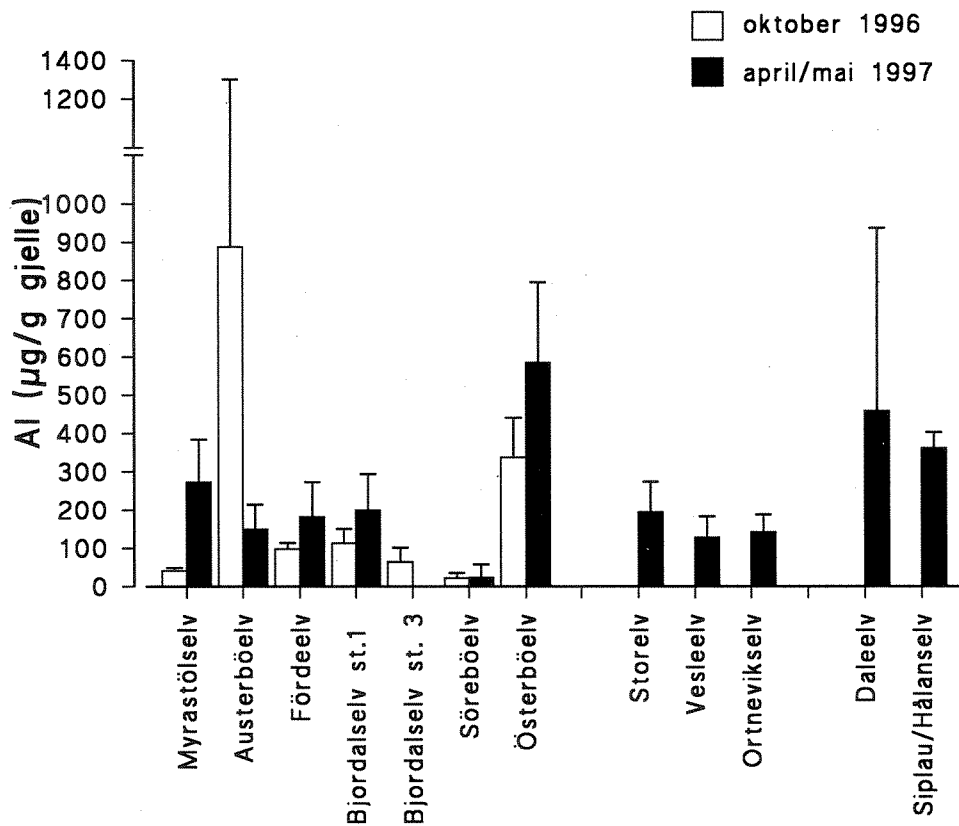


# Undersøkelse av regulerte vassdrag med anadrome fiskebestander i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane



## Norsk institutt for vannforskning

## RAPPORT

**Hovedkontor**

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

**Sørlandsavdelingen**

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

**Østlandsavdelingen**

Sandvikaveien 41  
2312 Ottestad  
Telefon (47) 62 57 64 00  
Telefax (47) 62 57 66 53

**Vestlandsavdelingen**

Nordnesboder 5  
5005 Bergen  
Telefon (47) 55 30 22 50  
Telefax (47) 55 30 22 51

**Akvaplan-NIVA A/S**

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Undersøkelse av regulerte vassdrag med anadrome fiskebestander i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane	Løpenr. (for bestilling) 3812-98	Dato 17.02.1998	
	Prosjektnr. Undernr. O-96237	Sider 72	Pris 100,-
Forfatter(e) Åtland, Åse (NIVA) Barlaup, Bjørn T. (LFI) Bjerknes, Vilhelm (NIVA) Kvellestad, Agnar (Norges veterinærhøgskole) Raddum, Gunnar G. (LFI) Sundt, Rolf (Havforskningsinstituttet)	Fagområde Sur nedbør	Distribusjon	
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket NIVA 1998	

Oppdragsgiver(e) Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelinga	Oppdragsreferanse
---	-------------------

## Sammendrag

På oppdrag fra Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane er fem vassdrag i Høyanger kommune undersøkt høsten 1996 og våren 1997 med tanke på vannkvalitet og bestandsstatus for aure og laks. Etter en samlet vurdering av resultatene anbefaler vi kalking for å sikre aurebestandene i Austerbø- og Østerbøelv. Alternativt bør disse elvene overvåkes for å fange opp en eventuell forverring av situasjonen som kan true bestandene. Av samme grunn anbefaler vi også overvåking av Myrastølselva og Førdeelva. Biotopjusterende tiltak i form av terskler blir anbefalt som tiltak for å øke produksjonsgrunnlaget for ungfisk på utvalgte strekninger i Austerbøelva, Førdeelva, og Bjordalselva. Våren 1997 ble prosjektet utvidet med undersøkelse av eggoverlevelse samt prøvetaking av gjeller i Orneviks- og Høyangervassdraget (Daleelva). I forbindelse med feltarbeidet i Daleelva ble det observert fiskedød, og prøvetakingen ble derfor utvidet for om mulig å bestemme årsaken til dette. Det ble funnet svært høye mengder aluminium på gjellene til ungfisk av laks (945 +/- 620 µg/g) og aure (461 +/- 477 µg/g) samlet inn fra Daleelva under fiskedøden, og det var omfattende histologiske forandringer i gjellene. Det er derfor overveiende sannsynlig at dårlig vannkvalitet med høye aluminiumskonsentrasjoner er årsaken til fiskedøden.

## Fire norske emneord

1. Sur nedbør
2. Vassdragsregulering
3. Sjøaure
4. Laks

## Fire engelske emneord

1. Acid rain
2. Hydroelectric regulation
3. Sea trout
4. Atlantic salmon



Åse Åtland  
Prosjektleder

ISBN 82-577-3388-1



Bjørn Olav Rosseland  
Forskningsjef

**Undersøkelse av regulerte vassdrag med anadrome  
fiskebestander i Høyanger kommune, Sogn og  
Fjordane**

---

## Forord

NIVA-Vestlandsavdelingen fikk i samarbeid med Laboratorium for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske (LFI) ved Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen i oppdrag å undersøke fem regulerte vassdrag i Høyanger kommune, Sogn og Fjordane. Oppdraget ble gitt av Fylkesmannen i Sogn og Fjordane, Miljøvernavdelingen i oktober 1996. Feltarbeidet ble gjennomført i oktober 1996, og resultatene ble oppsummert i en foreløpig datarapport utgitt i februar 1997. Rapporten inneholdt også et forslag om en oppfølgende undersøkelse av vannkvalitet og fisk for våren 1997. Tilbudet ble akseptert, og i tillegg utvidet med fiskeundersøkelser i Høyanger- og Ortneviksvassdraget, i kontrakt av 21. mai 1997. Feltarbeid og innsamling av vannprøver våren 1997 ble gjennomført i perioden 23. april til 10. mai. LFI hadde ansvaret for vurdering av fisketetthet, eggoverlevelse og bunndyr, mens NIVA hadde ansvaret for vannkjemi og undersøkelse av gjeller. Lars Chr. Seim Halvorsen og Svein Erik Gabrielsen fra Zoologisk institutt deltok i tillegg i feltarbeidet. Den histologiske undersøkelsen av gjeller er gjort av Agnar Kvellestad ved Norges veterinærhøgskole (NVH), mens kvantitative bestemmelser av gjellenes aluminiumsinnhold er gjort ved Laboratorium for Analytisk kjemi (LAK) ved Norges Landbrukshøgskole. Rolf Sundt ved Havforskningsinstituttet hadde ansvaret for artsbestemmelse av egg fra gytetroper i Ortneviks- og Høyangervassdraget. Flere av grunneierne og andre lokale har bidratt med nyttig informasjon om fisket i de ulike elvene. Ingvald Midttun og Magne Härkestad ved BKK har bidratt med nyttig informasjon om vassdragsreguleringene i området.

Rapporten er sluttrapport for begge oppdragene samlet. Vi benytter anledningen til å takke for oppdraget, og for godt samarbeid med Fylkesmannens Miljøvernavdeling

Bergen, 17. februar 1998

*Åse Åtland*

---

# Innhold

<b>1. Sammendrag</b>	<b>8</b>
<b>2. Innledning</b>	<b>11</b>
<b>3. Metoder</b>	<b>12</b>
3.1 Undersøkte vassdrag	12
3.2 Vannkjemi	14
3.3 Fiskeundersøkelser	15
3.3.1 Tettheter og bestandsforhold	15
3.3.2 Gjelleundersøkelser	16
3.4 Bunndyrundersøkelser	18
<b>4. Resultater og diskusjon</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Myrastølsva (Storelva) (069.51Z)</b>	<b>20</b>
4.1.1 Områdebeskrivelse	20
4.1.2 Vannkjemi og bunndyr	22
4.1.3 Fisketettheter og bestandsforhold	23
4.1.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi	24
4.1.5 Vurdering av tiltak i vassdraget	25
<b>4.2 Austerbølva ved Myrastøl (069.5Z)</b>	<b>26</b>
4.2.1 Områdebeskrivelse	26
4.2.2 Vannkjemi og bunndyr	27
4.2.3 Fisketettheter og bestandsforhold	28
4.2.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi	29
4.2.5 Vurdering av tiltak i vassdraget	30
<b>4.3 Førdeelva (069.7Z)</b>	<b>31</b>
4.3.1 Områdebeskrivelse	31
4.3.2 Vannkjemi og bunndyr	32
4.3.3 Fisketettheter og bestandsforhold	33
4.3.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi	35
4.3.5 Vurdering av tiltak i vassdraget	36
<b>4.4 Bjordalselva (069.72Z)</b>	<b>38</b>
4.4.1 Områdebeskrivelse	38
4.4.2 Vannkjemi og bunndyr	39
4.4.3 Fisketettheter og bestandsforhold samt effekter av partikkelforurensning	40
4.4.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi	42
4.4.5 Vurdering av tiltak i vassdraget	43
<b>4.5 Østerbøvassdraget (069.8Z), Sørebølva og Østerbølva</b>	<b>44</b>
4.5.1 Områdebeskrivelse	44
4.5.2 Vannkjemi og bunndyr	46
4.5.3 Fisketettheter og bestandsforhold	48
4.5.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi	51
4.5.5 Vurdering av tiltak i vassdraget	53

<b>4.6 Ortneviksvassdraget (070.2Z)</b>	<b>54</b>
4.6.1 Områdebeskrivelse	54
4.6.2 Vannkjemi	55
4.6.3 Eggoverlevelse	55
4.6.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi	57
<b>4.7 Høyangervassdraget (079.Z)</b>	<b>58</b>
4.7.1 Områdebeskrivelse	58
4.7.2 Vannkjemi	58
4.7.3 Episode med fiskedød - vurdering av årsaksforhold	60
4.7.4 Eggoverlevelse	62
4.8 Bunndyr	64
<b>5. Litteratur</b>	<b>67</b>
<b>Vedlegg A. Rådata på vannkvalitet og fisk</b>	<b>69</b>

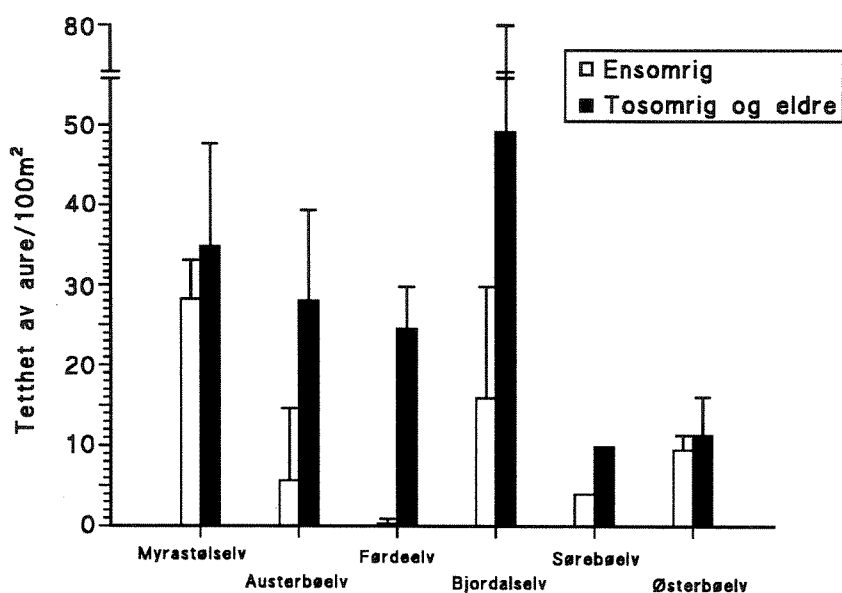
# 1. Sammendrag

På oppdrag fra Fylkesmannens Miljøvernnavdeling i Sogn og Fjordane er seks elver i Høyanger kommune undersøkt høsten 1996 og våren 1997 med tanke på vannkvalitet og bestandsstatus for aure og laks. Undersøkelsene ble basert på prøvetaking av vannkjemi, ungfisktettheter, gjelleprøver og bunndyr. Gjellene ble undersøkt histologisk for eventuelle forandringer, og aluminium og jernanalyse ble utført på gjellehomogenat. Våren 1997 ble prosjektet utvidet med undersøkelse av eggoverlevelse samt prøvetaking av gjeller i Orneviks- og Høyangervassdraget (Daleelva). I forbindelse med feltarbeidet i Daleelva ble det observert fiskedød, og prøvetakingen ble derfor utvidet for om mulig å bestemme årsaken til fiskedøden.

De vannkemiske resultatene viser at Østerbølva og Austerbølva er mest forsuret med pH verdier mellom 5,1 og 5,7, og konsentrasjoner av labilt aluminium opp mot 45 µg/L. Deretter følger Myrastølvelva og Førdeelva som hadde pH verdier mellom 5,3 og 5,8 og labilt aluminium omkring 20 µg/L. Bjordalselva, og spesielt Sørebølva er lite forsuret med pH verdier på henholdsvis 5,8 til 6,4, og 6,5 til 6,7. Labilt aluminium var lavere enn 10 µg/L i begge disse elvene.

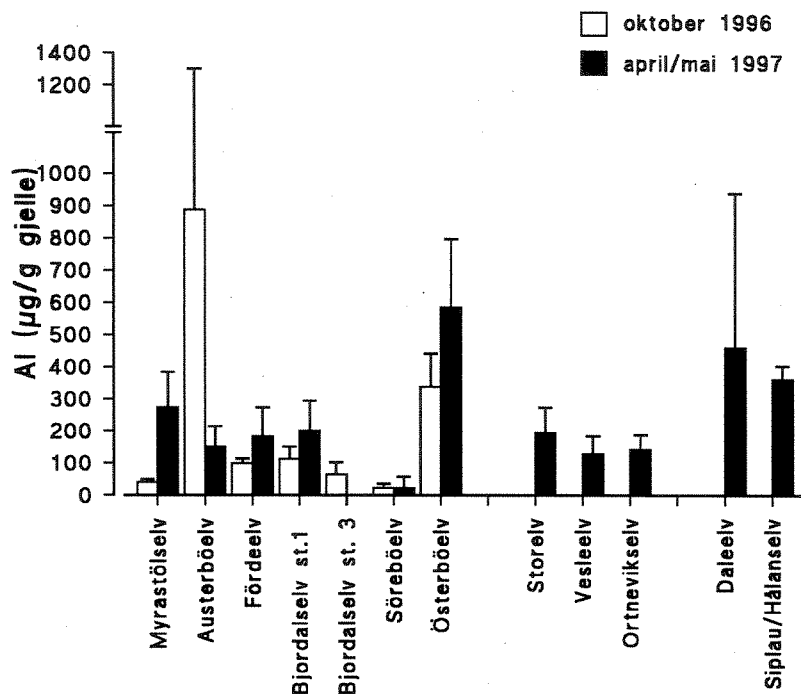
Det ble påvist selvreproduserende bestander av aure i alle de undersøkte elvene dvs. Myrastølvelva, Austerbølva, Førdeelva, Bjordalselva, Sørebølva og Østerbølva. Kjønnsmoden sjøaure ble observert i alle elvene. Det ble ikke funnet ungfisk av laks i noen av vassdragene med unntak av Sørebølva hvor det ble registrert to presmolt. Imidlertid kan en ikke utelukke at disse fiskene hadde rømt fra smoltanlegget ved Sørebølva. Basert på resultatene fra ungfiskundersøkelsene og lokal informasjon angående forekomst av laks er det svært lite sannsynlig at noen av vassdragene per i dag har en selvreproduserende bestand av laks. Med unntak av Østerbølva tilsier lokalkunnskap at det heller ikke har vært noen etablert laksebestand i noen av vassdragene de siste 50 år. I Østerbølva er det derimot rapportert om regelmessige fangster av laks på 50-tallet, og vi finner det derfor sannsynlig at elva den gangen hadde en stedegen laksebestand som senere er gått tapt.

De observerte tetthetene av ungfisk varierte mye mellom elvene, noe som trolig kan tilskrives stor variasjon i vannkemiske, hydrologiske, og topografiske forhold mellom elvene. Førdeelva og Østerbølva ble vurdert til å ha relativt ugunstige oppvekstforhold for fisk siden disse elvene har ustabile bunnforhold med massetransport og grovt substrat med lite begroing. Myrastølvelva, Austerbølva og Bjordalselva er derimot eksempler på elver med gunstige produksjonsforhold for ungfisk med mer stabile bunnforhold, begrodd substrat og flere rolige partier og kulper. Tetthetene av ungfisk fulgte i grove trekk hva som var forventet utfra vurderingene om elvas produksjonsforhold (**Figur 1**). Unormalt lave tettheter av årssyngel i Austerbøl- og Førdeelva tyder på rekrutteringssvikt for 1996 årsklassen i disse elvene. For Austerbølva sin del kan dette ha sammenheng med vannkvaliteten ettersom resultatene viste lav pH og høye konsentrasjoner av labilt aluminium. Gjellene hadde de største histologiske forandringene og de høyeste aluminiumskonsentrasjonen hos fisk i de to elvene med de høyeste konsentrasjonene av labilt aluminium i vannet (Østerbøl- og Austerbølva). For de andre elvene var det også gjelleforandringer som kan relateres til surt, aluminiumsrikt vann, bortsett fra i Sørebølva.



**Figur 1.** Gjennomsnittlig tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> (med standard avvik) av ensomrig og eldre aure funnet ved el. fiske av de undersøkte elvene. Samtlige elver ble fisket i oktober 1996, med unntak av Austerbøelva som ble fisket i februar 1997.

Studier av fiskegjeller viste til dels høye konsentrasjoner av aluminium på gjellene (**Figur 2**). For alle elvene hvor det ble tatt prøver både høsten 1996 og våren 1997, var konsentrasjonene høyere om våren enn om høsten. Resultatene samsvarte bra, både med den histologiske undersøkelsen og med de vannkjemiske dataene for vassdragene.



**Figur 2.** Gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (+/- standard avvik) på/i fiskegjeller fra fisk (n = 5) i de ulike elvene som ble undersøkt i Høyanger kommune i 1996-97. I Austerbøelva ble det ikke tatt prøver høsten 1996, og de høye verdiene er fra prøver tatt i februar 1997.



Resultatene fra bunndyrundersøkelsene samsvarer stort sett med de vannkjemiske forhold. Østerbøelva og Austerbøelva har de tydeligste forsurende forhold på bunndyrfaunaen. Bunndyrfaunaen i Myrastølselv og Førdeelv indikerer et mer moderat skadeomfang, mens faunaen i Bjordalselv og Sørøelv viser liten eller ingen skade.

Etter en samlet vurdering av resultatene anbefaler vi kalking for å sikre aurebestandene i Austerbø- og Østerbøelv. Alternativt bør disse elvene overvåkes for å fange opp en eventuell forverring av situasjonen som kan true bestandene. Av samme grunn anbefaler vi også overvåking av Myrastølselva og Førdeelva. Biotopjusterende tiltak i form av terskler blir anbefalt som tiltak for å øke produksjonsgrunnlaget for ungfisk på utvalgte strekninger i Austerbøelva, Førdeelva, og Bjordalselva.

Undersøkelse av 29 gytegroper i Ortneviksvassdraget og 14 gytegroper i Høyangervassdraget viste en eggoverlevelse på henholdsvis 61% og 63%. Disse overlevelsesprosentene gir en klar indikasjon på at det ikke forekommer vedvarende episoder med pH-verdier ned mot 5,0 i de to vassdragene. I enkelte gytegroper hvor overlevelsen var lav, kunne dette i de fleste tilfeller forklares med innslag av mye organisk materiale i gropene. I begge vassdragene ble det bare funnet aureegg. Sammenholdt med tidligere ungfiskundersøkelser forsterker resultatene inntrykket av at laksebestanden er marginal eller utdødd i Ortnevik og at den naturlige rekrutteringen til laksebestanden i Høyangervassdraget er lav.

Ved fiskedøden i Høyangervassdraget den 23. april 1997 ble funnet et lite antall døde og døende ungfisk av laks og aure. Omfanget av fiskedøden blir betegnet som relativt omfattende siden det ble observert mange fiskemåker (> 30 stk) som tydelig plukket døde eller døende ungfisk fra elva. Det ble funnet svært høye mengder aluminium på gjellene til ungfisk av laks (945 +/- 620 µg/g) og aure (461 +/- 477 µg/g) samlet inn fra elva under fiskedøden. Det var omfattende histologiske forandringer i gjellene, og det er overveiende sannsynlig at dårlig vannkvalitet med høye aluminiumskonsentrasjoner er årsaken til fiskedøden.

## 2. Innledning

Bakgrunnen for prosjektet er den sterke tilbakegangen i laks og sjøaurebestandene en har sett i flere vassdrag på Vestlandet. De opprinnelige fem vassdragene i Høyanger kommune; Myrastølselva, Austerbøelva, Førdeelva, Bjordalselva, samt Østerbøvassdraget med Østerbø- og Sjørebøelva er påvirket både av sur nedbør, og, bortsett fra Østerbøelva, også av vassdragsreguleringer. Ved denne undersøkelsen ønsket man å få klarlagt fiskestatus i vassdragene, og i hvor stor grad denne kan forklares ut fra både regulerings-inngrepene og den vannkjemiske situasjonen. Dette ble undersøkt ved elektrofiske for å bestemme fisketetthet samt innsamling av fiskegjeller for histologisk undersøkelse og kvantitativ bestemmelse av Al- og Fe-mengden på gjellene. I tillegg ble det også tatt bunndyrprøver for fastsettelse av forsuringsindeks samt vannprøver to ganger - en runde i forbindelse med prøvefisket samt en runde på flomvannføring.

Etter at den første runden med feltundersøkelser var gjort høsten 1996, ble programmet utvidet med prøvetaking av vann, bunndyr og fiskegjeller også våren 1997. Dette ble gjort for å få mer kunnskap om den vannkjemiske situasjonen i vassdragene i forbindelse snøsmeltingsperioden om våren, og i tillegg undersøke hvilke effekter denne vannkvaliteten hadde på bunndyrsamfunnet samt på sjøaure- og evt. laksesmolten. I tillegg til de opprinnelige vassdragene ble også Dale- og Ortnevikselv inkludert i vårundersøkelsen, og i begge disse elvene ble det tatt gjelleprøver av fisk for histologisk undersøkelse og kvantitativ bestemmelse av aluminium i gjellene. I tillegg ble gytegroper i disse to vassdragene undersøkt for å bestemme 1) eventuelt innslag av laks på viktige gyteområder og 2) tallfeste om uheldige vannkjemiske forhold kan medføre overdødelighet på fiskens tidlige livsstadier (egg-plommesekkstadiet). I de to sistnevnte vassdragene er det utarbeidet kalkingsplaner i regi av NIVA-Sørlandsavdelingen (Hindar 1997), og de vannkjemiske resultatene fra den undersøkelsen er sammenholdt med våre resultater. I forbindelse med gjennomføringen av feltarbeidet i Daleelv i Høyangervassdraget, ble det observert død og døende laks og sjøaure i elva. Undersøkelsesprogrammet for Daleelva ble derfor utvidet med ekstra gjelle- og vannprøver for å forsøke å finne årsaken til fiskedøden.

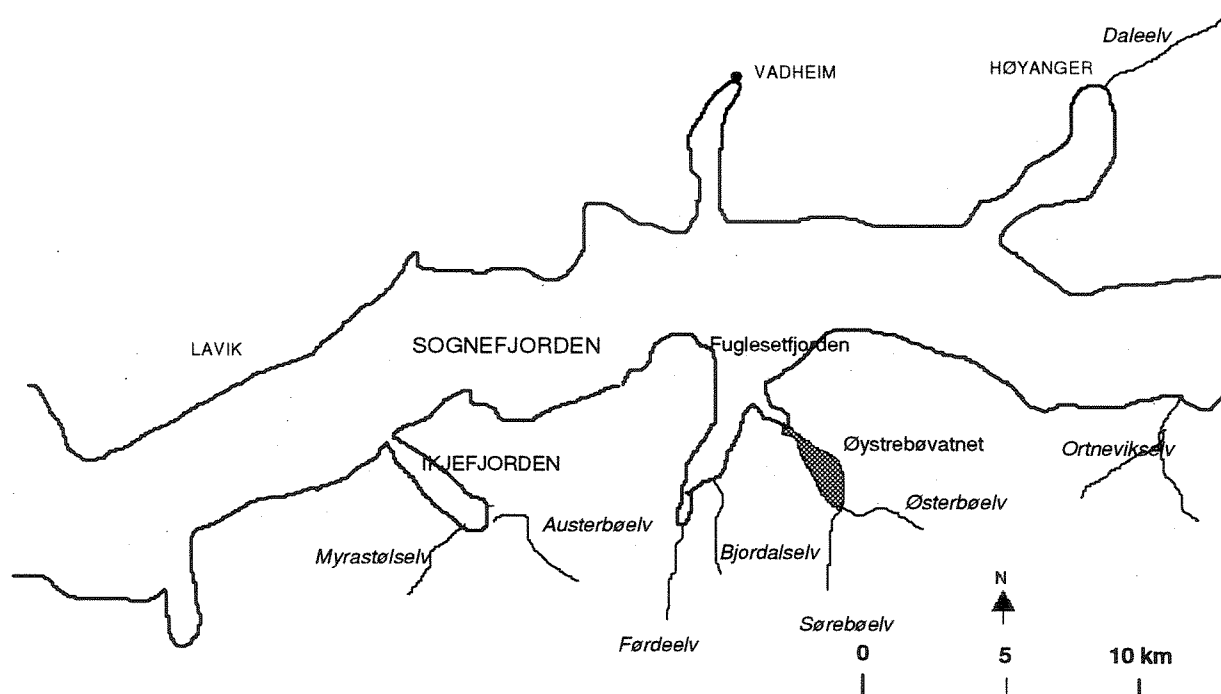
Den foreliggende rapporten er en sluttrapport for hele prosjektet samlet, og inkluderer dermed resultater av prøver tatt både høsten 1996 og våren 1997.

## 3. Metoder

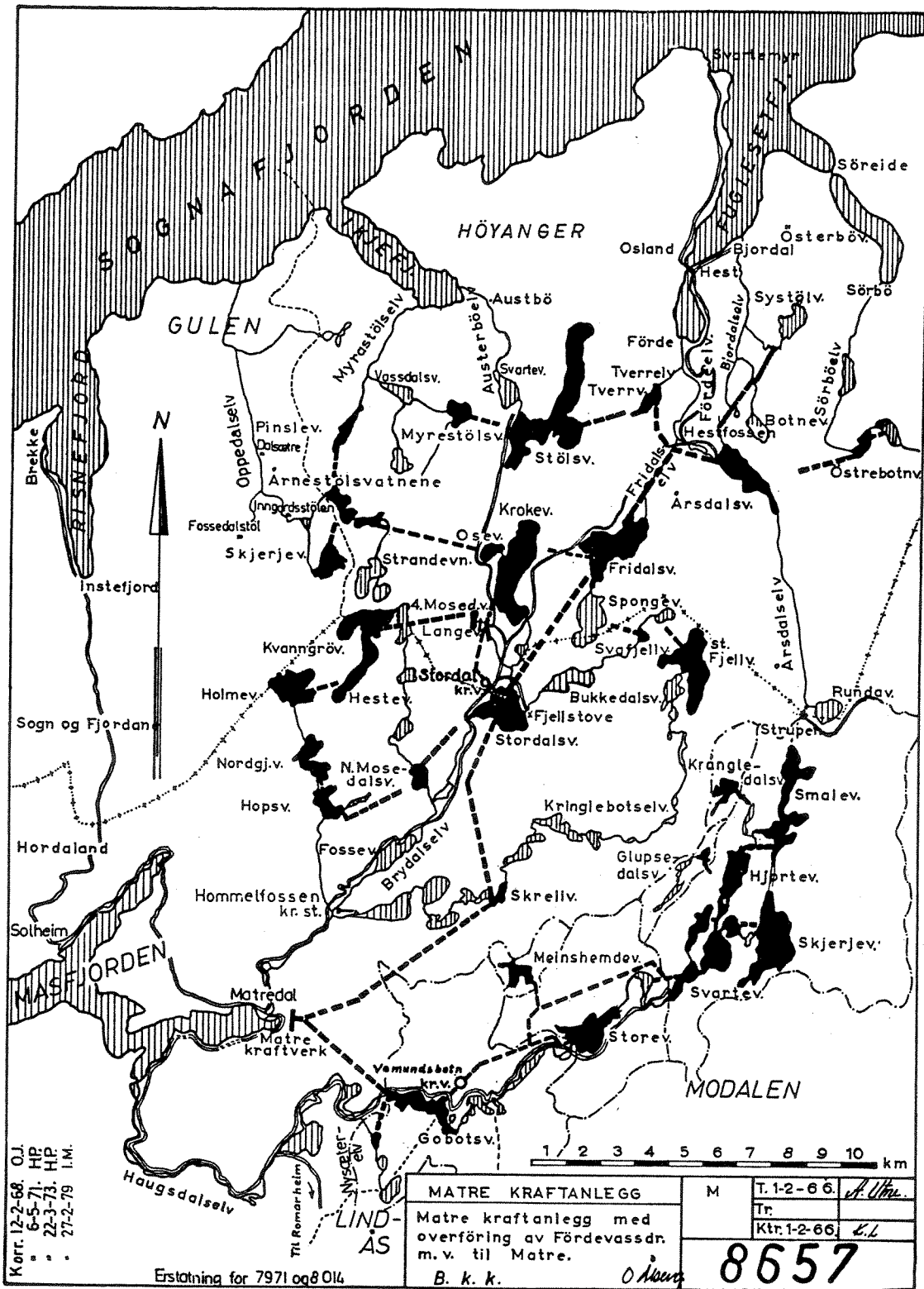
### 3.1 Undersøkte vassdrag

Alle de undersøkte vassdragene, bortsett fra Høyangervassdraget, ligger på sørsiden av Sognefjorden i Høyanger kommune (Figur 3). Myrastølselva og Austerbøelva ligger lengst vest med utløp til Ikkjefjorden, deretter følger Førdeelva og Bjordalselva som drenerer til Fuglesettjorden, videre østover Sørebøelv og Østerbøelv som begge har utløp i Østrebøvatnet, og lengst øst ligger Ortneviksvassdraget. Navnsettingen på elvene følger stort sett vassdragsregisteret. For å unngå misforståelser knyttet til Austerbøelv og Østerbøelv, er førstnevnte angitt som Austerbøelv ved Myrastøl i kapitteloverskriften.

