laksegarn i Møre og Romsdal i 1985. - Fylkesmannen i Møre og Romsdal. Rapport nr. 2 41 s.
- Lund, R. A., Hansen, L. P. & Järvi, T. 1989. Identifisering av oppdrettslaks og villlaks ved ytre morfologi, finnestørrelse og skjellkarakterer. - NINA Forskningsrapport 001: 1-54.
- McClimans, T. 1974. Hylsfjorden, delrapport 1. Kalibrerings og forberedende undersøkelser på modellen. - Rapport fra Vassdrags- og havnelaboratoriet, Trondheim.
- Menzies, W.J.M. 1931. The salmon. Its life story - William Blackwood & Sons Ltd., Edinburgh and London 2nd edn.
- Mills, D. 1989. Ecology and management of Atlantic salmon. - Chapman and Hall Ltd. London - New York, 351 s.
- Mills, D.H. & Graesser, N.W. 1981. The salmon rivers of Scotland. - Cassel, London.
- Shearer, W.M. 1992. The Atlantic salmon. Natural history, exploitation and future management. - Fishing News Books, 244 s.
- Smirnov, Y.A. 1971. Salmon of Lake Onega. - Fish. Res. Bd. Can. Transl. Ser., (2137), 212 s.
- Stasko, A.B. 1975. Progress of migrating Atlantic salmon (*Salmo salar*) along an estuary, observed by ultrasonic tracking. - J. Fish Biol., 7: 329-338.
- Stasko, A.B., Sutterlin, A.M., Rommel, S.A. jr., Elson, P.F. 1973. Migration-orientation of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). - Int. Atl. Salmon Symp. 1972 (Ed. Smith, M.W. & Carter, W.M.). Int. Atl. Salmon Fnd. Spec. Publ. 4 (1): 119-137.
- Stigebrandt, A. 1990. On the response of the horizontal mean vertical density distribution in a fjord to low-frequency density fluctuations in the coastal water. - Tellus 42A, 605-614.
- Storækre, J. 1991. Ingenting er som å få noe til. Fortelling om Røldal og Suldal kraft. - Norsk Hydro, Dreyer, 176 s.
- Svendsen, H. 1981. A study of circulation and exchange processes in the Ryfylkefjords. Doctoral thesis, University of Bergen, Norway.
- Svendsen, H. & Utne, N. 1979. Fysisk-oseanografisk undersøkelse i Ryfylkefjordene 1972-1975. Tekstbind, tabell- og figurbind, databind. - Rapport nr. 3 - Oslo 1979. Rådgivende utvalg for fjordundersøkelser. Ryfylkeprosjektet.
- Svendsen, H., Mikki, S. & Golmen, L.G.G. 1991. Frontal dynamics and circulation of the upper layer of a fjordsystem with complicated topography. - Estuarine and Coastal Modeling. ASCE, USA.
- Sægrov, H. & Kålås, S. 1996. Gytelaks og gyting i Suldalslågen i 1995/1996. - Lakseforsterkingsprosjektet i Suldal fase II. Rapport nr. 25, (in press.)
- Tangen, K. 1990. Skadelige planktonalger og maneter. - S. 288-293 i Poppe, T.T., red. Fiskehelse, sykdommer, behandling, forebygging. John Grieg forlag AS. Aqua Books.
- Thorstad, E.B. 1995. Vandrings- og aktivitetsmønster hos rømt oppdrettslaks og villlaks (*Salmo salar*) i Namsen før, under og etter gyting. - Hovedfagsoppgave i ferskvannøkologi (Cand. Scient.). Universitetet i Trondheim, AVH Zoologisk Institutt, 39 s.
- Vasshaug, Ø. 1979. Etterundersøkelse i Suldalslågen, Rogaland fylke. S. 148-163 i Gunnerød, T.B. & Mellquist, P., red. Vassdragsreguleringers biologiske virkninger i magasiner og lakselver. Foredrag og diskusjoner ved symposiet 29.-31. mai 1978. Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Direktoratet for naturforvaltning. Vasshaug, Ø. 1986. Skjønn Ulla-Førre. Anadrome laksefisker. Fiskerisakkyndig delutredning. - Ryfylke Herredsrett, Sesjon VIII 1986, Suldalslågen, Suldal kommune, sak nr. 10/1976 B. 43 s.
- Vasshaug, Ø. 1990. Fiskerisakkyndig uttalelse til skjønn Suldalslågen, sesjon III.
- Vasshaug, Ø. & Løkensgard, T. 1972. Temperatur. Ekstraktutskrift av redegjørelse til Røldal/Suldalskjønnet, s. 28 - 38.
- Waatevik, E. 1980. Vandringsstudier av laks (*Salmo salar* L.) i Sandsfjorden i Ryfylke ved hjelp av akustiske merker. - Hovedfagsoppgave i fiskeribiologi. Institutt for fiskeribiologi. Universitetet i Bergen, 76 s.
- Webb, J. 1989. The movements of adult salmon in the river Tay. - Scottish Fisheries Research Report, no. 44: 1-32.
- Westerberg, H. 1984. The orientation of fish and the vertical stratification at fine- and microstructure scales. - S. 179-203 in McCleave, J.D., Arnold, G.P., Dodson, J.J. & Neill, W.H., eds. Mechanisms of Migration in Fishes Plenum Publishing Corporation, New York.

- Wyller, K. 1968. Laksefisket i Suldalslågen. - Stavanger Turistforening. Årbok 1968, s. 21-64.
- Økland, F. & Heggberget, T.G. 1992. Erfaringer med telemetri i fiskestudier. - Vassdragsregulantenenes Fiskesymposium februar 1992, s. 313-327.
- Økland, F., Lund, R.A. & Hansen, L.P. 1993. Farmed Atlantic salmon (*Salmo salar*) escaped from sea-cages in Norway; proportion in fisheries and spawning populations in relation to the distribution of fish farms. Unpublished manuscript.

Vedlegg 1.

KALKING SULDALSLÅGEN 1987-95 DATA.

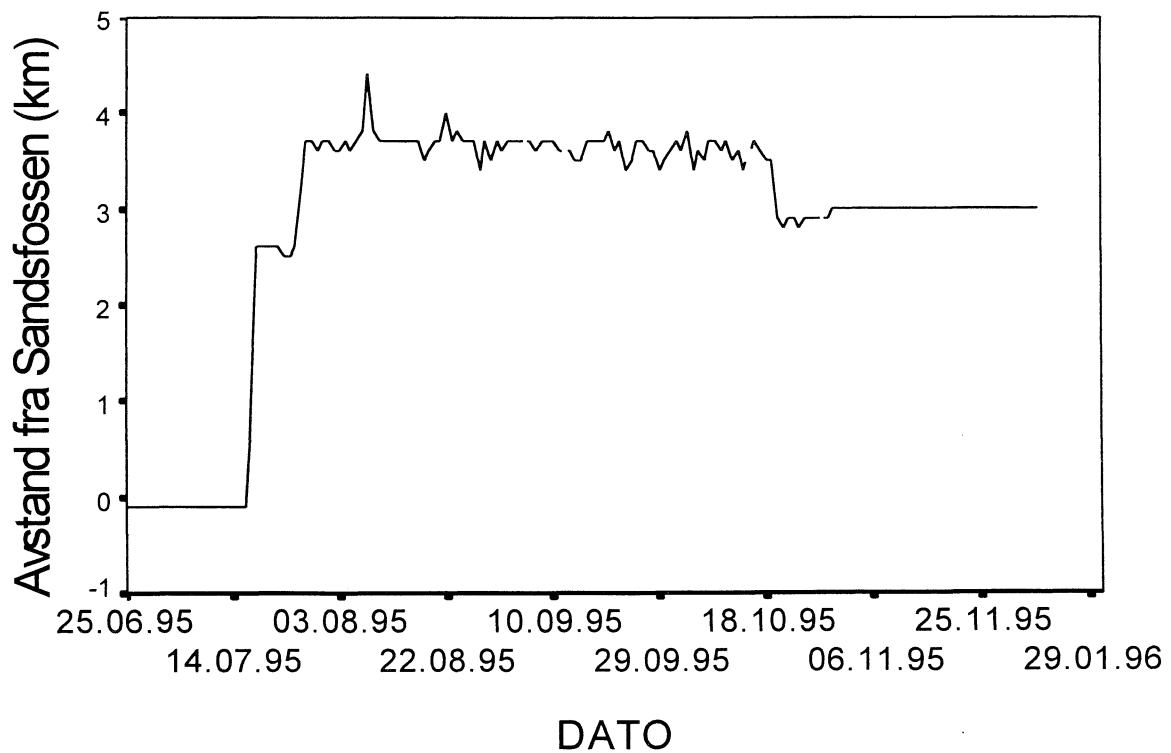
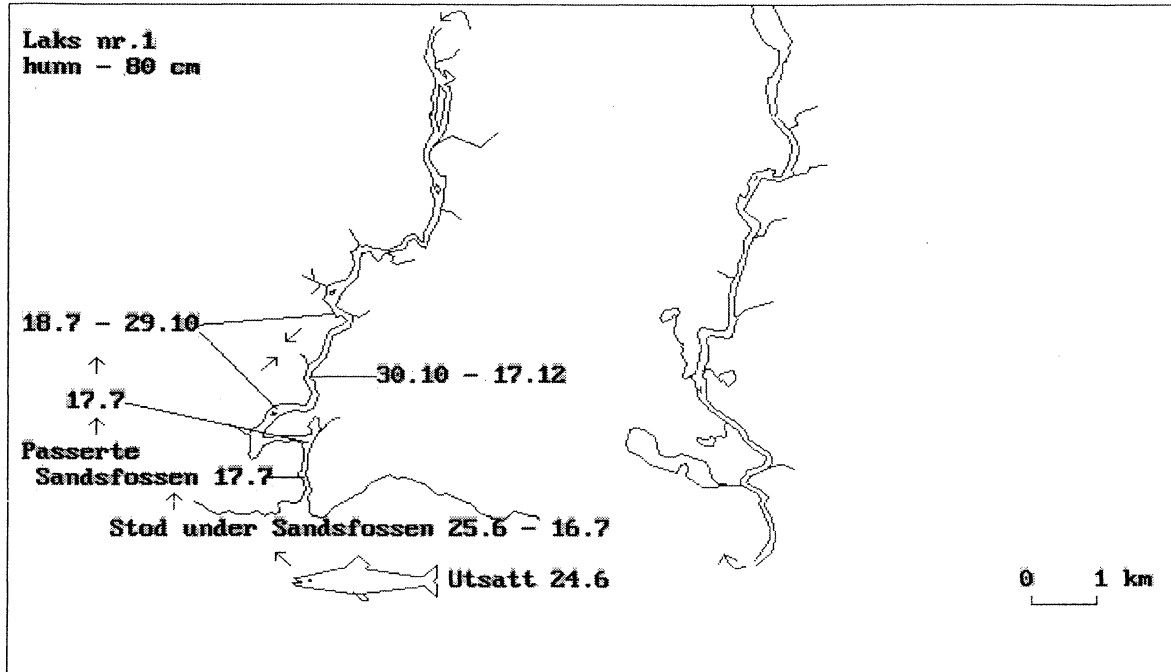
Nivå (pH) for når kalkingsanlegget er startet og til hvilket nivå det er blitt kalket har variert fra år til år og fra periode til periode. De siste årene er kalkingen i større grad tilpasset ver- prognoser og ønsker om å ha høgt pH-nivå om våren i forbindelse med smoltutvandringen. I gjennomsnitt har kalkforbruket vært 208814 kg pr. år.

