

# Frafjordelva

Koordinator: Bjørn Mejdell Larsen (NINA)

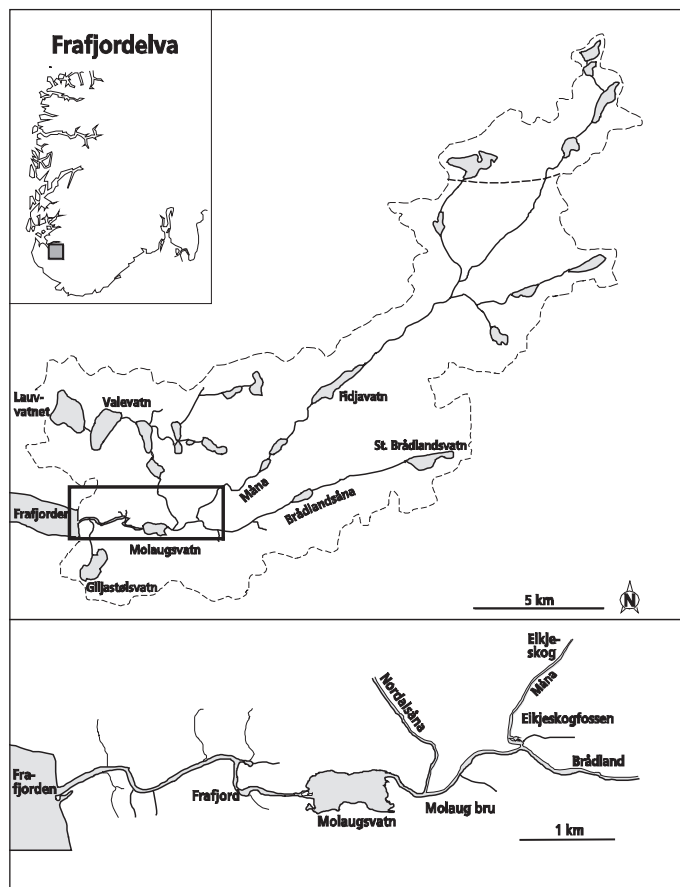
## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

<b>Vassdragsnr., fylke:</b>	030.Z
<b>Fylke, kommuner:</b>	Rogaland fylke, Gjesdal og Forsand kommuner
<b>Areal, nedbørfelt:</b>	171 km <sup>2</sup> (før regulering)
<b>Spesifikk avrenning:</b>	93,5 l/s/km <sup>2</sup>
<b>Middelvannføring:</b>	14,3 m <sup>3</sup> /s (1914-1951)
<b>Regulering:</b>	17,6 km <sup>2</sup> overført til Lysefjord-området
<b>Lakseførende strekning:</b>	Totalt ca. 5 km, derav hhv. 0,3 og 1 km opp i Måna og Brådlandsåna
<b>Kalking:</b>	Forsøkskalking i Brådlandsåna 1993, igangsetting av hovedstasjon for kalking i Måna og Brådlandsåna i 1995. Brådlandsgreina har vært innsjøkalket siden 1998.

### 1.2 Kalkingsstrategi

<b>Bakgrunn for kalking:</b>	Laksestammen var før kalking utdødd.
<b>Biologisk mål:</b>	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
<b>Vannkvalitetsmål:</b>	Lakseførende strekning: pH >6,0 i perioden 1/6 - 14/2, pH >6,2 i perioden 15/2 - 31/3, pH >6,4 i perioden 1/4 - 31/5.
<b>Kalkingsstrategi:</b>	To kalkingsstasjoner i vassdraget. Hovedstasjonen for kalking er plassert ved gården Eikjeskog som ligger langs Måna. Den andre stasjonen er plassert i Brådlandsåna. Elven Måna drenerer ca. 52 % av nedbørfeltet, mens Brådlandsåna drenerer ca. 23 %.



Figur 1.1. Frafjordelva med nedbørfelt.

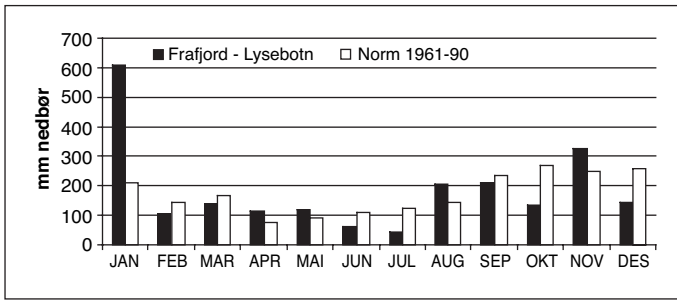
### 1.3 Kalking i 2005

I 2005 ble det tilført 377 tonn VK3 (99% CaCO<sub>3</sub>) og 32,5 tonn NK3 (86 % CaCO<sub>3</sub>) i kalkdosereren på Eikjeskog og 149 tonn VK3 (99% CaCO<sub>3</sub>) samt 32,5 tonn NK3 (86 % CaCO<sub>3</sub>) i kalkdosereren ved Brådland. I tillegg ble det gjennomført innsjøkalking med 60 tonn i VK3 ekvivalenter (biokalk). Ved Eikjeskog har mengde kalk som er tilført gått noe ned de siste fem årene (780 tonn VK3 i 2001), mens det ved Brådland samt innsjøkalking har vært en mer variabel tilførsel.

### 1.4 Hydrologi 2005

Meteorologisk stasjon: 45350 Lysebotn.

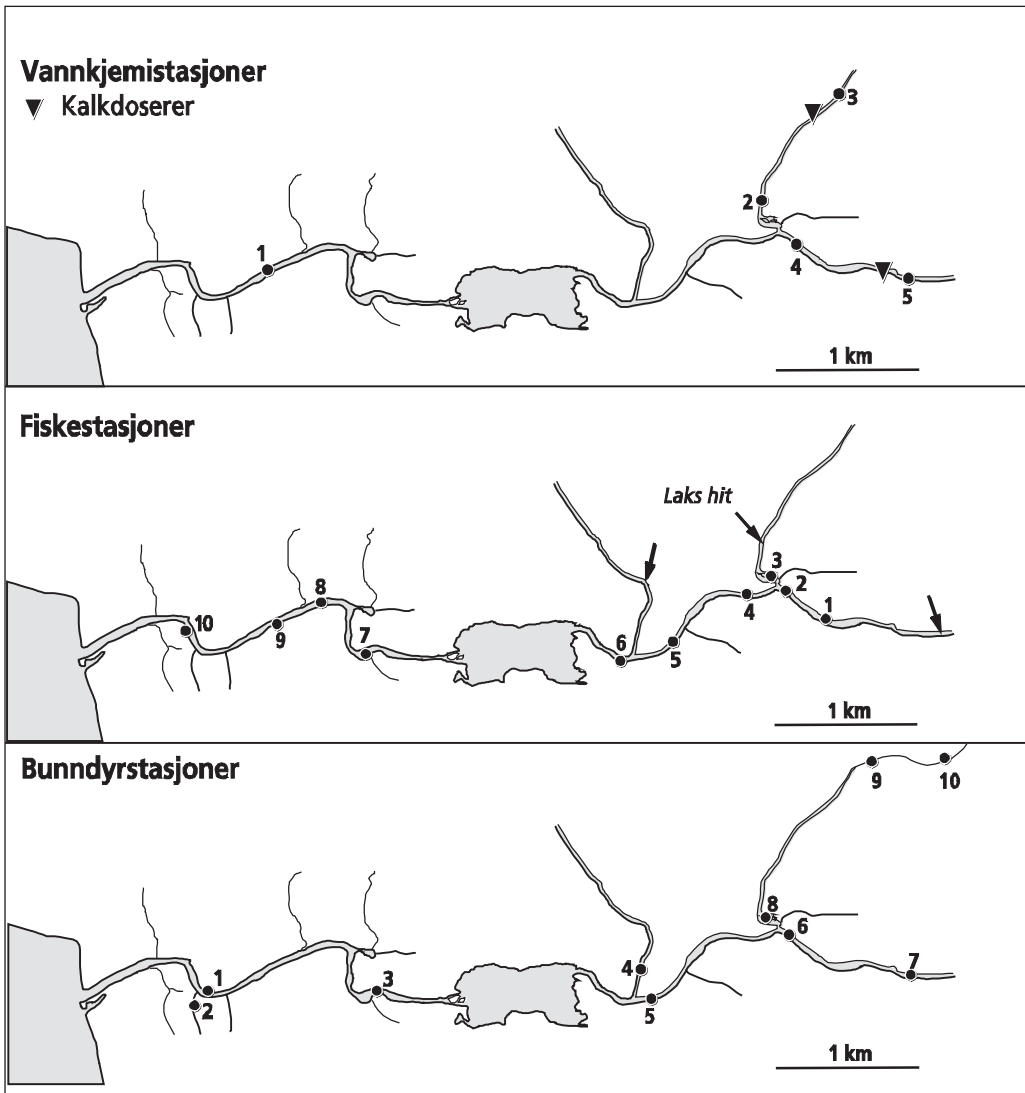
Årsnedbør 2005:	2215 mm
Normalt:	2078 mm
% av normalen:	107 %



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2005 og normal månedsnedbør for perioden 1961-90 ved meteorologisk stasjon 45350 Lysebotn (data fra DNMI 2006).

Det finnes ingen vannføringsmålinger fra Frafjordelva etter reguleringen.

### 1.5 Stasjonsoversikt



Figur 1.3. Frafjordelva med prøvetaksstasjoner for vannkjem, fisk og bunndyr i 2005.

# 2 Vannkjemi

**Forfattere: Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau**

Medarbeidere: Syverin Lierhagen

Norsk institutt for naturforskning, Tungasletta 2, 7485 Trondheim

## 2.1 Innledning

Frafjordelva ble i 1969 inkludert i et vannkemisk måleprogram (Elveserien) ved daværende Fiskeforskningen, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Denne overvåkingen omfattet en målestasjon ved Molaug bru i hovedelva (Nøst & Schartau 1995). Det ble igangsatt forsøkskalking i Brålandsåna i 1993, og fra 1995 er vassdraget kalket vha. to kalkdoserere. En doserer er plassert i Måna ved Eikjeskog og en i Brålandsåna. Det ble samtidig opprettet fem vannkemiske stasjoner i vassdraget, og disse er fulgt opp med prøvetaking siden september 1995. Tidligere Næringsmiddeltilsynet for Midt-Rogaland, nå M-Lab AS hadde ansvaret for den vannkemiske overvåkingen frem til 2000, og i 2001 ble denne overtatt av NINA.

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkemisk måloppnåelse

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen av Frafjordelva, her representert ved Lok 1, er i store deler av året tilfredsstillende sammenlignet med de krav som er satt med hensyn på pH (figur 2.1). Imidlertid er det perioder, spesielt om våren, hvor pH ligger under vannkvalitetsmålet, og 19 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. Utover sommeren og høsten måles høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og totalt ligger 30 % av målingene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter ved Lok 1.

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna (Lok 2) var lite tilfredsstillende i 2005 i forhold til vannkvalitetsmålet (figur 2.2). Hele 56 % av pH verdiene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, mens 16 % lå under målet minus 0,3 pH-enheter. Ved enkelte tidspunkt utover sommeren og høsten ble det målt høyere pH ovenfor enn nedenfor kalkdoserer (figur 2.2, vedlegg A.1). I Brålandselva (Lok 4) var pH i 2005 forholdsvis høy gjennom hele året. Ved to tidspunkt var det imidlertid gjennomslag av surt vann og pH lå under 5,8 (figur 2.2, vedlegg A.1). I forhold til vannkvalitetsmålet lå 6 % av pH-verdiene under pH-målet minus 0,3 pH-enheter, mens hele 77 % lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter.

