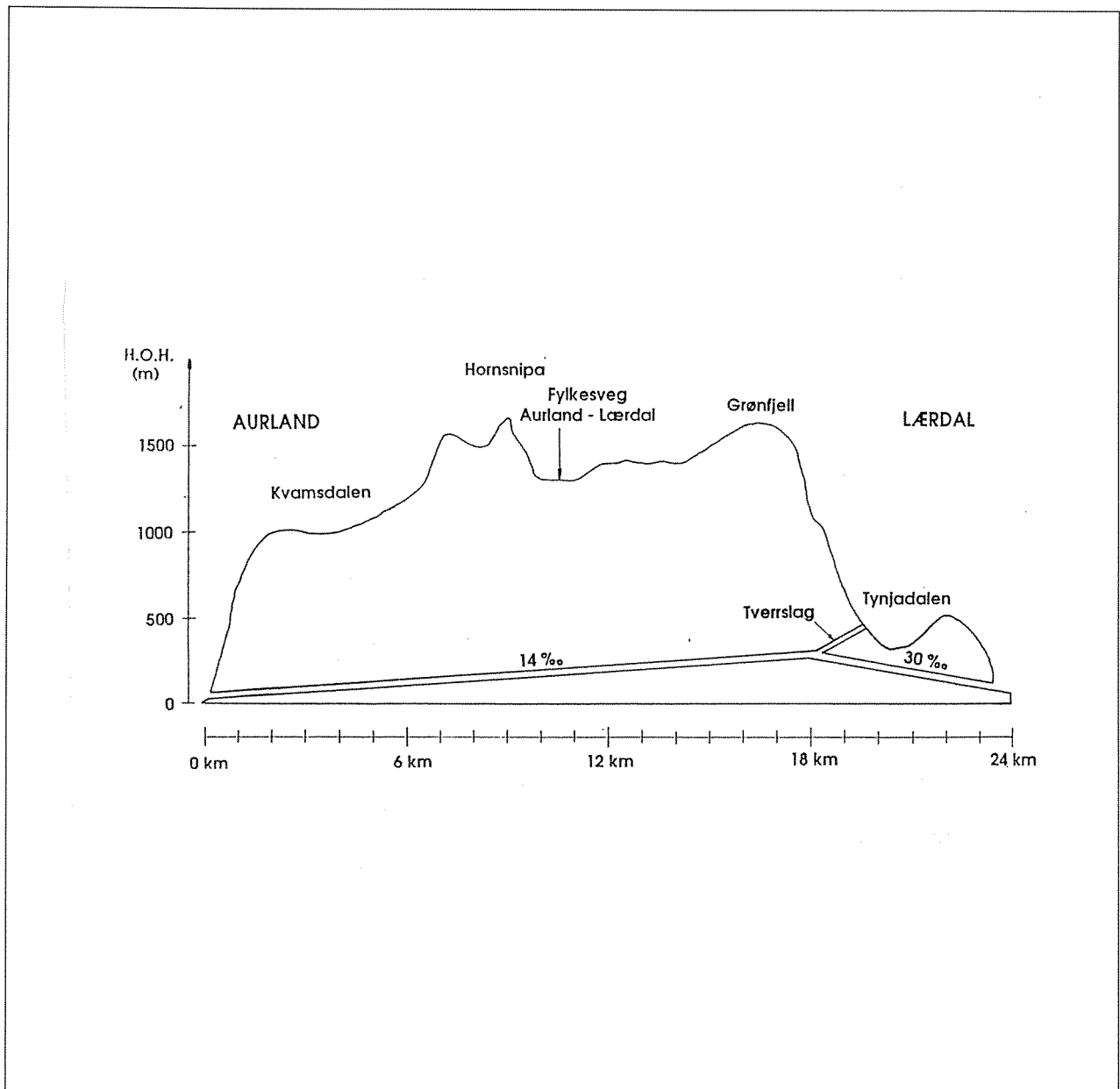


E16

Tunnel Aurland - Lærdal

Overvaking av vasskvalitet,
botndyr og fisk i Lærdalselva og
Kuvella i 1997



Hovedkontor

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

Sørlandsavdelingen

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

Østlandsavdelingen

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

Vestlandsavdelingen

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

Akvaplan-NIVA A/S

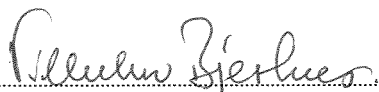
Søndre Tollbugate 3
9000 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel E16. Tunnel Aurland - Lærdal Overvaking av vasskvalitet, botndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella i 1997	Løpenr. (for bestilling) 3838-98	Dato 15.03.98
	Prosjektnr. Undernr. O-93248	Sider Pris 36
Forfatter(e) Vilhelm Bjerknes, NIVA Gunnar G. Raddum, UiB	Fagområde Vassdrag	Distribusjon
	Geografisk område Sogn og Fjordane	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Statens Vegvesen Sogn og Fjordane	Oppdragsreferanse Jon Kvåle
---	--------------------------------

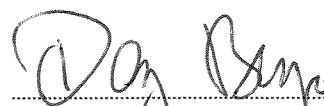
Samandrag
Overvakinga av Kuvella og Lærdalselva har halde fram i 1997 etter same program som i 1996. Overvakingprogrammet er iverksett for å kontrollere eventuell påverknad av vassmiljø og fauna frå tunneldriving og deponering av sprengstein i Tynjadalen i samband med vegtunnelen på E16 mellom Aurland og Lærdal. Det er gjort analysar av månadlege vassprøver frå ialt 6 prøvestasjonar i Kuvella og Lærdalselva i 1996. I tillegg er det gjort analysar av 4 vassprøver til ulike årstider frå ialt 7 drikkevassbrønningar ved Tønjum. Kvantitativ prøvetaking med Surber sampler og undersøking av botndyrfaunaen vart gjennomført for ialt 4 stasjonar i vassdraga i juni 1997. I oktober vart det gjort telling av gytefisk (sjøaure) i Kuvella. Det vart målt forbigåande forhøya verdiar av suspendert partikulært materiale og fosfor i Kuvella under vårflaum i 1997, og det er påvist auka nitrogeninnhald i drikkevassbrønningar ved Tønjum. Botndyrfaunaen på dei elvestrekningane som vart handsama med rotenon våren 1997 synte små effektar av handsaminga. Heller ikkje i 1997 er det påvist endringar som tyder på påverknad frå anleggsaktiviteten i Tynjadalen. Det vart registrert ialt 6 gytefisk av sjøaure i Kuvella hausten 1996. Det låge antalet heng saman med rotenonhandsaming av vassdraget våren og hausten 1997.

Fire norske emneord 1. Sprengstein 2. Vasskvalitet 3. Botndyr 4. Ferskvannsfisk	Fire engelske emneord 1. Blasted rocks 2. Water quality 3. Bentic invertebrates 4. Freshwater fish
---	--



Vilhelm Bjerknes
Prosjektleder

ISBN 82-577-3418-7



Dag Berge
Forskningsjef

O-93248

E16. Tunnel Aurland - Lærdal

**Overvaking av vasskvalitet, botndyr og fisk i
Lærdalselva og Kuvella i 1997**

Forord

Tunneldriving og deponering av sprengstein i Tynjadalen inngår som ein del av tunnelprosjektet på E16 mellom Aurland og Lærdal. Rapporten presenterer resultatata av overvakinga av vassmiljøet i Kuvella og Lærdalselva i 1997. Undersøkingane starta opp i 1993-94, og resultatata frå denne perioden og for 1995 og -96 er presentert i tidlegare NIVA-rapportar. Undersøkingane blir utført av NIVA etter oppdrag frå Statens Vegvesen Sogn og Fjordane ved Jon Kvåle. NIVA's prosjektleiar er Vilhelm Bjerknæs.

Vassprøvematerialet er samla inn av Torkjell Grimelid, Lærdal, som og har gjort telling av gytefisk i Kuvella. Dei kjemiske analysane er gjort ved NIVA's laboratorier, medan dei bakteriologiske analysane er gjort ved Næringsmiddeltilsynet for Sogn.

Botndyrundersøkingane er gjennomført og presentert av Gunnar G. Raddum ved Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen. Dei andre resultatata er presentert av Vilhelm Bjerknæs, NIVA, som og har redigert rapporten.

Bergen i mars 1998

Vilhelm Bjerknæs

Innhald

Samandrag	5
Summary	6
1. Innleiing	7
2. Vasskvalitet	9
2.1 Stasjonsnett og metodar	9
2.2 Resultat	12
2.2.1 Vassdrag	12
2.2.2 Drikkevassbrønner ved Tønjum	16
2.3 Vurdering	18
3. Botndyr	19
3.1 Materiale og metodar	19
3.1.1 Stasjonsnett	19
3.1.2 Metodikk	20
3.2 Resultat og vurdering	20
3.3 Vurdering	23
4. Telling av gytefisk i Kuvella	24
5. Referansar	25
Vedlegg A. Analysedata vasskjemi og bakteriologi	26
Vedlegg B. Rådata botndyr	33

Samandrag

På oppdrag frå Statens Vegvesen i Sogn og Fjordane vart det i 1996 sett iverk eit program for overvaking av vassmiljøet i Kuvella og Lærdalselva. Programmet, som heng saman med tunneldriving på E16 Aurland-Lærdal og etablering av deponi i Tynjadalen for 1.5 mill m³ utsprenget tunnelmasse, har halde fram i 1997.

Målet med overvakinga er å kontrollere at vasskvaliteten i vassdrag og i drikkevassbrønnar med tilsig frå vassdraga ikkje endrar seg som følgje av avrenning/ureining frå anleggsarbeidet, med dei konsekvensane dette kan få for brukerinteresser og dyreliv.

Overvakingsprogrammet bygger på førehandsundersøkingar som vart gjennomført i 1993-95. I 1996 og -97 er det gjort månadlege registreringar av vasskvalitet på 6 stasjonar i Kuvella og Lærdalselva. I tillegg er det i kvart av åra gjort 4 registreringar i 7 drikkevassbrønnar ved Tønjum. Kvantitativ innsamling av botndyr vart gjort på 4 stasjonar i Kuvella og Lærdalselva i juni 1997. Det vart og gjort telling av gytefisk (sjøaure) i Kuvella hausten 1997.

Vassanalysane tek først og fremst sikte på å avdekka mogelege påverknader frå anleggsarbeid og avrenning frå sprengsteinsdeponi. Med unntak for nitrogen og fosfor viser analysar i 1997 av prøver både frå vassdraga og frå brønnane ved Tønjum verdiar som i hovudsak ligg innafor det variasjonsområdet vi naturleg kan forventa ut frå førehandsgranskingane. Kanaliseringsarbeid i Kuvella medverka truleg til forhøya verdiar av partiklar og fosfor under vårflaum, medan forhøya nitrogenverdiar mest truleg skuldast kontaminering frå driftsvatn frå tunnelen.

Nitrogennivået i drikkevassbrønnane ved Tønjum var høgare i 1997 samanlikna med 1996, men med dei same forskjellane mellom dei ulike brønnane som tidlegare år. Den bakteriologiske stoda i drikkevattnet var jamnt over tilfredsstillande.

Rotenonhandsaminga av Lærdalselva våren 1997 har generelt ført til små endingar i botndyrfaunaen på dei tre prøvestasjonane i Kuvella og i Lærdalselva nedstraums Kuvella, om ein legg prøvetaking i juni 1997 til grunn. Dette tyder på ein rask rekolonisasjon av følsam fauna. Aktiviteten i Tynjadalen synast ikkje å ha påverka botnfaunaen målbart i undersøkingsområdet.

Telling av gyteferdig sjøaure i Kuvella vart gjort 21. oktober 1997, og det vart registrert ialt 6 gytefisk. Det låge talet skuldast rotenonhandsamingane våren og hausten 1997.

Summary

Title: Monitoring of water quality, benthos and fish in the rivers Kuvella and Lærdalselva in 1997.

Year: 1998

Author: Vilhelm Bjercknes and Gunnar G. Raddum

Source: Norwegian Institute for Water Research, ISBN No.: ISBN 82-577-3418-7

On the commission of Statens Vegvesen i Sogn og Fjordane a monitoring program was implemented in 1996 including water quality in the river Lærdalselva, the tributary Kuvella and well water from the Tønjum area, benthic invertebrates and fish. The background for the program is the construction work for the E16 highway tunnel between Aurland and Lærdal, including the disposal of 1.5 mill. m³ blasted rocks in Tynjadalen valley close to the tributary Kuvella. The construction work started up in late autumn 1995 and will continue for a period of three years. The monitoring program continued in 1997.

