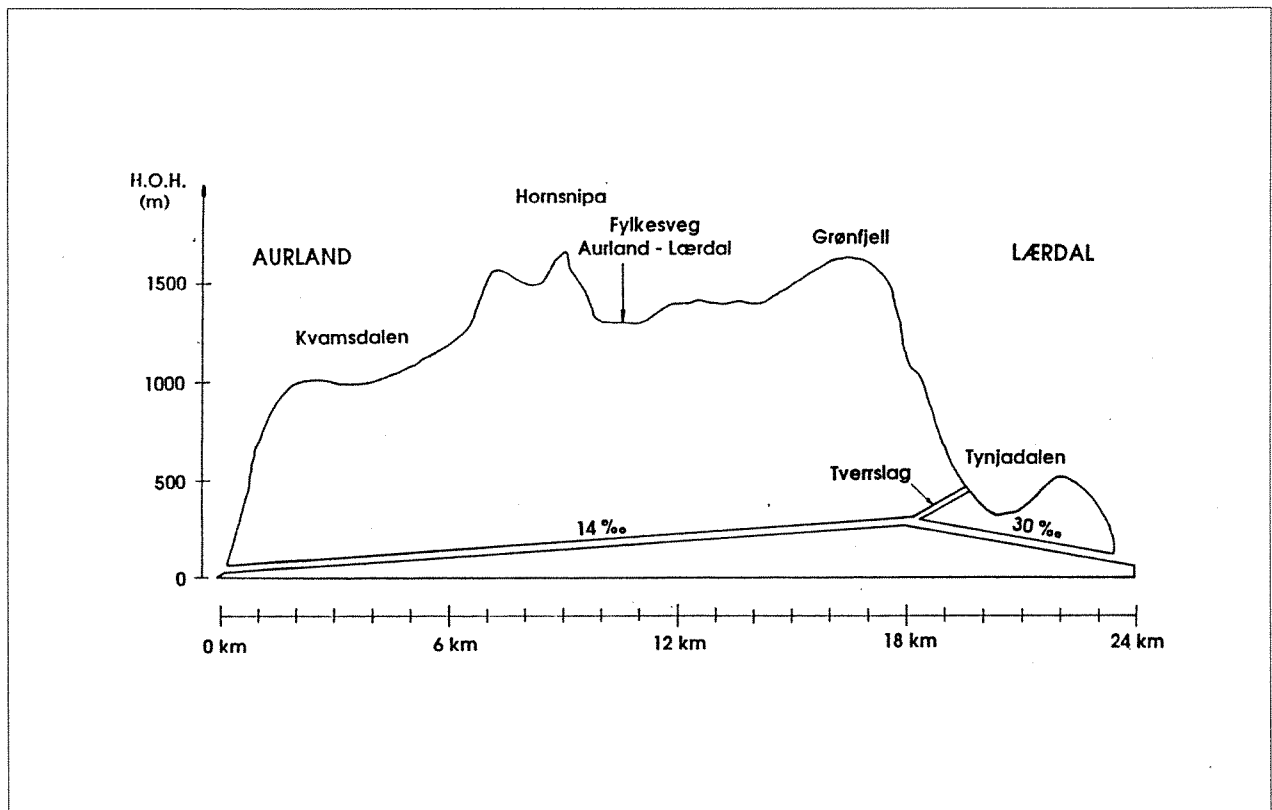


E16

Tunnel Aurland - Lærdal

Forhåndsregistrering av
vannkvalitet, bunndyr og fisk
i Lærdalselva og Kuvella

Del II



NIVA - RAPPORT

Norsk institutt for vannforskning  NIVA

| | |
|-------------------------|-----------------|
| Prosjektnr.: O-93248 | Udemr.: |
| Løpenr.: 3398-96. | Begr. distrib.: |

| 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 Aurland - Lærdal. Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella. Del II. | Dato: 05.01.96 | Trykket: NIVA 1996 |
| | Faggruppe: Vassdrag | |
| Forfatter(e): Vilhelm Bjercknes, NIVA Gunnar G. Raddum, UiB | Geografisk område: Sogn og Fjordane | |
| | Antall sider: 26 | Opplag: |

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

Ekstrakt:

Kjemiske analyser av vann fra Kuvella, Lærdalselva og fra drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella ble utført i 1994 og fulgt opp i 1995. Undersøkelser av bunndyrsamfunn og laksefisk i de to elvene ble startet opp i 1994 og fortsatt i 1995. Høye næringssaltkonsentrasjoner i en del av de undersøkte brønnene skyldes trolig tilsig av gjødselholdig overflatevann. Bunndyrundersøkelsene viser variasjoner i tetthet og artssammensetning innenfor det normale. Fiske med elektrisk fiskeapparat i Lærdalselva og Kuvella ga lavere tettheter av laks- og aureunger enn det som er registrert ved tidligere undersøkelser. Forskjellen i fisketetthet antas bl.a. å henge sammen med forskjeller i vannføring og med tidspunktet for undersøkelsen i 1995 (vår istedenfor høst). Fangsten ved elfisket i Lærdalselva ga en svak overvekt av aure i forhold til laks. Tetthetene av aure i Kuvella var lave. Det ble ikke påvist fisk i øvre del av Kuvella. Framtidige fiskeundersøkelser bør utføres om høsten for å gi et bedre sammenlikningsgrunnlag med overvåkingsmateriale fra tidligere år.

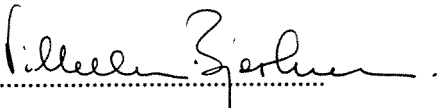
4 emneord, norske

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 Bjercknes

For administrasjonen



Dag Berge

ISBN 82-577-2929-9

E16. Tunnel Aurland - Lærdal.

Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella. Del II.

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

Forord

Tunneldriving og deponering av sprengstein i Tynjadalen vil inngå som en del av tunnelprosjektet på E16 mellom Aurland og Lærdal. Rapporten presenterer resultatene av forundersøkelsene av miljøtilstanden i Kuvella og Lærdalselva i 1995. Undersøkelsene startet opp i 1993-94, og resultatene fra denne perioden er presentert i en tidligere NIVA-rapport. Undersøkelsene utføres av NIVA etter oppdrag fra Statens Vegvesen Sogn og Fjordane ved Gunnar Lotsberg. NIVA's prosjektleder er Vilhelm Bjerknes.

Det meste av vannprøvematerialet er samlet inn av Torkjell Grimelid, Lærdal, og analysert ved NIVA's laboratorier.

Bunndyrundersøkelsene er gjennomført og presentert av Gunnar G. Raddum ved Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen. Fiskematerialet er samlet inn og presentert av Vilhelm Bjerknes, NIVA, som også har vurdert og presentert vannkvalitetsdata og redigert rapporten.

Bergen i januar 1996

Vilhelm Bjerknes

Innholdsfortegnelse

FORORD

| | |
|---|----|
| SAMMENDRAG | 2 |
| 1. INNLEDNING | 3 |
| 2. VANNKVALITET | 3 |
| 2.1 LÆRDALSELVA OG KUVELLA | 3 |
| 2.2. DRIKKEVANNSBRØNNER SOM MATES FRA KUVELLA | 4 |
| 3. BUNNDYR | 9 |
| 3.1. STASJONSNETT | 9 |
| 3.2. METODIKK | 10 |
| 3.3. RESULTATER OG VURDERING | 10 |
| 4. FISK | 13 |
| 4.1. STASJONER | 13 |
| 4.2. METODE | 13 |
| 4.3. RESULTATER OG DISKUSJON | 13 |
| REFERANSER | 16 |
| VEDLEGG 1 | |
| VEDLEGG 2 | |

Sammendrag

Det er gjort registreringer av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Kuvella og Lærdalselva i 1995, samt undersøkelser av vannkvalitet i 7 drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella. Undersøkelsen er utført etter oppdrag fra Statens Vegvesen Sogn og Fjordane, og danner en fortsettelse av arbeidet som ble satt igang høsten 1993 og presentert i 1994. Målet har vært å framskaffe et best mulig basissmateriale for miljøsituasjonen forut for Vegvesenets anleggsvirksomhet i Tynjadalen.

Vannanalyser av prøver fra Kuvella våren 1995 viser normale nitrogenverdier og gir ingen indikasjoner på nitrogenforurensning fra forswarets anlegg i Tynjadalen. Det konkluderes med at de høye nitrogenverdiene som er målt i enkelte drikkevannsbrønner i Tønjum-området i 1994 og -95 skyldes kontaminering gjennom gjødselpåvirket overflatevann.

Drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella viste opptil 3 ganger høyere nitrogenverdier i 1995 sammenliknet med 1994 (opptil 8.3 mg/l). Fosforverdiene i 1995 var noe lavere enn i 1994 (opptil 56 µg/l). I likhet med 1994 er undersøkelsene i 1995 gjort ved lav og høy vannføring, og stoffkonsentrasjonene viser stort sett tilsvarende variasjoner begge år, dvs. at der skjer en fortykning ved høy vannføring. Dersom de høye næringssaltverdiene skyldes tilførsel av gjødselholdig vann, må en anta periodevis høyt bakterieinnhold i drikkevannet i en del av brønnene. Bakteriologiske undersøkelser ligger imidlertid utenfor målet med denne undersøkelsen.

Totaltetthetene av bunndyr i Lærdalselva i juni 1995 ligger på samme nivå som ved tidligere undersøkelser på samme årstid. Imidlertid viser serien av undersøkelser store variasjoner mellom ulike bunndyrgrupper fra år til år. Forskjellene mellom årene ligger innenfor naturlige svingninger.

