

Frafjordelva

Koordinator: Ann Kristin Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

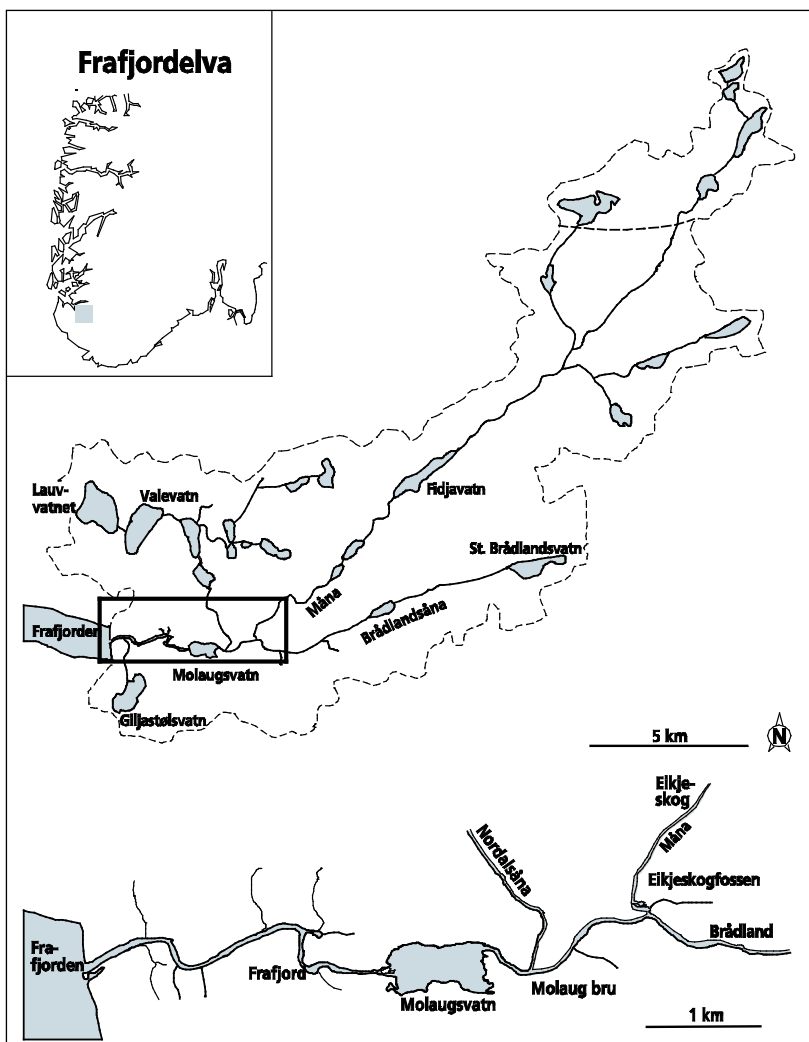
1 Innledning

1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnummer: 030.Z
Fylke, kommuner: Rogaland fylke, Gjesdal og Forsand kommuner
Areal, nedbørfelt: 171 km² (før regulering)
Spesifikk avrenning: 93,5 l/s/km²
Middelvannføring: 14,3 m³/s (1914-1951)
Regulering: 17,6 km² overført til Lysefjord-området
Lakseførende strekning: Totalt ca. 5 km, derav hhv. 0,3 og 1 km opp i Måna og Brådlandsåna
Kalking: Forsøkskalking i Brådlandsåna 1993, igangsetting av ordinær kalking vha. kalkdoserere i hhv. Måna og Brådlandsåna i 1995. Brådlandsgreina har vært innsjøkalket siden 1998.

1.2 Kalkingsstrategi

Bakgrunn for kalking: Laksestammen var før kalking utdødd.
Biologisk mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål: 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.
Kalkingsstrategi: Kalking vha to doserere i vassdraget. Hovedstasjonen for kalking er plassert ved gården Eikjeskog ved Måna. Den andre stasjonen er plassert i Brådlandsåna. Elven Måna drenerer ca. 52 % av nedbørfeltet, mens Brådlandsåna drenerer ca. 23 %.

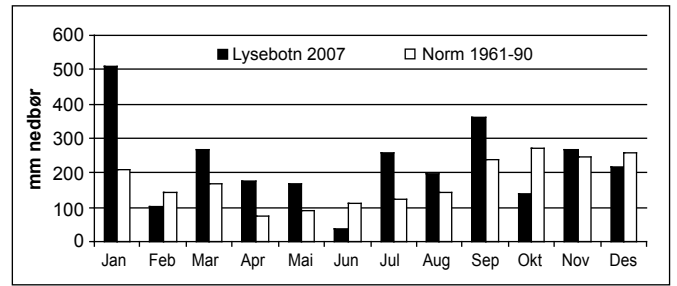


Figur 1.1. Fra fjordelva med nedbørfelt.

1.3 Kalking i 2007

Tabell 1. Kalkforbruk i tonn i Frafjordelva årene 2003-2007. Det ble benyttet kalktype NK3 og VK3 (biokalk i innsjøene). Alle verdier er oppgitt i VK3.

År	2003	2004	2005	2006	2007
Kalkdos. Brådlandsåna	182		177	306	247
Kalkdos. Måna	498		405	291	478
Innsjøer	132		60	58	34
Sum kalk (VK3 ekv.)	812		642	655	759



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2007 og normal månedsnedbør for perioden 1961-90 ved meteorologisk stasjon 45350 Lysebotn (data fra DNMI 2008).

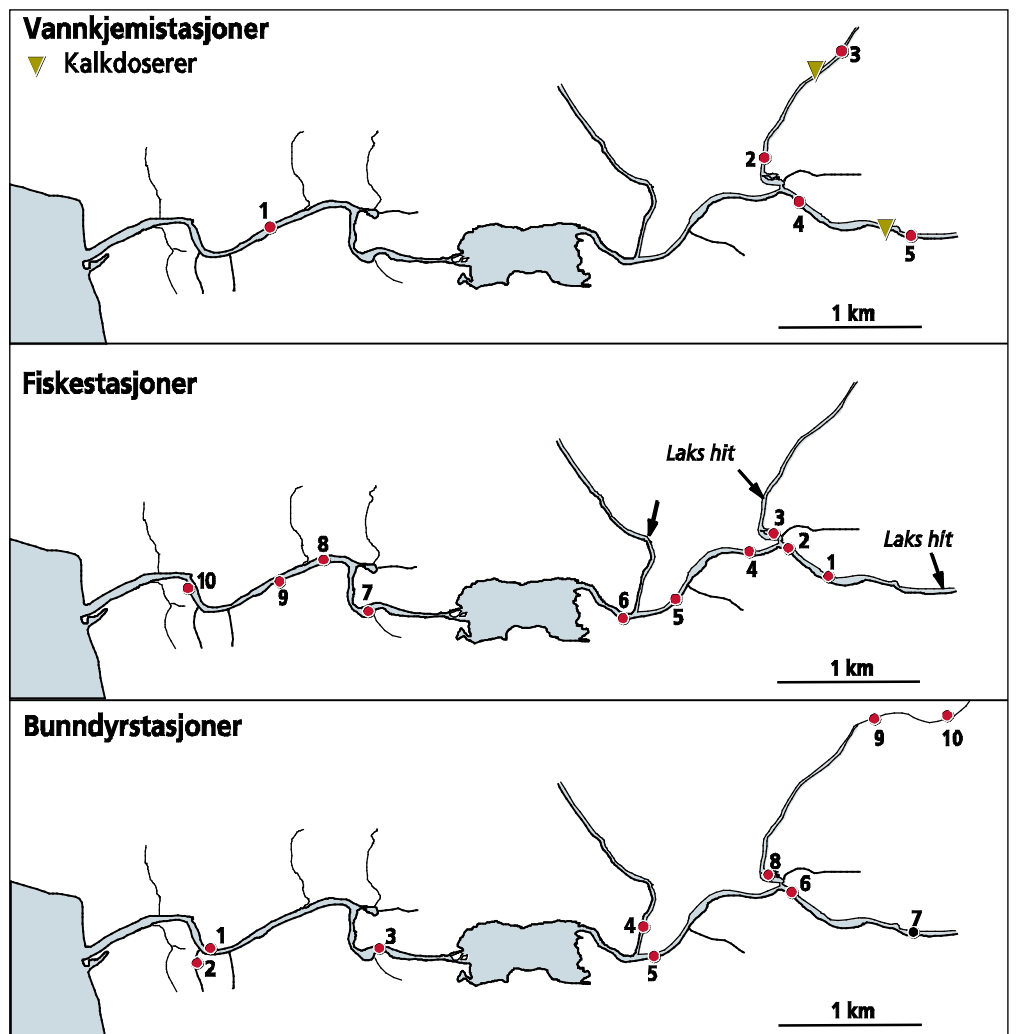
1.4 Hydrologi 2007

Meteorologisk stasjon: 45350 Lysebotn.

Årsnedbør 2007 juni: 2708 mm
 Normalt: 2078mm
 % av normalen: 130 %

Det finnes ingen vannføringsmålinger fra Frafjordelva etter reguleringen.

1.5 Stasjonsoversikt



Figur 1.3. Frafjordelva med prøvetakingsstasjoner for vannkjemi, fisk og bunndyr i 2007.

2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård¹ og Ann Kristin Lien Schartau²

¹Norsk institutt for naturforskning, 7584 Trondheim

²Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

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. 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 den delen som gjelder effektkontrollen overtatt av NINA. Tidligere har kun vannkemikontrollen vært gjennomført årlig mens effektkontrollens overvåking har gått hvert 2. år, men fra og med juli 2006 har det vært en kontinuerlig overvåking av Frafjordelva i hht. begge programmer. M-lab as gjennomfører analysene for vannkemikontrollen mens Analysesenteret i Trondheim utfører analysene for effektkontrollen.

