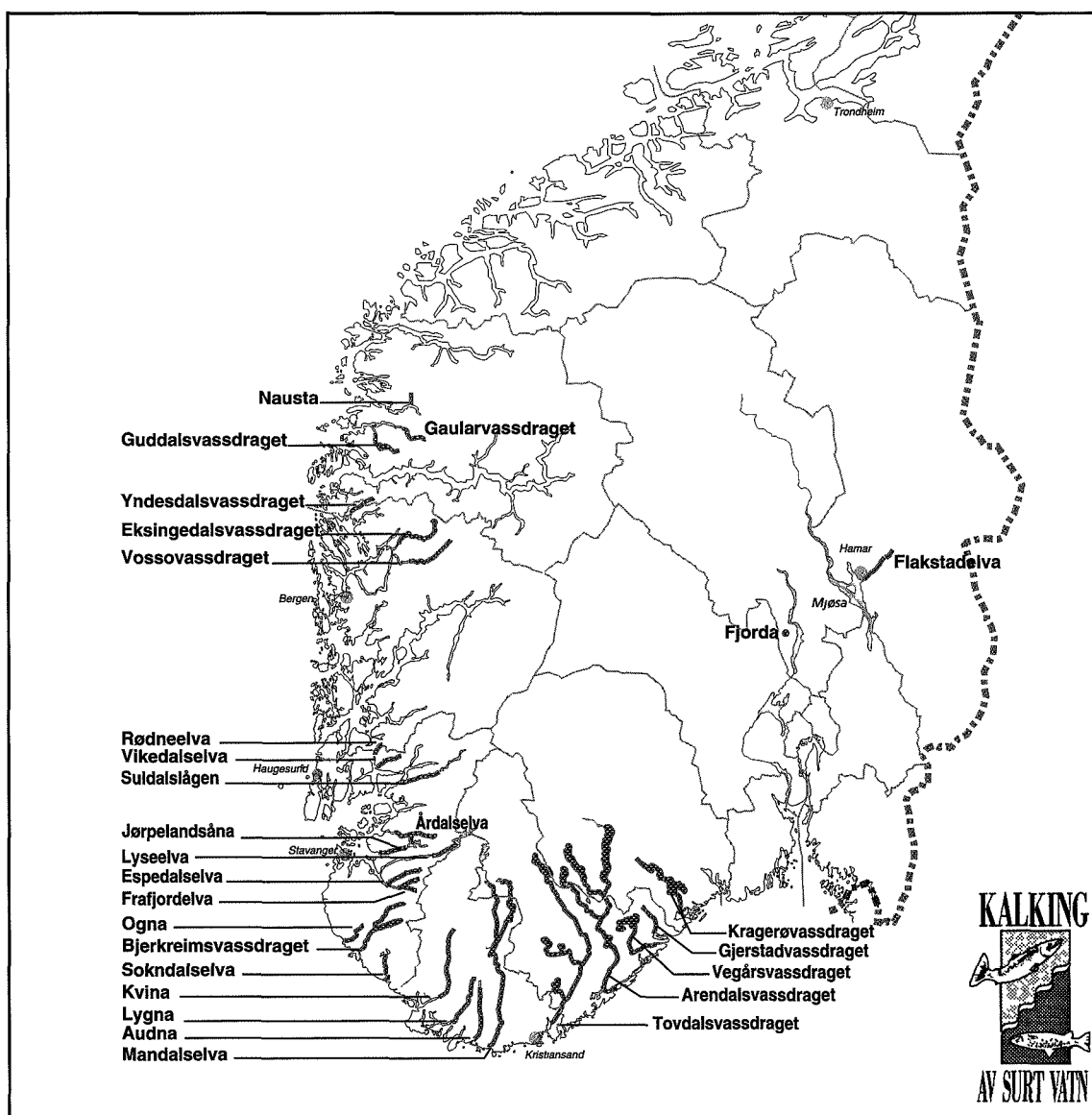


# Kalking i vann og vassdrag

Overvåking av større prosjekter 1999

DN-notat 2000-2



Refereres som:

DN-notat 2000-2

Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999.

**Forsideillustrasjon:** *Knut Kringstad*

**Layout:** *Guri Jermstad*

**Trykk:** *Heimdal Trykkeri AS HT387-7/00*

Opplag 250

# **Kalking i vann og vassdrag**

## **Overvåking av større prosjekter 1999**

**DN-notat 2000-2**

Direktoratet for naturforvaltning  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 58 05 00 - Telefaks: 73 58 05 01  
<http://www.naturforvaltning.no>

# DN-notat

Nr. 2000-2

Tittel: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999.		
Utgiver: Direktoratet for naturforvaltning		
Antall sider: 536	ISSN 0802-1546 ISBN 82-7072-380-0 TE 870	Dato: Juli 2000
Emneord: forsuring kalking overvåking	Keywords: acidification liming monitoring	
Ekstrakt: I dette notatet rapporteres resultater fra vannkjemisk og biologisk overvåking i 27 vassdrag. I 23 av vassdragene foregår det kalking, de resterende har forsøringsproblemer og overvåkingen skal avklare behovet for eventuell kalking i framtida. Overvåkinga av de kalkede vassdragene er en viktig del av evalueringa av prosjektene og skal gi grunnlag for å vurdere kalkingsstrategien og eventuelle justeringer av den.		
Abstract: We here report results from chemical and biological monitoring in 27 river systems in southern Norway. Liming projects are going on in 23 of the rivers. The monitoring of these rivers is important for the evaluation og the liming projects and is a necessary basis for an assessment of the liming strategies. The remaining rivers are acidified to some extent and the aim of the monitoring is to establish the status of acidification and clarify the needs of liming in the rivers in the future.		



# Forord

Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemer vi står overfor i dag. Hovedårsaken til forsuring er sur nedbør (svovel og nitrogen). Denne kan bare fjernes gjennom utslippsreduksjoner basert på internasjonale avtaler. I den senere tid har vi, som en følge av "svovelprotokollen", begynt å registrere virkningen av de reduserte svovelutlippene. I enkelte områder registreres nå en bedret vannkjemi (økt pH og redusert aluminiumskonsentrasjon), som trolig kan tilskrives reduserte svovelutlipp.

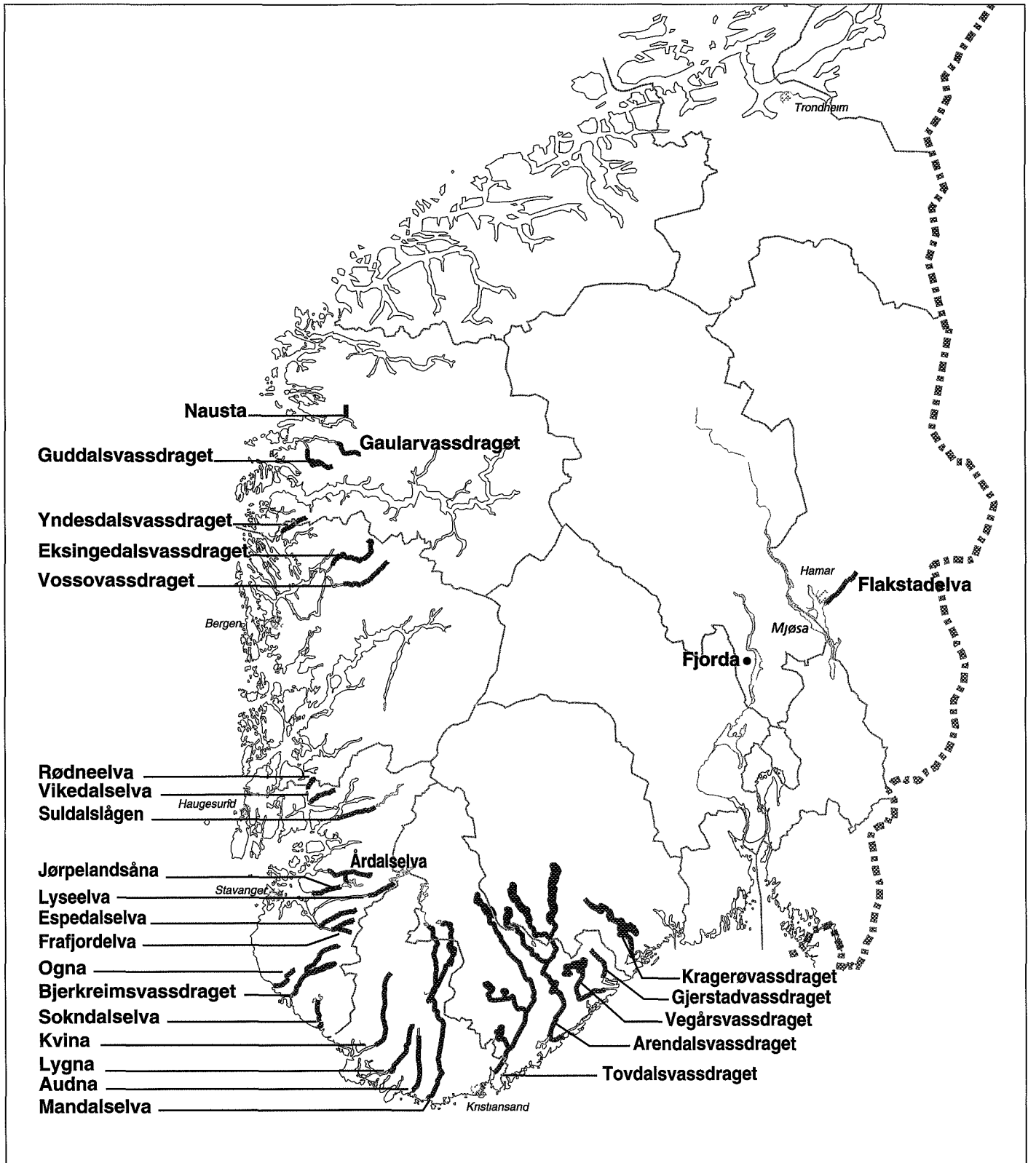
I store deler av Sør-Norge er tålegrensen for sur nedbør fortsatt overskredet, og det vil ta tid før en tilstrekkelig bufferkapasitet er opparbeidet. Vi har ikke hatt reduksjon av nitrogenutslipp tilsvarende det vi har hatt for svovel. Forsuring som følge av nitrogentilførsel kan derfor forsinke den positive utviklingen av vannkvaliteten. Det er tatt hensyn til alle disse faktorer i Direktoratet for naturforvaltning sin handlingsplan for kalking, som legger premissene for kalking i Norge i årene framover.

I dagens situasjon hvor vi har registrert en redusert svoveltilførsel, mens det fortsatt er usikkerhetsfaktorer som nitrogen og nedbørsvariasjoner, er det viktig med en god overvåkingsaktivitet for å følge utviklingen i vannkvaliteten og i ferskvannøkosystemene. Med en god overvåking kan kalkingsaktiviteten reguleres i takt med endrede forhold, og dermed optimaliseres kalkingsaktiviteten både biologisk og økonomisk.

I dette DN-notatet presenteres årsrapporter fra overvåkingsprosjektene som var i gang innenfor kalkingsvirksomheten i 1999.

Trondheim juli 2000

Yngve Svarte  
avdelingsdirektør



# Innhold

<b>Flakstadelva</b> .....	11
<b>Fjorda</b> .....	22
<b>Kragerøvassdraget</b> .....	30
<b>Arendalsvassdraget</b> .....	36
<b>Gjerstadvassdraget</b> .....	72
<b>Vegårvassdraget</b> .....	76
<b>Tovdalsvassdraget</b> .....	97
<b>Mandalsvassdraget</b> .....	122
<b>Audna</b> .....	150
<b>Lygna</b> .....	167
<b>Kvina</b> .....	190
<b>Sokndalselva</b> .....	211
<b>Bjerkreimvassdraget</b> .....	227
<b>Ogna</b> .....	260
<b>Frafjordelva</b> .....	287
<b>Espedalselva</b> .....	311
<b>Lysevassdraget</b> .....	329
<b>Jørpelandsvassdraget</b> .....	344
<b>Årdalselva</b> .....	361
<b>Suldalslågen</b> .....	366
<b>Vikedalselva</b> .....	392
<b>Rødneelva</b> .....	412
<b>Vossovassdraget</b> .....	428
<b>Eksingedalsvassdraget</b> .....	460
<b>Yndesdalsvassdraget</b> .....	479
<b>Guddalsvassdraget</b> .....	496
<b>Gaularvassdraget</b> .....	528
<b>Nausta</b> .....	533

# FLAKSTADELVA

Koordinator: A. Hindar, NIVA

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	12
1.1 Områdebeskrivelse .....	12
1.2.Kalkingsstrategi.....	12
1.3 Stasjonsoversikt .....	13
1.4 Hydrologi 1999 .....	13
<b>2 Vannkjemi</b> .....	14
2.1 Ukalket referansestasjon .....	14
2.2 Nedstrøms kalking .....	14
2.3 Dosererkontroll .....	
<b>3 Fisk</b> .....	15
3.1 Artsfordeling .....	15
3.2 Ørret-tetthet .....	15
3.3 Alders- og lengdefordelinger .....	15
<b>4 Bunndyr</b> .....	16
<b>5 Samlet vurdering</b> .....	18
5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse.....	18
5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak .....	18
<b>6 Litteratur</b> .....	18
Vedlegg .....	19

# 1 Innledning

**Forfatter: A. Hindar**

Medarbeidere: J. Håvardstun og M.C. Lie

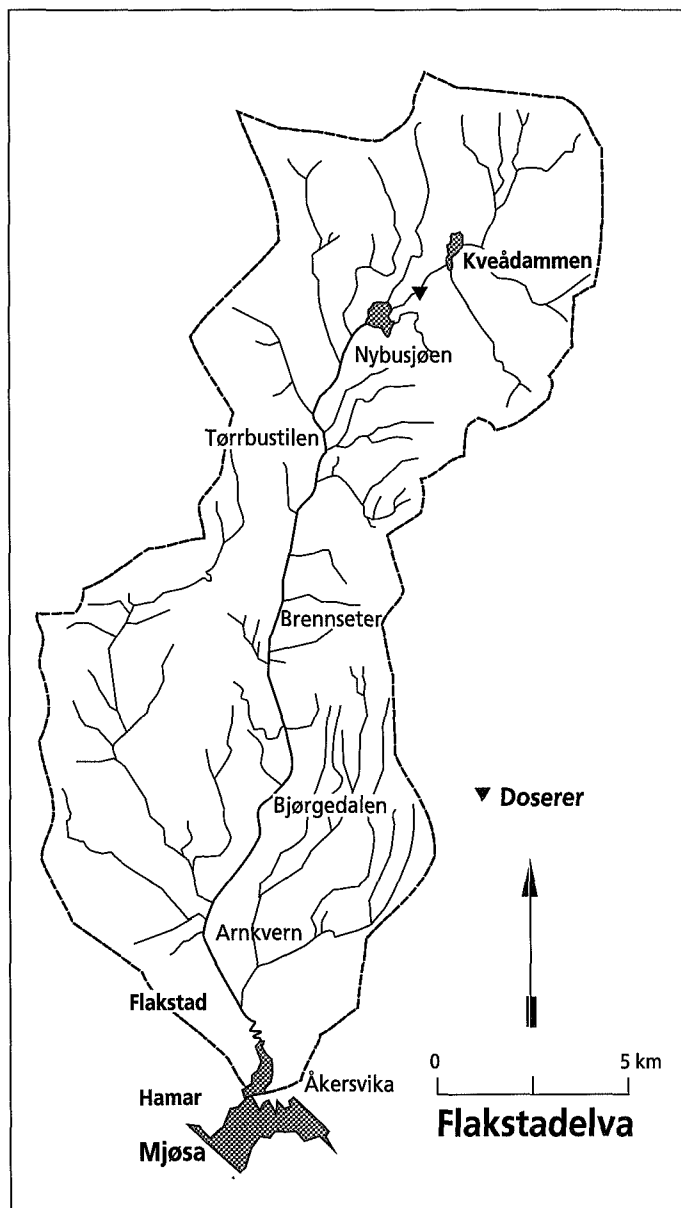
## 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	002
Fylke:	Hedmark
Areal, nedbørfelt:	Kalket del: 82 km <sup>2</sup> (til Brennsætersaga), totalt 180 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	14 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	1.15 m <sup>3</sup> /s (for 82 km <sup>2</sup> )
Kalket siden:	1994

## 1.2 Kalkingsstrategi

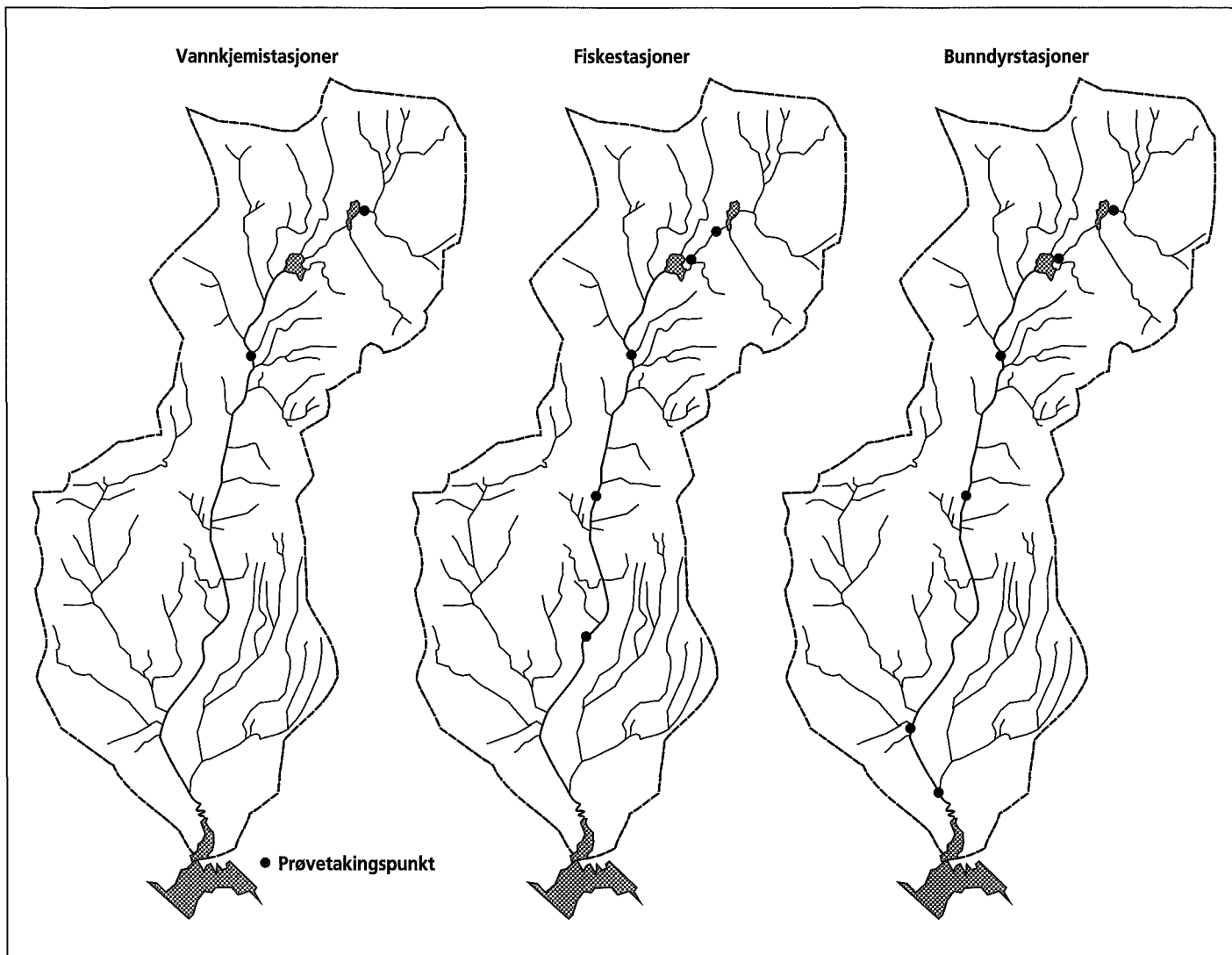
<i>Bakgrunn for kalking:</i>	Forsøk med styring av kalkdosering som del av ENSIS'94 under OL initierte prosjektet. Vassdraget er nå innlemmet i DN's overvåkingsprogram.
<i>Kalkingsplan:</i>	Utarbeidet av Hindar (1993) i forb. med søknad om tilskudd til FoU-prosjekt
<i>Biologisk mål:</i>	Å bedre reproduksjonsmulighetene for Mjøsaure, samt å gi muligheter for reetablering av forsuringfølsomme organismer.
<i>Vannkvalitetsmål:</i>	pH > 6.2, jfr. Hindar (1993), bør trolig revideres
<i>Kalkingsstrategi:</i>	Kalkdosering i innløpet til Nybusjøen

I 1999 ble det kalket med tilsammen 230 tonn fint kalksteinsmel (89 % CaCO<sub>3</sub>), mot 161 tonn i 1998 og 128 tonn i 1997. En del av forklaringen er at det kom mye nedbør i 1999 (127 % av normalen).



Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt.

### 1.3 Stasjonsoversikt



Figur 1.2. Prøvetakingsstasjoner.

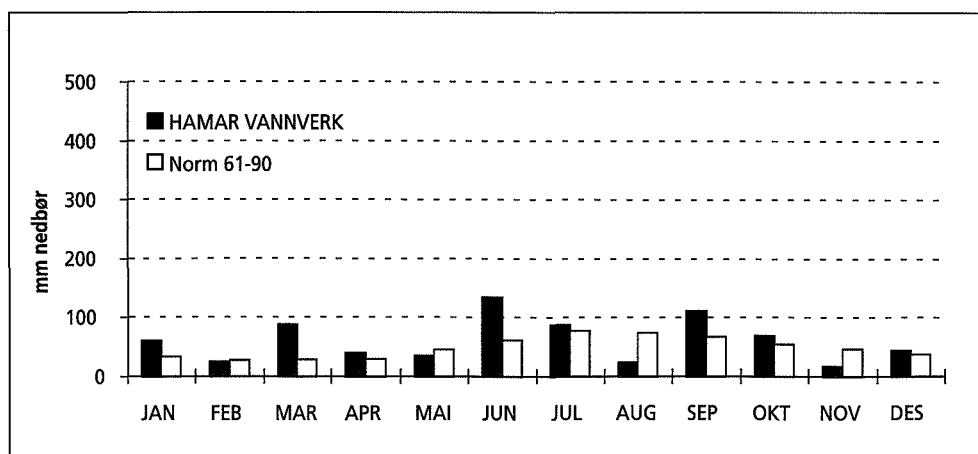
### 1.4 Hydrologi 1999

Meteorologisk stasjon: Hamar vannverk.

Årsnedbør 1999: 725 mm

Normalt: 570 mm

% av normalen: 127



Figur 1.3. Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Hamar vannverk. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

## 2 Vannkjemi

Forfatter: A. Hindar

Medarbeidere: L. B. Skancke og J.E. Løvik

De vannkemiske undersøkelsene i Flakstadelva i forbindelse med kalking ble igangsatt høsten 1993. Vannprøvene samles inn av NIVA's Østlandsavdeling og analyseres etter standard metoder ved NIVA. Øvre del av Flakstadelva er forsuret og hadde før kalking stor variasjon i vannkvalitet. Dette gjenspeiles fortsatt på referansestasjonen. Nedenfor Brennsætersaga er det gunstig geologi med kalkrike kambrosiluriske bergarter, som gjør forholdene for forsuringfølsomme organismer langt bedre. Her finnes da også et mer intakt organismsamfunn enn i øvre del. Store myrområder og relativt liten avrenning gir svært høye konsentrasjoner av løst organisk stoff i vannet.

### 2.1 Ukalket referansestasjon

pH-verdiene ved Kveådammen svingte mellom 4.7 og 6.0 i 1999. Fordi TOC-konsentrasjonen var så høy (13.8 mg/L i middel), var likevel de høyeste konsentrasjonene av labilt aluminium lave. Den maksimale konsentrasjonen i 1999 var 20 µg/L, men dette kan skyldes et metodisk problem ved spesielt høye konsentrasjoner av TOC (pH var 5.6, men TOC-konsentrasjonen var hele 20 mg/L denne dagen). For øvrig ble det ikke målt LAI-konsentrasjoner over 11 µg/L.

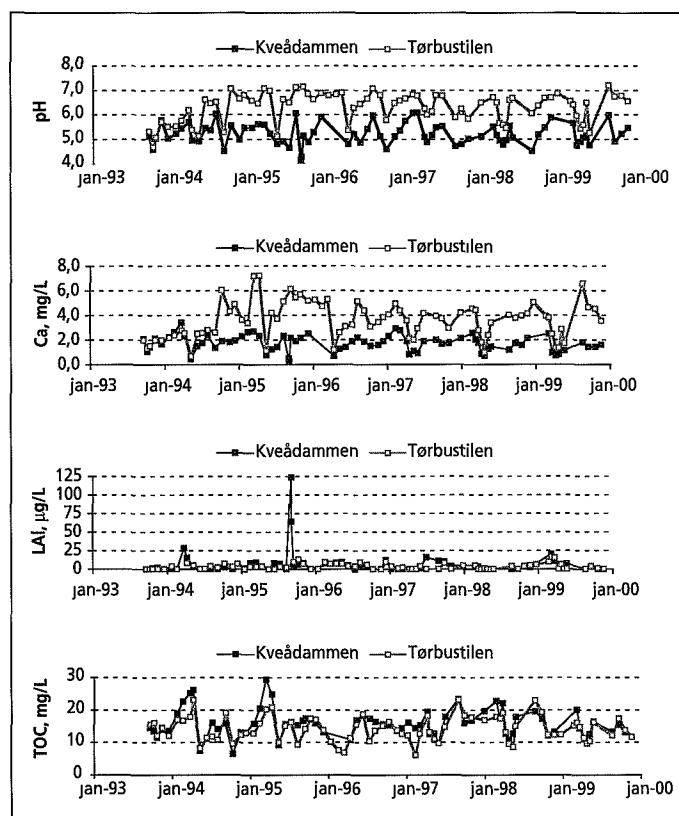
### 2.2 Nedstrøms kalking

Ved Tørbustilen, som er eneste vannkemistasjon nedstrøms kalking, var pH som i tidligere år lav i forbindelse med snøsmeltingen, men også midt i juni var pH så lav som 5.25. Sviktende dosering har sannsynligvis inntruffet samtidig med store nedbørmengder denne måneden (se Fig. 1.3). Ca-konsentrasjonen var svært høy om høsten; 3.5-6.6 mg/L, en økning på 1.9-4.8 mg/L, noe som skyldes overkalking, og pH var oppe i 6.5-7.2 fra september til desember.

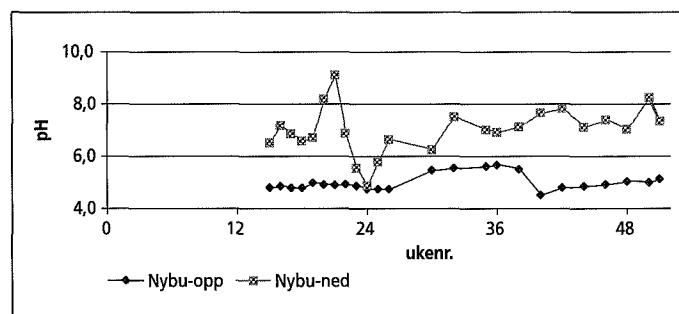
Det var en klar reduksjon i reaktivt aluminium (RAI) fra Kveådammen og ned til Tørbustilen. Om en midler alle differanser, er avtaket 34 %, dvs. temmelig nær tallene fra 1997 og 1998. Men i mai var det ingen forskjell fordi kalkingen trolig var avbrutt. I mars og april var labilt Al (LAI) 10-16 µg/L, men ved tilsvarende vannkvaliteter resten av året var konsentrasjonen nær null.

### 2.3 Dosererkontroll

DNs dosererkontroll (Fig. 2.2.) viser at nedstrømsstasjonen er plassert så nærme doseren at pH kommer opp i svært høye verdier. Det skyldes uopløst kalk i prøvene, og resultatet er dermed lite anvendelig.



Figur 2.1. Utvikling i pH, kalsium, labilt aluminium og TOC i 1993-1999.



Figur 2.2. DNs dosererkontrollprosjekt; pH oppstrøms og nedstrøms kalkdoserer i 1999.

Tabell 2.1. Vannkvalitet i 1999.

Stasjon		pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
Kveådammen	Mid	5.04	1.35	9	5	13.8	68
	Min	4.73	0.73	-16	0	9.8	44
	Max	5.98	2.49	49	20	20.1	137
	N	10	10	10	10	10	10
Tørbustilen	Mid	5.90	3.48	114	5	13.4	
	Min	5.25	1.33	15	0	9.7	
	Max	7.20	6.60	271	16	17.3	
	N	12	12	12	12	12	

# 3 Fisk

Forfatter: A. Linløkken, HiH

Flakstadelva renner ut i Åkersvika i Mjøsa ved Hamar, og har sine kilder ved Kveådammen ca. 25 km fra Mjøsa. Før kalking var det et skille i vannkvalitet og fisketetthet mellom Bjørgedalen og Brennseter, henholdsvis 8 og 13 km fra Åkersvika, på grunn av forskjellige geologiske forekomster med kambrosilur bergarter i nedre del og sparagmitt i øvre del. Ørreten synes ikke å ha reproduisert ovenfor Bjørgedalen de siste 10 åra. I 1993 ble det bare fanget 3 år gammel ørret, og de var sannsynligvis fra utsettingene av 2-åringer i 1992.

Fiskeundersøkelsene ble gjennomført som tidligere år med tre avfiskinger på hver stasjon, unntatt i innløpet til Nybusjøen der tettheten var svært lav, og tetthet ble estimert på grunnlag av en avfisking og fangstsannsynlighet, med konfidensintervaller, beregnet ved Tørrbustilen. Fisken ble bedøvd før prøvetaking og sluppet ut igjen på samme lokalitet etterpå.

**Tabell 3.1.** Antall ørret, ørekyte og steinulke fanget ved elektrofiske i Flakstadelva 18.-19.8.1999.

	n	Artsfordeling Ørret	Øre- kyte	Stein- ulke
Bjørgedalen	37	88	0	12
Brennseter	19	80	1	5
Tørrbustilen	104	50	24	0
Nybusjøen inn	3	10	15	0
Over kalker	0	2		0

## 3.1 Artsfordeling

Som tidligere år er det ørret og steinulke som dominerer i antall i Bjørgedalen (**tabell 3.1**). Ved Brennseter dominerte ørret totalt, men det registreres et økende antall steinulke sammenliknet med foregående år. Det var tredje år på rad at steinulke ble registrert, mens det i 1993 – 1996 aldri ble registrert steinulke på denne lokaliteten. Ved Tørrbustilen og i innløpet av Nybusjøen var det som tidligere store forekomster av ørekyte. Ørreten var også tallrik ved Tørrbustilen, sannsynligvis som resultat av de årlige utsettinger av yngel (20 000-30 000 stk. av stedegen stamme) som Vang Jeger og Fiskerforening foretar.

I tilløpet til Nybusjøen ble det registrert mer ørret enn i de to foregående år, og det ble også registrert ørret oppstrøms kalkeren.

## 3.2 Ørret-tetthet

I Bjørgedalen og ved Brennseter ble tettheten beregnet til 33,4 og 32,1 ørret pr. 100 m<sup>2</sup> (**tabell 3.2.**), som er de høyeste tettheter som er registrert, unntatt i 1995. Ved Tørrbustilen og i innløpet til Nybusjøen ble det registrert de høyeste tetthetene som er gjort siden starten i 1993. Gunstig vassføring gjennom sesongen (relativt mye nedbør) har trolig gitt stor ørrettetthet i elva. Pent vær og liten vassføring på registreringstidspunktet i 1999 ga høy fangbarhet (0,47-0,59) og dermed gode registreringer (små konfidensintervall). I 1998 var fangbarheten i Bjørgedalen 0,36.

## 3.3 Alders- og lengdefordelinger

I Bjørgedalen og ved Brennseter dominerte lengdegruppene 5-6 og 11-13 cm (**tabell 3.3.**), det vil si aldersgruppene 0+ og 1+, men det var også betydelig innslag av 15-20 cm lang ørret, det vil si 2+ og 3+. Ved Tørrbustilen dominerte lengdegruppene 9-12 cm, dvs. 1+, med innslag av eldre fisk. Det ble ikke fanget ørret mindre enn 9 cm, det vil si ingen 0+, til tross for at det ble satt ut til sammen 20 000 nedstrøms Nybusjøen på forsommeren. På den annen side viser forekomsten av større ørret at settefisken fra året før har overlevd. I 1998 ble det fanget vesentlig 0+ på denne stasjonen.

**Tabell 3.2.** Antall ørret fanget ved suksessiv avfisking (C<sub>1,2,3</sub> og totalt), estimert tetthet (N/100 m<sup>2</sup>) med konfidensintervaller samt middelvekter (w, g) og biomasse i gram pr. areal (B,g/100 m<sup>2</sup>) på fem lokaliteter i Flakstadelva 18. - 19. august 1999.

Lokalitet	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>3</sub>	C <sub>tot</sub>	N/100 m <sup>2</sup>	95 % C.L.	W	B,g/100 m <sup>2</sup>
Bjørgedalen	59	16	13	88	33,4	30,4 – 36,3	27	902
Brennseter	49	16	15	80	32,1	27,2 – 37,0	18	578
Tørrbustilen	31	15	9	55	27,0	21,4 – 32,7	16	432
Nybusjøen inn	10	-	-	10	21,2	16,7 – 25,6	29	783
Over kalker	2	-	-	2	3,5	2,8 – 4,3	23	81

**Tabell 3.3.** Lengdefordeling % i ørretfangster tatt i fem lokaliteter i Flakstadelva 18. - 19. august 1999.

Lokalitet	Lengdegrupper, cm																N =							
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19		20	21	22	23	24	25	
Bjørgedalen		11	19	3					8	17	6	2	3	7	15	3	1		1	1			2	88
Brennseter	1	16	12			1	9	23	16	4	3	1	3	7	1	3								80
Tørrbustilen						9	29	29	20			2	2	2	7									55
Nybusjøen inn							20					20	10	50										10
Over kalker							50																	2



## 4 Bunndyr

Forfattere: T. Bækken og G. Kjellberg, NIVA

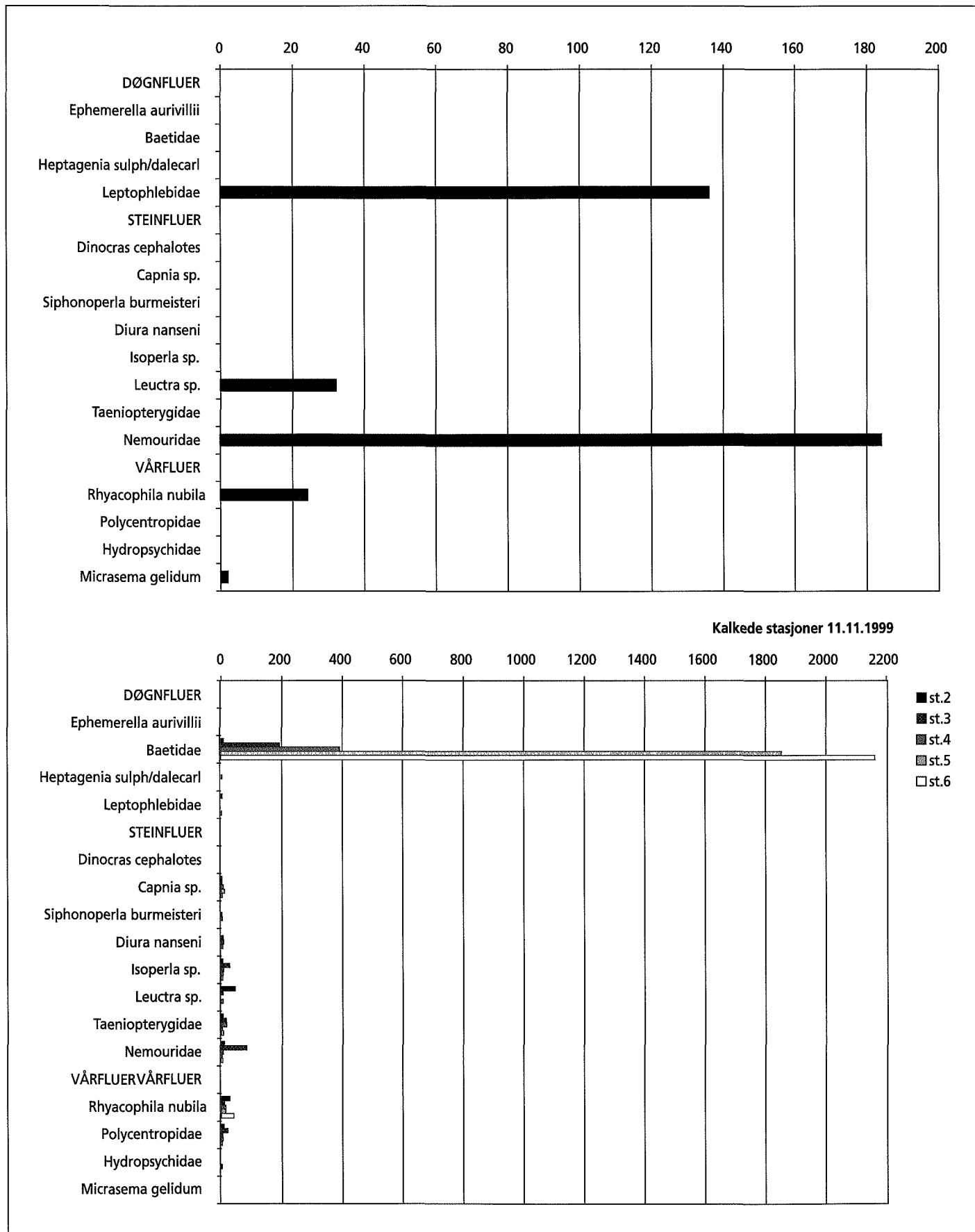
I 1999 er det foretatt en prøvetakingsomgang (den 11. november) på følgende stasjoner St. 1, referansestasjonen ved Kveådammen, St. 2, innløp Nybusjøen, St. 3, Tørbustilen, St. 4, Brennsetersaga, St. 5, Arnkvern samt St. 6 Flakstad. For metodikk og materiale, vurderingsnorm og bakgrunnsinformasjon samt målsetning henvises til tidligere årsrapporter.

Primærdata er gitt i **vedlegg B** og resultatene vist i **figurene 4.1** og **4.2**.

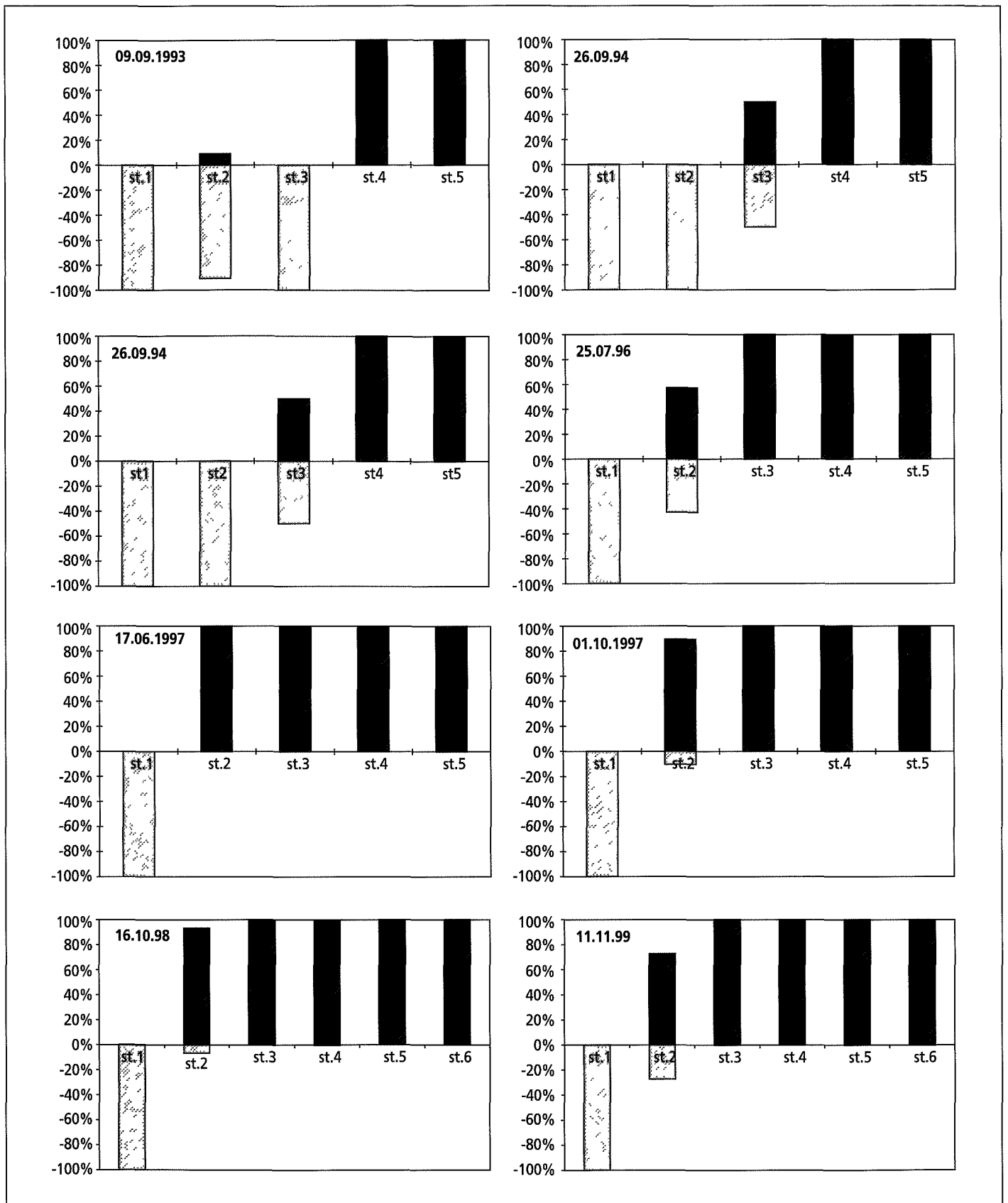
Stort sett var det små forandringer i 1999 sammenlignet med situasjonen i de foregående fire årene. En forandring var likevel at en vårflueart av slekten *Hydropsyche* så vidt hadde reetablert på St.5 Arnkvern, og at sneglen *Gyraulus acronicus* ble funnet i elvens nedre del.

Sammensetningen av bunndyrsamfunnet er fortsatt ikke som ønsket i forhold til målsetningen om fullstendig reetablering av bunndyrsamfunnet slik det var før forsuringen. Vi kan blant annet nevne at flere moderat forsuringfølsomme arter/slekter ikke har reetablert permanent, men bare påtreffes sporadisk. Her kan vi spesielt nevne arter tilhørende døgnflueslektene *Ephemerella* og *Heptagenia*, og vårfluer tilhørende slekten *Hydropsyche*, samt igler og snegler. Videre savnes fortsatt krepsdyret asell. Årsaken til fraværet av disse artene er trolig surstøter under snøsmeltingen om våren.

Det ser altså ut som om reetablering av bunndyr har stoppet opp. Mulig årsak til dette er for lite kalktilførsel under surstøter i våravsmeltingen.



Figur 4.1. Forekomst av døgnfluer, steinfluer og vårfluer på 6 lokaliteter i Flakstadelva 98.10.16. Antall dyr per 3 minutter sparkeprøve.



**Figur 4.2.** Relativ forekomst av den moderat førsuringsfølsomme døgflueslekten *Baetis* (blå/lyse søyler) og den førsuringstolerante døggnfluen *Leptophlebia* sp (røde/mørke søyler) på 5/6 lokaliteter i Flakstadelva 1993-1999.

## 5 Samlet vurdering

### 5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

#### Vannkemi

Vannkvaliteten i 1999 var over målet på pH 6.2 med unntak av våren og midt i juni, da pH ble redusert ned mot hhv. 5.4 og 5.25. Tatt i betraktning det naturgitte forsøringsbidraget fra organiske syrer og de lave konsentrasjonene av labilt aluminium, må vannkvaliteter nær pH 6.0 betraktes som gunstige. Det kan være at det opprinnelige vannkvalitetsmålet bør justeres ned fra 6.2 til 6.0 i dette vassdraget. Ved Tørbustilen bør imidlertid pH være over 6.0 for at vannkvaliteten også skal holde seg ned mot Brennsætersaga. Særlig om høsten ble det registrert unødvendig høy pH og konsentrasjon av kalsium pga overkalking

#### Biologi

Det ser ut som om reetablering av bunndyr er stoppet opp og at enkelte arter ikke opptrer i forventede mengder. Sannsynligvis er det surstøtepisoder spesielt ved våravsmeltingen som fortsatt skaper problemer.

Det registreres relativt store tettheter av ørret. Ved Tørrbustilen og innløp Nybusjøen var tetthetene de største siden undersøkelsen startet opp. Her var det også mye ørekyt. Steinulke ved Brennsæter ble ikke registrert tidligere (1993-1996), men nå er det en økende tetthet. Kalking i kombinasjon med betydelig utsetting gir et godt resultat for ørreten.

### 5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Problemet med avbrutt kalking pga snø- og isforhold om vinteren ser ikke ut til å ha negative konsekvenser for fisk, men kan kanskje være med å hindre full reetablering av bunndyr.

Selv om årsforbruket av kalk i 1999 trolig var nær det en kan forvente, viser den vannkjemiske overvåkingen at kalkforbruket kan fordeles annerledes. Dette vil kreve at doseringsanlegget er operativt i snøsmeltingsperioden og at en reduserer kalkforbruket ellers i året. Om dette er vanskelig i praksis kan det kanskje være på sin plass med en gjennomgang av de biologiske målene med kalkingen.

## 6 Litteratur

DNMI 1999. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Hamar vannverk, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.

Hindar, A. 1993. ENSIS'94: "Miljøforbedring av vassdrag". Kalkdosering i Flagstadelva i Hamar kommune. Vedlegg til søknad av 06.01.93.

## Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 1999

Stasjon	Nr	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	Tot N µg/l	Tot P µg/l	ANC µekv/l
Kveådammen	1	30/03/99	5.63	2.49	0.077	49	101	81	20	20.1	1.75	0.23	0.77	0.16	0.7	0.9	77	425	13	137
Kveådammen	1	15/04/99	4.73	0.96	0.016	-16	74	63	11	14.4	1.62	0.11	0.44	0.11	0.3	1.2	8	275	9	45
Kveådammen	1	03/05/99	4.89	0.73	0.023	-9	35	39	0	11.0	1.22	0.08	0.35	0.08	<0.2	0.5	<1	220	6	44
Kveådammen	1	18/05/99	5.06	0.81	0.027	-5	26	21	5	9.8	1.19	0.08	0.35	0.06	0.2	0.6	<1	220	7	46
Kveådammen	1	01/06/99	5.14	1.15	0.035	4	45	40	5	12.5	1.15	0.09	0.38	0.05	0.2	0.7	<1	270	10	62
Kveådammen	1	15/06/99	4.75	1.13	0.018	-14	65	58	7	16.4	1.41	0.10	0.22	<0.02	<0.2	0.4	<1	310	11	61
Kveådammen	1	15/09/99	5.98	1.81	0.074	46	58	61	0	13.3	1.41	0.22	0.92	0.05	0.8	0.6	3	370	18	114
Kveådammen	1	13/10/99	4.90	1.42	0.028	-4	63	59	4	15.4	1.75	0.13	0.45	0.04	0.9	1.0	<1	255	7	56
Kveådammen	1	15/11/99	5.20	1.41	0.041	11	59	62	0	13.1	1.46	0.13	0.40	0.02	0.7	1.1	8	255	7	56
Kveådammen	1	15/12/99	5.45	1.60	0.055	26	56	56	0	11.7	1.51	0.16	0.63	0.05	1.0	1.3	30	260	9	64
Tørbustilen	3	14/01/99	6.86	5.05	0.234	211	41	35	6	12.4										
Tørbustilen	3	17/03/99	6.54	3.95	0.169	145	53	43	10	15.2										
Tørbustilen	3	30/03/99	6.39	3.79	0.148	123	58	42	16	16.1										
Tørbustilen	3	15/04/99	5.95	2.45	0.083	56	55	40	15	14.8										
Tørbustilen	3	03/05/99	5.43	1.36	0.048	19	37	37	0	11.4										
Tørbustilen	3	18/05/99	5.58	1.33	0.050	21	27	21	6	9.7										
Tørbustilen	3	01/06/99	6.49	2.84	0.117	91	25	28	0	10.4										
Tørbustilen	3	15/06/99	5.25	1.71	0.045	15	57	61	0	16.3										
Tørbustilen	3	15/09/99	7.20	6.60	0.293	271	14	14	0	12.1										
Tørbustilen	3	13/10/99	6.75	4.65	0.169	145	46	42	4	17.3										
Tørbustilen	3	15/11/99	6.77	4.51	0.176	152	31	30	1	13.7										
Tørbustilen	3	15/12/99	6.54	3.53	0.143	118	33	33	0	11.7										

## Vedlegg B. Primærdata - bunndyr 1999

Tabell 1. Bunndyr fordelt på hovedgrupper på 6 stasjoner i Flakstadelva den 11.11.1999. Antall dyr per 3 minutter sparkeprøve.

Stasjon Stasjonskode	Kveådammen st.1	Nybusjøen innløp st.2	Tørbustilen st.3	Brennsetersaga st.4	Arnkvern "5	Flagstad st.6
Fåbørstemark	24	2	44		4	28
Snegl						9
Vannmidd		2	12		2	24
Muslingkreps					6	
Døgnfluer	136	11	191	398	1856	2163
Steinfluer	226	427	360	103	41	28
Billelarver			2		1	
voksne			1		1	1
Vårfluer	4	36	30	19	29	51
Knottlarver	480	10	36	206	40	16
Fjærmygglarver	424	104	112	4	360	448
Andre tovinger	16	20	16	1	7	36
SUM	1310	612	804	731	2347	2804

**Tabell 2.** Døgnfluer, steinfluer og vårfluer på 6 stasjoner i Flakstadelva 11.11.1999 Antall dyr per 3 minutter sparkeprøve.

Stasjon Stasjonskode	Kveådammen st.1	Nybusjøen innløp st.2	Tøbustilen st.3	Brennsetersaga st.4	Arnkvern st.5	Flagstad st.6
<b>DØGNFLUER</b>						
Ameletus inopinatus				5	1	
Baetis muticus					1	
Baetis niger			1	4	12	18
Baetis rhodani		6	171	349	1656	1929
Baetis sp		2	19	38	184	215
Heptagenia dalecarlica				2		
Heptagenia fuscogrisea						
Heptagenia sulphurea						
Heptagenia sp						
Leptophlebiidae	136	3				1
<b>STEINFLUER</b>						
Diura nanseni			5	7	4	
Isoperla difformis		3	27	4	2	3
Isoperla sp		1		2	2	
Siphonoperla burmeisteri				1	2	
Taeniopteryx nebulosa		3	10			
Brachyptera risi		1	4	17	2	5
Amphinemura sp	10	365	224	59	9	10
Nemoura avicularis						
Nemoura cinerea	104					
Nemoura sp	80			1	3	3
Protonemura meyeri		8	84	6	2	4
Capnia atra		2	2	6	7	
Capnia sp						
Capnopsis schilleri					3	3
Leuctra hippopus	32	44	4		5	
Leuctra sp						
<b>VÅRFLUER</b>						
Rhyacophila nubila	24	28	9	13	13	40
Plectrocnemia conspersa		2	2	1		
Polycentropus flavomaculatus		6	19	2	4	2
Hydropsyche sp					1	
Micrasema gelidum	2					
Limnephilidae	2			3	11	9
<b>ANDRE ARTER</b>						
Elmis aena			2		1	
Lymnea peregra						8
Gyraulus acronicus						1

# FJORDA

Koordinator: A. Hindar, NIVA

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	23
1.1 Områdebeskrivelse .....	23
1.2.Kalkingsstrategi .....	23
1.3 Stasjonsoversikt.....	24
1.4 Hydrologi 1999 .....	24
<b>2 Vannkjemi</b> .....	25
<b>3 Samlet vurdering</b> .....	27
3.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse .....	27
3.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak .....	27
<b>4 Litteratur</b> .....	27
Vedlegg .....	28

# 1 Innledning

Forfatter: A. Hindar, NIVA

Medarbeidere: J. Håvardstun og M.C. Lie

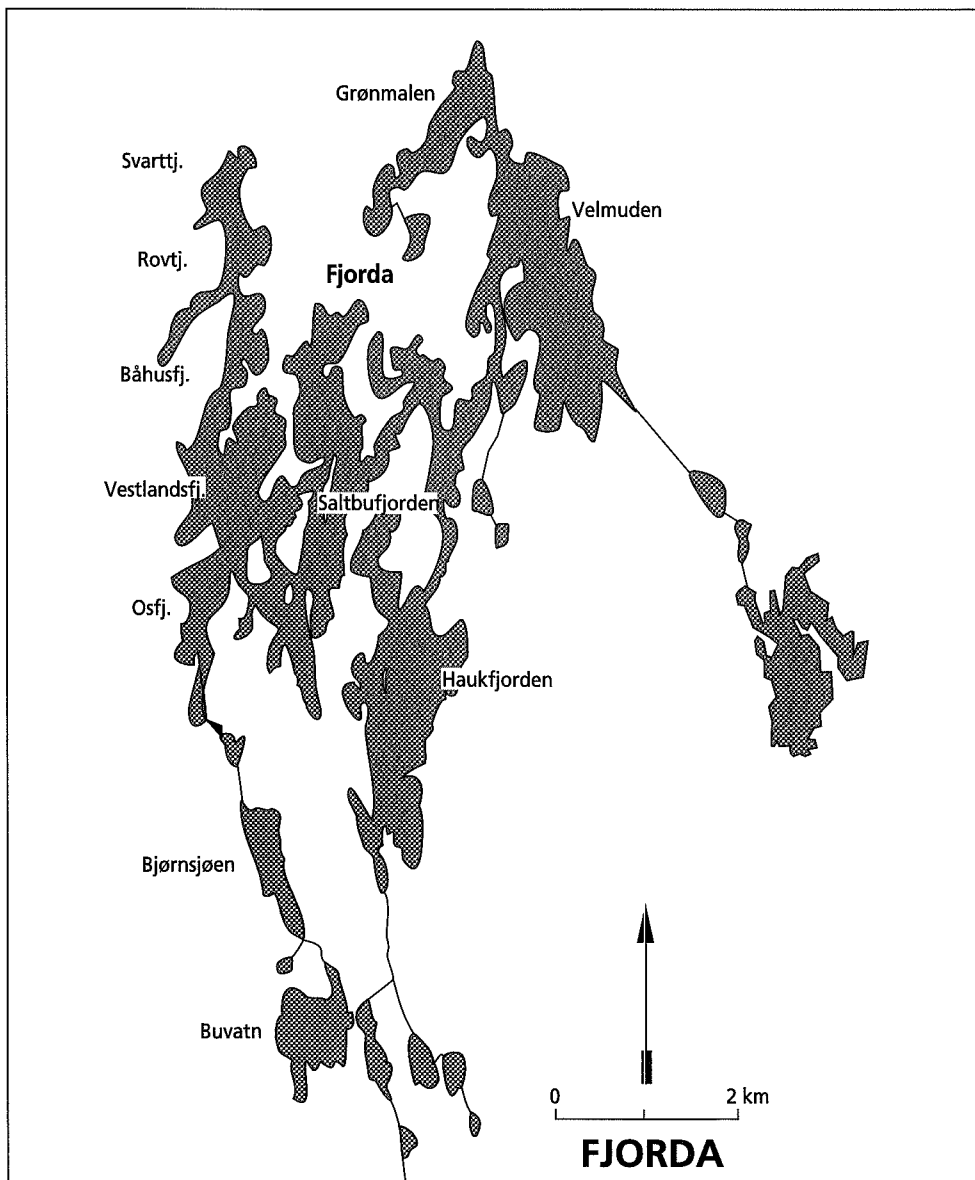
## 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr/fylke:	012 EB4Z, Oppland
Kartreferanse, utløp:	32 V 720 028
Innsjøareal Fjorda	9,2 km <sup>2</sup>
Areal, nedbørfelt:	58,8 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	16 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	0,94 m <sup>3</sup> /s
Regulering:	Til Toverud kraftverk; reg.høyde på 2,10 m
Kalking:	Kalket siden 1985 (først via Svartjern og Røvtjern).

## 1.2 Kalkingsstrategi

Bakgrunn for kalking:	Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Oppland har karakterisert fiskebestanden i Fjorda som skadet pga. forsureningssituasjonen.
Kalkingsplan:	Hindar (1989)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon og oppvekst av aure og røye i Fjorda og vannene som renner inn i Fjorda fra sør.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,0-6,2.
Kalkingsstrategi:	Fjorda kalkes ved en kombinasjon av innsjøkalking (selve Fjorda og Buvatnet) og terrengkalking (bekker i sørøst).

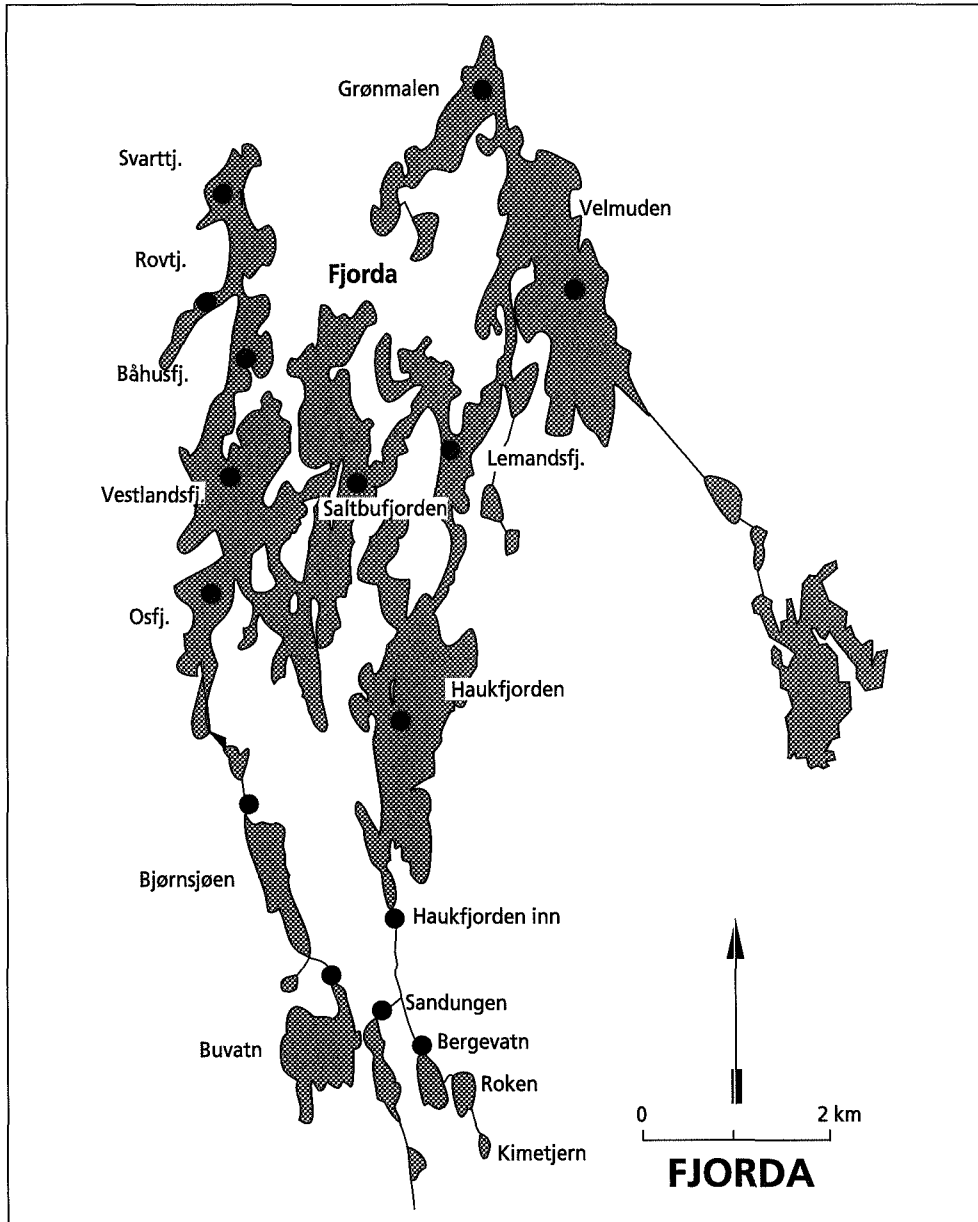
I 1997 ble det ikke kalket i Fjorda-vassdraget. Den 1. september 1998 ble Røvtjenn kalket med 3,2 tonn av HK3 (94% CaCO<sub>3</sub>). Det var ingen kalking i 1999.



Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt



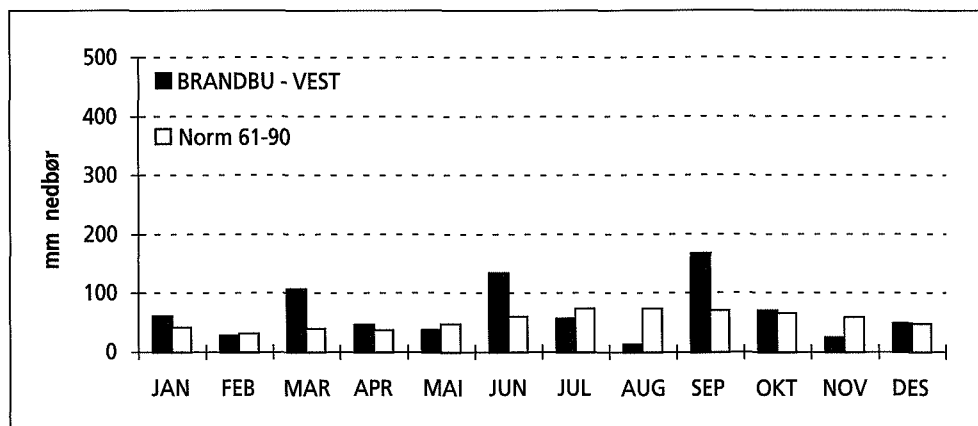
### 1.3 Stasjonsoversikt



Figur 1.2. Prøvetakingsstasjoner vannkjemi.

### 1.4 Hydrologi 1999

Meteorologisk stasjon: Brandbu-vest.  
 Årsnedbør 1999: 787 mm  
 Normalt: 640 mm  
 % av normalen: 123



Figur 1.3. Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Brandbu-vest. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

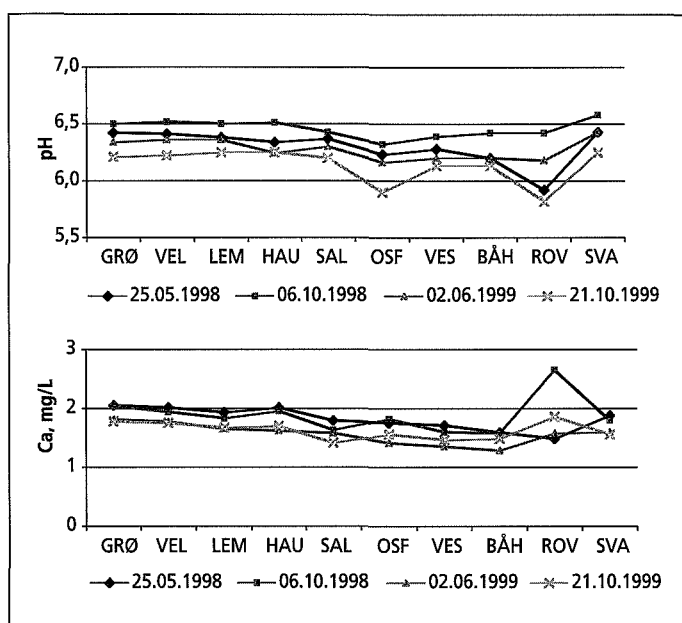
## 2 Vannkjemi

Forfatter: A. Hindar, NIVA

Medarbeider: L. B. Skancke

Den vannkjemiske overvåkingen av Fjorda i forbindelse med kalking ble igangsatt i 1989. Vannprøvene ble i 1999 samlet inn av NIVA og Tore Sollibråten i Veståsen Jeger og Fiskerforening, og analysert etter standard metoder ved NIVA.

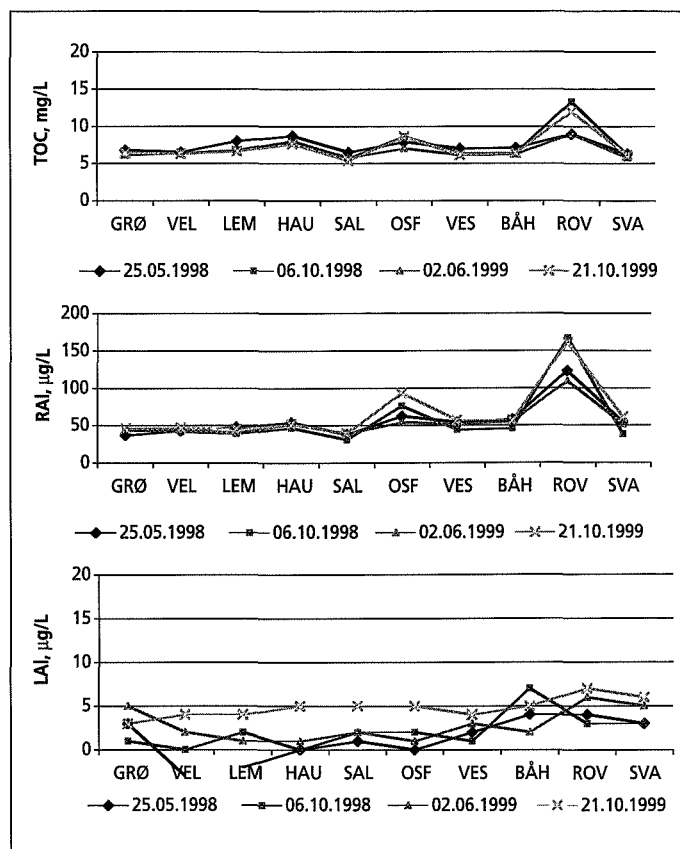
Resultatene fra 1999 skulle gi grunnlag for en revidert kalkingsplan for Fjorda. Nedenfor er først vist resultater fra den regionale undersøkelsen i selve Fjorda, deretter fra bekkene i sør. Vannkvaliteten i østre og midtre del av Fjorda i 1998 og 1999 var svært god. I vestre del var pH og Ca noe lavere, men i både Vestfjorden og Båhusfjorden var pH over 6.1. I Osfjorden ble det målt pH 5.9 i oktober 1999, men målingen er vanskelig å forklare; pH både ut av Bjørnsjøen (i sør) og i Vestlandsfjorden (i nord) var høyere. Høyeste konsentrasjon av labilt Al i Fjorda var 7 µg/L (Båhusfjorden i oktober 1998).



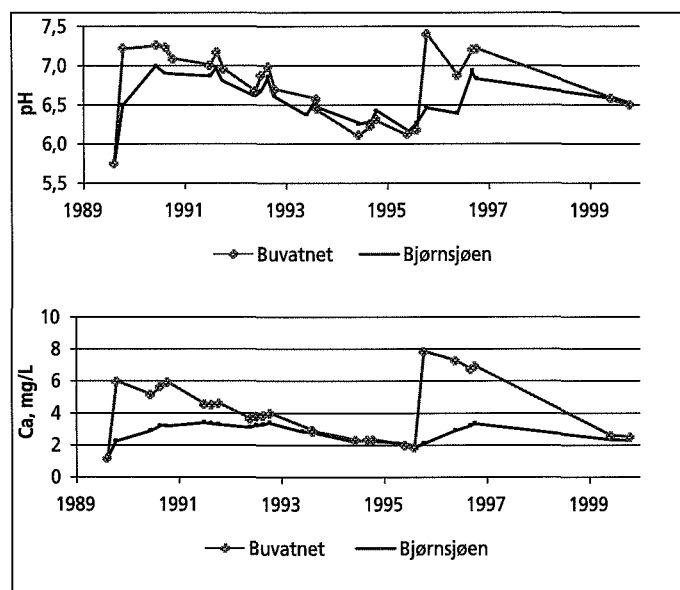
Figur 2.1. pH og kalsium (Ca) på 10 stasjoner i Fjorda i 1998 og 1999.

Rovtjenn hadde lav pH i mai 1998 og ble kalket i september, noe som medførte at pH økte til 6.4 i oktober. I oktober 1999 var pH tilbake til 5.8. Selv om vannkvaliteten var variabel i Rovtjenn, medførte kalking at Svartjenn hadde god vannkvalitet (høy pH) begge år. Rovtjenn var også den lokaliteten i den regionale serien som hadde høyest konsentrasjon av reaktivt Al, opp til 170 µg/L. Det skyldtes trolig en kombinasjon av høyere TOC og noe lavere pH enn i de andre lokalitetene. Men labilt Al var ikke høyere enn 7 µg/L, omlag på samme nivå som Svartjenn. Svartjenn hadde en vannkvalitet mer på linje med Fjorda, og pH var ikke lavere enn 6.25 ved de fire målingene i 1998 og 1999.

Siden Buvatnet i sør ligger rett oppstrøms Bjørnsjøen, vil kalkingen i Buvatnet påvirke sistnevnte. Figur 2.3 viser hvordan pH og Ca følges ad i disse to innsjøene, med størst utslag i Buvatnet etter kalking og en avdempet endring i vannkjemien i Bjørnsjøen. Kalkingen av begge i 1989 og Buvatnet i 1995 økte



Figur 2.2. Total organisk karbon (TOC), reaktivt (RAI) og labilt (LAI) aluminium på 10 stasjoner i Fjorda i 1998 og 1999.



Figur 2.3. pH og kalsium i Buvatnet og Bjørnsjøen i perioden 1989 - 1999.

pH til over 7, mens fortyning reduserte pH tilbake til noe over 6.0 i 1994-1995 og ned til 6.5 i 1999.

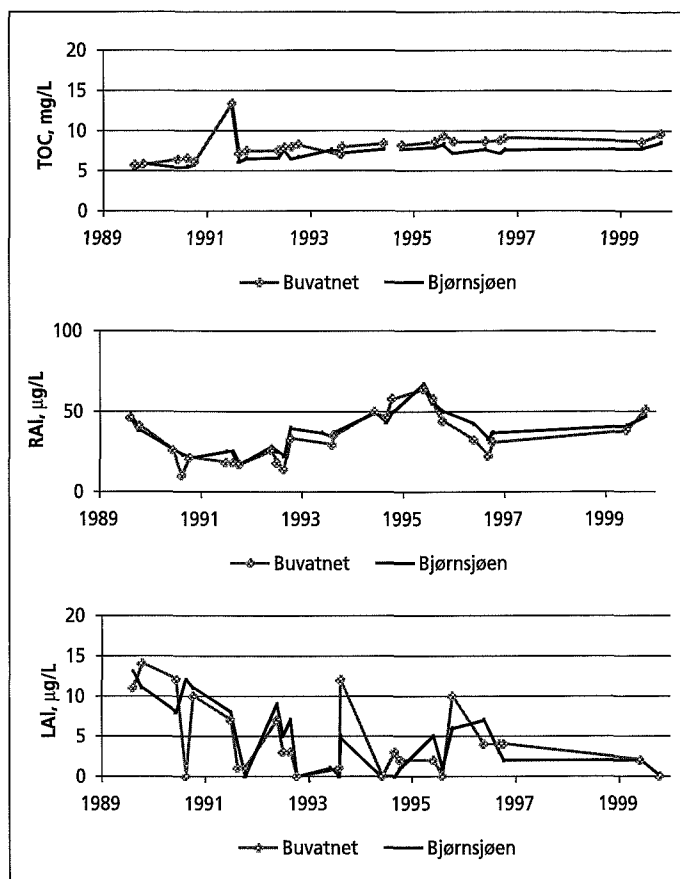
I tiårsperioden 1989-1999 har TOC-konsentrasjonen økt jevnt i de to innsjøene og med totalt 50 %; fra under 6.0 mg TOC/L i 1989 til 8-9 mg TOC/L i 1999 (Figur 2.4). Det har skjedd uavhengig av kalkingen fordi pH jo ble redusert etter første kalking for så å øke kraftig igjen. En slik økende trend i konsentrasjonen av TOC er registrert en rekke steder i Sør-Norge. Det kan se ut til at kalking i 1989 til pH omkring 7 har redusert konsentra-

sjonen av reaktivt Al sterkt (Figur 2.4), mens påfølgende reduksjon i pH, trolig i kombinasjon med økt TOC, har økt RAl igjen utover mot rekalking i 1995. Så har kalkingen i 1995 igjen redusert RAl, og i 1999 var konsentrasjonen 40-50 µg/L. Labilt Al har hele tiden vært under 15 µg/L. Konsentrasjonen har vært svært variabel innenfor dette område, og det skyldes i stor grad usikkerheten knyttet til måling av lave Al-konsentrasjoner ved disse relativt høye konsentrasjonene av TOC. Det er imidlertid ingen grunn til å tro at Al var et problem i de to innsjøene i 1999.