Elfiske i Kuvella i mai 1995 ga ingen fangst av innlandsaure i øvre del av Tynjadalen, mens det ble registrert småaure (tynn bestand) i det mellomliggende partiet av Kuvella i lien ned mot Tønjum. På den lakseførende delen av Kuvella ble det i 1995 registrert aure-unger. Tettheten av fiskeunger var lav. Elfiske i Lærdalselva oppstrøms og nedstrøms Kuvella ga fangst av aure- og laksunger, med en svak overvekt av aure. Tetthetene var lave i forhold til det man normalt finner i denne delen av Lærdalselva.

Årlige tellinger av gytefisk i Lærdalselva og Kuvella og undersøkelser av ungfisk i Lærdalselva med elektrisk fiskeapparat har inngått i et standard overvåkingsprogram for Lærdalselva i regi av Fylkesmannens miljøvernavdeling. Disse registreringene ble utelatt høsten 1995 p.g.a. høy vannføring i det aktuelle tidsrommet.

1. Innledning

Statens Vegvesen Sogn og Fjordane skal etablere to massedeponi på totalt 1.2-1.5 mill m³ på vestsiden av Tynjadalen. Deponiene skal ta hånd om utsprengt masse fra tunnelen for E 16 mellom Aurland og Lærdal. Sprengingsarbeidet på Lærdal-siden kom igang i desember 1995. Anleggsarbeidet er beregnet å vare i ca. 3 år. Det er utarbeidet konsekvensanalyse for tunneldrift og oppretting av deponier i Tynjadalen (Bjerknes m.fl. 1994), og foretatt en forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella (Bjerknes & Raddum 1994). Etter forespørsel fra Statens Vegvesen ble undersøkelsen gjentatt (noe modifisert) i 1995. Resultatene presenteres i denne rapporten.

Faren for stoffavrenning fra massedeponiene med virkninger for vannkvaliteten i Kuvella og Lærdalselva vil være størst i anleggsperioden, 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 kan 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 krav til varsomhet for å unngå påvirkninger som kan ha uheldige konsekvenser for utøving av fisket, eller for oppgang og reproduksjon av laks og sjøaure. Bjerknes & Raddum (1994) har redegjort for de viktigste kjente virkninger av potensiell forurensning fra anlegget i Tynjadalen på brukerinteresser og økologiske forhold i Kuvella og Lærdalselva.

2. Vannkvalitet

2.1 Lærdalselva og Kuvella

Lærdalselva inngikk som en av i alt 18 sør-norske elver i Statlig program for forurensningsovervåking fram til 16. januar 1995, med Øvre Ljøsne som fast prøvestasjon. Fra 16. januar 1995 er denne prøvestasjonen nedlagt. I perioden fra 30. november 1993 - 30. juni 1994 ble det tatt parallelle prøver og analyser fra Øvre Ljøsne, fra Lærdalselva nedstrøms Kuvella og fra Kuvella ved Stamfiskbassenget ca. 2 ganger pr måned. Resultatene av denne undersøkelsen er presentert av Bjerknes & Raddum (1994).

Målet med vannprøveprogrammet i denne undersøkelsen var å få et overblikk over naturlige variasjoner og forskjeller i vannkvalitet på de tre stasjonene, for å kunne bedømme årsaker til, og virkninger av eventuelle fremtidige endringer. Med tanke på anleggsarbeidet i Tynjadalen er det spesielt viktig å få kartlagt naturlige variasjoner i tørrstoffnivået i Kuvella og Lærdalselva under ulike avrenningsbetingelser.

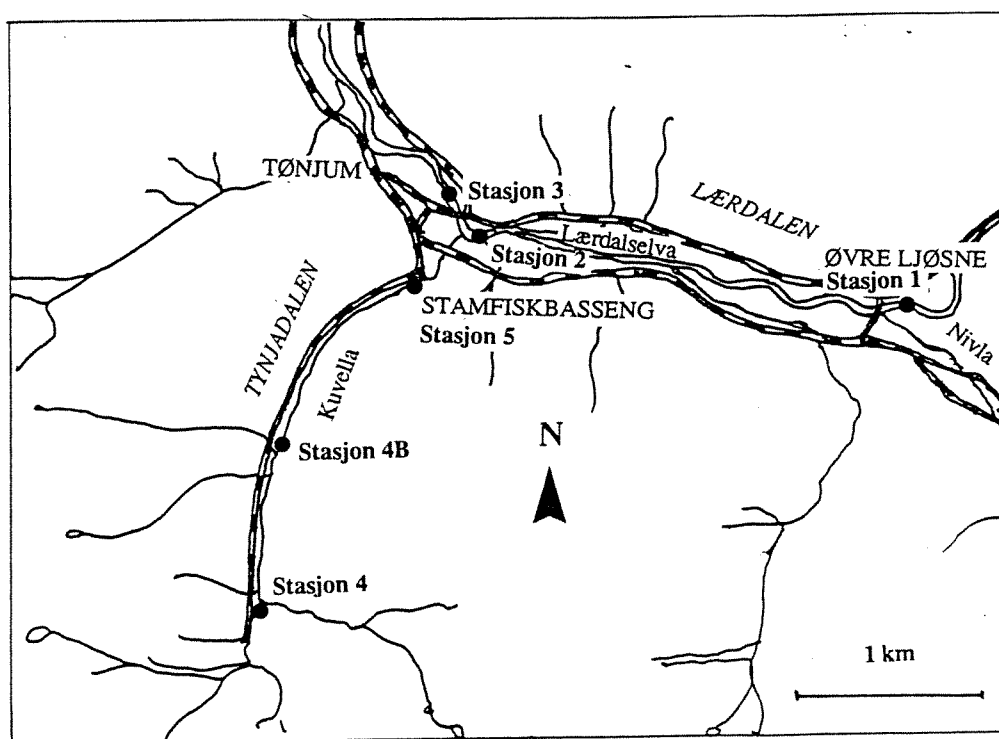
Analyseresultater av vannprøver fra Kuvella og Lærdalseva tatt på lav vannføring 15. og 25. mai 1995 og høy vannføring 20. juni 1995 er gjengitt i Vedlegg 1. Figur 2.1 viser beliggenheten av prøvestasjonene.

Prøvene fra Kuvella St. 4B og 5 tatt 25. mai viser høy turbiditet og høyt tørrstoffinnhold (se Vedlegg 1). Dette henger sammen med vegarbeid som foregikk i området på nevnte tidspunkt, med avrenning av tørrstoff fra utgravde masser og fyllmasser.

En av problemstillingene i denne undersøkelsen har vært mulig nitrogenkontaminering av Kuvella fra Forsvarets anlegg i Tynjadalen. Dette kunne i såfall være noe av bakgrunnen for de høye nitrogenverdiene i drikkevannsbrønnene i Tønjumområdet. Ubetydelige forskjeller i nitrogenverdier fra Kuvella oppstrøms og nedstrøms Forsvarets anlegg i alle tre prøvesett gjør at slik kontaminering må anses som lite sannsynlig (se Kap. 2.2 nedenfor).

Variierende og tildels høye kalsiumverdier i Kuvella (1.5-14 mg/l, se Vedlegg 1) bidrar trolig vesentlig til de gjennomgående høyere kalsiumverdiene i Lærdalselva nedstrøms Kuvella, sammenliknet med Lærdalselva oppstrøms Kuvella. Dette er en indikasjon på Kuvellas innflytelse på vannkvaliteten i nedre del av Lærdalselva.

Programmet for vannprøver og analyser vil bli gjenopptatt (noe modifisert) med månedlige prøver fra ialt 4 prøvestasjoner, hvorav 2 i Kuvella og 2 i Lærdalselva fra og med 1996.



Figur 2.1. Stasjoner for vannprøver.

2.2. Drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella

Det er tatt ut vannprøver fra de samme 7 drikkevannsbrønnene i 1995 som i 1994 (se Figur 2.2), ved lav vannføring i mai og høy vannføring i juni. Målet med undersøkelsene har vært å få en oversikt over vannkvalitetens tilstand og variasjon i brønnene før anleggsarbeidet settes igang.

Analyseprogrammet er primært innrettet mot de påvirkninger som anleggsarbeidet kan tenkes å medføre, dvs. partikulært materiale og nitrøse stoffer. Resultatene av årets undersøkelse er gjengitt i Tabell 2.1.

Tabell 2.1. Vannanalyser av 7 drikkevannsbrønner som mates fra Kuvella. Prøvene fra 15. mai er tatt ved lav vannføring, prøvene fra 20. juni er tatt ved høy vannføring.

| Brønn nr. | Dato | pH | Kond. mS/m | TURB FTU | FARG mg Pt/l | NH ₄ -N µg/l | NO ₃ -N µg/l | Tot-N µg/l | Tot-P µg/l |
|-----------|----------|------|---------------|-------------|-----------------|----------------------------|----------------------------|---------------|---------------|
| B-1 | 15.05.95 | 6.63 | - | 0.37 | 8.06 | <5 | 420 | 525 | 3 |
| | 20.06.95 | 6.82 | 3.77 | 0.22 | 9.8 | <5 | 160 | 220 | 3 |
| B-2 | 15.05.95 | 6.92 | - | 0.55 | 2.69 | <5 | 500 | 560 | 2 |
| | 20.06.95 | 6.76 | 2.02 | 0.13 | 3.7 | <5 | 150 | 180 | 3 |
| B-3 | 15.05.95 | 6.24 | - | 0.61 | 1.54 | <5 | 8320 | 8.3mg* | 9 |
| | 20.06.95 | 6.43 | 14.9 | 0.36 | 3.3 | <5 | 7830 | 8.2mg* | 9 |
| B-4 | 15.05.95 | 6.46 | - | 0.25 | 2.11 | <5 | 830 | 880 | 3 |
| | 20.06.95 | 6.63 | 4.51 | 0.44 | 3.8 | <5 | 405 | 510 | 3 |
| B-5 | 15.05.95 | 6.49 | - | 0.24 | 1.92 | <5 | 810 | 835 | 3 |
| | 20.06.95 | 6.61 | 5.44 | 0.12 | 2.5 | <5 | 470 | 535 | 2 |
| B-6 | 15.05.95 | 6.20 | - | 0.16 | 2.50 | <5 | 1860 | 2030 | 21 |
| | 20.06.95 | 6.54 | 7.11 | 0.11 | 3.3 | <5 | 1845 | 1940 | 25 |
| B-7 | 15.05.95 | 6.37 | - | 0.22 | 4.80 | <5 | 1670 | 1750 | 48 |
| | 20.06.95 | 6.72 | 6.90 | 0.08 | 4.4 | <5 | 1210 | 1320 | 56 |

pH = surhet; Kond = ledningsevne; TURB = turbiditet; FARG = farge; NH₄-N = ammonium; NO₃-N = nitrat; Tot-N = totalnitrogen;

Tot-P = totalfosfor.