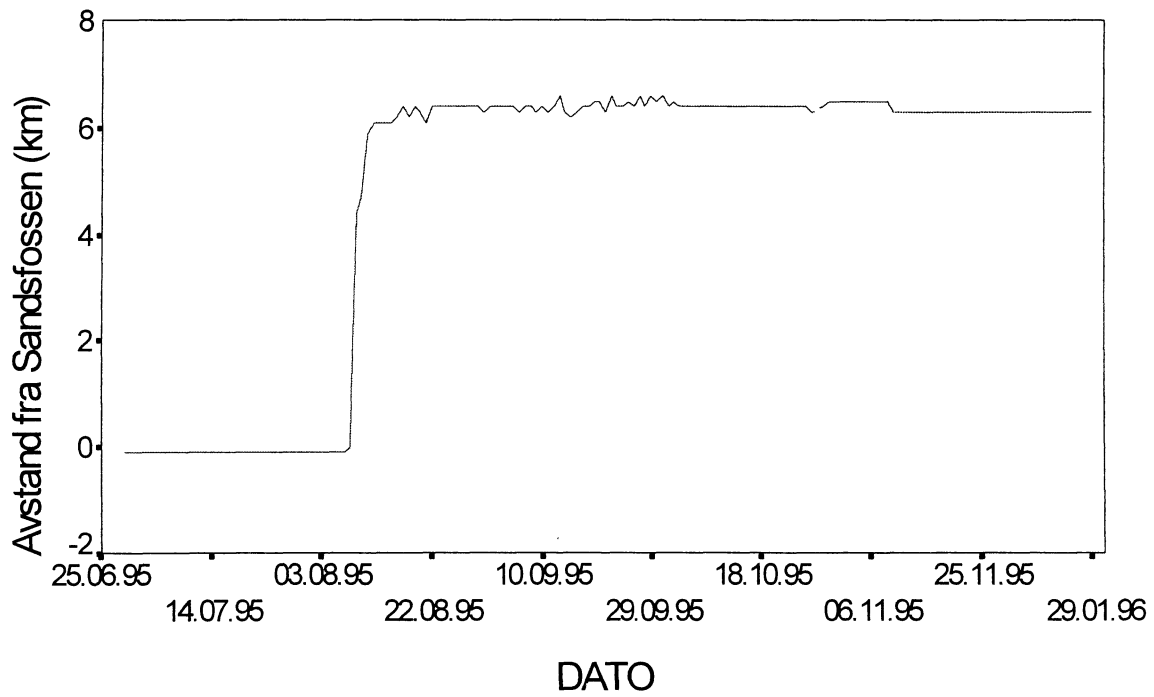
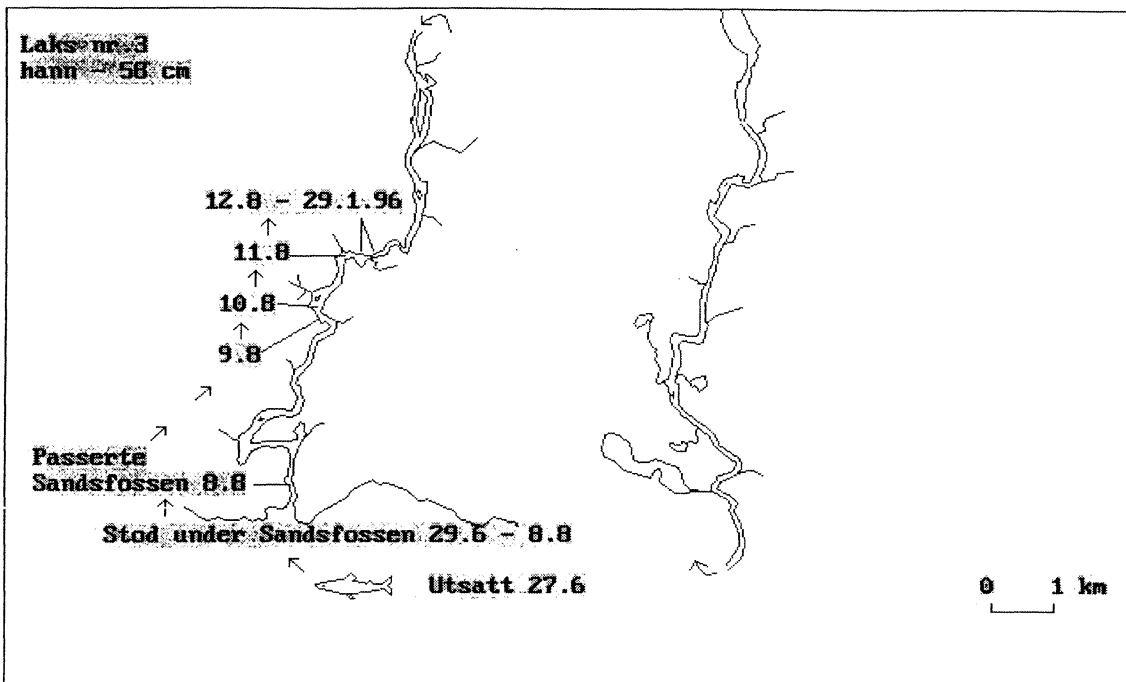
Ca. perioder for kalking og pH-nivå det er kalket til i Suldalslågen.

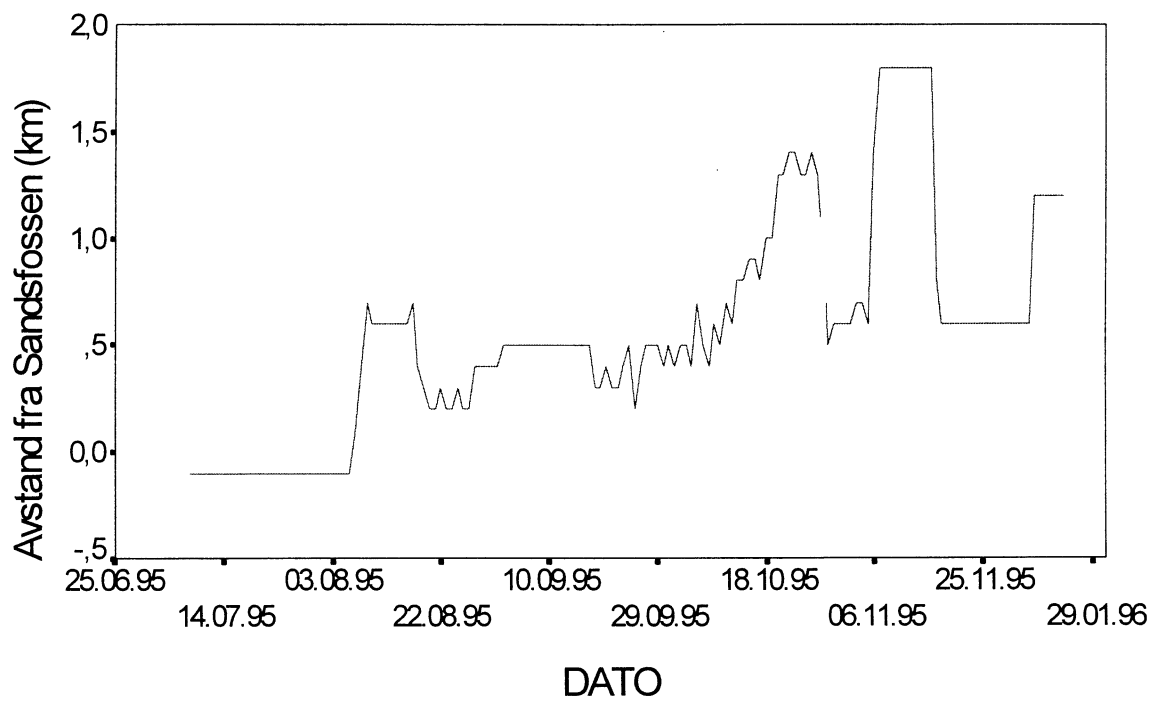
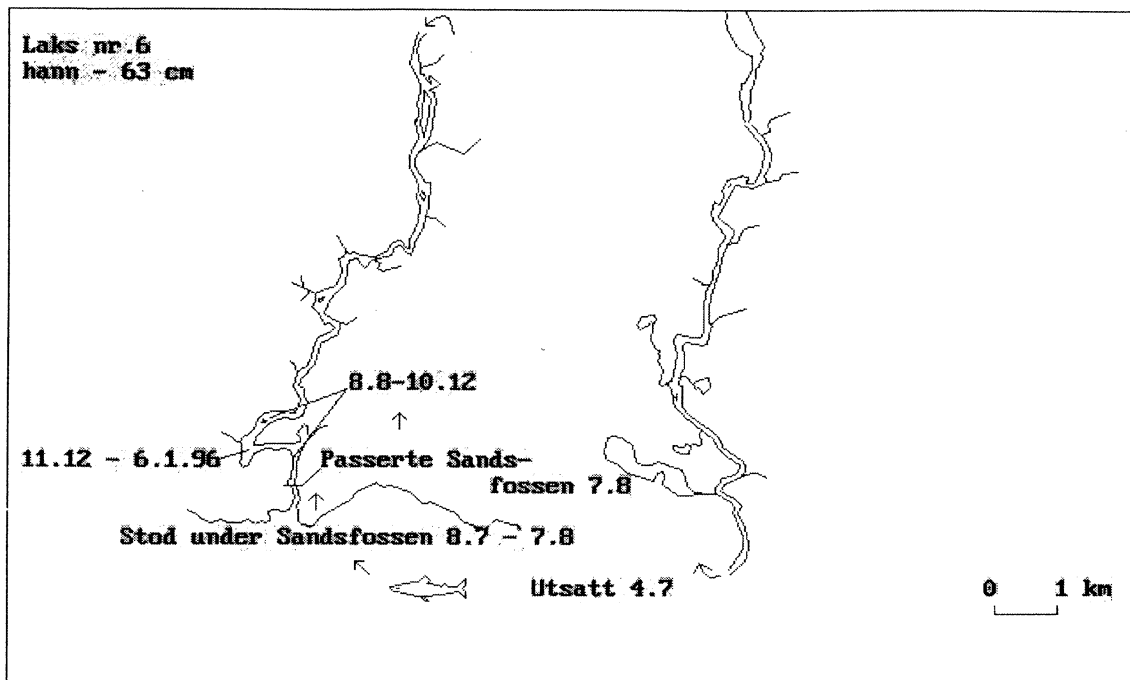
1987	1988	1989	1990	1991
16.01 - 04.02 27.12 - 31.12	01.01 - 13.05 (01.01 - 09.02) (12.02 - 15.04) (22.04 - 13.05) 31.10 - 17.11 11.12 - 31.12	01.01 - 29.03 24.08 - 03.09 29.09 - 08.10 16.10 - 19.11	14.01 - 22.04 24.09 - 09.11 23.12 - 31.12	01.01 - 06.02 23.03 - 07.04 13.11 - 31.12
6,2 - 6,5	6,2 - 6,5	6 - 6,3 6,2 - 6,5	6 - 6,3(5)	6 - 6,3(5)