2.2 Resultater og diskusjon

Vannkemisk måloppnåelse

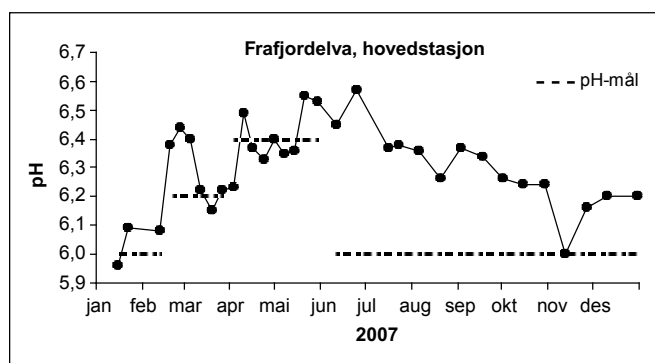
Vannkvaliteten på den anadrome strekningen av Frafjordelva, her representert ved Lok 1, er i store deler av året tilfredsstillende sammenlignet med de krav som er satt med hensyn på pH (Figur 2.1). Enkelte pH-verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet, og 3 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. Utover sommeren og høsten måles høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og totalt ligger 21 % av målingene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter ved Lok 1.

Vannkjemien i 2007

Årsgjennomsnittet for pH i 2007 var 6,28 på hovedstasjonen i Frafjordelva (Lok. 1), og varierte mellom 5,96 og 6,57 (Tabell 2.1). I 2007, som i 2006, var pH lavest i periodene januar-februar og november-desember. Mengde kalsium varierte mellom 0,7 mg/l og 3,8 mg/l, med et gjennomsnitt på 1,7 mg/l. Ved enkelte tidspunkt registreres en forskjell i målt pH på mellom 0,1 og 0,6 pH-enheter mellom de to analyselaboratoriene (Vedlegg A.1).

Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) varierte i 2007 mellom 40 og 167 µg/l (Tabell 2.1). Med unntak av 1997 har Tot-Al stort sett ligget mellom 50 og 100 µg/l etter at kalkingen startet (Figur 2.2). I 2007 var det imidlertid flere verdier over 100 µg/l, men prøvetakingsfrekvensen har også økt sammenlignet med tidligere år. Høyeste verdi av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) var 10 µg/l, målt i september (Figur 2.2, Vedlegg A.1). For øvrig var verdiene i 2007 lave.

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 TOC ved hovedstasjonen (Lok 1) var 1,3 mg C/l, mens Tot-P og Tot-N var hhv. 1,1 µg/l og 236 µg/l. En høy verdi av Tot-N i januar 2007 (1000 µg/l) er tatt ut av beregningen da prøven antas å være "forurenset" av sedimenter fra elvebunnen.



Figur 2.1. pH ved hovedstasjonen (lok 1) i Frafjordelva, Rogaland, i 2007.

Tabell 2.1. Middels-, min- og maksverdier for 2007, Frafjordelva. Se kommentar i teksten når det gjelder måleresultatene fra Måna (Lok 2 og 3). * data er fra effektkontrollen.

Nr	Stasjon		pH	Ca mg/l	Alk* µekv/l	Tot-Al* µg/l	Um-Al* µg/l	TOC* mgC/l	ANC* µekv/l
1	Hovedstasjon	Mid	6,28	1,72	40	83	4	1,3	45
		Min	5,96	0,69	22	40	0	0,2	10
		Maks	6,57	3,78	105	125	10	2,2	104
2	Måna, nedstr.	Mid	6,09	1,89					
		Min	5,34	0,76					
		Maks	9,34	6,71					
3	Måna, oppstr.	Mid	5,51	0,58					
		Min	5,12	0,21					
		Maks	6,51	1,23					
4	Brålandselva, nedstr.	Mid	6,50	1,19					
		Min	6,03	0,64					
		Maks	7,16	2,00					
5	Brålandselva, oppstr.	Mid	5,49	0,50					
		Min	5,13	0,28					
		Maks	6,03	0,80					

Driftskontroll av kalkdoserere

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna (Lok 2) var i perioder av 2007 lite tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet (**Vedlegg A.1, Figur 2.3**). Totalt lå 24 % av pH-verdiene under pH-målet minus 0,3 pH-enheter; de øvrige verdiene tilfredsstilte vannkvalitetsmålet. pH varierte her mellom 5,3 og 9,3, mens årsgjennomsnittet var 6,1 (**Tabell 2.1**). Mengde kalsium varierte mellom 0,8 og 6,7 mg/l i 2007, og gjennomsnittet var 1,9 mg/l (**Tabell 2.1**). Ovenfor kalkdosereren i Måna (Lok. 3) varierte pH i 2007 mellom 5,1 og 6,5 og årsgjennomsnittet var 5,5. Det er stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene i Måna (Lok. 3). I perioder på vinteren kan det være problematisk å få tatt prøver på begge de etablerte prøvestasjonene i Måna grunnet is og snødekke. Årsaken til de svært varierende målingene kan derfor være at prøvene ikke er tatt på samme sted gjennom hele året. Det kan også tenkes at enkelte lave verdier kan skyldes at prøven er tatt over isen, og at prøven derfor representerer overflatevann/smeltevann. Den største usikkerheten knyttes imidlertid til at målinger fra de to analyselaboratoriene viser svært sprikende resultater fra prøver tatt samme dato (se **Vedlegg A.1**).

Pga usikkerheten knyttet til prøvetakingen/analysene fra stasjonene i Måna, rapporteres ikke aluminiumsinnholdet for 2007 (effektkontrollen). Tidligere analyser av aluminium viser at vannkvaliteten i denne delen av elva er marginal i forhold til overlevelse av fisk (jfr. Saksgård & Schartau 2007).

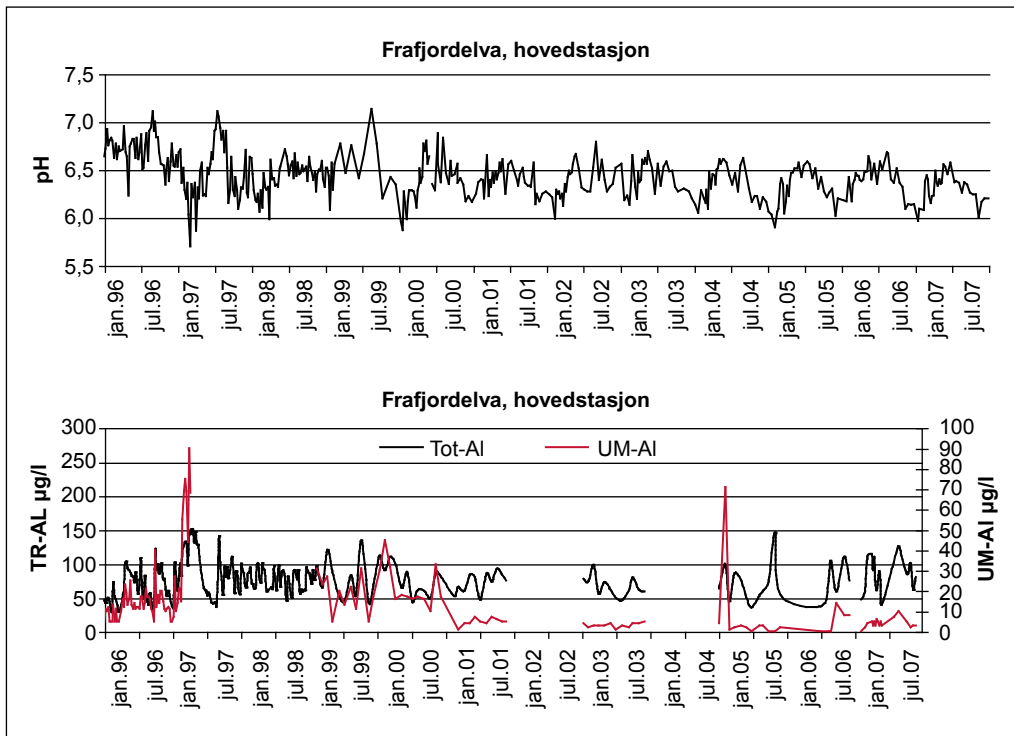
I Brålandselva (Lok 4) var pH i 2007 forholdsvis høy gjennom hele året. (**Figur 2.3, Vedlegg A.1**). Ingen verdier lå under vannkvalitetsmålet, mens hele 76 % lå over pH-

målet pluss 0,3 pH-enheter. Årsgjennomsnittet for pH var 6,5, og varierte mellom 6,0 og 7,2 (**Tabell 2.1**). Ovenfor dosereren i Brålandselva (Lok 5) varierte pH mellom 5,1 og 6,0 i 2007, og årsgjennomsnittet var 5,5. Verdiene var gjennomgående noe lavere, spesielt på våren, enn det som ble målt i 2006 (**Figur 2.3**). Mengde kalsium varierte mellom 0,3 og 0,8 mg/l oppstrøms dosereren, og mellom 0,6 og 2,0 mg/l nedstrøms dosereren, mens årsgjennomsnittet var hhv. 0,5 og 1,2 mg/l (**Tabell 2.1**).

