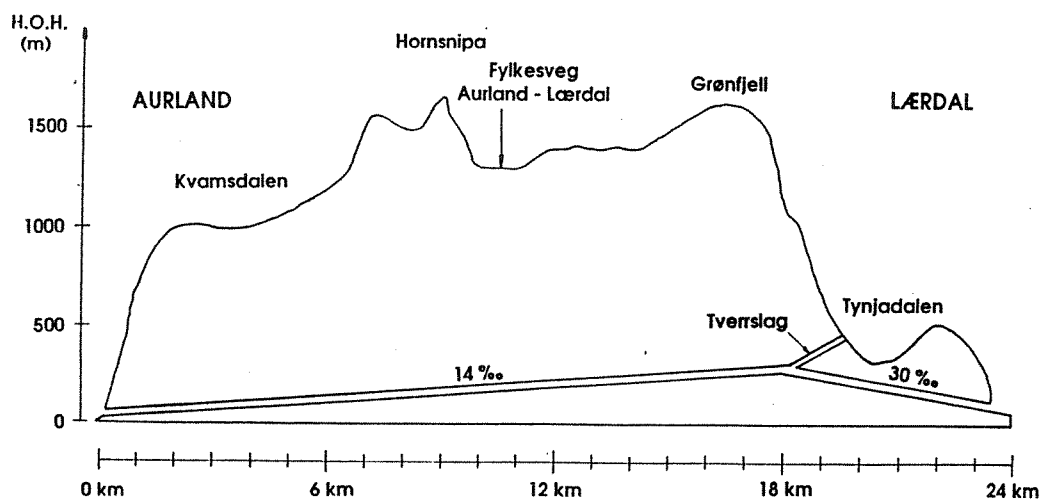


O-93248

# E16 Tunnel Aurland - Lærdal

Forhåndsregistrering av  
vannkvalitet, bunndyr og fisk  
i Lærdalselva og Kuvella



# NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

Prosjektnr.:	Undernr.:
O-93248	
Løpenr.:	Begr. distrib.:
3147	

Hovedkontor	Sørlandsavdelingen	Østlandsavdelingen	Vestlandsavdelingen	Akvaplan-NIVA A/S
Postboks 173, Kjelsås 0411 Oslo Telefon (47) 22 18 51 00 Telefax (47) 22 18 52 00	Televeien 1 4890 Grimstad Telefon (47) 37 04 30 33 Telefax (47) 37 04 45 13	Rute 866 2312 Ottestad Telefon (47) 62 57 64 00 Telefax (47) 62 57 66 53	Thormøhlensgt 55 5008 Bergen Telefon (47) 55 32 56 40 Telefax (47) 55 32 88 33	Søndre Tollbugate 3 9000 Tromsø Telefon (47) 77 68 52 80 Telefax (47) 77 68 05 09

Rapportens tittel: E16. Tunnel Auland - Lærdal Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella	Dato: 13.10.94	Trykket: NIVA 1994
	Faggruppe: Vassdrag	
Forfatter(e): Vilhelm Bjerknes, NIVA Gunnar G. Raddum, Zoologisk Institutt, UiB	Geografisk område: Sogn og Fjordane	
	Antall sider: 33	Opplag:

Oppdragsgiver: Statens Vegvesen Sogn og Fjordane	Oppdragsg. ref.: Gunnar Lotsberg
---	-------------------------------------

**Ekstrakt:**

Kjemisk vannkvalitet i Kuvella og Lærdalselva og i brønner som mates fra Kuvella er undersøkt. Videre er det foretatt bunndyrundersøkelser og elfiske på bestemte stasjoner i Kuvella og Lærdalselva. Det er videre redegjort for eksisterende kjemiske og biologiske overvåkingsprogrammer i Lærdalselva. Kuvella hadde høye tørrstoffkonsentrasjoner under flom i 1994, og påvirket vannkvaliteten i Lærdalselva. En del av drikkevannsbrønnene som mates fra Kuvella har høye konsentrasjoner av nitrogen og fosfor. Konsentrasjonsverdiene går ned når vannføringen i Kuvella øker. Bunndyrundersøkelsene viser normal tetthet og artssammensetning i Kuvella og Lærdalselva. Det kan se ut til at bunndyrtettheten i Lærdalselva kan ha økt noe etter reguleringen av vassdraget. Kuvella ble tørrlagt vinteren 1993-94 på grunn av lite nedbør og lave temperaturer. Dette førte til at den lakseførende delen av elven var tom for laks- og sjøaureunger våren 1994. I Lærdalselva er tetthetene av fiskeunger høye, og relativt uendret i forhold til tidligere undersøkelser.

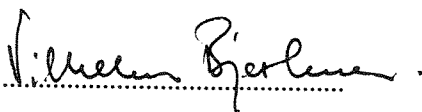
4 emneord, norske

1. Stamvei-tunnel
2. Vannkjemi
3. Bunndyr
4. Laksefisk

4 emneord, engelske

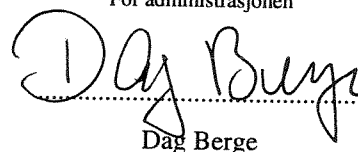
1. Highway tunnel
2. Water chemistry
3. Benthic invertebrates
4. Salmonides

Prosjektleder



Vilhelm Bjerknes

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN82-577-2625-7

# **E16. Tunnel Aurland - Lærdal**

## **Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella**

**Bergen 13. oktober 1994**

**Vilhelm Bjerknes      NIVA  
Gunnar G. Raddum    Zoologisk Institutt, UiB**

## Forord

*Rapporten presenterer resultater av undersøkelser av miljøtilstanden i Kuvella og Lærdalselva forut for oppstarting av tunneldrift og deponering av sprengstein i Tynjadalen. Anleggsvirkomheten og massedeponiene inngår som deler av tunnelprosjektet på E16 mellom Aurland og Lærdal. Resultatene vil danne utgangspunkt for et overvåkingsprogram som vil bli foreslått i forbindelse med anleggsarbeidet. Oppdragsgiver for prosjektet er Statens Vegvesen Sogn og Fjordane ved Gunnar Lotsberg.*

*Vannkvalitetsundersøkelsene som presenteres bygger delvis på overvåkingsmateriale fra Lærdalselva i forbindelse med Statlig program for forurensningsovervåking. Dette materialet er supplert med prøve- og analysemateriale som er samlet inn spesielt for dette prosjektet. Vannprøvene er samlet inn av Torkjell Grimelid, Lærdal.*

*Bunndyrundersøkelsene er gjennomført og presentert av Gunnar G. Raddum ved Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen. I tillegg foreligger materiale fra eldre undersøkelser.*

*Fiskematerialet som presenteres er innsamlet i regi av Fylkesmannen i Sogn og Fjordane v/Leif M. Sættem, Roy M. Langåker og Eyvin Søltnæs, og av Torkjell Grimelid, Lærdal, og er bearbeidet og stilt til disposisjon av fiskeforvalter Roy Langåker ved Fylkesmannens miljøvernnavdeling. I tillegg foreligger det et rikholdig fiskemateriale fra en rekke undersøkelser i Lærdalselva.*

*Vilhelm Bjerknæs har vært NIVA's prosjektleder, og har stått for gjennomgang, vurdering og presentasjon av vannkvalitet, for deler av feltarbeidet og for redigering av rapporten.*

*Vannkjemi og vassdragsbiologi i Lærdalselva er godt dokumentert, og gir et godt utgangspunkt for overvåking og vurdering av eventuelle virkninger av vegvesenets anleggsvirkomhet i dalføret.*

*Bergen 13. oktober 1994*

*Vilhelm Bjerknæs*

# Innhold

Sammen drag .....	4
1. Innledning .....	5
1.1. Virkninger av slam. ....	5
1.2. Virkninger av sprengstoffrester. ....	6
1.3. Forhåndsregistrering og overvåking. ....	6
2. Vannkvalitet. ....	7
2.1. Lærdalselva og Kuvella. ....	7
2.2. Drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella. ....	8
3. Bunndyr .....	13
3.1. Stasjonsbeskrivelse.....	13
3.2. Metodikk.....	13
3.3. Tidligere undersøkelser.....	13
3.4. Resultater.....	13
4. Fisk.....	17
4.1 Ungfiskregistrering i Kuvella og i Lærdalselva nedstrøms Kuvella.....	17
4.2. Registrering av gytefisk.....	18
Referanser.....	21
Vedlegg 1.....	23
Vedlegg 2.....	25

## Sammendrag

Som ledd i forhåndsundersøkelsene for vegvesenets anleggsvirksomhet i Tynjadalen er det gjort registreringer av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Kuvella og Lærdalselva. I tillegg er vannkvaliteten undersøkt i ialt 7 drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella. Deler av materialet som presenteres, og som vil danne utgangspunkt for miljøovervåking under anleggsarbeidet, er frambragt gjennom andre undersøkelser.

Analyser av vannprøver tatt i perioden november 1993 - juni 1994 viser store naturlige variasjoner i bla. suspendert materiale i Kuvella. Under vårfloppen i juni 1994 ble tørrstoffinnholdet i vannprøver fra Kuvella bestemt til 25.40 mg/L, og det er indikasjoner på at dette påvirket tørrstoffinnholdet i Lærdalselva i vesentlig grad. Tørrstoffinnholdet i prøver fra Lærdalselva viste en økning fra 9.10 mg/L oppstrøms til 23.80 mg/L nedstrøms Kuvella.

Drikkevannsbrønnene som mates fra Kuvella viser høye konsentrasjoner av nitrogen (opptil 2940 µg/L) og tildels fosfor (opptil 74 µg/L), med tendenser til reduksjon i konsentrasjonene ved høy vannføring. De høye verdiene indikerer forurensning fra gjødselpåvirket overflatevann.

Tetthetene av bunndyr i Lærdalselva og i Kuvella varierer betydelig gjennom året og fra år til år. For Lærdalselva ligger tetthetene av bunndyr på omtrent samme nivå som i Aurlandselva, Stronda i Vossevassdraget og Gaula. En sammenlikning med tidligere undersøkelser tyder på at tettheten av bunndyr i Lærdalselva har økt etter reguleringen av vassdraget.

På grunn av lite nedbør høsten 1993, og en påfølgende kald vinter, tørket Kuvella helt ut vinteren 1993-94. Elfiske våren 1994 viste at dette hadde gått hardt utover ungfiskbestanden av laksefisk i nedre del av Kuvella, og bestanden av stasjonær aure i øvre del. Det ble ikke registrert fisk med elektrisk fiskeapparat i Kuvella i det hele tatt, på tross av at elven har gode oppvekstområder, og er et viktig reproduksjonsområde for sjøaure. I nedre del kan bestanden ta seg opp igjen i løpet av noen år, gjennom naturlig reproduksjon og innvandring fra Lærdalselva. I øvre del må det trolig fiskeutsettinger til for å gjenopprette en fiskebestand.

Ungfiskbestanden i Lærdalselva umiddelbart nedstrøms Kuvella har et stort innslag av sjøaure, noe som bla. kan henge sammen med utvandring av småfisk fra Kuvella, som er en typisk sjøaurebiotop. Fisk kan vandre ca. 500 m opp i Kuvella. Telling av gytefisk i Kuvella er gjennomført årlig siden 1988. Tallet på gytefisk har variert mellom 18 og 37 stk.

Fangststatistikken for Lærdalselva regnes som pålitelig. I tillegg representerer årlige tellinger av gytefisk i Lærdalselva siden 1980, viktige grunnlagsdata for fortsatt overvåking.