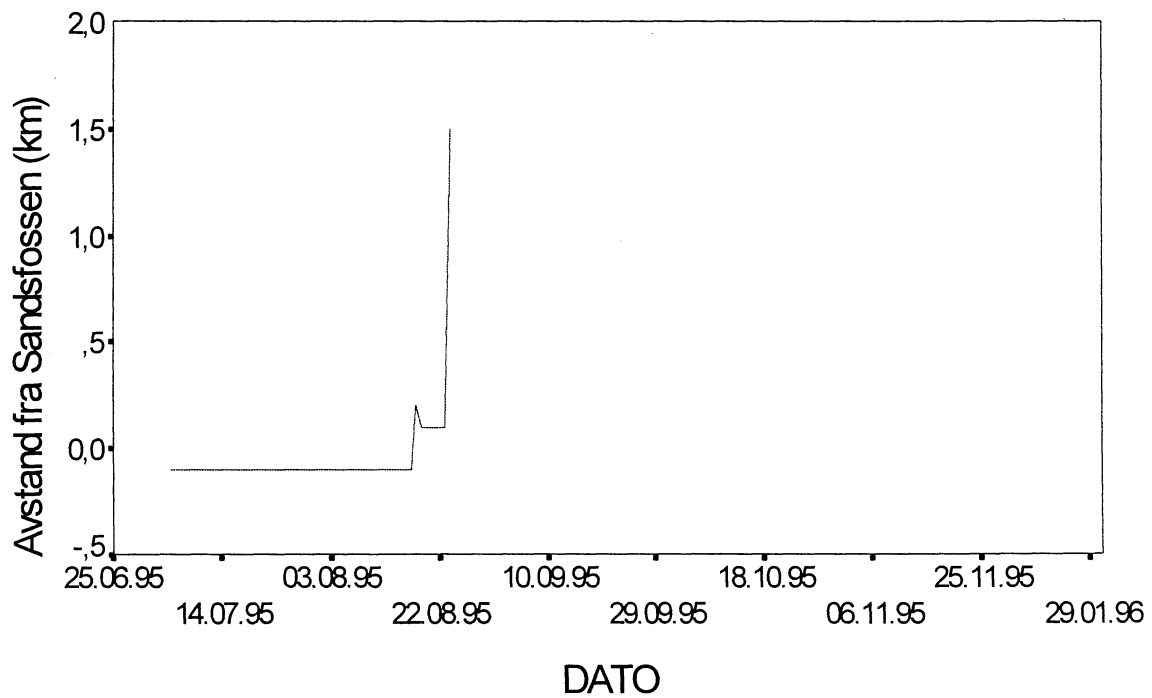
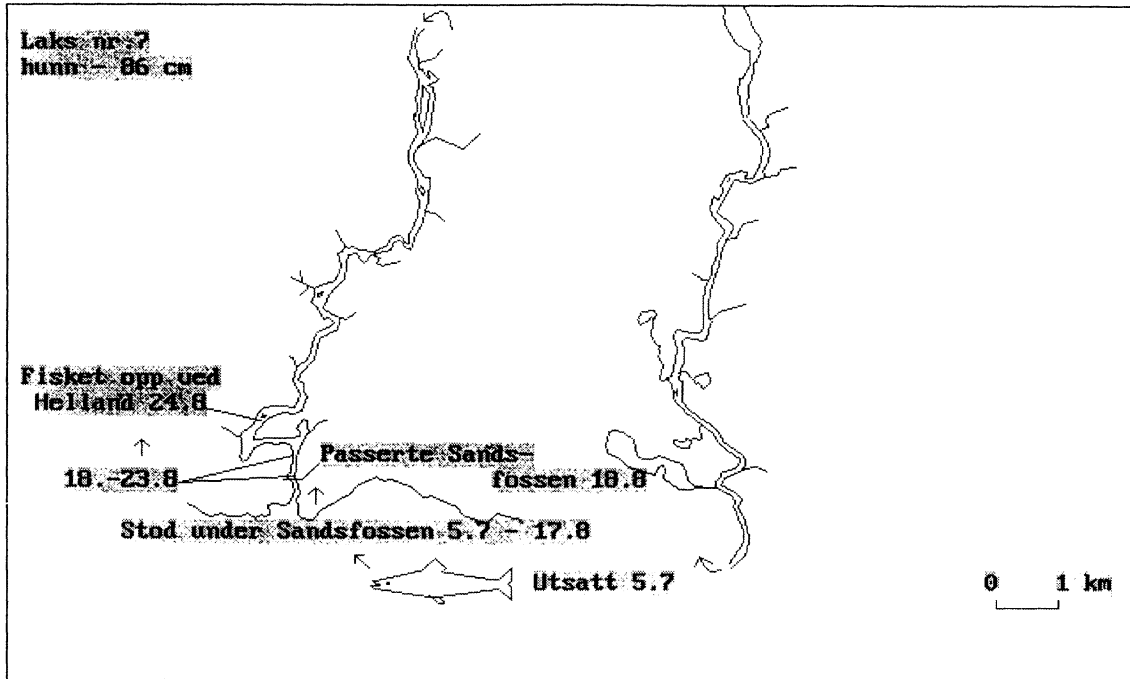
1992	1993	1994	1995
01.01 - 23.04 07.05 - 18.05 24.12 - 31.12	01.01 - 04.03 22.03 - 11.04 ca.12. 04 - 14.05	04.03 - 04.06 21.11 - 31.12.	01-01 - 05.03 17.03 - 29.05 16.10 - 18.10
6 - 6,3	5,9 - 6,3 - 6,5	5,9 - 6,3 - 6,5	5,9 - 6,3 - 6,5

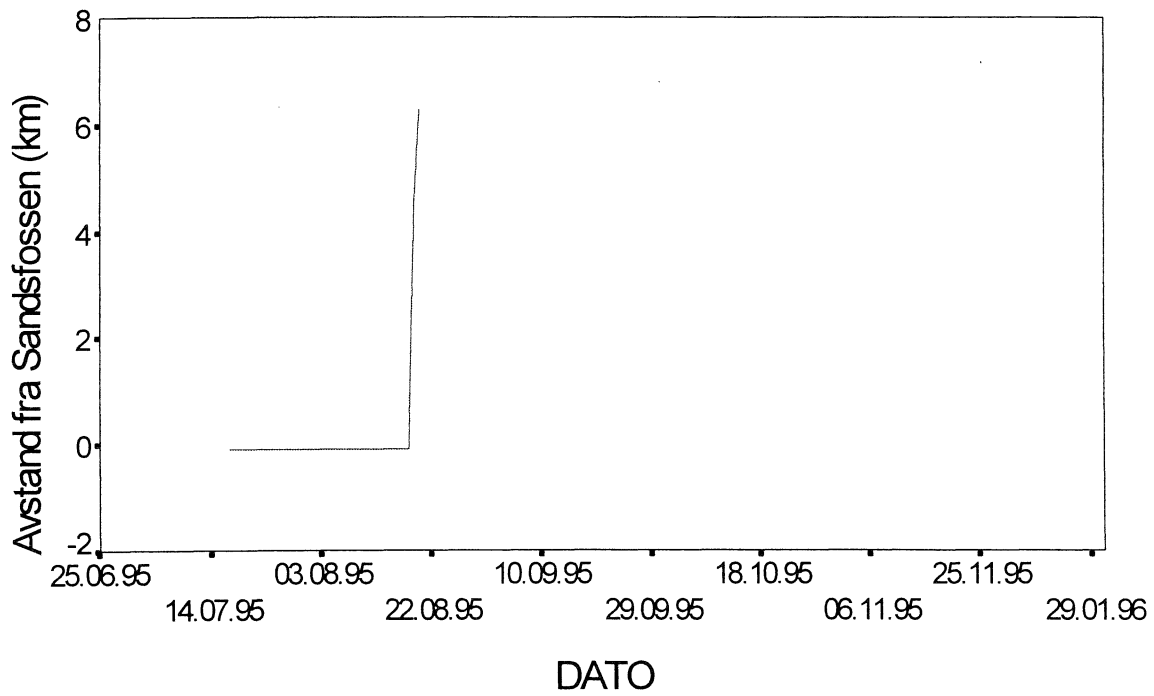
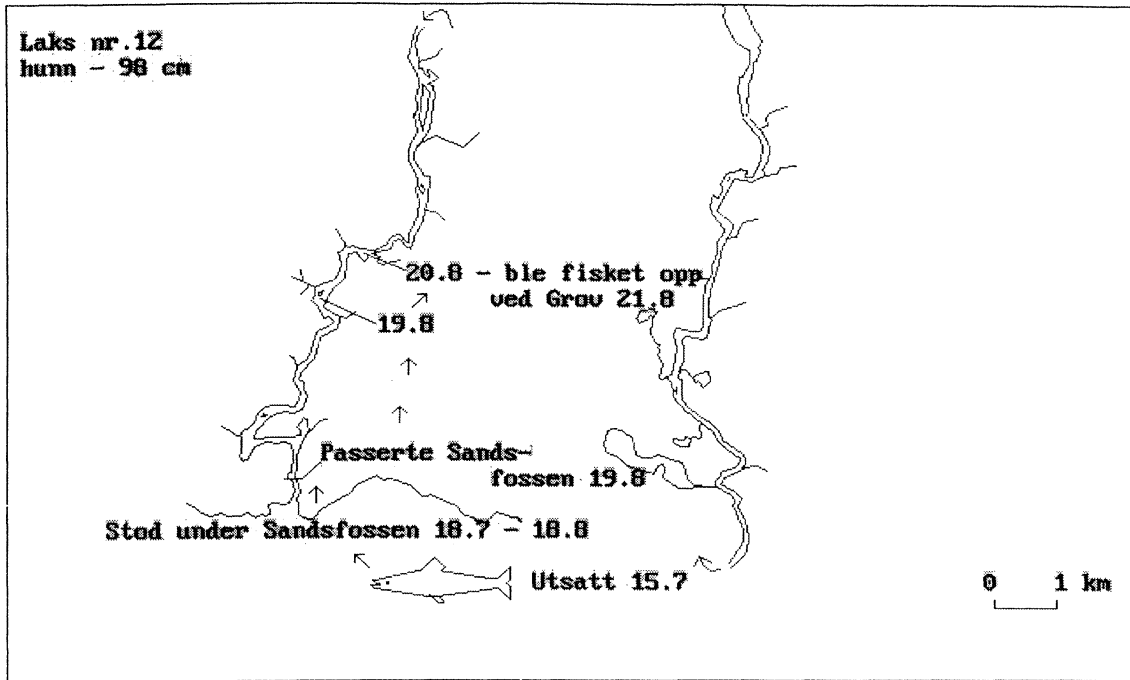
Vedlegg 2. Vandringsmønster for 15 radiomerkete laks i Suldalslågen i 1995. Den øverste del av figuren gir en oversikt over fiskens bevegelser i vassdraget mens den nederste delen angir avstanden fra Sandsfossen på hver peiledato.