Alle vassdragene på sørsiden av Sognefjorden med unntak av Østerbøelva er regulert. En oversikt over reguleringene i området er presentert i Figur 4. En mer detaljert beskrivelse av overføringer om areal på nedbørsfelter før og etter regulering er gitt i områdebeskrivelsen for hvert enkelt vassdrag.



Figur 3. Kartskisse over området med alle vassdragene inntegnet.



Figur 4. Oversikt over vassdragsreguleringene i det undersøkte området. Kartet er utarbeidet av Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK).

Målsettingen med høstundersøkelsen var noe annerledes enn for vårundersøkelsen, blant annet var en på våren mer interessert i vannkjemi i forbindelse med snøsmelting/vårflom, og effekten av dette på fiskegjeller og sensitive bunndyr. Dette gjenspeiles i undersøkelses-programmet (**Tabell 1**).

**Tabell 1.** Oversikt over de ulike prøvene som er tatt i elvene som er med i denne undersøkelsen. For bunndyr er antallet prøver i hver elv vist, mens for vannkjemi er antallet prøvetakingstidspunkter presentert.

Lokalitet	Gjelle- histologi		Al-mengde gjeller		Fisketetthet		Egg- overlevelse Vår	Bunndyr ant. stasjoner		Vannkjemi ant. prøver	
	Høst	Vår	Høst	Vår	Høst	Vår		Høst	Vår	Høst	Vår
Myrastølselva	x	x	x	x	x			3	2	2	3
Austerbøelva	x	x	x	x	x			3	2	2	3
Førdeelva	x	x	x	x	x			3	2	2	3
Bjordalselva	x	x	x	x	x			3	2	2	3
Sørebøelva	x	x	x	x	x			1	1	2	3
Østerbøelva	x	x	x	x	x			3	2	2	3
<b>Ortnevik:</b>											
Vesleelva		x		x			x				4
Storelva		x		x			x				4
Samløp		x		x							4
<b>Høyanger:</b>											
Daleelva		x		x			x				6
Sideelv til Daleelva		x		x							1

I tallet for vannprøver i Ortneviks- og Høyangervassdraget er prøver innsamlet i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplan i regi av NIVA-Sørlandsavdelingen også tatt med.

### 3.2 Vannkjemi

Vannprøver fra elvene på sørsiden av Sognefjorden bortsett fra Austerbøelv og Ortnevikselv ble samlet inn på to tidspunkter i oktober 1996 og på tre tidspunkter i april/mai 1997. Den første runden med vannprøver ble tatt på høy vannføring den 12. oktober, mens det ble tatt en ny runde etter at vannføringen var gått noe ned i perioden 15.-17. oktober. Ved den første prøvetakingsrunden ble det tatt prøver i den nederste delen av hvert vassdrag, mens en del sidebekker i tillegg ble inkludert på den siste prøvetakingsrunden. I Austerbøelv ble det tatt prøver i februar 1997. I forbindelse med vårprøvetakingen var det relativt høy vannføring på de to første prøvetakingsrundene (25. april og 1. mai), mens vannføringen var lav ved den siste prøvetakingsrunden den 9. mai. Stasjonsnettet fremgår av lokalitetsbeskrivelsen for hvert vassdrag.

Vannkemisk prøvetaking var ikke en del av det opprinnelige prøvetakingsopplegget vårt for Høyanger- og Ortneviksvassdraget, ettersom dette inngikk som en del av programmet for utarbeidelse av kalkingsplaner for de to vassdragene i regi av NIVA-Sørlandsavdelingen. På bakgrunn av at det ble observert fiskedød i Daleelv, ble det i tillegg tatt vannprøver i Daleelv ved to tidspunkter den aktuelle dagen, og i tillegg ble det tatt vannprøve i en kulvert fra fabrikken til Fundo, samt i et sidevassdrag.

Vannprøvene ble analysert ved NIVAs laboratorium på følgende parametre: pH, ledningsevne, alkalitet, kalsium, reaktivt og ikke-labil aluminium, klorid, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>-N, tot-N, Mg, Na, K, og TOC. Dette ble blant annet gjort for å kunne beregne ANC-verdier. ANC (acid neutralizing capacity) er definert som differansen mellom summen av basekationer og summen av sterke syrers anioner, og gir et

mål på vannkvalitetens evne til å nøytralisere syre. Høye ANC-verdier uttrykker god vannkvalitet, mens lave og negative verdier uttrykker forsuret og dårlig vannkvalitet. Ved den første prøvetakingen høsten 1997 (12. oktober) samt den 1. mai 1997 ble det benyttet et noe enklere analyseprogram: pH, ledningsevne, alkalitet, kalsium, samt reaktivt og ikke-labilt aluminium. I noen av vassdragene er tidligere vannprøver, analysert ved NINAs laboratorium, tatt med i figurer og tabeller. Når slike resultater er inkludert, er dette markert i figur- og tabellteksten.

I forbindelse med feltarbeidet i Bjordalselva ble det observert til dels betydelig misfarging av vannet som en følge av sandutslipp fra Bjordal Sandindustri. For å karakterisere dette utslippet ble det tatt vannprøver både oppstrøms og nedstrøms som ble analysert for turbiditet (FTU) og totalt tørrstoffinnhold og gløderest dvs. hvor stor andel som foreligger som uorganisk tørrstoff.

### 3.3 Fiskeundersøkelser

#### 3.3.1 Tettheter og bestandsforhold

Tetthetene av ungfisk ble bestemt ved bruk av elektrisk fiskeapparat etter standard metode beskrevet av Bohlin *et al.* (1989). I hver elv ble det valgt ut tre stasjoner for fiske fordelt på elvestrekket tilgjengelig for anadrom fisk med unntak av Søreboelva hvor det ble fisket på en stasjon. Hver stasjon hadde et areal på 100m<sup>2</sup> og ble overfisket tre ganger. All innsamlet fisk ble artsbestemt og lengdemålt før den ble sluppet tilbake i elva. Fisket ble utført i tredje uke av oktober 1996 med unntak av fiske i Austerboelva som ble utført i andre uke av februar 1997. En oversikt over fangstene på hver enkelt stasjon er gitt i Vedlegg A. Ved fiskeundersøkelsene våren 1997 ble det ikke utført elektrofiske for tetthetsestimater, men kun for å fange fisk til prøvetaking av gjeller.

Ungfiskens lengdefordeling ble brukt for å bestemme fiskens tilvekst etter en vekstsesong i elva. Denne metoden ble også brukt for å gi en vurdering av fiskens tilvekst etter to vekstsesonger. Imidlertid vil det være et visst overlapp i lengde mellom tosomrig og eldre fisk. Den oppgitte lengdetilveksten for tosomrig fisk er derfor beheftet med en del usikkerhet og må derfor bare oppfattes som et omtrentlig mål. Ved beregning av fisketettheter på stasjonene ble lengdefordelingen brukt til å skille mellom 1) tettheter av ensomrig fisk (årsyngel) og 2) tettheter av fisk i aldersgruppen tosomrige og eldre. Basert på generelle sammenhenger mellom ungfiskens vekstforhold og smoltalder (L'Abbe Lund *et al.* 1989) ble fiskens observerte vekstmønster lagt til grunn for å gi et grovt mål på forventet smoltalder.

Gyte- og oppvekstforhold ble vurdert ved befaring av elvene og ga grunnlag for en forventet tetthet av ungfisk basert på erfaringer fra tilsvarende fiskeundersøkelser i andre elver.

Det finnes ikke offisiell fangststatistikk for noen av vassdragene. Lokal informasjon angående forekomst av sjøaure og laks ble derfor innhentet fra grunneiere og andre med erfaring og kunnskap om fangster av anadrom fisk i vassdragene. Denne informasjonen ble brukt som grunnlag for å vurdere tilstedeværelse eller fravær av sjøaure- og laksebestander i elvene de siste 50-årene.

I Ortnevik- og Høyangervassdraget ble viktige gyteområder lokalisert ved befaring. Den enkelte gytegrøp ble gravd opp og et utvalg egg ble samlet inn ved å plassere en hov nedstrøms gytegrøpa. Hvert embryo ble klassifisert til et av følgende distinkte utviklingsstadier: egg (dvs. før øyerognstadiet), øyerogn eller plommesekkkyngel. Videre ble hvert embryo bestemt til å være dødt eller levende. Andelen levende embryo av totalt innsamlet embryo er brukt som mål på overlevelse. I tillegg ble overlevelse beregnet for hvert av de representerte livsstadiene. Eggene er artsbestemt ved bruk av isoelektrisk fokusering (Mork og Heggberget 1984; Vuorinen og Piironen 1984) utført ved Havforskningsinstituttet i Bergen. I tilfeller hvor eggene var døde og svært begrodd med sopp var ikke artsbestemmelse mulig. Antallet groper som ikke kunne artsbestemmes er gitt for hvert av vassdragene. For å få et best mulig

tallmateriale for å bestemme overlevelse, er embryo fra groper som ikke er artsbestemt inkludert i beregningene.

### 3.3.2 Gjelleundersøkelser

I alle vassdragene ble det tatt gjelleprøver både for histologisk undersøkelse ved Norges veterinærhøgskole, og for kvantitativ bestemmelse av aluminiums og jerninnhold ved Laboratorium for Analytisk kjemi (LAK) ved Norges Landbrukshøgskole. For kvantitativ bestemmelse av aluminium og jern på og i gjellene ble andre gjellebue på fiskens høyre side prøvetatt og lagt på forhåndsveide, syrevaskede telleglass. Etter ankomst til laboratoriet ble gjellene frysetørket, veid og deretter oppsluttet i 10% HNO<sub>3</sub>. Aluminiumsinnholdet ble målt på ICP, og er angitt som mengde aluminium (µg) pr gram gjelle i tørrvekt. Prøvene som ble tatt høsten 1996 ble analysert både for aluminium og jern, mens vårprøvene kun ble analysert på aluminium. Våren 1997 ble det i tillegg til prøver av yngel også tatt prøver av sjøauresmolt. Ved analyser av jerninnholdet vil det også bli bestemt jern som er bundet til hemoglobin og til enzymer i cellene, slik at en må regne med et visst bakgrunnsnivå.

For den histologiske undersøkelsen ble andre gjellebue på fiskens venstre side dissekert ut og fiksert i 10% fosfatbufret formalin. Vevet ble så, etter en standard metode, dehydrert og støpt i paraffin for skjæring av tynne snitt. Fra hver gjelle ble ett snitt farget etter standard hemalun-eosin metode, og ett med solokrom azurin i sur løsning (ASA) for påvisning av metaller, blant annet aluminium og jern (Denton *et al.* 1984). Metaller som reagerer med fargestoffet benevnes som ASA-positivt materiale.

Snittene fra gjellene ble undersøkt lysmikroskopisk, uten at en på det tidspunkt hadde opplysninger om hvor fisken kom fra. En histologisk forandring består i at vevets struktur avviker fra det som regnes som normalanatomi, og vil i mange tilfeller bety at celler og vev har reagert på en ytre påvirkning. En kort forklaring av begrepene brukt for å beskrive histologiske forandringer og graderinger av gjelleforandringer er gitt nedenfor, og forøvrig vises til Kvellestad og Larsen (in prep).

Hver gjellebue har flere filamenter (primærblader) som hver har to rader med lameller (sekundærblader). Overflaten av filamenter og lameller er kledd med epitelceller (dekkceller), som danner epitelet (et sammenhengende dekkcellelag). Epitelet fungerer som en barriere, og dets overflate danner gjelleoverflaten, som er kontaktflaten med vannet. Av epitelceller finnes blant annet slimceller, kloridceller og store flate celler (respiratoriske epitelceller).

Histologiske forandringer funnet i dette materialet kan grovt deles i to kategorier; avhengig av om de kan relateres til eksponering for surt vann eller ikke. I det følgende blir det gjort nærmere rede for faguttrykk som er brukt:

Forandringer som kan relateres til eksponering for metaller i surt vann:

- *Akkumulering av ASA-positivt materiale* (metaller). Siden farging med solokrom azurin i sur løsning (ASA) er en uspesifikk metode for påvisning av metaller, er det mest korrekt å omtale funnene som metallakkumulering. Histologisk kan man skille mellom ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten (epiteloverflaten) eller som større og mindre ansamlinger (inkluderinger) inne i epitelet (intraepitelt). I sistnevnte tilfelle kan det være vanskelig å avgjøre om ASA-positivt materiale ligger inne i eller ved siden av cellene, selv om det i flere tilfeller kunne lokaliseres til kloridcellene.
- *Nekrose* blir brukt om død av celler; det vil i dette tilfelle si celler i epitelet.
- *Kloridcellehyperplasi* vil si en økning i antall celler av denne typen.

Forandringer som i visse tilfeller kan relateres til eksponering for metaller i surt vann:

- *Adhesjoner* (lamellære synechier, lamellære fusjoner) er det når det oppstår sammenklebning mellom lameller, vanligvis mellom deres ytre deler.
- *Fortykkelse av lameller* på grunn av flere (hyperplasi) og/eller større (hypertrofi) epitelceller, noe som innebærer et høyere epitel.

- *Epitelhyperplasi* blir brukt om en økning i antall epitelceller som tilsynelatende er lite differensierte og som finnes på filamentene mellom lamellene.

I tillegg fantes en del andre forandringer som ble notert:

- *Celler som indikerer infeksjon* omfatter mange ulike celletyper. Hvite blodlegemer som under en betennelsesprosess har forlatt blodkarene og finnes i vevet, blir ofte omtalt som *betennesceller*, og inkluderer blant annet makrofager. Tre andre celletyper som også trolig indikerer infeksjon, og som forekom i epitelet, er *mastceller (MC)*, *rodletceller (RC)* og *celler med eosinofil inklusjon i cytoplasma (EI)*. Man vet lite om funksjonen til rodletceller, og den tredje celletypen er ikke funnet omtalt i litteraturen.

De fleste typer av forandringer som er omtalt over, er gradert semikvantitativt ut fra kriterier som er satt opp i **Tabell 2**. Kriteriene er satt opp ut fra den variasjonsbredde av histologiske endringer som ut fra erfaring kan finnes i gjeller fra vill laks og aure, herunder fisk eksponert for metaller i surt vann.

Graderingen av histologiske forandringer som særdeles sparsomme, sparsomme, moderate, uttalte og særdeles uttalte er utelukkende basert på funnene i snittene og ikke på opplysninger om fysiologiske forandringer eller dødelighet. Det vil si at en forandring av sparsom grad kan tenkes å være av vesentlig betydning for til dømes fiskens overlevelse.

**Tabell 2.** Kriterier for gradering av histologiske forandringer i gjeller hos laks og aure. Dersom forandringer med sparsom forekomst forekommer så sjelden at det må letes grundig for å finne dem, er de karakteriserte som særdeles sparsomme og markerte med (1).

Type vevsforandring	Tallverdi for og beskrivelse av grad av vevsforandring				
	0	(1): Særdeles sparsom forekomst og 1: Sparsom forekomst	2	3	4
ASA-pos. materiale på overflaten	Ikke påvist	Materialet sitter stort sett fast til overflaten	Moderat forekomst	Uttalt forekomst	Særdeles uttalt forekomst
ASA-pos. materiale i gjellepitelet Antall ansamlinger (inkludjoner) pr. 10. lamell	Materiale ikke påvist	< 1	Omlag like mye av materialet ligger både fast og løst	Mesteparten av materialet ligger løst mellom lameller og filament	
Ingen ansamlinger påviste			1-2	> 2	
Adhesjoner mellom lameller Andel av lameller med forandring	0	<1/4	1/4 - 2/4	2/4-3/4	3/4-4/4
Fortykkede lameller Andel av lameller med forandring	0	<1/4	1/4 - 2/4	2/4-3/4	3/4-4/4
Hyperplasi av filamentepitel	0	Må lete litt for å finne område med forandring	Område med forandringer er lette å finne	Område med forandringer finnes over alt	
Mastceller (MC), celler med eosinofile inkludjoner (EI) eller rodletceller (RC) i epitel	0	Et fåtall celler som man må lete litt for å finne	Cellene er lette å finne	Cellene finnes i stort antall de fleste steder	



### 3.4 Bunndyrundersøkelser

Det ble tatt bunndyrprøver på henholdsvis 3 og 2 stasjoner i hvert vassdrag høsten 1996 og våren 1997, bortsett fra i Søreboelva hvor det kun ble tatt prøve på en stasjon ved de to tidspunktene. Prøvene ble tatt ved sparkemetoden (Frost *et al.* 1971), samlet i hov med 250µm maskevidde, konserverert på etanol og senere sortert og bestemt under lupe.

Alt dyreliv i ferskvann stiller krav til vannkvaliteten, dvs. konsentrasjonen og sammensetningen av ulike ioner. Hver enkelt art har minimums- og maksimumsverdier for hva de kan tåle av konsentrasjoner dvs. artenes tålegrenser. Innenfor tålegrensene er det et optimum hvor organismene trives best.

Det er en rekke faktorer og ofte samspillet mellom disse som bestemmer om en art kan leve og trives i en ferskvannslokalitet. Alle faktorene kan påføre organismene ulik grad av stress noe som kan gi seg utslag i varierende tålegrenser. Eksempel på dette er dødelighet på fisk ved gjentakelse av subletale episoder med surt vann. En skal og påpeke at når en faktor er nær eller lik en organismes tålegrense, blir faktoren "overordnet" andre faktorer vedrørende artens eksistens. I forbindelse med forsurening og kalking, er det først og fremst invertebratenes tålegrenser med hensyn på konsentrasjonen av  $H^+$  (pH), kalsium, aluminium og humus som er aktuelle, dvs. ved hvilke konsentrasjoner stoffene enkeltvis eller i kombinasjon er dødelige for ulike arter.

Under suboptimale forhold har en ofte skader knyttet til reproduksjonsrater, levetid, vekst og endring av konkurranse forhold. Mengdeforholdet mellom samme arter, henholdsvis under optimale forhold og nær tålegrensene for en eller flere arter, vil være forskjellige. Eksempelvis kan følsomme døgnfluer i rennende vann sammenlignes med tolerante steinfluer. I lite forsuret vann (pH > 6) er det alltid en overvekt av døgnfluer i forhold til steinfluer. Ved økende forsurening øker stresset på døgnfluene og tettheten av individ synker raskt. Ved pH 5,5 er som regel alle de mest følsomme døgnfluene borte i rennende vann, mens de tolerante steinfluene fortsatt er i stort antall (Raddum & Fjellheim 1984). Forholdstallet mellom følsomme døgnfluer og tolerante steinfluer kan derfor benyttes som indikator på starten av en forsurening i rennende vann.

## FORSURINGSINDEKSENE

### Forsuringsindeks 1

Sammensetningen av følsomme og tolerante invertebrater kan brukes til å indikere forsureningen av en lokalitet (Fjellheim & Raddum 1990). Metoden gir store utslag ved endringer i vannkvalitet, men den gir ingen opplysninger om subletale effekter. Forsuringsindeks 1 kan være mellom 0 (sterkt forsuret) og 1 (lite forsuret). Ved bruk av modellen deles invertebratene inn i 4 kategorier med hensyn på toleranse til surt vann. Dersom det finnes en eller flere arter som tåler pH ned til 5,5 i lokaliteten gis denne en forsuringsindeks 1. I lokaliteter hvor ingen av disse artene er tilstede, men hvor det finnes en eller flere arter som tåler pH ned til 5,0, får lokaliteten indeks 0,5 (moderat forsureningsskade). Tilsvarende vil en lokalitet som inneholder arter som tåler pH ned til 4,7, men mangler de andre følsomme formene, oppnå indeks 0,25 (tydelig forsureningsskade). Dersom det bare finnes arter med høy toleranse for surt vann, tåler pH < 4,7, gis lokaliteten indeks 0.

I sterkt forsurede vassdrag varierer indeksen lite. Vassdrag som er mindre forsuret, eksempelvis på Vestlandet, har derimot ofte en vannkvalitet nær tålegrensene til mange arter. Her kan det være tydelige variasjoner i faunaen fra år til år avhengig av mengden surt nedfall. Vanligvis er indeksen lavere om våren enn om høsten (Raddum & Fjellheim 1995). Store forskjeller mellom vår og høst indikerer følsomme og ustabile systemer. Erfaring viser dessuten at ved indeks 0,5 er laksestammen i fare.

**Forsuringsindeks 2**

Denne indeksen er en videreutvikling av indeks 1, men blir kun brukt i rennende vann. Som nevnt foran, tar ikke indeks 1 hensyn til subletale skader på invertebratfaunaen. Imidlertid kan forholdet mellom den mest følsomme døgfluene, *B. rhodani*, (D) og de mest tolerante steinfluene (S) i rennende vann utnyttes for å avdekke begynnende skader innen nivået 1 (forsuringsindeks 1). I lokaliteter med god vannkvalitet er forholdstallet D/S nesten alltid  $> 1$  (Raddum & Fjellheim 1984). I pH-området fra 6,0 til 5,5 synker forholdstallet raskt mot 0. Forsuringsindeks 2 tar hensyn til dette forholdet når indeks 1 er  $> 0,5$ . Indeks 2 brukes bare når den mest følsomme døgfluene *B. rhodani* er til stede som eneste art av de mest følsomme og skrives da som: Indeks 2 =  $0,5 + D/S$ . Dersom summen er  $> 1$ , settes verdien til 1, mens en ved lavere verdier oppgir tallverdien. Er det flere meget følsomme arter til stede settes indeksen til 1 uavhengig av forholdstallet.

## 4. Resultater og diskusjon

### 4.1 Myrastølselva (Storelva) (069.51Z)

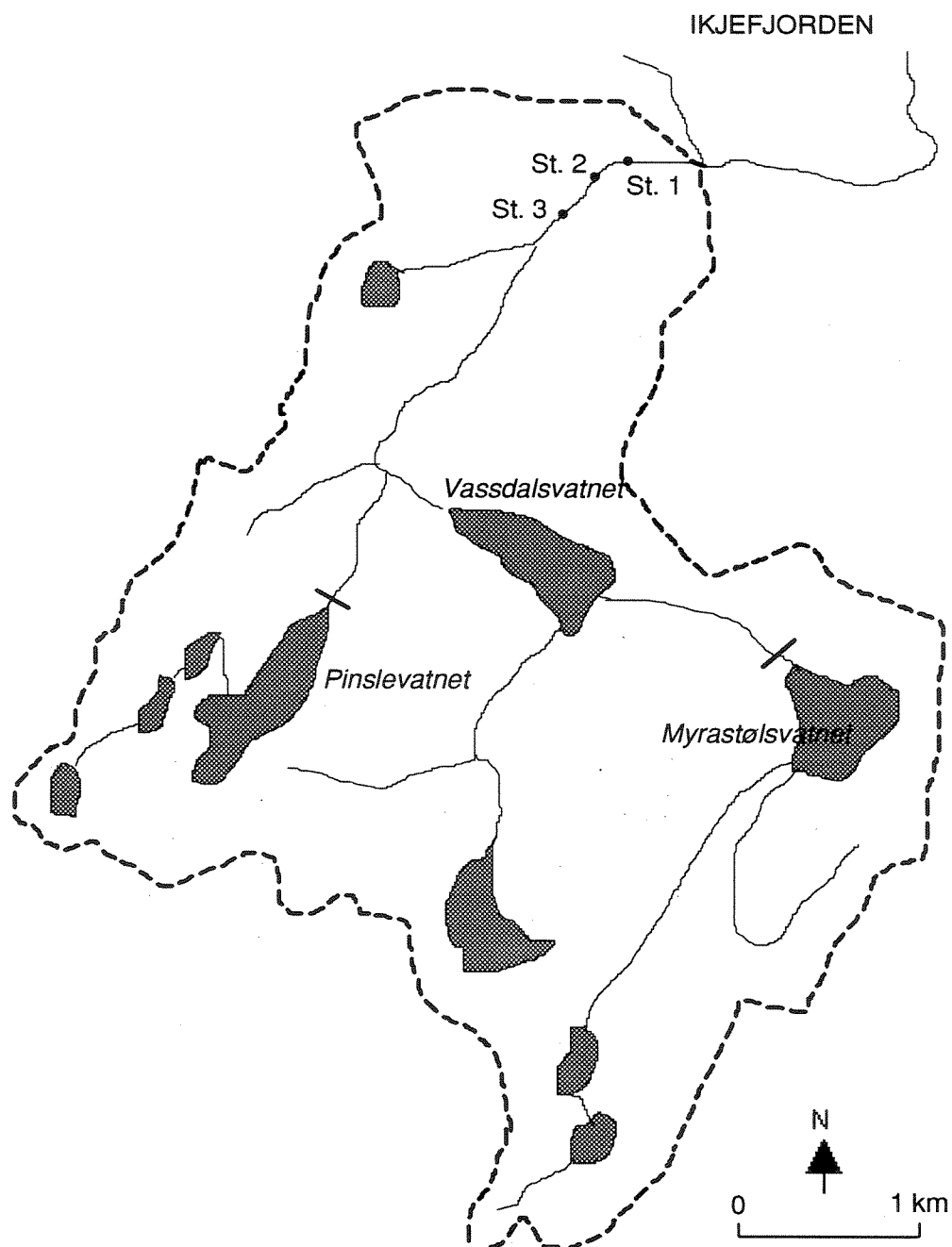
#### 4.1.1 Områdebeskrivelse

Myrastølselva er det vestligste av de undersøkte vassdragene, og drenerer til Ikjefjorden. Kart over Myrastølselva med stasjoner for elektrofiske, bunndyrprøvetaking og vannkjemi finnes i (Figur 5). Elektrofiske ble gjennomført på stasjonene 1, 2 og 3, og det ble tatt bunndyrprøver like oppstrøms hver av elektrofiskestasjonene. Våren 1997 ble antallet bunndyrprøver redusert fra tre til to, og disse ble tatt oppstrøms stasjon 1 og 3. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

Av det opprinnelige nedbørfeltet til Myrastølselva på 16,9 km<sup>2</sup> er Myrastølsvatnet (4,3 km<sup>2</sup>) og Pinslevatnet (2,1 km<sup>2</sup>) overført, og benyttes til kraftproduksjon i Matre Kraftverk. Myrastølsvatnet er overført til Stølsvatnet mens Pinslevatnet er overført til Årsdalsvatnet. Disse overføringene skjedde i henholdsvis 1971 og 1970. Restfeltet utgjør dermed om lag 60 % av det opprinnelige nedbørfeltet (Tabell 3).

**Tabell 3.** Oversikt over areal og avrenning fra det opprinnelige nedbørfeltet og de overførte delene av nedbørfeltet til Myrastølselva. Magasinene hvor feltene er overført samt årstall for hver av overføringene er også tatt ned.

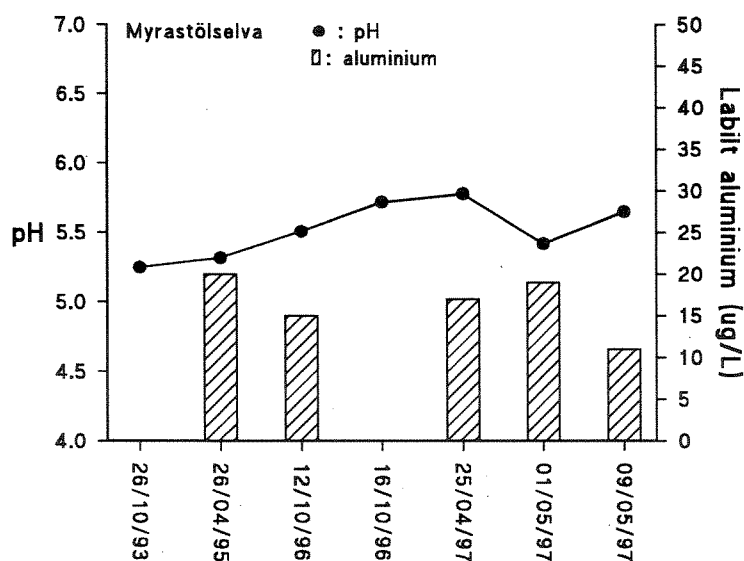
	km <sup>2</sup>	mill m <sup>3</sup>	% areal	Overført til	Årstall
<b>Opprinnelig nedbørfelt</b>	16,9		100,0		
<b>Overførte felt:</b>					
Myrastølsvatnet	4,3	12,5	25,4	Stølsvatnet	1971
Pinslevatnet	2,1	7,0	12,4	Årsdalsvatnet	1970
<b>Restfelt</b>	10,5		62,1		



**Figur 5.** Kart over nedbørfeltet til Myrastølselva med markering av de overførte innsjøene. Elektrofiskestasjonene er vist, og hadde følgende UTM referanser: St. 1 LN 195 739, St. 2 LN 193 737, St. 3 LN 192 737. Bunndyrprøver ble tatt like oppstrøms hver av disse høsten 1996, og oppstrøms stasjon 1 og 3 våren 1997. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

#### 4.1.2 Vannkjemi og bunndyr

Myrastølselva er forsuret med pH verdier som ligger mellom 5,3 og 5,8 ved de syv prøvetakingstidspunktene i perioden oktober 1993 til mai 1997 (Figur 6). De høyeste konsentrasjonene av labilt aluminium ble målt til rundt 20 µg/L i forbindelse med snøsmelting våren 1995 og våren 1997, men var noe lavere ved prøvetaking i oktober 1996 (Figur 6). Som nevnt i figurteksten er prøvene fra 1993 og 1995 analysert av NINA. De bruker en noe annen metode for bestemmelse av labilt aluminium enn det NIVA gjør, noe som fører til at de gjennomgående får lavere verdier. Det kan bety at verdien fra høsten 1995 trolig ville ha vist enda høyere LAI dersom prøvene hadde vært analysert ved NIVA. Både alkalitet, konduktivitet, syrenøytraliserende kapasitet (ANC) og kalsium-konsentrasjonen er lav i vassdraget (Tabell 4). Også for disse parametrene er det slik at prøvene tatt våren 1995 viser den mest forurensningspåvirkede situasjonen. Totalt organisk karbon (TOC) varierte mellom 1,0 og 1,9 mg/L. Dette viser at elva i liten grad er humuspåvirket, men har likevel ikke blant de laveste TOC-verdiene en fant i denne undersøkelsen.