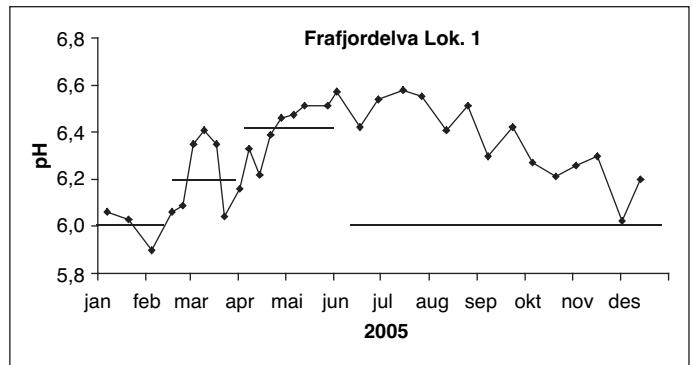
### Frafjordelva, hovedstasjon (Lok 1)

I perioden 1996-2005 har pH på Lok 1, med få unntak, ligget mellom 6,0 og 7,0 (figur 2.3). Etter 2001 har pH vært på et mer stabilt nivå sammenlignet med perioden før. Både de månedlige prøvene og vannkemikontrollens målinger viste til dels lave pH-verdier i januar og februar 2005 (vedlegg A.1). Tilsvarende lave verdier ble målt for alkalitet, kalsium og ANC i de månedlige prøvene i denne perioden (vedlegg A.1). Årsgjennomsnittet for pH i 2005 var 5,96, og varierte mellom 5,11 og 6,59. Mengde kalsium varierte mellom 0,7 mg/l og 2,3 mg/l, med et gjennomsnitt på 1,2 mg/l. Alkaliteten varierte mellom 5 og 115  $\mu\text{ekv/l}$ , og årsgjennomsnittet var 45  $\mu\text{ekv/l}$  (vedlegg A.1).

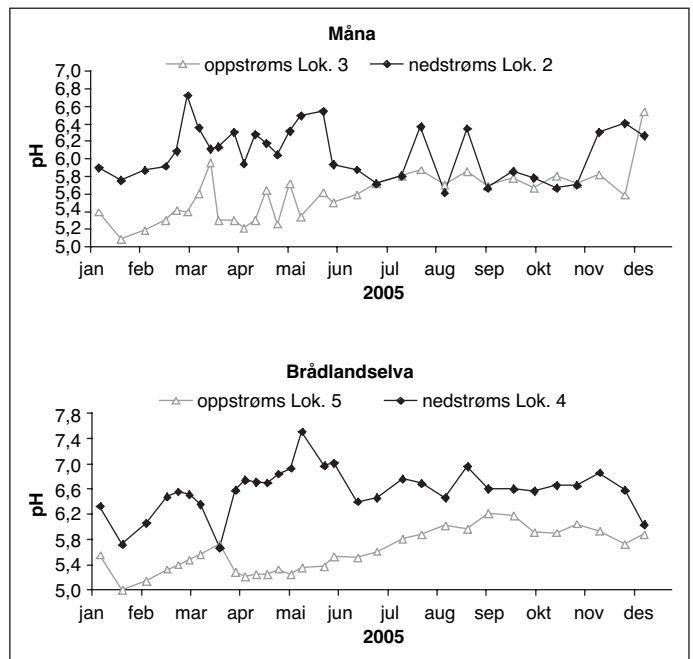
Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) var stort sett  $<100 \mu\text{g/l}$  og gjennomsnittet for 2005 var  $70 \mu\text{g/l}$  (vedlegg A.1). Med unntak av 1997 har Tot-Al stort sett ligget mellom 50 og  $100 \mu\text{g/l}$  etter at kalkingen startet (figur 2.4). Innholdet av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) har vært svært lav i perioden 2001-2005. I 2005 lå alle verdiene, med unntak av en høy verdi i februar, under  $6 \mu\text{g/l}$ . I perioden før 2001 ble det oftere registrert høye verdier av Um-Al (figur 2.4). Ulike metoder ved aluminiumsanalysene i perioden før og etter 2001 er sannsynligvis en medvirkende årsak til disse forskjellene.

Det ble målt lave verdier av pH, alkalitet, kalsium og ANC i januar og februar, og i februar var innholdet av Um-Al betydelig høyere enn normalt;  $71 \mu\text{g/l}$ . I likhet med flere andre elver på Vestlandet ble det også målt forholdsvis høye verdier av natrium og klorid i samme periode (vedlegg A.1). Dette skyldes med stor sannsynlighet store nedbørmengder og sjøsaltepisoder i begynnelsen av året (figur 2.1).

Mengden av totalt organisk karbon (TOC) og næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) viser at vassdraget er lite humuspåvirket og næringsfattig (vedlegg A.1). Årsgjennomsnittet for



Figur 2.1. pH på Lok 1 i Frafjordelva, Rogaland, i 2005. Vannkvalitetsmålet for vassdraget er angitt med horisontale linjer.



Figur 2.2. pH på Lok 3 (oppstrøms doserer) og Lok 2 (nedstrøms doserer) i Måna og Lok 5 (oppstrøms doserer) og Lok 4 (nedstrøms doserer) i Brålandselva, Frafjordvassdraget, i 2005.

TOC på Lok 1 var 1,30 mg C/l, mens tot-P og tot-N var hhv. 2,0 µg/l og 366 µg/l. En unormalt høy verdi for tot-P (72,7 µg/l) i november er tatt ut.

### Måna, oppstrøms (Lok 3) og nedstrøms (Lok 2) doserer

Vannkvaliteten i Måna er svært varierende både i den ukalka (Lok 3) og kalka (Lok 2) delen av elva (figur 2.2 og 2.3). I siste halvdel av 2005 var pH i lengre perioder tilnærmet lik på de to stasjonene. pH varierte hhv. mellom 5,1 og 6,6 (Lok 3) og 5,6 og 6,7 (Lok 2), mens årsgjennomsnittet var hhv. 5,5 og 6,0 (vedlegg A.1). Målingene tyder på en bedring i vannkvaliteten i den ukalka delen av Måna. I perioden 1996 frem til i midten av 2000 var pH stort sett under 5,5 på Lok 3, men etter det har den i lengre perioder ligget mellom 5,5 og 6,0 (figur 2.3). Mengde kalsium ovenfor kalkdosereren var stort sett mindre enn 0,6 mg/l i 2005, og gjennom sommeren lå konsentrasjonen rundt 0,2 mg/l (vedlegg A.1, vannkjemikontrollen). Nedenfor dosereren varierte mengde kalsium mellom 0,8 og 3,61 mg/l i 2005, gjennomsnittet var 1,8 mg/l.

Konsentrasjonen av Tot-Al varierte mellom 40 og 119 µg/l i 2005, mens innholdet av Um-Al varierte mellom 1 og 39 µg/l, årsgjennomsnittet var hhv. 70 µg/l og 13 µg/l (figur 2.4, vedlegg A.1). For store deler av året er vannkvaliteten ovenfor dosererer i Måna lite tilfredsstillende for overlevelse av fisk. I forhold til tidligere år har verdiene av både Tot-Al og Um-Al vært lave (figur 2.4), men skifte av analysemetode fra 2001 er antagelig en medvirkende årsak til ulike nivåer før og etter 2001.

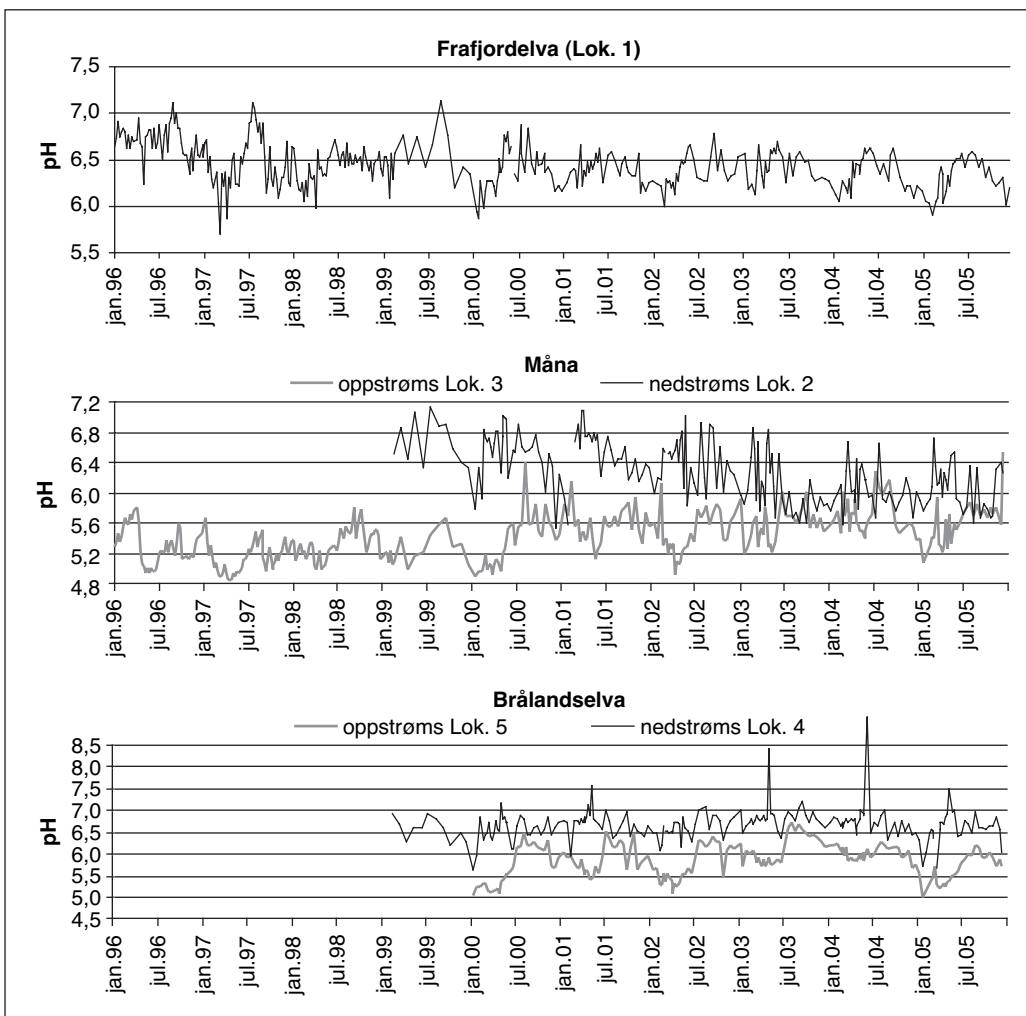
### Brålandselva, oppstrøms (Lok 5) og nedstrøms (Lok 4) doserer

Ovenfor dosereren i Brålandselva (Lok 5) varierte pH mellom 5,0 og 6,2 i 2005, årsgjennomsnittet var 5,5. Verdiene ligger gjennomgående noe under det som ble målt i de to foregående årene (figur 2.3). Målingene av pH nedstrøms dosereren (Lok 4) i 2005 viste stort sett verdier over 6,4, men to av målingene i de tre første månedene av året hadde pH under 5,8. Årsgjennomsnittet for pH var 6,4, og varierte mellom 5,7 og 7,5 (figur 2,2, vedlegg A.1). Mengde kalsium varierte mellom 0,3 og 1,1 mg/l oppstrøms dosereren, og 0,6 og 2,5 mg/l nedstrøms dosereren, mens årsgjennomsnittet var hhv. 0,6 og 1,3 mg/l.

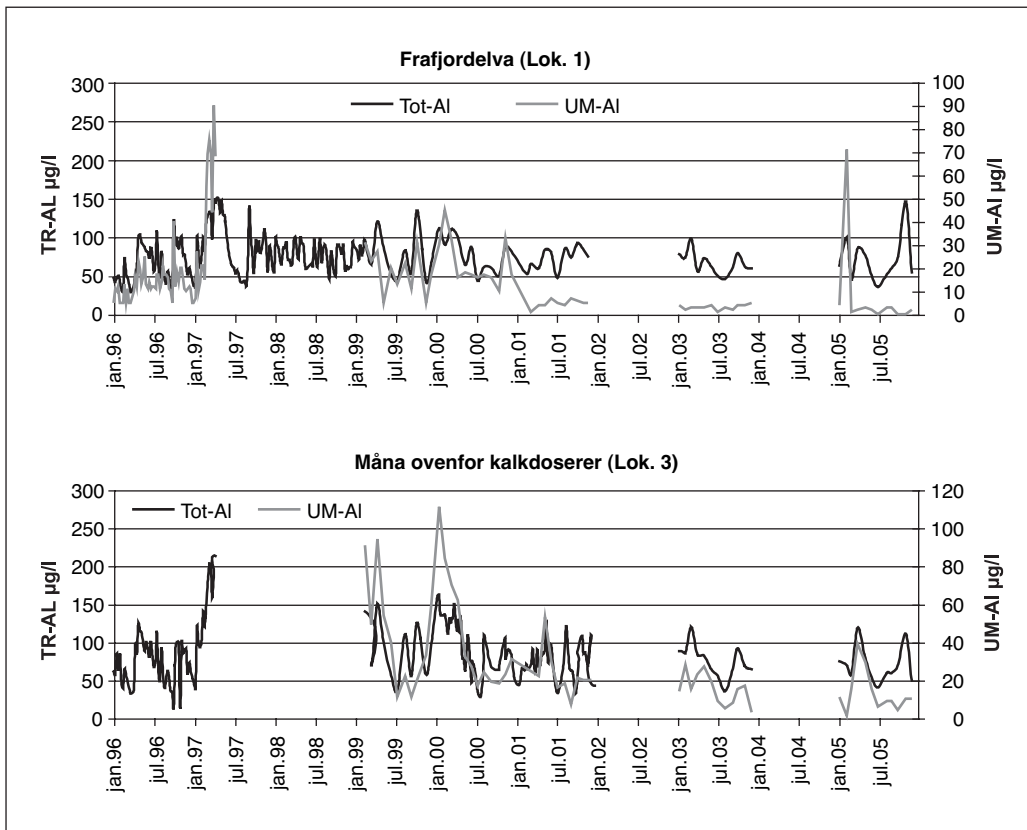
Det var ingen analyser av aluminium i Brålandselva i 2005, men tidligere målinger (2000-2001) av total aluminium viser i hovedsak verdier under 100 µg/l (jfr. Saksgård & Schartau 2002).