Det foreliggende vannkjemiske og biologiske data fra Lærdalselva, i tillegg tidligere biologiske undersøkelser gir et godt utgangspunkt for overvåking og vurdering av effekter av vegvesenets framtidige anleggsvirksomhet i dalføret.

# 1. Innledning

Statens Vegvesen Sogn og Fjordane har planer om å etablere to massedeponi på totalt 1.2-1.5 mill. m<sup>3</sup> på vestsiden av Tynjadalen. Deponiene skal ta hånd om utsprengt masse fra tunnelen for E 16 mellom Aurland og Lærdal. Anleggsarbeidet er beregnet å vare i ca. 3 år. Det er utarbeidet en konsekvensanalyse for av tunneldrift og oppretting av deponier i Tynjadalen (Bjerknes m. fl. 1994).

Faren for stoffavrenning fra massedeponiene med virkninger for vannkvaliteten i Kuvella og Lærdalselva vil være størst i anleggperioden, og vil være knyttet til avrenning av finstoff (slam) fra utsprengte masser, og til nitrogenholdig stoff fra sprengstoffrester. I tillegg vil husholdningskloakk og spillolje være tradisjonelle problemer som det må tas forholdsregler overfor.

Forurensningen fra anleggsområdet vil være episodisk. Tilførslene til Kuvella vil variere med avrenningen fra feltet i forbindelse med nedbør og snøsmelting, og med rytmen i selve anleggsarbeidet. Suspensjon og sedimentasjon i vassdraget vil variere med vannføringen.

De viktigste brukerinteressene som vil bli berørt er fiske, jordbruk og drikkevann. Lærdalselva er en av de viktigste lakseelvene i Nord-Europa, og det knytter seg store økonomiske interesser lokalt til laksefisket i vassdraget. Det stilles derfor store krav til varsomhet for å unngå påvirkninger som kan ha uheldige konsekvenser for utøving av fisket, eller for oppgang, reproduksjon og produksjon av laks og sjøaure.

## 1.1. Virkninger av slam.

Virkningene av slampartikler i rennende vann avhenger bla. av partiklenes størrelse og form, av bergart og av partikkelkonsentrasjon (Grande 1986; Hessen 1992). Nydannete partikler fra utsprengte masser vil normalt ha skarpe kanter som kan være til skade for dyre- og plantelivet. Generelt vil økt slamføring i rennende vann ha følgende virkninger:

Brukerinteresser:

- Redusert sikt skaper vansker for utøving av fisket
- Redusert estetisk kvalitet av vassdraget og av evt. drikkevann
- Økt slitasje på pumper og annet materiell i forbindelse med drikkevann og jordbruksvanning

Økologiske forhold:

- Økt driv av bunndyr
- Redusert mangfold for bunndyrfaunaen, skader på nettspinnende arter
- Endret oksygentilførsel til sedimentene, redusert overleving av aure- og lakserogn
- Gjelleskader og andre vevsskader på fisk og bunndyr
- Nedslamming og erosjon av påvekst/begroing

Vann fra Kuvella nyttes til drift av Elveeigarlagets stamfiskanlegg. Videre er denne sideelven gyte- og oppvekstområde for sjøaure. Tilslamming av Kuvella vil forplante seg til Lærdalselva.

## 1.2. Virkninger av sprengstoffrester.

Sprengstoffrester gir økt nitrogenkonsentrasjon i vann som kommer i kontakt med utsprengte masser (Lande 1986). De viktigste virkningene i ferskvann vil være:

Brukerinteresser:

- Overskridelse av gjeldende kvalitetskrav for drikkevann
- Økt nitrattilførsel i forbindelse med jordbruksvanning

Økologiske forhold:

- Økt begroing på elvebunnen

## 1.3. Forhåndsregistrering og overvåking.

For å kunne påvise eventuelle kortsiktige og langsiktige endringer eller skader som følge av anleggsarbeidet og av deponiene, må sentrale fysiske, kjemiske og biologiske forhold registreres i forkant av anleggsarbeidet. Det kan videre være hensiktsmessig å gjennomføre et miljøovervåkingsprogram parallelt med anleggsarbeidet, for å studere eventuelle trender i miljøpåvirkningen, og for å kunne gripe inn med tiltak dersom miljøendringene går utenfor forhåndsoppsatte grenser.

Forhåndsregistreringer basert på et enkelt sett av observasjoner vil alltid være mangelfulle, fordi de representerer enkeltfunn innenfor et system preget av store variasjoner. Det kreves derfor både kunnskap, erfaring og skjønn for å skille mellom forandringer som resultat av naturlige svingninger og forandringer forårsaket av anleggsaktiviteten. Et overvåkingsprogram mens virksomheten pågår kan bidra til en mer fruktbar sammenknytning av en før- og ettersituasjon, og vil gi nyttig informasjon for bedømmelse av skader som måtte oppstå under veis.

Det er foretatt forhåndsregistreringer av en del viktige forhold i Kuvellas nedslagsfelt og i Lærdalselva. Disse forholdene omfatter kjemisk og fysisk vannkvalitet i vassdrag og i utvalgte drikkevannsbrønner, registrering og bedømmelse av bunndyrfauna, ungfiskbestand og gytebestand i Kuvella og tilstøtende deler av Lærdalselva. I det etterfølgende presenteres resultatene av forhåndsregistreringer som vil danne basis for et oppfølgende overvåkingsprogram av miljøet i Kuvella og Lærdalselva under anleggsarbeidet i Tynjadalen.

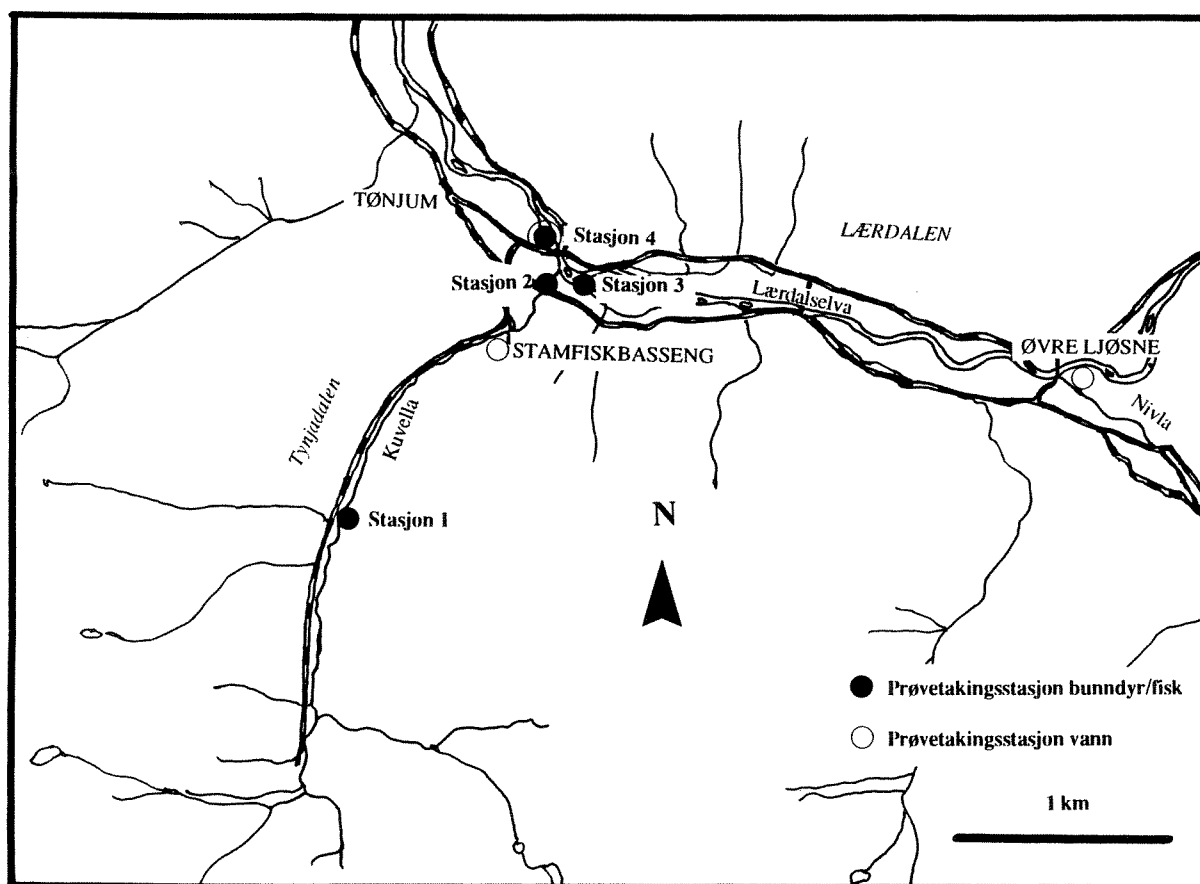


## 2. Vannkvalitet.

### 2.1. Lærdalselva og Kuvella.

Lærdalselva er en av i alt 18 sør-norske elver som inngår i Statlig program for forurensningsovervåking (SFT 1992a). Vannprøver analyseres rutinemessig for å følge virkningene av tilførsler av forurenset luft og nedbør på vannkvaliteten. I Lærdalselva tas vannprøver på en fast stasjon oppstrøms Kuvella ved Øvre Ljøsne ca. 1 gang i måneden, og analyseres for 14 ulike parametre for å kunne registrere eventuelle endringer i elvens forsuringsforhold over tid. Analyseprogrammet omfatter følgende parametre: pH, konduktivitet, Ca, Mg, Na, K, Cl, NO<sub>3</sub>, SO<sub>4</sub>, TOC, aluminiumsfraksjoner, alkalitet og total-nitrogen (Tot-N).

I vår forhåndsregistrering av vannkvalitet har vi benyttet data fra Statlig program for forurensningsovervåking i Lærdalselva, og utvidet analyseprogrammet med turbiditet, suspendert tørrstoff (STS) og suspendert gløderest (SGR). I tillegg til prøvene ved Øvre Ljøsne er det tatt prøver nedstrøms Kuvella (nedenfor bru E 16), og i Kuvella ved stamfiskbassenget til samme tidspunkt i perioden 16. desember 1993 til 30. juni 1994 (se Vedlegg 1). Beliggenheten av prøvetakingsstasjonene er vist i figur 2.1.



Figur 2.1. Prøvestasjoner for vann, bunndyr og fisk.

Analysedata fra Statlig program for forurensningsovervåking blir publisert i programmets årsrapporter. Analysene er registrert på EDB-fil ved NIVA, og kan benyttes som del av forhånds- og overvåkingsmaterialet for dette prosjektet.

I vår sammenheng er målet med prøvetakings- og analyseprogrammet å få overblikk over naturlige forskjeller og variasjoner i vannkvaliteten, for å kunne bedømme årsaker og virkninger ved eventuelle endringer i framtiden. Det er bla. viktig å kartlegge variasjonene i det naturlige tørrstoffnivået i Kuvella og Lærdalselva under ulike avrenningsbetingelser i de to elvene.