Figur 6. pH og konsentrasjon labilt aluminium i Myrastølselva ved 7 prøvetakingstidspunkter. Dataene fra oktober 1993 og april 1995 er analysert av NINA, mens prøvene fra 1996 og 1997 er analysert ved NIVAs laboratorium.

Tabell 4. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet, konduktivitet, Ca-konsentrasjon og TOC for Myrastølselv i perioden oktober 1993 til mai 1997. Prøvene fra 1993 og 1995 er analysert av NINA.

Myrastølselv	ANC (µekv/L)	Alkalitet (µekv/L)	Kond. (mS/m)	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)
26/10/93	-	0	3,03	0,62	-
26/04/95	-15	0	2,84	0,61	-
12/10/96	-	5	1,75	0,61	-
16/10/96	14	11	1,98	0,87	1,9
25/04/97	0	7	2,95	1,06	1,0
01/05/97	-10	0	2,56	0,56	1,5
09/05/97	5	6	2,75	0,82	1,4

Det ble tatt bunndyrprøver på tre stasjoner i Myrastølselva i oktober 1996, og på to stasjoner (St. 1 og 3) i mai 1997. I oktober 1996 var foruringsindeks 1 lik 1 på alle tre stasjonene, mens foruringsindeks 2 var 0,76 på den nederste stasjonen, og 1 på de to andre stasjonene. Våren 1997 var foruringsindeks 1 også lik 1 på både stasjon 1 og 3, mens foruringsindeks 2 var 0,83 og 0,89 på henholdsvis stasjon 1 og 3. For en nærmere gjennomgang av resultatene av bunndyr-undersøkelsen vises det til kapittel 4.8.

#### 4.1.3 Fisketettheter og bestandsforhold

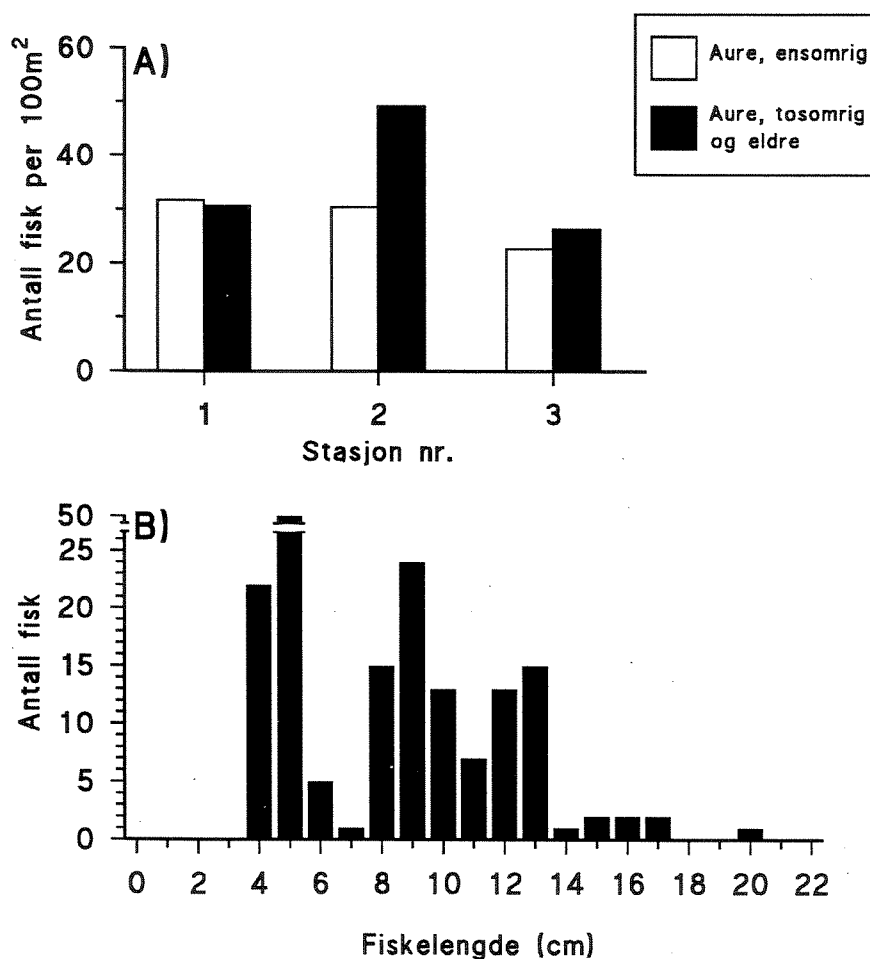
Det foreligger ingen offisiell fangststatistikk for Myrastølselva men ifølge lokale kilder er elva kjent for å ha en etablert sjøaurebestand som det drives fiske på. Lokal informasjon tilsier at det de siste tiårene bare har vært sporadiske fangster av laks og det er heller ikke kjennskap til at det tidligere har vært mer laks i vassdraget. Basert på denne informasjonen vurderer vi det som lite sannsynlig at det har vært en stedegen laksebestand i Myrastølselva de siste 50 årene.

Myrastølselva har en elvestrekning for anadrom fisk på i overkant av 2 km. På dette strekket har elva flere partier som egner seg godt som oppvekstområde for ungfisk. Det er relativt mye begroing på bunnsstratumet noe som igjen gir gode produksjonsforhold for fiskens viktigste næringsdyr.

Det ble fisket på tre stasjoner i Myrastølselv og aure var eneste arten i fangstene. Tettheten av aure var henholdsvis 32, 30 og 23 ensomrig fisk per 100 m<sup>2</sup> på stasjon 1, 2 og 3. Tilsvarende tall for tosomrig og eldre aure på stasjonene var henholdsvis 31, 49, og 25 (**Figur 7A**). Stasjon 3 var lokalisert lengst oppstrøms av stasjonene og årsaken til at denne stasjonen hadde den laveste fisketettheten var trolig at elva her er mer strømrisk og turbulent relativt til de to stasjonene lenger nedstrøms.

Av fiskenes lengdefordeling går det fram at den ensomrige fisken vokser til om lag 5 cm i løpet av første vekstsesong. Etter to vekstsesonger er de fleste fiskene blitt om lag 9 cm (**Figur 7B**). Dette vekstforløpet gir en forventet smoltalder på 3-4 år.

Under fiske av stasjon 1 ble det observert seks gytemodne sjøaure og flere gytegrøper etter sjøaure. Likeledes ble det observert henholdsvis fire og tre sjøaure under fiske av stasjon 2 og 3. På disse stasjonene ble det også observert gytegrøper, trolig etter sjøaure. På strekningen fra stasjon 3 og ned til sjøen ble det observert flere partier velegnet for gyting av anadrom fisk. Basert på tetthetene av ungfisk, observasjoner av gytefisk og gytegrøper vurderes derfor Myrastølselva å ha en livskraftig sjøaurebestand med gode rekrutterings- og oppvekstforhold. Fraværet av laks i undersøkelsene sammenholdt med lokal informasjon gir en klar indikasjon på at det per i dag ikke er noen etablert laksebestand i vassdraget.



Figur 7. A) Tettheter (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig og eldre aure på de tre undersøkte stasjonene i Myrastølselva, og B) lengdefordelingen av fisken i fangstene.

#### 4.1.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi

Gjennomsnittlig mengde aluminium og jern på fiskegjellene er referert i **Tabell 5**. Vårprøvene viste aluminiumsmengder som var om lag 7 ganger høyere enn det vi fant i oktober. Vannprøvene som ble tatt samtidig med gjelleprøvene, viste fravær av labilt aluminium den 16. oktober, og 11 µg/L den 9. mai, men når dette sammenholdes med de andre prøvene som ble tatt vår og høst (**Figur 6**), er ikke denne forskjellen lengre så entydig. Jernkonsentrasjonen på gjellene skilte seg ikke ut fra det som ble funnet i de andre elvene.

**Tabell 5.** Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (Al) og jern (Fe) på gjeller hos fisk prøvetatt i Myrastølselva høsten 1996 og våren 1997. Standardavvik (SD) og antall fisk som ble prøvetatt (N) er presentert.

Dato	Al-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N	Fe-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N
16/10/96	41	8	5	190	41	5
09/05/97	275	109	9			

De histologiske undersøkelsene viste at det høsten 1996 ble funnet sparsomme mengder metaller akkumulert i gjelleepitelet på all fisken, mens det våren 1997 ble funnet mye større mengder i epitelet og

dessuten sparsomme mengder på epiteloverflaten (**Tabell 6**). Det var også adhesjoner mellom lameller, lamellfortykkelser og epitelhyperplasier. Både vår og høst ble det funnet celler som indikerer infeksjon. Det er usikkert om de mengder metall som ble påvist om høsten, vil kunne gi noen målbar/signifikant effekt på fiskens evne til osmoregulering.

Forekomsten av adhesjoner på aure fra våren 1997 er sparsom, mens det er noe mer av lamellfortykkelser. Sammen med den påviste overflateakkumuleringen av metall, er forandringene av et omfang som i forsøk har gitt nedsatt evne til osmoregulering hos laks i fersk- og sjøvann (Kroglund *et al.*, 1994; Kvellestad, unpubl. resultat). Når det gjelder sjøauresmolt, finnes det ikke tilsvarende undersøkelser.

**Tabell 6.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos aure prøvetatt i Myrastølselva. En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene.

Type forandring:	Dato:	Stadium:	N	Grad av forandring:					
				0	(1)	2	3	4	
ASA-positivt materiale, overflate (%)	16.10.96	Yngel	5	100	0	0	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	20	0	80	0	0	-
ASA-positivt materiale, intraepiteliaalt (%)	16.10.96	Yngel	5	0	20	80	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	0	0	0	80	20	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	16.10.96	Yngel	5	60	0	40	0	0	0
	09.05.97	Smolt	5	20	0	80	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)	16.10.96	Yngel	5	20	-	40	40	0	0
	09.05.97	Smolt	5	0	-	60	40	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)	16.10.96	Yngel	5	0	-	80	20	0	-
	09.05.97	Smolt	5	60	-	40	0	0	-

#### 4.1.5 Vurdering av tiltak i vassdraget

Ungfiskundersøkelsene viser normale tettheter og alderssammensetning for aurebestanden i Myrastølselv. Sammenholdt med de vannkjemiske data, bunndyrundersøkelsene og gjelleanalysene viser dette at aurebestanden ikke er truet av forsurening. Imidlertid viser gjelleanalysene at auren i Myrastølselv akkumulerte relativt mye Al på gjellene om våren (275 µg/g) som følge av en periode med redusert pH og økt aluminium i vannet. Den histologiske undersøkelsen tilsier at de gjelleforandringene en fant om våren tilsvarte forandringer som har vist seg å forårsake nedsatt evne til osmoregulering hos laks både i fersk- og sjøvann. Basert på fisketettheten anser vi det imidlertid som lite sannsynlig at dette årsaksforholdet per i dag truer sjøaurebestanden i Myrastølselv, og vi anbefaler derfor ikke kalking av vassdraget. Gjellerresultatene kan tyde på en ustabil situasjon, og vannkjemien og aurebestanden bør derfor overvåkes med jevne mellomrom for å fange opp en eventuell forverring som kan true bestanden. De vannkjemiske dataene viser at dette er en vannkvalitet som ikke vil være egnet for lakseproduksjon.

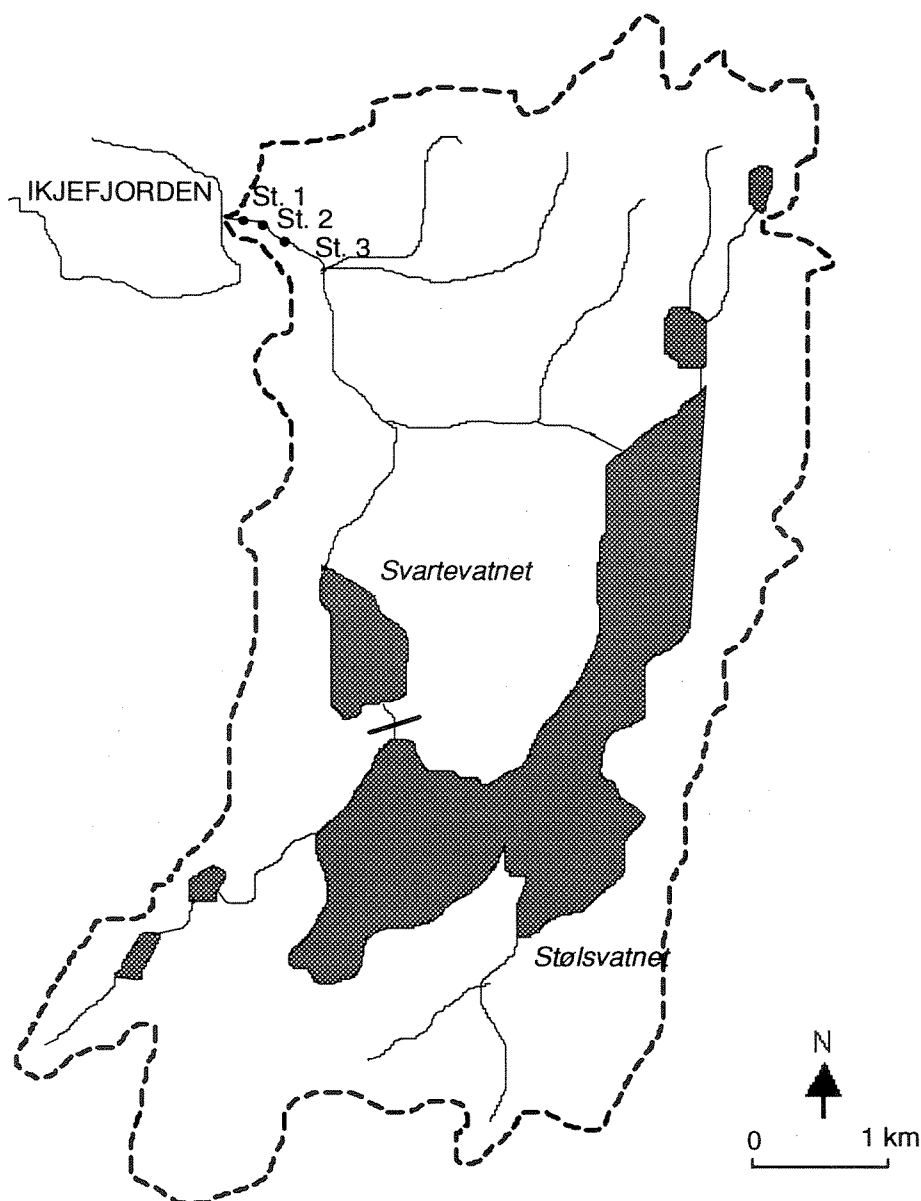
Reguleringen reduserte det opprinnelige nedbørfeltet til Myrastølselv med ca. 40% (**Tabell 3**). Dette må en forvente har redusert produksjonspotensiale for aurebestanden gjennom redusert vanddekt areal og redusert produksjon av fiskens næringsdyr. Myrastølselva har et stabilt elveløp med mange mindre kulper som trolig er viktig for overlevelsen av fisk i perioder når vannføringen er på sitt laveste. De normale tetthetene av ungfisk forsterker dette inntrykket. Bygging av terskler eller andre biotopjusterende tiltak vurderer vi derfor som lite egnet til å styrke bestanden i Myrastølselv. De påviste ungfisktetthetene tilsier at fiskeproduksjonen ligger nær elvas bærenivå og fiskeutsettinger for å styrke bestanden vil derfor ikke være hensiktsmessig.



## 4.2 Austerbøelva ved Myrastøl (069.5Z)

### 4.2.1 Områdebeskrivelse

Austerbøelva ligger like øst for Myrastøselva, og drenerer som denne til Ikjefjorden. **Figur 8** viser Austerbøelva med stasjoner for elektrofiske, bunndyrprøvetaking og vannkjemi. Elektrofiske ble gjennomført på stasjonene 1, 2 og 3, og det ble tatt bunndyrprøver like oppstrøms hver av elektrofiskestasjonene. Våren 1997 ble antallet bunndyrprøver redusert fra tre til to, og disse ble tatt oppstrøms stasjon 1 og 3. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1. Av det opprinnelige nedbørfeltet til Austerbøelva på 28,9 km<sup>2</sup> er Stølsvatnet (17,2 km<sup>2</sup>) overført til Tverrvatnet og videre til kraftproduksjon i Matre Kraftverk. Denne overføringen skjedde i 1971. Restfeltet utgjør dermed om lag 40 % av det opprinnelige nedbørfeltet (**Tabell 7**).



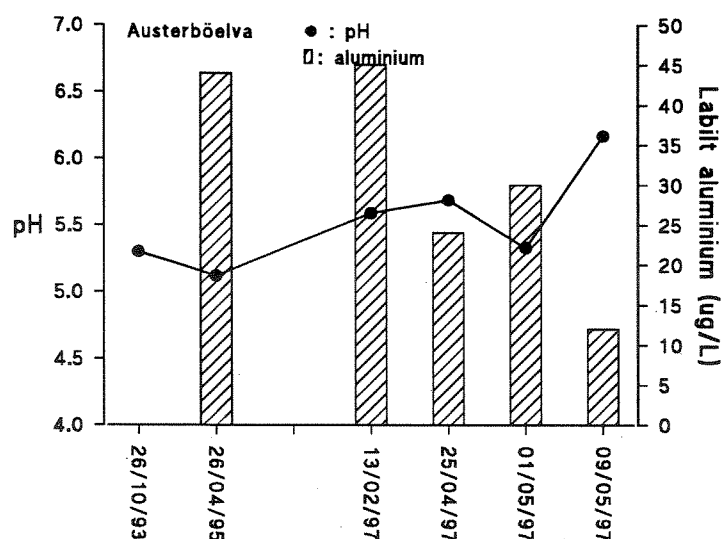
**Figur 8.** Kart over Austerbøelva med markering av de overførte innsjøene. Elektrofiskestasjonene er vist, og hadde følgende UTM-referanser: St. 1 LN 210 744, St. 2 LN 217 739, St. 3 LN 217 734. Bunndyrprøver ble tatt like oppstrøms hver av disse høsten 1996, og oppstrøms stasjon 1 og 3 våren 1997. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

**Tabell 7.** Oversikt over areal og avrenning fra det opprinnelige nedbørfeltet og den overførte delen av nedbørfeltet til Austerbøelva. Magasinet hvor feltet er overført samt årstall for overføringen er også tatt ned.

	km <sup>2</sup>	mill m <sup>3</sup>	% areal	Overført til	Årstall
<b>Opprinnelig nedbørfelt</b>	28,9		100,0		
<b>Overførte felt:</b>					
Stølsvatnet	17,2	48,4	59,7	Tverrvatnet	1971
<b>Restfelt</b>	11,6		<b>40,3</b>		

#### 4.2.2 Vannkjemi og bunndyr

Austerbøelva er forsuret, og hadde pH verdier mellom 5,1 og 5,7 med den laveste målte verdien under snøsmeltingen i april 1995 (Figur 9). Den kunstig høye pH-verdien den 9. mai 1997 (pH 6,2) skyldes at prøven da var påvirket av innstrømmende sjøvann. Under snøsmeltingen i april 1995 og i februar 1997 hadde elva de høyeste konsentrasjonen av labilt aluminium på 45 µg/L (Figur 9). Ved prøvetaking i februar 1997, ble det også tatt vannprøve fra sidebekken Tverralielv som renner inn i Austerbøelv fra øst. Denne sidebekken hadde da pH 5,0. Målinger av ANC, alkalitet, konduktivitet og kalsium viser også en forsuret vannkvalitet som kan være marginal for laksefisk (Tabell 8). Vannets innhold av totalt organisk karbon var lavt.



**Figur 9.** pH og konsentrasjon labilt aluminium i Austerbøelva ved 6 prøvetakingstidspunkter. Dataene fra oktober 1993 og april 1995 er analysert av NINA, mens prøvene fra 1997 er analysert ved NIVAs laboratorium.

**Tabell 8.** Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet, konduktivitet, Ca-konsentrasjon og TOC for Austerbøelv i perioden oktober 1993 til mai 1997. Prøvene fra 1993 og 1995 er analysert av NINA.

Austerbøelv	ANC (µekv/L)	Alkalitet (µekv/L)	Kond. (mS/m)	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)
26/10/93	-	0	2,59	0,53	-
26/04/95	-18	0	3,02	0,43	-
13/02/97	-	7	-	1,21	-
25/04/97	-3	8	3,13	0,94	1,0
01/05/97	-11	0	2,83	0,38	1,5
09/05/97	-	38*	104*	6,67*	-

\*: De høye verdiene skyldes at prøven var påvirket av innstrømmende sjøvann.

Det ble tatt bunndyrprøver på tre stasjoner i Austerbølva i februar 1997, og på to stasjoner (St. 1 og 3) i mai 1997. I februar 1997 var foruringsindeks 1 lik 1 på alle tre stasjonene, mens foruringsindeks 2 var 0,50 på den nederste stasjonen (St. 1), 0,69 på stasjon 2 og 0,70 på stasjon 3. I mai 1997 var foruringsindeks 1 lik 0 på stasjon 1 og lik 1 på stasjon 3. Foruringsindeks 2 var 0 og 0,70 på henholdsvis stasjon 1 og 3. For en nærmere gjennomgang av resultatene av bunndyr-undersøkelsen vises det til kapittel 4.8.

### 4.2.3 Fiskettheter og bestandsforhold

Det foreligger ingen offisiell fangststatistikk for Austerbølva, men ifølge lokale kilder er elva kjent for å ha en etablert sjøaurebestand som det drives fiske på. Lokal informasjon tilsier at det de siste tiårene bare har vært sporadiske fangster av laks og at det heller ikke var laks i elva for 40-50 år siden. Basert på den lokale informasjonen vurderer vi det som lite sannsynlig at det har vært en stedegen laksebestand i Austerbølva de siste 50 årene.

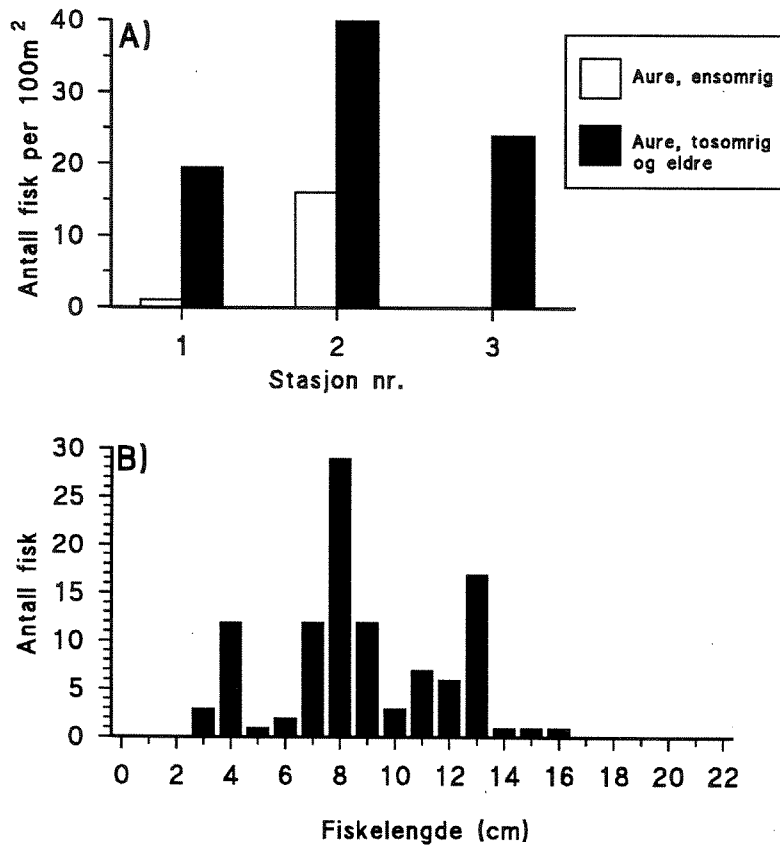
Austerbølva har et elvestrekk på i overkant av 2 km tilgjengelig for anadrom fisk. På elvestrekningen fra fjorden og om lag 1,5 km oppstrøms er det relativt gunstige oppvekstforhold for fisk med en del rolige partier, kulper og begrodd substrat. Lenger oppstrøms er elva hurtigrennende og delvis steinsatt. I denne øvre delen av elva er bunnforholdene ustabile med mye massetransport og substratet er lite begrodd. Det øverste elvestrekket forventes derfor å være relativt dårlig egnet for oppvekst av ungfisk.

Partier med substrat og vannføringsforhold egnet for gyting finnes spredt over hele den anadrome strekningen og gytemulighetene for anadrom fisk bør derfor være gode. Under fiske ble det observert en voksen sjøaure på hver av stasjonene 2 og 3.

Det ble bare funnet aure i fangstene fra Austerbølva. Tetthetene av ungfisk i elva varierte relativt mye mellom stasjonene med henholdsvis 1, 16 og 0 ensomrig fisk på stasjonene 1, 2 og 3. Tilsvarende tall for tosomrig og eldre fisk funnet på de tre stasjonene var 20, 41 og 24 (**Figur 10A**). Stasjon 1 og 2 var begge plassert på elvestrekk hvor forholdene ble vurdert som gunstige for ungfisk. Til tross for dette var ensomrig fisk nesten fraværende på stasjon 1 og helt fraværende på stasjon 3. Disse resultatene kan ikke alene skyldes lav fangbarhet og fraværet av yngel tyder derfor på rekrutteringssvikt. Tettheten av tosomrig og eldre ungfisk var innenfor forventede normalverdier, noe som gjenspeiler en mer normal rekruttering til disse årsklassene.

Av lengdefordelingen for fisk fra Austerbølva ser en at fisken vokser til om lag 4 cm etter en vekstsesong og til om lag 8 cm etter to vekstsesonger (**Figur 10B**). Dette vekstforløpet gir en forventet smoltalder på 3-4 år.

Samlet viser undersøkelsen at Austerbølva har en livskraftig aurebestand med gode oppvekst og gyteforhold. Imidlertid tyder resultatene på en svikt i rekrutteringen til 1996-årsklassen. Fraværet av laks i undersøkelsene sammenholdt med lokal informasjon gir en klar indikasjon på at det per i dag ikke er noen etablert laksebestand i vassdraget. De vannkjemiske dataene viser aluminiumskonsentrasjoner som har vist seg å være letale for laks.



Figur 10. A) Tettheter (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig og eldre aure på de tre undersøkte stasjonene i Austerbøelva, og B) lengdefordelingen av fisken i fangstene.

#### 4.2.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi

I Austerbøelva ble det tatt gjelleprøver i februar og mai 1997. Det var svært høye mengder aluminium på gjellene i februar sammenlignet med i mai (Tabell 9). Dette samsvarer godt med vannprøvene som viste høy konsentrasjon av labilt aluminium i februar (45 µg/L) sammenlignet med mai (12 µg/L). Konsentrasjonen av jern på gjellene var også høyere enn det som ble funnet i de andre elvene.

Tabell 9. Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (Al) og jern (Fe) på gjeller hos fisk prøvetatt i Austerbøelva i februar og mai 1997. Standardavvik (SD) og antall fisk som ble prøvetatt (N) er presentert.

Dato	Al-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N	Fe-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N
13/02/97	888	414	5	424	92	5
09/05/97	152	62	11			

Den histologiske undersøkelsen viste at det i februar og mai ble funnet henholdsvis moderate og sparsomme mengder metaller på gjelleoverflaten, og i epitelet uttalte mengder (Tabell 10). I gjellene til fisken fra februar fantes kloridcellehyperplasi og -nekrose, og det var en del adhesjoner på fisken fra mai. Det ble videre funnet lamellforytkkelsler, særlig i februar. De påviste forandringene er av et omfang som i forsøk med laks har gitt nedsatt evne til osmoregulering i fersk- og sjøvann (Kroglund *et al.*, 1994; Kvellestad, upubl. resultat). Begge gangene var det i gjellene celler som indikerer infeksjon.

**Tabell 10.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos fisk prøvetatt i Austerbølva. En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene. Prøvene fra februar 1997 er tatt av aure yngel, mens prøvene fra mai 1997 er tatt av aure smolt.