### Langtidstrender (data fra Elveserien)

Det har vært foretatt vannkemiske analyser i Frafjordelva i forbindelse med vannkemisk overvåking av norske elver ("Elveserien") siden 1969. Målingene i denne forbindelsen ble avsluttet i 1996. Vannprøvene ble da tatt ved Molaug bru og stasjonen er ikke inkludert i overvåkingen av kalkingsvirksomheten av vassdraget. Før kalkingen startet lå pH mellom 5,0 og 5,5 (Saksgård & Schartau 2002). Vannkvaliteten økte gradvis med opptrappingen av kalkingen, og i 1995-1996 lå pH rundt 6,5 ved Molaug bru. Dette tilsvarer verdiene som ble målt på Lok 1 og 4 i 2005. Analyser av aluminiumsfraksjoner fra Molaug bru viste en tilsvarende bedring fra 1988 til 1996 (Saksgård & Schartau 2002).



Figur 2.3. pH på lokalitetene 1-5 i Frafjordvassdraget etter at kalkingen kom i gang, 1996-2005. Merk: ulik skala på y-aksene.



**Figur 2.4.** Konsentrasjonen av totalt syrereaktivt aluminium (R-Al/Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (L-Al/Um-Al) i Frafjordelva (Lok 1) og i Måna (Lok 3) ovenfor kalkdoserer i perioden 1996 - 2005. Totalt aluminium er målt som syrereaktivt aluminium R-Al før 2001 og Tot-Al i 2001-2005, mens uorganisk monomert aluminium er målt som L-Al (labilt) før 2001 og Um-Al etter 2001.

## 3 Fisk

Bjørn Mejdell Larsen<sup>1</sup>, Hans Mack Berger<sup>2</sup>, Karstein Hårsaker<sup>3</sup>, Einar Kleiven<sup>4</sup>, Agnar Kvellestad<sup>5</sup> og Jan Henrik Simonsen<sup>6</sup>

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

<sup>2</sup> Berger feltBIO, Flygt.6, 7500 Stjørdal

<sup>3</sup> NTNU, Vitenskapsmuseet, Zoologisk avdeling, Erling Skakkesgt. 47A, 7012 Trondheim

<sup>4</sup> Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

<sup>5</sup> Veterinærinstituttet, Postboks 8156, Oslo dep., 0033 Oslo

<sup>6</sup> Roligheten, 4818 Færvik

### 3.1 Innledning

Den opprinnelige laksestammen i Frafjordelva er utryddet (Sivertsen 1989). På tross av yngelutsettinger på 1980-tallet var det ikke mulig å påvise ungfisk av laks i vassdraget i 1980 og 1981 (Hongve & Matzow 1984) eller i 1985 (SFT 1986). Det ble heller ikke påvist laksunger ved elfiske i 1993 (Helgøy 1999). I forbindelse med kalkingstiltak i Frafjordelva startet NINA en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i 1994 (Larsen 1995). Dette ble videreført i 1995-2001 etter samme opplegg, men med en reduksjon i antall stasjoner og overfisket areal fra 1997. Sidebekker til lakseførende strekning av Frafjordelva (deriblant Norddalsåna) var inkludert i undersøkelsene i 1995 og 1996 (Larsen 1997). I 2002 ble vassdraget tatt ut av det nasjonale overvåkingsprogrammet, men et redusert fiske ble likevel gjennomført av Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern avdelingen (Helgøy 2004). I 2003-2005 var Frafjordelva igjen inne i overvåkingsprogrammet, og ble undersøkt etter samme opplegg som i 2001.

### 3.2 Metode

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 10 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i august 2005 (**figur 1.3**). Arealene ble avfisket tre ganger (utfiskingsmetoden) i henhold til standard metodikk (Bohlin et al. 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg av fisken ble konserveret og lagret for senere aldersbestemmelse. Det er skilt mellom årsyngel (0+) og eldre ungfisk ( $\geq 1+$ ). Det er beregnet tetthet av ungfisk på alle enkeltstasjoner og gjennomsnittlig tetthet for hele vassdraget basert på sum fangst for alle stasjonene samlet (tetthet 1). Alle tettheter er oppgitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Primærdata er gitt i **vedlegg B.1-B.2** som også oppgir gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene (tetthet 2).

Det ble tatt gjelleprøver av 8 laks- og 8 ørretunger på stasjon 7. 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). Resultatene presenteres som andel av fisken som har ulike grader av metallakkumulering på gjelleoverflaten eller i gjelleepitelet. Andre typer av histologiske forandringer omtales bare hvis de kan settes i sammenheng med metallakkumuleringen.

### 3.3 Resultater og diskusjon

#### 3.3.1 Ungfiskundersøkelser

Tettheten av laksyngel holdt seg på samme nivå som i 2004, men antall eldre laksunger gikk tilbake. Forekomsten av ørret har vært i tilbakegang i flere år, og tettheten av både ørretyngel og eldre ørretunger holdt seg på en lavt nivå i 2005.

## Laks

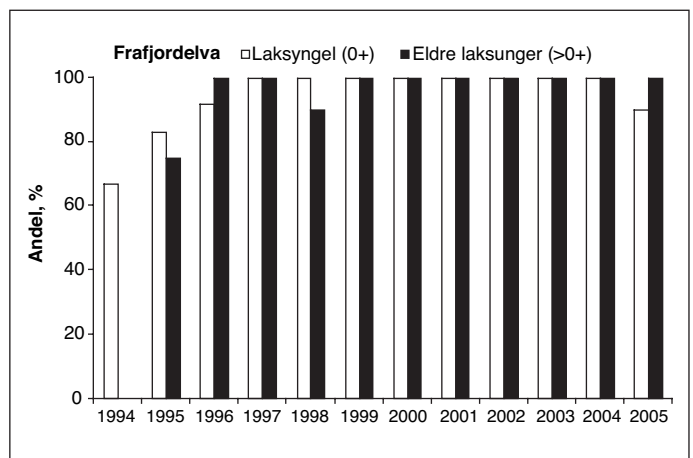
Reetableringen av laks startet i 1994 i Frafjordelva, og utbredelsen økte jevnt fram til 1997 da det ble funnet laksyngel på alle stasjonene for første gang (**figur 3.1**). Senere er det hvert år fanget laksyngel på alle stasjonene i lakseførende del av vassdraget, men i 2005 manglet det yngel på den øverste stasjonen i Brådlandsåna. Etter en markert økning i tettheten av laksyngel i Frafjordelva i 2003 (103 individ pr. 100 m<sup>2</sup>, **figur 3.2**) falt tettheten i 2004 og 2005 tilbake til det samme nivået som i 1999-2002 (30-60 laksyngel pr. 100 m<sup>2</sup>, **figur 3.2**). Det har likevel vært en markert økning i antall laksyngel i løpet av de siste 13 årene, men med en tendens til utflatning på grunn av det dårligere resultatet i 2004 og 2005 i forhold til 2003 (lineær trendlinje for 1993-2005:  $y = 5,1x - 0,6$ ;  $R^2 = 0,51$ ). Den gjennomsnittlige tettheten av laksyngel var 48 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i 2005, og tettheten varierte mellom 24 og 111 individ pr. 100 m<sup>2</sup> på de stasjonene som hadde laksyngel.

Laksyngel ble funnet første gang året før den ordinære kalkingen kom i gang i vassdraget. Dette hadde sammenheng med forsøkskalkingen av Brådlandsåna som startet i 1993, og som resulterte i en heving av gjennomsnittlig pH og kalsium fra 1994 (Nøst & Schartau 1995). I de første årene med ordinær kalking var det flere driftsavbrudd, og problemer med å holde en stabil vannkvalitet (Løvhøiden 1998). Det var først etter en ombygging av begge kalkingsanleggene i 1998/99 at forholdene ble mer stabile for laksungene i hele vassdraget (jf. vannkjemi). Det var også først i 1999 at det ble en merkbart økning i tettheten av laksyngel i hovedvassdraget og i Måna. I Brådlandsåna skjedde dette først i 2001 (**figur 3.3**). Det var et toppår i hele vassdraget i 2003. I hovedvassdraget var det en nedgang i tettheten av laksyngel i 2004 og 2005 både i nedre del og på strekningen mellom Molaugvatn og samløpet mellom Måna og Brådlandsåna, men bare tilbake til samme nivå som i 1999-2002. I 2005 var det imidlertid en større nedgang i tettheten av laksyngel i de to tilførselselvene, og det var ikke laksyngel på den øverste stasjonen i Brådlandsåna. Det var størst tetthet på stasjon 6 nær innløpet av Molaugvatn i 2005.

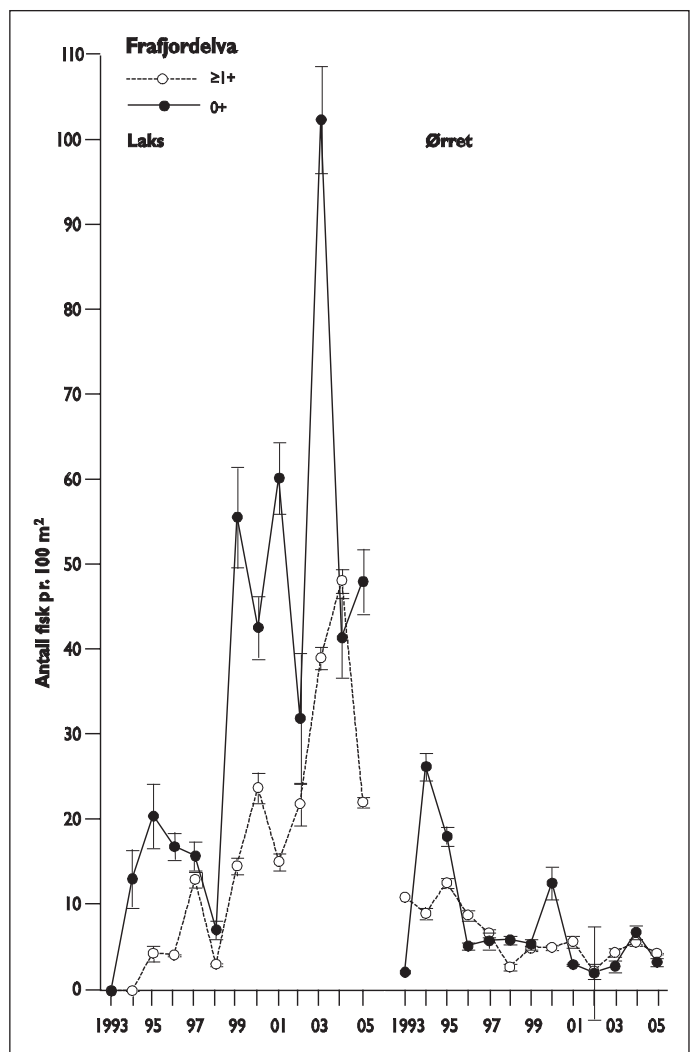
Det er satt ut laksyngel i Frafjordelva i mange år, men først fra 1994 kom det gjenfangster av utsatt yngel ved elfiske om høsten. Det ble bare satt ut laksyngel nedenfor Molaugvatn i de første årene (**tabell 3.1**). Det er generelt usikkert hvordan fordelingen er mellom utsatt yngel og naturlig produsert yngel i vassdraget. Ovenfor Molaugvatn ble det funnet laksyngel i to av årene uten at det ble satt ut laksyngel på strekningen. Det er likevel funnet en viss sammenheng mellom størrelsen på utsettingene og tettheten av laksyngel om høsten (Larsen et al. 2004). Flere faktorer har imidlertid variert samtidig i årene etter kalking (antall utsatt laksyngel, antall gytefisk og endring i driften av kalkingsanleggene), og vi skal være varsomme med å tillegge utsettingene for stor vekt. Økningen i antall laksyngel i 2001 og i særlig grad i 2003 kan vi med stor sikkerhet si skyldes en reell økning i antall naturlig produsert yngel.