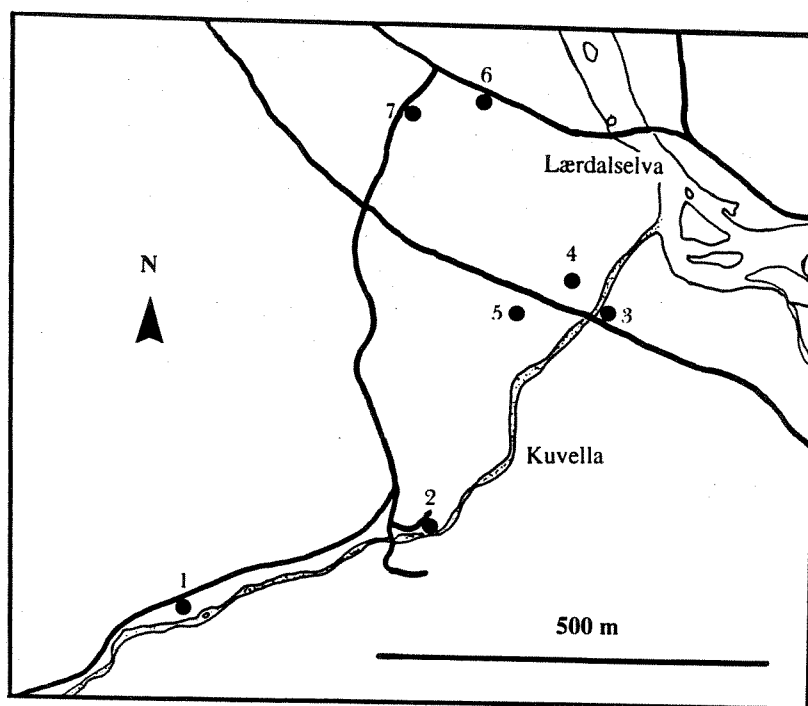
I tillegg til de analysene som er utført for Kuvella i 1993-94, foreligger det et vannkjemisk analysemateriale fra denne sideelven for 1969-70 (Steine 1970).

Som tabellen i Vedlegg 1 viser har Kuvella et markert høyere mineralinnhold enn Lærdalselva, noe som bla. resulterer i høyere pH- og konduktivitetsverdier og høyere alkalitet. Prøvene fra 30. juni er tatt under en typisk flomsituasjon (snøsmelting). Tørrstoffinnholdet (slam) er på dette tidspunkt høyt i begge elver, men markert høyere i Kuvella. I Lærdalselva oppstrøms Kuvella ble det i dette tilfellet målt 9.10 mg tørrstoff pr L, i Kuvella 25.40 og i Lærdalselva nedstrøms Kuvella 23.80 mg/L. Kuvella synes i denne situasjonen å bidra til en markert økning i tørrstoffkonsentrasjonen i Lærdalselva nedstrøms Kuvella.

Det uvanlig høye tørrstoffinnholdet i Kuvella 30. juni skyldes trolig en kombinasjon av snøras og snøsmelting i Tynjadalen. Det er viktig å få dokumentert at slike høye tørrstoffverdier forekommer under naturlige forhold uten anleggsarbeid.

## 2.2. Drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella.

Figur 2.2 viser beliggenheten av 7 undersøkte grunnvannsbrønner som mates fra Kuvella. Vannkvaliteten i brønnene er undersøkt med hensyn til utvalgte vannkvalitetsparametre. Samtlige brønner nyttes til husholdning (drikkevann). Anleggsarbeidet i Tynjadalen kan tenkes å påvirke vannets farge, turbiditet og innhold av partikulært materiale og nitrøse stoffer.



Figur 2.2. Beliggenhet av undersøkte brønner (se tekst).

Vannanalysene i Tabell 2.1 viser at innholdet av nitrogen tildels er meget høyt. To av brønnene har også meget høyt innhold av fosfor. Samtlige brønner hadde relativt høyt innhold av næringssalter i mai før vårflom. Konsentrasjonene sank kraftig ved flom. De høye konsentrasjonene av næringssalter skyldes først og fremst gjødsling av dyrket mark. Bortsett fra brønn B-1, ligger samtlige brønner i eller nær dyrket mark. Variasjonene i konsentrasjoner skyldes permeable løsmasser med stor gjennomstrømming ved høy vannføring.

**Tabell 2.1.** Vannanalyser av 7 drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella, og fra Kuvella ved stamfiskeanlegget. Prøvene i april/mai er tatt ved lav vannføring, prøvene i juni er tatt ved høy vannføring.

Brønn nr.	Dato	pH	TURB FTU	FARG mg Pt/l	NH <sub>4</sub> -N µg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	F mg/l
B-1	05.05.94	7.01	0.10	4.8	<5	585	635	3	0.11
	30.06.94	6.69	0.22	4.42	<5	126	165	3	<0.1
B-2	05.05.94	6.51	0.58	12.3	<5	1055	1240	4	0.17
	30.06.94	6.79	0.27	3.07	<5	121	175	2	0.17
B-3	05.05.94	6.29	0.18	2.50	<5	2960	3140	6	0.53
	30.06.94	6.40	0.33	3.07	<5	229		6	0.20
B-4	05.05.94	6.33	0.14	1.15	<5	780	840	3	<0.1
	30.06.94	6.59	0.27	1.15	<5	285	340	1	<0.1
B-5	05.05.94	6.37	0.10	1.73	<5	705	775	3	<0.1
	30.06.94	6.45	0.14	0.96	<5	385	445	2	<0.1
B-6	05.05.94	6.14	0.37	4.42	<5	2630	2940	34	<0.1
	30.06.94	6.46	0.34	3.65	<5	1015	1130	31	<0.1
B-7	05.05.94	6.41	0.19	5.18	<5	1235	1340	54	<0.1
	30.06.94	6.54	0.13	4.03	<5	370	445	74	0.11

pH = surhet; TURB = turbiditet; FARG = farge; NH<sub>4</sub>-N = ammonium; NO<sub>3</sub>-N = nitrat; Tot-N = totalnitrogen; Tot-P = totalfosfor; F = fluor.

I Tabell 2.2 nedenfor er vannkvaliteten i brønnene gradert etter tilstands- og egnethetskriterier for norsk drikkevann (SIF 1987; SFT 1989; 1992b). Med "tilstand" menes her de målte verdiene.

Klassifiseringssystemet for tilstand har fem klasser:

Klasse I	=	God
Klasse II	=	Mindre god
Klasse III	=	Nokså god
Klasse IV	=	Dårlig
Klasse V	=	Meget dårlig

**Tabell 2.2.** Tilstands- og egnethetsklassifisering av 7 drikkevannsbrønner. Bokstaver i tabellen står for den parameter eller de parametre som bestemmer avviket fra "god drikkevannskvalitet" (N=nitrogen; P=fosfor). \* er benyttet til å angi at alle målte parametre tilfredsstillte "god drikkevannskvalitet".

Brønn	Vann-stand	Tilstandsklasse					Egnethetsklasse			
		I God	II Mindre god	III Nokså god	IV Dårlig	V Meget dårlig	1 Godt egnet	2 Egnet	3 Mindre egnet	4 Ikke egnet
B-1	lav høy	*			N		*			N
B-2	lav høy	*				N	*			N
B-3	lav høy		N			N		N		N
B-4	lav høy		N			N		N		N
B-5	lav høy			N		N			N	N
B-6	lav høy				P P	N N				N+P N+P
B-7	lav høy			N		N+P P			N	N+P P

Begrepet "egnet" går på vannkvalitetens bruksmuligheter, og bygger på et visst skjønn. Klassifiseringssystemet har 4 klasser:

**Klasse 1 = Godt egnet**

Råvannskvaliteten (overflatevann) tilfredsstillende de norske kvalitetsnormer for "god drikkevannskvalitet" (SIFF 1987). Termotolerante koliforme bakterier skal ikke forekomme.

**Klasse 2 = Eget**

Ved enkel vannbehandling (f. eks siling, sandfiltrering o. l.) skal det være mulig å oppnå "god drikkevannskvalitet".

**Klasse 3 = Mindre egnet**

"God drikkevannskvalitet" kan oppnås etter omfattende behandling, f. eks. fullrensing, samt evt. behandling for å fjerne lukt og smak.

**Klasse 4 = Ikke egnet**

Vannkilden er ikke tilrådelig som drikkevannskilde uten meget omfattende behandling.

Nedenfor følger en kort omtale av hver enkelt brønn. Bortsett fra nitrogen og fosfor, tilfredsstillende samtlige målte parametre i samtlige prøver normene for god drikkevannskvalitet.

**Brønn B-1** er en ca 4 m dyp gravet brønn med kumringer. Den ble gravet omkr. 1980. Nitrogenkonsentrasjonen (Tot-N) i mai plasserer drikkevannskvaliteten i tilstandsklasse IV og egnethetsklasse 4 (Tabell 2.2). Dette endrer seg når vannføringen i Kuvella øker. Prøven i juni tilfredsstillende SIFF's kvalitetsnormer for godt drikkevann.

**Brønn B-2** er av samme konstruksjon som B-1, og er ca. 6 m dyp. Brønnen ble gravet i 1986. Den gikk tom vinteren 1993-94. Dette henger sammen med lite nedbør, lav temperatur og ekstremt lav vannføring, kombinert med tynt løsmasselag der brønnen ligger. Tilstanden med hensyn til nitrogen ved lav vannføring setter vannkvaliteten i tilstandsklasse V og egnethetsklasse 4 (Tabell 2.2). Verdiene i prøven fra juni tilfredsstillende normene for godt drikkevann.

**Brønn B-3** er en gravet, ca. 3m dyp brønn av samme konstruksjon som de to ovennevnte. Brønnen ble gravet i 1991, og ligger bare 10 m fra bredden av Kuvella. Drikkevannkvaliteten er variabel, fra tilstandsklasse V og egnethetsklasse 4 ved lav vannføring, til tilstandsklasse II og egnethetsklasse 2 ved høy vannføring (Tabell 2.2).

**Brønn B-4** er en gravet og støpt brønn, som ligger i kjeller i bolighus. Den er mindre utsatt for lekkasjer av overflatevann enn de andre brønnene i undersøkelsen. Brønnens alder er ikke oppgitt. Dybden er ca. 1.20 m under kjellergulvnivå. Den gikk tom våren 1994. Dette har ikke hendt tidligere. Vannkvaliteten med hensyn til nitrogen varierer mellom tilstandsklasse V/egnetethetsklasse 4 og tilstandsklasse II/egnetethetsklasse 2 (Tabell 2.2).

**Brønn B-5** er av samme konstruksjon som B-1, 2 og 3. Brønnen er ca. 5 m dyp, og ble gravet i 1961. Drikkevannkvaliteten med hensyn til nitrogen varierer mellom tilstandsklasse IV/egnetethetsklasse 4 og tilstandsklasse III/egnetethetsklasse 3 (Tabell 2.2).

**Brønn B-6** er av samme konstruksjon som B-1,2,3 og 5, og ble gravet i 1950-årene. Den er 5-6 m dyp. Vannkvaliteten med hensyn til fosfor ligger i tilstandsklasse IV og egnethetsklasse 4 ved både høy og lav vannstand (Tabell 2.2), på tross av en kraftig fortykning ved høy vannføring (Tabell 2.1). Nitrogenverdiene plasserer drikkevannkvaliteten i tilstandsklasse V og egnethetsklasse 4 både ved lav og høy vannstand.

**Brønn B-7** er 4-5 m dyp, og er gravet og murt opp i løsmasser. Brønnen er 90-100 år gammel. Vannkvaliteten med hensyn til fosfor og nitrogen ligger i tilstandsklasse V og egnethetsklasse 4 ved lav vannstand. Ved høy vannstand er fosfor i tilstandsklasse V og egnethetsklasse 4, nitrogen i tilstandsklasse II/egnetethetsklasse 3.