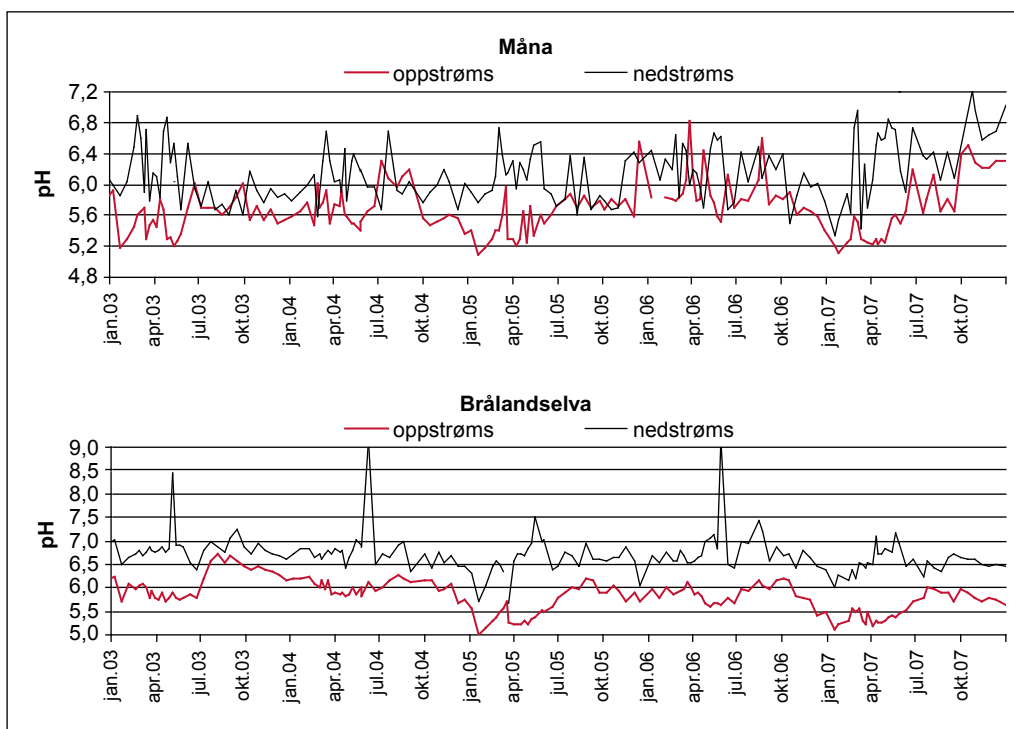
Det er ingen analyser av aluminium i Brålandselva etter 2001, men tidligere målinger (2000-2001) av total aluminium viser i hovedsak verdier under 100 µg/l (jfr. Saksgård & Schartau 2002).

Langtidstrender

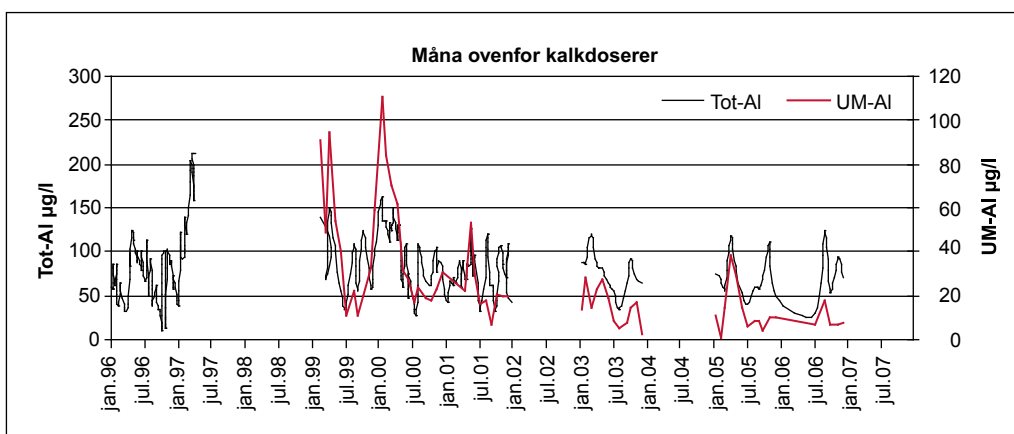
Det har vært foretatt vannkjemiske analyser i Frafjordelva i forbindelse med vannkjemisk overvåking av norske elver ("Elveserien") siden 1969. Målingene i denne forbindelsen ble avsluttet i 1996. Vannprøvene ble da tatt ved Molaug bru. Før kalkingen startet lå pH mellom 5,0 og 5,5 (Saksgård & Schartau 2002). Vannkvaliteten økte gradvis med opptrappingen av kalkingen, og i 1995-1996 lå pH rundt 6,5. Analyser av aluminium fra Molaug bru viste en tilsvarende reduksjon i aluminiumskonsentrasjonene fra 1988 til 1996 (Saksgård & Schartau 2002). I perioden 1996-2007 har pH på Lok 1, med få unntak, ligget mellom 6,0 og 7,0 (**Figur 2.2**). Etter 2001 har pH vært på et mer stabilt nivå sammenlignet med perioden før. Innholdet av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) har med enkelte unntak vært svært lav etter 2001. I perioden før 2001 ble det oftere registrert høye verdier av Um-Al (**Figur 2.2**). Ulike metoder for analyse av aluminium i perioden før og etter 2001 er sannsynligvis en medvirkende årsak til disse forskjellene.



Figur 2.2. pH og konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) ved hovedstasjonen (lok 1) i Frafjordelva i perioden 1996-2007. Tot-Al ble fram til og med 2000 målt som totalt syrereaktivt aluminium (Al_r), mens Um-Al er målt som labilt aluminium (L-Al).



Figur 2.3. pH på lokalitetene oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne i Måna (lok 2 og 3) og i Brålandselva (lok 4 og 5) i Frafjordelva i perioden 2003-2007. Se kommentarer i teksten når det gjelder målingene fra Måna i 2007. Merk ulik skala på y-aksene. Data fra vannkjemi-kontrollen.



Figur 2.4. Konsentrasjonen av totalt (Al_r/Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (L-Al/Um-Al) i Måna ovenfor kalkdoserer (lok 3) i Frafjordelva i perioden 1996 - 2006. Data for 2007 er utelatt pga. usikkerhet omkring prøvetakingen. Se for øvrig figur 2.2 for ytterligere informasjon om analysemetoder.

3 Fisk

Svein Jakob Saltveit, Åge Brabrand, Hans Mack Berger, Trond Bremnes, Einar Kleiven og Henning Pavels

3.1 Innledning

Frafjordelva ble regnet som en god lakseelv, og utbyttet av anadrom fisk varierte normalt fra et par hundre kilo til noe over 800 kg fra midten av 1880-tallet til ca 1960 (Offentlig statistikk). Det finnes flere rapporter om fiskedød i elva (Huitfeldt-Kaas 1922, Rosseland 1953), og den opprinnelige laksestammen regnes som utryddet (Sivertsen 1989). Imidlertid er det de fleste år også i senere tid, men før kalking, rapportert om fangster av laks. Totalfangsten har imidlertid vært svært lav og stort sett aldri vært over 70 kg. Til tross for yngelutsettinger på 1980-tallet ble det ikke påvist laksunger i denne perioden (Hongve & Matzow 1984, SFT 1986), eller i 1993 (Helgøy 1999).

I forbindelse med kalkingstiltak i Fráfjordelva ble det i 1994 startet en overvåking av ungfiskbestanden av laks og aure (Larsen 1995). Antall stasjoner ble redusert i 1997. Sidebekker til lakseførende strekning av Fráfjordelva (deriblant Norddalsåna) var inkludert i undersøkelsene i 1995 og 1996 (Larsen 1997). I 2002 ble vassdraget tatt ut av det nasjonale overvåkingsprogrammet, men en redusert undersøkelse ble gjennomført av Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen (Helgøy 2004). Fra 2003 var Fráfjordelva igjen inne i overvåkingsprogrammet.

Det er satt ut laksyngel i Fráfjordelva i mange år, men først fra 1994 ble det fanget utsatt yngel ved elektrofiske om høsten (Larsen *et al.* 2006). I de senere år er det satt ut relativt mye fisk, i 2005 totalt 100 000 (se **Tabell 3.1** i Larsen *et al.* 2006), mens antallet i 2007 var 70 000. Det er generelt usikkert hvordan fordelingen er mellom utsatt og naturlig produsert yngel i vassdraget.

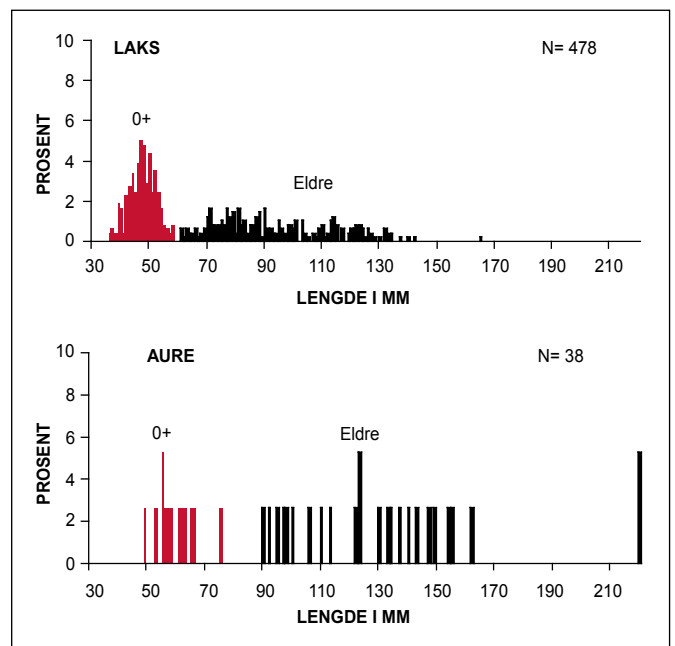
3.2 Metode

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 10 stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i oktober 2007 (**Figur 1.3**). Arealene på stasjonene ble avfisket tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin *et al.* 1989). All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg fisk ble tatt med for aldersbestemmelse. Det er i beregningene av tetthet skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m², og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for hele vassdraget. For hele vassdraget er tetthet beregnet både på grunnlag av sum fangst for alle stasjonene samlet, og basert på gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene.