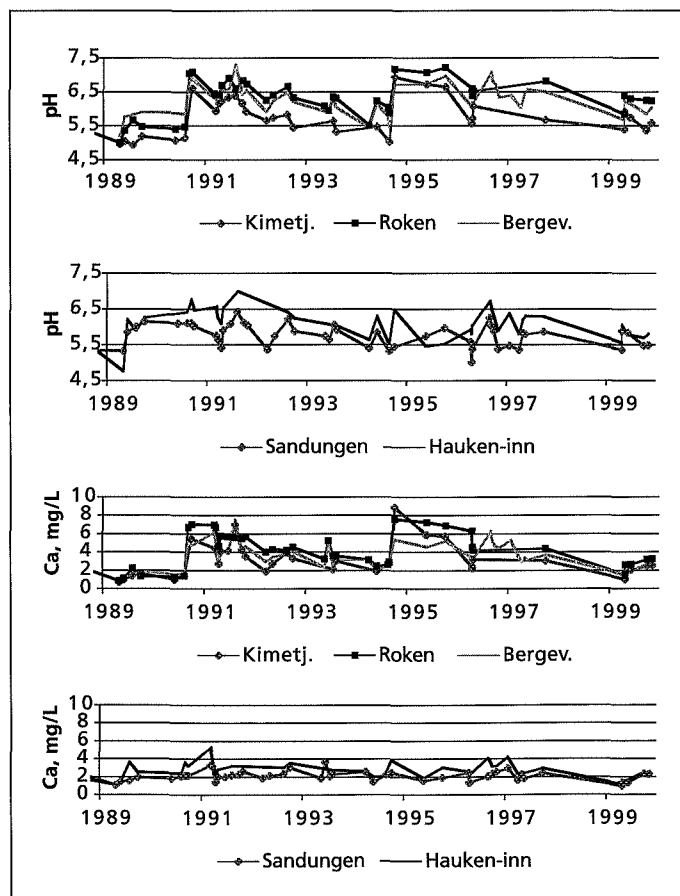
Det er verdt å merke seg at pH i 1994 og 1995 var svært lik, og det kan være grunn til å undersøke hva en forventet pH i disse lokalitetene ville være uten forsurening. Med en utfllating nær pH 6.0 og med de TOC-konsentrasjoner som måles, ville en forvente at vannkvaliteten var akseptabel for fisk. Labilt Al viser ingen korrelasjon med pH; det er like sannsynlig at de høyeste konsentrasjonene måles ved høy pH som ved de lavere pH-verdiene. RAl reduseres imidlertid klart ved økning i pH, noe som kan forklares ved at ladningen av TOC øker ved økende pH og at bindingen av Al til TOC dermed kan øke. Denne endringen vil trolig registreres som en økning i kolloidalt Al, men den fraksjonen er ikke målt i Fjorda.

Myrområdene i sør er kalket to ganger; i 1990 og i 1994. Resultatene er vist i Figur 2.5-2.7. Vannet i bekkene er langt mer farget av organisk stoff (10-20 mg TOC/L) enn innsjøene og har dermed trolig en naturlig pH som er en del lavere. pH i Kimetjenn var nær 5.0 før kalking, men omlag en halv pH-enhet høyere i Roken og nær en pH-enhet høyere i Bergevatn. Etter kalking har Kimetjenn fortsatt hatt lavere pH enn de to andre, men Roken har hatt høyere pH enn Bergevatn. Det henger nok sammen med hvor spredearealene for kalk er. Myrkalkingen ser ut til å vare 4-5 år om pH skal holdes over 5.5. I dette humøse vannet kan det være et realistisk mål. Ca-konsentrasjonen vil da ligge over 2 mg/L og konsentrasjonen av labilt Al under 5-10 µg/L.

I motsetning til i Buvatnet og Bjørnsjøen ser det ikke ut til å være noen sammenheng mellom kalking og konsentrasjon av reaktivt Al i bekkene. Referansen Sandungen og også innløpet til Haukfjorden (Hauken-inn) viser imidlertid et noe tilsvarende bilde som i de to innsjøene, men i vårsmeltingen har RAl vært lav. Det siste henger trolig sammen med at TOC også var relativt lav i dette vannet. Ved TOC-konsentrasjoner på under 11-12 mg/L måles ikke RAl-konsentrasjoner over 100 µg/L i bekkvannet. I perioden 1992-1999 har det ikke vært stor forskjell på konsentrasjonen av labilt Al i Sandungen og i tiltaksområdet. Dette er ikke testet statistisk fordi konsentrasjonene uansett er svært lave og usikre.



Figur 2.4. Total organisk karbon (TOC), reaktivt (RAl) og labilt (LAl) i Buvatnet og Bjørnsjøen i perioden 1989 - 1999.



Figur 2.5. pH og kalsium (Ca) på 5 bekestasjoner sør for Fjorda i perioden 1989 - 1999.

## 3 Samlet vurdering

### 3.1 Vannkjemisk måloppnåelse

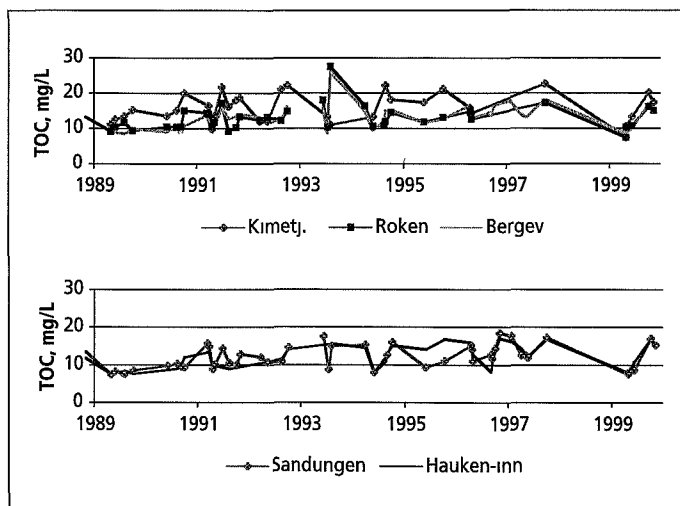
Vannkjemien i Fjordaområdet synes å være stabil og god, men det er tendenser til noe lavere pH enn 6.0 i enkelte lokaliteter, spesielt i myrområdene i sør. Det kan imidlertid være at vannkjemiske målet kan reduseres i og med at forsuringssituasjonen blir gunstigere for hvert år. Dette bør utredes.

### 3.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

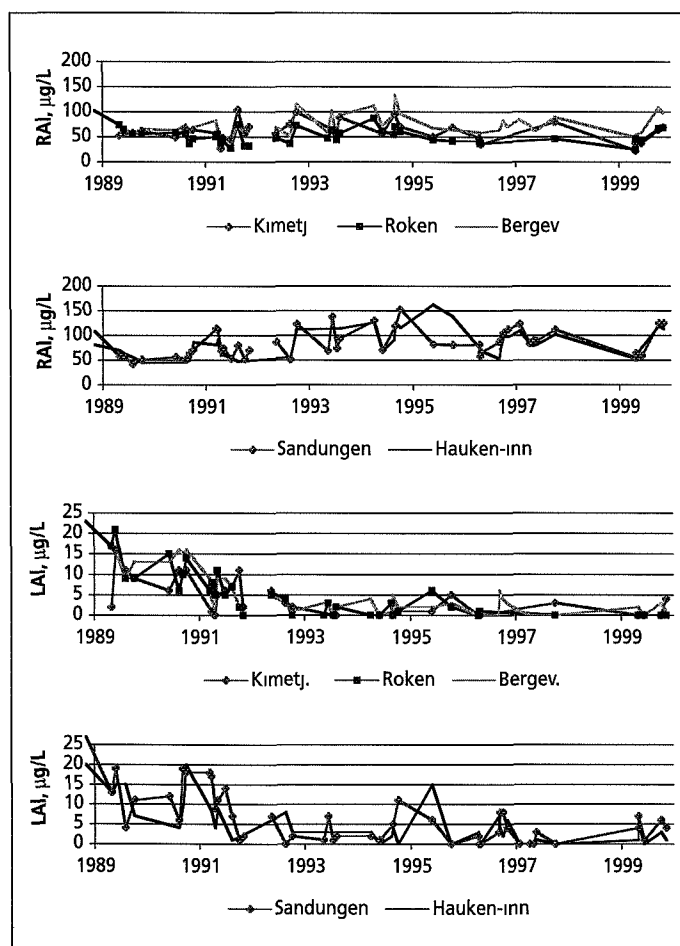
Behovet for kalkingstiltak i dette området kan diskuteres og før videre kalking bør en undersøke om vannkvalitetsmålet kan reduseres. Vannkvaliteten tilsier at det neppe er grunnlag for å hevde at vannet er giftig for fisk ved de pH-nivåene som er målt i 1999, og det kan også være forsvarlig med en ytterligere reduksjon i pH. Det foreslås at den foreliggende vannkemirapporten danner grunnlag for en nærmere gjennomgang av disse forholdene.

## 4 Litteratur

DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1998 fra meteorologisk stasjon Brandbu, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.



Figur 2.6. Total organisk karbon (TOC) på 5 bekkestasjoner i Fjorda i perioden 1989 - 1999.



Figur 2.7. Reaktivt (RAI) og labilt (LAI) aluminium på 5 bekkestasjoner i Fjorda i perioden 1989 - 1999.

# Primærdata - vannkjemi 1999

STNUM	NAVN	Serie-99	STNUM	NAVN	Serie-99	STNUM	NAVN	Serie-99
1	GRØ	K	9	ROV	K	20	Aure-ut	
2	VEL	L	10	SVA	L	21	Sand-inn	
3	LEM	K	11	Kim-ut	K	22	Sand-ut	L
4	HAU	L	12	Rok-inn-sør		23	Sand-bk-e-samløp	
5	SAL	K	13	Rok-inn-nord		24	Hauk-inn	L
6	OSF	K	14	Rok-ut	K	26	Buv-ut	
7	VES	K	15	Berg-inn-sør		31	BU-1	L
8	BÅH	K	16	Berg-ut	K	32	BJØ-1	L

Nr	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	K25 mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	Sulf mg/l	NO3N µg/l	Tot N µg/l	ANC1 µekv/l	Tot P µg/l	
11	02.05.1999	5,39	0,98	0,046	16	22	25	-3	7,4											
14	02.05.1999	5,84	1,44	0,067	39	25	25	0	7,3											
16	02.05.1999	5,68	1,49	0,061	32	49	47	2	8,4											
22	02.05.1999	5,35	0,93	0,04	10	54	50	4	7,5	1,03	0,11	0,37	0,19	0,3	1,1	16	180	43,9	4	
24	02.05.1999	5,55	1,09	0,046	16	53	52	1	7,8	1,03	0,13	0,39	0,18	0,3	1,1	15	180	54,2	4	
11	02.05.1999	5,91	1,71	0,072	44	38	45	-7	10,5											
14	02.05.1999	6,39	2,57	0,111	85	46	47	-1	10,3											
16	02.05.1999	6,22	1,8	0,081	54	54	52	2	8,7											
22	02.05.1999	5,88	1,33	0,058	29	64	57	7	7,8	1,11	0,15	0,46	0,21	0,3	1,1	12	225	71,9	4	
24	02.05.1999	6,06	1,5	0,064	36	60	55	5	8,2	1,19	0,17	0,47	0,2	0,4	1,2	5	220	77,8	4	
1	02.06.1999	6,34	1,81	0,075	47	45	40	5	6,1											
2	02.06.1999	6,36	1,77	0,073	45	44	42	2	6,4	1,61	0,26	0,66	0,23	0,6	2	62	320	81,3	5	
3	02.06.1999	6,36	1,65	0,075	47	40	39	1	6,8											
4	02.06.1999	6,24	1,62	0,068	40	52	51	1	7,7	1,35	0,21	0,53	0,23	0,5	1,5	40	305	78,9	6	
5	02.06.1999	6,3	1,58	0,068	40	39	37	2	5,8											
6	02.06.1999	6,16	1,41	0,061	32	54	53	1	7											
7	02.06.1999	6,2	1,35	0,061	32	51	48	3	6,1											
8	02.06.1999	6,2	1,28	0,062	34	55	53	2	6,2											
9	02.06.1999	6,18	1,58	0,066	38	109	103	6	8,9											
10	02.06.1999	6,43	1,6	0,074	46	51	46	5	5,8	1,45	0,22	0,69	0,32	0,6	1,8	29	280	79,7	8	
31	02.06.1999	6,58	2,55	0,105	79	38	36	2	8,6	1,76	0,28	0,58	0,24	0,5	1,5	30	265	134	5	
32	02.06.1999	6,59	2,38	0,097	70	41	39	2	7,8	1,72	0,27	0,62	0,26	0,5	1,7	35	260	123	4	
11	13.06.1999	5,74	2,02	0,075	47	37	37	0	13,3											
14	13.06.1999	6,3	2,61	0,112	86	42	45	-3	10,7											
16	13.06.1999	6,15	1,95	0,083	56	59	61	-2	10											
22	13.06.1999	5,84	1,33	0,054	25	59	58	1	8,6	1,09	0,14	0,46	0,19	0,3	1,2	8	235	68,7	4	

Nr	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	K25 mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	Sulf mg/l	NO3N µg/l	Tot N µg/l	ANC1 µekv/l	Tot P µg/l
24	13.06.1999	5,77	1,67	0,059	30	76	77	-1	10,8	1,2	0,19	0,51	0,15	0,3	1,4	2	255	87,2	7
11	09.10.1999	5,37	2,44	0,058	29	64	64	0	20,1										
14	09.10.1999	6,25	3,2	0,112	86	66	67	-1	16,2										
16	09.10.1999	5,85	2,67	0,078	50	109	106	3	17										
22	09.10.1999	5,47	2,32	0,056	27	125	119	6	17	1,98	0,29	0,62	0,3	0,8	2,3	25	385	102	6
24	09.10.1999	5,69	2,48	0,063	35	119	116	3	16,9	1,93	0,32	0,64	0,25	0,7	2,2	17	350	118	6
31	18.10.1999	6,5	2,49	0,102	75	51	53	-2	9,6	1,77	0,3	0,59	0,04	0,6	1,7	17	270	122	6
32	18.10.1999	6,51	2,31	0,093	66	47	47	0	8,5	1,7	0,28	0,6	0,23	0,6	1,8	16	250	115	4
1	21.10.1999	6,21	1,78	0,08	52	46	43	3	6,4										
2	21.10.1999	6,22	1,75	0,079	51	47	43	4	6,3	1,57	0,27	0,6	0,25	0,6	2,2	50	275	75,7	4
3	21.10.1999	6,25	1,67	0,083	56	45	41	4	6,6										
4	21.10.1999	6,25	1,7	0,079	51	52	47	5	7,6	1,45	0,25	0,54	0,22	0,5	1,8	23	280	81,3	5
5	21.10.1999	6,2	1,41	0,073	45	39	34	5	5,4										
6	21.10.1999	5,9	1,56	0,067	39	93	88	5	8,6										
7	21.10.1999	6,13	1,46	0,071	43	57	53	4	6,1										
8	21.10.1999	6,13	1,48	0,07	42	57	52	5	6,4										
9	21.10.1999	5,82	1,86	0,077	49	161	154	7	11,9										
10	21.10.1999	6,25	1,56	0,08	52	61	55	6	6,1	1,46	0,22	0,59	0,27	0,6	1,9	28	255	70	5
11	13.11.1999	5,58	2,5	0,07	42	69	65	4	17,3										
14	13.11.1999	6,24	3,22	0,11	84	68	70	-2	15,1										
16	13.11.1999	6,03	2,78	0,09	63	97	96	1	14,4										
22	13.11.1999	5,48	2,28	0,057	28	125	121	4	15,2	1,93	0,28	0,64	0,24	0,7	2,3	27	345	101	4
24	13.11.1999	5,8	2,51	0,07	42	113	112	1	14,6	1,94	0,31	0,67	0,22	0,6	2,1	22	320	123	

# KRAGERØVASSDRAGET (Toke)

**Koordinator: A. Hindar, NIVA**

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	31
1.1 Områdebeskrivelse .....	31
1.2.Kalkingsstrategi.....	31
1.3 Stasjonsoversikt.....	32
1.4 Hydrologi 1999 .....	32
<b>2 Vannkjemi</b> .....	33
2.1 Ukalket referansestasjon .....	33
2.2 Storelva.....	33
<b>3 Samlet vurdering</b> .....	34
3.1 Vannkemisk måloppnåelse .....	34
3.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak .....	34
<b>4 Litteratur</b> .....	34
<b>Vedlegg</b> .....	35

# 1 Innledning

Forfatter: A. Hindar

Medarbeidere: L.B. Skancke og M.C. Lie

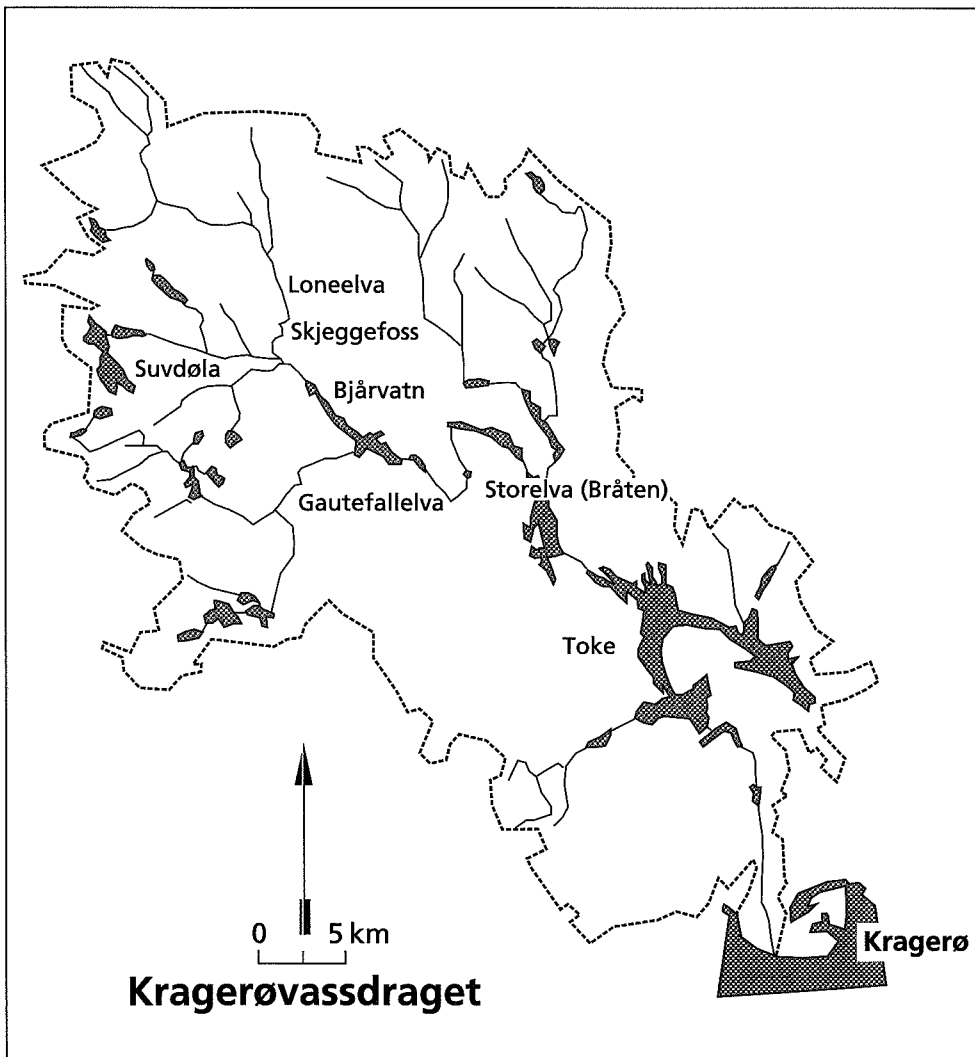
## 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	017
Fylke:	Telemark
Areal, nedbørfelt:	1239 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	26,7 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	32,1 m <sup>3</sup> /s
Innsjøareal Bjårvatn	3,4 km <sup>2</sup>
Oppholdstid Bjårvatn	0,4 år
Regulering:	Suvdøla i nordvest
Kalket siden:	Bjårvatn kalket siden oktober 1995. En rekke innsjøer i nedbørfeltet (omlag 80) er imidlertid kalket gjennom flere år.

## 1.2 Kalkingsstrategi

<i>Bakgrunn for kalking:</i>	Generell forsurening i øvre del av vassdraget og ønske om å bedre forholdene for innlandsfiskebestander Fylkesmannen
<i>Kalkingsplan:</i>	Bedring av reproduksjonsmulighetene for storaure i Storelva nedstrøms Bjårvatn og innlandsfiskebestander høyere oppe i vassdraget.
<i>Biologisk mål:</i>	pH over 6.0 i utløpet av Bjårvatn hele året, dvs. unngå sure episoder.
<i>Vannkvalitetsmål:</i>	Innsjøkalking av Bjårvatn og en rekke tiltak i vassdraget oppstrøms Bjårvatn. På denne måten ønsker en å unngå kalkdosering i selve Storelva.
<i>Kalkingsstrategi:</i>	

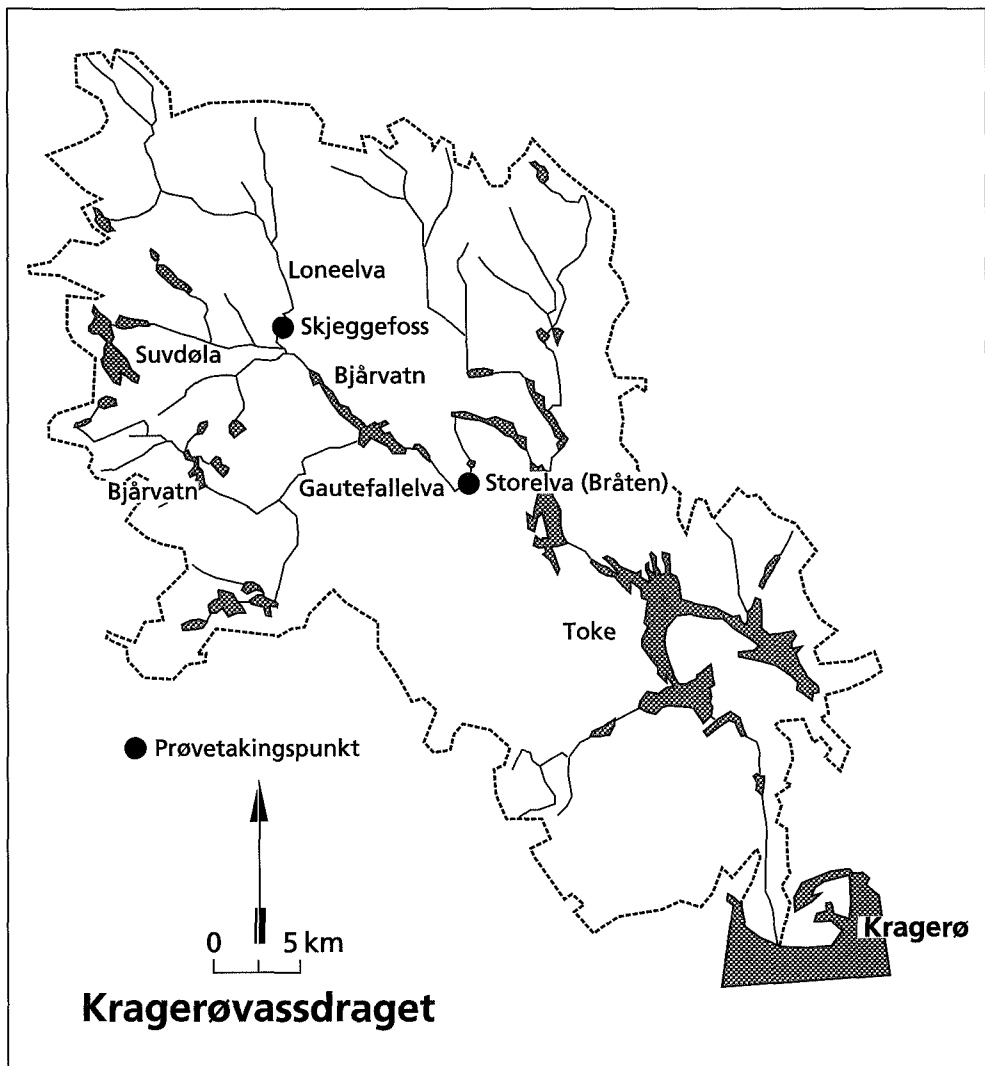
I 1999 ble 109 innsjøer kalket med tilsammen 1155 tonn NK3 (86% CaCO<sub>3</sub>) kalk, hvorav Bjårvatn med 450 tonn.



Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt



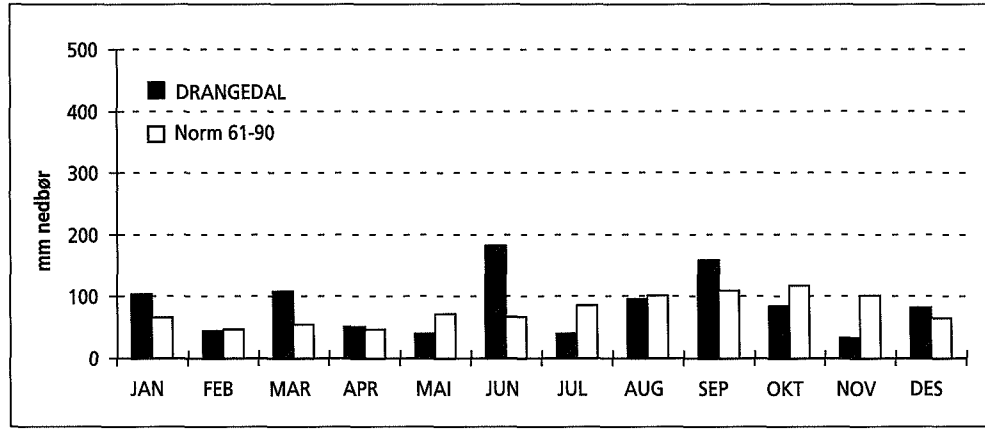
### 1.3 Stasjonsoversikt



Figur 1.2. Prøvetakingsstasjoner vannkjemi.

### 1.4 Hydrologi 1999

Meteorologisk stasjon: Drangedal.  
 Årsnedbør 1999: 1011 mm  
 Normalt: 923 mm  
 % av normalen: 110



Figur 1.3. Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Drangedal. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

## 2 Vannkjemi

**Forfatter: A. Hindar, NIVA**

Medarbeidere: L. B. Skancke

Den vannkjemiske overvåkingen av Kragerøvassdraget i forbindelse med kalking ble igangsatt i 1995. Vannprøvene samles inn lokalt og analyseres etter standard metoder ved NIVA. Kragerøvassdraget var før kalking forsuret, særlig i området i nordvest (Gautefallheia).

I 1999 er det tatt prøver ved to målestasjoner. Skjeggefoss i Loneelva er referansestasjon, mens prøvetakingen i Storelva skjer i målområdet for kalkingen av Bjårvatn.

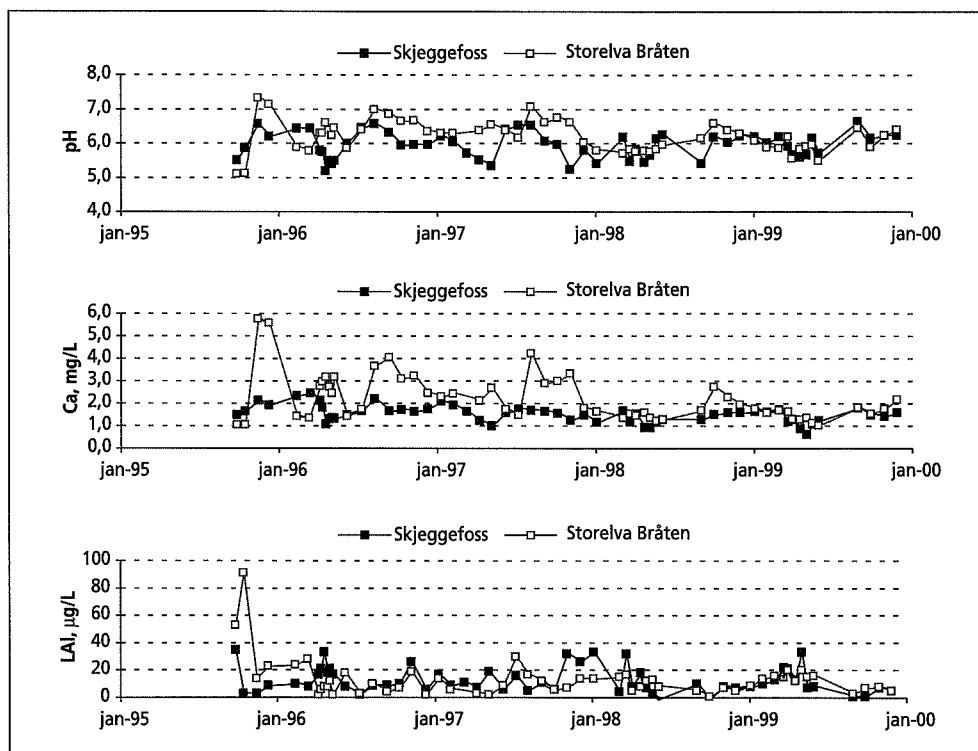
### 2.1 Ukalket referansestasjon

pH-verdiene i Loneelva (Skjeggefoss), det ukalkede tilløpet til Bjårvatn fra nord, svingte mellom 5.6 og 6.64 i 1999. Den høyeste konsentrasjonen av labilt aluminium var 33 µg/L, det

samme som året før. Målingen var den 18. mai, da det også var lav pH (5.66). Vannets giftighet er sannsynligvis relativt lav. Dette skyldes blant annet humusinnholdet, som gir midlere konsentrasjon av TOC på omlag 5 mg/L. Men vannkvaliteten kan, som også påpekt tidligere, i perioder være dårlig også i dette området.

### 2.2 Storelva

Vannkvalitetsmålet i Storelva ble ikke nådd i første halvdel av 1999, idet pH helt fram til kalking stort sett var under 6.0. Den 15. april ble pH målt til 5.56. Kraftig nedbør i juni reduserte pH fra omlag 6.0 til 5.5. Etter kalkingen av Bjårvatn økte pH til 6.45, men mye regn i september medførte reduksjon igjen til under 6.0 i oktober. Effekten av langtidopløsning, innblanding av kalkrikt bunnvann i Bjårvatn og tilførsler fra de omlag 100 kalkede innsjøene oppstrøms (som ble kalket med omlag 700 tonn kalk), ga imidlertid en forbedring igjen seinere på høsten. Selv om pH var lav, ble det ikke registrert labilt Al (LAI) over 20 µg/L i Storelva. Innsjøkalkingen i kombinasjon med de kalkede tilløpene er en viktig medvirkende årsak til dette resultatet.



**Figur 2.1.** Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium i 1995-1999 for Skjeggefoss og Storelva ved Bråten.

**Tabell 2.1.** Vannkvalitet i 1999.

Nr.	Stasjon		pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
1	Skjeggefoss	Mid	5.94	1.35	28	11	4.8	48
		Min	5.60	0.62	9	1	2.9	18
		Max	6.64	1.80	58	33	6.2	74
		N	13	13	13	13	13	13
2	Storelva, Bråten	Mid	5.90	1.55	30	12	5.0	
		Min	5.50	1.02	11	3	4.2	
		Max	6.45	2.19	63	20	6.7	
		N	13	13	13	13	13	

## 3 Samlet vurdering

### 3.1 Vannkjemisk måloppnåelse

Det vannkjemiske målet for Storelva ble ikke nådd i 1999, men de lave Al-konsentrasjonene i Storelva-vannet tyder på at vannkvaliteten neppe var kritisk for voksen aure. pH ned mot 5.5 kan imidlertid være kritisk for aurerogn, men det er sannsynlig at vannkvaliteten nede i gyttegrusen er bedre og god nok til å sikre eggoverlevelse. Situasjonen for aureyngel og aureunger er usikker. Kalking sammen med relativt høy konsentrasjon av TOC gjør at vannkvaliteten trolig er akseptabel for fisken selv ved noe lavere pH enn vannkvalitetsmålet.

### 3.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Det ser ut til at den valgte strategien, med kalking av Bjårvatn og øvrige større innsjøer i nordvestre del av Bjårvatns nedbørfelt kan sikre reproduksjon av aure i Storelva, men så lave pH-verdier i Storelva som i 1999 bør unngås. Det forutsetter at nok kalk spres på riktig tidspunkt, noe som ikke var helt optimalt i 1998-1999.

Kontinuerlig måling av pH gjennom vinteren/våren 2001 er foreslått for å kunne avdekke om det i perioder kan være enda surere enn det som framkommer ved stikkprøvetakingen i elva. Varigheten av perioder med lav pH vil også være viktig for å gi en riktigere vurdering av reproduksjonsforholdene i elva.

## 4 Litteratur

DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Drangedal, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.

## Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 1999

Stasjon	Nr.	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	ALK-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	TOT N µg/l	TOT P µg/l	ANC µekv/l
Skjeggefoss	1	18/01/99	6.20	1.65	0.062	34	105	97	8	4.1	1.93	0.36	1.15	0.23	1.3	2.9	220	390	3	55
Skjeggefoss	1	15/02/99	6.02	1.61	0.058	29	112	102	10	4.3	1.95	0.35	1.17	0.26	1.4	3.0	210	350	2	50
Skjeggefoss	1	15/03/99	6.20	1.73	0.068	40	103	90	13	3.8	2.06	0.36	1.16	0.27	1.4	2.9	230	365	3	57
Skjeggefoss	1	06/04/99	5.92	1.20	0.050	21	170	148	22	5.2	1.68	0.29	0.93	0.26	1.1	2.6	150	315	6	35
Skjeggefoss	1	15/04/99	5.66	1.27	0.048	19	154	133	21	4.9	1.59	0.29	0.94	0.28	1.0	2.3	145	305	4	49
Skjeggefoss	1	03/05/99	5.60	0.87	0.041	11	141	128	13	5.3	1.25	0.21	0.70	0.17	0.7	1.8	73	225	4	33
Skjeggefoss	1	18/05/99	5.66	0.62	0.039	9	152	119	33	5.5	1.16	0.15	0.71	0.16	0.7	1.8	43	195	4	18
Skjeggefoss	1	01/06/99	6.15	1.08	0.050	21	94	87	7	4.7	1.33	0.23	1.00	0.18	0.8	2.0	13	175	3	56
Skjeggefoss	1	15/06/99	5.72	1.22	0.050	21	133	125	8	6.2	1.41	0.26	0.84	0.20	0.8	2.1	79	265	4	52
Skjeggefoss	1	15/09/99	6.64	1.80	0.085	58	29	28	1	2.9	2.09	0.38	1.23	0.35	1.4	2.9	136	315	3	74
Skjeggefoss	1	14/10/99	6.15	1.49	0.058	29	113	112	1	5.6	1.75	0.33	0.97	0.26	1.2	2.5	109	265	3	57
Skjeggefoss	1	15/11/99	6.23	1.43	0.060	31	112	105	7	5.2	1.80	0.32	0.97	0.24	1.3	2.6	144	300	3	45
Skjeggefoss	1	15/12/99	6.24	1.59	0.063	35	102	97	5	4.3	1.99	0.35	1.09	0.26	1.4	2.8	235	390	2	48
Storelva Bråten	2	18/01/99	6.09	1.76	0.063	35	111	102	9	4.9										
Storelva Bråten	2	15/02/99	5.88	1.58	0.053	24	122	108	14	4.7										
Storelva Bråten	2	15/03/99	5.87	1.69	0.062	34	118	102	16	4.6										
Storelva Bråten	2	06/04/99	6.20	1.65	0.055	26	119	104	15	4.5										
Storelva Bråten	2	15/04/99	5.56	1.30	0.047	18	133	113	20	4.6										
Storelva Bråten	2	03/05/99	5.83	1.27	0.052	23	120	108	12	4.6										
Storelva Bråten	2	18/05/99	5.92	1.37	0.052	23	110	90	20	4.4										
Storelva Bråten	2	01/06/99	5.96	1.14	0.049	20	98	83	15	4.2										
Storelva Bråten	2	15/06/99	5.50	1.02	0.041	11	128	112	16	5.5										
Storelva Bråten	2	15/09/99	6.45	1.82	0.079	51	69	66	3	5.0										
Storelva Bråten	2	14/10/99	5.90	1.54	0.056	27	138	131	7	6.7										
Storelva Bråten	2	15/11/99	6.24	1.78	0.068	40	115	107	8	5.7										
Storelva Bråten	2	15/12/99	6.41	2.19	0.090	63	102	97	5	5.1										

# ARENDA SVASSDRAGET

Koordinator: A. Hindar, NIVA

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	37
1.1 Områdebeskrivelse .....	37
1.2.Kalkingsstrategi.....	37
1.3 Stasjonsoversikt.....	39
1.4 Hydrologi 1999 .....	39
<b>2 Vannkjemi</b> .....	40
2.1 Nisser, Fyresvatn og Nesvatn.....	40
2.2. Hovedvassdraget og anadrom strekning .....	40
<b>3 Fisk</b> .....	42
3.1 Innledning.....	42
3.2 Materiale og metoder.....	42
3.3 Resultater og diskusjon .....	42
<b>4 Planteplankton</b> .....	45
4.1 Fyresvatn.....	45
4.2 Nisser.....	45
4.3 Nesvatn.....	45
<b>5 Zooplankton og bunndyr</b> .....	51
5.1 Innledning.....	51
5.2 Planktoniske krepsdyr .....	51
5.3 Litorale krepsdyr .....	52
5.4 Bunndyr .....	53
<b>6 Makrovegetasjon</b> .....	54
6.1 Metoder.....	54
6.2 Resultater.....	54
<b>7 Begroing</b> .....	57
7.1 Materiale og metoder.....	57
7.2 Resultater .....	57
<b>8 Samlet vurdering</b> .....	59
8.1 Vannkemisk og biologisk måloppnåelse .....	59
8.2 Vurdering av kalkingen .....	59
<b>9 Litteratur</b> .....	60
<b>Vedlegg</b> .....	62

# 1 Innledning

## 1.1 Områdebeskrivelse

**Forfatter:** A. Hindar, NIVA

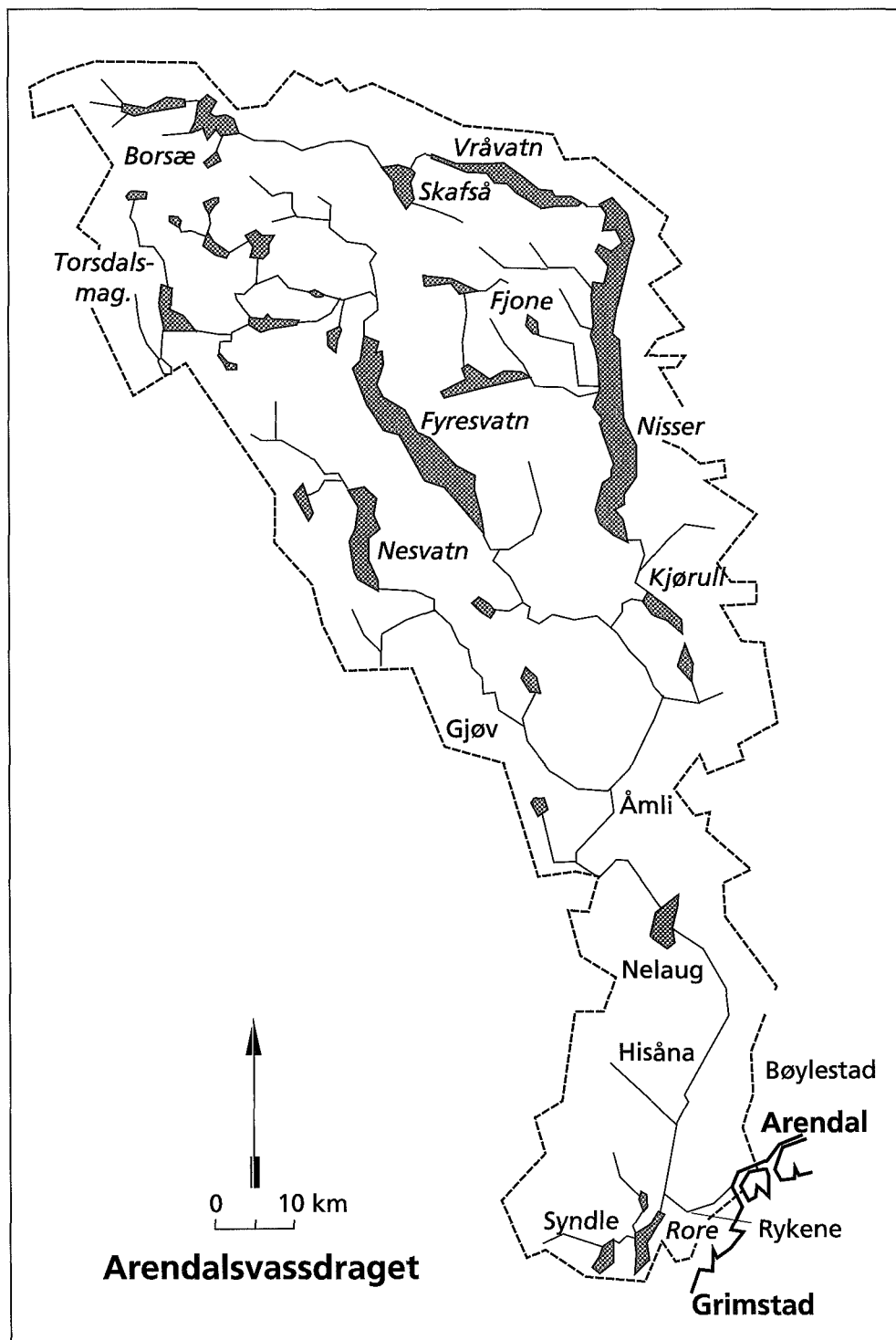
Medarbeidere: J. Håvardstun, M. C. Lie

<i>Vassdragsnr:</i>	019
<i>Fylker:</i>	Telemark og Aust-Agder Telemark og Aust-Agder
<i>Areal, nedbørfelt:</i>	4025 km <sup>2</sup>
<i>Regulering:</i>	Sterkt regulert (Nisser, Fyresvatn, Nesvatn, flere elvekraftverk på strekningen Nisser-Rygene)
<i>Spesifikk avrenning:</i>	28,3 l/s/km <sup>2</sup>
<i>Middelvannføring:</i>	115 m <sup>3</sup> /s
<i>Kalket siden:</i>	Gradvis opptrapping lokalt, men hovedplan med Nisser i 1996.
<i>Lakseførende strekning:</i>	22 km til Eivindstad kraftverk, men vandringshinder og -forsinkelse ved Helle/Rygene pga lav vannføring, feilvandring til omløpstunnel, trefiberutslipp og gassovermetning.

## 1.2 Kalkingsstrategi

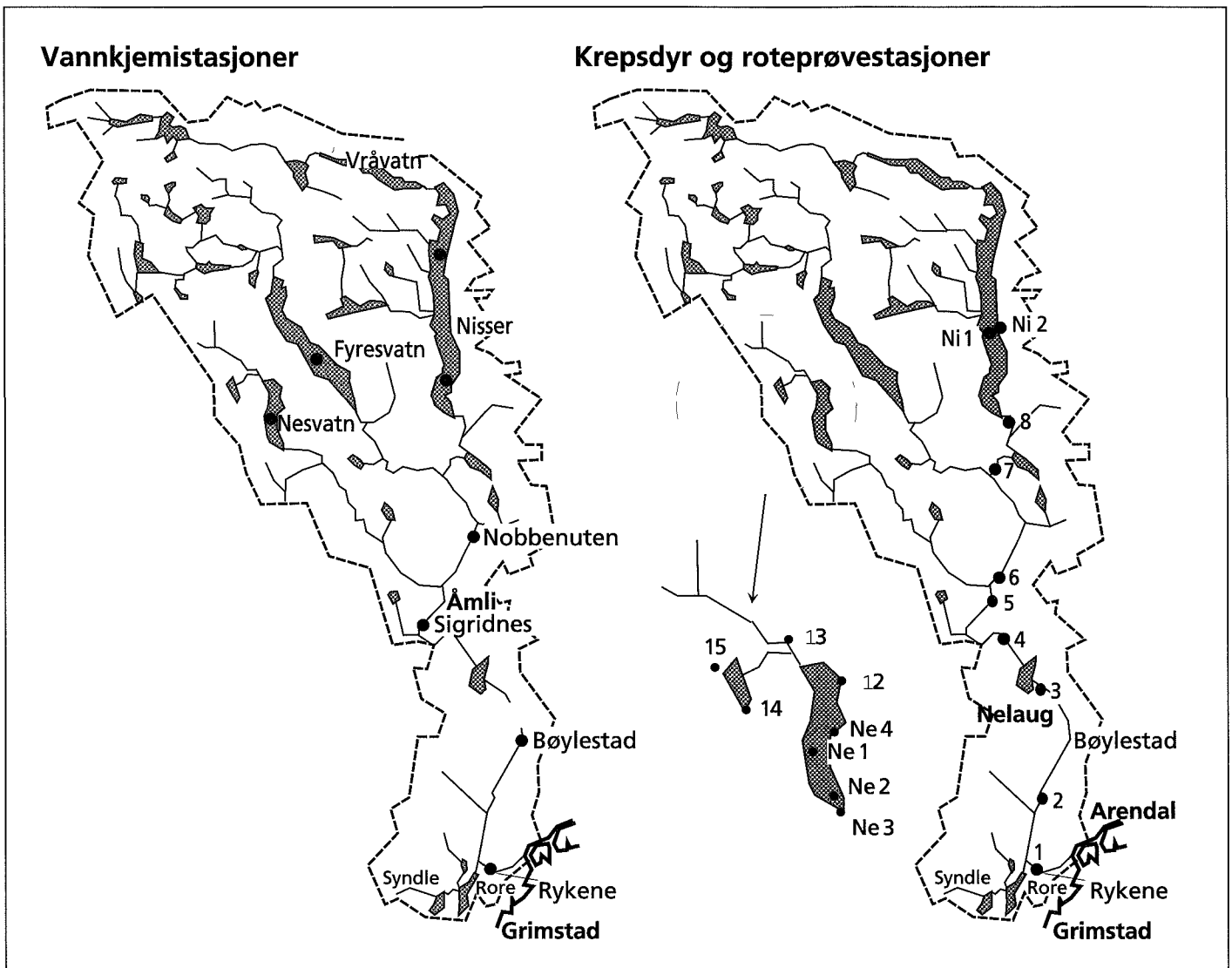
<i>Bakgrunn for kalking:</i>	Arendalsvassdraget har mistet sin laksebestand og trolig også bestanden av bleke (Nelaug), samt at flere innlandsfiskebestander er tapt, er svake eller har vist tilbakegang. Hindar (1989).
<i>Kalkingsplan:</i>	Langsiktig mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsureningsfølsomme vannorganismer. Tiltaket bygges trinnvis opp mot dette målet.
<i>Biologisk mål:</i>	Kortsiktig mål: Oppkalking av de tre store innsjøene til pH 6.0-6.2.
<i>Vannkvalitetsmål:</i>	Kalking av de to store innsjøene Nisser og Fyresvatn samtidig med at vannkvaliteten i Nesvatn bygges opp ved tiltak i innløpet. Disse tiltakene må suppleres med dosererkalking for at vannkvaliteten skal komme opp i laksekvalitet, jfr. revidert kalkingsplan (Hindar et al. 1999).
<i>Kalkingsstrategi:</i>	

I 1999 ble 8 (hvorav 4 i Rorevassdraget) innsjøer i Arendalsvassdraget (på Aust-Agder siden) kalket med tilsammen 187 tonn (hvorav 124 tonn i Rore) NK3 kalk (86% CaCO<sub>3</sub>). I Rorevassdraget er det dessuten dosererkalket med 673 tonn kalk. 204 innsjøer i Telemarksdelen av vassdraget ble kalket med tilsammen 1194 tonn NK3 kalk.



Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfeltet ned til Rykene

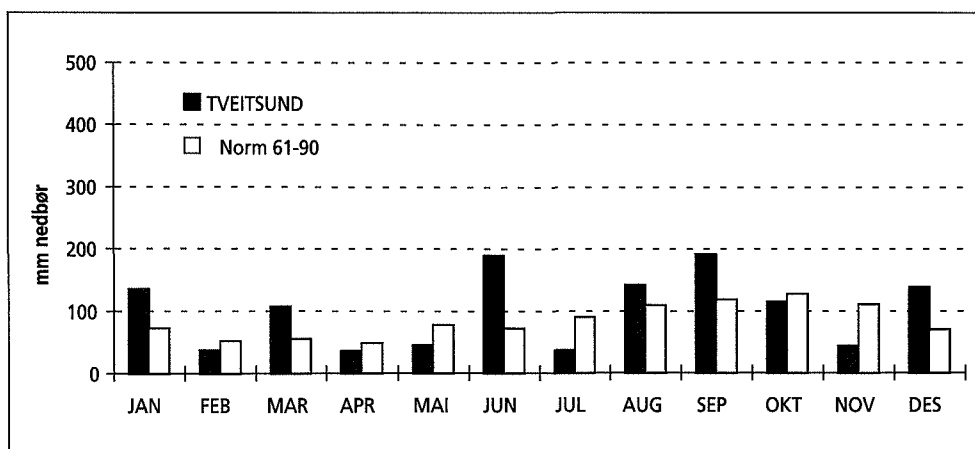
### 1.3 Stasjonsoversikt



Figur 1.2. Prøvetakingsstasjoner vannkjemi. Det vises forøvrig til teksten.

### 1.4 Hydrologi 1999

Meteorologisk stasjon: Tveitsund.  
 Årsnedbør 1999: 1210 mm  
 Normalt: 994 mm  
 % av normalen: 122



Figur 1.3. Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Tveitsund (sør-enden av Nisser). Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).



## 2 Vannkjemi

Forfatter: A. Hindar, NIVA

Medarbeidere: R. Høgberget, L. B. Skancke og J. Håvardstun

Den vannkjemiske overvåkingen av Arendalsvassdraget i forbindelse med kalking ble igangsatt i 1996. Vannprøvene samles inn av NIVA og analyseres etter standard metoder ved NIVA. Arendalsvassdraget hadde før kalking små variasjoner i vannkvalitet i ulike deler av feltet. De store innsjøene Nisser og Fyresvatn hadde pH-verdier på 5.3-5.5, mens det var surere i Nesvatn-området og nærmere kysten (Rorefeltet).

I dette vassdraget er det ikke opprettet referansestasjon for vannkjemi. Det skyldes at det kalkes høyt oppe i vassdraget, og at det derfor er vanskelig å finne egnet referanse til hovedvassdraget. Men siden det er referansestasjoner både i Vegårvassdraget i sørøst og to i Tovdalsvassdraget i vest, anses dette som et lite problem. Resultater er gitt i tekst og i vedlegg A bak i rapporten.

### 2.1 Nisser, Fyresvatn og Nesvatn

Vannkvaliteten i Nisser (pH og kalsium) var stabilt god også i 1999, noe som skyldes kalkingen og den lange oppholdstiden av vannet. pH var svært nær 6.0 både i mai og i desember. Kalsiumkonsentrasjonen ble redusert med 0.06 mg/L fra mai til desember, og var kommet ned i 1.33 mg/L. Al-konsentrasjonen var lav; noe over 50 µg/L RA1 (reaktivt Al) og hhv. 15 og 21 µg/L LA1 (Labilt Al) i mai og desember.

Fyresvatn hadde også i 1999 samme pH som Nisser, omlag samme alkalitet, mens Ca-konsentrasjonen var 0.15 mg/L lavere. Al-konsentrasjonene var noe, men ubetydelig, lavere enn i Nisser.

I Nesvatn var pH i 1999 redusert med 0.05-0.1 pH-enhet i forhold til året før, og var i 1999 omlag 5.8. Kalsiumkonsentrasjonen var nær 1.0 mg/L, og er redusert med 0.1 mg/L hvert år fra 1997. Alkaliteten var 12 µekv/L i 1999, noe lavere enn i Nisser og Fyresvatn. Både reaktivt og labilt Al hadde høyere konsentrasjoner i Nesvatn, men forskjellen var liten.

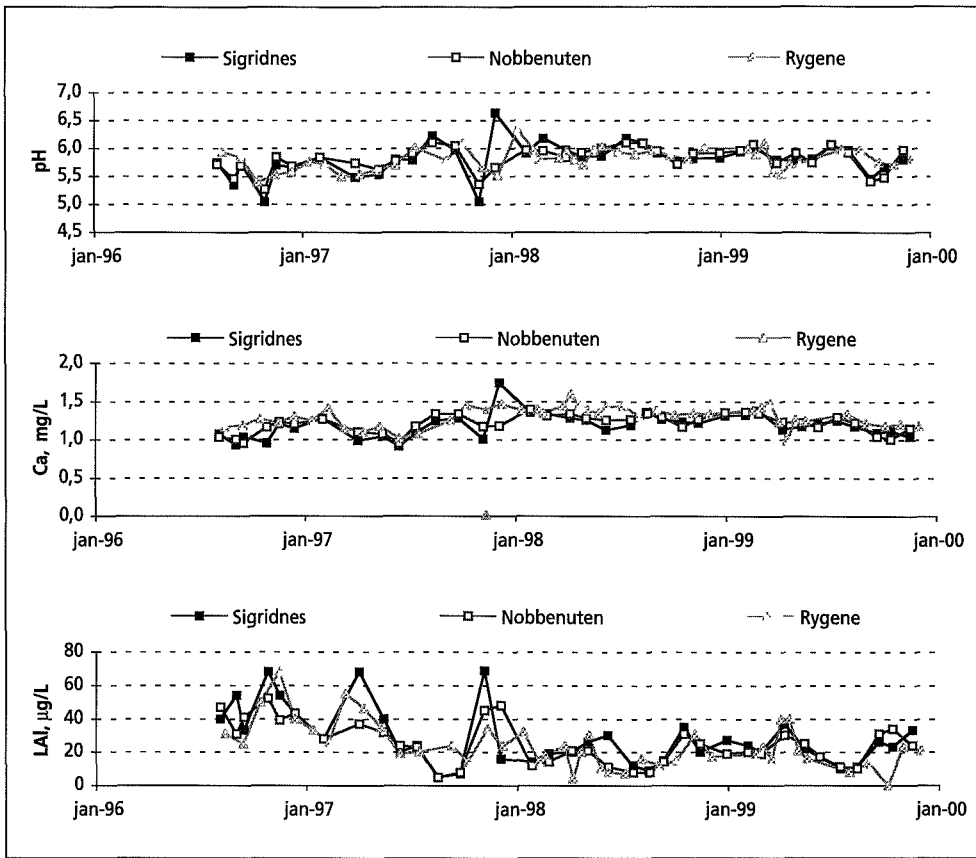
### 2.2 Hovedvassdraget og anadrom strekning

Figur 2.1., 2.2. og tabell 2.1. viser utviklingen i vannkvalitet på to elvestasjoner i vassdragets mellomparti (Nobbenuten og Sigidnes) og ved Rygene på den anadrome strekningen. Kalkingen har bidratt til en vannkvalitetsforbedring på alle stasjoner, men vannkvaliteten var noe mer ustabil i 1999 enn i 1998. Det gjenspeiles på alle de tre parametre som er vist i figur 2.1 og i pH-figuren for Rygene. I 1999 var laveste målte pH-verdier ved Rygene 5.57 og 5.53 (15. og 30. april), og ned mot pH 5.4 for de to andre stasjonene i oktober. Det er verdt å merke seg at konsentrasjonen av labilt aluminium (LA1) heller ikke i 1999 har vært over 40 µg/L ved de tre stasjonene, men 20-40 µg/L på anadrom strekning (Rygene) i april og mai (smoltifiseringsperioden for laks) antas å være kritisk for laksesmolt.

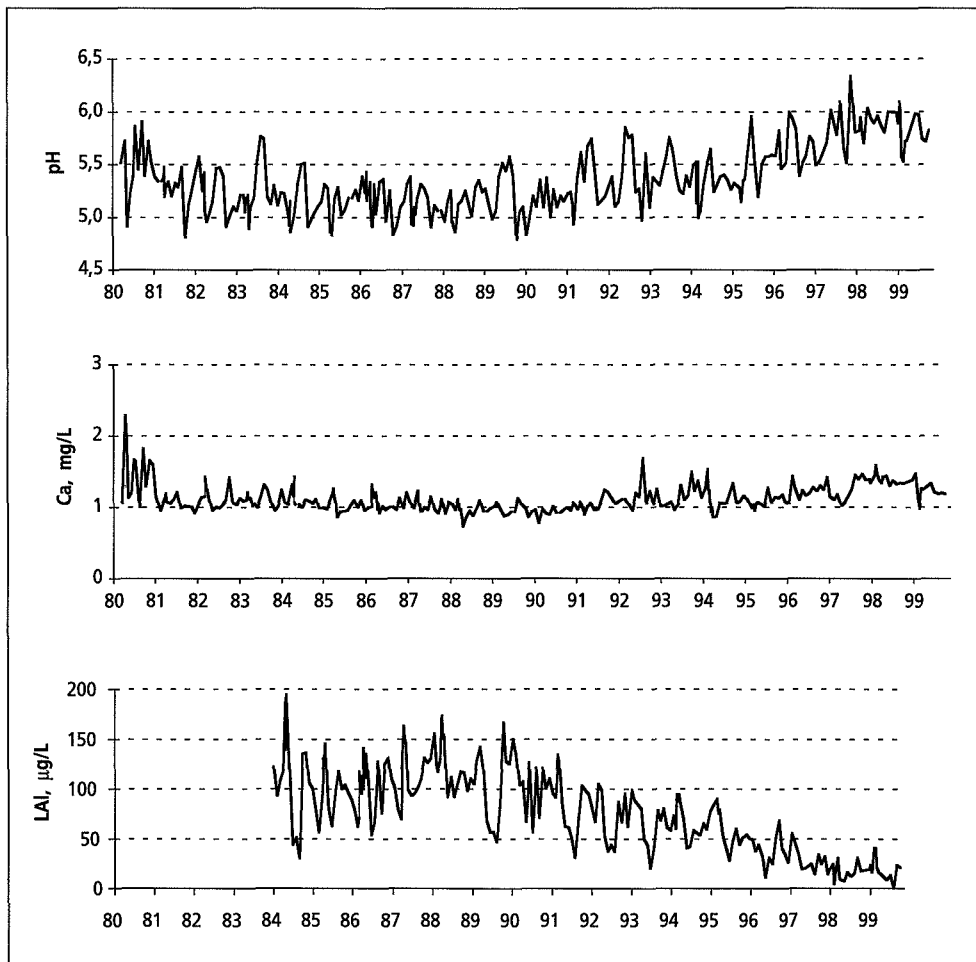
Fordi bufferkapasiteten er liten og fordi det ikke er kalkdosering i vassdraget nedstrøms de store innsjøene, er det fortsatt fare for gjennombrudd av dårligere vannkvalitet enn det som er påvist ved de månedlige prøvetakingene. Forhold med uheldig sammenfall i tid mellom mye nedbør og manøvrering av de store reguleringsmagasinene er påvist i den reviderte kalkingsplanen for vassdraget (Hindar m.fl. 1999), og det antas at hyppigere prøvetaking eller kontinuerlig pH-måling kan fange opp dette på en bedre måte.

Tabell 2.1. Vannkvalitet i 1999.

Nr.	Stasjon		pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LA1 µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
1	Nidelva, Rygene	Mid	5.78	1.26	14	20	2.7	25
		Min	5.53	0.98	5	0	2.1	13
		Max	6.09	1.47	23	40	3.4	38
		N	12	12	12	12	12	12
10	Sigridnes	Mid	5.79	1.20	13	23	2.5	
		Min	5.45	1.04	6	10	1.8	
		Max	6.04	1.37	16	37	4.2	
		N	11	11	11	11	11	
12	Nobbenuten	Mid	5.78	1.22	14	22	2.4	23
		Min	5.41	1.01	6	10	1.6	17
		Max	6.07	1.36	20	34	4.9	27
		N	11	11	11	11	11	11



Figur 2.1. Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium i Arendalsvassdraget.



Figur 2.2. pH, kalsium og labilt aluminium ved Rygene i perioden 1980-1999.

# 3 Fisk

Bjørn Mejdell Larsen<sup>1</sup>, Hans Mack Berger<sup>1</sup>, Jørn Enerud<sup>2</sup>, Einar Kleiven<sup>3</sup> og Agnar Kvellestad<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

<sup>2</sup>Fisk- og miljøundersøkelser, Postboks 68, 2410 Hernes

<sup>3</sup>Norsk institutt for vannforskning - Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

<sup>4</sup>Veterinærinstituttet, Postboks 8156, Oslo dep., 0033 Oslo

## 3.1 Innledning

Rene ungfiskundersøkelser er tidligere bare gjennomført i sidebækker til vassdraget (Simonsen 1995). I forbindelse med planlagte kalkingstiltak startet derfor NINA en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i hovedvassdraget opp til Bøylefoss høsten 1996 (Hindar et al. 1997). Dette ble videreført etter samme opplegg i 1997-1999.

## 3.2 Materiale og metoder

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metoder på seks stasjoner i lakseførende del av vassdraget i august 1999 (vedlegg B.1). Stasjonene 1-3 ligger mellom Eivinstad og Rygene, og stasjonene 4-6 mellom Rygene og Helle. I tillegg ble det fisket på tre stasjoner (stasjon 21-23) på tidligere lakseførende strekning mellom Bøylefoss og Eivinstad. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt og deretter konservert og lagret for senere aldersbestemmelse.

Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin (1984) og Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Tettheten er beregnet som:

- Gjennomsnittet basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet (tetthet1)
- Gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet2)

Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og vist i vedlegg B.1-B.3 som også oppgir standardavviket for tetthet1 og tetthet2.

Det ble tatt gjelleprøver av et mindre antall ett-årige eller eldre fiskeunger av laks og ørret ved at andre gjellebue på fiskens venstre side ble dissekert ut i felt og fiksert på 10 % fosfatbufra formalin. Metode og framgangsmåte for videre bearbeiding og analysing er gitt av Kvellestad & Larsen (1999). I denne rapporten oppgis bare metallakkumulering i tabellen. Andre typer av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.

## 3.3 Resultater og diskusjon

### Laks

Det ble bare registrert to laksyngel mellom Rygene og Helle ved elfiske i 1999. Det ble bare påvist tre laksyngel på denne strekningen i 1996 også, og det ble ikke påvist laksyngel i 1997 og 1998 eller ved tidligere undersøkelser. Simonsen (1995) klassifiserte området til ikke å ha egenproduksjon av laks. Nedenfor Eivinstad derimot ble det fanget 29 laksyngel på stasjon 1 noe som tilsvarer en tetthet på 22 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Det var samme resultat i 1998 også, og det er så langt bare dette

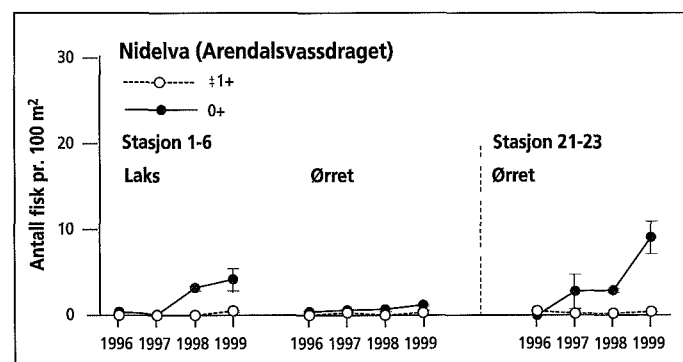
området som har hatt reproduksjon av laks i de siste årene. Stasjonen ligger innenfor det største gyte- og oppvekstområdet for laks i Nidelva slik det er vurdert av Hindar et al. (1999). Det ble funnet ett-årige laksunger for første gang innenfor selve elfiske-stasjonene i 1999 (4 individer på stasjon 6), men det ble også påvist ett-årige laksunger ved stasjon 1 slik det også ble gjort i 1998. Tetthet1 for laksyngel i Nidelva var 4,2 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999, som er om lag det samme som i 1998. Til sammenligning var tetthet1 0,1-0,4 individer i 1996-1997 (figur 3.1).

På 1980- og 1990-tallet har det vært oppvandring av laks med ukjent opprinnelse i Nidelva, men på grunn av dårlig vannkvalitet i lang tid er det lite sannsynlig at elva har en egen selvreproduserende stamme lenger (Sættem & Boman 1985, Matzow 1995, Simonsen 1995). I fiskeslusa ved Rygene dam passerte det i årene 1992-1997 i gjennomsnitt 133 laks (variasjonsbredde 85-178) og 34 sjøørret (variasjonsbredde 14-49) (D. Matzow i Thorstad et al. 1998). Årsaken til manglende reproduksjon synes å være forsuring, men også reguleringen påvirker i betydelig grad gytemulighetene, særlig på den 2,5 km lange strekningen fra Rygene til Helle hvor minstevannføringen om vinteren er lav (Simonsen 1995). Laks og sjøørret forhindres/forsinkes også i oppvandringen på strekningen med minstevannføring opp til Rygene kraftverk, og i tillegg virker gassovermetning og trefiberutslipp negativt inn på oppvandringen (Thorstad et al. 1997). Også ovenfor Rygene er det stort sett begrensede gytemuligheter (Simonsen 1995).

I årene 1989-1992 hadde Nedenes laksestyre en midlertidig konsesjon for klekkeri i Nidelva. Det ble tatt stamfisk fra elva, men fiskens opprinnelse er uklar. I 1990-1992 ble det satt ut 10 000-12 000 yngel i hvert av årene i sideelver i vassdraget. Det foregår ingen utsetting av laks eller ørret i vassdraget i dag.

Histologiske undersøkelser av gjeller fra laks i Nidelva ble bare undersøkt i 1998 og 1999 da eldre laksunger ikke ble påvist tidligere. Antallet laksunger har vært svært lavt, og bare 7 individer er undersøkt til sammen. Det er bare påvist metallakkumulering i gjelleepitelet, og i 1999 bare i særskilt sparsomme mengder hos 33 % av laksungene i vassdraget (tabell 3.1).

Laksungene varierte i lengde fra 42 til 124 mm i begynnelsen av august 1999 (figur 3.2). Årsyngelen var i gjennomsnitt 50 mm (tabell 3.2), og alle eldre individer (106-124 mm) ble aldersbestemt til 1+ (to-somrig) (tabell 3.3).



Figur 3.1. Tetthet1 pr. 100m<sup>2</sup> av laks og ørret i lakseførende del av Nidelva (stasjon 1-6) og tetthet1 av ørret i Nidelva mellom Bøylefoss og Eivinstad (stasjon 21-23) i 1996-1999.

### Ørret

Det ble bare fanget to ørretyngel og en eldre ørretunge på strekningen mellom Rygene og Helle i 1999. Det er også tidligere bare tilfeldige funn av ørretyngel på strekningen (tre individer i 1996). I 1997 og 1998 var det ingen observasjoner av ørret på stasjon 3-6. På strekningen mellom Eivindstad og Rygene ble det bare fanget åtte årsyngel til sammen hvorav sju individer på stasjon 1 ved Eivindstad. Det ble bare funnet en eldre ørretunge på strekningen. Tetthet1 for ørretyngel i lakseførende del av Nidelva var beskjedne 1,2 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999 (**figur 3.1**). Det var ingen endringer i tetthet sammenlignet med 1996-1998. Elva har aldri hatt mye sjøørret, men noe går opp og gyter i et par sidebekker nedstrøms Rygene.

Det ble gjennomført histologiske undersøkelser av gjeller fra ørret i 1997 og 1999. Det ble påvist metallakkumulering i gjellene hos all fisk i 1997, men bare i særskilt sparsomme mengder i gjelleepitelet (**tabell 3.1**). I 1999 var det ingen slik metallakkumulering, men bare to individer ble undersøkt. En vet foreløpig ikke hvor stor en slik metallakkumulering må være for at den skal ha negative effekter på individ- og populasjonsnivå. Det er likevel antatt at all metallakkumulering i epitelet som blir påvist med histokjemiske metoder er et uttrykk for eksponering for en suboptimal vannkvalitet.

Ovenfor lakseførende strekning mellom Bøylefoss og Eivindstad ble det fanget 40 ørretyngel og to eldre ørret i 1999. Dette var en liten økning sammenlignet med 1997 og 1998, og det har vært en positiv utvikling på strekningen siden 1996 da ingen

**Tabell 3.1.** Resultat av histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk i Nidelva (Arendalsvassdraget) i 1997-1999. N er antall fisk undersøkt. ASA+overfl. = ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) på gjelleoverflaten er oppgitt. ASA+int. = ASA-positivt materiale i gjelleepitelet. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) i gjelleepitelet er oppgitt. 0 = ikke påvist, (1) = særskilt sparsom forekomst, 1 = sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

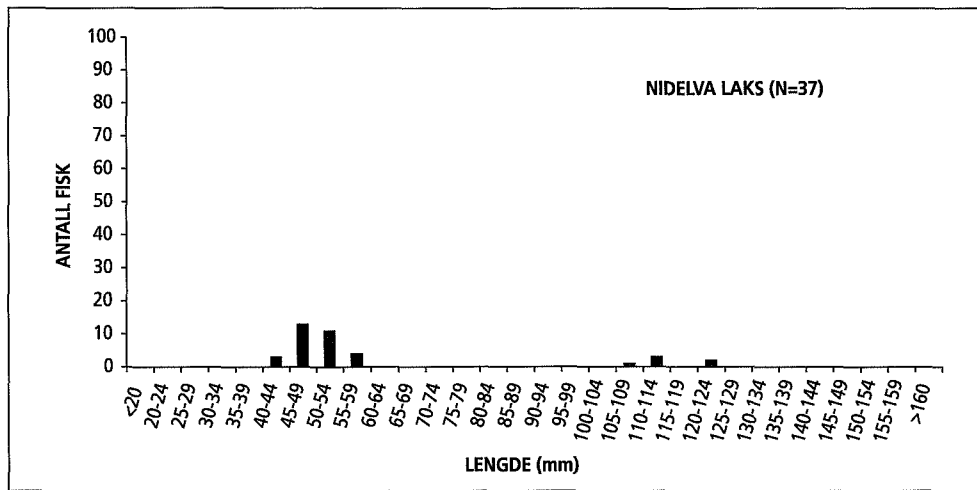
Art	År	Stasjon	N	ASA+ overfl., %					ASA+ int., %				
				0	(1)	1	2	3	0	(1)	1	2	3
Laks	1998	1	1	100	0	0	0	0	0	0	0	100	0
	1999	1	2	100	0	0	0	0	50	50	0	0	0
		6	4	100	0	0	0	0	75	25	0	0	0
Ørret	1997	1	1	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
		21	2	100	0	0	0	0	0	100	0	0	0
	1999	2	1	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
		6	1	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0

**Tabell 3.2.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $x \pm sd$ ) for årsyngel av laks i ulike deler av Nidelva i 1996-1999. N er antall undersøkte individer.

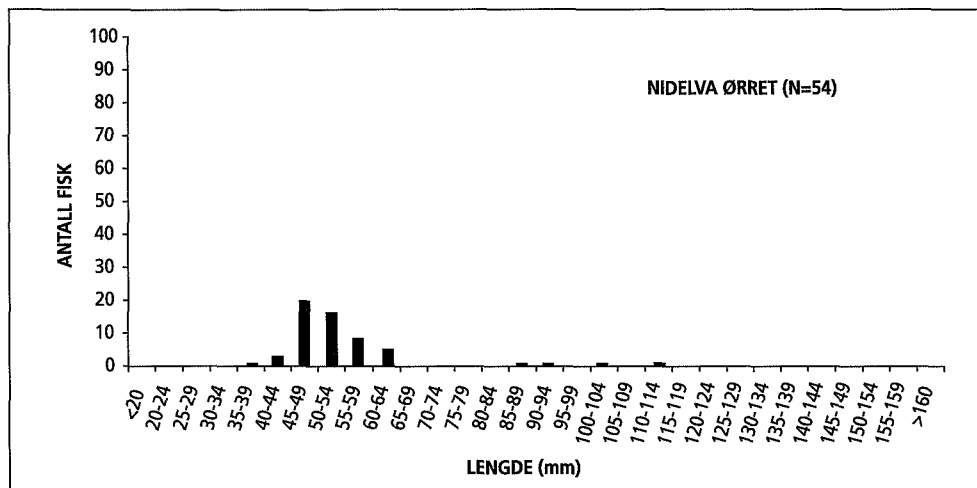
Stasjon	OKT 1996		AUG 1997		AUG 1998		AUG 1999	
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
1-3 Eivindstad-								
Rygene	-	0	53	1	55±5	31	49±4	29
4-6 Rygene-Helle	84±8	3	-	0	-	0	55±4	2
1-6 Nidelva	84±8	3	53	1	55±5	31	50±4	31

**Tabell 3.3.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $x \pm sd$ ) hos ungfisk av laks og ørret i Nidelva (Arendalsvassdraget) i 1998-1999. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

	0+		1+		2+		3+	
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
<b>NIDELVA</b>								
<b>LAKS</b>								
AUG 1998	54±4	22	116	1	-	0	-	0
AUG 1999	50±4	22	109±7	6	-	0	-	0
<b>ØRRET</b>								
AUG 1998 ST.1-6	53±4	5	-	0	-	0	-	0
ST.21-23	58±4	14	-	0	-	0	170	1
AUG 1999 ST.1-6	50±7	10	88±4	2	-	0	-	0
ST.21-23	49±4	19	101±9	2	-	0	-	0



**Figur 3.2.** Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Nidelva i begynnelsen av august 1999.



**Figur 3.3.** Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del og strekningen Bøylestad-Eivindstad i Nidelva i begynnelsen av august 1999.

ørretyngel ble påvist. Tetthet1 for ørretyngel og eldre ørretunger var henholdsvis 9,1 og 0,4 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999 (**figur 3.1**). Ørret har nå vellykket rekruttering på alle stasjonene ovenfor Eivindstad, men eldre ørretunger blir bare tilfeldig påtruffet, og antallet er foreløpig lavt.

Ørretungene som ble fanget i lakseførende del var 40-94 mm i begynnelsen av august 1999. Med unntak av to individer var dette årsyngel med en gjennomsnittslengde på 50 mm (**tabell 3.4**). På strekningen Bøylefoss-Eivindstad var årsyngelen i gjennomsnitt 51 mm, og det ble i tillegg bare fanget to ett-årige individer (100 og 112 mm). Lengdefordelingen av all ørret er gitt i **figur 3.3**.

#### Andre arter

I 1999 ble det fanget 3 ål, 8 gjedde (70-220 mm) og 2 abbor ved elfisket. Ål ble fanget bare på strekningen mellom Rygene og Helle, men arten er tidligere (1997) også fanget mellom Eivindfoss og Rygene.

**Tabell 3.4.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $\bar{x} \pm s.d.$ ) for årsyngel av ørret i ulike deler av Nidelva i 1996-1999. N er antall undersøkte individer.

Stasjon	OKT 1996		AUG 1997		AUG 1998		AUG 1999	
	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N
1-3 Eivindstad-Rygene	-	0	54±5	5	53±4	6	49±7	8
4-6 Rygene-Helle	79±2	2	-	0	-	0	53±0	2
1-6 Nidelva	79±2	2	54±5	5	53±4	6	50±6	10
21-23 Bøylefoss-Eivindstad	-	0	52±4	13	58±5	14	51±5	40

# 4 Planteplankton

**Forfatter: P. Brettum, NIVA**

I 1999 ble det fra Fyresvatn, Nisser og Nesvatn samlet inn kvantitative planteplanktonprøver på tre tidspunkter. Innsamlingene skjedde i juni, august og oktober. Prøvene var blandprøver fra 0-10 m dyp. Analyseresultatene er gitt i figurer og i tabeller i vedlegg.