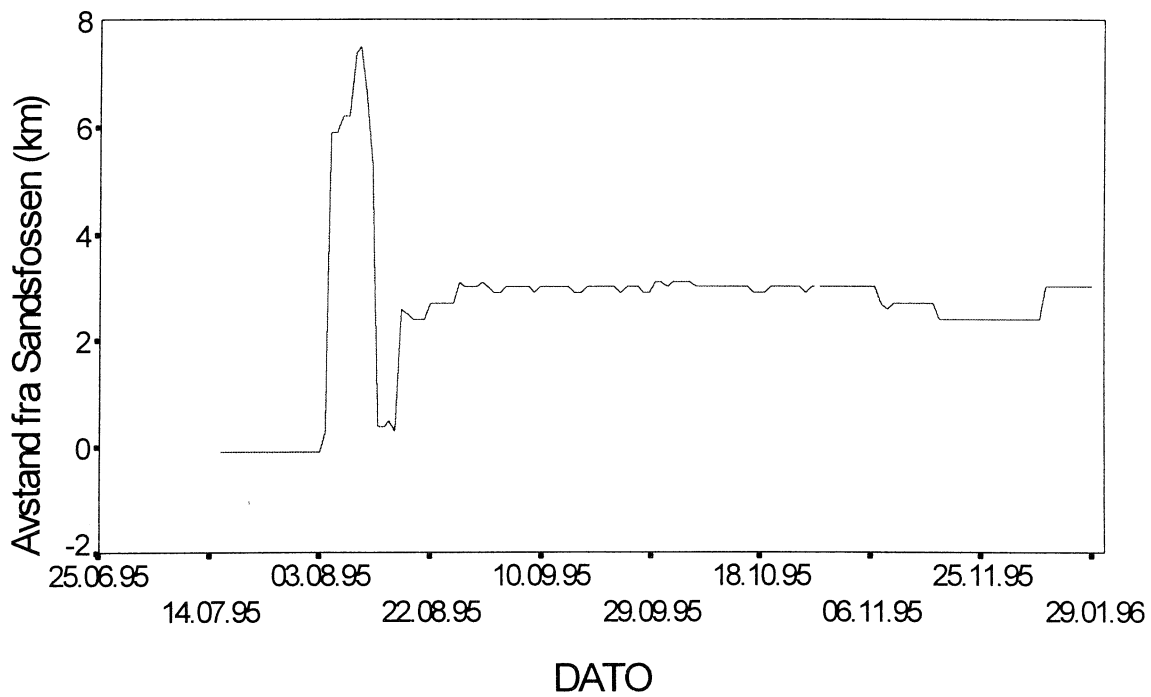
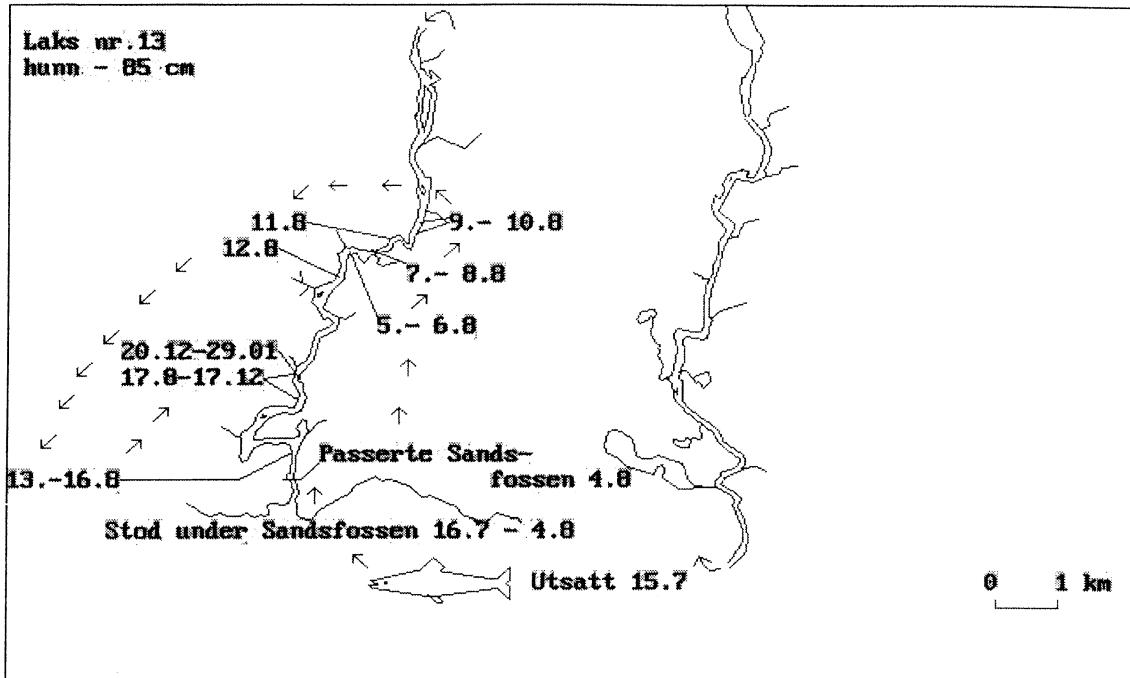


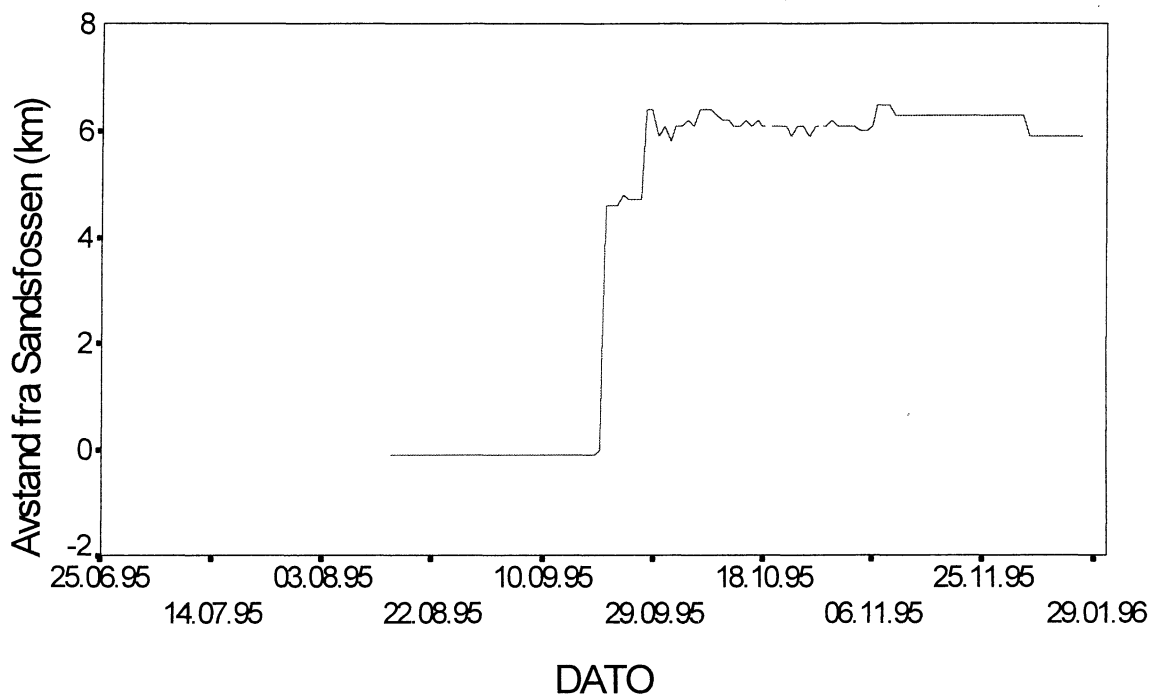
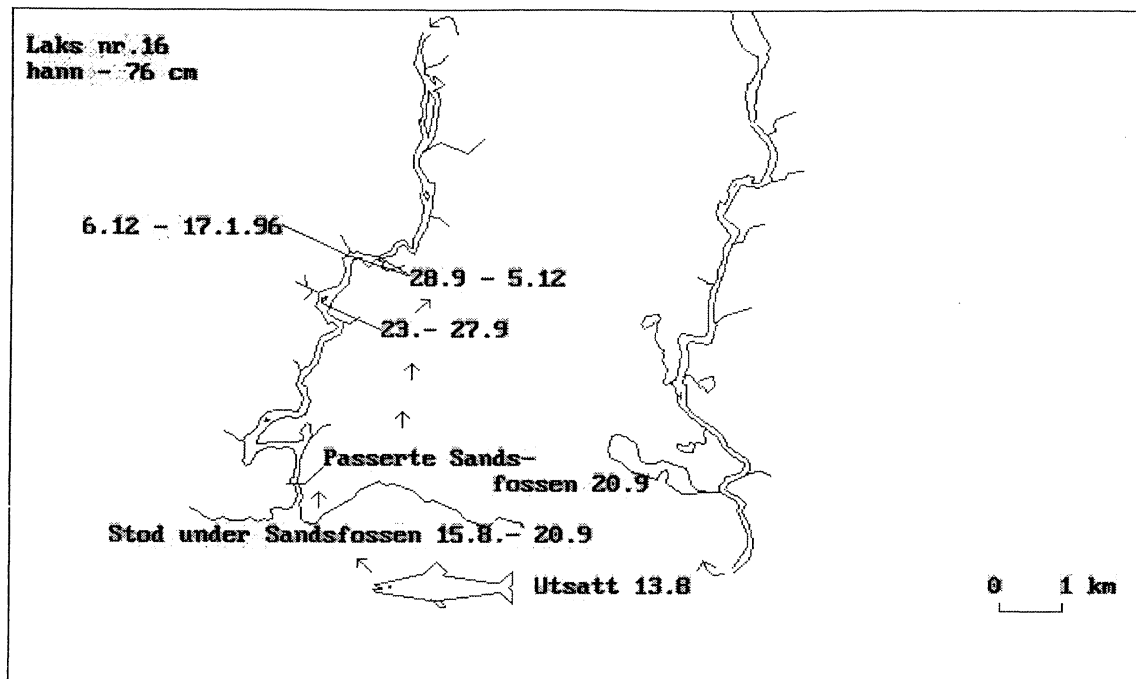