3.3 Resultater

3.3.1 Ungfiskundersøkelser

I Fráfjordelva ble det fanget til sammen 478 laksunger og 38 aureunger (**Tabell 3.1**). Laksunger ble funnet på alle stasjonene, mens aure ble fanget på 7 stasjoner. To sjøaure på henholdsvis 35 og 50 cm er ikke med beregningene av tetthet. Det ble i tillegg fanget to ål og en skrubbe. Sistnevnte art ble funnet på den nederste lokaliteten.



Figur 3.1. Prosentvis lengdefordeling av laks- og aureunger i Fráfjordelva i september 2007.

Laks

Laksungene var mellom 36 mm og ca. 165 mm (**Figur 3.1**). Årsunger (0+) kunne skilles fra eldre basert på lengdefrekvensfordelingen. Største 0+ målte 58 mm, mens minste 1+ i materialet var 61 mm. Gjennomsnittslengden til årsungene var $47,4 \pm 0,6$ mm.

Tettheten av laksunger i elva må karakteriseres som høy. Tettheten av årsunger (0+) var imidlertid noe lavere enn i 2006, mens tettheten av eldre laksunger var høyere (**Figur 3.2**). Den totale tettheten av årsunger ble høsten 2007 beregnet til 30,2 fisk pr. 100 m², mens tettheten av eldre laksunger, dvs. 1+ og 2+, var 24,7 fisk pr. 100 m². Det ble funnet årsunger og eldre laksunger på alle stasjoner. Det var bare på stasjon 5 og 6 at tettheten av 0+ kan karakteriseres som høy, mens tettheten av eldre laksunger må karakteriseres som høy på stasjon 3, 7, 8 og 10 (**Tabell 3.1**).

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og aure på ulike stasjoner Frafjordelva i oktober 2007.

Stasjon	Areal i m ²	Antall fisk		Laks N/100 m ²			Aure N/100 m ²		
		Laks	Aure	Skrubbe	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	109	19	12	0	0	6,9	13,2	0,9	8,3
2	75	17	4	0	0	14,5	9,3	0	7,8
3	100	57	2	0	0	26,9	32,2	2,0	0
4	110	40	3	0	0	21,8	17,4	0,9	2,0
5	91	61	0	0	0	70,7	19,6	0	0
6	118	89	7	0	0	96,2	14,9	5,2	0,8
7	124	57	1	0	0	16,8	35,4	0,7	0
8	92	60	0	0	1	25,0	45,2	0	0
9	79	24	0	0	0	14,8	16,5	0	0
10	99	54	9	1	1	15,3	45,1	0	9,3
Tot.	997	478	38	1	2	30,2 ± 4,5	24,7 ± 0,7	1,5 ± 0,5	2,6 ± 0,3
Gj.sn.						30,9 ± 17,9	24,8 ± 8,4	1,0 ± 1,0	2,8 ± 2,5

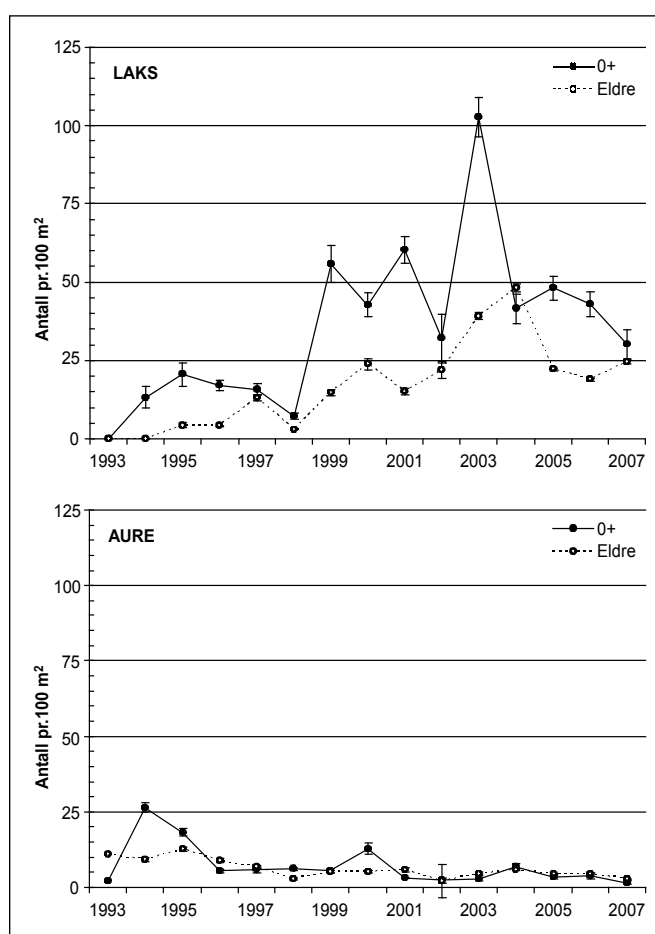
Aure

Materialet av aureunger var svært lite, og besto hovedsakelig av fisk som var mellom 50 og 160 mm (Figur 3.1). Det var stor spredning i størrelsesfordelingen. Største årsunge (0+) målte 75 mm og 0+ aure var i gjennomsnitt $59,8 \pm 4,1$ mm.

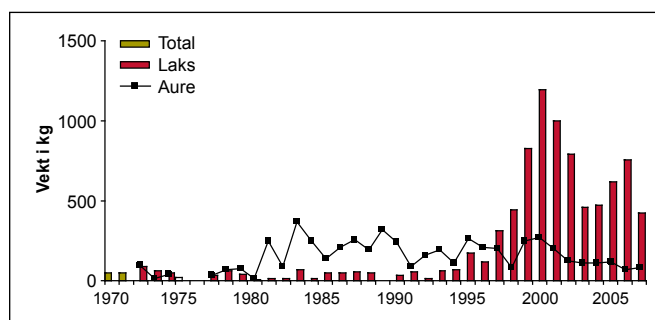
Den totale tettheten av årsunger (0+) av aure var svært lav, bare 1,5 fisk pr. 100 m² (Figur 3.1). Årsunger ble bare funnet på fem av stasjonene, og den høyeste tettheten ble beregnet på stasjon 6. Tettheten av eldre aureunger var også lav, kun 2,6 fisk pr. 100 m². Utbredelsen av eldre aureunger var i hovedsak begrenset til elvas øverste del, der de høyeste tetthetene ble funnet på stasjon 1 og 2. Nedenfor Molaugsvatn ble det bare funnet aureunger på stasjon 10.

3.3.2 Fangststatistikk

Fra 1970 til 1995 var fangstene av laks svært lave og enkelte år ubetydelige (Figur 3.3). Noen år inngår ikke laks i statistikken. Fram til 1980 ble det i denne perioden også tatt minimalt med aure, men fangstene tar seg noe opp og varierte fram til 2000 mellom ca. 100 og 370 kg (i 1983). Etter 2000 har imidlertid det vært en gradvis reduksjon i fangst av sjøaure og i 2006 ble det bare registrert 67 kg. I 2007 ble det tatt 85 kg. Økningen i fangsten av laks fra 1995 har sannsynligvis sammenheng med bedre 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. Deretter gikk fangstene noe ned for etter 2003 igjen å øke fram til 2006 da det ble fanget 756 kg laks. Fangsten i 2007, 427 kg, er imidlertid blant de laveste etter kalking (Figur 3.3).



Figur 3.2. Tetthet av laks- og aureunger i Frafjordelva i perioden 1990 til 2007. Data fra før 2006 fra Larsen et al. (2006).



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjøaure i Frafjordelva i perioden 1970 til 2007.

3.4 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske og resultatene vil derfor referere til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter over år er av den grunn vanskelig, dersom vannføring og derved det område som undersøkes varierer mellom år. Høy vannføring gir spredning av fisken over et større areal og derved lavere tetthet pr. arealenhet (Saksgård og Heggberget 1990), mens forholdet blir motsatt ved lav vannføring (Jensen og Johnsen 1988). De til dels store årlige variasjonene i fisketetthet i Frafjordelva kan skyldes slike forhold. Substrat, vannhastighet og temperatur har også betydning for resultatet. Endringer i tettheter mellom år trenger derfor nødvendigvis ikke bety endret reproduksjon eller overlevelse alene. Imidlertid foreligger det ikke data på vannføringsforhold for elva etter regulering, så betydningen av ulik vannføring på resultatene lar seg ikke diskutere.

En sammenligning med tidligere år er også vanskelig, fordi antall stasjoner er redusert i perioden. Utsettinger av fisk gjør det videre vanskelig å vurdere bidraget fra naturlig reproduksjon. Stort antall 0+ i 2001 og i 2003 skyldes med stor sikkerhet ikke utsettingene (Larsen *et al.* 2004).

Bestandstettheten ulike år i elva er beregnet på to måter, både på grunnlag av fangst fra alle lokalitetene samlet og basert på gjennomsnitt av beregnet bestand fra de enkelte lokalitetene. Begge beregningsmetoder ga et tilnærmet samme totalestimat for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene blir stort (større konfidensintervall) og denne beregningsmåten gjør det ikke mulig vurdere endringer over tid.