The main objectives are to control possible impacts from the construction and disposal work on the river and well water quality, including the consequences for user interests and the fauna of the rivers.

A basic survey was carried out during 1993-95. During 1996 and 1997 water has been sampled monthly from 6 stations in Kuvella and Lærdalselva for physical, chemical and bacteriological analyses. In addition 7 drinking water wells fed by water from Kuvella have been sampled and analysed at 4 occasions. Quantitative sampling of bottom invertebrates was accomplished at 4 stations in Kuvella and Lærdalselva in June 1997. A registration of spawning sea trout in Kuvella was carried out in October 1997.

Except for nitrogen and phosphorus, the physical and chemical parameters analysed for in 1997 have mainly been within the expected limits of natural variation. Canalization work in Kuvella probably explains elevated downstream particle content (STS maximum 15 mg/l) and phosphorus content (TOT-P maximum 43 µg/l) during spring flow in Kuvella in June 1997. Increased nitrogen values are most probably caused by tunnel water contaminated with explosive rests. The impacts on the water quality of Lærdalselva were minimal, due to dilution.

The nitrogen levels of well water at Tønjum in 1997 were higher than previous years (maximum TOT-N >5000 µg/l). The 1997 analyses confirmed the seasonal variations influenced by the river water level and dilution, and also previous variations in the levels of different parameters between individual wells. The bacteriological situation is satisfactory according to norwegian standards.

For the extermination of the salmon parasite *Gyrodactylus salaris* from Lærdalselva, the river water was handeled with rotenone in April and August 1997. However, the benthic fauna in Kuvella and in Lærdalselva downstream Kuvella showed minimal changes in June 1997 compared to previous years. Changes connected to the construction activities were not traced

Registration of spawning sea trout in Kuvella was performed in October 1997. Only 6 spawners were observed. The low number reflects the impacts of rotenone treatments.

1. Innleiing

Statens Vegvesen Sogn og Fjordane er i ferd med å etablere massedeponi på totalt 1.5 mill m³ på vestsida av Tynjadalen i Lærdal kommune. Deponiet tek hand om utsprengt masse frå tunnelen for E 16 mellom Aurland og Lærdal. Sprengingsarbeidet på Lærdalsida kom igang i desember 1995, og anleggsarbeidet er rekna å vare i ca. 4 år. Det er utarbeidd konsekvensanalyse for tunneldrifta og opprettinga av deponi i Tynjadalen (Bjerknes m.fl. 1994), og det er gjort førehandsregistreringar av vasskvalitet, botndyr og fisk i Kuvella, som renn gjennom Tynjadalen og ut i Lærdalselva ved Tønjum, og i Lærdalselva (Bjerknes & Raddum 1994; 1996).

Frå og med 1996 er det sett igang overvaking av vassmiljøet i Kuvella og Lærdalselva (Bjerknes & Raddum 1997). Overvakingsprogrammet tek utgangspunkt i risikoen for stoffavrenning frå massedeponia og dei verknadene dette kan få for vasskvaliteten i Kuvella og Lærdalselva. Risikoen vil vera størst i anleggsperioden, og vil vera knytta til avrenning av finstoff (slam) frå driftsvatn og utsprengte massar, og til nitrogenhaldig stoff frå sprengstoffrestar. I tillegg er hushaldningskloakk, spillolje og anna ureining frå riggområder risikomoment som det må takast omsyn til.

Målet med overvakinga er å kontrollere at vasskvaliteten i vassdraga og i drikkevassbrønningar med tilsig frå vassdraga ikkje endrar seg som følgje av avrenning/ureining frå anleggsarbeidet, med dei konsekvensane dette kan få for brukerinteressene og dyrelivet i vassdraga. Dersom slike endringar blir registrert skal årsakstilhøva klarleggast og skadebegrensande tiltak settast inn.

Utanom avrenninga av driftsvatn frå tunneldrivinga vil eventuell ureining frå anleggsområdet vera episodisk, og ureiningstilførselene til Kuvella vil variere med avrenninga frå feltet i samband med nedbør og snøsmelting, og med rytmen i sjølv anleggsarbeidet. Suspensjon og sedimentasjon av finstoff i vassdraget vil variere med vassføringa.

Dei viktigaste brukerinteressene som det må takast omsyn til er fiske, jordbruk og drikkevatt. Lærdalselva er ei av de viktigaste lakselvane i Nord-Europa, og det knyter seg store økonomiske interesser lokalt til laksefisket i vassdraget. Det blir derfor stilt krav til varsemd for å unngå påverknader som kan ha uheldige konsekvensar for utøving av fisket, eller for oppgang og reproduksjon av laks og sjøaure. Bjerknes & Raddum (1994) har gjort greie for dei viktigaste kjente verknadene av potensiell forureining frå anlegget i Tynjadalen på brukerinteresser og økologiske tilhøve i Kuvella og Lærdalselva.

Lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* vart påvist i Lærdalselva hausten 1996, og vassdraget vart handsama med fiskegifta rotenon i to omgangar i 1997, første gong i april, andre gong i august. Botndyrgranskinga frå juni 1997 drøfter verknadene av rotenonhandsaminga på botndyrfaunaen i vassdraget. Bortsett frå dette har overvakingsprogrammet ikkje vore berørt av verksemda med å utrydda fiskebestanden. Vi ser det som tvilsamt at rotenonhandsaminga har hatt effektar på vasskvaliteten i Lærdalselva utover dei korte periodane gifta har vore tilstades i elvevatnet.

Programmet som er utført i 1997 har hatt følgjande innhald:

Vasskjemi:

- Månadleg prøvetaking på 3 faste stasjonar i Kuvella og 3 faste stasjonar i Lærdalselva.
- Prøvetaking av 7 brønningar ved Tønjum 4 gonger i året (vår, sommar, haust, vinter).
- Kjemisk analyse etter avtalt program.

Mikrobiologi:

- Prøvetaking på elvestasjonar og brønnar 4 gonger i året (vår, sommar, haust, vinter).
- Bakteriologisk analyse etter avtalt program.

Botndyr:

- Prøvetaking på 2 faste stasjonar i Kuvella og 2 faste stasjonar i Lærdalselva 1 gong i året (vår).

Gytefisk:

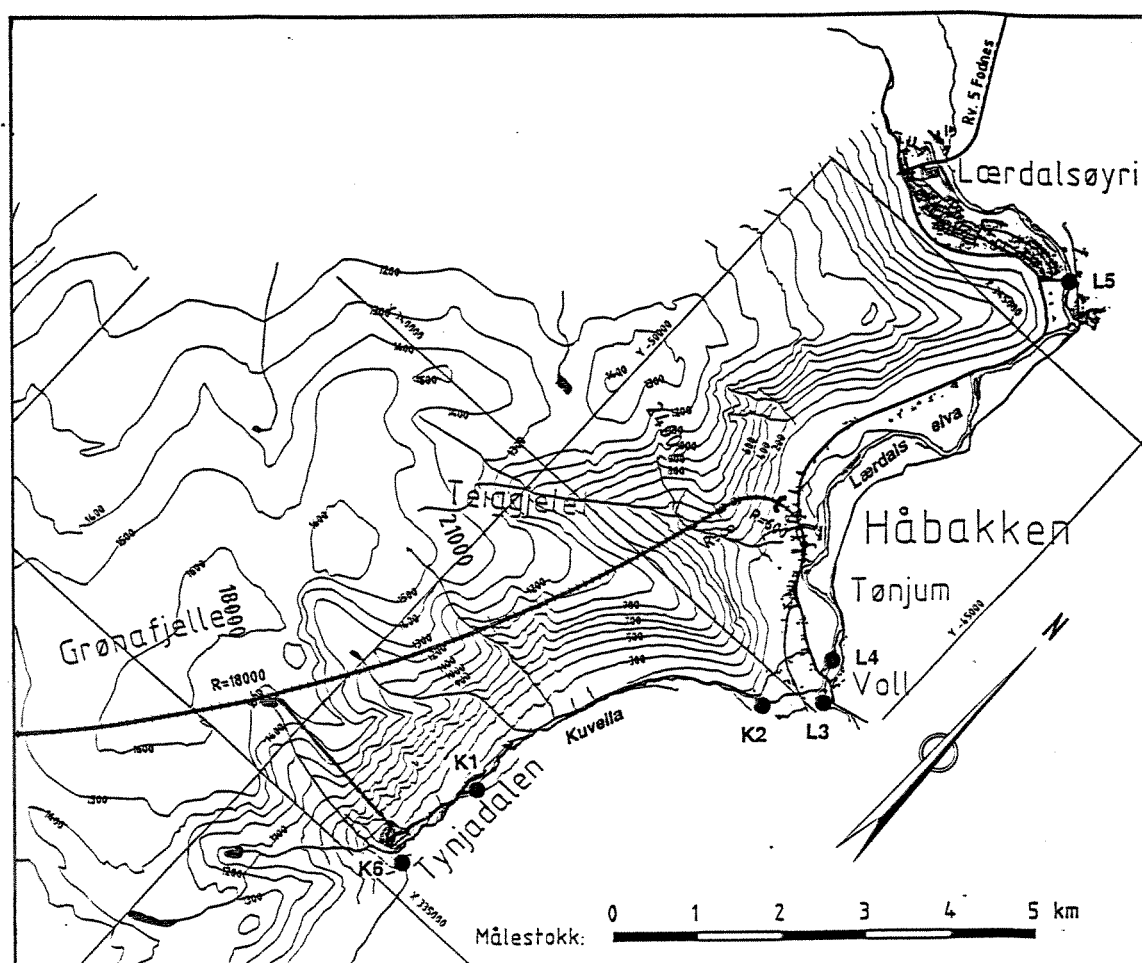
- Telling av gytefisk i den sjøaureførande delen av Kuvella om hausten.

2. Vasskvalitet

Lærdalselva var ei av i alt 18 sør-norske elver i Statleg program for forureiningsovervaking fram til 16. januar 1995, med Øvre Ljosne som fast prøvestasjon. Denne prøvestasjonen vart nedlagt 16. januar 1995. I perioden frå 30. november 1993 - 30. juni 1994, samt i mai og juni 1995 ble det teke parallelle prøver og analysar frå Øvre Ljosne, frå Lærdalselva nedstraums Kuvella og frå Kuvella ved Stamfiskbassenget omlag 2 gonger i månaden. Undersøkinga vart gjort for å sikra informasjon om vasskvaliteten i vassdragsavsnitt som kan bli påverka av anleggsverksemda i Tynjadalen. Resultata av denne undersøkinga er presentert av Bjerknes & Raddum (1994), vil bli nytta til å vurdere framtidige endringar i vasskvaliteten i vassdraga.

2.1 Stasjonsnett og metodar

Prøvetakingsstasjonane i vassdrag og brønner i 1997 er vist i Figur 1 og 2.



Figur 1. Stasjonar for vassprøver i 1997.