## 4.1 Fyresvatn

Vannet hadde et svært fattig planteplanktonsamfunn med relativt få arter/taksa og svært lave totalvolum (figur 4.1). I juni 1999 var totalvolumet bare 52 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (mg/l våtvekt), i august 78 og i oktober 75 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Til sammen ble det i 1999 registrert 38 ulike arter/taksa i de tre prøvene. Gullalger (Chrysophyceae) var den viktigste gruppen i 1999 sammen med gruppen dinoflagellater (Dinophyceae) på alle tre prøvetakingstidspunktene. Viktigste arter/taksa innen gullalgene var ulike chrysomonader. Innen dinoflagellatene var *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) og *Gymnodinium cf. lacustre*, de viktigste elementene i planteplankton-samfunnet i Fyresvatn. Gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) var ikke dominerende i prøvene, men flere arter innen gruppen var vanlige. Artene *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis* innen denne gruppen, som ellers er vanlig i de fleste norske innsjøer, ble ikke registrert i Fyresvatn. Disse to artene blir ikke registrert i de sureste vannforekomstene, og forsvinner vanligvis når pH blir lavere enn 5.5-6.

Blågrønnalgen (Cyanophyceae) *Merismopedia tenuissima* ble registrert i alle tre prøvene. Dette er, i motsetning til de fleste andre planktoniske former innen denne gruppen, en indikatorart på næringsfattige og litt sure vannforekomster.

De registrerte arts- og gruppesammensetninger sammen med det lave totalvolum av planteplankton, er typisk for svært næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.

## 4.2 Nisser

Også i Nisser ble det registrert lite planteplankton med relativt få arter/taksa i 1999 (figur 4.2.). Prøven fra juni 1999 hadde et planteplanktonvolum på kun 33 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (mg/l våtvekt). I august var volumet 91 og i oktober 102 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Ialt ble det registrert 37 ulike arter/taksa i prøvene fra 1999. Gruppen dinoflagellater (Dinophyceae) var, i motsetning til i Fyresvatn, av underordnet betydning i prøvene fra 1999. Gullalger (Chrysophyceae) var den viktigste gruppen som helhet, med ulike små chrysomonader som det viktigste elementene. Selv om dinoflagellatene ikke dominerte i prøvene fra Nisser, var arten *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) ganske vanlig i prøvene. I 1999 ble det i

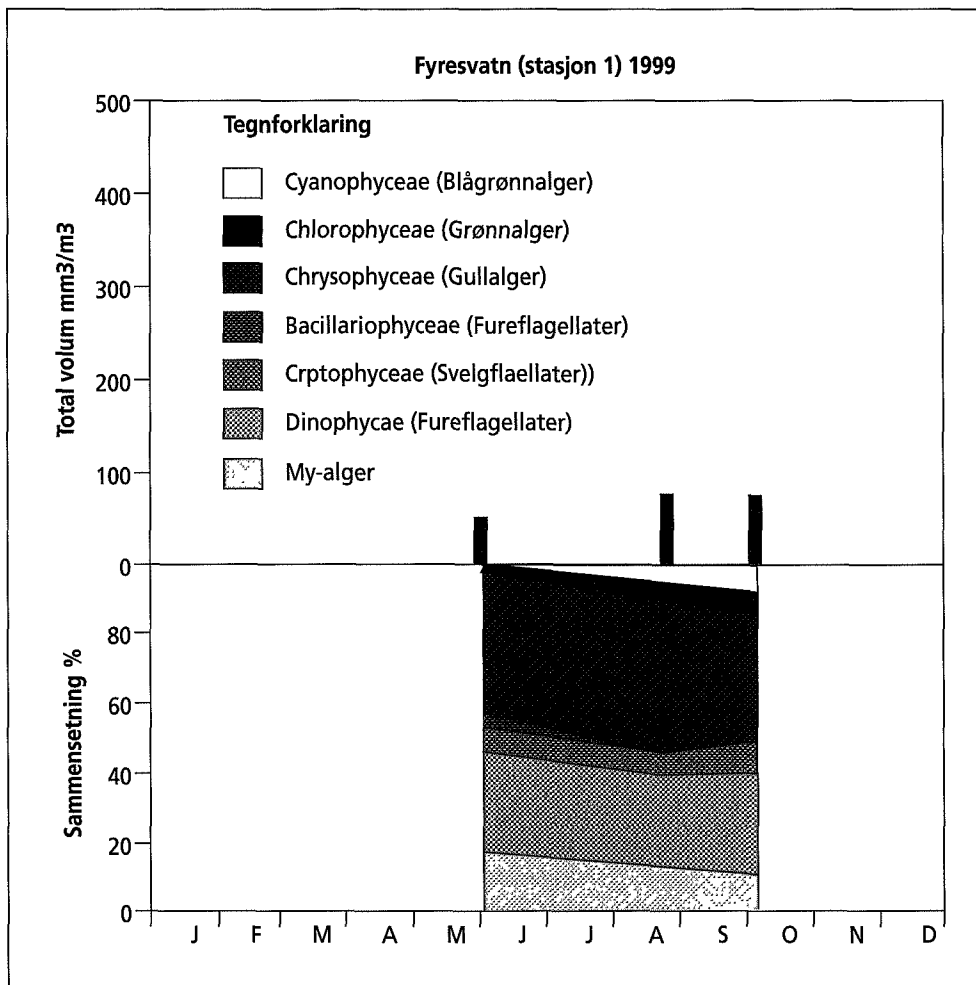
Nisser registrert, relativt sett, større bestander av blågrønnalgen *Merismopedia tenuissima* i prøvene. Som nevnt tidligere er dette en god indikatorart innen denne gruppen på næringsfattige og litt sure vannforekomster. Gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) var av underordnet betydning, men i prøven fra oktober ble det registrert noen individer av *Katablepharis ovalis* noe som viser at vannmassene ikke er av de mest sure. Denne arten forsvinner vanligvis fra vannmassene når pH går under 5.5, men registreres i vannmasser med litt høyere pH.

Arts- og gruppesammensetningen samt relativt lave totalvolum, viser også for Nisser næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.

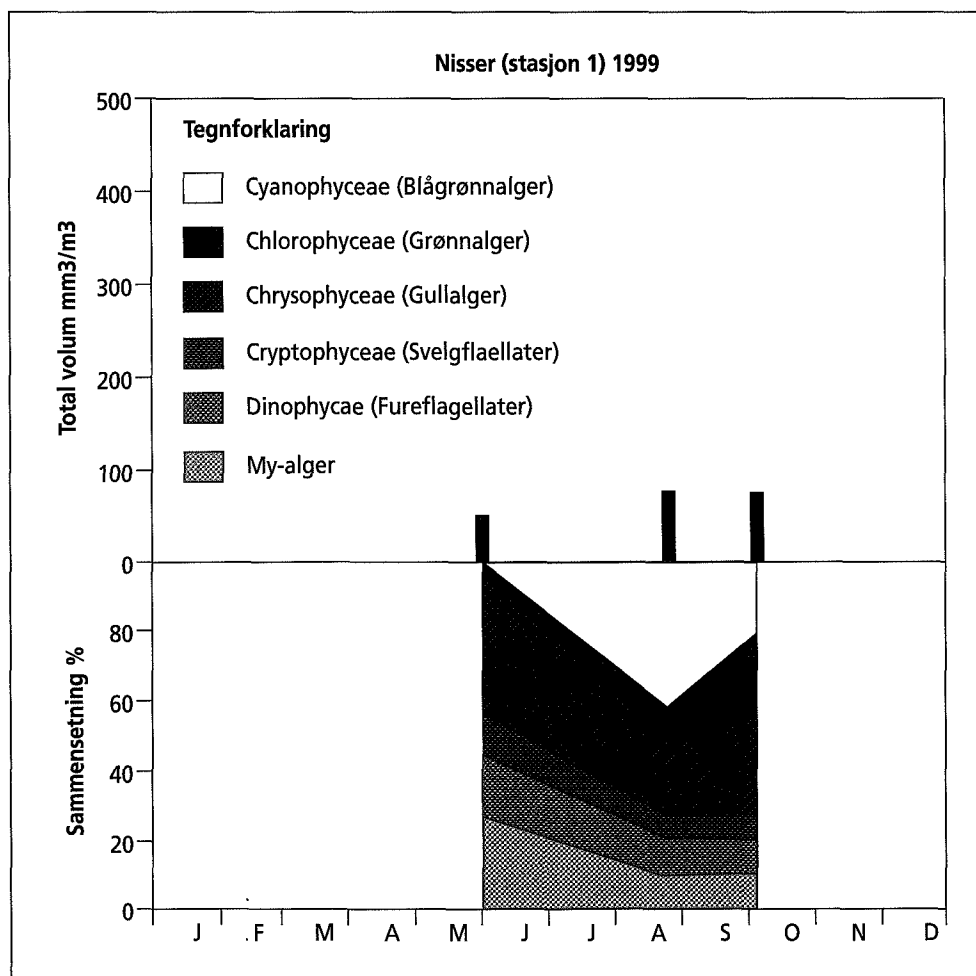
## 4.3 Nesvatn

Denne innsjøen har liksom Fyresvatn og Nisser et artsfattig planteplanktonsamfunn (figur 4.3.). Prøven fra juni 1999 hadde et planteplanktonvolum på 65 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (mg/l våtvekt). I august var totalvolumet 173 og i oktober 74 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Ialt ble det registrert 40 ulike arter/taksa i prøvene fra 1999. Sesongen sett under ett var gruppen dinoflagellater (Dinophyceae) den viktigste i 1999. Det var særlig arten *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) som utgjorde det meste av volumet innen denne gruppen, men også *Gymnodinium cf. uberrimum* og *G. cf. lacustre* var vanlige i prøvene. Gruppen gullalger (Chrysophyceae) var også i denne innsjøen en viktig gruppe med ulike chrysomonader som de viktigste elementene. Særlig i vårprøven var chrysomonadene fremtredende i det samlede planteplankton. I prøvene fra august og oktober 1999 ble det registrert noen få individer av cryptomonaden *Katablepharis ovalis*, noe som viser at vannmassene i Nesvatn ikke er spesielt sure. Blågrønnalgen *Merismopedia tenuissima* ble bare såvidt registrert i oktoberprøven fra denne innsjøen.

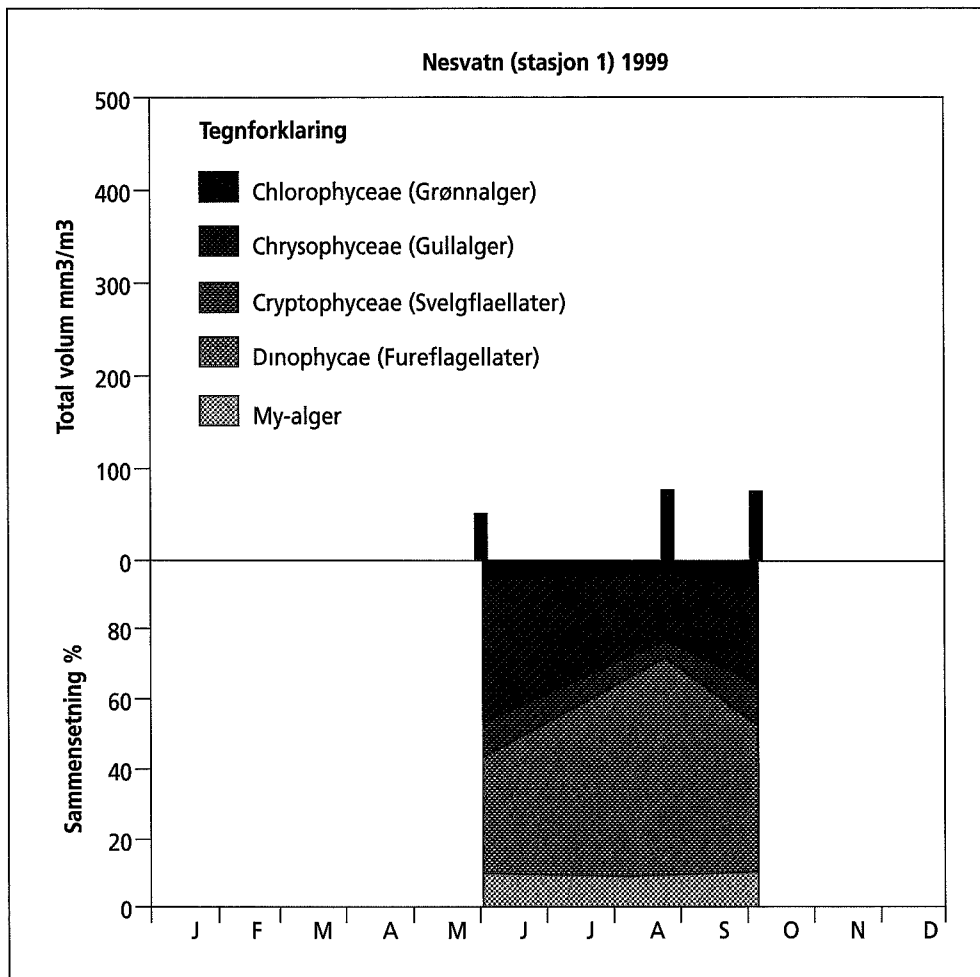
Også for denne innsjøen gjelder at arts- og gruppesammensetningen samt det relativt lave totalvolum, viser næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.



**Figur 4.1.** Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Fyresvatn (stasjon 1), 1999. Totalvolum gitt i  $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$  våtvekt.



**Figur 4.2.** Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Nisser (stasjon 1), 1999. Totalvolum gitt i  $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$  våtvekt.



**Figur 4.3** Variasjon i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Nesvatn (stasjon 1), 1999 Totalvolum gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> = mg/m<sup>3</sup> våtvekt



**Tabell 4.1.** Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Fyresvatn. Verdier gitt i mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (=mg/m<sup>2</sup> våtvekt)

Dato	01.06.99	26.08.99	06.10.99
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>			
<i>Merismopedia tenuissima</i>	0.3	3.7	5.6
Sum - Blågrønnalger	0.3	3.7	5.6
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>			
<i>Botryococcus braunii</i>	.	0.7	.
<i>Chlamydomonas</i> sp. (l=8)	0.1	0.5	0.5
<i>Crucigenia quadrata</i>	.	0.3	1.0
<i>Monoraphidium griffithii</i>	.	.	0.2
<i>Mougeotia</i> sp.	0.3	.	.
<i>Oocystis rhomboidea</i>	.	0.5	1.3
<i>Oocystis submarina</i> v.variabilis	.	1.3	0.9
Sum - Grønnalger	0.5	3.4	3.9
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>			
<i>Bitrichia chodatii</i>	.	0.6	.
<i>Chrysochromulina parva</i>	0.3	.	.
<i>Chrysolykos</i> skujai	2.1	.	0.1
<i>Craspedomonader</i>	.	.	4.3
Cyster av <i>Chrysolykos</i> skujai	0.1	.	.
<i>Dinobryon crenulatum</i>	0.9	1.2	0.8
<i>Dinobryon cylindricum</i> var.alpinum	0.3	0.3	0.9
<i>Dinobryon sociale</i> v.americanum	0.2	1.2	.
<i>Kephyrion</i> sp.	0.2	.	.
Løse celler <i>Dinobryon</i> spp.	1.6	.	.
<i>Mallomonas</i> spp.	.	0.2	0.3
<i>Ochromonas</i> sp. (d=3.5-4)	4.2	8.2	5.7
Små chrysomonader (<7)	7.8	14.0	12.6
<i>Spiniferomonas</i> sp.	0.2	.	.
Store chrysomonader (>7)	3.0	7.8	3.4
Ubest.chrysomonade ( <i>Ochromonas</i> sp.?)	.	1.7	.
Ubest.chrysophyceae	0.3	0.3	.
Sum - Gullalger	21.2	35.2	28.2
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>			
<i>Tabellaria flocculosa</i>	2.2	.	.
Sum - Kiselalger	2.2	0.0	0.0
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>			
<i>Cryptomonas erosa</i> v.reflexa (Cr.refl.?)	.	.	0.4
<i>Cryptomonas marssonii</i>	.	2.1	1.7
<i>Cryptomonas</i> sp. (l=20-22)	2.2	1.2	2.9
<i>Cryptomonas</i> spp. (l=24-30)	1.2	.	0.4
Ubest.cryptomonade ( <i>Chroomonas</i> sp.?)	0.2	1.0	1.8
Sum - Svelgflagellater	3.6	4.3	7.1
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>			
<i>Gymnodinium</i> cf.lacustre	5.7	4.3	1.2
<i>Gymnodinium</i> cf.uberrimum	.	4.4	.
<i>Gymnodinium</i> sp. (l=14-16)	1.0	2.6	1.7
<i>Peridinium umbonatum</i> (P.inconspicuum)	5.2	6.0	17.1
Ubest.dinoflagellat	3.5	3.9	2.1
Sum - Fureflagellater	15.3	21.3	22.1
<b>Xanthophyceae (Gulgrønnalger)</b>			
<i>Isthmochloron trispinatum</i>	0.3	0.7	.
Sum - Gulgrønnalger	0.3	0.7	0.0
<b>My-alger</b>			
My-alger	8.8	9.6	8.2
Sum - My-alge	8.8	9.6	8.2
<b>Sum totalt :</b>	<b>52.2</b>	<b>78.2</b>	<b>75.0</b>

**Tabell 4.2.** Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Nisser. Verdier gitt i mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (=mg/m<sup>2</sup> våtvekt)

Dato	01.06.99	25.08.99	05.10.99
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>			
Merismopedia tenuissima	.	38.6	21.3
Sum - Blågrønnalger	0.0	38.6	21.3
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>			
Chlamydomonas sp. (l=8)	0.3	.	0.3
Crucigenia quadrata	0.2	.	.
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	.	0.5
Monoraphidium dybowskii	.	0.3	0.2
Monoraphidium griffithii	0.4	7.4	22.7
Oocystis submarina v.variabilis	0.3	0.1	0.5
Sum - Grønnalger	1.2	7.8	24.2
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>			
Bitrichia chodatii	.	1.0	.
Chrysidiastrum catenatum	0.8	0.6	.
Chrysolykos skujai	2.6	0.1	0.1
Craspedomonader	.	.	0.1
Dinobryon borgei	.	0.1	0.1
Dinobryon crenulatum	0.4	0.5	0.4
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0.2	.	.
Dinobryon korshikovii	.	.	0.9
Dinobryon sociale v.americanum	0.2	.	.
Kephyrion boreale	0.1	0.6	.
Kephyrion elegans	0.5	.	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	0.2	.
Mallomonas spp.	.	.	0.9
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2.1	6.2	6.2
Små chrysomonader (<7)	4.2	8.6	14.1
Store chrysomonader (>7)	2.6	0.9	4.3
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	.	1.8
Ubest.chrysophyceae	.	0.2	.
Sum - Gullalger	13.8	19.0	29.0
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>			
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)	.	.	0.3
Cryptomonas marssonii	.	1.0	1.9
Cryptomonas sp. (l=15-18)	0.9	.	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)	1.8	4.4	2.5
Cryptomonas spp. (l=24-30)	.	0.9	1.5
Katablepharis ovalis	.	.	0.8
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.0	1.0	1.0
Sum - Svelgflagellater	3.7	7.2	8.0
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>			
Gymnodinium cf.lacustre	1.8	1.4	1.8
Gymnodinium sp. (l=14-16)	.	1.6	0.7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	3.3	6.0	5.0
Ubest.dinoflagellat	1.2	0.9	2.3
Sum - Fureflagellater	6.2	10.0	9.8
<b>My-alger</b>			
My-alger	8.8	8.5	10.3
Sum - My-alge	8.8	8.5	10.3
<b>Sum totalt :</b>	<b>33.7</b>	<b>91.1</b>	<b>102.6</b>

**Tabell 4.3.** Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Nesvatn. Verdier gitt i mm<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> (=mg/m<sup>2</sup> våtvekt)

Dato	02.06.99	26.08.99	06.10.99
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>			
Merismopedia tenuissima	.	.	0.1
Sum - Blågrønnalger	0.0	0.0	0.1
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>			
Botryococcus braunii	.	.	0.7
Chlamydomonas sp. (l=8)	2.7	0.8	0.5
Elakatothrix gelatinosa (genevensis)	.	.	0.3
Monoraphidium griffithii	0.3	1.0	3.0
Oocystis rhomboidea	.	1.6	.
Oocystis submarina v.variabilis	0.1	1.1	1.3
Tetraedron minimum v.tetralobulatum	.	0.7	0.2
Sum - Grønnalger	3.1	5.2	6.0
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>			
Bitrichia chodatii	.	1.0	0.3
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0.1	0.3	0.5
Chrysococcus sp.	.	0.4	.
Chrysolykos skujai	2.1	0.3	0.1
Craspedomonader	0.5	.	1.1
Cyster av Chrysolykos skujai	0.1	.	.
Cyster av chrysophyceer	0.4	.	.
Dinobryon borgei	0.1	.	.
Dinobryon crenulatum	.	.	0.6
Dinobryon sociale v.americanum	.	0.8	.
Kephyrion boreale	.	0.1	.
Kephyrion sp.	.	0.7	0.6
Løse celler Dinobryon spp.	.	0.4	.
Mallomonas spp.	.	.	0.3
Monochrysis agilissima	.	0.3	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	6.4	9.5	4.6
Små chrysomonader (<7)	15.4	14.5	7.4
Store chrysomonader (>7)	1.3	4.3	3.4
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0.2	.	.
Sum - Gullalger	26.5	32.6	19.1
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>			
Cryptomonas marssonii	0.6	1.0	1.3
Cryptomonas sp. (l=15-18)	1.8	.	0.7
Cryptomonas sp. (l=20-22)	2.2	3.1	2.6
Cryptomonas spp. (l=24-30)	.	2.0	0.4
Katablepharis ovalis	.	0.2	0.4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	1.9	2.5	3.5
Sum - Svelgflagellater	6.5	8.8	8.8
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>			
Gymnodinium cf.lacustre	12.3	7.8	4.4
Gymnodinium cf.uberrimum	.	27.3	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)	2.9	.	1.4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	5.0	70.8	22.1
Ubest.dinoflagellat	2.1	4.6	3.7
Sum - Fureflagellater	22.3	110.5	31.6
<b>Xanthophyceae (Gulgrønnalger)</b>			
Isthmochloron trispinatum	.	.	1.0
Sum - Gulgrønnalger	0.0	0.0	1.0
<b>My-alger</b>			
My-alger	6.5	16.0	7.7
Sum - My-alge	6.5	16.0	7.7
<b>Sum totalt :</b>	<b>64.8</b>	<b>173.1</b>	<b>74.3</b>

# 5 Zooplankton og bunndyr

Forfatter: B. Walseng, NINA

Medarbeidere: T. Bongard, S.E. Sloreid og R. Stokker.

## 5.1 Innledning

Dyreplanktonet og litoralsamfunnet i Nesvatn, Nisser og Fyresvatn, samt bunndyr og litorale krepsdyr fra åtte stasjoner i Nidelva nedstrøms Nisser, ble prøvetatt i 1999.

Alle tre sjøene ble også undersøkt i 1993 (Walseng et al. 1994). Nesvatn ble deretter undersøkt årlig etter 1995, mens det fra Nisser foreligger prøver fra og med 1996. Fyresvatn ble inkludert i undersøkelsen fra 1997. Fra 1999 foreligger det tilsammen 216 planktonprøver fra tre datoer (mai/juni, august og oktober) hvorav 198 er kvantitative prøver (14 i Schindler), mens 18 prøver består av kvalitative håvtrekk.

Fra de åtte stasjonene i Nidelva nedstrøms Nisser foreligger det prøver av litorale krepsdyr fra samtlige stasjoner og bunndyrprøver fra seks stasjoner (stasjonene 1, 2, 3, 4, 5 og 7). Syv av stasjonene er lagt til stilleflytende partier av Nidelva med vegetasjon, hovedsakelig flaskestarr og elvesnelle. Ved st. 3 (Flaten) går Nidelva noe striere og bunndyrprøven er tatt på fjell og grovsteinet bunns substrat. For en mer utfyllende metodikkbeskrivelse henvises til Hindar et al. (1997). Fra Nisser, Fyresvatn, Nesvatn og Nidelva nedstrøms Nisser foreligger tilsammen 33 litorale krepsdyrprøver. Det ble tatt bunndyrprøver i mai og oktober, tilsammen 12 prøver.

Under en befaring i mai ble det funnet en kort elvestrekning oppstrøms st. 6 der bunns substrat var godt egnet til innsamling av bunndyr. Denne stasjonen vil bli prøvetatt fra og med år 2000.

## 5.2 Planktoniske krepsdyr

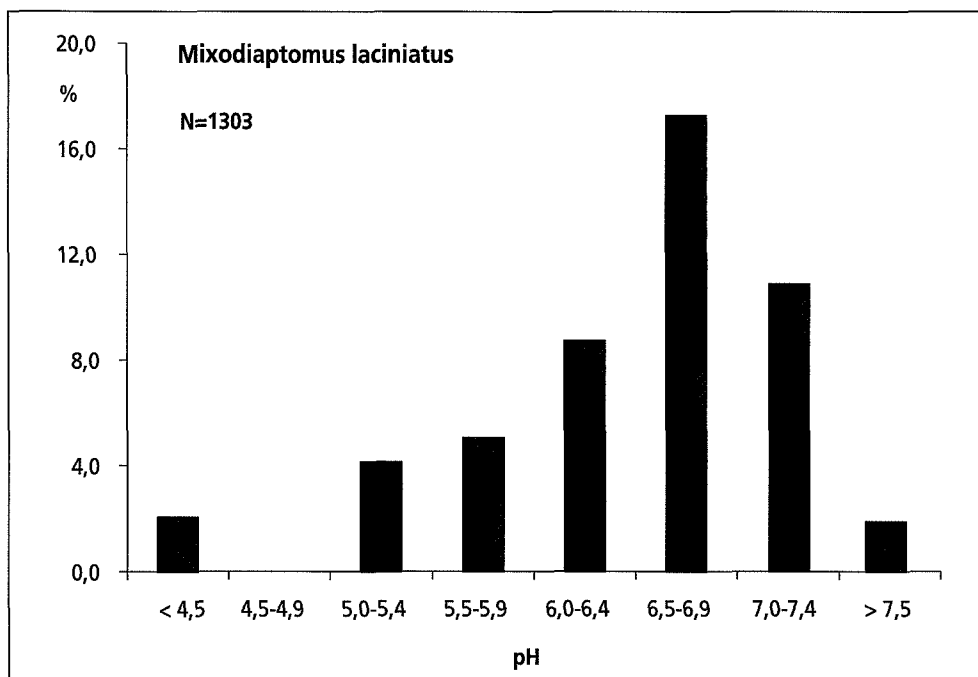
### Nesvatn

Planktonsamfunnet i Nesvatn bestod i 1999 av fem arter vannlopper og fire arter hoppekreps (vedlegg C.1). Nye arter i for-

hold til 1998 var *Holopedium gibberum* og *Polyphemus pediculus*. *H. gibberum* er kun registrert fåtallig etter kalking. Før kalking, dvs i 1993, utgjorde den 14% av planktonet. *H. gibberum* er en kalkskyende art og en tilbakegang kan settes i sammenheng med kalkingen av Nesvatn. *P. pediculus* er først og fremst en litoral art som ble registrert i store tettheter i strandsonen ved det første besøket i månedsskiftet mai/juni. Begge de to store rovformene *Bythotrephes longimanus* og *Leptodora kindti* ble funnet. *L. kindti* ble registrert som ny art i 1996, sannsynligvis som følge av en bedring av vannkvaliteten.

Hoppekrepsen *Mixodiaptomus laciniatus* ble registrert for fjerde året på rad, og da med flere individer enn tidligere år. I august ble det registrert mange voksne hanner og hunner (med/uten egg). *M. laciniatus* har hele tiden vært dominerende calanoide i Nisser. Den er beskrevet som en kaldtvannsform (Ekman 1922) og er utbredt fra Jæren i sørvest (Walseng 1993) til nordspissen av Porsangerhalvøya i nord (Walseng & Halvorsen 1993). På Sørlandet og på Østlandet rundt Oslo er den ikke funnet. Undersøkelser fra bl a Finnmark tyder på at *M. laciniatus* er en konkurransesvak art som i Nord-Norge taper i konkurranse med bl a *Eudiaptomus graciloides* (Walseng & Halvorsen 1993), og må ta til takke med små dammer og pytter der *E. graciloides* ikke fins.

Den prosentvise forekomsten av *M. laciniatus* i Norge viser at den finns sjeldent ved lav pH (figur 5.1). I Sandvatnet på heia rett vest for Nisser ble den i mai 1987 funnet ved pH 4,25 i (Walseng & Halvorsen 1988). Med unntak av to myrpytter med pH i underkant av 5,0 (Eie 1982, Walseng et al. 1994) er den ellers ikke funnet ved pH lavere enn 5,0. Det fins eksempler på at *M. laciniatus* har økt i antall etter kalking i høyereliggende lokaliteter (Lindström 1992) noe som sannsynligvis skyldtes økte mengder kalsium og magnesium. Arten viste tegn på forsuringskader i lokaliteter med lav pH innen samme område. Austrumdalsvatn (Bjerkreimvassdraget) og Store Finntjern (Aust-Agder) er eksempler på vann der arten er på kommet inn etter kalking (Walseng & Sloreid 2000 in press, Kaste et al. 1999).



Figur 5.1. Den prosentvise forekomsten av *M. laciniatus* i Norge.

Sammensetningen av planktonet i Nesvatn er den samme som tidligere år, dvs med hoppekrepsene *Cyclops scutifer* og *Eudiaptomus gracilis* samt vannloppen *Bosmina longispina* som dominerende arter. Dominansforholdene i 1999 bekrefter trenden fra tidligere år (Walseng *et al.* 1999) med økt dominans av *C. scutifer* på bekostning av de to andre artene. Det er kjent at *C. scutifer* er favorisert av kalking og at en økning i bestanden ofte er registrert etter kalking (Eriksson *et al.* 1983, Hörnström *et al.* 1992, Fiskeristyrelsen Statens Naturvårdsverk 1981). Undersøkelser har vist at arten bl a får nedsatt eggproduksjon ved lav pH (Arvola *et al.* 1986). I august og oktober i både 1998 og 1999 utgjorde arten i størrelsesorden 90% av planktonet i Nesvatn. *Heterocope saliens* utgjør fortsatt små andeler av planktonet.

Tettheten av vannlopper og hoppekreps har økt noe de senere årene. I 1995 og 1996 ble det aldri registrert tettheter over 10 000 ind/m<sup>3</sup>. I mai 1998 og 1999 var det respektive 25 000 ind/m<sup>3</sup> og 15 700 ind/m<sup>3</sup>.

*Kellicottia longispina* har hele tiden vært dominerende hjuldyr, så også i 1999 (vedlegg C.2) I 1995 var dette eneste hjuldyret i innsjøen. Senere er det registrert flere arter. I august har det vært tildels store tettheter av den kolonidannende arten *Polyarthra dolichoptera*. Slektningen *P. euryptera* er registrert som ny art etter kalking (Appelberg 1995). *Conochilus unicornis hippo-crepes*, som dominerte Nesvatn i 1996 og 1997, er funnet fåtallig i 1998 og 1999. Denne ernærer seg på detritus og bakterier og en økning av heterotrofe bakterier er påvist etter kalking (Scheider & Dillon 1976). Det er mulig at arten var spesielt favorisert de første årene etter kalking.

Hjuldyrene har også økt i antall etter kalking. De siste årene er det registrert små tettheter i mai og oktober. I august 1999 ble registrert ca 10 000 ind/m<sup>3</sup> som er noe mindre enn i 1998 da det ble registrert ca 22 000 ind/m<sup>3</sup>.

#### Nisser

Fra 1993 og fram til 1999 har det skjedd to endringer i sammensetningen av planktonsamfunnet som sannsynligvis er for-

årsaket av kalking. *Holopedium gibberum* utgjorde nærmere 30% av planktonsamfunnet fram til høsten 1997 (figur 5.2). Etter at det ble kalket utgjorde arten 2-3 % i 1998. I 1999 var det også lave andeler i juni og oktober respektive 1,3 og 4,1 %, mens andelen var høyere i august, ca 13%. *Mixodiaptomus laciniatus* har utgjort ca 10% av planktonsamfunnet før kalking. Etter kalking har andelen økt til 25-40%. *C. scutifer* dominerer fortsatt planktonet.

Det ble i 1999 registrert tettheter på ca 10 000 ind/m<sup>3</sup> i juni mens det i august og oktober var lave tettheter (ca 3 000 ind/m<sup>3</sup>). Dette samsvarer med resultatene fra tidligere år.

Blant hjuldyrene dominerte *K. longispina*, *C. unicornis/hippocrepis* og *Polyarthra dolichoptera*.

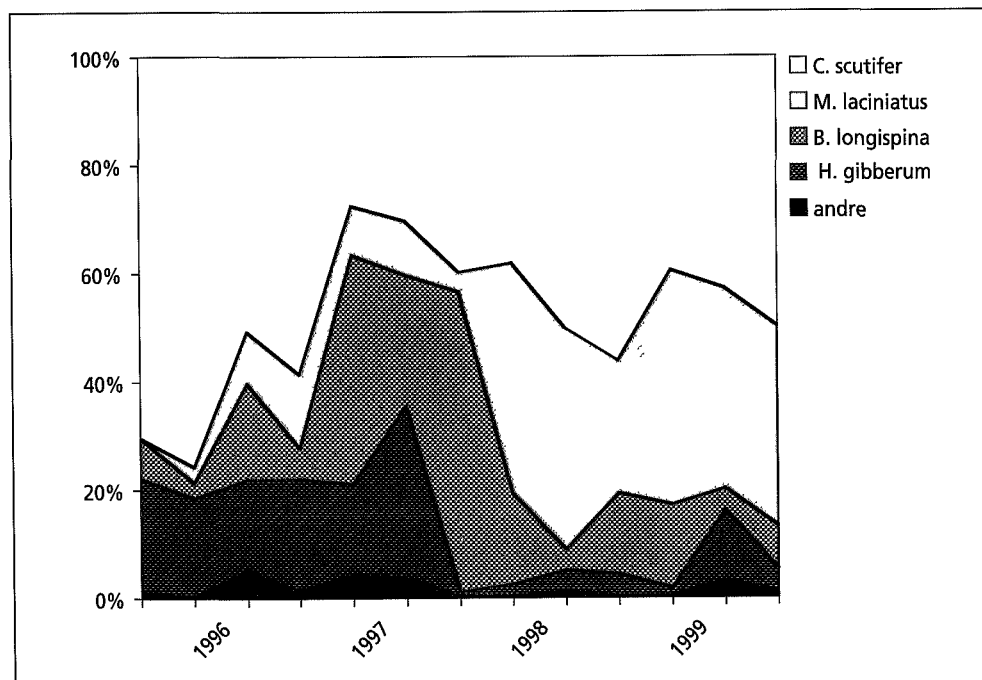
#### Fyresvatn

I Fyresvatn er situasjonen i hovedtrekk den samme som i 1993, 1997 og 1998 dvs med dominans av *C. scutifer*, *E. gracilis* og *B. longispina* med førstnevnte som den vanligste arten. Interessant i 1999 var funnet av ett individ *Daphnia longispina* i ett av de kvalitative håvtrekkene fra juni. Den ble ikke registrert i august eller oktober. Det vil bli spennende å se hvorvidt den forsuringfølsomme arten vil komme til å etablere seg i vannet i løpet av neste sesong. I 1997 ble *M. laciniatus* registrert som ny art, men den ble ikke registrert i 1998. I 1999 ble det imidlertid funnet flere adulte hanner og hunner ved de to siste besøkene. Begge de store rovformene *Bythotrephes longimanus* og *L. kindti* var tilstede i 1999.

Blant hjuldyrene dominerte *K. longispina* ved alle tre besøkene.

### 5.3. Litorale krepsdyr

Med unntak av de store regulerte vannene, samt st. 8 i Nidelva, er artsantallet forholdsvis høyt, dvs mer enn 20 arter (Vedlegg C.3). Det ble ikke registrert noen nye arter i 1999. Flest arter (30 arter) ble registrert ved st. 1 oppstrøms Rygene. Det ble gjennomgående registrert noe flere arter i 1999 enn i 1998, med størst økning ved st. 4 der det ble registrert 27 arter i 1999 mot 17 arter i 1998. Ved st. 8 har antall arter variert kraftig og i 1996



Figur 5.2. Prosentvis sammensetningen av planktonsamfunnet i Nisser.

ble det kun funnet 10 arter. Lokaliteten ligger ved Treungen rett nedstrøms Nisser i et parti der elva vanligvis går i rør. Det har i alle år vært funnet relativt få arter i de tre store innsjøene noe som skyldes ustabile forhold i strandsonen grunnet regulering.

De forsurede og tolerante artene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* blir fortsatt funnet i vassdraget. Ingen av dem ble imidlertid funnet ved de to nederste stasjonene i 1999. *Alona rustica* ble funnet ved st. 2 og st. 3 i 1993. Etter 1996 er den kun funnet ved de fire stasjonene oppstrøms Åmli. *Camtocercus rectirostris* og *Pseudochydorus globosus*, som betraktes som relativt forsuringfølsomme, ble ikke registrert i 1993. I 1999 ble de to artene registrert ved respektive tre og to stasjoner i midtre deler av vassdraget. *Alonella excigua* ble ikke påvist i 1993 mens den i 1999 ble funnet ved de tre nederste stasjonene. Arten forekommer normalt hyppigere ved gunstig pH (Walseng upubl.). Hoppekrepsen *Eucyclops speratus* ble heller ikke registrert i 1993. Den er de siste årene funnet regelmessig ved de tre nederste stasjonene. Forekomsten til arten indikerer at den er noe forsuringfølsom (Walseng 1998).

DCA-ordinasjon med nedveiging av sjeldne arter ble benyttet på materialet fra perioden 1996-1999 der den enkelte stasjon er representert med en artsliste hvert av årene. Materialet er behandlet passivt i 1992-98 materialet fra Rorevassdraget, hvilket betyr at artslistene fra Nidelva ikke påvirker ordinasjonen. Fra perioden 1996-99 foreligger nå tilsammen 43 artslistene fra Nidelva, mens Rore-ordinasjonen består av tilsammen 84 artslistene (12 vann i perioden 1992-98). Lokalitetene i Rore inkluderer to lokaliteter som representerer survannssituasjonen mens to vann representerer en ikke forsuret situasjon. 1. aksens i Rore materialet er korrelert til pH.

Plottene som representerer 1999 ligger relativt spredt langs 1. aksens (figur 5.3). Arts sammensetningen ved St. 2 er blitt mer lik de nøytrale referansevannene. Dette har ikke skjedd tidligere i forbindelse med tilsvarende ordinasjon. St. 4 ligger nærmest de sure referansevannene mens st. 7 er den av stasjonene oppstrøms Åmli der arts sammensetningen har flest likhetstrekk med de nøytrale referansevannene.

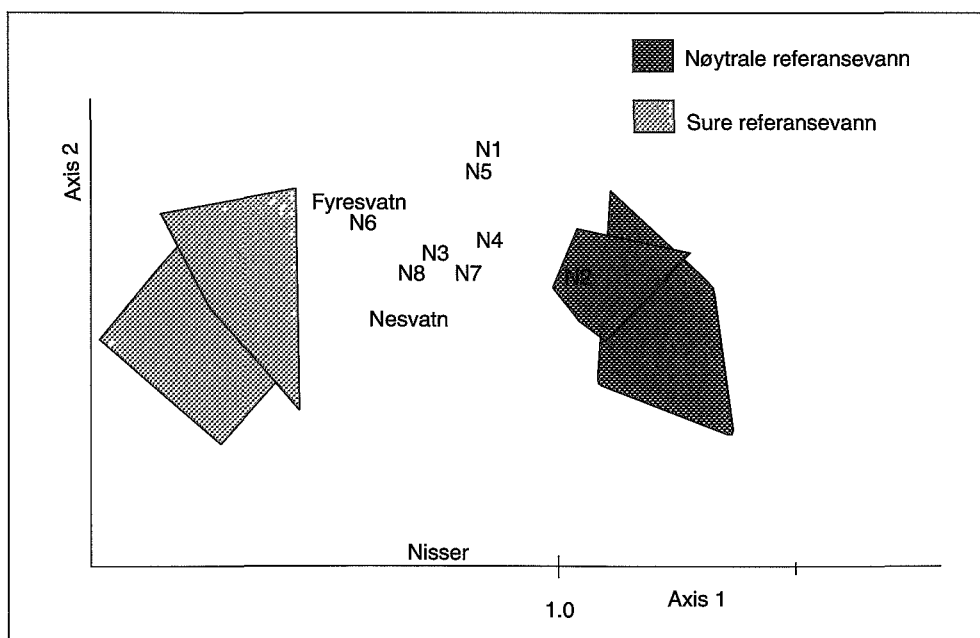
Plottene for Nesvatn og Nisser har i alle år ligget adskilt fra de øvrige langs 2. aksens. Felles for begge vannene er at det er blitt funnet få arter i strandsonen. Plasseringen av plottene indikerer at de har flest fellestrekk med survannssituasjonen i Rorevassdraget. Dette er også tilfelle med Fyresvatn, men dette vannet ligger i den andre enden av 2. aksens og har derfor mange likhetstrekk med faunaen i Nidelva. Litoralfaunaen i Fyresvatn er også gjennomgående mer artsrik enn i Nisser og Nesvatn, noe som kan ha sammenheng mer stabile forhold i strandsonen da regulerings høyden i Fyresvatn er mindre enn i Nisser og Nesvatn. De nederste stasjonene i Nidelva har en fauna som i alle år har hatt mange fellestrekk med de nøytrale referansevannene.

Artslistene fra Arendalsvassdraget ble også ordinert isolert fra Rore materialet, med input av 43 artslistene. Dette tilsvarer 11 artslistene fra perioden 1997-1999 og 10 fra 1996 da Fyresvatn ikke var med i undersøkelsen. 1. aksens i ordinasjonsplottet gjenspeiler først og fremst artsrikdommen med de artsfattige vannene i den ene enden av aksens og med de mest artsrike lokalitetene i Nidelva i den andre enden.

#### 5.4. Bunndyr

Døgnfluer, fjærmygg og vårfluer er dominerende bunndyrgrupper i stilleflytende partier av Arendalsvassdraget (vedlegg C.4). De samme gruppene dominerte også i 1998. Med unntak av st. 3 (nestrøms Nelaugvatnet) i mai da det ikke ble funnet døgnfluer, dominerte døgnfluene ved alle stasjonene i både mai og oktober.

I 1998 forekom buksvømmere, ryggsvømmere og biller i lavere tettheter sammenlignet med tidligere år. Denne tendensen fortsatte i 1999 og det er derfor nærliggende å sette dette i sammenheng med økt fiskepredasjon. I 1999 ble det funnet fiskeyngel ved stasjon I. Det er kjent fra litteraturen at vanntegene er en gruppe som er svært følsom for fiskepredasjon (Evans 1989, Svensson *et al* 1995). Spesielt høye tettheter av tege i 1996 og 1997 kan muligens også settes i sammenheng med økt nærings-tilgang som følge av kalking (Henrikson & Oscarson 1984).



Figur 5.3. DCA-ordinasjon for litorale krepsdyr.

Det ble ikke funnet snegl, mens muslinger ble konstatert ved de to nederste stasjonene.

*Cloeon dipterum/inscriptum*, *Heptagenia fuscogrisea* og *Leptophlebia vespertina* var dominerende døgnfluearter (vedlegg C.5). Døgnfluefaunaen i de nedre deler av vassdraget hadde fram til 1996 et betydelig innslag av *Cloeon dipterum*. I 1997 ble det imidlertid kun funnet et par individer av arten ved st. 2, mens den ikke ble registrert i det hele tatt i 1998. I 1999 ble det igjen funnet høye tettheter både i mai og oktober ved st. 2. Den ble også registrert ved st. 4 og st. 6 i 1999. *C. dipterum* indikerer en moderat forsuret fauna. Det er vanskelig å gi noen god forklaring på hvorfor den uteble i 1998. Grunnen til at det står *C. dipterum/inscriptum* i tabellen skyldes at det med sikkerhet ble påvist individer av *C. inscriptum*. Denne arten er vanlig i mindre vannforekomster rundt Oslofjorden. Det kan imidlertid synes som den er i ferd med å utvide sitt leveområde da den i 1999 også ble påvist i Lyngdalsvassdraget (Walseng upubl.).

Steinfluen *Amphinemura borealis* var ny art i 1998 og ble funnet ved de to nederte stasjonene i 1999. Den karakteriseres som forsuretstolerant, og er vanlig ned mot pH 4,5 (Raddum & Fjellheim 1984). Også de andre steinflueartene som ble påvist, *Nemoura cinerea* og *Nemurella pictetii*, er betegnet som forsuretstolerante.

Det ble artsbestemt 15 arter av vårfluer. Av disse er tre arter nettspinnende hvorav *Holocentropus dubius* var den eneste som ble funnet i større antall og da ved Flaten (st. 3) der elva går relativt stri sammenlignet med de øvrige stasjonene. Ved de øvrige stasjonene dominerte husbyggende vårfluer med *Limnephilus lunatus*, som den vanligste. *Halesus* sp som ble funnet ved st. 2 i september, er i følge Raddum & Fjellheim (1984) en relativt følsom art som er vanligst ved pH høyere enn 5,2.

## 6 Makrovegetasjon

Forfatter: M. Mjelde, NIVA

Vannføringen både i hovedvassdraget og sidevassdragene var høy store deler av sommersesongen 1999. En kort tilbakeholdning av vann ved kraftstasjonen på registreringstidspunktet forbedret situasjonen i Nidelva og 17. september var vannføringen ved utløp Nisser og ved Åmli kraftstasjon på hhv. 10 m<sup>3</sup>/s og 68 m<sup>3</sup>/s. Vannføringen i Gjøv var fortsatt svært høy, 19 m<sup>3</sup>/s, og gjorde observasjonsforholdene vanskelige.

### 6.1 Metoder

Basisundersøkelse for vannvegetasjonen ble foretatt i 1996. Oppfølgende vegetasjonsundersøkelser er foretatt i 1997 og 1998. Basert på disse undersøkelsene er følgende overvåkningslokaliteter etablert:

Alle lokalitetene er undersøkt alle år i perioden 1996-99.

Undersøkelsene i 1999 ble foretatt 17. september (Heimdøla 27. august) og følger standard metodikk for vegetasjonsovervåking av kalkete vassdrag:

a) En generell registrering av karplanter, kransalger og vannmoser, med kvantifisering ut fra en semikvantitativ skala, 1-5, hvor 1=sjelden, 2=sparsom, 3=vanlig, 4=lokalt dominerende og 5=dominerende. Registreringen ble foretatt ved vading fra land, ved hjelp av vannkikkert og kasterive.

b) Populasjonsprøver av krypsiv ble samlet inn fra de 4 lokalitetene Haugsjåsundet (lok. 3), Øy i Åmli (lok. 4), Åmlifossen (lok. 6) og Myråsen (lok. 7). Plantene ble samlet inn fra 50-70cm dyp i bakevjer og rolige partier. Lengden av de 10 lengste innsamlete årsskuddene ble målt. Årsskuddene oppbevares på NIVA for eventuelle senere vitalitetsmålinger.

c) Vurdering av mosedekning ble foretatt på Myråsen (lok. 7) og i sidevassdragene Gjøv (lok. 11) og Heimdøla (lok. 9). Det ble analysert ett transekt på hver lokalitet, hvor dybde, substratdekning og total mosedekning ble registrert for hver 2. meter. Rutestørrelse på 50x50cm ble benyttet. Dominerende moser fra hvert transekt (5 prøver pr. transekt) ble samlet inn for senere analyse av vitalitet.

### 6.2 Resultater

#### Artssammensetning

Arendalsvassdraget er på stilleflytende strekninger karakterisert av en stedvis omfattende vannvegetasjon dominert av krypsiv

Tabell 6.1. Overvåkningslokaliteter for vannvegetasjon (karplanter og moser).

Lok.	Lokalitetsnavn	UTM	kartblad
<b>Hovedvassdraget</b>			
3	Haugsjåsundet	32V ML 718 344	1612 IV
4	Øy i Åmli	32V ML 759 272	1612 IV
6	Åmlifossen	32V ML 699 142	1612 IV
7	Bro v. Myråsen mellom Sigridnes og Åmli	32V ML 693 117	1612 III
<b>Sidevassdrag</b>			
9	Heimdøl Ø for Treungen	32V ML 772 417	1613 III
11	Gjøv ved Oland	32V ML 623 223	1512 I

(*Juncus supinus*), samt stedvis stor forekomst av isoetider, med botnegras (*Lobelia dortmanna*) som den vanligste (tabell 6.2). De mest omfattende krypsivbestandene forekommer nedstrøms Høgfossen kraftverk (ved Haugsjåsundet), samt på innsjøpregete partier nedstrøms Nelaug.

Krypsivvegetasjonen hadde omtrent samme arealmessige omfang i 1999 som tidligere år. Trenden fra 1997-98, med økende forekomst av forsuringfølsomme arter, fortsetter. Tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) har fått ytterligere økt forekomst ved de nedre lokalitetene Åmlifossen og Myråsen, mens storblærerot (*Utricularia vulgaris*) i 1999 også ble registrert ved Haugsjåsundet i tillegg til de nedenforliggende lokalitetene. De sterile plantene kan imidlertid ikke sikkert skilles fra den svært like vrangblærerot (*Utricularia australis*). En tredje forsuringfølsom art, klovasshår (*Callitriche hamulata*), ble registrert ved Myråsen, oppstrøms broa.

- 1: størst forekomst i bakevja oppstrøms broa.
- 2: først og fremst i bakevja nedstrøms badeplass.
- 3: oppstrøms broa.

### Krypsiv

Frodigheten i krypsivveksten, illustrert ved lengden av årsskuddene, varierer med klimatiske og hydrologiske forhold i vassdraget. Således vil en varm og tørr sommer gi frodigere plantevekst enn en kald og mer nedbørrik sommer.

De fleste lokalitetene i Nidelva viste redusert vekst av krypsiv i forhold til i 1998 (figur 6.1). Ved Haugsjåsundet, Åmlifossen og Myråsen er alle prøvene tatt i markerte bakevjer. Ved Øy i Åmli ble plantene samlet inn fra et noe mer strømpregede område og årsskuddveksten viste her en økning i forhold til i 1998. Også plantene på en noe mer hurtigstrømmende strekning ved Åmlifossen hadde større årsvekst enn plantene i bakevjene.

### Vannmoser

Vurdering av vannmosene er foretatt på 3 lokaliteter; Myråsen i Nidelva, samt i sidevassdragene Heimdøla og Gjøv.

Vannføringen ved Myråsen var ved prøvetakingstidspunktet i 1999 noe større enn de foregående årene. Det var derfor ikke mulig å foreta registreringer i de dypere områdene hvor elvetrappemose (*Nardia compressa*) har størst forekomst. Det meste av registreringene i 1999 omfattet de grunnere områdene hvor bekketvebladmose (*Scapania undulata*) er vanligst. Denne hadde omtrent samme dekning som foregående år, anslått til i gjennomsnitt 18% dekning mot 14-16% de foregående år.

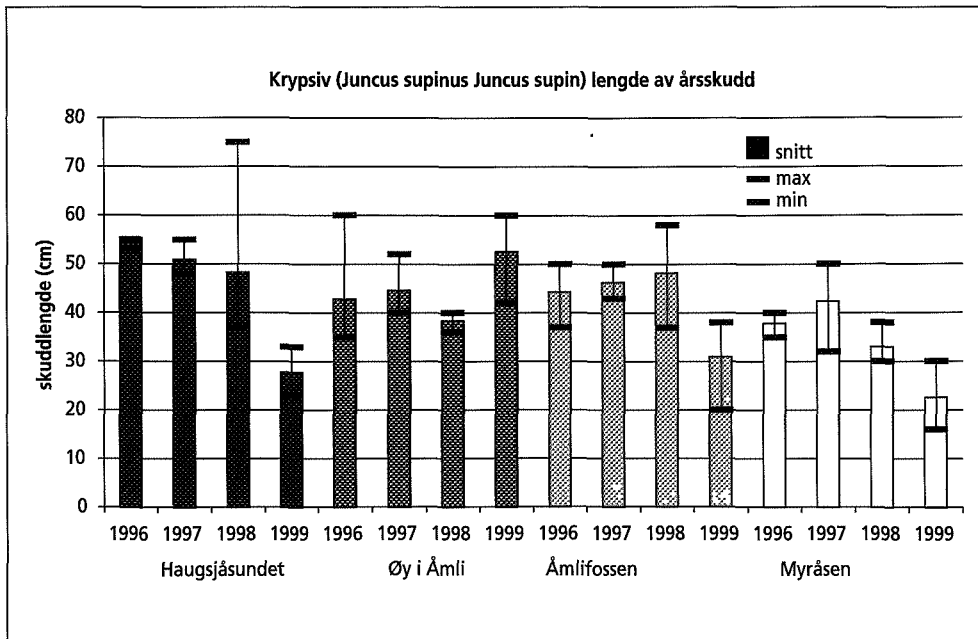
Sidevassdraget Heimdøla er kaltet (fra Gautefall). Vannføringen er forholdsvis liten og på overvåkingslokaliteten var maksimalt dyp mindre enn 1m ved registreringstidspunktet. Vannmosene er dominert av bekketvebladmose (*Scapania undulata*) og elvetrappemose (*Nardia compressa*). Imidlertid har det i perioden 1996-99 skjedd en reduksjon av *Nardia*-bestanden slik at den i 1999 hadde en gjennomsnittlig dekning på 2% mot 38% i 1996 (figur 6.2). Vassdraget ser imidlertid ut til å være preget av kraftige flommer med omveltning av substratet. Dybdeforholdene er dessuten noe ugunstig for *Nardia*, som ofte danner størst bestander på noe dypere vann. I tillegg til kalkingen kan dette være medvirkende årsaker til endringene i mosedekningen. Rødmesigdmose (*Blindia acuta*), som er regnet som en forsuringfølsom art, hadde i 1999 en gjennomsnittlig dekning på 7%. Arten ble registrert utenfor transektet både i 1996 og 1998.

Sidevassdraget Gjøv er kaltet (oppstrøms Nesvatn), og er regulert (Nesvatn). Vannmosene er dominert av elvetrappemose (*Nardia compressa*), som har stor dekning (80-100%) på noe dypere vann. På grunt vann, mindre enn 0.5m dyp, har bekketvebladmose (*Scapania undulata*) spredte forekomster. Sammensetning og dekning av mosene viser ingen nevneverdige endringer i perioden 1996-99.

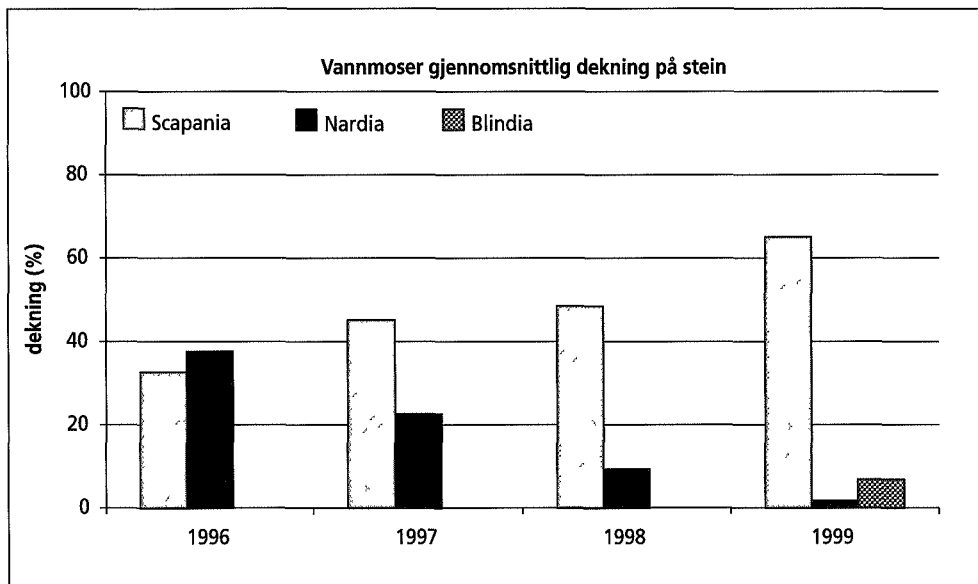
**Tabell 6.2.** Vannvegetasjonen på overvåkningslokaliteter i Nidelva i 1999. Stilleflytende strekninger.

Lokaliteter	3	4	6	7
<b><u>ISOETIDER</u></b>				
<i>Isoetes echinospora</i> - mjukt brasmegras			1	3
<i>Littorella uniflora</i> - tjønngras	2 <sup>1</sup>	2	4 <sup>2</sup>	
<i>Lobelia dortmanna</i> - botnegras	3 <sup>1</sup>	2	4	4
<i>Ranunculus reptans</i> - evjesoleie				
<b><u>ELODEIDER</u></b>				
<i>Callitriche hamulata</i> - klovasshår				2 <sup>3</sup>
<i>Juncus supinus</i> - krypsiv	5	5	4	5
<i>Myriophyllum alterniflorum</i> - tusenblad			3 <sup>2</sup>	4
<i>Utricularia intermedia</i> - gyttjeblererot	3		3 <sup>2</sup>	2
<i>Utricularia minor</i> - småblærerot			1 <sup>2</sup>	
<i>Utricularia cf. vulgaris</i> - storblærerot	3	1	3 <sup>2</sup>	3
<b><u>NYMPHAEIDER</u></b>				
<i>Sparganium angustifolium</i> - flotgras	2	3	2 <sup>2</sup>	2





**Figur 6.1.** Vekst og vitalitet av krypsiv (*Juncus supinus*) i Nidelva i perioden 1996-99.



**Figur 6.2.** Gjennomsnittlig dekning av vannmoser i sidevassdraget Heimdøla (lok. 9) 1996-99.

# 7 Begroing

**Forfatter:** E.-A. Lindstrøm, NIVA

**Medarbeidere:** R. Romstad, NIVA og A. Furnes, Bot. inst., UiB

## 7.1 Materiale og metoder

Prøver av begroingssamfunnet ble samlet ved en befaring i vassdraget 16-17. september (Heimdøla 27. august). Flere kraftige flommer på sensommeren gjorde prøvetakingen vanskelig. Stasjonsplasseringen var den samme som tidligere. Metodikk for innsamling og bearbeiding er utført i henhold til standardiserte metoder. Ved prøvetaking angis elveleiets prosentvise dekning av makroskopisk synlige begroingselementer. Det innsamlede materiale analyseres i lupe/mikroskop og organismene identifiseres så langt mulig. Organismer som vokser blant/på de makroskopiske begroingselementene angis med; \*=observert, \*\*=vanlig, \*\*\*=hyppig. Det tas separate kiselalgeprøver og prosentvis forekomst av de ulike kiselalger regnes ut på grunnlag av minst 300 talte skall. Kiselalgesamfunnet omtales for seg.

For å illustrere tilstanden mht. forsuring er det beregnet en *indeks for forsuringfølsomhet*. Denne er basert på kunnskap om organismenes forsuringfølsomhet, der de gis en indeks etter grad av følsomhet, se **tabell 7.1**. Organismer som ikke er forsuringfølsomme får verdien 0 - litt følsomme får verdien 0,25 - noe følsomme 0,50 - moderat følsomme 0,75 og markert følsomme arter gis verdien 1. Følsomhetsindeks for noen arter er gitt i **vedlegg D.1**. Disse er basert på data fra Lindstrøm (1992) og justert noe i henhold til senere erfaringer. Ved beregning av følsomhetsindeks summeres alle forsuringfølsomme arter i prøven etter at de er vektet i henhold til sin spesifikke følsomhetsindeks. Prøver med mange forsuringfølsomme arter vil således få høy indeks. Det tas ikke hensyn til organismens mengde, bare til tilstedeværelse. Kiselalgesamfunnet er ikke med i beregningene

## 7.2 Resultater

Resultatene av de generelle begroingsobservasjonene er vist i **vedlegg D.1**, prosentvis forekomst av kiselalger i **vedlegg D.2**. Det generelle inntrykket av at det opptrer betydelige variasjoner i begroingssamfunnet fra år til år ble forsterket i 1999. Kraftige flommer i august/september var trolig medvirkende til dette. Dels ble deler av samfunnet revet vekk av flommen og dels var det vanskelig å komme ut til områder der prøvene vanligvis tas.

*Artsmangfold.* Selv om arts mangfoldet varierer noe fra år til år, har det ikke skjedd store endringer siden kalkingen startet. På alle lokaliteter er mangfoldet av de mest artsrike hovedgruppene, cyanobakterier (tidligere kalt blågrønnalger), grønnalger og kiselalger omlag som forventet i næringsfattige noe sure vassdrag, se **vedlegg D.1** og **D.2**.

*Artssammensetning.* Det er bare registret små endringer i artssammensetning siden overvåkingen av begroingssamfunnet startet i 1996. Det er fremdeles stort innslag av forsuringstolerante og forsuringstolerante arter i midte/nedre deler av vassdraget. Svakt forsuringfølsomme arter hadde også (som i 1996 og 1998) en viss forekomst i hele vassdraget. Innslaget av svakt forsuringfølsomme arter i Heimdøla var muligens vel så stort da begroingsundersøkelsene startet i 1996 som i 1999. I 1999 var det derfor ikke lenger mulig å spore forskjeller i forsuringfølsomhet mellom Heimdøla og vassdraget for øvrig.

*Forsuringfølsomhet.* Ikke på noen av de undersøkte stasjoner ble det observert *markert* (FF = 1) eller *moderat* (FF = 0,75) forsuringfølsomme alger i august/september 1999, **tabell 7.2**. Innslaget av *noe* (FF = 0,5) og *litt* (FF = 0,25) følsomme alger var også ganske lite. Bortsett fra Gjøv, som hadde noe mindre innslag av forsuringfølsomme alger enn hovedvassdraget, var det små forskjeller mellom stasjonene. Sett i forhold til vassdrag med naturlige restpopulasjoner av forsuringfølsomme alger,

**Tabell 7.1.** Forsuringfølsomhet av begroingsorganismer (Lindstrøm 1992).

Forsuringfølsomhet	Laveste pH toleranse	Følsomhetsindeks
Ikke følsom	< 5,0	0
Litt	5,0	0,25
Noe	5,3	0,50
Moderat	5,7	0,75
Markert følsom	6,0	1,0

**Tabell 7.2.** Forekomst av forsuringfølsomme begroingsorganismer (unntatt kiselalger) - antall arter innen ulike kategorier av forsuringfølsomhet (i parentes) - vektet etter kategori av forsuringfølsomhet (0.25; 0.5; 0.75; 1.0). Arendalsvassdraget aug./sept. 1999.

FF - forsuringfølsomhet	HEI	HYL	HAU	ÅML	SIG	GJØ
0,25	(2) 0,5	(3) 0,75	(3) 0,75	(2) 0,5	(2) 0,5	(2) 0,5
0,5	(3) 1,5	(3) 1,5	(3) 1,5	(4) 2,0	(3) 1,5	(2) 1,0
0,75	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0
<b>Sum*</b>	<b>2,0</b>	<b>2,25</b>	<b>2,25</b>	<b>2,5</b>	<b>2,0</b>	<b>1,5</b>

\* vektet etter forsuringfølsomhet.

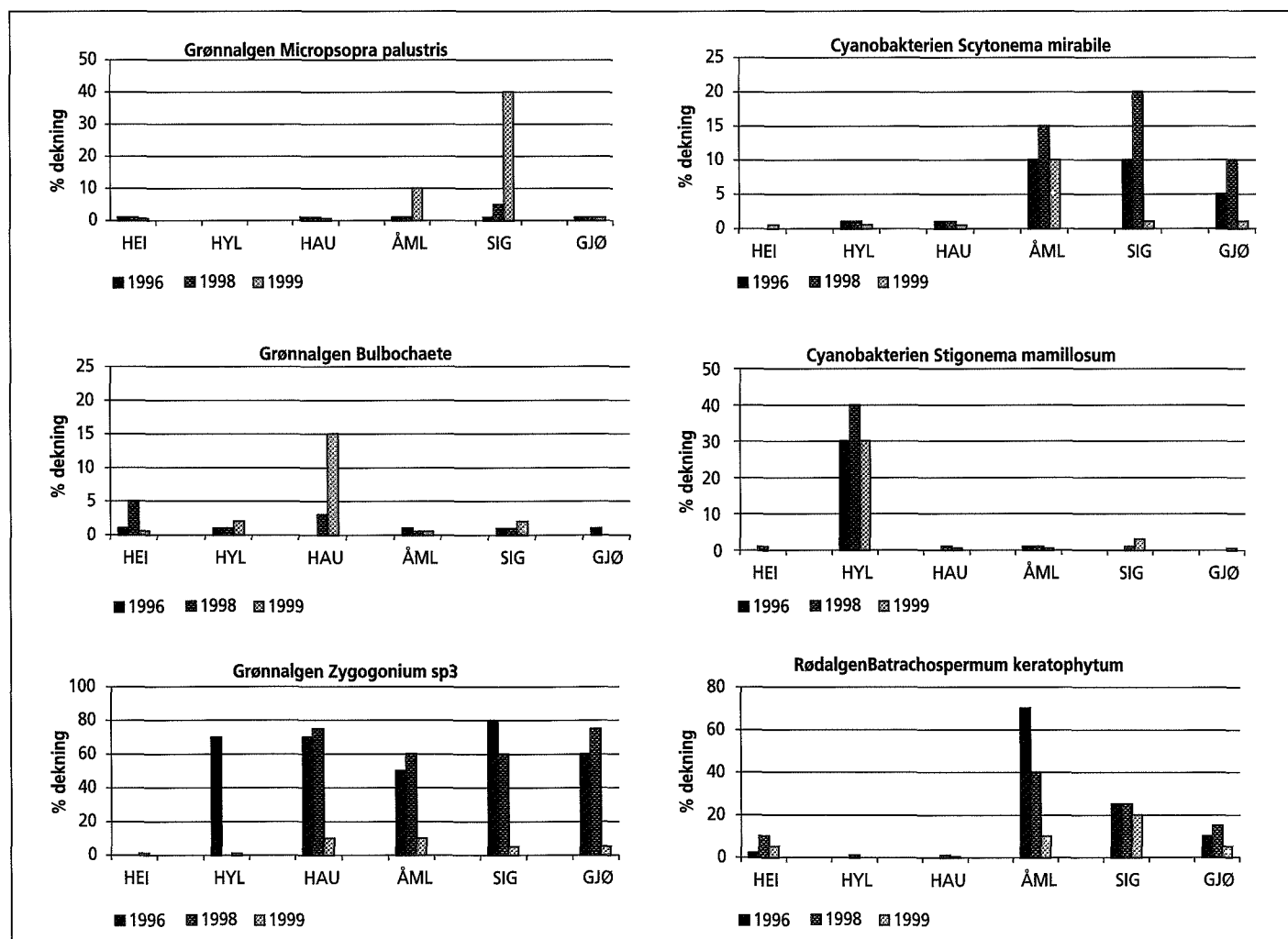
f.eks Suldalslågen, er innslaget av forsuringfølsomme alger fremdeles ganske lite. I 1999 var det svakt høyere enn i Mandalsvassdraget.

**Mengdemessige forhold.** I de årene begroingsobservasjonene har pågått (96, 98, 99 - prøvetaking aug./sept.) har det vært klare variasjoner i forekomst av flere makroskopisk synlige alger. Dette er illustrert i **figur 7.1**, som viser dekningsprosent av 3 forsuringsbegunstigede alger til *venstre* og 3 svakt forsuringfølsomme til *høyre*. Det er så langt *ikke* registrert systematiske endringer med økt forekomst av de forsuringfølsomme algene. Etter noen års observasjoner av kalkingens effekt på begroingssamfunnet, ser det ut til å være en generell tendens at de noe forsuringfølsomme algene, cyanobakterien *Stigonema mamillosum* og grønnalgen *Bulbochaete*, etablerer seg og får stor forekomst i vassdragsavsnitt som er gjenstand for vedvarende kalking. I Arendalsvassdraget var begge tilstede (spredt og i små mengder) før kalking (mye *Stigonema* ved Haukerhyl også i 1996). Begge vokser nå på alle stasjoner i hovedvassdraget, men forekomstene er fremdeles små.

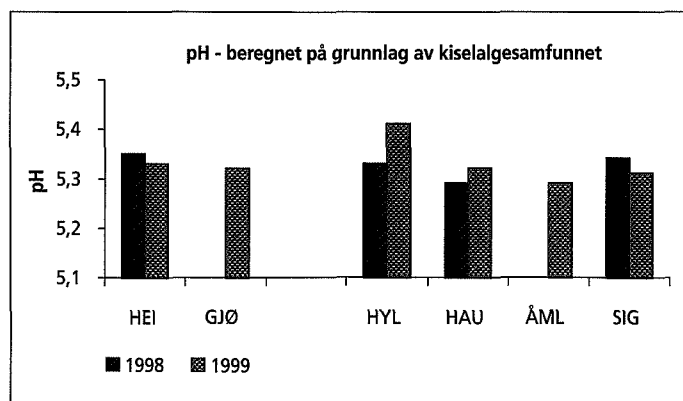
Den forsuringsbegunstigede trådformede grønnalgen *Zygonium sp3*, hadde markert tilbakegang i 1999, **figur 7.1**. Ettersom tilbakegangen var like stor i det ukalkede sidevassdraget Gjøl som i vassdraget for øvrig, er det nærliggende å anta at det er noe annet enn kalkingen som har bidratt til tilbakegangen,

eksempelvis store nedbørmengder med kraftige flommer. For rødalgen *Batrachospermum keratophyllum* hadde også de uvanlige vannføringsforholdene i 1999 betydning. De innvirket bl.a. på muligheten til gode mengdeobservasjoner, da *Batrachospermum* vanligvis vokser ganske dypt.

**Kiselalger.** Det er ikke registrert markerte endringer i artssammensetningen siden start av kalking. I 1999 var kiselalgesamfunnet som tidligere, preget av forsuringstolerante arter og *Tabellaria flocculosa* preget alle lokaliteter. En beregning av pH basert på prosentvis forekomst av kiselalger, tilsier bare små endringer i pH siden 1998, **figur 7.2**. Bortsett fra vassdrag som i utgangspunktet har noe bedre bufferkapasitet enn Arendalsvassdraget, ser det ut til det skjer forholdsvis små endringer i kiselalgesamfunnet etter kalking. Det kan muligens forklare at pH-beregninger basert på kiselalgesamfunnet tilsier noe lavere pH enn de kjemiske målingene viser. Hvorvidt dette skyldes ujevne/spesielle kjemiske forhold som hindrer forsuringfølsomme arter i å etablere seg, eller det skyldes begrenset "tilbud" (ingen restpopulasjoner) av forsuringfølsomme arter er foreløpig vanskelig å si.



**Figur 7.1.** Dekningsprosent av tre forsuringsbegunstigede alger til *venstre* og tre svakt forsuringfølsomme til *høyre*. Arendalsvassdraget aug./sept. 1996, 1998 og 1999.



Figur 7.2. pH beregnet på grunnlag av prosentvis forekomst av kiselalger. Arendalsvassdraget 1998 og 1999.

## 8 Samlet vurdering

Forfatter: A. Hindar, NIVA

Medarbeidere: Øvrige forfattere.

### 8.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

#### Vannkjemi

Vannkvaliteten er nå bygget opp i hovedvassdraget som resultat av kalkingen av de store innsjøene, men i 1999 er denne bedringen stagnert, og en må forvente en gradvis reduksjon etter hvert uten ytterligere kalking. pH ned mot 5.5 ble registrert ved Rygene på den anadrome strekningen, og middel-pH var lavere i 1999 enn året før. Dette henger sammen med at 1999 var et år med mye nedbør, noe som påvirker både vannkvalitet og hydrologi. I kombinasjon med uheldig manøvrering av de store reguleringsmagasinene i øvre del gir dette fare for gjennombrudd av dårlig vannkvalitet nedover i Nidelva. De målte konsentrasjonene av aluminium antas å være kritisk for laksesmolt.

#### Biologi

Det ble registrert to laksyngel mellom Rygene og Helle ved elfiske i 1999, det samme som i 1996, mens det ikke ble påvist i 1997 og 1998. Laks har derimot passert Rygene og vandret opp til gyteplassene ved Eivindstad hvor det lokalt var moderat høy tetthet av laksyngel i 1999 (22 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 1). I tillegg ble det funnet ett-årige laksunger, og dette er positive signaler om en bedring i vannkvaliteten også i den anadrome delen av vassdraget etter kalking.

Det ble bare fanget to aureyngel og en aureunge på strekningen mellom Rygene og Helle i 1999. Mellom Eivindstad og Rygene er det fortsatt bare sporadisk forekomst av ørret, og det er ingen endringer i tetthet sammenlignet med 1996-1998. Ørret har derimot hatt vellykket rekruttering på alle stasjoner ovenfor Eivindstad, og det har vært en positiv utvikling siden 1996. Vannkvaliteten er fortsatt marginal med hensyn til å sikre en god reproduksjon av laksefisk i nedre del av Nidelva. Men flere andre forhold vil også være begrensende, se Hindar m.fl. (1999).

Etter kalkingen av Nisser avspeiler det seg en endring i sammensetningen av planktonsamfunnet med større dominans av

*Mixodiaptomus laciniatus* og med lavere dominans av gelekrepsen *Holopedium gibberum*. *M. laciniatus* er også funnet i Nesvatn og Fyresvatn etter kalking. *Daphnia longispina* ble påvist i Fyresvatn i mai 1999. I Nidelva blir forsuringstolerante arter mer vanlige i øvre deler mens forsuringstolerante arter fortsatt holder stand. Disse er imidlertid blitt mer sjeldne i nedre deler.

Krypsivvegetasjonen hadde omtrent samme arealmessige omfang i 1999 som tidligere, mens årsveksten av krypsivplantene generelt viste en nedgang. Den forholdsvis kalde og nedbørrike sommeren har hatt betydning her. Trenden med økt forekomst av forsuringstolerante arter i makrovegetasjonen fortsetter. Mosevegetasjonen på hurtigstrømmende partier viser små endringer i perioden.