Type forandring:	Dato:	Stadium:	N	Grad av forandring:					
				0	(1)	1	2	3	4
ASA-positivt materiale, overflate (%)	13.02.97	Yngel	5	0	0	0	100	0	-
	09.05.97	Smolt	5	60	0	40	0	0	-
ASA-positivt materiale, intracitellialt (%)	13.02.97	Yngel	5	0	0	0	0	100	-
	09.05.97	Smolt	5	0	0	0	0	100	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	13.02.97	Yngel	5	100	0	0	0	0	0
	09.05.97	Smolt	5	40	0	60	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)	13.02.97	Yngel	5	0	-	20	0	60	20
	09.05.97	Smolt	5	0	-	60	40	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)	13.02.97	Yngel	5	100	-	0	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	100	-	0	0	0	-

#### 4.2.5 Vurdering av tiltak i vassdraget

Ungfiskundersøkelsene viser normale tettheter for tosomrig og eldre fisk i Austerbølva mens tetthetene av ensomrig fisk var påfallende lave og tyder på rekrutteringssvikt. Årsakene til rekrutteringssvikten kan skyldes flere forhold knyttet til forsurening og/eller regulering av vassdraget. Kombinasjonen av lav pH (5,1-5,7) og høy konsentrasjon av labilt Al (44 µg/l) tyder på at det kan forekomme perioder med en vannkvalitet som er skadelig for aure. Bunnundersøkelsene gjenspeiler også en ustabil situasjon med periodevis dårlig kjemi som har redusert antallet sensitive bunndyr. Dette understøttes også av analysene av gjeller hvor det i februar 1997 ble funnet svært høy konsentrasjon av aluminium på/i gjellene (888 µg/g). De histologiske forandringene en fant i februar tilsvarte forandringer som har vist seg å forårsake nedsatt evne til osmoregulering hos laks både i fersk- og sjøvann. En kan derfor ikke utelukke at uheldige vannkjemiske forhold har bidratt til den lave rekrutteringen av 1996-årsklassen i vassdraget, enten ved økt dødelighet på egg- og yngel stadiene eller ved dødelighet på smoltstadiene tidligere år slik at gytebestanden i elva har blitt kraftig redusert. Imidlertid viser de normale tetthetene av tosomrig og eldre ungfisk at det har vært normal rekruttering til disse årsklassene og vi finner det lite sannsynlig at et brått sammenbrudd i gytebestanden har medført rekrutteringssvikt for 1996 årsklassen. Samlet viser resultatene at forsuringen av vassdraget sannsynligvis har påvirket aurebestanden i negativ retning. Normale tettheter av tosomrig og eldre ungfisk viser imidlertid at bestanden ikke er direkte truet. Resultatene tyder samlet på en ustabil situasjon, og vi anbefaler derfor kalking for å sikre bestanden. Alternativt anbefaler vi at vannkjemien og aurebestanden overvåkes jevnlig for å fange opp en eventuell forverring som kan true bestanden.

Reguleringen reduserte det opprinnelige nedbørfeltet til Austerbølva med ca. 60 % (Tabell 7). Dette må en forvente har medført en betydelig reduksjon i produksjonspotensiale for aurebestanden gjennom redusert vanddekt areal og redusert produksjon av fiskens næringsdyr. Austerbølvassens nedre del (fra stasjon 2 og nedstrøms) har et stabilt elveløp med mange mindre kulper som trolig er viktig for overlevelse av fisk i perioder når vannføringen er på sitt laveste. De relativt høye tetthetene av tosomrig og eldre fisk på stasjon 1 og 2 forsterker dette inntrykket. Disse stasjonene hadde som nevnt påfallende lave tettheter av ensomrig fisk og en kan ikke utelukke at reguleringseffekter i form av stranding av gytegrøper eller yngel kan ha bidratt til dette resultatet. Imidlertid viser tetthetene av eldre fisk at dette ikke er et årsvist problem. Bygging av terskler eller andre biotopjusterende tiltak vurderer vi derfor som lite egnet til å styrke bestanden i nedre del av Austerbølva. De påviste ungfisktetthetene av tosomrig og eldre fisk tilsier at fiskeproduksjonen normalt ligger nær elvas bærenivå og fiskeutsettinger for å styrke

bestanden vil derfor ikke være hensiktsmessig. I øvre del av den anadrome strekningen (oppstrøms stasjon 2) er elva delvis steinsatt og de fysiske forholdene for fisk er mer ugunstige med mye grov stein og lite vanndekt areal. På denne elvestrekningen vil bygging av terskler høyst sannsynlig føre til en markert økning i elvas produksjonspotensiale for fisk. Det anbefales derfor at mulighetene for å bygge terskler på denne strekningen vurderes av rette faginstans (NVE).

### 4.3 Førdeelva (069.7Z)

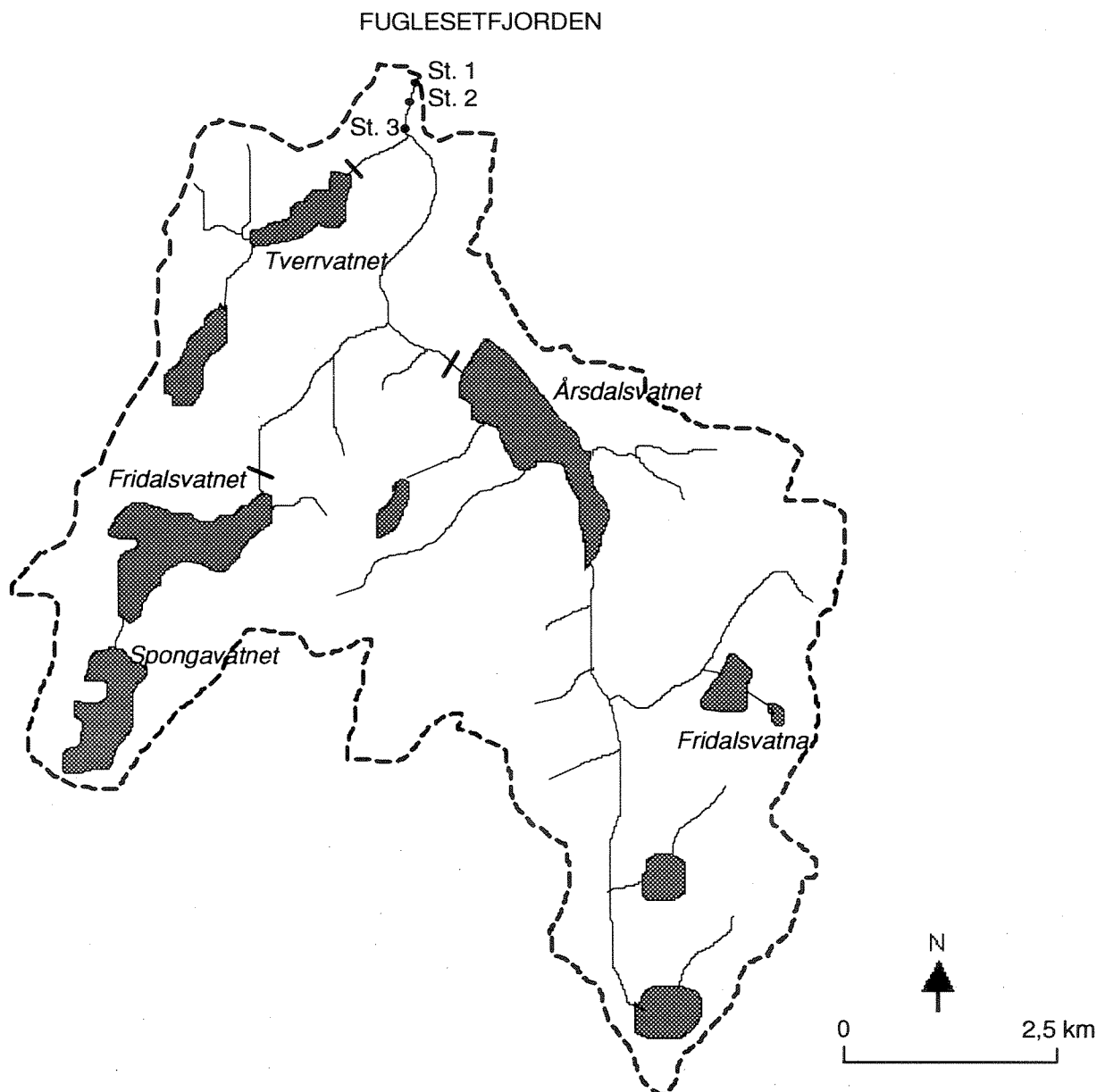
#### 4.3.1 Områdebeskrivelse

Førdeelva drenerer til Fuglesetfjorden. Kart over Førdeelva med stasjoner for elektrofiske, bunndyrprøvetaking og vannkjemi finnes i (Figur 11). Elektrofiske ble gjennomført på stasjonene 1,2 og 3, og det ble tatt bunndyrprøver like oppstrøms hver av elektrofiske stasjonene. Våren 1997 ble antallet bunndyrprøver redusert fra tre til to, og disse ble tatt oppstrøms stasjon 1 og 3. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

Av det opprinnelige nedbørfeltet til Førdeelva på 57,1 km<sup>2</sup> er Årsdalsvatnet (33,3 km<sup>2</sup>), Fridalsvatnet (8,7 km<sup>2</sup>) og Tverrvatnet (5,7 km<sup>2</sup>) overført, og benyttes til kraftproduksjon i Matre Kraftverk. Disse overføringene skjedde i 1968 og 1976 (Tabell 11). Restfeltet utgjør dermed om lag 17 % av det opprinnelige nedbørfeltet. Ifølge grunneierne kan vannføringen i elva i tørkeperioder om sommeren bli svært lav. På andre tider av året er det tildels store vannmengder i overløp av vann fra Årsdalsvatnet. I følge simuleringer gjort av BKK vil en konsekvens av reguleringen være at maksimal vannføring på en såkalt 10-årsflom vil kunne øke fra ca. 40 m<sup>3</sup>/sek til 50 m<sup>3</sup>/sek (Ingvald Midttun, BKK, pers. medd.).

**Tabell 11.** Oversikt over areal og avrenning fra det opprinnelige nedbørfeltet og de overførte delene av nedbørfeltet til Førdeelva. Magasinene hvor feltene er overført samt årstall for hver av overføringene er også tatt ned.

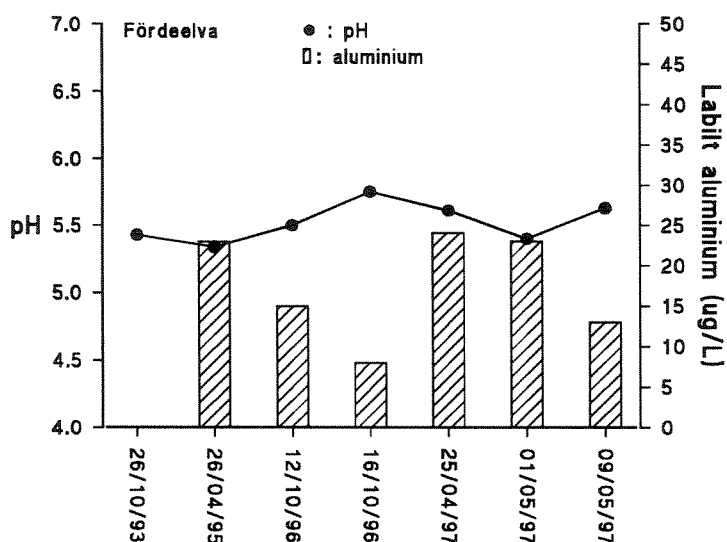
	km <sup>2</sup>	mill m <sup>3</sup>	% areal	Overført til	Årstall
<b>Opprinnelig nedbørfelt</b>	57,1		100,0		
<b>Overførte felt:</b>					
Årsdalsvatnet	33,3	108,4	58,3	Stordalsvatnet	1968
Fridalsvatnet	8,7	28,9	15,2	Krokevatnet	1976
Tverrvatnet	5,7	16,2	10,0	Årsdalsvatnet	1968
<b>Restfelt</b>	9,4		<b>16,5</b>		



**Figur 11.** Kart over Fårdeelva med markering av de overførte innsjøene. Elektrofiskestasjonene er vist, og hadde følgende UTM referanser: St. 1 LN 272 727, St. 2 LN 272 723, St. 3 LN 272 718. Bunndyrprøver ble tatt like oppstrøms hver av disse høsten 1996, og oppstrøms stasjon 1 og 3 våren 1997. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

#### 4.3.2 Vannkjemi og bunndyr

Som en ser av **Figur 12** er også Fårdeelva forsuret, med pH-verdier omkring 5,5. Konsentrasjonen av labilt aluminium kommer opp mot 25 µg/L. Det ble funnet negativ ANC under snøsmelting våren 1995 og våren 1997, og både alkaliteten, konduktiviteten og kalsiumkonsentrasjonene var lave ved alle prøvetakingstidspunktene om våren (**Tabell 12**).



**Figur 12.** pH og konsentrasjon labilt aluminium i Førdeelva ved 7 prøvetakingstidspunkter. Dataene fra oktober 1993 og april 1995 er analysert av NINA, mens prøvene fra 1997 er analysert ved NIVAs laboratorium.

**Tabell 12.** Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet, konduktivitet, Ca-konsentrasjon og TOC for Førdeelva i perioden oktober 1993 til mai 1997. Prøvene fra 1993 og 1995 er analysert av NINA.

Førdeelv	ANC (µekv/L)	Alkalitet (µekv/L)	Kond. (mS/m)	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)
26/10/93	--	0	2,16	0,44	-
26/04/95	-14	0	2,61	0,44	-
12/10/96	-	7	1,60	0,39	-
16/10/96	12	10	1,79	0,46	1,4
25/04/97	-6	4	2,68	0,57	0,8
01/05/97	-13	3	2,36	0,38	1,5
09/05/97	-3	6	2,40	0,50	1,1

Det ble tatt bunndyrprøver på tre stasjoner i Førdeelva i oktober 1996, og på to stasjoner (St. 1 og 3) i mai 1997. I oktober 1996 var foruringsindeks 1 lik 1 på alle tre stasjonene, mens foruringsindeks 2 var 0,71 på den nederste stasjonen (St. 1), 0,51 på stasjon 2 og 0,64 på den øverste stasjonen (St. 3). Våren 1997 var foruringsindeks 1 også lik 1 på både stasjon 1 og 3, mens foruringsindeks 2 var 0,56 og 0,60 på henholdsvis stasjon 1 og 3. For en nærmere gjennomgang av resultatene av bunndyr-undersøkelsen vises det til kapittel 4.8.

### 4.3.3 Fisketettheter og bestandsforhold

Det foreligger ingen offisiell fangststatistikk for Førdeelva men ifølge lokale kilder er elva kjent for å ha en etablert sjøaurebestand som det drives fiske på. Lokalt blir laksen bare regnet som sporadisk forekommende og det oppgis at det heller ikke var mer laks i elva for 40-50 år siden. Basert på den lokale informasjonen vurderer vi det derfor som lite sannsynlig at det har vært en stedegen laksebestand i Førdeelva de siste 50 årene.

Førdeelva har en elvestrekning for anadrom fisk på om lag 900 m og elva har mye grovt substrat og lite begroing. I Førdeelva ble det fisket på tre stasjoner (**Figur 13A**) og aure var eneste art i fangstene når en ser bort fra en regnbueaure på 14,3 cm. Med unntak av en yngel (fisket på stasjon 1) ble det ikke

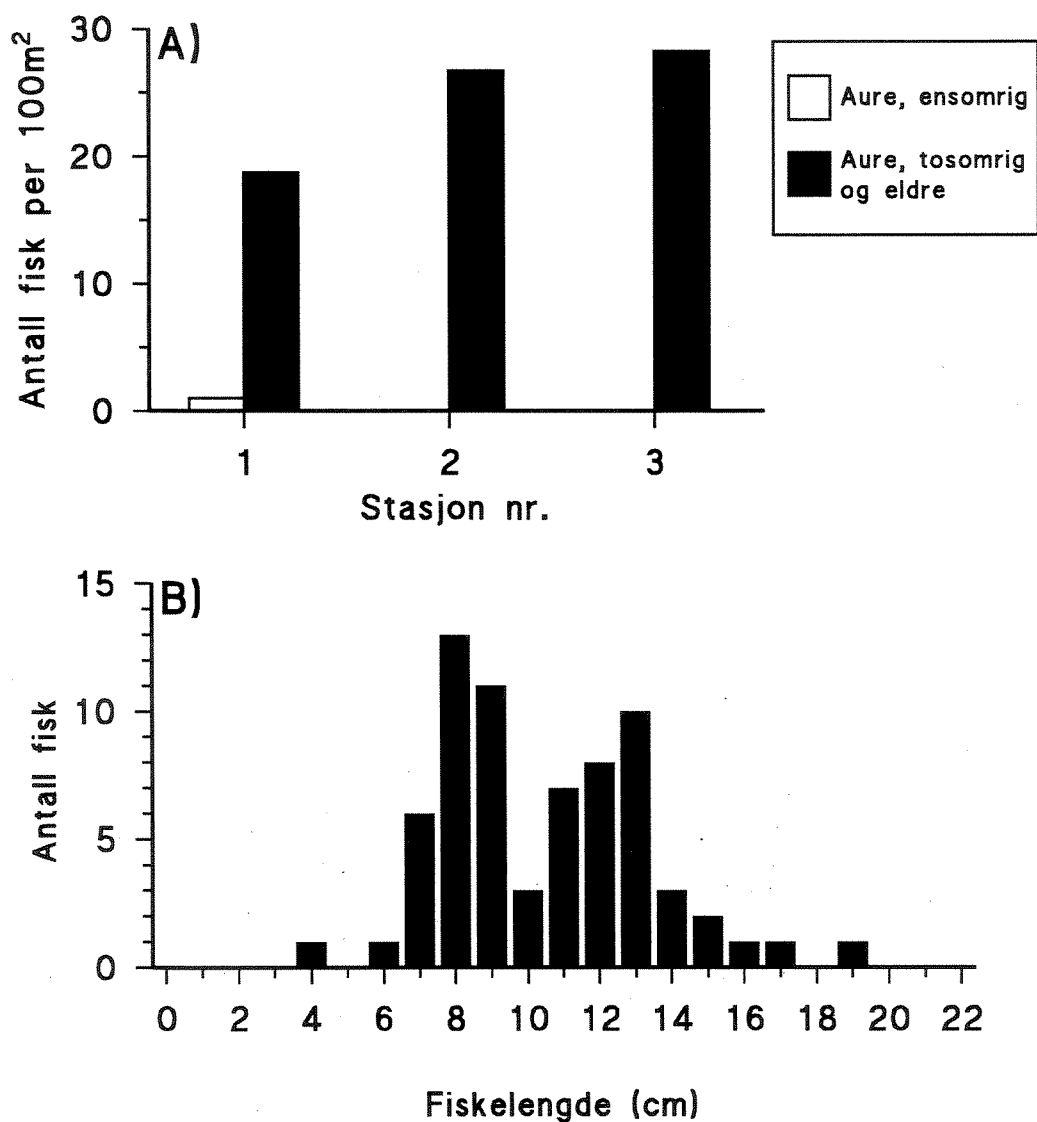


funnet ensomrig fisk. Lav fangbarhet av yngel som følge av mye grovt substrat og lav vanntemperatur ( $\sim 7^{\circ}\text{C}$ ) kan ikke alene forklare fraværet av årsyngel. Resultatene tyder derfor på rekrutteringssvikt forårsaket av uheldige vannkjemiske forhold eller andre forhold som stranding og frysing av gytegroper. Tetthetene av tosomrig og eldre fisk var derimot mer normale med henholdsvis 19, 27 og 28 fisk per  $100\text{ m}^2$  på stasjonene 1, 2 og 3. Dette viser at rekrutteringssvikten først og fremst gjelder 1996-årsklassen og at rekrutteringen til bestanden har vært mer normal de foregående år.

På elvestrekningen fra stasjon 2 og ned til fjorden er Førdeelva delvis steinsatt og elvebunnen er ustabil med mye grovt substrat. Dette partiet er derfor lite produktivt noe som trolig gjenspeiles i de lave tettheter av fisk på stasjon 1 relativt til stasjonene 2 og 3 som ligger på elvestrekk med mer stabile bunnforhold. Det ble observert 5 sjøaure rett nedenfor stasjon 2 uten at det ble observert gytegroper.

Siden det nesten ikke ble funnet ensomrig fisk på elva kan en ikke si noe eksakt om første års lengdetilvekst. Imidlertid viser lengdefordelingen at auren er om lag 8 cm etter to vekstsesonger i elva og en kan forvente at første års tilvekst vil være om lag 4-5 cm (**Figur 13B**). Det observerte vekstmønsteret gir en forventet smoltalder på 3-4 år.

Samlet vurderes tettheten av tosomrig og eldre fisk i Førdeelva som normale i forhold til elvas antatte produksjonsforhold. Imidlertid tyder de lave fangstene av ensomrig fisk på rekrutteringssvikt for 1996-årsklassen. Fraværet av laks i undersøkelsene sammenholdt med lokal informasjon gir en klar indikasjon på at det per i dag ikke er noen etablert laksebestand i vassdraget.



Figur 13. A) Tettheter (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig og eldre aure på de tre undersøkte stasjonene i Førdeelva, og B) lengdefordelingen av fisken i fangstene.

#### 4.3.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi

Aluminiumkonsentrasjonen på gjellene var også i Førdeelv høyere i mai enn i oktober, men ikke blant de høyeste i de undersøkte elvene (Tabell 13). Det var noe høyere konsentrasjon av labilt aluminium i vannet den 9. mai (13 µg/L) sammenlignet med 16. oktober (8 µg/L), men denne forskjellen var liten. Mengden jern på gjellene var tilsvarende det vi fant i de fleste andre elvene.

**Tabell 13.** Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (Al) og jern (Fe) på gjeller hos fisk prøvetatt i Førdeelva høsten 1996 og våren 1997. Standardavvik (SD) og antall fisk som ble prøvetatt (N) er presentert.

Dato	Al-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N	Fe-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N
16/10/96	98	16	5	239	80	5
09/05/97	184	89	10			

Den histologiske undersøkelsen viste at det både høst og vår var metallakkumulering både på gjelleoverflaten og i epitelet, i førstnevnte tilfelle riktignok i særdeles sparsomme mengder på en fisk (Tabell 14). Forandringene fra våren er av et omfang som i forsøk med laks har gitt nedsatt evne til osmoregulering i fersk- og sjøvann (Kroglund *et al.*, 1994) (Kvellestad, unpubl. resultat). Celler som indikerer infeksjon, særlig mastceller, ble påvist.

**Tabell 14.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos fisk prøvetatt i Førdeelva. En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene.

Type forandring:	Dato:	Stadium:	N	Grad av forandring:					
				0	(1)	1	2	3	4
ASA-positivt materiale, overflate (%)	16.10.96	Yngel	5	80	20	0	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	20	0	60	20	0	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)	16.10.96	Yngel	5	20	0	80	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	0	0	0	0	100	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	16.10.96	Yngel	5	80	20	0	0	0	0
	09.05.97	Smolt	5	80	20	0	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)	16.10.96	Yngel	5	60	-	20	20	0	0
	09.05.97	Smolt	5	0	-	40	60	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)	16.10.96	Yngel	5	80	-	20	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	100	-	0	0	0	-

#### 4.3.5 Vurdering av tiltak i vassdraget

Ungfiskundersøkelsene viser normale tettheter for tosomrig og eldre fisk i Førdeelva mens tetthetene av ensomrig fisk var påfallende lave og tyder på rekrutteringssvikt. Årsakene til rekrutteringssvikten kan skyldes flere forhold knyttet til forsuring og/eller regulering av vassdraget. De vannkjemiske målingene indikerer relativt stabil pH på rundt 5,5 og konsentrasjoner av labilt Al opp mot 25 µg/L. Bunndyrundersøkelsene viser at bunndyrene er moderat påvirket av forsuring, og tyder ikke på vedvarende perioder med dårlige vannkjemiske forhold. Gjelleprøvene viser moderate Al-mengder (184 µg/g) selv på vårprøvene. De histologiske forandringene en fant i mai tilsvarte forandringer som har vist seg å forårsake nedsatt evne til osmoregulering hos laks både i fersk- og sjøvann. De histologiske forandringene var likevel mindre omfattende enn det en fant i Austerbølva.

Samlet viser resultatene at Førdeelva har relativt stabile vannkjemiske forhold som normalt ikke skal utgjøre trussel for aurebestanden. Vi finner det derfor lite sannsynlig at uheldige vannkjemiske forhold kan forklare den lave rekrutteringen til 1996 årsklassen, selv om dette ikke kan utelukkes. Normale tettheter av tosomrig og eldre fisk sammen med relativt stabile vannkjemiske forhold viser at aurebestanden bare i mindre grad kan ha blitt negativt påvirket av forsuringssituasjonen. Vi anser derfor ikke bestanden som truet av forsuring, og anbefaler derfor ikke kalking av vassdraget. En forverring av

de vannkjemiske forhold kan på sikt utgjøre en trussel mot bestanden. Vassdraget bør derfor overvåkes for å fange opp en eventuell forandring i denne retning.

Reguleringen reduserte det opprinnelige nedbørfeltet til Førdeelva med ca. 83% (Tabell 11). Denne omfattende reduksjonen må en forvente har ført til et betydelig redusert produksjons-potensiale for aurebestanden gjennom redusert vanndekt areal og redusert produksjon av fiskens næringsdyr. Kraftige flomperioder kan oppstå når det er overløp fra demningen ved Årsdalsvatnet. I løpet av 1996 var det ingen slike perioder med overløp, mens det til nå i 1997 har vært to slike episoder (Hesjedal, BKK, pers. medd.). I løpet av den første perioden 18. til 26. oktober kom det totalt 3 mill. m<sup>3</sup>, mens det i perioden 1. til 5. november kom 2 mill. m<sup>3</sup>. Det finnes ikke spesifikasjoner av hvor mye vann som kommer pr. tidsenhet, men ettersom mesteparten i følge BKK kom den første dagen, er det klart at det er snakk om en betydelig flomsituasjon i elva. Nedre del av Førdeelva (nedstrøms stasjon 2) er forbygd og har et svært ustabil elveløp med mye massetransport og flere ganger har elva tatt med seg deler av steinsettingen. Disse forholdene gjør at denne delen av elva har et lavt forventet produksjonspotensiale for ungfisk. Lenger oppstrøms er bunnforholdene mer gunstige men også her er elva karakterisert ved mye grovt substrat og massetransport. Den nevnte rekrutteringsvikten for 1996-årsklassen kan derfor ha sammenheng med disse forholdene ved at massetransport har ødelagt gytegroper. I tillegg er sjansene for stranding av gytegroper og yngel store som følge av at det i perioder er svært liten vannføring i elva. Samlet vurderes reguleringseffektene å ha medført en betydelig reduksjon i elvas potensiale for produksjon av ungfisk. Videre er det sannsynlig at de nevnte reguleringseffektene har forårsaket eller bidratt til den observerte rekrutteringsvikten av 1996 årsklassen.

De påviste tetthetene av tosomrig og eldre fisk tilsier at fiskeproduksjonen ligger nær elvas bærenivå og fiskeutsettinger for å styrke bestanden vil derfor ikke være hensiktsmessig.

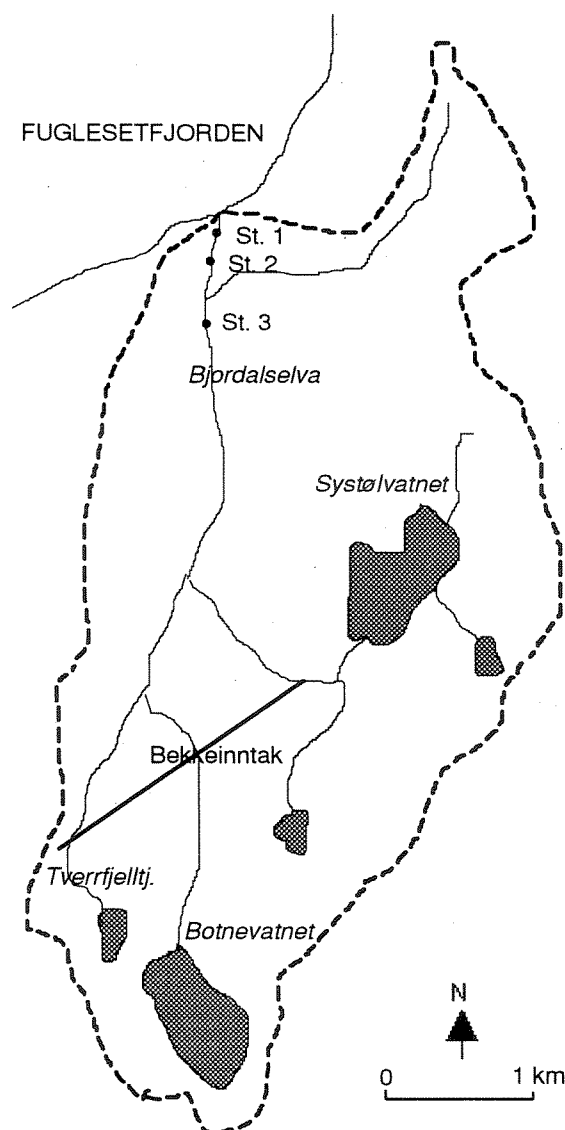
Stabilisering av nedre del av elveløpet (nedstrøms stasjon 2) samt bygging av terskler på denne strekningen for å øke vanndekt areal i perioder med liten vannføring vil opplagt bedre produksjonsforholdene for aurebestanden. Vi anbefaler derfor at muligheten for å iverksette disse tiltakene vurderes av rette faginstans (NVE).

## 4.4 Bjordalselva (069.72Z)

### 4.4.1 Områdebeskrivelse

Bjordalselva ligger like øst for Førdeelva, og drenerer også til Fuglesetfjorden. Kart over Bjordalselva med stasjoner for elektrofiske, bunndyrprøvetaking og vannkjemi finnes i **Figur 14**. Elektrofiske ble gjennomført på stasjonene 1,2 og 3, og det ble tatt bunndyrprøver like oppstrøms hver av elektrofiskestasjonene. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

Av det opprinnelige nedbørfeltet til Bjordalselva på 15,1 km<sup>2</sup> er totalt 6,1 km<sup>2</sup> overført, og benyttes til kraftproduksjon i Matre Kraftverk. Dette er bekkeinntak som er overført til Årsdalsvatnet. Denne overføringen skjedde i 1973. Restfeltet utgjør dermed om lag 60 % av det opprinnelige nedbørfeltet til vassdraget (**Tabell 15**).