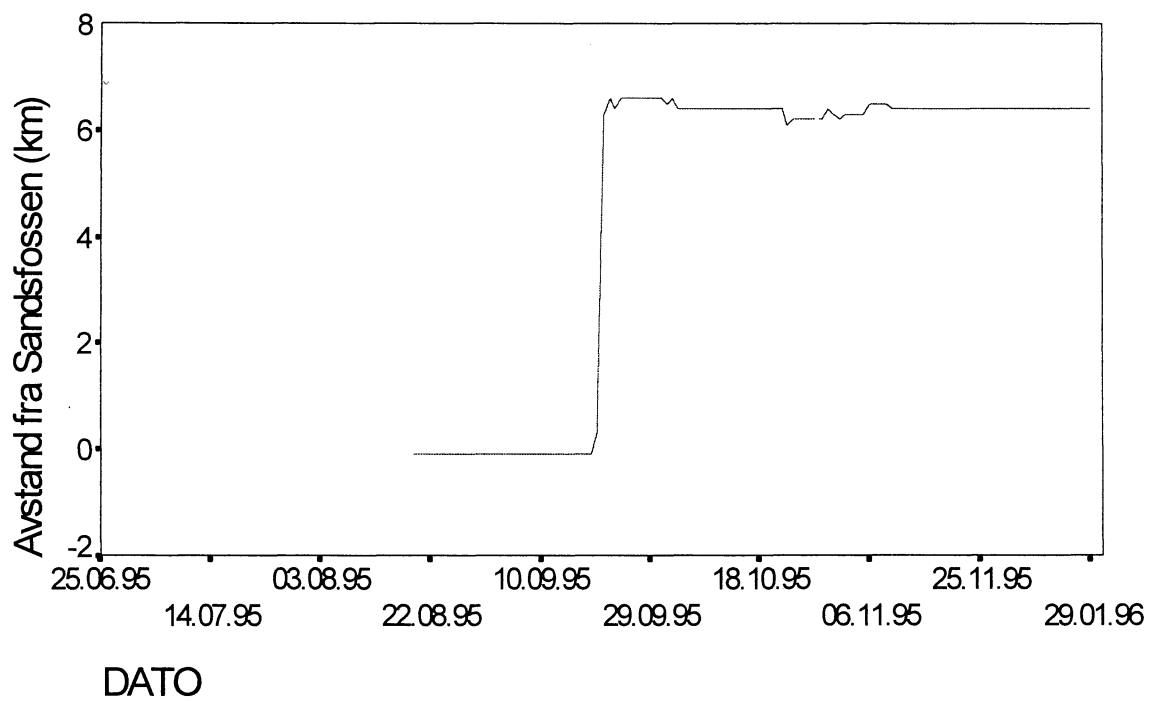
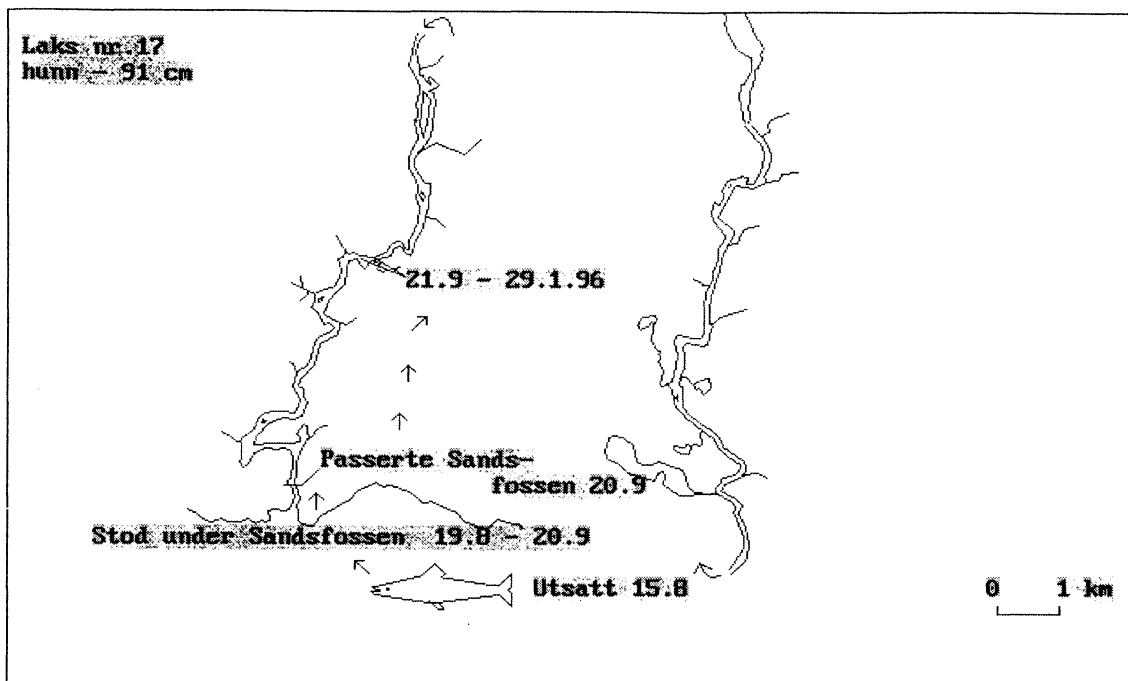


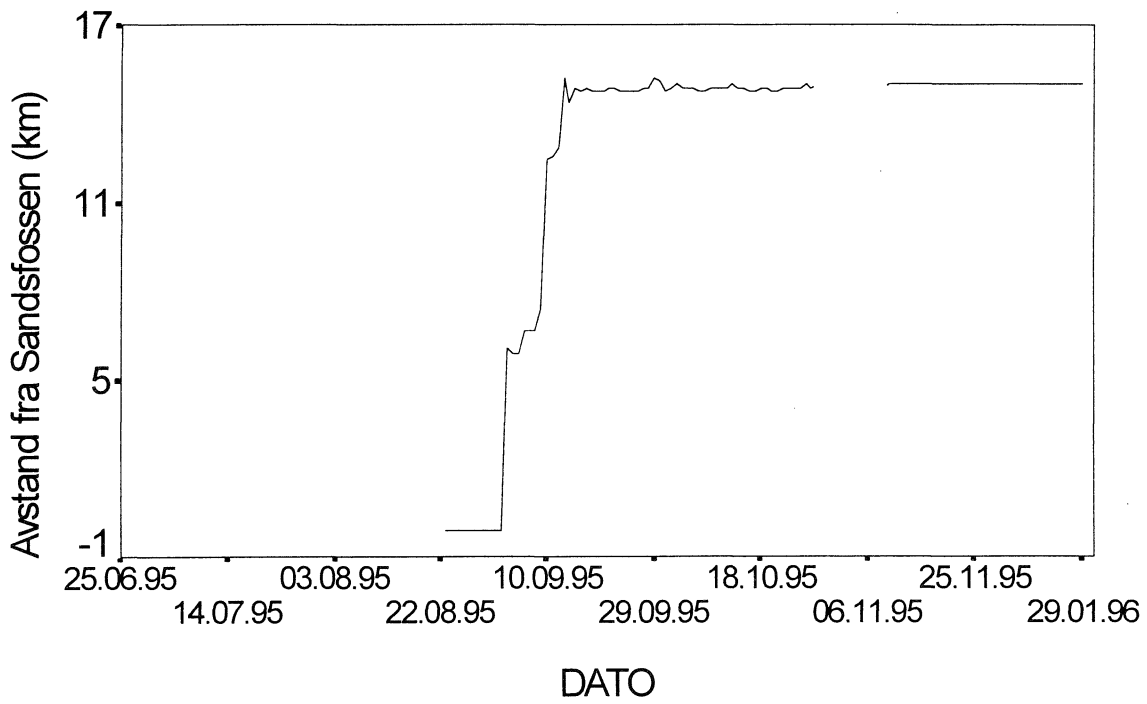
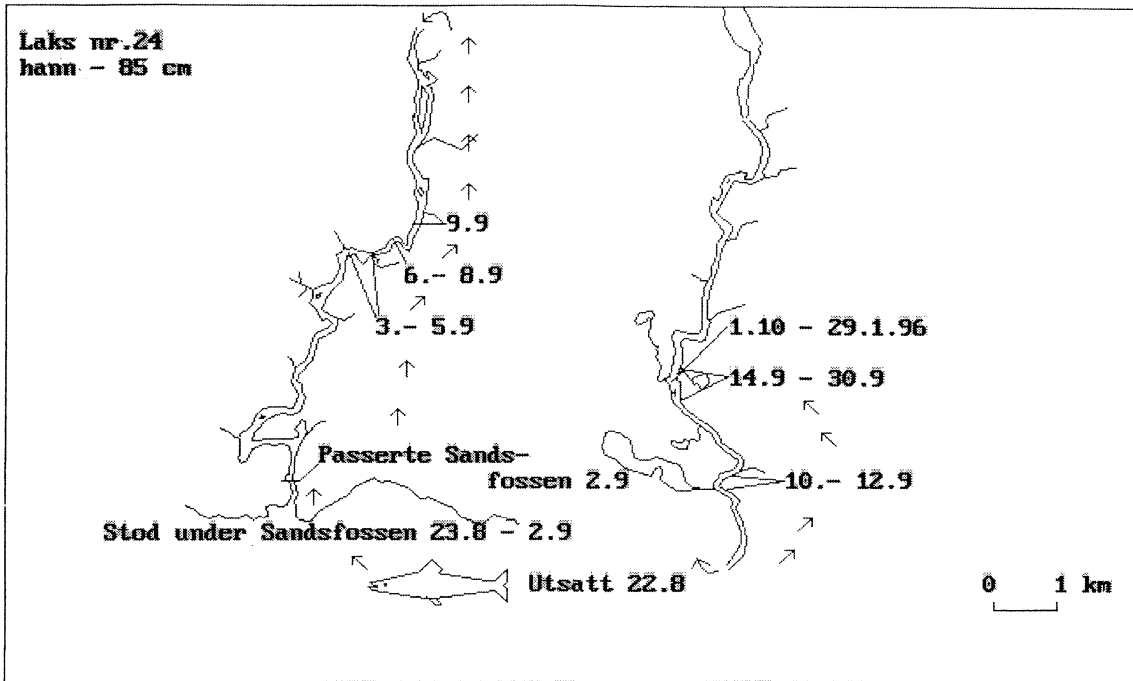


