



Notat 2009-2

# Kalking i laksevassdrag

Effektkontroll i 2008



# Kalking i laksevasdrag

Effektkontroll i 2008

**Notat 2009-2**

**Utgiver:**

Direktoratet for naturforvaltning

**Dato:**

Desember 2009

**Antall sider:**

449

**Emneord:**

forsuring, kalking,  
effektkontroll, overvåking

**Keywords:**

acidification, liming, monitoring

**Bestilling:**

Direktoratet for naturforvaltning,  
7485 Trondheim  
Telefon: 73 58 05 00  
Telefaks: 73 58 05 01  
[www.dirnat.no/publikasjoner](http://www.dirnat.no/publikasjoner)

**Refereres som:**

Direktoratet for naturforvaltning,  
2009. Kalking i laksevasdrag.  
Effektkontroll i 2008. Notat 2009-2

**Ekstrakt:**

I dette notatet rapporteres resultater fra vannkjemisk og biologisk effektkontroll i 21 lakseførende vassdrag som kalkes. Undersøkelser og effektkontroll i de kalkede vassdragene er et viktig grunnlag for evaluering av kalkingsstrategien og gjennomføring av de store elvekalkingsprosjektene.

**Abstract:**

Here we report results from chemical and biological monitoring in 21 limed anadromous river systems in southern Norway. The monitoring of these rivers is important for the evaluation of the liming projects and a necessary basis for the assessment of the liming strategies.

# Forord

Forsuring av vann og vassdrag er et av de alvorligste miljøproblemer i Norge. Hovedårsaken til forsuringen er langtransportert sur nedbør (svovel og nitrogen). Denne kan bare fjernes gjennom utslippsreduksjoner basert på internasjonale avtaler. Som en følge av internasjonale avtaler er svovelutslippene om lag halvert siden 1990. Utslippene av nitrogenoksider har i samme periode blitt redusert med om lag 20 %. I årene etter årtusenskiftet har imidlertid den positive utviklingen flatet ut. I mange områder er det registrert en bedret vannkjemi (økt pH og reduksjon av giftig aluminium), og økt gytesuksess hos fisk. Det biologiske mangfoldet er likevel fortsatt lavt sammenlignet med uforsurede lokaliteter og mange forsuringfølsomme arter er fortsatt ikke kommet tilbake.

I store deler av Sør-Norge overskrides fortsatt tålegrensen for sur nedbør. Myndighetene viderefører derfor støtten til kalking i et stort antall elver og vann for å bedre forholdene for fisk og andre organismer i ferskvann. Det er et generelt krav om å kalke på en økologisk riktig måte. For å oppnå dette må kalkingsvirksomheten ta hensyn til endringer i forsuringssituasjonen og innstille kalkingsinnsatsen etter de aktuelle forsuringforholdene. Det er tatt hensyn til alle disse faktorer i Direktoratet for naturforvaltning sin handlingsplan for kalking, som legger premissene for kalking i Norge.

I dagens situasjon er det fortsatt viktig med en god effektkontroll både i kalkede lokaliteter og i ukalkede referanselokaliteter for å følge utviklingen i vannkvaliteten og de biologiske forhold. Med en god effektkontroll kan kalkingsaktiviteten reguleres i takt med endrede vannkvalitetsforhold, og dermed kan kalkingsaktiviteten optimaliseres både økologisk og økonomisk.

I dette DN-notatet presenteres årsrapporter fra prosjektene som ble gjennomført i 2008.

Trondheim, desember 2009

Yngve Svarte  
Direktør Artsforvaltningsavdelingen

# Notat oversikt

## 2002

- 2002-1: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2001 50,-  
2002-2: Villaksseminaret 2001. Lærdal 4.-5. september 2001.  
*Gyrodactylus salaris* – kveletak på laksen? 50,-  
2002-3: Fisketrapper i Norge 50,-

## 2003

- 2003-1: Handel med truede arter – sjekklister for CITES internettutgave  
2003-2: Terrengkalkingsprosjektet – Årsrapport 2001  
Terrengkalking for å avgifte surt overflatevann 50,-  
2003-3: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2002 50,-  
2003-4: Historien om Songli 50,-

## 2004

- 2004-1: Traditional cultural landscapes in the Barents Region  
- the KNP modell - Report on the initial phase of the project 50,-  
2004-2: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2003 50,-  
2004-3: Landskonferanse Friluftsliv – Tromsø 2. – 4. juni 2004 50,-

## 2005

- 2005-1: Handel med truede arter – sjekklister for CITES 2005 internettutgave  
2005-2: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2004 50,-

## 2006

- 2006-1: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2005 50,-

## 2007

- 2007-1: Strategi for bruk av midler til tiltak i verneområder 50,-  
2007-2: Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2006 internettutgave  
2007-3: Landskonferanse Friluftsliv - Kristiansand 30.5.-1.6.2007 50,-

## 2008

- 2008-1: Handel med truede arter - sjekklister for CITES 2007 50,-  
2008-2: Kalking i laksevassdrag  
- Effektkontroll av større prosjekter 2007 internettutgave  
2008-3: Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll 2007.  
Regionale og vassdragsvise utviklingstrekk 100,-

## 2009

- 2009-1: Bestandsutvikling hos sjøørret og forslag til forvaltningstiltak internettutgave  
2009-2: Kalking i laksevassdrag - Effektkontroll i 2008 internettutgave

**Utredning** er utarbeidet av andre på oppdrag av DN eller i et samarbeid med DN. Innholdet har karakter av råd til DN.

**Rapport** er utarbeidet av DN, og gir uttrykk for direktoratets forslag eller standpunkter.

**Notat** er enklere oversikter, sammenstillinger, referater og lignende.

**Håndbok** gir veiledning og konkrete råd om forvaltning av naturen, som regel til bruk for lokale forvaltningsorganer

**Temahefte** gir en popularisert framstilling av et tema.

Mer info:  
[www.dirnat.no/publikasjoner](http://www.dirnat.no/publikasjoner)

Direktoratet for naturforvaltning (DN) er det sentrale, utøvende og rådgivende forvaltningsorganet innenfor bevaring av biologisk mangfold, friluftsliv og bruk av naturressurser. DNs visjon, **For liv i naturen og natur i livet**, er et uttrykk for dette. DN er administrativt underlagt Miljøverndepartementet.

Myndigheten til å forvalte naturressurser er gitt gjennom ulike lover og forskrifter. Ut over lovbestemte oppgaver har direktoratet også ansvar for å identifisere, forebygge og løse miljøproblemer ved samarbeid, rådgivning og informasjon overfor andre myndigheter og grupper i befolkningen.



Direktoratet for  
**naturforvaltning**

7485 Trondheim, telefon: 73 58 05 00, telefaks: 73 58 05 01  
[www.dirnat.no](http://www.dirnat.no)

# Arendalsvassdraget

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	019
Fylker:	Telemark og Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	4025 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Sterkt regulert (Nisser, Fyresvatn, Nesvatn, flere elvekraftverk på strekningen Nisser-Rygene).
Spesifikk avrenning:	28,3 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	115 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden:	Gradvis opptrapping lokalt, med innsjøkalking av Nisser i 1996 og Fyresvatn i 1997.
Lakseførende strekning:	22 km til Eivindstad kraftverk, med vandringshinder og -forsinkelse ved Helle/Rygene pga lav vannføring, feilvandring til omløpstunnel, trefiberutslipp og gassovermetning.

Kalkdosereren ved Bøylefoss doserte 4143 tonn kalk i 2008 mot 3446 tonn i 2007. Dosereren ved Kiland i Rorevassdraget er nå lagt ned. Se **Tabell 1.1** for tidligere kalkforbruk.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk (tonn) i Arendalsvassdraget i perioden 2004 til 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100% kalk. Det ble benyttet kalktype NK3 ved både dosererne og ved innsjøkalkingen.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer v/ Bøylefoss	-*	-*	3326	3446	5314
Doserer v/ Kiland	363	247	385	129	0
Sum kalk doserere	363	247	3711	3575	5314
Innsjøer Aust-Agder	96	152	15	46	80***
Innsjøer Telemark	874**	687	687	636	703
<b>Sum kalk totalt</b>	<b>1365</b>	<b>1086</b>	<b>4414</b>	<b>4257</b>	<b>6097</b>

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Arendalsvassdraget har mistet sin laksebestand og bestanden av bleke (Nelaug), samt at flere innlandsfiskebestander er tapt, er svake eller har vist tilbakegang.
Kalkingsplan:	Hindar (1989).
Biologisk mål:	Langsiktig mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer. Tiltaket bygges trinnvis opp mot dette målet.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,2 i perioden 15.02-31.05, pH 6,0 resten av året. Kortsiktig mål for de tre store innsjøene: pH 6,0-6,2
Kalkingsstrategi:	De to store innsjøene Nisser og Fyresvatn ble kalket vinteren 1996/97 og høsten 1997 med hhv. 10 000 og 8 000 tonn kalk. Samtidig er vannkvaliteten i Nesvatn bygget opp ved tiltak oppstrøms. Disse tiltakene skulle suppleres med dosererkalking for at vannkvaliteten skal komme opp i laksekvalitet, jrf. revidert kalkingsplan (Hindar og Larssen 2004). Doserer ved Bøylefoss er satt i drift 2005. Rorevassdraget ble tidligere dosert ved Kiland, men denne dosereren er nå lagt ned.

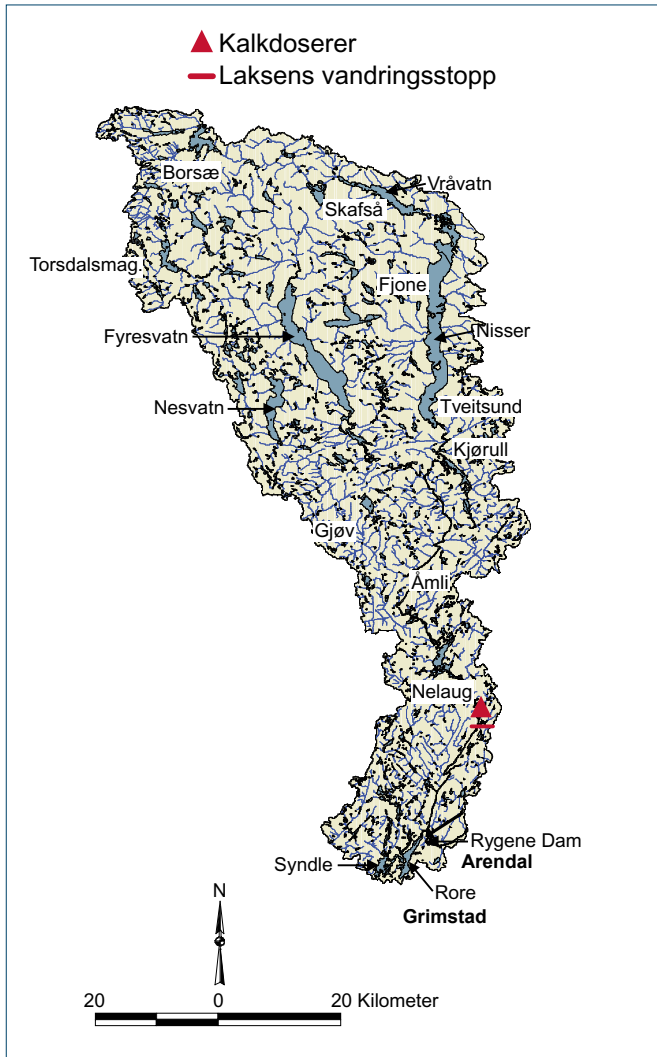
\* doserer satt i drift høsten 2005

\*\* SK3

\*\*\* Alle innsjøene (3 stk) er i Rorevassdraget

Tre innsjøer i Rorevassdraget (Austlandsvann, Holvannet og Tønnesølvann) ble kalket med til sammen 80 tonn kalk.

Kalkingsdataene er innhentet fra Fylkesmannen v/miljøvernavdelingen i Aust-Agder og i Telemark.

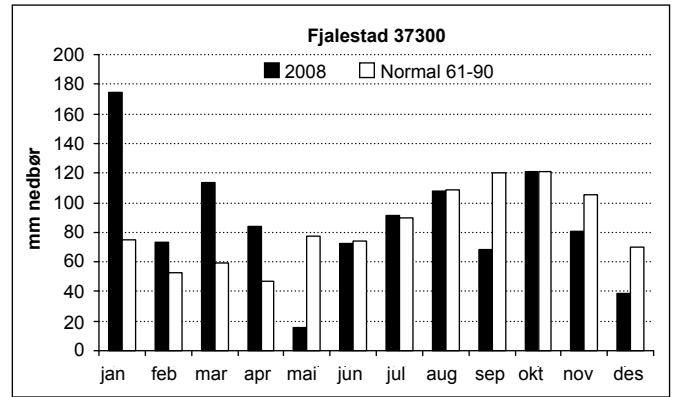


Figur 1.1. Arendalsvassdraget med nedbørfeltet ned til Rygene.

### 1.3 Nedbør i 2008

Tidligere er det benyttet meteorologiske data fra stasjon 37230 Tveitsund. Etersom det for 2008 er mangelfulle data for denne stasjonen er det referert nedbør fra nærliggende stasjon 37300 Fjalestad.

Meteorologisk stasjon: 37300 Fjalestad (**Figur 1.2**)  
 Årsnedbør 2008: 1040 mm  
 Normalt: 1000 mm  
 % av normalen: 104

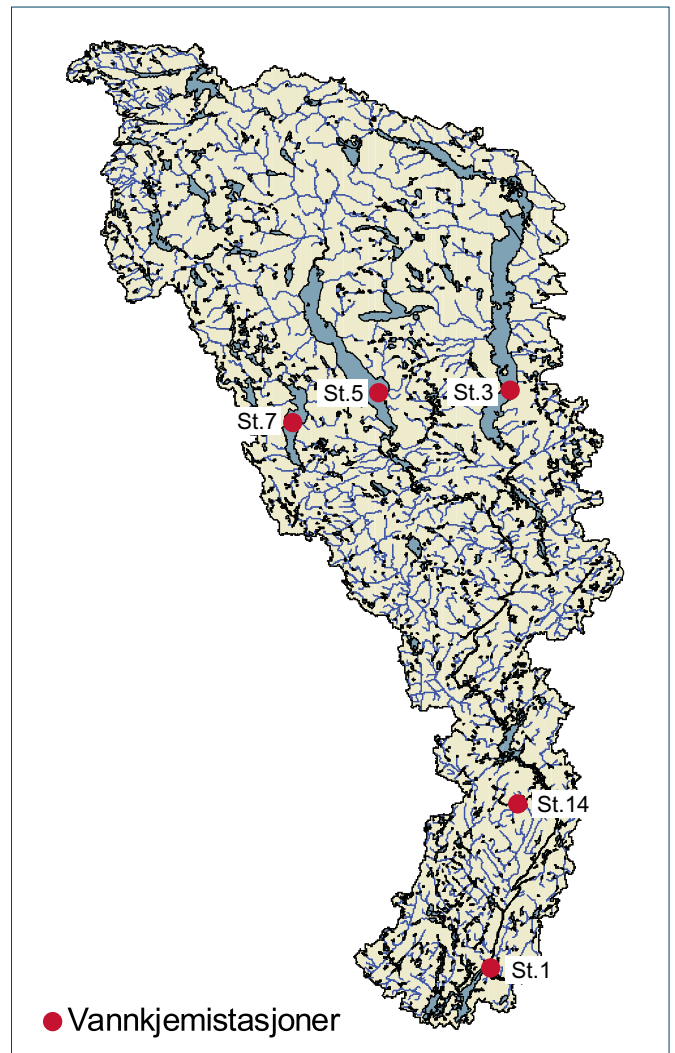


Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon Fjalestad (DNMI, 2008).

Som vist i **Figur 1.2** var nedbøren meget høy i januar og meget lav i mai.

### 1.4 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemi i Arendalsvassdraget er vist i **Figur 1.3**. Øvrige prøvestasjoner er ikke kartfestet.



Figur 1.3. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Arendalsvassdraget. Stasjon 10 og 12 er tatt ut av programmet.

# 2 Vannkjemi

**Forfatter: Mona Weideborg og Milla Juutilainen**

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

Datasammenstillingen er gjort av **Mona Weideborg**, og **Milla Juutilainen**, **Aquateam**. Prøvetakere for elvene har vært **Bjørn Jørgensen** for Nidelva ovenfor Rygene og **Hans Fløystad/Kai Bakken** for Bøylefoss oppstrøms doserer. Prøvene er tatt som stikkprøver på tilnærmet faste datoer. Ansvarlig for gjennomføring av prøvetakingen i innsjøene har vært **Jan Henrik Simonsen**. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget**, NIVA. De kjemiske analysene er gjort av **Analycen**.

Arendalsvassdraget hadde før kalking små variasjoner i vannkvalitet i ulike deler av feltet. De store innsjøene Nisser og Fyresvatn hadde pH-verdier på 5,3-5,5, mens det var surere i Nesvatn-området og nærmere kysten (Rorefeltet).

Den vannkjemiske overvåkingen av Arendalsvassdraget i forbindelse med kalking ble igangsatt i 1996. Endringer ble innført i september 2001, da de to stasjonene Nobbenuten og Sigridnes ble tatt ut av undersøkelsen. Likeledes ble antall prøvetakinger i innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn redusert fra to til en f.o.m. 2002. I dette vassdraget er det ikke opprettet referansestasjon for vannkjemi. Det skyldes at det kalkes høyt oppe i vassdraget, og at det derfor er vanskelig å finne egnet referanse til hovedvassdraget. Men referansestasjoner i Vegårvassdraget i sørøst og i Tovdalsvassdraget i vest, anses å kunne være relativt representative for Arendalsvassdraget i ukalket tilstand.

## 2.2 Resultater

### 2.2.1 Nisser, Fyresvatn og Nesvatn

Det ble tatt prøver på fire dyp i alle innsjøene én gang i slutten av november 2008.

Ønsket vannkvalitetsmål i Nisser er pH 6,0-6,2. pH i 2008 var 6,0 i middel og litt høyere enn foregående år. Kalsiumkonsentrasjonene var litt lavere enn året før, og lå i området 0,83-0,87 mg/l (**Tabell 2.1**, **Figur 2.1**). Verdien for aluminium (Al) har variert noe fra år til år, men har hatt en generell reduksjon gjennom måleperioden. Konsentrasjonen av LAI i 2008 var 0 -16 µg/l.

pH i Fyresvatn i 2008 var 5,9-6 og kalsiumkonsentrasjonene var 0,78-0,82 mg/l. Både pH og Ca-konsentrasjonen synes å ha avtatt noe fra 2007 til 2008. Konsentrasjonene av LAI var 0 i 2008.

pH i Nesvatn (5,8) var i 2008 tilbake til 2006-nivå. Middelerdien for kalsium var 0,8 mg/l. Konsentrasjonene av LAI var 0 i 2008. Ca-konsentrasjonen i Nesvatn i 2008 var lavere enn i 2007. Vannkvaliteten i Nesvatn har vært relativt stabil til tross for at kalking i fem oppstrøms beliggende innsjøer ble avsluttet i forsøkssammenheng. Effekten av redusert kalking (reduksjon 70 tonn kalk i 2005 for nedbørfeltet til Nesvatn) kan muligens bli tydeligere i årene framover.

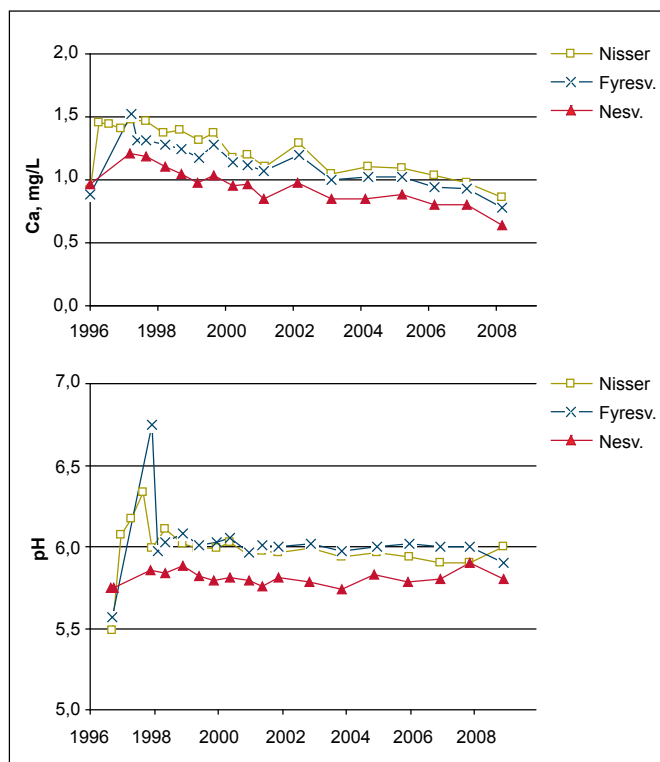
Kalsiumkonsentrasjonen er klart redusert i alle tre vannene etter kalking, og resultater fra 2008 viser at det er fare for denne reduksjonen fortsetter, men resultatene for giftig aluminium (LAI) viser meget lave verdier for 2008. Den relativt stabile vannkvaliteten er et resultat av mindre for-suring, innsjøkalking oppstrøms og den lange oppholdstida i innsjøene (Hindar og Larssen 2004).

Ettersom analyse materialet fra innsjøene er sparsomt (kun en årlig undersøkelse), må konklusjonene anses å være noe usikre.



Tabell 2.1. Primærdata for vannkjemi for de tre innsjøene Nisser, Fyresvatn og Nesvatn for 2008.

Nr.	Stasjon	Dato	Dyp	pH	Ca	Alk-E	RAI	ILAI	LAI	Kond
			m		mg/l	mmol/l	µg/l	µg/l	µg/l	mS/m
3	Nisser sør	24.11.2008	1	6	0,97	<0,04	48	37	11	1,37
	Nisser sør	24.11.2008	10	6	0,92	<0,04	52	36	16	1,31
	Nisser sør	24.11.2008	30	6	0,86	<0,04	36	36	0	1,28
	Nisser sør	24.11.2008	150	6	0,83	<0,04	34	34	0	1,31
5	Fyresvatn	24.11.2008	1	6	0,8	<0,04	38	38	0	1,26
	Fyresvatn	24.11.2008	10	5,9	0,78	<0,04	37	37	0	1,22
	Fyresvatn	24.11.2008	30	5,9	0,8	<0,04	38	38	0	1,22
	Fyresvatn	24.11.2008	200	5,9	0,82	<0,04	34	34	0	1,26
7	Nesvatn	24.11.2008	1	5,8	0,61	<0,04	45	45	0	1,02
	Nesvatn	24.11.2008	10	5,8	0,64	<0,04	43	43	0	1,03
	Nesvatn	24.11.2008	30	5,8	0,64	<0,04	44	44	0	1,03
	Nesvatn	24.11.2008	50	5,9	0,65	<0,04	45	45	0	1,11



Figur 2.1. Kalsium (Ca) og pH på 10 meters dyp i de tre store innsjøene i perioden 1996-2008. NBI Basert på en årlig prøveserie.

## 2.2.2 Hovedvassdraget og lakseførende strekning

Den automatiske pH-overvåkingsstasjonen på Rygene viser at kalkingen av den lakseførende strekningen var tilfredsstillende i store deler av året (Figur 2.2). Imidlertid var det en kraftig forsuring i smoltifiseringsperioden 23. mars. Da var pH for lav i to døgn. Dette skyldes at anlegget mistet nettstrømmen i lang tid på grunn av uvær. Den laveste verdien var 5,9. Dette pH-nivået vil påvirke utvandrende

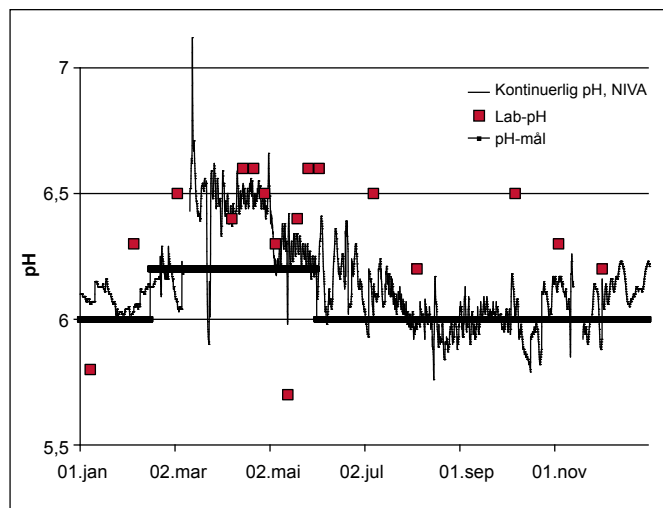
smolt negativt. Undersøkelser i Mandalselva underbygger dette (Hesthagen 2006). Også mot slutten av perioden var det en kortvarig episode med for surt vann. I tiden august til desember var pH i elva nær målet, men pH lå også til tider noe under dette.

Noe høye pH-verdier i enkelte tidsrom kan skyldes overdosering fra kalkdoseringsanlegget på Bøylefoss. Justering av kalktilsettingen, slik at pH-målet nås både i øvre og nedre del av målområdet, er vanskelig på grunn av lang oppløsnings tid for kalksteinsmel. Dermed øker, ved visse forhold, pH nedover i elva på vei til Rygene (Høgberget 2009). Det var som tidligere år til dels dårlig samsvar mellom automatiske og manuelle målinger da stasjonene ligger et stykke fra hverandre. Kontinuerlig pH måles i vann fra om lag 3 m dyp i demningen ved Rygene, mens stikkprøvene tas like under overflaten på oversiden av demningen.

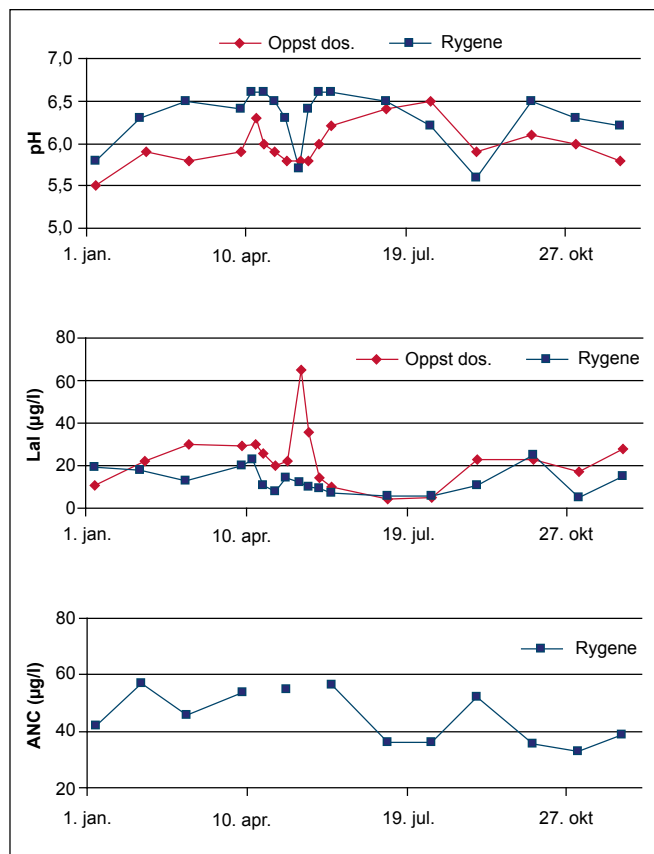
Figur 2.3, Figur 2.4 og Tabell 2.2 viser resultater fra den manuelle prøvetakingen ved Rygene på den lakseførende strekningen. Middelverdien for pH ved stasjonen på Rygene var 6,3 (5,6-6,6) i 2008. Dette er litt lavere enn året før (pH=6,4). Verdiene for labilt aluminium (LAI) i 2008 varierte i intervallet 5-25 µg/l (2 verdier høyere enn 20 µg/l, se (Figur 2.4). ANC konsentrasjonene i 2008 varierte mellom 33 og 57 µekv/l, og det ble ikke påvist verdier under 20 µekv/l (Figur 2.4). For 2008 lå middelkonsentrasjonen av kalsium i de manuelle prøvene ved Rygene på 1,3 mg/l, enn på samme nivå som året før (1,4 mg/l). Redusert forsuring og kalking har bidratt til en vannkvalitetsforbedring på denne stasjonen over tid, vannkvaliteten i 2006 og 2007 er klart forbedret etter oppstart av kalkdoseringsanlegget ved Bøylefoss i 2005. Videre undersøkelser vil vise om denne forbedringen har stoppet opp i 2008.

Tabell 2.2. Sammendrag av vannkvalitet ved Ryгене dam og Bøylefoss i Arendalsvassdraget i 2008.

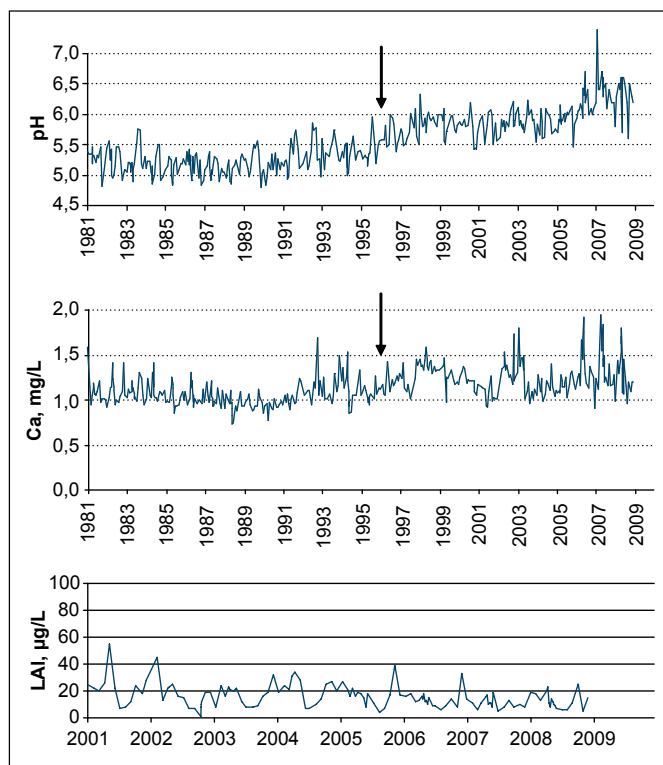
Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
1	Nidelva, Rygene	Mid	6,3	1,3	18	13	3	45
		Min	5,6	1,0	0	5	2	33
		Max	6,6	1,8	42	25	5	57
		N	18	18	18	18	12	12
14	Bøylefoss oppstrøms dos.	Mid	6,0	0,8	7	23		
		Min	5,5	0,3	5	4		
		Max	6,5	1,0	21	65		
		N	18	18	18	18		



Figur 2.2. Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten i Arendalsvassdraget (Rygene) i 2008. Målinger av pH i stikkprøver fra den vannkjemiske overvåkingen er også lagt inn (lab-pH). pH-målet gjennom året er også markert.



Figur 2.4. Resultater for pH, giftig aluminium (LAI) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ved Rygene dam og Bøylefoss oppstrøms kalkdosering i 2008.



Figur 2.3. pH og kalsium ved Rygene i perioden 1981-2008 og giftig aluminium (LAI) i perioden 2001-2008. Piler angir kalkingsstart.

# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Arendalsvassdraget har mistet sin opprinnelige laksebestand på grunn av forsurening. Bestanden av bleke (i Nelaug) og flere innlandsbestander av ørret er enten tapt eller har vist sterk tilbakegang. Undersøkelser av ungfisk før kalking er bare gjennomført i sidebekker til vassdraget (Simonsen 1995). I forbindelse med kalkingstiltak ble det høsten 1996 startet en overvåking av ungfiskbestandene av laks og ørret i hovedvassdraget opp til Bøylefoss (Hindar *et al.* 1997), og denne ble gjennomført etter samme opplegg fram til år 2000. I perioden 2001 til 2005 er det ikke rapportert fra undersøkelser på ungfisk.