Det ble ikke fanget eldre laksunger i hovedvassdraget i 1994, men allerede to år etter ble det funnet eldre laksunger på alle stasjonene i elva (**figur 3.1**). Tettheten av eldre laksunger har hatt en meget positiv økning i vassdraget fra 1993 til 2005 (lineær trendlinje:  $y = 3,3x - 6,6$ ;  $R^2 = 0,72$ ). Tettheten har variert noe mellom år i perioden, og gjennomsnittlig tetthet av eldre laksunger var 22 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i 2005 (**figur 3.2**). Dette var en tilbakegang i forhold til 2003 og 2004, men fortsatt på samme nivå eller høyere enn resultatet i 2002 og tidligere år. Nedgangen i tettheten av eldre laks-

unger henger sammen med en lavere tetthet av laksyngel i 2004 enn i 2003. Det var en reduksjon i tettheten av eldre laksunger som fordelte seg likt på hele vassdraget i 2005 (**figur 3.3**). Det var fortsatt størst tetthet på stasjonene nedenfor Molaugvatn, og stasjon 7 hadde 41 individ pr. 100 m<sup>2</sup>.



**Figur 3.1.** Utbredelsen av laksyngel og eldre laksunger i Frafjordelva i 1994-2005. Utbredelsen er angitt som andel av elfiskestasjonene der henholdsvis laksyngel og eldre laksunger er funnet. Data fra 2002: Helgøy (2004).

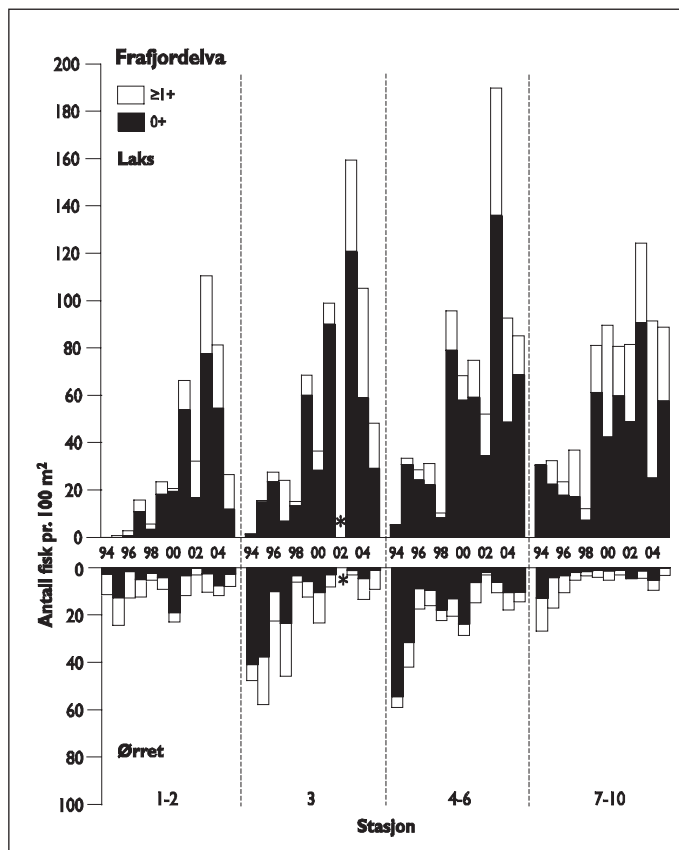


**Figur 3.2.** Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i lakseførende del av Frafjordelva i 1993-2005. Data fra 1993: Helgøy (1999), 2002: Helgøy (2004).

Metallakkumulering på gjelleoverflata, som er skadelig for fisk, er bare påvist hos laks i 1996. Vanligere er det å finne metallakkumulering i gjelleepitelet, men det er mer usikkert hvor stor den må være for at den skal ha negative effekter (Kvellestad & Larsen 1999). Det har vært varierende mengder metallakkumulering i gjelleepitelet hos 13-100 % av laksungene i Frafjordelva i 1995-2005 (tabell 3.2). Den var høyest i 2000 da enkelte individ hadde betydelige mengder metall i gjelleepitelet, men også i 2003 og 2004 var det laksunger med for høy forekomst av metaller.

**Tabell 3.1.** Oversikt over utsetninger av plommesekkengel i Frafjordelva i perioden 1993-2005.

År	Antall laksyngel satt ut	Antall laks satt ut	Antall laks satt ut	Antall ørretyngel satt ut
		nedenfor Molaugvatn	ovenfor Molaugvatn	
1993	10 000	10 000	0	0
1994	20 000	20 000	0	0
1995	22 000	22 000	0	0
1996	45 000	15 000	30 000	0
1997	11 000	5 500	5 500	0
1998	14 000	7 000	7 000	0
1999	75 000	37 500	37 500	15 000
2000	50 000	25 000	25 000	11 000
2001	45 000	22 500	22 500	0
2002	87 500	43 750	43 750	0
2003	58 000	29 000	29 000	0
2004	59 000	34 000	25 000	0
2005	100 000	40 000	60 000	0



**Figur 3.3.** Tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i ulike deler av lakseførende del av Frafjordelva i 1994-2005. Stasjon 1-2: Måna, stasjon 3: Brådlandsåna, stasjon 4-6: ovenfor Molaugsvatn og stasjon 7-10: nedenfor Molaugsvatn. Data fra 2002: Helgøy (2004), men det finnes ikke data fra stasjon 3 (\*).

**Tabell 3.2.** Resultat av histologisk undersøkelse av gjeller fra fisk i Frafjordelva i 1995-2001 og 2003-2005. 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/sparsom forekomst, 2 = moderat forekomst og 3 = betydelig forekomst. N er antall fisk undersøkt. For nærmere beskrivelse se Kvellestad & Larsen (1999).

Art	År	Stasjon	N	ASA+ overfl., %				ASA+ int., %			
				0	1	2	3	0	1	2	3
Laks	1995	8,9	10	100	0	0	0	10	90	0	0
	1996	7,8	7	43	57	0	0	15	85	0	0
	1997	8	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	1998	8-10	5	100	0	0	0	20	80	0	0
	1999	7,8	8	100	0	0	0	87	13	0	0
	2000	7	5	100	0	0	0	0	0	60	40
	2001	7	5	100	0	0	0	0	100	0	0
	2003	7	5	100	0	0	0	0	40	60	0
	2004	7	5	100	0	0	0	40	40	20	0
2005	7	5	100	0	0	0	40	60	0	0	
Ørret	1995	8,9	10	100	0	0	0	60	40	0	0
	1996	9,10	10	100	0	0	0	0	100	0	0
	1997	9,10	7	100	0	0	0	0	86	14	0
	1998	8-10	8	100	0	0	0	0	100	0	0
	1999	7,8,10	8	100	0	0	0	100	0	0	0
	2000	7-10	7	100	0	0	0	0	29	57	14
	2001	7	5	100	0	0	0	20	80	0	0
	2003	9-10	7	86	14	0	0	0	14	57	29
	2004	7	5	100	0	0	0	40	0	60	0
	2005	7	4	100	0	0	0	100	0	0	0

Laksungene varierte i lengde fra 30 til 136 mm i midten av august 2005 (**figur 3.4**). Årsyngelen var gjennomsnittlig 39 mm (**tabell 3.3**). Dette tilsvarer resultatet fra flere av de tidligere årene. Det var bare små forskjeller mellom de ulike delene av elva i 2005.

Lengden av ett- og toårige laksunger var henholdsvis 63 og 82 mm i 2005 (**tabell 3.4**). Veksten er relativt dårlig i Frafjordelva, og den har avtatt noe med årene. Gjennomsnittslengdene i 2005 var blant de laveste i de sju årene det finnes data for etter 1998. Laks vil sjelden vandre ut som smolt før de er tre år i Frafjordelva, og innslaget av treårige laksunger har økt betydelig fra og med 2003. Flere individ vil derfor etter hvert stå på elva til de er fire år. Det kan også tenkes at andelen gyteparr har økt med redusert vekst, og det er også aldersbestemt fire og fem år gamle laksunger i de siste årene. Begrepet eldre laksunger omfattet fire årsklasser i 2005, og fordelingen mellom 1+, 2+ og  $\geq 3+$  laks var henholdsvis 28, 57 og 15 %.

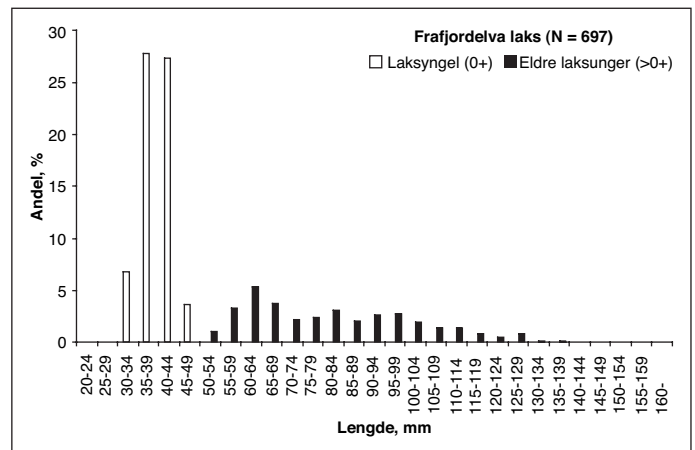
**Tabell 3.3.** Gjennomsnittslengder (i mm) med standardavvik ( $\bar{x}\pm sd$ ) for årsyngel av laks og ørret i ulike deler av Frafjordelva 17. august 2005. N er antall undersøkte individer.

Stasjon	Laks $\bar{x}\pm sd$	N	Ørret $\bar{x}\pm sd$	N
1- 2 Brådlandsåna	42 $\pm$ 4	23	47 $\pm$ 2	6
3 Måna	40 $\pm$ 3	27	50	1
4- 6 Ovenfor Molaugvatn	40 $\pm$ 3	183	45 $\pm$ 5	29
7-10 Molaugvatn-munningen	38 $\pm$ 3	222	-	0
1-10 Frafjordelva anadrom del samlet	39 $\pm$ 4	455	45 $\pm$ 5	36

### Ørret

I de første årene (1994-95) ble det funnet ørretynge på alle stasjonene i Frafjordelva (**figur 3.5**). Men allerede fra 1996 begynte det å mangle ørretynge på enkelte stasjoner, og i 2005 var det bare ørretynge på halvparten av stasjonene. Gjennomsnittlig tetthet av ørretynge og eldre ørretunger var blant de laveste noensinne i 2005; henholdsvis 3 og 4 individ pr. 100 m<sup>2</sup> for alle stasjonene samlet. Høyest tetthet av ørretynge var det fortsatt på stasjon 6 like ovenfor Molaugvatn med 24 ørretynge pr. 100 m<sup>2</sup> i 2005. I resten av vassdraget var det derimot lave tettheter.

Det var en kortvarig økning i tettheten av ørretynge første året etter kalking (**figur 3.2**). Men allerede i 1995 og 1996 gikk tettheten betydelig tilbake. Utsetting av ørretynge i årene 1999 og



**Figur 3.4.** Lengdefordeling av laks fra lakseførende del av Frafjordelva i midten av august 2005.

**Tabell 3.4.** Gjennomsnittslengder med standardavvik ( $\bar{x}\pm sd$ ) hos ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Frafjordelva i 1998-2001 og 2003-2005. Aldersbestemmelse av spritfiksert materiale. N er antall undersøkte individer.