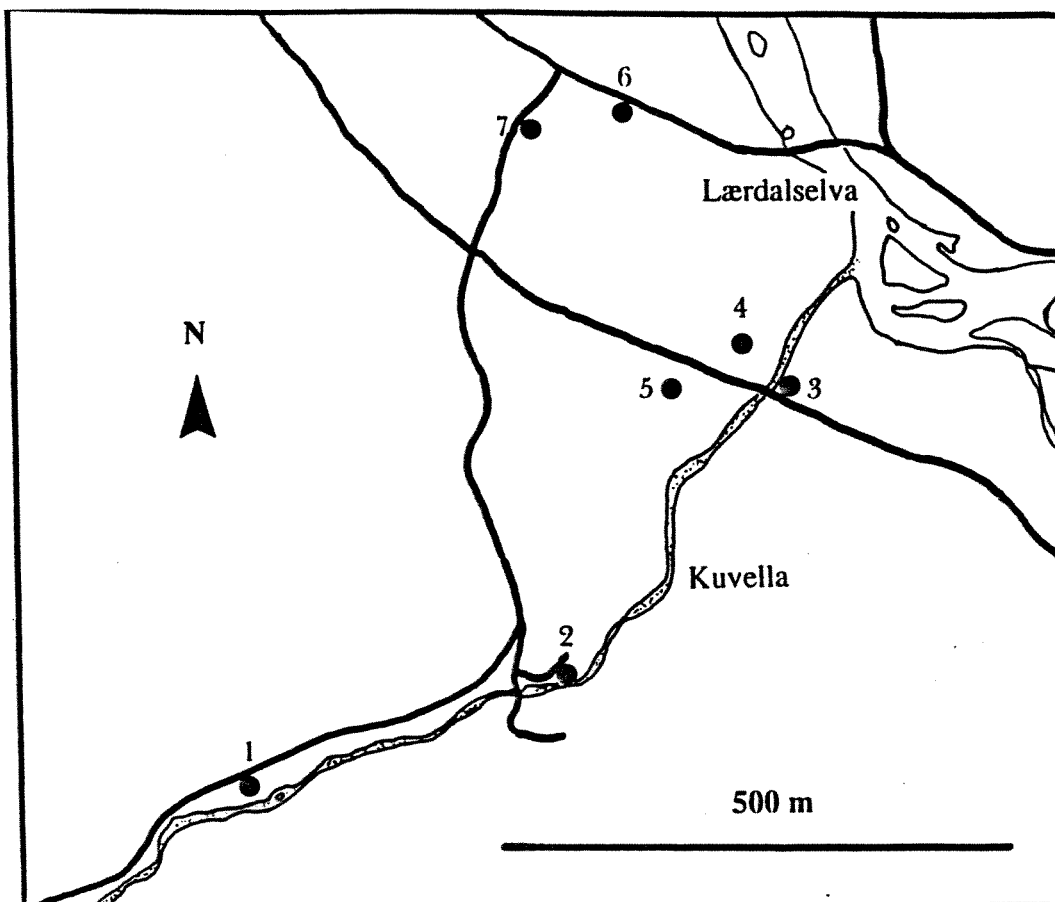
Alle vassprøver er sendt med post til NIVA's analyselaboratorium og analysert for følgende parametrar:

Analyse	Kode	Metode	Skildring
pH	pH	NS4720	pH, potensiometri
Turbiditet	TURB	NS4723	Nefelometri (FTU)
Farge	FARG	Standard Methods	Farge, membranfiltrert, spektrofotometrisk måling ved 410 nm (mg Pt/l)
Tørrstoff*	STS/L	Intern	Suspendert tørrstoff i resipientvatn, ferskvatn, 105°C, gravimetri (mg/l)
Gløderest*	SGR/L	Intern	Suspendert gløderest i resipientvatn, ferskvatn, 480°C, gravimetri
Ammonium	NH ₄ -N	Intern NS4776	Ammonium, autoanalysator (µg N/l)
Nitrat	NO ₃ -N	Intern NS4745	Summen av nitrat og nitritt, autoanalysator (µg N/l)
Nitrogen	TOT-N/L	Intern NS4743	Totalnitrogen, lav konsentrasjon, persulfatoppslutning, autoanalysator (µg/l)
Fosfor	TOT-P/L	Intern NS4725	Totalfosfor, lav konsentrasjon, persulfatoppslutning, autoanalysator (µg/l)
Totalt organisk carbon*	TOC	Intern	Totalt organisk karbon i ferskvann u/partikler, S208/UV-oksydasjon (mg/l)

*Berre prøver frå vassdraga

Prøver frå dei 6 vassdragsstasjonane er teke 1 gong i månaden, i dei 7 brønnane er det teke prøver 4 gonger i året (vinter, vår, sommar, haust). På desse tidspunkta er det og teke vassprøver på vassdragsstasjonane for bakteriologisk analyse ved Næringsmiddeltilsynet for Sogn. Parametrar, metodar og normer/krav for drikkevasskvalitet framgår av tabellen nedanfor.

Parametrar	Metode	Normer/krav (drikkevatt)
Totalantall bakteriar 20°C/ml	NS4791	<100
Koliforme bakteriar 37°C/100ml	NS4788	Ikkje påvisast
Termost. kol. bakt. filter/100 ml	NS4792	Ikkje påvisast



Figur 2. Lokalisering av drikkevassbrønner ved Tønjum som er nytta til prøveuttak i 1997.

Dei målte verdiane i vassførekomstane ligg til grunn for inndeling av vasskvaliteten i fem tilstandsklasser (SFT 1997). Systemet er noko endra i høve til tidligare på bakgrunn av "Forskrift om vannforsyning og drikkevann m.m." (Sosial- og helsedepartementet 1995). Utgangspunktet for klassifisering av egnethet for drikkevatt er krav til råvasskvalitet som er gjenstand for enkel vasshandsaming, dvs. siling, desinfisering og evt. pH-justering. Tabellen nedanfor syner klassifiseringskriterier for drikkevatt. Tabellen tek berre med parametarar som er nytta i denne rapporten. Systemet er noko forenkla i høve til tidligare ovarvakeringsrapporter, som nytta kriterier frå SFT (1992)

Verknader av:	Parametrar	Egnethetsklasser			
		1 Godt egna	2 Egna	3 Mindre egna	4 Ikkje egna
Næringssalter	Total-P ($\mu\text{g P/l}$)	<7	7-11	11-20	>20
Organiske stoffer	Fargetall (mg Pt/l)	<15	15-25	25-40	40-80
Fysisk-kjemiske parametrar	pH	7.5-8.5	6.5-8.5	<6.6/>8.5	-
	Turbiditet, FTU	<0.4	0.4-4	-	>4
Tarmbakterier	Termostabile koli. bakt., ant./100ml	0	0	-	>0

I vår vurdering av drikkevatt har vi nytta fosfor for vurdering av nærings salt, farge for vurdering av organisk stoff, pH for vurdering av forsurende stoff, turbiditet og suspendert tørrstoff for vurdering av partikulært materiale og termotabile tarmbakteriar for vurdering av tarmbakteriar.

Det nye vurderingssystemet (SFT 1997) tek ikkje omsyn til nitrogen. Sidan nitrogenhaldige stoff er rekna som viktig for vurdering av verknader av tunnel-drivinga og sigevatt frå deponiet, har vi nytta det gamle klassifiseringssystemet (SFT 1992) for vurdering av egnethet til sportsfiske i vassdraga. Dette systemet nyttar nitrogen i tillegg til fosfor.

Ei rekkje av desse parametrane syner tildels store naturlege variasjonar gjennom året, særleg i rennande vatn, på grunn av vekslende nedbør, temperatur, snøsmelting og vassføring.

Vi har derfor valt å gjera vurderinga i tre deler, utifrå medelverdi, medianverdi og maksimumsverdi. Medelverdien er uttrykk for årsgjennomsnittet, medan medianverdien kan seiast å uttrykka den tilstanden som opptrer mest vanleg i vassførekomsten. Maksimumsverdien viser tilstanden i dei mest ekstreme situasjonane, og vil ofte vera uttrykk for ein kortvarig tilstand eller episode. I vår bedømming er det viktig å vurdere om slike tilstandar skuldast naturgevegne tilhøve, eller om dei kan henga saman med anleggsverksemda.

I vurderingane er berre kjemisk og bakteriologisk vasskvalitet lagt til grunn. T.d. har registreringa av lakseparasitten *Gyrodactylis salaris* i Lærdalselva hausten 1996, og rotenonhandsaminga av vassdraget i 1997 ikkje hatt noko å seie for desse vurderingane.

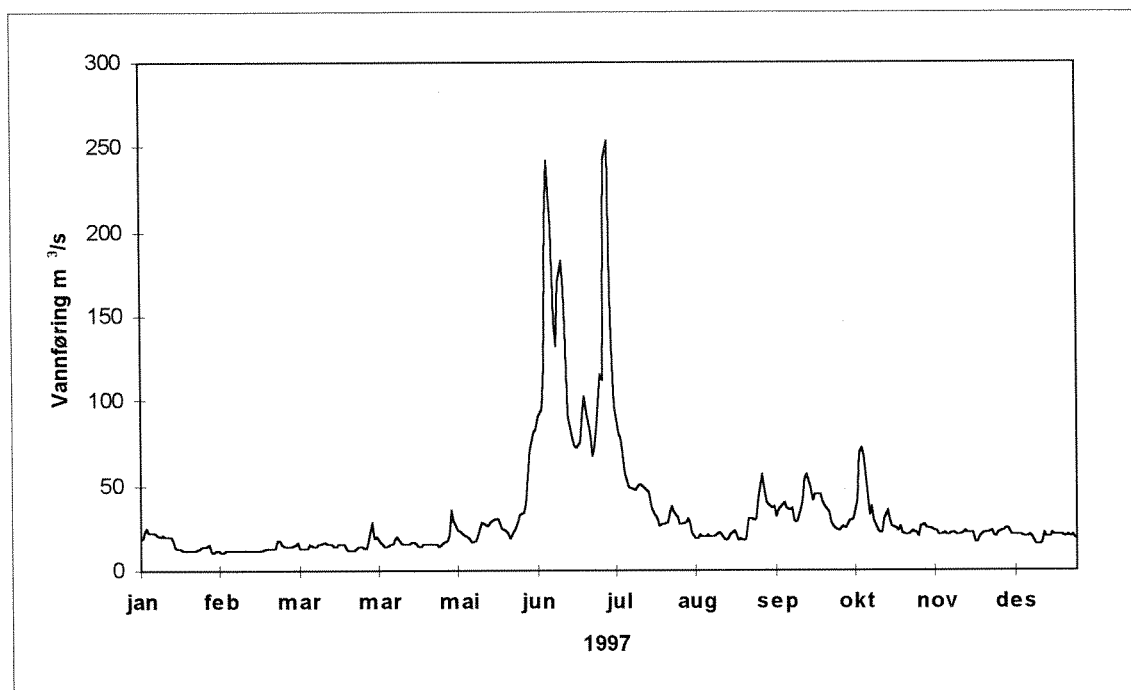
2.2 Resultat

2.2.1 Vassdrag

Analyseresultata (rådata) av månadlege vassprøver er presentert i Vedlegg A. Figur 3 viser vassføringa i Lærdalselva ved Stuvane. Figur 4 viser variasjonane i tørrstoff- og nærings saltkonsentrasjonar gjennom året i vassprøver frå Kuvella oppstraums (Stasjon K6) og nedstraums anleggsområdet (Stasjon K1), og i Lærdalselva oppstraums (Stasjon L3) og nedstraums Kuvella (Stasjon L4).

Både i Kuvella og i Lærdalselva aukar innhaldet av suspendert materiale og totalfosfor i samband med vårflaum (mai/juni), med høgast verdiar i Kuvella. Det siste heng først og fremst saman med kanaliseringarbeidet oppstraums Stasjon K1. Bortsett frå denne mellombels auken er konsentrasjonane av same storleik som før anleggsarbeidet starta (sjå Bjerknes & Raddum 1996). I Lærdalselva får vi ei auke i suspendert tørrstoff og nærings salt nedstraums Kuvella (Stasjon L4) i mai og juni, noko som er forventa ut frå Kuvella sitt bidrag.

I Tabell 1 nedanfor er resultatata bearbeidd og klassifisert etter SFT sitt klassifiseringssystem for miljøkvalitet (SFT 1992). Klassifiseringkjema for "egnethet for sportsfiske" er nytta.



Figur 3. Vassføring, m³/s (døgnmedel) i Lærdalselva ved Stuvane i 1997.