Det har bare skjedd små endringer i begroingssamfunnet siden start av kalking. I 1999 var samfunnet fremdeles preget av forsuringstolerante arter. Innslaget av litt til noe forsuringstolerante arter var riktignok noe større enn i 1996, men de få artene som vanligvis etableres etter kalking hadde fremdeles liten forekomst. Forsuringstolerant, beregnet på grunnlag av begroingssamfunnet unntatt kiselalger, tilsier en viss forsuringstolerant, men var klart lavere enn i vassdrag med markerte restpopulasjoner av forsuringstolerante arter, f.eks Suldalslågen. pH beregnet på grunnlag av kiselalgesamfunnet tilsa små endringer siden 1998 og lavere pH enn de kjemiske målingene viser. Kraftig nedbør med betydelige flommer på sensommeren ga vanskelige observasjonsforhold og innvirket trolig på beregningen av mengdemessig forekomst av begroing.

### 8.2 Vurdering av kalkingen

Opptappingen av kalkingen i øvre del er gått som planlagt. I 1999 ble det derfor utarbeidet en revidert plan for vassdraget (Hindar m.fl. 1999). Tiden er nå inne til å ta standpunkt til om kalkdosering skal settes igang i hovedvassdraget. Dosering vil være helt nødvendig for a) å unngå episodisk gjennombrudd av dårlig vannkvalitet i store deler av hovedelva og b) å bygge opp vannkvaliteten på anadrom strekning til et høyere nivå med pH mellom 6.0 og 6.4 (DN's vannkvalitetskrav for laks). Også tiltak som kan bedre produksjonsforholdene for laks bør settes i verk hvis en tar sikte på å etablere en laksebestand i vassdraget.

## 9 Litteratur

- Alenäs, I. 1986. Kalkningsprosjektet Hårskogen 1976-86. - Swedish Environm. Res. Inst., B 846.
- Appelberg, M. 1995. Liming strategies and effects: the Lake Gylåttasjön case study. - I Henrikson, L. & Brodin, Y.W., red. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis., Springer Verlag, Berlin. s. 353-362.
- Arvola, L., Salonen, K., Bergström, I., Heinänen, A. & Ojala, A. 1986. Effects of experimental acidification on phyto-, bacterio- and zooplankton in enclosures of a highly humic lake. - Int. Revue ges. Hydrobiol. 71: 737-758.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax og øring - synpunkter og rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - Hydrobiologia 173: 9-43.
- DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Tveitsund, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- Ekman, S. 1922. Djurværlens utbredningshistoria på skandinaviske halvön. - Stockholm, 614 s.
- Eriksson, F., Hornström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. - Hydrobiologia 101: 145-164.
- Evans, R.A. 1989. Response of limnetic insect populations of two acidic, fishless lakes to liming and brook trout (*Salvelinus fontinalis*). - Can. J. Fish. Aquat. Sci. 46: 342-351.
- Fiskeristyrelsen Statens Naturvårdsverk 1981. Kalkning av sjøar og vattendrag. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1981) 4: 1-201.
- Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og litorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 11: 1-95.
- Henrikson, L. & Oscarson, H.G. 1984. Lime influence on macro-invertebrate zooplankton predators. - Rep. Inst. Freshwat. Res., Drottningholm 61: 93-103.
- Hindar, A. 1989. Prosjektering av kalkingstiltak i Nisser og Arendalsvassdraget. O-89164, NIVA. Kalking av surt vann, rapport 8/89. 28 s.
- Hindar, A., Lamberg, A. og Thorstad, E. 1999. Revidert kalkingsplan for Arendalsvassdraget. Rapport 4107-99, NIVA, Oslo. 54 s.
- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.-A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. - s. 28-41 i: Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1.
- Hörnström, E., Ekström, C. & Andersson, P. 1992. 10 Mellansvenska sjøar, kalkningseffekter på plankton och vattenkemi. - Statens naturvårdsverk, Rapport 4048. s.
- Hultberg, H. & Andersson, I.B. 1982. Liming of acidified lakes: induced long-term changes. - Water, Air, and Soil Pollut. 18: 311-331.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Kleiven, E., Kroglund, F., Oug, E. & Walseng, B. 1999. Store Finntjern i Aust-Agde. Vannkjemisk og biologisk utvikling i løpet av 15 år med kalking. - NIVA-rapport. ISBN 82-577-3632-5. 72 s.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestandar i lakseførende vassdrag. - NINA Fagrapport [I manus].
- Lindstrøm, E.-A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittede alger. Fagrapport nr.27. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), rapp. nr. 2805. 49 sider.
- Matzow, D. 1995. Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. Vurdering av gassovermetning, minstevannføring og fisketrapp. - Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. Notat 1-1995. 16 s.
- Raddum, G. & Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in Western Norway. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 22: 1973-1980.
- Scheider, W. & Dillon, P.J. 1976. Neutralization and fertilization of acidified lakes near Sudbury, Ontario. Proc. 11th. Canadian. Symp. 1976. - Wat. Poll. Res., Canada 93-100.
- Simonsen, J.H. 1995. Nidelva. Fiskebiologiske undersøkelser 1993-1994 og 1989-1990. - Rapport. 60 s.
- Stevenson, A.C., Juggins, S., Birks, H.J.B., Anderson, D.S., Battarbee, R.W., Berge, F., Davis, R.B., Flower, R.J., Haworth, E.Y., Jones, V.J., Kingston, J.C., Kreiser, A.M., Line, J.M., Munro, M.A.R. & Renberg, I., 1991. The Surface Waters Acidification Project Paleolimnology Programme: Modern Diatom/Lake-Water Chemistry Data-Set. Ensis, London.
- Stokker, R., Walseng, B., Braskerud, B., Brittain, J., Dolmen, D. & Sloreid, S.E. 1999. Artsmangfold i to syv år gamle fangdammer i Haldenvassdraget med forskjeller i vannkvalitet. - NINA Fagrapport 034: 1-48.
- Svensson, J.-E., Henrikson, L., Larsson, S. & Wilander, A. 1995. Liming strategies and effects: The lake Gårdsjön case study. - I Henrikson, L. & Brodin, Y.W., red. Liming of acidified surface waters. A Swedish synthesis., Springer Verlag, Berlin. s. 309-325.

Sættem, L.M. og Boman, E. 1985. Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 3. Fiskeribiologiske studier i nedre del av Nidelvassdraget i tidsrommet 18.august 1983 til 11.mai 1984. Oppfølgende undersøkelser av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold. - Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. 74 s.

Thorstad, E.B., Kroglund, F., Økland, F. & Heggerget T.G. 1997. Vurdering av luftovermetning, trefiberutslipp og oppvandring av laks ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. - NINA Oppdragsmelding 494: 1-36.

Thorstad, E.B. 1998. Vandring hos laks og sjøørret ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder - telemetriundersøkelser 1997. - NINA. Foreløpig rapport.

Walseng, B. 1993. Verneplan I og II, Rogaland Krepsdyrundersøkelser. - NINA Oppdragsmelding 222: 1-33.

Walseng, B. 1998. Occurrence of *Eucyclops* species in acid and limed water. - Verh. Internat. Verein. Limnol. 26: 2007-2012.

Walseng, B., Bongard, T. & Sloreid, S.E. 1999. Arendalvassdraget - Zooplankton og bunndyr - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat 1999-4, s. 35-37.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1993. Verneplanstatus i Troms og Finnmark med fokusering på vannkjemiske forhold og krepsdyr. - NINA Utredning 54: 1-97.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1988. Krepsdyrundersøkelser i forbindelse med byggingen av Napetjern kraftverk. - Økoforsk Utredning 1988, 15: 1-41.

Walseng, B. & Halvorsen, G. 1991. Verneplan IV. Ferskvannsbefaringer i 5 vassdrag i Oppland og Buskerud. - NINA Utredning 22: 1-35.

Walseng, B., Halvorsen, G. & Schartau, A.K.L. 1994. Ferskvannsbioologiske undersøkelser i Kvenna. - NINA Oppdragsmelding 321: 1-33.

Walseng, B., Halvorsen, G., Sporsheim, P. & Sloreid, S.E. 1994. Nidelva - undersøkelser før kalking. Krepsdyr og bunndyrundersøkelser - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1993. DN-Notat 1995-2, s. 129-136.

Walseng, B. & Sloreid, S.E. 2000 in press. Krepsdyr i Bjerkreimvassdraget - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999.

## Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 1999

Stasjon	Nr.	Dato	Dyp	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	ALK-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	TOT N µg/l	TOT P µg/l	ANC µekv/l
Rygene	1	01/03/99		5.99	1.38	0.048	19	74	55	19	2.2	1.85	0.25	1.37	0.25	1.9	2.7	210	330	4	31
Rygene	1	15/03/99		5.89	1.42	0.046	16	75	52	23	2.1	1.78	0.23	1.11	0.20	1.7	2.7	195	305	2	25
Rygene	1	31/03/99		6.09	1.47	0.052	23	73	57	16	2.3	1.97	0.28	1.26	0.24	1.9	2.9	230	345	4	27
Rygene	1	15/04/99		5.57	1.23	0.041	11	130	90	40	3.4	2.02	0.29	1.47	0.28	2.2	2.9	215	390	3	19
Rygene	1	30/04/99		5.53	0.98	0.036	5	102	62	40	2.9	1.55	0.19	0.98	0.21	1.4	2.3	170	305	5	13
Rygene	1	15/05/99		5.72	1.26	0.042	12	95	74	21	3.1	1.89	0.27	1.40	0.28	2.0	2.7	185	340	3	27
Rygene	1	01/06/99		5.73	1.24	0.040	10	67	51	16	2.3	1.58	0.20	1.00	0.23	1.6	2.4	165	265	3	21
Rygene	1	13/08/99		5.98	1.33	0.047	18	32	24	8	2.1	1.67	0.22	1.05	0.23	1.4	2.3	150	265	5	38
Rygene	1	15/09/99		5.97	1.21	0.047	18	54	41	13	2.4	1.48	0.21	1.05	0.23	1.3	2.2	141	270	2	37
Rygene	1	19/10/99		5.74	1.18	0.046	16	87	87	0	3.3	1.56	0.20	0.96	0.20	1.4	2.4	139	290	3	23
Rygene	1	15/11/99		5.71	1.20	0.043	13	100	77	23	3.4	1.81	0.24	1.16	0.22	1.8	2.5	170	330	3	21
Rygene	1	16/12/99		5.82	1.18	0.042	12	87	66	21	2.7	1.68	0.22	1.06	0.22	1.7	2.5	180	320	2	16
Nisser sør	3	11/05/99	1	5.97	1.39	0.055	26	53	37	16	1.5										
Nisser sør	3	11/05/99	10	5.99	1.40	0.051	22	56	41	15	1.5										
Nisser sør	3	11/05/99	30	6.05	1.38	0.050	21	48	36	12	1.5										
Nisser sør	3	11/05/99	150	6.07	1.39	0.051	22	51	37	14	1.6										
Nisser sør	3	08/12/99	1	5.98	1.33	0.050	21	51	30	21	1.5										
Nisser sør	3	08/12/99	10	5.99	1.31	0.049	20	51	30	21	1.5										
Nisser sør	3	08/12/99	30	6.03	1.33	0.050	21	53	31	22	1.5										
Nisser sør	3	08/12/99	150	6.04	1.33	0.050	21	51	31	20	1.5										
Fyresvatn	5	26/05/99	1	5.99	1.24	0.049	20	53	40	13	1.6										
Fyresvatn	5	26/05/99	10	6.01	1.24	0.048	19	51	39	12	1.6										
Fyresvatn	5	26/05/99	30	6.01	1.29	0.048	19	50	35	15	1.5										
Fyresvatn	5	26/05/99	200	6.02	1.31	0.048	19	52	37	15	1.5										
Fyresvatn	5	08/12/99	1	6.03	1.17	0.048	19	52	34	18	1.7										
Fyresvatn	5	08/12/99	10	6.03	1.18	0.049	20	50	33	17	1.7										
Fyresvatn	5	08/12/99	30	6.03	1.19	0.049	20	50	33	17	1.7										
Fyresvatn	5	08/12/99	200	6.02	1.24	0.050	21	54	33	21	1.6										
Nesvatn	7	26/05/99	1	5.82	1.07	0.044	14	62	37	25	2.1										
Nesvatn	7	26/05/99	10	5.82	1.05	0.041	11	66	40	26	2.1										
Nesvatn	7	26/05/99	30	5.80	1.10	0.043	13	64	37	27	2.1										
Nesvatn	7	26/05/99	50	5.73	1.09	0.043	13	62	37	25	2.1										
Nesvatn	7	18/11/99	1	5.80	1.00	0.041	11	67	45	22	2.4										
Nesvatn	7	18/11/99	10	5.79	0.98	0.043	13	65	45	20	2.3										
Nesvatn	7	18/11/99	30	5.79	1.00	0.043	13	61	44	17	2.3										

Stasjon	Nr.	Dato	Dyp	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	ALK-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	TOT N µg/l	TOT P µg/l	ANC µekv/l	
Sigridnes	10	11/01/99		5.82	1.31	0.044	14	80	53	27	2.1											
Sigridnes	10	16/02/99		5.93	1.32	0.045	15	71	47	24	1.9											
Sigridnes	10	11/03/99		6.01	1.37	0.046	16	62	42	20	1.8											
Sigridnes	10	22/04/99		5.79	1.13	0.042	12	100	63	37	2.5											
Sigridnes	10	26/05/99		5.78	1.17	0.044	14	67	45	22	2.0											
Sigridnes	10	23/06/99		5.81	1.21	0.041	11	68	51	17	2.4											
Sigridnes	10	27/07/99		6.04	1.24	0.043	13	43	33	10	1.9											
Sigridnes	10	26/08/99		5.97	1.17	0.044	14	57	46	11	2.6											
Sigridnes	10	04/10/99		5.45	1.09	0.037	6	111	85	26	4.2											
Sigridnes	10	28/10/99		5.65	1.11	0.042	12	97	74	23	3.1											
Sigridnes	10	01/12/99		5.80	1.04	0.046	16	90	57	33	2.7											
Nobbenuten	12	11/01/99		5.91	1.35	0.044	14	70	51	19	1.8	1.59	0.20	0.92	0.17	1.3	2.6	190	285	<1	24	
Nobbenuten	12	16/02/99		5.96	1.36	0.046	16	70	50	20	1.8	1.60	0.19	0.90	0.18	1.3	2.5	185	275	<1	25	
Nobbenuten	12	11/03/99		6.07	1.34	0.047	18	63	44	19	1.6	1.65	0.20	0.90	0.17	1.3	2.5	190	275	1	25	
Nobbenuten	12	22/04/99		5.73	1.23	0.044	14	85	55	30	2.3	1.54	0.19	0.95	0.18	1.3	2.4	180	300	2	23	
Nobbenuten	12	26/05/99		5.91	1.22	0.045	15	66	41	25	1.9	1.53	0.17	0.87	0.19	1.3	2.4	175	280	1	18	
Nobbenuten	12	23/06/99		5.74	1.16	0.042	12	69	52	17	2.3	1.44	0.18	0.82	0.16	1.2	2.2	155	250	2	22	
Nobbenuten	12	27/07/99		6.07	1.29	0.044	14	50	39	11	1.7	1.48	0.19	0.86	0.18	1.3	2.3	160	250	1	26	
Nobbenuten	12	26/08/99		5.92	1.22	0.044	14	60	50	10	2.3	1.45	0.18	0.85	0.18	1.2	2.2	155	265	2	27	
Nobbenuten	12	04/10/99		5.41	1.04	0.037	6	134	103	31	4.9	1.49	0.19	0.85	0.25	1.2	2.1	102	275	5	26	
Nobbenuten	12	28/10/99		5.48	1.01	0.040	10	120	86	34	3.7	1.47	0.17	0.85	0.19	1.2	2.2	131	270	3	17	
Nobbenuten	12	01/12/99		5.97	1.15	0.049	20	70	46	24	2.2	1.56	0.17	0.86	0.17	1.3	2.3	165	270	1	17	



## Vedlegg B. Primærdata – fisk

Vedlegg B.1. Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Nidelva (Arendalsvassdraget) 1.8.99.

St.	Areal m <sup>2</sup>	Fangst				Beregnet tetthet/100 m <sup>2</sup>				Andre arter
		Laks		Ørret		Laks		Ørret		
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
11	150	29	0*	7	0	21,8	0	4,9	0	Gjedde
1	150	29	0*	7	0	21,8	0	4,9	0	Gjedde
2	150	0	0	1	1	0	0	0,7	0,7	Abbor
3	175	0	0	0	0	0	0	0	0	Abbor
4	144	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	180	0	0	0	0	0	0	0	0	Ål
6	70	2	4	2	1	3,3	3,3	2,9	1,6	
1-6 Gj.sn.	869	31	4	10	2	4,2±1,3 4,2±8,0	0,5±0,1 0,6±1,2	1,2±0,1 1,4±1,9	0,3±0,3 0,4±0,6	
21	160	-	-	5	0	-	-	3,6	0	Gjedde
22	170	-	-	20	0	-	-	17,2	0	Gjedde
23	170	-	-	15	2	-	-	10,1	1,2	Gjedde
21-23 Gj.sn.	500	-	-	40	2	-	-	9,1±1,9 10,3±5,6	0,4±0,0 0,4±0,6	

\* supplerende innsamling av eldre laks: ved stasjon 1: 2 individ

**Vedlegg B.2.** Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Nidelva (Arendalsvassdraget) - lakseførende del - 1996-1999. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet1, tetthet2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet1 og tetthet2 er standardavvik angitt i parentes.

ÅR	1996	1997	1998	1999
Dato	20.-21.10.	11.-14.8.	31.8. og .17.12.	1.8.
Ant. stasjoner	6	6	7	6
Areal, m <sup>2</sup>	764	820	1005	869
<b>LAKS 0+</b>				
Utbredelse	33	17	29	33
Tetthet 1	0,4(0,1)	0,1(0,0)	3,2(0,3)	4,2(1,3)
Tetthet 2	0,5(0,8)	0,2(0,4)	3,1(7,2)	4,2(8,0)
Median	0	0	0	0
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	1,7	0,9	20,7	21,8
<b>LAKS ≥1+</b>				
Utbredelse	0	0	0	17
Tetthet 1	0	0	0	0,5(0,1)
Tetthet 2	0	0	0	0,6(1,2)
Median	0	0	0	0
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	0	0	0	3,3
<b>ØRRET 0+</b>				
Utbredelse	17	50	17	50
Tetthet 1	0,4(0,1)	0,6(0,2)	0,7(0,2)	1,2(0,1)
Tetthet 2	0,9(2,1)	0,7(0,9)	0,6(1,5)	1,4(1,9)
Median	0	0,5	0	0,4
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	5,1	2,1	4,4	4,9
<b>ØRRET ≥1+</b>				
Utbredelse	0	17	0	33
Tetthet 1	0	0,3(0,2)	0	0,3(0,3)
Tetthet 2	0	0,3(0,8)	0	0,4(0,6)
Median	0	0	0	0
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	0	2,0	0	1,6

**Vedlegg B.3.** Utbredelse og tetthet av ørret i Nidelva (Arendalsvassdraget) ovenfor lakseførende del (Bøylefoss-Eivindstad) 1996-1999. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet1, tetthet2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet1 og tetthet2 er standardavvik angitt i parentes.

ÅR	1996	1997	1998	1999
Dato	20.-21.10.	11.-14.8.	31.8.	1.8.
Ant. stasjoner	3	3	3	3
Areal, m <sup>2</sup>	384	577	577	500
<b>ØRRET 0+</b>				
Utbredelse	0	100	100	100
Tetthet 1	0	3,0(2,1)	2,9(0,2)	9,1(1,9)
Tetthet 2	0	2,6(0,7)	2,8(0,8)	10,3(5,6)
Median	0	2,9	2,4	10,1
Min. tetthet	0	1,8	2,1	3,6
Max. tetthet	0	3,0	3,9	17,2
<b>ØRRET ≥1+</b>				
Utbredelse	66	33	33	33
Tetthet 1	0,5(0,0)	0,2(0,0)	0,2(0,0)	0,4(0,0)
Tetthet 2	0,5(0,4)	0,2(0,4)	0,2(0,3)	0,4(0,6)
Median	0,7	0	0	0
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	0,8	0,7	0,6	1,2

# Vedlegg C. Primærdata – dyreplankton og bunndyr

## Vedlegg C.1.

Prosentvis sammensetning av zooplanktonet i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn									
Lokalitet nr.	01-06-99 Nisser	24-08-99 Nisser	05-10-99 Nisser	01-06-99 Fyresvatn	25-08-99 Fyresvatn	06-10-99 Fyresvatn	02-06-99 Nesvatn	25-08-99 Nesvatn	06-10-99 Nesvatn
<b>Vannlopper</b>									
Holopedium gibberum Zadach	1.3	12.9	4.1	21.0	12.0	3.0	0.1	0.0	
Daphnia longispina				0.2					
Bosmina longispina Leydig	15.3	4.1	7.9	22.1	4.7	10.7	10.0	4.8	5.5
Polyphemus pediculus (Leuck.)			0.1		0.4			+	
Bythotrephes longimanus Leydig		0.2	0.1	0.2	0.1		0.0	+	
Leptodora kindt		0.1	0.1	0.4	0.3	0.1		+	0.1
Andre		0.3	0.3	0.6	0.9	0.1	0.0	0.1	0.1
<b>Hoppekreps</b>									
Eudiaptomus gracilis Sars				1.9		0.7	2.2		9.5
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)	1.3	36.5	35.8		0.1	0.1		0.4	0.1
Heterocope saliens (Lillj.)	0.4	2.4	0.5					0.7	0.1
cal naup	41.9	0.6	1.0	43.7	0.3		69.9	0.3	
cal indet					0.4	0.4		6.4	
Cyclops scutifer Sars	39.7	43.0	50.1	9.8	80.6	84.9	17.7	87.1	84.6
Ant m pr m <sup>3</sup>	10344	2948	3172	1529	6601	4773	15799	6925	7799

## Vedlegg C.2.

Sammensetning av hjuldyr i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn * < 1% ** 1-10% *** > 10%									
Lokalitet	01-06-99	24-08-99	05-10-99	01-06-99	25-08-99	06-10-99	02-06-99	25-08-99	06-10-99
Dato	Nisser	Nisser	Nisser	Fyresvatn	Fyresvatn	Fyresvatn	Nesvatn	Nesvatn	Nesvatn
<b>Hjuldyr</b>									
Keratella cochlearis (gosse)				***					*
Keratella hiemalis Carlin				**	*	*	**		*
Kellicottia longispina (Kellicott)	***	**	***	***	***	***	***	***	***
Conochilus unicornis/									
Rousselet/hippocrepes (Schrank)		***	***		**	**		*	
Polyarthra dolichoptera (Idelson)		***	***		**	*	**	***	**
Pleusona sp		*	**	**	*				
ant ind pr m <sup>3</sup>	26	13828	425	39	8614	1552	893	9961	1367

### Vedlegg C.3.

Registrerte krepsdyr i strandsonen i 1999											
Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	Nisser	Fyresvatn	Nesvatn
<b>Vannlopper</b>											
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liév.)T								X			
<i>Sida crystallina</i> (O.F.M.)	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X
<i>Holopedium gibberum</i> Zaddach	X							X	X	X	X
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O.F.M.)				X	X	X	X				
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F.M.)	X	X	X	X	X	X	X	X			X
<i>Simocephalus vetula</i> (O.F.M.)	X	X	X	X		X	X				
<i>Bosmina longispina</i> Leydig	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F.M.)			X			X					
<i>Drepanothrix dentata</i> (Eurén)											
<i>Lathonura rectirostris</i> (O.F.M.)	X										
<i>Ophryoxus gracilis</i> Sars	X	X	X	X	X	X	X				
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Alona affinis</i> (Leydig)	X	X	X	X		X	X		X	X	
<i>Alona guttata</i> Sars	X	X	X		X	X					X
<i>Alona rustica</i> Scott						X		X		X	
<i>Alonella exigua</i> (Fischer)	X	X	X								
<i>Alonella excisa</i> (Fischer)	X	X	X	X		X	X	X		X	X
<i>Alonella nana</i> (Baird)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Alonopsis elongata</i> Sars	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camptocercus rectirostris</i> Schoedler				X		X	X				
<i>Chydorus latus</i> Sars		X	X								X
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F.M.)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eurycercus lamellatus</i> (A.F.M.)	X	X	X	X	X	X	X				X
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	X		X	X							
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F.M.)	X	X	X	X	X	X	X	X			
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)				X		X					
<i>Rhynchotalona falcata</i> Sars										X	
<i>Polyphemus pediculus</i> (Leuck.)	X	X	X	X	X	X	X			X	X
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)										X	
<b>Hoppekreps</b>											
<i>Eudiaptomus gracilis</i> Sars	X						X				
<i>Mixodiaptomus laciniatus</i> (Lillj.)				X			X	X	X	X	X
<i>Heterocope saliens</i> (Lillj.)				X					X		X
<i>Macrocylops albidus</i> (Jur.)	X	X	X	X	X	X	X				X
<i>Macrocylops fuscus</i> (Jur.)	X			X	X	X	X				X
<i>Eucyclops denticulatus</i> (A. Graet.)	X										
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fisch.)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Eucyclops speratus</i> (Lillj.)	X	X	X	X	X						
<i>Paracyclops affinis</i> Sars		X	X			X					
<i>Paracyclops fimbriatus</i>	X										
<i>Cyclops scutifer</i> Sars								X	X	X	X
<i>Megacyclops gigas</i> (Claus)	X			X	X					X	
<i>Megacyclops viridis</i> (Jur.)	X			X	X						
<i>Acanthocyclus capillatus</i> (Sars)	X		X	X	X	X	X				X
<i>Acanthocyclus robustus</i> Sars	X	X	X							X	X
<i>Diacyclops nanus</i> (Sars)			X			X					
Antall vannlopper	19	17	19	18	13	20	17	10	8	13	13
Antall hoppekreps	11	5	7	9	7	6	6	3	4	5	8
Totalt antall krepsdyr	30	22	26	27	20	26	23	13	12	18	21

## Vedlegg C.4.

Sammensetningen av bunndyr i Arendalsvassdraget * < 1% ** 1-10% *** > 10%.												
Stasjon måned	1 mai	1 okt	2 mai	2 okt	3 mai	3 okt	4 mai	4 okt	5 mai	5 okt	7 mai	7 okt
Rundormer (Nematoda)						*				*		
Fåbørster (Oligochaeta)	*	*		**	*	**				**		**
Muslinger (Bivalvia)		*		*								
Midd (Hydracarina)				**		*				*	**	*
Øyenstikkere (Odonata)		*		*		**		*	**	*		
Døgnfluer (Ephemeroptera)	***	***	*	***	***	***	***	***	***	***	***	***
Steinfluer (Plecoptera)	***	*		*			***	***	**	*	**	*
Buksvømmere (Corixidae)	**	**		*		*	**	**		**		**
Biller (Coleoptera)	**	*				*	*	**		***	**	**
Fjærmygg (Chironomidae)	**	**	***	***	***	***	*	*	**	**	**	***
Sviknott (Ceratopogonidae)				*	*	*				*		
Knott (Simulidae)			***		**							
Tovinger ind. (dipt. ind.)		*	*	**		*						
Vårfluer (Trichoptera)	***	***	**	**		**	***	**	***	***	***	***
Fisk	*	**										
Antall dyr i prøven	110	570	###	789	113	578	###	###	11	511	109	158

# Vedlegg D. Primærdata-begroing

## Vedlegg D.1. Begroingsorganismer i Arendalsvassdraget aug./sept. 1999.

Arendalsvassdraget 1999	FF - forsuring- følsomhet	HEI Heim- døla	HYL Hauker- hyl	HAU Haugsjå- sundet	ÅML Åmli- foss	SIG Sigridnes	GJØ Gjøv
Organismer - latinske navn		27.08	16.09	16.09	17.09	17.09	17.09
<b>Cyanobakterier (Cyanophyceae )</b>							
<i>Calothrix spp.</i>	0,5	*			*		
<i>Chroococcus sp.</i>		**	*				*
<i>Cyan 007 (algefilt)</i>	0		***	**	***		
<i>Cyan oo3 ("kulerad")</i>	0	*					
<i>Gloeocapsa sanguinea</i>	0	*	*	***	**		**
<i>Homoeothrix nordstedtii v. salisb.</i>			5			1	
<i>Homoeothrix spp.</i>			**		*	***	*
<i>Merismopedia punctata</i>		*	*	**			
<i>Pleurocapsae sp.</i>		*			**		
<i>Schizothrix spp.</i>		**	**		***	*	
<i>Scytonema mirabile</i>	0,5		*	*	15	1	<1
<i>Scytonematopsis starmach</i>	0,25		**	*	**	*	*
<i>Stigonema hormoides</i>				<1	**		
<i>Stigonema mamillosum</i>	0,5		25	<1	*	3	<1
<i>Uidentifiserte coccale blågrønnalger</i>			**				
<i>Uidentifiserte trichale blågrønnalger</i>			**	**	***		
Antall taksa - Cyanobakterier		7	12	7	12	6	6
<b>Grønnalger (Chlorophyceae )</b>							
<i>Bambusina brebissonii</i>		*					
<i>Binuclearia tectorum</i>	0	*	**	**	*	*	
<i>Bulbochaete spp.</i>	0,5	*	2	15	**	2	
<i>Cosmarium spp.</i>		*					
<i>Hormidium rivulare</i>	0,5						
<i>Microspora palustris</i>	0	**			10	40	1
<i>Microspora palustris var minor</i>	0	*		*	**	**	**
<i>Mougeotia a (6-12u)</i>	0		2	**	2	1	
<i>Mougeotia a/b (10-18u)</i>			**		*	*	
<i>Oedogonium a (5-11u)</i>	0,25	*	*	*			
<i>Penium spp.</i>		**		*	*		*
<i>Uidentifisert, Chaetophoraceae</i>	0	*					1
<i>Zygonium sp3 (17-19u)</i>	0	1	1	<1	10	5	5
Antall taksa - Grønnalger		10	6	7	8	7	5
<b>Gullalger (Chrysophyceae )</b>							
<i>Chrysoxys maior</i>				***	15	**	
Antall taksa - Gullalger		0	0	1	1	1	0
<b>Kiselalger (Bacillariophyceae )</b>							
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0,25	***	2	***	***	3	***
Antall taksa - Makrosk. synl. kiselalger		1	1	1	1	1	1
<b>Rødalger (Rhodophyceae )</b>							
<i>Barachospermum keratophytum</i>	0	5		<1	10	30	5
Antall taksa - Rødalger		1	0	1	1	1	1
<b>Moser (Bryophyta )</b>							
<i>Scapania spp.</i>		2					
Antall taksa - Moser		1	0	0	0	0	0
<b>Nedbrytere (Saprophyta )</b>							
<i>Jern/mangan bakterier, aggregater</i>		***	***				
Antall taksa - Nedbrytere		1	1	0	0	0	0

Tegnforklaring: Tallangivelse viser prosentvis dekning på lokaliteten av makroskopisk synlige begroingsorganismer.  
Organismer som vokser blant på disse er angitt ved: \*=observert, \*\*=vanlig \*\*\*=hyppig.

**Vedlegg D.2.** Prosentvis forekomst av kiselalger i Arendalsvassdraget aug./sept. 1999.

Kiselalger - latinsk navn	ph-optimum (Stevenson et al. 1991)	Heimdøla	Haukerhyl	Haugsjå- sundet	Åmlifoss	Sigrindnes	Gjøv
<i>Achnanthes helvetica</i>	5,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes kriegeri</i>	6,5	0,0	0,0	0,3	1,4	0,0	0,0
<i>Achnanthes levanderi</i>	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes marginulata</i>	5,2	0,0	1,0	2,4	0,0	0,9	0,0
<i>Achnanthes minutissima</i>	6,3	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes spp.</i>		0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes subatomoides</i>	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Asterionella ralfsii</i>	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Aulacoseira perglabra</i>	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brachysira brebissoni</i>	5,3	0,6	0,0	2,4	2,4	0,0	0,4
<i>Brachysira serians</i>	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brachysira vitrea</i>	5,9	0,6	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0
<i>Cyclotella spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0
<i>Cymbella falaisensis cf.</i>		0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0
<i>Cymbella gaeumarii</i>	5,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cymbella hebridica</i>	5,1	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cymbella lunata</i>	5,7	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0
<i>Cymbella spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia bactriana</i>	4,7	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia curvata</i>	5,5	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,4
<i>Eunotia denticulata</i>	5,1	0,0	0,0	4,4	0,0	0,6	1,8
<i>Eunotia exigua</i>	5,1	0,0	0,0	2,4	1,0	0,0	5,3
<i>Eunotia exgracilis</i>	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia iatriensis</i>	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia incisa</i>	5,1	5,6	1,3	0,7	6,8	3,7	15,0
<i>Eunotia naegelii</i>	5	0,0	3,2	1,7	1,7	2,2	0,4
<i>Eunotia paludosa</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia rhomboidea</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	3,1	0,0	0,0
<i>Eunotia spp.</i>		0,0	0,0	1,0	1,0	0,0	2,7
<i>Eunotia tenella</i>	5,2	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Eunotia vanheurckii</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Fragilaria capucina var. gracilis</i>	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	8,4
<i>Frustulia rhomboides v. r.</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0
<i>Frustulia rhomboides v. saxonica</i>	5,2	1,9	0,0	1,7	4,1	3,4	2,7
<i>Frustulia rhomboides v. viridula</i>	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula angusta</i>	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula bremensis</i>	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula bryophila v. bryophila</i>	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula cumbriensis</i>	4,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0
<i>Navicula hoefleri</i>	4,9	0,0	0,0	0,3	1,0	0,3	0,0
<i>Navicula leptostriata</i>	5,1	1,9	0,0	11,1	9,5	5,6	1,8
<i>Navicula radiosa v. radiosa</i>	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula spp.</i>		0,6	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0
<i>Navicula subtilissima</i>	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Neidium spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,4
<i>Peronia fibula</i>	5,3	3,7	6,1	14,5	12,5	2,8	2,7
<i>Pinnularia abaujensis v. linearis</i>	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pinnularia spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pinnularia subcapitata v. hilseana</i>	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Pinnularia subcapitata v. subcapitata</i>	5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Semiorbis hemicyclus</i>	4,8	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>Stenopterobia sigmatella</i>	5,3	0,0	0,0	0,0	0,7	0,0	0,0
<i>Surirella spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tabellaria flocculosa agg.</i>	5,35	83,9	87,9	42,4	50,5	78,8	54,4
<i>Tabellaria quadriseptata</i>	4,9	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	2,2
<i>Unknown</i>		0,6	0,6	2,7	0,7	1,2	0,9
<b>Totalt</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>



# GJERSTADVASSDRAGET

Koordinator: A. Hindar, NIVA

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	73
1.1 Områdebeskrivelse .....	73
1.2 Kalkingsstrategi.....	73
1.3 Hydrologi 1999 .....	73
<b>2 Vannkjemi</b> .....	74
<b>3 Samlet vurdering</b> .....	74
Vedlegg .....	75

# 1 Innledning

Forfatter: A. Hindar, NIVA

Medarbeider: A. Skiple

## 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke:	018
Fylke:	Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	380 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	29.3 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	11 m <sup>3</sup> /s
Regulering:	Utløp Brøbørvatn nær utløpet
Lakseførende strekning:	? (vandringshinder ved Sønedeled helt nederst i elva)
Kalking:	Div. innsjøkalking øverst i vassdraget

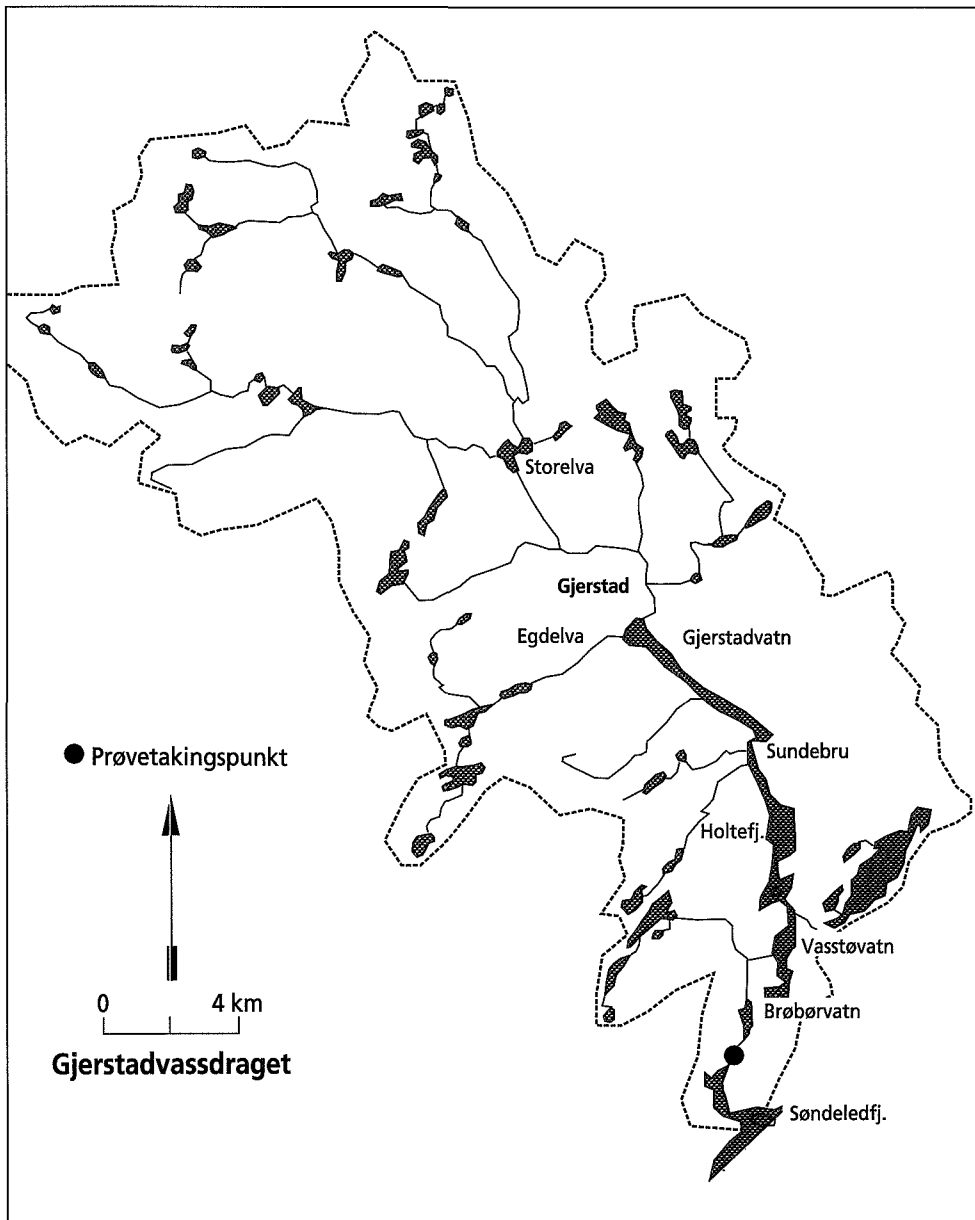
## 1.2 Kalkingsstrategi

Bakgrunn for kalking:	Kun knyttet til enkeltlokaliteter i øvre del.
Kalkingsplan:	Ikke laget for hele vassdraget
Biologisk mål:	Bedring av innlandsfiskebestander.
Vannkvalitetsmål:	Udefinert.
Kalkingsstrategi:	Ingen for vassdraget.

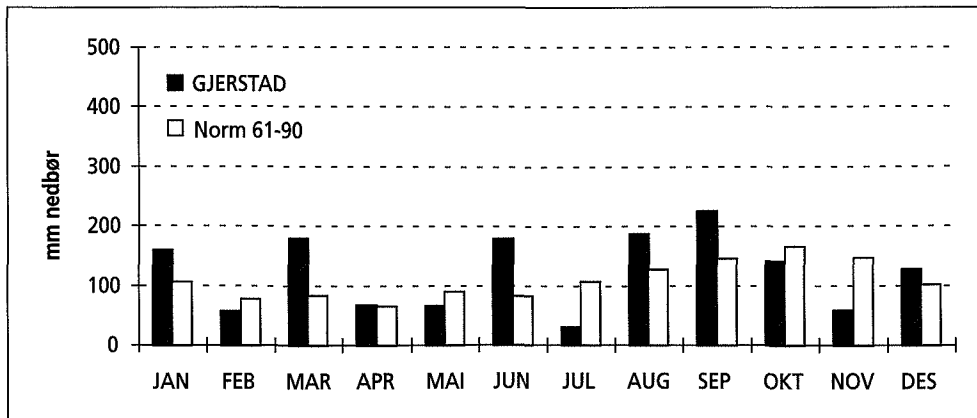
I Gjerstadvassdraget ble Mjåvatn kalket med 16 tonn NK3-kalk i 1999.

## 1.3 Hydrologi 1999

Meteorologisk stasjon:	Gjerstad
Årsnedbør 1998:	1470 mm
Normalt:	1290 mm
% av normalen:	114



Figur 1.1. Gjerstadvassdraget



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Gjerstad. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

## 2 Vannkjemi

Forfatter: A. Hindar

Medarbeider: L. B. Skancke

Den vannkjemiske overvåkingen er en del av statlig program for forurensningsovervåking. Prøvetakingen er ved Søndeleddammen i utløpet av Brøbørvatn nederst i vassdraget. Den positive utviklingen i vannkvalitet fortsatte i 1999. Mens pH-verdier under 5.85 ikke ble målt i perioden 1996-1998, var pH i 1999 såvidt under 5.8. Kalsiumkonsentrasjonen var markert lavere i 1999 enn de tre foregående årene, noe som kan tyde på mindre bidrag fra kalking. Opplysninger fra Fylkesmannen viser at det bare ble kalket med 16 tonn i 1999.

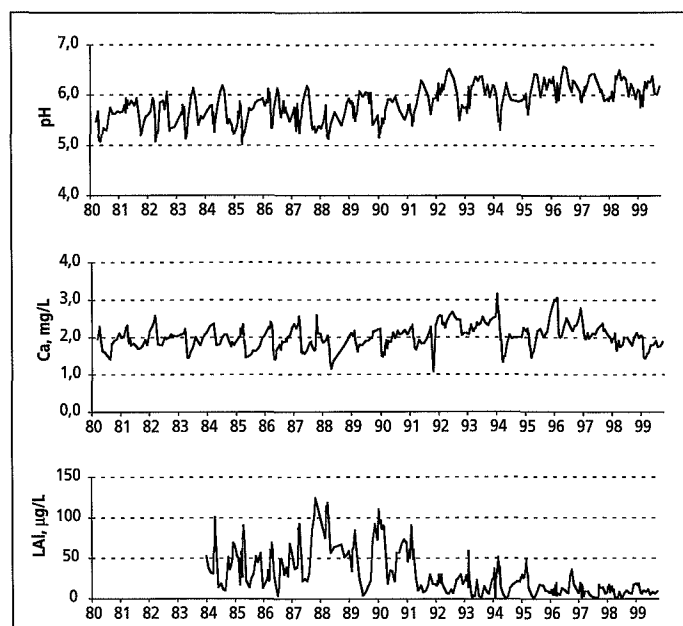
Labilt aluminium var nede på svært lave konsentrasjoner, og var heller ikke i 1999 over 20 µg/L. For 10 år siden var LAI-konsentrasjonene i lange perioder mellom 50 og 100 µg/L, se figur 2.1.

## 3 Samlet vurdering

Vannkvaliteten i vassdraget er stabilisert på et akseptabelt vannkvalitetsnivå. Selv om kalking i øvre del bidrar til noe av denne bedringen, er det ikke tvil om at forsureningen er blitt gradvis mindre. Forholdet mellom disse to bidragene er imidlertid ikke kvantifisert.

Tabell 2.1. Vannkvalitet i 1999.

Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
Søndeleddammen	Mid	6.05	1.77	33	11	5.0	57
	Min	5.76	1.43	20	5	4.0	33
	Max	6.37	2.12	50	19	7.3	102
	N	16	16	16	16	16	16



Figur 2.1. Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium i 1980-1999.

## Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 1999

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	ALK-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	TOT N µg/l	TOT P µg/l	ANC µekv/l
1	Søndeled	16/01/99	6.12	2.12	0.068	40	129	123	6	5.7	2.99	0.46	2.26	0.40	3.5	3.6	275	535	6	59
1	Søndeled	15/02/99	5.92	1.98	0.056	27	142	125	17	4.9	3.02	0.44	2.36	0.37	3.9	3.5	290	505	5	44
1	Søndeled	15/03/99	6.11	2.05	0.059	30	130	111	19	4.3	3.48	0.47	2.96	0.38	5.1	3.6	285	520	5	40
1	Søndeled	06/04/99	6.06	1.98	0.062	34	105	89	16	4.5	3.15	0.46	2.55	0.37	4.3	3.6	280	505	6	41
1	Søndeled	15/04/99	5.76	1.49	0.049	20	131	112	19	4.6	2.24	0.35	1.66	0.37	2.4	3.0	225	460	6	39
1	Søndeled	01/05/99	5.97	1.43	0.051	22	100	89	11	4.4	2.11	0.32	1.51	0.34	2.1	2.8	200	395	6	40
1	Søndeled	16/05/99	5.78	1.48	0.053	24	99	91	8	4.1	2.20	0.34	1.64	0.42	2.7	2.9	200	415	6	33
1	Søndeled	01/06/99	6.10	1.57	0.057	28	86	80	6	4.0	2.30	0.34	1.72	0.41	2.4	2.9	200	395	6	49
1	Søndeled	15/06/99	6.26	1.58	0.060	31	77	67	10	4.6	2.13	0.33	1.50	0.37	2.1	2.7	155	385	6	54
1	Søndeled	05/07/99	6.13	1.74	0.064	36	92	83	9	5.0	2.11	0.36	1.87	0.32	1.9	2.6	148	360	6	88
1	Søndeled	20/07/99	6.27	1.79	0.066	38	64	56	8	5.1	2.29	0.37	1.74	0.33	2.3	2.8	141	380	8	71
1	Søndeled	16/08/99	6.25	1.80	0.070	42	85	74	11	5.0	2.35	0.39	1.66	0.36	2.1	2.9	150	410	13	73
1	Søndeled	19/09/99	6.37	1.89	0.078	50	75	70	5	5.2	2.53	0.42	1.79	0.41	1.9	2.4	165	415	7	102
1	Søndeled	14/10/99	6.03	1.74	0.061	32	127	119	8	7.3	2.26	0.37	1.50	0.40	2.1	3.0	143	420	7	61
1	Søndeled	17/11/99	6.01	1.76	0.062	34	127	121	6	6.1	2.40	0.38	1.57	0.39	2.2	3.0	195	430	6	59
1	Søndeled	16/12/99	6.17	1.87	0.064	36	123	114	9	5.8	2.57	0.41	1.80	0.46	2.6	3.3	220	450	5	59

# VEGÅRVASSDRAGET

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	77
Områdebeskrivelse .....	77
Kalkingsstrategi.....	77
Kalking 1999 .....	77
Hydrologi 1999 .....	77
Stasjonsoversikt.....	79
Metodikk .....	80
<b>2 Vannkjemi</b> .....	81
<b>3 Anadrom fisk</b> .....	83
<b>4 Bunndyr</b> .....	87
<b>5 Samlet vurdering</b> .....	88
5.1 Vannkemisk og biologisk måloppnåelse .....	88
5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak .....	88
<b>6 Referanser</b> .....	89
<b>Vedlegg</b> .....	90

# 1 Innledning

## Områdebeskrivelse

Vassdragsnr.:	018 Z
Fylke(r):	Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	456,5 km <sup>2</sup>
Regulering:	Nei
Spesifikk avrenning:	28,8 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	13,2 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden:	1985 (Vegår), 1987 (Vegårvasselva), 1996 (Storelva)
Lakseførende strekning:	Til Hauglandsfossen (ca. 15 km) (Figur 1.1).
Kalkingsovervåking:	Siden 1985

## Kalkingsstrategi

<i>Bakgrunn for kalking:</i>	Forsuring forårsaket en sterk nedgang i fiskebestandene i Vegår på begynnelsen av 1980-tallet (L'Abée-Lund 1985). Før kalking var det sannsynligvis fortsatt rester igjen av den opprinnelige laksebestanden i den nedre delen av Storelva.
<i>Kalkingsplan:</i>	Vegår: Hindar (1990), Storelva: Kaste (1994)
<i>Biologisk mål:</i>	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av fisk i Vegår.
<i>Vannkvalitetsmål:</i>	Vegår: pH > 5,6, Kalsium > 1,7 mg/l (Hindar 1990) Storelva: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0.
<i>Kalkingsstrategi:</i>	Innsjøkalking i Vegår, doserererkalking i hovedinnløpet Vegårvasselva. Storelva er kalket med egen doserer ved Hauglandsfossen siden 1996.

## Kalking 1999

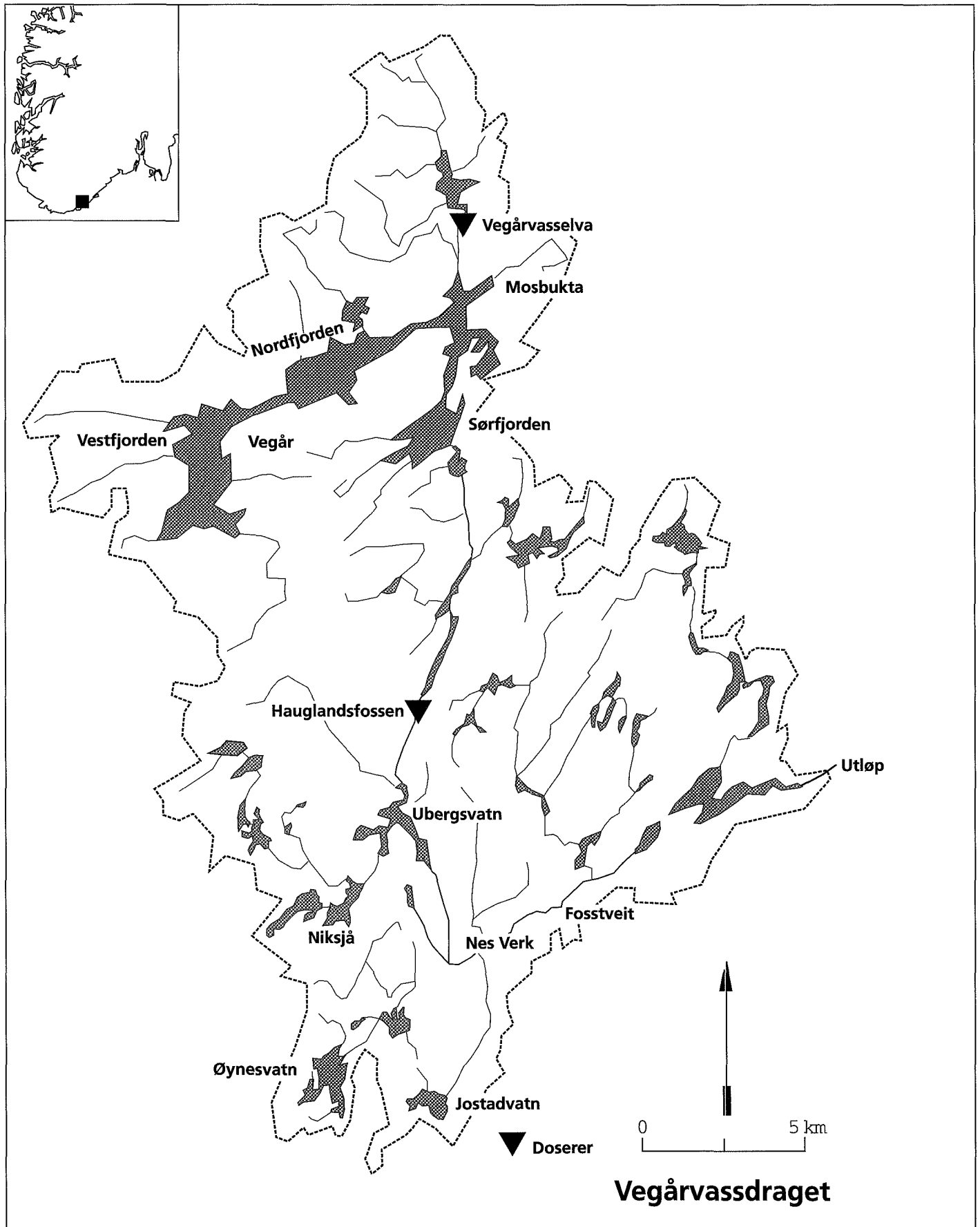
Vegårvasselva (doserer):	294 tonn NK3 (86 % CaCO <sub>3</sub> )
Storelva (doserer):	406 tonn NK3 (86% CaCO <sub>3</sub> )

## Innsjøkalking:

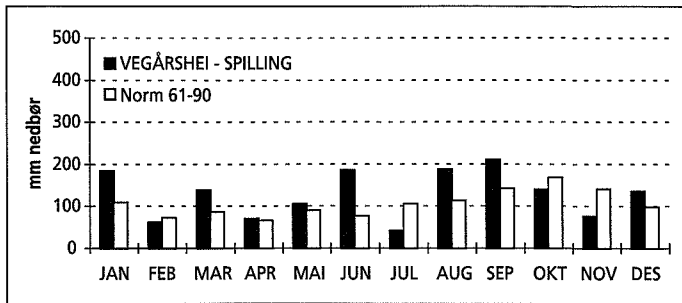
Kallbergsvatnet	16 tonn NK3
Rosalvatnet	15 tonn NK3
Vegår-Vestfjorden	550 tonn NK3

## Hydrologi 1999

Meteorologisk stasjon Vegårshei:	
Årsnedbør 1999:	1531 mm
Normalt:	1260 mm
% av normalen:	121

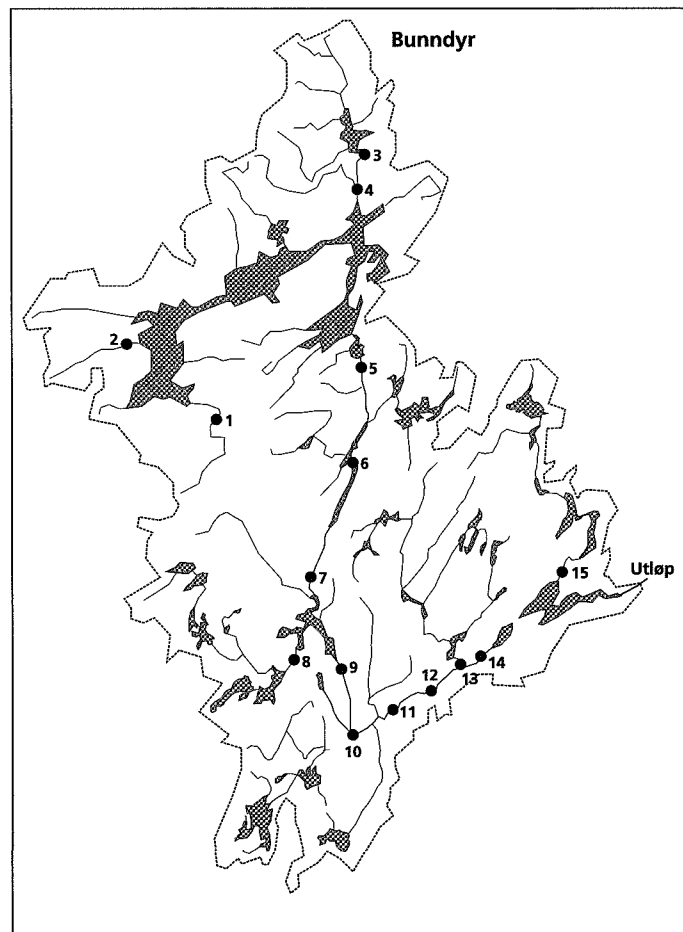
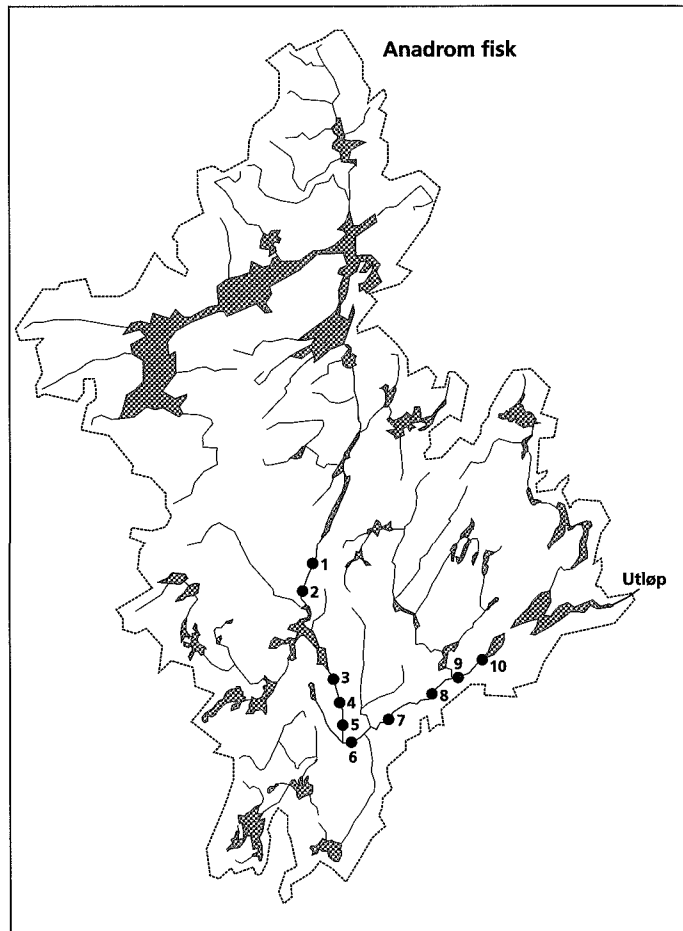
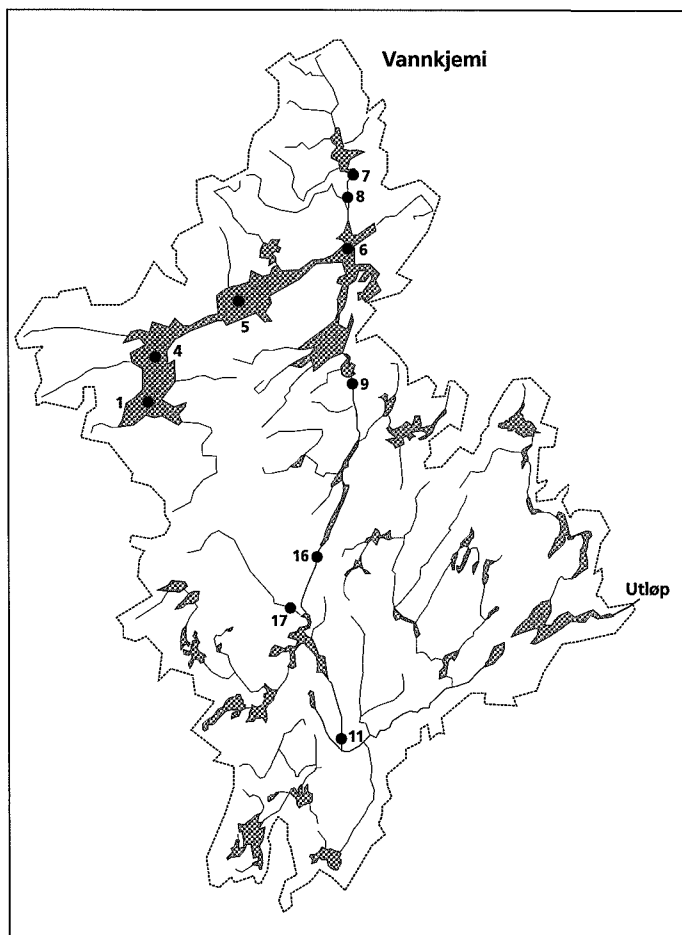


Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon 3559 Vegårshei. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

### Stasjonsoversikt



**Figur 1.3.** Prøvetakingsstasjoner



## **Metodikk**

### **Vannkjemi**

Vannprøvene samles inn av NIVA og analyseres etter standard metoder ved NIVA.

### **Anadrom fisk**

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metoder på 10 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i slutten av juli 1999 (**Vedlegg B.1**). Stasjon 1-2 ligger ovenfor Ubergsmoen og Ubergsvannet, stasjon 3-5 mellom Ubergsvannet og Nes Verk, stasjon 6-7 mellom Nes Verk og Fosstveit, og stasjon 8-10 på strekningen nedenfor Fosstveit (**Figur 1.3**). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konservert og lagret for senere aldersbestemmelse.

Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin (1984) og Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Tettheten er beregnet som:

- Gjennomsnittet basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet (tetthet1)
- Gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet2)

Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og vist i **Vedlegg B.1** og **B.2** som også oppgir standardavviket for tetthet1 og tetthet2.

Det ble tatt gjelleprøver av et mindre antall ett-årige eller eldre fiskeunger av laks og ørret ved at andre gjellebue på fiskens venstre side ble dissekert ut i felt og fiksert på 10 % fosfat-buffra formalin. Metode og framgangsmåte for videre bearbeiding og analysering er gitt av Kvellestad & Larsen (1999). I denne rapporten oppgis bare metallakkumulering i Tabellen. Andre typer av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.

### **Bunndyr**

Det innsamlede materialet består av kvalitative prøver tatt hver vår og høst etter metodikk beskrevet av Frost et al. (1971). Prøvene ble innsamlet med en hov, maskevidde 250 mm. Prøvene konserveres på etanol og er senere sortert og artsbestemt under lupe. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyr-samfunn som ikke er foruringseskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn.

## 2 Vannkjemi

**Forfatter:** Ø. Kaste, NIVA

Medarbeidere: R. Høgberget og E. Kleiven

### Vegårvasselva (ukalket del)

Vegårvasselva, som løper inn i Mosbukta i Vegår, er sterkt påvirket av forsuring, og årsmiddel-pH i den ukalkede delen av elva har vært relativt stabil i perioden 1996-1999, hhv. 4,88, 5,13, 5,02 og 5,08 (**tabell 2.1**). Høyeste og laveste pH i 1999 var hhv. 4,82 og 5,29 (**figur 2.1** og **2.3**). Konsentrasjonene av labilt aluminium i de samme prøvene var 42-83 µg/L, mens ANC-verdiene varierte fra -8 til 30 µekv/L (**figur 2.2**). I likhet med i 1998 ble det ikke registrert noe nevneverdig oppsving i pH-verdiene om sommeren, slik som i 1997 (Kaste 1998). Dette har trolig sammenheng med at sommeren 1997 var varm og tørr, mens somrene 1998 og 1999 var forholdsvis kjølige og nedbørrike.

### Vegårvasselva (kalket del)

Som tidligere var det store variasjoner i surhet i den kalkede delen av Vegårvasselva (**figur 2.3**). I mars og april lå pH-verdiene stort sett omkring 5,5, men med enkelte topper over 6,5. Dette forløpet tyder på at doseringsanlegget hadde problemer med å håndtere høye vannføringer denne våren. I løpet av høsten avtok pH-verdiene nedstrøms doseringsanlegget gradvis, noe som skyldes langvarig driftsstans ved anlegget fra september og ut året (prøvetaker E. Kleiven, pers. medd.). Sedimentert kalk nedstrøms anlegget er trolig årsak til at pH-verdiene ikke avtok raskere i forbindelse med driftsstansen.

### Innsjøen Vegår

Vegår avsyres ved hjelp av innsjøkalking i Vestfjorden og doserer-kalking i Vegårvasselva. Omkalkingen av Vestfjorden høsten 1999 medførte av kalsiumkonsentrasjonen i det søndre og nordre bassenget økte fra hhv. 2,04 og 1,86 mg/L i mai til hhv. 2,85 og 3,10 mg/L i november. pH-verdiene i de ulike bassengene i Vegår lå mellom 6,23 og 6,75 ved prøvetakingene i 1999, mens konsentrasjonene av labilt aluminium varierte mellom 4 og 10

µg/L. Dette illustrerer at vannkvaliteten var god for fiskebestanden i innsjøen – iallfall i sommerhalvåret. Tidligere data har imidlertid indikert at surt vann under isen kan være et problem for eggoverlevelse hos den innsjøgytende aurebestanden i innsjøen (Barlaup et al. 1999).

### Storelva

Stikkprøvene fra utløpet av Vegår i 1999 avdekket ett surstøt i begynnelsen av april med pH-verdier ned mot 5,68. Forholdet har trolig sammenheng med kraftig nedbør og/eller snøsmelting i feltet rundt Vegår, og at dette har medført en akkumulering av surt vann under isen. Samme forhold ble dokumentert i Vestfjorden vintrene 1997/98 og 1998/99 (Barlaup et al. 1999). Jevn vinterdrift ved doseringsanlegget i Vegårvasselva kunne muligens ha forhindret at det sure vannet nådde utløpet av Vegår våren 1999.

Data fra DNS vannkjemikontroll-prosjekt viser at pH-verdiene oppstrøms doseringsanlegget ved Hauglandsfossen lå i området 5,72-6,29 i 1999 (**figur 2.3**). Ved Nes Verk varierte pH i området 6,05-6,65, og konsentrasjonene av labilt aluminium var 0-26 µg/L. Alle stikkprøver i 1999 lå over de fastsatte vannkvalitetsmålene for den anadrome strekningen i elva. Det ble likevel målt noe forhøyede konsentrasjoner av labilt aluminium tidlig i smoltifiseringsperioden (18-26 µg/L i tidsrommet 15/3-19/4). pH og kalsiumkonsentrasjon var imidlertid såpass høy i disse prøvene (hhv. 6,4-6,5 og 2,5-2,6 mg/L) og det var såpass tidlig i smoltifiseringsperioden, at skadeeffektene på utvandrende laksesmolt sannsynligvis var små.

Det er tidligere vært perioder med overdosering av kalk i anlegget ved Hauglandsfossen, slik at pH i elva nedstrøms er blitt unødvendig høy (Kaste 1999). Etableringen av pH-styring på anlegget ser langt på vei ut til å ha løst dette problemet – høyeste pH-verdi i 1999 var 6,65 (målt i mai, DNS vannkjemikontroll-prosjekt).

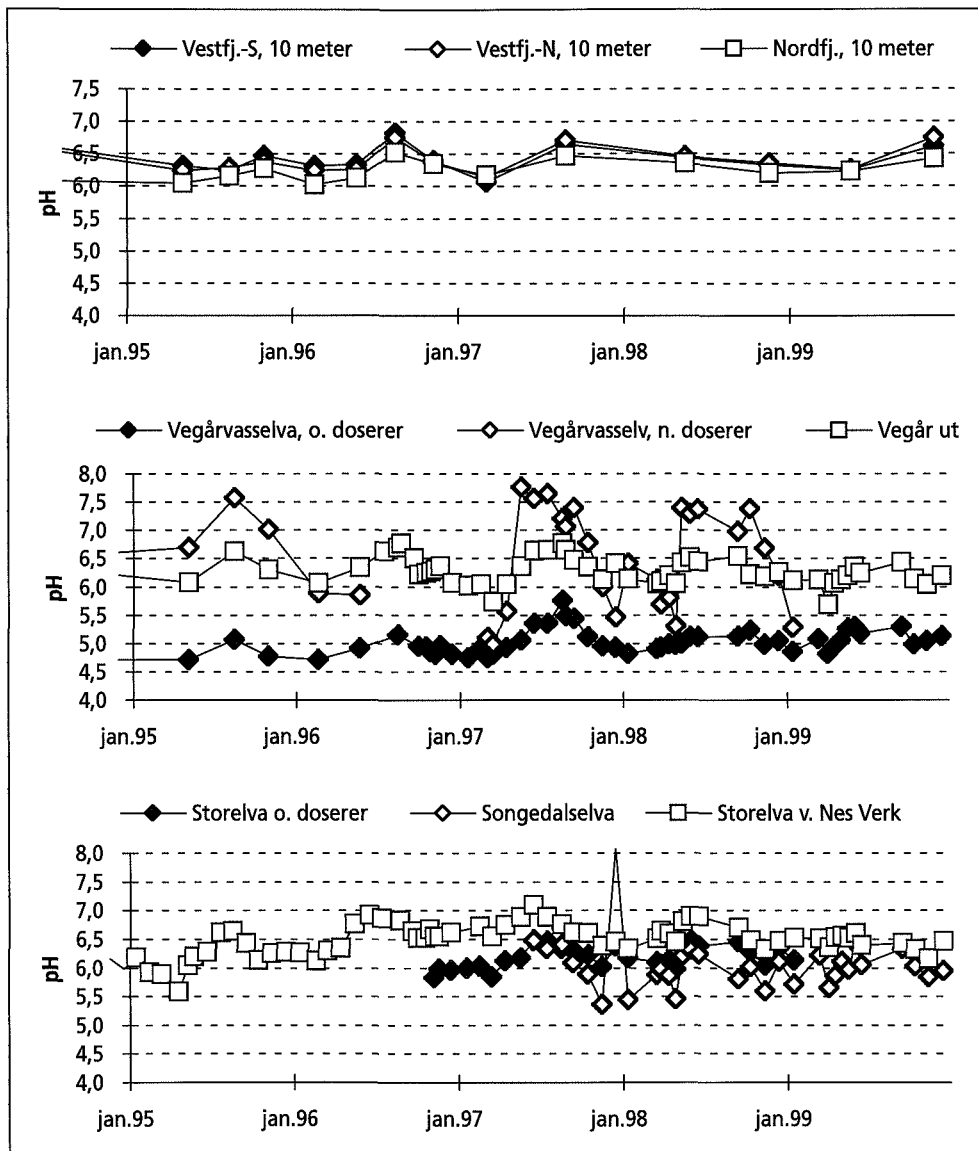
**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	ALKE µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
7	Vegårvass., o. doserer	Mid	<b>5,08</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>64</b>	<b>5,4</b>	<b>6</b>
		Min	4,82	0,55	0	42	4,5	-8
		Max	5,29	0,97	6	83	7,0	30
		N	12	12	12	12	12	12
9	Utløp Vegår	Mid	<b>6,14</b>	<b>1,89</b>	<b>35</b>			
		Min	5,68	1,73	28			
		Max	6,43	2,05	40			
		N	12	12	12			
11	Storelva, Nes Verk	Mid	<b>6,45</b>	<b>2,33</b>	<b>54</b>	<b>8</b>	<b>4,5</b>	<b>74</b>
		Min	6,16	1,95	39	0	3,6	53
		Max	6,60	2,62	69	26	5,5	100
		N	12	12	12	12	12	12
17	Songedalselva	Mid	<b>6,01</b>	<b>2,01</b>				
		Min	5,65	1,48				
		Max	6,43	2,56				
		N	12	12				

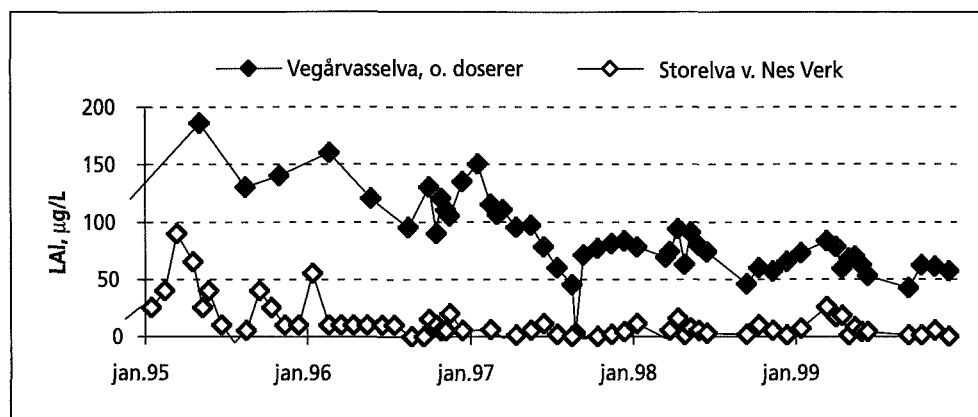
### Songedalselva

Det er tidligere dokumentert at sidevassdraget Songedalselva tidvis kan bidra til å senke pH-verdiene på den anadrome strekningen i Storelva (Kaste & Kleiven 1995). Med sitt relativt store nedbørfelt (ca 30 km<sup>2</sup>) kan elva bidra til å skape giftige blandsoner i Storelva nedenfor samløpet (Rosseland et al. 1992). Laveste målte pH-verdi i 1999 var 5.65 (april), og det er noe

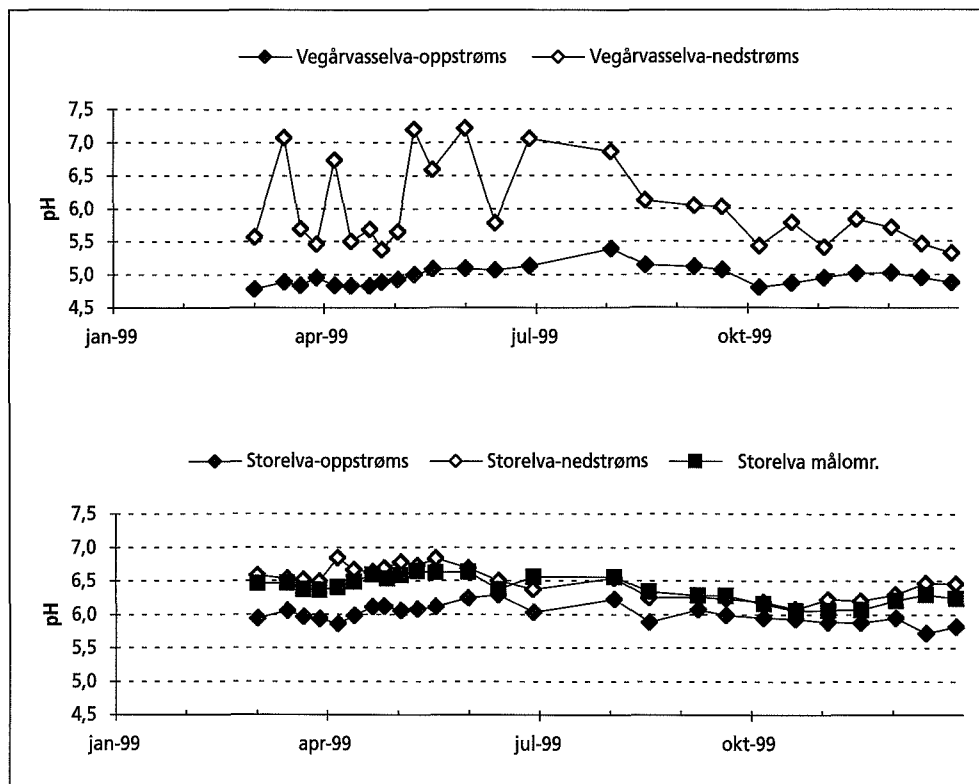
over minimumsverdiene som ble målt i 1997 og 1998. Songedalselva har ingen innsjøer i nedbørfeltet og vannkjemien kan derfor forandre seg raskt i forhold til nedbørepisoder, snøsmelting etc. Tolv stikkprøver gjennom året gir derfor nødvendigvis ikke noe representativt bilde av dynamikken i sidevassdragets vannkvalitet.