Det foregår ingen utsetting av laks eller ørret i vassdraget, men det gjennomføres tiltak i form av utlegging av gytegrus og rognplanting (Barlaup *et al.* 2006). Laks kan i dag vandre opp til Eivenstad.



Stasjon 4 i Nidelva.

FOTO: S. J. SALTVEIT

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på til sammen 9 stasjoner (**Figur 3.1**). Stasjonene ligger på strekningen Bøylestad (st. 1) til Øyestad (st. 9). Stasjon 1 ligger ovenfor lakseførende strekning, mens stasjon 9 ligger rett ovenfor sone påvirket av saltvann. Stasjon 3, 7 og 8 er de samme som benyttes i forbindelse med forsøk for å øke rekrutteringen gjennom utlegging av gytegrus og rogn (se Barlaup *et al.* 2006). En av stasjonene (st. 5) ligger i sidebekken Songa som renner inn i Nidelva ved Blakstad. Fisket ble gjennomført i siste uke i september.



**Figur 3.1.** Nidelva med stasjoner for innsamling av fisk avmerket.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfisk

Til sammen ble det fanget 73 laksunger og 22 ørretunger i 2008 (**Tabell 3.1**). For begge arter er antallet høyere enn i 2007. På stasjon 1 ble det ikke fanget fisk. Laksunger ble påvist på alle stasjonene videre nedover. På noen av stasjonene var antallet laksunger relativt høyt. Antall ørretunger må karakteriseres som lavt og ørret ble fanget på bare tre av lokalitetene, stasjon 5, 8 og 9. Det ble fanget årsunger av laks på alle stasjonene med unntak av 6, mens eldre laksunger ble funnet på fire av lokalitetene (**Tabell 3.1**). Av andre fiskearter ble det påvist abbor, gjedde og ål.

Totalt ble det beregnet 6 individer 0+ laksunger pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Dette er den høyeste tettheten som hittil er beregnet. Den høyeste tettheten av 0+ laks ble som i 2007 beregnet på stasjon 3, ved Espeland (**Tabell 3.1**). Stasjon 3 ligger i et område der det er lagt ut grus og rogn. På stasjon 4 ble det kun fanget en gjedde i 2006, mens det både i 2007 og i 2008 ble funnet både årsunger og eldre laksunger. Den høyeste tettheten av eldre laksunger ble

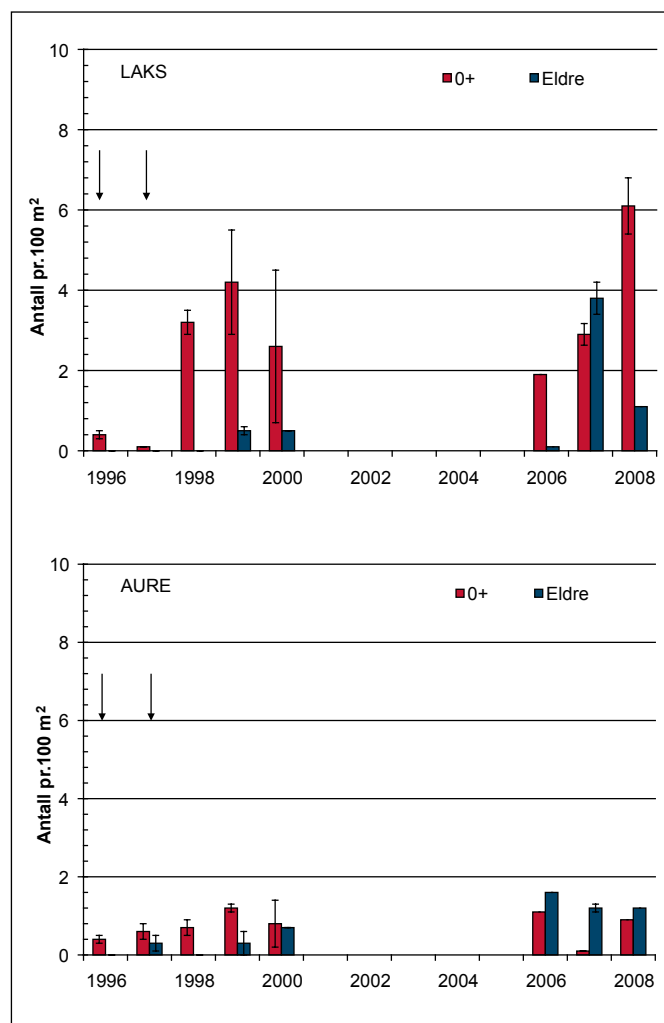
Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget ved elfiske og estimert bestandstetthet av laks og ørret i Arendalsvassdraget i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk					Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	Abbor	Gjedde	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	115	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	142	8	0	0	0	0	7	0	0	0
3	100	33	0	0	0	0	37	0	0	0
4	147	5	0	1	1	0	2	1	0	0
5	133	3	20	0	1	1	1	2	6	10
6	143	1	0	1	1	2	0	1	0	0
7	145	9	0	0	0	1	1	5	0	0
8	102	11	1	1	0	3	11	0	1	0
9	55	3	1	0	0	1	6	0	2	0
<b>Totalt</b>	<b>1082</b>	<b>73</b>	<b>22</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>6± 1</b>	<b>1± 0,1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

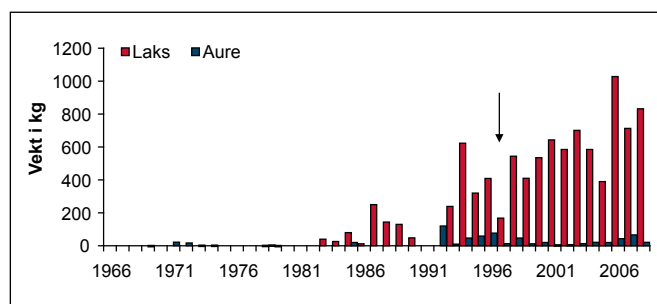
beregnet på stasjon 7. Stasjon 7, 8 og 9 hadde årsunger av laks, noe som ikke var tilfelle i 2006. På stasjon 7 og 8 er det lagt ut grus. På stasjon 9 ble det i 2007 bare fanget to eldre laksunger.

### 3.3.2 Fangststatistikk

Fangstene av laks og sjørøret var minimale fram til 1986, men det var først fra 1993 at den største økningen i fangst skjedde. Det ble altså tatt relativt store fangster av laks før kalkingen kom i gang for fullt i 1996/97 (Figur 3.3). Den hittil høyeste fangsten kom i 2006, da det ble fanget hele 1028 kg laks. Før dette var fangstene mellom 600 og 700 kg. Selv om fangstene i 2007 og 2008 er lavere enn i toppåret 2006, er disse høyere enn i perioden før 2006 må karakteriseres som meget gode. Fangsten i 2008 var 832 kg og er den nest høyeste i perioden. Fangstene av sjørøret er små, og det ble tatt mest sjørøret i perioden 1992 til 1996, altså før kalking. Fangsten av sjørøret økte imidlertid i 2006 og ytterligere i 2007, men er nå igjen på et lavmål.



Figur 3.2. Tetthet ( $\pm 95\%$  K.I.) av laks- og ørretunger i Nidelva (Arendalsvassdraget) i perioden 1996 til 2008. Det foreligger ikke data for perioden 2001 til 2005. Piler angir start på kalking.



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjørøret i Nidelva i perioden 1966 til 2008. Pil angir start kalking.

Mye av laksen som går opp i elva tar seg videre oppover vassdraget forbi dammen ved Rygene. Spesielt i 2006 da det også ble fanget mye laks, var antallet laks som passerte gjennom trappa/slusa i Rygene dam høyt:

	Laks	Sjøaure
2005	345	15
2006	1605	61
2007	565	63
2008	693	44

### 3.3 Diskusjon

På grunn av dårlig vannkvalitet er det lite sannsynlig at Arendalsvassdraget hadde en egen selvreproduserende laksestamme på 1980- og 1990 tallet (Sættem & Boman 1985, Matzow 1995, Simonsen 1995). Det har imidlertid i hele denne perioden vært oppvandring av laks, men av ukjent stamme. I perioden 1992-2000 var årlig gjennomsnittsfangst ca. 400 kg laks, mens gjennomsnittet i perioden 2000 - 2006 har vært 655 kg. I 2006 var fangsten hele 1028 kg laks, hvilket var en formidabel økning i forhold til tidligere år. Fangstene i 2007 og 2008 er også høyere enn gjennomsnittsavkastningen årene før. Det er i perioden 2000 til 2005 tatt i gjennomsnitt ca. 280 laks pr. år. I 2006 var antallet 557 laks, mens det i 2007 og 2008 ble fanget henholdsvis 264 og 287. Fangsten av laks er i overkant av hva som kan forventes ut fra den lave reproduksjonen som er påvist i elva, eller omvendt, tetthetene av laksunger er svært lav sett i forhold til antall gytefisk.

Den sist rapporterte undersøkelsen på ungfisk i Nidelva er fra 2000 (Larsen *et al.* 2001). Gjennomsnittlig tetthet for laksunger i Nidelva har vært svært lav i perioden 1996 til 2000, med 3 til 4 laksunger årlig pr. 100 m<sup>2</sup> de siste årene i perioden. Selv om hovedårsaken til liten reproduksjon antas å være forsuring, kan flere begrensende faktorer trekkes fram for å forklare de lave tetthetene av laks- og ørretunger i vassdraget. Vassdraget er sterkt regulert, og på lange strekninger er det lav vannhastighet med bunn bestående av sand og grus og det finnes predator fisk i form av abbor og gjedde.

Tettheten av laksunger i vassdraget må karakteriseres som lav. Imidlertid er det en positiv utvikling i tettheten. For 0+ har tettheten økt fra 3 til 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, noe som skyldes både at det nå påvises 0+ på flere av stasjonene og i høyere tetthet på noen. I 2006 var det 0+ i Songa og på to lokaliteter i hovedelva. I 2008 var det bare to av stasjonene som ikke hadde årsunger. Mye av den positive utviklingen kan tilskrives tiltakene nedenfor Rygene, der terskler nå er fjernet. I 2006 ble det ikke funnet laksunger eldre enn 0+ i selve Nidelva. Eldre laksunger ble påvist i selve Nidelva i 2007, også nederst, men de største tetthetene ble da funnet i sidebekken Songa.

Det ble i 2000 funnet små arealer med godt gyte- og oppveksthabitat mellom Rygene og Helle (Ugedal *et al.* 2001). Før rant elva her langsomt på en strekning med få egnede områder for laks. I og med fjerning av terskler har arealet med gunstige områder etter all sannsynlighet økt. Det forekommer også her predatorarter som abbor og gjedde, men tiltakene gjør disse områdene mindre egnet for disse artene og det kan derfor føre til redusert predasjon. Fremdeles vil

imidlertid reguleringen påvirke reproduksjonsmulighetene nedenfor Rygene. Minstevannføringen er lav om vinteren (Simonsen 1995), noe som kan ha konsekvenser for gyting, eggoverlevelse og oppvekst. Det kan derfor være flere andre begrensende faktorer for produksjon av laksunger i tillegg til vannkvalitet.

Laks og sjørret forhindres eller forsinkes i oppvandringen i løpet med minstevannføring opp til Rygene kraftverk (Thorstad *et al.* 1998; 2000). Ovenfor Rygene er gytemulighetene begrenset (Simonsen 1995, Ugedal *et al.* 2001). De beste områdene for gyting og oppvekst finnes trolig ved Espeland (Hindar *et al.* 1999, Ugedal *et al.* 2001). I 1999 ble tettheten her beregnet til 22 individer 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste tetthetene av årsunger ble i 2007 beregnet på stasjon 3, ved Espeland, som også var tilfelle i 2008. Så langt synes dette å være det beste området ovenfor Rygene for produksjon av laksunger.

Ovenfor dammen ved Eivindstaddammen legges det ut rogn i kasser ved Bøylestad (stasjon 1). I 2008 ble det ikke fanget laks- og ørretunger her.

Manglende positiv respons i form av økt tetthet av laksunger som en følge av at antall gytefisk har økt (basert på oppgang i fangst), skyldes sannsynligvis en begrensning i oppvekstområder både for 0+ og eldre laksunger. Elva har et svært begrenset tilbud av egnet habitat, ikke bare for større laksunger, men også for 0+.

#### Ørret

Ørret har hatt vellykket rekruttering på alle stasjonene ovenfor Eivindstad fram til 2000. I 2006 ble det ikke funnet ørret her (Saltveit *et al.* 2007). I 2007 ble det fanget to individer, mens det i 2008 igjen ikke ble funnet ørret her. Det var nå bare ørret i hovedelva på de to nederste stasjonene. Eldre ørretunger observeres bare tilfeldig i selve Nidelva, og ble i 2008 bare funnet i sidebekken Songa (st. 5). Det er også tidligere bare rapportert om tilfeldige funn og svært lave tettheter av årsunger og eldre ørretunger i selve Nidelva (Larsen *et al.* 2001), men bestanden av ungfisk kan være større i sidebekker, slik resultatet fra Songa indikerer. Nidelva har aldri hatt mye sjørret, men noe sjørret går opp og gyter i et par sidebekker nedstrøms Rygene (Larsen *et al.* 2001).

# 4 Bunndyr

Forfattere: S.J.Saltveit, T.Bremnes og John Brittain

LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

## 4.1 Innledning

Bunndyr ble ikke undersøkt i perioden 2001-2004. Stasjonene for innsamling av bunndyr i 2005 var i hovedsak de samme som tidligere er benyttet for littorale krepsdyr, og de ble derfor lagt til stilleflytende partier av Nidelva med vegetasjon, hovedsakelig flaskestarr og elvesnelle (**Figur 4.1**). Stasjoner for innsamling av bunndyr ble flyttet noe i 2006 i hovedsak til nærliggende områder med steinbunn, men de fleste er fremdeles stilleflytende fordi det er vanskelig å finne områder i Nidelva som har stryk med hurtigrennende vann. En ny stasjon ble lagt til Bøylefoss i 2006. Denne erstatter tidligere stasjon 5 som lå ved Flaten, noe lenger opp i elva, og som ikke er undersøkt i 2008.

Tabell 4.1. Oversikt over bunndyrstasjoner i Nidelva.

Stasjonsnr.	Stasjonsnavn	Tidligere stasjonsangivelse	Kommentarer
1	Tjønefoss	Stasjon IX	
2	Katteråsåne	Stasjon VII	
3	Gjøveland	Stasjon VI	flyttet 1,4 km oppstrøms
4	Åmli	Stasjon IV	flyttet 4 km oppstrøms
5	Bøylefoss	Ny stasjon	bare innsamlet høst
6		Stasjon II	
7	Rygene	Ny stasjon, erstatter I	

## 4.2 Resultat

I mai dominerte fjærmygg, fåbørstemark, døgnfluer, steinfluer og knott, mens fjærmygg og fåbørstemark var dominerende i september, vassdraget sett under ett. På noen av lokalitetene var det imidlertid et betydelig innslag av andre grupper som knott, vårfluer og døgnfluer. Det ble ikke påvist snegl, men på stasjon 1, 3 og 6 ble det funnet ertemusling. Ertemuslinger ble også funnet på stasjon 3 og 4 i september.

Den sterke dominansen av steinfluene i mai skyldes primært et stort antall små individer av arten *Leuctra fusca* (**Tabell 4.2** og **4.3**). Det ble da ikke funnet steinfluer på den øverste stasjonen, stasjon 1. Til sammen ble det funnet fem steinfluearter i mai. I september var individtallet langt



Figur 4.1. Nidelva med stasjoner for innsamling av bunndyr avmerket.

lavere og det ble funnet i alt seks arter (**Tabell 4.3**). Den forsuringfølsomme arten *Isoperla grammatica* ble påvist på den nederste stasjonen nedstrøms Rygene, dog i et lite antall, ved begge anledninger.

I mai ble det påvist til sammen seks arter av døgnfluer (**Tabell 4.2** og **4.3**). Dette er to flere arter sammenlignet med 2006. For første gang inngår forsuringfølsomme arter i materialet av døgnfluer. Døgnfluer ble ikke registrert på stasjon 2 i mai og på stasjon 4 i september. De to mest tallrike artene i mai var *Leptophlebia vespertina* og *L. marginata*. Dette var også tilfelle i september, men da bare på stasjon 6. Førstnevnte art er mest typisk for innsjøer og stilleflytende partier i elver og var derfor mest tallrik på stasjon 1, 3 og 6 i mai (**Tabell 4.2**). Begge er tolerante ovenfor surt vann. Det ble imidlertid funnet forsuringfølsomme arter. I mai var dette *Caenis horaria* og *Cloeon dipterum* på stasjon 1, mens den svært følsomme *Baetis rhodani* ble funnet i et relativt høyt individantall på stasjon 7, nedstrøms Rygene. I juni ble disse bare funnet på stasjon 7 i tillegg til *Caenis luctuosa*.

Det ble funnet relativt mange arter vårfluer (**Tabell 4.2** og **4.3**), minst 15 i juni og 14 i september, men individtallet var relativt lavt. Flest arter ble i mai funnet på stasjon 7 og 3, mens stasjon 2 og 5 bare hadde tre arter. I september var det flest arter på stasjon 7, 4 og 6. Ingen av artene ble funnet på samtlige stasjoner.

**Tabell 4.2.** Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra lokaliteter i Arendalsvassdraget i mai 2008.  
 – : ikke påvist. \*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom.

VÅR 2008	St. 1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7
HIRUDINEA							
* <i>Erpobdella octoculata</i>	-	-	-	-	-	0,25	-
<i>Glossophonia heteroclita</i>	-	-	-	-	-	-	1
* <i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	1	-	-	-	-
LAMMELIBRANCA							
* <i>Pisidium</i> spp.	6	-	35	-	-	12,5	-
CRUSTACEA							
<i>Eurycercus lamellatus</i>	6	-	-	-	-	-	-
ODONATA	0	0	0	0	0	0	0
Zygoptera ubestemte	-	-	0,25	-	-	-	0,25
EPHEMEROPTERA							
*** <i>Baëtis rhodani</i>	-	-	-	-	-	-	16
** <i>Caenis horaria</i>	1	-	-	-	-	-	-
** <i>Caenis luctuosa</i>	-	-	-	-	-	-	2
** <i>Cloeon dipterum</i>	8	-	-	-	-	-	-
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	-	-	60	2,5	3	35	1
<i>Leptophlebia marginata</i>	7	-	107,5	2,5	-	7,5	-
<i>Leptophlebia vespertina</i>	14	-	162,5	5	-	15	1,5
<i>Leptophlebia</i> sp.	-	-	-	-	3	-	-
PLECOPTERA							
<i>Amphinemura borealis</i>	-	-	-	-	-	-	7,5
** <i>Isoperla grammatica</i>	-	-	-	-	-	-	1
<i>Leuctra</i> sp.(små, trolig fusca)	-	3375	200	425	400	47,5	20
<i>Nemoura cinerea</i>	-	-	-	-	-	11,25	-
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	-	-	-	-	3,75	1
Ubestemte, meget små	-	-	-	-	-	-	5
TRICHOPTERA							
<i>Agrypnia obsoleta</i>	1	-	-	-	-	-	-
<i>Chimarra marginata</i>	-	-	-	-	-	-	3
<i>Cymus flavidus</i>	2	-	12	-	-	7,5	-
<i>Cymus trimaculatus</i>	-	-	6	-	-	-	0,25
<i>Holocentropus dubius</i>	-	-	-	-	-	-	1
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	-	-	-	-	2
<i>Hydroptilidae</i> ubestemte	-	-	-	-	80	-	18,75
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	-	-	-	-	-	-	0,25
Leptoceridae ubestemte	-	10	6,25	-	-	-	-
Limnephilidae ubestemte	2	-	-	2,5	-	1,25	-
<i>Molannodes tincta</i>	1	-	6,25	-	-	-	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	-	5	1,5	-	5
** <i>Oecetis testacea</i>	-	-	6	-	-	-	-
<i>Oxyethira</i> sp.	-	-	-	1,25	-	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	5	-	1,25	-	-	1
<i>Polycentropodidae</i> ubest.(små)	-	-	37,5	-	7,5	7,5	5
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	-	-	-	3,75	-	0,25	1
<i>Polycentropus irroratus</i>	-	-	12	-	-	0,5	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	-	5	-	-	-	-	1
Ubestemte (m. små)	-	-	-	-	-	-	5
HETEROPTERA							
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	-	-	-	-	-	-	1
NEMATODA	-	75	-	-	-	-	-
OLIGOCHAETA	46	375	1125	500	135	55	35
HYDRACARINA	7	-	20	45	7,5	-	20
DIPTERA							
CHIRONOMIDAE	148	1625	1125	1125	1625	375	625
CERATOPOGONIDAE	14	10	12,5	8,75	-	37,5	-
SIMULIIDAE	-	625	-	-	1250	200	45
EMPIDIDAE	-	20	17,5	75	-	-	10
LIMONIDAE	-	-	-	1,25	-	-	-
<b>Indeks 1</b>	<b>1,00</b>	<b>0,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>1,00</b>
<b>Indeks2</b>	<b>1,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,25</b>	<b>0,50</b>	<b>1,00</b>

**Tabell 4.3.** Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra lokaliteter i Arendalsvassdraget i september 2008.  
 – : ikke påvist. \*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom.

HØST 2008	St. 1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7
HIRUDINEA							
* <i>Erpobdella octoculata</i>		-	-	-	-	2	-
LAMMELIBRANCA							
* <i>Pisidium</i> spp.		-	2	1	-	-	-
CRUSTACEA							
<i>Eurycercus lamellatus</i>						15	6
EPHEMEROPTERA							
*** <i>Baëtis</i> sp. (små)		-	-	-	-	-	2
** <i>Caenis horaria</i>		-	-	-	-	-	4
** <i>Caenis luctuosa</i>		-	-	-	-	-	6
** <i>Cloeon dipterum</i>		-	-	-	-	1	2
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>		2	8	-	-	23	1
<i>Leptophlebia marginata</i>		-	4	-	3	96	-
<i>Leptophlebia</i> sp.		-	-	-	-	-	5
PLECOPTERA							
<i>Amphinemura</i> sp (små)		-	-	-	2		
** <i>Isoperla grammatica</i>		-	-	-	-		1
<i>Isoperla</i> sp. (små)		-	-	-	-		1
<i>Leuctra fusca</i>		4	-	-	10	1	1
<i>Leuctra</i> sp.(små, trolig <i>hippopus</i> )		-	1	-	-	-	-
<i>Nemoura avicularis</i>		-	1	-	-	-	-
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		-	-	-	4	-	-
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		2	-	-	5	-	10
TRICHOPTERA							
<i>Agrypnia obsoleta</i>		-	-	-	-	3	-
<i>Chimarra marginata</i>		-	-	-	-	-	118
<i>Cyrmus flavidus</i>		-	2	-	-	-	-
<i>Cyrmus trimaculatus</i>		-	1	-	-	-	6
** <i>Hydropsyche siltalai</i>		-	-	-	-	-	43
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)		-	-	1		1	11
Hydroptilidae ubestemte		-	-	1	14	1	-
<i>Ithytrichia lamellaris</i>		-	-	-	-	-	7
<i>Lepidostoma hirtum</i>		-	-	-	3	-	-
Leptoceridae ubestemte		-	-	1	-	2	2
Limnephilidae ubestemte		-	1	-	-	-	-
<i>Mystacides azurea</i>		-	2	-	-	-	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		-	-	11	43	-	4
** <i>Oecetis testacea</i>		-	-	-	-	-	1
<i>Oxyethira</i> sp.		3	-	5	2	32	2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		-	-	3	-	5	2
Polycentropodidae ubest.(små)		3	2	17	50	20	13
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		-	2	5	8	-	2
<i>Rhyacophila nubila</i>		-	-	2	-	-	4
<i>Setodes argentipunctellus</i>		-	-	-	-	-	3
HETEROPTERA							
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>		-	-	-	1	-	-
COLEOPTERA							
Dytiscidae ubest. (larver)		-	-	-	-	1	-
Dytiscidae ubest. (voksne)		-	-	-	-	-	1
Gyrinidae ubest. (larver)		-	-	-	1	-	-
TURBELLARIA		1					
NEMATODA		8	1	1	2	-	-
OLIGOCHAETA		59	45	26	11	43	30
HYDRACARINA		1	1	5	29	4	16
DIPTERA							
CHIRONOMIDAE		25	38	63	140	165	450
CERATOPOGONIDAE		-	4	-	5	1	-
SIMULIIDAE		25	-	3	1	1	40
EMPIDIDAE		1	3	1	-	-	1
TIPULIDAE		-	1	2	1	-	-
<b>Indeks 1</b>		<b>0,00</b>	<b>0,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,25</b>	<b>0,25</b>	<b>1,00</b>
<b>Indeks2</b>		<b>0,50</b>	<b>0,50</b>	<b>0,00</b>	<b>0,25</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>



## 4.3 Diskusjon

Døgnfluefaunaen er karakterisert ved at den består av få arter (til sammen seks) der de fleste og dominerende er forsuringstolerante. Flere av artene er også typiske for stille eller langsomtrennende vann. Til forskjell fra tidligere år ble den forsuringstøymfintlige arten *Baetis rhodani* påvist både på våren og høsten på den nederste stasjonen nedenfor Rygene, og i såpass mange individer at den sannsynligvis har etablert en bestand. Det var også nå flere arter som regnes som moderat tolerante ovenfor forsuring. I 2006 var dette bare *C. dipterum*, mens det i 2008 også var to arter *Caenis* til stede. Disse indikerer en moderat forsuringsskaded fauna (Raddum og Fjellheim 1984) på stasjon 1, mens disse sammen med *B. rhodani* viser god vannkvalitet med hensyn på forsuring på stasjon 7. *Siphonurus lacustris*, som regnes som moderat forsuringfølsom, ble funnet i 2006 men ikke i 2008.

Steinfluefaunaen er relativt artsfattig. I 2006 besto den kun av arter tolerante mot forsuring, mens påvisning av den moderat tolerante arten *Isoperla grammatica* støtter under en bedring i vannkvalitet i forhold til forsuring på den nederste delen. Sammenlignet med 2005 og 2006 var antall arter noenlunde det samme, men sammensetningen av arter noe forskjellig. I 2005 besto imidlertid faunaen også bare av forsuringstolerante arter.

Det ble funnet minst 14 -15 arter av vårfluer. Dette er langt færre enn i 2000 da det ble funnet 21 arter. Artsantallet er imidlertid det samme som i 2005 og 2006, selv om arts-sammensetningen var noe ulik. Den mest tallrike arten i 2000 og 2005 var *Holocentropus dubius*. Denne ble ikke funnet i 2006, men i 2008. I 2006 var den mest tallrike arten, *Neuriclipis bimaculata*, som til forveksling ligner på *Holocentropus*.

Det beregnes en Indeks 1 og Indeks 2 verdi lik 1,0 nederst i vassdraget både på våren og høsten, mens Indeks 1 verdien på våren var 1,0 øverst. Mangel på steinfluer gjorde at det ikke var mulig å beregne indeks 2 verdi.

# 5 Vannvegetasjon

Forfattere: Makrovegetasjon: Asbjørn Lie<sup>1</sup>. Begroing: Øivind Løvstad<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Agder naturmuseum og botaniske hage, Postboks 1887 Gimlemoen, 4686 Kristiansand

<sup>2</sup> Limnoconsult, Ole Messelts vei 34A, 0676 Oslo

## 5.1 Innledning

Lokalitetene for undersøkelsen av vannvegetasjonen i 2005 (**Tabell 5.1**) er stedfestet ved hjelp av UTM-koordinater (ED50), uten kartfesting eller beskrivelse av lokalitet. Dette medfører at plasseringen av feltene som ble undersøkt i 2006 kan avvike noe fra tidligere undersøkelser. Det var forholdsvis stor vannføring i vassdraget under årets undersøkelse som vanskeliggjorde en grundig undersøkelse (spesielt på stasjonene SIG og GJØ). Undersøkelsene i 2006 ble gjort i tidsrommet 26. -28. september, mens undersøkelsen i 2008 ble gjennomført i tidsrommet 17.-23. september.

## 5.2 Makrovegetasjonen

### 5.2.1 Innledning

Basisundersøkelser for vannvegetasjon ble første gang foretatt i 1996, med oppfølgende undersøkelser i 1997-1999 og 2005 av NIVA. Undersøkelsene i 2008 fulgte standard metodikk for vegetasjonsovervåking av kalkede vassdrag. På avgrensede felt i vassdraget ble forekomsten av vannplanter og vannmoser vurdert etter en skala fra 1 til 5 (se tabellteksten til **Tabell 5.2**). Vannvegetasjonen ble undersøkt på dyp avgrenset av hva som ble nådd ved vassing og bruk av vadebukse i 2006 og 2008. Vannstand og vannføring var vesentlig høyere i 2008 enn i 2006. Det var derfor ikke mulig å undersøke områdene like grundig i 2008 som i 2006. Det ble samlet inn materiale, både av karplanter og vannmoser for dokumentasjon til Agder naturmuseum. Vannmosene er kontrollbestemt av Tore Torjesen.

**Tabell 5.1.** Lokaliteter for undersøkelse av vannvegetasjon i 2008.

Lok.	Lokalitetsnavn, lokalitetsbeskrivelse	UTM (WGS84)	Kartblad
Hovedvassdraget			
HYL	Haukerhyl, nedstrøms demning, strykparti med gros grus, småstein og mindre beskyttede områder, traktor vei ned til bredd på sørøstsida av åa.	ML744,409	1613 III
HAU	Haugsjásundet, under bru nedenfor campingplass, grus og mudderbunn	ML715,338	1612 IV
ØYI	Øy i Åmli, svakt strømparti østside av 70-80m brei elv med grov grus, elvebredd ned til tange ved utløp av sidevassdrag (Karlsåna)	ML760,267	1612 IV
ÅML	Åmlifossen, Nedstrøms bro på vestsida nedre del til markant bukt (badeplass) ved campingplass; Engenes friluftsområde.	ML699,141	1612 IV
SIG	Bro ved Myråsen mellom Sigridnes og Åmli, østside under og nedstrøms bru atskilt av fløtingsfordemming.	MK693,117	1612 III
BFS	Bøylefoss nedstrøms kraftverk og oppstrøms doserer, østside av elva	MK835,949	1612 III
BØY	Bøylestad, ved tange i stilleflytende parti (badeplass) ved dyrket mark	MK834,934	1612 III
BLA	Blakstad, østside av elva, under og nedstrøms bro.	MK793,850	1612 III
FUR	Furre, østside oppstrøms bro, nedstrøms bedrift, fin sand mudder i vegetasjonsbeltet lang bredden av 100 meter breit svakt strømparti i elv	MK771,783	1611 IV
ROS	Rossøya, markant bukt med vannstandsmåler i stilleflytende del av elv, beitemark ned mot bredd. Vestsida av elva nær Kroken.	MK767,748	1611 IV
Sidevassdrag			
HEI	Heimdøl Ø for Treungen, svakt strykparti med kålrabastein og grus 8-10m brei, lett tilgjengelig via traktorvei mot bredden	ML771,415	1613 III
GJØ	Oland i Gjødal, langs bomvei (skogsbilvei) før bru over elva, nær veikryss på skogsbilvei.	ML623,223	1512 I

## 5.2.2 Artssammensetning

Krypsiv (*Juncus bulbosus*) var den vanligste vannplanten i undersøkelsen, men den ble ikke vurdert som dominerende på noen av de undersøkte lokalitetene i 2008. Ved undersøkelsen i 2006 ble krypsivforekomstene heller i vurdert som dominerende på noen av prøvestasjonene. I 2005 ble den vurdert som dominerende på 7 av 12 stasjoner. I 2005 ble det i regi av Krypsivprosjektet kartlagt krypsiv i hele vassdraget helt opp til Treungen med fotografering og videoopptak fra helikopter. Krypsiv er en surhetstolerant art. Økt pH på grunn av kalking kan være årsak til tilbakegang i mengde krypsiv ved undersøkelsen i 2008. Tilbakegangen i mengde krypsiv kan også skyldes tørkeperiode med liten vannføring på forsommeren, etterfulgt av større nedbørsmengder på ettersommeren. Disse forholdene var tydelig i 2006, og enda mer utpreget i 2008. I årets undersøkelse ble det registrert blærerot, *Utricularia* sp., på færre lokaliteter og i mindre mengder enn ved undersøkelse i 2006, og tidligere år med mer normal vannstandsdynamikk. Blærerot forekommer ofte i større mengder i tette krypsivforekomster. Mindre forekomst av blærerot i år kan skyldes at det var skylt bort med krypsiv.