	0+ $\bar{x}\pm sd$	N	1+ $\bar{x}\pm sd$	N	2+ $\bar{x}\pm sd$	N	3+ $\bar{x}\pm sd$	N
<b>Laks*</b>								
1998	43 $\pm$ 4	71	80 $\pm$ 5	24	103 $\pm$ 10	10	125	1
1999	41 $\pm$ 4	99	70 $\pm$ 7	47	101 $\pm$ 11	17	106 $\pm$ 10	6
2000	37 $\pm$ 3	90	61 $\pm$ 8	46	84 $\pm$ 8	23	98 $\pm$ 3	2
2001	37 $\pm$ 4	83	67 $\pm$ 6	53	90 $\pm$ 11	40	105 $\pm$ 12	2
2003	38 $\pm$ 3	94	64 $\pm$ 5	47	89 $\pm$ 11	39	110 $\pm$ 10	20
2004	42 $\pm$ 4	63	71 $\pm$ 8	45	98 $\pm$ 14	22	113 $\pm$ 9	24
2005	37 $\pm$ 3	73	63 $\pm$ 8	23	82 $\pm$ 14	47	104 $\pm$ 9	11
<b>Ørret**</b>								
1998	47 $\pm$ 5	42	84 $\pm$ 9	23	109 $\pm$ 10	7	128 $\pm$ 9	5
1999	46 $\pm$ 7	36	81 $\pm$ 12	44	116 $\pm$ 13	9	130	1
2000	40 $\pm$ 5	58	81 $\pm$ 11	42	106 $\pm$ 7	6	137	1
2001	44 $\pm$ 6	29	82 $\pm$ 11	47	112 $\pm$ 11	16	126	1
2003	46 $\pm$ 7	26	86 $\pm$ 11	17	112 $\pm$ 14	15	133 $\pm$ 8	8
2004	51 $\pm$ 8	36	89 $\pm$ 14	37	125 $\pm$ 15	11	133 $\pm$ 10	4
2005	43 $\pm$ 2	12	83 $\pm$ 8	33	113 $\pm$ 13	13	-	0

\* Tillegg 1999: 4+: 132 mm (N=1); 2001: 4+: 128 $\pm$ 26 mm (N=2); 2003: 4+: 103 mm (N=1), 5+: 128 mm (N=1); 2004: 4+: 104 mm (N=1); 2005: 5+: 104 mm (N=1)

\*\*Tillegg 1998: 5+: 163 mm (N=1); 1999: 4+: 155 mm (N=1); 2003: 4+: 142 mm (N=1), 5+: 173 $\pm$ 21 mm (N=2); 2004: 4+: 167 mm (N=1)

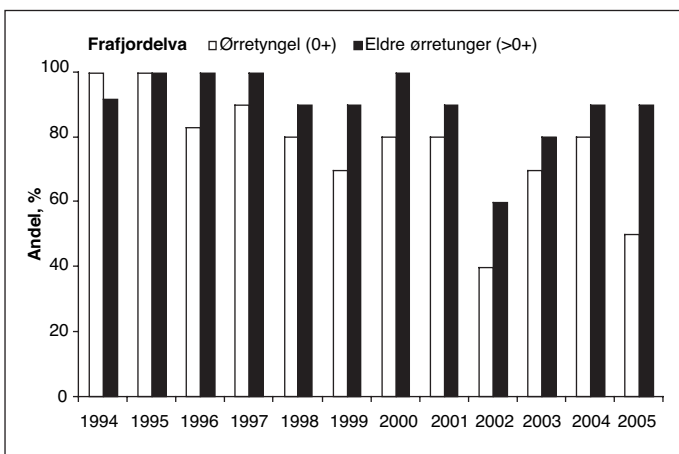


2000 ga utslag i en økning av tettheten i alle fall i ett av årene (2000). Senere har det vært en jevn reduksjon i antall ørretyngel, og utviklingen i løpet av de siste 12 årene er klart negativ.

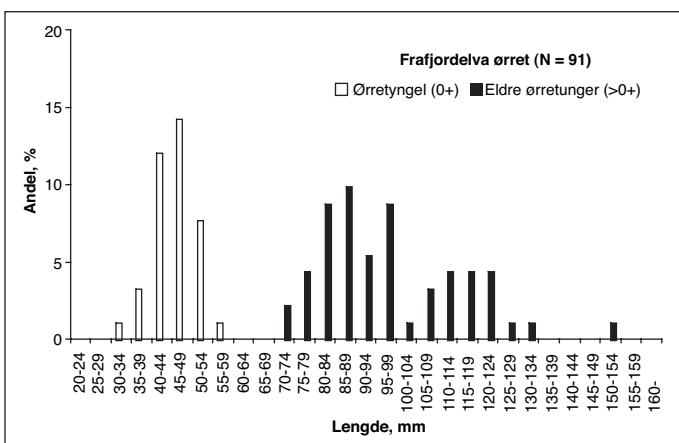
Selv om det var en liten økning i tettheten av eldre ørretunger like etter at kalkingen startet (1995), har tendensen vært negativ for årene 1993-2005 (lineær trendlinje:  $y = -0,6x + 10,7$ ;  $R^2 = 0,56$ ).

Det ble ikke funnet metallakkumulering på noen av ørretungene i 1999 og 2005 (tabell 3.2). I de andre årene er det påvist metallakkumulering i gjelleepitelet hos 40-100 % av all ørret. Dette antyder at fisken i perioder har vært eksponert for en suboptimal vannkvalitet (Kvellestad & Larsen 1999). Forholdene var dårligst i 2000 og 2003 da det ble funnet til dels betydelige mengder metall hos enkelte ørret, og det var ikke tidligere påvist så høy akkumulering. I 2003 ble det funnet metallakkumulering på gjelleoverflata for første gang, og dette kunne ha negative effekter på individene som ble berørt.

Ørretungene varierte i lengde fra 32 til 150 mm i midten av august 2005 (figur 3.6). Årsyngelen var gjennomsnittlig 45 mm (tabell 3.3). Dette er nær det samme som mange av de tidligere årene, men bedre enn i 1994, 1995 og 2000. Hvorvidt dette skyldes endringer i vannkvalitet eller en reduksjon i tettheten av ørretunger er usikkert. Det er normalt små forskjeller mellom de ulike delene av elva (tabell 3.3), men veksten har vært best nedenfor Molaugvatn i tidligere år.



Figur 3.5. Utbredelsen av ørretyngel og eldre ørretunger i Frafjordelva i 1994-2005. Utbredelsen er angitt som andel av elfiskestasjonene der henholdsvis ørretyngel og eldre ørretunger er funnet. Data fra 2002: Helgøy (2004).



Figur 3.6. Lengdefordeling av ørret fra lakseførende del av Frafjordelva i midten av august 2005.

Lengden av ett- og toårige ørretunger var henholdsvis 83 og 113 mm i 2005 (tabell 3.4). Veksten er dårlig i Frafjordelva, og ørret i hovedvassdraget vil bare i liten grad vandre ut som smolt før de er tre år. Eldre ørretunger forekommer i lite antall, og det er aldersbestemt ørret opp til fem år. De eldste individene blir som oftest fanget i den øvre delen av vassdraget, primært i Måna og Brådlandsåna, der innslaget av stasjonær ørret er forventet å være størst. Begrepet eldre ørretunger omfattet bare to aldersbestemte årsklasser i 2005, men ørret tilhørende en eller to eldre årsklasser til ble også funnet. Fordelingen mellom 1+ og 2+ ørret var henholdsvis 72 og 28 %.

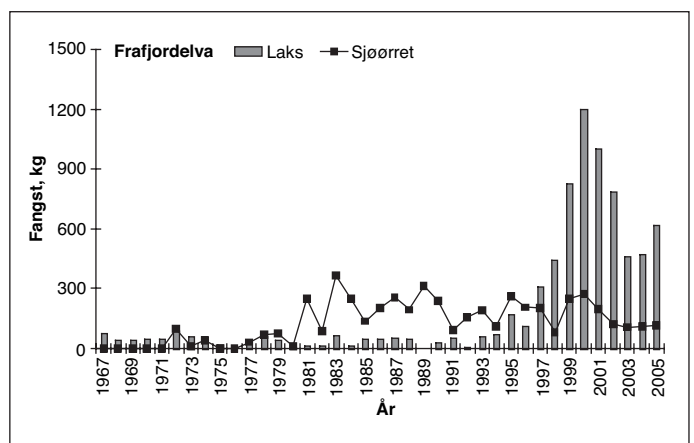
#### Andre arter

Av andre arter ble det påvist både ål og skrubbe i Frafjordelva i 2005. Det ble fanget ca 45 ål til sammen på sju av stasjonene og 5 skrubbe fordelt på de to nederste stasjonene i vassdraget.

### 3.3.2 Fangststatistikk

Frafjordelva var tidligere regnet som en god lakseelv, og utbyttet varierte normalt fra et par hundre kilo til noe over 800 kg fra midten av 1880-tallet til ca 1960 (Johnsen et al. 1999). Det finnes imidlertid flere rapporter om fiskedød i elva (Huitfeldt-Kaas 1922, Rosseland 1953). I perioden 1967-1994 har den årlige fangsten av laks vært svært lav (mindre enn 100 kg i alle år, figur 3.7), og den opprinnelige laksestammen ble vurdert som utryddet i Frafjordelva (Sivertsen 1989). Økningen i fangsten av laks fra 1995 har sannsynligvis sammenheng med en bedret vannkvalitet. Det var en økning i fangstutbyttet som fortsatte fram mot 2000, da det ble fisket nær 1,2 tonn. Dette er den største fangsten som er registrert i vassdraget noensinne. I de fem siste årene har fangsten gått ned igjen, og i 2005 ble det meldt inn 621 kg. Dette er en svak økning sammenlignet med de to siste årene.

På tross av forurensningssituasjonen i Frafjordelva ble bestanden av sjørøret oppgitt å være god på hele 1980-tallet. Det ble drevet et omfattende kultiveringsarbeid (Bergheim et al. 1989), og flere av sidebakkene og deler av Molaugvatn var viktige rekrutteringsområder for sjørøret. Selv om oppvekstarealene er begrenset har bakkene vært et viktig bidrag for å opprettholde bestanden av sjørøret (Larsen 1997). Det er fisket mellom 100 og 300 kg sjørøret i de siste årene (figur 3.7).



Figur 3.7. Årlig oppfisket kvantum av laks og sjørøret i Frafjordelva i perioden 1967-2005 (Norges Offisielle Statistikk).

# 4 Bunndyr

Arne Fjellheim, LFI, Unifob, UIB

## 4.1 Innledning

Bunndyrovervåkingen i Frafjordelva ble startet våren 1999. Det er valgt ut 10 stasjoner som skal overvåkes annet hvert år, vår og høst. (Fjellheim & Raddum 1999). Fem av disse stasjonene er ukalkete referansestasjoner, resten er berørt av kalkingsprosjektene i vassdraget. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsmfunnene i vassdraget med hensyn på foruringssskade og biologisk mangfold. Frafjordelva var på et tidligere stadium planlagt som forsøksvassdrag innen kalkingsprosjektet. I den forbindelse ble det i 1980 samlet inn bunnprøver fra vassdraget, både vår og høst (Raddum & Fjellheim 1990). Ved valget av stasjonsnett ble det tatt hensyn til det gamle stasjonsnettet. Stasjonene 1 (Utløpsjø), 4 (Nordalselva), 5 (innløp Molaugsvatnet), 6 (Brådland) og 8 (Eikjeskog) sammenfaller med undersøkelsen i 1980.

## 4.2 Materiale og metoder

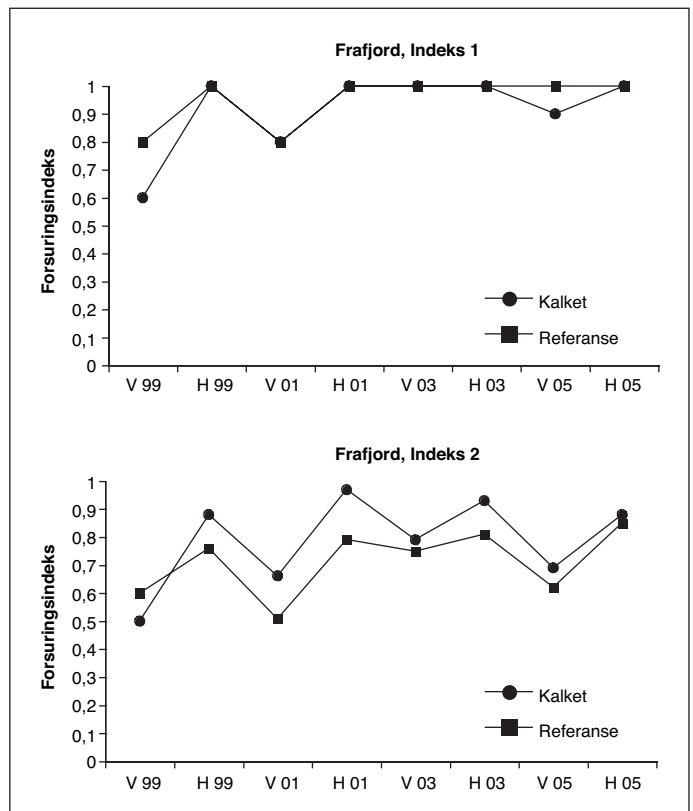
Det innsamlede materialet består av kvalitative prøver hver vår og høst etter metodikk beskrevet av Frost et al. (1971). Prøvene ble innsamlet med en hov, maskevidde 0,25 mm. Prøvene konserveres på etanol og er senere sortert og artsbestemt under lupe. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyrsmfunn som ikke er foruringssskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet smfunn. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsmfunnene i vassdraget med hensyn foruringssskade og biologisk mangfold.