Figur 2.1. pH-utvikling.



Figur 2.2. Labilt aluminium.



Figur 2.3. Resultater DNs nye vannkjemikontroll-prosjekt.

### 3 Anadrom fisk

Bjørn Mejdell Larsen<sup>1</sup>, Hans Mack Berger<sup>1</sup>, Jørn Enerud<sup>2</sup>, Einar Kleiven<sup>3</sup> og Agnar Kvellestad<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim. <sup>2</sup> Fisk- og miljøundersøkelser, Postboks 68, 2410 Hernes. <sup>3</sup> Norsk institutt for vannforskning - Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

<sup>4</sup> Veterinærinstituttet, Postboks 8156, Oslo dep., 0033 Oslo

I Storelva er det foretatt ungfiskregistreringer på 3-6 stasjoner i noen år på 1990-tallet, men bare resultatene fra 1995 er publisert (Kaste et al. 1998). I forbindelse med nye kalkingstiltak i vassdraget startet NINA en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret høsten 1996 (Kaste & Larsen 1997). Dette ble videreført etter samme opplegg i 1997-1999. Det har ikke foregått noen utsetting av laks eller ørret i vassdraget etter 1990.

#### Laks

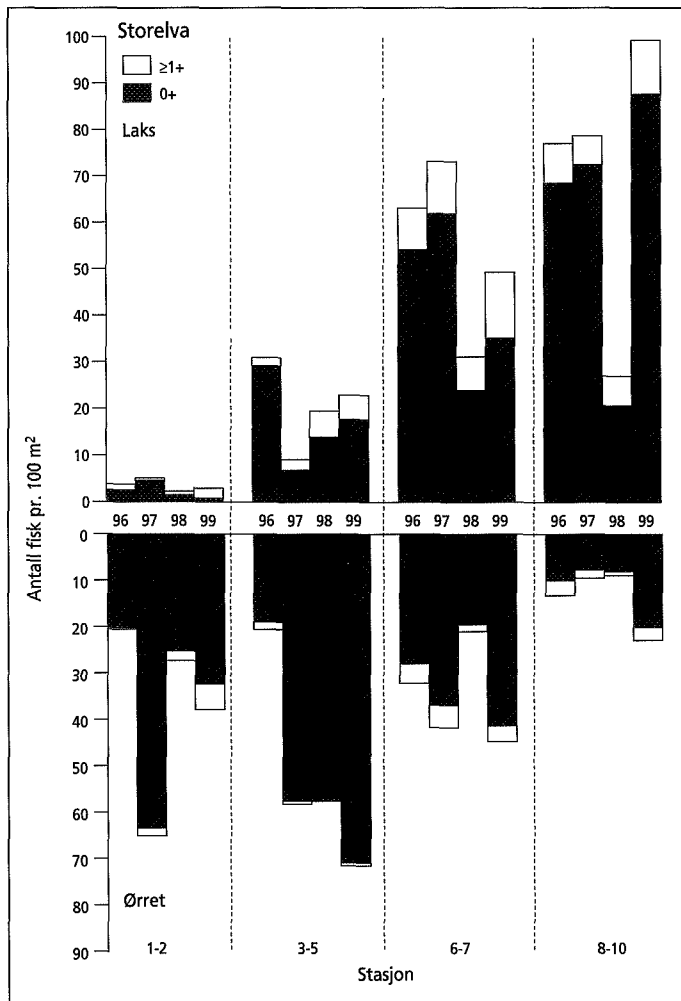
Det ble funnet laksyngel på 90 % av stasjonene i Storelva i 1999, og det var bare på den øverste stasjonen nedenfor Hauglandsfossen det ikke ble funnet yngel (vedlegg B.2). Tettheten var også svært lav ovenfor Ubergsmoen, og laks passerer i liten grad Ubergsvann for å gyte. Mellom Ubergsvann og Nes Verk var tettheten i gjennomsnitt 18 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette var en økning sammenlignet med 1997 og 1998, men fortsatt lavere enn i 1996 (figur 3.1). Nedenfor Nes Verk var det en økning i tettheten av laksyngel sammenlignet med 1998, og nedenfor Fosstveit var det høyere tetthet enn i noen av de tidligere årene. Størst tetthet var det på stasjon 8 med 137 laksyngel pr. 100 m<sup>2</sup>. Kalkingen av Storelva er ennå i startfasen, og det er fortsatt lave fangster av laks i vassdraget. En liten og varierende gytebestand gjør at ungfisktettheten fortsatt varierer mellom år uavhengig av den gode vannkvaliteten. Tetthet av laksyngel og eldre laksunger var henholdsvis 36,8 og 6,6 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999. Dette var en økning i tettheten av laksyngel sammenlignet med

1998, men bare ubetydelig høyere enn i 1996-1997 (figur 3.2). Eldre laksunger økte også sammenlignet med alle tidligere år. I 1996-1999 var det moderate og høye tettheter av laksyngel på strekningen opp til Nes Verk; delvis også opp mot Ubergsvann. I tiden før vassdraget ble kalket var det fortsatt rester igjen av den opprinnelige laksebestanden nedenfor Fosstveit, og innslaget av laksunger var særlig knyttet til denne strekningen (Kaste 1994). Det synes derfor som om laksen har utvidet oppvekstområdet i de siste årene, og passerer fossen ved Fosstveit uten problemer. Det er grunn til å forvente en økning i laksefangstene ettersom flere nye årsklasser av smolt nå vokser opp i elva.

Det er ikke påvist metallakkumulering eller andre endringer i gjellene som kan relateres til eksponering for metall i surt vann hos laks- eller ørretunger i Storelva i 1996-1999 (tabell 3.1), og vannkvaliteten er vurdert som tilfredsstillende for fisk. Storelva er det eneste av de kalkede laksevassdragene på Sørvestlandet der det ikke er påvist metallakkumulering og mulige gjelleskader hos ungfisk (Kvellestad & Larsen 1999).

Laksungene varierte i lengde fra 39 til 133 mm i slutten av juli 1999 (figur 3.3). Årsyngelen var i gjennomsnitt 50 mm, og veksten var dårligere i 1999 sammenlignet med 1996 og 1998, men sammenlignbar med 1997. Det var imidlertid fortsatt vekstforskjeller innad i vassdraget. Det var best vekst i øvre deler av vassdraget, og spesielt strekningen nedenfor Fosstveit har relativt dårlig vekst. Forskjellen var 7 mm mellom strekningen nedenfor Fosstveit og strekningene fra Nes Verk og opp til Ubergsvann (tabell 3.2). Dette kommer også til uttrykk ved at laksyngelen er større enn ørretyngelen på alle strekningene ovenfor Fosstveit i alle årene.

Lengden av ett-årige laksunger var 96 mm i slutten av juli 1999 (tabell 3.3), og veksthastigheten indikerer en høy andel av to-årig smolt i vassdraget. Det ble bare funnet noen få to-årige laksunger i 1998 og 1999. Begrepet eldre laksunger omfatter derfor i hovedsak ett-årige laksunger (98 % av materialet i 1999).



**Figur 3.1.** Tetthet1 pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i ulike deler av lakseførende del av Storelva i 1996-1999. Stasjon 1-2: Hauglandsfoss-Übergsmoen, stasjon 3-5: Übergsvann-Nes Verk, stasjon 6-7: Nes Verk-Fosstveit og stasjon 8-10: Fosstveit-munningen.

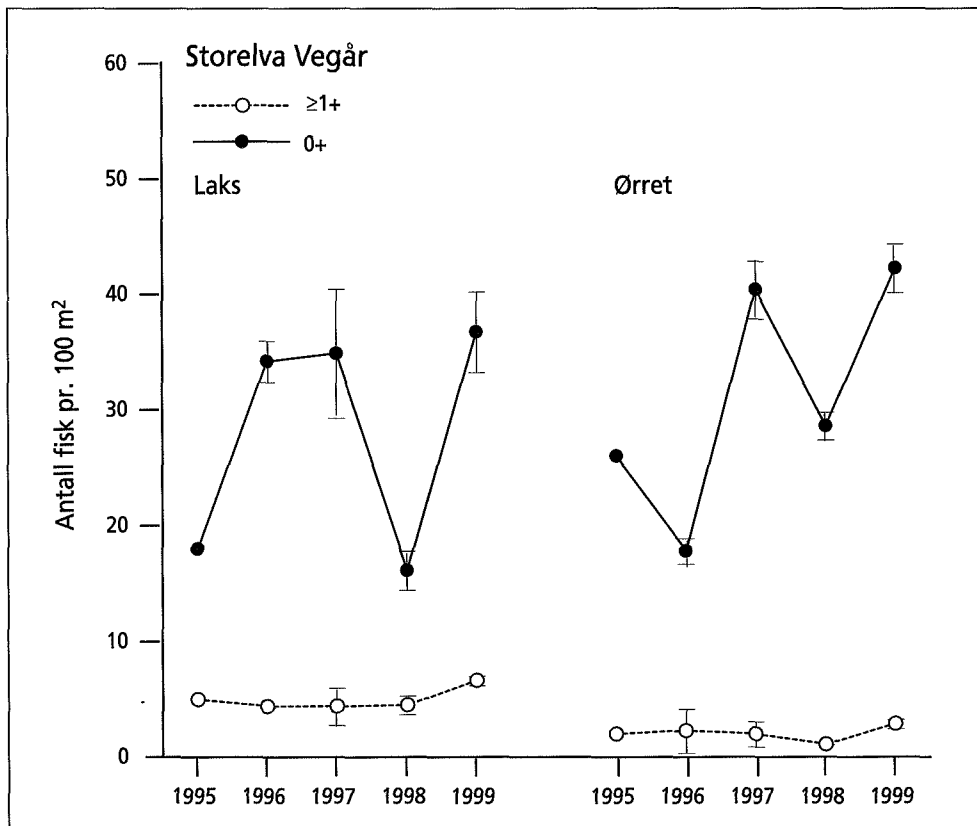
### Ørret

Det ble funnet ørretyngel på alle stasjonene i den lakseførende delen av vassdraget i 1999. Tetthet1 var 42,3 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, som var en økning sammenlignet med alle tidligere år. (figur 3.2). Det var høyest tetthet på strekningen mellom Übergsvann og Nes Verk med henholdsvis 88 og 92 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjonene 3 og 5. Selv om det var en økning nedenfor Fosstveit også sammenlignet med tidligere år har gjennomsnittlig tetthet vært lavest her hele tiden (figur 3.1). For eldre ørretunger var tettheten lav på alle stasjonene, og tetthet1 var 2,9 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette var omlag samme resultatet som tidligere.

Ørretungene varierte i lengde fra 31 til 151 mm i slutten av juli 1999 (figur 3.4). Årsyngelen var i gjennomsnitt 49 mm, og veksten var dårligere i 1999 sammenlignet med 1996 og 1998, men sammenlignbar med 1997. Det var bare mindre vekstforskjeller innad i vassdraget i 1997-1999, og mindre enn de var i 1996 (tabell 3.4). Lengden av ett-årige ørretunger var 104 mm (tabell 3.3). Det ble ikke fanget og aldersbestemt eldre ørretunger i 1999. Begrepet eldre ørretunger omfatter derfor bare ett-årig ungfisk.

### Andre arter

Det ble observert til sammen ca 40 ål fordelt på åtte av stasjonene i den lakseførende strekningen. Gjedde ble funnet på en stasjon i nedre del av vassdraget. Dette var sammenfallende med tidligere observasjoner. I tillegg ble det imidlertid funnet en abbor ovenfor Übergsvatn og niøye på den nederste stasjonen i 1999. I 1997 ble det også påvist tre-pigget stingsild.



**Figur 3.2.** Tetthet1 pr. 100 m<sup>2</sup> av laks- og ørret i lakseførende del av Storelva i 1995-1999. Data fra 1995: Kaste et al. (1998).

**Tabell 3.1.** Resultat av histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk i Storelva i 1996-1999. N er antall fisk undersøkt. ASA+ overfl. = ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) på gjelleoverflaten er oppgitt. ASA+int. = ASA-positivt materiale i gjellepitelet. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) i gjellepitelet er oppgitt. 0 = ikke påvist, (1) = særskilt sparsom forekomst, 1 = sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

Art	År	Stasjon	N	ASA+ overfl., %					ASA+ int., %				
				0	(1)	1	2	3	0	(1)	1	2	3
Laks	1996	9	5	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	1997	7,9	10	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	1998	7,8	8	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	1999	6	5	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
Ørret	1996	7,9	6	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	1997	7,9	6	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	1998	7,8	6	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	1999	7,8	8	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0

**Tabell 3.2.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $x \pm sd$ ) for årsyngel av laks i ulike deler av Storelva i 1996-1999. N er antall undersøkte individer.

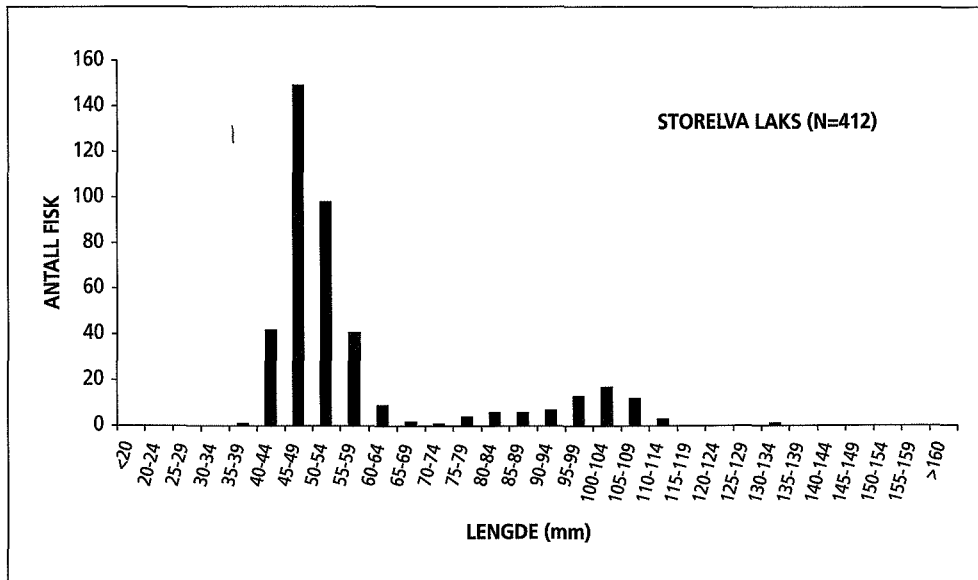
Stasjon	OKT	1996	AUG	1997	AUG	1998	JUL	1999
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
1-2 Hauglandsfoss-Ubergsmoen	65±4	10	58±2	6	67±1	3	55±1	2
3-5 Ubergsvann-Nes Verk	65±6	85	57±4	21	62±6	48	55±5	54
6-7 Nes Verk-Fosstveit	57±5	95	54±4	91	61±4	47	51±4	65
8-10 Fosstveit-munningen	51±5	205	47±4	172	53±4	62	48±3	221
1-10 Storelva	56±7	395	50±6	290	58±6	160	50±5	342

**Tabell 3.3.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $x \pm sd$ ) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Storelva i 1998-1999. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

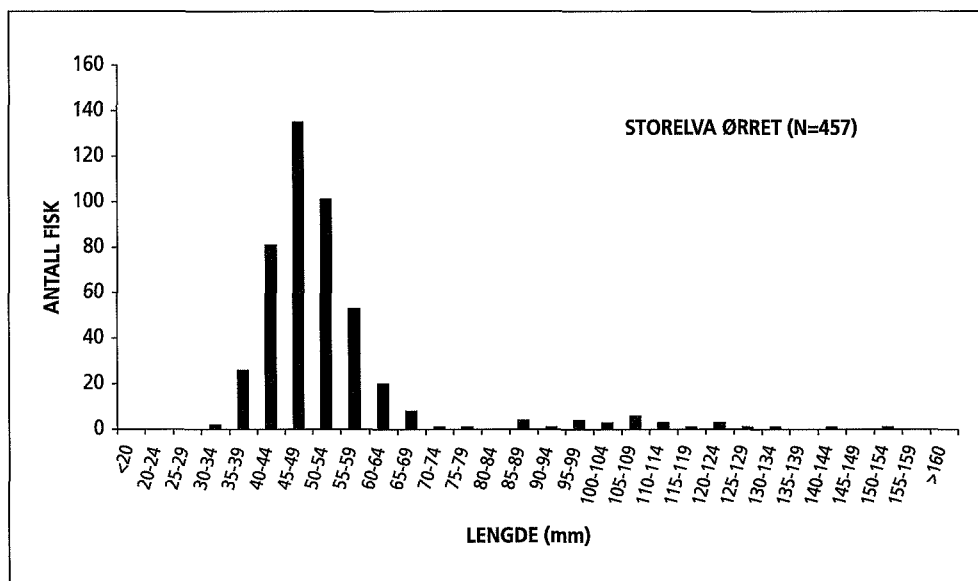
STORELVA	0+	1+	2+	3+	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N				
<b>LAKS</b>								
AUG 1998	58±4	42	103±11	31	131±10	2	-	0
JUL 1999	55±5	44	96±8	50	127	1	-	0
<b>ØRRET</b>								
AUG 1998	54±7	60	103±13	11	153	1	-	0
JUL 1999	52±7	57	104±15	31	-	0	-	0

**Tabell 3.4.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $x \pm sd$ ) for årsyngel av laks i ulike deler av Storelva i 1996-1999. N er antall undersøkte individer.

Stasjon	AUG	1996	AUG	1997	AUG	1998	JUL	1999
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
1-2 Hauglandsfoss-Ubergsmoen	55±7	79	48±5	145	56±7	52	50±5	73
3-5 Ubergsvann-Nes Verk	58±6	60	50±6	165	55±8	190	50±7	217
6-7 Nes Verk-Fosstveit	51±7	39	50±6	65	56±8	36	47±7	78
8-10 Fosstveit-munningen	55±5	31	49±8	22	58±7	27	47±7	59
1-10 Storelva	55±7	209	49±6	397	56±8	305	49±7	427



**Figur 3.3** Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Storelva 1 sluttet av juli 1999



**Figur 3.4** Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del av Storelva 1 sluttet av juli 1999.

# 4 Bunndyr

**Forfattere: Arne Fjellheim og Gunnar G. Raddum (LFI-Bergen)**

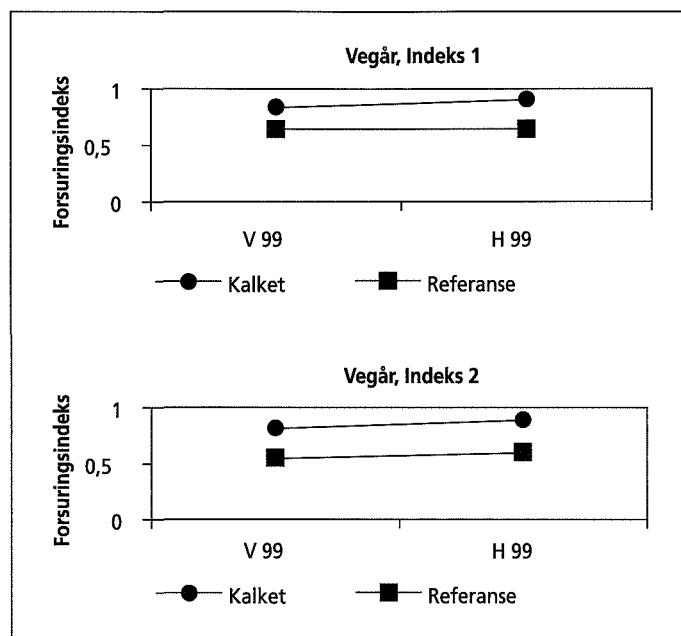
Bunndyrovervåkingen i Vegårvassdraget ble startet våren 1999. Det er valgt ut 15 stasjoner som skal overvåkes annet hvert år, vår og høst. (Tabell 4.1). Syv av disse stasjonene er ukalkete referansestasjoner, resten er kalket. Vegårvassdraget er plassert i kategori 2, vassdrag som skal overvåkes med hensyn til bunndyr hvert år. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn forsuringsskade og biologisk mangfold.

Det ble registrert 7 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 20 arter/slekter av vårfluer i Vegårvassdraget i 1999 (Vedlegg C1 og C2). Av de registrerte bunndyrarter/grupper var 20 sensitive overfor forsuring (Fjellheim & Raddum 1990).

Resultatene fra Vegårvassdraget viser at de elvene som drenerer inn i Vegår hadde til dels store forsuringsskader på bunndyr-samfunnene (Vedlegg C1 og C2). Tilstanden i den nedre delen av vassdraget var betydelig bedre. Gjennomsnittlige forsuring-indeks i den kalkete delen av vassdraget var høye. Indeks 1 var 0,84 og 0,91 (vår og høst, Figur 4.1). Indeks 2 verdiene var nesten like høye som Indeks 1. Dette betyr at mange av lokalitetene hadde stabile og gode populasjoner av sterkt forsuringssensitive døgnfluer.

Artsrikdommen i Vegårvassdraget må, på bakgrunn av vassdragsets størrelse, betegnes god. Spesielt må det høye antallet forsuringssensitive bunndyr trekkes fram. Det ble i 1999 registrert 2 arter ferskvannssnegl, *Lymnaea peregra* og *Gyraulus acronicus* i vassdraget. Begge arter er svært sensitive (Økland 1990). Vegår hadde, sammenlignet med mange av de andre kalkete vassdragene på Sørlandet, en relativt rik vårfluefauna, med 20 registrerte arter. En årsak til dette kan være at vassdraget har en høy diversitet av ulike habitattyper.

Overvåking av andre kalkete vassdrag i Sør-Norge viser at det på sikt skjer en betydelig bedring av mangfoldet av bunndyrarter (Fjellheim & Raddum 1995). Vi forventer at kalkingen av Vegårvassdraget vil gi respons i form av økt artsdiversitet av sensitive bunndyr i de kommende år. Dette gjelder spesielt den kalkete delen av Vegårvassdella, som foreløpig har en lav diversitet av sensitive arter. I tillegg venter vi at en del av de artene som allerede finnes i vassdraget vil utvide sin utbredelse. Eksempelvis vil dette gjelde snegl, som i 1999 bare ble funnet på de nederste stasjonene i vassdraget



**Figur 4.1.** Gjennomsnittlige forsuringindekser for stasjonene i Vegårvassdraget i 1999

**Tabell 4.1.** Oversikt over stasjonsnettet for bunndyrinnsamling i Vegårvassdraget.

Stasjonsnr.	Status		UTM	Kartblad
St. 1	R	Innløp Vestfjorden ved Jones	32VML859124	1612 IV
St. 2	R	Hellersbekken	32VML822155	1612 IV
St. 3	R	Vegårvassdella før kalking	32VML920234	1612 I
St. 4		Vegårvassdella etter kalking	32VML920220	1612 I
St. 5		Utløp Sørkjorden	32VML921149	1612 I
St. 6		Vegerstøl før kalking	32VML916107	1612 II
St. 7		Hauglandsdella etter kalking	32VML899053	1612 II
St. 8	R	Raudeelva ved Våje	32VML892019	1612 II
St. 9		Vegårsdella ved utløp Ulbergsvatnet	32VML913011	1612 II
St. 10	R	Bekk fra Øynesvatnet	32VMK915983	1612 II
St. 11		Vegårsdella ved Nesgrenda	32VMK924987	1612 II
St. 12		Vegårsdella ved Fosstveit	32VML944002	1612 II
St. 13	R	Bekk fra Åsvatnet	32VML963013	1612 II
St. 14		Vegårsdella ved Lunde	32VML971013	1612 II
St. 15	R	Bekk fra Løvdalsvatnet	32VNL009056	1612 II



# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### Vannkjemi

pH-verdiene i de ulike bassengene i Vegår lå mellom 6,23 og 6,75 ved prøvetakingene i 1999, mens konsentrasjonene av labilt aluminium varierte mellom 4 og 10 µg/L. Dette illustrerer at vannkvaliteten var god for fiskebestanden i innsjøen – iallfall i sommerhalvåret. Tidligere data har imidlertid indikert at surt vann under isen kan være et problem for eggoverlevelse hos den innsjøgytende aurebestanden i innsjøen (Barlaup et al. 1999).

Alle stikkprøver i 1999 lå over de fastsatte vannkvalitetsmålene for den anadrome strekningen i elva. Det ble likevel målt noe forhøyede konsentrasjoner av labilt aluminium tidlig i smoltifiseringsperioden (18-26 µg/L i tidsrommet 15/3-19/4). pH og kalsiumkonsentrasjon var imidlertid såpass høy i disse prøvene (hhv. 6.4-6.5 og 2.5-2,6 mg/L) og det var såpass tidlig i smoltifiseringsperioden, at skadeeffektene på utvandrende laksesmolt sannsynligvis var små.

### Anadrom fisk

Det er ikke påvist metallakkumulering eller andre endringer i gjellene som kan relateres til eksponering for metall i surt vann hos laks- eller ørretunger i Storelva i 1996-1999, og vannkvaliteten er vurdert som tilfredsstillende for fisk. Storelva er det eneste av de kalkede laksevassdragene på Sørvestlandet der det ikke er påvist metallakkumulering og mulige gjelleskader hos ungfisk.

I 1996-1999 var det høyest tetthet av laksyngel på strekningen opp til Nes Verk, delvis også opp mot Ubergsvann, mens det tidligere var særlig nedenfor Fosstveit at innslaget av laksunger var stort. Det synes derfor som om laksen har utvidet oppvekstområdet i de siste årene, og passerer fossen ved Fosstveit uten problemer. Det er fortsatt lave fangster av laks i vassdraget, men det er grunn til å forvente en gradvis økning i årene som kommer. Det er viktig å huske på at den første årsklassen av smolt som har vokst opp i fullkalket elv først vandret ut våren 1999, og inngår ikke i fangstene som smålaks før høsten 2000.

### Bunndyr

I 1999 var skadene på bunndyrsamfunnene i de kalkete delene av Vegårvassdraget små. Et unntak var den kalkete delen av Vegårvasselva, der innslaget av forsuret sensitive arter var lavt. Dette kan enten tyde på ustabil vannkvalitet fra doseringspunktet, eller at sensitive bunndyr ennå ikke har kolonisert denne delen av vassdraget. De referansestasjonene som drenerer inn i Vegår hadde lave indeksverdier. Kalkingen av Vegår og hovedelva nedstrøms må, på bagrunn av bunndyrsamfunnene, karakteriseres vellykket. Vi forventer at fortsatt kalking av Vegårvassdraget vil gi respons i form av økt artsdiversitet av sensitive bunndyr i de kommende år. Spesielt gjelder dette ferskvannssnegl, som bare ble påvist nederst i vassdraget.

## 5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Kalkingen av innsjøen Vegår ser ut til å fungere tilfredsstillende. Innsjøen ble kalket i 1999 og skal etter planen kalkes på nytt i 2001. Kalkdoseringsanlegget i Vegårvasselva var ute av drift i store deler av høsten 1999. Dersom dette anlegget skal fortsette å være en del av kalkingsstrategien for Vegårvassdraget, må driften bedres og dosereren eventuelt også opprustes til å kunne dosere kalk om vinteren.

Dosereren ved Hauglandsfossen sørget for å holde pH over de fastsatte målene i 1999, og etableringen av nedstrøms pH-styring ser ut til å ha løst de tidligere problemene en har hatt med overdosering.

## 6 Referanser

- Barlaup, B., Kleiven, E. & Kaste, Ø. 1999. Utbredelse av surt vann under isen i Vegår – effekter på rekruttering av innsjøgytende aure. DN-notat, ikke trykket.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och öring - synpunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Vegårshei, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96, 57-66.
- Frost, S., Humi, A. & Kershaw, W.E. (1971). Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Hindar, A. 1990. Overvåking av Vegårvassdraget etter kalking i perioden 1985-1989. Kalking av surt vann, rapport 10/90. NIVA, Grimstad. 53 s.
- Kaste, Ø. & Kleiven, E. 1995. Vegår og Storelva. Oppsummering og evaluering av eksisterende overvåkningsprogram. NIVA-notat, 35 s.
- Kaste, Ø. & Larsen, B.M. 1997. Vegårvassdraget. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1: 46-55.
- Kaste, Ø. 1994. Storelva i Vegårvassdraget. Vurdering av behov for kalkingstiltak. - NIVA-rapport 3153. 18 s.
- Kaste, Ø. 1998. Vegårvassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter. DN-notat 1998-3, 71-72.
- Kaste, Ø. 1999. Vegårvassdraget. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter. DN-notat 1999-4, 64-65.
- Kaste, Ø., Kleiven, E. & Håvardstun, J. 1998. Vegår og Storelva. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1: 39-43.
- Kvallestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestandar i lakseførende vassdrag. - NINA-Fagrapport 36:1-76.
- L'Abée-Lund, J.H. 1985. Fiskeribiologisk undersøkelse i Vegår. Fylkesmannen i Aust-Agder, miljøvernavdelingen, rapport nr. 5-1985. 50 s.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.) Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo.
- Rosseland, B.O., Blakar, I., Bulger, A., Kroglund, F., Kvallestad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M. & Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. *Environ. Pollution* 78: 3-8.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

# Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi

Innsjønr: Vegår (1258)

Forkortelser:

Ca	Kalsium	LAI	Labilt aluminium	Na	Natrium	NO3-N	Nitrat
ALK-E	Alkalitet	TOC	Totalt organisk karbon	K	Kalium	TOT-N	Total nitrogen
RAI	Reaktivt aluminium	Kond	Konduktivitet	Cl	Klorid	TOT-P	Total fosfor
ILAI	Ikke-labilt aluminium	Mg	Magnesium	SO4	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet

Nr.	Stasjon m	Dyp	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	TOT-N µg/L	TOT-P µg/L	ANC µekv/L	Temp °C	Sikt m
1	Vestfjorden, sør	1	18.05.99																		9,0	6,7
1	Vestfjorden, sør	10	18.05.99	6,25	2,04	44	65	56	9	3,6											5,5	
1	Vestfjorden, sør	40	18.05.99																		4,8	
1	Vestfjorden, sør	1	17.11.99																			7,5
1	Vestfjorden, sør	10	17.11.99	6,62	2,85	84	67	63	4	4,2											6,0	
1	Vestfjorden, sør	40	17.11.99																		5,9	
4	Vestfjorden, nord	1	18.05.99																		9,4	7,0
4	Vestfjorden, nord	10	18.05.99	6,26	1,86	37	58	51	7	3,2											6,3	
4	Vestfjorden, nord	30	18.05.99																		5,2	
4	Vestfjorden, nord	1	17.11.99																			9,4
4	Vestfjorden, nord	10	17.11.99	6,75	3,10	98	58	50	8	3,4											6,3	
4	Vestfjorden, nord	30	17.11.99																		6,3	
5	Nordfjorden	1	18.05.99																		8,0	9,0
5	Nordfjorden	10	18.05.99	6,23	1,91	30	50	40	10	2,7											4,0	
5	Nordfjorden	70	18.05.99																			
5	Nordfjorden	1	17.11.99																			7,4
5	Nordfjorden	10	17.11.99	6,43	1,95	42	39	35	4	3,0											6,6	
5	Nordfjorden	70	17.11.99																		4,7	
7	Vegårvass., o. doserer		17.01.99	4,86	0,89	0	212	139	73	6,0	2,60	0,27	1,60	0,17	2,2	3,2	255	520	2	-6,3		
7	Vegårvass., o. doserer		15.03.99	5,08	0,97	0	192	109	83	4,9	2,29	0,26	1,61	0,18	2,5	2,9	146	340	2	3,1		
7	Vegårvass., o. doserer		05.04.99	4,82	0,74	0	189	111	78	5,2	2,22	0,23	1,35	0,20	1,9	2,9	195	430	3	-8,2		
7	Vegårvass., o. doserer		19.04.99	4,94	0,55	0	174	115	59	4,7	1,73	0,16	0,99	0,20	1,2	2,2	112	325	3	1,1		
7	Vegårvass., o. doserer		04.05.99	5,06	0,60	0	178	110	68	4,9	1,60	0,17	1,02	0,18	1,2	2,1	86	285	3	9,2		
7	Vegårvass., o. doserer		18.05.99	5,27	0,57	0	172	102	70	4,9	1,56	0,17	1,04	0,21	1,4	2,2	76	295	3	2,3		
7	Vegårvass., o. doserer		02.06.99	5,29	0,63	0	143	81	62	4,5	1,48	0,16	1,00	0,22	1,3	2,1	71	265	3	8,3		

Nr.	Stasjon m	Dyp	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	TOT-N µg/L	TOT-P µg/L	ANC µekv/L	Temp °C	Sikt m
7	Vegårvass., o. doserer		16.06.99	5,18	0,58	0	144	91	53	5,0	1,41	0,15	0,94	0,19	1,2	1,9	52	260	4	9,9		
7	Vegårvass., o. doserer		16.09.99	5,29	0,73	6	139	97	42	5,4	1,39	0,19	1,08	0,17	1,2	1,8	33	340	5	29,7		
7	Vegårvass., o. doserer		14.10.99	4,98	0,70	0	193	131	62	7,0	1,72	0,18	1,02	0,21	1,5	2,2	44	290	4	8,2		
7	Vegårvass., o. doserer		13.11.99	5,05	0,71	0	192	131	61	6,1	1,73	0,19	1,06	0,21	1,5	2,2	64	315	3	9,8		
7	Vegårvass., o. doserer		15.12.99	5,13	0,74	3	198	141	57	6,2	1,85	0,20	1,17	0,19	1,6	2,4	89	320	2	7,7		
7	<b>Vegårvass., o. doserer</b>		<b>Mid</b>	<b>5,08</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>	<b>177</b>	<b>113</b>	<b>64</b>	<b>5,4</b>	<b>1,80</b>	<b>0,19</b>	<b>1,16</b>	<b>0,19</b>	<b>1,6</b>	<b>2,3</b>	<b>102</b>	<b>332</b>	<b>3</b>	<b>6</b>		
7	<b>Vegårvass., o. doserer</b>		<b>Max</b>	<b>5,29</b>	<b>0,97</b>	<b>6</b>	<b>212</b>	<b>141</b>	<b>83</b>	<b>7,0</b>	<b>2,60</b>	<b>0,27</b>	<b>1,61</b>	<b>0,22</b>	<b>2,5</b>	<b>3,2</b>	<b>255</b>	<b>520</b>	<b>5</b>	<b>30</b>		
7	<b>Vegårvass., o. doserer</b>		<b>Min</b>	<b>4,82</b>	<b>0,55</b>	<b>0</b>	<b>139</b>	<b>81</b>	<b>42</b>	<b>4,5</b>	<b>1,39</b>	<b>0,15</b>	<b>0,94</b>	<b>0,17</b>	<b>1,2</b>	<b>1,8</b>	<b>33</b>	<b>260</b>	<b>2</b>	<b>-8</b>		
7	<b>Vegårvass., o. doserer</b>		<b>N</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		
8	Vegårvass., n. doserer		17.01.99	5,28	1,29	9																
9	Utløp Vegår		17.01.99	6,11	1,99	39																
9	Utløp Vegår		15.03.99	6,12	2,05	36																
9	Utløp Vegår		05.04.99	5,68	1,94	34																
9	Utløp Vegår		19.04.99	6,06	1,92	39																
9	Utløp Vegår		04.05.99	6,13	1,92	36																
9	Utløp Vegår		18.05.99	6,19	1,78	34																
9	Utløp Vegår		02.06.99	6,35	1,91	35																
9	Utløp Vegår		16.06.99	6,24	1,89	36																
9	Utløp Vegår		16.09.99	6,43	1,98	40																
9	Utløp Vegår		14.10.99	6,14	1,84	35																
9	Utløp Vegår		13.11.99	6,04	1,73	28																
9	Utløp Vegår		15.12.99	6,20	1,77	35																
9	<b>Utløp Vegår</b>		<b>Mid</b>	<b>6,14</b>	<b>1,89</b>	<b>35</b>																
9	<b>Utløp Vegår</b>		<b>Max</b>	<b>6,43</b>	<b>2,05</b>	<b>40</b>																
9	<b>Utløp Vegår</b>		<b>Min</b>	<b>5,68</b>	<b>1,73</b>	<b>28</b>																
9	<b>Utløp Vegår</b>		<b>N</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>																
11	Storelva, Nes Verk		17.01.99	6,52	2,46	54	92	85	7	4,6	2,83	0,40	1,82	0,32	2,9	3,5	250	475	4	70,5		
11	Storelva, Nes Verk		15.03.99	6,51	2,62	59	83	57	26	4,0	3,03	0,42	1,86	0,33	3,1	3,6	255	460	4	74,0		
11	Storelva, Nes Verk		05.04.99	6,36	2,53	59	116	99	17	4,5	2,93	0,43	1,88	0,34	3,1	3,6	255	475	6	71,5		
11	Storelva, Nes Verk		19.04.99	6,53	2,57	69	115	97	18	4,1	2,68	0,35	1,55	0,32	2,4	3,2	210	430	6	83,3		
11	Storelva, Nes Verk		04.05.99	6,56	2,53	65	68	67	1	3,9	2,56	0,33	1,47	0,29	2,2	3,1	215	385	6	82,8		
11	Storelva, Nes Verk		18.05.99	6,52	2,45	63	91	83	8	4,5	2,61	0,36	1,59	0,40	2,1	2,8	195	405	7	99,8		
11	Storelva, Nes Verk		02.06.99	6,60	2,45	58	55	51	4	3,9	2,60	0,35	1,56	0,37	2,6	3,3	160	355	4	74,9		
11	Storelva, Nes Verk		16.06.99	6,39	2,02	42	71	67	4	4,4	2,34	0,33	1,48	0,33	2,1	3,0	155	355	6	68,0		
11	Storelva, Nes Verk		16.09.99	6,43	2,15	50	33	32	1	3,6	2,41	0,39	1,70	0,32	2,2	3,1	117	330	4	86,5		
11	Storelva, Nes Verk		14.10.99	6,32	2,01	40	73	72	1	5,3	2,32	0,33	1,43	0,34	2,2	3,0	155	360	5	62,8		

Nr.	Stasjon m	Dyp	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	RAI µg/L	ILAI µg/L	LAI µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	TOT-N µg/L	TOT-P µg/L	ANC µekv/L	Temp °C	Sikt m
11	Storelva, Nes Verk		13 11 99	6,16	1,95	39	107	102	5	5,5	2,49	0,36	1,44	0,39	2,4	3,1	200	445	7	53,0		
11	Storelva, Nes Verk		15 12 99	6,46	2,24	51	103	103	0	5,1	2,80	0,41	1,83	0,37	3,1	3,2	220	460	6	64,8		
11	Storelva, Nes Verk		Mid	<b>6,45</b>	<b>2,33</b>	<b>54</b>	<b>84</b>	<b>76</b>	<b>8</b>	<b>4,5</b>	<b>2,63</b>	<b>0,37</b>	<b>1,63</b>	<b>0,34</b>	<b>2,5</b>	<b>3,2</b>	<b>199</b>	<b>411</b>	<b>5</b>	<b>74</b>		
11	Storelva, Nes Verk		Max	<b>6,60</b>	<b>2,62</b>	<b>69</b>	<b>116</b>	<b>103</b>	<b>26</b>	<b>5,5</b>	<b>3,03</b>	<b>0,43</b>	<b>1,88</b>	<b>0,40</b>	<b>3,1</b>	<b>3,6</b>	<b>255</b>	<b>475</b>	<b>7</b>	<b>100</b>		
11	Storelva, Nes Verk		Min	<b>6,16</b>	<b>1,95</b>	<b>39</b>	<b>33</b>	<b>32</b>	<b>0</b>	<b>3,6</b>	<b>2,32</b>	<b>0,33</b>	<b>1,43</b>	<b>0,29</b>	<b>2,1</b>	<b>2,8</b>	<b>117</b>	<b>330</b>	<b>4</b>	<b>53</b>		
11	Storelva, Nes Verk		N	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>12</b>		
16	Storelva o doserer		17 01 99	6,14	2,03	40																
17	Songedalselva		17 01 99	5,71	1,97	21																
17	Songedalselva		15 03 99	6,22	2,38	44																
17	Songedalselva		05 04 99	5,65	1,48	16																
17	Songedalselva		19 04 99	5,86	1,54	23																
17	Songedalselva		04 05 99	6,11	2,02	41																
17	Songedalselva		18 05 99	5,97	1,73	29																
17	Songedalselva		02 06 99	6,43	2,38	61																
17	Songedalselva		16 06 99	6,05	1,97	36																
17	Songedalselva		16 09 99	6,33	2,56	76																
17	Songedalselva		14 10 99	6,03	2,12	44																
17	Songedalselva		13 11 99	5,84	1,84	30																
17	Songedalselva		15 12 99	5,95	2,09	33																
17	Songedalselva		Mid	<b>6,01</b>	<b>2,01</b>																	
17	Songedalselva		Max	<b>6,43</b>	<b>2,56</b>																	
17	Songedalselva		Min	<b>5,65</b>	<b>1,48</b>																	
17	Songedalselva		N	<b>12</b>	<b>12</b>																	

## Vedlegg B. Primærdata - fisk

B.1. Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Storelva (Vegårvassdraget) 30.-31.7.99.

St.	Areal m <sup>2</sup>	Fangst				Beregnet tetthet/100 m <sup>2</sup>				Andre arter
		Laks		Ørret		Laks		Ørret		
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	140	0	0	49	4	0	0	40,0	3,1	Ål
2	105	2	5	24	9	2,2	5,0	23,4	8,8	Ål, abbor
3	100	15	0	78	0	17,6	0	87,8	0	Ål
4	108	11	12	30	2	18,1	11,1	29,7	2,0	Ål
5	140	28	6	109	0	21,4	4,4	91,7	0	Ål
6	100	50	15	54	1	55,1	15,0	55,9	1,0	
7	100	15	13	24	5	15,7	13,3	26,8	5,7	Ål
8	100	96	12	22	7	137,2	13,7	25,6	7,0	
9	120	90	6	36	2	92,1	5,4	32,2	1,7	Ål
10	100	35	1	1	0	39,2	1,0	1,0	0	Ål, gjedde, niøye
1-101113 Gj.sn.	342	70	427	3036,8±3,5 39,9±41,6		6,6±0,4 6,9±5,6	42,3±2,1 41,4±27,5	2,9±0,4 2,9±3,0		

**B.2.** Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Storelva (Vegårvassdraget) – lakseførende del - 1996-1999. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet1, tetthet2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet1 og tetthet2 er standardavvik angitt i parentes.

ÅR	1996	1997	1998	1999
Dato	28.-29.8.	1.-2.8.	3.-4.8.	30.-31.7.
Ant. stasjoner	10	10	10	10
Areal, m <sup>2</sup>	1273	1111	1133	1113
<b>LAKS 0+</b>				
Utbredelse	90	80	80	90
Tetthet 1	34,2(1,8)	34,9(5,6)	16,1(1,7)	36,8(3,5)
Tetthet 2	40,8(27,5)	33,9(35,6)	19,3(17,4)	39,9(41,6)
Median	46,6	23,3	15,9	19,8
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	77,5	98,7	58,2	137,2
<b>LAKS ≥1+</b>				
Utbredelse	90	80	80	80
Tetthet 1	4,4(0,1)	4,4(1,6)	4,5(0,8)	6,6(0,4)
Tetthet 2	5,1(5,7)	4,9(4,9)	4,6(3,9)	6,9(5,6)
Median	2,7	3,4	4,1	5,2
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	15,7	14,1	11,5	15,0
<b>ØRRET 0+</b>				
Utbredelse	100	90	100	100
Tetthet 1	17,8(1,1)	40,4(2,5)	28,6(1,2)	42,3(2,1)
Tetthet 2	18,6(9,2)	40,1(30,7)	29,0(25,5)	41,4(27,5)
Median	16,9	38,2	24,3	31,0
Min. tetthet	5,8	0	1,9	1,0
Max. tetthet	38,7	87,4	91,8	91,7
<b>ØRRET ≥1+</b>				
Utbredelse	70	80	50	70
Tetthet 1	2,3(1,9)	2,0(1,1)	1,1(0,0)	2,9(0,4)
Tetthet 2	2,1(2,1)	2,0(2,3)	1,1(1,5)	2,9(3,0)
Median	1,7	1,1	0,4	1,9
Min. tetthet	0	0	0	0
Max. tetthet	5,9	7,6	3,9	8,8

# Vedlegg C. Primærdata - bunndyr

C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vegårvassdraget 18.05.99.

Stasjon:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
<b>Turbellaria</b>															
** <i>Crenobia alpina</i>											1				
<b>Nematoda</b>	2	7	2	16	5	3		10	2	1	1	1		1	9
<b>Oligochaeta</b>	6	3		17	1	3	10	5	4	6	13	3	4	12	3
<b>Acari</b>	2	22	2	14	2	4	1	15	3	4	20	6	3	2	3
<b>Bivalvia</b>															
* <i>Pisidium</i> sp	1	2		1	8	5	3	1		1	6		5	10	3
<b>Gastropoda</b>															
*** <i>Gyraulus acronicus</i>															1
<b>Anisoptera</b>	1										1				
<b>Ephemeroptera</b>															
*** <i>Baetis rhodani</i>					7	7	18	6	3	2	21	19	20		15
*** <i>Baetis niger</i>						2	4	1			1	8			1
*** <i>Baetis</i> sp							4								
<i>Leptophlebia marginata</i>	1	1		3											1
<i>Leptophlebia vespertina</i>	3		5	3										1	
<i>Leptophlebia</i> sp														1	
<i>Heptagenia fuscogrsea</i>														5	
<i>Heptagenia</i> sp				1											
*** <i>Centroptilum luteolum</i>														7	
<b>Plecoptera</b>															
<i>Amphinemura borealis</i>	32			20		12	17	16	6	5	13	13	1	1	11
<i>Amphinemura</i> sp juv.				1			1	4	2						
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	7					2	1	1			1				
<i>Brachyptera risi</i>	2										1				
<i>Leuctra fusca</i>											5				
<i>Leuctra</i> sp	5	9		10		5		4		11	3		1		
<i>Nemoura cinerea</i>		1										1			
Nemouridae indet	3														
<i>Protonemura meyeri</i>							3								
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>							4	2							
<i>Isoperla</i> sp.					5	5	3	4	4						1
<b>Trichoptera</b>															
<i>Agrypnia</i> sp			1												
<i>Athripsodes</i> sp								1				1			
<i>Chimarra marginata</i>							9				2		1		
<i>Halesus</i> sp		1		1										1	
** <i>Hydropsyche siltalai</i>					3	3	7		12		11	5	4		1
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>									1			1			
** <i>Hydropsyche</i> sp					2		4			4	2		3		
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>						2	5		3		5	6	2		2
Leptoceridae indet					1		5				4	13	10	2	2
** <i>Lepidostoma hurtum</i>										6	1	3		9	7
Limnephilidae indet.								2							
<i>Limnephilus</i> sp.								1							
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			18	3	12					3					
<i>Oxyethra</i> sp		1				1		4							3
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		21	3	12	2	3	1	2	1						
<i>Potamophylax</i> sp.		2													
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1													
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	3	4	1	2	2	1	6		4	1	9	4	2		2
<i>Rhyacophila nubila</i> puppe					1				1		2				
Polycentropodidae indet	5		3	1	2	1		4							
<b>Chironomidae larver</b>	139	120	50	60	86	98	120	93	73	122	111	136	132	75	69
<b>Chironomidae pupper</b>		4	1	1	1		1	5	2	1	10	1	2		
<b>Ceratopogonidae</b>	1	2		17		2	1	4		5		1		11	3
<b>Simuliidae</b>	5	19	13	20	3	4	6		17	8	10	7	5		6
<b>Tipulidae</b>	2														5
<b>Diptera</b>		5	1	4	1	2	8	10	4	3	7	2	4	3	1
<b>Corixidae</b>			1												
<b>Coleoptera</b>	2				2		4	2	3	3	12	3	6	8	3
<b>Sialis</b>															
<i>Sialis lutaria</i>															1
<b>Collembola</b>															2
<b>Crustacea</b>															
<i>Bosmina</i>			4	5	7			2		1		1	2		
<i>Chydoridae</i>	2	16	14		1	4		2		1	7		2	2	
Cyclopida		2	14	7	7	2		7	2	3	1	3	1	1	
<i>Ceriodaphnia</i> sp									3						
** <i>Daphnia</i> sp					7			2							
<i>Holopedium gibberum</i>					20			1	2						
Harpacticoida ind						5									
Macrotrichidae ind										1					
Calanoidae			28	11	6										
<b>Ostracoda</b>		3		2							1				1
<b>Sum</b>	224	246	161	232	194	176	246	211	155	194	290	235	202	155	153
Forsuringsindeks 1	0,25	0,25	0,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00
Forsuringsindeks 2	0,25	0,25	0,00	0,25	1,00	0,97	1,00	0,76	0,88	0,63	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00

\*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom



C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vegårvassdraget 28.10.99.

Stasjon:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
<b>Turbellaria</b>																
** <i>Polycelis sp</i>															1	1
<b>Nematoda</b>			2		3	4	2		2	2	1		1	13	21	
<b>Oligochaeta</b>	2		4	4	3	5	2	6	3	3	4	3	3	16	20	
<b>Acari</b>	4	3	2	5	1	2	1	2	3	17	19	2	2	16	21	
<b>Bivalvia</b>																
* <i>Pisidium sp</i>	1			1	10	26	8	2	5		9	2	2	6	15	
<b>Hirudinea</b>																
** <i>Erpobdella octoculata</i>								1							1	
** <i>Erpobdella sp</i>									1						1	
** <i>Glossophonia complanata</i>														3		
<b>Gastropoda</b>																
*** <i>Lymnaea peregra</i>														12		
*** <i>Gyraulus acronicus</i>															4	
<b>Anisoptera</b>								1		1	1					
<b>Ephemeroptera</b>																
*** <i>Baetis rhodani</i>					1	2	18	6	11	6	1	5	13	12	5	
*** <i>Baetis niger</i>						3	9		7	7	19	9		14	11	
*** <i>Baetis sp</i>								1		5			1			
*** <i>Caenis sp</i>									1							
*** <i>Centroptilum luteolum</i>										1						
<i>Leptophlebia marginata</i>	3		5	8	2	1		1								
<i>Leptophlebia vespertina</i>				8		1							1			
<i>Leptophlebia sp</i>											1		1		1	
<i>Heptagenia sp</i>				2												
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>								1								
Ephemeroptera indet								1								
<b>Plecoptera</b>																
<i>Amphinemura borealis</i>	24					4	7	3	9	17	14	2		5	5	
<i>Amphinemura sp juv.</i>				14		1		1				1	1	1		
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	5					3	2		1						1	
<i>Brachyptera risi</i>	9	9						2		2		1		2		
<i>Leuctra hippopus</i>	5	11		10			4	9	2	14	17	4		1		
<i>Leuctra sp</i>	2	3		5			1			2		4		4		
<i>Nemoura cinerea</i>	1	1	1					3		1			3		1	
<i>Nemoura avicularis</i>				1						1	1	1		1		
<i>Nemoura sp</i>						1										
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>							4	1		5	4			2	2	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1					2						1				
<i>Nemouridae indet</i>					1								1			
<i>Protonemura meyeri</i>	3			1		3	3	7	5		6	4	11	11	10	
Perlodidae indet						1	1		1							
** <i>Diura sp</i>							1									
** <i>Isoperla sp.</i>	1				2	3	2	4	2	2	1	3		2	6	
<b>Trichoptera</b>																
<i>Agapetus sp</i>															13	
<i>Athripsodes sp</i>					1					2	1	3		2		
<i>Chaetopteryx sp</i>		1														
<i>Chimarra marginata</i>						3	2		3		2	1			2	
** <i>Hydropsyche siltalai</i>					2	12	7		4	5	8	2	16		7	
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>												4	1			
** <i>Hydropsyche angustipennis</i>											5					
** <i>Hydropsyche sp</i>									17	6	1		4	5	3	
** <i>Hydroptila sp</i>									2	5	1			2		
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>						6	3		5	5	8			3	4	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>							1		8	9	7	4	6	9	7	
Limnephilidae indet.	2	1		2				2						1		
Leptoceridae indet					2	2	4		2	6	8			2	6	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			9	4	9				2		2					
<i>Oxyethira sp</i>		1		2		2	1	2							11	
<i>Oecetis testacea</i>					3	1			3	1	7			1		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	2	4	6	8	10	1		13	2	2	8				2	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1	1						1		1					2	
<i>Rhyacophila nubila larve</i>	2	1	1	2	1	3	2	5	1		2	1	1	6	4	
Polycentropodidae indet.			4		4		2	2								
Trichoptera indet.											1					
<b>Chironomidae larver</b>	99	173	38	64	243	142	53	101	149	120	110	20	41	56	95	
<b>Ceratopogonidae</b>			1	3		1		1	2	9	2			7	10	
<b>Simuliidae</b>	8	13	4	26	1	3	3	8	1	12	12	6	19	18	14	
<b>Tipulidae</b>								1								
<b>Diptera</b>	2	1	1	1		2	2	1	2	7	5	2		3	9	
<b>Coleoptera</b>	2					3	3	4	5	9	15	3	1	19	17	
<b>Sialis</b>								1								
<i>Sialis fuliginosa</i>																
<b>Collembola</b>										1	2	1	2	2		
<b>Crustacea</b>																
<i>Bosmina</i>	2		9	15	9	4		28	5	15	1	2	10		17	
<i>Chydoridae</i>	1	7	5	1	7	4	1		5		5				2	
Cyclopida indet			3	1	4	1		4			1					
<i>Ceriodaphnia</i>								2					1			
** <i>Daphnia sp</i>					5	1		2							3	
<i>Holopedium gibberum</i>					2											
Harpacticoida indet							1									
Calanoidae			49	5	3	5		2		3					4	
Ostracoda	3	1		2	1					7		2		1	10	
<b>Sum</b>	185	235	140	195	330	258	151	231	274	309	314	90	142	273	354	
Forsuringsindeks 1	0,50	0,00	0,00	0,25	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	
Forsuringsindeks 2	0,50	0,00	0,00	0,25	1,00	0,86	1,00	0,77	1,00	0,93	0,98	1,00	1,00	1,00	1,00	

\*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom

# TOVDALSVASSDRAGET

Koordinator: T. Nøst - NINA

## Innhold

<b>1 Områdebeskrivelse</b> .....	98
1.1 Nøkkeldata .....	98
1.2 Kalkingsstrategi .....	98
1.3 Kalking i 1999 .....	99
1.4 Hydrologi 1999 .....	99
1.5 Stasjonsoversikt .....	100
<b>2 Vannkjemi</b> .....	101
2.1 Innledning .....	101
2.2 Resultater .....	101
<b>3 Fisk</b> .....	106
3.1 Anadrom fisk .....	106
3.2 Innlandsfisk .....	110
<b>4 Samlet vurdering</b> .....	114
4.1 Vannkemisk og biologisk måloppnåelse .....	114
<b>5 Referanser</b> .....	115
<b>Vedlegg</b> .....	116

# 1 Områdebeskrivelse

## 1.1 Nøkkeldata

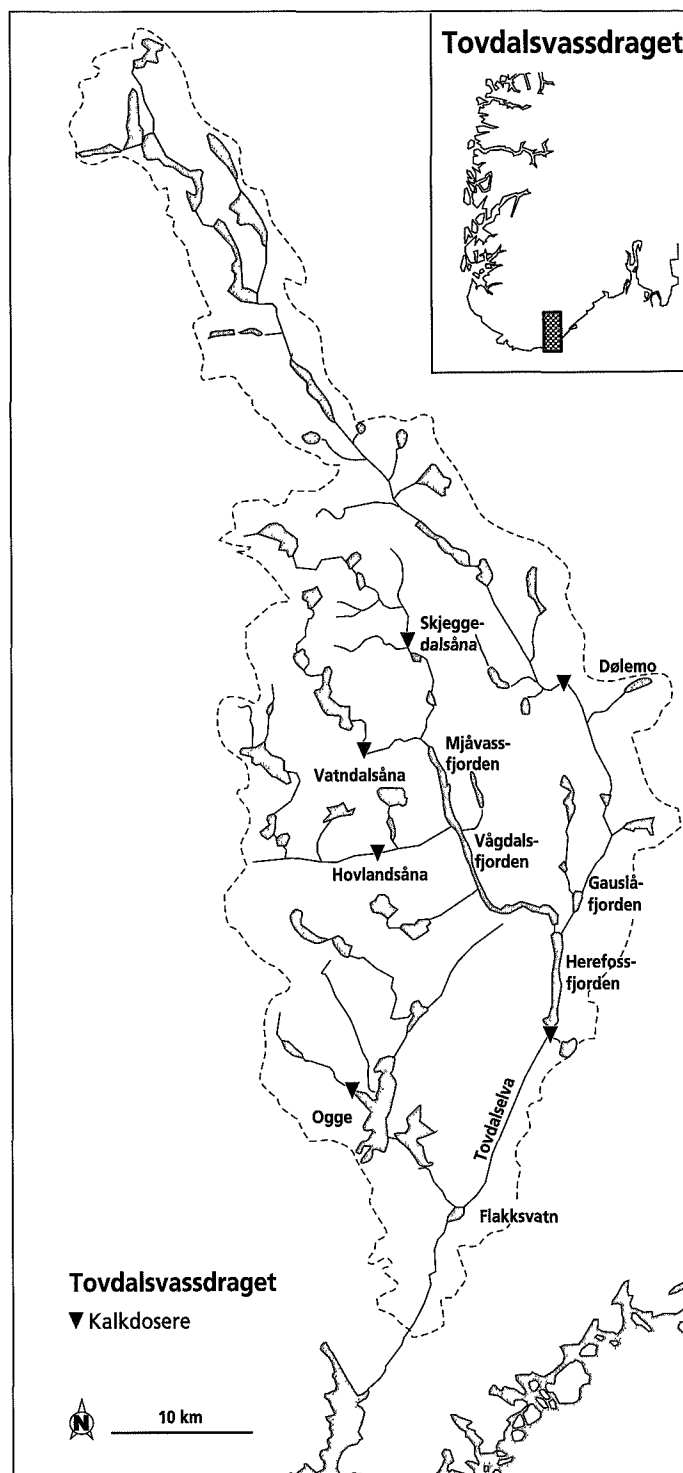
<i>Vassdragsnr./fylke:</i>	020, Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder
<i>Kartreferanse, utløp:</i>	4472-64525, kartblad 1511 II
<i>Areal, nedbørfelt:</i>	1885 km <sup>2</sup>
<i>Spesifikk avrenning:</i>	34.5 l/s/km <sup>2</sup>
<i>Middelvannføring:</i>	65 m <sup>3</sup> /s
<i>Regulering:</i>	Uldalsgreina i vest er regulert (Hanefossen kraftverk). Boenfossen er regulert til kraftproduksjon for Boen Bruk.
<i>Lakseførende strekning:</i>	Ca. 35 km til Herefossfjorden
<i>Kalking:</i>	Hovedprosjektet med doserere ble satt igang 24. Oktober 1996. Ogge (areal 11.6 km <sup>2</sup> ) ble kalket i juli 1996 og september 1997 og september 1999.

Tovdalsvassdraget består av to hovedgreiner i øvre del; Tovdalselva og Uldalsåna. Tovdalselva har sitt utspring i grensetraktene mellom Straume i Setesdalen og Fyresdal, og renner ut i havet ved Topdalsfjorden nær Kristiansand (**figur 1.1.**). Vassdragets lengde er ca. 12 mil. Tovdalselvas nedbørfelt er relativt smalt ned til Herefossfjorden. Like ved Tovdalselvas utløp i Herefossfjorden munner også Uldalsåna ut, som bidrar med 58 % av vanntilførselen til Herefossfjorden, mens Tovdalselva bidrar med de resterende 42 % (Samlet Plan 1984). Uldalsvassdraget består av tre hovedgreiner; Skjeggedalsåna, Hovlandsåna og avrenning fra Ogge-området.

Tovdalsvassdraget er karakterisert ved et stort spekter av naturtyper, fra nakent fjell-landskap i nord (800-1000 m.o.h.) til småkupert Sørlandsnatur i sør. Det vises til Samlet Plan-rapport for Tovdalsvassdraget (Samlet Plan 1984) for en oversikt over vassdragets naturkvaliteter. Vassdraget har idag stor betydning som rekreasjonsområde for regionen.

## 1.2 Kalkingsstrategi

<i>Bakgrunn for kalking:</i>	Laksebestanden i vassdraget er utdødd pga forsuring.
<i>Kalkingsplan:</i>	Hindar 1991
<i>Biologisk mål:</i>	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer. Kalking høyt oppe i vassdraget skal også sikre innlandsbestander.
<i>Vannkvalitetsmål:</i>	Vannkvalitetsmålet er under utredning. I forbindelse med reetablering av laks er det foreløpig (1998-99) satt et lavere mål (pH 5.8-6.0) enn det som anses nødvendig for smolt.
<i>Kalkingsstrategi:</i>	Vassdraget kalkes ved en kombinasjon av innsjøkalking (Ogge) og dosererkalking (5 store doserere + en mindre i Kateråsåna ved Ogge).



**Figur 1.1.** Kart over Tovdalsvassdragets nedbørfelt og plassering av kalkdosere.

### 1.3 Kalking i 1999

I 1999 ble 10 innsjøer kalket med tilsammen 1851 tonn NK3 kalk (86 % CaCO<sub>3</sub>). Av dette utgjorde kalkingen av Ogge 1600 tonn.

Miljøvernavdelingen har oppgitt totalt kalkforbruk på de seks dosererne til 8054 tonn, men en oversikt over veiesedler fra Miljøkalk gir et totalt forbruk i 1999 på 5179 tonn, fordelt på følgende mengder:

Bås:	2019 tonn NK3
Skjeggedal:	167 tonn NK3
Vatnedalsheia:	200 tonn NK3
Klepslandsåna:	636 tonn NK3
Søre Herefoss:	2078 tonn NK3
Kateråsåna:	79 tonn NK3

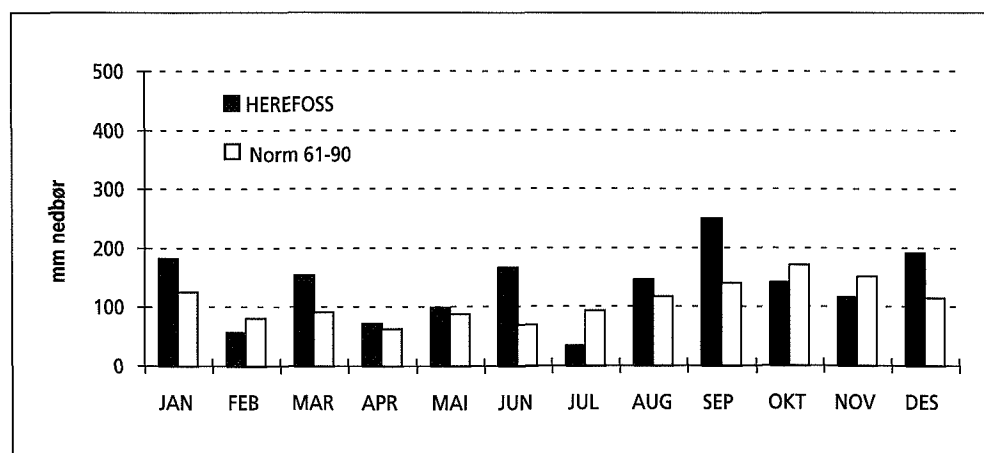
Kalkmengden i 1999 var svært nær kalkingsplanens totale mengde (5480 tonn), men vannmengdene var nesten 25 % over normalen i 1999, se under hydrologi. Til sammenlikning ble det brukt 3742 tonn i 1997 og 2914 tonn i 1998. Kalkmengden ved Søre Herefoss var atskillig større i 1999 enn tidligere år (302 tonn i 1998) fordi vannkvalitetsmålet (pH-målet) har vært høyere. Også ved Bås har doseringen vært vesentlig høyere (1320 tonn i 1998), mens doseringen fra de tre dosererne i Uldalsgreina har vært 85 % av fjorårets. Andelen som ble dosert fra Bås (39 %) er svært nær kalkingsplanens andel (40.5 %).

Det er vannkvalitet, total vannmengde og fordelingen av den og vannkvalitetsmålene som avgjør kalkmengdene. Siden vannkvaliteten generelt sett er bedret og vannkvalitetsmålet har vært 5.8-6.0, kan dette være med å forklare at kalkforbruket er mindre enn beregnet i planen til tross for unormalt høy nedbør. Men kalkmengdene i Uldalsgreina har vært for lave siden vannkvaliteten ikke er på det nivået en bør forvente, se avsnittet om vannkvalitet.

### 1.4 Hydrologi 1999

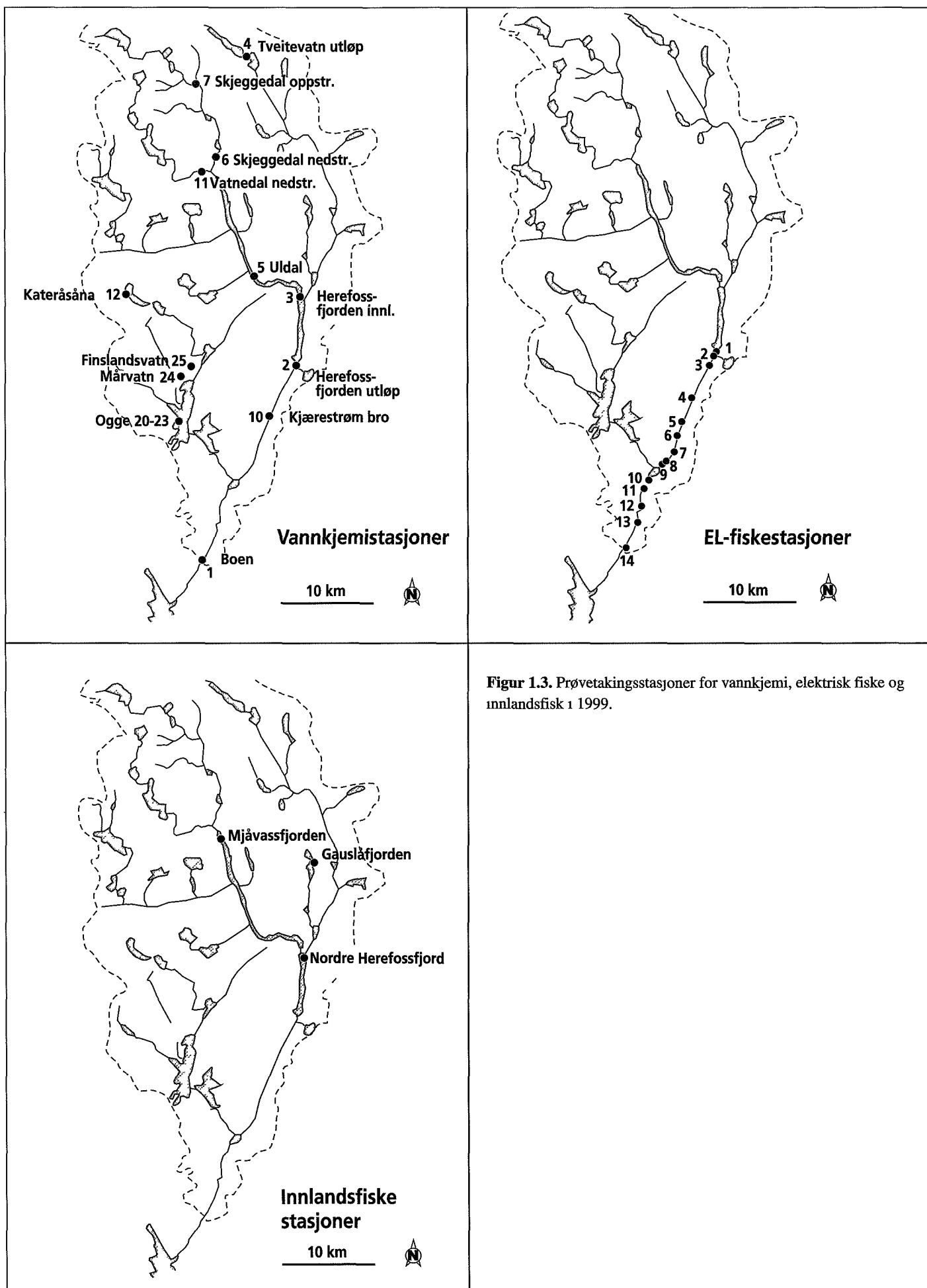
Meteorologisk stasjon: Herefoss.

Årsnedbør 1999:	1599 mm
Normalt:	1293 mm
% av normalen:	124



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Herefoss. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).

## 1.5 Stasjonsoversikt



**Figur 1.3.** Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi, elektrisk fiske og innlandsfiske i 1999.

## 2 Vannkjemi

Forfatter: A. Hindar, (NIVA-Sørlandet)

Medarbeidere: R. Høgberget (NIVA-Sørlandet) og

L. B. Skancke (NIVA-Oslo)

### 2.1 Innledning

Den vannkjemiske overvåkingen av Tovdalsvassdraget i forbindelse med kalking ble igangsatt høsten 1995. Vannprøvene samles inn av lokale prøvetakere og analyseres etter standard metoder ved NIVA. Tovdalsvassdraget hadde før kalking variasjoner i vannkvalitet i ulike deler av feltet pga. geologiske forhold og ulik svoveldeposisjon. Skjeggedalsgreina er den surste, mens Tovdalsgreina i øst er mindre sur. I nedre deler er det områder med mer gunstig vannkvalitet.

### 2.2 Resultater

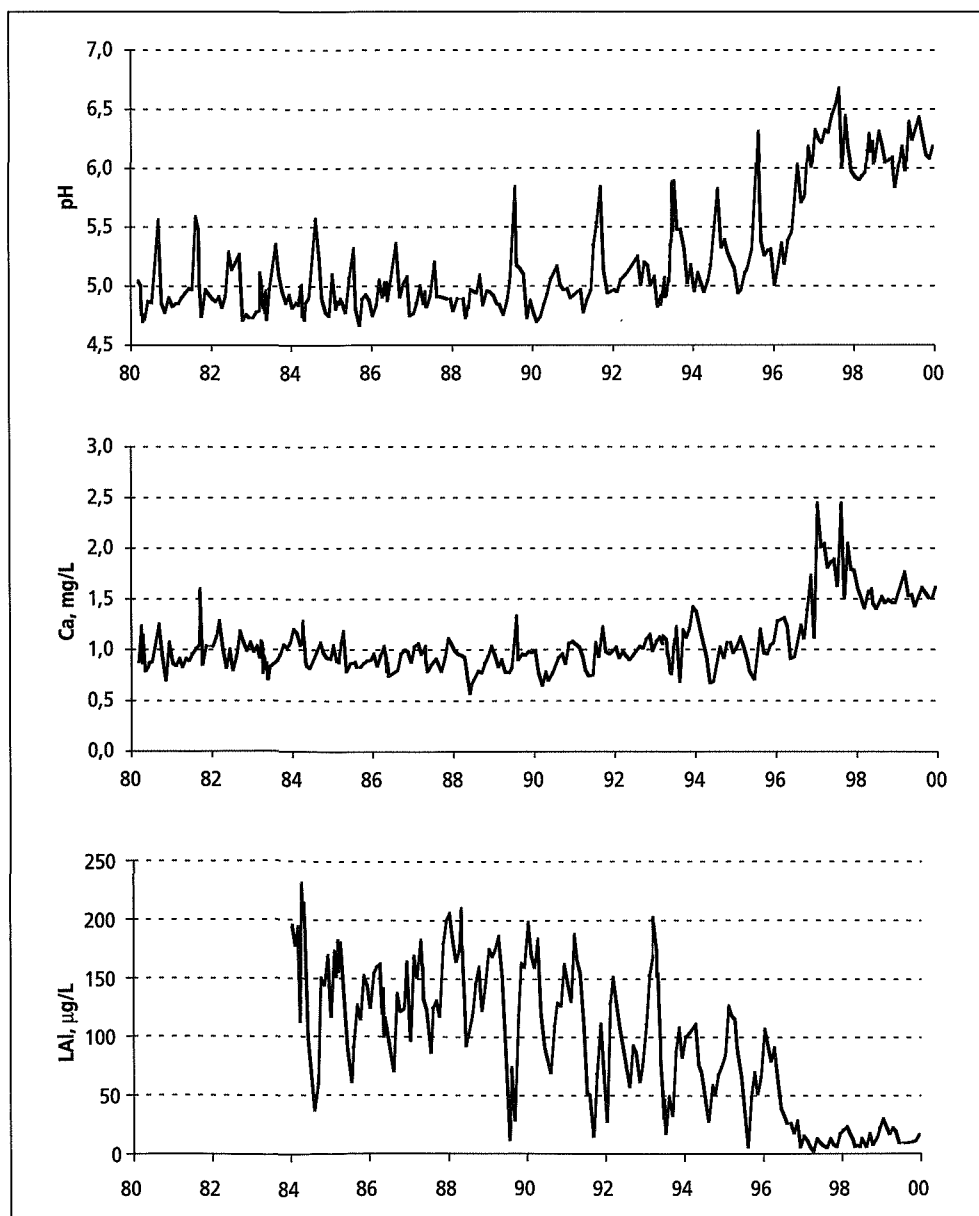
#### Ukalkede referansestasjoner

pH-verdiene på referansestasjonene Tveitvatn og Skjeggedal ukalket varierte omkring hhv. noe over 5.0 og 5.0 i perioden (tabell 2.1 og figur 2.2). Det var ingen tegn til endring i dette. Labilt aluminium avspeilte forskjellen i vannkvalitet mellom disse to, og både middelvei og maksimalkonsentrasjon var

størst i Skjeggedal. Figur 2.3. viser at det er tegn til redusert labilt Al i både Skjeggedal og i øvre Tovdal. Selv om dette og det generelle bildet av forsurenings situasjonen viser bedring, er det klart at vannkvaliteten på disse to referansestasjonene, særlig Skjeggedal, er for dårlig for mange forsureningsfølsomme organismer.