Blærerot som ikke er i blomst er svært vanskelig å bestemme sikkert til art. Innsamlet materiale ved Bøylefoss var trolig gytjeblårerot, *Utricularia intermedia*, men kollektet fra Åmli trolig er storblærerot, *Utricularia vulgaris*.

På stilleflytende deler av vassdraget er botnegras, *Lobelia dortmanna*, den vanligste kortskuddsplanten. I årets undersøkelse er det kun en forekomst av brasmegras. Brasmegras vokser gjerne på de største dypene og har derfor vært vanskeligere å finne på grunn av unormal høy vannstand. Mjukt brasmegras ble kun funnet på en lokalitet mot en lokalitet i 2006 og seks lokaliteter i 2005. Stivt brasmegras ble ikke registrert i år eller i 2006, mot fire lokaliteter i 2005. Storblærerot tilhører et svakt surhetsfølsomt samfunn, i motsetning til de andre blærerotartene som tilhører surhetstolerante samfunn (Lindstrøm *et al.*, 2004). Storblærerot ble kun registrert på en lokalitet i 2008, den samme lokaliteten som i 2006 mot seks lokaliteter i undersøkelsen i 2005.

Rusttjønnaks, *Potamogeton alpinus*, og dikevasshår, *Callitriche stagnalis*, to moderat surhetsfølsomme arter (Lindstrøm *et al.*, 2004) ble registrert for første gang i 2006 (hhv FUR og ROS). Dikevasshår ble registrert på elvebredd hvor det beitet hest. Rusttjønnaks ble ikke gjenfunnet i år, mens dikevasshår synes å ha økt noe i mengde på samme lokalitet som i fjor. Vasspepper, *Percicaria hydropiper*, vokste på elvebredden på lokaliteten med dikevasshår som viser påvirkning ved tråkk i elvebredden på denne lokaliteten.

Generelt ble det registrert færre arter og i mindre mengder av vannplanter i 2008 sammenliknet med 2006 og 2005. To moderat surhetsfølsomme arter ble registrert i 2008.

### Vannmoser

Forekomst av moser er vist i **Tabell 5.2**. Elvetrappemose (*Nardia compressa*) forekommer på flest lokaliteter. Den forsuringfølsomme rødmesigdmosa (*Blindia acuta*) ble ikke registrert i 2008 mot en lokalitet i 2006 og 9 lokaliteter i 2005. På de fleste lokalitetene ble den registrert som sjelden eller spredt, og kan derfor lett ha blitt oversett på grunn av større vannføring spesielt under årets undersøkelse. På lokaliteten i Heimdøla (sidevassdrag) var Elvetrappemosen sterkt begrodd med trådformete alger.

## 5.3 Begroingsalger

### 5.3.1. Innledning

Undersøkelsene i 2006 og 2008 ble foretatt etter andre retningslinjer enn tidligere. I stedet for å legge hovedvekt på indekser, ble det lagt mer vekt på populasjonsdynamikk og økologisk status. Som tidligere ble det imidlertid lagt vekt på blågrønnbakterier (tidligere kalt blågrønnalger) og alger, spesielt kiselalger og makroalger. Det ble samlet inn blågrønnbakterier og alger etter standardisert prosedyre.

Figur inn her. Kart må lages.

**Figur 5.1** viser en beskrivelse av stasjonene. Det var forholdsvis stor vannføring i vassdraget under årets undersøkelse, noe som kan vanskeliggjøre innsamling av begroingsorganismene. Spesielt gjelder dette stasjonen SIG og GJØ.

**Tabell 5.2.** Vannvegetasjonen i Nidelva 17.-23. september 2008. Hyppigheten av artene er angitt etter følgende skala: 1: sjelden (<5 forekomster), 2: spredt, 3: vanlig, 4: lokalt dominerende, 5: dominerende på store deler av lokaliteten. \* = forsuringfølsomme arter.

	H Y L	H A U	Ø Y I	Å M L	S I G	B F S	B Ø Y	B L A	F U R	R O S	H E I	G J Ø
<b>HELOFYTTER</b> (sumpplanter)												
Elvesnelle <i>Equisetum fluviatile</i>		2						2	2			
Mannasøtgras <i>Glyceria fluitans</i>	2								1	3-4		
Vassgro <i>Alisma plantago-aquatica</i>										2		
<b>ISOETIDER</b> (kortsukksplanter)												
Mjukt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>									1			
Tjørngras <i>Littorella uniflora</i>		4										
Botnegras <i>Lobelia dortmanna</i>	3-4	3	3-4	2-3			2		3			
Grøftesoleie <i>Ranunculus flammula</i>										2		
Evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>	2								2			
Sylblad <i>Subularia aquatica</i>												
<b>ELOEIDER</b>												
Dikevasshår <i>Callitriche stagnalis</i>										2-3		
Vanleg krypsiv <i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>bulbosus</i>	4			4			4	3	2		2-3	
Tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum</i> *												
Rusttjørnaks <i>Potamogeton alpinus</i>												
Tjørnaks <i>Potamogeton natans</i>												
Kysttjørnaks <i>Potamogeton polygonifolius</i>												
Blærerot <i>Utricularia</i> sp.				1		2	2					
Gytjeblårerot <i>Utricularia intermedia</i>												
Småblærerot <i>Utricularia minor</i>												
Storblærerot <i>Utricularia vulgaris</i> *												
<b>NYMPHAEIDER</b> (flytebladsplanter)												
Gul nykkerose <i>Nuphar lutea</i>					3							
Flotgras <i>Sparganium angustifolium</i>												
Piggknopp <i>Sparganium</i> sp									2			
<b>VANNMOSER</b>												
Elvetrappemose <i>Nardia compressa</i>	2				3-4						3-4	5
Bekketvebladmose <i>Scapania undulata</i>												2
Bjørnemose <i>Polytrichum</i> sp	2											
Bekkegråmose <i>Racomitrium aquatium</i>					3	3						
Buttgråmose <i>Racomitrium aciculare</i>											2-3	
Knippegråmose <i>Racomitrium fasciculare</i>												2

**Vedlegg B** viser mulighetene for forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellige pH-intervaller (modifisert fra Lindstrøm *et al.*, 2004). Et liknende system kan lages for kiselalger og andre alger. Generelt kan det sies at noe forsuredde vassdrag som har lavt humusinnhold og relativt lavt kalsiuminnhold har stor dominans av spesielle arter av blågrønnbakterier. Når pH øker som følge av kalking kan mange av disse forsvinne, spesielt hvis pH overstiger 6.0. I intervallet pH 6.1 – 6.5 vil helt andre arter av blågrønnbakterier og alger kunne overta dominansen. Innslaget av kiselalger vil kunne øke. Ved pH > 6.5 vil mer "normale" algesamfunn opptre. Med økende eutfiering vil blågrønn-

bakterier som *Oscillatoria* og *Phormidium* overta, og det blir også et mer eutroft kiselalgesamfunn. Lokalteter med mye humus vil ofte ikke ha det typiske blågrønnbakteriesamfunnet som i klarvannssystemer.

Utviklingen av pH nederst i Nidelva har vist en økende pH fra 5-5.5 i 1981 til opp mot pH 6-6.5 i 2008. Spesielt var endringen størst i perioden 1991 – 1998. Dette skulle indikere at det typiske blågrønnbakteriesamfunnet for sure lokaliteter er i ferd med å bli noe svekket. Litt lenger oppe i Nidelva er pH ofte litt lavere 6 (middel ved Bøylefoss var 6,0).

### 5.3.2 Resultater

**Tabell 5.3** viser begroingsalgene på forskjellig stasjoner i 2008 (med øverste stasjon HYL lengst til venstre og nederste stasjon ROS til høyre i tabellen). De to stasjonene lengst til høyre i tabellen HEI og GJØ er sidevassdrag. De øverste stasjonene har et algesamfunn som er typisk

for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter (**Tabell 5.3**). På de fire nederste stasjonene ble det observert relativt store mengder slam i prøvene. Slamføring i elva er også en faktor som kan ha betydning for algesamfunnet.

**Tabell 5.3.** Begroingsalger 26.9 – 28.9 2008 på forskjellige stasjoner i Arendalsvassdraget. x= vanlig. xx= dominant.

VASSDRAG:	Fra øverst og nedover i vassdraget								Nederst Sidevassdrag			
	HYL	HAU	ØYI	AML	SIG	BFS	BØY	BLA	FUR	ROS	HEI	GJØ
<b>ÅR: 2008 september</b>												
<b>BLÅGRØNNALGER:</b>												
Stigonema mamillosum	x		x	x	x							
Stigonema minutum				x							x	
Scytonema			x	x	x	x						
Scytonemopsis												xx
Calothrix	x											
Hapalosiphon												
Siphonema (Stigonema?)												
Gloeocapsa												
Merismopedia												
Schizothrix												
BG-biofilm smale tråder	x	x		x			x		x	x		
Oscillatoria splendida (biofilm)	x								x	x		
Oscillatoria (d< 4um)												
Oscillatoria (d= 4-8 um)		x							x	x		
<b>KISELALGER</b>												
Didymosphaena geminata												
Eunotia	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	xx	x
Tabellaria flocculosa	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	xx
Achnanthes minutissima		x					x					
Frustulia rhomboides	x	x	x	x	x	x		x	x			x
Små båtformede kiselalger	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Cymbella spp.		x	x				xx		x	x		
Pinnularia		x	x								x	
Navicula											x	
Nitzschia spp.											x	
Mange arter					x						x	
<b>GRØNNALGER</b>												
Meugeotia	x					x			x			
Zygnema	xx	x			xx	xx	x	x				
Spirogyra												
Oedogonium												
Bulbochaete	x				x						x	
Microspora					x							x
desmidacee sp.	x	x				x						
<b>ANDRE</b>												
Batrachospermum												
Slam							x	x	x	x		

# 6 Planteplankton

Forfatter: Bjørn Walseng, NINA, Oslo

## 6.1 Innledning

Kvantitative planteplanktonprøver fra innsjøene Fyresvatn, Nisser og Nesvatn i Arendalsvassdraget har vært samlet inn og analysert gjennom ti år i perioden 1999 - 2008. Totalvolum planteplankton ved hvert prøvetakingstidspunkt og den prosentvise sammensetningen av hovedgruppene er framstilt i **Figur 3.1**. I **Vedlegg C1-C3** er analyseresultatene for de tre innsjøene i 2008 gitt. Prøver for 2007 er samlet inn utover det offisielle programmet.

## 6.2 Resultater

I **Tabell 6.1** er det tatt med noen viktige data for de enkelte årene i hver innsjø. Med unntak av 2001, da en prøve også ble samlet inn i november og i 2007 da det bare ble samlet inn prøver to ganger i vekstsesongen, ble det samlet inn og analysert tre prøver pr. år. Disse er tatt omtrent på samme tid alle årene, slik at en kan gjøre en viss sammenligning fra år til år. Bare tre prøver er grunnlaget også for 2001 i tabellen nedenfor, mens 2007 representerer analyseresultatene fra to prøver.

### Fyresvatn

Analyseresultatene for mengde og sammensetning av planteplankton i Fyresvatn i 2008 viser stor likhet med resultatene fra tidligere år. Mengde og sammensetning viser et planteplanktonsamfunn typisk for svært næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.

Største totalvolum for hele tiårsperioden ble notert i august 2001 med 117 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, mens maksimum for de syv andre årene lå mellom 62 og 109 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> som **Tabell 6.1** viser. Verdiene varierte noe fra år til år, men alle er små. Dette gjelder også beregnet middelværdi. Antall registrerte arter/taksa har variert mellom 38 og 46, flest i 2001 og 2003. Verdiene for 2008 og det ekstra prøvesettet for 2007 lå innenfor de samme intervallene som tidligere år.

Gruppene gullalger (*Chrysophyceae*) og fureflagellate-  
ne (*Dinophyceae*) var mest framtreende også i 2008. Viktigste arter/taksa blant gullalgene i 2007 og 2008, som tidligere år, var ulike chrysomonader. Blant fureflagellatene var det i disse årene først og fremst ulike arter innen slekten *Gymnodinium* som var mest fremtredende sammen med *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) som tidligere. Artene *Rhodomonas lacustris* og *Katablepharis ovalis* innen gruppen *Cryptophyceae* (svelflagellater), som ellers er vanlig i de fleste norske innsjøer, ble tidligere ikke registrert i Fyresvatn. Disse to artene finner en ikke i de sureste vannforekomstene. De forsvinner vanligvis når pH blir lavere enn 5,0-5,5. I 1999 ble ingen av disse to artene registrert i Fyresvatn, men i 2000 fant en enkelte individer av *Katablepharis ovalis*. Det samme har vært tilfelle i alle årene etterpå, også i 2007 og 2008. Denne arten er gjerne den første av de to som dukker opp igjen når vannmassene blir mindre sure.

**Tabell 6.1.** Variasjoner i registrert maksimum totalvolum, beregnet middelværdi for totalvolum og antall arter/taksa for hvert av undersøkelses-årene i perioden 1999-2008 i innsjøene Fyresvatn, Nisser og Nesvatn. Verdiene for planteplanktonvolum er gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> ( mg/m<sup>3</sup> våtvekt).

FYRESVATN										
År	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Maks. vol.	78	97	117	101	89	62	67	109	57	74
Midd. vol.	68	58	66	83	62	44	47	86	47	58
Reg. taksa	38	38	46	42	46	38	40	39	45	40
NISSER										
Maks. vol.	103	104	185	230	213	94	172	145	130	147
Midd. vol.	76	81	114	154	128	67	104	122	93	99
Reg. taksa	37	42	43	45	45	36	44	45	28	38
NESVATN										
Maks. vol.	173	164	133	208	141	150	188	132	111	136
Midd. vol.	104	100	91	123	90	81	101	95	91	85
Reg. taksa	40	46	42	49	46	39	49	34	36	41

Blågrønnalgen (*Cyanophyceae*) *Merismopedia tenuissima* har tidligere vært registrert med noen få individer. Dette er, i motsetning til de fleste andre planktoniske former innen denne gruppen, en indikatorart på næringsfattige og litt sure vannforekomster. I 2002 hadde denne økt kvantitativt og utgjorde en større andel av det samlede planteplanktonvolum, enn tidligere. I 2003 ble det igjen bare registrert relativt få individer av arten i prøvene, og det samme var tilfelle i 2004 men ikke i 2005. I augustprøven for 2006 var det igjen en, relativt sett, større bestand av denne arten. I 2007 ble få individer registrert, mens den i august 2008 utgjorde nærmere 20 % av totalvolumet.

### Nisser

I Nisser ble det også i 2008 (og 2007) registrert relativt lave verdier for totalvolum planteplankton, som tidligere år. Selv om det har vært en økning, relativt sett, i undersøkelsesperioden, med økning av registrert maksimum på mer enn 100% fra 1999 til 2002, er verdiene fremdeles lave og viser næringsfattige, oligotrofe vannmasser. Registrert maksimum var i august 2002 på 230 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, og middelverdien for sesongen 154 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Registrert maksimum i 2003 var omtrent like stort, 213 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. I 2004 var verdiene betydelig lavere og omtrent på samme nivå som i begynnelsen av undersøkelsesperioden, 1999 og 2000. Også verdiene for 2008 (og 2007) var betydelig lavere enn i perioden 2002-2003. Antall registrerte arter/taksa økte jevnt gjennom perioden og utgjorde 45 både i 2002 og 2003. I 2008 var imidlertid antallet bare 38. Den relativt sett kraftige økningen i mengde en registrerte, særlig i 2002, skyldtes i første rekke en økning i andelen av blågrønnalgen *Merismopedia tenuissima*. Dette er, som tidligere nevnt, en karakteristisk art for næringsfattige, men ikke for sure vannmasser. Den utgjorde i august 2002 hele 50% av det samlede planteplanktonvolum i Nisser. I 2003 var andelen av denne arten noe mindre ved maksimum. Da utgjorde den 27 % av totalvolumet. Andelen i 2004 lå omtrent på samme nivå som i 2003. I 2008 var andelen ca. 29 %

Ved siden av *Merismopedia tenuissima* er det også i Nisser gruppene gullalger (*Chrysophyceae*) og fureflagellater (*Dinophyceae*) som har vært mest framtrædende, perioden sett under ett. Det har først og fremst vært ulike chrysomonader, fureflagellaten *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) og fureflagellater innen slekten *Gymnodinium*, som var mest markant, også i 2008. Da det i 2007 bare ble samlet inn og analysert to prøver totalt, er sammenligning dette året med de andre prøvetakingsårene ikke helt korrekt.

Svelgflagellaten (*Cryptophyceae*) *Katablepharis ovalis* er registrert i Nisser i hele undersøkelsesperioden, men i små mengder. Spesielt for Nisser er at grønnalgene

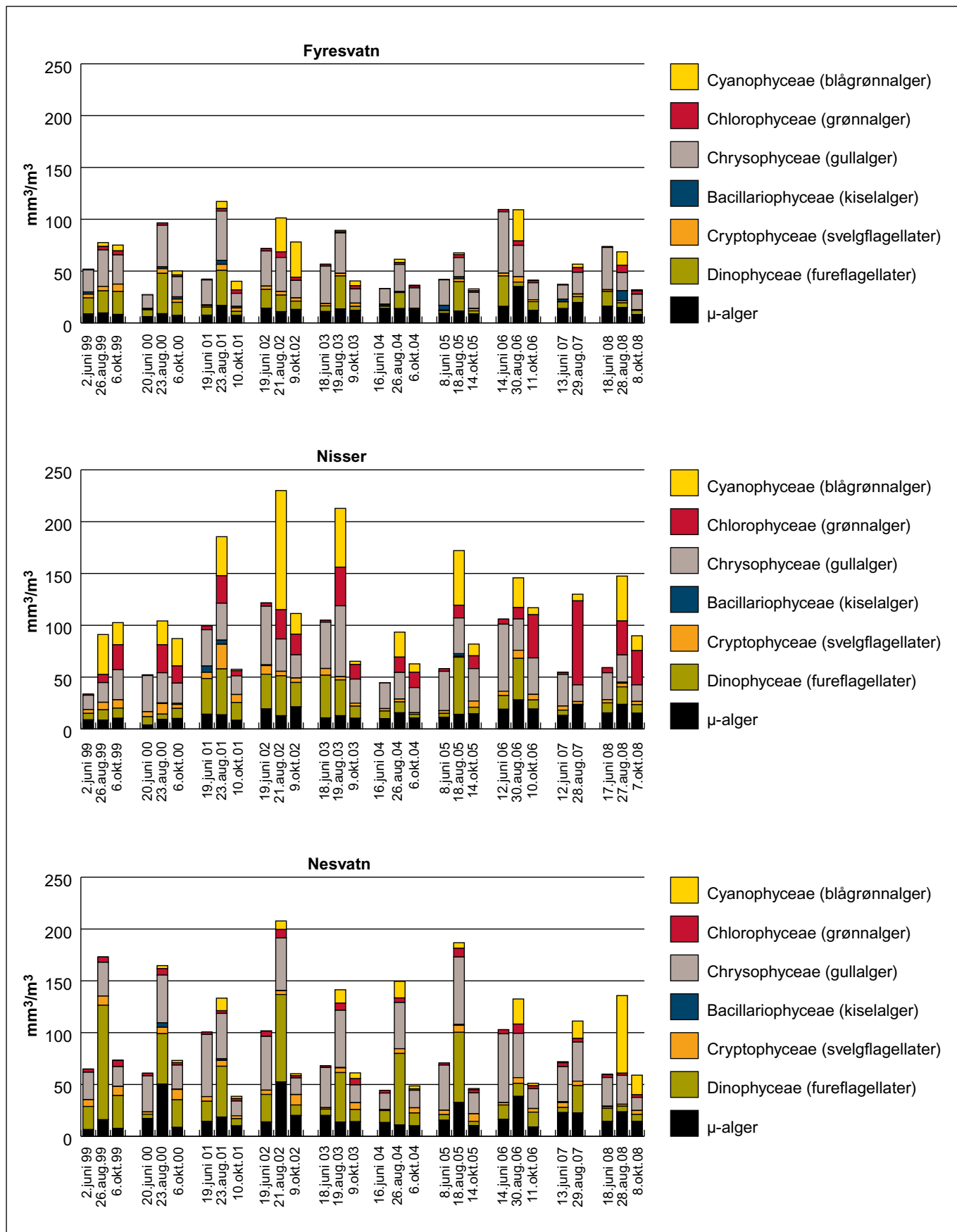
(*Chlorophyceae*) utgjør en større andel av det samlede planteplanktonvolum enn i de to andre innsjøene, også i 2007 og 2008, med *Monoraphidium griffithii* som den viktigste arten. Artsinventaret og registrert maksimum totalvolum viser fremdeles næringsfattige, oligotrofe vannmasser.

### Nesvatn

Denne innsjøen har, som Fyresvatn og Nisser, et artsfattig planteplanktonsamfunn. Sammenlignet med Fyresvatn har registrert maksimum totalvolum vært noe høyere alle ti årene, enn i Fyresvatn, og mer eller mindre som i Nisser. Høyeste verdi ble registrert i 2002. Da var totalvolumet 208 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> og snittet av de tre prøvene var i 2002 på 123 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. I 2003 var registrert maksimum 141 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> og gjennomsnittet av prøvene 90 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, mens det i 2004 var maksimum i august på 150 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> og et gjennomsnitt på 81 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. I 2008 var verdiene henholdsvis 136 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> og 85 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>. Gjennomsnittsverdien for totalvolum de ti årene varierte i Nesvatn mellom 81 og 123 mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup>, noe som viser en forholdsvis jevn algebiomasse fra år til år i vekstsesongen. 2002 var også her det året da flest arter/taksa ble registrert i prøvene, til sammen 49. I 2003 ble 46 arter/taksa registrert i prøvene, mens det i 2004 bare ble registrert 39 arter/taksa. I 2005 ble det igjen registrert 49 arter/taksa, mens det i 2006 bare ble registrert 34 arter/taksa i de tre prøvene. I 2007 og 2008 var det henholdsvis 36 og 41 (bare to prøver fra 2007). Antallet vil blant annet variere med hvor mange tilfeldige "slengere" med et svært lite individantall, som kommer med i den analyserte delprøven.

I Nesvatn har gruppene gullalger (*Chrysophyceae*) og fureflagellater (*Dinophyceae*) i ennå større grad enn i de to andre innsjøene vært de viktigste, undersøkelsesperioden sett under ett. Særlig har fureflagellatene utgjort en større andel av det samlede planteplanktonvolum i flere prøver. Dette gjaldt også 2007 og 2008. De viktigste artene blant gullagene var ulike chrysomonader og blant fureflagellatene *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) og arter innen slekten *Gymnodinium*.

Blågrønnalgen *Merismopedia tenuissima* var tidligere av helt underordnet betydning i denne innsjøen, men i august 2004 utgjorde den hele 11 % av totalvolumet. I august 2005 var det lite av denne arten, mens den i 2006 hadde økt til ca. 17 %. I august 2008 utgjorde den hele 55 %. Utover de nevnte var andre grupper uten spesiell kvantitativ betydning i Nesvatn. Den registrerte sammensetningen av arter/taksa sammen med maksimumsvolumet og middelvolumet beregnet for Nesvatn, viser også for denne innsjøen næringsfattige, oligotrofe vannmasser.



Figur 6.1. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Fyresvatn, Nisser og Nesvatn 1999-2008.



# 7 Zooplankton og littorale krepsdyr

Forfatter: Bjørn Walseng, NINA, Oslo

## 7.1 Innledning

Dyreplanktonet og littoralsamfunnet i Nesvatn, Nisser og Fyresvatn, samt littorale krepsdyr fra åtte stasjoner i Nidelva nedstrøms Nisser, ble prøvetatt i 2007 og 2008.

Alle tre sjøene ble undersøkt første gang i 1993 (Walseng *et al.* 1994). Nesvatn ble deretter undersøkt årlig etter 1995, mens det fra Nisser foreligger prøver fra og med 1996. Fyresvatn ble inkludert i undersøkelsen fra 1997. Fra 2007 og 2008 foreligger det til sammen 432 planktonprøver fra tre datoer (juni, august og oktober) hvorav 396 er kvantitative prøver (14 i Schindler), mens 36 prøver består av kvalitative håvtrekk.

Fra de åtte stasjonene i Nidelva nedstrøms Nisser foreligger det prøver av littorale krepsdyr fra samtlige stasjoner i juni, august og oktober. Alle stasjonene er lagt til stilleflytende partier av Nidelva med vegetasjon, hovedsakelig flaskestarr og elvesnelle. Det ble i tillegg tatt littorale krepsdyrprøver fra Nisser, Fyresvatn og Nesvatn. For en mer utfyllende metodikkbeskrivelse henvises til Hindar *et al.* (1997). Fra de tre vannene og Nidelva nedstrøms Nisser foreligger til sammen 66 littorale krepsdyrprøver.

## 7.2 Resultater

### Planktoniske krepsdyr

#### Nesvatn

Planktonsamfunnet i Nesvatn bestod i både 2007 og 2008 av fire arter vannlopper og fire arter hoppekreps. Begge de to rovformene *Bythotrephes longimanus* og *Leptodora kindti* ble registrert begge år (**Vedlegg D.1**). *B. longimanus* ble registrert før kalking mens *L. kindti* ble funnet første gang i oktober 1996, det vil si etter at de ble kalket. *H. gibberum* er kun funnet fåtallig fram til 2007 og i flere år er den ikke blitt påvist i det hele tatt. I 2008 ble den registrert ved alle tre besøk og i juni og august ble det registrert en økning i antall da den utgjorde respektive 2,0 % og 1,1 % av planktonsamfunnet. Også i 2007 ble den påvist ved alle besøk, da riktignok i mindre tettheter. I oktober har den manglet i de fire siste årene. Før kalking, dvs i 1993, utgjorde *H. gibberum* 14 % av planktonet. *H. gibberum* er en kalksky art, og en tilbakegang kan settes i sammenheng med kalkingen av vannet. Ca-innholdet i Nesvatn skulle imidlertid ikke tilsi at det skulle være et problem for arten i dag.

Etter at *Mixodiaptomus laciniatus* ble funnet sporadisk de første årene etter kalking, ble den mer vanlig i de påfølgende årene (**Figur 7.1**). I mange år har det vært knyttet usikkerhet til artsidentiteten av calanoide copepoditter i prøvene. I 2007 og 2008 har det vært mulig å gjøre dette med en større grad av sikkerhet enn tidligere (cop IV og cop V). *M. laciniatus* utgjør en betydelig andel av planktonsamfunnet og i august er den dominerende art og utgjorde 72 % i 2007 og 36 % i 2008. I tillegg til adulte hanner og hunner ble det også i 2006 funnet store copepoditter (57 %) som med stor sannsynlighet også tilhører arten. Ved det siste besøket i oktober er *Eudiaptomus gracilis* den vanligste calanoiden. Også i juni ble det funnet voksne hanner og hunner tilhørende denne arten. Voksne individer av *M. laciniatus* er aldri blitt påvist i juni. Ut i fra hva som ble funnet i august er det naturlig å konkludere med at små copepoditter i juni tilhører *M. laciniatus* (50 % i 2007 og 33 % i 2008). Basert på de siste års data kan det derfor med stor sikkerhet fastslås at i dag er *M. laciniatus* den dominerende calanoide arten med et maksimum i august. Alt tyder imidlertid på at de to artene klarer å sameksistere. Sameksistens mellom *E. gracilis* og *M. laciniatus* er forholdsvis sjeldent i Norge og er kun registrert i 18 vann. Bortsett fra ett vann i Nord-Norge, ligger de øvrige i de sørligste fylkene med flest i Rogaland. Alle vannene har pH>5,2, og som tidligere nevnt er sameksistens blant annet blitt registrert etter at *M. laciniatus* er kommet inn etter kalking.

*M. laciniatus* er vurdert som en indikator på en bedret vannkvalitet. Austrumdalsvatn (Bjerkreimvassdraget) og Store Finntjern (Aust-Agder) er eksempler der den er kommet inn etter kalking (Walseng & Storeid 2000, Kaste *et al.* 1999). Det fins eksempler på at *M. laciniatus* har økt i antall i høyereliggende lokaliteter etter kalking (Lindström 1992) noe som sannsynligvis skyldes økte mengder kalsium og magnesium. Arten viste tegn på forurskninger i lokaliteter med lav pH innen samme område.

*Heterocope saliens* ble registrert ved alle besøk i 2007 og 2008, men utgjorde aldri mer enn 1 % av individene i prøven.

*C. scutifer* dominerer planktonet i Nesvatn sammen med *M. laciniatus* med størst andeler i oktober (73 % i 2007 og 62 % i 2008). *C. scutifer* blir favorisert av kalking og en økning i bestanden er ofte registrert etter kalking (Eriksson *et al.* 1983, Sandøy & Nilssen 1987, Hörnström *et al.* 1992, Fiskeristyrelsen Statens Naturvårdsverk 1981). Undersøkelser har vist at arten blant annet får nedsatt eggproduksjon ved lav pH (Arvola *et al.* 1986).

Liksom i foregående år var tettheten av krepsdyr lavere i august og oktober (<7000 ind/m<sup>3</sup>) sammenlignet med i juni da det var respektive 15000 ind/m<sup>3</sup> i 2007 og 13000 ind/m<sup>3</sup> i 2008. Dette er noe mindre tettheter enn i de foregående årene.

Det ble funnet minst syv arter hjuldyr (**Vedlegg D.2**). *Kellicottia longispina* har hele tiden vært dominerende art og den dominerte også ved alle besøk i 2007 og 2008. I 1995 var dette den eneste hjuldyrarten som ble påvist i innsjøen. Liksom de foregående årene dominerte den kolonidannede formen *C. unicornis/hippocrepis* ved de fleste besøkene. *Polyarthra dolichoptera* dominerte også i august 2008, mens den ellers var vanlig forekommende.

Liksom for krepsdyr var det lave tettheter av hjuldyr i oktober. I juni og august var derimot tetthetene større, og i juni lå den på ca 30.000 ind./m<sup>3</sup> i 2007 og 30.000 ind./m<sup>3</sup> i 2008 dvs en faktor 10x mer enn i oktober.

### Nisser

Planktonsamfunnet bestod av 12 arter i 2008, seks arter vannlopper og seks arter hoppekreps (**Vedlegg C.1**). I 2007 var det en art mindre da hoppekrepsen *Mesocyclops leuckarti* ikke ble registrert. Det er ikke funnet daphnier i planktonet siden *Daphnia cristata* ble registrert i august 2005.