**Figur 14.** Kart over Bjordalselva med markering av bekkeinntakene. Elektrofiskestasjonene er vist, og hadde følgende UTM referanser: St. 1 LN 290 754, St. 2 LN 290 752, St. 3 LN 292 741. Bunndyrprøver ble tatt like oppstrøms hver av disse høsten 1996, og oppstrøms stasjon 1 og 3 våren 1997. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.

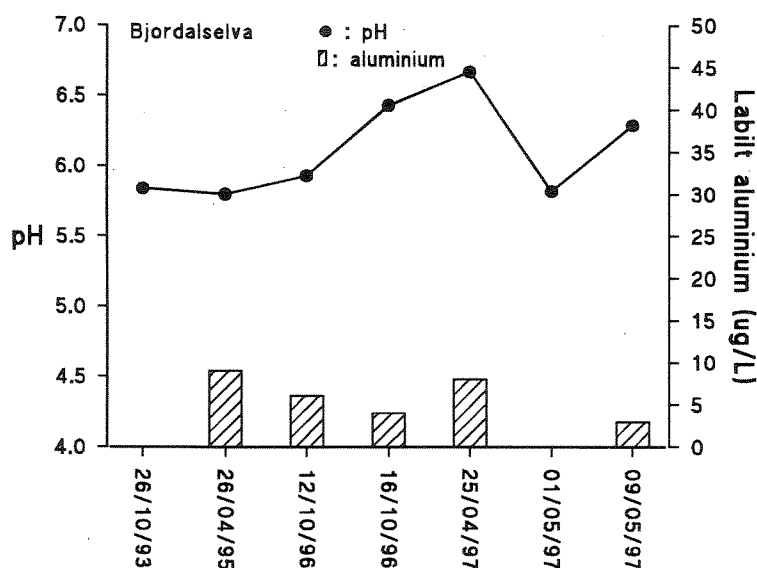
**Tabell 15.** Oversikt over areal og avrenning fra det opprinnelige nedbørfeltet og de overførte delene av nedbørfeltet til Bjordalselva. Magasinene hvor feltene er overført samt årstall for hver av overføringene er også tatt ned.

	km <sup>2</sup>	mill m <sup>3</sup>	% areal	Overført til	Årstall
<b>Opprinnelig nedbørfelt</b>	15,1		100,0		
<b>Overførte felt:</b>					
Bekkeinntak	6,1	17,3	40,4	Årsdalsvatnet	1973
<b>Restfelt</b>	9,0		<b>59,6</b>		

#### 4.4.2 Vannkjemi og bunndyr

Bjordalselva er noe mindre påvirket av forurensning enn de andre undersøkte elvene, bortsett fra Sørørelva. pH verdiene varierer mellom 5,8 og 6,7, og konsentrasjonen av labilt aluminium ligger lavere enn 10 µg/L ved alle prøvetakingstidspunktene (**Figur 15**). Også for ANC, alkalitet og kalsiumkonsentrasjon er situasjonen bedre enn for de øvrige elvene (**Tabell 16**). Periodevis utslipp av sand i Bjordalselva (se neste kapittel) kan muligens ha påvirket alkalitet og ANC-verdiene, men ved tidspunktet vannprøvene ble tatt var det ikke synlig utslipp av sand. Prøver tatt opp- og nedstrøms for utslippet den 15. oktober 1996, når det var tydelig blakking av elva, viste samme pH men noe høyere kalsiumkonsentrasjon (2,2 versus 1,4 mg/L) og alkalitet (113 versus 45 µekv/L) nedstrøms utslippet.

Prøve tatt den 16. oktober 1996 viste et innhold av total nitrogen på 860 µg/L. Dette er kun en enkeltmåling, men denne tilsvarer tilstandsklasse V (meget dårlig, dvs. > 800 µg N/L) i SFTs klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann (SFT 1992), og indikerer forurensning fra omkringliggende gårdsbruk. Tilsvarende verdier av total nitrogen er ikke tatt med for de andre elvene ettersom alle verdiene ligger innenfor tilstandsklasse I (god, dvs. < 250 µg N/L).



**Figur 15.** pH og konsentrasjon labilt aluminium i Bjordalselva ved 7 prøvetakingstidspunkter. Dataene fra oktober 1993 og april 1995 er analysert av NINA, mens prøvene fra 1996 og 1997 er analysert ved NIVAs laboratorium.

**Tabell 16.** Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet, konduktivitet, Ca-konsentrasjon og TOC for Bjordalselva i perioden oktober 1993 til mai 1997. Prøvene fra 1993 og 1995 er analysert av NINA.

Bjordalselv	ANC ( $\mu\text{ekv/L}$ )	Alkalitet ( $\mu\text{ekv/L}$ )	Kond. (mS/m)	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)
26/10/93	-	23	2,53	0,78	-
26/04/95	-2	10	2,88	0,64	-
12/10/96	-	25	2,23	1,01	-
16/10/96	80	64	3,48	1,99	2,6
25/04/97	90	73	3,93	2,08	1,4
01/05/97	65	13	2,18	0,79	2,7
09/05/97	44	37	2,74	1,06	2,7

Det ble tatt bunndyrprøver på tre stasjoner i Bjordalselva i oktober 1996, og på to stasjoner (St. 1 og 3) i mai 1997. I oktober 1996 var foruringsindeks 1 lik 1 på alle tre stasjonene, mens foruringsindeks 2 var 0,74 på den nederste stasjonen (St. 1), 0,54 på stasjon 2 og 0,55 på den øverste stasjonen (St. 3). Våren 1997 var både foruringsindeks 1 og 2 lik 1 på både stasjon 1 og 3. For en nærmere gjennomgang av resultatene av bunndyr-undersøkelsen vises det til kapittel 4.8.

#### 4.4.3 Fisketettheter og bestandsforhold samt effekter av partikkelforurensning

Det foreligger ingen offisiell fangststatistikk for Bjordalselva men ifølge lokale kilder er elva kjent for å ha en etablert sjøaurebestand som det drives fiske på. Lokal informasjon tilsier at det de siste tiårene bare har vært sporadiske fangster av laks og at elva per i dag ikke har noen laksebestand. Imidlertid er lokal kunnskap om bestandssituasjonen for laks i tidligere tider mer tvetydig. Fra flere kilder oppgis det at det heller ikke var mer laks i elva for 30-50 år siden, men vi er også blitt fortalt at det den gang trolig var mer regelmessige fangster av laks. Basert på den samlede lokale informasjonen vurderer vi det imidlertid som lite sannsynlig at det har vært en stedegen laksebestand i Bjordalselva de siste 50 år.

I Bjordalselva er det en elvestrekning på om lag 2,2 km som er tilgjengelig for anadrom fisk. Grunnet liten vannføring er det imidlertid den nederste kilometeren som er best egnet for anadrom fisk. Elva har flere rolige partier og kulper som er godt egnet som gyte- og oppvekstområde for laksefisk. Videre er det mye begroing i deler av elva noe som fremmer produksjonen av fiskens næringsdyr.

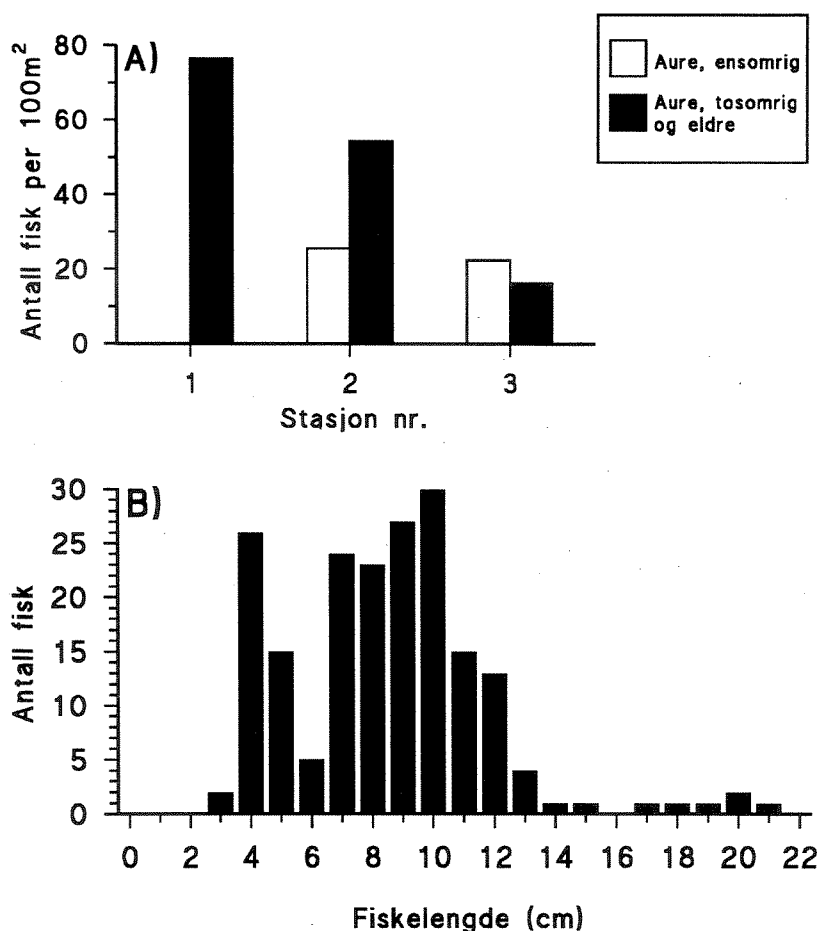
Det ble fisket på tre stasjoner i Bjordalselva og aure var eneste art i fangstene. Tetthetene av ensomrig aure per 100 m<sup>2</sup> var henholdsvis 0, 25, og 22 på stasjonene 1, 2 og 3. Av tosomrig og eldre aure ble det tilsvarende funnet 77, 55, og 16 fisk/100m<sup>2</sup> på de tre stasjonene (**Figur 16A**). Fraværet av yngel på stasjon 1 var påfallende og skyldes trolig lav overlevelse av 1996 årsklassen på denne stasjonen. Dette kan ha sammenheng med utslippet av sand og silt fra Bjordal Sandindustri som har pågått periodevis siden juli 1996 (Helge Bjordal pers. med.) og fram til den 20 mai 1997 da utslippsvannet ble ført over i kloakknett (Merete Farstad, Miljøvern avdelingen i Sogn og Fjordane, pers. med.). Vi observerte lav sikt i vannet og til dels kraftig nedsilting av bunnvegetasjon i forbindelse med undersøkelsene. Utslippet fra anlegget startet like nedstrøms stasjon 3 og påvirker elvestrekningen nedstrøms, inkludert stasjon 1 og 2 (se **Figur 14**). Vannprøver tatt den 15.10.96 viste et uorganisk tørrstoffinnhold på 1,01 gram per liter på elvestrekningen nedstrøms utslippet (stasjon 1). Flere studier har vist at konsentrasjoner av tørrstoff i intervallet fra 0,1-1 gram tørrstoff per liter kan medføre redusert overlevelse og tilvekst hos laksefisk (Herbert *et al.* 1961; Scullion og Edwards 1980; Stober *et al.* 1981; McLeay *et al.* 1984). Basert på resultatene fra vannprøvene og kunnskap om effektene av silting på laksefisk er det derfor sannsynlig at utslippene av silt har hatt en negativ innvirkning på aurebestanden i nedre del av Bjordalselva.

Til tross for siltutslippet ble det funnet høye tettheter av ensomrig fisk på stasjon 2 som også ligger nedstrøms utslippspunktet. Siltutslippet har derfor ikke ført til noen dramatisk reduksjon i

ungeltetthetene på denne stasjonen. Utslippene synes heller ikke å ha påvirket tetthetene av tosomrig og eldre fisk siden det ble funnet svært høye tettheter på stasjon 1 og 2 (**Figur 16A**). Disse høye tetthetene gjenspeiler elvas gode gyte- og oppvekstforhold. Det ble totalt observert 10 sjøaure og flere gytegrøper ved fising av stasjon 1 og 2.

Lengdefordelingen viser at auren oppnår en lengde på om lag 4 cm etter første vekstsesong og om lag 7-10 cm etter andre vekstsesong (**Figur 16B**). Denne tilveksten gir en forventet smoltalder på 3-4 år.

Basert på de høye tetthetene av ungfisk samt de gode gyte- og oppvekstforholdene vurderes Bjordalselva å ha en livskraftig bestand av sjøaure. Fraværet av laks i undersøkelsene sammenholdt med lokal informasjon gir en klar indikasjon på at det per i dag ikke er noen etablert laksebestand i vassdraget.



**Figur 16.** A) Tettheter (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig og eldre aure på de tre undersøkte stasjonene i Bjordalselva, og B) lengdefordelingen av fisken i fangstene.



#### 4.4.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi

Aluminiumsmengdene som ble funnet på gjellene til fisk i Bjordalselva i oktober 1996 var noe høyere på stasjonen nedstrøms sandutslippet (St. 1) sammenlignet med stasjonen oppstrøms utslippet (St. 3) (Tabell 17). I likhet med de andre elvene var aluminiumskonsentrasjonen også noe høyere i mai enn den var om høsten. Når det gjelder jern på gjellene, var konsentrasjonen på stasjon 1 tilsvarende de andre undersøkte elvene, mens på stasjonen oppstrøms utslippet var konsentrasjonen signifikant (ANOVA,  $p < 0,01$ ) høyere enn i de andre elvene bortsett fra Austerbølva.

**Tabell 17.** Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (Al) og jern (Fe) på gjeller hos fisk prøvetatt i Bjordalselva høsten 1996 og våren 1997. Standardavvik (SD) og antall fisk som ble prøvetatt (N) er presentert.

Dato	Al-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N	Fe-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N
St. 1 16/10/96	113	37	5	267	34	5
St. 3 16/10/96	64	37	5	395	109	5
09/05/97	202	92	10			

Den histologiske undersøkelsen viste at det høsten 1996 ble påvist sparsomme mengder metall som var akkumulert i epitelet (Tabell 18). Av de tre fisk som ble undersøkt fra våren, var det en med metaller på gjelleoverflaten, og alle hadde uttalte mengder i gjelleepitelet. Celler som indikerer infeksjon ble påvist, og i tillegg fantes enkelte epiteliocyster.

**Tabell 18.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos fisk prøvetatt i Bjordalselva. I oktober 1996 ble det tatt gjelleprøver både oppstrøms siltutslippet (St. 3), og på den nederste stasjonen (St. 1). En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene.

Type forandring:	Dato:	Stasjon:	Grad av forandring:					
			0	(1)	1	2	3	4
ASA-positivt materiale, overflate (%)	16.10.96	St. 1	100	0	0	0	0	-
	16.10.96	St. 3	100	0	0	0	0	-
	09.05.97	St. 1	67	0	33	0	0	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)	16.10.96	St. 1	0	0	100	0	0	-
	16.10.96	St. 3	0	40	60	0	0	-
	09.05.97	St. 1	0	0	0	0	100	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	16.10.96	St. 1	80	0	20	0	0	0
	16.10.96	St. 3	100	0	0	0	0	0
	09.05.97	St. 1	100	0	0	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)	16.10.96	St. 1	20	-	80	0	0	0
	16.10.96	St. 3	60	-	40	0	0	0
	09.05.97	St. 1	33	-	67	0	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)	16.10.96	St. 1	20	-	60	20	0	-
	16.10.96	St. 3	20	-	80	0	0	-
	09.05.97	St. 1	33	-	67	0	0	-

#### 4.4.5 Vurdering av tiltak i vassdraget

Ungfiskundersøkelsene viser normale tettheter og alderssammensetning for aurebestanden i Bjordalselv. Denne vurderingen gjøres på tross av fraværet av yngel på stasjon 1 siden dette resultatet høyst sannsynlig kan tilskrives det midlertidige utslippet av silt fra Bjordal sandindustri. pH verdiene varierte fra 5,8-6,7 og konsentrasjonene av labilt Al var lave ( $< 10 \mu\text{g/L}$ ). Disse relativt gode vannkjemiske forholdene gjenspeiles i forholdsvis lite akkumulert aluminium på fiskegjellene og en lite forsuret bunndyrfauna. Sammenholdt med ungfiskundersøkelsene viser disse resultatene at aurebestanden ikke er truet av forsuret.

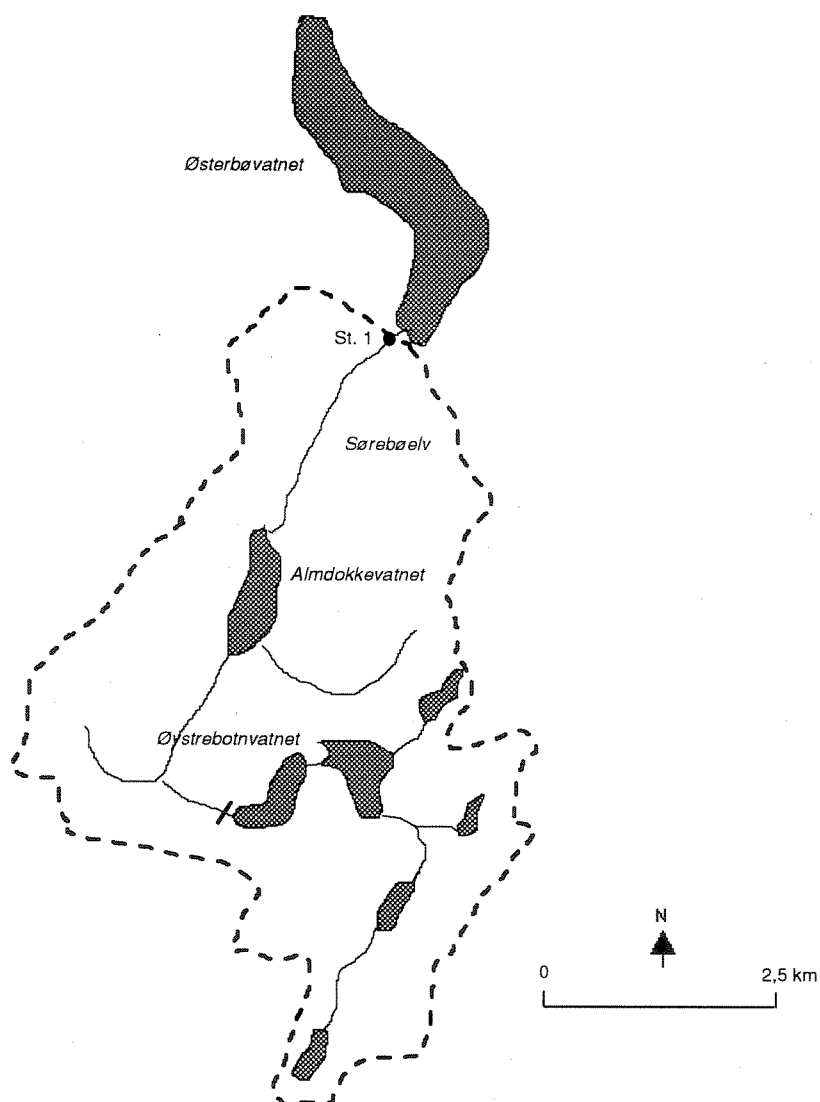
Reguleringen reduserte det opprinnelige nedbørfeltet til Bjordalselva med ca. 40 % (Tabell 15). Dette må en forvente har ført til et betydelig redusert produksjonspotensiale for aurebestanden gjennom redusert vanddekt areal og redusert produksjon av fiskens næringsdyr. Nedre del av Bjordalselva (nedstrøms stasjon 2) har flere fine kulper som trolig er viktige for fisken i perioder med liten vannføring. På strekningen oppstrøms stasjon 2 er imidlertid elveløpet bredt og grunt og flere partier er utsatt for tørlegging ved liten vannføring. Bygging av terskler for å øke vanddekt areal i perioder med liten vannføring vil derfor opplagt bedre produksjonsforholdene for aurebestanden i Bjordalselva. Vi anbefaler derfor at muligheten for å iverksette disse tiltakene vurderes av rette faginstans (NVE). De påviste tetthetene av tosomrig og eldre fisk tilsier at fiskeproduksjonen ligger nær elvas bærenivå og fiskeutsettinger for å styrke bestanden vil derfor ikke være hensiktsmessig.

## 4.5 Østerbøvassdraget (069.8Z), Sørebøelva og Østerbøelva

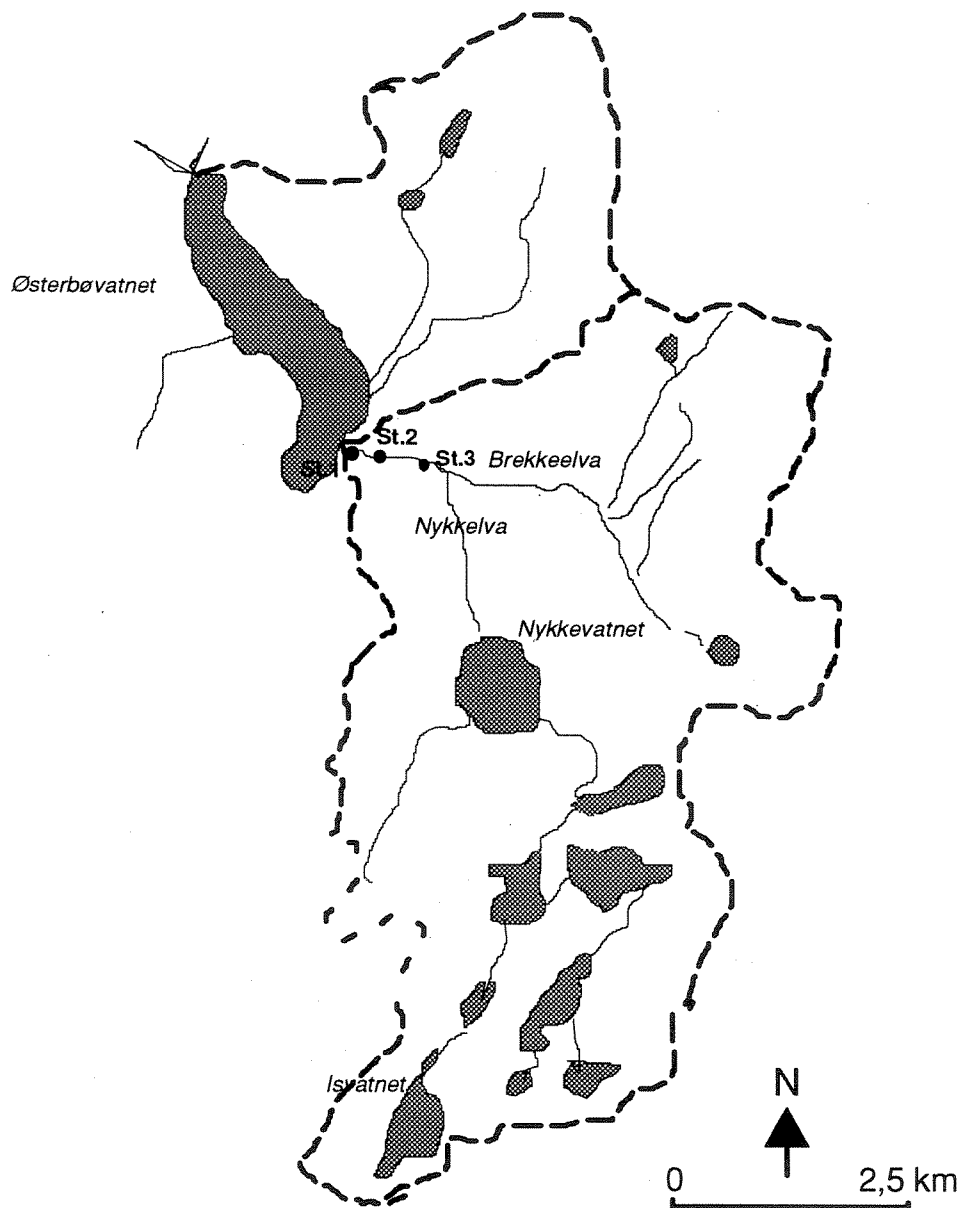
### 4.5.1 Områdebeskrivelse

Sørebø- og Østerbøelva i Østerbøvassdraget drenerer til Østerbøvatnet. Sørebøelv har et svært kort strekk som er tilgjengelig for anadrom fisk, og prøvefiske og bunnprøvetaking ble derfor kun gjennomført på en stasjon (**Figur 17**). I Østerbøelva ble elektrofiske ble gjennomført på stasjonene 1,2 og 3, og det ble tatt bunndyrprøver like oppstrøms hver av elektrofiskestasjonene høsten 1996, og oppstrøms stasjon 1 og 2 våren 1997. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1 (**Figur 18**).

Av det opprinnelige nedbørfeltet til Østerbøvassdraget på 63,3 km<sup>2</sup> er totalt 8,0 km<sup>2</sup> overført, og benyttes til kraftproduksjon i Matre Kraftverk. Det overførte feltet er Østerbotnvatn, som tidligere drenerte til Sørebøelva. Østerbøelva selv er med andre ord ikke påvirket av regulering. Østerbotnvatn er overført til Årsdalsvatnet, og denne overføringen skjedde i 1970. Restfeltet utgjør dermed om lag 87 % av det opprinnelige nedbørfeltet til vassdraget (**Tabell 19**).



**Figur 17.** Kart over Sørebøelva med markering av den overførte innsjøen. Elektrofiskestasjonen er vist og hadde følgende UTM-referanse LN 331 743. Bunndyrprøve ble tatt like oppstrøms denne. Vannprøvene ble tatt på stasjon 1.



**Figur 18.** Kart over Østerbøelva med stasjoner for elektrofiske. Disse hadde følgende UTM-refranser: St. 1 LN 336 748, St. 2 LN 341 747, St. 3 LN 345 736. Bunndyrprøver ble tatt like oppstrøms hver av elektrofiskestasjonene. Vannprøvene ble tatt ved stasjon 1.

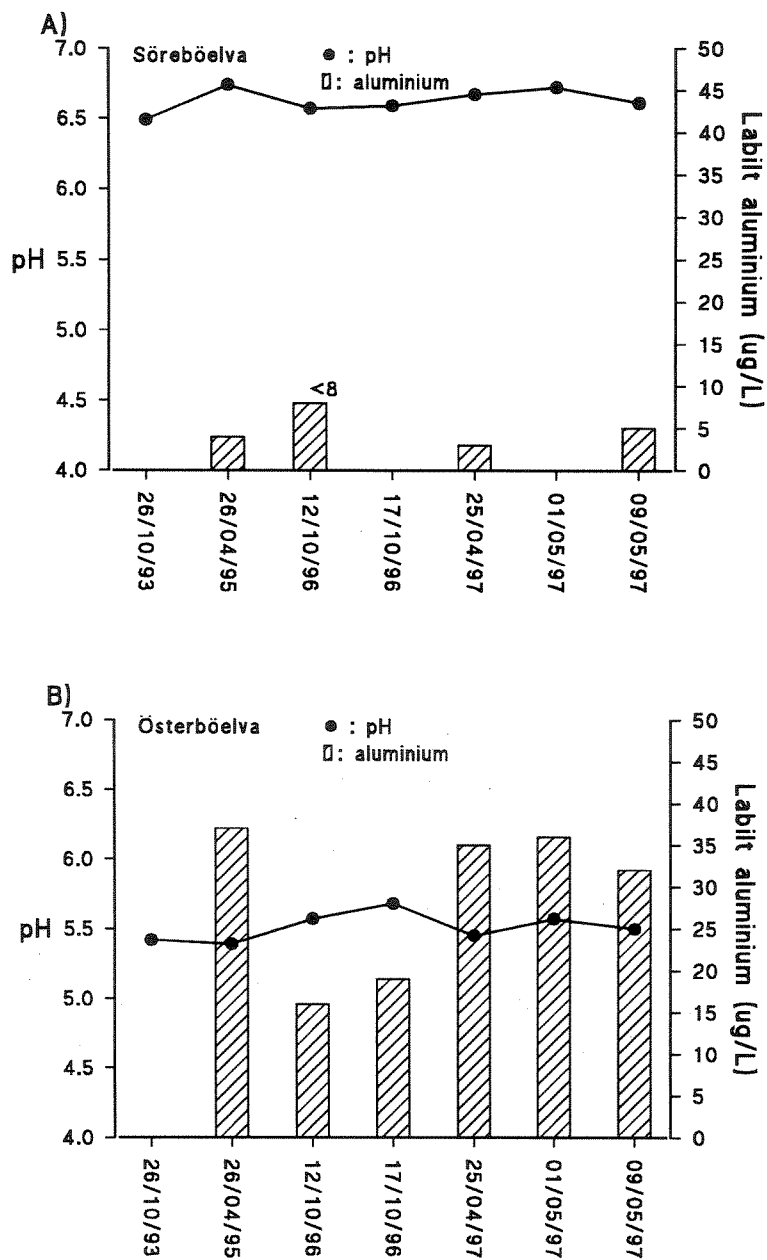
**Tabell 19.** Oversikt over areal og avrenning fra det opprinnelige nedbørfeltet og de overførte delene av nedbørfeltet til Østerbøvassdraget (Sørebøelva og Østerbøelva). Magasinene hvor feltene er overført samt årstall for hver av overføringene er også tatt ned.

	km <sup>2</sup>	mill m <sup>3</sup>	% areal	Overført til	Årstall
<b>Opprinnelig nedbørfelt</b>	63,3		100,0		
<b>Overførte felt:</b>					
Østerbotnvatn	8,0		12,6	Årsdalsvatnet	1970
<b>Restfelt</b>	55,3		<b>87,4</b>		

#### 4.5.2 Vannkjemi og bunndyr

Sørebøelva skiller seg klart ut fra de øvrige elvene i undersøkelsen ved at den har høye pH verdier og lave konsentrasjoner av labilt aluminium (**Figur 19A**). pH varierte fra 6,5 til 6,7 med konsentrasjoner av labilt aluminium fra 0 til 8 µg/L. Dette bildet understøttes også av målinger foretatt av Næringsmiddeltilsynet i Nordhordland og Gulen for Sogn Marine Farm som bruker vannet til settefiskproduksjon. Prøvene (totalt 6 stk.) som ble tatt på høy vannføring i perioden desember 1993 til februar 1996 viste pH verdier mellom 6,5 og 6,7. Vannets øvrige ionesammensetning viser også god bufferevne mot sur nedbør, og høy syrenøytraliserende kapasitet (ANC - Acid Neutralizing Capacity) (**Tabell 20**). TOC-verdiene var lave, og indikerer svært liten humuspåvirkning.