#### Anadrom strekning

På den anadrome strekningen (data for stasjonen ved Boen bruk) var det en generell vannkvalitetsforbedring fra 1990, dvs. før kalking, men bedringen har naturlig nok skutt fart etter kalking (figur 2.1). pH i de manuelt innsamlede prøvene ved Boenfossen var i 1999 hele tiden over 5.84 og under 6.43, dvs. ved eller noe over vannkvalitetsmålet for kalkingen. Resultatene fra den kontinuerlige pH-målingen ved Boen (figur 2.4) viser at pH var svært lav i januar, relativt høy i sommermånedene og nær målet om høsten. Enkelte episoder med lav pH er imidlertid registrert. Dette vil si at vannkvalitetsmålet i stor grad er nådd, at det har vært moderat overkalking om sommeren og at det kan inntreffe perioder der pH reduseres til under vannkvalitetsmålet. Disse har imidlertid vært av kort varighet, men episoder av den typen en hadde i januar 1999 må en forsøke å unngå. Høyeste målte konsentrasjon av labilt aluminium ved



Figur 2.1. Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium i perioden før kalking (fram til okt.-96) og i perioden etter kalking ved Boen bruk. Legg merke til vannkvalitetsforbedringen forut for kalking.

Boen var 30 µg/L, og sammenfalt med den lave pH-verdien i de manuelt innsamlede prøvene. Ved utløp Herefossfjorden var konsentrasjonen av labilt Al 30-50 µg/L i perioden januar-april, en periode med lav pH (pH 5.38-5.85) ut av innsjøen. Det må være et mål å hindre at så dårlig vannkvalitet kommer inn mot anadrom strekning.

Kalsiumkonsentrasjonen var svært stabil ved 1.5 mg/L ved Boen i 1999, en økning på omlag 0.5 mg/L pga kalking. Den nedre delen av vassdraget hadde høyere konsentrasjon av løst organisk stoff (4.2 mg TOC/L i middel ved Boen) enn øvre deler (3.4 i Uldal og 3.7 mg/L ved innløp Herefossfjorden fra øvre Tovdal).

#### Øvre deler av vassdraget

Vannkvaliteten i den nordøstre delen av vassdraget (Herefossfjorden inn og pH-stasjonen ved Gauslå) var akseptabel i mesteparten av perioden, se **figur 2.2.** og **figur 2.3.** Vinteren 1999 var imidlertid doseringen for dårlig og det resulterte i pH-verdier på under 5.5 (**figur 2.5**) og labilt Al på opp mot 50 µg/L. Også i andre perioder har det vært problemer med driften av dosereren på Bås, og pH reduseres da raskt til lave verdier ved målestasjonen på Gauslå.

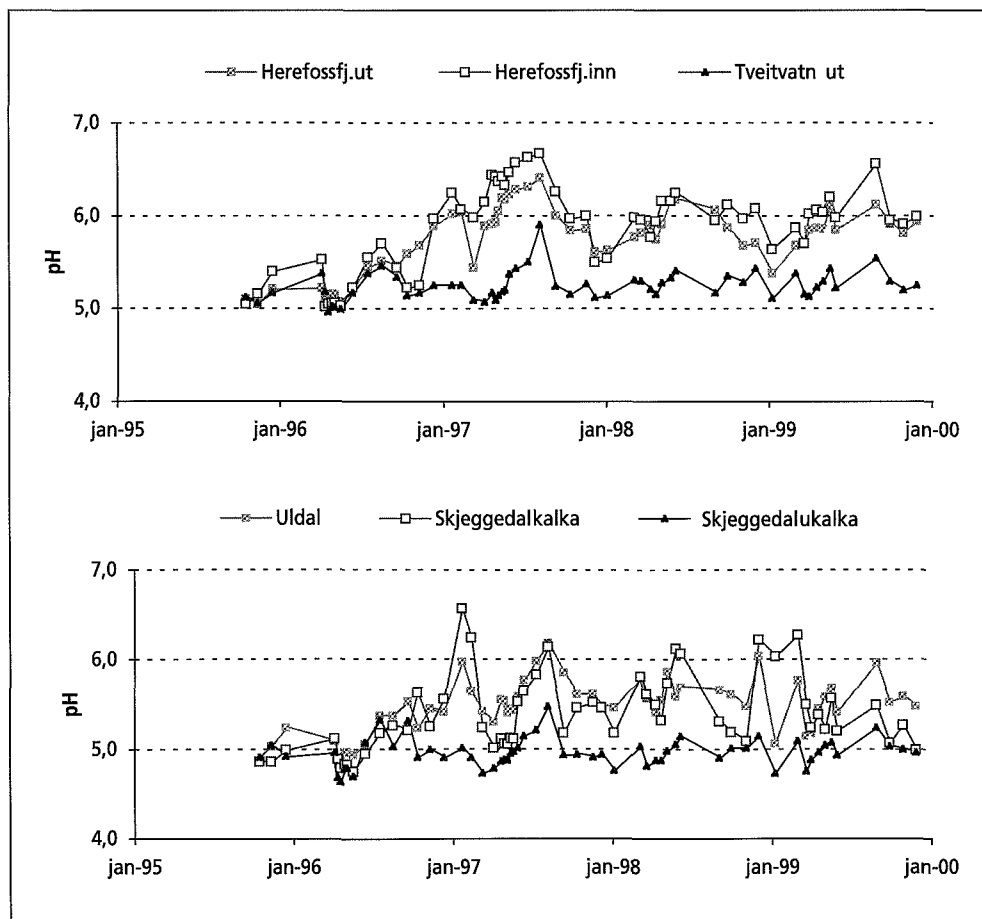
I Uldalsgreina var situasjonen i 1999 med hensyn til vannkvalitet enda dårligere enn tidligere år. Dosereren i Skjeggedal har bare unntaksvis (kun i januar og mars) gitt akseptabel vannkvalitet (**figur 2.2** og **figur 2.3**). Det vises ved at pH mesteparten av året var under 5.5 nedstrøms dosereren og at labilt Al for det meste har vært 50-80 µg/L. **Figur 2.6** viser kontinuerlig pH fra nedre del av Hovlandsåna. Vannkvaliteten var svært ustabil både på grunn av ustabil drift av dosereren ved Klepsland og

fordi dosereren står så høyt oppe i dette sidevassdraget at det er umulig å holde stabil vannkvalitet der elva munner ut i Uldalsgreina. I flere perioder har pH vært 4.5-5.0.

pH ved Uldal var aldri over 6.0, og ved tre prøvetakinger var pH under 5.2. Maksimal LAI-konsentrasjon ved Uldal var 78 µg/L. Dette er ikke akseptabelt, og skyldes dårlig drift av doseringsanleggene i Skjeggedal og ved Klepsland og også feil plassering av anlegget i Hovlandsgreina, som påpekt i tidligere årsrapporter.

#### Ogge

I 1998 ble det ikke kalket i Ogge og det har normalisert vannkvaliteten. pH i overflaten ved prøvetakingen i mai 1999 var 6.35, men ble redusert til nær pH 6.0 i slutten av juni. Det skyldtes svært mye nedbør i juni (se avsnittet om hydrologi) og tilrenning av surt vann i overflaten. På større dyp var imidlertid vannkvaliteten mindre påvirket og innsjøen beholdt mye av sin samlede bufferkapasitet fram til september 1999. Oppløsning av kalk fra bunnen bidrar også til å opprettholde bufferkapasiteten, noe som vises ved at Ca-konsentrasjonen på 20 og 40 meters dyp økte fram mot september. I slutten av august var Ca-konsentrasjonene på 10 meter og dypere fortsatt 2.5-2.9 mg/L. Pga kort oppholdstid ble rekalking høsten 1999 antatt å være nødvendig (se 1998-rapporten). Dette ble gjennomført i september, men data foreligger ikke ennå.

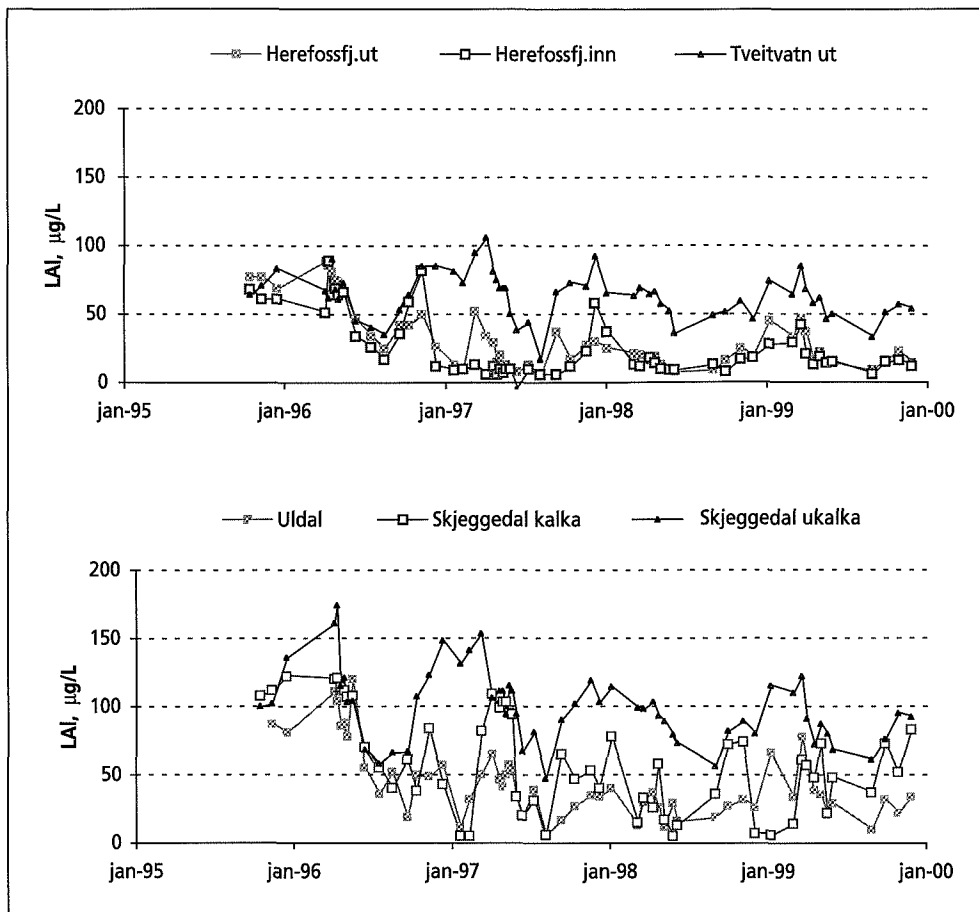


**Figur 2.2.** pH ved referansestasjonene Tveitvann-ut i østre del og Skjeggedalukalka i vestre del, samt Herefossfjorden-ut (tilløpet fra nordøst), utløpet av Herefossfjorden, Skjeggedal etter kalking og Uldalsgreina før samløpet med Rettåna fra Ogge.

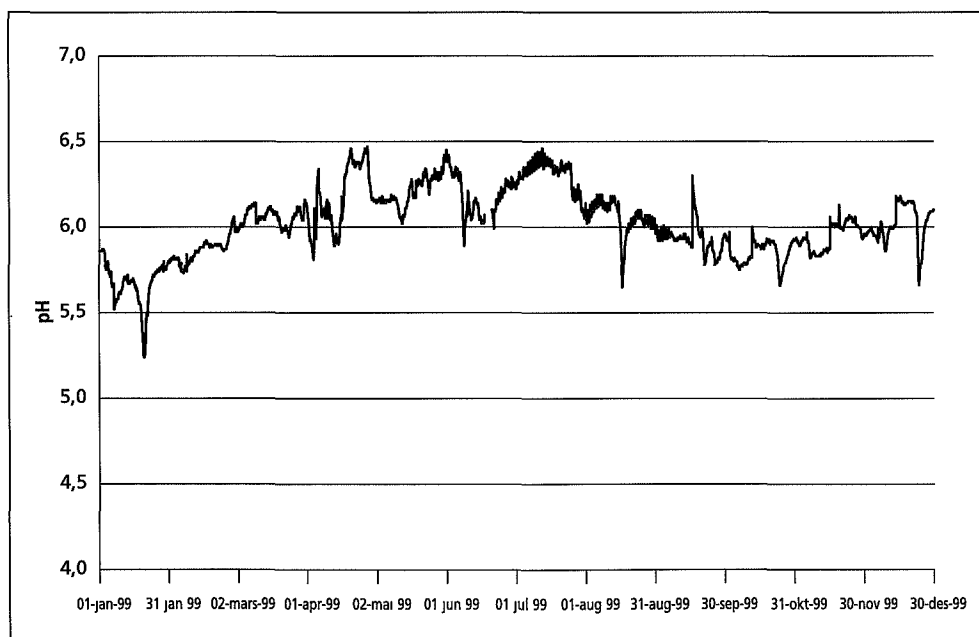
Tabell 2.1. Sammendrag av vannkvalitet i 1999.

Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
Boen bruk	Mid	<b>6.12</b>	<b>1.56</b>	<b>32</b>	<b>16</b>	<b>4.2</b>	<b>43</b>
	Min	5.84	1.43	21	9	3.3	31
	Max	6.43	1.76	41	30	5.5	57
	N	9	9	9	9	9	9
Herefossfjord, utløp	Mid	<b>5.79</b>	<b>1.29</b>	<b>18</b>	<b>24</b>	<b>3.9</b>	<b>31</b>
	Min	5.38	1.05	5	9	2.9	14
	Max	6.12	1.66	32	47	5.4	46
	N	12	12	12	12	12	12
Herefossfjord, innløp	Mid	<b>5.94</b>	<b>1.26</b>	<b>23</b>	<b>19</b>	<b>3.4</b>	
	Min	5.64	1.06	8	6	2.5	
	Max	6.56	1.51	47	42	4.2	
	N	12	12	12	12	12	
Tveitvatn, utløp	Mid	<b>5.25</b>	<b>0.59</b>	<b>-1</b>	<b>59</b>	<b>2.9</b>	<b>2</b>
	Min	5.11	0.51	-5	33	2.3	-4
	Max	5.54	0.79	5	85	3.5	12
	N	12	12	12	12	12	12
Uldal	Mid	<b>5.41</b>	<b>0.98</b>	<b>7</b>	<b>38</b>	<b>3.7</b>	
	Min	5.06	0.80	-5	10	3.0	
	Max	5.96	1.17	19	78	4.9	
	N	12	12	12	12	12	
Skjeggedal nedstr. Doserer	Mid	<b>5.32</b>	<b>0.85</b>	<b>5</b>	<b>48</b>	<b>3.1</b>	
	Min	4.99	0.52	-8	6	2.4	
	Max	6.27	1.60	32	83	4.1	
	N	12	12	12	12	12	
Skjeggedal oppstr. Doserer	Mid	<b>4.95</b>	<b>0.43</b>	<b>-9</b>	<b>89</b>	<b>3.0</b>	<b>-8</b>
	Min	4.73	0.29	-20	61	2.3	-23
	Max	5.24	0.57	2	122	3.8	5
	N	12	12	12	12	12	12
Kjærestrom bru	Mid	<b>5.99</b>	<b>1.48</b>	<b>28</b>	<b>16</b>	<b>3.8</b>	
	Min	5.66	1.24	11	3	3.0	
	Max	6.45	1.88	60	34	5.3	
	N	12	12	12	12	12	
Ogge, 3 m dyp	Mid	<b>6.13</b>	<b>1.80</b>	<b>34</b>	<b>9</b>	<b>4.9</b>	
	Min	5.98	1.52	24	8	4.4	
	Max	6.35	2.22	51	10	5.2	
	N	3	3	3	3	3	
Ogge, 10 m dyp	Mid	<b>6.39</b>	<b>2.43</b>	<b>61</b>	<b>9</b>	<b>4.6</b>	
	Min	6.35	2.37	59	7	4.5	
	Max	6.47	2.48	65	10	4.7	
	N	3	3	3	3	3	
Ogge, 20 m dyp	Mid	<b>6.44</b>	<b>2.59</b>	<b>71</b>	<b>10</b>	<b>4.6</b>	
	Min	6.36	2.50	67	8	4.5	
	Max	6.58	2.75	77	11	4.8	
	N	3	3	3	3	3	
Ogge, 40 m dyp	Mid	<b>6.50</b>	<b>2.81</b>	<b>77</b>	<b>9</b>	<b>4.7</b>	
	Min	6.41	2.75	72	8	4.7	
	Max	6.60	2.89	84	10	4.8	
	N	3	3	3	3	3	
Mårvatn, blandprøve	Mid	<b>5.52</b>	<b>2.17</b>	<b>56</b>	<b>16</b>	<b>7.0</b>	<b>87</b>
	Min	4.76	0.77	-16	2	3.9	-9
	Max	6.71	3.00	104	78	9.6	149
	N	8	8	8	8	8	8
Finnlandsvatn, blandprøve	Mid	<b>5.36</b>	<b>0.72</b>	<b>7</b>	<b>45</b>	<b>4.5</b>	<b>12</b>
	Min	4.96	0.65	-6	14	3.5	-3
	Max	5.94	0.78	18	97	6.0	18
	N	6	6	6	6	6	6

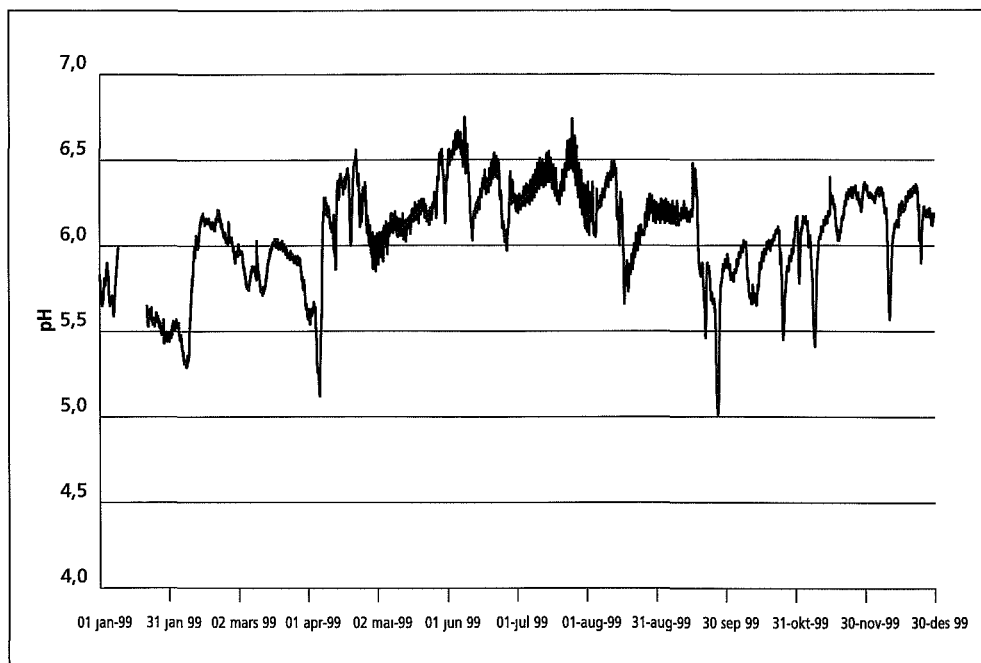




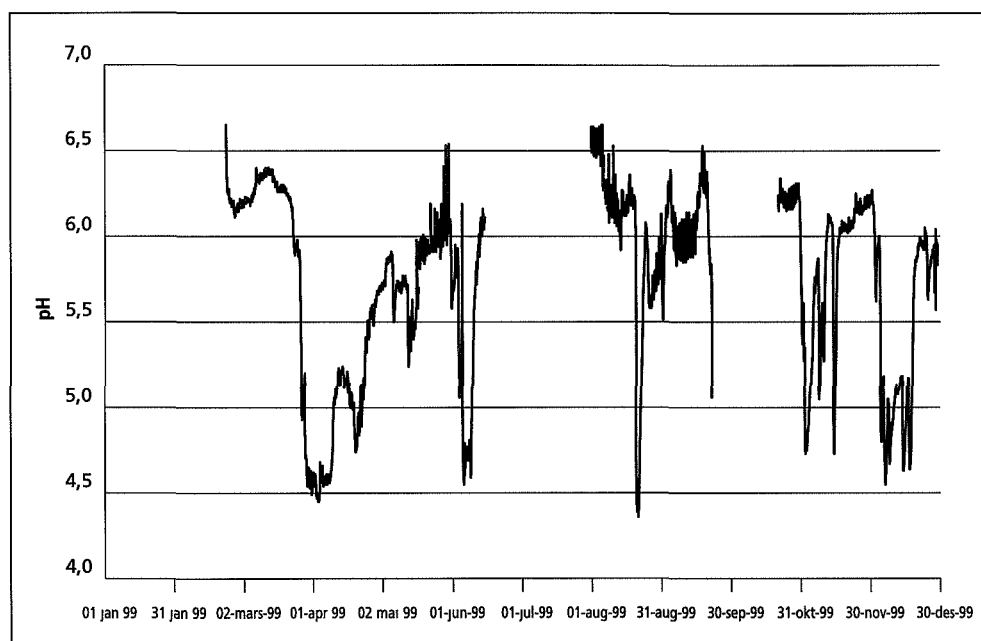
**Figur 2.3.** Labilt aluminium ved referansestasjonene Tveitvann-ut i østre del og Skjeggedal-ukalka i vestre del, samt Herefossfjorden-ut (tilløpet fra nordøst), utløpet av Herefossfjorden, Skjeggedal etter kalking og Uldalsgreina før samløpet med Rettåna fra Ogge.



**Figur 2.4.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling ved Boen Bruk.



**Figur 2.5.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling ved Gauslå.



**Figur 2.6.** Resultater fra kontinuerlig pH-måling i Hovlandsåna.

# 3 Fisk

## 3.1 Anadrom fisk

**Bjørn Mejdell Larsen<sup>1</sup>, Hans Mack Berger<sup>1</sup>, Jørn Enerud<sup>2</sup>, Karstein Hårsaker<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>3</sup>, Agnar Kvellestad<sup>4</sup> og Terje Nøst<sup>1</sup>.** <sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim <sup>2</sup> Fisk- og miljøundersøkelser, Postboks 68, 2410 Hernes. <sup>3</sup>Norsk institutt for vannforskning - Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad <sup>4</sup>Veterinærinstituttet, Postboks 8156, Oslo dep., 0033 Oslo

### 3.1.1 Innledning

Det er tidligere gjennomført ungfiskundersøkelser i Tovdalselva på begynnelsen av 1980-tallet (Saltveit 1984). I forbindelse med kalkingstiltakene i vassdraget startet NINA en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i lakseførende del av vassdraget nedenfor Herefossfjorden i 1995 (Larsen 1998a). Dette ble videreført etter samme opplegg i 1996-1999.

### 3.1.2 Metode

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metoder på 14 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i august 1999 (vedlegg B.1). Stasjon 1-4 ligger mellom Herefossfjorden og Flå, stasjon 5-9 mellom Flå og Flakksvatn og stasjon 10-14 mel-

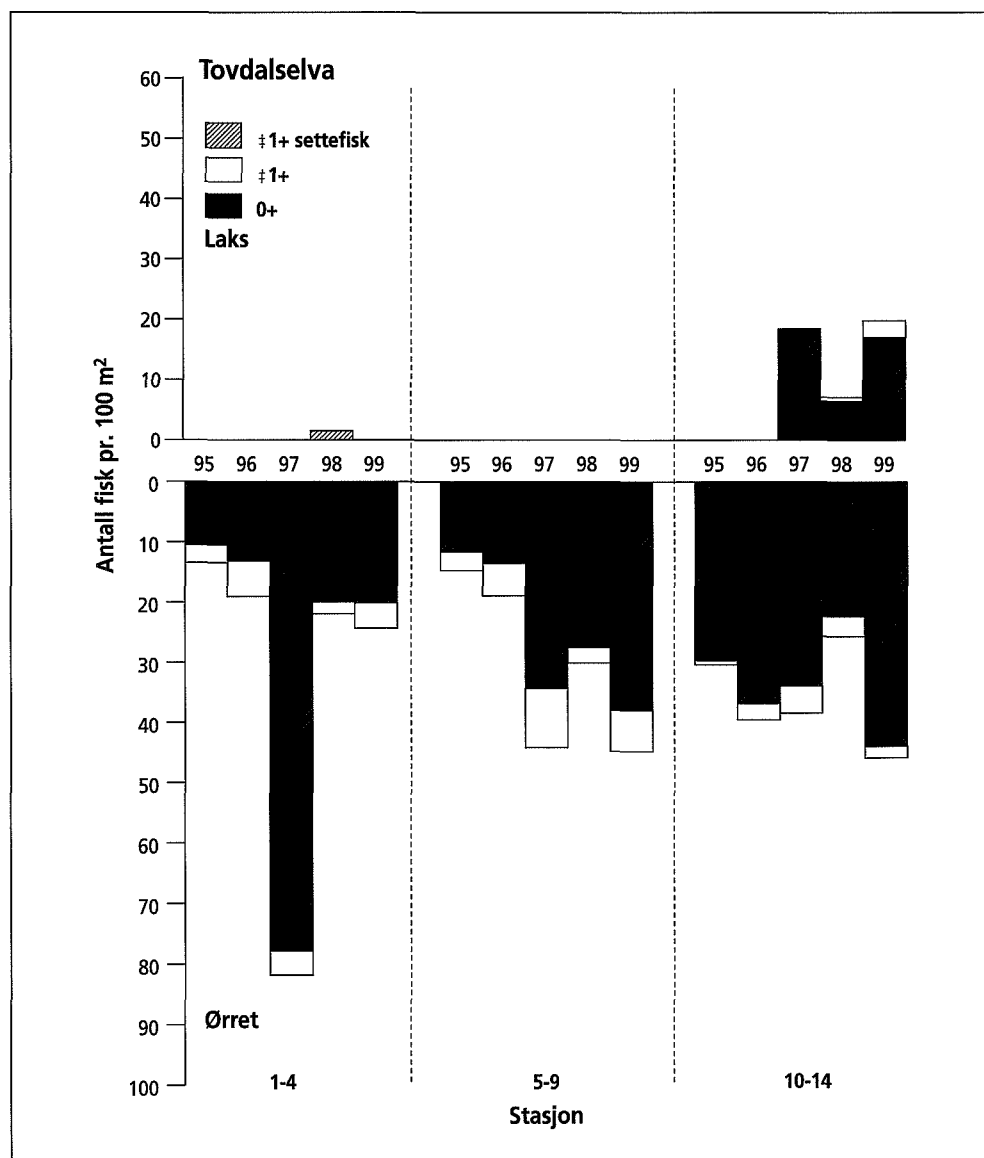
lom Flakksvatn og Boen med stasjon 14 like ovenfor den brakkvannspåvirkede delen av vassdraget (figur 1.3). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konservert og lagret for senere aldersbestemmelse.

Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin (1984) og Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Tettheten er beregnet som:

- Gjennomsnittet basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet (tetthet1)
- Gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet2)

Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og vist i vedlegg B.1 og B.2 som også oppgir standardavviket for tetthet1 og tetthet2.

Det ble tatt gjelleprøver av et mindre antall ett-årige eller eldre fiskeunger av laks og ørret ved at andre gjellebue på fiskens venstre side ble dissekert ut i felt og fiksert på 10 % fosfat-buffra formalin. Metode og framgangsmåte for videre bearbeiding og analysering er gitt av Kvellestad & Larsen (1999). I denne



**Figur 3.1.** Tetthet1 pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i ulike deler av lakseførende del av Tovdalselva i 1995-1999. Stasjon 1-4: Herefoss-Flå, stasjon 5-9: Flå-Flakksvann og stasjon 10-14: Flakksvann-Boen.

rapporten oppgis bare metallakkumulering i tabellen. Andre typer av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.

### 3.1.3 Resultater og diskusjon

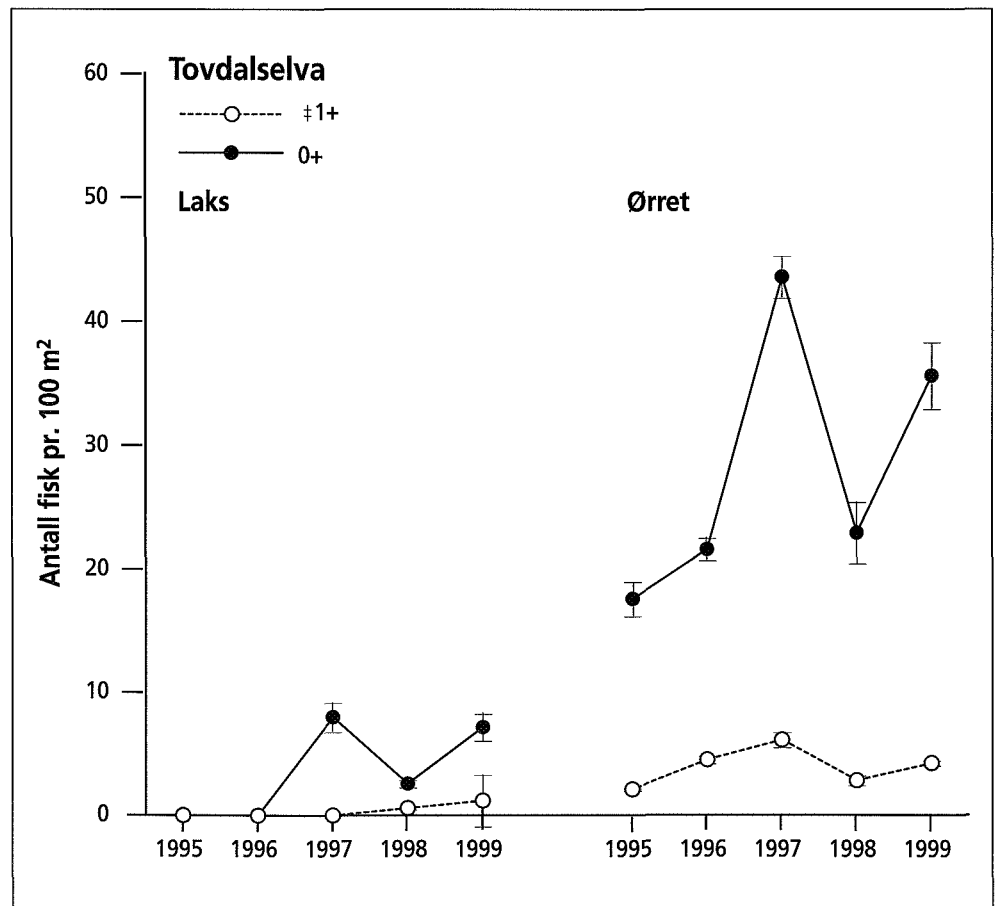
#### Laks

Ungfiskundersøkelser på begynnelsen av 1980-tallet (Saltveit 1984), og undersøkelsene i 1995 og 1996 påviste ikke laksunger i noen del av hovedvassdraget (figur 3.1, Larsen 1997; 1998a). Det ble imidlertid fanget laksyngel på to av stasjonene i nedre del av vassdraget i 1997 og 1998 (Larsen 1998b; 1999). I 1999 økte utbredelsen til tre av stasjonene nedenfor Flakksvatn, men det ble fortsatt ikke funnet naturlig produsert laksyngel mellom Flakksvatn og Herefossfjorden. Det var til dels høy tetthet av laksyngel nedenfor Boenfossen i 1997 (49 individer pr. 100 m<sup>2</sup>). I 1998 gikk tettheten noe ned, men økte igjen til 40 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 14 i 1999. I tillegg ble det for første gang også funnet laksyngel i god tetthet på en av stasjonene ovenfor Boenfossen (41 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 11). Dette gjorde at tetthet i 1999 økte sammenlignet med året før til samme tetthet som i 1997 (figur 3.2). Tetthet for hele vassdraget ble beregnet til 7,2 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999. All yngel som ble påvist ved Boen i 1997-1999 var et resultat av naturlig gyting, og første påviste rekruttering på mange år i hovedvassdraget. Med smoltalder på to år og et opphold i sjøen på en vinter vil den første smålaksen som har vokst opp i Tovdalselva etter kalking komme tilbake i løpet av høsten 2000. Det skal samtidig foretas utbedringer som skal lette oppgangen for laks i Boenfossen. Høsten 1999 ble det dessuten fanget 29 laks og 13 sjøørret som senere ble sluppet ut ovenfor Boenfossen. Det er derfor forventninger om at både utbredelse og tetthet av laksyngel kan øke fra 2000 og 2001.

I 1996 og 1997 ble det satt ut 2000 Carlin-merket smolt hvert år fordelt på elva ved Kjevik og nedenfor Boenfossen. Ingen av disse utsettingene har hatt direkte betydning for tettheten av laksunger i ungfiskovervåkingen. I forbindelse med reetablering av laks i Tovdalselva ble det satt ut 6 750 startforede laksunger like nedstrøms Herefossfjorden i september 1997 (fettfinneklippet). Dette skjedde etter ungfiskundersøkelsene i 1997, slik at det var først i 1998 at vi fikk gjenfangst av den utsatte fisken og da som ett-årig ungfisk. I 1998 ble det ikke satt ut fisk i Tovdalselva, og i 1999 ble det ikke gjenfanget utsatt fisk i noen del av vassdraget.

Det ble fanget eldre laksunger i Tovdalselva for første gang i 1998 da det ble fanget villfisk på to stasjoner i nedre del - de samme to stasjonene der det ble fanget laksyngel i 1997 (stasjon 11 og 14). I tillegg ble det gjenfanget settefisk på de to øverste stasjonene i utsettingsområdet nedenfor Herefossfjorden. I 1999 ble det bare fanget eldre laksunger på stasjon 11 og 14 med størst antall nedenfor Boenfossen (7 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 14). Tetthet for eldre laksunger ble beregnet til 1,2 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (figur 3.2).

Ved histologiske undersøkelser av gjeller fra laks (settefisk) som ble fanget ved utløpet av Herefossfjorden i 1998 ble det funnet metallakkumulering i gjelleepitelet til all fisk i særskilt sparsomme til sparsomme mengder (tabell 3.1). Det samme året var det 66 % av laksungene (villfisk) som viste denne typen akkumulering på strekningen Flakksvatn-Boen. I 1999 sank denne delen til 40 %, og mengden av metallakkumulering avtok. En vet foreløpig ikke hvor stor en slik metallakkumulering må være for at den skal ha negative effekter på individ- og populasjonsnivå. Det er likevel antatt at all metallakkumulering



Figur 3.2. Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i lakseførende del av Tovdalselva 1995-1999.

i epitelet som blir påvist med histokjemiske metoder er et uttrykk for eksponering for en suboptimal vannkvalitet.

Laksungene varierte i lengde fra 32 til 126 mm i begynnelsen av august 1999 (figur 3.3). Årsyngelen var gjennomsnittlig 50 mm, og veksten var dårligere i 1999 sammenlignet med året før (tabell 3.2). Det var imidlertid stor forskjell i veksten mellom stasjon 11 og 14, og gjennomsnittslengden av yngel på de to stasjonene var henholdsvis 61 og 42 mm.

Lengden av ett-årige laksunger var 92 mm for villfisk, og det ble ikke påvist settefisk i 1999 (tabell 3.3). Det var betydelig lavere gjennomsnittslengde på laksungene i 1999 sammenlignet med året før, og en større andel av laksungene vil oppholde seg på elva ett år ekstra før smoltifisering. Villfisken var fra 80 til 126 mm (figur 3.3). Begrepet eldre laksunger omfattet bare ett-årige laksunger i 1999.

**Tabell 3.1.** Resultat av histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk i Tovdalselva i 1995-1999. N er antall fisk undersøkt. ASA+overfl. = ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) på gjelleoverflaten er oppgitt. ASA+int. = ASA-positivt materiale i gjelleepitelet. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) i gjelleepitelet er oppgitt. 0 = ikke påvist, (1) = særskilt sparsom forekomst, 1 = sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

Art	År	Stasjon	N	ASA+ overfl., %					ASA+ int., %					
				0	(1)	1	2	3	0	(1)	1	2	3	
Laks	1998	2	7	100	0	0	0	0	0	0	43	57	0	0
		14	6	100	0	0	0	0	34	33	33	0	0	
Ørret	1999	14	5	100	0	0	0	0	60	40	0	0	0	
		1,4	10	50	30	20	0	0	0	0	20	40	40	
	1996	1-4	12	0	17	83	0	0	0	8	92	0	0	
		11-12,14	10	100	0	0	0	0	0	30	60	10	0	
	1997	1-4	10	100	0	0	0	0	40	30	20	10	0	
		14	5	100	0	0	0	0	20	40	40	0	0	
	1998	2	8	100	0	0	0	0	0	88	13	0	0	
		14	5	100	0	0	0	0	0	60	40	0	0	
1999	2	7	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0		
	11-12,14	8	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0		

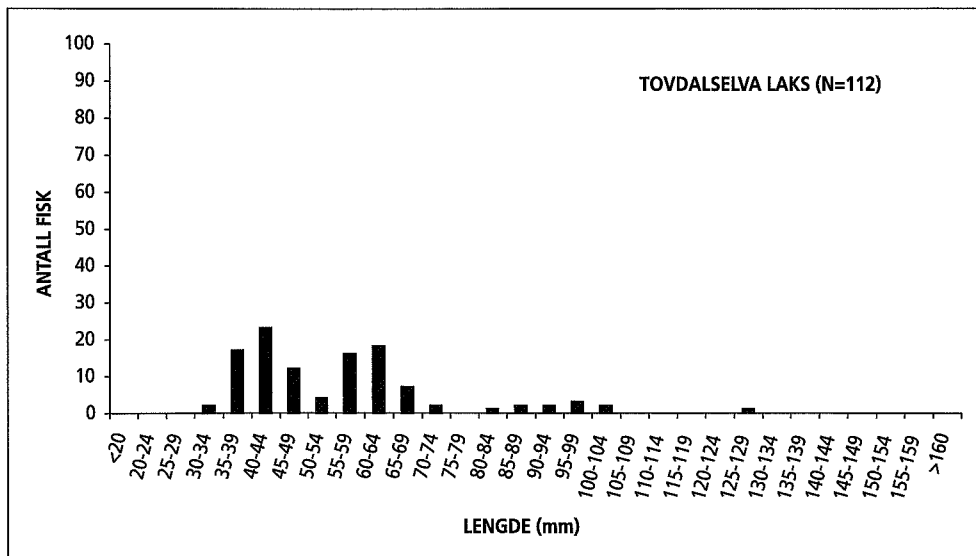
**Tabell 3.2.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $\bar{x} \pm \text{sd}$ ) for årsyngel av laks i ulike deler av Tovdalselva i 1997-1999. N er antall undersøkte individer. Det ble ikke fanget laksunger i Tovdalselva i 1995-1996.

Stasjon	AUG 1997		AUG 1998		AUG 1999	
	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N
1-4 Herefossfjorden-Flå	-	0	-	0	-	0
5-9 Flå-Flakksvann	-	0	-	0	-	0
10-14 Flakksvann-Boen	47±4	115	62±6	41	50±10	101
1-14 Tovdalselva	47±4	115	62±6	41	50±10	101

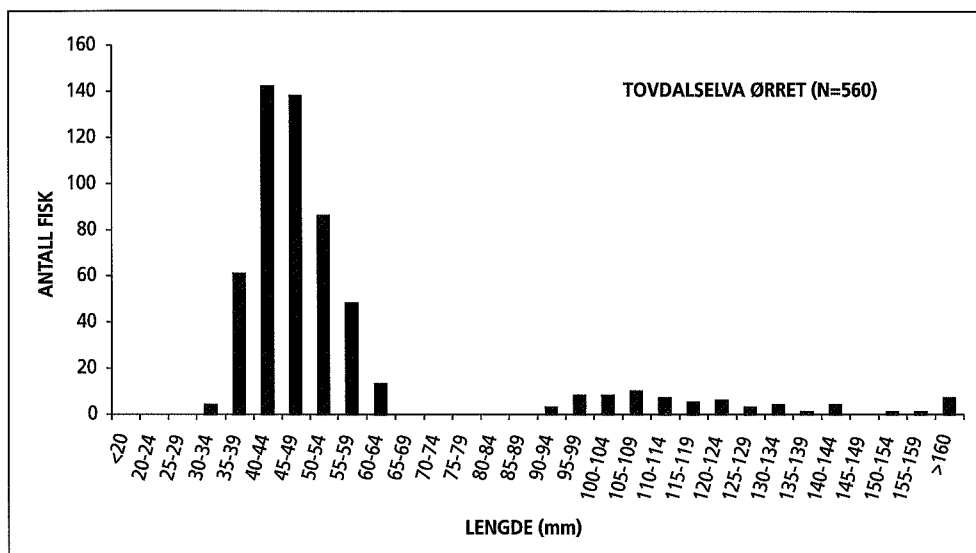
**Tabell 3.3.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $\bar{x} \pm \text{sd}$ ) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Tovdalselva i 1998-1999. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

TOVDALSELVA	0+	1+	2+	3+	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N
	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N	$\bar{x} \pm \text{sd}$	N				
<b>LAKS</b>								
AUG 1998	60±6	28	125±16	11	-	0	-	0
settefisk	-	0	137±12	25	-	0	-	0
AUG 1999	47±10	37	92±11	11	-	0	-	0
<b>ØRRET</b>								
AUG 1998*	57±8	77	115±18	50	-	0	-	0
AUG 1999	49±6	79	108±14	57	163±26	4	-	0

\* Tillegg: 4+ ørret: 195 mm (N=1)



Figur 3.3. Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Tovdalselva i begynnelsen av august 1999.



Figur 3.4. Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del av Tovdalselva i begynnelsen av august 1999

### Ørret

Ørret yngel finnes i varierende tetthet i hele vassdraget (figur 3.1), men har manglet på en av stasjonene i 1998 og 1999. Tetthet1 av ørret yngel ble beregnet til 35,6 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999 (figur 3.2). Dette var en økning sammenlignet med 1998, og vesentlig høyere enn i 1995 og 1996. Den høye gjennomsnittlige tettheten i 1997 kommer av en spesielt høy tetthet av ørret yngel på utløpet av Herefossfjorden. I resten av vassdraget har det vært en økning i antall ørret yngel etter 1995 med høyest registrerte tetthet i 1999 (figur 3.1). Det ble funnet størst tetthet av ørret yngel nedenfor Flakksvatn i 1999 med henholdsvis 70 og 79 individer pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 10 og 12.

Tetthet1 av eldre ørretunger var 4,2 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999, men varierte fra 0 til 30 individer på de ulike stasjonene. Dette var en liten økning sammenlignet med året før, men noe lavere enn i 1997 (figur 3.2). Det må imidlertid påpekes at vannføringen var høyere enn normalt ved gjennomføringen av fisket i 1998, og dette kan ha gitt lavere fangsteffektivitet av eldre fiskeunger dette året. Det har vært en observerbar økning i antall ørretunger i Tovdalselva fra begynnelsen av 1980-tallet da Saltveit (1984) fant lite ørret i hele vassdraget, og fram til midten av 1990-tallet. Dette kan komme av den generelle bedringen i vannkvalitet som man så i vassdraget fra tiden rundt 1990.

Det har likevel vært en ytterligere økning i tettheten av ørret yngel i 1997-1999 som indikerer en raskere reetablering av ørret i vassdraget etter kalking. Forventningen vil være at antall ørret fortsatt skal øke i årene framover.

Ved histologiske undersøkelser av gjeller fra ørret som ble fanget ved utløpet av Herefossfjorden i 1995 og 1996 ble det begge årene funnet metallakkumulering på gjelleoverflaten hos henholdsvis 50 og 100 % av fisken (tabell 3.1). Senere år er det ikke funnet metallakkumulering på gjelleoverflaten i noen del av vassdraget. All ørret fra utløpet av Herefossfjorden i 1995, 1996 og 1998 hadde derimot akkumulert metall i gjelleepitelet. I 1997 viste bare 60 % av ørreten denne type akkumulering, og i 1999 ble det ikke påvist metallakkumulering i det hele tatt. Forholdet var nesten det samme ved Boenfossen når det gjelder akkumulering i gjelleepitelet, men det var ingen akkumulering på gjelleoverflaten i 1996. Tendensen etter kalking er påvisning av mindre mengder metaller fra år til år i hele vassdraget. Histologiske endringer indikerte en suboptimal vannkvalitet i vassdraget før kalking i 1995 og 1996. All påvisbar metallakkumulering på gjelleoverflaten vil ha negative effekter på individnivå, og mulige negative effekter på populasjonsnivå (Kvellestad & Larsen 1999). Det er imidlertid mer usikkert om det er negative effekter knyttet til de vevsendringene som er

**Tabell 3.4.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $x \pm sd$ ) for årsyngel av ørret i ulike deler av Tovdalselva i 1995-1999. N er antall undersøkte individer.

Stasjon	AUG 1995		AUG 1996		AUG 1997		AUG 1998		AUG 1999	
	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N	$x \pm sd$	N
1-4 Herefossfjorden-Flå	61 $\pm$ 7	43	58 $\pm$ 5	56	61 $\pm$ 8	287	55 $\pm$ 11	54	50 $\pm$ 7	73
5- 9 Flå-Flakksvann	57 $\pm$ 8	81	52 $\pm$ 7	108	48 $\pm$ 5	185	60 $\pm$ 5	128	44 $\pm$ 5	164
10-14 Flakksvann-Boen	55 $\pm$ 5	194	52 $\pm$ 6	263	50 $\pm$ 6	206	59 $\pm$ 7	136	47 $\pm$ 6	255
1-14 Tovdalselva	56 $\pm$ 7	318	52 $\pm$ 6	427	54 $\pm$ 9	678	59 $\pm$ 8	318	46 $\pm$ 6	492

påvist i de to neste årene. En vet foreløpig ikke hvor stor en slik metallakkumulering må være for at den skal ha negative effekter på individ- eller populasjonsnivå. Det er likevel antatt at all metallakkumulering i epitelet som blir påvist med histokjemiske metoder er et uttrykk for eksponering for en suboptimal vannkvalitet.

Ørretungene varierte i størrelse fra 31 til 250 mm i begynnelsen av august 1999 (**figur 3.4**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 46 mm som er lavere enn alle tidligere år. Det var lavere tilvekst i hele vassdraget, men relativt små vekstforskjeller innad i vassdraget (**tabell 3.4**).

Lengden av ett- og to-årige ørretunger var henholdsvis 108 og 163 mm i 1999 (**tabell 3.3**). Ørreten hadde en gjennomsnittlig større lengde enn laksen i 1999, men ørretungene er også normalt større enn laksen før de smoltifiserer. En del av ørreten vil derfor måtte stå tre år på elva før utvandring. Det var imidlertid bare noen ganske få individer i fangsten som var to år i 1999. Begrepet eldre ørretunger omfattet derfor i vesentlig grad ett-årige ørretunger (93 % av materialet). Men det er også stasjonær ørret i vassdraget, og fisk opp til fire år er aldersbestemt tidligere.

#### Andre arter

Det ble fanget ål i lite antall på bare to av stasjonene i 1999; et resultatet som er sammenlignbart med de tidligere årene. I tillegg ble det fanget nøye på en av stasjonene i nedre del slik det også ble gjort i 1995-1997. Tidligere er det fanget bekkerøye i 1996 og trepigget stingsild på to stasjoner mellom Flakksvatn og Boen i 1997 og 1998.

## 3.2 Innlandsfisk

**Forfatter: T. Nøst (NINA)**

Medarbeider: H. M. Berger og L. Fløystad

### 3.2.1. Innledning

Formålet med innlandsfiskeundersøkelsene er å studere eventuelle bestandsendringer hos de ulike fiskeartene etter kalkingen. I 1995 og 1996, dvs. før kalkingsplanen ble iverksatt, ble ialt 17 lokaliteter undersøkt (Nøst 1997, 1998a). Et utvalg lokaliteter (5) er fulgt videre med undersøkelser i 1997 og 1998 (Nøst 1998b, 1999). I 1999 ble 3 lokaliteter undersøkt.

### 3.2.2. Materiale og metoder

Prøvefiske ble gjennomført i perioden 7.-10. september i Mjåvassfjorden, Nordre Herefossfjord og Gauslåfjorden (**figur 1.3, vedlegg B.3**). I alle lokaliteter ble det benyttet bunngarn av type Nordisk oversiktgarn, og i Gauslåfjorden og Nordre Herefossfjord ble det også benyttet flytegarn (1 serie standard SNSF) (for metodikk jfr. Nøst 1999). Fangstutbyttet blir uttrykt som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt. Et omfattende stasjonsnett ble lagt for alle tre lokalitetene i 1995/96 (Nøst 1997, 1998a). Et representativt utvalg av stasjonene (2-3) ble prøvefisket i 1999, og antall garn benyttet i hver lokalitet var 10-11. Følgene dybdenivåer ble prøvefisket i alle 3 lokaliteter; 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m og 12-20 m. I Nordre Herefossfjord ble det i tillegg fisket på dypene 20-35 m og 35-50 m. I Gauslåfjorden ble det også prøvefisket i dybdenivået 20-35 m.

### 3.2.3 Resultater og diskusjon

#### Mjåvassfjorden

Før kalking var Mjåvassfjorden et marginalt område for fisk, og innsjøen ble betegnet som fisketom på 1970-tallet (SNSF 1977). Prøvefiske i 1995 viste at abbor var kommet tilbake, men både mengde og alderssammensetning (bare 0+) tydet på at det fremdeles var for dårlig vannkvalitet (Nøst 1998a). Ørret var forsvunnet og det var etablert ved utsettinger en tynn bestand av bekkerøye. Materialet fra prøvefiske i Mjåvassfjorden i 1999 bestod av 539 abbor, 8 ørret og 3 bekkerøyer.

**Figur 3.5** viser utviklingen i fangstutbyttet av abbor på ulike dybdenivåer i perioden 1995 til 1999. Abbor ble påvist ned til 20 m med de høyeste tetthetene i gruntområdene. Kalking i 1996 resulterte i en markert økning i fangstutbyttet av abbor i 1997 og en ytterligere økning i 1998. Resultatene fra prøvefiske i 1999 viser ny markert økning i tettheten av abbor. Fangstutbyttet i 1999 lå 2-3 ganger høyere enn i 1998. I dybdenivåene 0-3 m og 3-6 m ble det i 1999 beregnet tetthet på h.h.v. 198 og 166 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal, noe som er svært høye tettheter. Abborfangsten bestod i hovedsak av en jevn representasjon av

aldergruppene 0+, 1+ og 2+. Dette gjenspeiles i lengdefordelingen med tre klart atskilte lengdegrupper (**figur 3.8.**). Tilslaget av nye rekrutter (klekt i 1999) var på samme nivå som i 1998 (ca. 30 %), samtidig som både 1996 og 1997-årsklassene var sterke. Det ble i tillegg fanget fisk i aldergruppene 3+ og 4+. Fangstene av abbor i 1999 var dominert av individer med vekt under 30 g, men innslaget av fisk omkring 100 g var også stort (**figur 3.8**). Gjennomsnittsvakta av abbor i 1999 (39 g) var lavere enn i 1998 (62 g) og 1997 (49 g).

Foruten abbor ble det i Mjåvassfjorden påvist lave tettheter av bekkerøye og ørret i 1999. Ørret ble ikke fanget under prøvefiske i 1995 og 1997 (Nøst 1998 a,b), men et fåtall individer ble fanget i 1998 (Nøst 1999). Antall ørret fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal var omkring 2 i 1999 og omkring 1 i 1998. Dette indikerer at ørreten er i ferd med å etablere seg i Mjåvassfjorden. Tettheten av bekkerøye har ligget mellom 1 og 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal i perioden 1995-99.

#### Nordre Herefossfjord

Opprinnelige fiskearter i Herefossfjorden er ørret, abbor, sik og lagesild. Før 1970 hadde innsjøen en tett bestand av lagesild. I løpet av 1970-årene forsvant lagesilda og abbor, mens sikbestanden var fortsatt relativ stor (Saltveit 1977, Kleiven 1997). Senere forsvant også siken (ca. 1985), mens ørreten har overlevd. Abbor kom tilbake igjen i siste halvdel av 1980-tallet, men bestanden har vært tynn fram til kalkingstiltaket i 1996 (Kleiven 1997, Nøst 1998a). Under prøvefiske i 1995, dvs. før kalking, ble det bare påvist ørret og abbor i tillegg til utsatt bekkerøye (Nøst 1998a).

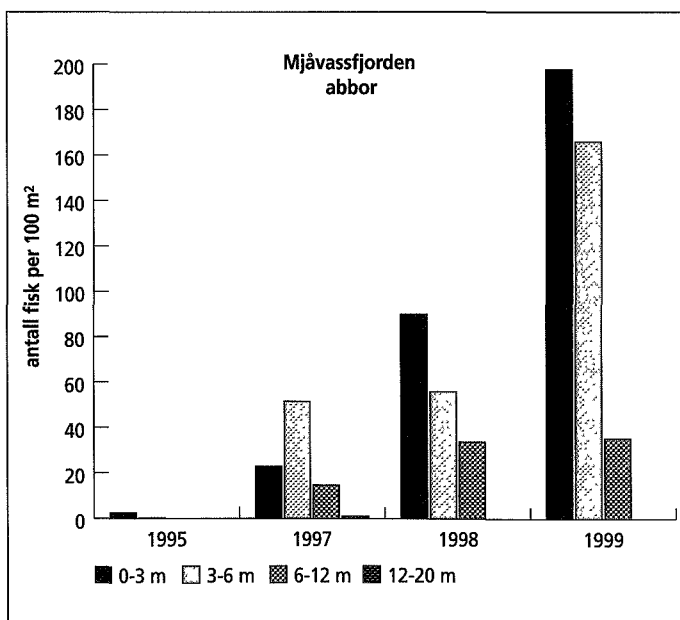
I Herefossfjorden har det skjedd en markert endring i fiskesamfunnet i perioden 1995-97, som en respons på kalkingen (Nøst 1998b). Særlig er dette utpreget for Nordre Herefossfjord hvor abbor har hatt en betydelig økning i tettheten i denne perioden (**figur 3.6**). Meget høye fangstutbytter av abbor (omkring 100 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal) ble påvist i 1997 på dybdenivåene 0-3 m, 3-6 m og 6-12 m. Tilsvarende fangster ble også påvist både

i 1998 og 1999, dog med en betydelig reduksjon i tettheten i dybdenivået 6-12 m. Fangstutbyttet på de ulike dybder var så og si identiske i 1998 og 1999. I perioden 1995-98 var flytegarfangstene av abbor lave, men økende til omkring 5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal i 1998. I 1999 var det en markert økning i flytegarfangsten av abbor med beregnet fangstutbytte på 33 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal.

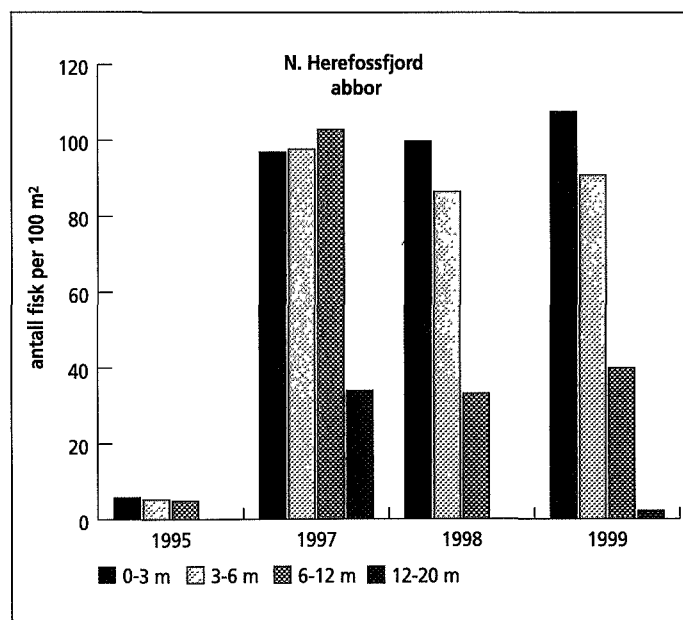
Høy overlevelse av rekrutter (0+) født i 1996 er årsak til populasjonsøkningen i 1997. Samme sterke årsklasse dominerte også fangstene i 1998 og 1999. Det er svært få nye rekrutter representert i fangstene både i 1998 og 1999. Lengde og vekt av abbor i fangstene i 1999 varierte lite omkring gjennomsnittsverdiene på h.h.v. 15 cm og 40 g (**figur 3.8**). Til sammen ble det fanget 325 abbor på bunngarn og flytegar i 1999.

I 1999 har Nedre Tovdal Fiskelag drevet forsøk med utfisking av abbor ved hjelp av ruser plassert i Nordre Herefossfjord. Hensikten med utfiskingen er å desimere abborbestanden for å skape bedre vekstvilkår for restbestanden. I alt omkring 13 000 abbor ble tatt på ruser i 1999, hovedmengden i mai og juni (P. Borgestader pers. medd.). Disse individene hadde en gjennomsnittsvekt på 37 g, og bare omkring 5 % av individene veide mer enn 50 g. Dette bekrefter at det er i første rekke den sterke 1996-årsklassen som det kan fiskes på. 1996-årsklassen har imidlertid ikke økt i vekt fra 1998 til 1999 noe som viser at mattilgangen nå er begrenset. Økning i flytegarfangstene i 1999 tyder også på at en større del av abborbestanden utnytter næring (dyreplankton) i pelagialen.

I Nordre Herefossfjord ble det i 1999 påvist lave tettheter av sik både på bunngarn (1-4 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal) og flytegar (3 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal). Resultatene indikerer likevel en svak positiv utvikling for siken etter at arten kom inn i fangstene i 1997 (Nøst 1998b, 1999). Til sammen ble det fanget 16 sik i 1999.



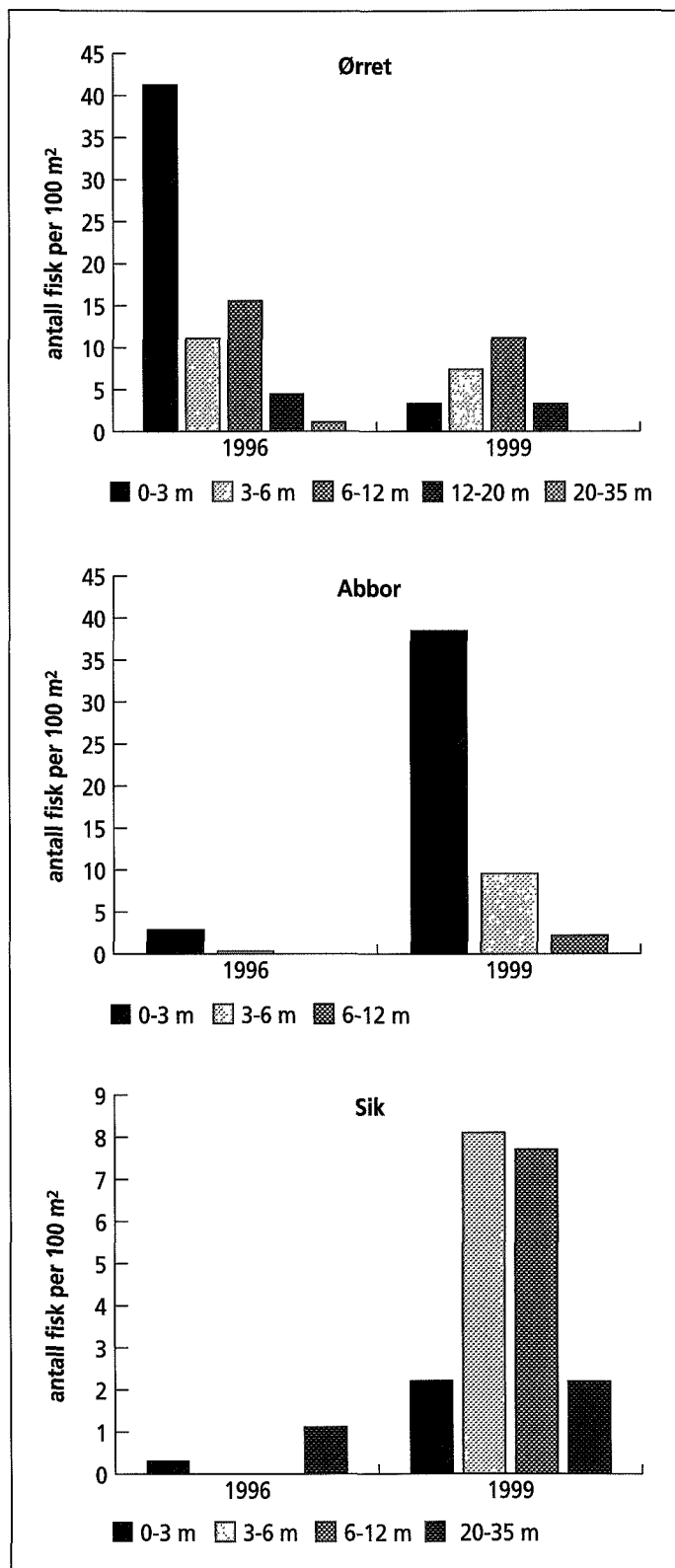
**Figur 3.5.** Fangst per 100 m<sup>2</sup> garnareal av abbor på ulike dyp i Mjåvassfjorden i perioden 1995-1999.



**Figur 3.6.** Fangst per 100 m<sup>2</sup> garnareal av abbor på ulike dyp i Nordre Herefossfjord i perioden 1995-1999.



Resultatene fra prøvefisket i 1999 viser at ørreten fremdeles har problemer med å etablere en god bestand. Tetthetene av ørret på bunngarn og flytegarn var 2-3 fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal. Tilsvarende nivåer ble også påvist i 1998 (Nøst 1999). Bunngarnfangstene i 1995 og 1997 lå noe høyere (4-6 fisk per 100 m<sup>2</sup> garnareal) (Nøst 1998a,b). Det ble i 1999 fanget totalt 10 ørret. I 1999 ble det ikke fanget bekkerøye i Nordre Herefossfjord, noe som bekrefter at bestanden nå er på vei ut.



Figur 3.7. Fangst per 100 m<sup>2</sup> garnareal av ørret, abbor og sik på ulike dyp i Gauslåfjorden i 1996 og 1999.

### Gauslåfjorden

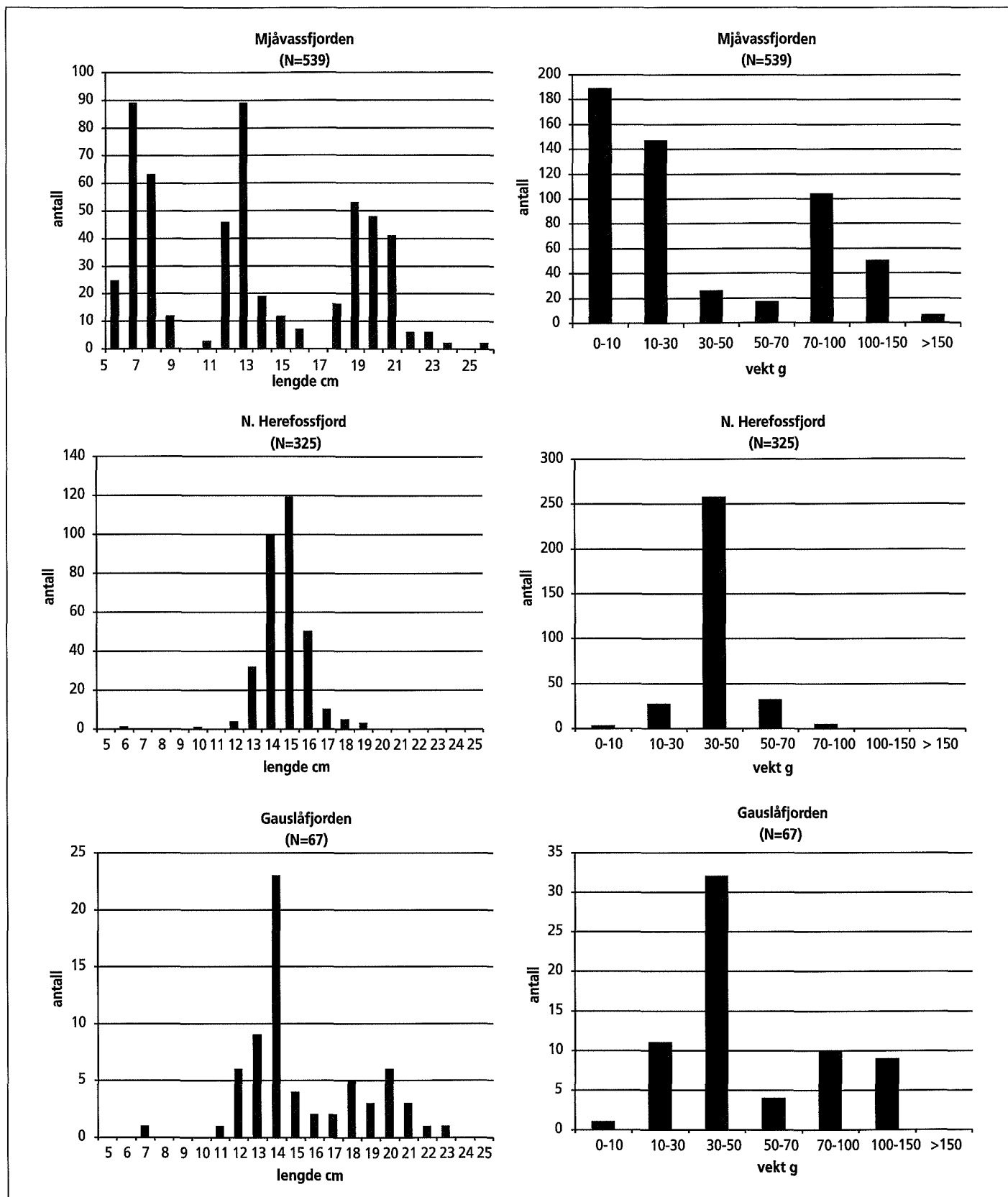
Fiskebiologiske undersøkelser er tidligere utført i Gauslåfjorden i 1969 (Haabesland 1972), i 1977 (Saltveit 1977).

Både ørret og sik hadde relativt gode bestander, men for siken tydet resultatene på at det var sviktende rekruttering. Abborbestanden var svært tynn.

Undersøkelsene i 1996 (før kalking) (Nøst 1997) bekreftet at sikbestanden har hatt en klar negativ utvikling på 1980- og 1990-tallet. Kun to sik (14 og 22 år gamle) ble fanget i 1996. 1999 er det første året med prøvefiske i Gauslåfjorden etter kalkingen, og resultatene viste en økning i fangstutbyttet av sik på bunngarn med tyngdepunkt på dybdenivåene 3-6 og 6-12 m (ca. 8 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal) (figur 3.7). Flytegarnfangstene i 1999 var derimot svært lave for siken (0,6 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal). Alderssammensetningen med dominans av yngre aldersgrupper (1+, 2+ og 3+) tyder på at sikbestanden er i ferd med å bygge seg opp etter kalkingen.

I 1996 var ørret den klart dominerende fiskeart i Gauslåfjorden, og fangstene var relativt høye i gruntområdene (41 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal) (figur 3.7). I 1999 ble det registrert en betydelig reduksjon i beregnet fangstutbytte av ørret i dybdenivået 0-3 m (3 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal). Samtidig ble det motsatte registrert for abbor hvor fangstutbyttet i dette dybdeområdet økte fra 3 fisk pr.100 m<sup>2</sup> garnareal i 1996 til 38 i 1999. Ørret dominerte derimot i flytegarnfangstene (10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal), noe som tyder på at en stor del av ørretbestanden nå går pelagisk som en følge av økt konkurranse fra abbor i gruntområdene. Abbor ble ikke påvist på flytegarn. For ørret var aldersgruppene 1+ til 6+ representert, med klar dominans av 3+ og 4+. Tilsvarende aldersfordeling var også typisk i 1970-årene og i 1996 (Saltveit 1997, Nøst 1997). Abbor ble dominert av aldersgruppene 2+, 3+ og 4+. Det ble fanget svært få rekrutter (0+) av abbor. Lengde- og vektfordeling av abbor viser at individer omkring 13-14 cm med vekt 30-50 g dominerte (figur 3.8), men større individer opptil omkring 20 cm og 100 g var også godt representert.

Under prøvefisket i 1999 ble det totalt fanget 73 ørret, 67 abbor, 27 sik og en bekkerøye.



Figur 3.8. Lengde- og vektfordeling av abborrfangstene i Mjåvassfjorden, Nordre Herefossfjord og Gauslåfjorden.

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### Vannkjemisk måloppnåelse.

Vannkvaliteten var uakseptabel i Uldalsgreina gjennom meste-parten av 1999. Dette skyldes at kalkdosererne i Skjeggedal og ved Klepsland ikke har gått etter forutsetningene, men også at Klepslanddosereren er plassert for høyt oppe i sidevassdraget. I Tovdalsgreina har vannkvaliteten langt på vei vært akseptabel. Siden vannkvalitetsmålet på anadrom strekning har vært lavere i 1997-1999 (pH 5.8-6.0) enn det en vil forvente når det er smolt i vassdraget (pH 6.0-6.2 fra 2000), har sviktende dosering i Uldalsgreina ikke hatt noen betydning for de nedre deler. Men med økt behov for kalk vil belastningen på anlegget ved Søre Herefoss kunne bli for stor hvis kalkingen i øvre del er for liten, og det vil også være mer kritisk ved driftsforstyrrelser. Det er også et mål å forbedre leve- og reproduksjonsmulighetene for innlandsfisk og andre forsuringfølsomme organismer høyere oppe i vassdraget. Derfor er sviktende dosering uansett et problem som må løses.

### Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak.

Selv om sviktende kalking ikke har hatt avgjørende betydning for vannkvalitetsmålet på anadrom strekning, er det grunn til å stramme inn driften av dosererne i Uldalsgreina. Dette gjelder Skjeggedals- og Klepslanddosereren. Det er etablert et prosjekt der en skal foreslå endringer i drift og kalkingsstrategi i Uldalsgreina. Driftskontrollen, som nå er etablert, vil også gjøre det mulig å forbedre kalkingen og dermed nå et høyere vannkvalitetsmål i 1999. Det vil trolig være en forutsetning for å få vellykket reetablering av laks i vassdraget. Rekalkingen av Ogge i 1999 gjør det unødvendig med kalking i 2000, og kanskje også i 2001, men det vil resultatene fra 2000 vise.

### Anadrom fisk

Ungfiskundersøkelser på begynnelsen av 1980-tallet, og undersøkelser i 1995 og 1996 påviste ikke laksunger i noen del av hovedvassdraget. I 1997-1999 ble det derimot fanget laksyngel på enkelte av stasjonene i nedre del av vassdraget, og dette var første påviste rekruttering på mange år i vassdraget. Det ble ikke fanget eldre laksunger i Tovdalselva før i 1998. Da ble det gjenfanget ett-årige laksunger som ble satt ut i området nedenfor Herefossfjorden i september 1997, og villfisk på to stasjoner i nedre del. I 1999 ble det bare fanget villfisk i lite antall på strekningen mellom Boen og Flakksvatn. Med smoltalder på to år og et opphold i sjøen på en vinter vil den første smålaksen som har vokst opp i Tovdalselva etter kalking komme tilbake i løpet av høsten 2000. Det skal samtidig foretas utbedringer som skal lette oppgangen for laks i Boenfossen, og høsten 1999 ble det fanget 29 laks som senere ble sluppet ut ovenfor vandringshinderet. Det er derfor forventninger om at både utbredelse og tetthet av laksyngel kan øke fra 2000 og 2001.

Det har vært en observerbar økning i antall ørretunger i Tovdalselva fra begynnelsen av 1980-tallet og fram til midten av 1990-tallet. Dette kan komme av den generelle bedringen i vannkvalitet som man så i vassdraget fra tiden rundt 1990. Det har likevel vært en ytterligere økning i tettheten av ørretyngel i 1997-1999 som indikerer en raskere reetablering av ørret i vassdraget etter kalking. Forventningen vil være at antall ørret fortsatt skal øke i årene framover.

Histologiske undersøkelser påviste betydelig metallakkumulering både på gjelleoverflaten og i gjellevevet til ørret i Tovdalselva i 1995 og 1996. Dette indikerte en suboptimal vannkvalitet i vassdraget før kalking. Resultatene fra 1997-1999 viste at det ikke lenger var metallakkumulering på gjelleoverflaten. Tendensen etter kalking er påvisning av mindre mengder metaller også i gjelleepitelet fra år til år i hele vassdraget. Dette indikerer en bedre vannkemi og bedre overlevelsesmulighet for ungfisken. Det ble bare undersøkt laks i 1998 og 1999 da eldre laksunger ikke ble påvist tidligere. For strekningen Boen-Flakksvatn synes det å være en reduksjon i mengde påvist i epitelet fra 1998 til 1999. Men i motsetning til hos ørret er det fortsatt noen laksunger som har en svak metallakkumulering i gjelleepitelet.

### Vurdering innlandsfisk

Kalkingen i 1996 har medført en markert bestandsøkning hos abbor. Erfaringene så langt tyder på at flere lokaliteter er i ferd med å bli karakterisert som svært tette og hvor konkurranse om næring fører til dårligere vekst og kvalitet på fisken. Et generelt trekk synes å være at en eller et fåtall aldersklasser dominerer.

I Nordre Herefossfjord er tettheten av den dominerende årsklassen (1996) hos abbor så stor at dette synes å virke dempende på tilgangen av nye rekrutter. I 1999 ble ca. 13 000 individer av abbor fanget ved hjelp av ruser. Utfisking vil kunne være et viktig bidrag til å bedre betingelsene for abboren, men en tett abborbestand med en skjev aldersfordeling vil nødvendigvis fremdeles kreve betydelig innsats å regulere. Det anbefales at utfisking gjentas i år 2000. For å oppnå bedre balanse i bestanden vil det være avgjørende om en større andel av individene kommer opp i en kroppsstørrelse hvor de kan fungere som "regulatorer" gjennom å være fiskespisere. Manipulering av bestanden ved for eksempel utfisking vil kunne raskere føre til en bestand som gir grunnlag for en mer variert alderssammensetning. Det anbefales at større individer slippes ut under rusefisket. I Mjåvassfjorden viste resultatene fra 1999 at det har skjedd en ny markert økning i abborbestanden fra 1998, og rekrutteringen er fremdeles høy. Flere individer ble registrert som fiskespisere, men bestandstettheten er nå så høy at det er uvisst i hvilken grad disse "regulatoren" vil kunne styre bestandsutviklingen de nærmeste årene. Med en forventet stabilitet i vannkvaliteten vil den videre utviklingen av abborbestanden i Mjåvassfjorden og i Nordre Herefossfjord bestemmes av konkurransen om matresursene mellom ulike størrelsesgrupper av fisk. Ørretbestandene er fortsatt tynne og ørreten ser ut til å tape i konkurransen med abbor om mattilgangen i gruntområdene.