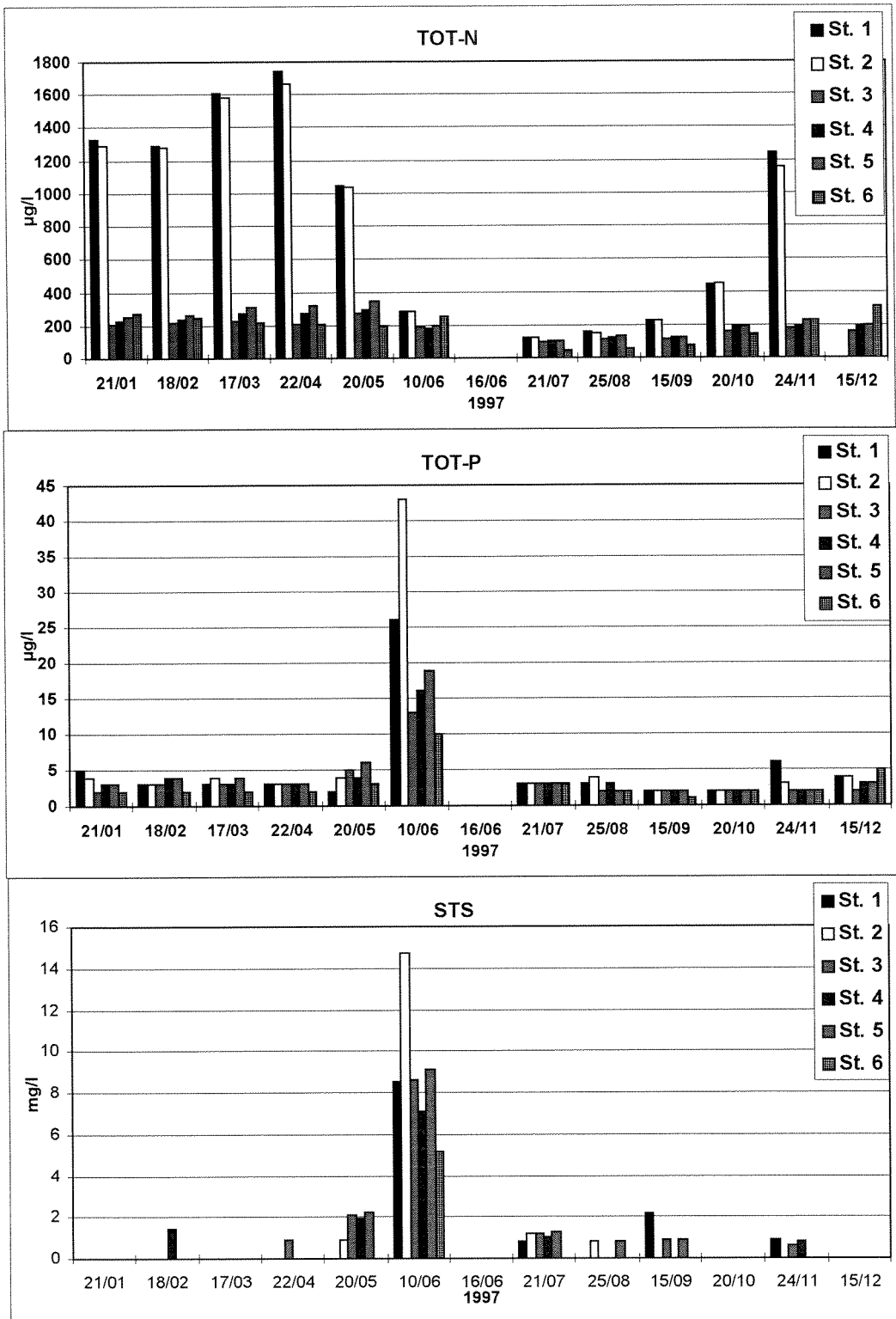
For stasjon K1 og K2 i Kuvella ligg verdiane av næringssalter (nitrogen og fosfor) høgare heile året enn på dei andre stasjonane. Verdiane i 1997 er i medel dobbelt så høge som i 1996. Tendensen til auke i nitrogenverdiane som starta hausten 1996 har holdt seg våren og hausten 1997, med ein forbigåande nedgang i sommartida (sjå vedleggstabellar). Auken skuldast først og fremst sprengstoffrestar i driftsvatn frå tunnelen. Medelforbruket av vatn er 100-150 l/min, med ein nitrogenkonsentrasjon i storleiksorden 200 mg/l (Jon Kvåle, Statens Vegvesen, pers. komm.). Driftsvatnet blir reinsa for partikulært materiale, men ikkje for nitrogen. Nedgangen i nitrogenkonsentrasjon i Kuvella om sommaren heng saman med auka fortytning grunna høg sommarvassføring (snøsmelting).

Fosforinnhaldet i Kuvella aukar med aukande partikkelinnhald og vassføring, noko som tyder på erosjon i samband med flaum. Kanaliseringsarbeid ved deponiområdet har truleg ført til ei auka erosjon. Det er ikkje nokon tilsvarande klar parallell mellom aukande partikkelinnhald og aukande nitrogenverdier, slik ein skulle forventa dersom partiklane stamma frå sprengstein frå deponiet.

Maksimumsverdiane både i næringssalt- og partikkelinnhald kommer i samband med høg vassføring/flaum både i Kuvella oppstraums deponiet og i Lærdalselva oppstraums Kuvella, og er uttrykk for naturlege variasjonar, medan maksimumsverdiane frå Stasjon K1 og K2 nedstraums kanaliseringsområdet i Kuvella, er påverka av kanaliseringa, og ligg over det som kan tolkast som naturlege variasjonar.

Tabell 1. *Klassifisering av vasskvalitet med omsyn til sportsfiske. Tallverdiane uttrykker egnethet (sjå forklaring i kapittel 2.1). Kodane (K1-K6 og L3-L5) refererer til stasjonane i Figur 1.*

Stasjon	K6	K1	K2	L3	L4	L5
Næringsalter						
• Medel	1	3	4	1	1	1
• Median	1	4	4	1	1	1
• Maksimum	1	4	4	2	2	2
Organisk stoff						
• Medel	1	1	1	1	1	1
• Median	1	1	1	1	1	1
• Maksimum	1	3	1	1	2	1
Forsurande stoff						
• Medel	1	1	1	1	1	1
• Median	1	1	1	1	1	1
• Maksimum	1	1	1	1	1	1
Partikulært materiale						
• Medel	1	3	1	1	1	1
• Median	1	1	1	1	1	1
• Maksimum	2	3	4	3	3	3
Tarmbakterier						
• Medel	1	1	1	1	1	1
• Median	1	1	1	1	1	1
• Maksimum	1	1	1	1	1	1



Figur 4. Tørrstoff- (STS) og næringssaltkonsentrasjonar (TOTN og TOTP). Stasjon K6, Kuvella oppstraums deponi/anleggsområde. Stasjon K1, Kuvella nedstraums deponi/anleggsområde. Stasjon L3, Lærdalselva oppstraums Kuvella. Stasjon L4, Lærdalselva nedstraums Kuvella.

2.2.2 Drikkevassbrønner ved Tønjum

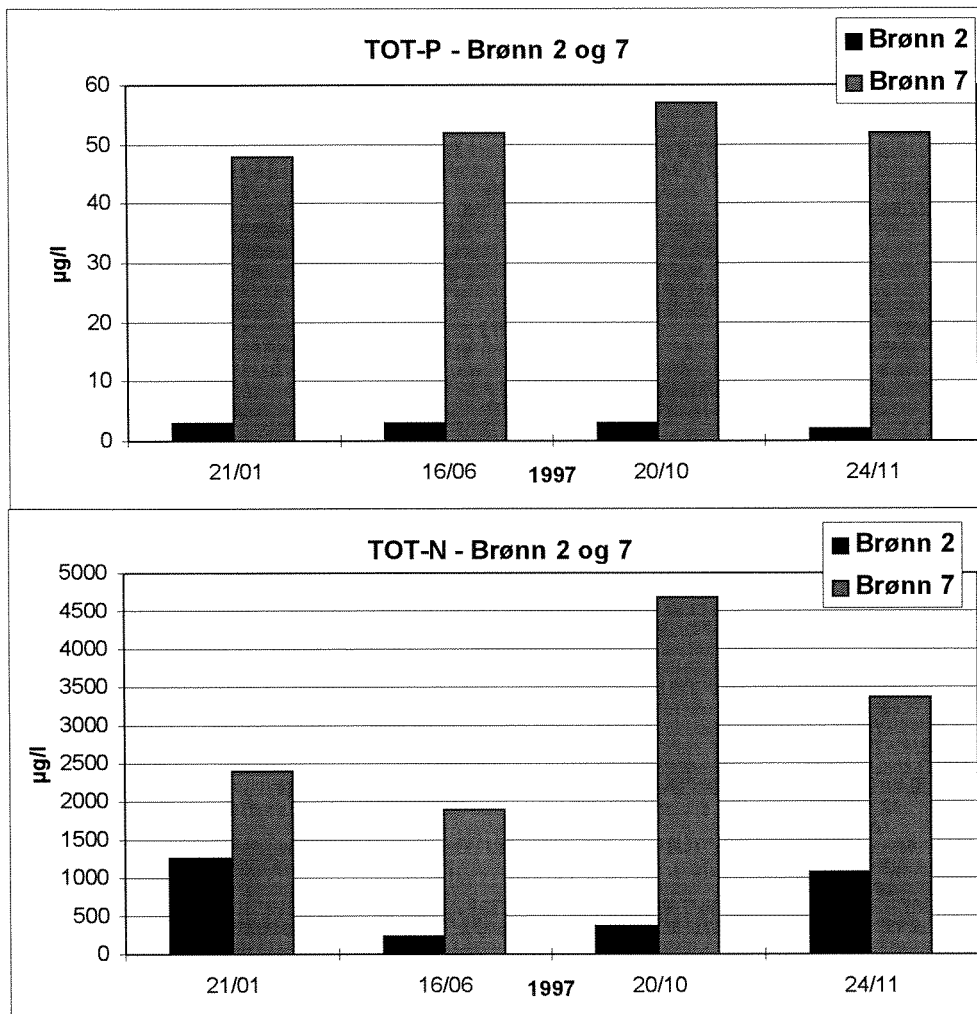
Ei fysisk skildring av kvar einskild brønn er gitt av Bjerknes & Raddum (1994). Nedanfor følgjer ei bedømming av vasskvalitet, tilstand og egnethet som drikkevatt basert på overvakinga i 1997.

Det er tatt ut vassprøver frå 7 drikkevassbrønner på Tønjum i 1997. Dette er dei same brønnane som vart nytta ved dei innleiande undersøkingane og i overvakinga i 1996 (sjå Figur 2). Det er teke ialt 4 prøver av kvar brønn, fordelt på vinter, vår, sommar og haust. Analyseprogrammet er primært innretta mot mogelege påverknader frå anleggsarbeidet, dvs. partikulært materiale og nitrogenhaldige stoff (Total Nitrogen). I tillegg er prøvene analysert for pH, totalfosfor og bakteriar. Resultata av årets undersøking er gjengjeve i vedlegg. I tabell 2 nedanfor er analyseresultata klassifisert etter SFT (1997) sitt klassifiseringssystem for drikkevatt. For nitrogen har vi nytta gamalt klassifiseringssystem (SFT 1992).

Tabell 2. *Klassifisering av egnethet for bruk til drikkevatt (sjå forklaring i kapittel 2.1). Kodane (B1...B7) refererer til brønnane i Figur 4.*

Brønn	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
Total nitrogen							
• Medel	4	4	4	4	4	4	4
• Median	4	4	4	4	4	4	4
• Maksimum	4	4	4	4	4	4	4
Total fosfor							
• Medel	1	1	3	1	1	4	4
• Median	1	1	3	1	1	4	4
• Maksimum	1	1	3	1	1	4	4
Farge							
• Medel	1	1	1	1	1	1	1
• Median	1	1	1	1	1	1	1
• Maksimum	1	1	1	1	1	1	1
Forsurande stoff							
• Medel	2	2	3	2	2	3	3
• Median	2	2	3	2	2	3	3
• Maksimum	2	2	3	2	1	3	3
Partikulært materiale							
• Medel	2	2	2	2	2	1	2
• Median	1	1	2	2	1	1	2
• Maksimum	2	2	2	2	2	1	2
Tarmbakterier							
• Medel	1	1	1	1	1	1	1
• Median	1	1	1	1	1	1	1
• Maksimum	1	1	1	1	1	1	1

Figur 5 gjev ei samanlikning av næringssaltinnhaldet (TOT-N og TOT-P) i to av brønnane til ulike årstider og vassføringar (jfr. Figur 3).



Figur 5. Samanlikning av nitrogen- og fosforinnhald i to av dei undersøkte brønnane (B2 og B7).