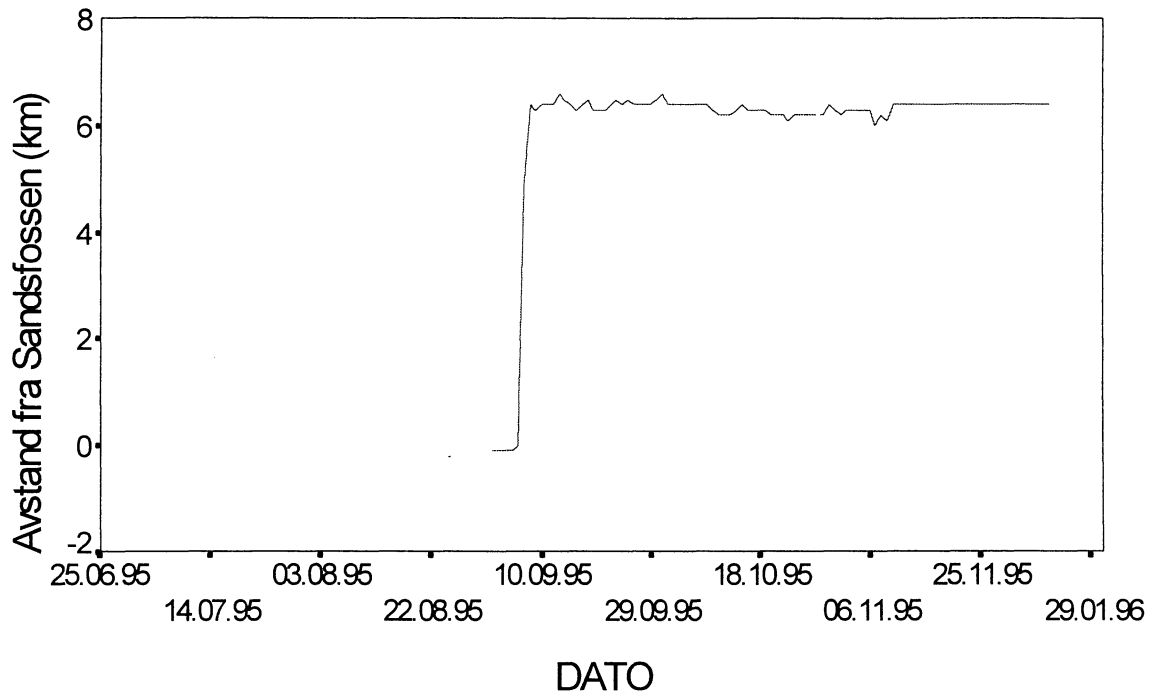
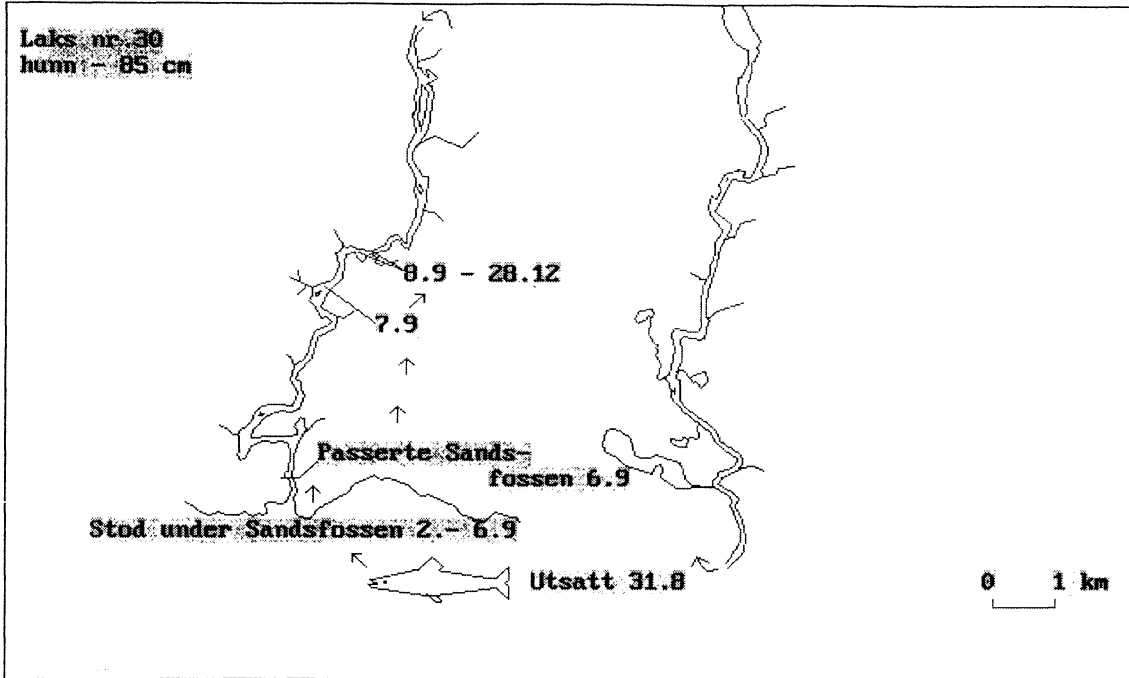


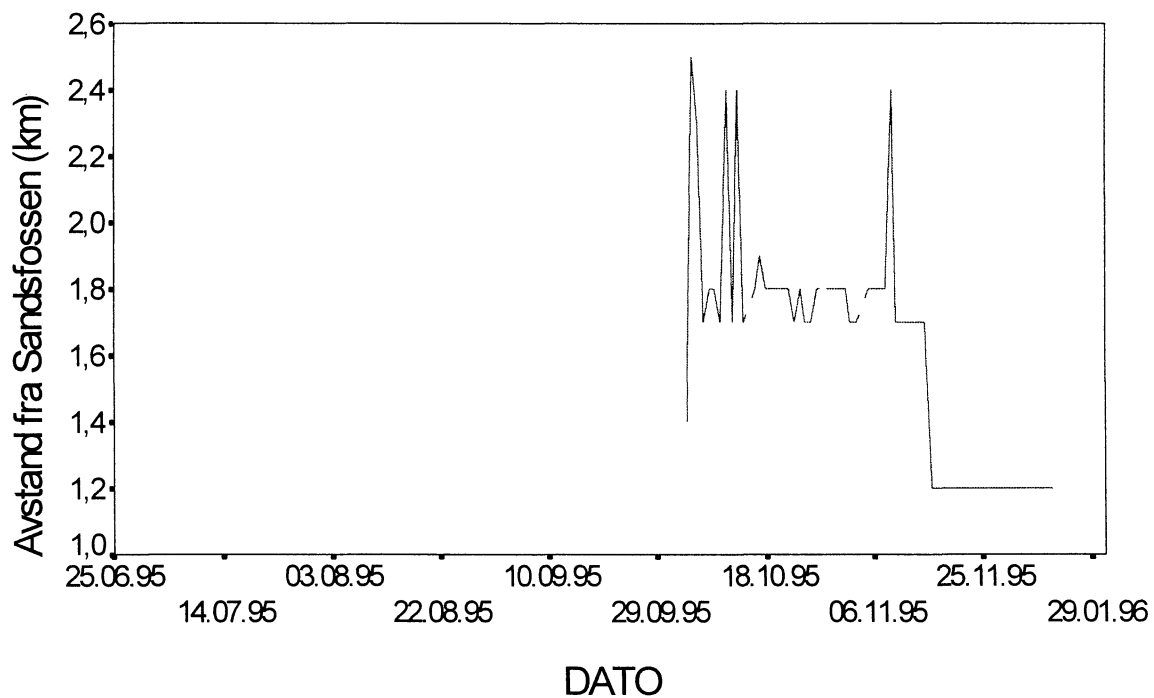
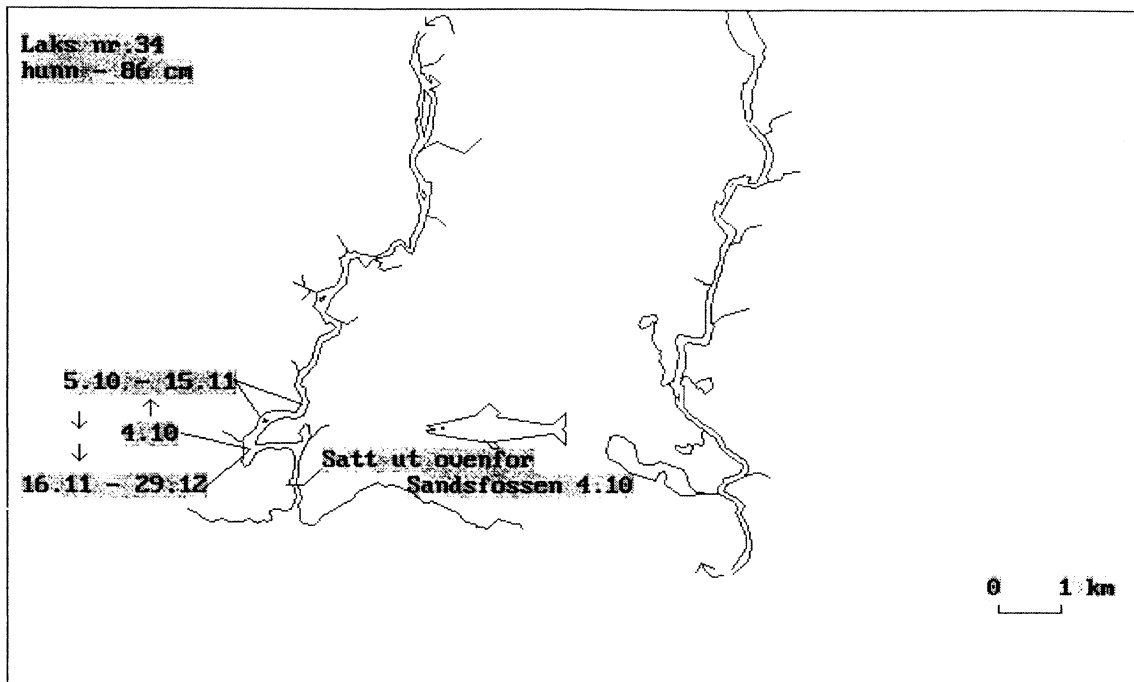