Voksne individer av calanoiden *Acanthodiptomus denticornis* ble påvist i august begge år. Den ble registrert som ny art for Nisser i oktober 2002. Med unntak av i 2004 er det blitt registrert voksne individer av arten hvert år og alt tyder på at arten er vel etablert i innsjøen. Dette er noe overraskende da den oftest er assosiert med mindre vannforekomster uten fiskepredasjon. *A. denticornis* er den største calanoiden utenom *Heterocope*-artene og *Limnocalanus macrurus*, og er derfor sårbar for predasjon.

Liksom i Nesvatn ble det i Nisser registrert en nedgang i tettheten av *Holopedium gibberum* etter kalking. Etter noen år tok arten seg opp og i 2001 og 2002 var dominansen igjen på samme nivået som før kalking, dvs 20-40 %. Seinere gikk andelen tilbake til ca 10%. I 2007 utgjorde den mindre enn 10 % ved alle besøk. I 2008 var tettheten i juni igjen på 25 %.

*Mixodiptomus laciniatus* har i alle år vært tallmessig nest vanligst etter *C. scutifer*. Andelen har økt siden 1997, det vil si etter at det ble kalket. I de to årene før kalking var andelen < 10 %, mens den senere har vært opp mot 40 %. I 2007 utgjorde den 11 % og 20 % i respektive juni og august, og tilvarende 15 % og 27 % i 2008. Andelen pleier å være mindre i oktober da *B. longispina* vanligvis har dominert planktonet. I 2008 utgjorde *M. laciniatus* bortimot halvparten av alle individer.

*C. scutifer* har i hele undersøkelsesperioden utgjort størst andeler i snitt og i 2008 utgjorde arten 37-39 % (inklusive nauplier) med størst andel i august. I 2007 var andelen høyere gjennom hele året (45 %-69 %).

Med unntak av juni 2008 (5000 ind/m<sup>3</sup>) var det i 2007 og 2008 gjennomgående lavere tettheter enn i tidligere år. Færrest ble funnet i august med ca 1500 ind/m<sup>3</sup> begge år.

Liksom tidligere år dominerte hjuldyret *C. unicornis/hippocrepis* ved alle besøk. Med få unntak var også artene *K. longispina* og *Polyarthra dolichoptera* dominante. Med unntak av i juni var tettheten mindre i 2007 enn i 2008.

### Fyresvatn

Planktonsamfunnet bestod av 9 arter, fem arter vannlopper og fire arter hoppekreps i 2008 (**Vedlegg D.1**). I 2007 ble det registrert en vannloppe mindre (*Bythotrephes longimanus*). Liksom i Nisser er det ikke funnet daphnier i planktonet siden *Daphnia cristata* ble registrert i 2005. Det er usikkert hvorfor *Daphnia* sp ikke har etablert seg med dagens vannkvalitet. *Daphnia longispina* ble påvist i planktonet i 1999 og 2002.

Liksom i Nesvatn har det også i Fyresvatn skjedd et calanoide-skifte fra *E. gracilis* til *M. laciniatus* etter kalking (**Figur 7.3**). I de syv siste årene har **M. laciniatus** dominert i august. Voksne individer av **E. gracilis** er registrert i juni og oktober. Liksom i 2006 er det i både 2007 og 2008 registrert adulte individer av **M. laciniatus** i oktober. Som i Nesvatn er endringen i calanoide-faunaen satt i sammenheng med kalking av vannet. Alt tyder på at det i dag er en stabil sameksistens mellom de to artene i både Nesvatn og Fyresvatn.

Etter en svak nedgang i dominans av **C. scutifer** i 2001 og 2002 har tendensen i de påfølgende årene vært at arten har økt sin dominans. **C. scutifer** har i hele undersøkelsesperioden utgjort størst andeler i oktober (60 % i 2007 og 85 % i 2008) noe som i hovedsak er forårsaket av mange nauplier.

Tettheten av krepsdyr er noe lavere i Fyresvatn enn i Nisser. I 2007 ble størst tetthet registrert i oktober (3400 ind/m<sup>3</sup>), mens det i 2008 var størst tetthet i juni (2900 ind/m<sup>3</sup>).

Det ble funnet minst syv arter hjuldyr (**Vedlegg D.2**). Med unntak av i august 2008 dominerte *K. longispina* og *C. unicornis/hippocrepis* ved alle besøk. I tillegg var den kolonidannede arten *Polyarthra dolichoptera* dominant i august 2007. Tettheten av hjuldyr var begge år lav sammenlignet med i Nisser og Nesvatn.

## Littorale krepsdyr

Det ble registrert 46 arter i 2007 (27 arter vannlopper og 19 arter hoppekreps) og 48 arter i 2008 (30 arter vannlopper og 18 arter hoppekreps). Artsantallet varierte fra 15 til 32 arter i 2007 og fra 17 til 28 arter i 2008. Den nest øverste stasjonen i Nidelva (St. VII, Tjønnefoss) hadde flest arter mens Fyresvatn hadde færrest arter i 2007 (**Vedlegg C.3**). I 2008 ble det registrert 28 arter ved tre stasjoner (stasjonene II, IV og V), mens stasjon VIII (Treungen) hadde færrest arter. I snitt ble det registrert respektive 23,3 (2007) og 24,0 (2008) arter noe som er i størrelsesorden en art mindre pr lokalitet sammenlignet med 2005 og 2006, men samtidig høyere enn i årene før 2005 da gjennomsnittet har variert mellom 21 og 24 arter.

Det ble ikke funnet noen nye arter for vassdraget, men et par arter som kan karakteriseres som sjeldne, ble funnet i 2008. Vannloppen *Alona karelica* ble funnet ved tre stasjoner (st 4, st 6 og st 7). Det foreligger fra før til sammen 26 registreringer av arten i Norge hvorav fem er tidligere registreringer fra Nidelva. I Sør-Norge ble det første funnet gjort i Dokka (Halvorsen 1980). Det foreligger også flere funn fra Finnmark. Alle funnene er gjort i lokaliteter med pH > 5,5 og med ledningsevne høyere enn 1 mS/m.

*Paracyclops poppei* har mange fellestrekk med *A. karelica* ved at den kun er registrert fra 18 lokaliteter i Norge, hvorav fem ligger i Nidelva. I 2008 ble den registrert ved stasjon VI der den også er funnet i 1997 og 2002. Første gang den ble registrert ble den kalt for *Paracyclops fimbriatus* variant. Seinere verifisering har resultert i at individene er bestemt til *P. poppei* som var en ny art for Norge. I de seinere årene har den blitt funnet i flere lokaliteter på Østlandet. I en undersøkelse fra Hobøelva (Walseng & Halvorsen 2005) øst for Oslo, var *P. poppei* en vanlig art. Funnene så langt indikerer at arten trives ved godt ved økende trofi.

Som i tidligere år har stasjon IV (Rekjemkilen, nedstrøms Åmli) og stasjon VIII (Treungen) hatt innslag av typiske planktoniske former. Dette var også tilfelle i 2007 og 2008 da typiske planktoniske arter som *Holopedium gibberum*, *Mixodiaptomus laciniatus* og *Cyclops scutifer* ble funnet ved begge stasjoner. Stasjonene har det felles at de begge ligger i utvidelser av elveløpet og har derfor karakter av å være vann med stor gjennomstrømning.

Nisser, Fyresvatn og Nesvatn har i alle år hatt færre arter enn stasjonene nedover langs hovedelva. Fram til 2006 har snittet for de tre vannene vært 14,7 sammenlignet med 27,3 for de åtte stasjonene i Nidelva. I de seinere årene har det imidlertid blitt registrert flere arter og aldri har det blitt registrert større artsrikdom enn i 2008 da det ble funnet 20 arter i Fyresvatn og 23 arter i både Nesvatn og Nisser. I 2007 ble det registrert 21 arter i Nesvatn. Tidligere har det

aldri blitt funnet mer enn 18 arter her. Lavt artsantall i de tre store innsjøene er blitt satt i sammenheng med ustabile forhold i strandsonen grunnet regulering.

Vannlige littorale vannlopperarter som *Bosmina longispina*, *Acroperus harpae*, *Alonella nana* og *Chydorus sphaericus* ble funnet ved alle stasjonene i både 2007 og 2008. *Alonopsis elongata* og *Polyphemus pediculus* manglet kun ved en stasjon. *Macrocyclops albidus*, *Eucyclops serrulatus* og *Acanthocyclops cappilatus* var de vanligste hoppekrepsene.

Fram til år 2000 var de tre forsuretolerante artene *Alona rustica*, *Acantholeberis curvirostris* og *Diacyclops nanus* blitt mer og mer sjeldne. Oppblomstring av disse artene i etterkant av 2000 ble satt i sammenheng med surstøtet om høsten dette året. I de seinere årene har alle tre artene forekommet hyppig, så også i 2007 og 2008. *Alona rustica* ble registrert i alle tre vannene samt ved alle stasjonene i Nidelva med unntak av Blakstad (Stasjon II).

*Alonella excigua*, som kan karakteriseres som svakt forsurefølsom art, ble i 2007 registrert ved de syv nederste stasjonene i Nidelva (strekningen Rygene-Tjønnefoss). En annen følsom art, *Eucyclops macrurus*, ble registrert ved de to nederste stasjonene (I og II) samt ved de to øverste stasjonene (VII og VIII) både i 2007 og 2008. En annen forsurefølsom art, *Pseudochydorus globosus* som er funnet de fleste år etter kalking, ble ikke registrert verken i 2007 eller 2008.

Artslister (1996-2008) fra de åtte stasjonene i Nidelva samt fra littoralsonen i de tre store innsjøene, ble analysert ved hjelp av DCA-ordinasjon. Materialet er behandlet passivt i en ordinasjon av sure og nøytrale referansevann fra Rorevassdraget. Det foreligger til sammen 131 artslistene fra Arendalsvassdraget, mens Rore-ordinasjonen består av til sammen 28 artslistene (4 vann i perioden 1992-98). 1. aksene i Rorematerialet er sterkt korrelert til pH ( $r^2=0,94$ ).

Ordinasjonen resulterte i at 28.5 % av variasjonen i materialet kunne forklares av de to første aksene hvorav 1-aksene alene forklarte 22.1 % av variasjonen. Lengden til 1-aksene var 1,47, mens 2-aksene var 1,00 SD-enheter.

Faunaen ved Rygene (St.1) har med unntak av 2001 i alle år hatt flest fellestrekk med de nøytrale referansevannene, så også i 2007 og 2008. Det siste året skiller seg ut ved at artsplottet legger seg lenger ut langs 2-aksene enn tidligere år. Dette kan forklares med at det ble funnet påfallende få arter (21 arter). Alle fem artene som tilhører hoppekreps-slekten *Eucyclops* ble registrert ved stasjonen. Med unntak av *E. serrulatus* er de øvrige karakterisert som mer eller mindre følsomme mot forsurening.

Blakstad (St. 2) har med hensyn til artssammensetning mange fellestrekk med St. 1. Også ved denne stasjonen hadde faunaen respondert på den sure nedbøren som kom høsten 2000. Artslistene for 2007 og 2008 skiller seg ikke vesentlig ut fra de foregående årene.

Lokaliseringen av plottene for Flaten (St. 3) viser en trend mot en mer forsuringstolerant fauna. Dette var tydelig i 2008 da alle de tre forsuringstolerante indikatorartene *Acantholeberis curvirostris*, *Alona rustica* og *Diacyclops nanus* ble registrert ved stasjonen.

Ved stasjon IV (Remkjekilen) har det skjedd små endringer de siste tre årene. Lokaliteten ligger i en utvidelse av elva og kan karakteriseres som et gjennomstrømningsvann med innslag av planktoniske former. Stasjonen oppstrøms Åmli (St. 5) er den som har variert mest med hensyn til artsinventar dvs fra dominans av survansstolerante arter til en fauna med innslag av mange arter som er følsomme mot forsuring. De to siste årene finner vi vannet plassert midt i DCA-plottet. Stasjon VI som ligger lenger opp i hovedelva hadde mange fellestrekk med St. 5 i både 2007 og 2008.

Artsinventaret ved St. (Tjønnefoss) har variert grunnet tørring i enkelte år. I de siste fire årene har faunaen båret preg av en god vannkvalitet. Stasjonen har ikke vært utsatt for tørrlegging i denne perioden. I begge de to siste årene er det funnet flere forsuringfølsomme vannlopper og hoppkreps. Ledningsevnen ved stasjon VII er høyere enn ved de øvrige stasjonene, og et mer ionerikt vann kan være med på å forklare den høye artsdiversiteten ved denne stasjonen.

Stasjonen har vært den mest artsfattige med et snitt på 18 arter og krepsdyrsamfunnet her har i alle år hatt fellestrekk med faunaen som er funnet i de store vannene. I både 2007 og 2008 var dette også tilfelle med respektive 19 arter i 2007 og 17 arter i 2008. Året 2006 var spesielt i og med at det ble registrert hele 28 arter.

Da overvåkingen startet i 1996 hadde de to nederste stasjonene i Nidelva (Rygene og Blakstad) størst likhetstrekk med de nøytrale referansevannene, mens de øvre stasjonene hadde en mer survannstolerant fauna. I de første årene etter kalking etablerte stadig flere forsuringfølsomme arter seg ved de øverste stasjonene i hovedelva. Etter årtusenskiftet er det vanskelig å se tydelige trender da innslaget av både forsuringfølsomme og forsuringstolerante arter har variert. En forklaring kan være at vannkvaliteten er ustabil.

# 8 Samlet vurdering

## 8.1 Vannkjemi

Kalsiumkonsentrasjonen i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn er klart redusert etter kalking, og resultater fra 2007 viser at det er fare for at reduksjonen fortsetter. pH ligger i underkant av de kortsiktige målene som ble satt (pH 6,0-6,2). Kalkingsstrategi for disse sjøene bør derfor gjennomgås på nytt.

Når det gjelder hovedvassdraget har kalking og redusert forsuring bidratt til en vannkvalitetsforbedring over tid (høyere pH og lavere konsentrasjon av labilt Aluminium), og vannkvaliteten i 2006 og 2007 er klart forbedret etter oppstart av kalkdoseringsanlegget ved Bøylefoss i slutten av 2005. Vannkvaliteten i 2008 holdt de oppsatte pH-målene (pH 6,0-6,2) kun i deler av året, og en kraftig forsuring i smoltifiseringsperioden (23. mars) som følge av strømbrudd pga uvær ble registrert.

## 8.2 Fisk

Det ble til sammen funnet fem fiskearter i 2008. Tettheten av laks- og ørretunger var svært lav, men tettheten av 0+ laksunger var høyere enn i 2006 og 2007. Tettheten av eldre laksunger var lavere. Antall lokaliteter med laksunger økte også i 2008. Tettheten må imidlertid fremdeles karakteriseres som lav. Fangsutviklingen og oppvandringen i elva er gunstig, men det er inntil videre ikke vassdragets egen laks som vandrer opp. Lave tettheter og spredt utbredelse har sannsynligvis flere årsaker. Vassdraget er sterkt regulert og Nidelva har store områder som er langsomtstrømmende med bunn av sand og grus, og derfor uegnet for laks og ørret. I tillegg finnes predator fisk som abbor og gjedde.

Kalkingen må opprettholdes eller økes fordi surt vann anses som den primært begrensende faktor. Økte tiltak på vannkvalitetssiden må imidlertid sees i sammenheng med andre tiltak for å bedre oppvekstområdene for laksefisk. Man ser positiv respons av fjerning av terskler

## 8.3 Bunndyr

Selv om bunndyrsamfunnet viser at vassdraget fortsatt er sterkt preget av forsuring, tyder resultatene fra 2008 på en bedring i vannkvalitet med hensyn, selv om forbedringen er begrenset til de nedre deler. Det var her en sannsynlig fast bestand av den forsuringstolerante *Baetis rhodani*,

og i tillegg flere moderat tolerante arter. Generelt er det imidlertid få arter til stede, og de som stort sett finnes er forsuringstolerante arter og grupper. Fravær av forsuringstolerante arter som *Baetis rhodani* og *Ephemerella aurivillii* ellers i vassdraget skyldes ikke at habitatet er uegnet for disse artene.

## 8.4 Vannvegetasjon

Generelt ble det registrert færre arter og mindre mengder av vannplanter i 2008 sammenliknet med 2006 og 2005. To moderat surhetsfølsomme arter ble registrert i 2008.

De øverste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. På de nederste stasjonene ble det observert relativt store mengder slam i prøvene. Slamføring i elva er også en faktor som kan ha betydning for algesamfunnet. Her bør man vurdere å endre stasjonsplasseringen.

## 8.5 Zooplankton og littorale krepsdyr

Dagens pH skulle tilsi at *Daphnia* sp kunne ha utgjort en naturlig del av planktonet i både Nisser og Fyresvatn (Nesvatn har også en akseptabel vannkvalitet). Til tross for at representanter for slekten er påvist i alle tre vannene, har *Daphnia* sp noe overraskende ikke klart å etablere seg. Etter at det skjedde endringer i etterkant av kalkingen av de store innsjøene, synes krepsdyrsamfunnene å ha innstilt seg på en slags likevekt. Calanoiden *Mixodiaptomus laciniatus* utgjør i dag en viktig del av planktonsamfunnet i alle tre sjøene etter at den kom inn som ny art i både Nesvatn og Fyresvatn etter kalking. Her sameksisterer den med *Eudiaptomus gracilis* som var der før kalking. Den store calanoiden *Acanthodiptomus denticornis* har etablert seg som ny art i Nisser. Utviklingen av krepsdyrfaunaen i hovedelva indikerer at vannkvaliteten har vært ustabil i tillegg til at manøvreringen av kraftverkene også har påvirket faunaen. Mest påfallende var responsen etter den nedbørsrike høsten 2000 som det påfølgende året resulterte i en fauna med mange forsuringstolerante arter. Seinere har utviklingen i artssammensetningen variert ved de forskjellige stasjonene. Mest positiv har utviklingen vært ved Tjønnefoss, mens det ved de øvrige stasjonene fortsatt er betydelig innslag av forsuringstolerante arter.

## 8.6 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Det ble registrert en videre nedgang i kalsiuminnholdet i innsjøene. Den årlige undersøkelsen av vannkvalitet i innsjøene må fortsette slik som i 2008. Det kan være behov for å kalke på nytt om kort tid.

pH-målet på lakseførende strekning ble imidlertid ikke nådd i 2008. Årsak og tiltak må utredes. Viktige momenter i denne sammenheng er:

- Stabil drift av kalkdosereren ved Bøylefoss vil være helt nødvendig for a) å unngå episodisk gjennombrudd av dårlig vannkvalitet i nedre del av hovedelva og b) å bygge opp vannkvaliteten på anadrom strekning til et nivå for laks, dvs. pH mellom 6,0 og 6,4.
- Det benyttes for tiden kun en kalkdoserer i vassdraget. Det bør vurderes å etablere en tilleggsdoserer høyere opp i vassdraget (jfr kalkingsplanen).
- Kalkdosereren ved Kiland ble stoppet i 2007, men det ble ikke gjort oppfølging av effekten i vassdraget. Det må etableres et prøveprogram, og vannkemikontrollen må gjennomføres i Rorevassdraget.

## 8.7 Øvrige anbefalte tiltak

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Styringsgruppa for Arendalsvassdraget vurderer andre tiltak som kan føre Nidelva tilbake til en god lakseelv. Man har prioritert å arbeide med effekten av vassdragsregulering fra Rygene og ned til sjøen.

# 9 Litteratur

- Barlaup, B.T., Skoglund, H., Gabrielsen, S.E., Wiers, T., Kleiven, E., Hårvardstun, J. 2006. Utlegging av gytegrus for laks i Nidelva, undersøkelse av gytegrøper og ungfisk 2003-2006. LFI-Unifob rapport nr. 135.
- 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.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i lakse- vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.
- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Fjalestad, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo
- Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget hydrografi og evertebrater - en oversikt. - Kontaktutv. vassdragsreg., Univ. Oslo, Rapp. 41: 1-76.
- Eriksson, F., Hornström, E., Mossberg, P. & Nyberg, P. 1983. Ecological effects of lime treatment of acidified lakes and rivers in Sweden. - *Hydrobiologia* 101: 145-164.
- Fiskeristyrelsen Statens Naturvårdsverk 1981. Kalking av sjöar og vattendrag. Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1981) 4: 1-201.
- Hesthagen, Trygve, redaktør. 2006. Reetablering av laks på sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Hindar, A. 1989. Prosjektering av kalkingstiltak i Nisser og Arendalsvassdraget. O-89164, NIVA. Kalking av surt vann, rapport 8/89. 28 s.
- Hindar, A. og Larssen, T. 2004. Forsuringsutvikling og behov ytterligere kalking i Arendalsvassdraget. NIVA-rapport 4873-2004. 35 s.
- Hindar, A., Lamberg, A. & Thorstad, E. 1999. Revidert kalkingsplan for Arendalsvassdraget. Rapport 41-7-99, NIVA, Oslo. 54 s.
- Hindar, A., Walseng, B., Lindstrøm, E.O.A., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Skiple, A. 1997. Arendalsvassdraget. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat 199701, s. 28-41.
- Høgberget, R 2009. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking.
- Hörnström, E., Ekström, C. & Andersson, P. 1992. 10 Mellansvenska sjöar, kalkningseffekter på plankton och vattenkemi. - Statens naturvårdsverk, Rapport 4048. s.
- Kaste, Ø., Brettum, P., Kleiven, E., Kroglund, F., Oug, E. & Walseng, B. 1999. Store Finntjern i Aust-Agde. Vannkjemisk og biologisk utvikling i løpet av 15 år med kalking. - NIVA-rapport. ISBN 82-577-3632-5. 72 s.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. Utredning for DN, nr. 1994-10. 98 s.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA Rapport L. nr. 4797.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Enerud, J., Kleiven, E. og Kvellestad, A. 2001. Arendalsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2000. DN-notat 2-2001: s. 24-26.
- Lindström, T. 1992. Zooplankton på Fulufjället 1976-91. - Information från Sötvattenslaboratoriet, Drottningholm (1992) 2: 35-68.
- Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S.W. & Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Tålegenser for forsurening – effekter av kalking. Naturens tålegrenser rapp. 118. Norsk Institutt for vannforskning, NIVA, O-21252. I. nr. 4821-2004. 132 sider.
- Matzow, D. 1995. Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder. Vurdering av gassovermetning, minstevannføring og fiske-trapp. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvern avdelingen. Notat 1- 1995. 16 s.
- Raddum, G. & Fjellheim, A. 1984. Acidification and early warning organisms in freshwater in Western Norway. *Verh. Internat. Verein. Limnol.* 22: 1973-1980.

- Sættem, L.M. & Boman, E. 1985. Tilslamming av Nidelva og Rore på grunn av kanaliseringsarbeider ved utvidelse av Evenstad kraftstasjon 1983. Rapport nr. 3. Fiskeribiologiske studier i nedre del av Nidelvassdraget i tidsrommet 18.august 1983 til 11.mai 1984. Oppfølgende undersøkelser av fysiske, kjemiske og bakteriologiske forhold. Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. 74 s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, og Pavels, H 2007. Arendalsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007: 4s.
- Sandøy, S. & Nilssen, J. P. 1987. Cyclopoid copepods in marginal habitats: Abiotic control of population densities in anthropogenic acidic lakes. Arch. Hydrobiol./suppl 76 3: 236-255.
- Simonsen, J.H. 1995. Nidelva. Fiskebiologiske undersøkelser 1993-1994 og 1989-1990. Rapport. 60 s.
- Thorstad, E.B., Økland, F. & Kroglund, F. 1998. Vandring hos laks og sjørret ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder - telemetriundersøkelser 1997. NINA-Oppdragsmelding 545: 1-25.
- Thorstad, E.B., Økland, F., Berger, H.M. & Kroglund, F. 2000. Vandring hos laks ved Rygene kraftverk i Nidelva, Aust-Agder - telemetriundersøkelser 1999. – NINA-Oppdragsmelding 654: 1030.
- Walseng, B., Halvorsen, G. & Schartau, A.K.L. 1994. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Kvenna. - NINA Oppdragsmelding 321: 1-33.
- Walseng, B., Halvorsen, G., Sporsheim, P. & Storeid, S.E. 1994. Nidelva - undersøkelser før kalking. Krepsdyr og bunndyrundersøkelser - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1993. DN-Notat 1995-2, s. 129-136.
- Walseng, B. & Storeid, S.E. 2000. Bjerkreimvassdraget -Krepsdyr i Bjerkreimvassdraget - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 239-240.
- Walseng, B. & G. Halvorsen 2005. Littoral microcrustaceans as indices of throphy. Verh. Internat. Verein. Limnol. 29: 827-829.
- Weideborg, M. og Juutilainen, M. 2008. 2. Vannkjemi. Arendalsvassdraget. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN Notat 2008-2.
- Ugedal, O., Lamberg, A., Thorstad, E.B. & Johnsen, B.O. 2001. Tiltaksplan for reetablering av laks i Nidelva (Arendalsvassdraget). NINA Oppdragsmelding 681: 1-34.



# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ort fosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Turb	Turbiditet		

Nr	Stasjon	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	RAI	ILAI	LAI	TOC	Turb	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Tot-P	PO <sub>4</sub>	ANC	Si
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	FTU	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µekv/l	mg/l
5.1	Rygene	07.01.2008	5,8	0,99	0,03	0	85	66	19	3,4		1,55	0,20	1,25	0,26	1,34	1,74	153	280	<3		42	1,319
5.1	Rygene	04.02.2008	6,3	1,44	0,04	10	107	89	18	3,9		2,09	0,27	1,72	0,24	2,3	1,98	160	210	9		57	1,35
5.1	Rygene	03.03.2008	6,5	1,29	0,07	42	81	68	13	3,3	0,37	2	0,21	1,31	0,21	1,83	1,74	130	230	3	<1	46	1,15
5.1	Rygene	07.04.2008	6,4	1,52	0,04	10	85	65	20	3,2	0,42	2,13	0,25	1,28	0,2	1,98	1,74	180	300	3	<1	54	1,11
5.1	Rygene	14.04.2008	6,6	1,71	0,04	10	97	74	23		0,47	1,96											
5.1	Rygene	21.04.2008	6,6	1,62	0,06	32	73	62	11		0,43	1,9											
5.1	Rygene	28.04.2008	6,5	1,8	0,06	32	60	52	8		0,27	1,8											
5.1	Rygene	05.05.2008	6,3	1,43	0,04	10	83	69	14	3,5	0,63	1,89	0,22	1,36	0,23	1,8	1,8	156	305	2	<1	55	0,946
5.1	Rygene	13.05.2008	5,7	1,08	<0,05	21	67	55	12		0,46	1,48											
5.1	Rygene	19.05.2008	6,4	1,36	0,05	21	58	48	10		0,27	1,49											
5.1	Rygene	26.05.2008	6,6	1,07	0,05	21	47	38	9		0,35	1,44											
5.1	Rygene	02.06.2008	6,6	1,46	0,07	42	42	35	7	2,5	0,49	1,65	0,17	0,92	0,17	1,2	1,5	134	268	<3	<1	57	0,774
5.1	Rygene	07.07.2008	6,5	1,16	<0,04	10	32	26	6	2,1	0,32	1,48	0,17	0,88	0,19	1,1	1,8	120	154	3	<1	36	0,736
5.1	Rygene	04.08.2008	6,2	0,96	<0,04	10	40	34	6	2,5	0,31	1,61	0,18	1,40	0,23	1,7	1,7	120	240	2	2	36	0,721
5.1	Rygene	01.09.2008	5,6	1,2	0,07	42	75	64	11	4,5	0,52	1,73	0,19	1,20	0,23	1,5	1,5	83	254	3	<1	52	0,797
5.1	Rygene	06.10.2008	6,5	1,1	0,05	21	71	46	25	3,0	0,42	1,6	0,20	1,10	0,27	1,6	1,7	128	224	<3	1	35	1,015
5.1	Rygene	03.11.2008	6,3	1,2	<0,04	10	66	61	5	3,3	0,32	1,67	0,19	1,00	0,18	1,7	1,6	128	248	3	<1	33	1,03
5.1	Rygene	01.12.2008	6,2	1,2	<0,04	10	91	76	15	3,6	0,56	1,72	0,23	1,40	0,25	2,1	1,8	135	542	5	<1	39	1,174

Nr	Stasjon	Dato	pH	Ca	Alk	Alk-E	RAI	ILAI	LAI	TOC	Turb	Kond
				mg/l	mmol/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	FTU	mS/m
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	07.01.2008	5,5	0,9	0,05	21	70	59	11			1,46
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	07.02.2008	5,9	0,95	<0,04	10	100	78	22			1,71
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	05.03.2008	5,8	0,79	<0,04	10	97	67	30		0,29	1,51
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	07.04.2008	5,9	0,87	<0,04	10	84	55	29		0,23	1,5
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	16.04.2008	6,3	0,8	<0,04	10	92	62	30		0,94	4,22
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	21.04.2008	6,0	0,88	<0,04	10	83	57	26		0,3	1,46
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	28.04.2008	5,9	0,85	<0,04	10	72	52	20		0,22	1,39
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	06.05.2008	5,8	0,64	<0,04	10	84	62	22		0,41	1,31
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	14.05.2008	5,8	0,32	<0,04	10	107	42	65		0,32	1,29
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	19.05.2008	5,8	0,68	<0,04	10	81	45	36		0,28	1,19
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	26.05.2008	6,0	0,64	<0,04	10	54	40	14		0,35	1,26
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	02.06.2008	6,2	0,88	0,04	10	47	37	10		0,77	1,28
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	07.07.2008	6,4	0,9	<0,04	10	33	29	4		0,4	1,36
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	04.08.2008	6,5	0,84	<0,04	10	35	30	5		0,37	1,24
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	01.09.2008	5,9	0,77	<0,04	10	91	68	23		0,77	1,35
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	06.10.2008	6,1	0,82	<0,05	21	62	39	23		0,28	1,33
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	03.11.2008	6,0	0,83	<0,04	10	76	59	17		0,31	1,39
14	Bøylefoss, oppstr. dos.	01.12.2008	5,8	0,83	<0,04	10	94	66	28		0,44	1,32

# Vedlegg B

Forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellig pH-intervaller (mod. fra Lindstrøm et al. 2004).

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
<i>Siphonema polonicum</i>								
<i>Stigonema cf. robustum</i>								
<i>Stigonema hormoides</i>								
BG filter 2-4 um, grenet	dominant							
<i>Hapalosiphon hibernicus</i>	dominant							
<i>Stigonema spp</i>	dominant							
<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	dominant							
<i>Rhabdoderma lineare</i>	dominant							
<i>Scytonema mirabile</i>	xx dominant							
BG filter 1-2um, ugrenet	dominant							
<i>Merismopedia spp.</i>								
<i>Capsosira brebisonii</i>	xx dominant							
<i>Gloeocapsopsis magma</i>	xx dominant							
<i>Scytonemtopsis starmachii</i>	xx dominant							
<i>Stigonema mamillosum</i>	xx dominant							
<i>Merismopedia punctata</i>	xx							
<i>Calothrix fusca</i>								
<i>Lyngbya perlegans</i>	xx							
<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	xx							
<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx							
<i>Chamaesiphon minutus</i>	xx							
<i>Tolypothrix penicillata</i>	xx							
<i>Chamaesiphon fuscus</i>	xx							
<i>Calothrix gypsohila</i>	xx							
<i>Chamaesiphon rostafinskii</i>	xx							
<i>Schizothrix sp3 (1-2u, 3-6u, blågrå</i>								
<i>Schizothrix lacustris</i>								
<i>Chamaesiphon confervicola</i>	xxx							
<i>Clastidium setigerum</i>	xx							
<i>Chamaesiphon subglobosus</i>								
<i>Chamaesiphon polymorphus</i>								
<i>Schizothrix latierita</i>								
<i>Calothrix ramenskii</i>								
<i>Calothrix spp</i>	dominant							
<i>Homoeothrix varians</i>								
<i>Homoeothrix batrachospermorum</i>	dominant							
<i>Phormidium autumnale</i>	xx dominant							
<i>Chamaesiphon britannicus</i>								
<i>Homoeothrix janthina</i>								
<i>Chamaesiphon amethystinum</i>								
<i>Chameasiphon incrustans</i>								
<i>Schizothrix sp2(2-3u, blåilla</i>								
<i>Schizothrix sp4(heteropolar, grå/gul)</i>								
<i>Tolypothrix distorta</i>	xx							
<i>Nostoc</i>	xx							
<i>Rivularia biasoletiana</i>	xx							
<i>Rivularia spp</i>								

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
<i>Oscillatoria spp.</i>	xx dominant							
<i>Phormidium spp.</i>	xx dominant							
<i>Tolypothrix saviczii</i>								
<i>Tolypothrix tenuis</i>								
	ikke observeret							
	Vanlig							
	svært vanlig							

## Vedlegg B. (forts.)

### FORELØPIG UTKAST TIL KLASSIFIKASJONSSYSTEM

(Under utarbeidelse, vi bli utviklet med beskrivelse av enkelte algeindikatorer)

Algenes utvikling er sterkt avhengig av næringstilførsler av fosfor og nitrogen. pH vil imidlertid kunne være bestemmende for algesammensetningen i næringsfattige lokaliteter. Nedenfor er et første utkast til klassifikasjonssystem (tilnærmet i samsvar med SFT's system for total fosfor i vann, TRP = biotilgjengelig fosfor (total reaktivt fosfor), TP = total fosfor). De forsurede vassdragen ligger ofte i klasse 1 eller 2.