* 1 mg/l = 1000 µg/l

Tendensene med hensyn til variasjoner i næringssaltinnhold (N og P) mellom brønnene er det samme begge år. Nitrogenkonsentrasjonene i Brønn 3 var svært høye ved begge prøvetakinger i 1995. Lav vannføring i Kuvella er koblet til høy nitrogenkonsentrasjon. Ved høy vannføring går konsentrasjonene ned, trolig som følge av permeable jordarter og infiltrasjon av elvevann. Fosfor viser forhøyete verdier i Brønn 3, 6 og 7 ved alle prøvetakinger, men er lavest i Brønn 3.

Nitrogeninnhold i grunnvann i upåvirket lende ligger normalt på 100-200 µg/l, mens fosforinnholdet normalt er <5 µg/l. Verdiene i de undersøkte brønnene, særlig ved lav vannføring, er mest sannsynlig uttrykk for kraftig jordbrukspåvirkning. Drikkevannsforskriftene (Sosial- og helsedepartementet 1995) setter en øvre grense for nitrater på 10 mg/l, mens direkte helseskadelige verdier ligger 4-5 ganger over dette. Verdiene i de undersøkte brønnene ligger under største tillatte konsentrasjon av nitrogen, men her er likevel sterkt forhøyete verdier. Med de høye verdiene av næringsalter

(naturgjødsel), følger trolig også høye bakterietall. Dette ligger imidlertid utenfor målet med denne undersøkelsen.

I Tabell 2.2 nedenfor er vannkvaliteten i brønnene gradert etter tilstands- og egnethetskriterier for norsk drikkevann (SIF 1987; SFT 1989; 1992). Med "tilstand" menes her de målte verdiene. Klassifiseringssystemet for tilsand har 5 klasser:

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

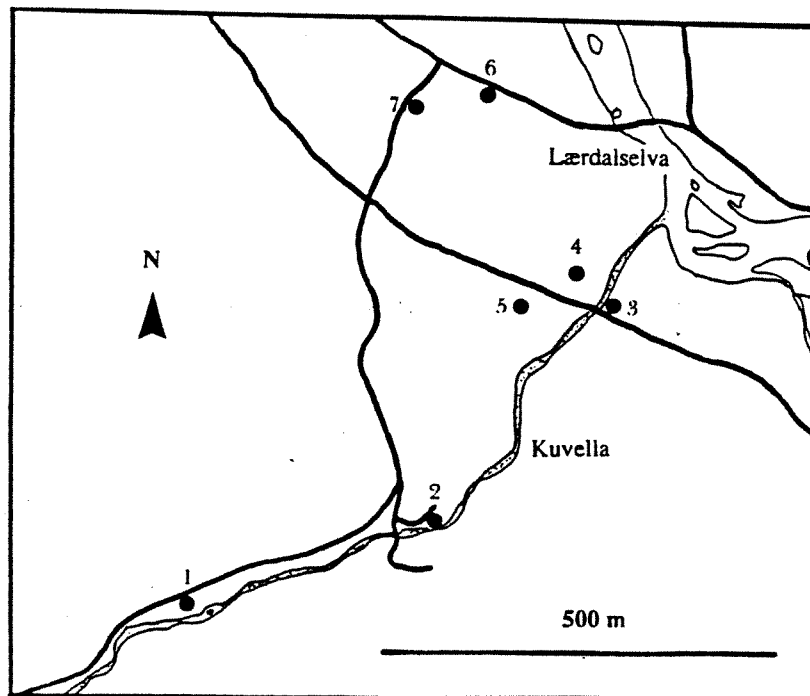
Egnethetsbegrepet bygger på et visst skjønn, og peker på vannets egnethet til ulike bruksformål, i dette tilfellet som drikkevann. Klassifiseringssystemet for drikkevann har 4 klasser:

Klasse 1 = Godt egnet; tilfredsstillende de norske kvalitetsnormer for "god drikkevannskvalitet" (SFT 1987). Termotolerante koliforme bakterier skal ikke forekomme.

Klasse 2 = Egnet; "god drikkevannskvalitet" kan oppnås ved enkel vannbehandling, f. eks. siling, sandfiltrering o.l.

Klasse 3 = Mindre egnet; "god drikkevannskvalitet" kan oppnås ved omfattende behandling, f. eks. fullrensing, samt behandling for å fjerne lukt og smak.

Klasse 4 = Ikke egnet; Vannkilden er ikke tilrådelig som drikkevannskilde.



Figur 2.2. Undersøkte drikkevannsbrønner.

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). * angir at alle målte parametre tilfredsstillte "god drikkevannskvalitet".

| Brønn nr. | Vannstand | Tilstandsklasse | | | | | Egnethetsklasse | | | |
|-----------|-----------|-----------------|------------------|---------------------|--------------|-------------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| | | I God | II Mindre god | III Nokså dårlig | IV Dårlig | V Meget dårlig | 1 Godt egnet | 2 Egnet | 3 Mindre egnet | 4 Ikke egnet |
| B-1 | lav | | pH | N | | | | pH | N | |
| | høy | * | | | | | * | | | |
| B-2 | lav | | Turb | | N | | | Turb | | N |
| | høy | * | | | | | * | | | |
| B-3 | lav | | pH Turb P | | | N | | pH Turb P | | N |
| | høy | | pH P | | | N | | pH P | | N |
| B-4 | lav | | pH | | | N | | pH | | N |
| | høy | | pH | N | | | | pH | N | |
| B-5 | lav | | pH | | | N | | pH | | N |
| | høy | | pH | N | | | | pH | N | |
| B-6 | lav | | pH | | P | N | | pH | | N P |
| | høy | | pH | | P | N | | pH | | N P |
| B-7 | lav | | pH | | P | N | | pH | | N P |
| | høy | | | | | N P | | | | N P |

En fysisk beskrivelse av den enkelte brønn er gitt i Bjerknes & Raddum (1994). Nedenfor følger en nærmere redegjørelse for vannkvalitet og vannets tilstand og egnethet i den enkelte brønn basert på undersøkelsene i 1994-95.

Brønn B-1. Konsentrasjonene av nitrogen ved lav vannføring var lavere i 1995 enn i 1994, og plasserer brønnvannet i tilstandsklasse II/egnethetsklasse 3. Ved høy vannføring er tilstand og egnethet god.

Brønn B-2. Nitrogenverdien ved lav vannføring lå i 1995 ca. 50% under nivået i 1994. Vannet hadde relativt høy turbiditet begge år. Vannkvaliteten faller i tilstandsklasse IV/egnethetsklasse 4 m.h.t. nitrogenkonsentrasjon. Ved høy vannføring er tilstand og egnethet god.

Brønn B-3. Svært høye nitrogenverdier ved begge vannføringer, nesten 3 ganger høyere enn i 1994. Noe forhøyet turbiditet ved lav vannføring. Tilstand og egnethet bedømmes totalt sett som dårligere i 1995 enn i 1994, og faller i tilstandsklasse V/egnethetsklasse 4 ved begge vannføringer.

Brønn B-4. Nitrogenverdien ved lav vannføring på samme nivå i 1994 og -95. Tilstandsklasse V/egnethetsklasse 4 ved lav vannføring. Går opp 2 tilstandsklasser og 1 egnethetsklasse ved høy vannføring.

Brønn B-5. Høye nitrogenverdier ved lav vannføring, fortykning ved høy vannføring. Tilstandsklasse V/egnethetsklasse 4 ved lav vannføring.

Brønn B-6. Høye nitrogen- og fosforverdier ved begge vannføringer. Tilstandsklasse V/egnethetsklasse 4 ved begge vannføringer.