## 4.3 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 2 døgnfluearter, 10 steinfluearter, og 11 arter/slekter av vårfluer i Frafjordelva i 2005 (**Vedlegg C1 og C2**). Bunndyrdiversiteten viser en forbedring sammenlignet med undersøkelsen i 2003. Ti av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forurings, (Fjellheim & Raddum 1990). Til sammenligning ble det i 2003 registrert seks sensitive taxa. Den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* forekom på de fleste stasjonene. De øvrige registrerte taxa er moderat sensitive. Til sammenligning ble det i 1980 funnet 8 steinfluearter, 5 arter/slekter av vårfluer og til sammen 2 moderat sensitive bunndyrgrupper. Det ble ikke registrert døgnfluer i vassdraget i 1980 (Raddum & Fjellheim 1990).

Høsten 2005 var foruringsindeks 1 lik 1,0 både i de kalkete lokalitetene og i referanselokalitetene (**Figur 4.1**). Dette betyr at det ble funnet sterkt sensitive bunndyr på samtlige stasjoner. De fleste stasjonene hadde også høye indeks 1-verdier om våren (**Vedlegg C1**). Forsuringsindeks 2 var betydelig lavere enn Indeks 1 både vår og høst. Dette viser at bunndyrfaunaen er utsatt for subletalt stress og at vassdraget fremdeles er i en ustabil fase.

Undersøkelsene i 1980 (Raddum & Fjellheim 1990) viste at vassdraget den gang var sterkt forurettet. Gjennomsnitt foruringsindeks 1 var lik 0,1. Datamaterialet fra 2003 og 2005 viser at bunndyrsmfunnene har hatt en sterkt positiv utvikling. Det er spesielt døgnfluens oppblomstring som har vært merkbart. Dette vil også ha stor betydning for fisken i vassdraget, ettersom døgnfluene, der de finnes, utgjør en viktig del av næringsgrunnlaget for aure- og lakseunger.



**Figur 4.1.** Gjennomsnittlig foruringsindeks for stasjonene i Frafjordelva i 2005.

Den positive utviklingen i vassdraget kan delvis tilskrives kalkingen, som har bidratt til en mer stabil vannkjemie. Ekspansjonen av sterkt sensitive bunndyrgrupper i de ukalkete referansestasjonene skyldes sannsynligvis en generell forbedring av vannkjemien i nedslagsfeltet i de siste ti-år. Dette har også gitt utslag i at aurepopulasjoner i flere tidligere skadete vatn i nedslagsfeltet nå tar seg opp igjen (E. Enge pers. medd.). I tillegg er ringvirkningene fra kalkingen av betydning, blant annet ved at sensitive dyr kan rekolonisere over mindre avstander i perioder med god vannkvalitet.

Selv om tetthet og mangfold av sensitive bunndyr har økt betydelig i de senere år, er artsdiversiteten i vassdraget lav sammenlignet med mange andre kalkete vassdrag på Sør-vestlandet. Både Audnavassdraget, som har vært fullkalket siden 1985, Jørpelandsvassdraget og Vikedalsvassdraget (kalket siden 1987) har betydelig høyere artsdiversiteter av bunndyr enn Frafjordelva (Fjellheim 2006, Fjellheim & Raddum 2000, 2004). I Audna og Vikedal er det i de siste år også funnet ferskvannsnegl. Vi forventer også at kalkingen av Frafjordelva vil gi respons i form av økt diversitet av foruringsssensitive bunndyr i de kommende år.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### Vannkjem

Vannkvaliteten i Frafjordelva i 2005 er stort sett tilfredsstillende ved hovedstasjonen (Lok 1) i forhold til vannkvalitetsmålet. Imidlertid er det perioder, spesielt på våren, hvor pH ligger under vannkvalitetsmålet, og 19 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. Utover sommeren og høsten måles høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet; totalt ligger 30 % av målingene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter ved Lok 1. Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna (Lok 2) var lite tilfredsstillende i 2005 i forhold til vannkvalitetsmålet. Hele 56 % av pH verdiene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, mens 16 % lå under målet minus 0,3 pH-enheter. I Brålandselva (Lok 4) var pH i 2005 forholdsvis høy gjennom hele året. Ved to tidspunkt var det imidlertid gjennomslag av surt vann og pH lå under 5,8. Totalt sett lå 77 % av pH-verdiene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter, mens 6 % lå tilsvarende under pH-målet.

### Fisk

Metallakkumulering på gjelleoverflata på laks er bare påvist i 1996, og ble for første gang funnet hos ørret i 2003. Dette har negative effekter på fiskeungene. Vanligere er det å finne metallakkumulering i gjelleepitelet, og det har vært varierende mengder hos 13-100 % av laksungene i Frafjordelva i 1995-2005. Det var høyest akkumulering i 2000 da enkelte individ hadde betydelige mengder metall i gjelleepitelet, men også i 2003 og 2004 var det laksunger med høy forekomst av metaller.

Reetableringen av laksyngel startet i 1994 i Frafjordelva, og utbredelsen økte jevnt fram til 1997. Senere er det hvert år fanget laksyngel på alle stasjonene i lakseførende del av vassdraget, men i 2005 manglet det yngel på en stasjon i Brådlansåna. Etter en markert økning i tettheten av laksyngel i Frafjordelva i 2003 (103 individ pr. 100 m<sup>2</sup>), falt tettheten i 2004 og 2005 tilbake til det samme nivået som i 1999-2002 (30-60 laksyngel pr. 100 m<sup>2</sup>). Det har likevel vært en markert økning i antall laksyngel i løpet av de siste 13 årene. Eldre laksunger ble fanget første gang i hovedvassdraget i 1995, men allerede året etter ble det funnet eldre laksunger i alle deler av elva. Tettheten av eldre laksunger har hatt en positiv økning i vassdraget fra 1993 til 2005 selv om tettheten har variert noe mellom år. Det var lavere tetthet i 2005 i forhold til 2003 og 2004, men reduksjonen fordelte seg likt i hele vassdraget og henger blant annet sammen med en lavere tetthet av laksyngel i 2004 enn i 2003.

I de første årene (1994-95) ble det funnet ørretyngel på alle stasjonene i Frafjordelva. Men allerede fra 1996 begynte det å mangle ørretyngel på enkelte stasjoner, og i 2005 var det bare ørretyngel på halvparten av stasjonene. Det var en økning i tettheten av ørretyngel fra 1993 til 1994, men allerede i 1995 og 1996 gikk tettheten tilbake. Senere har det vært en ytterligere reduksjon i antall ørretyngel, og utviklingen i løpet av de siste 12 årene er klart negativ. Gjennomsnittlig tetthet av ørretyngel og eldre ørretunger var blant de laveste noensinne i 2005; henholdsvis 3 og 4 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Selv om det var en liten økning i tettheten av eldre ørretunger like etter at kalkingen startet, har tendensen vært negativ for resten av perioden fram til 2005.

### Bunndyr

I Frafjordelva er det registrert betydelige endringer i bunndyrsamfunnet i løpet av de siste 21 år. Blant annet er den sterkt forsureningsensitive døgnfluen *Baetis rhodani*, som var totalt fraværende i 1980, nå vanlig i vassdraget. Situasjonen i vassdraget om høsten var tilfredsstillende i 2005. Det biologiske mangfoldet viser en økende tendens. Lav forsuringssindeks 2 tyder på at bunndyr-samfunnene i vassdraget fortsatt er utsatt for subletalt stress. Artsmangfoldet av bunndyr i Frafjordelva er ennå lavt sammenlignet med mange andre vassdrag i regionen.

## 5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Overvåkingen av kalkdosereren i Måna viser at driften er svært ustabil. Det har tidligere vært uheldige driftsavbrudd, og problemer med å holde en stabil vannkvalitet i Frafjordelva. Det ble foretatt en ombygging av kalkdosererne i 1998/1999, og begge fungerte tilfredsstillende i perioden 1999-2001, men driften har senere variert. I likhet med tidligere ser det ut til at dosereren i Måna i lengre perioder i 2005 har hatt problemer med å avsyre vannet. Dosereren i Brålandselva ser derimot ut til å ha fungert godt.

## 6 Referanser

Bergheim, A., Nøttestad, L., Nøttestad, H. & Nordland, J. 1989. Registrering av sjøaureyngel og -unger i Frafjordelva september 1989. - Rapport til Stavanger Jeger- og Fiskerforening, 3. nov. 1989. 7 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 2006. Nedbørmengder for 2005 fra meteorologisk stasjon Vigmostad, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.

Fjellheim, A. 2006. Overvåking av invertebrater i Jørpelandsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat (i trykk).

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. 1999. Overvåking av invertebrater i Frafjordelva. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 298 - 310.

Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2000. Overvåking av invertebrater i Vikedalselva. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. DN-Notat 2001-2, s. 197-199.

Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2004. Overvåking av bunndyr i Audna. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2003. 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.

Helgøy, S. 1999. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1993. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern-avdelingen. Miljø-notat 1999-1. 44 s.

Helgøy, S. 2004. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 2002. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern-avdelingen. Miljø-notat 2004-3. 15 s.

Hongve, D. & Matzow, D. 1984. Kalkingsforsøk i Frafjordelva. - Kalkingsprosjektet, Rapport 1984-8. 42 s.

Huitfeldt-Kaas, H. 1922. Om aarsaken til massedød av laks og ørret i Frafjordelven, Helleelven og Dirdalselven i Ryfylke høsten 1920. - Norsk Jæger Fiskefor. Tidsskrift (1/2): 37-44.

Johnsen, B.O., Nøst, T., Møkkelgjerd, P.I. & Larsen, B.M. 1999. Rapport fra Reetableringsprosjektet: Status for laksebestander i kalkede vassdrag. - NINA-Oppdragsmelding 582: 1-79.

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. 1995. Frafjordelva. Fiskeundersøkelser. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1994. DN-notat (i manus).

Larsen, B.M. 1997. Frafjordelva. 4 Fisk. - s. 169-171 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1.

Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2004. Frafjordelva. 3 Fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2003. DN-notat 2004-2: 154-158.

Nøst, T. & Schartau, A.K.L. 1995. Kjemisk overvåking av norske vassdrag - Elveserien 1994. - NINA- Oppdragsmelding 371: 1-17.

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.

Raddum, G. G & Fjellheim, A. 1990. Verneplan IV: Ferskvannsbilogisk vurdering av vassdrag i Rogaland. - Lab. for Ferskvannsekologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 69.

Rosseland, L. 1953. Om virksomheten i 1948. - I Fiskeriinspektørens årsmelding for årene 1948, 1949, 1950. Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, Ås. Kap. 4.

Saksgård, R & Schartau, A. K. L. 2002. Frafjordelva - vannkjemi. I: Kalking I vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. DN-notat 2002-1: 157-160.

Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. - NINA Utredning 10: 1-28.

Statens forurensningstilsyn (SFT) 1986. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. - Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 256/86. 199 s.