**Klasse 1. TRP: < 3 µg P/l (TP: < 6 µg P/l):**

**Klasse 2. TRP: 3 – 6 µg P/l (TP: 6 – 12,5 µg P/l):**

**pH < 6(6.2). Ofte stor dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier**

*Stigonema*

*Hapalosiphon hibernicus/fontinalis*

BG-filtre (trådformige og grenete (1 – 4 µm))

*Merismopedia spp*

*Capsosira brebisoni*

*Gloeocapsa magma*

*Scytnema*

*Stigonema mamillosum*

*Tolypothrix*

*Calothrix*

I sterkt forsurede lokaliteter (pH < 5,5) finnes også forsureningstolerante kiselalger som kan bli dominante, for eksempel *Achnanthes* spp, og diverse båtformede arter (vanskelig å bestemme uten å lage spesialpreparater). Kiselalgene kan bli svært dominante (*Eunotia*, *Frustulia*, *Tabellaria*).

**pH > 6,0(6,2) Ofte avtagende dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier og mer dominans av kiselalger og grønnalger.**

*Stigonema*

*Tolypothrix*

*Chamaesiphon*

*Homeothrix*

*Nostoc*

*Calothrix*

Lokalitetene kan i tillegg ofte være sterkere belastet med næringsstoffer.

**Klasse 3 TRP: 7 – 12,5 µg P/l (TP: 12,5 – 25 µg P/l):** Blågrønnbakterier av rentvannstypen mindre og mindre tilstede. Ofte massiv vekst av kiselalger, spesielt *Tabellaria flocculosa*. Sterk forekomst av grønnalger, for eksempel *Zygnema* og *Bulbochaete* er typisk. Noen steder observeres masseforekomst av rødalgen *Batrachospermum*. Ofte meget stort mangfold av alger.

**Klasse 4-5 TRP > 12,5 µg P/l (TP > 25 µg P/l):** Blågrønnalger av forurensningstypen (*Oscillatoria/Phormidium*) legger seg som et slimaktig belegg på sedimenter/steiner. Mange typer kiselalger, men ikke rentvannsindikatorer. pH ofte > 7

# Vedlegg C Planteplankton 2008

Tabell C1 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra: Nisser, 1			
År	Verdier gitt i mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> (=mg/m <sup>3</sup> våtvekt)		
	2008	2008	2008
Måned	6	8	10
Dag	17	27	7
Dyp	1 m	1 m	1 m
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>			
Merismopedia tenuissima	.	43,3	14,3
<b>Sum - Blågrønnalger</b>	<b>0,0</b>	<b>43,3</b>	<b>14,3</b>
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>			
Botryococcus braunii	.	0,7	.
Chlamydomonas sp. (l=8)	.	.	0,3
Monoraphidium griffithii	4,5	28,2	31,2
Oocystis marssonii	0,3	.	.
Oocystis rhomboidea	.	0,7	0,8
Oocystis submarina v.variabilis	.	1,6	0,2
Spermatozopsis exsultans	.	.	0,2
Staurastrum lunatum	.	1,6	.
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	.	.	0,3
<b>Sum - Grønnalger</b>	<b>4,9</b>	<b>32,8</b>	<b>33,1</b>
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>			
Chrysidiastrum catenatum	0,4	.	.
Chrysococcus spp.	.	0,3	0,3
Chrysolykos skujai	0,3	0,1	.
Craspedomonader	.	0,1	.
Dinobryon borgei	0,1	.	.
Dinobryon crenulatum	1,4	0,8	0,4
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0,7	.	.
Dinobryon divergens	.	1,0	.
Dinobryon sociale v.americanum	0,2	0,9	1,3
Kephyrion sp.	0,3	0,2	.
Løse celler Dinobryon spp.	.	0,5	.
Mallomonas spp.	.	.	0,2
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	1,1	0,6	0,7
Ochromonas spp.	1,8	1,1	1,1
Pseudokephyrion alaskanum	0,2	.	.
Små chrysomonader (<7)	7,8	11,0	4,5
Store chrysomonader (>7)	11,6	9,5	6,9
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	.	.	0,7
<b>Sum - Gullalger</b>	<b>26,0</b>	<b>26,2</b>	<b>16,0</b>
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>			
Asterionella formosa	.	1,1	.
<b>Sum - Kiselalger</b>	<b>0,0</b>	<b>1,1</b>	<b>0,0</b>

<b>Tabell C1 forts. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra: Nisser, 1</b>			
	<b>Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)</b>		
<b>År</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>
Måned	6	8	10
Dag	17	27	7
Dyp	1 m	1 m	1 m
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>			
Cryptomonas marssonii	0,4	.	.
Cryptomonas sp. (I=15-18)	.	.	0,1
Cryptomonas sp. (I=20-22)	1,5	2,2	2,2
Katablepharis ovalis	0,5	0,5	0,2
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,7	0,8	0,6
<b>Sum - Svelgflagellater</b>	<b>3,1</b>	<b>3,5</b>	<b>3,1</b>
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>			
Gymnodinium cf.lacustre	1,2	1,0	1,0
Gymnodinium cf.uberrimum	.	8,4	.
Gymnodinium sp. (I=14-16)	2,1	1,5	1,3
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	6,3	6,0	6,0
<b>Sum - Fureflagellater</b>	<b>9,6</b>	<b>16,9</b>	<b>8,2</b>
<b>My-alger</b>			
My-alger	15,5	23,7	15,2
<b>Sum - My-alge</b>	<b>15,5</b>	<b>23,7</b>	<b>15,2</b>
<b>SUM TOTAL:</b>	<b>59,0</b>	<b>147,5</b>	<b>89,9</b>

<b>Tabell C2 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra: Fyresvatn, 1</b>			
	<b>Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)</b>		
<b>År</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>
Måned	6	8	10
Dag	18	28	8
Dyp	1 m	1 m	1 m
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>			
Merismopedia tenuissima	.	12,9	1,0
<b>Sum - Blågrønnalger</b>	<b>0,0</b>	<b>12,9</b>	<b>1,0</b>
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>			
Crucigenia quadrata	0,4	.	.
Crucigenia tetrapedia	.	.	0,2
Euastrum denticulatum	.	0,3	.
Monoraphidium dybowskii	.	0,3	.
Monoraphidium griffithii	0,2	0,9	0,2
Oocystis rhomboidea	.	.	0,1
Oocystis submarina v.variabilis	0,2	3,9	1,2
Ubest. kuleformet gr.alge (d=5)	.	1,7	1,4
Ubest.ellipsoidisk gr.alge	.	.	0,3
<b>Sum - Grønnalger</b>	<b>0,8</b>	<b>7,2</b>	<b>3,3</b>
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>			
Bitrichia chodatii	.	1,7	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	0,2	.	.
Chrysococcus spp.	0,5	.	0,3
Chrysolykos skujai	0,4	.	.
Cyster av Chrysolykos skujai	0,2	.	.
Dinobryon borgei	.	0,5	0,1
Dinobryon crenulatum	0,8	0,4	.
Dinobryon cylindricum var.alpinum	1,3	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	1,3	.	.
Kephyrion sp.	0,4	0,1	.
Løse celler Dinobryon spp.	0,4	1,4	.
Mallomonas spp.	0,5	.	1,4
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	2,5	2,2	1,1
Ochromonas spp.	1,6	1,3	1,4
Små chrysomonader (<7)	23,1	7,8	7,1
Store chrysomonader (>7)	6,0	1,7	2,6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	1,0	.	0,6
Ubest.chrysophyceae	0,3	0,2	0,1
<b>Sum - Gullalger</b>	<b>40,7</b>	<b>17,4</b>	<b>14,8</b>
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>			
Frustulia rhomboides v.saxonica	.	7,3	.
Surirella linearis	.	2,0	.
Tabellaria flocculosa	0,2	0,4	.
<b>Sum - Kiselalger</b>	<b>0,2</b>	<b>9,7</b>	<b>0,0</b>



<b>Tabell C2 forts. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra: Fyresvatn, 1</b>			
	<b>Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)</b>		
<b>År</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>
Måned	6	8	10
Dag	18	28	8
Dyp	1 m	1 m	1 m
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>			
Cryptomonas sp. (I=20-22)	0,7	1,4	0,7
Katablepharis ovalis	0,7	0,2	.
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,3	0,4	0,2
<b>Sum - Svelgflagellater</b>	<b>1,7</b>	<b>2,1</b>	<b>0,9</b>
<b>Dinophyceae (Fureflagellater)</b>			
Cyster av dinophyceer	2,1	.	.
Gymnodinium cf.lacustre	1,5	0,4	1,0
Gymnodinium cf.uberrimum	.	2,8	.
Gymnodinium sp. (I=14-16)	3,1	.	0,6
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)	5,6	1,4	1,8
Ubest.dinoflagellat	1,9	.	0,5
<b>Sum - Fureflagellater</b>	<b>14,1</b>	<b>4,5</b>	<b>3,9</b>
<b>My-alger</b>			
My-alger	16,1	14,8	8,1
<b>Sum - My-alge</b>	<b>16,1</b>	<b>14,8</b>	<b>8,1</b>
<b>SUM TOTAL:</b>	<b>73,6</b>	<b>68,6</b>	<b>32,0</b>

<b>Tabell C3 Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra: Nesvatn, 1</b>			
	<b>Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)</b>		
<b>År</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>
Måned	6	8	10
Dag	18	28	8
Dyp	1 m	1 m	1 m
<b>Cyanophyceae (Blågrønnalger)</b>			
Chroococcus limneticus	.	.	0,2
Merismopedia tenuissima	0,4	74,9	18,7
<b>Sum - Blågrønnalger</b>	<b>0,4</b>	<b>74,9</b>	<b>18,9</b>
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>			
Chlamydomonas sp. (l=8)	0,9	0,3	.
Cosmarium sp.	0,1	.	.
Euastrum sp.	0,6	.	.
Monoraphidium dybowskii	.	0,3	0,3
Monoraphidium griffithii	0,3	0,2	1,5
Oocystis rhomboidea	.	0,7	0,1
Oocystis submarina v.variabilis	0,9	0,7	0,7
<b>Sum - Grønnalger</b>	<b>2,8</b>	<b>2,1</b>	<b>2,6</b>
<b>Chrysophyceae (Gullalger)</b>			
Bitrichia ollula	.	.	0,5
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)	.	0,4	.
Chrysolykos skujai	0,4	0,3	0,1
Craspedomonader	.	0,2	0,1
Cyster av Chrysolykos skujai	.	.	0,2
Dinobryon crenulatum	1,2	0,8	0,4
Dinobryon cylindricum var.alpinum	0,6	.	.
Dinobryon sociale v.americanum	3,6	0,9	.
Kephyrion sp.	.	0,1	0,1
Løse celler Dinobryon spp.	0,2	0,4	0,4
Mallomonas spp.	1,2	0,5	.
Ochromonas sp. (d=3.5-4)	1,7	0,9	0,7
Ochromonas spp.	1,8	1,9	1,4
Små chrysomonader (<7)	10,2	13,1	5,7
Spiniferomonas bourellyi	0,4	0,4	.
Store chrysomonader (>7)	6,0	6,9	2,6
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)	0,3	1,0	0,3
Ubest.chrysophyceae	0,1	.	.
<b>Sum - Gullalger</b>	<b>27,6</b>	<b>27,9</b>	<b>12,6</b>
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>			
Navicula subtilissima	0,2	.	.
Tabellaria flocculosa	<b>0,4</b>	.	.
<b>Sum - Kiselalger</b>	<b>0,6</b>	<b>0,0</b>	<b>0,0</b>

<b>Tabell C3 forts. Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra: Nesvatn, 1</b>			
	<b>Verdier gitt i mm<sup>3</sup>/m<sup>3</sup> (=mg/m<sup>3</sup> våtvekt)</b>		
<b>År</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>	<b>2008</b>
Måned	6	8	10
Dag	18	28	8
Dyp	1 m	1 m	1 m
<b>Cryptophyceae (Svelgflagellater)</b>			
Cryptomonas marssonii	.	.	0,3
Cryptomonas sp. (I=15-18)	.	.	0,1
Cryptomonas sp. (I=20-22)	1,0	1,3	2,9
Katablepharis ovalis	0,1	0,2	.
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)	0,5	0,4	0,5
<b>Sum - Svelgflagellater</b>	<b>1,6</b>	<b>1,9</b>	<b>3,8</b>
<b>Xanthophyceae (Gulgrønnalger)</b>			
Isthmochloron trispinatum	0,3	0,2	.
<b>Sum - Gulgrønnalger</b>	<b>0,3</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>
<b>My-alger</b>			
My-alger	14,5	23,6	14,4
<b>Sum - My-alge</b>	<b>14,5</b>	<b>23,6</b>	<b>14,4</b>
<b>SUM TOTAL:</b>	<b>60,2</b>	<b>136,1</b>	<b>59,0</b>

# Vedlegg D Zooplankton og littorale krepsdyr

<b>Vedlegg D.1.</b>									
<b>Prosentvis sammensetning av zooplanktonet i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn i 2008</b>									
	17.06.08	27.08.08	07.10.08	18.06.08	28.08.08	08.10.08	18.06.08	28.08.08	08.10.08
	Nisser	Nisser	Nisser	Fyresvatn	Fyresvatn	Fyresvatn	Nesvatn	Nesvatn	Nesvatn
<b>Vannlopper</b>									
Diaphanosoma brachyurum (Lièv.)			0,1						
Holopedium gibberum Zadach	25,4	16,1	2,2	12,8	25,4	12,4	2,0	1,1	0,1
Bosmina longispina Leydig	12,2	18,7	48,3	26,6	12,5	18,5	2,6	4,0	7,9
Polyphemus pediculus (Leuck.)	3,8	0,2		0,2	8,1	0,7			
Bythotrephes longimanus Leydig			0,1	0,1	0,2		+	+	
Leptodora kindti Focke	0,2	0,2		0,2	0,2	0,2		0,1	
andre				0,1			+	+	
<b>Hoppekreps</b>									
Acanthodiptomus denticornis (Wierz.)		0,9							
Eudiptomus gracilis Sars				0,1	6,3	3,4	2,1		29,1
Mixodiptomus laciniatus (Lillj.)	14,8	26,7	8,3	5,0	19,1	3,0	32,8	35,7	0,4
Heterocope saliens (Lillj.)	4,1	3,7	1,5	0,4			0,2	0,1	0,3
cal indet.						1,8			
cal naup	2,2	0,2		6,9	8,6	0,2	11,7	0,2	
Cyclops scutifer Sars	36,5	33,4	39,3	46,4	19,8	59,7	48,4	58,3	62,0
Mesocyclops leuckarti (Claus)	0,5		0,1				0,1		
cycl. stor naup.	0,3		0,1	1,1			0,1	0,3	0,1
<b>Ant ind pr m<sup>3</sup></b>	<b>2046</b>	<b>1497</b>	<b>2676</b>	<b>2945</b>	<b>1971</b>	<b>1419</b>	<b>12706</b>	<b>6799</b>	<b>3770</b>

<b>Vedlegg D.2.</b>									
<b>Sammensetning av hjuldyr i Nisser, Fyresvatn og Nesvatn * &lt; 1% ** 1-10% *** &gt; 10%</b>									
	17.06.08	27.08.08	07.10.08	18.06.08	28.08.08	08.10.08	18.06.08	28.08.08	08.10.08
	Nisser	Nisser	Nisser	Fyresvatn	Fyresvatn	Fyresvatn	Nesvatn	Nesvatn	Nesvatn
<b>Hjuldyr</b>									
Keratella sp	*	*	*	*	*	**	**	*	*
Kellicottia longispina (Kellicott)	**	***	***	***	***	***	***	***	***
Conochilus unicornis/Rousselet/									
hippocrepes (Schrank)	***	***	***	***	***	***	***	**	***
Polyarthra dolichoptera (Idelson)	**	***	***	**	***	**	**	**	**
Ploesoma sp	*	*	*		*	*			
Collotheca sp.	**	*		*	*	*	**		*
Ashpl	**								
<b>Ant ind pr m<sup>3</sup></b>	<b>1890</b>	<b>12394</b>	<b>19752</b>	<b>39672</b>	<b>8423</b>	<b>3805</b>	<b>2542</b>	<b>5718</b>	<b>2159</b>

<b>Vedlegg D.3.</b>											
<b>Registrerte litorale krepsdyrarter i Arendalsvassdraget i 2008</b>											
<b>Stasjon</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>Fyresv.</b>	<b>Nesv.</b>	<b>Nisser</b>
<b>Vannlopper</b>											
Diaphanosoma brachyurum (Liév.)T							x				
Sida crystallina (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x		x	x	
Holopedium gibberum Zaddach							x	x	x	x	x
Ceriodaphnia quadrangula (O.F.M.)	x			x	x						
Scapholeberis mucronata (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x		x		x
Simocephalus vetula (O.F.M.)		x		x	x	x	x			x	
Bosmina longispina Leydig	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Acantholeberis curvirostris (O.F.M.)			x		x	x					
Lathonura rectirostris (O.F.M.)		x									
Ophryoxus gracilis Sars		x	x	x	x	x	x	x	x	x	
Streblocerus serricaudatus (Fisch.)		x	x		x					x	
Acroperus harpae (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alona affinis (Leydig)		x	x	x	x	x	x	x			x
Alona guttata Sars	x	x	x	x	x	x	x			x	x
Alona intermedia Sars			x				x				
Alona karelica Steinroos				x		x	x				
Alona rustica Scott	x		x	x	x	x		x	x	x	x
Alonella excisa (Fischer)	x	x	x	x	x	x			x	x	x
Alonella exigua (Fischer)		x	x	x						x	
Alonella nana (Baird)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alonopsis elongata Sars	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x
Camptocercus rectirostris Schoedler						x					
Chydorus piger Sars			x		x						
Chydorus sphaericus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Eurycercus lamellatus (A.F.M.)	x	x		x	x	x	x		x	x	
Graptoleberis testudinaria (Fischer)	x	x									
Pleuroxus truncatus (O.F.M.)	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Rhynchotalona falcata Sars					x				x		x
Polyphemus pediculus (Leuck.)	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Bythotrephes longimanus Leydig										x	
<b>Hoppekreps</b>											
Eudiaptomus gracilis Sars							x			x	
Mixodiaptomus laciniatus (Lillj.)				x				x	x	x	x
Heterocope saliens (Lillj.)									x	x	x
Macrocyclops albidus (Jur.)	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Macrocyclops fuscus (Jur.)		x		x	x		x				x
Eucyclops denticulatus (A. Graet.)	x	x	x		x		x				
Eucyclops macruroides (Lillj.)					x						
Eucyclops macrurus (Sars)	x	x					x	x			x
Eucyclops serrulatus (Fisch.)	x	x		x	x	x	x	x	x	x	x
Eucyclops speratus (Lillj.)	x	x		x	x						x
Paracyclops affinis Sars	x	x		x		x	x				
Paracyclops fimbriatus (Fisch.)											
Paracyclops poppei						x					
Cyclops scutifer Sars				x				x	x	x	x
Megacyclops viridis (Jur.)		x		x		x				x	
Acanthocyclops capillatus (Sars)			x	x	x	x	x		x		
Acanthocyclops robustus Sars		x					x		x	x	x
Diacyclops nanus (Sars)			x			x		x			
Mesocyclops leuckarti (Claus)			x								
<b>Antall arter vannlopper</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>19</b>	<b>21</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>11</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>14</b>
<b>Antall arter hoppekreps</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
<b>Tot antall krepsdyrarter</b>	<b>21</b>	<b>28</b>	<b>24</b>	<b>28</b>	<b>28</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>17</b>	<b>20</b>	<b>23</b>	<b>23</b>

# Audna

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

#### Nøkkeldata

Vassdragsnr:	023.Z
Fylke, kommuner:	Vest-Agder fylke, Audnedal og Lindesnes kommuner
Areal, nedbørfelt:	450 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Kun i Trylandselva (sideelv): Tryland kraftverk
Middelvannføring:	Ca 20 m <sup>3</sup> sek <sup>-1</sup>
Lakseførende strekning:	Ca 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn.
Kalket siden:	1985

Audnadalsvassdraget renner gjennom Audnedalen i Audnedal og Lindesnes kommuner. Audna har sitt utspring i Grinheimsvatnet øverst i Audnedalen, renner gjennom Øvre- og Ytre Øydnavatn og munner ut i Sniksfjorden. Av elvas lengde på ca 55 km er den laks- og sjøaureførende strekningen ca. 30 km fra brakkvannssonen ved Bustad til utløpet av Ytre Øydnavatn. Store deler av elva er jevnt hellende med grus- og steinbunn, med unntak av relativt kraftige stryk fra Tryland til Gislefoss. Det 450 km<sup>2</sup> store nedbørfeltet er dominert av gneiser og granitter. Trylandselva, som er et sidevassdrag som renner inn i hovedløpet ved Tryland, har vært regulert siden 1922.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for tiltak:	Laksebestanden døde ut på 1970-tallet grunnet forsurening.
Biologisk mål:	Å sikre en vannkvalitet som muliggjør reproduksjon av laks og andre organismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdraget uten forurensning.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,2 i perioden 15.02-31.03, pH 6,4 i perioden 01.04-31.05 og pH 6,0 resten av året.
Kalkingsstrategi:	Kalking med to doseringsanlegg (Stedjan og Tryland) siden 1985, Ytre Øydnavatn ble kalket med 890 tonn kalksteinsmel i 1985, og siden 1994 har det hvert år blitt kalket i ulike innsjøer og bekker i vassdraget.

Kalkingsdata er innhentet fra Fylkesmannen i Vest-Agder v/miljøvernavdelingen.

Kalk benyttet ved de ulike dosererne de siste 5 årene er vist i **Tabell 1.1**.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk (tonn) i Audna i 1994 og i perioden 2004 – 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100 % kalk. Det ble benyttet kalktype NK3 ved dosererne. Tallene i parentes er antall kalkede innsjøer.

År	1994	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer v/ Tryland	1720	218	220	542	584	843
Doserer v/ Stedjan	1462	845*	800	882	353	663
Sum kalk doserere	3182	1063	1020	1424	937	1506
Innsjøer	-	182	108	181 (19)	234 (25)	206 (26)
<b>Sum kalk totalt</b>	<b>3182</b>	<b>2308</b>	<b>1020</b>	<b>1606</b>	<b>1170</b>	<b>1711</b>

\* ca. 30% av dette er skjellmel

I 2008 ble det tilført 843 tonn kalk til dosereren ved Tryland, og 663 tonn kalk ved Stedjan. Det ble benyttet betydelig mer kalk i 2008 (60% økning) ved kalkdosering enn forrige år. Nedbøren var mer enn 20% høyere i 2008 enn forrige år. Vannføringen forventes dermed også å ha vært høyere.

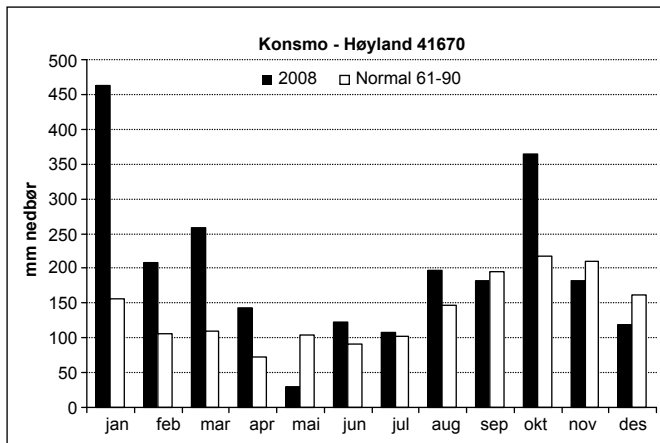
Det har vært en generell nedgang i mengde tilført kalk ved begge doseringsanleggene fra begynnelsen av 1990-tallet. Nedgangen har vært størst ved Tryland hvor det på det meste har vært tilført over 1700 tonn kalk (1994), og ved Stedjan ble det samme år tilført nær 1500 tonn kalk.

Det ble i tillegg tilført 206 tonn kalk i innsjøene i 2008, noe som er på nivå som tilført forrige år.

### 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon ved Konsmo-Høyland (**Figur 1.1**)

Årsnedbør 2008:	2380 mm
Normalt:	1670 mm
% av normalen:	143



**Figur 1.1.** Månedlig nedbør i 2008, og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon ved Konsmo-Høyland (Meteorologisk institutt, 2009).

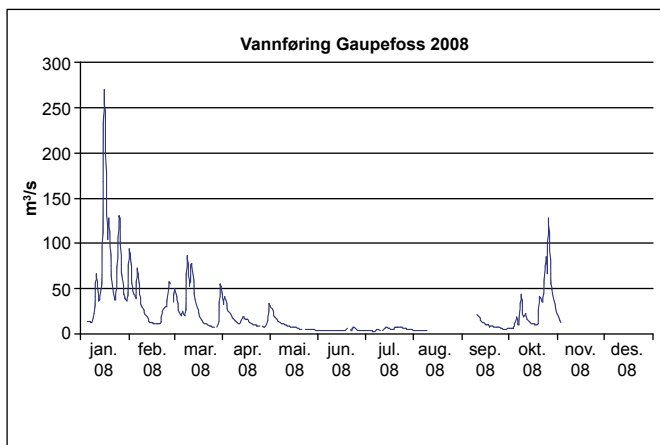
I tidligere rapporter har nedbørdata fra stasjon Vigmostad 41640 vært presentert. Ettersom data fra denne stasjonen var sterkt mangelfulle for 2008, er stasjonen Konsmo-Høyland som ligger lenger opp i nedbørfeltet, presentert.

Som vist i **Figur 1.1** var nedbøren meget høy i januar, og oktober og meget lav i mai, noe som forventes å kunne ha betydning for vannkvaliteten.

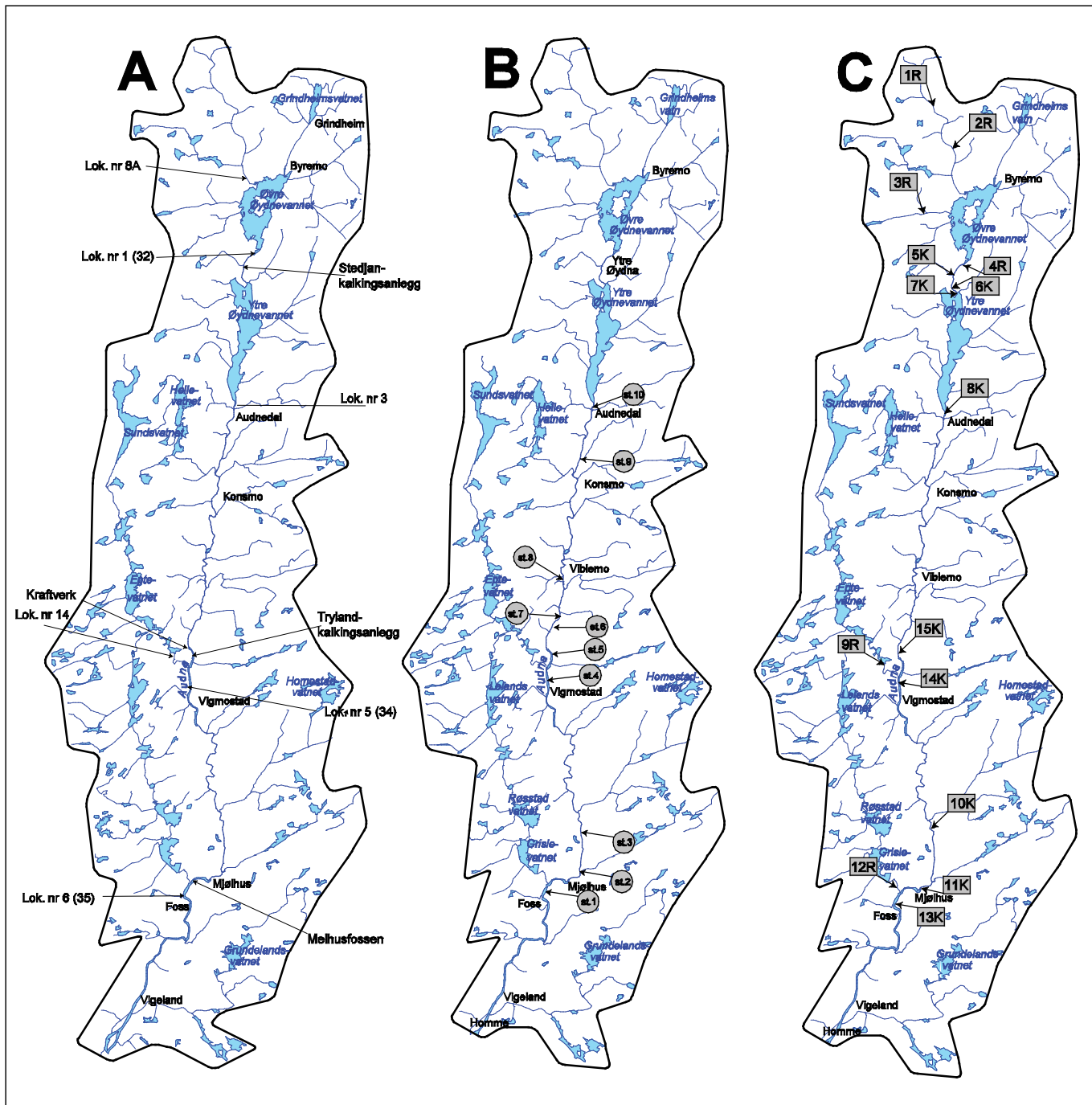
Vannføringen i Audna ved Gaupefoss er vist i **Figur 1.2**.

## 1.4 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemi, fisk og bunndyr i Audna er vist i **Figur 1.3**.



**Figur 1.2.** Vannføring (døgnverdier) i 2008 ved stasjon Gaupefoss (NVE 2009).



Figur 1.2. Nedbørfeltet til Audna, med A) plassering av kalkdoserere og stasjonsnett for vannkjemisk overvåking, B) stasjonsnett for ungfiskundersøkelser og C) stasjonsnett for prøvetaking av bunndyr.