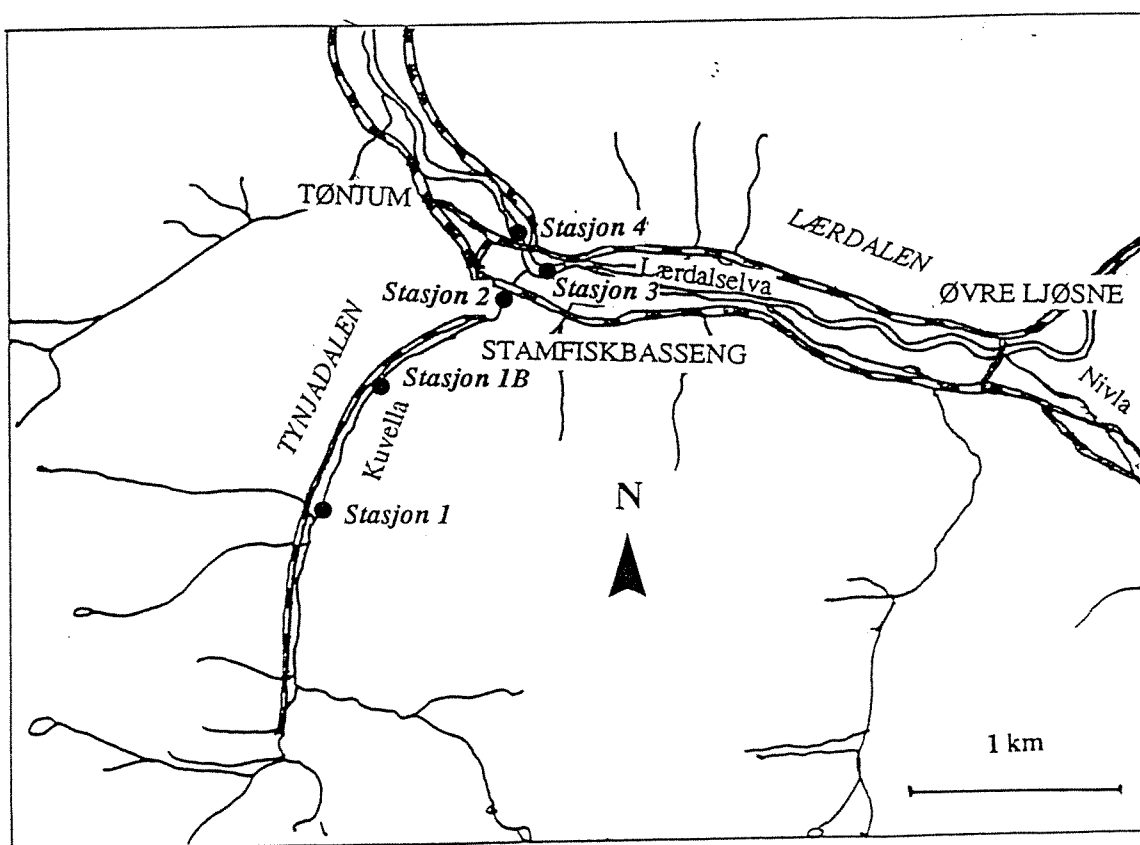
Brønn B-7. Høye nitrogen- og fosforverdier ved begge vannføringer. Tilstandsklasse V/egnethetsklasse 4 ved begge vannføringer.

Det har vært diskutert om høye nitrogenkonsentrasjoner i en del brønner kan skyldes kontaminering av Kuvella fra Forsvarets anlegg oppstrøms bebyggelsen i Tønjum. Isåfall skulle en forvente forhøyete verdier i Brønn B-2 og i elvevann fra Kuvella. Dette er ikke tilfelle, og gjør en slik sammenheng lite sannsynlig. Mest sannsynlig er de høye konsentrasjonene av nitrogen og tildels fosfor forårsaket av overflateavrenning og infiltrasjon fra gjødslet innmark (Bjerknes & Raddum 1994).

3. Bunndyr

3.1. Stasjonsnett

Det ble opprettet 4 innsamlingsstasjoner for bunndyr, hvorav 2 var i Kuvella og 2 i Lærdalselva i 1993 (Bjerknes og Raddum 1994) (Figur 3.1). De samme stasjonene ble samlet med hensyn på bunndyr den 12. Juni i 1995. For nærmere stasjon- og områdebeskrivelse se Bjerknes og Raddum (sitert over).



Figur 3.1. Prøvestasjoner for bunndyr og fisk.

Innsamlingsforholdene i Kuvella (Stasjon 1 og 2) var ikke de beste i juni grunnet høy vannføring. Dette resulterte i at prøvene ble samlet inn på et snevrere område av elva enn i 1993/94. I Lærdalselva, Stasjon 3 og 4, førte høy vannføring til at det ikke var mulig å ta prøver i de samme områdene som tidligere. Forskyvningen fra det opprinnelige stasjonsområdet var 20 - 40 m. Betydningen av dette er imidlertid vurdert som forholdsvis liten. Det mest betenkelige er at prøvene tatt ved høy vannføring i stor grad kan stamme fra bunnarealer som tørrelegges ved lav vannføring.

Bunnssubstratet på innsamlingsstedene besto av stein med varierende størrelse. Mellom steinene forekom sand og grus. Elvebunnen hadde lite eller ingen påvekst av alger eller mose.

3.2. Metodikk

På hver bunnprøvestasjon ble det tatt 5 kvantitative bunnprøver med Surber sampler. Maskevidden i silposen var 0,25 mm. Prøvene ble fiksert på 70% alkohol. Sortering og artsbestemmelser ble utført under binokular i laboratoriet.

3.3. Resultater og vurdering

Vedleggs-tabellene (Vedlegg 2, Tabell 1-4) viser det innsamlede bunndyrmaterialet. Påviste grupper/arter er ført opp med angivelse av totalt antall individ innsamlet, minimum, maksimum og gjennomsnittlig antall pr. prøve og tetthet m^{-2} . Totalt ble det i juni 1995 påvist 27 arter/grupper. Dette er noe mindre enn i mai 1994 og skyldes at en del insekter har klekket og er borte fra vannfasen ved innsamlingen i juni sammenlignet med mai.

Flatmarken *Crenobia alpina* ble påvist i begge elvene, men forekom i størst antall på Stasjon 1 med 123 ind. m^{-2} . Arten er knyttet til kaldt vann og gjerne kilder eller oppkomme av grunnvann slik forholdene i store deler av året er øverst i Kuvella.

Av døgnfluer ble artene *Baetis rhodani* og *Ameletus inopinatus* påvist i Kuvella. I Lærdalselva ble i tillegg arten *Ephemerella aurivilli* funnet. Artssammensetningen var lik den som ble registrert i mai 1994 med dominans av *B. rhodani*. De to andre artene forekommer mer sporadisk. Tettheten av døgnfluer i Kuvella var redusert til omtrent det halve i 1995 sammenlignet med tettheten i 1994, se Bjerknes og Raddum (1994). I Lærdalselva var tetthetene derimot noe større i 1995 enn i 1994. Forskjellen mellom årene er innenfor naturlige svingninger. Tidspunktene for innsamlingen de to årene kan og forklare en del av variasjonen. De registrerte døgnflueartene er følsomme for surt vann. Det er ingen tegn på at forsuring er noe problem verken i Kuvella eller Lærdalselva.

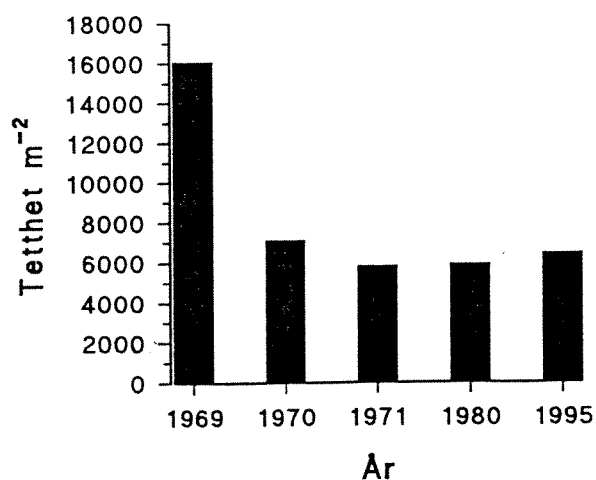
Det ble registrert 8 arter steinfluearter i juni 1995, mens antallet i mai 1994 var 12. Artene som manglet er kjent for å klekke tidlig slik at forskjellen har en naturlig forklaring. Den vanligste arten på Stasjon 1, 2 og 4 var *Brachyptera risi*, mens *Amphinemura borealis* og *Lauctra fusca* dominerte på Stasjon 3.

Vårfluene var representert med 5 arter/grupper, det samme som våren 1994. Den høyeste tettheten ble målt for *Apatania* sp. på Stasjon 3 med 92 ind. m^{-2} . Arten forekom ellers bare sporadisk. *Rhyacophila nubila* var imidlertid vanlig på alle stasjonen og fremstår som typearten blant vårfluene både i Kuvella og Lærdalselva i 1993-1995.

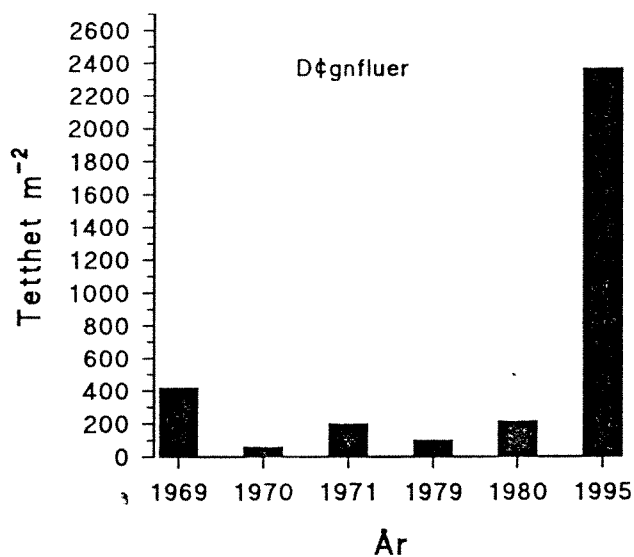
Blant ubestemte grupper var fjærmygglarvene (Chironomidae) dominerende. Tettheten av disse larvene varierte mellom 2574- (Stasjon 4) og 13560 ind. m^{-2} (Stasjon 3). Likeledes var det høy tetthet av fåbørstemark (Oligochaeta) og knottlarver (Simulidae), høyest tetthet på henholdsvis 1102 - og 911 ind. m^{-2} (Stasjon 1). Gruppen vannmidd (Acari) forekom også regelmessig med 376 ind. m^{-2} som høyeste tetthet (Stasjon 3).

Tettheten av bunndyr varierer gjennom året og mellom år. Ved de tidligere undersøkelsene av Lærdalselva før utbygging, 1969 - 1971 (Raddum 1974) og etter utbygging i 1979 - 1980 (Lillehammer og Saltveit 1987), ble Stasjon 4 undersøkt. I Kuvella ble det tidligere bare undersøkt vannkjemiske forhold (Steine 1970). Ved undersøkelser før 1993 ble det ikke samlet data fra juni. Derimot finnes det materiale fra juli eller august som er brukt for sammenligninger (Figur 3.2 - 3.5).