# Vedlegg A Primærdata - Vannkjemi

Frafjordelva 2005. Lok. 1 Hovedstasjon (prøver analysert ved NINA's lab i Trondheim)

Dato	Kond µs/cm	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	Si mg/l	Tot-AI µg/l	Tm-AI µg/l	Om-AI µg/l	Um-AI µg/l	Pk-AI µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l	Tot P µg/l	Tot N µg/l
10-jan-05	27,0	5,76	8	0,74	0,38	2,77	0,28	1,23	5,56	81	0,30	63	11	7	4	52	0,9	7	1,89	212
14-feb-05	35,9	5,11	5	0,67	0,56	4,02	0,17	1,27	7,80	132	0,59	99	78	7	71	21	0,3	3	0,39	144
07-mar-05	44,1	6,52	83	2,32	0,63	3,98	0,82	1,92	8,68	280	0,91	45	<6	<6	<6	44	0,6	56	3,80	580
04-apr-05	32,3	6,35	31	1,33	0,46	3,61	0,30	1,55	7,24	170	0,52	85	11	9	2	74	1,0	20	2,50	320
09-mai-05	29,0	6,56	53	1,38	0,34	2,90	0,62	1,32	5,60	160	0,42	76	7	<6	3	69	1,0	42	2,36	510
06-jun-05	21,7	6,34	39	0,79	0,22	2,19	0,89	1,07	3,72	130	0,27	50	8	6	2	42	0,6	39	2,98	500
04-jul-05	16,0	6,40	32	1,01	0,20	1,53	0,11	1,08	2,39	120	0,23	35	<6	<6	<6	30	0,6	38	0,89	150
15-aug-05	19,7	6,43	42	1,09	0,29	1,83	0,24	1,36	2,73	240	0,51	52	8	<6	3	44	0,8	41	1,14	280
05-sep-05	17,9	6,44	33	1,01	0,24	1,55	0,13	1,06	2,41	170	0,45	60	11	8	3	49	1,1	38	0,95	190
03-okt-05	19,4	6,41	35	1,09	0,27	1,73	0,17	1,18	2,65	230	0,51	73	17	17	0	56	1,1	40	1,29	320
08-nov-05	19,2	6,59	68	1,35	0,26	1,36	0,52	1,00	1,99	170	0,41	146	15	15	0	131	1,3	72		380
05-des-05	33,8	6,47	115	2,12	0,34	2,18	1,11	1,50	4,23	360	0,79	54	10	8	2	44	0,9	81	3,65	800
<b>Snitt</b>	26,3	5,96	45	1,24	0,35	2,47	0,45	1,30	4,58	187	0,49	70	15	8	8	55	0,85	40	1,98	366
<b>St.dev.</b>	8,8	0,43	31	0,51	0,14	0,97	0,34	0,26	2,35	78	0,20	30	20	5	20	28	0,28	23	1,16	199
<b>Median</b>	24,3	6,42	37	1,09	0,31	2,18	0,29	1,25	3,97	170	0,48	61	11	7	2	47	0,90	39	1,89	320
<b>Min.</b>	16,0	5,11	5	0,67	0,20	1,36	0,11	1,00	1,99	81	0,23	35	<6	<6	0	21	0,30	3	0,39	144
<b>Max.</b>	44,1	6,59	115	2,32	0,63	4,02	1,11	1,92	8,68	360	0,91	146	78	17	71	131	1,30	81	3,80	800

**Frafjordelva 2005. lok. 1** Hovedstasjon  
(analysert ved M-Lab AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
06-jan-05	2,41	6,06	1,10
20-jan-05	4,14	6,03	1,57
04-feb-05	4,82	5,90	1,60
17-feb-05	7,34	6,06	5,38
24-feb-05	7,13	6,09	5,56
03-mar-05	5,32	6,35	2,86
10-mar-05	4,69	6,41	2,56
17-mar-05	5,21	6,35	3,22
22-mar-05	3,62	6,04	1,36
01-apr-05	3,53	6,16	1,44
07-apr-05	3,70	6,33	1,62
14-apr-05	3,64	6,22	1,99
21-apr-05	2,75	6,39	1,07
28-apr-05	2,91	6,46	1,31
06-mai-05	2,57	6,47	1,03
13-mai-05	2,68	6,51	1,30
27-mai-05	2,14	6,51	1,51
02-jun-05	1,91	6,57	0,95
17-jun-05	1,77	6,42	0,76
29-jun-05	1,65	6,54	0,90
15-jul-05	1,98	6,58	1,24
27-jul-05	2,10	6,55	1,21
11-aug-05	1,73	6,41	0,79
25-aug-05	3,29	6,51	2,45
07-sep-05	2,46	6,30	1,63
23-sep-05	1,75	6,42	0,99
06-okt-05	1,99	6,27	1,35
20-okt-05	3,41	6,21	2,72
02-nov-05	1,76	6,26	0,95
16-nov-05	1,85	6,30	0,90
02-des-05	4,65	6,02	3,64
14-des-05	1,60	6,20	0,70
<b>Snitt</b>	3,20	6,27	1,80
<b>St.dev.</b>	1,54	0,19	1,22
<b>Median</b>	2,72	6,34	1,35
<b>Min.</b>	1,60	5,90	0,70
<b>Max.</b>	7,34	6,58	5,56

**Frafjordelva 2005. Lok 2** Måna nedenfor kalkdoserer  
(analysert ved M-Lab)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
06-jan-05	2,63	5,90	1,44
20-jan-05	5,98	5,76	3,41
04-feb-05	6,52	5,87	2,85
17-feb-05	4,30	5,92	1,50
24-feb-05	4,35	6,09	1,72
03-mar-05	4,30	6,73	2,50
10-mar-05	4,26	6,36	2,44
17-mar-05	4,86	6,12	1,80
22-mar-05	4,32	6,14	2,21
01-apr-05	3,41	6,31	1,41
07-apr-05	4,27	5,95	1,69
14-apr-05	3,18	6,28	1,44
21-apr-05	3,39	6,18	1,70
28-apr-05	3,70	6,05	1,76
06-mai-05	3,17	6,32	1,75
13-mai-05	2,58	6,50	1,19
27-mai-05	2,98	6,55	1,47
02-jun-05	4,06	5,94	2,68
17-jun-05	2,29	5,88	1,04
29-jun-05	3,33	5,72	1,64
15-jul-05	2,37	5,81	1,21
27-jul-05	1,62	6,37	0,86
11-aug-05	2,76	5,62	1,43
25-aug-05	2,47	6,35	1,88
07-sep-05	3,09	5,67	1,77
23-sep-05	4,45	5,86	3,65
06-okt-05	4,66	5,79	3,05
20-okt-05	3,62	5,67	1,70
02-nov-05	3,22	5,71	2,09
16-nov-05	1,73	6,31	0,84
02-des-05	1,71	6,41	0,97
14-des-05	1,80	6,27	0,88
<b>Snitt</b>	3,48	5,99	1,81
<b>St.dev.</b>	1,18	0,30	0,72
<b>Median</b>	3,36	6,07	1,70
<b>Min.</b>	1,62	5,62	0,84
<b>Max.</b>	6,52	6,73	3,65

**Frafjord 2005. Lok. 3** Måna ovenfor kalkdoserer (prøver analysert ved NINA's lab i Trondheim)

Dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl mg/l	NO3 µgN/l	Si mg/l	Tot-Al µg/l	Tm-Al µg/l	Om-Al µg/l	Um-Al µg/l	Pk-Al µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l	Tot P µg/l	Tot N µg/l
10-jan-05	5,34	0	0,33								75	19	8	11	56				
14-feb-05	6,03	26	1,36								69	6	<6	1	63				
07-mar-05	5,46	0	0,70								57	16	<6	15	41				
04-apr-05	5,10	0	0,42								119	65	26	39	54				
09-mai-05	5,34	0	0,33								79	40	11	29	39				
06-jun-05	5,36	0	0,18								54	22	7	15	32				
04-jul-05	5,53	0	0,21								40	10	<6	6	30				
15-aug-05	5,62	0	0,29								59	18	9	9	41				
05-sep-05	5,46	0	0,22								59	19	10	9	40				
03-okt-05	5,63	2	0,27								69	17	13	4	52				
08-nov-05	5,55	0	0,23								111	41	31	10	70				
05-des-05	5,67	6	0,35								49	21	11	10	28				
<b>Snitt</b>	5,46	3	0,41								70	25	11	13	45				
<b>St.dev.</b>	0,23	7	0,33								24	16	9	11	13				
<b>Median</b>	5,50	0	0,31								64	19	10	10	41				
<b>Min.</b>	5,10	0	0,18								40	6	<6	1	28				
<b>Max.</b>	6,03	26	1,36								119	65	31	39	70				

**Frafjordelva 2005. Lok. 3** Måna ovenfor kalkdoserer  
(analysert ved M-Lab AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
06-jan-05	1,97	5,40	0,43
20-jan-05	4,63	5,09	0,78
04-feb-05	4,22	5,19	0,66
17-feb-05	3,87	5,31	0,67
24-feb-05	2,41	5,42	0,68
03-mar-05	3,36	5,40	0,62
10-mar-05	3,18	5,61	0,67
17-mar-05	3,20	5,96	0,68
22-mar-05	3,01	5,31	0,47
01-apr-05	3,01	5,31	0,48
07-apr-05	2,97	5,22	0,59
14-apr-05	2,74	5,31	0,55
21-apr-05	2,51	5,65	0,44
28-apr-05	2,46	5,26	0,41
06-mai-05	2,28	5,72	0,53
13-mai-05	2,80	5,34	0,54
27-mai-05	2,29	5,62	0,35
02-jun-05	1,52	5,51	0,26
17-jun-05	1,30	5,60	0,20
29-jun-05	1,14	5,72	0,25
15-jul-05	1,19	5,81	0,22
27-jul-05	1,28	5,88	0,31
11-aug-05	1,26	5,71	0,24
25-aug-05	1,44	5,86	0,29
07-sep-05	1,23	5,70	0,22
23-sep-05	1,83	5,79	0,76
06-okt-05	1,38	5,67	0,48
20-okt-05	1,48	5,81	0,41
01-nov-05	1,31	5,72	0,37
16-nov-05	1,97	5,82	0,52
02-des-05	1,41	5,59	0,29
14-des-05	9,61	6,55	5,30
<b>Snitt</b>	2,51	5,51	0,61
<b>St.dev.</b>	1,61	0,29	0,87
<b>Median</b>	2,29	5,62	0,47
<b>Min.</b>	1,14	5,09	0,20
<b>Max.</b>	9,61	6,55	5,30

**Frafjordelva 2005. Lok 4** Brålandselva nedenfor kalkdoserer  
(analysert ved M-Lab AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
06-jan-05	2,01	6,33	0,93
20-jan-05	5,82	5,72	1,65
04-feb-05	4,94	6,06	1,43
17-feb-05	4,23	6,48	1,65
24-feb-05	4,00	6,56	1,88
03-mar-05	3,96	6,51	1,55
10-mar-05	3,66	6,36	1,37
22-mar-05	3,18	5,67	0,72
01-apr-05	3,59	6,58	1,47
07-apr-05	3,68	6,74	1,73
14-apr-05	3,46	6,71	1,85
21-apr-05	2,79	6,70	1,32
28-apr-05	3,11	6,84	1,67
06-mai-05	2,73	6,93	1,41
13-mai-05	3,18	7,51	2,52
27-mai-05	2,37	6,97	1,64
02-jun-05	2,10	7,01	1,32
17-jun-05	1,67	6,40	0,62
29-jun-05	1,53	6,46	0,67
15-jul-05	1,68	6,76	1,06
27-jul-05	1,65	6,69	0,93
11-aug-05	1,48	6,47	0,72
25-aug-05	2,18	6,96	1,84
07-sep-05	1,56	6,61	0,87
23-sep-05	1,60	6,60	1,06
06-okt-05	1,57	6,57	1,03
20-okt-05	1,80	6,66	1,23
02-nov-05	1,59	6,65	1,07
16-nov-05	1,92	6,86	1,55
02-des-05	1,76	6,58	1,06
14-des-05	1,35	6,04	0,56
<b>Snitt</b>	2,65	6,41	1,30
<b>St.dev.</b>	1,16	0,37	0,45
<b>Median</b>	2,18	6,60	1,32
<b>Min.</b>	1,35	5,67	0,56
<b>Max.</b>	5,82	7,51	2,52



**Frafjordelva 2005. Lok 5 5** Brålandselva ovenfor kalkdoserer  
(analysert ved M-Lab AS)

<b>Dato</b>	<b>Kond mS/m</b>	<b>pH</b>	<b>Ca mg/l</b>
06-jan-05	1,84	5,56	0,48
20-jan-05	5,90	5,01	1,14
04-feb-05	4,91	5,15	0,88
17-feb-05	4,02	5,33	0,83
24-feb-05	3,67	5,40	0,86
03-mar-05	3,63	5,48	0,83
10-mar-05	3,50	5,57	0,87
16-mar-05	3,85	5,73	0,89
22-mar-05	3,18	5,28	0,57
01-apr-05	3,34	5,22	0,57
07-apr-05	3,30	5,25	0,57
14-apr-05	3,13	5,25	0,66
21-apr-05	2,55	5,33	0,41
28-apr-05	2,74	5,25	0,48
06-mai-05	2,38	5,35	0,37
13-mai-05	2,33	5,37	0,41
27-mai-05	1,96	5,53	0,40
02-jun-05	1,70	5,51	0,27
17-jun-05	1,55	5,61	0,27
29-jun-05	1,41	5,81	0,31
15-jul-05	1,38	5,89	0,33
27-jul-05	1,42	6,02	0,38
11-aug-05	1,35	5,97	0,33
25-aug-05	1,51	6,22	0,43
07-sep-05	1,36	6,18	0,46
23-sep-05	1,37	5,92	0,43
07-okt-05	1,35	5,91	0,74
20-okt-05	1,51	6,05	0,57
02-nov-05	1,35	5,94	0,56
16-nov-05	1,60	5,72	0,47
02-des-05	1,48	5,89	0,46
14-des-05	1,31	5,71	0,42
<b>Snitt</b>	2,43	5,50	0,55
<b>St.dev.</b>	1,20	0,33	0,22
<b>Median</b>	1,90	5,57	0,47
<b>Min.</b>	1,31	5,01	0,27
<b>Max.</b>	5,90	6,22	1,14

# Vedlegg B. Primærdata – fisk

Vedlegg B1. Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet av laks og ørret i Frafjordelva 17.8.05.