Østerbøelva er, i motsetning til Sørebøelva, forsuret med pH verdier i området 5,4 til 5,7, og konsentrasjoner av labilt aluminium helt opp mot 40 µg/L (**Figur 19B**). Ved alle prøvetakingstidspunktene var vannets syrenøytraliserende kapasitet (ANC) negativ, og alkaliteten og kalsiumkonsentrasjonene var også svært lave (**Tabell 20**). I tillegg til dette var TOC-konsentrasjonen de laveste av alle de undersøkte elvene (< 0,6 mg/L), noe som ytterligere forsterker faren for negative effekter av aluminium på fisken.



**Figur 19.** pH og konsentrasjon labilt aluminium i A) Söreböelva og B) Østerböelva ved 7 prøvetakingstidspunkter. Dataene fra oktober 1993 og april 1995 er analysert av NINA, mens prøvene fra 1996 og 1997 er analysert ved NIVAs laboratorium.

**Tabell 20.** Syrenøytraliserende kapasitet (ANC), alkalitet, konduktivitet, Ca-konsentrasjon og TOC for Søreboelva og Østerboelva i perioden oktober 1993 til mai 1997. Prøvene fra 1993 og 1995 er analysert av NINA.

Søreboelva	ANC ( $\mu\text{ekv/L}$ )	Alkalitet ( $\mu\text{ekv/L}$ )	Kond. (mS/m)	Ca (mg/L)	TOC (mg/L)
26/10/93	-	48	2,77	1,26	-
26/04/95	72	67	3,41	1,87	-
12/10/96	-	59	2,41	1,43	-
17/10/96	55	56	2,32	1,35	0,84
25/04/97	48	50	3,18	1,83	0,46
01/05/97	56	58	3,36	2,00	0,46
09/05/97	43	52	3,20	1,73	0,35
Østerboelva					
26/10/93	-	0	3,03	0,62	-
26/04/95	-13	0	2,48	0,59	-
12/10/96	-	4	1,19	0,29	-
16/10/96	-2	4	1,21	0,36	0,2
25/04/97	-9	3	2,21	0,70	0,3
01/05/97	-13	2	2,28	0,55	0,6
09/05/97	-17	1	2,19	0,51	0,2

Det ble tatt bunndyrprøve på en stasjon i Søreboelva i oktober 1996, og i mai 1997. I oktober 1996 var foruringsindeks 1 lik 1 på denne stasjonen, mens forsuringindeks 2 var 0,76. Våren 1997 var forsuringindeks 1 også lik 1, mens forsuringindeks 2 var 0,98.

Det ble tatt bunndyrprøver på tre stasjoner i Østerboelva i oktober 1996, og på to stasjoner (St. 1 og 2) i mai 1997. I oktober 1996 var foruringsindeks 1 lik 1 på de to nederste stasjonene, mens den var lik 0 på den øverste stasjonen (St. 3). Forsuringindeks 2 var 0,52 på de to nederste stasjonene, og lik 0 på den øverste stasjonen. Våren 1997 var forsuringindeks 1 lik 1 på den nederste stasjonen (St.1) og lik 0 på stasjon 2, mens forsuringindeks 2 var 0,56 og 0 på henholdsvis stasjon 1 og 2. For en nærmere gjennomgang av resultatene av bunndyr-undersøkelsen vises det til kapittel 4.8.

### 4.5.3 Fisketettheter og bestandsforhold

#### Søreboelva

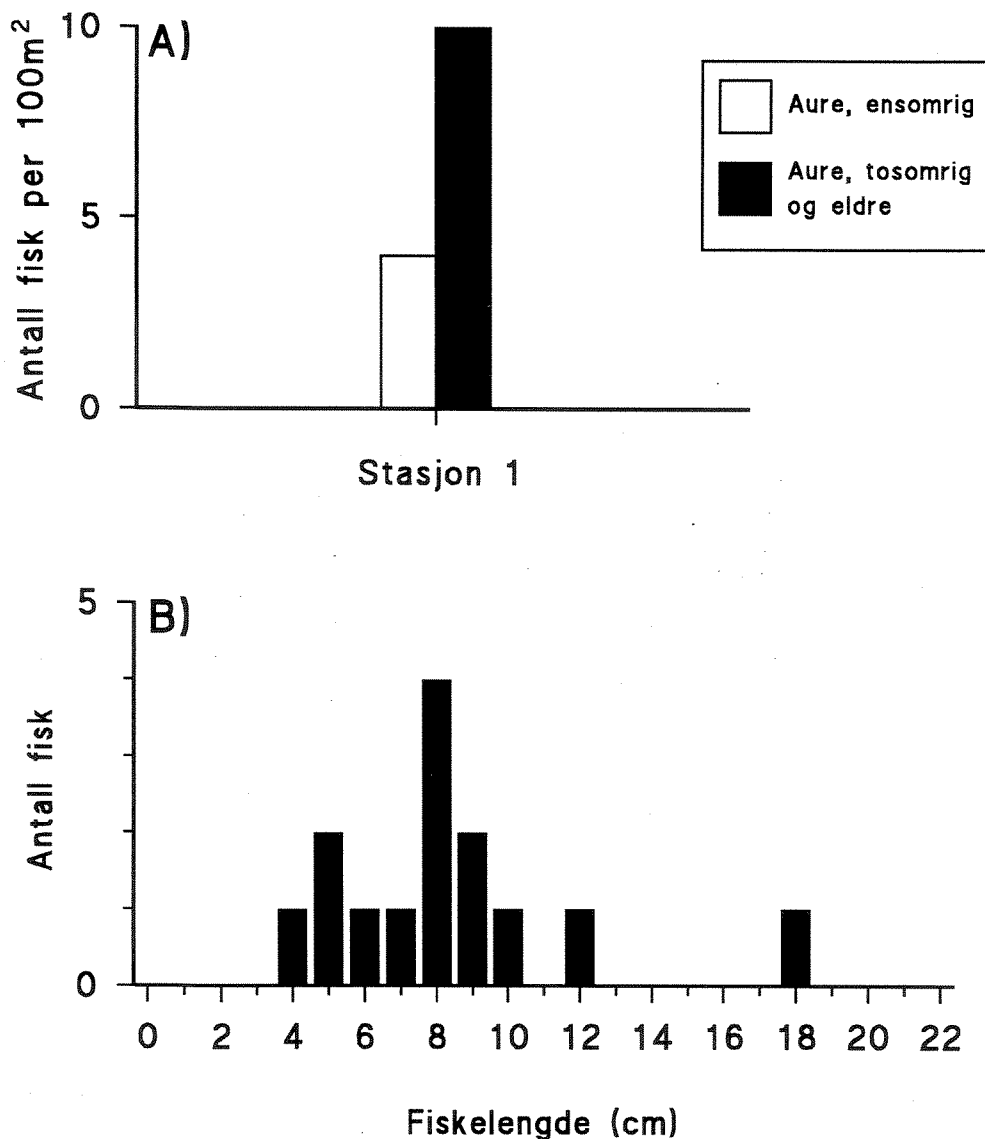
I Søreboelva er det en ca. 100 m lang elvestrekning for anadrom fisk. Denne strekningen har liten stigning, har relativt grovt og begrodd substrat og er trolig velegnet for produksjon av ungfisk. Imidlertid er gytearealet begrenset på det korte elvestrekket men det burde likevel være nok gyteareal til å fylle elvas produksjonspotensiale for yngel.

Det foreligger ingen offisiell fangststatistikk for Søreboelva men ifølge lokale kilder er elva kjent for å ha en etablert, men liten sjøarebestand som det drives fiske på. Lokal informasjon tilsier at det de siste tiårene bare har vært sporadiske fangster av laks og at elva per i dag ikke har noen laksebestand. Lokalt oppgis det imidlertid at fangstene av laks var mer regelmessige på 1950-tallet. Basert på denne informasjonen kan det ikke utelukkes at det tidligere har vært jevnlig reproduksjon av laks i vassdraget. Det svært begrensede elvestrekket for anadrom fisk tilsier imidlertid at en eventuell laksebestand må ha vært marginal. Feilvandring av laks fra Østerboelva som munner ut i Østerbovatnet bare noen hundre meter fra Søreboelva har trolig også bidratt til at det ble tatt laks i Søreboelva på 50-tallet.

Det ble funnet lave tettheter av ensomrig aure (4 stk per 100 m<sup>2</sup>) og tosomrig og eldre aure (10 stk per 100 m<sup>2</sup>) ved fiske av stasjonen i Sørøelva (Figur 20A). Under fiske ble det også observert åtte sjøaurer og tre gytegroper. I tillegg til aure ble det også fanget to presmolt av laks. Det ble ikke fanget ensomrig laks og de to presmoltene kan ha rømt fra smoltanlegget som ligger ved utløpet av Sørøelva. Det er derfor lite sannsynlig at det er noen etablert, selvreproduserende bestand av laks i Sørøelva.

Det lave antallet innsamlet fisk gjør det vanskelig å vurdere vekstmønsteret, men trolig vokser auren til om lag 5 cm etter en vekstsesong og 7-9 cm etter to vekstsesonger (Figur 20B). Denne tilveksten gir en forventet smoltalder på 3-4 år.

Aurebestanden i Sørøelva er mindre enn forventet utfra de observerte gyte- og oppvekstforholdene. En mulig begrensende faktor for produksjonen av laksefisk i Sørøelva kan være at gyte- og oppvekstområdene er påvirket av saltvann. Den lave stigningen på elvestrekket kan trolig medføre episoder med innsig av saltvann som igjen vil redusert egg- og yngeloverlevelse. Samlet vurderes Sørøelva å ha en liten, men stedegen aurebestand.



Figur 20. A) Tettheter (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig og eldre aure på de tre undersøkte stasjonene i Sørøelva, og B) lengdefordelingen av fisken i fangstene.



## Østerbøelv

Østerbøelva har en elvestrekning på om lag 1,1 km som er tilgjengelig for anadrom fisk. Lenger oppstrøms deler elva seg i Brekkeelva og Nykkelva. Lokalt er det kjent at anadrom fisk har vandret noen hundre meter opp i disse elvene. Imidlertid er disse elvene svært næringsfattige og det er trolig bare en sporadisk forekomst av anadrom fisk i Brekke- og Nykkelva.

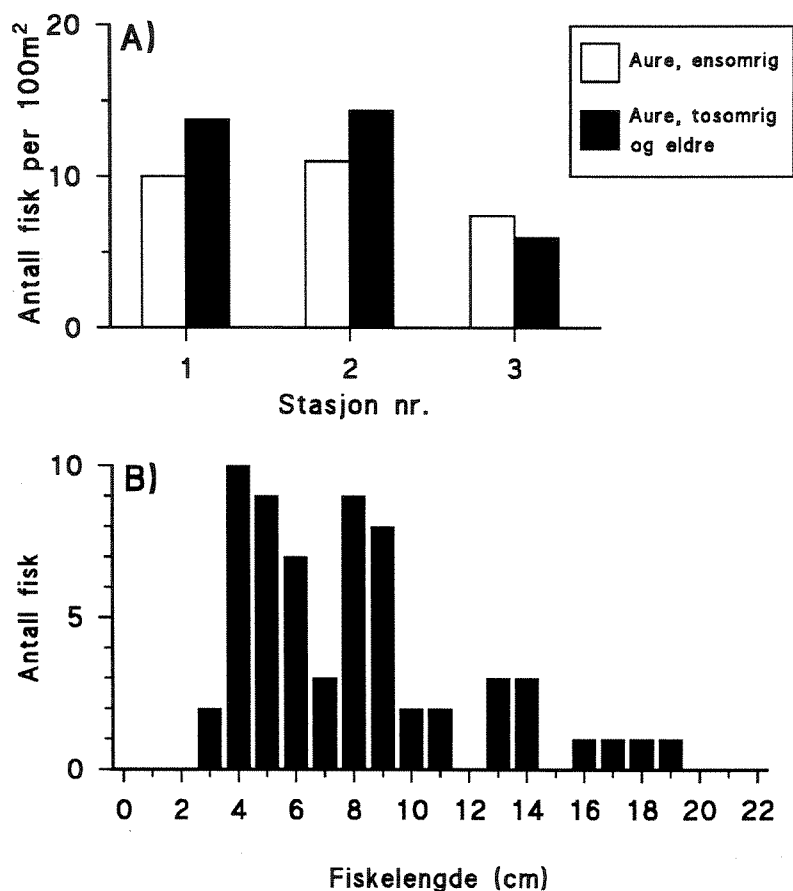
Det foreligger ingen offisiell fangststatistikk for Østerbøelva men ifølge lokale kilder er elva kjent for å ha en etablert sjøaurebestand som det drives fiske på. Lokal informasjon tilsier at det de siste tiårene bare har vært sporadiske fangster av laks og at elva per i dag ikke har noen laksebestand. Fra flere lokale kilder oppgis det imidlertid at det regelmessig ble fisket laks i elva på 1950-tallet og det er en utbredt oppfatning at det tidligere var en etablert laksebestand i elva. Basert på denne informasjonen finner vi det sannsynlig at Østerbøelva hadde en selvreproduserende laksebestand for om lag 40-50 år siden og at denne senere er gått tapt.

Østerbøelva er karakterisert ved grovt bunnsubstrat med svært mye forflytning av masse i elveløpet. For å begrense faren for at Østerbøelva skal ta et nytt løp er elva derfor delvis kanalisert og steinsatt på strekningen fra stasjon 2 til utløpet i fjorden. Ustabile bunnforhold kjennetegner Østerbøelva også oppstrøms stasjon 2. Disse forholdene gjør at det er svært lite begroing på steinene i elva noe som betyr lav produksjon av fiskens vanligste næringsdyr. Forflytningen av masse i elvebunnen bidrar trolig også til redusert eggoverlevelse ved at eggene eller yngelen blir gravd opp eller knust.

Det ble fisket tre stasjoner i Østerbøelva og det ble ikke funnet andre arter enn aure i fangstene. Tettheten av ensomrig aure var relativt lav med henholdsvis 10, 11 og 7 fisk per 100 m<sup>2</sup> på stasjonene 1, 2, og 3. Tettheten av tosomrig og eldre fisk var også lav med henholdsvis 14, 14 og 6 fisk per 100 m<sup>2</sup> på stasjonene 1, 2 og 3 (**Figur 21A**). Det ble observert 3 sjøaure og flere gytegroper ved fiske av stasjon 1.

Av lengdefordelinger fremgår det at auren vokser til om lag 4-5 cm lengde etter en vekstsesong og til om lag 8-9 cm lengde etter to vekstsesonger (**Figur 21B**). Denne tilveksten gir en forventet smoltalder på 3-4 år.

Samlet viser undersøkelsene at Østerbøelva har en livskraftig aurebestand. De naturgitte forhold med grovt substrat og mye masseforflytning gjør imidlertid elva lite produktiv. Dette er trolig en medvirkende årsak til de relativt lave tetthetene av ungfisk funnet i elva. Fraværet av laks i undersøkelsene sammenholdt med lokal informasjon gir en klar indikasjon på at det per i dag ikke er noen etablert laksebestand i vassdraget.



**Figur 21.** A) Tettheter (antall pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig og eldre aure på de tre undersøkte stasjonene i Østerbølva, og B) lengdefordelingen av fisken i fangstene.

#### 4.5.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi

Fisk i Sørørbølva hadde de klart laveste mengdene aluminium på gjellene av alle de undersøkte vassdragene, og det var heller ingen forskjell i konsentrasjon mellom prøver tatt høst og vår (Tabell 21). Dette gjenspeiler den gode vannkvaliteten i elva med høy pH og lave konsentrasjoner av labilt aluminium i vannet (< 5 µg/L). Østerbølva derimot hadde svært høye konsentrasjoner av aluminium på gjellene ved begge prøvetakingstidspunktene, men med markert høyere verdier på våren sammenlignet med høsten. Konsentrasjonene av labilt aluminium i vannet var også blant de høyeste i denne undersøkelsen: 19 µg/L den 17. oktober og 32 µg/L den 9. mai. Jernkonsentrasjonene på gjellene skilte seg ikke ut fra de andre elvene, verken i Sørørbølva eller i Østerbølva.

**Tabell 21.** Oversikt over gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (Al) og jern (Fe) på gjeller hos fisk prøvetatt i Myrastølselva høsten 1996 og våren 1997. Standardavvik (SD) og antall fisk som ble prøvetatt (N) er presentert.

Dato	Al-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N	Fe-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N
Sørørbølva						
17/10/96	22	13	5	208	43	5
09/05/97	25	33	7			
Østerbølva						
17/10/96	338	103	5	218	53	5
09/05/97	588	208	9			

Ved histologisk undersøkelse av materialet fra Søreboelva høsten 1996 ble det ikke påvist metallakkumulering, og i materialet fra våren 1997 ble det funnet sparsomme til moderate mengder i gjelleepitelet (Tabell 22). Det er usikkert om disse gjelleforandringene har negative effekter på fiskens osmoregulering. Betennelseceller ble påvist, og på en aure fra våren fantes en innkapslet flercella parasitt. Hos fisk fra Østerboelva ble det både på overflaten og i epitelet funne uttalte mengder med metaller, og videre lamellfortykkelser forårsaket av kloridcellehyperplasi, og på fisk fra våren også adhesjoner (Tabell 22). På fisk fra våren ble det dessuten påvist nekrose av kloridceller. Gjelleforandringene hos fisk fra Østerboelva er av større omfang enn hva som i forsøk med laks er funnet å kunne gi nedsatt evne til osmoregulering i ferskvann og sjøvann (Kroglund *et al.*, 1994; Kvellestad, unpubl. resultat). Funnene viser også at det må være en økt utskiftingsrate av kloridceller. Det vil si at en større del av fiskens stoff- og energi-omsetning går med til å opprettholde ulike gjellefunksjoner. Det fantes også celler som indikerer infeksjon.

**Tabell 22.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos aure prøvetatt i Sørebo- og Østerboelva. En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene.

Type forandring:	Dato:	Stadium	N	Grad av forandring:					
				0	(1)	1	2	3	4
<b>Søreboelva</b>									
ASA-positivt materiale, overflate (%)	17.10.96	Ungfisk	5	100	0	0	0	0	-
	09.05.97	Ungfisk	2	100	0	0	0	0	-
	09.05.97	Smolt	2	100	0	0	0	0	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)	17.10.96	Ungfisk	5	100	0	0	0	0	-
	09.05.97	Ungfisk	2	0	0	50	50	0	-
	09.05.97	Smolt	2	50	0	50	0	0	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	17.10.96	Ungfisk	5	100	0	0	0	0	0
	09.05.97	Ungfisk	2	100	0	0	0	0	0
	09.05.97	Smolt	2	100	0	0	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)	17.10.96	Ungfisk	5	60	-	40	0	0	-
	09.05.97	Ungfisk	2	50	-	50	0	0	-
	09.05.97	Smolt	2	100	-	0	0	0	-
Hyperplasi av filamentepitel (%)	17.10.96	Ungfisk	5	40	-	60	0	0	-
	09.05.97	Ungfisk	2	0	-	100	0	0	-
	09.05.97	Smolt	2	100	-	0	0	0	-
<b>Østerboelva</b>									
ASA-positivt materiale, overflate (%)	17.10.96	Ungfisk	5	0	0	100	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	0	0	20	40	40	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)	17.10.96	Ungfisk	5	0	0	0	20	80	-
	09.05.97	Smolt	5	0	0	0	0	100	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	17.10.96	Ungfisk	5	20	0	60	20	0	0
	09.05.97	Smolt	5	60	0	40	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)	17.10.96	Ungfisk	5	20	-	60	20	0	-
	09.05.97	Smolt	5	0	-	20	20	40	-
Hyperplasi av filamentepitel (%)	17.10.96	Ungfisk	5	100	-	0	0	0	-
	09.05.97	Smolt	5	100	-	0	0	0	-

#### 4.5.5 Vurdering av tiltak i vassdraget

##### Sørebøelv

Det ble funnet unormalt lave tettheter av ensomrig og eldre aure i Sørebøelva. De vannkjemiske forholdene var imidlertid svært gode med stabile pH verdier rundt 6,5 og lave konsentrasjoner av labilt aluminium ( $< 10 \mu\text{g/l}$ ) noe som også gjenspeiles i svært lite akkumulering av Al på gjellene og en bunnfauna upåvirket av forsuring. Disse resultatene viser at en kan utelukke forsuring som mulig årsak til de lave fisketetthetene.

Reguleringen medførte en betydelig reduksjon av det opprinnelige nedbørfeltet til Sørebøelva (jmf. **Figur 17**). Dette må en forvente har ført til et redusert produksjonspotensiale for aurebestanden gjennom redusert vanddekt areal og redusert produksjon av fiskens næringsdyr. Den korte strekningen (100m) for anadrom fisk har liten stigning men har flere dype partier som trolig fungerer som effektive refugier i perioder med liten vannføring. Vi vurderer derfor terskler eller andre biotopjusterende tiltak som lite egnet til å styrke bestanden i Sørebøelv.

##### Østerbøelv

I Østerbøelva ble det funnet relativt lave tettheter av ungfisk. Dette resultatet kan delvis tilskrives ugunstige naturgitte forhold med grovt substrat og mye masseforflytning i elveløpet. De vannkjemiske målingene ga pH-verdier i området 5,4 - 5,7 og høye konsentrasjoner av labilt Al opp mot  $40 \mu\text{g/L}$ . Bunnfyfaunaen i Østerbøelva blir karakterisert som sterkt forsuringsskadet, og det var tydelige skader på gjellene til fisken. Disse resultatene gir klare indikasjoner på at det forekommer perioder med dårligere vannkjemiske forhold enn hva som ble registrert i undersøkelsene. Våren 1997 var gjelleskadene spesielt omfattende, og på samme nivå som det som ble funnet i forbindelse med fiskedøden i Høyangervassdraget. En kan derfor ikke utelukke at det forekommer direkte dødelighet på fisk i Østerbøelva som følge av Al-utfelling på gjellene.

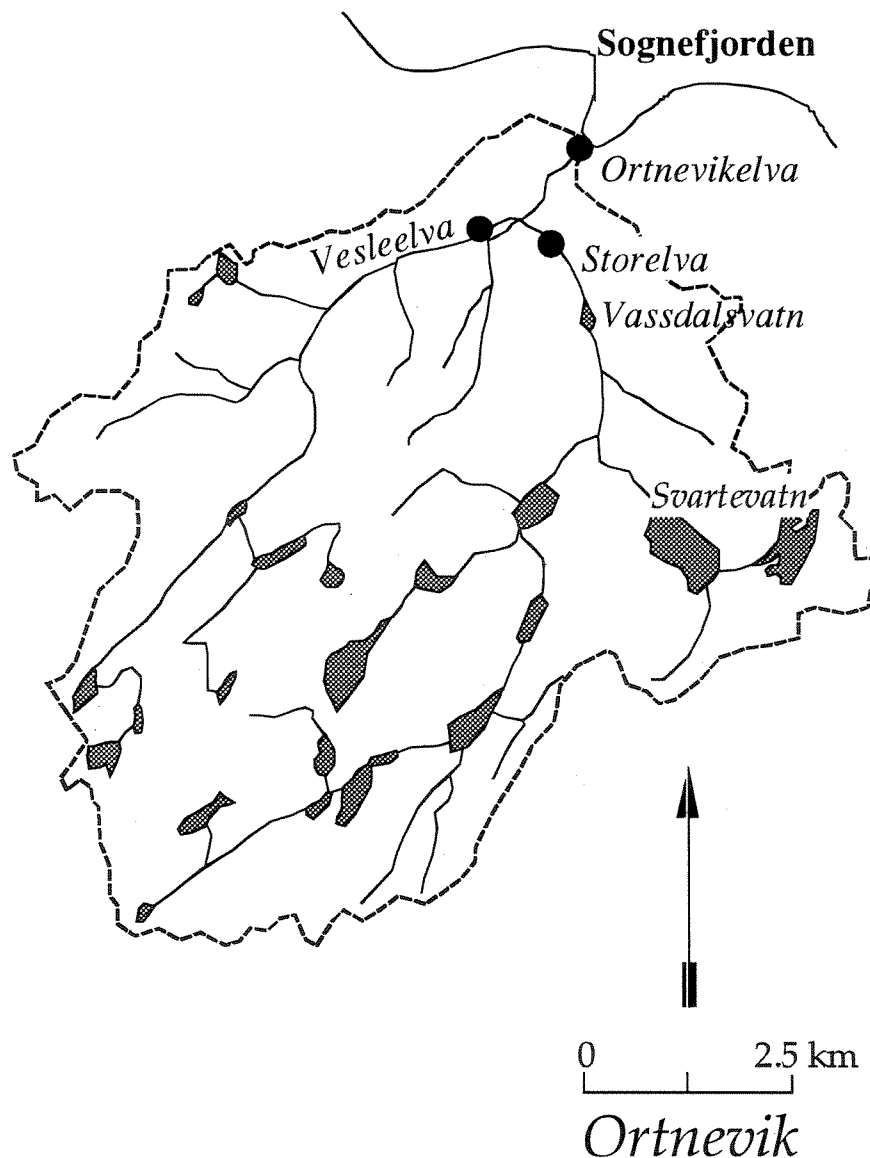
Samlet gir resultatene fra Østerbøelva sterke indikasjoner på at aurebestanden er negativt påvirket av forsuringssituasjonen. Imidlertid er ikke ungfisketetthetene påfallende lavere enn forventet utfra de naturgitte forhold og bestanden er per i dag ikke direkte truet av forsuringen. På den andre siden tyder resultatene på ustabile vannkjemiske forhold som kan true aurebestanden over tid. For å sikre aurebestanden anbefaler vi derfor kalking av Østerbøelv. Alternativt bør elva overvåkes for å fange opp en eventuell forverring av situasjonen.

Østerbøelva er ikke regulert og fiskebestanden forventes derfor ikke å være spesielt negativt påvirket av forhold tilknyttet liten vannføring. Vi foreslår derfor ikke bygging av terskler eller andre biotopjusterende tiltak i Østerbøelv. Ved siden av forsuring er hovedproblemet for fisken i Østerbøelva et ustabil elveleie med omfattende massetransport. Om massetransporten over tid reduseres og elveleie blir mer stabilt kan en forvente et økt produksjonspotensiale for fisk.

## 4.6 Ortneviksvassdraget (070.2Z)

### 4.6.1 Områdebeskrivelse

Ortneviksvassdraget består av de to sidegreinene Storelva og Vesleelva som går sammen til et elveløp de siste 1,5 km før utløpet til Sognefjorden (**Figur 22**). For en nærmere beskrivelse av vassdraget vises det til Hindar 1997. Vår undersøkelse i vassdraget omfattet kun elektrofiske for prøvetaking av gjeller samt undersøkelse av gytegroper mhp. eggoverlevelse og artssammensetning. Gjelleprøver ble samlet inn fra fisk i hovedelva samt i hver av de to sidegreinene, men eggoverlevelse kun ble undersøkt i Storelva og Vesleelva.



**Figur 22.** Kart over Ortneviksvassdraget med stasjoner for prøvetaking av fiskegjeller og vannkjemi. Eggoverlevelse ble undersøkt i hver av de to sidegreinene, Storelva og Vesleelva. Kartet er gjengitt fra Hindar 1997.

#### 4.6.2 Vannkjemi

Det ble ikke tatt egne vannprøver i denne undersøkelsen, ettersom dette ble gjort i forbindelse med utarbeidelse av kalkingsplaner i regi av NIVA-Sørlandsavdelingen (Hindar 1997). Rapporten konkluderte med å anbefale kalking i begge sidegreinene til Ortneviksvassdraget. Disse prøvene ble tatt i hver av sidegreinene og i hovedelva ved 4 tidspunkter i perioden 22. april til 2. juni 1997. De to sidegreinene hadde noe ulik vannkvalitet med noe lavere pH og TOC-konsentrasjon i Storelva enn i Vesleelva. I Storelva varierte pH fra 5,5 til 5,7, i Vesleelva fra 5,7 til 6,1 mens pH i hovedelva ved utløpet varierte mellom 5,5 og 6,0. Det var ingen forskjell i konsentrasjonen av labilt aluminium mellom de tre stasjonene, og alle verdiene lå i området 8 til 22 µg/L.

#### 4.6.3 Eggoverlevelse

Etter befaring av Ortneviksvassdraget ble tre gyteområder lokalisert, to ble funnet i Storelva og ett i Vesleelva. I Storelva ble en viktig gyteplass funnet på utløpet av Vassdalsvatnet (UTM 457767) og en gyteplass ca. 100 m oppstrøms samløpet med Vesleelva. I Vesleelva ble det funnet spredte gytegroper på den om lag 200 m strekningen nedstrøms startpunkt for steinsettingen av elveløpet (UTM 443753).