De høye næringssaltkonsentrasjonene skyldes først og fremst gjødsling av innmark. Prøveserien gir ikke grunnlag for å vurdere vannkvaliteten i relasjon til gjødslingsrytmen, men det er grunn til å tro at de høye verdiene skyldes kortslutning fra overflatevann i forbindelse med snøsmelting og nedbør. At næringssaltkonsentrasjonene går ned med økt vannføring i Kuvella, har sammenheng med stor grad av infiltrasjon av elvevann, som gir en relativt kraftig fortynning.

Næringssaltene representerer ikke nødvendigvis noen helsefare i seg selv, men kan være en indikasjon på bla. forekomst av tarmbakterier, noe som kan representere helsefare. Selv om slike undersøkelser ligger utenfor målet med dette prosjektet, vil vi anbefale at det gjøres bakteriologiske undersøkelser av brønnene.

En viktig konklusjon av denne brønnundersøkelsen er at nitrogen, som er en nøkkelparameter i utsprenge fjellmasser og ved håndtering og deponering av sprengstein, allerede foreligger i uvanlig høye konsentrasjoner i drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella, trolig som et resultat av overflateavrenning fra gjødsling av innmark.

## 3. Bunndyr

### 3.1. Stasjonsbeskrivelse

Det ble opprettet 4 innsamlingsstasjoner for bunndyr, hvorav 2 i Kuvella og 2 i Lærdalselva (fig. 2.1). Kuvella renner i en trang v-formet dal. Den øverste delen av elva var tørrlagt i november 1993, men like ovenfor stasjon 1 var det innstrømming av grunnvann. Kuvella var derfor vannførende fra oppkommet av grunnvann og ned til Lærdalselva på dette tidspunkt.

Bunnsstratet besto av grus og stein i stasjonsområdet. Steinstørrelsen var hovedsakelig mellom 5 - og 30 cm i diameter. Elvebunnen var lite begrodd av mose.

I fjellsidene dominerer nakent fjell, mens det nærmere elven finnes lauvtrær, gress og lyngmarker.

Før innløpet til Lærdalselva renner Kuvella gjennom dyrket mark. Stasjon 2 ligger i dette området. Bunnsstratet består her av stein mellom 10 og 50 cm i diameter med finere partikler imellom. På stasjonen var det forholdsvis lite mose.

Stasjon 3 og 4 ligger henholdsvis ovenfor og nedenfor innløpet av Kuvella i Lærdalselva. Bunnsstratet på begge stasjonene er består av sand, grus og stein opp til ca 30 cm i diameter. På stasjon 3 var det svært lite mose, mens mose var betydelig utbredt nær bredden på stasjon 4.

### 3.2. Metodikk

På hver innsamlingsstasjon ble det tatt 5 kvantitative bunnprøver med Surber sampler. Maskevidden i silposen var 0,25 mm. Prøvene ble fiksert på 70% alkohol. Prøvene ble grovsortert til grupper under binokular for senere artsbestemmelser.

### 3.3. Tidligere undersøkelser.

Lærdalselva ble undersøkt før utbygging i perioden 1969 - 1971 (Raddum 1974) og etter utbygging i 1979 - 1980 (Lillehammer og Saltveit 19). En av stasjonene ved disse undersøkelsene er sammenfallende med stasjon 4 i den foreliggende undersøkelsen. Kuvella ble ikke undersøkt med hensyn på bunndyr ved de tidligere undersøkelsene, men vannkjemiske analyser ble utført i 1969 - 1970 (Steine 1970).

### 3.4. Resultater

Vedleggs-tabellene 1 - 8 (Vedlegg 2) gir en oversikt over det innsamlede bunndyrmaterialet. Påviste grupper/arter er ført opp med angivelse av antall individ innsamlet, minimum, maksimum og gjennomsnittlig antall pr. prøve og beregnet tetthet  $m^{-2}$ . Totalt ble det for hele undersøkelsen påvist 47 arter/grupper.

Flatmarken *Crenobia alpina* er påvist i begge elvene. Dette er en kaldtvannsform og forekomsten viser at elvene gjennomgående er kalde.

Av døgnfluer ble det påvist 2 arter i Kuvella og 5 arter i Lærdalselva. Den dominerende arten var *Baetis rhodani* som forekom med 5652 ind. m<sup>-2</sup> på stasjon 1 i november, et meget høyt antall. Arten forekom også i forholdsvis høye antall på de andre stasjonene, hovedsakelig med tettheter mellom 1500 og 4000 ind. m<sup>-2</sup>. De andre døgnflueartene, *Ameletus inopinatus*, *B. macani*, *Ephemerella aurivilli* og *Heptagenia sulphurea* forekom mer uregelmessig og i et lavt antall, fra enkeltindivid til noen ti-talls pr m<sup>-2</sup>. De to sistnevnte ble bare påvist i Lærdalselva. Alle de registrerte formene er følsomme for surt vann. Sammensetningen er forøverig typisk for næringsfattige vestlandsvassdrag og skiller seg ikke ut fra tidligere undersøkelser (Raddum 1974, Lillehammer og Saltveit 1987).

Steinfluene forekom med 12 arter. De vanligste artene var *Amphinemura sulcicollis* og *A. borealis*. Ellers var det store tettheter av *Brachyptera risi* og *Protonemura meyeri* på st. 1 om høsten. De forsuringfølsomme steinfluene *Diura nanseni*, *Isoperla* sp. og *Capnia* sp. forekom i lave tettheter på de undersøkte stasjonene. Faunaen av steinfluer inneholdt alle de vanligste artene for vestlandet. Sammensetningen peker seg derfor ikke ut i noen bestemt retning. Den er forøverig i overensstemmelse med resultatene fra de tidligere undersøkelsene nevnt over.

Vårfluene var representert med 5 arter/grupper. Den vanligste arten var *Ryacophila nubila* som forekom på alle stasjonene. Den høyeste tettheten ble målt på stasjon 3 i mai 1994 med 128 ind. m<sup>-2</sup>. De øvrige målingene viste tettheter mellom 10 og 90 ind. m<sup>-2</sup>. Arten er forsuringstolerant og en av de vanligste i sterkt strømmende vann. De øvrige registrerte artene var *Potamophylax cingulatus*, *Glossosoma intermedium*, *Apatania* sp. og *Oxyethira* sp. Av disse er *G. intermedium* og *Apatania* sp. følsomme for surt vann. De registrerte artene er alle typiske for vassdrag av denne typen, men antall arter var litt lavere enn ventet. En savnet art av slektene *Polycentropus* og *Plectrocnemia*. Raddum (1974) og Lillehammer og Saltveit (1987) fant heller ikke disse formene ved utløpet av Kuvella i Lærdalselva, men artene ble i disse undersøkelsene registrert andre steder i vassdraget.

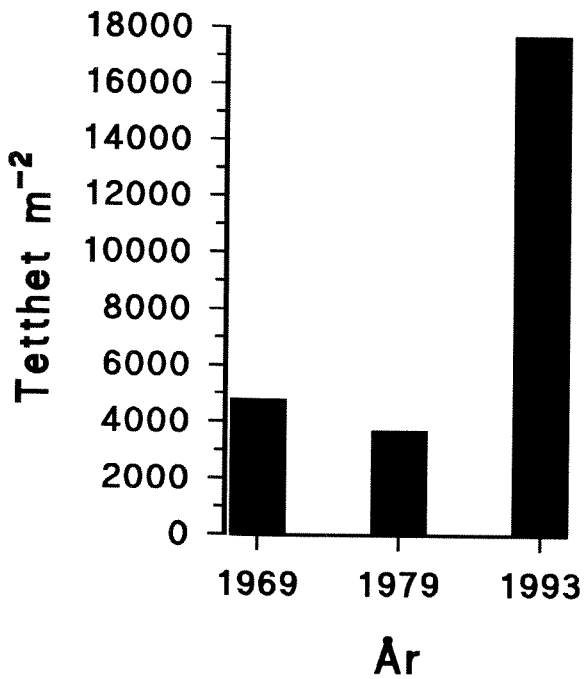
Tettheten av bunndyr varierer betydelig gjennom året. Det er også store variasjoner fra år til år. Ved sammenligninger er det derfor viktig at prøver fra samme tidsperiode sammenlignes. Ved de tidligere undersøkelsene er det ikke tatt prøver i mai slik at dette tidspunktet faller ut ved en sammenligning. Det finnes derimot prøver både fra oktober og november i de tidligere undersøkelsene. Figur 3.1 viser total bunndyrtetthet på stasjon 4 for årene 1969, 1979 og 1993.

Tilsvarende viser figurene 3.2 - 3.4 tetthetene for døgnfluen *B. rhodani*, steinfluer og vårfluer. Året 1979 hadde den laveste tettheten, mens den høyeste er funnet i 1993. Totalt var det ca. 5 ganger så mye bunndyr i 1993 som i 1979. Den største forskjellen er for steinfluene hvor tettheten var 10 ganger høyere i 1993 enn i 1979. Minst forskjell er det i tettheten av vårfluer som varierte mellom 69 og 116 m<sup>-2</sup> for de undersøkte årene. Det finnes flere eksempler på at tettheten av bunndyr øker etter regulering slik dataene tyder på i Lærdalselva, se Raddum (1993).

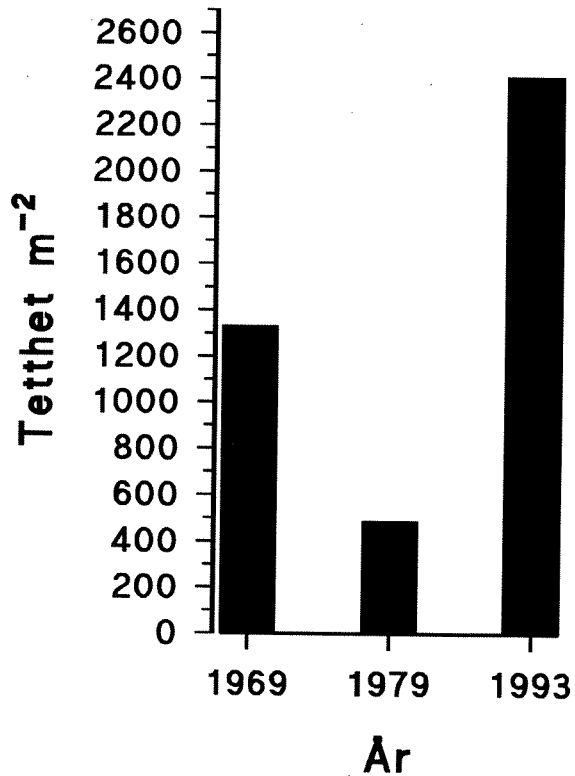
Figur 3.5 viser tettheten av bunndyr på stasjon 4 i Lærdalselva sammenlignet med lignende stasjoner i andre elver. Av figuren går det frem at de fire elvene har relativt like tettheter. Aurlandselven har høyest, mens Stronda i Vossovassdraget har lavest.

Dataene fra Kuvella og Lærdalselva gir et godt grunnlag for å vurdere virkninger på faunaen av mulig slamtilførsel m.m. fra fremtidige deponier av tunnelmasser i dalsidene ved Kuvella.