Resultatene i Gauslåfjorden i 1999 tyder på at abboren også her har etablert en tett bestand, men ikke i så stor grad som i Mjåvassfjorden og Nordre Herefossfjord. En økning i fangstbytte av abbor i gruntområdene ble fulgt av en tilsvarende reduksjon hos ørret. Abboren synes å være mer konkurransedyktig om matresursene i gruntvannssonen, og ørreten tvinges i større grad til å utnytte den mindre attraktive pelagialsonen. Ørret var før kalking den klart dominerende art i Gauslåfjorden, men dersom utviklingen vedvarer med en sterk abborbestand vil ørret kunne få en videre negativ utvikling etter kalkingen.

I Nordre Herefossfjord ble det i 1999 påvist lave tettheter av sik. Resultatene indikerer likevel en svak positiv utvikling for siken etter at arten kom inn i fangstene fra 1997. Siken har sannsyn-

ligvis vandret ned fra Gauslåfjorden, som i 1996 hadde en tynn bestand av arten. I 1999 lå fangsutbyttet av sik i Gauslåfjorden noe høyere enn i Nordre Herefossfjord, og alderssammensetningen tyder på at sikbestanden også i Gauslåfjorden er i ferd med å bygge seg opp etter kalkingen.

## 5 Referanser

- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och öring - synpunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Herefoss, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Hindar, A. 1991. Kalkingsplan for Tovdalsvassdraget. O-91032, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 31 s.
- Haabesland, K.K. 1972. Alders- og tilvekstforhold hos ørret (*Salmo trutta L.*) i et overbefolket sørlandsvassdrag. Upubl. Hovedfagsoppgave, Universitetet i Trondheim. 1-87.
- Kleiven, E. 1997. *Tap og rekolonisering av ulike fiskearter i Herefossfjorden, Tovdalsvassdraget, i perioden 1970-1996.* - NIVA Rapport LNR 3724-97: 1-21.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestandar i lakseførende vassdrag. - NINA-Fagrapport 36: 1-76.
- Larsen, B.M. 1997. Tovdalsvassdraget. 3 Anadrom fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1: 66.
- Larsen, B.M. 1998a. Tovdalsvassdraget. 3 Anadrom fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1: 52-53.
- Larsen, B.M. 1998b. Tovdalsvassdraget. 3 Anadrom fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-notat 1998-3: 85-87.
- Larsen, B.M. 1999. Tovdalsvassdraget. 3.1 Anadrom fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-notat 1999-4: 88-91.
- Nøst, T. 1997. Tovdalsvassdraget. - Innlandsfisk. i: Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1: 67-68.
- Nøst, T. 1998a. Tovdalsvassdraget. - Innlandsfisk. i: Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1: 53-55.
- Nøst, T. 1998b. Tovdalsvassdraget. - Innlandsfisk. i: Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-notat 1998-3: 87-89.
- Nøst, T. 1999. Tovdalsvassdraget. - Innlandsfisk. i: Direktoratet for naturforvaltning. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-notat 1999-4: 91-94.
- Saltveit, S.J. 1977. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del II: Gauslåfjorden, Herefossfjorden, Ogge og Flakksvatn. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo, 33: 1-34.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del IV. En vurdering av den lakseførende del av Tovdalsleva - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 64: 1-27.
- SNSF. 1977. Sur nedbør og noen alternative kilder som årsak til forsuring av vassdrag. - SNSF-prosjekt, rapport, 156s.

# Primærdata - vannkjemi 1999

## Vedlegg A.1

Stasjon	Nr	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	Tot N µg/l	Tot P µg/l	ANC µekv/l
Boen Bruk	1	15/01/99	5.84	1.56	0.050	21	142	112	30	4.3	2.63	0.35	2.22	0.27	3.5	3.0	255	515	6	31
Boen Bruk	1	15/03/99	6.18	1.76	0.066	38	112	95	17	3.3	2.45	0.30	1.77	0.23	3.0	2.7	195	565	5	41
Boen Bruk	1	15/04/99	5.98	1.53	0.052	23	134	112	22	3.8	1.98	0.26	1.47	0.24	2.2	2.5	185	390	5	41
Boen Bruk	1	18/05/99	6.39	1.54	0.066	38	87	68	19	3.8	1.88	0.22	1.24	0.27	1.9	2.2	142	475	6	46
Boen Bruk	1	15/06/99	6.24	1.43	0.059	30	96	87	9	4.0	1.70	0.21	1.13	0.20	1.6	2.0	110	320	5	48
Boen Bruk	1	16/08/99	6.43	1.61	0.069	41	56	47	9	3.5	1.91	0.25	1.28	0.25	1.8	2.3	110	355	6	57
Boen Bruk	1	19/10/99	6.11	1.51	0.060	31	120	110	10	5.5	1.84	0.23	1.23	0.29	1.8	2.2	103	415	4	51
Boen Bruk	1	15/11/99	6.08	1.51	0.064	36	115	104	11	4.9	1.97	0.25	1.33	0.28	2.0	2.5	144	445	6	42
Boen Bruk	1	15/12/99	6.18	1.61	0.058	29	132	116	16	4.4	2.14	0.27	1.46	0.27	2.6	2.5	175	465	4	35
Herefossfj.ut	2	22/01/99	5.38	1.18	0.036	5	163	118	45	4.8	2.10	0.28	1.58	0.19	2.4	2.7	195	380	4	18
Herefossfj.ut	2	16/03/99	5.68	1.28	0.044	14	139	106	33	3.2	1.93	0.24	1.40	0.17	2.3	2.4	160	305	3	23
Herefossfj.ut	2	05/04/99	5.69	1.22	0.038	8	154	107	47	3.4	2.00	0.26	1.40	0.21	2.3	2.7	195	375	4	14
Herefossfj.ut	2	16/04/99	5.85	1.66	0.051	22	148	111	37	3.6	2.11	0.27	1.28	0.26	1.8	3.2	225	405	4	34
Herefossfj.ut	2	03/05/99	5.87	1.26	0.049	20	104	88	16	3.4	1.60	0.20	1.06	0.19	1.6	1.9	134	310	7	36
Herefossfj.ut	2	18/05/99	5.86	1.13	0.045	15	99	77	22	3.2	1.48	0.19	1.06	0.20	1.4	1.8	123	270	3	38
Herefossfj.ut	2	02/06/99	6.11	1.05	0.049	20	82	67	15	2.9	1.42	0.15	0.86	0.16	1.3	1.8	95	235	3	25
Herefossfj.ut	2	15/06/99	5.85	1.18	0.047	18	105	90	15	4.0	1.45	0.18	0.97	0.17	1.6	1.9	91	295	7	29
Herefossfj.ut	2	14/09/99	6.12	1.24	0.061	32	68	59	9	3.9	1.46	0.20	0.95	0.17	1.2	1.9	62	290	5	46
Herefossfj.ut	2	15/10/99	5.91	1.48	0.052	23	130	114	16	5.4	1.76	0.21	1.03	0.24	1.5	2.4	85	315	4	44
Herefossfj.ut	2	15/11/99	5.81	1.29	0.047	18	130	107	23	4.5	1.72	0.21	1.13	0.21	1.7	2.3	120	310	4	32
Herefossfj.ut	2	15/12/99	5.94	1.46	0.050	21	139	125	14	4.2	1.87	0.23	1.20	0.19	2.0	2.4	150	330	3	32
Herefossfj.inn	3	22/01/99	5.64	1.28	0.041	11	137	109	28	3.5										
Herefossfj.inn	3	16/03/99	5.87	1.25	0.048	19	129	100	29	2.8										
Herefossfj.inn	3	05/04/99	5.70	1.07	0.038	8	145	103	42	3.2										
Herefossfj.inn	3	16/04/99	6.02	1.42	0.060	31	122	101	21	3.4										
Herefossfj.inn	3	03/05/99	6.06	1.13	0.054	25	92	79	13	3.2										
Herefossfj.inn	3	18/05/99	6.04	1.24	0.050	21	99	80	19	3.0										
Herefossfj.inn	3	02/06/99	6.20	1.06	0.053	24	77	63	14	2.5										
Herefossfj.inn	3	15/06/99	5.98	1.19	0.050	21	106	91	15	4.1										
Herefossfj.inn	3	14/09/99	6.56	1.51	0.075	47	53	47	6	3.1										
Herefossfj.inn	3	15/10/99	5.95	1.19	0.050	21	110	95	15	4.2										
Herefossfj.inn	3	15/11/99	5.91	1.24	0.052	23	126	110	16	3.9										
Herefossfj.inn	3	15/12/99	5.99	1.51	0.056	27	132	120	12	3.8										

Stasjon	Nr	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	Tot N µg/l	Tot P µg/l	ANC µekv/l
Tveitvatn ut	4	22/01/99	5.11	0.71	0.027	-5	157	83	74	3.2	1.68	0.21	1.07	0.15	1.6	2.3	170	305	3	-2
Tveitvatn ut	4	16/03/99	5.38	0.79	0.036	5	128	64	64	2.4	1.44	0.17	0.93	0.12	1.4	2.0	148	285	2	5
Tveitvatn ut	4	05/04/99	5.15	0.64	0.027	-5	166	81	85	2.8	1.67	0.20	1.04	0.18	1.5	2.2	200	355	3	-4
Tveitvatn ut	4	16/04/99	5.13	0.52	0.028	-4	147	79	68	3.0	1.43	0.15	0.85	0.14	1.2	1.9	131	270	4	-4
Tveitvatn ut	4	03/05/99	5.23	0.51	0.029	-3	126	68	58	2.9	1.25	0.14	0.77	0.12	1.1	1.5	109	245	2	4
Tveitvatn ut	4	18/05/99	5.29	0.53	0.030	-2	115	53	62	2.7	1.21	0.14	0.77	0.13	1.0	1.6	100	230	3	6
Tveitvatn ut	4	02/06/99	5.43	0.52	0.032	0	94	48	46	2.3	1.10	0.11	0.65	0.10	0.9	1.5	91	200	2	3
Tveitvatn ut	4	15/06/99	5.22	0.51	0.030	-2	127	77	50	3.5	1.16	0.12	0.69	0.11	1.2	1.6	75	225	3	-4
Tveitvatn ut	4	14/09/99	5.54	0.61	0.036	5	80	47	33	2.7	1.08	0.15	0.69	0.13	0.9	1.6	75	235	3	12
Tveitvatn ut	4	15/10/99	5.29	0.57	0.034	3	124	73	51	3.5	1.20	0.14	0.71	0.15	1.0	1.7	83	230	3	5
Tveitvatn ut	4	15/11/99	5.20	0.55	0.030	-2	135	78	57	3.2	1.31	0.15	0.76	0.13	1.1	1.8	113	260	2	0
Tveitvatn ut	4	15/12/99	5.25	0.64	0.030	-2	130	76	54	3.0	1.38	0.17	0.84	0.13	1.2	1.9	127	260	2	3
Uldal	5	22/01/99	5.06	1.07	0.027	-5	177	111	66	4.0										
Uldal	5	16/03/99	5.76	1.17	0.044	14	146	112	34	3.0										
Uldal	5	05/04/99	5.14	0.84	0.028	-4	178	100	78	3.4										
Uldal	5	16/04/99	5.17	0.84	0.031	-1	153	96	57	3.5										
Uldal	5	03/05/99	5.45	0.80	0.036	5	122	83	39	3.2										
Uldal	5	18/05/99	5.58	0.94	0.038	8	112	76	36	3.3										
Uldal	5	02/06/99	5.68	0.98	0.041	11	84	63	21	3.1										
Uldal	5	15/06/99	5.41	0.87	0.037	6	127	98	29	4.2										
Uldal	5	14/09/99	5.96	1.10	0.048	19	73	63	10	3.4										
Uldal	5	15/10/99	5.52	1.01	0.041	11	140	108	32	4.9										
Uldal	5	15/11/99	5.59	1.08	0.039	9	130	108	22	4.3										
Uldal	5	15/12/99	5.48	1.08	0.037	6	147	113	34	4.0										
Skjeggedal nedstr.	6	22/01/99	6.03	1.49	0.052	23	160	154	6	3.1										
Skjeggedal nedstr.	6	16/03/99	6.27	1.60	0.061	32	150	136	14	2.6										
Skjeggedal nedstr.	6	05/04/99	5.50	1.07	0.035	4	167	106	61	2.9										
Skjeggedal nedstr.	6	16/04/99	5.24	0.74	0.033	2	154	97	57	3.0										
Skjeggedal nedstr.	6	03/05/99	5.38	0.66	0.035	4	132	84	48	2.9										
Skjeggedal nedstr.	6	18/05/99	5.22	0.56	0.029	-3	136	63	73	2.5										
Skjeggedal nedstr.	6	02/06/99	5.57	0.78	0.036	5	77	55	22	2.4										
Skjeggedal nedstr.	6	15/06/99	5.20	0.64	0.029	-3	139	91	48	3.7										
Skjeggedal nedstr.	6	14/09/99	5.49	0.71	0.037	6	99	62	37	3.1										
Skjeggedal nedstr.	6	15/10/99	5.07	0.52	0.028	-4	168	95	73	4.1										
Skjeggedal nedstr.	6	15/11/99	5.27	0.78	0.032	0	158	106	52	3.7										
Skjeggedal nedstr.	6	15/12/99	4.99	0.60	0.024	-8	182	99	83	3.3										
Skjeggedal oppstr.	7	22/01/99	4.73	0.48	0.012	-20	220	105	115	3.3	2.22	0.22	1.37	0.13	2.4	2.3	170	290	3	-23
Skjeggedal oppstr.	7	16/03/99	5.09	0.57	0.028	-4	183	73	110	2.3	1.82	0.21	1.29	0.11	1.9	2.4	175	285	<1.00	-11
Skjeggedal oppstr.	7	05/04/99	4.75	0.44	0.014	-18	210	88	122	3.0	2.06	0.18	1.15	0.17	1.6	2.4	210	340	2	-19
Skjeggedal oppstr.	7	16/04/99	4.88	0.44	0.020	-12	178	87	91	2.8	1.64	0.14	0.95	0.13	1.3	2.0	117	245	2	-9
Skjeggedal oppstr.	7	03/05/99	4.96	0.29	0.022	-10	156	84	72	2.9	1.39	0.13	0.83	0.11	1.1	1.7	105	230	3	-10
Skjeggedal oppstr.	7	18/05/99	5.04	0.38	0.024	-8	151	64	87	2.7	1.33	0.13	0.85	0.12	1.1	1.7	85	200	2	-3

Stasjon	Nr	Dato	pH	Ca mg/l	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO3 µg/l	Tot N µg/l	Tot P µg/l	ANC µekv/l
Skjeggedal oppstr.	7	02/06/99	5.07	0.41	0.026	-6	125	45	80	2.3	1.35	0.12	0.87	0.10	1.2	1.9	95	190	2	-10
Skjeggedal oppstr.	7	15/06/99	4.93	0.39	0.021	-11	150	82	68	3.4	1.38	0.12	0.83	0.09	1.0	1.8	62	200	2	-2
Skjeggedal oppstr.	7	14/09/99	5.24	0.45	0.033	2	117	56	61	2.7	1.23	0.15	0.83	0.10	1.0	1.7	65	235	2	5
Skjeggedal oppstr.	7	15/10/99	5.03	0.39	0.026	-6	166	90	76	3.8	1.44	0.14	0.86	0.12	1.1	1.8	66	225	2	-2
Skjeggedal oppstr.	7	15/11/99	5.00	0.43	0.024	-8	170	75	95	3.2	1.50	0.16	0.93	0.11	1.2	2.1	106	255	2	-7
Skjeggedal oppstr.	7	15/12/99	4.96	0.47	0.022	-10	182	90	92	3.1	1.68	0.18	1.08	0.12	1.6	2.1	133	260	1	-10
Kjærestrom	10	22/01/99	5.66	1.39	0.044	14	155	132	23	4.2										
Kjærestrom	10	16/03/99	6.24	1.79	0.064	36	140	123	17	3.2										
Kjærestrom	10	05/04/99	5.78	1.24	0.041	11	148	114	34	3.3										
Kjærestrom	10	16/04/99	6.09	1.67	0.062	34	140	122	18	3.5										
Kjærestrom	10	03/05/99	6.11	1.39	0.056	27	98	90	8	3.3										
Kjærestrom	10	18/05/99	6.18	1.51	0.059	30	99	84	15	3.1										
Kjærestrom	10	02/06/99	6.28	1.51	0.066	38	88	74	14	3.0										
Kjærestrom	10	15/06/99	5.93	1.27	0.050	21	104	82	22	4.0										
Kjærestrom	10	14/09/99	6.45	1.88	0.087	60	61	58	3	4.2										
Kjærestrom	10	15/10/99	5.91	1.34	0.051	22	134	119	15	5.3										
Kjærestrom	10	15/11/99	5.85	1.32	0.051	22	125	118	7	4.5										
Kjærestrom	10	15/12/99	6.02	1.45	0.054	25	132	121	11	4.2										
Ogge-3m	20	27/05/99	6.35	2.22	0.079	51	91	81	10	4.4										
Ogge-3m	20	29/06/99	5.98	1.66	0.053	24	95	87	8	5.2										
Ogge-3m	20	24/08/99	6.13	1.52	0.057	28	78	69	9	5.0										
Ogge-10m	21	27/05/99	6.35	2.37	0.087	60	92	83	9	4.5										
Ogge-10m	21	29/06/99	6.36	2.48	0.086	59	90	80	10	4.7										
Ogge-10m	21	24/08/99	6.47	2.45	0.092	65	90	83	7	4.5										
Ogge-20m	22	27/05/99	6.36	2.50	0.094	67	95	85	10	4.6										
Ogge-20m	22	29/06/99	6.41	2.51	0.096	69	98	87	11	4.8										
Ogge-20m	22	24/08/99	6.58	2.75	0.104	77	91	83	8	4.5										
Ogge-40m	23	27/05/99	6.41	2.75	0.103	76	94	86	8	4.7										
Ogge-40m	23	29/06/99	6.50	2.80	0.099	72	95	85	10	4.8										
Ogge-40m	23	24/08/99	6.60	2.89	0.110	84	95	86	9	4.7										
Mårvatn	24	05/02/99	4.76	0.77	0.016	-16	188	110	78	3.9	2.57	0.26	1.83	0.28	3.5	2.2	160	340	3	-9
Mårvatn	24	10/02/99	5.95	2.17	0.071	43	166	154	12	7.1	2.50	0.26	1.87	0.24	2.9	2.6	115	370	4	73
Mårvatn	24	03/05/99	6.71	3.00	0.130	104	72	69	3	5.5	2.51	0.21	1.29	0.24	2.0	2.0	64	315	6	127
Mårvatn	24	27/05/99	6.70	2.83	0.128	102	50	44	6	5.7	2.54	0.19	1.35	0.36	2.2	2.1	34	420	6	117
Mårvatn	24	29/06/99	6.42	2.16	0.084	57	96	92	4	7.5	1.95	0.19	1.21	0.19	1.6	1.9	23	360	8	95
Mårvatn	24	24/08/99	6.31	1.96	0.082	55	94	91	3	8.3	1.96	0.22	1.32	0.22	1.8	1.9	20	410	6	87
Mårvatn	24	27/09/99	5.41	1.49	0.044	14	159	143	16	9.6	1.98	0.23	1.36	0.21	1.9	2.2	51	390	4	55
Mårvatn	24	10/11/99	6.47	2.99	0.111	85	132	130	2	8.6	2.63	0.24	1.50	0.24	1.6	1.8	124	465	4	149
Finnlandsvatn	25	05/02/99	4.96	0.78	0.026	-6	205	108	97	4.1	2.53	0.34	2.07	0.23	3.7	2.6	106	320	4	-3
Finnlandsvatn	25	03/05/99	5.81	0.65	0.042	12	95	68	27	3.7	1.67	0.23	1.48	0.22	2.2	2.2	25	305	7	12
Finnlandsvatn	25	27/05/99	5.94	0.74	0.047	18	68	54	14	3.5	1.80	0.22	1.60	0.35	2.4	2.3	5	435	8	18
Finnlandsvatn	25	29/06/99	5.52	0.67	0.036	5	106	67	39	4.5	1.55	0.21	1.32	0.11	1.7	2.2	11	285	7	16
Finnlandsvatn	25	24/08/99	5.61	0.72	0.039	9	86	52	34	4.9	1.68	0.24	1.44	0.16	2.0	2.3	6	355	6	18
Finnlandsvatn	25	10/11/99	5.17	0.76	0.036	5	179	122	57	6.0	2.20	0.27	1.65	0.28	2.3	2.5	114	525	5	14

## Vedlegg B. Primærdata - fisk

Vedlegg B.1. Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Tovdalselva 2.-3.8.99.

St.	Areal m <sup>2</sup>	Fangst				Beregnet tetthet/100 m <sup>2</sup>				Andre arter
		Laks		Ørret		Laks		Ørret		
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	100	0	0	27	6	0	0	31,4	6,1	
2	100	0	0	20	1	0	0	20,9	1,0	
3	105	0	0	23	0	0	0	22,5	0	
4	80	0	0	3	12	0	0	3,8	15,1	
5	150	0	0	76	2	0	0	57,9	1,3	
6	100	0	0	18	1	0	0	19,1	1,1	
7	100	0	0	52	0	0	0	60,7	0	
8	104	0	0	0	3	0	0	0	3,3	
9	105	0	0	18	30	0	0	17,3	29,5	
10	100	0	0	60	4	0	0	70,3	4,0	Ål
11	105	41	1	52	5	40,9	1,1	56,0	4,8	Ål
12	130	5	0	86	1	3,8	0	78,8	0,8	
13	126	0	0	46	0	0	0	44,1	0	Niøye
14	238	55	10	11	3	38,6	7,0	5,3	1,6	
1-14 Gj.sn.	1643	101	11	492	68	7,2±1,1 6,0±13,8	1,2±2,1 0,6±1,6	35,6±2,7 34,9±25,2	4,2±0,2 4,9±7,8	



**B.2.** Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Tovdalselva – lakseførende del - 1995-1999. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet1, tetthet2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet1 og tetthet2 er standardavviket angitt i parentes.

ÅR	1995	1996	1997	1998	1999
Dato	20.-21.8.	5.-7.8.	3.-4.8.	19.-20.8.	2.-3.8.
Ant. stasjoner	14	14	14	14	14
Areal, m <sub>2</sub>	2157	2125	1704	1708	1643
<b>LAKS 0+</b>					
Utbredelse	0	0	14	14	21
Tetthet 1	0	0	8,0(1,2)	2,6(0,3)	7,2(1,1)
Tetthet 2	0	0	3,6(12,9)	1,5(4,6)	6,0(13,8)
Median	0	0	0	0	0
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	0	0	48,5	17,8	40,9
<b>LAKS ≥1+</b>					
Utbredelse	0	0	0	29	14
Tetthet 1	0	0	0	0,6(0,1)	1,2(2,1)
Tetthet 2	0	0	0	0,8(1,6)	0,6(1,6)
Median	0	0	0	0	0
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	0	0	0	5,8	7,0
<b>ØRRET 0+</b>					
Utbredelse	100	100	100	93	93
Tetthet 1	17,6(1,4)	21,6(0,9)	43,6(1,7)	22,9(2,5)	35,6(2,7)
Tetthet 2	21,6(19,4)	23,7(18,1)	49,5(57,6)	21,1(20,8)	34,9(25,2)
Median	12,7	20,5	38,3	15,8	27,0
Min. tetthet	3,8	0,9	5,8	0	0
Max. tetthet	67,2	49,5	237,3	77,7	78,8
<b>ØRRET ≥1+</b>					
Utbredelse	71	86	79	71	79
Tetthet 1	2,1(0,1)	4,5(0,3)	6,1(0,6)	2,8(0,4)	4,2(0,2)
Tetthet 2	3,1(4,2)	5,7(7,2)	5,8(9,7)	3,3(4,4)	4,9(7,8)
Median	1,3	3,0	2,7	1,6	1,5
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	14,5	21,4	37,8	13,4	29,5

**Vedlegg B3. Innlandsfiskelokaliteter i 1999 med oversikt over stasjoenr, antall garn benyttet, dybdeintervaller og antall fisk av hver art fanget på bunngarn (Nordisk serie) og flytegarn (SNSF-serie).**

lok.	antall stasjoner	antall garn (Nordisk serie)	dybdeintervall (m)	Antall abbor	Antall ørret	Antall sik	Antall bekkerøye
Gauslåfjorden	3	10	0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35	67	41	25	1
Mjåvassfjorden	3	11	0-3, 3-6, 6-12, 12-20	539	8	-	3
Nordre Herefossfjord	2	10	0-3, 3-6, 6-12, 12-20, 20-35, 35-50	217	3	6	-

lok.	antall stasjoner	antall garn (flytegarn-SNSF)	dybdeintervall (m)	Antall abbor	Antall ørret	Antall sik	Antall bekkerøye
Gauslåfjorden	1	1	0-6	-	32	2	-
Nordre Herefossfjord	1	1	0-6	108	7	10	-

# MANDALSVASSDRAGET

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA

## Innhold

<b>1 Innledning</b> .....	123
Områdebeskrivelse .....	123
Kalkingsstrategi.....	123
Kalking 1999.....	123
Hydrologi 1999 .....	123
Stasjonsoversikt.....	125
Metodikk .....	125
<b>2 Vannkjemi</b> .....	126
<b>3 Fisk</b> .....	130
<b>4 Bunndyr</b> .....	135
<b>5 Vannvegetasjon</b> .....	136
5.1 Makrovegetasjon .....	136
5.2 Begroing .....	137
<b>6 Samlet vurdering</b> .....	139
6.1 Vannkemisk og biologisk måloppnåelse.....	139
6.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak.....	139
<b>7 Referanser</b> .....	140
<b>Vedlegg</b> .....	141

# 1 Innledning

## Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	022
Fylke(r):	Aust- og Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	1809 km <sup>2</sup>
Regulering:	Omfattende reguleringer og interne overføringer, spesielt i øvre del.
Spesifikk avrenning:	47.6 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	85.5 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden:	Fullkalket fom. juni 1997
Lakseførende strekning:	48 km, til Kavfossen oppstrøms Bjelland (figur 1.1)
Kalkingsovervåking:	Siden 1995

## Kalkingsstrategi

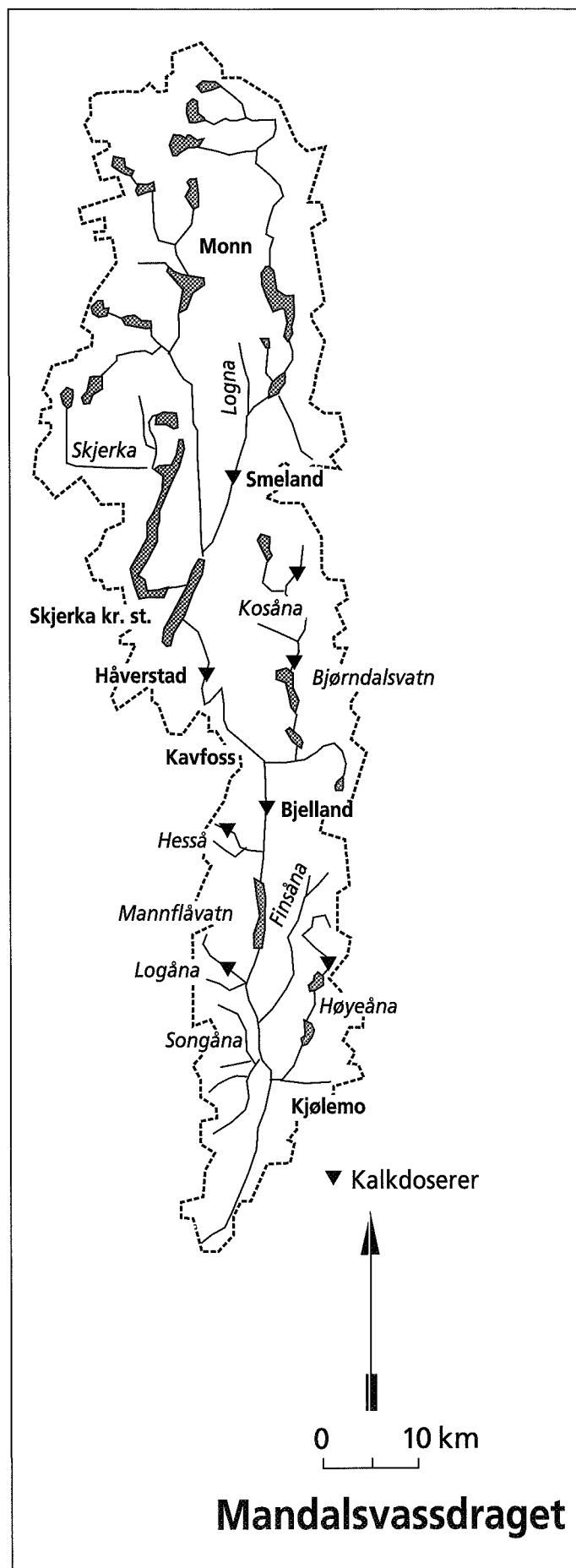
Bakgrunn for kalking:	Laksebestanden i elva, som tidligere var en av landets beste, er i dag utdødd pga. forsurening. Sjøauren har så langt overlevd, men tettheten av ungfisk er lav og mye av reproduksjonen skjer i sidebekkene. (Larsen & Haraldstad 1994).
Kalkingsplan:	Larsen & Haraldstad (1994).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Vassdraget kalkes ved hjelp av tre store doserere plassert i hovedelva og 5 mindre doserere plassert i sure sidevassdrag. I tillegg kalkes flere innsjøer i nedbørfeltet.

## Kalking 1999

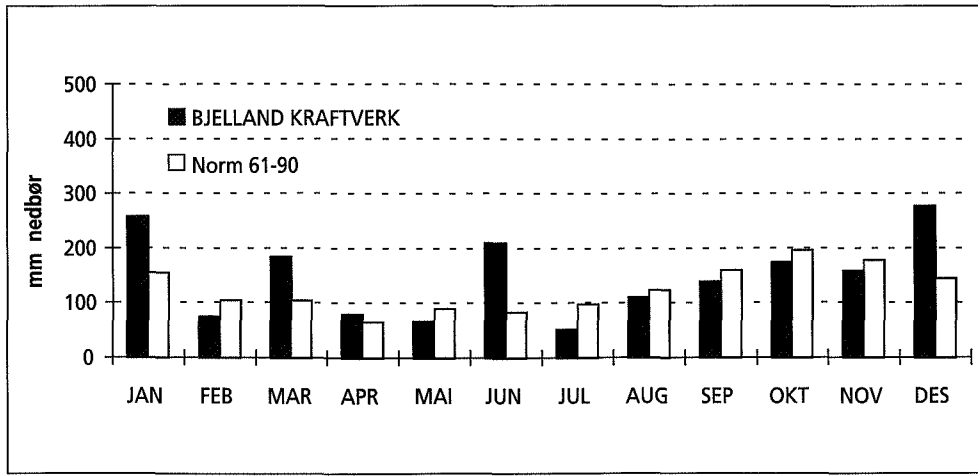
Hovedelva:	Doserer v/Bjelland:	1111 tonn
	Doserer v/Håverstad	3977 tonn
	Doserer v/Smeland	1258 tonn
Sidevassdrag:	Doserer v/Egså	439 tonn
	Doserer v/Bjørndalen	873 tonn
	Doserer v/Hesså (ute av drift)	tonn
	Doserer v/Høyeåna	66 tonn
Kalktype:	NK3 (86% CaCO <sub>3</sub> )	

## Hydrologi 1999

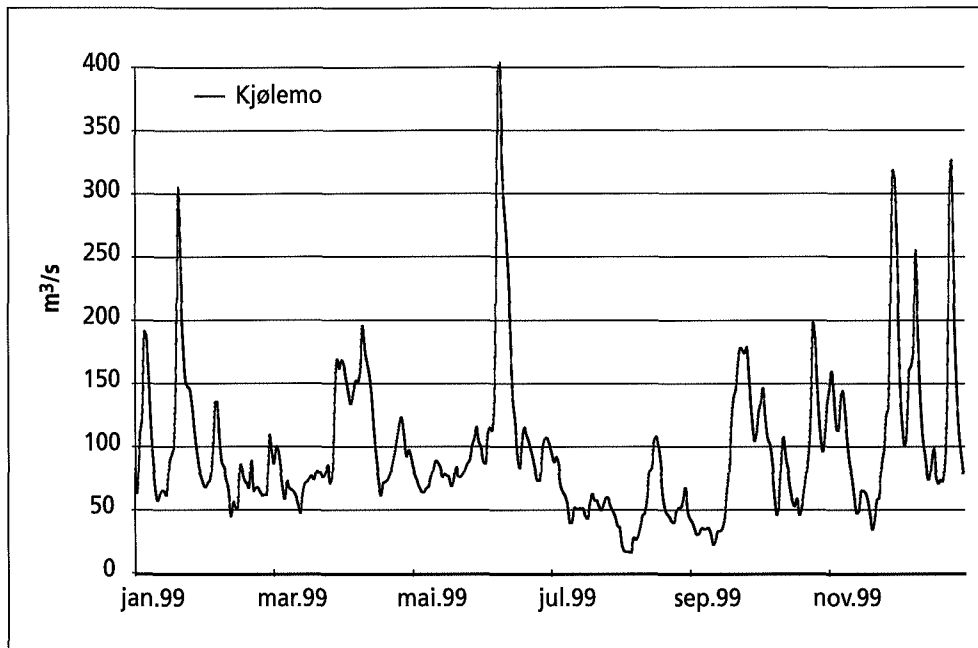
Meteorologisk stasjon Bjelland:	
Årsnedbør 1998:	1768 mm
Normalt:	1485 mm
% av normalen:	119



Figur 1.1 Vassdraget med nedbørfelt.

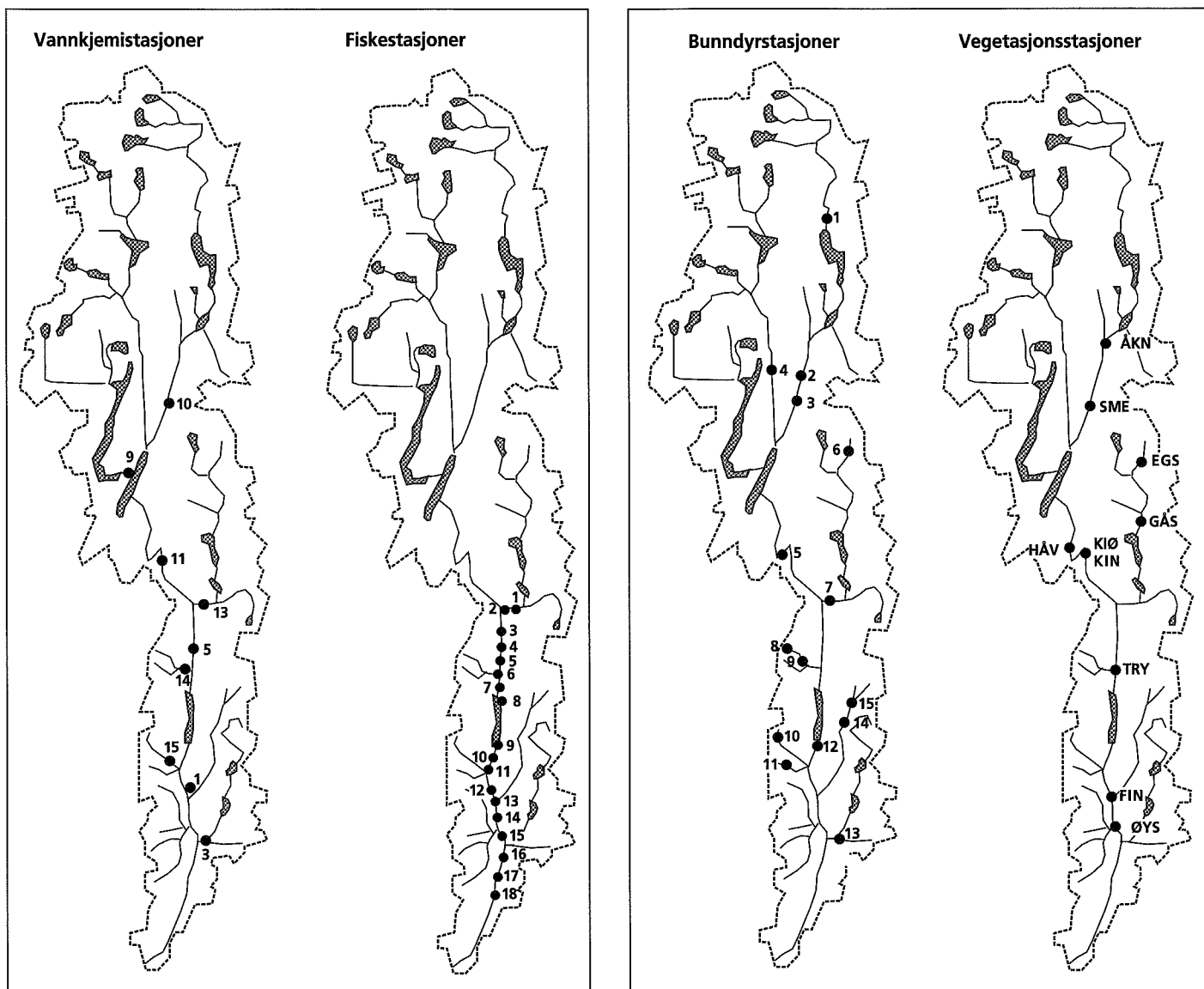


**Figur 1.2** Månedlig nedbør i 1999 ved meteorologisk stasjon Bjelland. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI 2000).



**Figur 1.3** Vannføring (døgnverdier) ved Kjøleemo 1999 (NVE 2000).

## Stasjonsoversikt



Figur 1.4 Prøvetakingsstasjoner.

### Metodikk

#### Vannkjemi

Vannprøvene er samlet inn av Anne Sæther, Marnardal (til og med april) og Ånen Trygslund, Marnardal (fra og med mai). Prøvene analyseres etter standard metoder ved NIVA.

#### Fisk

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat etter standard metoder på 18 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i august 1999 (Vedlegg B.1). Stasjonene 1-2 ligger i Kosånas nedre del, stasjonene 3-4 mellom Kavfossen og Monan der det er redusert vannføring og stasjonene 5-8 mellom Monan og Mannflåvatn (Figur 1.4). Stasjonene 9-11 ligger mellom utløpet av Mannflåvatn og Laudal (en strekning med sterkt redusert vannføring og i alt 10 terskler), stasjonene 12-15 mellom Laudal og Øyslebø og stasjonene 16-18 på strekningen mot Holum der elva blir brakkvannspåvirket. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konserveret og lagret for senere aldersbestemmelse.

Beregning av fisketetthet ble utført som beskrevet av Bohlin (1984) og Bohlin et al. (1989) etter fangst i tre fiskeomganger. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Tettheten er beregnet som:

- Gjennomsnitt basert på sum fangst i de tre respektive fiskeomgangene for alle stasjonene samlet (tetthet1)
- Gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet2)

Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og vist i Vedlegg B.1 og B.2 som også oppgir standardavviket for tetthet1 og tetthet2.

Det ble tatt gjelleprøver av et mindre antall ett-årige eller eldre fiskeunger av laks og ørret ved at andre gjellebue på fiskens venstre side ble dissekert ut i felt og fiksert på 10 % fosfat-buffra formalin. Metode og framgangsmåte for videre bearbeiding og analysing er gitt av Kvellestad & Larsen (1999). I denne rapporten oppgis bare metallakkumulering i tabellen. Andre typer

av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.

### Bunndyr

Det innsamlede materialet består av kvalitative prøver hver vår og høst etter metodikk beskrevet av Frost et al. (1971). Prøvene ble innsamlet med en hov, maskevidde 250 mm. Prøvene konserveres på etanol og er senere sortert og artsbestemt under lupe. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn.

### Makrovegetasjon

Standard metodikk for vegetasjonsovervåking er benyttet, herunder registrering av vannplanter (karplanter, kransalger og vannmoser) etter en semikvantitativ skala, samt populasjonsprøver av krypsiv og vannmoser.

### Begroing

Prøver av begroingsamfunnet ble samlet ved en befaringsvassdraget 8-9. september 1999. Stasjonsplasseringen er den samme som for makrovegetasjon, se **Figur 1.4**. Metodikk for innsamling og bearbeiding er utført i henhold til standardiserte metoder. Ved prøvetaking angis elveleiets prosentvise deknning av makroskopisk synlige begroingselementer. Det innsamlede materiale analyseres i lupe/mikroskop og organismene identifiseres så langt mulig. Organismer som vokser blant/på de makroskopiske begroingselementene angis med; x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig. Det tas separate kiselalgeprøver. Disse prepareres for opptelling av kiselalgeskall og prosentvis forekomst av de ulike arter regnes ut på grunnlag av minst 300 talte skall. Arbeidet er konsentrert om fastsittende alger. Kiselalgesamfunnet omtales for seg ved presentasjon av resultatene.

For å illustrere tilstanden mht. forsuring er det gjort forsøk på å beregne en indeks for forsuringfølsomhet. Denne er basert på kunnskap om organismenes forsuringfølsomhet der organismene gis en indeks etter grad av følsomhet, **Tabell 1.1**. Indeksen går fra 0 til 1. Organismer som ikke er forsuringfølsomme får verdien 0, litt følsomme får verdien 0,25, noe følsomme 0,50, moderat følsomme 0,75 og klart følsomme arter gis verdien 1. Følsomhetsindeks for noen arter er gitt i **Vedlegg D1**. Disse er basert på data fra Lindstrøm (1992) og justert noe i henhold til senere erfaringer. Ved beregning av følsomhetsindeks summeres alle forsuringfølsomme arter i prøven etter at de er vektet i henhold til sin spesifikke følsomhetsindeks. Prøver med mange klart forsuringfølsomme arter vil således få høy indeks. Det tas ikke hensyn til organismens mengde bare til tilstedeværelse. Kiselalgesamfunnet er ikke med i beregningene.

**Tabell 1.1** Kategorier av forsuringfølsomhet - anvendt på begroingsorganismer i rennende vann (Lindstrøm 1992).

Forsuringsfølsomhet	Laveste pH toleranse	Følsomhetsindeks
Ikke følsom	< 5.0	0
Litt	≥ 5,0	0,25
Noe	≥ 5,3	0,50
Moderat	≥ 5,7	0,75
Klart	≥ 6,0	1,0

## 2 Vannkjemi

**Forfatter: Ø. Kaste, NIVA**

Medarbeidere: R. Høgberget og L.B. Skancke

Mandalselva var før kalking kronisk sur med høye konsentrasjoner av labilt aluminium og lave ANC-verdier. Vannkvaliteten i elva var skadelig både for anadrom fisk og for innlandsfisk.

### Ukalket referansestasjon

pH-verdiene på referansestasjonen ved utløpet av Skjerka kraftstasjon lå relativt stabilt i underkant av 5.0 fram til sommeren 1997 (**Figur 2.1**). Deretter har surheten variert forholdsvis mye og ligget i intervallet 4.9-5.8. Variasjonen var spesielt stor i 1998, men også i første halvdel av 1999 ble det registrert pH-verdier opp mot 5.66 (**Tabell 2.1**). I siste halvdel av 1999 la pH-verdiene seg på et noe lavere nivå (4.9-5.3), som var mer på linje med vannkvaliteten før sommeren 1997. Det er antatt at de varierende pH-verdiene i tidsrommet sommeren 1997-sommeren 1999 har hatt sammenheng med igangsettingen av den nye kraftstasjonen på Skjerka (fra og med februar 1997), og at prøvene med høye pH-verdier er tatt i perioder med relativt stillestående vann i utløpskanalen (pulsføring i kraftverket). For omgå dette problemet i framtiden, vil det fom. januar 2000 bli tatt vannprøver inne på kraftverket. Konsentrasjonene av labilt aluminium i 1999 var 27-88 µg/L, mens ANC-verdiene lå mellom -17 og 12 µekv/L (**Figur 2.2**). Dette illustrerer at vannet i den ukalkede delen av vassdraget er så surt at det vil kunne medføre skader på innlandsfiskebestanden i store deler av året (Lien et al. 1989).

### Strekningen Smeland – Bjelland

Vassdraget på denne strekningen kalkes ved hjelp av to store doserere (Smeland og Håverstad) samt to mindre anlegg i Kosåna. I følge kalkingsstrategien skal de to store kalkdoserere sørge for en gradvis oppkalking av vannet før det når Bjelland. Data fra DN's vannkemikontroll-prosjekt (**Figur 2.4**) viser pH-verdiene nedstrøms Smeland-dosereren var svært variabel i 1999, men at dosereren stor sett greier å heve pH i elva fra et nivå omkring 5.0 til rundt 5.5-6.0. Nedstrøms Håverstad-dosereren var pH-verdiene mer stabile og lå stort sett rundt 6.0, med unntak av et par målinger ned mot 5.5 (**Figur 2.1** og **2.4**). Konsentrasjonene av labilt aluminium nedstrøms Håverstad i 1999 lå i området 7-29 µg/L.

I utløpet av Kosåna ble det observert et relativt kraftig surstøt våren 1999, med pH-verdier ned mot 5.33. Dette kan ha hatt sammenheng med driftsproblemer ved det øverste anlegget i april måned, da det ble målt pH-verdier helt nede i 5.10 nedstrøms anlegget. Ellers lå pH-verdiene i utløpet av Kosåna gjennomgående omkring 6.0-6.5 i 1999. Konsentrasjonene av labilt aluminium lå i området 3-41 µg/L i 1999, med de høyeste verdiene om vinteren og våren.

### Anadrom strekning

På overvåkningsstasjonen nedstrøms Bjelland ble det målt pH-verdier i området 5.90-8.81 (!) i 1999 (**Figur 2.1** og **2.4**). De høyeste pH-verdiene skyldes trolig av overvåkningsstasjonen ligger litt for nær selve anlegget, slik at kalken ikke er fullstendig blandet i elveprofilen der prøvene tas. Det foreslås derfor at stasjonen heretter flyttes et par km lengre ned, for eksempel ved Trygslund eller like oppstrøms utløpet av Hesså. I stikkprøver

fra elva ved Marnardal lå pH-verdiene relativt stabilt i området 6.07-6.46. Konsentrasjonene av labilt aluminium i de samme prøvene var 5-28 µg/L, med de høyeste verdiene i den kritiske smoltfiseringsperioden. Ved slike nivåer av labilt aluminium vil det kunne oppstå betydelig skade på laksesmolt i ferskvann samt moderat dødelighet dersom smolten vandrer ut i sjøen like etter eksponeringen (Hindar et al. 1997).

Den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Kjølemo (nedstrøms Marnardal) viste at pH-verdiene i elva stort sett lå over 6.0, men at det i januar og desember forekom surstøt med pH-verdier ned mot hhv. 5.6 og 5.4 (Figur 2.3). I perioden 15/2-31/5 da pH målet var 6.2, ble det registrert 12 døgn med pH-verdier under 6.15 (OBS. brudd på dataserien i mai). Laveste pH i denne perioden (pH 5.96) ble målt tidlig i mars. Dette viser kalkdosererne i vassdraget stort sett greide å opprettholde pH-målet på den lakseførende strekningen. Gjennombrudd av surt vann i januar og desember viser imidlertid at det tidvis er en relativt stor transport av surt vann fra sidevassdragene.

#### Kalkede sidevassdrag nedstrøms Bjelland

I alt tre mindre sidevassdrag nedstrøms Bjelland kalkes med doserer for øke deres verdi som gytebekker samt å redusere sure tilførsler til hovedelva. Data fra Hesså, Logåna og Høyeåna i 1999, viser at det til tider kan være svært dårlig vannkvalitet i utløpene av disse bekkene. I Hesså, hvor det var problemer med

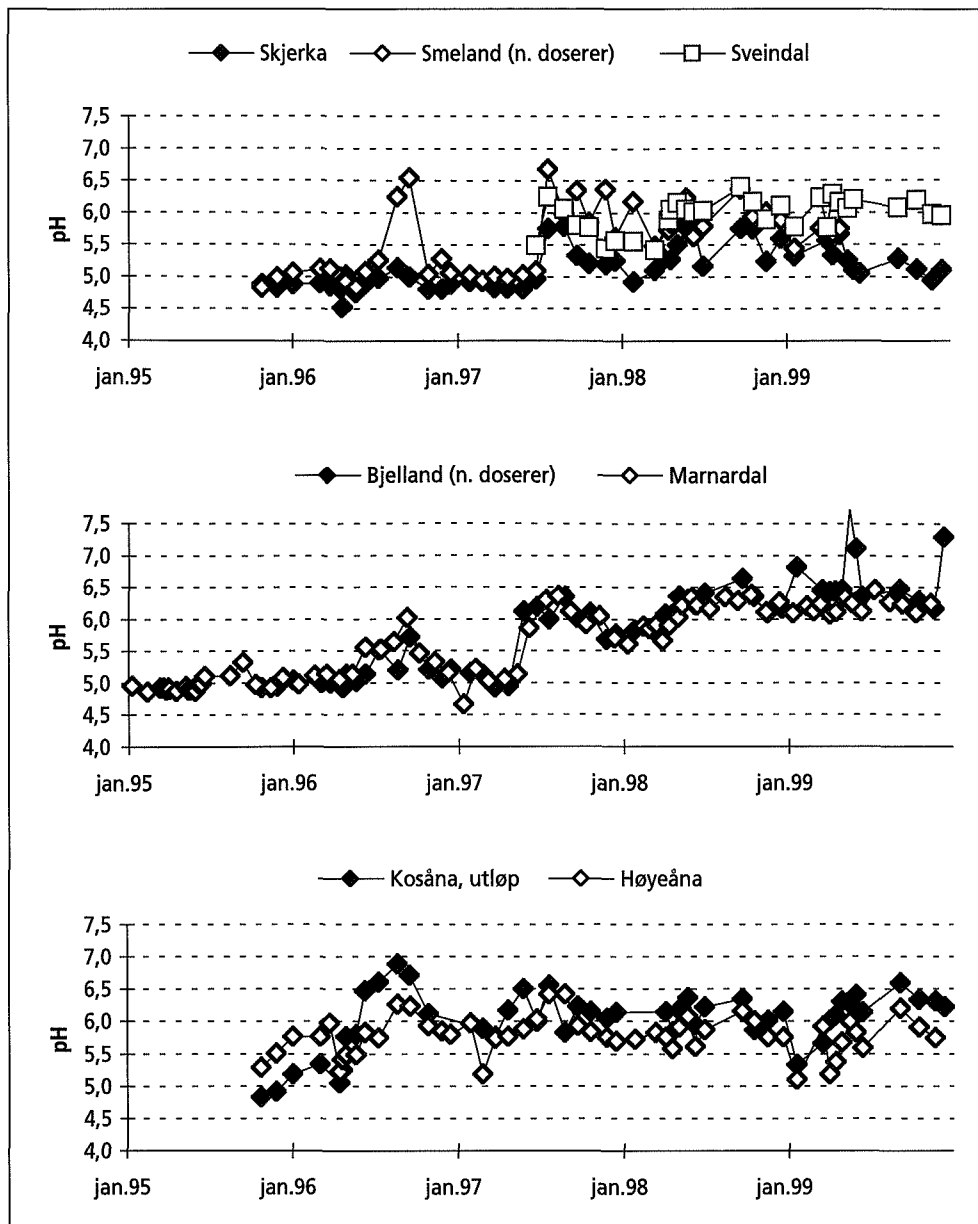
driften av doseringsanlegget i 1999, ble det registrert pH verdier helt ned mot 5.0 i januar og ned mot 4.8 i desember (Figur 2.4). Doseren i Logåna hadde – i likhet med den i Hesså – problemer med å gi jevn pH over året. Selv om pH-verdiene her generelt lå på et høyere nivå enn i Hesså, ble det også i registrert pH under 5.5 i lange perioder om våren og om høsten.

Også Høyeåna var til tider svært sur i 1999, med pH-verdier ned mot 5.0 store deler av våren (Figur. 2.1 og 2.4). I lange perioder lå pH-verdiene i utløpet kun ubetydelig over nivået oppstrøms doseringsanlegget. Det ble målt konsentrasjoner av labilt aluminium opp mot 127 µg/L i de sureste episodene, og tatt i betraktning den relativt store vannføringen dette sidevassdraget representerer, vil det være en betydelig transportør av giftig aluminium inn i den lakseførende delen av hovedelva.

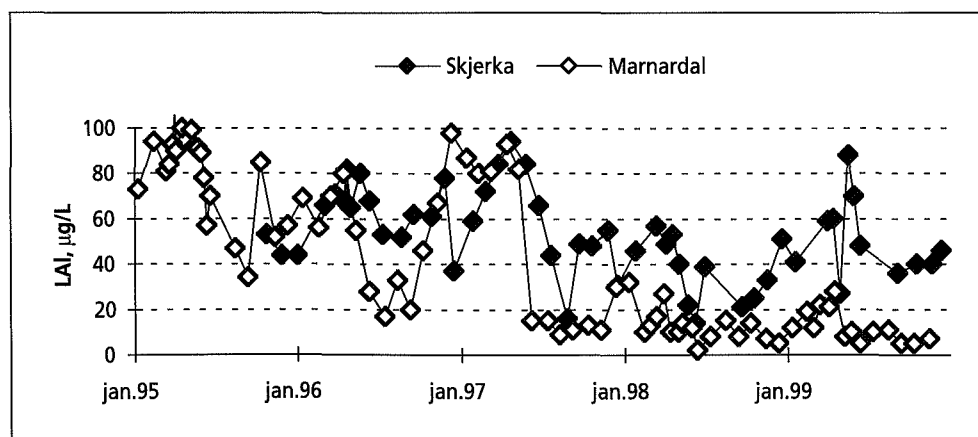
**Tabell 2.1** Middel-, min- og maksverdier

Nr.	Stasjon	1998	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
1	Marnardal	Mid	6,21	1,52	33	13	3,3	45
		Min	6,07	1,19	24	5	2,5	29
		Max	6,46	1,76	45	28	4,9	62
		N	14	14	14	14	14	14
3	Høyeåna (n. doserer)	Mid	5,68	1,65	16	43	3,6	
		Min	5,10	1,35	0	6	2,3	
		Max	6,20	2,88	40	127	5,7	
		N	11	11	11	11	11	
5	Bjelland (n. doserer)	Mid	6,67	3,32	99	36	3,3	
		Min	6,16	1,37	34	6	2,6	
		Max	7,72	11,80	340	207	3,9	
		N	12	12	12	12	12	
9	Skjerka kraftstasjon	Mid	5,25	0,54	2	50	2,7	-2
		Min	4,95	0,31	0	27	1,9	-17
		Max	5,66	0,92	11	88	3,2	12
		N	11	11	11	11	11	11
10	Smeland (n. doserer)	Mid	5,67	1,14	15	28	3,2	
		Min	5,44	0,94	6	16	2,8	
		Max	5,76	1,32	23	43	3,5	
		N	5	5	5	5	5	
11	Sveindal (n. doserer)	Mid	6,06	1,32	29	15	3,0	
		Min	5,77	1,03	14	7	2,6	
		Max	6,28	1,94	59	29	3,4	
		N	11	11	11	11	11	
13	Kosåna n. doserer 2	Mid	6,14	1,67	34	13	4,4	
		Min	5,33	1,24	3	3	3,6	
		Max	6,60	2,03	55	41	6,2	
		N	12	12	12	12	12	

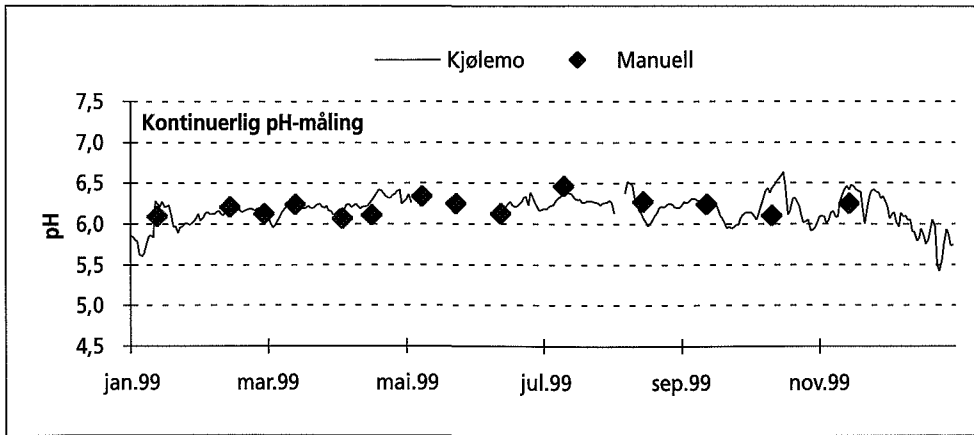




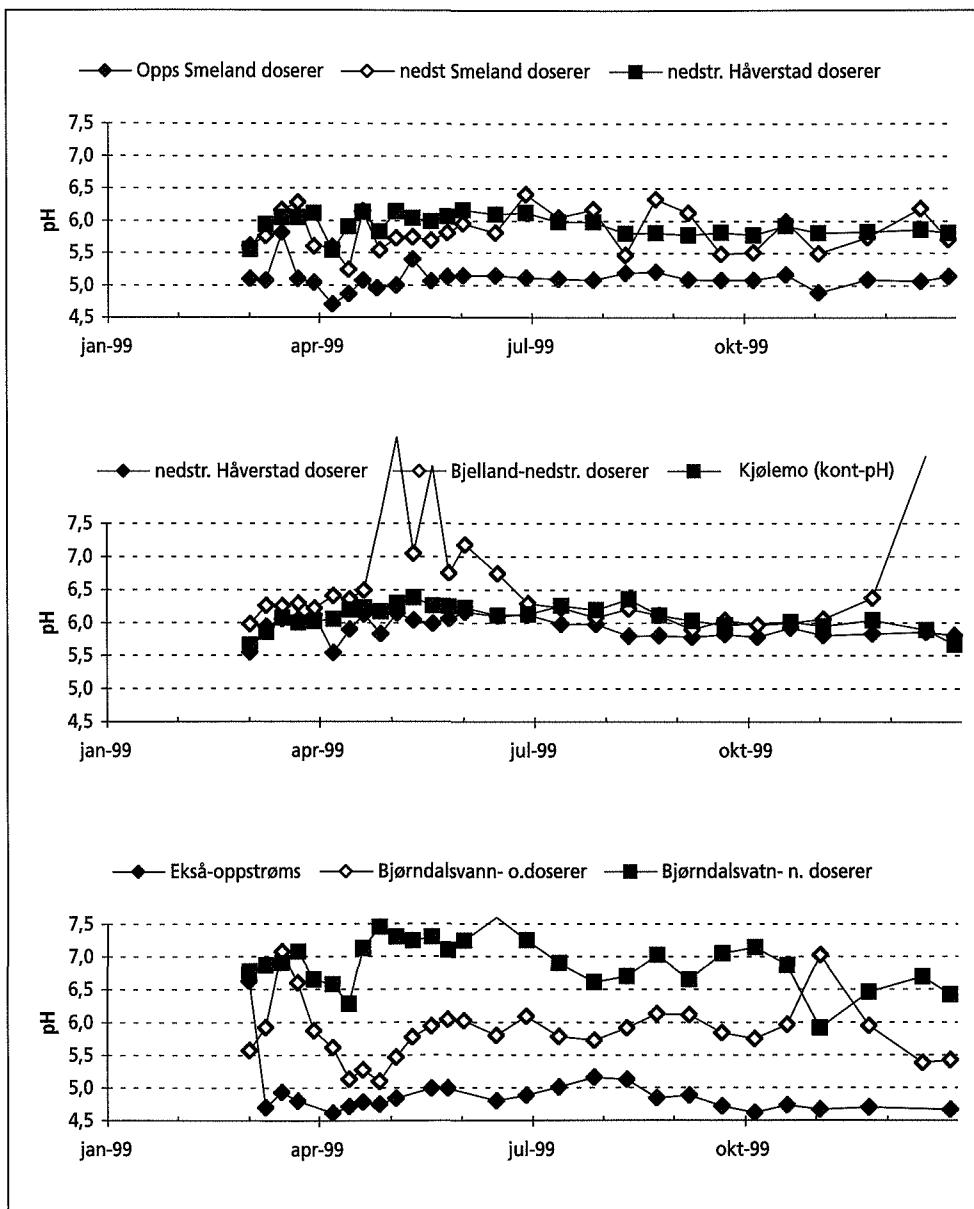
Figur 2.1 pH-utvikling.



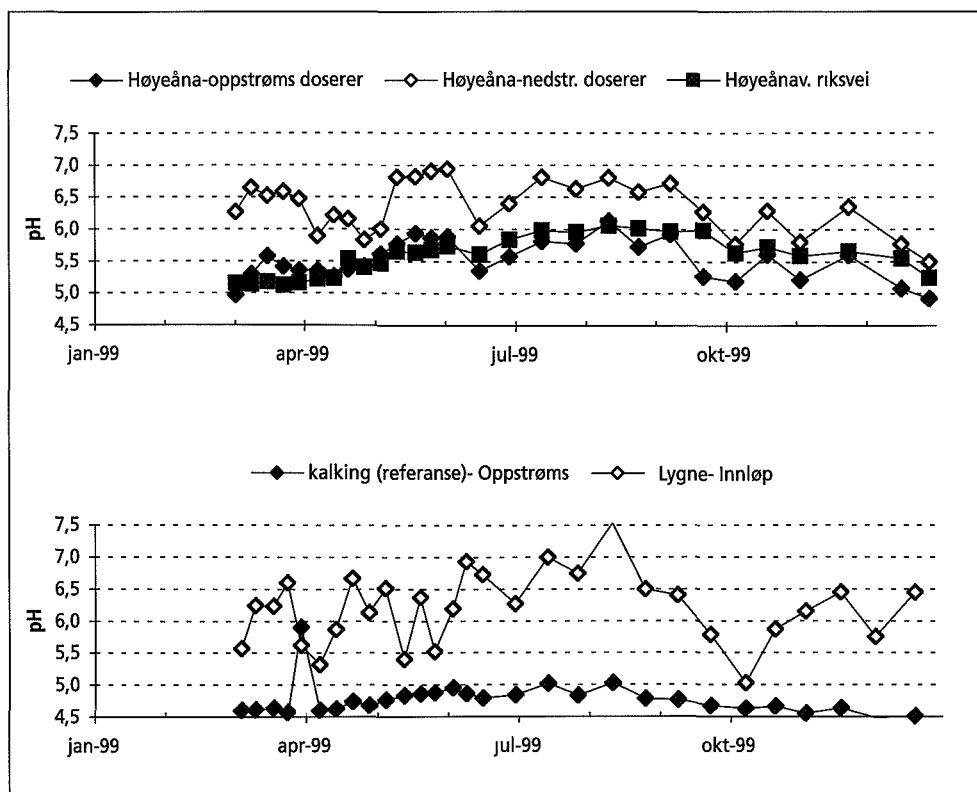
Figur 2.2 Labilt aluminium .



Figur 2.3 Resultater fra kontinuerlig pH-måling ved Kjøleemo.



Figur 2.4. Resultater DNs nye vannkjemikontroll-prosjekt.



Figur 2.4. (forts.) Resultater DN's nye vannkjemikontroll-prosjekt.

### 3 Fisk

Bjørn Mejdell Larsen<sup>1</sup>, Hans Mack Berger<sup>1</sup>, Jørn Enerud<sup>2</sup>, Karstein Hårsaker<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>3</sup>, Agnar Kvellestad<sup>4</sup> og Terje Nøst<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim.

<sup>2</sup>Fisk- og miljøundersøkelser, Postboks 68, 2410 Hernes.

<sup>3</sup>Norsk institutt for vannforskning - Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad.

<sup>4</sup>Veterinærinstituttet, Postboks 8156, Oslo dep., 0033 Oslo

Det er tidligere gjennomført ungfiskundersøkelser i Mandalselva i 1979 (Saltveit 1980) og på 1980-tallet (Saltveit 1984, Heggnes & Saltveit 1992). I forbindelse med kalkingstiltakene i Mandalselva startet NINA en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i lakseførende del av vassdraget og nedre del av Kosåna i 1995 (Kaste et al. 1998). Dette ble videreført etter samme opplegg i 1996-1999.

#### Laks

Ungfiskundersøkelser i 1979 (Saltveit 1980) og på 1980-tallet (Saltveit 1984, Heggnes & Saltveit 1992) samt undersøkelsene i 1995 påviste ikke laksunger i noen del av vassdraget. I 1996 ble det for første gang funnet laksyngel i lite antall på to stasjoner, og allerede i 1998 ble det funnet laksyngel på 11 av stasjonene fordelt på hele den lakseførende strekningen. I 1999 økte utbredelsen ytterligere, og det var nå laksyngel på 17 av stasjonene. Utbredelsen har økt fra 0 til 94 % av stasjonene fra 1995 til 1999 (Vedlegg B.2). All observert yngel fram til og med 1998 var et resultat av naturlig reproduksjon. Det er ved telemetriforsøk også vist at laks kan passere helt opp til Kosåna (Thorstad & Heggberget 1997). I 1997 var det størst antall laksyngel på strekningen Kavfossen-Monan (Figur 3.1). I 1998 der-

imot ble det ikke funnet laksyngel ovenfor Monan, og størst tetthet var det nå på stasjonene mellom Mannflåvatn og Øyslebø. I 1999 var det bare den øverste stasjonen i Kosåna som ikke hadde laksyngel, men tettheten var svært lav på hele strekningen fra Kosånas nedre del forbi Monan og ned mot innløpet av Mannflåvatn. Fra stasjon 7 ovenfor Mannflåvatn og helt ned til Holum var det moderate og til dels høye tettheter av laksyngel i 1999. Ti stasjoner hadde >10 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og høyest tetthet var det på stasjon 12 og 15 med henholdsvis 60 og 66 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette ga en betydelig økning i tetthet sammenlignet med tidligere år (Figur 3.2). Det ble satt ut laksyngel på strekningen mellom Bjelland og Laudal (stasjon 5-11) i juli 1999 før elfisket ble gjennomført. Det ble gjenfanget yngel fra disse utsettingene på fem av stasjonene, men i svært varierende antall (1-51 individer pr. 100 m<sup>2</sup>). Tetthet for all laksyngel ble beregnet til 21,4 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 1999. Av dette utgjorde villfisk 18,0 individer (84 %).

Det er satt ut betydelige mengder fisk i Mandalselva hvert år fra og med 1989 både fra fiskeanlegget på Ims og fra fiskeanlegget på Finså. Fra Ims er det satt ut >110 000 umerkede laksunger med varierende alder i nedre del (Ime-Nødingfoss) og direkte i brakkvannssonen i årene 1989-1994. I 1996 og 1997 ble det satt ut 2000 Carlin-merket smolt hvert år nederst i vassdraget. Ingen av disse utsettingene har hatt direkte betydning for tettheten av laksunger i ungfiskovervåkingen. Indirekte derimot har det hatt betydning ved at laks raskere har reetablert i vassdraget ved at mye gytefisk har vandret opp i løpet av 1990-årene (jf. fangststatistikken). Fra Finså er det satt ut startforede laksunger (0+) hovedsakelig i brakkvannssonen og i sidebekker i 1991-1996, men også i terskelbassengene i 1991-1992.

I forbindelse med Reetableringsprosjektet og reetablering av laks i Mandalselva ble det i 1997 satt ut 44 000 ensomrige sette-

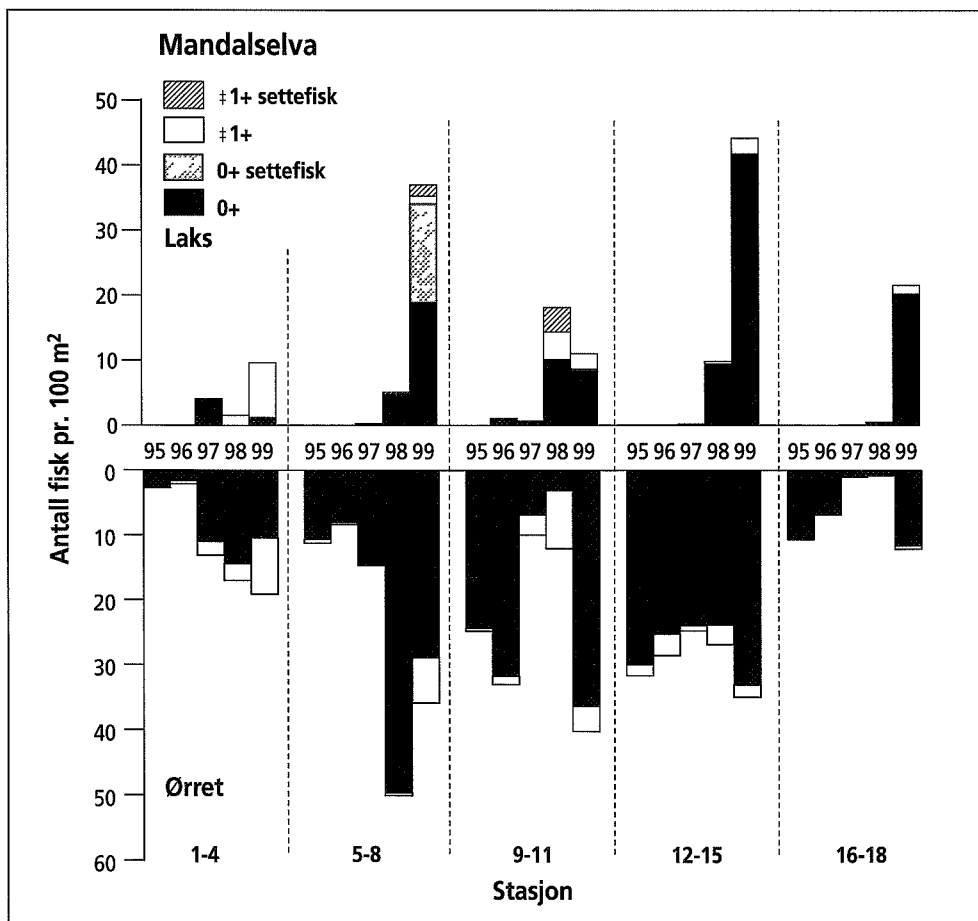
fisk i perioden 25. august – 2. september (Hindar & Johnsen 1999). I 1998 ble satt ut 36 512 ensomrige settefisk 19. – 21. august (Hindar & Johnsen 1999). I 1999 ble det satt ut til sammen 92 741 ensomrige settefisk, og hovedmengden ble satt ut i første halvdel av juli. Fiskestørrelsen varierte mellom 31 og 73 mm, men hovedtyngden lå mellom 45 og 55 mm. All utsatt fisk var fettfinneklippet. Utsettingene har skjedd ujevnt fordelt på strekningen fra utløp Bjelland kraftverk til Laudal. I 1997 og 1998 foregikk utsettingene etter at ungfiskregistreringene var utført. I 1998 ble det gjenfanget ett-årig ungfisk fra utsettingene i 1997. I 1999 ble det gjenfanget både laksyngel fra utsettingene i 1999, ett-årig ungfisk fra utsettingene i 1998 og to-årig ungfisk fra utsettingene i 1997.

Det ble ikke funnet eldre laksunger i 1997 eller ved noen av de tidligere undersøkelsene i Mandalselva. I 1998 derimot ble det funnet eldre laksunger på 44 % av stasjonene, og tetthet1 var 1,7 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Av dette var 65 % villfisk. Resten stammet fra utsettingene i 1997 og ble gjenfanget innenfor strekningen fra utløp Bjelland kraftverk til Laudal (stasjon 5-11). I 1999 ble det funnet eldre laksunger på 67 % av stasjonene, og det var også en liten økning i tetthet sammenlignet med 1998. Tetthet1 ble beregnet til 3,6 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og villfisk utgjorde 89 % av dette. Det var størst tetthet av eldre laksunger i Kosåna, men det store antallet laksunger stemmer dårlig overens med hva som tidligere er fanget av laksyngel på stasjonene. Det er heller ingen opplysninger om at det er satt ut laksunger i Kosåna slik at tettheten av eldre laksunger er overraskende høy. Eldre laksunger som stammet fra utsettingene i 1997 og 1998 ble fanget innenfor utsettingsområdet mellom Bjelland og Mannflåvatn (stasjon 5-8) i lave tettheter (1-4 individer pr. 100 m<sup>2</sup>).

Resultatene fra den histologiske undersøkelsen av gjeller i Mandalselva indikerer at akkumuleringen har gått ned fra år til år. Det er bare undersøkt laks i 1998 og 1999 da eldre laksunger ikke ble påvist tidligere. For strekningen Kosåna-Monan (stasjon 2-4) synes det å være en reduksjon i mengde påvist i epitelet fra 1998 til 1999 (Tabell 3.1). Det ble ikke påvist metallakkumulering hos laksungene i øvre del i 1999, og bare i særskilt sparsomme mengder hos 43 % av laksungene i nedre del av vassdraget.

Laksungene varierte i lengde fra 30 til 184 mm i begynnelsen av august 1999 (Figur 3.3). Årsyngelen var i gjennomsnitt 42 mm (Tabell 3.2). I 1997 var gjennomsnittslengden vesentlig større, men dette henger sammen med at en stor del av yngelen ble funnet i Kosåna og i hovedvassdraget ned til Bjelland kraftstasjon (stasjon 1-4). Yngel fra dette området vokser vesentlig raskere enn yngel fra resten av vassdraget. Dette ser man også på resultatet fra 1999. I 1998 ble det bare funnet laksyngel nedenfor utløpet av Bjelland kraftverk og vekstforskjellene innad i vassdraget er mindre på den midtre og nedre delen. Laksyngel fra teskelbassengene mellom Mannflåvatn og Laudal hadde noe bedre vekst enn yngel fra strekningen ovenfor eller nedenfor i 1999. Ensomrig settefisk fra strekningen Monan-Mannflåvatn var i gjennomsnitt 58 mm (N = 79; sd = 5) i august 1999.