# 2 Vannkjemi

Forfatter: Mona Weideborg og Milla Juutilainen

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

Datasammenstilling er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen, Aquateam**. Prøvetaker har vært: **Dag Ekeland, Audna kommune**. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget, NIVA**. De kjemiske analysene er gjort av Analycen. Vannkjemisk overvåking i Audna har pågått årlig siden 1985. En evaluering av overvåkingsprogrammet i Audna ble foretatt i 1996 (DN 1996).

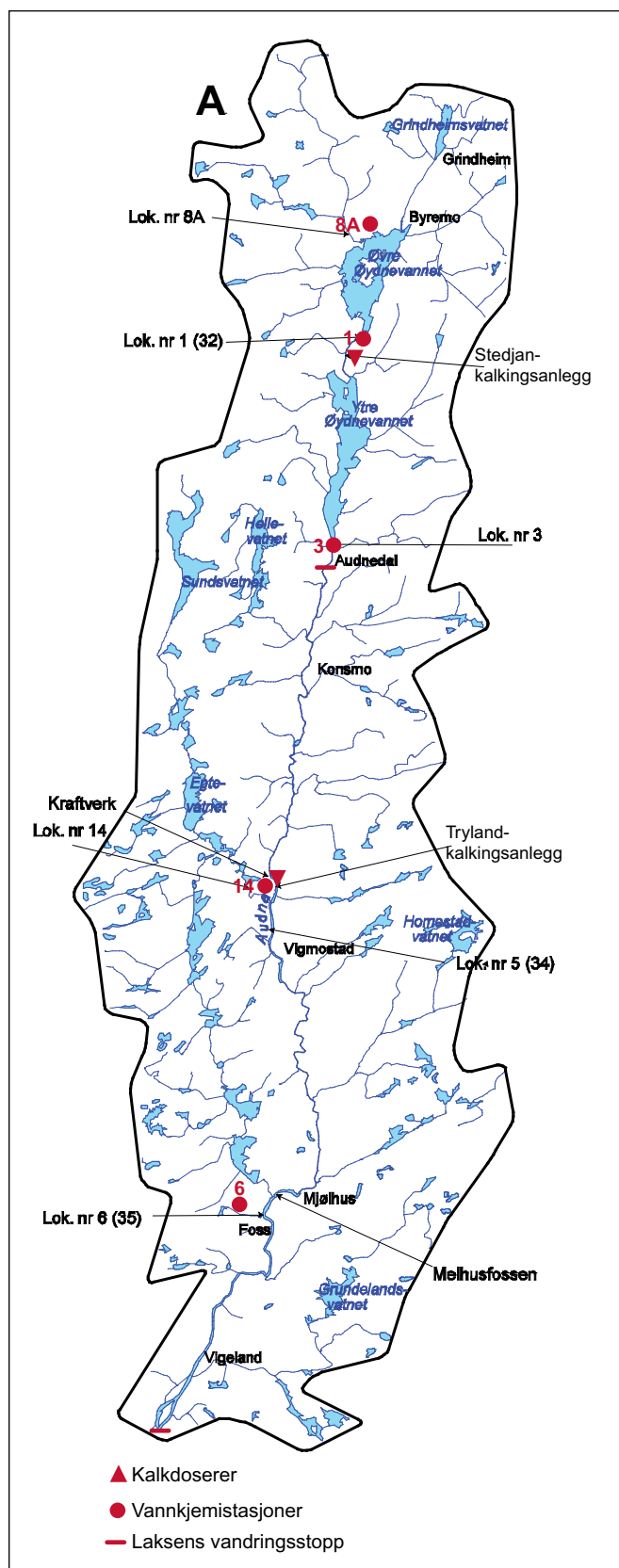
I hovedvassdraget var det opprinnelig etablert seks stasjoner for vannkjemisk overvåking (L1-L6). Stasjonene L2 og L4 ble tatt ut av programmet i 1995, og det er siden kun periodevis blitt tatt prøver fra disse stasjonene. Stasjon L5 Tryland ble tatt ut fra og med juni 2006. Vannkjemien i 2008 er fulgt på tre (L1, L3 og L6) av de seks opprinnelige hovedstasjonene samt sidevassdragene Våråna (stasjon L8A) og Trylandsvassdraget (stasjon L14). Alle overvåkingsstasjonene for 2007 er avmerket på **Figur 1.3**.

Det ble gjennomført tolv prøvetakingsrunder av Aquateam i denne rapporteringsperioden, og tillegg ble det tatt ukentlige prøver i april og mai på stasjon 6 Melhusfossen.

## 2.2 Resultater

### 2.2.1 Resultater for 2008

Resultater fra den manuelle prøvetakingen i 2008 er vist i primærtabellen i Vedlegg A. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.



Nedbørfeltet til Audna, med A) plassering av kalkdoserere og stasjonsnett for vannkjemisk overvåking.

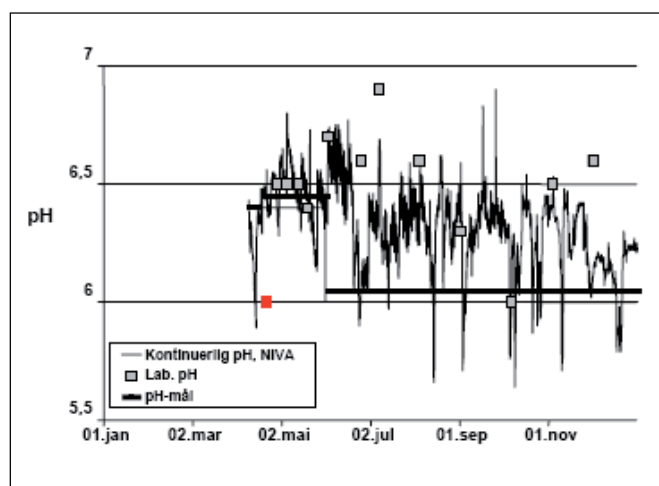
**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) for fem stasjoner i Audnavassdraget i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
1	Oppstr. kalking	Mid	5,7	0,9	8	33	4,4	36
		Min	5,2	0,7	5	4	3,2	9
		Max	6,3	1,1	21	64*	5,9	79
		N	12	12	12	11	12	12
3	Audnedal	Mid	6,4	1,8	19	12		
		Min	5,3	1,6	5	8		
		Max	6,7	2,2	53	42*		
		N	12	12	12	11		
6	Melhusfossen	Mid	6,4	2,0	40	12	3,8	82
		Min	5,8	1,6	5	2	2,5	45
		Max	6,9	3,4	74	78*	6,1	164
		N	18	18	18	17	12	12
8a	Våråna	Mid	5,8	1,3	13	32		
		Min	4,9	0,6	0	6		
		Max	6,7	2,4	74	79*		
		N	12	12	12	11		
14	Trylandsvassdraget (ukalket)	Mid	5,5	0,8	5	46		
		Min	5,0	0,6	0	9		
		Max	6,4	1,6	11	111*		
		N	12	12	12	11		

\*Prøve fra oktober er ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI.

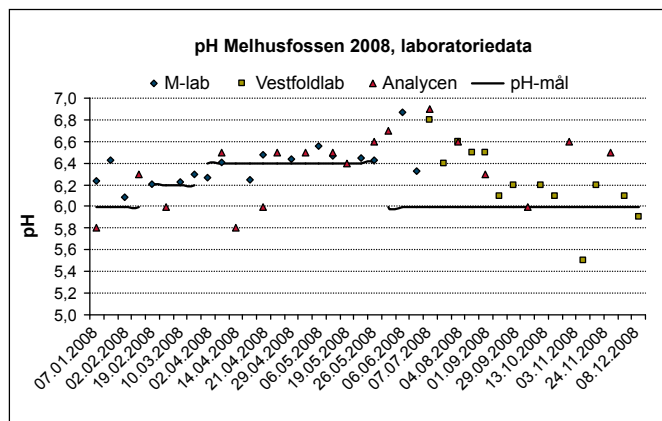
## 2.2.2 Vannkjemisk måloppnåelse i 2008

pH-overvåkingsstasjonen ved Melhusfossen ble etablert av NIVA i april 2008. Den er plassert rett oppstrøms fossen på østsiden av elva, slik at ikke vann til pH-måling skal påvirkes av effekter fra en stor sidebekk på vestsiden (Grislebekken). I den første tiden etter at stasjonen ble operativ var målingene ikke helt stabile. Elektrodene reagerte mye ved rensing. Derfor er droppene under pH-målet i denne perioden muligens ikke reelle. Likevel danner pH-kurven et bilde på utviklingen. Data fra stasjonen er stabile fra juli og ut året. De viser at pH ved noen tilfeller ble for lav i forhold til definert mål. Ved de fleste tilfellene oppsto uønsket lav pH i kort tid. Imidlertid ble pH redusert til 5,8 i en periode på over 3 dager midt i desember.



**Figur 2.1.** Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet nederst i Audna ved Melhusfossen. Stasjonen ble etablert i 2008 og ble operativ fra midten av april. Laboratoriemålinger er markert med kvadrater. Usikre laboratoriemålinger er merket med rødt. pH-målet gjennom året er markert.

**Figur 2.2** viser sammenstilte data fra de laboratorieanalyserne som er gjennomført av prøver fra Melhusfossen. Analysene i DNS dosererkontroll ble gjennomført av M-lab AS fram til juli, og av Vestfoldlab resten av året. Som vist i figuren, samsvarer ikke alltid disse resultatene med hverandre og heller ikke med data fra automatisk pH-overvåking. Men man kan også ut fra disse data konkludere med at vannkvaliteten på den fiskeførende strekningen av Audna, her representert ved målområde Melhusfossen, var i deler av 2008 utilfredsstillende sammenliknet med de mål som er satt med hensyn på pH. Dette gjelder også om våren.



**Figur 2.2.** Resultater fra vannprøver fra Audna i 2008. Analysene er gjennomført ved 3 laboratorier dosererkontrollen: (M-lab og Vestfoldlab; Effektkontrollen: Analycen).

### 2.2.3 Kalkede deler av vassdraget

#### Audna v/Melhusfossen (L6)

Langtidsutviklingen i vannkvaliteten på stasjon L6 viser at det har skjedd en markert bedring etter at kalkingen startet i 1985 (**Figur 2.4**). Før kalking ble etablert i 1985 lå pH i gjennomsnitt på 5,2, mens fra 1987 og årene frem til 1998 har pH vært høyere enn 6,2 gjennom store deler av året. pH og andre vannkjemiske parametere viste noe større variasjon i perioden 1998-2001, mens det i de seks siste årene igjen har vært en mer stabil vannkvalitet (**Figur 2.4** og **2.5**) men gjennomsnittlig lavere pH-verdier. Det var større variasjon i pH og kalsium verdiene i 2008 enn i 2007. Den laveste pH i 2008 for denne stasjonen var 5,8 hvilket var 0,3 enheter lavere enn i 2007. Kalsiumkonsentrasjonen i 2008 var tilsvarende som forrige år, men konsentrasjonen av labilt aluminium var noe høyere. Dette skyldes i hovedsak en meget høy verdi i en prøve tatt 6. oktober (**Figur 2.3**).

Den gjennomsnittlige TOC konsentrasjonen i 2008 var noe lavere enn forrige år. Nivåene for øvrige vannkjemiske parametere i 2008 (**Vedlegg A**) skiller seg ikke vesentlig ut fra målinger foretatt de senere år.

#### Audna mellom Audnedal og Tryland, utløp av Øydnavatn (L3)

pH, kalsium og LAI i 2008 var som forrige år. Den høyeste målte LAI verdi i 2008 var 21 µg/l som forrige år

### 2.2.4 Ukalkede deler av vassdraget

#### Oppstrøms kalkdoserer ved Stedjan (L1)

På referansestasjonen, oppstrøms kalkdoserer ved Stedjan (L1), har årsgjennomsnittet for pH gjennomgående ligget på ca. 5,0 fra 1985 til 1991 (**Figur 2.4**). Senere har det skjedd en bedring i vannkvaliteten. Fra 1996 fram til og med 2001 lå årsgjennomsnittet for pH omkring 5,5, og har de siste årene økt ytterligere til omkring 5,7. pH-verdiene i 2008 varierte mellom 5,2 og 6,3 med et årsgjennomsnitt på 5,7. Data for ulike aluminiumsfraksjoner i perioden 1998 – 2005 har ikke vært tilgjengelig for Aquateam. LAI har tidligere stort sett ligget mellom 100 og 250 µg/l og har gradvis gått ned fra omkring 100 µg/l frem til og med 1994. LAI verdiene i 2008 lå mellom 4 – 64 µg/l, hvilket var litt lavere enn forrige år (11-89 µg/l, 2007). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var lavere enn 20 µekv/l i store deler av året (**Figur 2.3**).

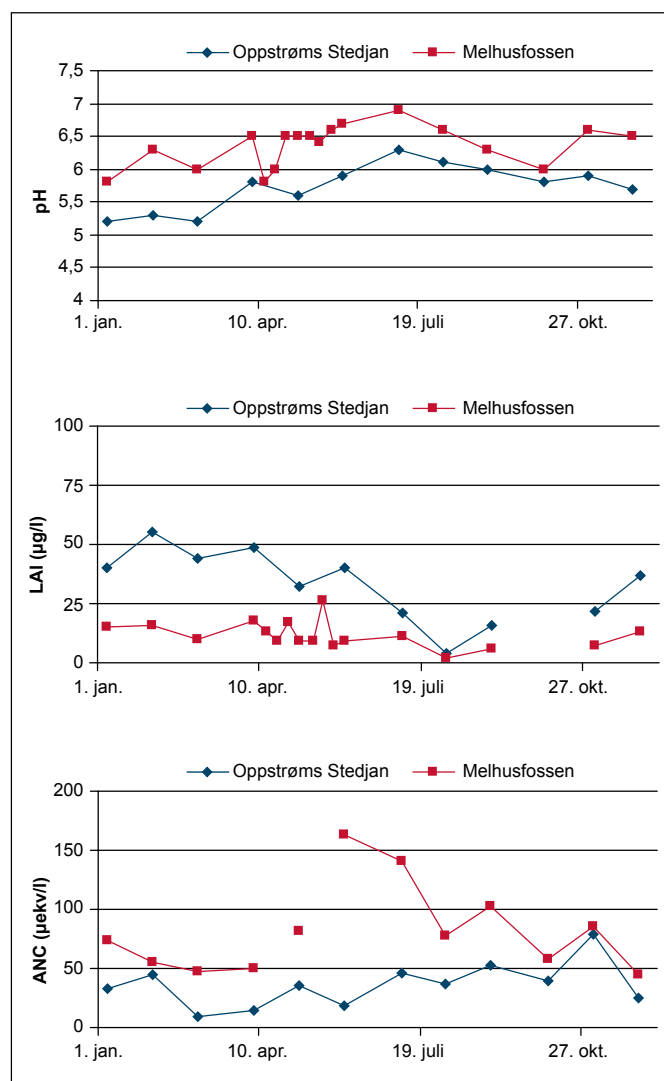
#### Våråna, utløp til Øydnavatn (L8)

I øvre del av nedbørfeltet tilføres Audna surt vann fra sidevassdraget Våråna (L8). Årsgjennomsnittet for pH var gjennomgående lavere enn 5,0 fram til og med 1993 (**Figur 2.3**). Etter det har utviklingen i pH vært positiv, men med til dels store svingninger gjennom året. Det legges årlig ut skjellsand i de øvre delene av vassdraget (på grensen mellom Audnedal og Hægebostad). Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var 5,8 og varierte mellom 4,9 – 6,7 (**Tabell 2.1**). De laveste pH verdiene ble registrert i begynnelsen på året. pH verdiene var generelt høyere i 2008 enn året for. Det ble også målt høyere kalsium konsentrasjoner og høyere alkalinitet i 2008 jamført med forrige år. De målte LAI konsentrasjonene var lavere i 2008 enn året før, utviklingen i LAI har generelt vært positiv siden 1988, men med til dels store svingninger gjennom året (**Figur 2.4**). Innholdet av LAI varierte fra 6 til 79 µg/l med et årsgjennomsnitt på 32 µg/l (**Tabell 2.1**). Vannkvaliteten kan synes å ha forbedret seg, men i store deler av året er vannkvaliteten i Våråna fortsatt lite tilfredsstillende for overlevelse av fisk. Tidligere undersøkelser har vist at de til dels store variasjonene i vannkvaliteten i denne delen av vassdraget synes å ha en klar sammenheng med vannføringen.

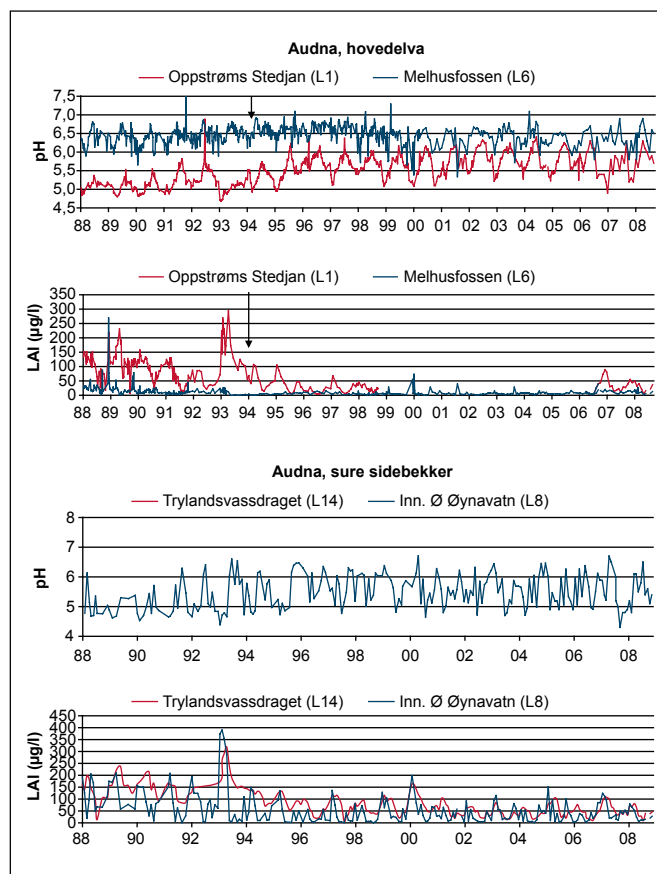
#### Trylandsvassdraget (L14)

Vannet i Trylandsvassdraget er meget surt. Årsgjennomsnittet for pH på denne stasjonen har vært ca. 4,8 fram til 1994 og har deretter gradvis økt (**Figur 2.3**). I 2008 varierte pH mellom 5,0 og 6,4 med et årsgjennomsnitt på 5,5 (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). Årsgjennomsnittet for LAI i 2007

var 46  $\mu\text{g/l}$  og varierte mellom 9 og 111  $\mu\text{g/l}$ . LAI konsentrasjonene var noe lavere i 2008 enn året før. Vannkvaliteten kan synes å ha forbedret seg siste årene (**Figur 2.5**).



**Figur 2.3.** Utvikling av pH, giftig aluminium (LAI) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2008 ved referansestasjon (Stedjan) og kalket stasjon Melhusfossen i Audna.



**Figur 2.4.** Giftig aluminium (målt som UM-Al eller LAI) i perioden 1985-2008 på stasjon Audna oppstrøms kalkdoserer v/ Stedjan (L1), Audna v/ Melhusfossen (L6), Vårånalinnløp Øvre Øynavatn (L8) og Trylandsvassdraget (L14). Dosererkalking startet i 1985, og siden 1994 har det også blitt kalket i bækker og innsjøer i vassdraget. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>, Finn Smedstad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

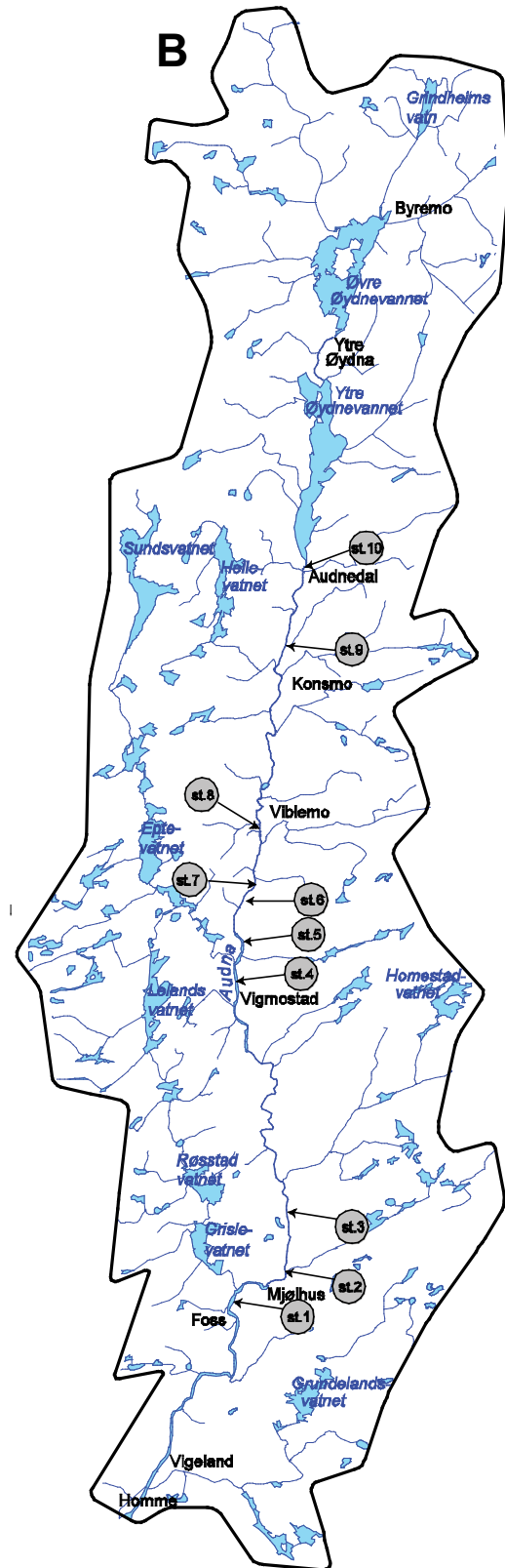
Etter kalkingen av Audna i 1985 har det vært gjort omfattende utsetninger av laks i vassdraget. Fra 1996 til 2002 ble det satt ut startfåret lakseyngel. Disse var fettfinneklippet, noe som gjorde det mulig å skille mellom settefisk og naturlig reprodusert laks. Dette har gjort det mulig å gi et mål på den naturlige rekrutteringen av laks. Disse utsetningene opphørte fra og med 2003. Kultiveringen baserer seg i dag på utlegging av øyerogn av laks på strekningen oppstrøms Gislefoss.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 11 stasjoner på lakseførende del av vassdraget i september 2008. Ti av disse lokalitetene har inngått i undersøkelsen siden 1991, og ligger på strekningen fra utløpet av Ytre Øydnavatn til like nedstrøms Melhusfossen (Figur 3.1). I 2006 ble lagt inn ytterligere en stasjon på denne strekningen, stasjon 4B, på motsatt bredd i forhold til stasjon 4. I tillegg er det i de senere år fisket på en stasjon som ligger i innløpselven til Øvre Øydnavatn noen 100 m nedstrøms kalkingsanlegget. Elven er her delvis kanalisert med store runde stein. Stasjonen er valgt fordi anadrom fisk før eller siden trolig vil vandre opp gjennom Øydnavatna og da kunne komme til å gyte her.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfiskundersøkelser

Antall laks- og ørretunger fanget i 2008 var relativt lavt. For laks var antallet litt lavere enn i 2007, mens antall ørret var litt høyere. Til sammen ble det fanget 337 laksunger og 73 ørretunger (Tabell 3.1). Det ble funnet laksunger og ørretunger på alle stasjonene nedenfor Ytre Øydnavatn, mens det bare ble funnet ørretunger på stasjonen ovenfor vannet. Ål ble funnet på tre av stasjonene på lakseførende strekning, mens det helt nederst ble funnet skrubbeflyndre. Niøye ble påvist på de fire nederste stasjonene.



Figur 3.1. Kart over Audna med lokaliteter for innsamling av fisk.

**Tabell 3.1.** Antall fisk av ulike arter fanget og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Audna i september 2008. Totalestimatet er uten stasjon 4B.

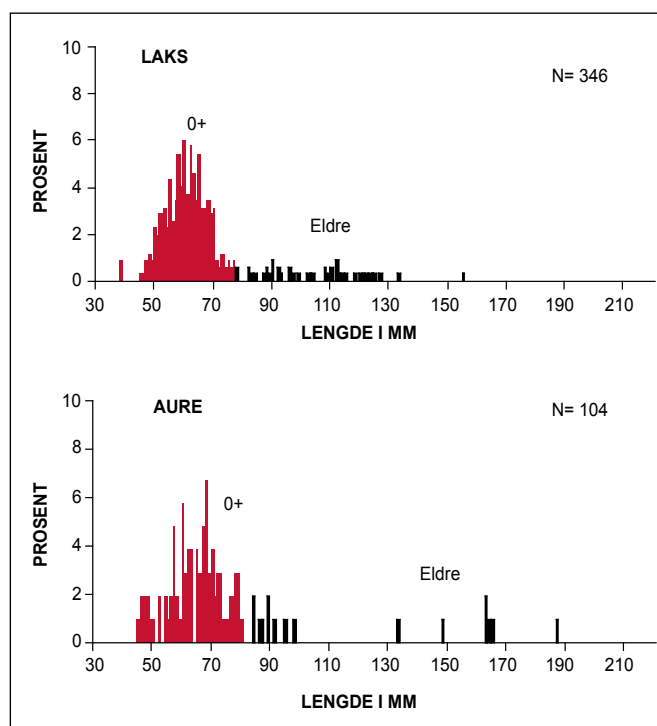
Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk					Laks N/100 m <sup>2</sup>		Ørret N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Niøye	Skrubbe	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	89	71	2	1	4	0	60	25	2	0
2	99	14	5	2	0	0	12	3	5	0
3	98	5	15	1	0	0	2	3	13	3
4	100	23	5	7	0	3	13	11	3	2
4B	100	14	1	0	0	0	14	0	1	0
5	100	14	1	0	0	0	14	0	1	0
6	100	29	6	0	0	6	20	10	6	1
7	99	39	9	0	0	0	38	7	8	2
8	99	86	12	0	0	0	78	16	12	0
9	100	29	9	0	0	0	28	4	14	0
10	135	13	8	0	0	4	2	7	5	1
1-10	1119	337	73	11	4	13	25 ± 1	8±0,4	10 ± 1	1 ± 0,1
Gjsn.							26± 14	8±4	6,9 ± 3	1 ± 1
11	59	0	41	0	0	0	0	0	70 ± 2	0

### Laks

Den totale tettheten av årsunger av laks ble høsten 2008 beregnet til 25 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.3). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var bare 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 1 og 8, men stasjon 7 og 9 hadde også relativt høye tettheter av 0+. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble også funnet på stasjon 1, som var den eneste lokaliteten med flere enn 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Eldre laksunger ble ikke funnet på stasjon 4B og 5.

### Ørret

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til bare 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre ørretunger var svært lav, bare 1 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Høyest tetthet av årsunger ble beregnet på stasjon 3, 8 og 9, som alle hadde flere enn 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Årsunger ble funnet på alle stasjonene, mens det var eldre ørretunger bare på fem av lokalitetene på lakseførende strekning. De høyeste tetthetene av ørret ble imidlertid funnet på stasjon 11, ovenfor Ytre Øydnavatn. Tettheten her ble beregnet til 70 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Det ble her bare funnet både årsunger.

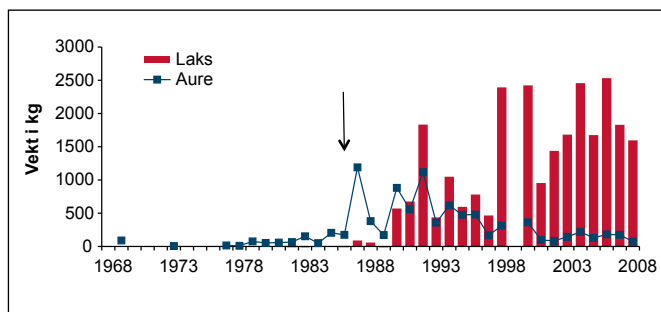


**Figur 3.2.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Audna i perioden 1991 til 2008. Data før 2006 er hentet fra Barlaup et al. (2006).

### 3.3.2 Fangststatistikk

Fangststatistikken for laks og sjøørret viser en klar økning i fangst i forhold til årene før kalkingen startet i 1985 (Figur 3.3). De første årene etter kalkingstart var fangsten av laks ubetydelig, og det ble fram til 1990 fanget langt mer sjøørret. Fangstene av laks økte i 1990, men i flere av årene fram til 1998 var fangsten av sjøørret like stor. En markert økning i laksefangstene kom i 1998 med 2393 kg. Flere av årene deretter har fangster over to tonn, med fangsten i 2006, 2532 kg, som et foreløpig maksimum. Fangsten i 2008 på 1596 kg er moderat og den laveste siden 2002. De relativt høye fangstene av laks i perioden 1998-2007 tyder på at fangstene er i ferd med å stabilisere seg på et betydelig høyere nivå sammenliknet med fangstene tidligere på 1990-tallet.

Sjøørretfangstene er imidlertid nå langt lavere og syntes å ha stabilisert seg på nivå mellom 150 og 200 kg. Imidlertid er fangstene av ørret i 2008 betydelig lavere enn i forhold til tidligere og er den laveste fangsten siden før kalking.



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjøørret i Audna i perioden 1969 til 2008. Det er ikke oppgitt fangster i 1999. Pil angir tidspunkt foroppstart av kalking.

### 3.3 Diskusjon

Bestandstettheten 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 total-estimat for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene er stor, og metoden er ikke brukt i vurderingene.

Det fremkommer til dels store årlige variasjoner i tetthet av fiskeunger i Audna. Årlige variasjoner i fisketetthet i Audna kan skyldes forhold knyttet til vannføring, der lav vannføring under elektrofiske gir høyere tettheter pr. arealenhet, mens høy vannføring kan gi lavere tettheter. At høy vannføring kan gi lavere tettheter skyldes større spredning av fisken (Saksgård og Heggberget 1990). Ved lav vannføring vil forholdet bli motsatt og gi høyere tetthet pr. arealenhet (Jensen og Johnsen 1988). I 2004 (lave tettheter) var for eksempel vannføringen høyere enn i 2005 både før og under selve elektrofiske. Vannføringen var imidlertid ikke spesielt høy ved undersøkelsene i 2001 (lave tettheter), men den var høyere enn i 2002 som hadde de høyeste tetthetene og den laveste vannføringen. Den lave tettheten som ble beregnet i 2006 lot seg ikke forklare med høy vannføring under elektrofiske (Saltveit *et al.* 2007).

Variasjoner mellom år må brukes med forsiktighet, da andre årsaker enn ulik rekruttering og dødelighet mellom år kan være årsak til at det enkelte år beregnes mye fisk og lite i andre år. Effekt av vannføring vil i langt større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne områder, der selv små endringer i vannføring får betydning for størrelsen på det vanddekkete areal.

I Audna har det funnet sted store endringer i substrat siden kanaliseringene på 1980-tallet. I de nedre deler av elva er det mye sand og grus, og på enkelte områder så mye at bare større stein er synlige. For eksempel ble stasjon 2 som ligger ved Ertseid flyttet i 2002 grunnet "ørkendannelse" på gammel stasjon (Sven Erik Gabrielsen, pers. medd). Det var tidligere kålhodestore steiner på denne stasjonen. I 2003 ble det bemerket at den nye stasjon 2 også var sedimentert igjen. Ustabile forhold og mye sand og grus er en medvirkende årsak til at det nå beregnes lavere tettheter av fiskeunger i elva, men forholdene i 2007 og 2008 var sannsynligvis bedre med hensyn på sedimenter enn i 2006.