Figur 3.2 viser den totale tettheten av bunndyr i perioden 1969 - 1995. I 1969 var tettheten dobbelt så høy som i de etterfølgende årene. Tettheten i 1969 skyldes hovedsakelig stor forekomst av fjærmygg dette året, se Raddum (1974). Antall døgnfluer, i praksis *B. rhodani*, er vist på Figur 3.3 for perioden 1969 - 1995. Den høye tettheten i 1995 i forhold til de andre årene skyldes at en stor del larver som finnes i juni, er klekt til voksne insekt i juli og august. Junimålingen i 1995 er også trolig påvirket av klekking. Tettheten i mai 1994 var f. eks. 3753 ind. m⁻² (Bjerknes og Raddum (1994).



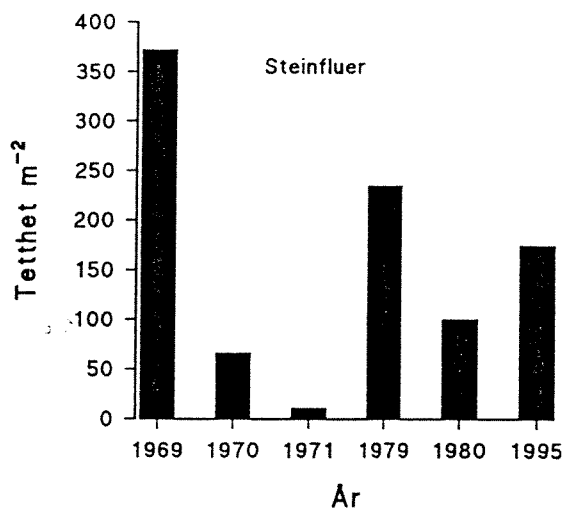
Figur 3.2. Totalt antall bunndyr i 1969-1980 (juli) og 1995 (juni) på Stasjon 4.



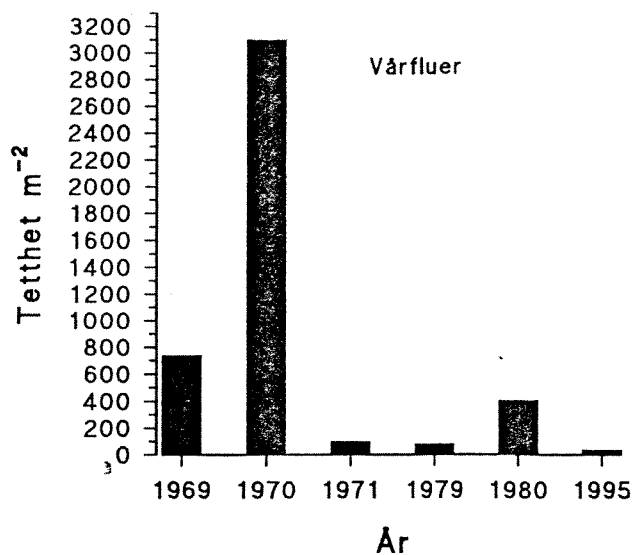
Figur 3.3. Antall døgnfluer i 1969 - 1971 (Juli), 1979 - 1980 (august) og 1995 (juni) på Stasjon 4.

Tilsvarende viser Figur 3.4 og 3.5 tetthetene for steinfluer og vårfluer. Steinfluene varierer også betydelig fra år til år med størst tetthet i 1969. Forskjellene skyldes mest sannsynlig ulike klekketidspunkt. Larvene vil derfor i mer eller mindre grad være ute av vannfasen i perioden juni-august som her er sammenlignet.

Også forekomsten av vårfluer bærer preg av klekking både av voksne og av nyklekte larver. De høye tetthetene i 1969 og 1970 skyldes forekomst av et stort antall nyklekte larver av arten *G. intermedia*. Arten overvintrer som fastsittende puppe og klekker til voksne om våren. Den nye generasjonen utvikles om sommeren, se Fjellheim og Raddum (i trykk). Det lave antallet i 1971 kan skyldes forsinket klekking av larver, mens lav tetthet i august 1979, 1980 og i 1994-1995 må ha andre årsaker. Resultatene indikerer at arten påvirkes negativt av reguleringen som har gitt Lærdalselva økt vannføring om vinteren i de nedre delene. Dette kan føre til at puppene fester seg til steiner som lett tørregges ved stans i kraftverket. Skjer dette vil *G. intermedia* være meget sårbar.



Figur 3.4. Antall steinfluer i 1969 - 1970 (juli), 1979 - 1980 (august) og 1995 (juni) på Stasjon 4.



Figur 3.5. Antall vårfluer i 1969 - 1971, 1979 - 1980 (august) og 1995 (juni) på Stasjon 4.

4. Fisk

4.1. Stasjoner

De undersøkte lokalitetene er avmerket på Figur 3.1 ovenfor. Stasjon 1 og 1B ligger i Kuvella oppstrøms lakseførende strekning. Stasjon 2 ligger i den nedre, lakseførende del av Kuvella. Stasjon 3 og 4 ligger i Lærdalselva henholdsvis oppstrøms og nedstrøms Kuvellas utløp, og er identiske med de to bunndyrstasjonene i Lærdalselva (se kap. 3 ovenfor). Stedsvalget i Lærdalselva er gjort for å kunne sammenlikne de to stasjonene. Stasjon 3 er uberørt av Kuvella, mens Stasjon 4 ligger nedstrøms utløpet av Kuvella, og blir eksponert for en blanding av Kuvella- og Lærdalselvvann. Markerte endringer i Kuvellas vannkvalitet vil kunne påvirke bunndyrfauna og ungfiskbestand på Stasjon 4.

Stasjon 1 ligger i et område med relativt stri elv (>0.5 m/s). Substratet er stein og blokk fra 20-100 cm uten mose- eller algevekst.

Stasjon 1B ligger i et område som veksler mellom stryk og dype kulper (maks. dyp >0.5 m). Substratet består av store blokker med ca. 20% mosedekke.

Stasjon 2 ligger i en elvestrekning som veksler mellom stryk og roligere partier. Strekningen er tosidig forbygd og går gjennom jordbruksområde. Substratet er vesentlig kuppelstein på 10 til 50 cm med 20-50% mosedekke.

Stasjon 3 ligger på Lærdalselvas nordside oppstrøms Voll bru. Substratet er kuppelstein på 5 til 20 cm, 20% mosedekket, største dyp 20 cm og strømhastigheten 0.3-0.5 m/s.

Stasjon 4 ligger på Lærdalselvas sørside, ved Voll bru. Substratet er kuppelstein på 5 til 30 cm, 50% mosedekket. Største dyp var 0.5 m og strømhastigheten 0.2-0.3 m/s.

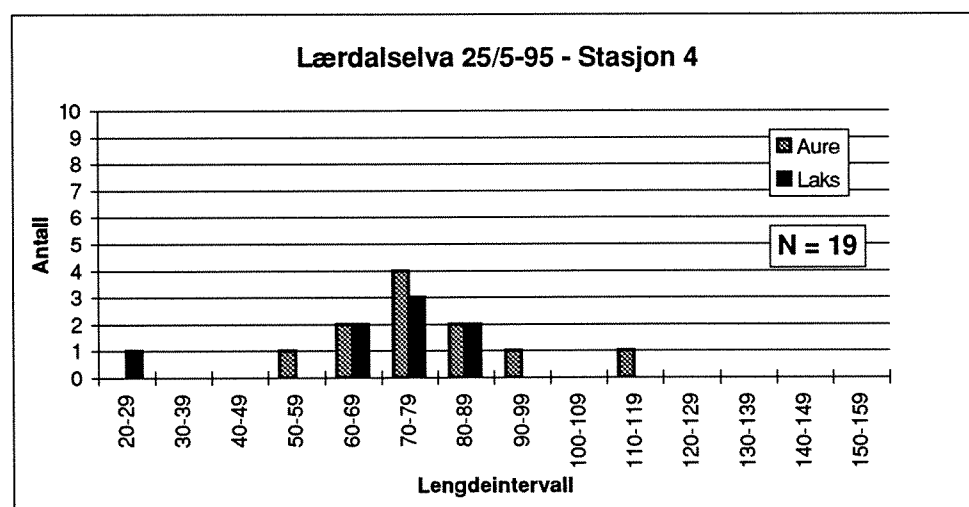
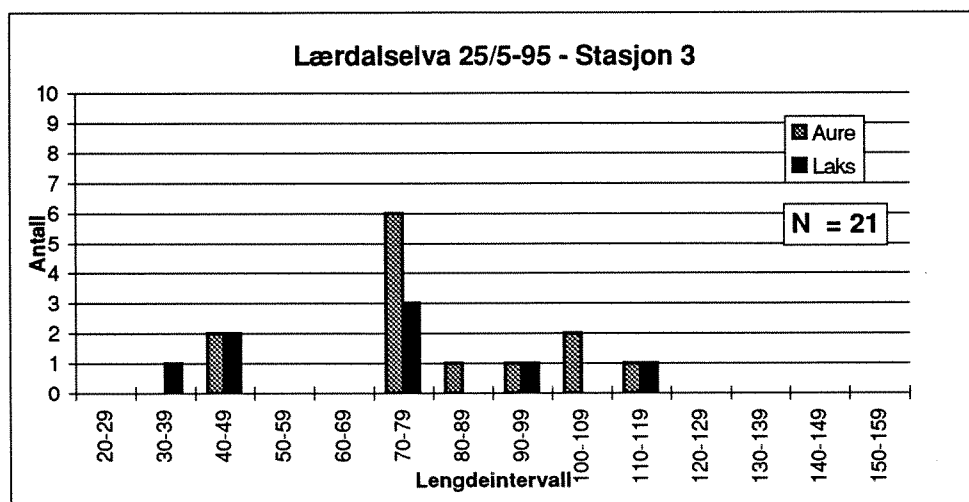
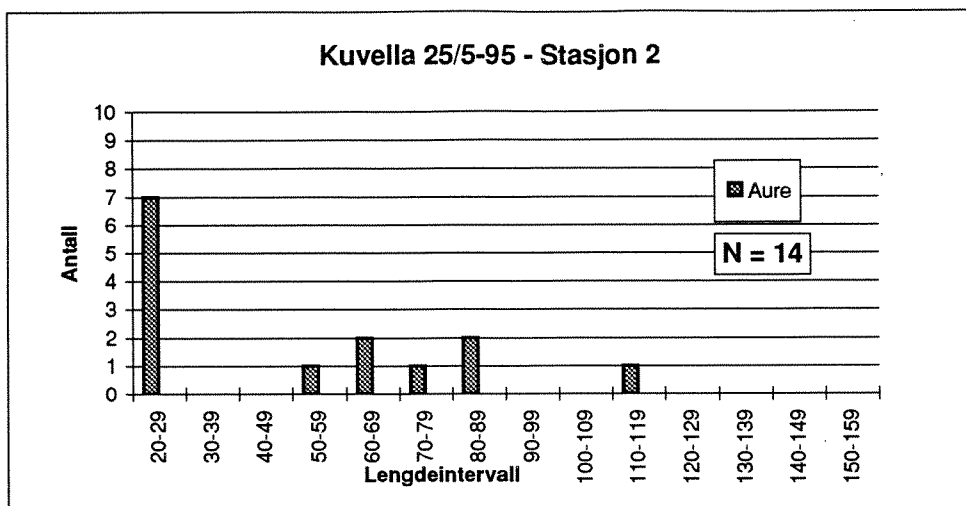
4.2. Metode