Fra disse tre områdene ble det tatt prøver fra 29 gytegroper og det ble totalt samlet inn 528 egg. Artsbestemmelsen viste at 22 av gropene var gytt av aure, egg fra de resterende 7 gropene var det ikke mulig å artsbestemme grunnet sopp. Andelen levende embryo funnet på de tre undersøkte gyteområdene er gitt i **Figur 23**. På utløpet av Vassdalsvatnet var overlevelse lav idet bare 29,5% av alle innsamlede embryo var i live. Resultatene viser at dødeligheten har vært størst på eggstadiet (ingen levende egg funnet) mens egg som har overlevd til øyerogn og plommesekk har hatt 100% overlevelse. Den høye dødeligheten på eggstadiet skyldes trolig et stort innslag av organisk materiale som ble påvist ved oppgraving av gytegroperne. Det er velkjent at organisk materiale kan forårsake oksygenvinn, og dermed eggdødelighet (Chapman 1988).

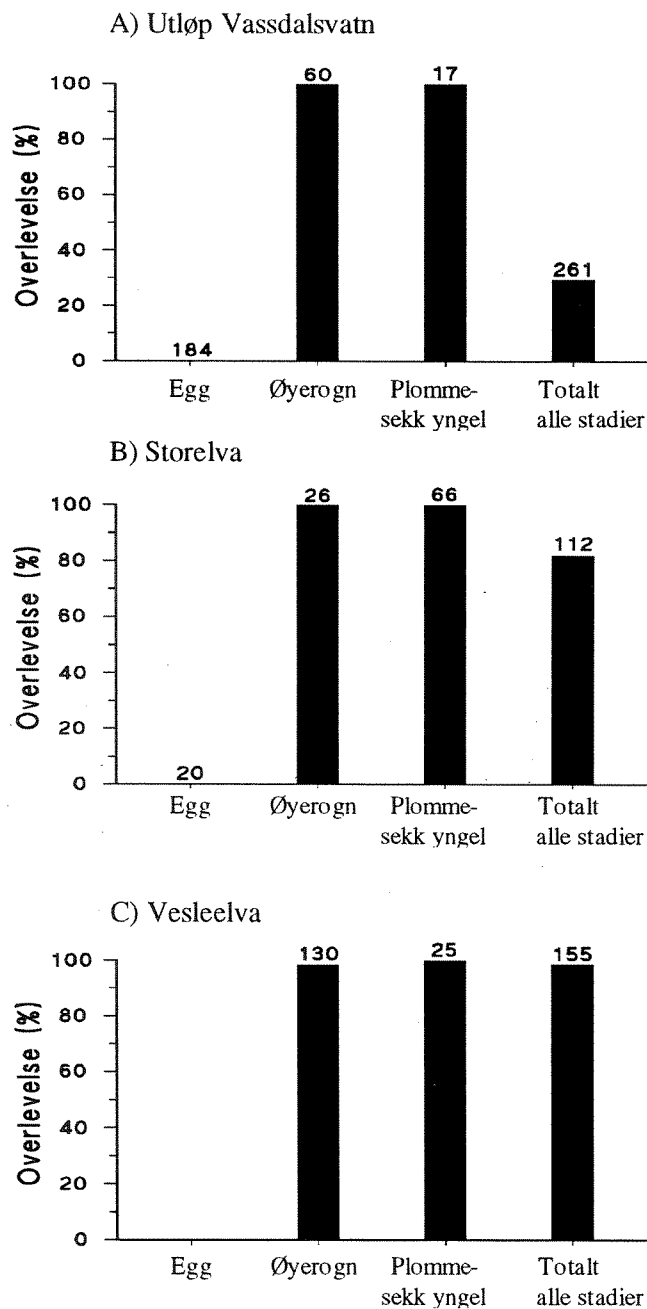
På gyteområde lenger nedstrøms i Storelva ble 82% av alle innsamlede embryo funnet i live. En overlevelsesprosent i denne størrelsesorden kan betegnes som normal forutsatt normale fysisk/kjemiske forhold (Chapman 1988). På det undersøkte gyteområdet i Vesleelva ble det også funnet normal eggoverlevelse idet 98,7% av alle innsamlede embryo var levende (**Figur 23**).

Samlet gir resultatene fra de to gyteområdene i Storelva og gyteområdet i Vesleelva klare indikasjoner på at det ikke har forekommet episoder med lav pH som har medført overdødelighet på aurens tidlige livsstadier. Basert på eksperimentelle studier er det påvist en klar økning i eggdødelighet med avtagende pH. Omfattende dødelighet kan først forventes ved verdier ned mot pH 5,0 og dødelighet vil øke med eksponeringstid (jamsfør oversiktsarbeid av Sayer *et al.* 1993). Videre vil eggdødeligheten ved lav pH være avhengig av Ca konsentrasjonen med en tydelig redusert dødelighet ved Ca verdier > 1-2 mg/l (Brown og Sadler 1989, Sayer *et al.* 1993). I Ortneviksvassdraget er Ca konsentrasjonene målt til under 0,5 mg Ca/l og en kan derfor forvente eggdødelighet om pH verdiene i perioder går ned mot 5,0. Imidlertid viser resultatene fra undersøkelsene av gytegroper og den vannkjemiske overvåkingen at det er lite sannsynlig at slike episoder fant sted i sesongen 1996/97. Tidligere vannkjemiske målinger i vassdraget (se Bjerknes 1983; Raddum 1985) tyder på at de foreliggende resultatene gir et generelt bilde av eggoverlevelse i vassdraget også i tidligere år.

Til tross for grundige undersøkelser av potensielle gyteområder ble det ikke funnet groper på strekningen nedstrøms samløpet mellom Vesle- og Storelva. Det ble også funnet påfallende få gytegroper på potensielt gode gyteområder i Vesleelva. Disse observasjonene gir en sterk indikasjon på at gytebestanden er svært lav i Ortneviksvassdraget og kanskje spesielt i Vesleelva som har flere gode gyte- og oppvekstområder. Resultatene tyder derfor på at gytebestanden er for liten til å realisere elvas produksjonspotensiale for ungfisk. Denne konklusjonen støttes av ungfiskundersøkelser utført i 1995

(Raddum, 1995) og i 1997 (LFI, upubliserte data). I begge disse undersøkelsene ble det påvist unormalt lave tettheter av ungfisk på flere stasjoner i Orneviksvassdraget.

Fangststatistikken viser klart at Orneviksvassdraget har hatt en selvreproduserende laksebestand (jamfør lakseregisteret hos Direktoratet for Naturforvaltning). Imidlertid ble det ikke funnet ungfisk av laks i vassdraget ved fiskebiologiske undersøkelser utført i 1983 og det ble da påpekt at laksebestanden tydelig var truet (Bjerknes 1983). Likeledes ble det ikke funnet lakseyngel ved fiskebiologiske undersøkelser i vassdraget i 1995 (Raddum, 1996) eller i 1997 (LFI, upubliserte data). Fraværet av lakseegg på gyteområdene undersøkt våren 1997 forsterker inntrykket av at laksebestanden i vassdraget er svært fåtallig eller utdødd.



**Figur 23.** Overlevelse av egg-, øyeroegn og plommeseckkyngel av aure på gyteområder i Orneviksvassdraget den 24.04.1997. Antall embryo undersøkt er gitt over hver søyle. Figur A, B og C er basert på innsamling fra henholdsvis 12, 6 og 11 gytegroper.

#### 4.6.4 Fiskegjeller - metallavsetninger og histologi

Det var noe høyere mengde aluminium på gjellene hos fisk fra Storelva sammenlignet med Vesleelva, mens fisk fanget etter samløpet hadde en konsentrasjon som lå omtrent på gjennomsnittet av de to (Tabell 23).

**Tabell 23.** Oversikt over gjennomsnittlig Al-konsentrasjon på gjeller hos aure prøvetatt i Orneviksvassdraget våren 1997. Standardavvik (SD) og antall fisk som ble prøvetatt (N) er presentert.

Dato	Al-konsentrasjon µg/g gjelle tørrvekt	SD	N
Storelva			
25/04/97	210	87	12
Vesleelva			
25/04/97	130	53	12
Samløp			
25/04/97	144	44	11

Resultatet av den histologiske undersøkelsen er omtrent det samme alle stedene, med stort sett sparsom metallakkumulering på overflaten og en moderat til uttalt akkumulering i epitelet (Tabell 24). Det kan se ut som det er akkumulert større mengder metaller i gjeller fra aure tatt nedstrøms for samløpet. Nekrose av kloridceller ble påvist i en fisk fra Storelva. Gjelleforandringene er av så stort omfang at effekter på fiskens evne til osmoregulering kan forventes (Kroglund *et al.*, 1994; Kvellestad, unpubl. resultat). Celler som indikerer infeksjon forekom på omtrent all fisk.

**Tabell 24.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos aure-smolt prøvetatt i Orneviksvassdraget. En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene.

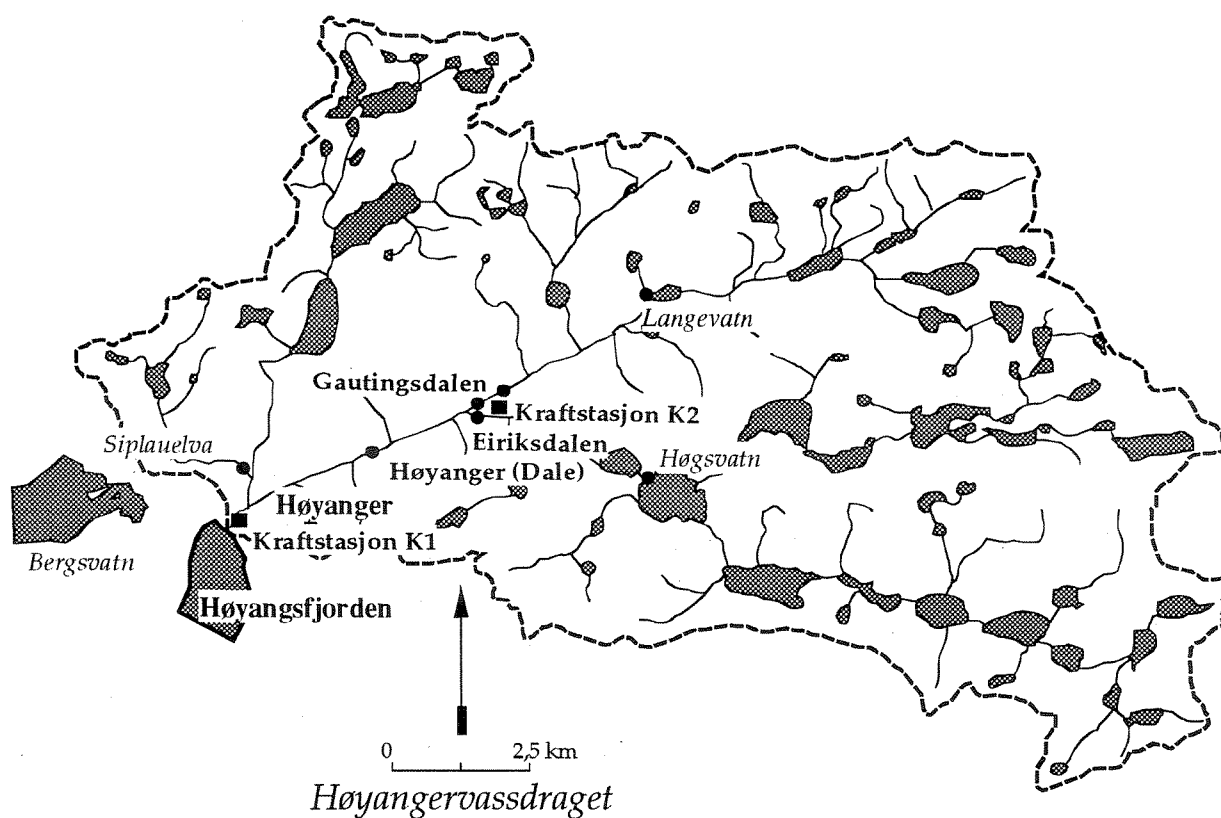
Type forandring:	Dato:	N	Grad av forandring:					
			0	(1)	1	2	3	4
<b>Storelva</b>	25.04.97	5						
ASA-positivt materiale, overflate (%)			0	0	80	20	0	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)			0	0	0	20	80	-
Adhesjoner mellom lameller (%)			100	0	0	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)			40	-	40	20	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)			60	-	40	0	0	-
<b>Vesleelva</b>	25.04.97	5	0	(1)	1	2	3	4
ASA-positivt materiale, overflate (%)			20	20	60	0	0	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)			0	0	0	40	60	-
Adhesjoner mellom lameller (%)			75	25	0	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)			25	-	50	25	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)			100	-	0	0	0	-
<b>Nedstrøms samløp</b>	25.04.97	5	0	(1)	1	2	3	4
ASA-positivt materiale, overflate (%)			0	0	100	0	0	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)			0	0	0	0	10	-
							0	
Adhesjoner mellom lameller (%)			100	0	0	0	0	0
Lamellfortykkelser (%)			80	-	20	0	0	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)			20	-	80	0	0	-



## 4.7 Høyangervassdraget (079.Z)

### 4.7.1 Områdebeskrivelse

Høyangervassdraget er det eneste av de undersøkte vassdragene som ligger på nordsiden av Sognefjorden. Den nedre delen av vassdraget kalles Daleelva, og drenerer til Høyangsfjorden (Figur 24). Også for Høyangervassdraget er det utarbeidet kalkingsplan i regi av NIVA-Sørlandsavdelingen (Hindar 1997). Vår undersøkelse i vassdraget omfattet i utgangspunktet kun elektrofiske for prøvetaking av gjeller samt undersøkelse av gytegroper. I forbindelse med feltarbeidet ble det imidlertid observert død og døende laks og sjøaure, og prøvetakingen ble derfor intensivert både med hensyn på fiskegjeller og vannkjemi for å forsøke å klarlegge årsaken til fiskedøden.



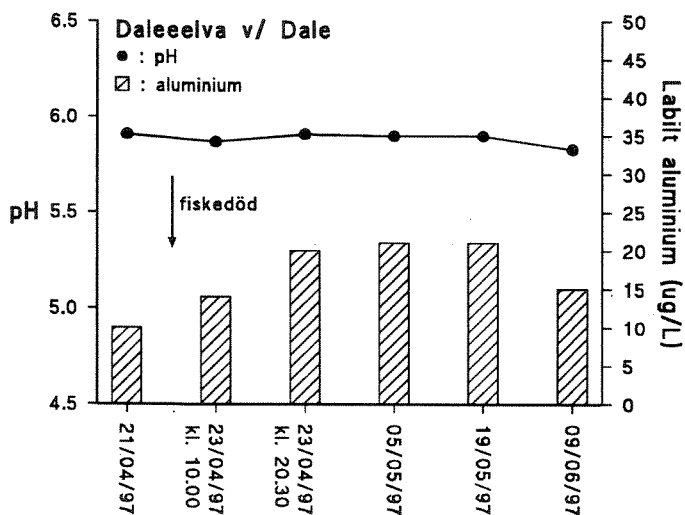
Figur 24. Kart over Høyangervassdraget med stasjoner for elektrofiske. Vannprøvene ble tatt ved stasjon 1. Kartet er gjengitt fra Hindar 1997.

### 4.7.2 Vannkjemi

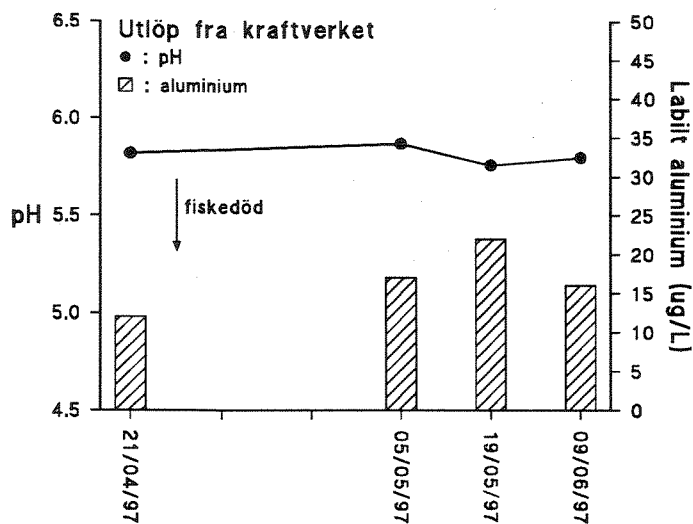
I forbindelse med utarbeidelsen av kalkingsplan for vassdraget ble det tatt vannprøver på totalt 5 stasjoner ved 4 tidspunkter i perioden 21. april til 9. juni 1997 (Hindar 1997). I tillegg til dette ble det tatt 4 ekstra vannprøver i forbindelse med fiskedøden: I Daleelva ved Dale om morgenen og kvelden den 23. april, i en kulvert fra fabrikken Fundo samme dag, og i sideelva Siplau/Hålands-elva den 24. april 1997.

Prøvene tatt i hovedelva viser at vannkvaliteten i hovedelva for en stor del er dominert av utslippet fra kraftverket ettersom vannkvaliteten i Daleelva ved Dale og utløpet fra kraftverket i stor grad samsvarer. På begge stasjonene varierte pH fra 5,8 til 5,9 (Figur 25). I samme periode varierte konsentrasjonen av labilt aluminium mellom 12 og 22 µg/L i utløpet fra kraftverket og 10 og 21 µg/L ved Dale. Vannprøven tatt i kulverten fra Fundo hadde pH 6,4 og 42 µg labilt aluminium pr. liter, men volummessig utgjør dette en svært lite i forhold til vannføringen i hovedelva. Sideelva Siplau/Hålandselva var svært sur (pH 5,0), med høy konsentrasjon av labilt aluminium (139 µg/L). Konsentrasjonen av TOC var imidlertid betydelig høyere enn i hovedelva; 1,3 i sideelva mot 0,3-0,4 i hovedelva den 23. april.

A)



B)

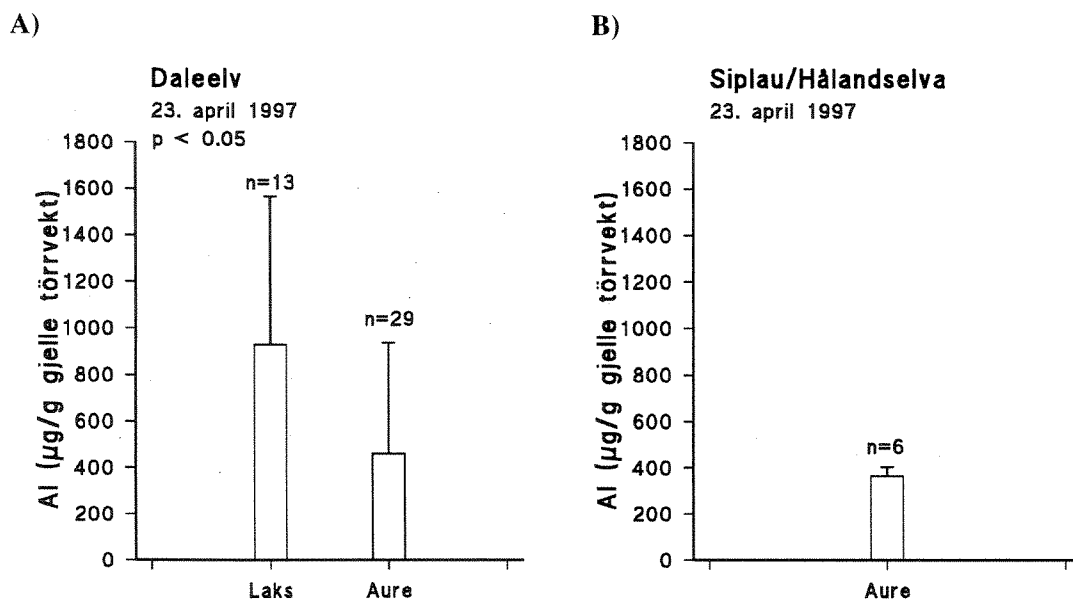


Figur 25. pH og konsentrasjon av labilt aluminium i A) Daleelva ved Dale og B) Daleelva ved utløp fra kraftstasjonen.

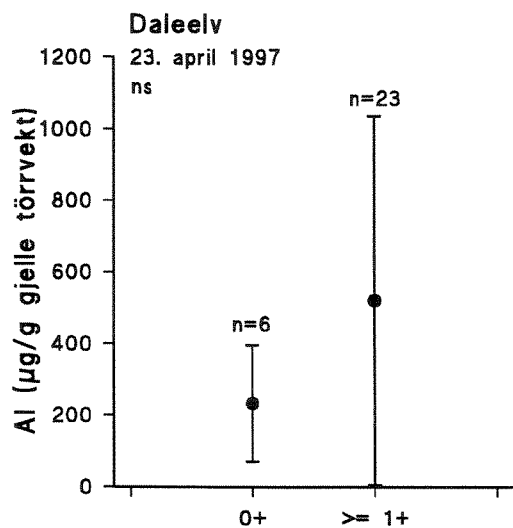
### 4.7.3 Episode med fiskedød - vurdering av årsaksforhold

I forbindelse med undersøkelse av gytegroper i Høyangervassdraget (Daleelv) den 23. april 1997 ble det observert død fisk. Det ble samlet inn totalt 2 døde og 2 døende laksesmolt, 1 døende sjøauresmolt, 1 død lakseyngel og 2 døde aureyngel. Det lave antallet død eller døende fisk samlet inn gjenspeiler ikke omfanget av fiskedøden siden det var svært vanskelig å samle inn fisken. Årsaken til dette var at mesteparten av fisken drev i de mest strømrrike og utilgjengelige partiene av elva. Under innsamlingen av fisk ble det observert i overkant av 30 måker som tydelig plukket halvdød eller død fisk fra elva. Dette tydet på at fiskedøden var relativt omfattende og det ble derfor igangsatt el.fiske for å vurdere fiskens fysiologiske status basert på gjelleprøver. Ved el.fiske ble det samlet inn 1 lakseyngel, 6 aureyngel, 13 laks >0+ og 23 aure >0+. Ved innsamling ble det vurdert makroskopisk om fisken hadde økt slimutskillelse/belegg på gjellene. Som referansemateriale ble det samlet inn 6 aure >0+ fra Siplau/Hålandselva, hvor det ikke ble observert død fisk.

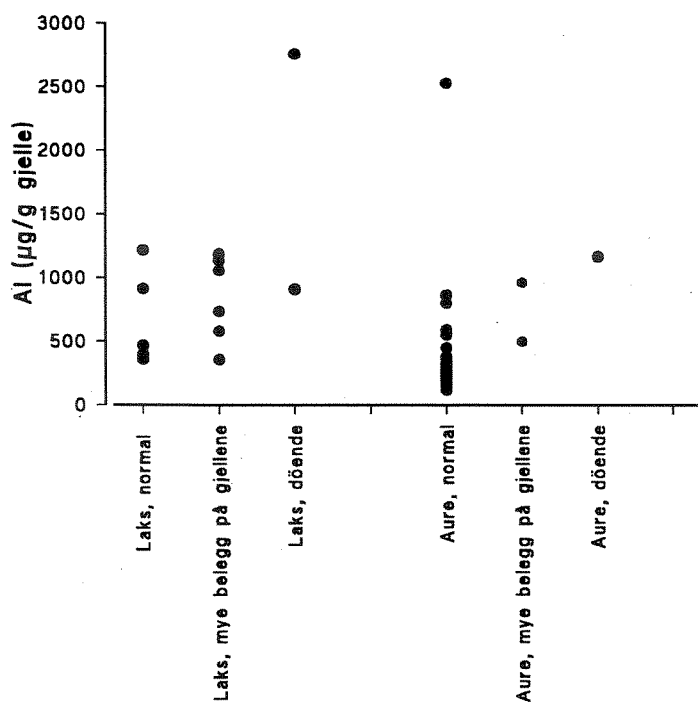
Kvantitative bestemmelser av aluminiumskonsentrasjon på/i gjellene viste svært høye konsentrasjoner både for aure og laks (**Figur 26A**). Gjennomsnittlig konsentrasjon var imidlertid signifikant (t-test,  $p < 0,05$ ) høyere hos laks enn hos aure enn (om lag dobbelt så høy). Det var om lag samme konsentrasjon av aluminium på gjellene hos aure fra Siplau/Hålandselva hvor det ikke ble observert fiskedød (**Figur 26B**). For auren var det en tendens til at årsyngelen hadde noe lavere konsentrasjon enn den eldre fisken, men spredningen var stor for den eldre fisken (**Figur 27**). Det var ikke noe tydelig skille i aluminiumskonsentrasjon mellom tilsynelatende normal fisk, fisk med mye slim på gjellene og døende fisk, verken for aure eller laks (**Figur 28**).



**Figur 26.** Gjennomsnittlig konsentrasjon (+/- standardavvik) av aluminium på gjeller av aure og laks fra A) Daleelva og B) fra aure i Siplau/Hålandselva oppgitt som µg/g tørrvekt gjelle. Fisken ble fanget den 23. april 1997.



Figur 27. Gjennomsnittlig konsentrasjon av aluminium (+/- standardavvik) på gjeller av aure fanget i Daleelva den 23. april 1997 oppgitt som µg/g tørrvekt gjelle. Dataene er oppdelt på årsyngel og eldre fisk.



Figur 28. Konsentrasjon av aluminium på fiskegjeller oppgitt som µg/g tørrvekt gjelle for tilsynelatende normal fisk, fisk med mye slimaktig belegg på gjellene og døende fisk ("svimere") av henholdsvis laks og aure fanget i Daleelva den 23. april 1997.

Den histologiske undersøkelsen viste at det både på laks og aure fra Daleelva fantes uttalte forandringer, med metallakkumulering på overflaten og i gjelleepitelet, dessuten adhesjoner, lamellfortykkelser og hyperplasier (Tabell 25). På seks laksesmolt fantes kloridcellehyperplasi og -nekrose, på en hyperplasi av kloridceller og på to adhesjoner mellom filamenter med epitelhyperplasi. På en aure fantes kloridcellenekrose og soppinfeksjon, og på en adhesjoner mellom filamenter og bakterier på gjelleoverflaten. Både på laks og aure synes det å være sammenheng mellom metallakkumulering og øvrige vevsforandringer. Det histologiske bildet med overflateakkumulering, adhesjoner og

kloridcellenekrose minner mye om det som er sett ved eksponering av laks for vannkvaliteter som gir høy mortalitet i løpet av 12 timer (Kvellestad, unpubl.res.). Metallakkumuleringen i epitelet indikerer at fisken over noe tid, minst to-tre dager (muligens minst en uke) har vært eksponert for en vannkvalitet som medfører disse forandringene, og det kan være at det så har kommet en episode hvor vannet har blitt enda dårligere, og dødelighet har inntruffet. På omtrent halvparten av fisken fantes celler som indikerer infeksjon.

Det synes å være klart ut fra både de kvantitative bestemmelsene av aluminium på fiskegjellene og den histologiske undersøkelsen at fisken i Daleelva døde av aluminiumsforgiftning. Det var imidlertid ikke fiskedød i den sure Siplau/Hålandselva til tross for at vannet her hadde en svært høy konsentrasjon av labilt aluminium (139 µg/L). Dette kan muligens ha sammenheng med at Siplau/Hålandselva representerer en kronisk sur vannkvalitet med liten fare for ustabil aluminiumskjemi. En annen viktig faktor kan være at denne elva var betydelig mer humuspåvirket med om lag 4 ganger høyere TOC-konsentrasjon enn hovedelva.

Av forhold som kan ha hatt betydning for fiskedøden kan det nevnes at det var to driftstanser ved kraftverket K2 (Figur 24) i løpet av formiddagen den 23. april, samme dag som fiskedøden ble observert. Disse driftstansene var på henholdsvis 20 og 35 minutter. Vi utførte feltarbeid i elva denne formiddagen og de observerte vannstandsendingene kan ikke karakteriseres som dramatiske siden det er en rekke terskler i elva. Sett i sammenheng med at de histologiske forandringene tilsier at fisken har vært eksponert for dårlig vannkvalitet over et lengre tidsrom synes det ikke å være noen årsakssammenheng mellom driftstansene og fiskedøden. Hvordan vannkvaliteten har vært i perioden før fiskedøden inntraff er vanskelig å si ettersom den første vannprøvetakingen i elva ble foretatt den 21. april, bare to dager før fiskedøden.

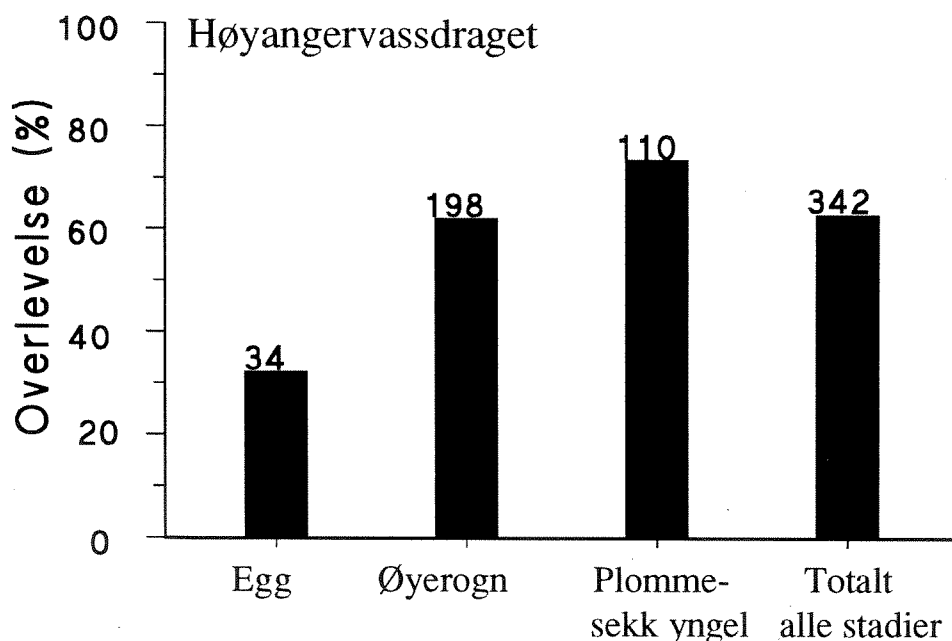
**Tabell 25.** Resultater av den histologiske undersøkelsen av gjeller hos fisk prøvetatt i Høyangervassdraget. En nærmere beskrivelse av de ulike typer av forandringer finnes i metodekapitlet. N angir antall fisk som er undersøkt histologisk, og for de ulike typer av forandringer er det ført opp prosentvis andel av fisk med forandringer i de ulike kategoriene.