Tettheten av årsunger (0+) beregnet i 2008 (25 laks pr. 100 m<sup>2</sup>) var lavere enn i 2007, men langt høyere enn i 2006 da tettheten var på et lavmål (Saltveit *et al.* 2008). Tettheten av eldre laksunger i 2008 ble beregnet til 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>,



som er en fordobling i forhold til 2006 og 2007. Selv om den er langt lavere enn de tetthetene som ble beregnet i perioden 2002 til 2005, er tettheten av eldre laksunger blant de høyeste som er beregnet siden undersøkelsene startet. I 2002 økte tettheten av eldre laksunger i Audna til 13 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og var på samme nivå fram til 2005 (Barlaup *et al.* 2006). Sammenlignet med flere av de andre elvene, er imidlertid ikke tettheten av eldre laksunger som ble beregnet i Audna spesielt høy og generelt må tettheten av eldre fisk i Audna karakteriseres som lav.

Den positive utviklingen i tetthetene av 0+ laks fram til 2005 gjenspeiles ikke i tetthetene av tosomrig og eldre laks i elva (Barlaup *et al.* 2006). Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger et år og eldre laksunger påfølgende år i Audna. For eksempel er tettheten av eldre fisk stabil fra 2002 til 2005 til tross for relativt store variasjoner i 0+ i samme periode. Dette trenger nødvendigvis ikke bety at elva er mettet med 0+, men at eldre fisk oppholder seg i deler av elva som ikke lar seg undersøke. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger, kan imidlertid også skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Audna.

Det plantes imidlertid øyerogn i elva, men et eventuelt bidrag herfra lar seg ikke skille fra det som kommer fra naturlig gyting.

Det har vært en betydelig variasjon og endring i bestanden av ørret i undersøkelsesperioden, spesielt hos 0+. Tetthetene av 0+ var relativt høye på begynnelsen av 1990-tallet, men falt kraftig i 1994 og holdt seg lave fra 1994 til 1996. I 2001 fant det sted en kraftig økning i 0+ tetthet av ørret og denne holdt seg høy fram til 2004 da det var en betydelig reduksjon. Senere er tendensen redusert tetthet av 0+ fram til 2006. Reduksjonen i tetthet av årsunger i 2006 var dramatisk og tettheten i 2006 var den laveste som hittil er beregnet i Audna (Saltveit *et al.* 2007). Tettheten

av 0+ tok seg noe opp i 2007 og det er altså en ytterligere økning i 2008, men den er langt fra nivået for perioden 2001 til 2005. Tettheten av eldre ørretunger sank også dramatisk fra 2003 til 2006 (Saltveit *et al.* 2007), og tettheten som beregnes i 2008 er på samme nivå som i 2006.

Fra relativt høye tettheter på midten av 1990-tallet har det funnet sted en gradvis reduksjon i tettheten av ørretunger, og tettheten er nå på et lavmål. Tettheten som beregnes i 2006 og 2008 er de laveste hittil. Etter 1997 er det ingen samvariasjon mellom 0+ tetthet og tetthet av eldre ørretunger påfølgende år. Tetthetene av eldre ørretunger er stabilt svært lave. Selv om det er en positiv tendens i utviklingen av 0+ tetthet, gjenspeiles denne ikke hos eldre ørretunger. En forklaring kan være at eldre ørretunger oppholder seg på steder som ikke lar seg undersøke. Den negative tendensen som her fremkommer er imidlertid også den samme som fremkommer i fangstutviklingen av sjøørret.

Resultatene viser altså en sterk reduksjon i rekrutteringen hos ørret. Denne reduksjonen er neppe en direkte effekt av kalking og endret vannkvalitet. Resultatene er imidlertid i overensstemmelse med funn i de fleste av de andre elvene som inngår i prosjektet, nemlig redusert ørretbestand i perioden etter kalking. Årsaken kan være økt konkurranse med laks om gyteplasser og oppvekst habitat. Som nevnt foran har det i Audna skjedd en betydelig endring i habitatforhold fordi store mengder grus og sand er tilført fra de øvre deler av vassdraget.

Årsaker til en del av variasjonen i sportsfiske av anadrom fisk i årene etter kalkingen er beskrevet av Barlaup *et al.* (2006). De lave fangsttallene for 1988 tilskrives oppblomstring av giftige alger, mens lav laksefangst i 1989 skyldes forbud mot laksefiske. I 1990 ble det bare fisket i de tre siste ukene av august. Fangstene påvirkes også av variabel vannføring i fiskesesongen mellom år og i Audna er det en klar sammenheng mellom fangstene av laks og vannføring i fangstsesongen (se figur 3.7 i Barlaup *et al.* 2006).

Sammenliknet med fangstene av laks er fangstene av sjøørret blitt betydelig mindre og er nå svært lave. Fangsten i 2008 er et hittil lavmål, og man må tilbake til perioden før kalking for å finne lavere fangster av sjøørret i Audna. Fram til 1990 ble det tatt mest sjøørret i sportsfiske av anadrom fisk og sjøørret utgjorde mer enn 90 % av fangsten de første fem år etter kalking. I 1990 ble det tatt 60 % sjøørret. Deretter dominerte laks, og sjøørret har etter 2000 utgjort mindre enn 10 % av fangsten av androm fisk i Audna; i 2008 bare 4,4 %. Denne endringen i dominansforhold fremkommer også hos ungfisk, der tetthetene av laksunger har økt, mens tettheten av ørret siden 1996 har vist en markert nedgang.



# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemi

Den vannkjemiske overvåkingen viser at kalkingsstrategien stort sett gir tilfredsstillende vannkvalitet i vassdraget, men pH-verdiene er lave i enkelte perioder. I 2001 ble det installert pH-simulator på inntaksvannet ved Tryland noe som gjør det lettere å beregne riktig kalkdose. Dette har ført til en bedring i vannkvaliteten i de siste årene med mindre variasjon gjennom året. Men fortsatt viser målinger at pH ligger under pH-målet for vassdraget i perioder.

Resultatene fra de ukalkede delene av vassdraget viser at det fremdeles er nødvendig med kontinuerlig kalking av Audna. I perioden 1994 til 1998 har det vært en svak bedring av vannkvaliteten i de ukalkede delene av vassdraget, noe som trolig skyldes redusert forsurening. Stedvis utlagt skjellsand kan også ha hatt en viss betydning. Øverst i vassdraget (Våråna) synes den positive utviklingen å ha flatet ut, og årsgjennomsnittet for pH har gått litt ned etter 1998.

## 4.2 Anadrom fisk

For laks har kalking av Audna gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefisket i elva har blitt langt bedre og stabilisert seg på fangster på rundt 2 tonn. Reetableringen tok imidlertid noe lenger tid enn forventet, da det gikk 5-6 år etter kalking før det ble registrert signifikante økninger i fangst av laks. Tettheten av 0+ laksunger karakteriseres som tilfredsstillende, mens manglende respons på økt tetthet av eldre laksunger kan skyldes begrensninger i oppvekstområdene. Sjøørretbestanden er liten og fangstene er kraftig redusert etter kalking. Det kan tyde på at den økte ungfiskproduksjonen av laks har hatt en uheldig virkning på ørretbestanden.

## 4.3 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Kalkingsstrategien gir ikke helt tilfredsstillende vannkvalitet, da det fortsatt forekommer perioder med gjennombrudd av surt vann i den kalkede delen av vassdraget. Dette gir for høye verdier av giftig aluminium på utsatte strekninger i hovedelva. Dette kan igjen medføre ugunstige forhold for fisk og andre forsureningsfølsomme arter. Kalking av sure sidevassdrag bør vurderes (f.eks. terrengkalking, silikatdosering, og kalking av innsjøer i Trylandsvassdraget). Kalkmengdene ved Stedjan bør ikke reduseres mer enn man allerede har gjort.

Det er foreslått å etablere en ny doserer ved utløpet av Øydnavatn for å sikre god vannkvalitet på strekningen ned mot Tryland. Det er foreslått (Hindar *et al.* 2005) å videreføre dagens doseringsanlegg ved Stedjan i den perioden isen ligger på Ytre Øydnavatn, og at anlegget ved Tryland beholdes, men med en mer optimalisert styring etter vannføring og pH. Sidevassdragene fra øst på strekningen Tryland - Melhusfossen bidrar i perioder med mye vann som kan forårsake områder med pågående Al-polymerisering.

## 4.4 Øvrige anbefalte tiltak

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Etttersom man i de siste årene har registret flere sjøsaltepisoder på Vest- og Sørlandet, og man ikke kan regne med færre slike episoder i framtiden, bør DN utarbeide en strategi for håndtering av sjøsaltepisoder (varsling og beredskap).

Som grunnlag for biotopjusterende tiltak, bør det gjennomføres en fysisk kartlegging i lakseførende del av Audna, tilsvarende den i Kvina, Mandal- og Tovdalselva for å dokumentere dagens tilstand mht. gyting og gyte- og oppvekstområder.

## 5 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.
- Barlaup, B.T., S.E. Gabrielsen og Kleiven, E. 2006. Audna. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1. s. 80-83.
- Direktoratet for naturforvaltning 1996. Arbeidsmøte i FoU-utvalget. Kalking., 19-20 februar 1996.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i lakse-vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. Notat 2007-2.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2001. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2001. Notat 2001-2.
- Fjellheim, A. og Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Fjellheim, A. og Raddum, G.G. 2006. Audna. 4 Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat ; 1-2006, s. 84.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114-2006, 48 s.
- Hindar, A., Kaste, Ø. & Kroglund, F. 2005. Optimalisering av avsyringstiltak i Audna, Lygna og Kvina. NIVA, Notat 2005.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. Utredning for DN, nr. 1994-10. 98 s.
- Lie, A. 1999. Høyere vannvegetasjon i Audna. Natur i Sør. Agder naturmuseums rapportserie 1990-1.
- Meteorologisk institutt 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon VKonsmo - Høyland samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H. 2008. Audna. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN-Notat ; 2-2008, 4 s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H., Smedstad, F. 2007. Audna. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat ; 2-2007, 4 s.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.
- Weideborg, M. 2008. Audna. Kap. 2. Vannkjemi. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN-notat 2008-2.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	Lal* µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	07.01.08	5,2	0,94	0,04	10	157	117	40	5,1		5,1	3,56	2,64	0,29	3,84	1,97	150	580	13		33	1,380	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	04.02.08	5,3	0,69	<0,04	5	151	96	55	3,8		3,8	2,77	2,82	0,22	4,84	0,125	107	290	6		45	0,964	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	03.03.08	5,2	0,78	0,05	21	137	93	44	4,0	0,80	4,0	2,6	2,70	0,27	4,68	2	120	260	4	1	9	1,040	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	07.04.08	5,8	0,87	<0,04	5	130	81	49	3,8	0,50	3,8	2,61	2,37	0,25	4,22	1,65	140	260	14	2	14	0,957	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	05.05.08	5,6	0,78	<0,04	5	112	80	32	3,7	0,55	3,7	2,32	2,65	0,31	3,7	1,7	137	289	<3	<1	35	0,832	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	02.06.08	5,9	0,82	0,04	10	80	40	40	3,6	0,56	3,6	2,31	2,22	0,25	3,6	1,7	107	273	3	<1	19	0,570	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	07.07.08	6,3	1	<0,04	5	64	43	21	3,2	0,37	3,2	2,39	2,64	0,33	3,7	1,8	93	249	4	<1	46	0,510	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	04.08.08	6,1	0,85	<0,04	5	50	46	4	4,1	0,40	4,1	2,34	2,70	0,24	3,6	1,9	48	260	3	1	37	0,506	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	01.09.08	6	1,1	<0,04	5	101	85	16	5,6	0,43	5,6	2,25	2,40	0,29	3,3	1,8	57	319	7	<1	53	0,709	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	06.10.08	5,8	0,99	<0,05	11	166	102	64*	5,4	0,30	5,4	2,3	2,30	0,27	3,4	1,7	93	335	3	<1	39	0,994	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	03.11.08	5,9	0,96	<0,04	5	140	118	22	5,9	0,51	5,9	2,45	2,30	0,26	1,6	2,1	106	317	5	1	79	1,068	
Audna 1	Stedjan, oppstrøms dos.	01.12.08	5,7	0,95	<0,04	5	142	105	37	4,8	0,50	4,8	2,42	3,30	0,35	5,7	2	138	754	6	<1	26	1,117	
Audna 3	Audna v Audnadal	07.01.2008	5,9	1,94	0,08	53	107	94	13			3,17												
Audna 3	Audna v Audnadal	04.02.2008	6,3	1,57	<0,04	5	110	99	11			3,01												
Audna 3	Audna v Audnadal	03.03.2008	5,3	1,64	0,05	21	106	96	10		0,47	3,1												
Audna 3	Audna v Audnadal	07.04.2008	6,4	1,75	0,05	21	103	84	19		0,44	3,13												
Audna 3	Audna v Audnadal	05.05.2008	6,4	1,7	0,05	11	91	79	12		0,65	2,94												
Audna 3	Audna v Audnadal	02.06.2008	6,6	1,85	0,07	42	73	64	9		0,53	2,99												
Audna 3	Audna v Audnadal	07.07.2008	6,7	2,2	0,05	21	59	43	16		0,27	3,06												
Audna 3	Audna v Audnadal	04.08.2008	6,7	1,8	0,05	21	44	36	8		0,30	2,99												

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	Lal* µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
Audna 3	Audna v Audnadal	01.09.2008	6,6	2,1	0,04	10	63	50	13		0,32	2,92												
Audna 3	Audna v Audnadal	06.10.2008	6,3	1,8	0,04	10	120	78	42*		0,49	3												
Audna 3	Audna v Audnadal	03.11.2008	6,5	1,8	0,04	10	100	92	8		0,26	2,95												
Audna 3	Audna v Audnadal	01.12.2008	6,5	1,9	<0,04	5	104	92	12		0,30	3,03												
Audna 6	Melhusfossen	07.01.2008	5,8	1,95	0,08	53	109	94	15	4,1		3,44	0,45	3,27	0,38	5,21	2,35	300	870	11		73	1,260	
Audna 6	Melhusfossen	04.02.2008	6,3	1,7	<0,04	5	114	98	16	3,5		3,65	0,46	3,72	0,33	6,49	1,97	205	330	10		56	0,937	
Audna 6	Melhusfossen	03.03.2008	6	1,86	0,08	53	99	89	10	3,5	0,78	3,72	0,44	3,51	0,34	6,65	2,02	210	330	<1	<1	47	0,994	
Audna 6	Melhusfossen	07.04.2008	6,5	1,96	0,06	32	95	77	18	3,4	0,65	3,59	0,42	2,94	0,29	5,76	2	240	349	23	2	50	0,907	
Audna 6	Melhusfossen	14.04.2008	5,8	1,56	0,07	42	104	91	13		1,20	3,41												
Audna 6	Melhusfossen	21.04.2008	6	2,15	0,09	63	81	72	9		0,81	3,8												
Audna 6	Melhusfossen	28.04.2008	6,5	1,86	83	66	83	66	17		0,76	3,72												
Audna 6	Melhusfossen	05.05.2008	6,5	2,09	0,06	32	82	73	9	3,4	0,87	3,43	0,4	3,34	0,37	5,4	2,1	212	367	3	<1	82	0,871	
Audna 6	Melhusfossen	13.05.2008	6,5	2,01	0,06	32	70	61	9		0,61	3,56												
Audna 6	Melhusfossen	19.05.2008	6,4	1,89	0,05	21	82	56	26		0,05	3,5												
Audna 6	Melhusfossen	26.05.2008	6,6	1,67	0,06	32	54	47	7		0,66	3,57												
Audna 6	Melhusfossen	02.06.2008	6,7	2,35	0,08	53	47	38	9	2,5	0,54	4,08	0,5	3,33	0,48	3,6	1,7	331	485	4	<1	164	0,763	
Audna 6	Melhusfossen	07.07.2008	6,9	3,4	0,08	53	36	25	11	2,9	0,61	4,75	0,6	3,92	0,67	6,4	3	419	568	6	<1	141	0,900	
Audna 6	Melhusfossen	04.08.2008	6,6	2	0,06	32	28	26	2	3,2	0,05	3,67	0,39	3,50	0,42	5,3	2,5	210	400	<3	2	78	0,710	
Audna 6	Melhusfossen	01.09.2008	6,3	2,3	0,1	74	58	52	6	4,4	0,66	3,67	0,5	3,40	0,42	5,3	2,3	238	463	5	<1	102	0,238	
Audna 6	Melhusfossen	06.10.2008	6	1,6	0,07	42	189	111	78*	6,1	0,54	3,5	0,45	3,60	0,42	5,9	2,2	194	431	5	<1	58	1,219	
Audna 6	Melhusfossen	03.11.2008	6,6	2,2	0,05	21	96	89	7	4,7	0,50	3,61	0,47	3,00	0,35	5,1	2,1	263	439	5	<1	85	1,144	
Audna 6	Melhusfossen	01.12.2008	6,5	1,7	0,04	10	113	100	13	4,3	0,45	3,51	0,43	3,60	0,35	6,3	2,3	234	851	5	<1	45	1,162	
Audna 8a	Våråna, Vårdal	07.01.2008	5,4	1,09	0,05	21	136	99	37			2,68												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	04.02.2008	4,9	0,58	<0,04	5	174	95	79			3,02												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	03.03.2008	5	0,68	0,03	0	163	96	67		0,20	2,74												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	07.04.2008	5,3	0,73	0,03	0	140	88	52		0,34	2,3												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	05.05.2008	5,6	0,87	<0,04	5	119	95	24		0,41	2,21												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	02.06.2008	6,7	2,39	0,1	74	26	20	6		0,69	3,99												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	07.07.2008	6,5	2,3	0,05	21	53	41	12		0,76	3,64												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	04.08.2008	5,7	0,68	<0,04	5	56	44	12		0,70	2,95												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	01.09.2008	6,2	1,7	0,04	10	115	100	15		0,65	2,7												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	06.10.2008	6,3	1,8	0,04	10	120	78	42*		0,49	3												

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	Lal* µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO4 mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
Audna 8a	Våråna, Vårdal	03.11.2008	6,2	1,4	<0,04	5	128	108	20	0,32	0,32	2,95												
Audna 8a	Våråna, Vårdal	01.12.2008	6,1	1,2	<0,02	0	139	111	28	1,10	1,10	2,68												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	07.01.2008	5	0,72	0,03	0	117	85	32			2,82												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	04.02.2008	5,2	0,62	0,02	0	143	71	72			4												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	03.03.2008	6	0,62	0,03	0	133	65	68	1,30	1,30	3,65												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	07.04.2008	5	0,67	<0,04	5	136	55	81	0,98	0,98	3,47												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	05.05.2008	5,1	0,63	<0,04	5	117	53	64	0,62	0,62	3,19												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	02.06.2008	5,6	0,66	<0,04	5	69	39	30	1,10	1,10	2,85												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	07.07.2008	5,7	0,8	<0,04	5	55	27	28	0,52	0,52	2,95												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	04.08.2008	6,4	1,6	0,04	10	89	80	9	1,10	1,10	2,8												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	01.09.2008	5,5	0,8	<0,04	5	112	72	40	0,80	0,80	3,24												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	06.10.2008	5,2	0,89	<0,05	11	265	154	111*	0,85	0,85	2,3												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	03.11.2008	5,4	0,73	<0,04	5	125	86	39	0,59	0,59	2,95												
Audna 14	Trylandsvassdraget, (ukalket)	01.12.2008	5,4	0,81	<0,04	5	136	90	46	0,64	0,64	3,06												

\*Prøve fra oktober er ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI.

# Bjerkreimsvassdraget

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA

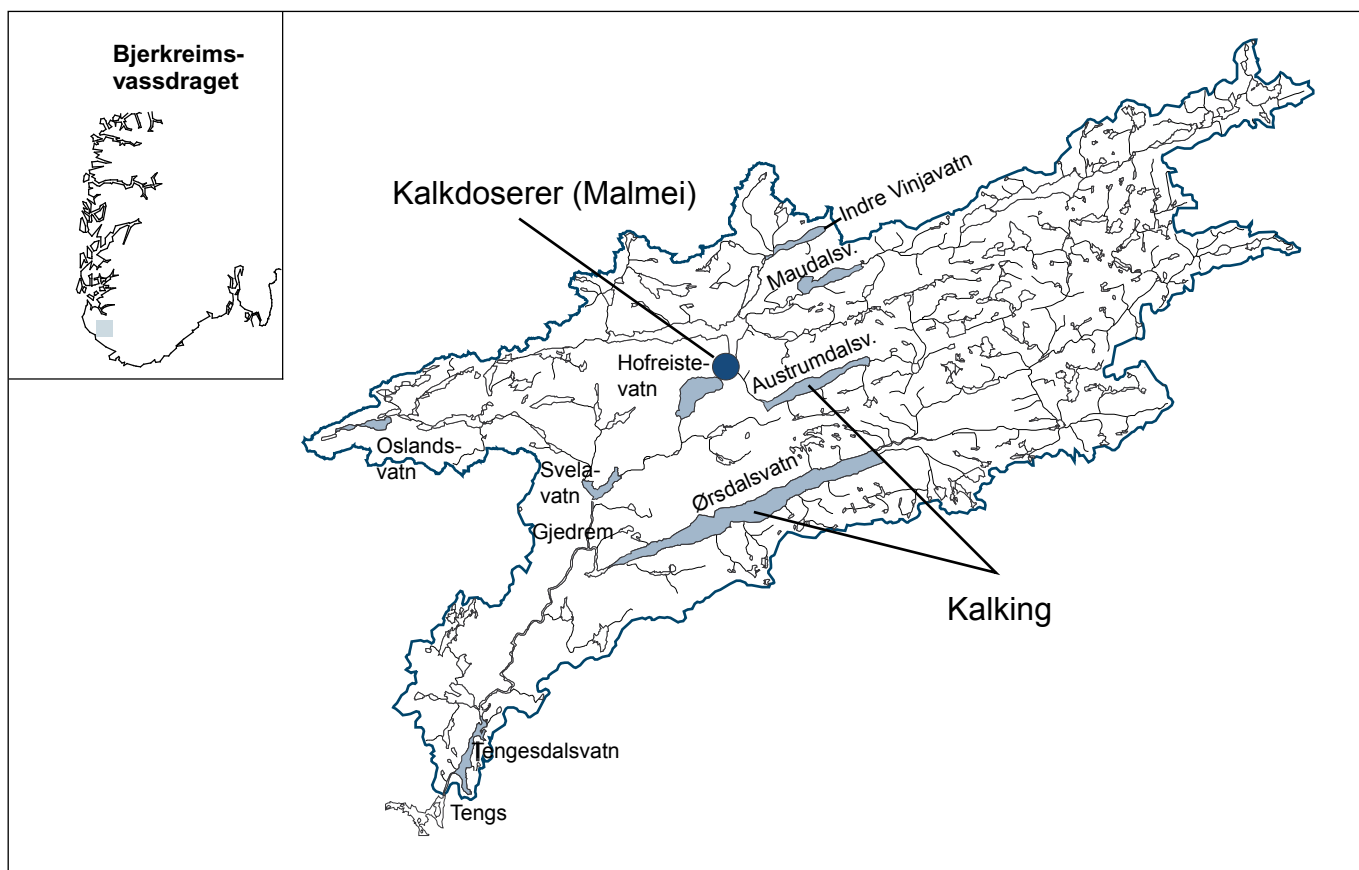
## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke: 027, Rogaland og Vest-Agder  
Kartreferanse, utløp: 3248-64863, kartblad 1211 I  
Areal, nedbørfelt: 705,8 km<sup>2</sup> (før regulering)  
Spesifikk avrenning: 77,1 L/s/km<sup>2</sup>  
Middelvannføring: 54,4 m<sup>3</sup>/s (før regulering)  
Vassdragsregulering: Store Myrvatn er regulert 22 m, 20 km<sup>2</sup> er overført til Figgjo  
Lakseførende strekning: Til Indre Vinjavatn, samt 7-8 km innenfor Ørsdalsvatn.  
Kalking: Kalket i diverse innsjøer, deriblant Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn. Kalkdoserer ved Malmei i drift siden september 1997.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking: Miljøvernavdelingen hos Fylkesmannen i Rogaland har før kalking karakterisert laksebestanden i vassdraget som sårbar pga. forurensingssituasjonen.  
Kalkingsplan: Jfr. Kaste *et al.* 1996  
Biologisk mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurefølsomme vannorganismer.  
Vannkvalitetsmål: Lakseførende strekning: 15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0.  
Kalkingsstrategi: Vassdraget kalkes ved en kombinasjon av innsjøkalking (Ørsdalsvatn, Austrumdalsvatn m.fl.) og kalkdoserer (Malmei v. utløp Byrkjelandsvatn).



Figur 1.1. Bjerkreimsvassdraget med nedbørfelt.

I Bjerkreimsvassdraget er det kalkdoserer ved Malmeianlegget i tillegg til innsjøkalking (**Figur 1.1**). I 2008 ble det benyttet VK3 (99% CaCO<sub>3</sub>) ved kalkdosereren og i innsjøene Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn, mens det i 22 mindre innsjøer ble brukt Biokalk (67% CaCO<sub>3</sub>) som er en flytende kalkslurry med generelt bedre oppløsnings-egenskaper enn kalksteinsmel. I 2008 ble Ørsdalsvatn kalket i mars, de mindre innsjøene i "Ørsdalsfeltet" i juli mens Austrumdalsvatn ble kalket i august. Den totale kalkinnsatsen i vassdraget i 2008 var 1443 tonn, omregnet til CaCO<sub>3</sub> (**Tabell 1.1**). Kalkingsdataene er innhentet fra Fylkesmannen i Rogaland ved miljøvernavdelingen.

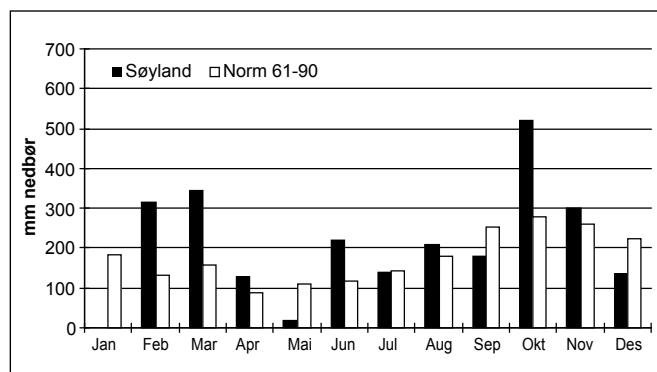
**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn CaCO<sub>3</sub> i Bjerkreimsvassdraget for perioden 2004-2008. \*Omregnet fra Biokalk (67% CaCO<sub>3</sub>).

År	2004	2005	2006	2007	2008
Antall mindre innsjøer	17	17	15	22	22
Kvantum mindre innsjøer	113*	132*	205*	270*	270*
Innsjøkalking i Ørsdalsv.+Austrumdalsv.	1307	1436	1287	1040	1040
Malmei doserer	33	125	116	64	133
Sum forbruk av CaCO <sub>3</sub>	1453	1693	1608	1374	1443

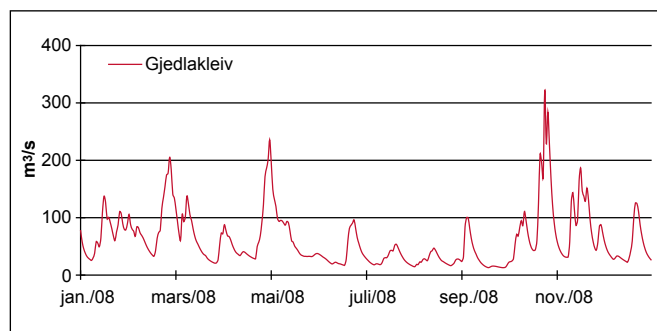
### 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon: 44480 Søyland  
 Årsnedbør 2008: 2507\* mm  
 Normalt: 2127 mm  
 % av normalen: 118\*

\*Data for januar var ikke tilgjengelig i mai 2009.



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 samholdt med normal månedsnedbør (1961-1990) ved meteorologisk stasjon Søyland (met.no 2009). Data for januar 2008 mangler.



**Figur 1.3.** Døgnverdier for vannføring (m<sup>3</sup>/s) ved stasjon Gjedlakteiv i 2008 (NVE 2009).

## 1.4 Stasjonsoversikt

**Tabell 1.2.** Oversikt over aktiviteter som blir utført ved de ulike stasjonene i Bjerkreimsvassdraget. I 2008 var det prøvetaking mht. vannkjemi, fisk og bunndyr.