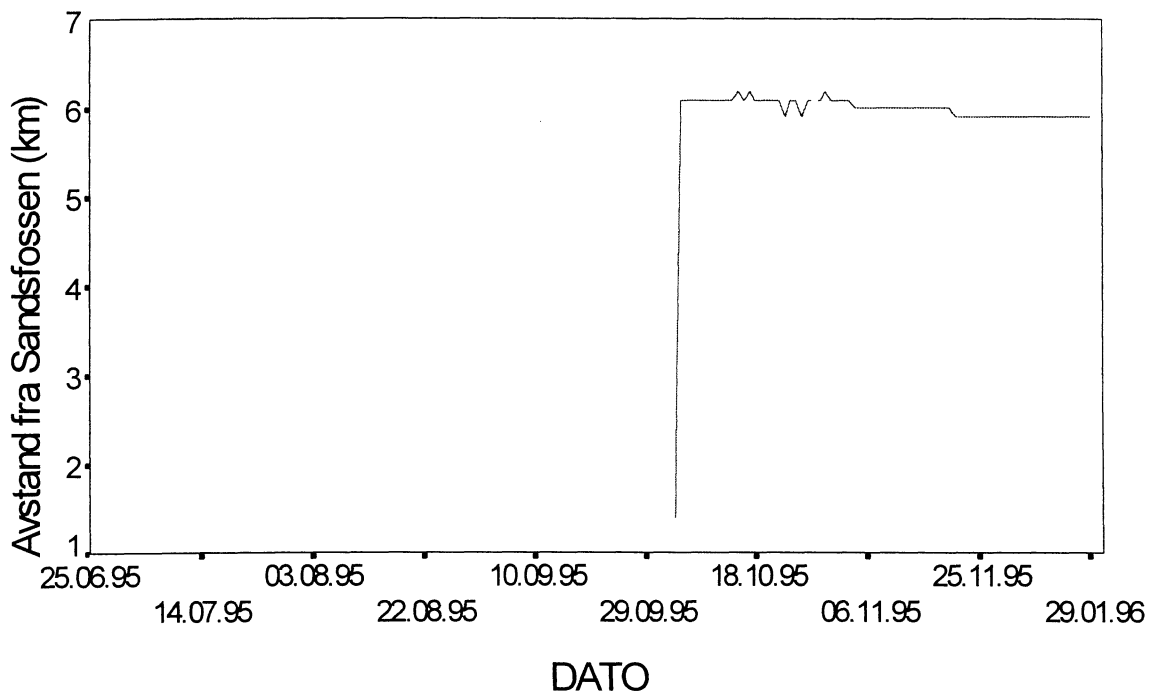
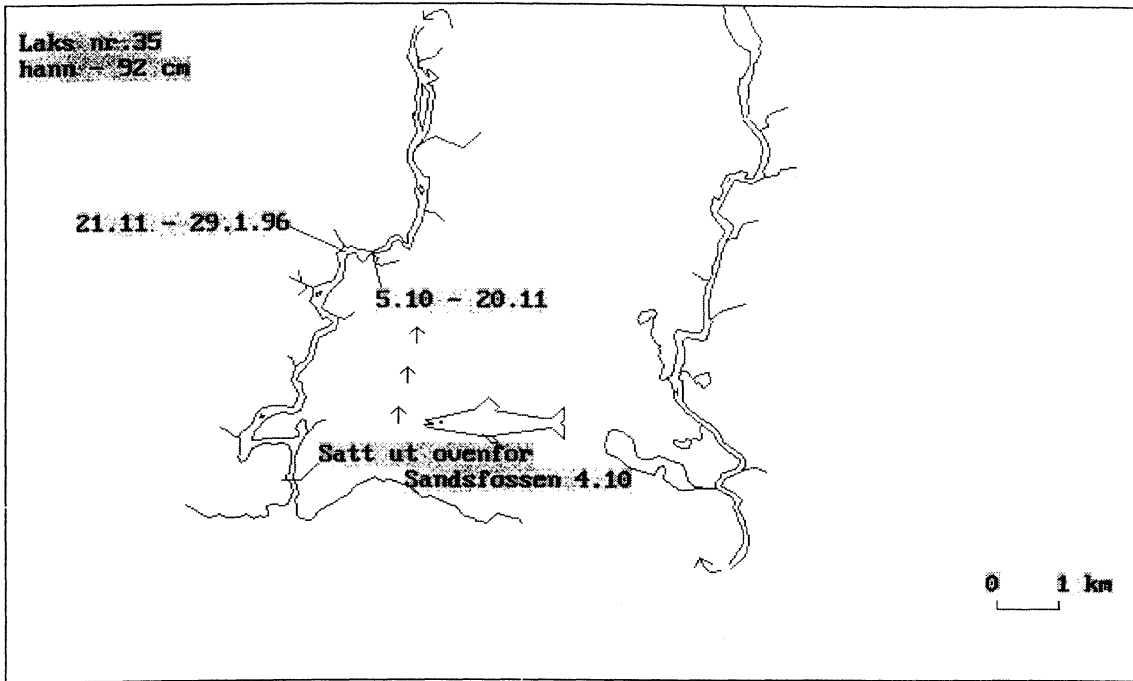


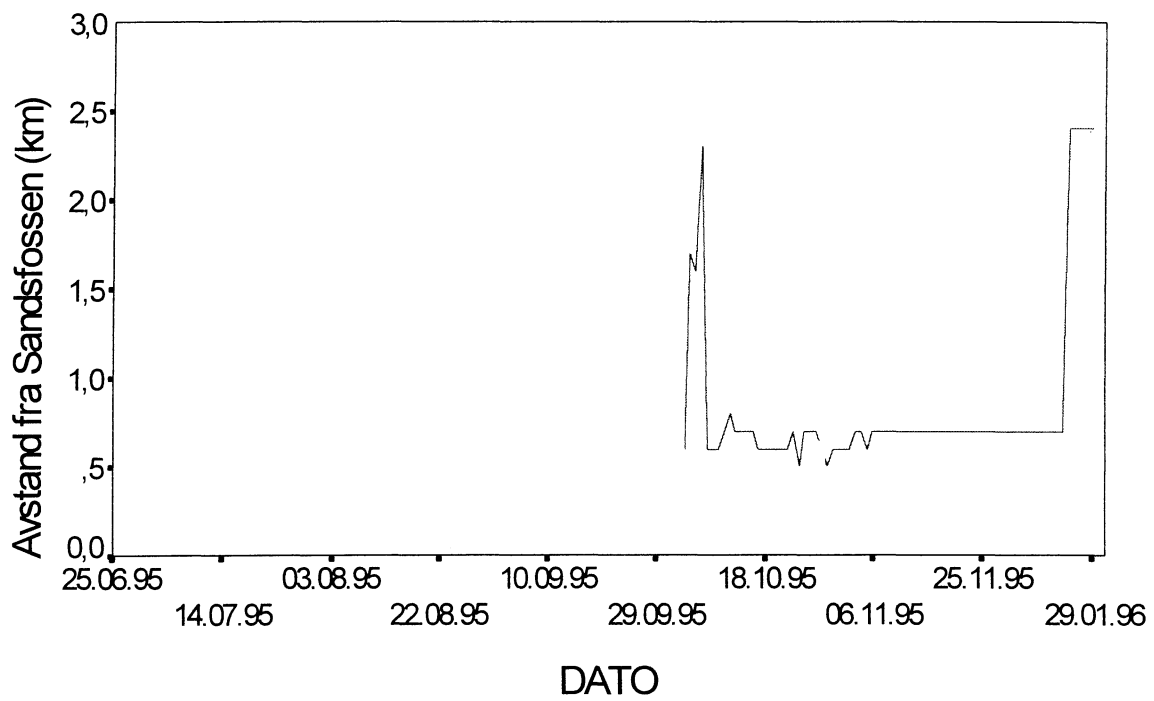
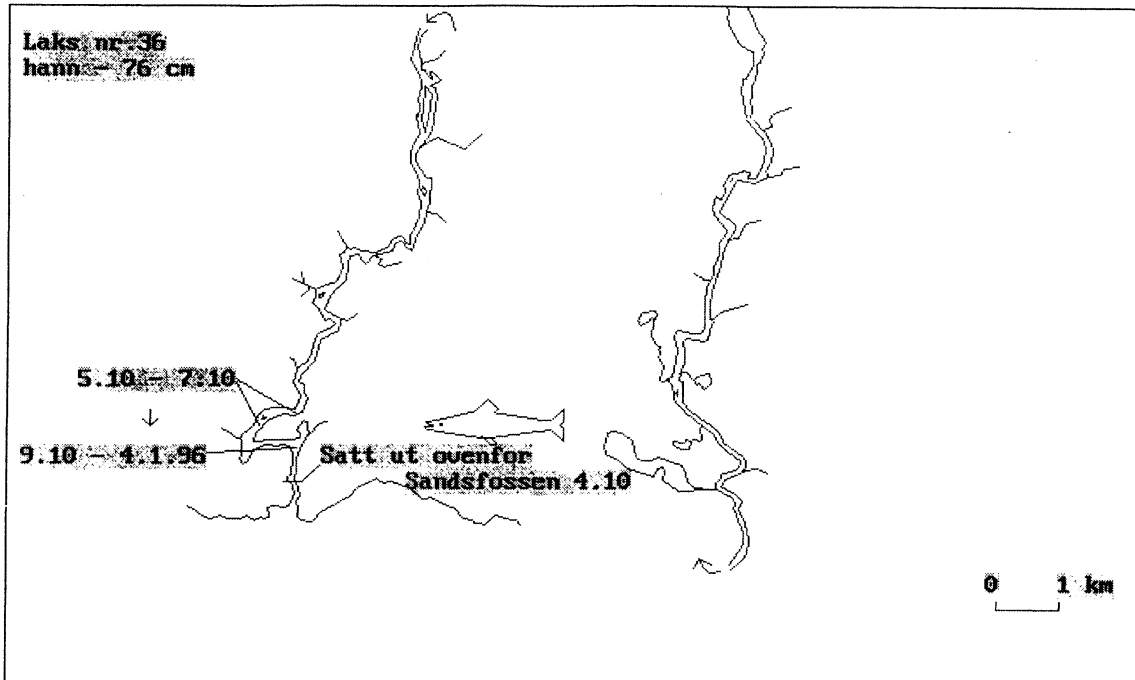