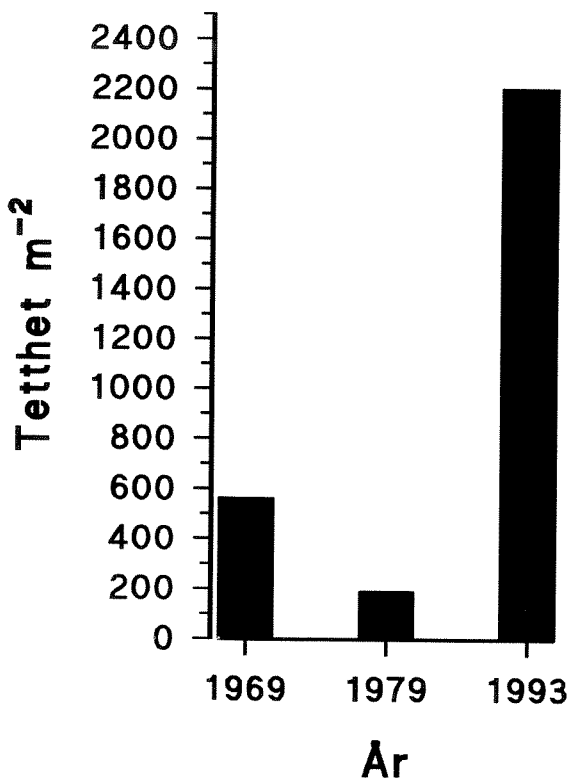




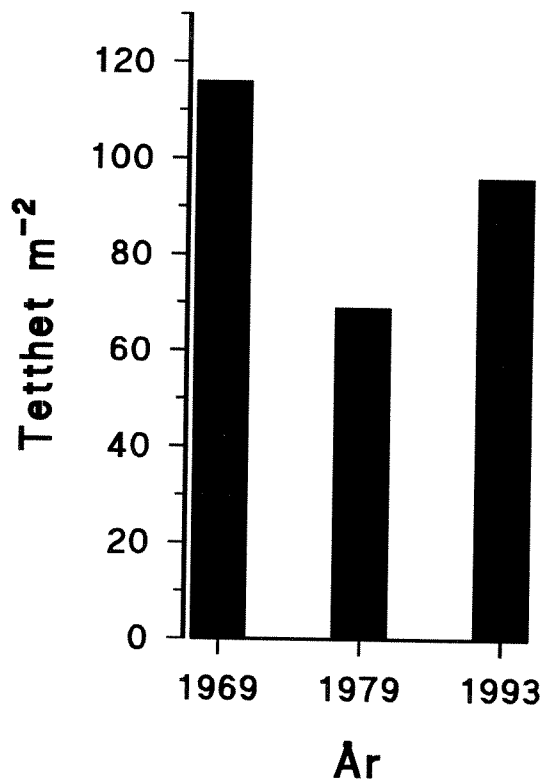
Figur 3.1. Totalt antall bunndyr i 1969, 1979 og 1993 på stasjon 4.



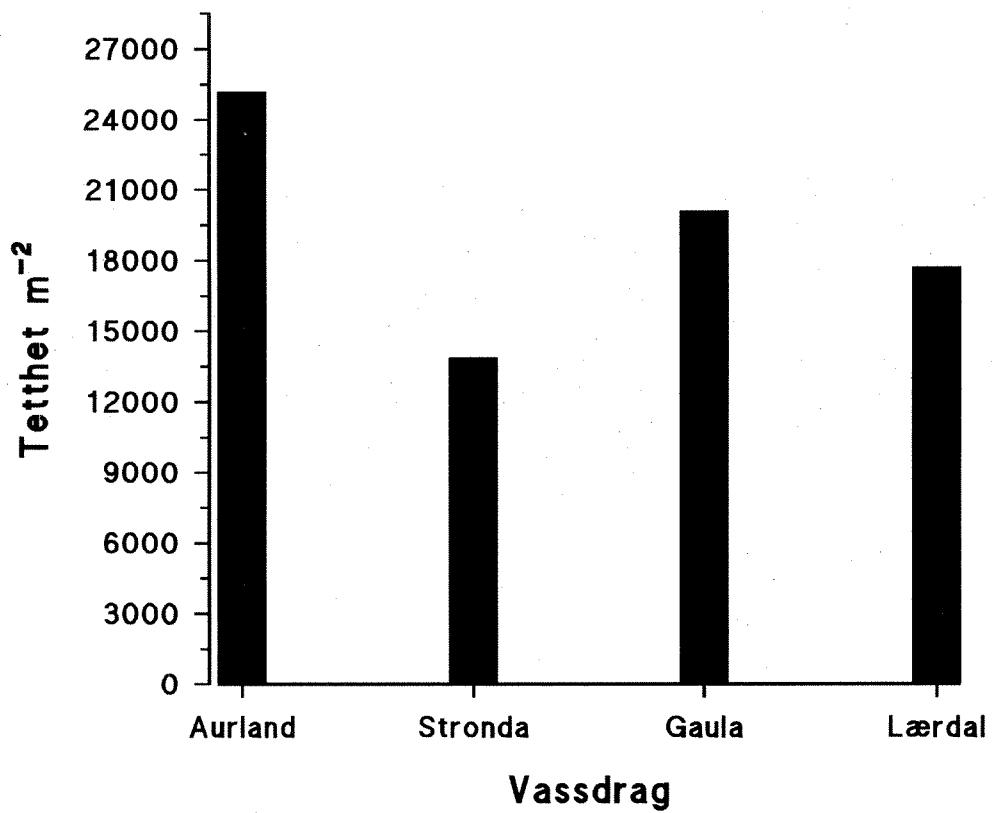
Figur 3.2. Antall *B. rhodani* i 1969, 1979 og 1993 på stasjon 4.



Figur 3.3. Antall steinfluer på stasjon 4 i 1969, 1979 og 1993.



Figur 3.4. Antall vårfluer på stasjon 4 i 1969, 1979 og 1993.



Figur 3.5. Totale tettheter av bunndyr i noen elver på vestlandet.

## 4. Fisk.

Laks- og sjøaurebestandene i Lærdalsvassdraget er godt undersøkt (bla. Lillehammer og Saltveit 1987; Rosseland 1979; Saltveit 1986; Saltveit og Styrvold 1983; Saltveit og Styrvold 1984; Vasshaug 1979a; Vasshaug 1979b). Ungfiskbestanden i vassdraget overvåkes av Fylkesmannens miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane gjennom årlige avfiskinger av bestemte flater med elektrisk fiskeapparat (Roy Langåker pers. komm.). Elfiske i Kuvella ble foretatt av NIVA i mai 1994.

Det foreligger pålitelige fangstdata fra Lærdalsvassdraget. I tillegg foretas årlige tellinger av laks som passerer Sjurhaugfoss og årlige registreringer av gytebestandens størrelse og fordeling i vassdraget. Tilsammen gir disse undersøkelsene et godt utgangspunkt for overvåking og vurdering av mulige effekter av vegvesenets framtidige anleggsvirksomhet i dalføret.

### 4.1 Ungfiskregistrering i Kuvella og i Lærdalselva nedstrøms Kuvella.

Sjøaure er dominerende fiskeslag i nedre del av Kuvella, fra utløpet i Lærdalselva til den første fossen, en strekning på ca. 500 m (Torkjell Grimelid pers. komm.). I Tynjadalen finnes stasjonær aure.

Ved elfiske på stasjon 1 og 2 (Figur 2.1) i mai 1994 ble det ikke registrert småfisk i det hele tatt, på tross av at begge steder er gode oppvekstområder for laksefisk. I tillegg til de to stasjonene ble det fisket over store strekninger av Kuvella uten resultat i form av fangst. Det konkluderes med at uttørkingen av Kuvella vinteren 1993-94 har tatt knekken på ungfiskbestanden i dette sidevassdraget. Uttørkingen oppgis å ha vært total (Torkjell Grimelid pers. komm.), bla. ble to av brønnene i området tomme for vann (se kap. 2.2). Sannsynligvis har en del av den større ungfisken i nedre del av Kuvella vandret ut i Lærdalselva, mens resten har krepert. Dersom Kuvella ikke utsettes for uttørking i årene framover, vil trolig ungfiskbestanden i nedre del av elven bygges opp igjen i løpet av noen år, dels gjennom innvandring av ungfisk fra Lærdalselva, dels ved reproduksjon i selve Kuvella.

Overvåking av ungfiskbestanden i Lærdalselva utføres av fiskeforvalteren ved Fylkesmannens Miljøvernavdeling i Sogn og Fjordane, og omfatter 7 faste stasjoner i hovedvassdraget. Disse avfiskes ved elfiske hver høst. Det foretas tre suksessive avfiskinger. Fisken bedøves, lengdemåles, og settes deretter ut i elven igjen.

En av de faste fiskestasjonene ligger ved Voll bru nedstrøms Kuvella på vestsiden av Lærdalselva (tabell 4.1). Området er identisk med bunndyr- og vannprøvestasjon 4 (kapittel 2.1, figur 2.1). Tabell 4.1 gir en beskrivelse av stasjonen og av resultatene av elfisket for årene 1991, -92 og -93.

**Tabell 4.1.** Beskrivelse av fiskestasjon ved Voll bru. Tettheter av laks og aure.

	1991	1992	1993
Dato	18.10	15.10	05.10
Avfisket areal (m <sup>2</sup> )	100	100	97.5
Strøm (m/sek)	0.5	0.5	0.5
Største dyp (cm)	40	40	40
Substrat	Stein (gj. sn. 10 cm), med noe grus		
Vegetasjon	Mose, med omlag 5% dekning		
Vannføring	Elven var middels liten alle 3 årene		
Temperatur (°C)	-	3.5	6.0
Vær	-	Lettskyet	skyet
Antall laks pr. 100 m <sup>2</sup>	67	45	35
Antall aure pr 100 m <sup>2</sup>	199	124	73
Antall fisk totalt pr 100 m <sup>2</sup>	266	175	113

Figur 4.1 viser lengdefordelingene av laks og aure i fiskefangstene i de tre årene, mens figur 4.2 viser tettheten av fisk på de ulike stasjonene i Lærdalselva i 1992. Et framtreddende trekk ved stasjonen nedstrøms Kuvella er det store antallet av aure. Dette kan komme av at aure vandrer ut fra Kuvella og ned i hovedelva (Roy Langåker pers. komm.). Forøvrig er fisketetthetene i Lærdalselva reslativt høye. Gjennomsnittstetthetene for de siste årene samsvarer godt med tidligere undersøkelser (Saltveit 1986).

Materialet for fisketetthet fra Lærdalselva gir et verdifult grunnlag for å vurdere virkninger på rekruttering, tilvekst og overleving av ungfisk av mulig slamtilførsel fra tunneldrift og deponier i dalsidene ved Kuvella. Iflg. Roy Langåker (pers. komm.) vil registreringene i Lærdalselva bli fulgt opp i årene framover.