Forskjellane i næringssaltinnhald (N og P) mellom brønnane er dei same som registrert tidlegare (Bjerknes & Raddum 1996; 1997), men nivåa er i medel noko høgare i samtlege brønner i 1997 samanlikna med tidlegare registreringar. T.d. er medelverdien for total nitrogen i Brønn 7 på 3085 µg/l i 1997 mot 2206 µg/l i 1996. Svingingane i brønnverdiene følgjer svingingane i Kuvella sine nitrogenverdiar.

Nitrogeninnhaldet i grunnvatn i upåverka lende ligg normalt på 100-200 µg/l, medan fosforinnhaldet normalt er <5 µg/l. Verdiene i dei undersøkte brønnane, særleg ved låg vassføring, er mest sannsynleg uttrykk for kraftig jordbrukspåverknad. Drikkevassforskriftene (Sosial- og helsedepartementet 1995) sett ei øvre grense for nitrat på 10 mg/l, medan direkte helseskadelege verdiar ligg 4-5 gonger over dette. Verdiene i nokre av dei undersøkte brønnane låg i 1997 tett oppunder under største tilrådde konsentrasjon av nitrogen (sjå vedleggstabell). Tillegget i nitrogenkonsentrasjon i 1997 kan skuldast auka konsentrasjon i elvevatnet.

Ifølge SIFF (1987) er det ikkje uvanleg å finne svært høge nitratverdiar i grunne drikkevassbrønner i jordbruksområder (opptil omlag 60 mg NO₃-N/l). Ein reknar med at nitratinnhaldet i slike brønner skuldast gjødsling av dyrka mark. Verdiane var høge både før og etter at anleggsarbeidet i Tynjadalen vart sett igang, men altså med ein klar auke i 1997. Den bakteriologiske tilstanden i brønnane er god, og det ser ikkje ut at dei høge næringssaltverdiene medfører auke i talet på tarmbakteriar i drikkevannet.

Maksimalverdien av partikulært materiale (turbiditet) auka i 1997, og vart registrert i prøvene frå oktober. Dette kan ha samanheng med regnver og flaum etter ein lang tørkesommar.

2.3 Vurdering

Kanaliseringa av Kuvella ved deponiområdet var truleg hovudårsak til høgare verdiar av tørrstoff og fosfor under vårflaum i 1996 og -97 enn vanleg. Nitrogeverdiane i Kuvella er høgare enn før anleggsarbeidet starta. Desse verdiane går ned i samband med flaum. Driftsvatn frå tunnelen er sannsynlegvis ein sterkare årsak enn sigevatn frå deponiet.

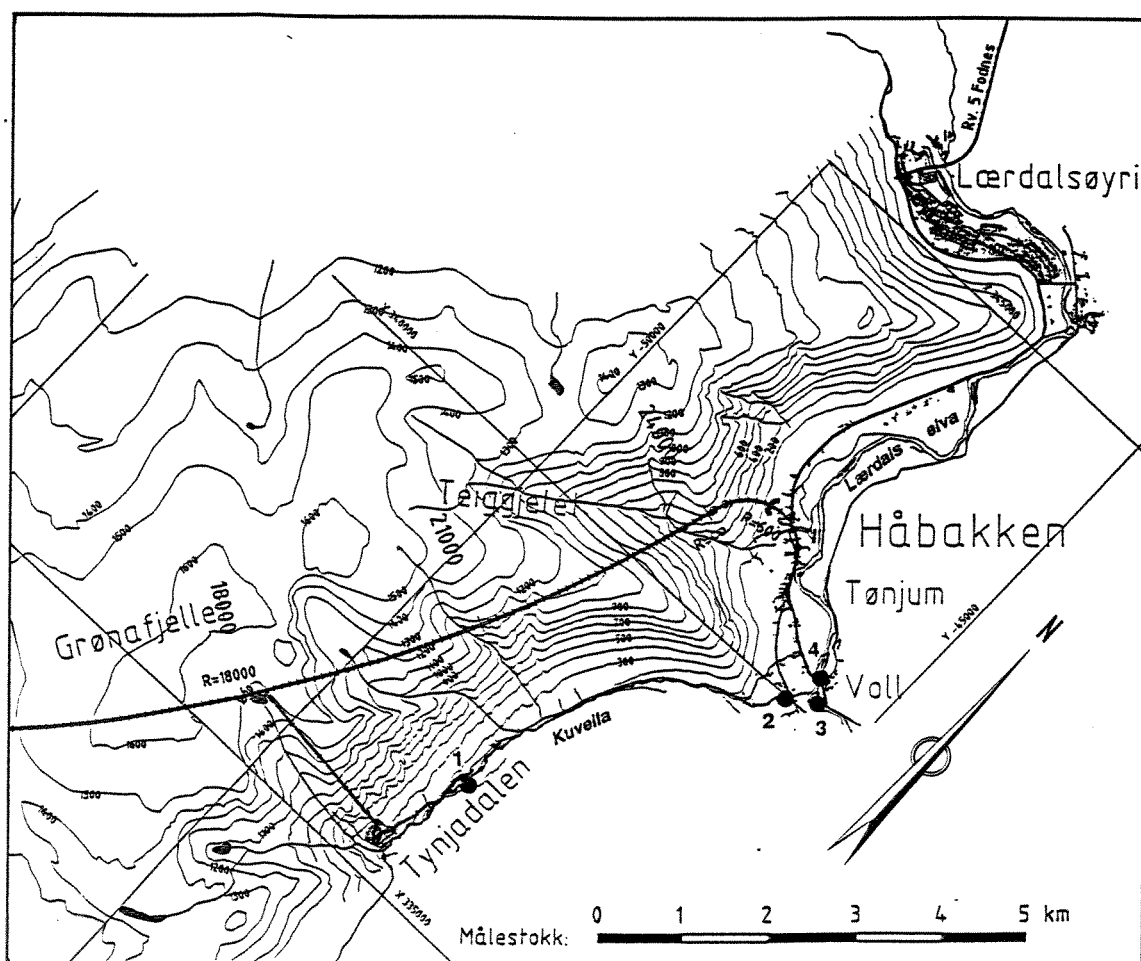
Drikkevassbrønnane ved Tønjum hadde eit jamt over høgare nitrogeninnhald i 1997 enn i 1996. Nitrogeninnhaldet er mest sannsynleg uttrykk for ein kombinasjon av høgt innhald i Kuvella og ein etter måten kraftig påverknad frå jordbruk, med det siste som viktigaste årsak (Bjerknes & Raddum 1996). Høgt fosforinnhald i enkelte brønner peiker i same retning. Fosfornivået i 1997 var omlag som tidlegare år. Bakterielt sett er drikkevannet tilfredsstillande.

3. Botndyr

3.1 Materiale og metodar

3.1.1 Stasjonsnett

I 1993 vart det oppretta 4 kvantitative innsamlingsstasjonar for botndyr, 2 i Kuvella og 2 i Lærdalselva, med føremål å studere mogelege langtidsverknader av anleggsdrifta og deponiet av tunnelmassen i Tynjadalen, sjå Bjerknes og Raddum (1994). Plasseringa av stasjonane er vist på figur 6. Stasjonane 1, 2 og 4 kan bli påverka av aktiviteten i Tynjadalen, medan stasjon 3 vil vera upåverka av denne aktiviteten. Det vart utført kvantitativ innsamling av botndyr i midten av juni i 1997. For nærare stasjon- og områdeskildring, sjå Bjerknes og Raddum (sitert over).



Figur 6. Botndyrstasjonar i Kuvella og Lærdalselva.

Under innsamlinga var vassføringa høg i Kuvella, men innsamlinga kunne gjennomførast. Tilhøva i 1997 var ikkje særleg ulik frå tidlegare års innsamlingar, og prøvane er derfor samanliknbare med omsyn til vassføring. Tidspunktet for innsamling i 1997 og 1996 var nær identiske, høvesvis 16. og 13. juni, og følgjeleg heilt samanliknbare med omsyn til tid.

Resultata for 1997 vil truleg temporært vera påverka av rotenonhandsaminga av Lærdalsvassdraget som vart utført i første veke av april. Ei slik handsaming kan sjåast på som ei akutt "katastrofe" for deler av botnfaunaen. Materialet innsamla ca. 2 månader etter rotenonhandsaminga vil gje ein peikepinn på kor raskt ulike deler av faunaen vil bli reetablert. Dei spesifikke effektane av rotenonhandsaminga blir undersøkt i eit eige prosjekt med stasjonar over heile den handsama strekninga. Med dette kan ein skilja effektane av rotenon frå mogelege effektar av anleggsverksemd. Stasjon 1 vart etter våre opplysningar ikkje utsett for rotenon, men den har fått endra karakter grunna kanalisering/elveforbygning i 1995/96. Dette har auka straumfarta på stasjonen og generelt forringa habitat for botndyr. Vidare har dette ført til at innsamlingstilhøva er forverra. Det kan derfor vera aktuelt å flytte stasjonen dersom vi finn eit betre innsamlingsområde.

Botnsubstratet på innsamlingsstadane var satt saman av stein med varierende storleik. Mellom steinane førekom sand og grus. Elvebotnen på stasjon 1, 2 og 4 hadde lite eller ingen påvekst av algar og mose, medan stasjon 3 har noko mose.

3.1.2 Metodikk

På kvar botnprøvestasjon vart det teke 5 kvantitative botnprøver med Surber samplers. Maskevidda i silposa var 0,25 mm. Prøvene vart fikserte på 70 % alkohol. Sortering og artsbestemming vart utført under binokular i laboratoriet.

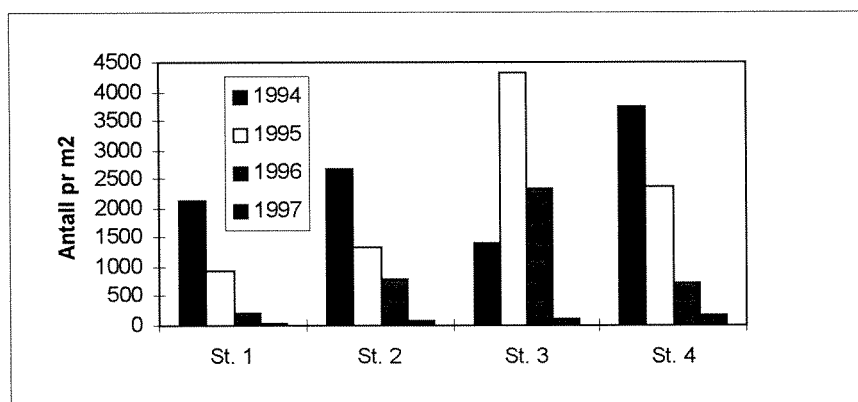
3.2 Resultat og vurdering

Vedleggs-tabellene 1 - 4 viser det innsamla botndyrmaterialet for 1997. Påviste grupper/arter er ført opp med angjeving av totalt antall individ innsamla, minimum, maksimum, gjennomsnittleg antal pr prøve og tettheit pr m². Lågaste og høgaste antall arter/grupper vart funnet på st. 1 og 3 med høvesvis 18 og 24. Antalet er tilnærma likt det som ble funnet både i 1995 og 1996, men noko mindre enn i 1994. Det høgare antalet i 1994 tilskrivas at innsamlinga den gongen vart gjort i mai.

Flatmarken *Crenobia alpina* vart påvist på samtlege stasjonar, men førekomstane var låge på alle lokalitetane på linje med registreringane i 1996. Som nemnt i tidlegare rapportar er *C. alpina* ei alpin form knytta til reint og kaldt vatn, gjerne kjelder. Den har ei typisk klumpvis fordeling og førekjem frå 0 til eit titals individ pr prøve. Arten vart funnet i omtrent same mengder på stasjonar med og utan rotenonhandsaming. Kanaliseringa på stasjon 1 har tidlegare blitt antyda som ei mogeleg årsak til at arten bare vart påvist sporadisk her i 1996, medan stasjonen hadde mest flatmark i 1995 (Bjerknes & Raddum 1997). Det låge antalet påvist på denne stasjonen i 1997 peiker i same retning. Dei øvrige stasjonane har vore rotenonhandsama. Til tross for dette er førekomstane av *C. alpina* ikkje påfallande ulik frå resultata i 1996.