Det ble ikke fanget laksunger i elva i 1993. I 1994 ble det fanget årsunger (0+) av laks, mens eldre laksunger ble fanget første gang i 1995. Det kan skyldes forsøkskalkingen som ble iverksatt i Brådlandsåna i 1993. Selv om den opprinnelige laksebestanden i Frafjordelva regnes som utdødd, er det hele tiden etterpå blitt fanget laks i elva, men uten at det har vært vellykket reproduksjon før høsten 1993. Igangsettingen av hovedstasjon for kalking i Måna og Brådlandsåna kom i 1995. Allerede i 1997 ble det funnet årsunger av laks på alle stasjonene. Senere er det hvert år fanget 0+ på alle stasjonene i lakseførende del av vassdraget. Det har også funnet sted en markert økning i tettheten, men det var først i 1999 at det ble en merkbar økning i tettheten av 0+ i hovedvassdraget og i Måna. Dette skyldtes at en ombygging av begge kalkingsanleggene i 1998/99 ga mer stabil vannkvalitet for laksungene i hele vassdraget. Holdes 2003 utenfor, ligger tettheten av 0+ etter 1999 på et nivå på 30-60 fisk pr. 100 m² (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av eldre laksunger har også hatt en positiv utvikling, og synes stabilisert på et akseptabelt nivå.

Det ble funnet laksunger, både årsunger (0+) og eldre, på alle stasjonene i 2007. Tettheten av årsunger var noe lavere enn i 2006 og for denne årsklassen har det vært en gradvis reduksjon i tetthet på 2000-tallet fra ca. 50 til ca. 30 fisk pr. 100 m². Den tetthet som beregnes i 2007 er ikke signifikant forskjellig fra den i 2002, men for årsunger er dette de to laveste tettheter beregnet siden 1998. Beregnet tetthet på 32,1 årsunger pr. 100 m² i 2002 ga imidlertid opphav til den nest høyeste tetthet av eldre fisk (i 2003) som er funnet i elva. Sett i forhold til dette er det ingen grunn til bekymring for at de lavere 0+ tettheter i 2007 skal medføre reduksjon i tetthet av eldre fisk. Tettheten av eldre fisk økte faktisk i 2007, og var den tredje høyeste tetthet av eldre laksunger beregnet i undersøkelsesperioden. Dette til tross for at tettheten av årsunger i 2006 også var lavere enn i de fleste øvrige år etter kalking. Sett i forhold til tidligere år må både 0+ tettheten og tettheten av eldre laksunger i 2007 derfor karakteriseres som tilfredsstillende.

De høyeste beregnede tettheter av eldre laksunger har vært ca. 40 - 50 fisk pr. 100 m², mens den i de fleste år har vært ca. 20 fisk pr. 100 m². En økning i 0+ tetthet ut over den som beregnes de fleste år på 2000-tallet vil sannsynligvis ikke føre til økt antall smolt. Manglende positiv respons i form av ytterligere økt tetthet av eldre laksunger, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger. I Frafjordelva er det registrert store områder med mye sand og grus. Økt sedimentering har sannsynligvis sammenheng med at elva er regulert, noe som fører til mindre vann og redusert størrelse på flommer. . En bedre måloppnåelse av kalkingen i form av økt smoltproduksjon kan derfor best oppnås gjennom biotopjusterende tiltak i vassdraget.

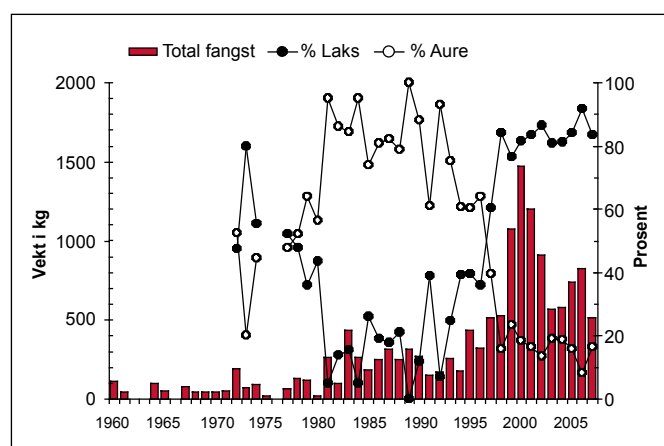
Det er satt ut laksunger i Frafjordelva i mange år, men det er generelt usikkert hvordan fordelingen er mellom disse og naturlig produsert yngel i vassdraget (Larsen *et al.* 2006). I de senere år har antall utsatt fisk vært relativt høyt. Utsettinger gjør det også vanskelig å vurdere effekten av kalking, ikke bare fordi at den utsatte fisken ikke lar seg skille fra naturlig produsert fisk, men også det forhold at gytefisk benyttes i produksjon av utsatt fisk, på bekostning av naturlig reproduksjon. Det er dokumentert at utsettinger sjelden bidrar til økt avkastning (Fjellheim og Johnsen 2001, Saltveit 2006).

Det ble ikke fanget aureunger på to av stasjonene i 2006 (Saltveit *et al.* 2007), mens det ikke var aure på tre stasjoner i 2007. Årsunger (0+) ble fanget på fem stasjoner og var ikke tilstede på de tre nederste. Tettheten var generelt lav på de stasjoner der 0+ aure ble påvist. Det var også bare eldre aureunger på fem av stasjonene. Det var spesielt lite eldre aureunger på de nederste stasjonene. Stasjon 1 og 2, begge i Brådlandsåna, og stasjon 10 skiller seg

ut med relativt høye tettheter av eldre aureunger. I 2005 var det også årsunger bare på halvparten av stasjonene, mens det var eldre aureunger på seks stasjoner (Larsen *et al.* 2006).

Tettheten av aureunger beregnet i 2007 må imidlertid totalt sett regnes som svært lav. Tettheten av 0+ er den laveste som er beregnet i hele perioden, mens det bare er 2002 som har lavere tetthet av eldre aureunger enn i 2007. De høyeste tetthetene av aureunger ble funnet i 1994 og 1995, dvs. før kalking (Larsen *et al.* 2006), og aureunger ble da funnet på alle stasjonene. Deretter dokumenteres en reduksjon i tetthet og i utbredelse. Det har lenge vært en nedgang i tetthet av aureunger i Frafjordelva som gir grunn til bekymring for bestanden.

Frafjordelva var regnet som en god lakseelv, med et utbytte som varierte fra et par hundre kilo til noe over 800 kg. Selv om den opprinnelige laksestammen ble vurdert som utryddet (Sivertsen 1989), har det årlig vært fanget et lite kvantum laks fram til kalking (**Figur 3.4**). Fangsten av laks har økt, og synes å ha stabilisert seg på et nivå rundt ca. 450 kg til 1 tonn. Fangsten av laks i 2007 er imidlertid den laveste på ti år. Sjøaure utgjorde en langt større andel av fangstene før kalking enn det sjøaure nå gjør, men nedgang i andel sjøaure skyldes mye at laks før kalking nærmest var borte fra vassdraget. Imidlertid fanges det nå også langt mindre sjøaure i elva og fangstene er på et lavmål, dette til tross for at det registreres en svak økning i 2007. De første årene etter kalking utgjorde aure 40 til 60 % av fangstene, mens andelen nå er ca. 15 %.



Figur 3.4. Samlet fangst av laks- og sjøaure i Frafjordelva i perioden 1960 til 2007 og andelen laks og sjøaure i fangstene.

4 Bunndyr

Arne Fjellheim

LFI, Unifob, Stavanger Museum, Muségt. 16, 4010 Stavanger

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 bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på foruringskade 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 (Utløp sjø), 4 (Nordalselva), 5 (Innløp Molaugsvatnet), 6 (Brådland) og 8 (Eikjeskog) sammenfaller med undersøkelsen i 1980.

4.2 Materiale og metoder

Det ble benyttet kvalitativ innsamlingsmetodikk (kick metode, Frost *et al.* 1971). Prøvene ble tatt i henhold til norsk standard (NS-ISO 7828). Det ble benyttet en håv, maskevidde 0,25 mm. Alle prøver ble konserverert på etanol og senere sortert under lupe. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forurings-skadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn. Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på foruringskade og biologisk mangfold.

4.3 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 3 døgnfluearter, 10 steinfluearter, og 8 arter/slekter av vårfluer i Frafjordelva i 2007 (**Vedlegg C1 og C2**). Bunndyrdiversiteten i prøvene var noe lavere enn det som ble registrert i 2005. Åtte av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forurings, (Fjellheim & Raddum 1990). Den sterkt sensitive døgnfluen døgnfluen *Baetis rhodani* forekom på alle stasjonene om høsten. Flere moderat sensitive arter ble registrert: døgnfluene *Ameletus inopinatus* og *Heptagenia sulphurea*, steinfluene *Diura nanseni* og *Isoperla grammatica* og

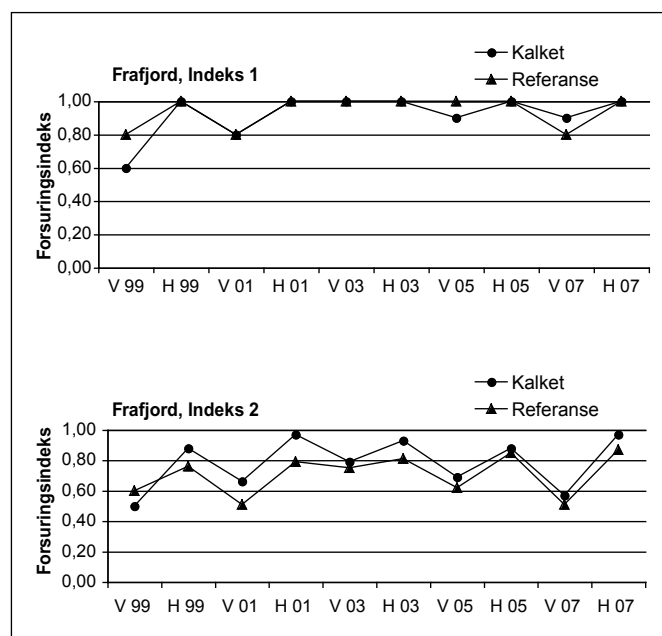
vårfluene *Lepidostoma hirtum*, *Hydropsyche siltalai* og *Itytrichia lamellaris*. Til sammenligning ble det i 1980, før kalkingen av vassdraget, funnet 8 steinfluearter, 5 arter/slekter av vårfluer og til sammen 2 moderat sensitive bunndyrgrupper. Det ble ikke registrert døgnfluer i vassdraget i 1980 (Raddum & Fjellheim 1990).