Lengden av ett-årige laksunger var 102 mm for villfisk og 92 mm for settefisk i 1999 (Tabell 3.3). Inkludert i villfiskmaterialet er også individer fra den øverste strekningen mellom Kosåna og Bjelland. Disse har en bedre vekst, og på lengdefordelingen ser vi dette uttrykt som en «topp» mellom 105 og 135 mm i motsetning til villfisk nedenfor Bjelland som er 75 til 105 mm (Figur 3.3). Ett-årig settefisk er til sammenligning 85 til



Figur 3.1. Tetthet1 pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i ulike deler av lakseførende del av Mandalselva i 1995-1999. Stasjon 1-4: Kosåna og Kavfossen-Monan, stasjon 5-8: Monan-Mannflåvatn, stasjon 9-11: Mannflåvatn-Laudal, stasjon 12-15: Laudal-Øyslebø og stasjon 16-18: Øyslebø-Holum.

125 mm. Veksthastigheten indikerer en høy andel av to-årig smolt i vassdraget, men lavere veksthastighet på deler av elva vil også gi noe tre-årig smolt. Begrepet eldre laksunger omfatter i 1999 både ett- og to-årige laksunger fordelt med henholdsvis 92 og 8 % av fangsten.

### Ørret

Det ble funnet ørret yngel på 94 % av stasjonene i 1999. Tetthet ble beregnet til 22,8 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Det var ni stasjoner med tetthet >20 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, og høyest tetthet (64 individer pr. 100 m<sup>2</sup>) ble funnet på stasjon 10 i terskelbassengene ovenfor Laudal og på stasjon 15 ved Øyslebø. Det har vært en

**Tabell 3.1.** Resultat av histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk i Mandalselva i 1995-1999. N er antall fisk undersøkt. ASA+overfl. = ASA-positivt materiale på gjelleoverflaten. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) på gjelleoverflaten er oppgitt. ASA+int. = ASA-positivt materiale i gjelleepitelet. Andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering (0-3) i gjelleepitelet er oppgitt. 0 = ikke påvist, (1) = særskilt sparsom forekomst, 1 = sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

Art	År	Stasjon	N	ASA+ overfl., %					ASA+ int., %				
				0	(1)	1	2	3	0	(1)	1	2	3
Laks	1998	4	5	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0
	1999	2,4	6	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
		14-16	7	100	0	0	0	0	57	43	0	0	0
Ørret	1995	12-14	8	24	13	25	38	0	0	0	0	25	75
	1996	8	2	50	50	0	0	0	0	0	50	50	0
		14-16	8	100	0	0	0	0	0	0	100	0	0
	1997	8	5	100	0	0	0	0	0	0	60	20	20
		14	4	100	0	0	0	0	0	0	50	50	0
	1998	3	5	100	0	0	0	0	60	40	0	0	0
		14,15	5	100	0	0	0	0	0	20	80	0	0
	1999	3	5	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0
	14,16	7	100	0	0	0	0	100	0	0	0	0	

**Tabell 3.2.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $\bar{x} \pm s.d.$ ) for årsyngel (villfisk) av laks i ulike deler av Mandalselva i 1996-1999. N er antall undersøkte individer. Det ble ikke fanget laksunger i 1995.

Stasjon	AUG 1996		AUG 1997		AUG 1998		AUG 1999	
	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N
1- 2 Kosåna	-	-	0	73±6	3	-	0	63±23
3- 4 Kavfossen-Monan	-	0	68±5	17	-	0	62±8	4
5- 8 Monan-Mannflåvatn	-	0	47±1	2	52±2	21	41±4	103
9-11 Mannflåvatn-Laudal	50±6	4	44±4	3	48±5	39	47±5	29
12-15 Laudal-Øyslebø	-	0	41	1	48±6	47	41±4	195
16-18 Øyslebø-Holum	-	0	48	1	44±5	3	39±3	52
1-18 Mandalselva	50±6	4	62±11	27	49±5	110	42±5	386

**Tabell 3.3.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $\bar{x} \pm s.d.$ ) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Mandalselva i 1998-1999. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

MANDALSELVA	0+		1+		2+		3+	
	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N
<b>LAKS</b>								
AUG 1998 villfisk	48±5	90	103±16	42	-	0	-	0
settefisk	-	0	100±9	39	-	0	-	0
AUG 1999 villfisk	44±8	109	102±19	64	148±29	6	-	0
settefisk	51±9	125	92±12	29	133±7	2	-	0
<b>ØRRET</b>								
AUG 1998	55±13	100	99±19	49	136±19	13	-	0
AUG 1999*	45±10	171	96±22	124	145±39	15	190±63	5

\*Tillegg: 4+ ørret: 259±9 mm (N=2) og 6+ ørret: 179 mm (N=1)

moderat økning i tettheten av ørretyngel i Kosåna og på strekningen Kavfossen-Monan fra og med 1997 (**Figur 3.1**). Rekrutteringen er beskrevet som svak i denne delen av vassdraget tidligere (Saltveit 1984). Kosåna ble imidlertid kalket fra 1996, og det er en sannsynlig effekt av dette som har gitt økt forekomst av ørret på strekningen. Det var en reduksjon i tettheten av ørretyngel på strekningen Monan-Mannflåvatn i 1999 sammenlignet med 1998, men den var likevel høyere enn foregående år. Det var en betydelig økning i tettheten av laksyngel i dette området i 1999, og det ble også satt ut ensomrige laksunger som kan ha bidratt til økt konkurranse sammenlignet med 1998 (**Figur 3.1**). Det var en betydelig nedgang i tetthet av ørretyngel på terskelområdet mellom Mannflåvatn og Laudal i 1997 og 1998, men i 1999 var det igjen en økning slik at tetthet for stasjon 9-11 var 36 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Det har vært en forholdsvis høy og stabil tetthet av ørretyngel mellom Laudal og Øyslebø etter 1995 (24-33 individer pr. 100 m<sup>2</sup>). Nederst i vassdraget fra Øyslebø til Holum var det bare ubetydelig med ørret i 1997 og 1998, men også her økte antall ørretyngel i 1999 slik vi så i terskelområdet ovenfor Laudal (**Figur 3.1**).

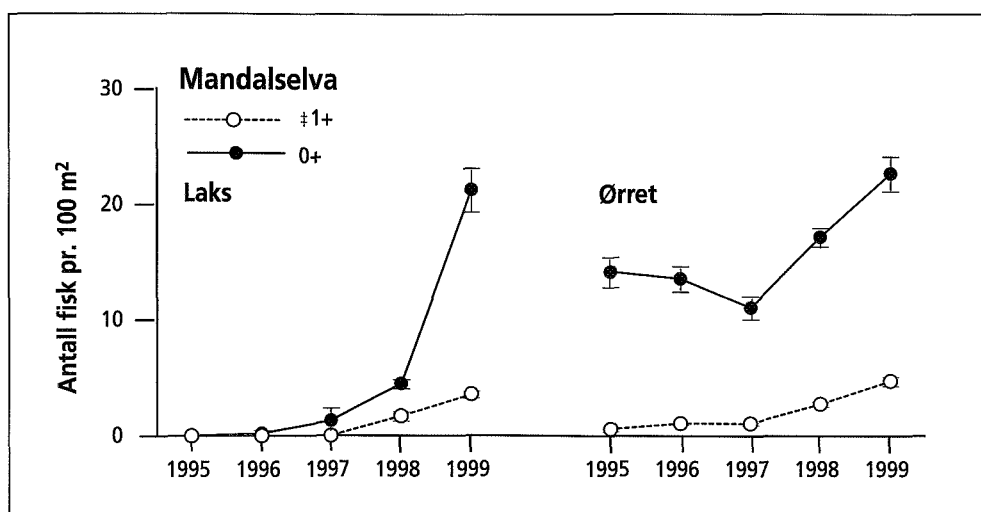
Forekomsten av eldre ørretunger økte fra 33-44 % av stasjonene i 1995-1997 til 67-78 % i 1998 og 1999 (**Vedlegg B.2**). Tettheten var ikke høy noe sted, men utviklingen var synlig positiv på strekningene Kosåna og Kavfossen-Monan (stasjon 1-4) og Monan-Mannflåvatn (stasjon 5-8) (**Figur 3.1**). Tetthet av eldre ørretunger ble beregnet til 4,8 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette var noe høyere tetthet enn det som ble funnet i 1995-1998

(**Figur 3.2**). Selv om sjøørreten reproducerer naturlig i deler av hovedvassdraget har ifølge Larsen & Haraldstad (1994) det meste av reproduksjonen tidligere foregått i sidevassdrag med gunstigere vannkvalitet. Mandalselva har imidlertid betydelige oppvekst- og leveområder også for stasjonær ørret.

På strekningen Laudal-Øyslebø ble det i 1995 funnet fra særskilt sparsomme til moderate mengder metallakkumulering på gjelleoverflaten hos ørret, og i gjelleepitelet var det moderate til store mengder (**Tabell 3.1**). All påvisbar metallakkumulering på gjelleoverflaten vil ha negative effekter på individnivå, og mulige negative effekter på populasjonsnivå. Det har vært en nedgang i metallakkumuleringen fra år til år i 1995-1998, og i 1999 ble det ikke påvist metallakkumulering hos ørret i noen del av vassdraget. Ørret fra Mannflåvatn i 1996 og 1997 hadde akkumulert mer metall enn fisken lenger ned samme årene. Dette samsvarer også med lavere pH og lavere fisketetthet ved Mannflåvatn. De histologiske undersøkelsene konkluderer med at vannkvaliteten må ha vært giftig i 1995, mens det er mer usikkert om det er negative effekter knyttet til de vevsendringene som er påvist i de tre neste årene. En vet foreløpig ikke hvor stor en slik metallakkumulering må være for at den skal ha negative effekter på individ- eller populasjonsnivå. Det er likevel antatt at all metallakkumulering i epitelet som blir påvist med histokjemiske metoder er et uttrykk for eksponering for en suboptimal vannkvalitet.

**Tabell 3.4.** Gjennomsnittslengde med standardavvik ( $\bar{x} \pm s.d.$ ) for årsyngel av ørret i ulike deler av Mandalselva i 1995-1999. N er antall undersøkte individer.

Stasjon	AUG 1995		AUG 1996		AUG 1997		AUG 1998		AUG 1999	
	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N	$\bar{x} \pm s.d.$	N
1- 2 Kosåna	-	0	78	1	76 $\pm$ 12	35	77 $\pm$ 5	15	62 $\pm$ 6	30
3- 4 Kavfossen-Monan	57 $\pm$ 7	14	75 $\pm$ 5	8	71 $\pm$ 6	25	69 $\pm$ 6	56	60 $\pm$ 5	36
5- 8 Monan-Mannflåvatn	45 $\pm$ 5	59	50 $\pm$ 5	51	49 $\pm$ 5	77	48 $\pm$ 5	212	41 $\pm$ 5	147
9-11 Mannflåvatn-Laudal	52 $\pm$ 8	123	51 $\pm$ 6	143	52 $\pm$ 6	33	54 $\pm$ 3	12	47 $\pm$ 6	115
12-15 Laudal-Øyslebø	49 $\pm$ 8	120	51 $\pm$ 6	142	46 $\pm$ 6	125	46 $\pm$ 5	115	42 $\pm$ 5	150
16-18 Øyslebø-Holum	44 $\pm$ 6	60	45 $\pm$ 5	28	46 $\pm$ 6	7	50 $\pm$ 6	5	39 $\pm$ 5	38
1-18 Mandalselva	49 $\pm$ 8	376	51 $\pm$ 7	373	53 $\pm$ 13	302	52 $\pm$ 10	415	45 $\pm$ 8	516



**Figur 3.2.** Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i lakseførende del av Mandalselva i 1995-1999.

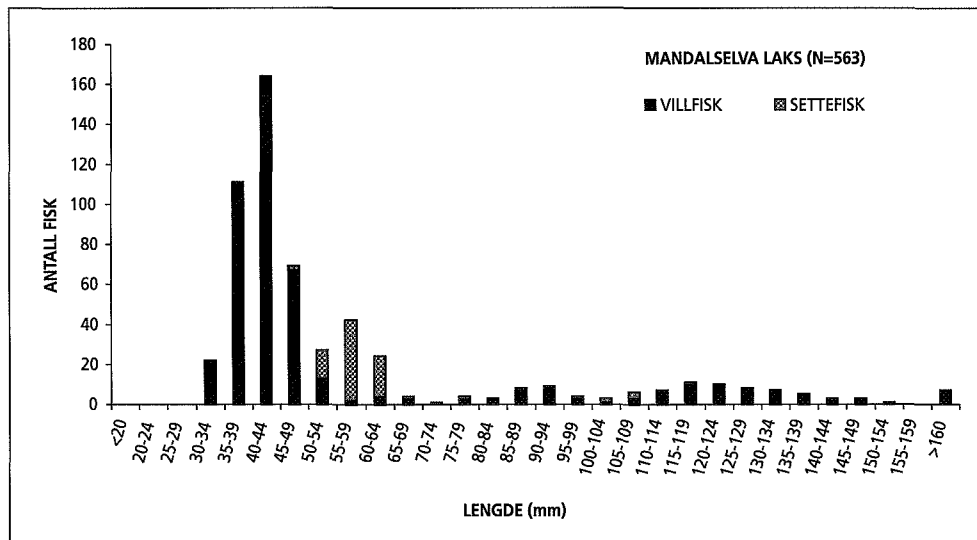
Ørretungene varierte i størrelse fra 29 til 265 mm i begynnelsen av august 1999 (Figur 3.4). Årsyngelen var gjennomsnittlig 45 mm, og veksten var noe svakere i hele vassdraget sammenlignet med foregående år. Det var til dels store vekstforskjeller mellom området ovenfor utløpet av Bjelland kraftverk (stasjon 1-4) og resten av vassdraget (stasjon 5-18) (Tabell 3.4). Lengden av ett-årige og to-årige ørretunger var henholdsvis 96 og 145 mm (Tabell 3.3). Begrepet eldre ørretunger omfatter hovedsakelig ett-, to- og tre-årige ørretunger i 1999, men det er aldersbestemt individer opp til seks år. Fordelingen var henholdsvis 84, 10 og 3 % for ørret med alder 1+, 2+ og 3+ i 1999. Det er store vekstforskjeller hos ett-årig ørret innad i vassdraget. Som hos laks kommer de største individene fra stasjon 1-4.

#### Andre arter

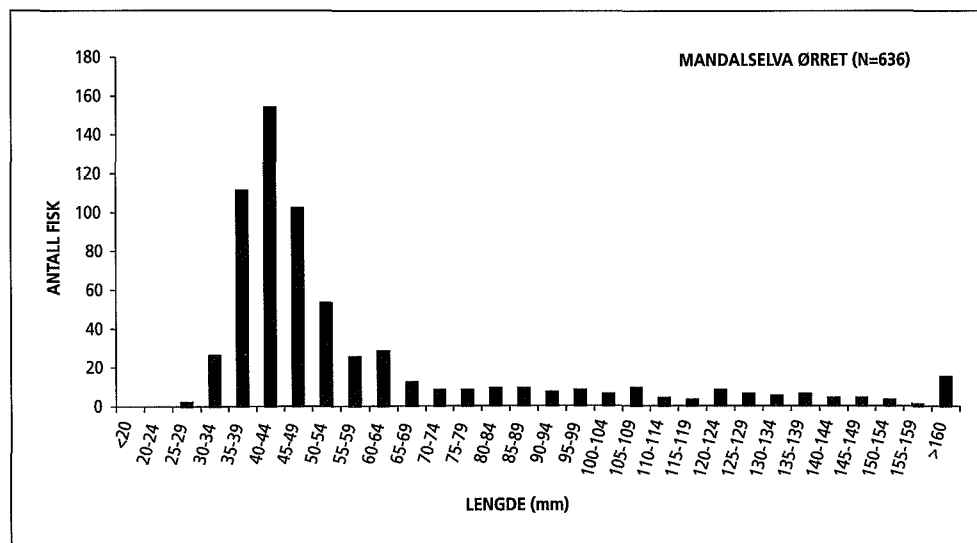
Det ble funnet yngel av bekkerøye i lite antall på fem av stasjonene på strekningen fra Kavfossen til Mannflåvatn i 1999. Bekkerøye har naturlig reproduserende bestander i flere av bekkene og i Mannflåvatn (Larsen & Haraldstad 1994). Bekkerøylene varierte i størrelse fra 48 til 75 mm (N = 6).

Det ble fanget ål på en stasjon i terskelbassengene mellom Mannflåvatn og Laudal, en stasjon i nedre del av Kosåna og en stasjon nedenfor Kavfossen. I tillegg ble det fanget trepigget stingsild og niøye på en stasjon ovenfor Øyslebø samt trepigget stingsild ved Holmesland. Dette er sammenfallende med resultatet fra tidligere år.

I 1999 ble det gjort en kartlegging av utbredelse og bestandsforhold hos ørekyte i Høyeåna i Mandalsvassdraget (Berger 2000). Nedover i vassdraget ble ørekyta påvist ved Skjævesland om lag 500 m ovenfor Høyeånas utløp i Mandalselva. Det antas at ørekyta allerede kan forekomme i hovedvassdraget ved Øyslebø hvor den igjen kan spre seg til store deler av lakseførende strekning.



Figur 3.3. Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Mandalselva i begynnelsen av august 1999.



Figur 3.4. Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del av Mandalselva i begynnelsen av august 1999.

## 4. Bunndyr

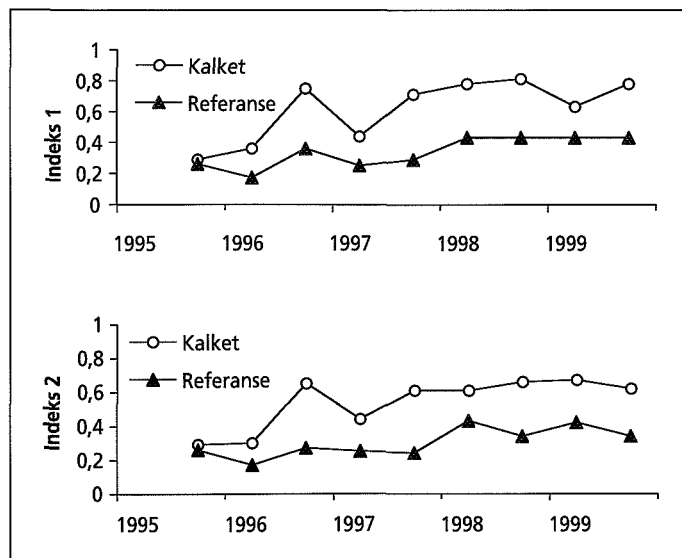
Forfattere: Arne Fjellheim og Gunnar G. Raddum, LFI-Bergen

Overvåking av bunndyr i Mandalsvassdraget ble startet høsten 1995 i forbindelse med kalking. Det opprinnelige stasjonsnett besto av 32 innsamlingsstasjoner (Raddum & Schnell 1997). Fra og med 1997 er dette stasjonsnettet redusert (**Vedlegg C1 og C2**). Hensikten med undersøkelsene er å overvåke vassdraget med hensyn på invertebrater før og etter at ulike kalkingsprosjekt starter. Mandalsvassdraget er plassert i kategori 3, vassdrag som skal overvåkes med hensyn til bunndyr hvert år.

Det ble registrert 6 døgnfluearter, 15 steinfluearter, og 15 arter/slekter av vårfluer i Mandalsvassdraget i 1999 (**Vedlegg C1 og C2**). Ni av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990). Artsmangfoldet var omtrent som i 1998, da det ble registrert 5, 15 og 14 arter innen de ovenfornevnte grupper.

I 1999 var forsureningsindeksen i den kalkete delen av vassdraget mer stabil enn foregående år (**Figur 4.1**). Indeks 1 sank fra 0,78 til 0,75 om våren. Høstindeksen har holdt seg mer stabil i de senere år med indeks 1 varierende fra 0,61 til 0,66. De ukalkete referansestasjonene viser at vassdraget har til dels store forsureningsskader i mange av lokalitetene. Stasjonene i den nedre delen av vassdraget har fått et betydelig innslag av følsomme arter i de senere år. I likhet med mange andre kalkete vassdrag ser høstpopulasjonene av døgnfluen *Baetis rhodani* ut til å reagere fortere enn vårgenerasjonen. Forskjellen mellom indeks 1 og 2 viser at det er et stort subletalt stress på nevnte døgnflueart. Skadene på bunndyrsamfunnene var størst i de øvre delene av vassdraget. Området ved kalkdosereren på Smeland (St. 2 og 3) har foreløpig bare små innslag av moderat forsureningssensitive bunndyr.

I forbindelse med at Mandalsvassdraget nå blir kalket, forventer vi at artsdiversiteten med hensyn til bunndyr skal stige. Det tilgrensende Audnavassdraget hadde til sammenligning i 1999 høyere artsdiversiteter på tross av mindre nedslagsfelt (Fjellheim & Raddum 2000). Spesielt gjelder dette gruppen vårfluer. I Audna finner vi også større artsdiversitet innen de mest sensitive bunndyrgruppene. Ferskvannssnegl, som er svært sensitive overfor både forsurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990), har vist god respons etter kalkingen av Audna (Fjellheim & Raddum 1995, 1999). Vi forventer innen rimelig tid at ferskvannssnegl også vil å gi respons i Mandalsvassdraget etter kalkingen.



Figur 4.1. Gjennomsnittlig forsureningsindekser for stasjonene i Mandalsvassdraget.



# 5 Vannvegetasjon

**Forfattere:** Stein W. Johansen, NIVA (makroveg.) og E.A. Lindstrøm, NIVA (begroing)  
**Medarbeidere:** R. Romstad (NIVA), og Annette Furnes (Bot. inst., UiB)

## 5.1 Makrovegetasjon

### Stilleflytende strekninger

Mandalsvassdraget er stedvis preget av en meget omfattende tilgroing av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) (jfr. Johansen 1993), og overvåkingen er bl.a. fokusert på eventuelle endringer i disse plantebestandene. Situasjonen for krypsiv var i grove trekk lite endret i 1999. De massive bestandene omkring Håverstad og Sveindal har omtrent samme arealdekning som tidligere, og toppskuddene når opp i overflaten over store områder ved lav vannføring, - som tidligere. Krypsivet oppviste en større vitalitet med kraftigere årsskudd i 1998 enn de foregående år (Figur 5.1). Denne tendensen fortsatte i 1999 og kan indikere at tilgroingen med krypsiv har økt noe. På stasjonene ved Trygsland og Finnsdal ble det også registrert noe økt forekomst av krypsiv i 1999. I Kosåna som hadde dårlig krypsivvekst i 1998, ble det igjen registrert årsskudd i 1999.

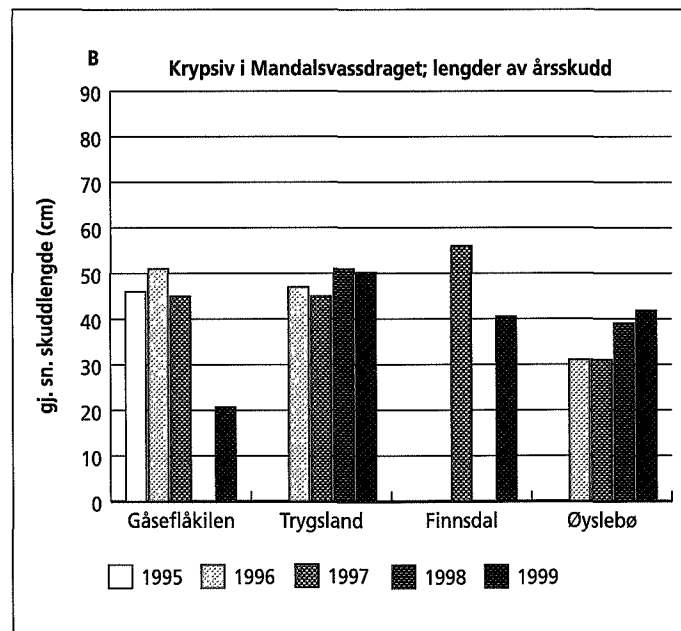
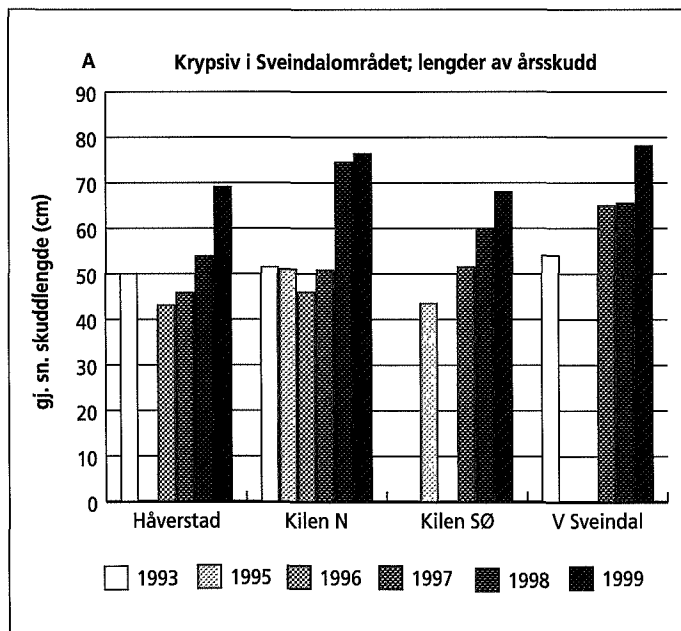
Drøyt to år etter oppstart ser det ikke ut som kalkingen har hatt noen større, negativ effekt på krypsiv-situasjonen i vassdraget. Det er imidlertid for tidlig å si om den økte årsveksten i 1998 og 1999 er forårsaket av kalkingen eller naturlige svingninger i klimatiske og hydrologiske forhold.

Det ble i 1999 registrert en fortsatt, svak økning i antall forekomster av de forsurningsfølsomme artene tusenblad (*Myriophyllum alterniflorum*) og storblærerot (*Utricularia vulgaris*). Ved Finnsdal ble det registrert en ny art kysttjønnaks (*Potamogeton polygonifolius*). Disse endringene kan sees på som en begynnende re-etablering som startet før kalkingen (pga. forbedret vannkvalitet og gunstige somre), men som også har fortsatt etter kalkingen.

### Hurtigstrømmende partier

Mosevegetasjonen på de mer hurtigstrømmende partiene er dominert av den forsurningsbegunstigete (acidofile) arten elvetrappemose (*Nardia compressa*). Rett nedstrøms dosererene ved Smeland og Egså (i Kosåna) ble det observert en dårlig vitalitet og nedvisning av elvetrappemose allerede i august 1997 (rett etter start kalking). Disse moseputene var helt brune og visne i 1998, dvs. i områder der det var sedimentert et tynt kalklag i mosen. Ute i strømløpet der mosen var rein for kalk, var elvetrappemosen fortsatt frisk, og dette gjaldt generelt for områder litt lengre nedstrøms dosererene (f.eks. Trygsland og Gåseflåkilen). I 1999 var det færre spor av nedvisnet elvetrappemose. Dette tyder på at nedvisningen av elvetrappemosen tidlig etter start kalking var en straks-effekt av kalkingen og at mosen relativt raskt tilpasser seg den nye vannkvaliteten.

I 1999 ble det gjort registreringer i de mer stilleflytende områder, spesielt i Sveindalområdet, som tyder på en viss tilbakegang av hornortormose som tidligere har vokst inn i blant krypsiv. Årsaken til dette er uklart og vil følges opp mer inngående i kommende sesong.



**Fig. 5.1.** Vekst og vitalitet av krypsiv (*Juncus supinus* = *J. bulbosus*) i Mandalsvassdraget 1993-1999. (a) Stilleflytende områder med massiv krypsiv-tilgroing omkring Sveindal. (b) Nedre del av Mandalsvassdraget, samt sidevassdraget Kosåna (Gåseflåkilen). Kosåna er kalket fra 1996, hovedvassdraget fra 1997. Lokalitetene ved Øyslebø, Finnsdal og Trygsland representerer ±strømløpsformer på stein/grus.

Det er verdt å merke seg tendensen til re-etablering og forbedret vitalitet av forsurningsfølsomme elementer før kalkingen (trolig som følge av naturlig forbedret vannkvalitet). Dette er i seg selv en meget positiv utvikling, men vanskeliggjør evalueringen av kalkingseffektene i vassdraget, - særlig fordi en i Mandalsvassdraget ikke har biologisk representative, sammenliknbare referansestasjoner oppstrøms kalkdosererene.

## 5.2 Begroing

Resultatene av de generelle begroingsobservasjonene er vist i **Vedlegg D1**, prosentvis forekomst av kiselalger i **Vedlegg D2**.

### Artsmangfold.

Begroingssamfunnet i Mandalsvassdraget er generelt artsfattig, både på enkeltstasjoner såvel som vassdraget sett under ett. Det kan skyldes at substratet er noe ustabil, slik at flerårige og langsomt voksende organismer har vanskelig for å etablere seg. Det ustabile substratet bidrar dessuten til at mangfoldet varierer fra

år til år. Foreløpig kan det ikke påvises noen økning i arts-mangfoldet etter kalking. Den økning i mangfold av cyanobakterier, som ble observert i 1998, ble ikke påvist i 1999 og var muligens et resultat av særlig stabile vekstbetingelser i 1998.

### Artssammensetning.

Noen få forsurningsømfintlige organismer, som dukket opp kort etter start av kalking, hadde etablert makroskopisk synlige forekomster på noen kalkede lokaliteter i 1999. Det gjaldt cyanobakterien *Stigonema mamillosum* og grønnalgene *Bulbchaete* sp. og *Hormidium rivulare*. *H. rivulare* ble dessuten observert på referansestasjonen ÅKN (Åknes) for første gang i 1999. For øvrig er det bare registrert små endringer i artssammensetning etter start av kalking.

### Forsurningsfølsomhet.

**Vedlegg D2** viser beregninger av forsurningsfølsomhet for begroingssamfunnet i 1999. Det ikke ble registrert noen orga-

**Tabell 5.1.** Vannvegetasjon på 8 overvåkingsstasjoner (fet stil) og enkelte andre stasjoner i Mandalselva i 1999. Kosåna: **EGS** = Egså (referanse), **GÅS** = Gåseflåkilen N, **BRE** = Breidli-Stedjan. Hovedvassdraget: **ÅKN** = Åknesstraumen ved Logna (referanse), **SME** = Smeland, **HÅV** = Håverstad S, **KIN** = Kilen N, Sveindal, **KIØ** = Kilen Ø, Sveindal, **KIL** = Kilen, hele det innsjøpregete området ved Sveindal, **TRY** = Trygsland, Bjelland, **FIN** = Finnsdalsbrua, Marnadal, **ØYS** = Øyslebø. Hyppigheten av artene er angitt etter følgende skala: 1: sjelden (< 5 forekomster), 2: spredt, 3: vanlig, 4: lokalt dominerende, 5: dominerende på store deler av lokaliteten. Viktigste arter uthevet.

	<b>E</b>	<b>G</b>	<b>Å</b>	<b>S</b>	<b>H</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>K</b>	<b>T</b>	<b>F</b>	<b>Ø</b>
	<b>G</b>	<b>Å</b>	<b>K</b>	<b>M</b>	<b>Å</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>I</b>	<b>R</b>	<b>I</b>	<b>Y</b>
	<b>S</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>V</b>	<b>N</b>	<b>Ø</b>	<b>L</b>	<b>Y</b>	<b>N</b>	<b>S</b>
<b>KORTSKUDDSPLANTER</b>											
mykt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>	-	2	-	-	-	1	2	2	2	2	2
stivt brasmegras <i>Isoetes lacustris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
tjønngress <i>Littorella uniflora</i>	-	2	-	-	-	-	-	-	1	1	3
botnegress <i>Lobelia dortmanna</i>	-	2	-	-	-	1	2	2	2	1	1
evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	1	1
<b>LANGSKUDDSPLANTER</b>											
klovasshår <i>Callitriche hamulata</i> *	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>krypsiv <i>Junc. supinus=bulbosus</i></b>	1	3	1	2	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	3	3
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum</i> *	-	-	-	-	-	-	2	2	1	-	2
gyttjæblærerot <i>Utricularia intermedia</i>	2	3	-	-	2	-2	2	2	2	-	-
småblærerot <i>Utricularia minor</i>	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-
storblærerot <i>Utricularia vulgaris</i> *	-	2	-	-	2	2	1	2	1	-	-
<b>FLYTEBLADSPLANTER</b>											
gul nøkkerose <i>Nuphar lutea</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
kysttjønna <i>Potamogeton polygonifolius</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<b>fløtgress <i>Sparganium angustifolium</i></b>	-	2	1	1	3	2	2	3	4	2	2
<b>VANNMOSER</b>											
rødmesigdmose <i>Blindia acuta</i> *	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
kjølelvemose <i>Fontinalis antipyretica</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2
duskelvemose <i>Fontinalis dalecarlica</i> *	-	-	-	1	-	-	-	-	2	1	2
mattehutre <i>Marsipella emarginata</i>	2	1	-	3	-	-	-	2	3	2	2
<b>elvetrappemose <i>Nardia compressa</i></b>	<b>5</b>	<b>5</b>	3	<b>4</b>	<b>4</b>	3	2	3	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
vanlig bjørnem. <i>Polytrichum commune</i>	1	2	-	3	-	-	-	-	3	-	-
buttgråmose <i>Rhacomitrium aciculare</i>	2	2	1	-	-	-	-	-	2	1	-
<b>bekketvebladmose <i>Scapania undulata</i></b>	3	2	3	3	2	2	1	3	<b>4</b>	3	3
<b>horntormose <i>Sphagnum. auriculatum</i></b>	1	2	-	1	2	2	2	2	2	-	-

Arter kun registrert på 1-2 stasjoner: vrangklomose *Drepanocladus exannulatus*\* (SME: (1)), dymose *Gymnocolea inflata* (EGS: 1; SME: 3), cf. *Lophozia* (SME: 2), vårmose *Pellia epiphylla* (ØYS: 1), nikkemose *Pholia nutans* (SME: 2), bekkeblomstermose *Schistidium rivulare*\* (ØYS: 2).

nismer innenfor de to mest forsuringfølsomme kategoriene, men det ble registrert noen få innenfor de to svakeste kategoriene (Tabell 5.2). Særlig liten følsomhet viste referanselokaliteten EGS (Egsåna), hvor ingen kjente forsuringfølsomme begroingsalger ble registrert. Samfunnet på kalkede lokaliteter viste ubetydelig større følsomhet enn de ukalkede.

#### Mengdemessige forhold.

Det ser ut til å være stor variasjon i dekningsprosent av trådformede grønnalger fra år til år, Vedlegg D1. Selv når denne variasjonen tas med i vurderingen ser det ut til å ha skjedd en reduksjon i dekningsprosent av den trådformede grønnalgen *Microspora palustris* med varieteten *M. palustris* var *minor*. Begge er klart forsuringbegunstigede (Lindstrøm 1992) og reduksjonen er mest markert på stasjoner rett nedstrøms kalkdoserere (SME, GÅS). En viss tilbakegang av den forsuringbegunstigede grønnalgen *Zygonium sp3* ble observert i 1997 og 1998, men ikke i 1999.

#### Kiselalger

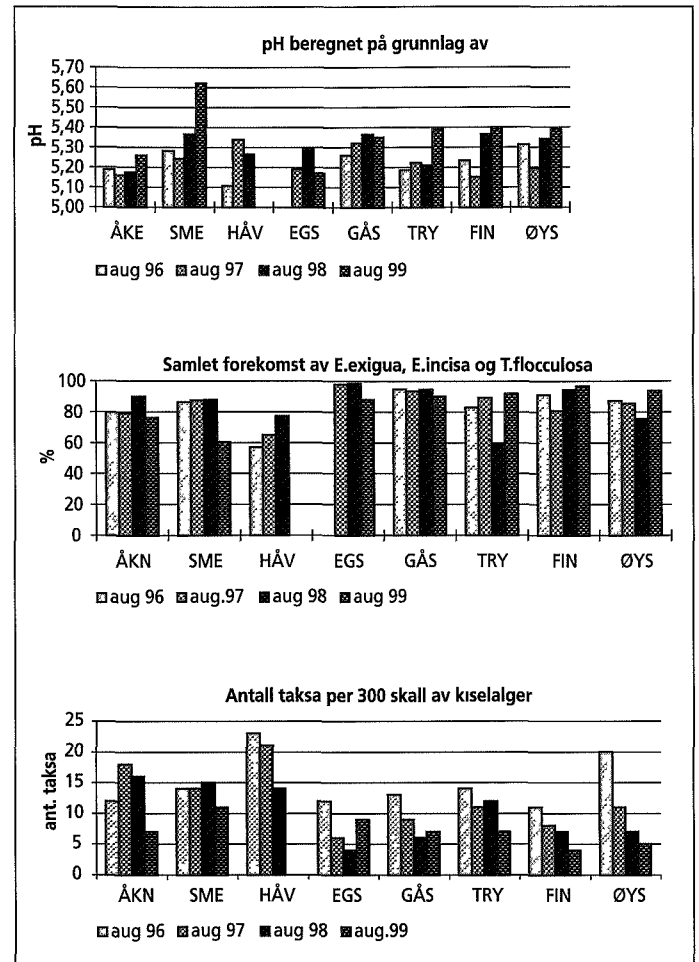
Bortsett fra lokaliteten SME (Smeland) viste kiselalgesamfunnet liten respons på pH-økningene som har skjedd i vasdraget etter kalking (Figur 5.2, øverst). Det er en generell tendens til økende pH-respons på kalkede stasjoner, men beregnet pH på basis av kiselalger er fremdeles lavere enn kjemisk målt pH. På referansestasjonen ÅKE (Åkenes) har det i følge beregningene vært en liten økning av pH i 1999. Kiselalgesamfunnet er fremdeles sterkt preget av to forsuringbegunstigede arter (*Eunoita exigua* og *E. incisa*) og en robust/tolerant art (*Tabellaria flocculosa*) (Figur 5.2, midten). Den sterke dominansen av de tre nevnte arter gjør at artsmangfoldet, målt som antall taksa per 300 skall av kiselalger, er meget lavt og det kan dessuten se ut til å ha avtatt etter start av kalking (Figur 5.2, nederst).

Den lyse meget glatte veksten av *Tabellaria flocculosa*, som preget lokaliteten GÅS (Gåsland) fullstendig 1 august 1998, hadde på langt nær samme mektighet i september 1999. Dette forsterker også inntrykket av ustabile og vekslende forhold i Mandalsvassdraget fra år til år.

#### Annet

Det er observert to "fenomener" som ser ut til å opptre på lokaliteter nedstrøms kalking. Det etablerer seg en "algefiltmatte" (angitt som CYAN 003 i Vedlegg D1). Denne består av rester av

alger og organisk materiale bundet sammen av tyne trådformede cyanobakterier. I 1999 var det lite å se av dette i Mandalsvassdraget. Det andre "fenomenet" er utvikling av unormalt kraftige cellevegger og avleiringer av jernholdig materiale på trådformede grønnalger. Dette preget trådalgene *Microspora* og *Hormidium (Klebsormidium)* på SME (Smeland) i 1999, som i 1998.



Figur 5.2. Øverst: pH beregnet på grunnlag av prosentvis forekomst av kiselalger. Midten: Samlet prosentvis forekomst av de 3 kiselalgene *E. incisa*, *E. exigua* og *T. flocculosa*. Nederst: Antall taksa per 300 skall av kiselalger. Mandalsvassdraget 1996-99.

Tabell 5.2. Begroingssamfunnets forsuringfølsomhet (unntatt kiselalger) - antall arter innen ulike kategorier av forsuringfølsomhet (i parentes) - vektet etter forsuringfølsomhet. Mandalsvassdraget september 1999.

FF - forsuringfølsomhet	ÅKN	SME	EGS	GÅS	TRY	FIN	ØYS
0,25 ("litt")	(2) 0,5	(2) 0,5	0	(2) 0,5	(1) 0,25	(1) 0,25	(1) 0,25
0,50 ("noe")	(1) 0,5	(2) 1	0	(2) 1	(2) 0,5	(2) 0,5	(2) 0,5
0,75 ("moderat")	0	0	0	0	0	0	0
1,00 ("klart")	0	0	0	0	0	0	0
Sum - vektet forsuringfølsomhet	1	1,5	0	1,5	1,25	1,25	1,25

# 6 Samlet vurdering

## 6.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### Vannkjem

I stikkprøver fra elva ved Marnardal lå pH-verdiene relativt stabilt i området 6.07-6.46. Konsentrasjonene av labilt aluminium i de samme prøvene var 5-28 µg/L, med de høyeste verdiene i den kritiske smoltfiseringsperioden. Ved slike nivåer av labilt aluminium vil det kunne oppstå betydelig skade på laksesmolt i ferskvann samt moderat dødelighet dersom smolten vandrer ut i sjøen like etter eksponeringen (Hindar et al. 1997). Den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Kjølemo (nedstrøms Marnardal) viste at pH-verdiene i elva stort sett lå over 6.0, men at det i januar og desember forekom surstøt med pH-verdier ned mot hhv. 5.6 og 5.4. I perioden 15/2-31/5 da pH målet var 6.2, ble det registrert 12 døgn med pH-verdier under 6.15 (OBS. brudd på dataserien i mai). Laveste pH i denne perioden (pH 5.96) ble målt tidlig i mars.

### Fisk

Ungfiskundersøkelser i 1979, på 1980-tallet og i 1995 påviste ikke laksunger i noen del av Mandalselva. I 1996 ble det for første gang funnet laksyngel i lite antall på to stasjoner. I 1999 derimot ble det funnet laksyngel på 17 av stasjonene fordelt på hele den lakseførende strekningen. Utbredelsen av laksyngel i vassdraget har dermed økt fra 0 til 94 % av stasjonene i løpet av de siste fire årene. Det ble ikke funnet ett-årige laksunger i Mandalselva før i 1998, men da ble de funnet på nær halvparten av stasjonene. To-årige laksunger ble først påvist i 1999. Det er satt ut betydelige mengder fisk i Mandalselva hvert år fra og med 1989. Ingen av disse utsettingene har hatt direkte betydning for tettheten av laksunger i ungfiskovervåkingen. Indirekte derimot har det hatt betydning ved at laks raskere har reetablert i vassdraget ved at mye gytefisk har vandret opp i løpet av 1990-årene. I 1997-1999 er det satt ut ca 173 000 ensomrige laksunger i forbindelse med et reetableringsprosjekt i Mandalselva. Utsettingene bidrar imidlertid lite til den totale reetableringen av laks i vassdraget, og henholdsvis 84 og 89 % av antall laksyngel og eldre laksunger i 1999 var villfisk.

Det har vært en økning i utbredelse og antall av ørret i Mandalselva etter 1995. Forekomsten av eldre ørretunger økte eksempelvis fra 33 % av stasjonene i 1995 til 78 % i 1999. Det har også vært en moderat økning i tetthet i denne perioden fra 14 til 23 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i gjennomsnitt.

I 1995 ble det funnet metallakkumulering på gjelleoverflaten hos ørret, og i gjelleepitelet var det moderate til store mengder. All påvisbar metallakkumulering på gjelleoverflaten vil ha negative effekter på individnivå, og mulige negative effekter også på populasjonsnivå. Det har imidlertid vært en betydelig bedring i tilstanden fra 1995 til 1999. Det blir ikke lenger funnet metallakkumulering på gjelleoverflaten til ørret, og fra 1999 er det heller ikke funnet metallakkumulering i gjelleepitelet. Det er bare undersøkt laks i 1998 og 1999 da eldre laksunger ikke ble påvist tidligere. For strekningen Kosåna-Monan synes det å være en reduksjon i mengde påvist i epitelet fra 1998 til 1999. Det ble ikke påvist metallakkumulering hos laksungene i øvre del i 1999, og bare i særskilt sparsomme mengder hos 43 % av laksungene i nedre del av vassdraget.

### Bunndyr

I 1999 var forsuringsindeksen i den kalkete delen av Mandalsvassdraget mer omtrent som foregående år. De ukalkete referansestasjonene var også som foregående år, og viser at store deler av vassdraget fremdeles er sterkt forsuringsskadd. Skadene på bunndyrsamfunnene var størst i de øvre delene av vassdraget. Stasjonene i den nedre delen av vassdraget har i de senere år fått et bedre innslag av følsomme bunndyrarter. Vi forventer at artsdiversiteten med hensyn til bunndyr skal fortsette å stige. Det tilgrensende Audnavassdraget gir et godt sammenligningsgrunnlag. Dette vassdraget, som har vært kalket siden 1985, har høyere artsdiversiteter på tross av mindre nedslagsfelt. Vi forventer spesielt økning av artsmangfoldet av vårfluer og snegl i Mandalsvassdraget.

### Makrovegetasjon

En jevnt økende forekomst av enkelte forsuringsfølsomme arter 1996-99 kan indikere en begynnende re-etablering som en kombinasjonseffekt av (i) en naturlig vannkvalitetsforbedring de seineste årene, samt (ii) kalkingen, som antas å kunne ha hatt en effekt f.o.m. 1998. Krypsivets vekst og vitalitet viser høy grad av stabilitet i perioden 1993-99, men det er en tendens til en svak økning de to siste årene både i vitalitet (lange årsskudd) og arealutbredelse (på de nedre deler). Det ble i (1997-)1998 observert nedvisning av den forsuringsbegunstigete arten elvetrappemose (*Nardia compressa*) i områder rett nedstrøms kalkdosererene. Arten ser imidlertid foreløpig ut til å greie seg meget bra i områder uten direkte kalkpåleiring. I 1999 ble det observert en viss tilbakegang av hornormose, spesielt i Sveindalområdet.

### Begroing

Vekslende og ustabile forhold fra år til år gjør det noe vanskelig å bedømme kalkingens effekt på begroingsamfunnet i Mandalsvassdraget. I 1999 var forekomsten av svakt forsuringsfølsomme organismer mer markert enn foregående år, men samfunnet var fremdeles preget av forsuringsstolerante arter og ingen moderat eller klart forsuringsfølsomme arter ble observert. Beregninger basert på hele begroingssamfunnet, unntatt kiselalger, tilsier at forsuringsfølsomheten er liten. Kiselagesamfunnet tilsier en svak økning i pH, men beregningene gir fremdeles lavere pH enn de kjemiske målingene viser og kiselalgesamfunnet er fremdeles sterkt preget av 3 forsuringsstolerante arter.

## 6.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Resultatene for 1999 viser at kalkdosererne stort sett greide å opprettholde pH-målet på den lakseførende strekningen. Tidvis gjennombrudd av surt vann fra de kalkede sidevassdragene nedstrøms Bjelland kan imidlertid føre til problemer med giftige Al-blandsoner i hovedelva (Rosseland et al. 1992). Det anbefales derfor tiltak for å stabilisere driften ved disse doseringsanleggene og eventuelt også vurdere flytting eller nybygging av anlegg (for eksempel i Høyeåna)

## 7 Referanser

- Berger, H.M. 2000. Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) i Høyeåna i Mandalsvasdraget i Vest-Agder. - NINA-Oppdragsmelding 633: 1-xx.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och öring - synpunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Bjelland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96, 57-66.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1999. Overvåking av bunndyr i Audna. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat (i trykk).
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 1992. Reetablering av fiskebestanden i Mandalselva. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 135: 1-77.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.
- Hindar, K. & Johnsen, B.O. 1999. Reetableringsprosjektet. Årsrapport 1998. Utredning for DN 1999-7, 101 s.
- Johansen, S.W. 1993. Krypsiv i Mandalsvasdraget. Status for utbredelse, vurdering av tilgroing og årsaker, samt forslag til tiltak. NIVA-rapp. 2954 (O-93091).
- Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Raddum, G.G. 1998. Mandalselva. - S. 58-64 i: Direktoratet for naturforvaltning. Overvåking av vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestandar i lakseførende vassdrag. - NINA-Fagrapport 36: 1-76.
- Larsen, P.A. & Haraldstad, Ø. 1994. Kalkingsplan for Mandalsvasdraget i Vest-Agder. - Flerbruksplan for Mandalsvasdraget. Fagrapport til faggruppe for fisk og forurensning. 57 s.
- Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G.G. & Fjellheim, V. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 3, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 2373, 32 s.
- Lindstrøm, E-A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. fagrapport nr. 27. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport 2. 49 sider.
- NVE 2000. Vannføring ved NVE-stasjonen Kjølmo i 1999. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Raddum, G. G. & Schnell, Ø. A. 1997. Overvåking av bunndyr i Mandalselva. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997-1, pp. 76-80.
- Rosseland, B.O., Blakar, I., Bulger, A., Kroglund, F., Kvellestad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M. & Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. *Environ. Pollution* 78: 3-8.
- Saltveit, S.J. 1980. Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 41: 1-46.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånavassdraget i Aust- og Vest-Agder. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 67: 1-21.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjørret i Mandalsvasdraget i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking. - NINA-Oppdragsmelding 470: 1-41.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

## 7 Referanser

- Berger, H.M. 2000. Ørekyte (*Phoxinus phoxinus*) i Høyeåna i Mandalsvassdraget i Vest-Agder. - NINA-Oppdragsmelding 633: 1-xx.
- Bohlin, T. 1984. Kvantitativt elfiske etter lax och öring - synpunkter och rekommendationer. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm. Rapport 1984-4. 33 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G. & Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing - Theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- DNMI 2000. Nedbørhøyder for 1999 fra meteorologisk stasjon Bjelland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96, 57-66.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1999. Overvåking av bunndyr i Audna. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat (i trykk).
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 1992. Reetablering av fiskebestanden i Mandalselva. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 135: 1-77.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.
- Hindar, K. & Johnsen, B.O. 1999. Reetableringsprosjektet. Årsrapport 1998. Utredning for DN 1999-7, 101 s.
- Johansen, S.W. 1993. Krypsiv i Mandalsvassdraget. Status for utbredelse, vurdering av tilgroing og årsaker, samt forslag til tiltak. NIVA-rapp. 2954 (O-93091).
- Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Raddum, G.G. 1998. Mandalselva. - S. 58-64 i: Direktoratet for naturforvaltning. Overvåking av vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvåking av ungfiskbestandar i lakseførende vassdrag. - NINA-Fagrapport 36: 1-76.
- Larsen, P.A. & Haraldstad, Ø. 1994. Kalkingsplan for Mandalsvassdraget i Vest-Agder. - Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. Fagrapport til faggruppe for fisk og forurensning. 57 s.
- Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G.G. & Fjellheim, V. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 3, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 2373, 32 s.
- Lindstrøm, E-A. 1992. Tålegrenser for overflatevann. Fastsittende alger. fagrapport nr. 27. Norsk institutt for vannforskning (NIVA), O-90137/E-90440, rapport 2. 49 sider.
- NVE 2000. Vannføring ved NVE-stasjonen Kjøleemo i 1999. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Raddum, G. G. & Schnell, Ø. A. 1997. Overvåking av bunndyr i Mandalselva. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 1997-1, pp. 76-80.
- Rosseland, B.O., Blakar, I., Bulger, A., Kroglund, F., Kvellestad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M. & Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. *Environ. Pollution* 78: 3-8.
- Saltveit, S.J. 1980. Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 41: 1-46.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånavassdraget i Aust- og Vest-Agder. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 67: 1-21.
- Thorstad, E.B. & Heggberget, T.G. 1997. Oppvandring hos radiomerket laks og sjørret i Mandalsvassdraget i forhold til minstevannføring, lokkeflommer, terskler og kalking. - NINA-Oppdragsmelding 470: 1-41.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

# Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi

## Forkortelser:

Ca	Kalsium	LAl	Labilt aluminium	Na	Natrium	NO3-N	Nitrat
ALK-E	Alkalitet	TOC	Totalt organisk karbon	K	Kalium	TOT-N	Total nitrogen
RAI	Reaktivt aluminium	Kond	Konduktivitet	Cl	Klorid	TOT-P	Total fosfor
ILAl	Ikke-labilt aluminium	Mg	Magnesium	SO4	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	RAI µg/L	ILAl µg/L	LAl µg/L	TOC mg/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L	TOT-N µg/L	TOT-P µg/L	ANCt µekv/L
1	Marnardal	13.01.99	6,09	1,53	29	131	119	12	3,7	2,03	0,25	1,58	0,17	2,8	2,1	150	315	4	37
1	Marnardal	14.02.99	6,21	1,59	30	126	107	19	3,2	1,95	0,22	1,41	0,16	2,5	1,9	185	290	3	40
1	Marnardal	01.03.99	6,12	1,40	26	106	94	12	2,9	1,91	0,22	1,43	0,15	2,6	1,9	170	300	4	29
1	Marnardal	15.03.99	6,24	1,66	35	92	70	22	2,7	1,97	0,22	1,41	0,14	2,5	1,8	160	300	4	46
1	Marnardal	05.04.99	6,07	1,55	29	129	108	21	3,3	2,11	0,25	1,62	0,20	2,8	2,1	190	340	4	37
1	Marnardal	18.04.99	6,11	1,76	40	130	102	28	3,2	2,05	0,23	1,47	0,19	2,2	1,9	170	325	4	62
1	Marnardal	10.05.99	6,34	1,71	42	81	73	8	2,9	1,91	0,18	1,18	0,18	2,2	1,8	170	320	5	44
1	Marnardal	25.05.99	6,25	1,60	33	87	77	10	2,9	1,77	0,18	1,22	0,15	2,0	1,7	165	515	4	48
1	Marnardal	14.06.99	6,12	1,37	29	104	99	5	4,0	1,54	0,17	1,11	0,14	1,6	1,5	119	290	6	49
1	Marnardal	12.07.99	6,46	1,42	45	85	75	10	3,0	1,50	0,16	1,01	0,11	1,5	1,3	119	255	4	53
1	Marnardal	16.08.99	6,27	1,19	24	65	54	11	2,5	1,43	0,15	0,98	0,14	1,4	1,4	140	280	3	39
1	Marnardal	13.09.99	6,24	1,25	24	62	57	5	2,6	1,48	0,15	0,95	0,13	1,4	1,4	123	270	3	42
1	Marnardal	12.10.99	6,10	1,51	36	114	109	5	4,9	1,77	0,18	1,10	0,19	1,7	1,8	103	305	6	50
1	Marnardal	15.11.99	6,25	1,70	42	109	102	7	4,2	1,88	0,20	1,20	0,18	2,0	1,9	139	320	4	52
1	<b>Marnardal</b>	<b>Mid</b>	<b>6,21</b>	<b>1,52</b>	<b>33</b>	<b>102</b>	<b>89</b>	<b>13</b>	<b>3,3</b>	<b>1,81</b>	<b>0,20</b>	<b>1,26</b>	<b>0,16</b>	<b>2,1</b>	<b>1,8</b>	<b>150</b>	<b>316</b>	<b>4</b>	<b>45</b>
1	<b>Marnardal</b>	<b>Mx</b>	<b>6,46</b>	<b>1,76</b>	<b>45</b>	<b>131</b>	<b>119</b>	<b>28</b>	<b>4,9</b>	<b>2,11</b>	<b>0,25</b>	<b>1,62</b>	<b>0,20</b>	<b>2,8</b>	<b>2,1</b>	<b>190</b>	<b>515</b>	<b>6</b>	<b>62</b>
1	<b>Marnardal</b>	<b>Min</b>	<b>6,07</b>	<b>1,19</b>	<b>24</b>	<b>62</b>	<b>54</b>	<b>5</b>	<b>2,5</b>	<b>1,43</b>	<b>0,15</b>	<b>0,95</b>	<b>0,11</b>	<b>1,4</b>	<b>1,3</b>	<b>103</b>	<b>255</b>	<b>3</b>	<b>29</b>
1	<b>Marnardal</b>	<b>N</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>
3	Høyeåna (n. doserer)	20.01.99	5,10	1,55	0	202	123	79	4,0										
3	Høyeåna (n. doserer)	19.03.99	5,92	2,88	40	139	87	52	2,3										
3	Høyeåna (n. doserer)	03.04.99	5,18	1,35	0	204	77	127	2,5										
3	Høyeåna (n. doserer)	16.04.99	5,37	1,57	21	173	89	84	2,4										
3	Høyeåna (n. doserer)	30.04.99	5,67	1,82	16	115	87	28	3,3										
3	Høyeåna (n. doserer)	18.05.99	5,99	1,44	12	93	73	20	3,2										
3	Høyeåna (n. doserer)	31.05.99	5,83	1,53	10	83	65	18	3,0										
3	Høyeåna (n. doserer)	14.06.99	5,59	1,41	11	118	87	31	4,0										
3	Høyeåna (n. doserer)	06.09.99	6,20	1,53	28	56	50	6	4,0										
3	Høyeåna (n. doserer)	18.10.99	5,91	1,51	23	128	116	12	5,7										
3	Høyeåna (n. doserer)	22.11.99	5,75	1,52	19	129	113	16	5,2										
3	<b>Høyeåna (n. doserer)</b>	<b>Mid</b>	<b>5,68</b>	<b>1,65</b>	<b>16</b>	<b>131</b>	<b>88</b>	<b>43</b>	<b>3,6</b>										
3	<b>Høyeåna (n. doserer)</b>	<b>Mx</b>	<b>6,20</b>	<b>2,88</b>	<b>40</b>	<b>204</b>	<b>123</b>	<b>127</b>	<b>5,7</b>										
3	<b>Høyeåna (n. doserer)</b>	<b>Min</b>	<b>5,10</b>	<b>1,35</b>	<b>0</b>	<b>56</b>	<b>50</b>	<b>6</b>	<b>2,3</b>										
3	<b>Høyeåna (n. doserer)</b>	<b>N</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>	<b>11</b>										







## Vedlegg B. Primærdata - fisk

### B.1. Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Mandalselva 4.-7.8.99.

St.	Areal m <sup>2</sup>	Fangst				Beregnet tetthet/100 m <sup>2</sup>				Andre arter
		Laks		Ørret		Laks		Ørret		
		0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	0+	≥1+	
1	150	0	15	15	27	0	11,1	10,4	20,3	
2	180	3	36**	15	5	2,1	20,6	8,4	2,8	Ål
3	196	1	0	18	11	0,5	0	9,3	6,3	Ål, bekkerøye
4	121	3	1	18	9	2,8	0,8	15,5	7,6	Bekkerøye
5	105	44*	4*	11	2	51,0	3,8	10,8	2,1	
6	180	8*	4*	61	18	5,1	3,2	38,3	11,8	Bekkerøye
7	154	55*	4*	32	10	37,5	2,8	32,8	6,6	Bekkerøye
8	162	74*	5*	43	9	52,0	3,1	31,2	5,9	Bekkerøye
9	100	13*	0	13	3	25,9	0	13,3	3,1	
10	100	10	7	54	7	11,4	9,5	64,0	7,0	Ål
11	198	7	0	48	5	4,0	0	42,2	3,0	
12	105	55	7	22	7	60,4	7,6	24,3	7,0	
13	140	33	0	24	0	31,1	0	21,7	0	
14	160	25	1	37	3	21,5	0,6	24,7	1,9	Njøye
15	140	82	1	67	0	65,8	0,8	63,7	0	Trepigget stingsild
16	126	6	4**	0	2***	5,4	4,6	0	1,8	
17	165	15	0	24	0	10,4	0	16,3	0	Trepigget stingsild
18	150	31	0	14	0	26,5	0	10,7	0	
1-18 Gj.sn.	2632	465	89	516	118	21,4±1,9 23,0±21,5	3,6±0,3 3,8±5,3	22,8±1,5 24,3±17,7	4,8±0,4 4,8±4,9	

\* Inkluderer settefisk som stammer fra utsetninger i vassdraget høsten 1997 eller 1998 for eldre laksunger og sommeren 1999 for årsyngel (0+)

\*\* supplerende innsamling av eldre laks: ved stasjon 2: 8 individer, ved stasjon 16: 1 individ

\*\*\* supplerende innsamling av eldre ørret: ved stasjon 16: 2 individer

**B.2.** Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Mandalsleiva – lakseførende del - 1995-1999. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet1, tetthet2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet1 og tetthet2 er standardavviket angitt i parentes.

ÅR	1995	1996	1997	1998	1999
Dato	18.-19.8.	7.-9.8.	5.-6.8.	11.-13.8.	4.-7.8.
Ant. stasjoner	18	18	18	18	18
Areal, m <sup>2</sup>	3184	3178	3176	2621	2632
<b>LAKS 0+</b>					
Utbredelse	0	11	44	61	94
Tetthet 1	0	0,2(0,3)	1,3(1,1)	4,5(0,4)	21,4(1,9)
Tetthet 2	0	0,1(0,4)	1,4(3,9)	5,6(9,4)	23,0(21,5)
Median	0	0	0	0,9	16,5
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	0	1,6	16,7	35,1	65,8
<b>LAKS ≥1+</b>					
Utbredelse	0	0	0	44	67
Tetthet 1	0	0	0	1,7(0,4)	3,6(0,3)
Tetthet 2	0	0	0	2,2(6,6)	3,8(5,3)
Median	0	0	0	0	1,8
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	0	0	0	29,1	20,6
<b>ØRRET 0+</b>					
Utbredelse	83	94	100	83	94
Tetthet 1	14,3(1,3)	13,7(1,1)	11,2(1,0)	17,3(0,8)	22,8(1,5)
Tetthet 2	15,4(13,2)	13,4(14,4)	12,8(12,6)	19,5(19,5)	24,3(17,7)
Median	14,2	10,7	9,6	16,1	19,0
Min. tetthet	0	0	0,4	0	0
Max. tetthet	38,2	52,8	48,7	68,2	64,0
<b>ØRRET ≥1+</b>					
Utbredelse	33	44	39	67	78
Tetthet 1	0,6(0,2)	1,1(0,1)	1,1(0,1)	2,8(0,2)	4,8(0,4)
Tetthet 2	0,6(1,2)	1,3(2,3)	1,3(2,0)	3,0(4,2)	4,8(4,9)
Median	0	0	0	0,8	3,1
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	4,4	8,4	5,6	15,7	20,3

# Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

## C.1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalselva 04.06.99.

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15
<i>Gruppe/art</i>															
Nematoda		1	3	7	3	2		1	1	6		2	1	15	4
Oligocheta	9	3	6	3	3	8	1	1	1	3	3	1	3	6	2
Acari	1	4	3	2	2		8	2	2	36	3	6	6	18	5
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.					2										1
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>							19				1		1		21
*** <i>Baetis fuscatus</i>															1
*** <i>Baetis</i> sp.							5		10	6	2			27	
<i>Leptophlebia vespertina</i>	3		8	1	4					2					
<i>Leptophlebia marginata</i>				5	2										
<i>Leptophlebia</i> sp.										2					
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	2														
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>			4												
<i>Heptagenia</i> sp.					1										
Plecoptera															
<i>Brachyptera risi</i>		2						2	2	2					
<i>Amphinemura borealis</i>			10			15	9					12	1	6	2
<i>Amphinemura sulcicollis</i>			1			1	1		3	1	6	5	3		
<i>Amphinemura standfussi</i>								3	19	3					
<i>Amphinemura</i> sp.							1	1		5		2			2
<i>Leuctra fusca</i>	4														10
<i>Leuctra</i> sp.	9	12	4			9				2	5			11	
<i>Protonemura meyeri</i>												1			
<i>Nemoura cinerea</i>			2	2				14	3						
<i>Nemurella picteti</i>			1	1				1							
<i>Nemoura avicularis</i>					1										
Nemouridae indet.								1							
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1	2									2			
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>						7									
Plecoptera indet.												2			
** <i>Isoperla</i> sp.		1					1			2					
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila</i> l.		4				17	12	1	13	11	11	12	7	8	4
<i>Rhyacophila nubila</i> p.									1	3	1		2	5	
Polycentropodidae indet.		2													
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	10	5			4		1						8	1	1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		4	1		2			3	1	4					
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			1		9							1			
Limnephilidae indet.		2	1		1			4							
<i>Halesus</i> sp.															1
<i>Potamophylax</i> sp.									2						
<i>Chaetopteryx nebulosa</i>										2					
** <i>Lepidostoma hirtum</i>					1							1	2		3
<i>Athripsodes</i> sp.													2		
<i>Leptoceridae</i> indet.					1										
** <i>Hydropsyche siltalai</i>													8		1
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>													1		
<i>Oxyethira</i> sp.		2													
Trichoptera puppe indet.															1
Chironomidae l.	81	230	130	104	72	80	37	101	50	67	80	47	89	45	57
Chironomidae p.	1	1	1	5		3	4	1			2		3	1	1
Ceratopogonidae		1	1		2	1				2	1			1	2
Simuliidae l.		6	11	27	1	16	25	6	1	9	8	6	7	5	3
Tipulidae		1	1			3		1	1	1					
Diptera		3			2			1	3				9	1	1
Coleoptera				1	3					3	6	6			
Collembola	1						1					1			
Sialis															
<i>Sialis lutaria</i>					1										
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.	1		12	33	7										
Calanoidae			2	9											
Cyclopida	4	1	2	4	6							1			3
Harpacticoida		1										1			
Sididae ind			1												
Chydoridae					1										
Ostracoda		1	1		4										
Sum	126	288	209	204	135	162	125	144	116	175	129	103	153	151	125
Forsuringsindeks 1	0,5	0,5	0	0	0,5	0	1	0	1	1	1	0,5	0	1	1
Forsuringsindeks 2	0,50	0,50	0,00	0,00	0,50	0,00	1,00	0,00	0,87	0,96	0,77	0,50	0,75	1,00	1,00

\*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom

C.2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Mandalselva 27.10.99.

Stasjon	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10	St. 11	St. 12	St. 13	St. 14	St. 15
<i>Gruppe/art</i>															
Nematoda	1	1	4	1	3		5	2		1		3	7	8	2
Oligocheta	5	9	14	3	8	32	9				12	2	9	21	3
Acari	2	7	8	6	3	7	17	5	1	4	7	5	15	17	4
Bivalvia															
* <i>Pisidium</i> sp.					2									2	2
Ephemeroptera															
*** <i>Baetis rhodani</i>							8		5	1	10	9	12	15	9
*** <i>Baetis</i> sp.							2				4		1		
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	5														
<i>Heptagenia</i> sp	1														
<i>Leptophlebia vespertina</i>	7				3	1	1								
<i>Leptophlebia marginata</i>					5	1				6			6		2
<i>Leptophlebia</i> sp.			1			1				1		1			
Plecoptera															
<i>Brachyptera risi</i>	3	5	1	14			14	27	16	14	25	4	12	3	3
<i>Amphinemura borealis</i>						15	1	11	3		4	30	1	17	12
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		8		3				9	1	1					4
<i>Amphinemura</i> sp.		7		3					1	5					
<i>Protonemura meyeri</i>				1			2	5	11	5	10	4	10	16	5
<i>Leuctra fusca</i>						2									
<i>Leuctra hippopus</i>		10		2		10		8	13	17	2	5	7	2	1
<i>Leuctra nigra</i>				2											
<i>Leuctra</i> sp.	2			1	1		7	1			1	4		3	
<i>Nemoura cinerea</i>	17			1		3	4	17	5						1
<i>Nemoura avicularis</i>					1										
<i>Nemoura</i> sp.	4					2	1			1					
Nemouridae indet.						2		2	1						
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		7		6		2						1			1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		1				1	1					2			
** <i>Isoperla</i> sp.		1		2						3		3	1	9	2
** <i>Diura</i> sp				1											
** Perlodidae indet				1						1					
Trichoptera															
<i>Rhyacophila nubila larve</i>		5					5	1	3	2	6			1	1
<i>Rhyacophila nubila puppe</i>														1	
Polycentropodidae indet.				1		1		1		2	3		1		1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		5		4	1	2	1				9		3	16	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1		8	3			4	1	3	2			2	2
<i>Neureclipsis bimaculata</i>					11							2			
<i>Cyrnus trimaculatus</i>					1										
Limnephilidae indet.		1	1	1	1		1	1	3	4	1			2	
Beareidae indet														1	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>												5		8	6
<i>Mysacides longicornis</i>			1												
Leptoceridae indet			1												
** <i>Hydropsyche siltalai</i>											1	6	4	4	3
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>												1		1	
** <i>Hydropsyche</i> sp.												2			
<i>Oxyethira</i> sp.		3		1	5							2		2	
Chironomidae l.	21	118	31	132	140	90	82	96	45	131	101	128	89	112	86
Chironomidae p.													1		
Ceratopogonidae					2									10	1
Simuliidae l.	4	14		10	1	30	18	11	13	11	20	7	17	14	6
Tipulidae		3	2					1		1					1
Diptera		2		4	1	3	4	1	1	1	4	1	5	1	1
Coleoptera		1				1			1	2	9			11	3
Collembola	2						25		6				6	1	
Crustacea															
<i>Bosmina</i> sp.	19	3	10	17	8	15	19					1	16		1
Calanoidae			2	1		1							4		
Cyclopida			4		2								14		
Chydoridae		1		1	14		5					21	7	9	
<i>Sida crystalina</i>	1														
Ostracoda					6								6		1
Sum	94	213	80	227	222	222	232	203	136	211	231	249	254	309	164
Forsuringsindeks 1	0	0,5	0	0,5	0,25	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,00	0,50	0,00	0,50	0,25	0,00	0,83	0,00	0,60	0,52	0,83	0,68	0,93	0,87	0,83

\*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom

# Vedlegg D. Primærdata - begroing

D1. Begroingsorganismer i Mandalsvassdraget 8-9 september 1999.

Organismer - latinsk navn	FF = forsuringsfølsomhet	ÅKN	SME	EGS	GÅS	TRY	FIN	ØYS
<b>Cyanobakterier (Cyanophyceae )</b>								
<i>Calothrix spp.</i>	0,5		*				*	
<i>Capsosira brebisonii</i>	0			*			*	
<i>Cyan 003 (Uident trical 1.5u)</i>	0	1						**
<i>Gloeocapsa sanguinea</i>	0				**		*	***
<i>Hammatoidea normanni</i>								*
<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	0				*			
<i>Homoeothrix spp.</i>			*	*		*		*
<i>Merismopedia punctata</i>					*			
<i>Schizothrix spp.</i>		*			**	*	*	**
<i>Scytonematopsis starmachii</i>	0,25	***	*		**	*		
<i>Stigonema mamillosum</i>	0,5				5	*	*	5
<i>Uidentifiserte coccale blågrønnalger</i>		**	*					**
<i>Uidentifiserte trichale blågrønnalger</i>		**				*		
Antall taksa - Cyanobakterier		5	4	2	6	5	5	7
<b>Grønnalger (Chlorophyceae )</b>								
<i>Binuclearia tectorum</i>	0	2		**	*	*	**	*
<i>Bulbochaete spp.</i>	0,5				2	*	*	2
<i>Chaetophorales ubestemt</i>	0		*					
<i>Closterium spp.</i>				**	*	*		*
<i>Cosmarium spp.</i>				*	**			*
<i>Euastrum elegans</i>					*			*
<i>Hormidium rivulare</i>	0,5	1	1					
<i>Microspora palustris</i>	0	40	2	*	***	***	***	***
<i>Microspora palustris var minor</i>	0	*	**			**	*	*
<i>Mougeotia a (6 -12u)</i>	0			**	**	*		
<i>Mougeotia a/b (10-18u)</i>				*				*
<i>Mougeotiopsis calospora</i>						*		
<i>Penium spp.</i>	0,25	*	*		*	**	*	**
<i>Uidentifiserte coccale grønnalger</i>		**						
<i>Xanthidium spp.</i>					*			
<i>Zygonium sp3 (17-19u)</i>	0	**	20	40	40	20	35	40
Antall taksa - Grønnalger		7	6	7	10	9	6	10
<b>Makroskopiske kiselalger (Bacillariophyceae )</b>								
<i>Tabellaria flocculosa</i>	0	1	**	**	5	***	***	20
<b>Rødalger (Rhodophyceae )</b>								
<i>Batrachospermum (keratop./turfocum)</i>	0	40	1	30	15	<1	5	1
Antall taksa - Rødalger		1	1	1	1	1	1	1
<b>Annet</b>								
Jern/mangan-baktrier, aggregater		**	**	*				
<i>Ophrydium versatile</i>					*			*
Sopp, hyfer uidentifiserte		**		*	**			
Jernavleiringer			***				**	**

*Tegnforklaring:* Tallene angir prosentvis dekning på lokaliteten av makroskopisk synlige begroingsorganismer. Organismer som vokser på/blant disse er angitt ved: \*=observert, \*\*=vanlig, \*\*\*=hyppig

D2. Prosentvis forekomst av kiselalger i Mandalsvassdraget 8-9. september 1999.

Kiselalge - latinsk navn	pH-optimum	ÅKN	SME	EGS	GÅS	TRY	FIN	ØYS
<i>Achnanthes levanderi</i>	6,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes marginulata</i>	5,2	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes minutissima</i>	6,2	0,0	29,6	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Achnanthes spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Asterionella ralfsii</i>	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Aulacoseira perglabra</i>	5,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Brachysira brebissoni</i>	5,3	0,0	0,0	0,6	0,0	0,4	0,0	0,0
<i>Brachysira vitrea</i>	5,9	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Cymbella falaisiensis</i>		0,0	0,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia curvata</i>	5,5	0,3	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia exigua</i>	5,1	19,2	2,0	0,0	0,0	2,2	1,6	1,6
<i>Eunotia exgracilis</i>	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia iatriensis</i>	5,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia incisa</i>	5,1	25,6	6,0	63,9	10,4	0,9	0,0	0,0
<i>Eunotia naegelii</i>	5	0,6	1,3	3,2	0,0	0,0	1,3	0,0
<i>Eunotia paludosa</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia rhomboidea</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia spp.</i>		0,0	0,7	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Eunotia vanheurckii</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Frustulia rhomboides v. rhomboides</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Frustulia rhomboides v. saxonica</i>	5,2	0,0	0,0	3,8	4,5	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula angustata</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>Navicula hoefleri</i>	4,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula leptostriata</i>	5,1	0,0	0,0	0,0	3,6	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula mediocris</i>	5,4	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula radiosa v. radiosa</i>	6,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Navicula spp.</i>		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Peronia fibula</i>	5,3	3,2	0,7	0,0	0,0	3,1	0,0	4,1
<i>Pinnularia spp.</i>		0,0	1,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Semiorbis hemicyclus</i>	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Tabellaria flocculosa (agg.)</i>	5,4	50,3	54,5	24,1	79,5	90,8	96,5	93,7
<i>Tabellaria quadrisepitata</i>	4,9	0,0	0,0	2,2	0,6	0,0	0,0	0,0
<i>Unknown</i>		0,0	2,0	0,6	0,0	2,6	0,0	0,6
<b>Totalt</b>		<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>	<b>100,0</b>