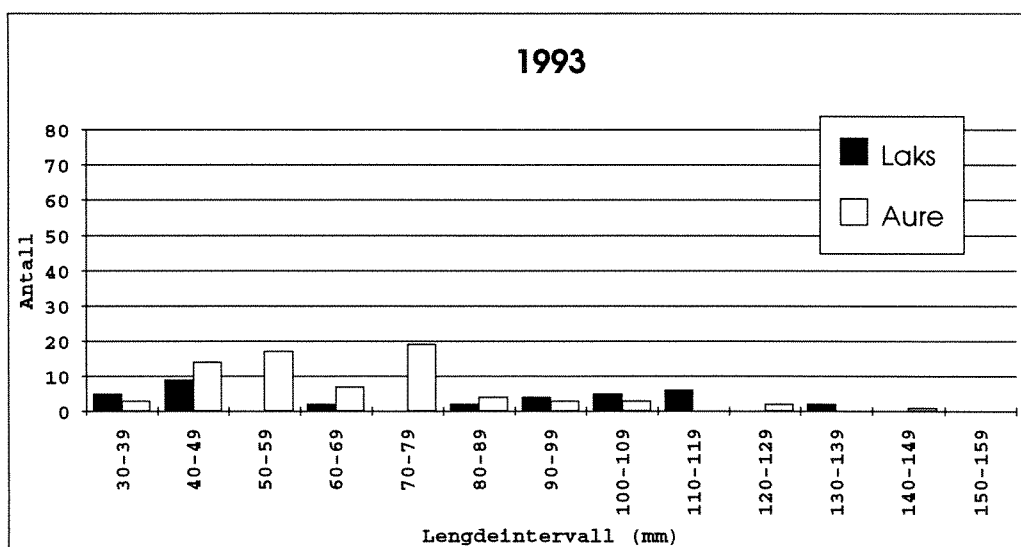
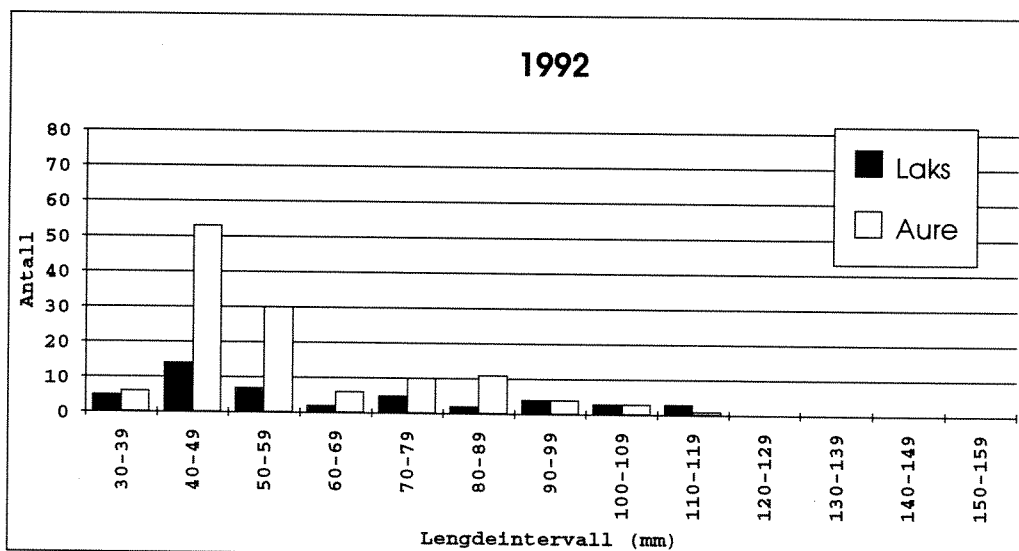
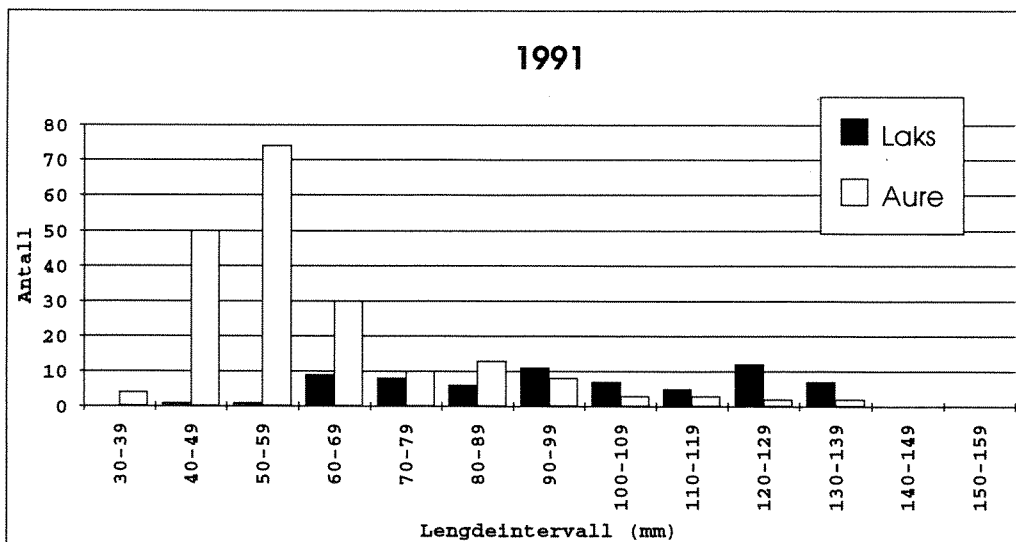
I forbindelse med et overvåkingsprogram for anleggsvirkosmheten i Tynjadalen vil det bli vurdert å etablere en ny fiskestasjon i Lærdalselva oppstrøms Kuvella, i det samme området som bunndyrstasjon 3 (figur 2.1). I tillegg vil utviklingen av ungfiskbestanden i selve Kuvella bli fulgt opp ved elfiske.

## 4.2. Registrering av gytefisk.

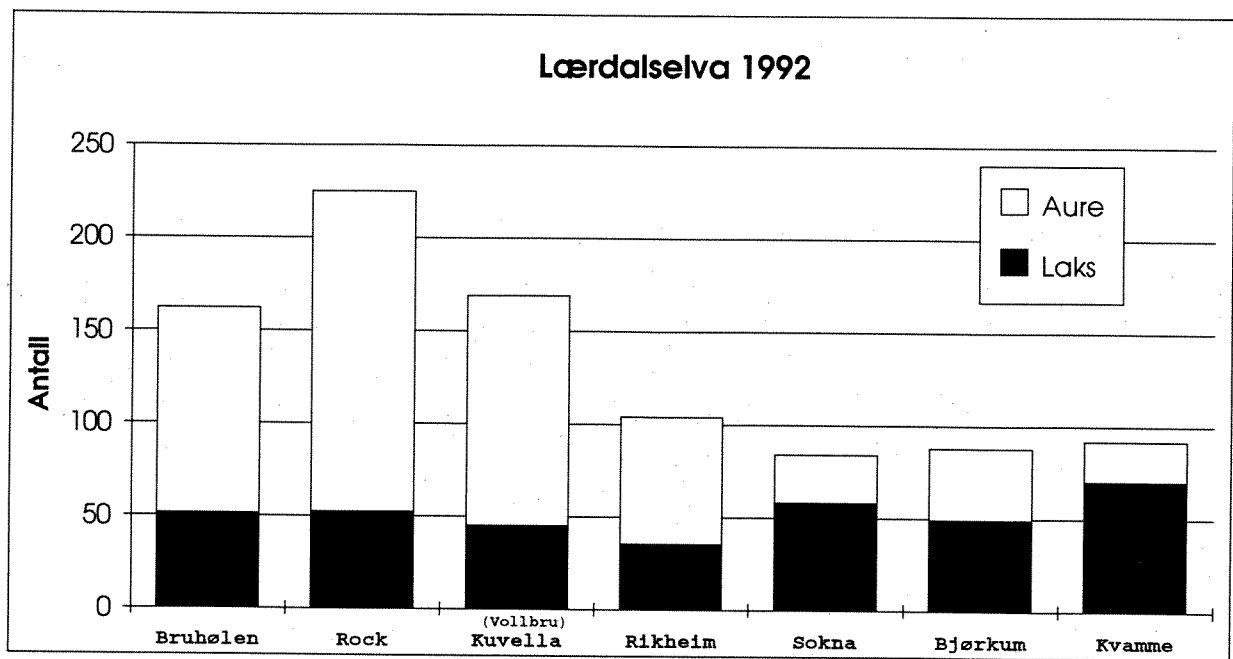
Årlige tellinger av gytefisk fra munningen av Lærdalselva til Sjurhaugfoss har foregått fra 1980 (med unntak av 1983). Telling fra land fra begge elvebredder, dels ved dykking. Tellingene i perioden 1980-88 ga fra 1.418 til 423 laks (DN 1989).

I Kuvella er det gjort årlige gytefisktellinger fra land siden 1988. Antallet, vesentlig sjøaure, har variert fra 18 til 37. 11. oktober 1994 ble det registrert 37 gytefisk i Kuvella (Torkjell Grimelid pers. komm.).

Gytefisktellingerne er et viktig supplement til de øvrige overvåkingsdata fra Lærdalselva, og vil, etter det vi kjenner til, bli fulgt opp i årene framover.



Figur 4.1. Lengdefordeling av laks- og aureunger ved Voll bru i årene 1991-93.



Figur 4.2. Tettheter av laks- og aureunger i Lærdalselva 1992. Samtlige stasjoner.

## Referanser

- Bjerknes, V, Røhr, P. K., Åstebøl, S. O., Robertsen, K. R. og Rognerud, B. 1994. E 16. Tunnel Aurland-Lærdal. Konsekvensanalyse av tunneldrift og massedeponi i Tynjadalen i Lærdal. NIVA rapport nr. 2999.
- DN 1989. Fysiske tiltak for bedring av fiskeoppgang i Lærdalselva. Rapport fra arbeidsgruppe oppnevnt av Direktoratet for naturforvaltning.
- Grande, M. 1986. Virkninger av partikler på fisk. I: Nicholls, M. og Erlandsen, A. H. (red.). Partikler i vann. Foredrag fra seminar 22. og 23. mai 1986, Dombås, Norge. Norsk Limnologiforening.
- Hessen, D. O. 1992. Uorganiske partikler i vann - effekter på fisk og dyreplankton. NIVA rapport nr. 2787.
- Lande, A. 1986. Nitrogenavrenning fra sprengstein i Øvre Otra. Vurdeing av vannkvalitetsendringer i forbindelse med anleggsvirksomheten. NIVA rapport nr. 1905.
- Lillehammer, A. og Saltveit, S. J. 1987. Skjønn, Borgund Kraftverk. En vurdering av reguleringsvirkninger på fisk og bunndyr i Lærdalselva, Sogn og Fjordane. Lab. for ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Oslo. Rapport.
- Raddum, G. G. 1974. Benthos i Lærdalselva. Lab. for ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Bergen. Rapport nr. 11.
- Raddum, G. G. 1993. Bunndyrsamfunn i rennedne vann. I: Faugli, P. E., Erlandsen, A. H. og Eikenæs, O. (red.). Inngrep i vassdrag: Konsekvenser og tiltak - En kunnskapsoppsummering. VR-NVE, Publikasjon nr. 13, I.
- Rosseland, L. 1979. Litt om bestand og beskatning av laksen fra Lærdalselva. I: Gunnerød, T. B. og Mellquist, P. (red.). Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver. NVE og DVF.
- Saltveit, S. J. 1986. Skjønn Borgund kraftverk. II. Lengdefordeling, vekst og tetthet hos laks og ørretunger i Lærdalselva, Sogn og Fjordane i perioden 1980 til 1986. Lab. for ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Oslo. Rapport nr. 91.
- Saltveit, S. J. og Styrvold, J. O. 1983. Fiskeribiologiske undersøkelser i Lærdalselva, Sogn og Fjordane. Studier på laks- og ørretunger i 1980 og 1981. Lab. ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Oslo. Rapport nr. 55.
- Saltveit, S. J. og Styrvold, J. O. 1984. Density of juvenile Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) and brown trout (*Salmo trutta* L.) in two Norwegian regulated rivers. In: Lillehammer, A. and Saltveit, S. J. (eds). Regulated Rivers. Universitetsforlaget, Oslo.
- SFT 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. Statens forurensningstilsyn, TA-630.
- SFT 1992a. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1991. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport nr. 506/92.
- SFT 1992b. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 92:06.