Høsten 2007 var forsøringsindeks 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**). Forsøringsindeks 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 forsuret. Gjennomsnittet for forsøringsindeks 1 var lik 0,1. Datamaterialet fra de seneste år viser at bunndyrsamfunnene har hatt en sterkt positiv utvikling. Det er spesielt døgnfluenes oppblomstring som har vært merkbar. Som eksempel kan nevnes at mens *Baetis rhodani* var fraværende i vassdraget i 1980, var det gjennomsnittelig 45 individer av arten pr. prøve høsten 2007. 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.

Den positive utviklingen i vassdraget kan delvis tilskrives kalkingen, som har bidratt til en mer stabil vannkjemi. 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 aurebestander 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 Sørvestlandet. Både Audnavassdraget, som har vært fullkalket siden 1985, Jørpelandsvassdraget og Vikedalsvassdraget (kalket siden 1987) har betydelig større bunndyrdiversiteter enn Frafjordelva (Fjellheim 2006, 2007 Fjellheim & Raddum 2006). I Audna og Vikedal er det i de siste år også funnet ferskvannssnegl. Vi forventer at kalkingen av Frafjordelva også vil gi respons i form av økt diversitet av bunndyr over tid.



Figur 4.1. Gjennomsnittlig forsøringsindeks for stasjonene i Frafjordelva i 2007.

5 Samlet vurdering

5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

Vannkjemisk

Vannkvaliteten i Frafjordelva i 2007 er i store deler av året tilfredsstillende ved hovedstasjonen på den anadrome strekningen i forhold til vannkvalitetsmålet. Enkelte pH-verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet, og 3 % 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 21 % av målingene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter ved hovedstasjonen i Frafjordelva.

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna var i perioder lite tilfredsstillende i 2007 i forhold til vannkvalitetsmålet. Totalt lå 24 % av pH verdiene under pH-målet minus 0,3 pH-enheter. Årsaken til de svært varierende målingene ved denne stasjonen kan være at prøvene ikke er tatt på samme sted gjennom hele året. Det kan også tenkes at enkelte lave verdier kan skyldes at prøven er tatt over isen, dvs. at den representerer overflatevann/smeltevann. Den største usikkerheten knyttes imidlertid til at målinger fra de to analyselaboratoriene viser svært sprikende resultater fra prøver tatt samme dato. I Brålandselva var pH i 2007 forholdsvis høy gjennom hele året. Ingen verdier lå under vannkvalitetsmålet, mens hele 76 % lå over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter.

Fisk

Kalking har opplagt hatt en positiv effekt på bestanden av laks i Frafjordelva, og det fanges nå mer laks enn noen gang i vassdraget. Nedgang i andel sjøaure skyldes mye økt mengde laks, men også en reell nedgang i sjøaurefangst, som nå er på et lavmål. Dette sammen med redusert tetthet av aureunger i elva, kan tyde på at kalking forskyver konkurranseforholdet mellom de to artene, noe som gir grunn til bekymring for aurebestanden.

Det settes ut laks i elva, og det gir en usikkerhet forbundet med å vurdere effekten av kalking. Dette skyldes ikke bare det forhold at den utsatte fisken ikke lar seg skille fra naturlig produsert fisk, men også det forhold at gytefisk benyttes i produksjon av utsatt fisk, på bekostning av naturlig reproduksjon. Den utsatte fisken settes også på lakseførende strekning sammen med fisk bedre tilpasset de naturlige forhold. Det er vist at utsatt fisk i liten grad bidrar til økt gytebestand og at uttak av stamfisk kan gå på bekostning av naturlig reproduksjon.

Tettheten av 0+ må kunne karakteriseres som tilfredsstillende, selv om det var en reduksjon i denne både i 2006 og 2007. Tettheten av eldre laksunger er også tilfredsstillende og stabil. Manglende positiv respons i form av ytterligere økt tetthet av eldre laksunger, kan skyldes en bergrensning i oppvekstområder for eldre laksunger. En bedre måloppnåelse av kalkingen i form av økt smoltproduksjon kan derfor best oppnås gjennom biotopjusterende tiltak i vassdraget.

Bunndyr

I Frafjordelva er det registrert betydelige endringer i bunndyrsamfunnet i løpet av de siste ti-årene. Blant annet er den sterkt forsuringssensitive døgnfluen *Baetis rhodani*, som var totalt fraværende i 1980, nå vanlig i vassdraget. Situasjonen i den kalkete delen av vassdraget var god i 2007. Forsuringsindeks 1 var 0,9 og 1,0 henholdsvis vår og høst. Det biologiske mangfoldet viser en økende tendens. Lav forsuringsindeks 2, spesielt om våren, tyder på at bunndyrsamfunnene i vassdraget fortsatt er utsatt for subletalt stress. Mangfoldet av bunndyrarter 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. På stasjonene ved Måna kan det i perioder på vinteren være problematisk å få tatt prøver på samme sted grunnet is og snødekke. En bør derfor se nærmere på prøvetakingen ved Måna og eventuelt vurdere å flytte stasjonene for å sikre at prøvene er mest mulig representative for vannkvaliteten i denne delen av vassdraget. Dagens overvåking gir resultater som er lite egnet for å vurdere vannkvaliteten i Måna generelt og driften av dosereren spesielt. Dosereren i Brålandselva ser ut til å ha fungert godt i 2007.

6 Referanser

- 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 2008. Nedbørmengder for 2007 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 2006-1, s. 181-188.
- Fjellheim, A. 2007. Overvåking av bunndyr i Vikedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, s. 9-15.
- Fjellheim A. & Johnsen B.O. 2001. Experiences from stocking salmonid fry and fingerlings in Norway. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75, 20-36.
- 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. 2006. Overvåking av bunndyr i Audna. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1, s. 76-85.
- 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, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1999-1. 44 s.
- Helgøy, S. 2004. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 2002. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. 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 aure i Frafjordelven, Helleelven og Dirdalselven i Ryfylke høsten 1920. *Norsk Jæger Fiskefor. Tidsskrift* (1/2): 37-44.
- Jensen, A.J. og Johnsen, B.O. 1988. The effect of flow on the results of electrofishing in a large Norwegian salmon river. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 23:1724-1729.
- Larsen, B.M. 1995. Frafjordelva. Fiskeundersøkelser. - I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1994. DN-notat.
- 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.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006. Frafjordelva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 157-160.
- NS-ISO 7828 Vannundersøkelse - Metoder for biologisk prøvetaking - Retningslinjer for prøvetaking med håv av akvatiske bunndyr (= EN 27828:1994) (ISO 7828:1985)
- 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: Ferskvannsbiologisk 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, L. og Heggberget, T.G. 1990. Estimates of density of presmolt Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a large north Norwegian river. s. 102-108. In: Cowx, I.G. (Ed.). *Developments in Electric Fishing*. Fishing News Books, Oxford.
- 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.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2007. Frafjordelva - vannkjemi. - I Kalking av vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. - DN-notat 2007-2. <http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=500031925&language=0>
- Saltveit, S.J. 2006. The effects of stocking Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a Norwegian river. *Fisheries Management and Ecology*, 13, 197-205.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H. og Smedstad, F. 2007. Frafjordelva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007-2: 4s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. NINA Utredning 10: 1-28.
- SFT. 1986. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 256/86. 199 s.

Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi

Fraffjordelva 2007. Lok. 1 Hovedstasjon (prøver analysert ved Analysesenteret, Trondheim)