I Kuvella vart døgnflugene *Baetis rhodani* og *Ameletus inopinatus* påvist på stasjon 1, medan berre *B. rhodani* vart funnen på stasjon 2, slik situasjonen var i 1996. I Lærdalselva vart begge artane registrert på stasjon 3 og 4, i tillegg til arten *Ephemerella aurivilli* og *Siphonurus* sp. Sistnemnde slekt er ikkje påvist tidlegare under denne overvakinga. Det er kjent at *E. aurivilli* tåler rotenon (Arnekleiv m. fl. 1997) slik at registreringa av denne arten ikkje var uventa. Dei andre artane har ulik følsemd med

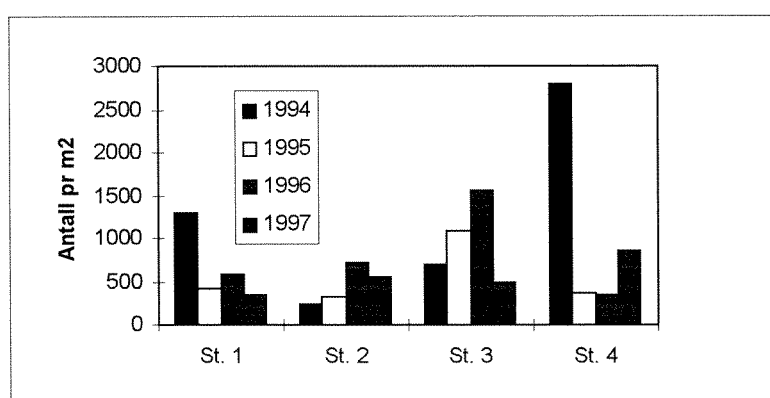
omsyn til rotenon, der *B. rhodani* truleg er den mest følsame. På denne bakgrunn var det overraskande at det var fleire arter døgnfluger i 1997 enn i 1996. Likevel var tettleiken av *B. rhodani* den lågaste som er registrert, sjå figur 7. Samanlikna med 1996 var det prosentvis størst nedgang på stasjon 3. Resultata tyder på at rotenonhandsaminga har hatt betydeleg effekt på tettleiken av *B. rhodani*, men at arten ikkje vart slegen heilt ut. Det er uvisst kor lang tid det vil ta før balansen i populasjonane er reetablert. Detaljerte undersøkingar av dette er som nemnt satt igang.



Figur 7. Tettleik av *B. rhodani* på dei ulike stasjonane i perioden 1994 - 1997.

A. inopinatus er vanlegast i alpine biotoper, medan *E. aurivilli* først og fremst finnast i lågareliggande deler av større elver. Undersøkingane i samband med rotenonhandsaminga har likevel påvist sistnemnde art opp til Borlaug. I samband med dette er det og blitt registrert nokre individ av arten *Heptagenia derlecalica*, men ikkje på stasjon 3 og 4. Slekta *Heptagenia* har tidlegare blitt registrert i vassdraget, medan slekta *Siphonurus* ikkje er rapportert tidlegare i Lærdal. Det er vanskeleg å seie om dette skuldast tilhøve knytta til rotenonhandsaminga, eller om det skuldast eit tilfelle.

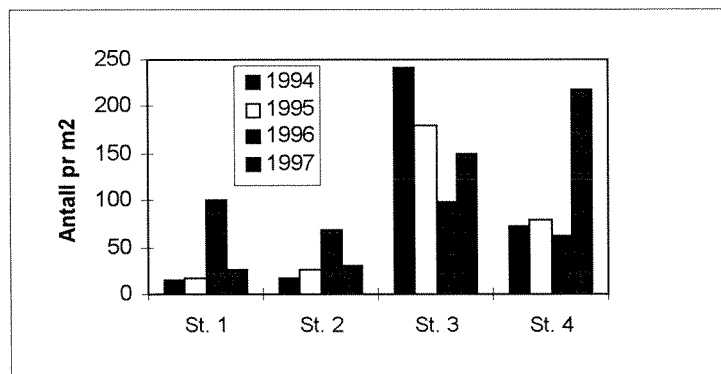
Det vart registrert 10 arter av steinfluger i 1997 mot 9 i 1996. Forskjellen er ubetydeleg. Tettleiken av steinfluger var heller ikkje vesentleg forskjellig mellom dei to åra med unntak av stasjon 3, der antalet var redusert, sjå figur 8. Den vanlegaste arten på stasjon 1, 2 og 4 var *Brachyptera risi*. Av ein uforklarleg grunn mangla denne arten på stasjon 3 både i 1996 og 1997. Med unntak av *Amphinemura borealis* vart det registrert forholdsvis låge tettleiker av dei andre artene. Størst førekomst av desse hadde *Leuctra fusca* på stasjon 3. Dei større formene av steinfluger som *Isoperla sp.* og *Diura nanseni* hadde ein låg førekomst, lik tidlegare år.



Figur 8. Tettleik av steinfluger på dei ulike stasjonane i perioden 1994 - 1997.

Steinfluger er karakterarter for bekker og elver med grovt botnsubstrat og næringsfattig vatn. Dei er følsame for organisk forureining. Det er uvisst kva effekt rotenonhandsaminga har hatt sidan stasjon 3 fekk tydeleg redusert tettleik, medan stasjon 4 hadde auka tettleik. Nedgangen på stasjon 3 skuldast redusert førekomst av *A. borealis*, medan auken på stasjon 4 skuldast auka tettleik av *B. risi*. Det er heller ingen teikn til at aktiviteten i Tynjadalen så langt har påverka steinflugene.

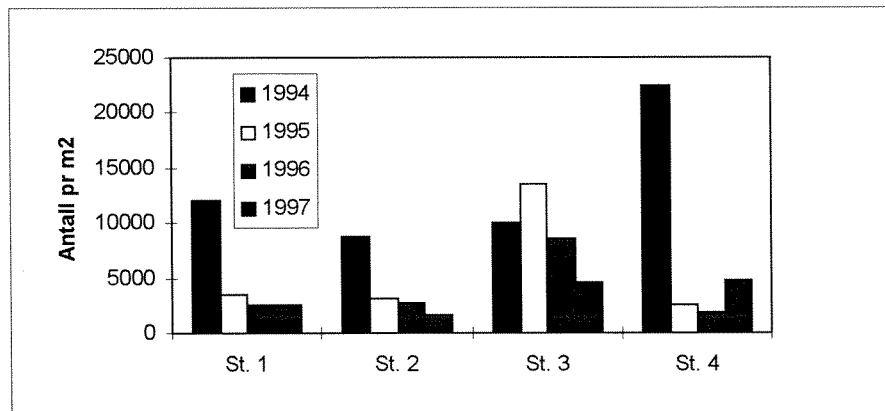
Vårflugene var representert med 4 arter/grupper i 1997 mot 5 året før. Dette skuldast at *Glossosoma sp.* ikkje vart funnen i 1997, ein art som vart registrert berre på stasjon 4 i 1996. Ein annan art som er registrert tidlegare, men mangla både i 1996 og 1997, er *Plectrocnemia conspersa*. Det kan førebels ikkje trekkast nokon konklusjonar om årsaka til at relativt sjeldne arter i undersøkelsesområdet manglar. *Rhyacophila nubila* var den vanlegaste arten både i Kuvella og Lærdalselva. Undersøkingar i andre vassdrag tyder på at tettleiken av *R. nubila* blir redusert ved rotenonhandsaming (Arnekleiv m. fl. 1997). Våre registreringar tyder på at ulike stadium har ulik følsemd sidan larver i stadium 1 - IV syntest å mangle. Vidare var slekta *Apatania* registrert i omlag same antal som tidlegare.



Figur 9. Tettleik av vårfluger på dei ulike stasjonane i perioden 1994 - 1997.

Figur 9 viser førekomsten av vårfluger. Tettleiken på stasjon 1 og 2 var lågare enn i 1996, medan førekomsten var høgare på stasjon 3 og 4. Tettleiken på sistnemnde stasjon er den høgaste som er registrert til no på denne lokaliteten. Vårflugene har forholdsvis store larver og er derfor viktig fiskeføde. Auka førekomst av store larver i Lærdalselva kan ha samanheng med redusert predasjon sidan elva vart tom for fisk i april, omlag 2 månader før innsamling.

Blant ubestemte grupper dominerte fjærmyggjarvene (Chironomidae). Tettleiken av fjærmygg varierte mellom 1639 og 4688 ind. pr m (stasjon 2 og 4) i 1997 (Figur 9). Førekomsten vart nær halvert på stasjon 3, men fordobla seg på stasjon 4. Endringane er mindre på dei andre stasjonane. Tettleikene er likevel generelt låge, med forholdsvis små forskjellar mellom stasjonane. Betydninga av rotenonhandsaminga er ikkje klarlagt, men det vart observert både døde og levande larver under sjølve handsaminga. Kva arter som er sårbare vil bli klarlagt i eit eige prosjekt.



Figur 9. Tettleik av fjærmygg på dei ulike stasjonane i perioden 1994 - 1997.

Det var og forholdsvis høg tettleik av fåbørstemark (*Oligochaeta*) og knottlarver (*Simulidae*).

Fåbørstemark forekom med høgaste og lågaste tettleiker på høvesvis 979 - 136 ind. pr m². For knott var det tilsvarende 717 - til 2048 ind. pr m². Det vart observert stor dødelighet på fåbørstemark under rotenonhandsaminga. Det var derfor uventa mykje fåbørstemark som vart påvist. Knott kan derimot ha vore i et inaktivt stadium under handsaminga, og kan av den grunn ha blitt skåna for rotenon. Vannmidd vart og påvist med forholdsvis høge tettleiker. Blant invertebratane ført under gruppa diverse, er det førebels ingen som peiker seg ut med omsyn til skade, korkje grunna rotenon eller aktiviteten i Tynjadalen. Det må takast atterhald om artsforskjellar innan gruppene og effektar av redusert predasjon.

3.3 Vurdering

Aktiviteten i Tynjadalen synast ikkje å ha påverka botnfaunaen målbart i undersøkingsområdet. Rotenonhandsaminga av vassdraget har generelt ført til små målbare endringar i botnfaunaen. Samfunna var truleg i ein ustabil fase med omsyn på balansen mellom artane. Resultata tyder på rask rekolonisering av følsam fauna. Når nye fiskeungar veks opp i elva, trur vi at den naturlege balansen blir oppretta raskt slik at effekten av rotenon blir viska ut.

4. Telling av gytefisk i Kuvella

Telling av gytefisk skjer ved observasjon frå begge elvebredder med polaroide briller og kikkert. Kuvella er ei typisk sjøaureelv, og det går ikkje laks opp for å gyte i denne sideelva (Torkjell Grimelid pers. medd.). Telling av gyteferdig sjøaure i nedre del av Kuvella vart gjort 21. oktober 1997, og det vart registrert ialt 6 gytefisk av sjøaure. I tidlegare år har talet variert frå 18 til 51 gytarar (Bjerknes & Raddum 1997). Det låge talet på gytarar hausten 1997 reflekterer resultatane av rotenonhandsamingane tidlegare på året.

5. Referansar

- Arnekleiv, J.V., D. Dolmen, K. Aagaard, T. Bongard og O. Hanssen, 1997. Rotenonbehandlingens effekt på bunndyr i Rauma- og Hensvassdraget, Møre & Romsdal. Vitenskapsmuseet Rapp. Zool. Ser. 1997, 8: 1-48.
- Bjerknes, V. & Raddum, G.G. 1994. E16. Tunnel Aurland - Lærdal. Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella. NIVA rapport nr. 3147, 33 s.
- Bjerknes, V. & Raddum, G.G. 1996. E16. Tunnel Aurland-Lærdal. Forhåndsregistrering av vannkvalitet, bunndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella. Del II. NIVA rapport nr. 3398-96, 16 s.
- Bjerknes, V. & Raddum, G. G. 1997. E16. Tunnel Aurland-Lærdal. Overvaking av vasskvalitet, botndyr og fisk i Lærdalselva og Kuvella i 1996. NIVA rapport nr. 3612-97, 27 s.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. Life cycle and drift of *Glossosoma intermedia* (Trichoptera: Glossosomatidae) in Western Norway. (Verh. Internat. Verein. Limnol., i trykk).
- Lillehammer, A. & 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 pp.
- Raddum, G.G. 1974. Benthos i Lærdalselva. Lab. for ferskv. økol. og innlandsf., Zool. mus., Univ. i Bergen. Rapport nr. 11. 80pp.
- SFT 1992. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Kortversjon. SFT-veiledning nr. 92:06, 31 s.
- SFT 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. Veiledning 97:04, 31 s.
- SIFF 1987. Kvalitetsnormer for drikkevann. Statens Institutt for Folkehelse. G2. 72 s.
- Sosial- og helsedepartementet 1995. Forskrift for vannforsyning og drikkevann m.m. Forskrift nr. I-/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. 8pp.