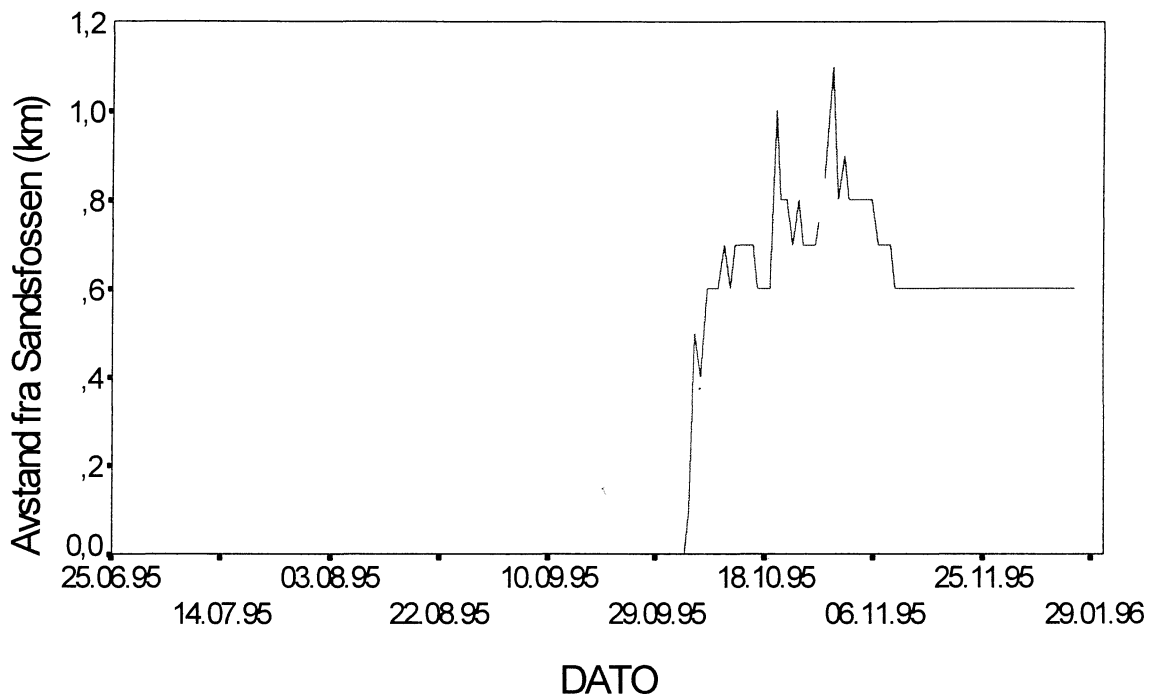
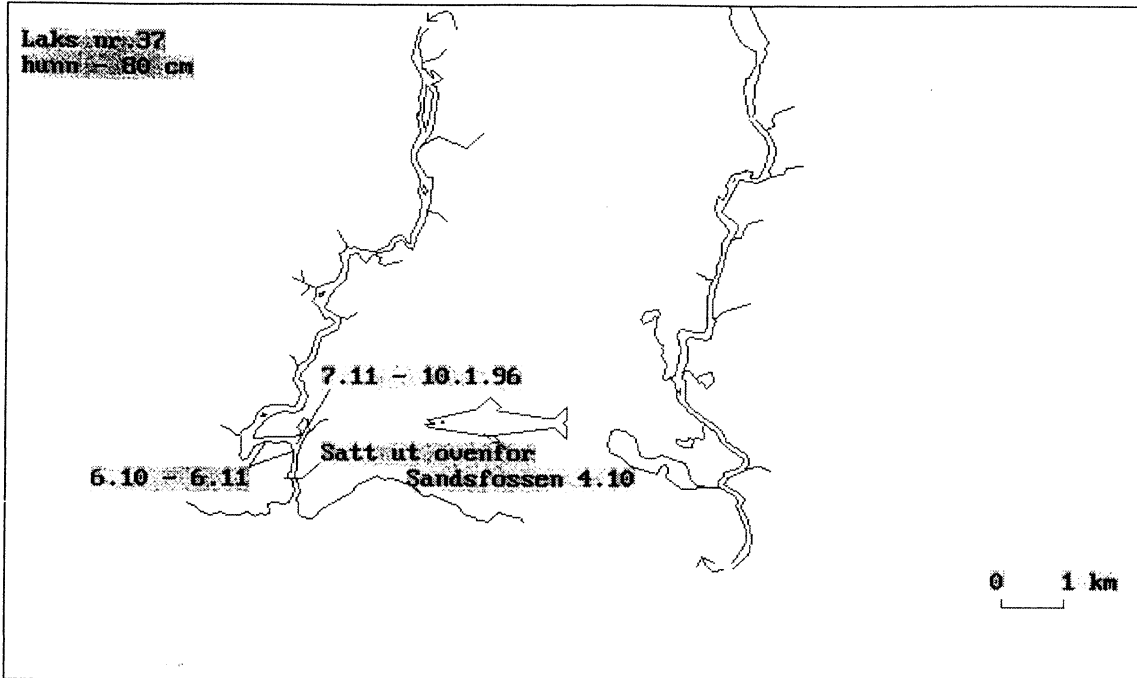


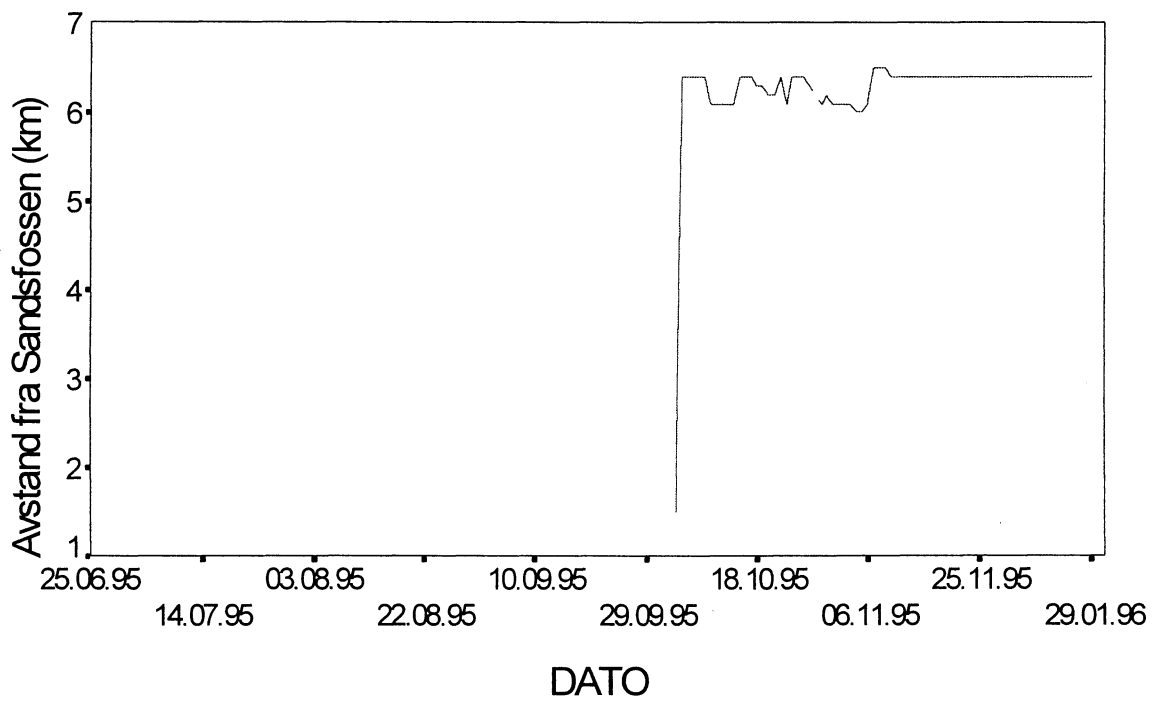
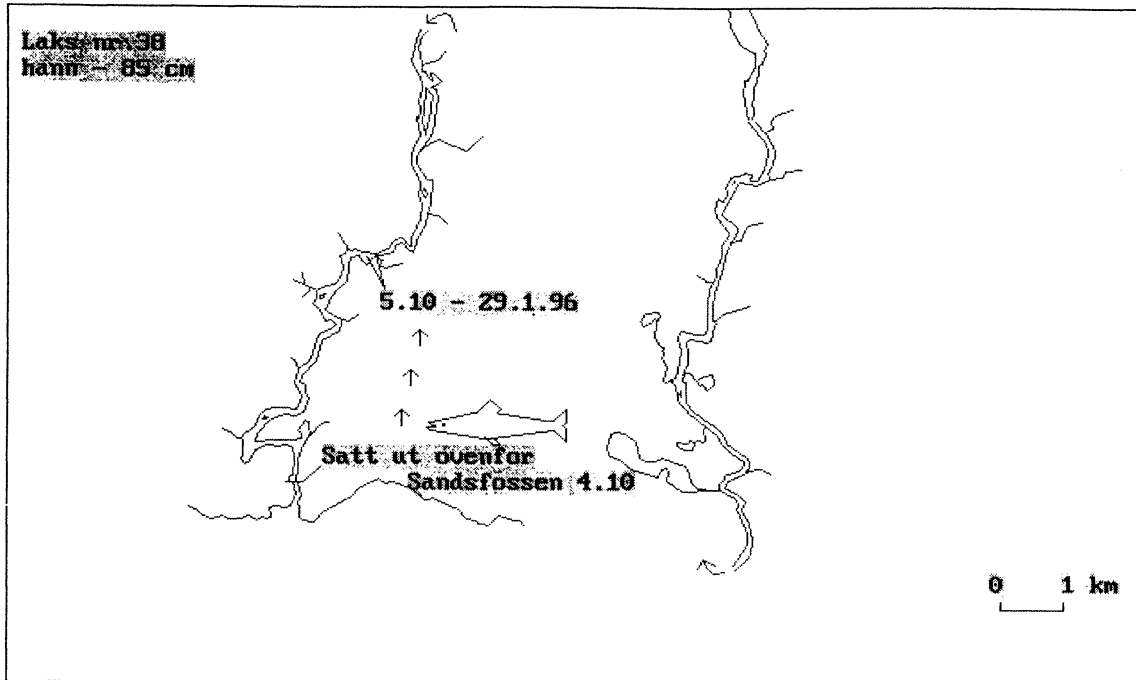












ISSN 0802-4103
ISBN 82-426-0704-4

421

**NINA
OPPDRAGS-
MELDING**

NINA Hovedkontor
Tungasletta 2
7005 TRONDHEIM
Telefon: 73 58 05 00
Telefax: 73 91 54 33

NINA
Norsk institutt
for naturforskning