Det ble benyttet et Paulsen el-apparat med maksimal spenning 1600 V og frekvens 80 Hz. Det ble fisket motstrøms langs strandkanten. Lengde og bredde av avfisket område varierte med forholdene på stedet. Arealet ble målt opp etter fisket. Hver lokalitet ble avfisket tre ganger suksessivt. Fisken ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste mm og deretter sluppet ut igjen. Antall laks og aure pr. 100 m² er deretter beregnet ut fra reduksjon i fangst (Zippin 1958). De topografiske forholdene på stasjon 1B nødvendiggjorde en annen framgangsmåte. Her ble det elfisket i enkelte kulper, og fiskemengden anslått til antall fisk pr løpemeter elv.

Metoden med suksessiv avfisking gir mulighet for å sammenlikne resultatene med tidligere undersøkelser i Lærdalselva (Saltveit 1986) og med overvåkingsprogrammet som utføres i regi av Fylkesmannens miljøvernnavdeling (Langåker pers. komm.).

4.3. Resultater og diskusjon

I Lærdalselva (Stasjon 3 og 4) ble det tatt både laks og aure, med en svak dominans av aure på begge stasjoner. I Kuvellas lakseførende del (Stasjon 2) var aure eneste fiskeslag i fangsten. Lengdefordelingen av laks- og aureunger på Stasjon 2, 3 og 4 er vist i Figur 4.1.



Figur 4.1. Lengdefordeling av laks- og aureunger fra Kuvella og Lærdalselva 23. mai 1995,

På Stasjon 1 i øvre Kuvella ble det ikke fanget eller observert fisk i det hele tatt. På stasjon 1B i øvre Kuvella ble det gjort observasjoner av aure på 6-9 cm, og fiskemengden på denne strekningen ble anslått til 0.1 fisk pr løpemeter elv.

Saltveit (1986) fant en tallmessig dominans av laksunger i forhold til aureunger i Lærdalselva i perioden 1980-1986, et forhold som har endret seg til dominans av aure i de senere år (Langåker pers. komm.; Bjerknes & Raddum 1994). Elfiske på Stasjon 4 om høsten i årene 1991-93 ga en varierende dominans av aure på mellom 65 og 75%. Ved vår undersøkelse våren 1995 var innslaget av aure 61%.

Tabell 4.1. Tettheter av laks og aure i nedre del av Kuvella og i Lærdalselva 25. mai 1995.

| | Kuvella (St. 2) | Lærdalselva (St. 3) | Lærdalselva (St. 4) |
|--|-----------------|---------------------|---------------------|
| Avfisket areal (m ²) | 133 | 113 | 80 |
| Antall laks pr 100 m ² | 0 | 15 | 15 |
| Antall aure pr 100 m ² | 19 | 20 | 25 |
| Antall fisk totalt pr 100 m ² | 19 | 35 | 40 |

Tetthetene av fisk ved elfisket i Lærdalselva våren 1995 var lave (35-40 individer pr 100 m²) sammenliknet med tidligere undersøkelser (Tabell 4.1). Innslaget av årsunger (0⁺) var lavt (Figur 4.1). Fisketetthetene ved Voll bru om høsten i 1991-93 varierte mellom 113 og 266 individer pr 100 m² (Bjerknes & Raddum 1994). Slike forskjeller kan bl. a. forklares ut fra årstid og vannføring. For direkte sammenlikning av resultater fra elfiske, bør undersøkelsene foretas på samme tidspunkt og under mest mulig like forhold m.h.t. vannføring, temperatur, værforhold osv. fra år til år. Undersøkelsen i 1995 ble foretatt i mai på stigende vannføring (snøsmelting), mens Fylkesmannens undersøkelser er foretatt om høsten på lav vannføring.

Det er ikke foretatt statistisk analyse av størrelsesfordeling og fordeling mellom laks og aure.

For senere overvåking anbefales at undersøkelsene foretas under de samme forhold og på samme årstid som Fylkesmannens undersøkelse. Denne undersøkelsen ble ikke gjennomført høsten 1995 p.g.a. vanskelige vannføringsforhold. De samme forhold gjorde at de årlige gytedefiskellingene i Lærdalselva og Kuvella ble utelatt i 1995 (Grimelid pers. komm.).

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. 44 s.

Bjerknes, V. og Raddum, G.G. 1994. E16. Tunnel Aurland - Lærdal. Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella. NIVA rapport nr. 3147. 33 s.

Fjellheim, A. og Raddum, G.G. Life cycle and drift of *Glossosoma intermedia* (Trichoptera: Glossosomatidae) in Western Norway. (Verh. Internat. Verein. Limnol. (i trykk).

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. 33 s.

Raddum, G.G. 1974. Benthos i Lærdalselva. Lab. for ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Bergen. Rapport nr. 11. 80 s.

Saltveit, S. J. 1986. Skjønn Borgund Kraftverk. Del 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. 57 s.

SFT 1989. Vannkvalitetskriterier for ferskvann. Statens forurensningstilsyn, TA-630.

SFT 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. kortversjon. SFT-veiledning nr. 92:06. 31 s.

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

Sosial- og helsedepartementet 1995. Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m. Nr. 68. 1-9/95. 38 s.

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, 8 s.

Zippin, C. 1958. The removal method of population estimation. J. Wildl. Mgmt. 22. pp 82-90.

Vedlegg 1

Vannkjemiske data fra Lærdalselva og Kuvella 1993-1995

Kuvella og Lærdalselva nov. 93 - juni 95.