Vedlegg A. Analysedata vasskjemi og bakteriologi

Der analyseresultatet ligg under deteksjonsgrensa for vedkommande analyse har ein nytta deteksjonsgrensa som verdi ved statistisk utrekning.

Stasjon 1 Kuvella

Kuvella og Lærdalselva 1997																	
Dato	Stasjon	pH	TURB	SGR	STS	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOC	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	V.TEMP	L.TEMP	VANNF.
2101	1	6.83	0.15	<0.8	<0.8	0.58	5	1325	<5	1295	0.23	72	0	0	2.6	-1	NORM.
1802	1	6.93		<0.8	<0.8	6.53	3	1290	<5	1260	0.23				2.4	0	NORM.
1703	1	6.79	0.15	<0.8	<0.8	3.84	3	1610	<5	1580	0.38				3.2	2	NORM.
2204	1	7.06	0.13	<0.8	<0.8	2.3	3	1740	<5	1660	0.38				2.8	0	NORM.
2005	1	6.87	0.23	<0.8	<0.8	4.8	2	1050	<5	1050	0.76				3	7.6	NORM.
1006	1	6.66	M*	6.36	8.55	6.14	26	280	<5	225	0.72	180	2	0	3.4	9	HØY
1606															3.2	9	HØY
2107	1	6.87	-	<0.8	0.8	1.92	3	122	<5	98	0.24				8.4	22	NORM.
2508	1	6.11	0.15	<0.8	<0.8	2.3	3	160	<5	137	0.31				7.9	11.3	LAV
1509	1	6.76	0.1	1.43	2.14	51.8	2	225	3	195	0.38				5.9	10.3	NORM
2010	1	6.63	0.09	<0.8	<0.8	2.3	2	440	<5	410	0.31	170	1	1	2.6	3	HØY
2411	1	6.87	0.23	<0.8	0.91	3.65	6	1240	7	1170	0.33	162	0	0	3.6	-5.2	LAV
1512	1	6.84	0.28	<0.8	<0.8	1.54	4		<5	1710	0.5	146	0.75	0.25	3.2	-2.6	M. LAV
MIDDEL		6.768333	0.167778			7.308333	5.166667	862		899.1667	0.3975						
STD		0.236637	0.064571			14.12931	6.671968	622.0249		639.2638	0.17777	49.87986	0.957427	0.5			
MEDIAN		6.835	0.15			2.975	3	1050		1110	0.355	166	0.5	0			
MAX		7.06	0.28	6.36	8.55	51.8	26	1740	7	1710	0.76	180	2	1			
MIN		6.11	0.09	<0.8	<0.8	0.58	2	122	<5	98	0.23	72	0	0			

Stasjon 2 Kuvella

KUVELLA OG LÆRDALSELVA 1997																		
DATO	STASJON	pH	TURB	SGR	STS	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOC	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	V.TEMP	L.TEMP	VANNF.	MERKN.
2101	2	6.99		<0.8	<0.8	0.58	4	1295	<5	1270	0.25	192	0	0	2	-1	NORM.	
1802	2	7.03		<0.8	<0.8	1.92	3	1280	<5	1255	0.22				1.4	0	NORM.	
1703	2	6.88	0.15	<0.8	<0.8	2.5	4	1580	<5	1580	0.56				1.6	-2.4	NORM.	
2204	2	7.15	0.18	<0.8	<0.8	2.88	3	1665	<5	1550	0.73				2.4	1	NORM.	
2005	2	6.93	0.23	<0.8	0.89	5.18	4	1040	<5	980	1.1				3.8	8.2	NORM	
1006	2	6.72	M	13	14.7	5.57	43	280	<5	225	0.58	290	2	2	4	9	HØY	GRÅ
1606															3.4	9.2	HØY	
2107	2	6.76		0.8	1.2	1.54	3	122	<5	93	0.24				9	24.2	NORM.	
2508	2	6.2	0.13	<0.8	0.83	<1	4	149	<5	132	0.27				8.3	13	LAV	
1509	2	6.75	0.12	<0.8	<0.8	3.84	2	225	<5	190	0.32				5.9	10	NORM.	
2010	2	6.74	0.11	<0.8	<0.8	1.54	2	455	<5	430	0.4	200	0	0	3.1	3	HØY	
2411	2	7.03	0.1	<0.8	<0.8	1.34	3	1160	<5	1115	0.43	200	0	0	1.7	-5.1	LAV	
1512	2	7.02	0.42	<0.8	<0.8	1.54	4		5	1575	0.76				1	-2.4	M. LAV	
middel		6.85	0.18			2.584545	6.583333	841		866.25	0.488333	220.5	0.5	0.5				
std		0.248669	0.098995			1.631008	11.49275	600.3577		607.8355	0.269269	46.48656	1	1				
median		6.905	0.14			1.92	3.5	1040		1047.5	0.415	200	0	0				
max		7.15	0.42	13	14.7	5.57	43	1665	5	1580	1.1	290	2	2				
min		6.2	0.1	<0.8	<0.8	0.58	2	122	<5	93	0.22	192	0	0				

LÆRDALSELVA OG KUVELLA 1997																		
DATO	STASJON	pH	TURB	SGR	STS	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOC	TOTKM	KOLI	TTKOLI	V.TEMP	L.TEMP	VANNF.	MERKN.
2101	4	6.57		<0.8	1.73	3	225	<5	180	0.67	400	3	0	0	-0.5	0	NORM.	
1802	4	6.54		0.71	2.3	4	235	<5	190	0.45					-0.5	0	NORM	MYE IS
1703	4	6.54	0.65	<0.8	2.88	3	275	<5	220	0.58					0.8	4	NORM.	
2204	4	6.8	0.19	<0.8	3.07	3	270	<5	215	0.7					1.6	0.8	NORM.	
2005	4	6.84	0.41	0.89	1.93	4	295	<5	170	2.3					4.4	10.2	NORM.	
1006	4	6.49	M*	5.71	9.98	16	180	<5	93	1.4					4	17.2	HØY	
1606											390	7	3		4	12.6	HØY	
2107	4	6.73	-	<0.8	1.03	3	102	<5	52	0.52					12.6	25.2	NORM	
2508	4	6.56	0.16	<0.8	1.54	3	122	<5	75	0.35					11.2	18	LAV	
1509	4	6.73	0.27	<0.8	3.84	2	126		65	0.73					6.1	10.5	NORM/H.	
2010	4	6.67	1.5	<0.8	5.18	2	185	<5	122	1.1	183	12	6		1.7	3.1	HØY	
2411	4	6.57	0.2	<0.8	1.92	2	185	<5	132	0.55	76	0	0		-0.4	-5	NORM	
1512	4	6.15	0.67	<0.8	3.07	3	185		128	0.81					-0.5	-2.3	NORM	
MIDDEL		6.599167	0.50625		4.380833	4	198.75		136.8333	0.846667	262.25	5.5	2.25					
STD		0.181281	0.44941		3.734735	3.837613	62.97204		58.1844	0.541048	159.4415	5.196152	2.872281					
MEDIAN		6.57	0.34		3.07	3	185		130	0.685	286.5	5	1.5					
MAX		6.84	1.5	5.71	7.14	16	295		220	2.3	400	12	6					
MIN		6.15	0.16	<0.8	1.54	2	102		52	0.35	76	0	0					

LÆRDALSELVA OG KUVELLA 1997																			
DATO	STASJON	pH	TURB	SGR	STS	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOC	TOTKM	KOLI	TTKOLI	V.TEMP	L.TEMP	VANNF.	MERKN.	
2101	3	6.57		<0.8	1.34	2	210	<5	155	0.46	440	4	6		0	-0.5	0	NORM.	
1802	3	6.5		<0.8	2.3	3	220	<5	141	0.51					-0.6	0	NORM	MYE IS	
1703	3	6.54	0.34	<0.8	2.5	3	225	<5	165	0.56					0.6	1.2	NORM.		
2204	3	6.81	0.27	<0.8	3.07	3	210	<5	155	0.63					1.6	1.4	NORM.		
2005	3	6.83	0.55	1.03	2.06	5	270	<5	143	2.3					4	10.2	NORM.		
1006	3	6.45	M	7.19	8.6	13	185	<5	88	1.4					3.8	12.6	HØY		
1606											530	6	4		4	10.8	HØY	GRA	
2107	3	6.71		<0.8	1.17	3	90	<5	43	0.57					12.9	25.2	NORM.		
2508	3	6.42	0.18	<0.8	1.73	2	110		5	0.3					8.3	13	LAV		
1509	3	6.68	0.2	<0.8	4.22	2	114		3	0.88					6.1	10.6	NORM/H.		
2010	3	6.68	1.9	<0.8	5.76	2	160	<5	99	0.98	205	13	12		1.5	3	HØY		
2411	3	6.54	0.24	<0.8	2.11	2	175	<5	118	0.56	58	1	2		-0.6	-5	NORM		
1512	3	6.32	0.75	<0.8	2.11	2	160		7	0.82					-0.5	-2.4	NORM		
MIDDEL		6.5875	0.55375		4.449167	3.5	177.4167		111.75	0.830833	308.25	6	6						
STD		0.157083	0.578222		3.928741	3.118858	53.64099		41.21589	0.546434	215.8833	4.41588	3.741657						
MEDIAN		6.555	0.305		2.785	2.5	180		113	0.6	322.5	6	6						
MAX		6.83	1.9	7.19	8.6	14	270		7	165	2.3	530	13	12					
MIN		6.32	0.18	<0.8	1.34	2	90	<5	43	0.3	58	1	2						

LÆRDALSELVA OG KUVELLA 1997																		
DATO	STASJON	pH	TURB	SGR	STS	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOC	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	V.TEMP	L.TEMP	VANNF.	MERKN
2101	5	6.6	<0.8	<0.8	1.73	3	250	<5	215	0.39	330	6	1	-0.2	-0.5	NORM	IS V. L.	
1802	5	6.5	<0.8	<0.8	3.65	4	260	<5	230	0.47				-0.7	0	NORM	MYE IS	
1703	5	6.58	<0.8	<0.8	2.69	4	310	<5	250	0.48				1.2	4.5	NORM.		
2204	5	6.79	<0.8	<0.8	3.26	3	325	<5	270	0.68				1.6	1	NORM.		
2005	5	6.9	0.52	1.19	2.22	6	345	<5	190	2.8				5.6	10.9	NORM.		
1006	5	6.54	M*	7.68	9.11	19	200	<5	100	1.4				4.2	18.1	HØY	GRA	
1606														4.5	16.2	HØY		
2107	5	6.68	0.83	1.24	2.88	3	102	<5	57	0.57				12.9	26.3	NORM		
2508	5	6.49	0.17	0.83	1.92	2	134	5	86	0.38				11.9	20.4	LAV		
1509	5	6.72	0.32	<0.8	3.84	2	126	5	71	0.79				6.2	14	NORM/H.		
2010	5	6.69	1.9	<0.8	5.18	2	190	<5	135	1				1.9	3.2	HØY		
2411	5	6.62	0.24	<0.8	1.15	2	225	<5	205	0.41				-0.4	-5	NORM		
1512	5	6.53	0.62	<0.8	2.11	3	195	8	147	0.88				-0.6	-2.5	NORM		
MIDDEL		6.636667	0.555714		4.574167	4.416667	221.8333		163	0.854167	269	3.75	1.75					
STD		0.124414	0.565204		4.413686	4.737823	79.38151		73.44881	0.684005	94.91575	2.872281	2.217356					
MEDIAN		6.61	0.42		3.07	3	212.5		168.5	0.625	301	4.5	1					
MAX		6.9	1.9	7.68	9.11	19	345	8	270	2.8	360	6	5					
MIN		6.49	0.17	<0.8	1.15	2	102	<5	57	0.38	114	0	0					