Prøvedato mS/m	Kond	pH µekv/l	Alk mg/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO4 mg/l	Cl µgN/l	NO3 µg/l	Tot-AI µg/l	Tm-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	Om-AI µg/l
22.01.2007	5,7	5,64	21	2,57	0,81	4,89	0,96	2,06	11,80	680	167	18	12	149	0,9	5	1,4	1000	6
12.02.2007	3,8	6,10	22	1,53	0,48	4,02	0,36	1,44	8,09	210	47	<6	<6	42	0,2	25	0,4	230	<6
05.03.2007	4,0	6,98	105	2,78	0,46	3,42	0,19	1,41	6,56	150	59	<6	<6	54	0,3	104	0,5	190	<6
19.03.2007	3,6	6,22	23	1,26	0,48	4,07	0,29	1,70	7,81	270	111	13	4	98	1,1	10	0,0	340	9
10.04.2007	3,3	6,39	37	1,44	0,42	3,68	0,30	1,29	6,23	200	114	16	5	98	1,5	56	1,7	310	11
16.04.2007	3,5	6,21	37	1,93	0,43	3,70	0,36	1,55	6,36	410	90	6	3	84	0,9	59	0,0	470	<6
23.04.2007		6,43	39	1,43							109	17	5	92					12
30.04.2007		6,35	40	1,10							72	8	3	64					<6
07.05.2007	2,2	6,75	51	1,32	0,24	2,17	0,09	1,02	3,41	75	61	11	6	50	1,1	59	0,0	75	<6
14.05.2007		6,72	56	1,34							73	13	5	60					8
21.05.2007		6,49	32	0,97							89	22	3	67					19
29.05.2007		6,46	47	1,59							69	15	5	54					10
04.06.2007	1,5	6,29	25	0,72	0,19	1,64	0,08	0,87	2,45	59	40	12	3	28	1,0	33	0,0	76	9
06.08.2007	1,5	6,28	37	0,94	0,17	1,39	0,10	0,93	1,81	120	102	20	7	82	2,2	45	1,9	200	13
03.09.2007	1,2	6,11	23	0,59	0,14	1,26	0,06	0,78	1,70	31	125	30	10	95	2,2	31	5,6	150	20
15.10.2007	1,9	6,34	39	1,07	0,25	1,79	0,19	1,11	3,05	92	85	21	5	64	2,0	40	2,5	200	16
05.11.2007	2,1	6,01	35	1,18	0,27	1,91	0,33	1,26	2,84	337	100	27	2	73	1,6	42	1,5	390	25
19.11.2007	2,1	6,21	40	1,27	0,27	1,93	0,23	1,29	3,32	190	62	15	3	47	1,0	41	0,0	220	12
03.12.2007	1,7	6,35	30	0,90	0,22	1,74	0,14	1,02	2,52	160	80	23	3	57	2,1	38	0,0	220	20
Snitt	2,5	6,32	40	1,30	0,31	2,52	0,21	1,20	4,32	177	83	16	4	67	1,3	45	1,1	236	11
St.dev.	1,0	0,25	19	0,49	0,13	1,07	0,11	0,28	2,32	111	24	7	2	21	0,7	22	1,6	115	6
Median	2,1	6,35	37	1,27	0,27	1,93	0,19	1,26	3,32	160	83	15	4	64	1,1	41	0,4	220	11
Min.	1,2	6,01	22	0,59	0,14	1,26	0,06	0,78	1,70	31	40	5	0	28	0,2	10	0,0	75	3
Max.	4,0	6,98	105	2,78	0,48	4,07	0,36	1,70	8,09	410	125	30	10	98	2,2	104	5,6	470	25

Fotnote: prøve tatt 22.01.07 er tatt ut av beregningene da den sannsynligvis er forurenset av bunnsediment.

Frafjordelva 2007. Lok. 1 Hovedstasjon
(analysert ved M-Lab AS, Stavanger)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
15-01-07	3,53	5,96	1,10
22-01-07	4,77	6,09	1,91
12-02-07	5,23	6,08	3,17
19-02-07	5,44	6,38	3,78
26-02-07	4,71	6,44	2,56
05-03-07	5,11	6,40	3,40
12-03-07	3,04	6,22	1,16
19-03-07	3,85	6,15	1,88
26-03-07	4,21	6,22	2,37
03-04-07	4,26	6,23	2,14
10-04-07	3,26	6,49	1,30
16-04-07	3,33	6,37	1,63
23-04-07	3,18	6,33	1,76
30-04-07	2,70	6,40	1,41
07-05-07	3,21	6,35	2,21
14-05-07	3,52	6,36	2,67
21-05-07	2,08	6,55	1,02
29-05-07	2,74	6,53	1,86
11-06-07	2,11	6,45	1,18
25-06-07	3,00	6,57	2,17
16-07-07	1,75	6,37	0,86
23-07-07	1,95	6,38	1,15
06-08-07	1,73	6,36	0,97
20-08-07	1,52	6,26	0,78
03-09-07	1,49	6,37	0,69
17-09-07	1,83	6,34	0,85
01-10-07	2,45	6,26	1,58
15-10-07	2,22	6,24	1,25
29-10-07	2,71	6,24	1,84
12-11-07	3,14	6,00	2,11
26-11-07	2,77	6,16	1,58
10-12-07	2,2	6,20	1,27
31-12-07	2,09	6,20	1,28
Snitt	3,06	6,28	1,72
St.dev.	1,12	0,15	0,77
Median	3,00	6,34	1,58
Min.	1,49	5,96	0,69
Max.	5,44	6,57	3,78

Frafjordelva 2007. Lok. 2 Måna nedenfor kalkdoserer
(analysert ved M-Lab AS, Stavanger)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
15-01-07	5,40	5,34	3,40
22-01-07	5,82	5,54	2,69
12-02-07	3,88	5,87	1,63
19-02-07	4,84	5,64	2,21
26-02-07	4,08	6,72	2,66
05-03-07	4,03	6,94	2,91
12-03-07	5,59	5,43	3,30
19-03-07	3,60	6,25	1,26
26-03-07	4,68	5,71	2,58
03-04-07	4,20	6,05	1,94
10-04-07	3,34	6,51	1,48
16-04-07	3,06	6,66	1,47
23-04-07	2,97	6,57	1,51
30-04-07	2,38	6,58	1,25
07-05-07	2,18	6,83	1,43
14-05-07	2,25	6,73	1,48
21-05-07	1,78	6,69	0,96
29-05-07	2,62	6,16	2,19
11-06-07	2,59	5,91	1,38
25-06-07	1,60	6,72	1,12
16-07-07	1,71	6,37	0,97
23-07-07	1,61	6,33	1,09
06-08-07	1,48	6,41	1,19
20-08-07	1,60	6,05	0,89
03-09-07	1,17	6,41	0,76
17-09-07	2,22	6,08	0,95
01-10-07	3,71	9,34	6,71
15-10-07	2,67	7,46	3,10
29-10-07	2,57	6,94	2,12
12-11-07	1,82	6,56	0,98
26-11-07	2,08	6,63	1,77
10-12-07	1,65	6,68	1,23
31-12-07	1,92	7,01	1,63
Snitt	2,94	6,09	1,89
St.dev.	1,31	0,71	1,14
Median	2,59	6,51	1,48
Min.	1,17	5,34	0,76
Max.	5,82	9,34	6,71

*Frafjordelva 2007. Lok. 3 Måna ovenfor kalkdoserer (prøver analysert ved Analysesenteret, Trondheim)

Prøvedato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO4	Cl	NO3	Tot-AI	Tm-AI	Om-AI	Um-AI	Pk-AI	ANC	Tot P	Tot N	TOC
mS/m		µekv/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µgN/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mgC/l
22.01.2007	4,7	6,13	39	1,82	0,73	4,83	0,62	1,82	9,71	370	75	8	6	2	67	36	2,1	500	0,9
12.02.2007	5,0	6,32	67	3,08	0,70	4,16	0,79	2,15	8,81	740	86	8	7	1	78	64	1,2	910	1,1
05.03.2007	5,3	6,49	124	3,63	0,71	3,79	1,23	2,48	7,05	740	216	<6	<6	<6	212	131	24,2	1090	1,0
10.04.2007	3,2	6,33	32	1,28	0,43	3,61	0,20	1,32	7,37	140	96	11	7	4	85	14	1,6	230	1,2
16.04.2007	3,3	6,37	41	1,66	0,41	3,46	0,25	1,41	6,53	230	90	6	<6	3	84	42	0,0	270	0,9
07.05.2007	3,2	6,43	63	2,13	0,35	2,52	0,35	1,50	4,55	450	67	10	<6	5	57	61	0,0	490	1,4
04.06.2007	2,2	6,39	37	1,30	0,27	1,96	0,25	1,08	3,66	270	44	13	12	1	31	33	0,0	330	1,1
06.08.2007	1,7	6,16	34	0,92	0,23	1,62	0,15	1,05	2,39	160	94	22	14	8	72	38	1,5	260	2,4
03.09.2007	1,4	6,26	24	0,71	0,19	1,61	0,09	0,96	2,27	62	130	27	19	8	103	34	2,4	180	2,0
18.10.2007	2,2	6,25	40	1,24	0,30	1,93	0,25	1,17	3,25	260	74	20	16	4	54	42	1,4	390	2,2
05.11.2007	1,7	6,11	30	0,88	0,24	1,68	0,17	0,99	2,53	147	88	24	22	6	64	38	1,3	220	1,8
19.11.2007	2,6	6,26	49	1,63	0,35	2,14	0,37	1,47	3,36	470	59	15	12	3	44	53	1,0	620	1,2
03.12.2007	1,9	6,09	26	0,89	0,27	1,93	0,18	1,11	2,99	170	72	24	23	1	48	35	1,1	260	1,8
Snitt	2,8	6,24	40	1,46	0,37	2,62	0,31	1,33	4,79	289	81	16	12	4	66	41	1,1	388	1,5
St.dev.	1,2	0,11	13	0,67	0,18	1,11	0,21	0,36	2,63	190	22	7	7	3	20	13	0,8	212	0,5
Median	2,4	6,26	38	1,29	0,33	2,05	0,25	1,24	3,51	245	81	14	12	4	66	38	1,3	300	1,3
Min.	1,4	6,09	24	0,71	0,19	1,61	0,09	0,96	2,27	62	44	6	3	1	31	14	0,0	180	0,9
Max.	5,0	6,43	67	3,08	0,73	4,83	0,79	2,15	9,71	740	130	27	23	8	103	64	2,4	910	2,4
03.12.2007	1,7	6,35	30	0,90	0,22	1,74	0,14	1,02	2,52	160	80	23	20	3	57	38	0,0	220	2,1
Snitt	2,5	6,32	40	1,30	0,31	2,52	0,21	1,20	4,32	177	83	16	11	4	67	45	1,1	236	1,3
St.dev.	1,0	0,25	19	0,49	0,13	1,07	0,11	0,28	2,32	111	24	7	6	2	21	22	1,6	115	0,7
Median	2,1	6,35	37	1,27	0,27	1,93	0,19	1,26	3,32	160	83	15	11	4	64	41	0,4	220	1,1
Min.	1,2	6,01	22	0,59	0,14	1,26	0,06	0,78	1,70	31	40	5	3	0	28	10	0,0	75	0,2
Max.	4,0	6,98	105	2,78	0,48	4,07	0,36	1,70	8,09	410	125	30	25	10	98	104	5,6	470	2,2

*Fotnote: prøve tatt 05.03.07 er tatt ut av beregningene da den sannsynligvis er forurenset med bunnsediment.