| St. | Merket | Prøve- dato | pH | KOND m ² /m | TURB FTU | STS/L mg/l | SGR/L mg/l | ALK mmol/l | Cl mg/l | SO ₄ mg/l | NO ₃ -N µg/l | Tot-N/L µg/l | Tot-P/L µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | Al/R µg/l | Al/Il 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 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 16/12/93 | | | 0,50 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 17/01/94 | 6,65 | 1,64 | 0,12 | <0,4 | <0,4 | 0,070 | 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 | | <5 | <5 | 0,075 | 1,0 | 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 | 0,40 | <0,4 | 0,082 | 1,1 | 2,9 | 144 | 190 | | 1,84 | 0,26 | 0,80 | 0,43 | <10 | <10 | 0,53 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 12/04/94 | 6,80 | 2,93 | | | | 0,125 | 1,5 | 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 | 0,67 | 0,143 | 2,4 | 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 | | | | 0,084 | 1,3 | 1,7 | 49 | 160 | | 1,64 | 0,26 | 0,81 | 0,54 | 14 | 11 | 2,50 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 15/06/94 | 6,39 | 1,13 | 0,33 | 1,20 | 1,10 | 0,067 | 0,8 | 1,3 | 48 | 137 | | 0,97 | 0,17 | 0,55 | 0,35 | 18 | 15 | 1,60 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 30/06/94 | 6,26 | 0,85 | 1,20 | 9,10 | 7,30 | 0,059 | 0,5 | 0,9 | 49 | 155 | | 0,70 | 0,16 | 0,40 | 0,26 | 17 | 16 | 1,32 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 18/07/94 | 6,54 | 0,99 | | | | 0,077 | 0,4 | 1,2 | 36 | 90 | | 0,89 | 0,12 | 0,37 | 0,20 | <10 | <10 | 0,73 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 15/08/94 | 6,42 | 1,11 | | | | 0,077 | 0,4 | 1,6 | 39 | 96 | | 1,09 | 0,16 | 0,45 | 0,24 | <10 | <10 | 1,05 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 14/09/94 | 6,72 | 1,37 | | | | 0,092 | 0,4 | 2,4 | 27 | 96 | | 1,44 | 0,16 | 0,51 | 0,37 | <10 | <10 | 0,76 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 17/10/94 | 6,55 | 2,08 | | | | 0,101 | 0,9 | 2,5 | 68 | 149 | | 1,69 | 0,24 | 0,63 | 0,36 | <10 | <10 | 1,20 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 15/11/94 | 6,66 | 1,86 | | | | 0,103 | 0,7 | 3,6 | 130 | 175 | | 2,34 | 0,30 | 0,90 | 0,42 | 10 | <10 | 0,85 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 24/11/94 | 6,60 | 2,03 | | | | 0,092 | 1,1 | 3,4 | 198 | 310 | | 2,34 | 0,35 | 0,85 | 0,51 | 37 | 35 | 2,50 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 15/12/94 | 6,56 | 2,11 | | | | 0,079 | 1,0 | 3,3 | 215 | 265 | | 2,23 | 0,31 | 0,76 | 0,47 | 10 | <10 | 0,97 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 16/01/95 | 6,70 | 1,79 | | | | 0,087 | 0,8 | 3,1 | 190 | 230 | | 1,94 | 0,28 | 0,68 | 0,36 | 43 | <10 | 0,65 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 15/05/95 | 6,82 | 2,80 | 0,30 | <0,4 | <0,4 | 0,117 | 2,0 | 3,8 | 195 | 285 | | 2,88 | 0,43 | 1,10 | 0,66 | 18 | 11 | 2,00 | |
| 1 | Øvre Ljøсне | 20/06/95 | 6,57 | 1,03 | 0,29 | | 0,20 | 0,064 | 0,7 | 1,2 | 49 | 116 | | 4 | 0,96 | 0,16 | 0,54 | <10 | <10 | 1,00 | |
| 2 | Lærdalselva oppstr. Kuvella | 15/05/95 | 6,75 | 2,40 | 0,39 | <0,4 | <0,4 | 0,096 | 1,4 | 3,9 | 210 | 270 | | 3 | 2,56 | 0,35 | 0,85 | <10 | <10 | 1,30 | |
| 2 | Lærdalselva oppstr. Kuvella | 20/06/95 | 6,71 | 1,22 | 0,31 | | 0,40 | 0,076 | 0,7 | 1,5 | 78 | 135 | | 4 | 1,35 | 0,17 | 0,50 | <10 | <10 | 0,93 | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 30/11/93 | | | 3,50 | <0,8 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 16/12/93 | 6,22 | 2,05 | 0,43 | | | 0,068 | 1,0 | 4,2 | 120 | 160 | | 2,09 | 0,23 | 0,70 | 0,33 | <10 | <10 | 0,37 | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 17/01/94 | 6,75 | 1,69 | 0,22 | <0,4 | <0,4 | 0,061 | 0,8 | 2,9 | 96 | 131 | | 1,64 | 0,20 | 0,65 | 0,26 | <10 | <10 | 0,30 | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 14/02/94 | 6,33 | 1,54 | 0,25 | <5 | <5 | 0,066 | 0,9 | 3,6 | 121 | 155 | | 1,81 | 0,23 | 0,66 | 0,29 | <10 | <10 | 0,43 | |
| 3 | 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 | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 25/04/94 | 6,50 | 4,40 | 0,32 | 0,73 | 0,27 | 0,127 | 1,9 | 8,2 | 350 | 500 | | 5,01 | 0,53 | 1,18 | 1,11 | 10 | <10 | 2,00 | |
| 3 | 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 | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 27/05/94 | | | 0,35 | 4,00 | 2,00 | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | 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 | |
| 3 | 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 | |
| 3 | 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 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 15/05/95 | 6,80 | 2,69 | 0,46 | <0,4 | <0,4 | 0,100 | 1,5 | 4,8 | 235 | 325 | | 4 | 2,94 | 0,36 | 0,88 | <10 | <10 | 1,20 | |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 20/06/95 | 6,61 | 1,27 | 0,30 | | 0,40 | 0,068 | 0,8 | 1,9 | 86 | 165 | | 9 | 1,33 | 0,17 | 0,56 | <10 | <10 | 0,85 | |

| St. | Merket | Prøve- dato | pH | KOND m ² /m | TURB FTU | STS/L mg/l | SGR/L mg/l | ALK mmol/l | Cl mg/l | SO ₄ mg/l | NO ₃ -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 | |
|-----|-----------------------------|----------------|------|---------------------------|-------------|---------------|---------------|---------------|------------|-------------------------|----------------------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|---------------|-------------|--|
| 4 | Kuvella ved deponi | 15/05/95 | 7,05 | 6,26 | 0,15 | 1,10 | <0,4 | 0,163 | 1,8 | 15,1 | 495 | 545 | 6 | 8,32 | 0,60 | 1,21 | <10 | <10 | 1,00 | |
| 4 | Kuvella ved deponi | 20/06/95 | 6,76 | 1,87 | 0,22 | | 0,80 | 0,084 | 1,0 | 3,2 | 121 | 160 | 4 | 2,14 | 0,21 | 0,44 | <10 | <10 | 0,49 | |
| 4B | Kuvella oppstr., Arsendalet | 25/05/95 | 6,93 | 5,06 | 1,60 | 17,50 | 14,30 | 0,155 | 1,6 | 11,9 | 345 | 430 | 35 | 6,77 | 0,63 | 1,07 | <10 | 11 | 1,00 | |
| 5 | 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 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 16/12/93 | 6,96 | 9,92 | 0,48 | | | 0,204 | 1,2 | 28,0 | 350 | 365 | 13,70 | 0,79 | 1,48 | 1,40 | <10 | <10 | 0,24 | |
| 5 | 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 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 14/02/94 | 7,07 | 7,99 | 0,17 | <5 | <5 | 0,194 | 1,1 | 24,5 | 330 | 360 | 12,00 | 0,73 | 1,35 | 1,37 | <10 | <10 | 0,37 | |
| 5 | 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 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 25/04/94 | 7,03 | 9,01 | 0,27 | 0,89 | 0,44 | 0,207 | 2,2 | 18,8 | 710 | 820 | 11,80 | 0,80 | 1,65 | 1,50 | 10 | <10 | 1,50 | |
| 5 | 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 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 27/05/94 | | | 0,10 | 0,40 | 0,40 | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | 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 | |
| 5 | 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 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 15/05/95 | 7,09 | 6,39 | 0,52 | <0,4 | <0,4 | 0,166 | 1,9 | 15,3 | 500 | 575 | 4 | 8,33 | 0,60 | 1,21 | <10 | <10 | 1,00 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 25/05/95 | 7,02 | 5,70 | 1,10 | 7,00 | 5,00 | 0,164 | 1,7 | 13,4 | 365 | 445 | 27 | 7,52 | 0,60 | 0,99 | <10 | <10 | 1,10 | |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 20/06/95 | 6,78 | 1,88 | 0,24 | | 0,40 | 0,083 | 1,0 | 3,2 | 125 | 160 | 7 | 2,14 | 0,21 | 0,45 | <10 | <10 | 0,53 | |

Kjemiske vannanalyser av prøver fra Kuvella og Lærdalselva mai/juni -95.

| St. | Merket | Prøve- dato | pH | KOND mS/m | TURB FTU | STS/L mg/l | SGR/L/ALK mg/l/mmol/l | Cl mg/l | SO4 mg/l | NO3-N µg/l | Tot-N/L µg/l | Tot-P/L µg/l | Ca mg/l | Mg mg/l | Na mg/l | K mg/l | A1/R µg/l | Al/II µg/l | TOC mg/l |
|-----|-----------------------------|----------------|------|--------------|-------------|---------------|--------------------------|------------|-------------|---------------|-----------------|-----------------|------------|------------|------------|-----------|--------------|---------------|-------------|
| 1 | Øvre ljosne | 15/05/95 | 6,82 | 2,80 | 0,30 | <0,4 | 0,117 | 2,0 | 3,8 | 195 | 285 | 2 | 2,88 | 0,43 | 1,10 | 0,66 | 18 | 11 | 2,00 |
| 1 | Øvre ljosne | 20/06/95 | 6,57 | 1,03 | 0,29 | 0,20 | 0,064 | 0,7 | 1,2 | 49 | 116 | 4 | 0,96 | 0,16 | 0,54 | 0,29 | <10 | <10 | 1,00 |
| 2 | Lærdalselva oppstr. Kuvella | 15/05/95 | 6,75 | 2,40 | 0,39 | <0,4 | 0,096 | 1,4 | 3,9 | 210 | 270 | 3 | 2,56 | 0,35 | 0,85 | 0,49 | <10 | <10 | 1,30 |
| 2 | Lærdalselva oppstr. Kuvella | 20/06/95 | 6,71 | 1,22 | 0,31 | 0,40 | 0,076 | 0,7 | 1,5 | 78 | 135 | 4 | 1,35 | 0,17 | 0,50 | 0,29 | <10 | <10 | 0,93 |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 15/05/95 | 6,80 | 2,69 | 0,46 | <0,4 | 0,100 | 1,5 | 4,8 | 235 | 325 | 4 | 2,94 | 0,36 | 0,88 | 0,54 | <10 | <10 | 1,20 |
| 3 | Lærdalselv nedstr. Kuvella | 20/06/95 | 6,61 | 1,27 | 0,30 | 0,40 | 0,068 | 0,8 | 1,9 | 86 | 165 | 9 | 1,33 | 0,17 | 0,56 | 0,33 | <10 | <10 | 0,85 |
| 4 | Kuvella ved deponi | 15/05/95 | 7,05 | 6,26 | 0,15 | 1,10 | 0,163 | 1,8 | 15,1 | 495 | 545 | 6 | 8,32 | 0,60 | 0,97 | 1,21 | <10 | <10 | 1,00 |
| 4 | Kuvella ved deponi | 20/06/95 | 6,76 | 1,87 | 0,22 | 0,80 | 0,084 | 1,0 | 3,2 | 121 | 160 | 4 | 2,14 | 0,21 | 0,61 | 0,44 | <10 | <10 | 0,49 |
| 4B | Kuvella oppstr. Arsenalet | 25/05/95 | 6,93 | 5,06 | 1,60 | 17,50 | 0,155 | 1,6 | 11,9 | 345 | 430 | 35 | 6,77 | 0,63 | 0,96 | 1,07 | <10 | 11 | 1,00 |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 15/05/95 | 7,09 | 6,39 | 0,52 | <0,4 | 0,166 | 1,9 | 15,3 | 500 | 575 | 4 | 8,33 | 0,60 | 1,02 | 1,21 | <10 | <10 | 1,00 |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 25/05/95 | 7,02 | 5,70 | 1,10 | 7,00 | 0,164 | 1,7 | 13,4 | 365 | 445 | 27 | 7,52 | 0,60 | 0,99 | 1,14 | <10 | <10 | 1,10 |
| 5 | Kuvella v/Stamfiskbasseng | 20/06/95 | 6,78 | 1,88 | 0,24 | 0,40 | 0,083 | 1,0 | 3,2 | 125 | 160 | 7 | 2,14 | 0,21 | 0,60 | 0,45 | <10 | <10 | 0,53 |