Type forandring:	Dato:	Art/stadium	Grad av forandring:					
			0	(1)	1	2	3	4
ASA-positivt materiale, overflate (%)	23.04.97	Laks, juv.	100	0	0	0	0	-
		Laks, smolt	0	0	25	0	75	-
		Aure, smolt	0	0	25	25	50	-
ASA-positivt materiale, intraepitelialt (%)	23.04.97	Laks, juv.	0	0	0	100	0	-
		Laks, smolt	0	0	0	0	100	-
		Aure, smolt	0	0	0	0	100	-
Adhesjoner mellom lameller (%)	23.04.97	Laks, juv.	100	0	0	0	0	0
		Laks, smolt	62	0	38	0	0	0
		Aure, smolt	50	0	25	25	0	0
Lamellfortykkelser (%)	23.04.97	Laks, juv.	100	-	0	0	0	0
		Laks, smolt	0	-	0	13	75	13
		Aure, smolt	0	-	50	25	25	0
Hyperplasi av filamentepitel (%)	23.04.97	Laks, juv.	0	-	0	100	0	-
		Laks, smolt	25	-	25	50	0	-
		Aure, smolt	0	-	0	50	50	-

#### 4.7.4 Eggoverlevelse

Etter befarings av Høyangervassdraget ble et gyteområde lokalisert. Flere potensielle gyteområder var imidlertid utilgjengelige p.g.a. høy vannføring. De fleste gropene ble funnet i terskelhølen nedstrøms brua hvor riksvei 55 krysser elva. Videre ble det funnet noen spredte gropene på elvepartiet nedstrøms

denne terskelen. Det ble samlet inn materiale fra 14 gytegroper og totalt ble det samlet inn 342 egg. Artsbestemmelsen viste at alle gropene, (med unntak av en grop som ikke lot seg artsbestemme grunnet sopp), var gytt av aure og det ble derfor ikke funnet innslag av laks på det undersøkte gyteområdet. Lavest overlevelse ble funnet på eggstadiet (32%), mens det var bedre overlevelse på øyerogn (62%) og plommesekkstadiene (72%) (**Figur 29**). Av det totale antall embryo innsamlet var 63% levende. Denne overlevelsesprosenten er noe i underkant av hva en normalt kan forvente. En medvirkende årsak til dette resultatet var trolig at det ble observert mye organisk materiale i to av gropene med høyest eggdødelighet. Utelates disse to gropene fra beregningene øker den totale overlevelsesprosenten for alle livsstadier fra 63% til 87%. Det synes derfor ikke som om uheldige vannkjemiske forhold i form av lav pH har medført overdødelighet på egg i Høyangervassdraget.



**Figur 29.** Overlevelse av egg-, øyerogn og plommesekkyngel i gytegroper fra Høyangervassdraget den 23. april 1997. Antall embryo undersøkt er gitt over hver søyle. Figuren er basert på materiale innsamlet fra 14 gytegroper.

Samlet viser resultatene fra Høyangervassdraget en normal eggoverlevelse når en ser bort fra dødelighet som skyldes organisk materiale i gytegroperne. Dette resultatet gir en klar indikasjon på at perioder med lav pH som kan medføre redusert eggoverlevelse ikke har forekommet i perioden fra oktober 1996 til april 1997 da eggene lå i grusen. Dette samsvarer med de vannkjemiske målingene våren 1997 hvor laveste registrerte pH verdi var 5,8 (**Figur 25**). Kalsium-konsentrasjonene i Høyangervassdraget er svært lave (< 0,5 mg/l) og det vil derfor være fare for dødelighet på tidlige livsstadier dersom det forekommer episoder med pH verdiene ned mot 5,0. Imidlertid tyder resultatene fra gytegropundersøkelsene og de vannkjemiske målingene at det er liten sannsynlighet for episoder med slike lave pH verdier i Høyangervassdraget.

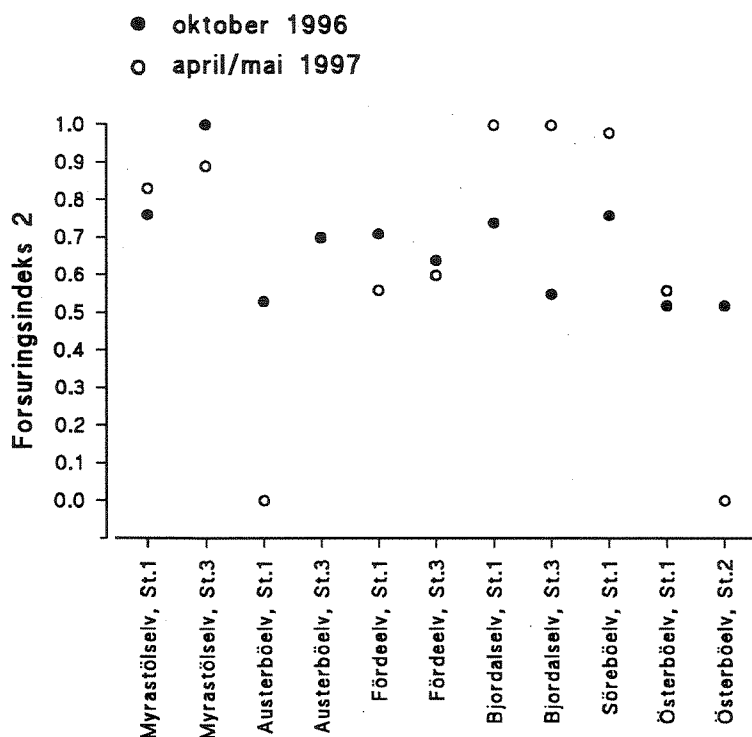
Fraværet av laks på det undersøkte gyteområdet gir en indikasjon på at den naturlige gytebestanden er lav. Imidlertid var det et begrenset område som ble undersøkt og det er høyst usikkert om resultatet kan overføres til andre gyteområder i vassdraget. En lav naturlig rekruttering til laksebestanden i vassdraget ble med sikkerhet påvist ved ungfiskundersøkelser utført i Høyangervassdraget høsten 1997. Resultatene viste unormalt lave ungfisktettheter av laks på stasjoner på elvestrekningen fra kraftverket og ned til sjøen (LFI, upubliserte data).

## 4.8 Bunndyr

Forsuringsindeks 1 viser at alle lokalitetene unntatt st. 3 i Østerbøelva får verdien 1 høsten 1996 (Tabell 26). Østerbøelva st. 3 oppnådde indeks 0. Legger vi til grunn forsuringsindeks 2 blir bildet mye mer nyansert. Stasjonene i Austerbøelva (St. 1), Førdeelva (St. 2), Bjordalselva (St. 2 og 3) og Østerbøelva (St. 1, 2 og 3) får da alle en verdi nær 0,5. Dette tyder på at det var et meget sterkt subletalt stress på de følsomme døgnfluene høsten 1996.

Innsamlingen av vårprøver i 1997 ble noe redusert, grunnet nedskjæring i bevilgningen. Resultatene er satt opp i Tabell 27 og viser i hovedsak samme forsuringssituasjon som om høsten. Om våren fikk imidlertid både Austerbøelva (St. 1) og Østerbøelva (St. 2) indeksverdi 0. Dette viser at Østerbøelva både om våren og høsten har hatt områder som får karakteristikken sterkt forsuringsskadet. Austerbøelva må også karakteriseres som betydelig skadet. Bunnfaunaen i Myrdalselva indikerte forholdsvis lav forsuringsskade både vår og høst, mens faunasammensetningen i Søreboelva og Bjordalselva våren 1997 tydet på liten skade (Figur 30).

De undersøkte vassdragene har forholdsvis korte anadrome strekninger. Antall stasjoner med bunnprøver er lavt. Dette øker sjansen for at tilfeldigheter, både ved valg av stasjoner og under innsamling, kan få betydning for resultatet. Den gode situasjonen i Bjordalselva om våren sammenlignet med høsten, er uvanlig og kan skyldes tilfeldigheter. De øvrige resultatene er alle innenfor det normale og gir ingen holdepunkter for at prøvene ikke gir en riktig beskrivelse. Sammenholdt med resultatene for fiskestudiene er det god overensstemmelse mellom bunndyrene og fiskestatusen. Det er derfor sterke indikasjoner på at vassdragene er forsuret og at laks vil ha store problemer med å opprettholde en bestand både i Austerbøelva og i Østerbøelva. Når det gjelder Høyangervassdraget og Ortneviksvassdraget ble det ikke tatt bunndyrprøver.



Figur 30. Sammenligning mellom verdiene av bunndyrindeks 2 i prøver tatt i oktober 1996 og i mai 1997. I Austerbøelva ble det ikke tatt prøver i oktober 1996, men i stedet den 13. februar 1997.

Tabell 26. Arter og antall bunndyr funnet i sparkeprøver fra de ulike stasjonene i 6 elver i Høyanger kommune høsten 1996. Prøvene fra Austerbøelva er tatt i februar 1997. Forsuringsindeks 1 og 2 er beregnet (se metodebeskrivelsen).

Gruppe/art	Myrastøelva St. 1	Myrastøelva St. 2	Myrastøelva St. 3	Austerbøelva St. 1	Austerbøelva St. 2	Austerbøelva St. 3	Førdeelva St. 1	Førdeelva St. 2	Førdeelva St. 3	Blordalselva St. 1	Blordalselva St. 2	Blordalselva St. 3	Sørebøelva	Østerbøelva St. 1	Østerbøelva St. 2	Østerbøelva St. 3
** Turbellaria					1		1	1						1		1
Nematoda	1		1	1	3	1			1	3	2	1			2	1
Oligochaeta	1	2	2		8	2	5	2	1	45	8	4	12		7	3
Acani	16	6	22	5	2	2	4	2	3	11	13	3	4	3	3	1
Ephemeroptera																
*** Baetis rhodani	11	30	37	1	11	10	6	1	7	12	1	2	7	1	1	
Plecoptera																
Brachyptera risi	8	14	13	13	22	12	8	77	23	3	1		3	36	42	52
Amphinemura borealis	11	3	9	4	4	7							1	1		
Amphinemura sulcirostris	1	2			7	9	12	5	6	21	11	29		1	2	
Amphinemura indet. juv.		3					8	2	2					2		
Protonemura meyeri	17	12	20	10	9	4		1	3	22	1	1	5	3	1	2
Leuctra fusca	5	4	6	7	5	6		8	15	1	11	3	8	6	6	
Leuctra hippopus		1	2	1	8	10	1							1		1
Leuctra nigra												2	9			
Nemoura cinerea						1				1	1	2		2	5	
Nemurella picteti													1			
Nemoura		1		1												2
Taeniopteryx nebulosa			2						2	1	1					
Siphonoperla bumelsteri	1	1	1	1	4											
** Diura nanseni		1		5	2	3	3									
** Isoperla sp.											2		1			
Trichoptera																
Rhyacophila nubilla	4	4	6	5	8	3				1	1		3	1	1	
Rhyacophila nubilla p.			1													
Polycentropodidae ind									1				1	1		
Polycentropus flavomaculatus	6	1	4				16		1	1	7	5				
Limnephilidae ind.		3	9	1			1		8		10	3			1	3
Limnephilus sp											1		16			
Potamophylax sp	3		5		2						1	1				
** Lepidostoma hirtum													2			
** Apatania										1	3	7				
Oxyethira	1	1	3		2		1	1	2	3	24	32				
Chironomidae l.	129	51	133	31	104	113	116	17	72	31	103	136	82	25	31	49
Chironomidae p.				1		1	1		1				1	1	3	5
Ceratopogonidae										1	1	1				
Simuliidae l.	2	2	2	15	32	28	1	6	6	1		5		21	17	19
Tipulidae										3	1	1				
Diptera	5	5	4	2	2	6	3		2	1	1	2	5		3	1
Coleoptera	15	3	17	16					1	5	9	2	2			
Collembola					1		1		1		1		1	2		1
Crustacea																
Bosmina	13	2	2											4	2	2
Calanoidae														2	2	1
Cyclops							11			1						
Chydoridae												1				
Gammarus zaddachi													20			
Ostracoda						2				25	29	32	5			
Fisk (Flyndre)													2			
Sum	250	152	301	120	237	220	199	123	158	194	244	278	190	117	131	142
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
Forsuringsindeks 2	0.76	1.00	1	0.5	0.69	0.70	0.71	0.51	0.64	0.74	0.54	0.55	0.76	0.52	0.52	0.00

\*\*\* Meget følsom

\*\* Moderat følsom



Tabell 27. Arter og antall bunndyr funnet i sparkeprøver fra de ulike stasjonene i 6 elver i Høyanger kommune våren 1997. Forsuringsindeks 1 og 2 er beregnet (se metodebeskrivelsen).

Stasjon												
Gruppe/art	Myrastøiseelv st. 1	Myrastøiseelv St. 3	Austerbøelv St. 1	Austerbøelv St. 3	Førdeelv St. 1	Førdeelv St. 3	Bjordalseelv St. 1	Bjordalseelv St. 3	Sørebøelv St. 1	Østerbøelv St. 1	Østerbøelv St. 2	
** Turbellaria												
<i>Crenobia alpina</i>			48	3		1			1			
Nematoda		1			1			5				
Oligochaeta		1	69	14	2	2	3	4	3			
Acarl	12	7	23	4	3	3	3		2	1	2	
Ephemeroptera												
*** <i>Baetis rhodani</i>	24	21		6	3	5	32	8	20	2		
Plecoptera												
** <i>Diura nanseni</i>						2			2			
** <i>Isoperla</i> sp.						1			1			
<i>Perlidae</i> ind									1			
<i>Brachyptera risi</i>	42	23		8	24	27	8	1	15	13	24	
<i>Amphinemura borealis</i>	10	8		6	21	9			21			
<i>Amphinemura sulciollis</i>	8	6		5	6	8	6	5	2	5	2	
<i>Amphinemura</i> sp		1								1		
<i>Protonemura meyeri</i>	2	10					1			7		
<i>Leuctra fusca</i>	9	6		11		2		6	2	2	11	
<i>Leuctra hippopus</i>	2				1	4	1		2	4	4	
<i>Plecoptera</i> ind											4	
Trichoptera												
<i>Rhyacophila nubila</i>	7	4				1			1	1		
<i>Polycentropodidae</i> ind								1				
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					4							
<i>Limnephilidae</i> ind.	1											
<i>Limnephilus</i> sp												
<i>Potamophylax</i> sp		1				1						
<i>Halesus</i> sp	1			1								
** <i>Apatania</i> sp								1				
<i>Oxyethira</i> sp					1							
Chironomidae l.	147	100	12	47	106	127	17	126	49	118	69	
Chironomidae p.			2	1	6	4		2		26	2	
Ceratopogonidae				1			1	1				
Simuliidae l.	8	10		1	1	6				15	3	
Tipulidae				7		2						
Diptera	4	9			2	3		2	4	5	4	
Coleoptera		2						1				
Collembola				2	2		1	1				
<i>Cyclops</i> sp				1	6	3				5		
<i>Gammarus zaddachi</i>			9									
<i>Asellus aquaticus</i>			1									
Ostracoda			3	3			1					
Fisk (Ørret)									1			
Sum	277	210	167	121	189	211	74	164	127	205	125	
Forsuringsindeks	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	0	
Forsuringsindeks 2	0.83	0.89	0.00	0.70	0.56	0.60	1.00	1.00	0.98	0.56	0.00	

\*\*\* Meget følsom

\*\* Moderat følsom

\* Lite følsom

## 5. Litteratur

- Bjerknes, V. 1983. Fiskeribiologiske granskingar av Østerbø- Mjølvik- Ortnevikvassdraga. Rapport fra Akva Plan. Rapport nr. 107/83.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.
- Brown, D.J.A., & K. Sadler. 1989. Fish survival in acid waters, p. 31-44. I: R., Morris, E.W. Taylor, D.J.A. Brown and J.A. Brown [eds.] *Acid toxicity and aquatic animals*. Society for Experimental Biology. Seminar series 34. Cambridge Univ. Press.
- Chapman, D.W. 1988. Critical review of variables used to define effects of fines in redds of large salmonids. *Trans. Am. Fish. Soc.* 117:1-21.
- Denton, J. A.J. Freemont, and J. Ball. 1984. Detection and distribution of aluminium in bone. *Journal of Clinical Pathology* 37: 136-142.
- Frost, S., A. Huni, and W.E. Kershaw. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.* 49: 167-173.
- Herbert, D.W.M., J.S. Alabaster, M.C. Dart, and R. Loyd. 1961. The effect of china-clay wastes on trout streams. *International Journal of Air and Water Pollution* 5: 56-74.
- Hindar, A. 1997. Kalkingsplaner for Nausta, Gaular-, Høyanger- og Ortnevikvassdraget i Sogn og Fjordane. NIVA rapport 3756. 51 sider.
- Kroglund, F., Staurnes, M. & Kvellestad, A. (1994) Vannkvalitetskriterier for laks. Kalking av Vikedalselva. I: "*Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1992*" (ed ), 208-223. Direktoratet for naturforvaltning, Trondheim.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. (in prep) Kalking i vatn og vassdrag i Agder og Rogaland. Histologisk undersøking av gjeller frå fisk som del av overvaking i anadrome vassdrag.
- L'Abée-Lund, J.H., B. Jonsson, A.J. Jensen, L.M. Sættem, T.G. Heggberget, B.O. Johnsen & T.F. Næsje. 1989. Latitudal variation in life-history characteristics of sea-run migrant brown trout *Salmo trutta*. *J. Animal Ecol.* Vol 58, No 2: 525-542.
- McLeay, D.J., G.L. Ennis, I.K. Birtwell, and G.F. Hartman. 1984. Effects on arctic grayling (*Thymallus arcticus*) of prolonged exposure to Yukon placer mining sediment: a laboratory study. *Canadian Technical Report of Fisheries and Aquatic Sciences*. 1241.
- Mork, J., & Heggberget, T. G. 1984. Eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and trout (*S. trutta*); identification by phosphoglucoisomerase zymograms. *Fish. Manage.* 15: 59-65.
- Raddum, G.G. 1995. Åsebotn kraftverk: Vurdering av mulige skader på fisket i Ortnevikvassdraget etter overføring av vann fra Tuledalen. Lab. for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI); Zool. inst. Univ. i Bergen. Notat nr. 1/1996.

- Scullion, J. and R.W. Edwards. 1980. The effect of pollutants from the coal industry on the fish fauna of a small river in the south Wales coalfield. *Environmental Pollution Series*. 21: 141-153.
- SFT. 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Statens Forurensningstilsyn. SFT veiledning nr. 92:06. 32 sider, ISBN 82-7655-085-1
- Stober, Q.J., B.D. Ross, C.L. Melby, P.A. Dinnel, T. H. Jagielo, and E.O. Salo. 1981. Effects of suspended volcanic sediment on coho and chinook salmon in the Toutle and Cowlitz rivers. University of Washington, Fisheries Research Institute, FRI-UW-8124.
- Vuorinen, J., and Piironen, J. 1984. Electrophoretic identification of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*S. trutta*), and their hybrids. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 41: 1834-1837.

## Vedlegg A. Rådata på vannkvalitet og fisk

**Tabell 28.** Oversikt over fangst og estimerte tettheter av ensomrig (0+) og eldre ungfisk (>0+) i de undersøkte elvene. Fisket ble utført i tredje uke av oktober 1996, med unntak av fiske i Austerbøelv som ble utført i andre uke av februar 1997.

Lokalitet	Alders- gruppe	Stasjon nr.	1 omgang	2 omgang	3 omgang	Estimert tetthet/100m <sup>2</sup>
Myrastølselv	0+	1	24	4	3	31,7
Myrastølselv	0+	2	17	8	3	30,4
Myrastølselv	0+	3	9	6	3	22,7
Myrastølselv	>0+	1	19	7	3	30,8
Myrastølselv	>0+	2	25	14	5	49,3
Myrastølselv	>0+	3	13	6	3	24,65
Austerbøelv	0+	1	1	0	0	1
Austerbøelv	0+	2	9	2	3	16
Austerbøelv	0+	3	0	0	0	0
Austerbøelv	>0+	1	11	5	2	19,6
Austerbøelv	>0+	2	23	12	3	40,8
Austerbøelv	>0+	3	14	5	3	23,9
Førdeelv	0+	1	1	0	0	1
Førdeelv	0+	2	0	0	0	0
Førdeelv	0+	3	0	0	0	0
Førdeelv	>0+	1	10	5	2	18,8
Førdeelv	>0+	2	14	7	3	26,8
Førdeelv	>0+	3	16	7	3	28,3
Bjordalselv	0+	1	0	0	0	0
Bjordalselv	0+	2	19	4	2	25,5
Bjordalselv	0+	3	16	6	0	22,3
Bjordalselv	>0+	1	53	14	7	76,7
Bjordalselv	>0+	2	38	11	4	54,6
Bjordalselv	>0+	3	12	2	2	16,5
Sørebøelv	0+	1	2	2	0	4
Sørebøelv	>0+	1	5	3	1	10
Østerbøelv	0+	1	5	3	1	10
Østerbøelv	0+	2	9	2	0	11
Østerbøelv	0+	3	5	1	1	7,4
Østerbøelv	>0+	1	7	3	2	13,8
Østerbøelv	>0+	2	9	5	0	14,4
Østerbøelv	>0+	3	5	1	0	6

Tabell 29. Estimerte tettheter av ensomrig (0+) og eldre ungfisk (>0+) for den enkelte stasjon, og som gjennomsnittlig tetthet med standard avvik for stasjonene i den enkelte elv. Total ungfisketetthet (0+ og >0+) er gitt som summen av beregnet tetthet for ensomrig og eldre ungfisk. Fisket ble utført i tredje uke av oktober 1996, med unntak av fiske i Austerbøelv som ble utført i andre uke av februar 1997.

Lokalitet	Alders- gruppe	Tetthet /100m <sup>2</sup> stasjon 1	Tetthet /100m <sup>2</sup> stasjon 2	Tetthet /100m <sup>2</sup> stasjon 3	Gjennom- snittlig tetthet/100m <sup>2</sup>	Standard avvik
Myrastølselv	0+	31,7	30,4	22,7	28,3	4,9
Myrastølselv	>0+	30,8	49,3	24,6	34,9	12,9
Sum	0+ og >0+	62,5	79,7	47,3	63,2	-
Austerbøelv	0+	1	16	0	5,7	9,0
Austerbøelv	>0+	19,6	40,8	23,9	28,1	11,2
Sum	0+ og >0+	20,6	56,8	23,9	33,8	-
Førdeelv	0+	1	0	0	0,3	0,6
Førdeelv	>0+	18,8	26,8	28,3	24,6	5,1
Sum	0+ og >0+	19,8	26,8	28,3	24,9	-
Bjordalselv	0+	0	25,5	22,3	15,9	13,9
Bjordalselv	>0+	76,7	54,6	16,5	49,3	30,5
Sum	0+ og >0+	76,7	80,1	38,8	65,2	-
Sørebøelv	0+	4	-	-	4	-
Sørebøelv	>0+	10	-	-	10	-
Sum	0+ og >0+	14	-	-	14	-
Østerbøelv	0+	10	11	7,4	9,5	1,9
Østerbøelv	>0+	13,8	14,4	6	11,4	4,7
Sum	0+ og >0+	23,8	25,4	13,4	20,9	-

Dato	Vassdrag	St.	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	ALK-E µekv/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	Al/Tabil µg/l	TOC mg/l	ANC µekv/l	Turb FTU	TTS g/l	TGR g/l
12/10/96	Myrastøl	1	5.51	1.75	0.037	5					0.61				69	54	15					
16/10/96	Myrastøl	1	5.72	1.98	0.043	11	2.8	2.5	200	275	0.87	0.30	1.93	0.31	47	47	0	1.9	14.7			
25/04/97	Myrastøl	1	5.78	2.95	0.039	7	5.3	2.9	170	230	1.06	0.41	2.86	0.45	46	29	17	1	0.5			
01/05/97	Myrastøl	1	5.42	2.56	0.032	0	5.2	1.8	71	150	0.56	0.35	2.65	0.32	60	41	19	1.5	-9.0			
09/05/97	Myrastøl	1	5.65	2.75	0.038	6	4.8	2.5	126	190	0.82	0.38	2.79	0.32	39	28	11	1.4	5.3			
10/05/97	Myrastøl - Vassdalsvatn		5.79	2.52	0.068	36					0.52				39	24	15					
13/02/97	Austerbø	1	5.59		0.039	7					1.21				72	27	45					
25/04/97	Austerbø	1	5.69	3.13	0.040	8	6.1	2.5	225	280	0.94	0.47	3.24	0.44	60	36	24	1	-2.4			
01/05/97	Austerbø	1	5.33	2.83	0.032	0	6.1	1.6	54	125	0.38	0.38	3.24	0.30	84	54	30	1.5	-10.4			
09/05/97	Austerbø	1	6.17	104.00	0.070	38	305.0	42.0	130	185	6.67	20.50	152.00	5.90	57	45	12	0.2	-705.7			
12/10/96	Førde	1	5.50	1.60	0.039	7					0.39				95	80	15					
16/10/96	Førde	1	5.75	1.79	0.042	10	2.8	1.6	165	215	0.46	0.26	1.97	0.23	69	61	8	1.4	11.8			
25/04/97	Førde	1	5.61	2.68	0.036	4	5.6	1.8	126	150	0.57	0.37	3.04	0.30	47	23	24	0.75	-5.7			
01/05/97	Førde	1	5.40	2.36	0.035	3	5.0	1.3	47	107	0.38	0.30	2.51	0.26	80	57	23	1.5	-12.0			
09/05/97	Førde	1	5.63	2.40	0.038	6	4.7	1.7	131	170	0.50	0.33	2.67	0.26	44	31	13	1.1	-2.4			
12/10/96	Bjordal	1	5.93	2.23	0.057	25					1.01				144	138	6					
15/10/96	Bjordal	3	6.21		0.077	45					1.14				55	47	8			0.3	0.11	0.11
15/10/96	Bjordal	1*	6.21		0.145	113					2.20				94	83	11			409.0	1.18	1.01
16/10/96	Bjordal	1	6.43	3.48	0.096	64	4.2	2.4	780	860	1.99	0.66	3.09	0.67	81	77	4	2.6	81.0	5.6		
25/04/97	Bjordal	1	6.67	3.93	0.105	73	6.1	2.4	385	475	2.08	0.82	3.43	0.79	39	31	8	1.4	91.1			
01/05/97	Bjordal	1	5.82	2.18	0.045	13	4.3	1.2	65	175	0.79	0.76	2.42	0.35	69	69	0	2.7	65.2			
09/05/97	Bjordal	3	6.29	2.74	0.069	37	4.6	1.8	185	260	1.06	0.45	2.83	0.47	59	56	3	2.7	44.6			
09/05/97	Bjordal	1																		1.3	0.11	0.09
12/10/96	Sørebø	1	6.57	2.41	0.091	59					1.43				18	10	8					
17/10/96	Sørebø	1	6.59	2.32	0.088	56	2.4	2.6	210	240	1.35	0.34	1.89	0.57	10	10	0	0.84	55.3			
17/10/96	Sørebø - Vetleelva		6.85		0.147	115					2.82				20	11	9					
20/10/96	Sørebø - Aurethyljane		6.05	2.31							1.34				9	7	2					
20/10/96	Sørebø - Ristjørne		6.25	2.08							1.24				16	12	4					
20/10/96	Sørebø - Almdokkevatt		6.27	1.97							1.15				32	27	5					

Dato	Vassdrag	St.	pH	Kond mS/m	Alk mmol/l	ALK-E µekv/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg/l	Tot-N µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al/R µg/l	Al/I µg/l	Al/Iabil µg/l	TOC mg/l	ANC µekv/l	Turb FTU	TTS g/l	TGR g/l
25/04/97	Sørebø	1	6.67	3.18	0.082	50	5.2	2.5	165	200	1.83	0.45	2.61	0.69	8	5	3	0.46	49.0			
01/05/97	Sørebø	1	6.72	3.36	0.090	58	5.2	2.6	225	225	2.00	0.48	2.64	0.74	10	5	5	0.46	56.2			
09/05/97	Sørebø	1	6.61	3.20	0.084	52	5.3	2.4	148	175	1.73	0.45	2.62	0.66	5	5	0	0.35	44.1			
09/05/97	Sørebø - Veteelva		6.82	4.15	0.117	85	5.8	3.6	285	330	2.84	0.61	3.13	0.67	14	6	8	0.54	86.3			
12/10/96	Østerbø	1	5.57	1.19	0.036	4				0.29					38	22	16		14.5			
17/10/96	Østerbø	1	5.68	1.21	0.036	4	1.8	1.1	155	175	0.36	0.16	1.11	0.14	29	10	19	0.2	-1.8			
17/10/96	Østerbø - Brekkeelva		6.01		0.043	11				0.42					29	11	18					
17/10/96	Østerbø -		5.41		0.031	-1				0.25					29	10	19					
25/04/97	Nykjeelva Østerbø	1	5.57	2.21	0.035	3	4.2	1.7	175	195	0.70	0.30	2.13	0.24	44	9	35	0.3	-8.0			
01/05/97	Østerbø	1	5.50	2.28	0.034	2	4.9	1.3	107	137	0.55	0.32	2.30	0.25	58	22	36	0.61	-12.7			
09/05/97	Østerbø	1	5.45	2.19	0.033	1	4.3	1.5	141	160	0.51	0.30	2.10	0.20	40	8	32	0.22	-16.0			

TTS: Total  
tørrstoff

TGR: Total  
gløderest

\* Tydelig  
sandutslipp

**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås  
0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00  
Telefax: 22 18 52 00

Ved bestilling av rapporten,  
oppgi løpenummer 3812-98

ISBN 82-577-3388-1