***Frafjordelva 2007. Lok. 3** Måna ovenfor kalkdoserer
(analysert ved M-Lab AS, Stavanger)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
15-01-07	3,72	5,21	0,64
22-01-07	4,43	5,12	0,66
12-02-07	3,69	5,25	0,57
19-02-07	3,48	5,29	0,64
26-02-07	3,27	5,59	0,69
05-03-07	3,04	5,53	0,66
12-03-07	2,67	5,30	0,53
19-03-07	3,11	5,28	0,57
26-03-07	3,26	5,25	0,58
03-04-07	3,57	5,23	0,60
10-04-07	2,95	5,29	0,55
16-04-07	2,76	5,23	0,48
23-04-07	2,47	5,29	0,41
30-04-07	2,07	5,26	0,34
07-05-07	1,79	5,41	0,27
14-05-07	1,74	5,57	0,34
21-05-07	1,59	5,61	0,28
29-05-07	1,53	5,51	0,41
11-06-07	1,23	5,65	0,22
25-06-07	1,36	6,19	0,34
16-07-07	1,37	5,64	0,34
23-07-07	1,18	5,81	0,29
06-08-07	1,30	6,12	0,44
20-08-07	1,03	5,65	0,21
03-09-07	1,09	5,82	0,32
17-09-07	1,80	5,66	0,44
01-10-07	1,83	6,38	1,16
15-10-07	1,90	6,51	1,04
29-10-07	2,16	6,28	1,23
12-11-07	1,98	6,21	0,94
26-11-07	2,42	6,21	1,00
10-12-07	1,65	6,31	0,88
31-12-07	1,8	6,30	0,97
Snitt	2,28	5,51	0,58
St.dev.	0,91	0,42	0,28
Median	1,98	5,59	0,55
Min.	1,03	5,12	0,21
Max.	4,43	6,51	1,23

Frafjordelva 2007 Lok. 4 Brålandselva nedenfor
kalkdoserer (analysert ved M-Lab AS, Stavanger)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
15-01-07	3,62	6,03	1,06
22-01-07	3,69	6,26	1,30
12-02-07	3,53	6,17	1,15
19-02-07	3,44	6,40	1,30
26-02-07	3,24	6,22	1,20
05-03-07	3,30	6,54	1,59
12-03-07	3,06	6,50	1,38
19-03-07	3,48	6,44	1,30
26-03-07	3,54	6,55	1,48
03-04-07	3,83	6,51	1,46
10-04-07	3,53	7,09	2,00
16-04-07	3,04	6,74	1,46
23-04-07	2,88	6,72	1,42
30-04-07	2,70	6,83	1,44
07-05-07	2,52	6,79	1,37
14-05-07	2,49	6,77	1,33
21-05-07	2,46	7,16	1,64
29-05-07	2,30	6,95	1,43
11-06-07	1,79	6,46	0,69
25-06-07	1,80	6,61	0,98
16-07-07	1,43	6,24	0,64
23-07-07	1,56	6,59	0,94
06-08-07	1,33	6,41	0,73
20-08-07	1,28	6,35	0,85
03-09-07	1,35	6,64	0,88
17-09-07	1,91	6,74	1,22
01-10-07	1,68	6,66	1,11
15-10-07	1,68	6,60	1,03
29-10-07	1,77	6,61	1,10
12-11-07	1,78	6,51	0,90
26-11-07	2,04	6,46	0,99
10-12-07	1,63	6,51	0,90
31-12-07	1,7	6,47	1,06
Snitt	2,47	6,50	1,19
St.dev.	0,85	0,25	0,30
Median	2,46	6,54	1,20
Min.	1,28	6,03	0,64
Max.	3,83	7,16	2,00

Frafjordelva 2007. Lok. 5 Brålandselva ovenfor kalkdoserer (analysert ved M-Lab AS, Stavanger)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
15-01-07	3,67	5,13	0,58
22-01-07	3,58	5,23	0,69
12-02-07	3,46	5,32	0,67
19-02-07	3,30	5,56	0,74
26-02-07	3,14	5,51	0,79
05-03-07	3,08	5,59	0,80
12-03-07	2,90	5,30	0,64
19-03-07	3,35	5,22	0,70
26-03-07	3,35	5,49	0,69
03-04-07	3,72	5,21	0,67
10-04-07	3,10	5,31	0,57
16-04-07	2,79	5,29	0,48
23-04-07	2,60	5,29	0,50
30-04-07	2,41	5,31	0,39
07-05-07	2,27	5,37	0,39
14-05-07	2,16	5,42	0,38
21-05-07	1,99	5,39	0,29
29-05-07	1,92	5,47	0,70
11-06-07	1,68	5,55	0,28
25-06-07	1,56	5,73	0,32
16-07-07	1,36	5,81	0,37
23-07-07	1,34	6,03	0,44
06-08-07	1,21	5,99	0,37
20-08-07	1,16	5,91	0,33
03-09-07	1,08	5,90	0,32
17-09-07	1,65	5,73	0,51
01-10-07	1,36	5,98	0,45
15-10-07	1,44	5,91	0,34
29-10-07	1,55	5,80	0,44
12-11-07	1,55	5,72	0,33
26-11-07	1,80	5,78	0,46
10-12-07	1,42	5,75	0,36
31-12-07	1,5	5,66	0,41
Snitt	2,26	5,49	0,50
St.dev.	0,87	0,27	0,16
Median	1,99	5,55	0,45
Min.	1,08	5,13	0,28
Max.	3,72	6,03	0,80

Vedlegg C. Primærdata - bunndyr

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 27.04.07.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Oligochaeta	7	23	11		2		6	17	15	
Acari		3		1				1		
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	3	19	10	13		2	12	1	2	
** <i>Ameletus inopinatus</i>	1									
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	1									
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	6	32	26	65	1	12	8	16	20	4
<i>Amphinemura sulciollis</i>	12	1	10	7	13	12	3	24	52	13
<i>Leuctra hippopus</i>	11	15	4	3		3	3	7	2	7
<i>Leuctra sp.</i>	3	4	4	1				3	12	6
<i>Brachyptera risi</i>		31	8	15	2	13	33	6	14	36
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	3	7	2	5	4		2	1	2	
<i>Protonemura meyeri</i>	2	3		8	1	5	4	4		
<i>Nemoura cinerea</i>		2								3
<i>Nemoura sp.</i>							1			2
** <i>Diura nanseni</i>						1			2	
Trichoptera										
<i>Chaetopteryx villosa</i>	1									
<i>Rhyacophila nubila</i>		6		2		4		1		
<i>Oxyethira sp.</i>				1						
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1			1						
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		3								
** <i>Lepidostoma hirtum</i>					2	1				
** <i>Hydropsyche siltalai</i>			2	4						
Chironomidae	74	38	20	13	3	9	9	12	31	20
Ceratopogonidae		2								2
Simuliidae	2	33	7	32	5	6	13	1	30	31
Tipuloidea										
<i>Dicranota sp.</i>					2	1			1	
<i>Limonidae</i> indet.									1	
<i>Tipula sp.</i>	1									
Diptera										
Empididae indet.		2								1
Coleoptera										
Indet.	1									
Collembola	1		2			1	3	1		1
Sum	130	224	106	171	35	70	97	95	184	126
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	1	0
Forsuringsindeks 2	0,58	0,70	0,69	0,63	0,50	0,54	0,72	0,52	0,52	0,00

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Frafjordelva 26.10.07.

	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	St. 5	St. 6	St. 7	St. 8	St. 9	St. 10
Nematoda	4		1					1		1
Oligochaeta	15	10	1		1		1	1	1	1
Acari	5			2						2
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	13	89	19	73	23	42	43	94	28	23
** <i>Heptagenia sulphurea</i>			4							
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	17	100	11	158	7	7	7	92	7	7
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	5	14	6	9	8	15	18	52	33	22
<i>Leuctra hippopus</i>	6	56	2	1	11	1	3	1	17	3
<i>Leuctra</i> sp.	3	2	2	7			4			1
<i>Brachyptera risi</i>	2	88	21	73	27	31	40	49	37	19
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	9		2	2		2		4	
<i>Protonemura meyeri</i>	1	9		11	2	7	5	2	4	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			2							
** <i>Diura nanseni</i>				1				1	1	
** <i>Isoperla grammatica</i>	1		1					2		
** <i>Isoperla</i> sp.					1					
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	17	5	5	7	5	4	9	5	5
<i>Oxyethira</i> sp.	8		1							1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>						1				
<i>Polycentropodidae</i> indet.										1
<i>Limnephilidae</i> indet.				1					2	
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>	1									
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	10			1				1		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	2		9	18	1	1				
** <i>Hydropsyche</i> sp.				7						
Chironomidae	162	75	113	97	85	46	18	103	28	60
Simuliidae	7	75	27	44	23	30	20	59	35	12
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.	1	1			1					
<i>Tipula</i> sp.					1			1		
Diptera										
Empididae indet.	1	1			1	2	1	1		1
Coleoptera										
<i>Elmis aenea</i>	1									
Collembola		2			1					
Crustacea										
Chydoridae indet.	4									
Harpacticoida		1								
Sum	271	549	225	510	202	188	166	469	202	159
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,87	0,82	0,93	0,78	0,90	1,19	1,04	0,98	0,77	0,94

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