LÆRDALSELVA OG KUVELLA 1997																		
DATO	STASJON	pH	TURB	SGR	STS	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOC	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	V.TEMP	L.TEMP	VANNF.	MERKN.
2101	6	6.74	<0.8	<0.8	0.77	2	275	<5	250	0.23	146	0	0	-0.2	-2	NORM.	IS, KJØV	
1802	6	6.73	<0.8	<0.8	1.15	2	245	<5	240	0.24				-0.7	-2	NORM.	IS, KJØV	
1703	6	6.7	0.4	<0.8	2.11	2	220	<5	195	0.35				-0.5	-4.4	NORM.		
2204	6	6.9	0.13	<0.8	1.92	2	210	<5	180	0.29				-0.4	-1.6	NORM.		
2005	6	6.94	0.15	<0.8	5.76	3	200	<5	144	0.93				1.6	6	NORM.		
1006	6	6.52	M*	4.46	5.18	10	255	5	144	0.76				2.2	7.4	HØY	KLART	
1606														2.8	7.1	HØY		
2107	6	6.6	0.76	<0.8	1.54	3	45	<5	17	0.3				8.2	16.5	NORM		
2508	6	6.35	0.12	M*	1.15	2	54	<5	31	<0.2				7.2	10.3	LAV		
1509	6	6.7	0.19	<0.8	1.92	1	71	<5	46	0.41				3.5	5.7	NORM		
2010	6	6.67	1.5	<0.8	2.69	2	138	<5	94	0.66				0.2	1.3	HØY		
2411	6	6.84	0.24	<0.8	1.15	2	225	<5	205	0.41				-0.7	-5.9	LAV		
1512	6	6.73	0.72	<0.8	2.3	5	310	12	245	0.83				-0.8	-2.8	M. LAV		
middele		6.701667	0.467778		2.271667	3	187.3333		149.25	0.491818	139.5							
std		0.161348	0.458824		1.524794	2.309401	89.34136		84.71463	0.254865	56.2287							
median		6.715	0.24		1.92	2	215		162	0.41	133		1					
max		6.94	1.5	4.46	5.76	10	310	12	250	0.93	213							
min		6.35	0.12	<0.8	0.77	1	45	<5	17	0.23	79							

BRØNNER TØNJUM 1997												
BRØNNER	TØNJUM	1997										
DATO	BRØNN	pH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	1	6.51		2.88	2	1640	<5	1560	104	0	0	
1606	1	6.88	0.15	6.14	3	475	<5	415	19	0	0	
2010	1	6.74	1.5	3.84	3	1630	<5	1670	122	0	0	
2411	1	6.67	0.12	3.07	3	1230	<5	1180	33	0	0	
middel		6.7	0.59	3.9825	2.75	1243.75		1206.25	69.5			
std		0.15384	0.788226	1.497028	0.5	546.9213		567.7349	51.0849			
median		6.705	0.15	3.455	3	1430		1370	68.5			
max		6.88	1.5	6.14	3	1640		1670	122			
min		6.51	0.12	2.88	2	475		415	19			

BRØNNER TØNJUM 1997												
BRØNNER	TØNJUM	1997										
DATO	BRØNN	pH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	2	6.89		1.34	3	1275	<5	1230	276	0	0	
1606	2	6.88	0.12	4.03	3	235	<5	220	32	0	0	
2010	2	6.74	1.5	2.3	3	380	<5	350	3	0	0	
2411	2	6.96	0.1	1.15	2	1090	<5	1065	19	0	0	
middel		6.8675	0.573333	2.205	2.75	745		716.25	82.5			
std		0.09215	0.802579	1.316675	0.5	514.2146		505.2949	129.5441			
median		6.885	0.12	1.82	3	735		707.5	25.5			
max		6.96	1.5	4.03	3	1275		1230	276			
min		6.74	0.1	1.15	2	235		220	3			

BRØNNER TØNJUM 1997												
BRØNNER	TØNJUM	1997										
DATO	BRØNN	pH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	3	INGEN PRØVE										
1606	3	6.4	0.42	2.11	9	4260	<5	3880	>300	0	0	
2010	3	6.48	1.1	3.46	15	3070		7	3170	>300	0	
2411	3	6.32	0.2	1.34	15	3080	<5	3130	800	0	0	
Middel		6.4	0.573333	2.303333	13	3470		3393.333				
Std		0.08	0.469184	1.073142	3.464102	684.1783		421.94				
Median		6.4	0.42	2.11	15	3080		3170				
max		6.48	1.1	3.46	15	4260		3880				
min		6.32	0.2	1.34	9	3070		3130				

BRØNNER TØNJUM 1997												
DATO	BRØNN	pH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	4	6.4		<0.5	4	1110	<5	1095	130	0	0	
INGEN PRØVE												
2010	4	6.62	1.9	2.3	4	505	<5	460	25	0	0	
2411	4	6.51	0.42	1.34	3	880	<5	860	12	0	0	
Middel		6.51	1.16	1.82	3.666667	831.8667		805	55.66667			
Std		0.11	1.046518	0.48	0.57735	305.3823		321.053	64.70188			
Median		6.51	1.16	1.82	4	880		860	25			
Max		6.62	1.9	2.3	4	1110		1095	130			
Min		6.4	0.42	<0.5	3	505		460	12			

BRØNNER TØNJUM 1997												
DATO	BRØNN	pH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	5	6.5		<0.5	2	1050	<5	1040	6	0	0	
1606	5	6.52	0.1	2.11	2	950	<5	895	4	0	0	
2010	5	6.73	1	1.54	3	505	<5	460	6	0	0	
2411	5	6.55	0.11	1.54	2	760	<5	745	4	0	0	
Middel		6.575	0.403333	1.73	2.25	816.25		785	5			
Std		0.105357	0.516753	0.32909	0.5	239.8394		247.8911	1.154701			
Median		6.535	0.11	1.54	2	855		765	5			
Max		6.73	1	2.11	3	1050		1040	6			
Min		6.5	0.1	1.54	2	505		460	4			

BRØNNER TØNJUM 1997												
DATO	BRØNN	pH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	6	6.37		1.34	24	3040	<5	3230	7	0	0	
1606	6	6.25	0.25	3.26	24	3280	<5	3230	10	0	0	
2010	6	6.49	0.07	3.07	27	5810	<5	5770	28	0	0	
2411	6	6.34	0.11	2.3	26	5350	<5	5130	5	0	0	
MIDDEL		6.3625	0.143333	2.4925	25.25	4370		4340	12.5			
STD		0.099121	0.094516	0.873284	1.5	1413.153		1308.077	10.53565			
MEDIAN		6.355	0.11	2.685	25	4315		4180	8.5			
MAX		6.49	0.25	3.26	27	5810		5770	28			
MIN		6.25	0.07	1.34	24	3040		3230	5			

BRØNNER TØNJUM 1997												
DATO	BRØNN	PH	TURB	FARG	TOTP	TOTN	NH4N	NO3N	TOTKIM	KOLI	TTKOLI	
2101	7	6.4	2.11	48	2400	<5	2340	72	0	0		
1606	7	6.47	4.03	52	1890	<5	1770	3	0	0		
2010	7	6.43	3.46	57	4680	<5	4590	3	0	0		
2411	7	6.43	3.46	52	3370	<5	3180	21	0	0		
MIDDEL		6.4325	3.265	52.25	3085		2970	24.75				
STD		0.028723	0.629325	3.685557	1063.309		1225.479	32.62284				
MEDIAN		6.43	3.46	52	3085		2760	12				
MAX		6.47	4.03	57	4680		4590	72				
MIN		6.4	2.11	48	1890		1770	3				

Vedlegg B. Rådata botndyr

Tabell 1. Forekomst av bunndyr på st. 1 den 16. juni 1997.

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m- 2
Flatmark						
<i>Crenobia alpina</i>	12	0	-	6	2.4	26.4
Døgnfluer						
<i>Ameletus inopinatus</i>	1	0	-	1	0.2	2.2
<i>Baetis rhodani</i>	12	0	-	4	2.4	26.4
Steinfluer						
<i>Brachyptera risi</i>	149	8	-	49	29.8	327.8
<i>Amphinemura</i>	1	0	-	1	0.2	2.2
<i>Protonemura meyeri</i>	6	0	-	2	1.2	13.2
<i>Leuctra fusca</i>	5	0	-	3	1	11
<i>L. hippopus</i>	1	0	-	1	0.2	2.2
<i>Isoperla sp.</i>	2	0	-	1	0.4	4.4
Vårfluer						
<i>Rhyacophila nubila</i>	5	0	-	2	1	11
<i>Limnephilidae ind.</i>	7	0	-	5	1.4	15.4
Div.						
<i>Nematoda</i>	61	4	-	20	12.2	134.2
<i>Oligochaeta</i>	62	8	-	22	12.4	136.4
<i>Acari</i>	7	1	-	3	1.4	15.4
<i>Diptera</i>	21	0	-	13	4.2	46.2
<i>Chironomidae</i>	1193	174	-	439	238.6	2624.6
<i>Simuliidae</i>	931	156	-	237	186.2	2048.2
<i>Ostracoda</i>	13	2	-	4	2.6	28.6
Totalt	2489				497.8	5475.8

Tabell 2. Forekomst av bunndyr på st. 2 den 16. juni 1997.

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve
Flatmark					
<i>Crenobia alpina</i>	8	0	-	2	1.6
Døgnfluer					
<i>Baetis rhodani</i>	39	3	-	15	7.8
Steinfluer					
<i>Brachyptera risi</i>	235	22	-	83	47
<i>Protonemura meyeri</i>	2	0	-	1	0.4
<i>Leuctra fusca</i>	14	0	-	4	2.8
<i>L. nigra</i>	1	0	-	1	0.2
<i>Amphinemura sp.</i>	2	0	-	1	0.4
<i>Diura nanseni</i>	1	0	-	1	0.2
Vårfluer					
<i>Rhyacophila nubila</i>	11	0	-	6	2.2
<i>Potamophylax sp.</i>	2	0	-	1	0.4
<i>Limnephilidae</i>	1	0	-	1	0.2
Div.					0
<i>Nematoda</i>	43	2	-	13	8.6
<i>Oligochaeta</i>	245	20	-	86	49
<i>Acari</i>	14	2	-	4	2.8
<i>Diptera</i>	49	3	-	25	9.8
<i>Chironomidae</i>	745	91	-	212	149
<i>Simuliidae</i>	224	21	-	73	44.8
<i>Ostracoda</i>	13	0	-	5	2.6
Totalt	1649				329.8

Gruppe/art	Antall	Min	-	maks	Gj. ant./prøve	Antall/m-2
Flatmark						
<i>Crenobia alpina</i>	9	0	-	6	1.8	19.8
Døgnfluer						
<i>Ameletus inopinatus</i>	2	0	-	2	0.4	4.4
<i>Baetis rhodani</i>	44	0	-	17	8.8	96.8
<i>Ephemerella aurivilli</i>	6	0	-	4	1.2	13.2
<i>Siphonurus sp.</i>	2	0	-	1	0.4	4.4
Steinfluer						
<i>Protonemura meyeri</i>	2	0	-	1	0.4	4.4
<i>Leuctra fusca</i>	58	1	-	25	11.6	127.6
<i>L. nigra</i>	3	0	-	3	0.6	6.6
<i>Amphinemura borealis</i>	107	1	-	47	21.4	235.4
<i>A. sulcicollis</i>	39	0	-	14	7.8	85.8
<i>Amphinemura sp.</i>	1	0	-	1	0.2	2.2
<i>Isoperla gramatica</i>	5	0	-	2	1	11
<i>Isoperla sp.</i>	12	0	-	5	2.4	26.4
Vårfluer						
<i>Rhyacophila nubila</i>	35	2	-	14	7	77
<i>Apatania sp.</i>	31	0	-	24	6.2	68.2
<i>Limnephilidae</i>	2	0	-	1	0.4	4.4
Diverse						
Nematoda	162	2	-	59	32.4	356.4
Oligochaeta	445	24	-	215	89	979
Acari	101	4	-	52	20.2	222.2
Diptera	64	9	-	16	12.8	140.8
Chironomidae	2050	226	-	595	410	4510
Simulidae	780	92	-	231	156	1716
Coleoptera	4	0	-	2	0.8	8.8
Ostracoda	26	1	-	7	5.2	57.2
Totalt	3990				798	8778

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 3838-98

ISBN 82-577-3418-7