SIFF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. Statens Institutt for Folkehelse. G2.

Steine, I. 1970. Lærdalsvassdraget. Rapport om fiskeribiologiske undersøkelser i tidsrommet juli 1969 til april 1970. Lab. for ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Bergen. Rapport nr. 2.

Vasshaug, Ø. 1979a. Lærdalsreguleringen. Fiskeribiologisk grunnlagsmateriale. Fiskerikonsulenten i Vest-Norge. Rapport.

Vasshaug, Ø. 1979b. Reguleringsundersøkelser i Lærdalselva og andre Lakseelver i Sogn. I: Gunnerød, T. B. og Mellquist, P. (red.). Vassdragsregulerings biologiske virkninger i magasiner og lakseelver. NVE og DVF.



## **Vedlegg 1.**

Vannkjemiske data fra Lærdalselva og Kuvella 1993 - 1994

Kjemiske vannanalyser av prøver fra Kuvella og Lærdalselva nov. 93 - juni 94.

St.	Merket	Prøve-dato	pH	KOND mS/m	TURB FTU	STS/L mg/l	SGR/L mg/l	ALK mmol/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3-N µg/l	Tot-N/L µg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Al/R µg/l	Al/II µg/l	TOC mg/l	
1	Øvre Ljøсне	30/11/93			3,40	1,10	<0,8													
1	Øvre Ljøсне	30/11/93			1,80	<0,8	<0,8													
1	Øvre Ljøсне	16/12/93			0,50															
1	Øvre Ljøсне	17/01/94	6,65	1,64	0,12	<0,4	0,070	0,8	0,8	2,6	102	137	1,69	0,21	0,70	0,27	<10	<10	0,33	
1	Øvre Ljøсне	14/02/94	6,84	1,97	0,23	<5	0,075	1,0	2,9	2,9	119	149	1,78	0,24	0,71	0,32	<10	<10	0,39	
1	Øvre Ljøсне	15/03/94	6,53	1,73	0,23	<0,4	0,082	1,1	2,9	2,9	144	190	1,87	0,26	0,80	0,43	<10	<10	0,53	
1	Øvre Ljøсне	12/04/94	6,80	2,93	0,23	<5	0,125	1,5	4,0	4,0	240	355	3,07	0,43	1,03	0,79	<10	<10	1,40	
1	Øvre Ljøсне	25/04/94	6,87	4,00	0,44	1,56	0,143	2,4	4,8	4,8	445	660	4,06	0,65	1,13	1,04	27	25	4,20	
1	Øvre Ljøсне	09/05/94	6,51	2,46	0,24	0,60	<0,2	0,104	1,9	2,5	100	270	2,55	0,40	1,10	0,81	19	18	3,90	
1	Øvre Ljøсне	27/05/94	6,50	1,76		1,20	0,084	1,3	1,7	1,7	49	160	1,64	0,26	0,81	0,54	14	11	2,50	
1	Øvre Ljøсне	15/06/94			0,33	9,10	7,30													
1	Øvre Ljøсне	30/06/94			1,20															
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	30/11/93			3,50	<0,8	<0,8													
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	16/12/93	6,22	2,05	0,43	<0,4	0,068	1,0	4,2	4,2	120	160	2,09	0,23	0,70	0,33	<10	<10	0,37	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	17/01/94	6,75	1,69	0,22	<5	0,061	0,8	2,9	2,9	96	131	1,64	0,20	0,65	0,26	<10	<10	0,30	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	14/02/94	6,33	1,54	0,25	<5	0,066	0,9	3,6	3,6	121	155	1,81	0,23	0,66	0,29	<10	<10	0,43	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	15/03/94	6,56	1,91	0,24	0,40	<0,4	0,075	1,0	3,6	133	195	2,02	0,24	0,78	0,37	15	10	0,60	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	25/04/94	6,50	4,40	0,32	0,73	0,127	1,9	8,2	8,2	350	500	5,01	0,53	1,18	1,11	10	<10	2,00	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	09/05/94	6,63	3,40	0,29	0,60	0,13	0,125	1,6	4,7	170	315	3,74	0,44	1,04	0,88	31	30	3,30	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	27/05/94			0,35	4,00	2,00													
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	27/05/94	6,42	2,07	0,35	1,10	1,10	0,083	1,1	2,6	112	195	2,08	0,27	0,81	0,53	10	<10	1,70	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	15/06/94	6,48	1,54	0,35	1,21	1,03	0,080	0,8	1,9	81	155	1,61	0,20	0,62	0,43	14	13	1,90	
4	Lærdalselv nedstr. Kuvella	30/06/94	6,51	1,48	3,00	23,80	21,40	0,069	0,7	2,2	121	195	1,59	0,38	0,57	0,42	12	<10	0,77	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	30/11/93	6,93	8,63	3,10	5,10	4,10	0,193	1,1	23,0	280	315	11,60	0,69	1,31	1,26	172	<10	0,68	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	16/12/93	6,96	9,92	0,48		0,204	1,2	28,0	28,0	350	365	13,70	0,79	1,48	1,40	<10	<10	0,24	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	17/01/94	7,17	10,00	0,14	<0,4	<0,4	0,200	1,2	30,0	365	400	14,20	0,83	1,57	1,45	<10	<10	0,31	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	14/02/94	7,07	7,99	0,17	<5	0,194	1,1	24,5	24,5	330	360	12,00	0,73	1,35	1,37	<10	<10	0,37	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	15/03/94	7,18	9,47	0,15	0,40	<0,4	0,224	1,7	28,0	410	445	14,00	0,85	1,63	1,56	10	<10	0,25	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	25/04/94	7,03	9,01	0,27	0,89	0,44	0,207	2,2	18,8	820	11,80	11,80	0,80	1,65	1,50	10	<10	1,50	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	09/05/94	6,78	4,33	0,16	0,89	0,33	0,132	1,5	7,6	295	350	5,34	0,42	1,02	0,85	<10	<10	1,20	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	27/05/94			0,10	0,40	0,40													
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	15/06/94	6,76	2,39	0,16	0,56	0,46	0,105	1,0	4,0	155	195	2,92	0,25	0,76	0,56	<10	<10	0,65	
3	Kuvella v/Stamfiskbasseng	30/06/94	6,53	1,45	2,40	25,40	22,80	0,072	0,8	2,1	121	225	1,51	0,30	0,59	0,40	<10	<10	0,69	

## **Vedlegg 2.**

Oversikt over innsamlet bunndyrmateriale.

Tabell 1. Forekomst av bunndyr på st. 1 i november 1993

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<i>Crenobia alpina</i>	20	5	-	8	4	44
<b>Døgnfluer</b>						
<i>Ameletus inopinatus</i>	5	2	-	3	1	11
<i>Baetis rhodani</i>	2569	460	-	724	513,8	5651,8
<b>Steinfluer</b>						
<i>Brachyptera risi</i>	1693	265	-	607	338,6	3724,6
<i>Amphinemura borealis</i>	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	8	2	-	3	1,6	17,6
<i>Protonemura meyeri</i>	1131	244	-	559	226,2	2488,2
<i>Leuctra fusca</i>	253	54	-	79	50,6	556,6
<i>Leuctra hippopus</i>	175	31	-	144	35	385
<i>Isoperla</i> sp,	12	1	-	5	2,4	26,4
<i>Nemoura</i> sp,	9	2	-	4	1,8	19,8
<i>Capnia</i> sp,	304	28	-	119	60,8	668,8
Plecoptera indet,	32	6	-	14	6,4	70,4
<b>Vårfluer</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i>	39	8	-	14	7,8	85,8
<i>Potamophylax cingulatus</i>	20	2	-	17	4	44
<i>Apatania</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Potamophylax</i> sp,	28	2	-	26	5,6	61,6
<b>Div.</b>						
<i>Turbellaria</i> sp,	9	9	-	9	1,8	19,8
Nematoda	6	1	-	4	1,2	13,2
Oligochaeta	587	66	-	185	117,4	1291,4
Acari	66	4	-	28	13,2	145,2
Diptera	95	22	-	30	19	209
Chironomidae	4619	792	-	1703	923,8	10161,8
Simuliidae	212	11	-	136	42,4	466,4
Tipulidae	19	19	-	19	3,8	41,8
Ostracoda	305	77	-	80	61	671
Collembola	1	1	-	1	0,2	2,2
Limnephilidae ind,	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Totalt</b>					2444,2	26886,2

Tabell 2. Forekomst av bunndyr på st. 2 i november 1993

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Flatmark</b>						
<i>Crenobia alpina</i>	3	1	-	2	0,6	6,6
<b>Døgnfluer</b>						
<i>Ameletus inopinatus</i>	3	3	-	3	0,6	6,6
<i>Baetis rhodani</i>	1374	133	-	483	274,8	3022,8
<b>Steinfluer</b>						
<i>Brachyptera risi</i>	472	81	-	137	94,4	1038,4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	26	3	-	12	5,2	57,2
<i>Protonemura meyeri</i>	271	19	-	140	54,2	596,2
<i>Leuctra fusca</i>	66	18	-	35	13,2	145,2
<i>Leuctra hippopus</i>	68	14	-	54	13,6	149,6
<i>Leuctra nigra</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Diura</i> sp,	4	4	-	4	0,8	8,8
<i>Isoperla</i> sp,	6	1	-	3	1,2	13,2
<i>Amphinemura</i> sp,	30	6	-	11	6	66
<i>Nemoura</i> sp,	10	1	-	4	2	22
<i>Capnia</i> sp,	321	27	-	124	64,2	706,2
<i>Leuctra</i> sp,	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Plecoptera</i> indet,	54	4	-	20	10,8	118,8
<b>Vårfluer</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i>	11	1	-	3	2,2	24,2
<i>Potamophylax cingulatus</i>	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Oxyethira</i> sp,	19	19	-	19	3,8	41,8
<i>Potamophylax</i> sp,	5	5	-	5	1	11
<b>Div.</b>						
<i>Turbellaria</i> sp,	4	1	-	3	0,8	8,8
<i>Nematoda</i>	6	1	-	4	1,2	13,2
<i>Oligochaeta</i>	1526	186	-	590	305,2	3357,2
<i>Acari</i>	37	3	-	13	7,4	81,4
<i>Diptera</i>	121	25	-	31	24,2	266,2
<i>Chironomidae</i>	3030	157	-	1142	606	6666
<i>Simuliidae</i>	257	64	-	71	51,4	565,4
<i>Tipulidae</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Ostracoda</i>	128	7	-	93	25,6	281,6
<i>Crustacea</i>	5	5	-	5	1	11
<b>Totalt</b>					1572,6	17298,6

Tabell 3. Forekomst av bunndyr på st. 3 i november 1993

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Døgnfluer</b>						
Ameletus inopinatus	17	8	-	9	3,4	37,4
Baetis rhodani	800	17	-	262	160	1760
Baetis macani	9	9	-	9	1,8	19,8
Ephemerella aurivilli	8	1	-	4	1,6	17,6
<b>Steinfluer</b>						
Diura nanseni	2	1	-	1	0,4	4,4
Brachyptera risi	3	1	-	2	0,6	6,6
Amphinemura borealis	7	2	-	3	1,4	15,4
Amphinemura sulcicollis	234	2	-	75	46,8	514,8
Protonemura meyeri	6	1	-	3	1,2	13,2
Leuctra hippopus	3	1	-	2	0,6	6,6
Isoperla sp,	3	1	-	1	0,6	6,6
Amphinemura sp,	239	45	-	127	47,8	525,8
Capnia sp,	194	49	-	61	38,8	426,8
Plecoptera indet,	13	1	-	12	2,6	28,6
<b>Vårfluer</b>						
Rhyacophila nubila	14	3	-	4	2,8	30,8
Potamophylax cingulatus	7	1	-	6	1,4	15,4
Apatania sp,	7	1	-	2	1,4	15,4
Trichoptera indet,	4	4	-	4	0,8	8,8
<b>Div.</b>						
Hydra sp,	7	1	-	4	1,4	15,4
Nematoda	6	0	-	3	1,2	13,2
Oligochaeta	561	23	-	223	112,2	1234,2
Acari	230	48	-	88	46	506
Diptera	5	1	-	2	1	11
Chironomidae	1267	85	-	351	253,4	2787,4
Simulidae	123	4	-	52	24,6	270,6
Tipulidae	2	2	-	2	0,4	4,4
Coleoptera	2	1	-	1	0,4	4,4
Ostracoda	28	6	-	10	5,6	61,6
Crustacea	357	16	-	135	71,4	785,4
Collembola	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Totalt</b>					<b>831,8</b>	<b>9149,8</b>

Tabell 4. Forekomst av bunndyr på st 4 i november 1993.