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	120	0	14	2	5	0	12,0	1,7	4,2	
2	120	23	21	4	8	23,8	17,5	3,4	6,7	
3	108	27	20	1	9	29,1	19,1	0,9	8,3	Ål
4	120	40	17	6	2	55,6	14,8	5,7	1,7	Ål
5	100	43	15	0	9	54,9	15,2	0	9,2	
6	100	100	20	23	2	110,9	20,2	24,3	2,0	Ål
7	100	66	44	0	2	70,3	46,0	0	2,3	Ål
8	125	40	33	0	0	49,7	28,1	0	0	Ål
9	120	63	36	0	1	59,3	31,8	0	0,8	Ål, skrubbe
10	108	53	22	0	11	67,1	20,7	0	10,2	Ål, skrubbe
1-10	1121	455	242	36	49	48,2 ± 3,8	22,2 ± 0,6	3,4 ± 0,5	4,4 ± 0,1	
Gj.sn.						52,1 ± 30,1	22,5 ± 10,2	3,6 ± 7,5	4,5 ± 3,8	

**B2.** Utbredelse og tetthet av laks og ørret i Frafjordelva – lakseførende del – 1994-2001 og 2003-2005. Utbredelse er angitt som prosentandel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle de avfiskede stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene. Tetthet 1, tetthet 2, median og min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet 1 og tetthet 2 er standardavvik angitt i parentes.

ÅR	1994	1995	1996	1997	1998	1999
Dato	11.-12.8.	5.-6.8.	26.-27.8.	25.-26.8.	17.8.	22.8.
Ant. stasjoner	12	12	12	10	10	10
Areal, m <sup>2</sup>	1443	1523	1503	1287	1372	1158
<b>LAKS 0+</b>						
Utbredelse	67	83	92	100	100	100
Tetthet 1	13,2 (3,4)	20,6 (3,8)	17,0 (1,6)	15,9 (1,7)	7,2 (1,1)	55,8 (5,9)
Tetthet 2	10,9 (13,3)	21,3 (18,1)	17,2 (19,7)	16,6 (9,6)	7,3 (6,6)	59,7 (41,3)
Median	4,5	21,6	11,1	17,2	4,9	57,1
Min. tetthet	0	0	0	2,0	0,9	15,6
Max. Tetthet	38,2	64,6	65,6	30,8	22,9	164,5
<b>LAKS ≥1+</b>						
Utbredelse	0	75	100	100	90	100
Tetthet 1	0	4,4 (0,9)	4,2 (0,1)	13,1 (0,9)	3,1 (0,2)	14,7 (1,0)
Tetthet 2	0	4,9 (5,6)	4,7 (2,8)	13,8 (8,1)	3,5 (3,0)	15,5 (7,0)
Median	0	2,7	4,2	17,4	2,5	16,7
Min. tetthet	0	0	1,3	4,0	0	5,4
Max. Tetthet	0	15,5	10,8	26,2	10,7	28,1
<b>ØRRET 0+</b>						
Utbredelse	100	100	83	90	80	70
Tetthet 1	26,4 (1,6)	18,2 (1,1)	5,3 (0,4)	5,9 (1,0)	6,0 (0,5)	5,5 (0,6)
Tetthet 2	30,1 (29,5)	20,6 (23,5)	6,0 (4,8)	6,9 (8,4)	7,1 (9,2)	6,0 (11,0)
Median	19,5	9,0	5,0	4,6	2,9	2,6
Min. tetthet	1,4	1,7	0	0	0	0
Max. Tetthet	104,6	68,4	14,8	23,4	30,5	38,4
<b>ØRRET ≥1+</b>						
Utbredelse	92	100	100	100	90	90
Tetthet 1	9,1 (0,7)	12,7 (0,6)	8,9 (0,6)	6,8 (0,5)	2,8 (0,4)	5,0 (0,3)
Tetthet 2	9,8 (7,5)	13,8 (12,6)	9,6 (6,2)	7,2 (6,5)	3,5 (2,8)	5,2 (4,0)
Median	9,1	9,2	8,1	5,8	2,7	5,0
Min. tetthet	0	1,7	1,6	0,9	0	0
Max. Tetthet	29,7	42,1	21,0	22,5	9,4	12,8

**Vedlegg B2 fortsetter**

ÅR	2000	2001	2003	2004	2005
Dato	6.8.	23.8.	13.8.	11.-12.9. og 20.10.	17.8.
Ant. stasjoner	10	10	10	10	10
Areal, m <sup>2</sup>	1028	1108	1116	1076	1121
<b>LAKS 0+</b>					
Utbredelse	100	100	100	100	90
Tetthet 1	42,8 (3,7)	60,4 (4,2)	102,6 (6,3)	41,6 (4,7)	48,2 (3,8)
Tetthet 2	42,7 (27,7)	63,8 (32,8)	106,3 (37,5)	44,1 (27,9)	52,1 (30,1)
Median	31,7	62,0	106,1	37,5	55,3
Min. tetthet	11,3	10,0	50,4	18,8	0
Max. Tetthet	95,0	113,7	184,0	104,4	110,9
<b>LAKS ≥1+</b>					
Utbredelse	100	100	100	100	100
Tetthet 1	23,9 (1,8)	15,2 (1,0)	39,2 (1,3)	48,3 (1,4)	22,2 (0,6)
Tetthet 2	24,2 (25,5)	16,5 (8,8)	40,4 (17,6)	50,2 (22,1)	22,5 (10,2)
Median	13,4	16,5	36,9	47,3	19,7
Min. tetthet	0,8	2,5	16,0	26,0	12,0
Max. tetthet	75,1	33,5	68,8	92,0	46,0
<b>ØRRET 0+</b>					
Utbredelse	80	80	70	80	50
Tetthet 1	12,7 (1,9)	3,1 (0,1)	2,9 (0,7)	6,9 (0,8)	3,4 (0,5)
Tetthet 2	12,6 (18,8)	3,2 (4,7)	2,9 (5,2)	6,9 (8,3)	3,6 (7,5)
Median	5,2	1,7	1,1	4,8	0,5
Min. tetthet	0	0	0	0	0
Max. tetthet	58,1	15,4	17,2	28,6	24,3
<b>ØRRET ≥1+</b>					
Utbredelse	100	90	80	90	90
Tetthet 1	5,1 (0,3)	5,8 (0,7)	4,5 (0,5)	5,7 (0,4)	4,4 (0,1)
Tetthet 2	5,0 (3,9)	6,0 (4,0)	4,8 (4,5)	5,5 (5,1)	4,5 (3,8)
Median	4,5	6,8	4,0	4,2	3,3
Min. tetthet	1,0	0	0	0	0
Max. tetthet	13,0	11,4	12,1	14,4	10,2

# Vedlegg C. Primærdata - bunndyr

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 19.05.05.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
<b>Nematoda</b>		2		1				1		12
** <i>Crenobia alpina</i>					1				5	
<b>Nematoda</b>	2			3	1	1			1	1
<b>Oligochaeta</b>	8	19	6		1			16	19	1
<b>Acari</b>	3	2			3			1		
<b>Ephemeroptera</b>										
*** <i>Baetis rhodani</i>	39	16	18	15		1	10	4	6	3
*** <i>Baetis</i> sp.						1				
<b>Plecoptera</b>										
<i>Amphinemura borealis</i>	31	24	30	56	34	31	43	24	45	14
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	2		4	4	22	10	7	20	18	21
<i>Amphinemura</i> sp.	1									
<i>Leuctra hippopus</i>	7	5		1	1	2	3		1	
<i>Leuctra</i> sp.	16	12	15	1	33			3	16	19
<i>Brachyptera risi</i>	1	26	2	11		1	40		31	27
<i>Nemoura cinerea</i>								1		
<i>Protonemura meyeri</i>		4	1		1	1	2		1	
<i>Nemouridae</i> indet.		1				3				
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				7	3	1	3	1	6	1
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>										
** <i>Diura nanseni</i>										1
** <i>Isoperla</i> sp.			1							
** <i>Perlodidae</i> indet								1		
<b>Trichoptera</b>										
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	1	2	2	3			1	4	2	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	2		1							1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1			1						
<i>Oxyethira</i> sp.	1		2							3
** <i>Ithytricia lamellaris</i>			2							
** <i>Lepidostoma hirtum</i>			1	1						
** <i>Wormaldia</i> sp.										
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	1		4	7						
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>	1									
** <i>Hydropsyche</i> sp.			2		1					
<b>Chironomidae</b> larver	100	72	54	33	30	5	31	27	71	57
<b>Chironomidae</b> puppe	1	1	1			1	1		1	2
<b>Ceratopogonidae</b>	1			1						
<b>Simuliidae</b>		5					17		9	9
<b>Tipuloidea</b>	4	1				1		1	6	
<b>Diptera</b>	6	1	8	2	1			2	3	4
<b>Coleoptera</b>						1				
<b>Collembola</b>	1									
<b>Crustacea</b>										
<i>Bosmina</i> sp.										
Sum	230	191	154	146	132	60	158	105	241	164
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	0,72	0,85	0,69	0,50	0,54	0,60	0,58	0,55	0,54

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 28.10.05.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
<b>Nematoda</b>		2	1					1		2
<b>Oligochaeta</b>	3	12	4	2	1			8	3	7
<b>Acari</b>	3	1	1	2		1	2		3	1
<b>Ephemeroptera</b>										
*** <i>Baetis rhodani</i>	2	55	39	50	31	78	52	98	77	8
<i>Leptophlebia marginata</i>	1									
<b>Plecoptera</b>										
<i>Amphinemura borealis</i>	5	36	126	154	45	35	21	138	51	4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1	2	4	7	2	9	6	20	33	12
<i>Amphinemura</i> sp.										
<i>Leuctra hippopus</i>	3	15	3	5	3	1	4	5	20	14
<i>Leuctra</i> sp.	1		7	3				2	17	1
<i>Brachyptera risi</i>		32	36	14	6	37	24	24	65	65
<i>Nemoura cinerea</i>							2	2		1
<i>Nemoura</i> sp.						1				
<i>Protonemura meyeri</i>		21		3	1	3	3	1	2	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	1					1		4	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>								1	1	
** <i>Diura nanseni</i>	1									
<b>Trichoptera</b>										
<i>Rhyacophila nubila</i> larve		5		2				1	3	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1		3	1						
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	2									
<i>Oxyethira</i> sp.	1				2				1	
<i>Potamophylax</i> sp.		1		1						
Limnephilidae indet.	2							3		2
<i>Mystacides</i> sp.	1									
** <i>Apatania</i> sp.										
** <i>Ithytricia lamellaris</i>			2							
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	3		2	3	1					
** <i>Wormaldia</i> sp.										
** <i>Hydropsyche siltalai</i>		1	4	4						
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>										
** <i>Hydropsyche</i> sp.			6					1		
<b>Chironomidae</b> larver	96	154	117	26	94	18	9	84	30	22
<b>Simuliidae</b>		14	3	15	6	15	22	6	24	6
<b>Tipuloidea</b>	3	1	1						2	4
<b>Diptera</b>		3	2	3	2		2	2		
<b>Coleoptera</b>			1				1			
<b>Collembola</b>		1	1							1
<b>Crustacea</b>										
Chydoridae	3				1					
<i>Cyclopoida</i>	2		1		3					
<i>Bosmina</i> sp.				1			1	2		
Ostracoda	1									
Sum	136	357	364	296	198	198	150	399	336	150
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,68	1,00	0,72	0,77	1,00	1,00	1,00	1,00	0,90	0,58

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