Vedlegg 2

Oversikt over innsamlet bunndyrmateriale

Tabell 1. Forekomst av bunndyr på st. 1 i juni 1995

| Gruppe/art | Antall | Min | - | maks | Gj. ant./prøve | Antall/m-2 |
|---------------------|-------------|-----|---|------|----------------|-------------|
| Flatmark | | | | | | |
| Crenobia alpina | 56 | 1 | - | 37 | 11,2 | 123,2 |
| Døgnfluer | | | | | | |
| Ameletus inopinatus | 2 | 0 | - | 1 | 0,4 | 4,4 |
| Baetis rhodani | 421 | 11 | - | 148 | 84,2 | 926,2 |
| Steinfluer | | | | | | |
| Brachyptera risi | 160 | 7 | - | 63 | 32 | 352 |
| Protonemura meyeri | 24 | 2 | - | 7 | 4,8 | 52,8 |
| Leuctra fusca | 1 | 0 | - | 1 | 0,2 | 2,2 |
| Isoperla sp. | 3 | 0 | - | 2 | 0,6 | 6,6 |
| A. borealis | 2 | 0 | - | 1 | 0,4 | 4,4 |
| Vårfluer | | | | | | |
| Rhyacophila nubila | 8 | 1 | - | 3 | 1,6 | 17,6 |
| Div. | | | | | | |
| Nematoda | 24 | 0 | - | 14 | 4,8 | 52,8 |
| Oligochaeta | 501 | 34 | - | 166 | 100,2 | 1102,2 |
| Acari | 30 | 2 | - | 10 | 6 | 66 |
| Diptera | 27 | 0 | - | 10 | 5,4 | 59,4 |
| Chironomidae | 1542 | 176 | - | 555 | 308,4 | 3392,4 |
| Simuliidae | 414 | 12 | - | 217 | 82,8 | 910,8 |
| Ostracoda | 10 | 0 | - | 6 | 2 | 22 |
| Totalt | 3225 | | | | 645 | 7095 |

Tabell 2. Forekomst av bunndyr på st. 2 i juni 1995

| Gruppe/art | Antall | Min | - | maks | Gj. ant./prøve | Antall/m-2 |
|--------------------|-------------|-----|---|------|----------------|-------------|
| Flatmark | | | | | | |
| Crenobia alpina | 3 | 1 | - | 2 | 0,6 | 6,6 |
| Døgnfluer | | | | | | |
| Baetis rhodani | 611 | 37 | - | 236 | 122,2 | 1344,2 |
| Steinfluer | | | | | | |
| Brachyptera risi | 143 | 11 | - | 44 | 28,6 | 314,6 |
| Protonemura meyeri | 2 | 0 | - | 1 | 0,4 | 4,4 |
| Leuctra fusca | 5 | 0 | - | 4 | 1 | 11 |
| Leuctra nigra | 1 | 1 | - | 1 | 0,2 | 2,2 |
| Diura sp. | 1 | 0 | - | 1 | 0,2 | 2,2 |
| A. borealis | 1 | 0 | - | 1 | 0,2 | 2,2 |
| Vårfluer | | | | | | |
| Rhyacophila nubila | 12 | 0 | - | 6 | 2,4 | 26,4 |
| Div. | | | | | | |
| Nematoda | 20 | 1 | - | 6 | 4 | 44 |
| Oligochaeta | 216 | 25 | - | 53 | 43,2 | 475,2 |
| Acari | 37 | 2 | - | 12 | 7,4 | 81,4 |
| Diptera | 24 | 2 | - | 6 | 4,8 | 52,8 |
| Chironomidae | 1446 | 149 | - | 416 | 289,2 | 3181,2 |
| Simuliidae | 196 | 8 | - | 73 | 39,2 | 431,2 |
| Ostracoda | 17 | 0 | - | 11 | 3,4 | 37,4 |
| Totalt | 2735 | | | | 547 | 6017 |

Tabell.3. Forekomst av bunndyr på st. 3 i juni 1995

| Gruppe/art | Antall | Min | - | maks | Gj. ant./prøve | Antall/m-2 |
|-------------------------------|-------------|-----|---|------|----------------|----------------|
| Flatmark | | | | | | |
| <i>Crenobia alpina</i> | 7 | 0 | - | 5 | 1,4 | 15,4 |
| Døgnfluer | | | | | | |
| <i>Ameletus inopinatus</i> | 1 | 0 | | 1 | 0,2 | 2,2 |
| <i>Baetis rhodani</i> | 1962 | 280 | - | 479 | 392,4 | 4316,4 |
| <i>Ephemerella aurivilli</i> | 2 | 0 | | 1 | 0,4 | 4,4 |
| Steinfluer | | | | | | |
| <i>Protonemura meyeri</i> | 5 | 0 | - | 3 | 1 | 11 |
| <i>Leuctra fusca</i> | 112 | 6 | - | 61 | 22,4 | 246,4 |
| <i>Isoperla</i> sp. | 5 | 0 | - | 2 | 1 | 11 |
| <i>A. borealis</i> | 279 | 17 | - | 89 | 55,8 | 613,8 |
| <i>A. sulcicollis</i> | 59 | 5 | | 20 | 11,8 | 129,8 |
| <i>Amphinemura</i> sp. | 37 | 0 | | 37 | 7,4 | 81,4 |
| <i>Nemoura cinerea</i> | 2 | 0 | | 2 | 0,4 | 4,4 |
| Vårfluer | | | | | | |
| <i>Rhyacophila nubila</i> | 36 | 4 | - | 18 | 7,2 | 79,2 |
| <i>Plectocnemia conspersa</i> | 2 | 0 | | 1 | 0,4 | 4,4 |
| <i>Apatania</i> sp. | 42 | 0 | | 25 | 8,4 | 92,4 |
| <i>Glossosoma</i> sp. | 2 | 0 | | 2 | 0,4 | 4,4 |
| Diverse | | | | | | |
| Nematoda | 126 | 2 | - | 61 | 25,2 | 277,2 |
| Oligochaeta | 281 | 14 | - | 80 | 56,2 | 618,2 |
| Acari | 171 | 2 | - | 62 | 34,2 | 376,2 |
| Diptera | 70 | 0 | - | 32 | 14 | 154 |
| Chironomidae | 6164 | 721 | - | 2249 | 1232,8 | 13560,8 |
| Simuliidae | 397 | 39 | - | 160 | 79,4 | 873,4 |
| Coleoptera | 13 | 0 | | 6 | 2,6 | 28,6 |
| Ostracoda | 41 | 0 | - | 32 | 8,2 | 90,2 |
| Totalt | 9816 | | | | 1963,2 | 21595,2 |

Tabell 4. Forekomst av bunndyr på st. 4 i juni 1995

| Gruppe/art | Antall | Min | - | maks | Gj. ant./prøve | Antall/m-2 |
|--------------------------------|--------|-----|---|------|----------------|------------|
| <i>Crenobia alpina</i> | 12 | 0 | - | 4 | 2,4 | 26,4 |
| Døgnfluer | | | | | | |
| <i>Ameletus inopinatus</i> | 4 | 0 | - | 2 | 0,8 | 8,8 |
| <i>Baetis rhodani</i> | 1077 | 163 | - | 325 | 215,4 | 2369,4 |
| Steinfluer | | | | | | |
| <i>Brachyptera risi</i> | 46 | 3 | - | 19 | 9,2 | 101,2 |
| <i>Amphinemura borealis</i> | 85 | 7 | - | 31 | 17 | 187 |
| <i>Amphinemura sulcicollis</i> | 27 | 3 | - | 10 | 5,4 | 59,4 |
| <i>Protonemura meyeri</i> | 3 | 0 | - | 3 | 0,6 | 6,6 |
| <i>Leuctra fusca</i> | 9 | 1 | - | 3 | 1,8 | 19,8 |
| <i>Isoperla</i> sp, | 2 | 0 | - | 1 | 0,4 | 4,4 |
| <i>Nemoura</i> sp, | 2 | 0 | - | 2 | 0,4 | 4,4 |
| Vårfluer | | | | | | |
| <i>Rhyacophila nubila</i> | 22 | 2 | - | 10 | 4,4 | 48,4 |
| <i>Plectrocnemia conspersa</i> | 1 | 0 | - | 1 | 0,2 | 2,2 |
| <i>Apatania</i> sp, | 6 | 0 | - | 3 | 1,2 | 13,2 |
| <i>Potamophylax</i> sp, | 7 | 1 | - | 6 | 1,4 | 15,4 |
| Div. | | | | | | |
| Nematoda | 15 | 0 | - | 5 | 3 | 33 |
| Oligochaeta | 72 | 0 | - | 19 | 14,4 | 158,4 |
| Acari | 75 | 5 | - | 18 | 15 | 165 |
| Chironomidae | 1170 | 150 | - | 382 | 234 | 2574 |
| Simuliidae | 283 | 36 | - | 87 | 56,6 | 622,6 |
| Ostracoda | 14 | 1 | - | 13 | 2,8 | 30,8 |
| Coleoptera | 3 | 0 | - | 1 | 0,6 | 6,6 |
| Totalt | | | | | 587 | 6457 |

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 3398-96.

ISBN 82-577-2929-9