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Flatmark</b>						
<i>Crenobia alpina</i>	4	1	-	3	0,8	8,8
<b>Døgnfluer</b>						
<i>Baetis rhodani</i>	1097	224	-	262	219,4	2413,4
<i>Ephemerella aurivilli</i>	5	2	-	3	1	11
<b>Steinfluer</b>						
<i>Brachyptera risi</i>	27	6	-	8	5,4	59,4
<i>Amphinemura borealis</i>	22	3	-	16	4,4	48,4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	387	49	-	111	77,4	851,4
<i>Protonemura meyeri</i>	217	28	-	88	43,4	477,4
<i>Leuctra fusca</i>	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Leuctra hippopus</i>	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Isoperla</i> sp,	5	1	-	3	1	11
<i>Amphinemura</i> sp,	171	49	-	57	34,2	376,2
<i>Capnia</i> sp,	130	32	-	52	26	286
Plecoptera indet,	47	16	-	19	9,4	103,4
<b>Vårfluer</b>						
<i>Glossosoma</i> sp,	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Rhyacophila nubila</i>	33	8	-	11	6,6	72,6
<i>Glossosoma intermedium</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Potamophylax cingulatus</i>	5	1	-	4	1	11
<i>Apatania</i> sp,	4	1	-	3	0,8	8,8
<i>Potamophylax</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Div.</b>						
<i>Hydra</i> sp,	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Turbellaria</i> sp,	6	6	-	6	1,2	13,2
Nematoda	15	3	-	6	3	33
Oligochaeta	887	208	-	391	177,4	1951,4
Acari	119	19	-	47	23,8	261,8
Diptera	75	3	-	28	15	165
Chironomidae	3292	757	-	1984	658,4	7242,4
Simuliidae	276	35	-	130	55,2	607,2
Coleoptera	5	2	-	3	1	11
Ostracoda	82	21	-	48	16,4	180,4
Crustacea	1124	289	-	356	224,8	2472,8
<b>Totalt</b>					1609	17699

Tabell 5. Forekomst av bunndyr på st. 1 i mai 1994

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Flatmark</b>						
<i>Crenobia alpina</i>	13	3	-	6	2,6	28,6
<i>Ameletus inopinatus</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Baetis rhodani</i>	963	91	-	389	192,6	2118,6
<b>Steinfluer</b>						
<i>Brachyptera risi</i>	484	104	-	159	96,8	1064,8
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Nemurella picteti</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Protonemura meyeri</i>	60	5	-	41	12	132
<i>Leuctra fusca</i>	3	1	-	2	0,6	6,6
<i>Leuctra hippopus</i>	17	2	-	13	3,4	37,4
<i>Isoperla</i> sp,	8	1	-	6	1,6	17,6
<i>Nemoura</i> sp,	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Capnia</i> sp,	11	5	-	6	2,2	24,2
<b>Vårfluer</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i>	6	2	-	3	1,2	13,2
<i>Potamophylax cingulatus</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Div.</b>						
<i>Turbellaria</i> sp,	31	3	-	28	6,2	68,2
Nematoda	9	1	-	6	1,8	19,8
Oligochaeta	458	7	-	204	91,6	1007,6
Acari	54	3	-	22	10,8	118,8
Diptera	55	3	-	31	11	121
Chironomidae	5514	293	-	3525	1102,8	12130,8
Simuliidae	81	6	-	25	16,2	178,2
Ostracoda	256	16	-	133	51,2	563,2
<b>Totalt</b>					<b>1605,8</b>	<b>17663,8</b>



Tabell 6. Forekomst av bunndyr på st. 2 i mai 1994

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Flatmark</b>						
<i>Crenobia alpina</i>	23	5	-	8	4,6	50,6
<b>Døgnfluer</b>						
<i>Baetis rhodani</i>	1225	281	-	310	245	2695
<b>Steinfluer</b>						
<i>Brachyptera risi</i>	44	7	-	16	8,8	96,8
<i>Amphinemura borealis</i>	9	1	-	5	1,8	19,8
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	5	1	-	3	1	11
<i>Nemoura cinerea</i>	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Nemoura avicularis</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Protonemura meyeri</i>	11	1	-	4	2,2	24,2
<i>Leuctra hippopus</i>	29	5	-	14	5,8	63,8
<i>Isoperla</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Amphinemura</i> sp,	4	1	-	3	0,8	8,8
<i>Nemoura</i> sp,	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Capnia</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Plecoptera</i> indet,	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Vårfluer</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i>	6	1	-	3	1,2	13,2
<i>Potamophylax cingulatus</i>	2	1	-	1	0,4	4,4
<b>Div.</b>						
<i>Turbellaria</i> sp,	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Nematoda</i>	48	11	-	22	9,6	105,6
<i>Oligochaeta</i>	316	39	-	141	63,2	695,2
<i>Acari</i>	151	15	-	54	30,2	332,2
<i>Diptera</i>	102	21	-	30	20,4	224,4
<i>Chironomidae</i>	4001	1074	-	1109	800,2	8802,2
<i>Simuliidae</i>	54	3	-	23	10,8	118,8
<i>Ostracoda</i>	53	12	-	18	10,6	116,6
<i>Crustacea</i>	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Collembola</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Totalt</b>					1219,2	13411,2

Tabell 7. Forekomst av bunndyr på st. 3 i mai 1994

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Flatmark</b>						
<i>Crenobia alpina</i>	8	1	-	5	1,6	17,6
<b>Døgnfluer</b>						
<i>Ameletus inopinatus</i>	31	3	-	11	6,2	68,2
<i>Baetis rhodani</i>	636	37	-	170	127,2	1399,2
<i>Heptagenia sulphurea</i>	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Ephemerella aurivilli</i>	2	1	-	1	0,4	4,4
<b>Steinfluer</b>						
<i>Diura nanseni</i>	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Amphinemura borealis</i>	142	33	-	46	28,4	312,4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	83	9	-	33	16,6	182,6
<i>Protonemura meyeri</i>	6	2	-	2	1,2	13,2
<i>Leuctra fusca</i>	34	1	-	18	6,8	74,8
<i>Leuctra hippopus</i>	9	1	-	5	1,8	19,8
<i>Isoperla</i> sp,	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Amphinemura</i> sp,	21	4	-	17	4,2	46,2
<i>Nemoura</i> sp,	2	2	-	2	0,4	4,4
<i>Capnia</i> sp,	15	4	-	6	3	33
<b>Vårfluer</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i>	58	8	-	29	11,6	127,6
<i>Potamophylax cingulatus</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Apatania</i> sp,	4	1	-	3	0,8	8,8
<i>Hydra</i> sp,	47	6	-	19	9,4	103,4
<b>Div.</b>						
<i>Turbellaria</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
Nematoda	12	2	-	5	2,4	26,4
Oligochaeta	574	119	-	156	114,8	1262,8
Acari	386	74	-	162	77,2	849,2
Diptera	26	7	-	10	5,2	57,2
Chironomidae	4596	1119	-	1509	919,2	10111,2
Simuliidae	118	39	-	52	23,6	259,6
Coleoptera	1	1	-	1	0,2	2,2
Ostracoda	15	3	-	4	3	33
Crustacea	15	1	-	6	3	33
<i>Limnephilidae</i> ind,	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Totalt</b>					<b>1370</b>	<b>15070</b>

Tabell 8. Forekomst av bunndyr på st. 4 i mai 1994.

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
<b>Flatmark</b>						
<i>Crenobia alpina</i>	20	2	-	11	4	44
<b>Småkreps</b>						
<i>Bosmina</i> sp,	2	2	-	2	0,4	4,4
<b>Døgnfluer</b>						
<i>Ameletus inopinatus</i>	6	1	-	3	1,2	13,2
<i>Baetis rhodani</i>	1706	143	-	442	341,2	3753,2
<i>Ephemerella aurivilli</i>	5	1	-	3	1	11
<b>Steinfluer</b>						
<i>Diura nanseni</i>	3	1	-	1	0,6	6,6
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Brachyptera risi</i>	3	1	-	2	0,6	6,6
<i>Amphinemura borealis</i>	209	13	-	91	41,8	459,8
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	498	12	-	176	99,6	1095,6
<i>Protonemura meyeri</i>	63	9	-	36	12,6	138,6
<i>Leuctra fusca</i>	85	11	-	55	17	187
<i>Leuctra hippopus</i>	14	1	-	8	2,8	30,8
<i>Isoperla</i> sp,	5	1	-	2	1	11
<i>Amphinemura</i> sp,	302	28	-	158	60,4	664,4
<i>Nemoura</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
<i>Capnia</i> sp,	4	2	-	2	0,8	8,8
<i>Leuctra</i> sp,	44	44	-	44	8,8	96,8
Plecoptera indet,	36	3	-	18	7,2	79,2
<b>Vårfluer</b>						
<i>Rhyacophila nubila</i>	28	1	-	9	5,6	61,6
<i>Potamophylax cingulatus</i>	4	1	-	2	0,8	8,8
<i>Potamophylax</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
<b>Div.</b>						
<i>Hydra</i> sp,	2	1	-	1	0,4	4,4
<i>Turbellaria</i> sp,	1	1	-	1	0,2	2,2
Nematoda	97	7	-	74	19,4	213,4
Oligochaeta	330	33	-	218	66	726
Acari	246	29	-	102	49,2	541,2
Diptera	91	2	-	44	18,2	200,2
Chironomidae	10195	1671	-	4519	2039	22429
Simuliidae	341	14	-	149	68,2	750,2
Coleoptera	8	1	-	7	1,6	17,6
Ostracoda	72	16	-	35	14,4	158,4
Crustacea	183	5	-	100	36,6	402,6
Collembola	2	2	-	2	0,4	4,4
<b>Totalt</b>					2921,6	32137,6

---

**NIVA**



**Norsk institutt for vannforskning**

Postboks 173 Kjelsås, 0411 Oslo

Telefon: 22 18 51 00 Fax: 22 18 52 00

ISBN 82-577-2625-7