		Vannkj.	Phytopl.	Vege.	Begr.	Krepsd	Bunnd	Bunnd	Fisk	Fisk
									Anadr	Innl.
Institusjon		NIVA	NIVA	NIVA	NIVA	NINA	LFI	NINA	NINA	NINA
<b>Elvestasjoner</b>										
Maudalsåni	32VLL 452 164			x	x		x			
Utl. Maudalsv. (MAU)	32VLL 384 124			x	x					
Innl. Ytre Vinjavatnet	32VLL 392 153						x			
Utl. Ytre Vinjavatnet	32VLL 381 127			x	x				x	
Utl. fra Stølsvatnet	32VLL 312 117									x
Utl. Fuglestadvatnet	32VLL 306 105						x			x
Utl. Byrkjelandsvatn	32VLL 377 097	x		x			x		x	x
Innl. Austrumdalsv.	32VLL 454 108						x			
Utl. Austrumdalsvatn	32VLL 385 093	x					x			
Malmei	32VLL 380 097								x	
Innl. Hofreistevatn	32VLL 373 094			x	x		x		x	x
Utl. Hofreistevatn	32VLL 355 062	x					x		x	x
Hofreisteelva	32VLL 332 036			x	x				x	
Innl. Røyslandsvatnet	32VLL 218 054						x			x
Skjevelandsåni	32VLL 314 056						x			
Vikeså	32VLL 308 032								x	
Holmen	32VLL 313 014						x		x	
Geitreim/Gjedrem	32VLL 312 001	x		x	x				x	
Storåna II Ørsdalselva	32VLL 520 076								x	
Storåna I Ørsdalselva	32VLL 485 068	x					x		x	x
Høylandsåni	32VLL 348 063	x								
Utl. Ørsdalsvatn	32VLK 326 987	x		x	x		x		x	x
Utl. Odlandshølen	32VLK 315 987							x		
Bjerkreimselva I	32VLK 300 976							x		
Bjerkreimselva II	32VLK 299 955							x		
Bjerkreimselva III	32VLK 289 953							x		
Bjerkreimselva IV	32VLK 278 940							x		
Bjerkreimselva V	32VLK 277 933							x		
Tengesdal	32VLK 270 916		x	x		x				
Utløp Fotlandsvatn	32VLK 251 868					x		x		
Tengs (utløp)*	32VLK 248 859	x							x	
<b>Innsjøstasjoner</b>										
Fotlandsvatn	32VLK 258 880		x		x		x			
Fotlandsvatn	32VLK 255 874		x							
Odlandshølen	32VLK 321 982			x						
Ørsdalsvatn	32VLK 335 993	x	x			x		x		x
Svelavatn	32VLL 315 024			x		x		x		
Austrumdalsvatn	32VLL 400 080	x	x			x		x		x
Oslandsvatn	32VLL 195 050					x		x		x
Maudalsvatnet	32VLL 440 155		x			x		x		x



# 2 Vannkjemi

Forfattere: A. M. Smelhus Sjøeng, L. B. Skancke og Ø. Kaste, NIVA

Medarbeider: J. Håvardstun, NIVA

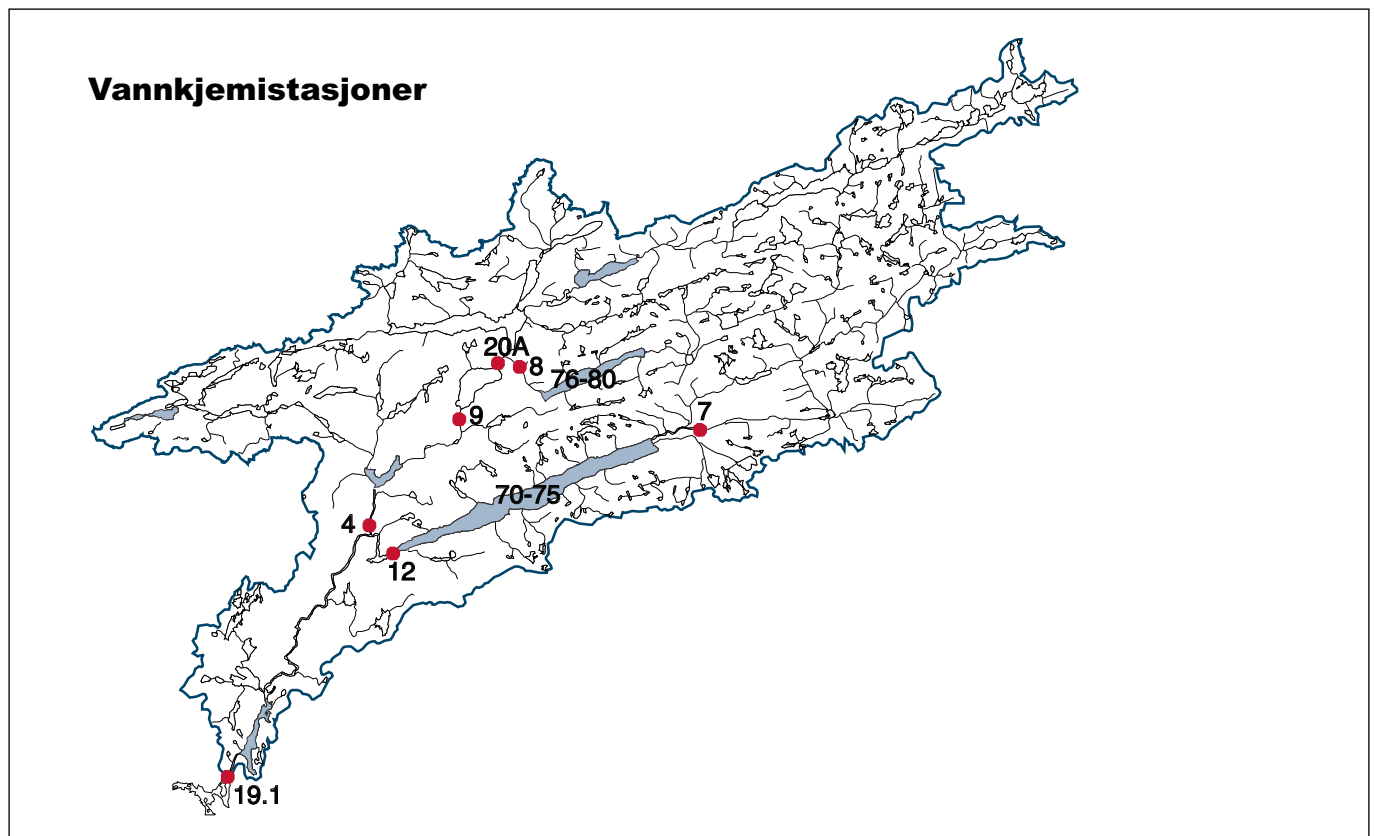
Prøvetaker: Josef Malmei, Vikeså

Den vannkemiske overvåkingen av Bjerkreimsvassdraget i forbindelse med kalking ble igangsatt i 1996. Geologiske forhold og menneskelig aktivitet gjorde at Bjerkreimsvassdraget hadde stor variasjon i vannkvalitet i ulike deler av feltet før kalkingsaktiviteten ble startet. De nordøstre delene, inkludert Ørdsdalen og områdene oppstrøms Hofreistevatn er mest påvirket av forurening. Omlag 3/4 av avrenningen i vassdraget kommer fra disse områdene. Prøvetakingsstasjoner i Bjerkreimsvassdraget i 2008 er vist i **Figur 2.1**.

Kalkdosereren på Malmei har kalket vassdraget i over 10 år. I siste femårsperiode har årlig dosert kalkmengde variert i intervallet 33 -134 tonn VK3/år, med høyeste doserte kalkmengde i 2008 (**Tabell 1.1**). Kalkmengden i Austrumdalsvatn har ligget stabilt på 300 tonn VK3/år de siste fire årene, og mengden i Ørdsdalsvatn har vært uendret de siste to årene med 750 tonn VK3/år. I 2007 ble kalking av antallet mindre innsjøer i "Ørdsdalsfeltet" økt fra 15 til 22 innsjøer og kalkmengden ble derfor totalt sett økt til omlag 403 tonn Biokalk. Kalkinnsatsen i disse mindre innsjøene ble holdt på samme nivå i 2008.

## Høylandsåni (ny referansestasjon)

Verdien av stasjonen ved innløpet av Ørdsdalsvatn (Storåna st.19-7) som referansestasjon for vassdraget har blitt sterkt redusert som følge av økt kalkingsinnsats i innsjøene oppstrøms Ørdsdalsvatn. Høylandsåni er derfor valgt som ny referansestasjon, og prøvetakingen her startet opp i februar 2008. For de 15 prøvene i 2008 ved denne stasjonen varierte pH-verdiene lite gjennom året og lå i området pH 4,9-5,3, med et årsmiddel på 5,12 (**Tabell 2.1**, **Figur 2.2**). Den nye referansestasjonen hadde det høyeste årsmiddelet for giftig, labilt aluminium, LAI (35 µg/L) av de åtte stasjonene i Bjerkreimsvassdraget, med verdier i intervallet 8-76 µg/L. De fire stikkprøvene tatt i perioden februar-april hadde alle LAI-verdier i området 65-76 µg/L, noe som ligger over nivåer som er antatt å være skadelig for innladsfisk (**Figur 2.3**). Kloridverdiene for disse prøvene var relativt høye (6,1-7,5 mg/L), noe som tyder på én eller flere sjøsaltepisoder i denne perioden. Også verdiene for syrenøytraliserende kapasitet, ANC, var lavest ved denne stasjonen, med en minimumsverdi på -28 µekv/L og maksimumsverdi på 8 µekv/L. Konsentrasjonene av kalsium var også lave (0,14-0,31 mg/L), med årsmiddelverdi på



Figur 2.1. Prøvetakingstasjoner for vannkjemi i Bjerkreimsvassdraget.

**Tabell 2.1.** Middell-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Bjerkreimsvassdraget i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAL	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
19-20A	Utl. Byrkjelandsvatn oppstr. doserer	Mid	5,65	0,72	11	14		
		Min	4,85	0,27	0	2		
		Max	6,15	0,88	19	63		
		N	16	16	16	16		
19-8	Utl. Austrumdalsvatn	Mid	6,27	1,18	32	5		
		Min	6,05	0,78	13	0		
		Max	6,92	2,22	90	11		
		N	16	16	16	16		
19-9	Utl. Hofreistevatn	Mid	6,25	1,01	24	4		
		Min	6,07	0,90	15	0		
		Max	6,56	1,15	34	9		
		N	16	16	16	16		
19-4	Gjedrem	Mid	6,40	1,25	37	4		
		Min	6,15	1,10	22	0		
		Max	6,70	1,41	52	9		
		N	16	16	16	16		
19-6	Høylandsåni	Mid	5,12	0,25	0	35	1,1	-9
		Min	4,93	0,14	0	8	0,78	-28
		Max	5,34	0,31	0	76	1,7	8
		N	15	15	15	15	15	15
19-7	Inn Ørsdalsv. (Storåna)	Mid	5,41	0,50	5	20	1,7	8
		Min	5,02	0,25	0	4	0,97	-20
		Max	6,25	0,69	23	69	3,4	30
		N	16	16	16	16	16	16
19-12	Utl. Ørsdalsvatn	Mid	6,26	1,06	25	4		
		Min	6,14	0,91	18	0		
		Max	6,65	1,59	61	10		
		N	16	16	16	16		
19-1	Utløp v/Tengs	Mid	6,45	1,39	38	4	1,3	45
		Min	6,22	1,18	25	0	1,1	12
		Max	6,83	1,55	61	8	1,7	70
		N	22	22	22	22	16	16

0,25 mg Ca/L. Dette var halvparten av årsmiddelverdien for stasjonen i Storåna dette året. Verdiene for TOC var relativt lave ( $\leq 1,7$  mg/L). Se vedleggstabellen mht. andre målte parametre.

#### Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn (kalkede sjøer)

Stasjonen i innløpet til Ørsdalsvatn (Storåna) er påvirket av kalkingsaktiviteten oppstrøms, og to av stikkprøvene i 2008 hadde pH-verdi  $>6,0$ . Her varierte pH-verdiene langt mer enn på den nye referansestasjonen, og lå i intervallet 5,0-6,3 (**Figur 2.2**). Den dårligste vannkvaliteten på denne stasjonen i 2008, ble målt i prøven tatt 3. februar med pH ned mot 5,0, LAI på 69 µg/L og ANC på -20 µekv/L. Konsentrasjonen av klorid i denne prøven ble målt til 8,14 mg/L, mens kloridverdien i januar-prøven var 3,44 mg/L. Fortsatt forhøyede konsentrasjoner av klorid i de

påfølgende prøvene i mars og april (6,8-5,5 mg/L), kan tyde på at én eller flere sjøsaltepisoder påvirket vannkvaliteten i denne perioden. Effekten av denne sjøsaltepisoden var imidlertid noe mindre enn i 2007, da pH i flere prøver sank ned til 4,9 med tilhørende høye verdier for LAI. I 2008 bedret vannkvaliteten seg fra mai-prøven og ut året. Med unntak av noe dårligere vannkvalitet i prøven 17. november hadde prøvene resten av året positiv ANC (1-30 µekv/L). Hovedtyngden av ANC-verdiene for årets prøver er allikevel nær eller lavere enn kritisk, kjemisk verdi for innlandsaure på 20 µekv/L (*Lien et al.* 1989).

I likhet med året før ble Ørsdalsvatn kalket i mars og Austrumdalsvatn i august. Den vannkjemiske prøvetakingen i innsjøene ble foretatt helt på slutten av året (21. desember). Prøver tatt på fem ulike dyp i Ørsdalsvatn

gav en midlere kalsium-konsentrasjon på 1,05 mg/L. Det ble tatt prøver på fire ulike dyp i Austrumdalsvatn, og her var midlere kalsium-konsentrasjon 1,13 mg/L. I begge innsjøene var dette lavere enn i 2007 (hhv. 1,14 mg/L og 1,26 mg/L), men sammenliknbart med verdiene som ble målt i 2006. Likeledes lå pH-verdiene også noe lavere enn året før. I 2008 varierte pH på de fem ulike dypene i Ørsdalsvatn mellom 6,14-6,2 og mellom 6,3-6,34 ved de fire ulike dypene i Austrumdalsvatn.

Årsmiddel-pH i utløpet fra begge innsjøene var tilnærmet uendret fra året før; pH-verdiene på de to stasjonene svingte mellom 6,1-6,9 i 2008, mot 6,1-6,6 i 2007 (**Tabell 2.1**). Det var også kun mindre endringer i LAI, med en maksimalverdi for året på 11 µg/L. Konsentrasjonene av kalsium hadde noe større spredning i 2008, men årsmiddelet var tilnærmet uendret i forhold til 2007. Det synes å være en liten økning i alkalitet det siste året.

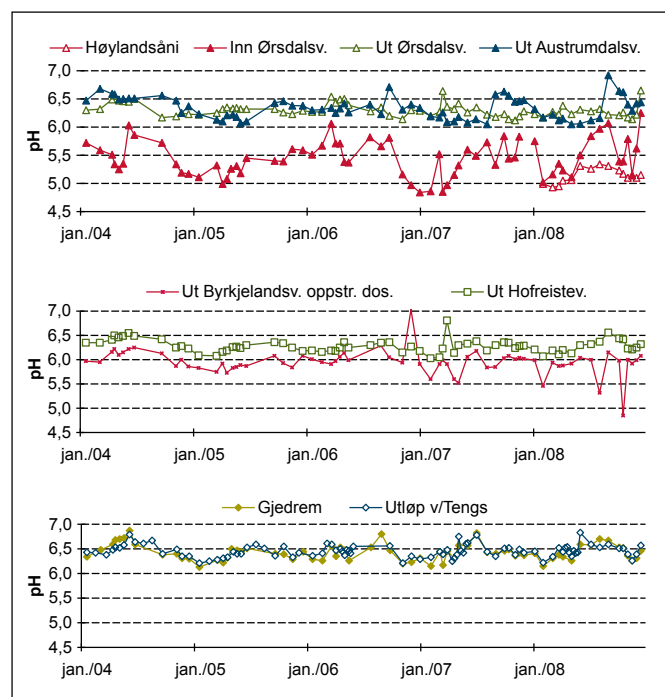
### Lakseførende strekning

Ved utløpet av Byrkjelandsvatn (oppstrøms Malmei-dosereren) har årsmiddel-pH økt gradvis fra i underkant av 5,5 i 1993 til omkring 6,1 på 2000-tallet. Den positive utviklingen har stoppet noe opp, og verdiene gjennom året har vist større variabilitet de siste årene. I 2008 var årsmiddel-pH 5,65 på denne stasjonen (**Tabell 2.1**), hvilket er enda lavere enn året før (5,87). Syv av 16 prøver hadde pH  $\geq$  6,0, mens prøven fra 19. oktober hadde pH på 4,85 og bidro sterkt til lavere årsmiddelverdi. Denne prøven hadde samtidig lav verdi for kalsium (0,27 mg/L) og maksimalverdi for labilt aluminium på hele 63 µg/L. Sjøsaltepisoden med påfølgende dårlig vannkvalitet i perioden februar – april, som avdekket på stasjonen i Storåna og Høylandsåni,

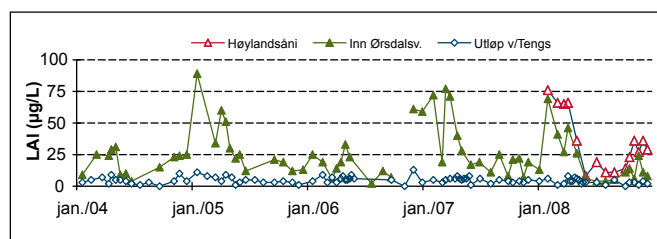
synes imidlertid ikke å prege vannkvaliteten ved utløpet av Byrkjelandsvatn i samme grad.

Stasjonen ved utløpet av Hofreistevatn ligger nedstrøms det kalkede innløpet fra Austrumdalsvatn og doseringsanlegget i hovedelva ved Malmei. I siste femårsperiode har pH-verdiene ved denne stasjonen ligget relativt stabilt, med unntak av to enkeltprøver (**Figur 2.2**, midten). I 2008 varierte pH-verdiene i intervallet 6,1-6,6, hvilket er noe mindre spredning i verdiene enn året før (2007; pH 6,0-6,8). LAI-konsentrasjonene ved utløpet av Hofreistevatn pleier å være relativt lave, og i 2008 var verdiene  $\leq$  9 µg/L. Resultatene fra stasjonen nedstrøms Malmei under DNS vannkjemikontroll-prosjekt, avdekket heller ikke alvorlige avvik fra ønsket pH-mål (**Figur 2.4**). Tre prøver i november-desember viste en nedgang i pH til under pH-målet (5,8-5,9). Ellers lå verdiene på eller godt over målet i 2008.

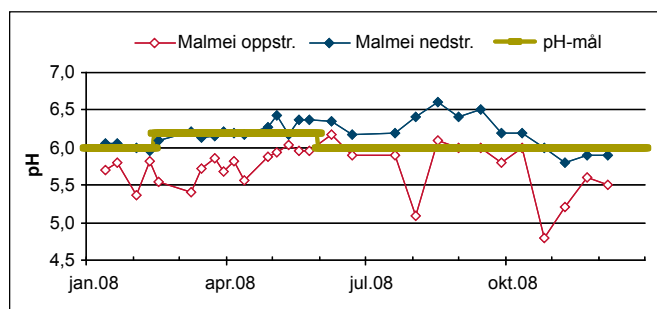
Lenger ned på den anadrome strekningen ligger stasjonen Gjedrem og deretter stasjonen Tengs ved utløpet (**Figur 2.1**). Som i fjor, lå stikkprøvene i 2008 på eller godt over pH-målet gjennom hele året (pH 6,2-6,8; **Figur 2.2**). Verdiene for kalsium hadde noe mindre spredning og årsmiddelet i 2008 var lavere for begge stasjoner enn i 2007. Konsentrasjonene av LAI var som forventet lave. Årets maksimalverdi for LAI var enda litt lavere enn året før (2008; 9 µg/L, 2007; 11 µg/L). I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche-Solheim *et al.* 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene ligger 9 µg/L labilt aluminium innenfor klassen "God" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.



**Figur 2.2.** pH-utvikling i Bjerkreimsvassdraget for perioden 2004-2008. Den nye referansestasjonen, Høylandsåni, er prøvetatt fra februar 2008.



**Figur 2.3.** Utvikling av labilt aluminium, LAI for perioden 2004-2008. Den nye referansestasjonen, Høylandsåni, er prøvetatt fra februar 2008.



**Figur 2.4.** Resultater fra DNS vannkjemikontroll-prosjekt i Bjerkreimsvassdraget, analysert ved M-lab AS (første halvår -08) og VestfoldLAB AS (siste halvår -08) sammenholdt med vannkvalitetsmålet.

# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup> og Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, UiO

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning

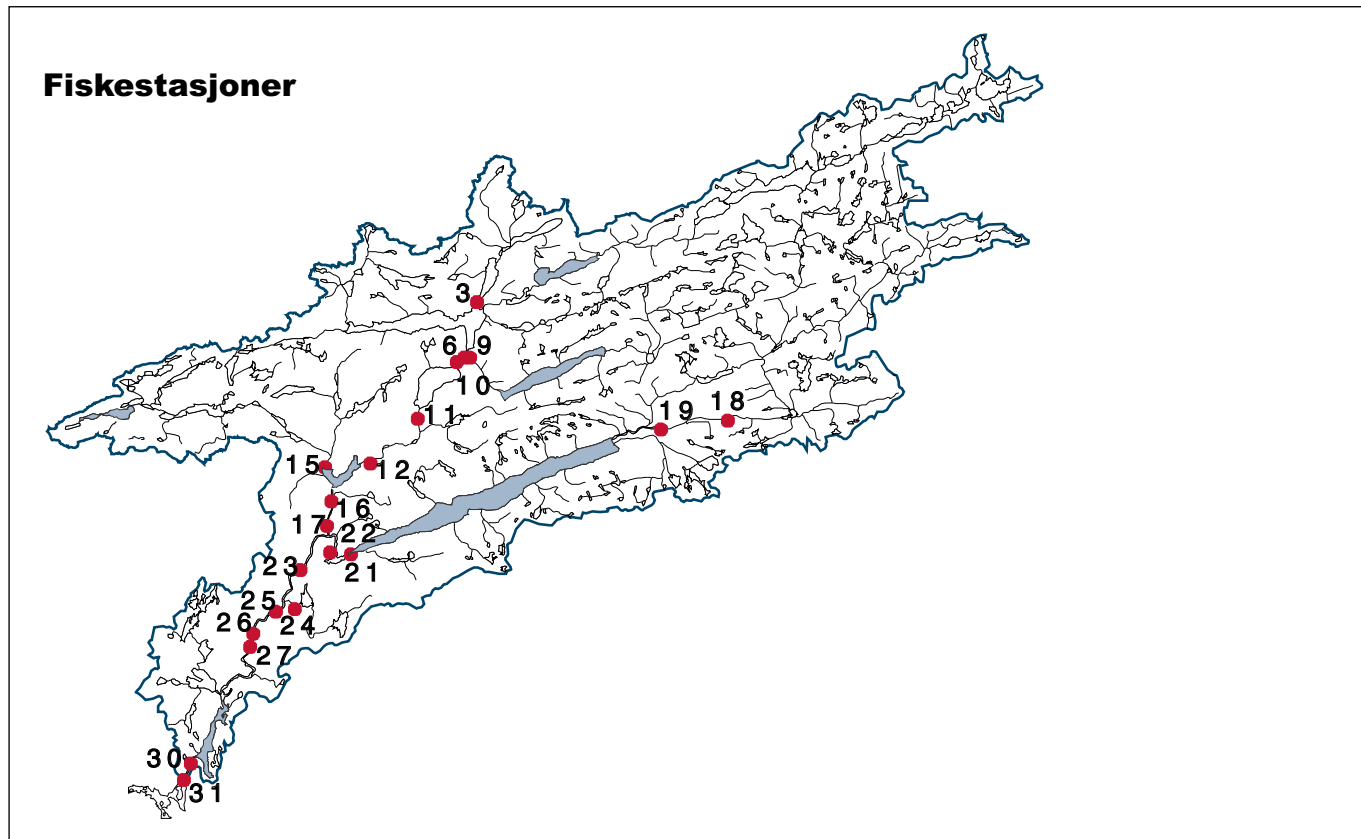
## 3.1 Innledning

Fangstene av laks og sjørøret har variert mye i Bjerkreimselva, og økende forsurening førte til fiskedød i deler av vassdraget. Vassdragets østre del ble i 1989 betraktet som fisketom, mens den vestre delen fortsatt hadde naturlig reproduksjon av laks og sjørøret (Sivertsen 1989). Det ble funnet et lite antall laksunger i den nedre delen av Bjerkreimselva og i enkelte sidevassdrag i 1977 og 1980 (Undheim 1981), men det var samtidig en betydelig kultivering i vassdraget.

I forbindelse med overvåking av fisk og forsurening i Rogaland ble det funnet laksunger hvert år i perioden 1989 til 1994, men bare i et lite antall i hovedvassdraget (Persson 1993, Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999). I forbindelse med kalkingstiltak ble det høsten 1996 startet en overvåking av ungfiskbestanden av laks og ørret (Larsen 2006). To stasjoner i Ørdsdalen ble tatt ut av programmet i perioden

2002-2004. Enkelte av stasjonene i øvre del av vassdraget inngikk tidligere i overvåkingen av forsureningssituasjonen i Bjerkreim, og det finnes derfor data fra enkeltlokaliteter tilbake til 1986 (Hesthagen *et al.* 1992).

Siden 1990 er det hvert år satt ut laks i Bjerkreimselva fra klekkeriet til Bjerkreim elveeigarlag (tabell 3.1 i Larsen *et al.* 2006). Til å begynne med ble yngelen satt ut i de delene av vassdraget som hadde best vannkvalitet, både i og ovenfor naturlig lakseførende del. Senere ble utsettingene flyttet til hovedvassdraget. I 2006 ble det satt ut 97 500 plommeseckkyngel, mens antallet i 2007 var 110 000. Disse ble satt i hovedvassdraget fra Svelandsvatnet og opp til Hofreiste og i sidebekker på denne strekningen. I 2008 ble det satt ut til sammen 50 000 plommeseckkyngel. Det meste (32 500) ble satt på strekningen Svelavatn og opp til Hegelstad, dvs. i Hofreistæåni. Det settes ikke ut yngel nedenfor Svelavatn.



Figur 3.1. Kart over Bjerkreimsvassdraget med stasjoner for innsamling av fisk avmerket.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 20 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i september 2008 (**Figur 3.1**). For en mer utførlig metodebeskrivelse vises det til foran i rapporten.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfiskundersøkelser

I Bjerkreimselva ble det fanget til sammen 1049 laksunger og 416 ørretunger (**Tabell 3.1**). For begge arter er dette et langt høyere antall enn i 2007. Laks- og ørretunger ble påvist på alle stasjoner. Av andre fiskearter ble det bare fanget ål og hovedsakelig på de to nederste stasjonene. Antall ål var relativt høyt på den nederste stasjonen.

#### Laks

Den totale tettheten av årsunger av laks ble høsten 2008 beregnet til 48 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. For begge alderskategorier er dette høyere enn i 2007. Enkelte av lokalitetene hadde svært høye tettheter av 0+. De absolutt

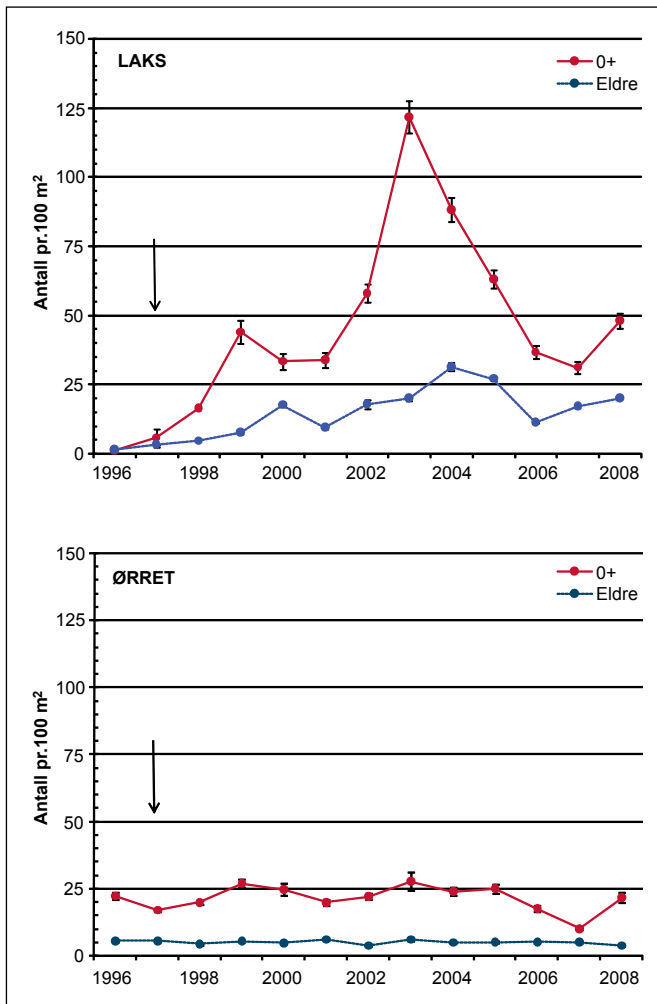
høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjonene 15, 16, 17 og 18, som alle hadde tettheter av årsunger som var høyere enn 150 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 3.1**). Tetthetene av 0+ laks må karakteriseres som høye også på noen av de andre lokalitetene. Årsunger ble ikke påvist på tre av stasjonene og tettheten av årsunger var lav på fem - seks av lokalitetene, der noen hadde færre enn 10 ind. 0+ pr. 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 3.1**). De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble funnet på stasjon 14, 16 og 19. Eldre laksunger ble ikke funnet på stasjon 8 og tettheten var lav på en del andre lokaliteter (**Tabell 3.1**). Laksunger ble i 2008 påvist for første gang etter kalking på stasjon 1.

#### Ørret

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til 22 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Årsunger ble ikke funnet på alle stasjonene, og tettheten må karakteriseres som høy på flere stasjoner, spesielt på stasjon 13 til 16 i den midtre delen av elva (**Tabell 3.1**). Tettheten av eldre ørretunger var lav, kun 3,6 ørret pr. 100 m<sup>2</sup>, og det var bare på stasjon 8 og 19 at det var flere enn 10 eldre ørretunger pr. 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 3.1**). Eldre ørretunger ble ikke funnet på stasjon 5 og 15 til 18.

**Tabell 3.1.** Antall fisk fanget og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Bjerkreimselva i september 2008. I kolonnen for stasjon angir tallet foran parentes gammel stasjonsnummerering, mens tallet i parentes angir ny nummerering. I rapportteksten henvises det til de nye stasjonsnummerene.

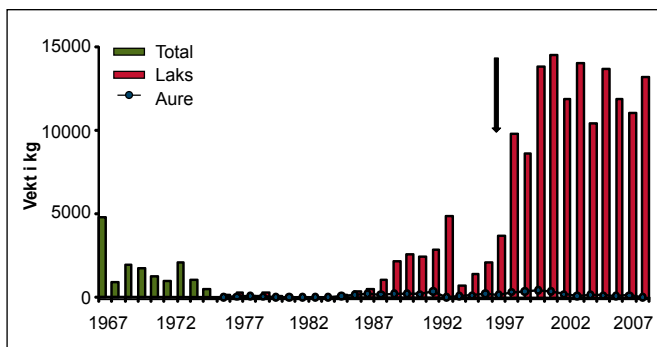
Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk			Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Ål	0+	eldre	0+	eldre
18(1)	128	1	18	0	0	1	10	4
19(2)	81	3	26	0	3	1	32	3
21(3)	116	5	25	0	0	4	20	2
22(4)	148	36	27	0	11	15	18	1
9(5)	95	17	32	0	22	1	36	0
3(6)	91	1	78	0	0	1	90	4
6(7)	137	6	29	1	4	1	14	7
10(8)	81	1	29	0	1	0	26	12
11(9)	100	120	8	0	105	43	5	3
12(10)	81	44	17	0	31	28	16,2	4,9
15(11)	85	37	11	0	8	36	11	2
16(12)	74	35	27	0	36	15	41	0
17(13)	82	151	31	0	160	57	44	2
23(14)	68	127	17	0	129	105	26	8
24(15)	43	116	4	0	349	44	14	0
25(16)	50	99	5	0	215	61	10	0
26(17)	35	70	5	0	190	17	14	0
27(18)	69	129	3	0	182	10	6	0
30(19)	30	16	6	3	7	64	10	10
31(20)	140	35	17	25	11	15	5	7
Tot.	1734	1049	415	29	48± 3	20± 1	22 ± 1	4 ± 0,1
Gj.sn.					73± 43	26± 12	23 ± 9	4 ± 2



**Figur 3.2.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Bjerkreimselva i perioden 1996 til 2008. Data før 2006 er fra Larsen et al. (2006). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

### 3.2.2 Fangststatistikk

Vassdragets østre del ble betraktet som fisketom før kalking, mens den vestre delen hadde naturlig reproduksjon av laks og sjørret også før kalking (Sivertsen 1989). I fangststatistikken er det først skilt mellom laks og sjørret



**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjørret i Bjerkreimselva i perioden 1967 til 2008. Tidspunkt for kalking er vist med pil.

f.o.m. 1976, men det ble registrert en betydelig nedgang i total fangst av anadrom fisk i elva på slutten av 1960-tallet og fram til og med 1976 (**Figur 3.4**). Fangstene av laks og sjørret var på et lavmål fram til ca. 1990, da fangstene av laks begynte å øke. Dette skjedde før kalkingen startet, og en forklaring kan være at det ble bygget fisketrapp i Fotlandsfossen i 1976 som gjorde det mulig for fisk å gå opp i de mindre sure sidevassdragene, og at det her foregikk gyting (Johnsen *et al.* 1999). Fangstutbyttet var oppe i ca 5 tonn i 1993, men sank igjen til 764 kg året etter. Etter at kalkingen kom i gang har fangstene økt betydelig, og fra 1998 har utbyttet ligget mellom 10 og nærmere 15 tonn (**Figur 3.4**). I 2008 var fangstutbyttet ca. 13 tonn laks, dvs. en økning på ca. 2 tonn i forhold til 2007. Siden 1976 er det bare fire år med høyere fangst, enn den i 2008.

Det fanges svært lite sjørret i vassdraget og fangstene av sjørret viser en generell nedgang. Det var en fangstøkning i 2007 fra 88 kg i 2006 til 125 kg, men i 2008, ble det kun tatt 37 kg. Etter 1993 er det ikke fanget så lite sjørret som i 2008.

### 3.3 Diskusjon

I større elver er det bare et område langs land som lar seg avfiske. Resultatene vil derfor referere til en begrenset del av elva nær land. Dersom vannføring og derved det areal som undersøkes ikke er noenlunde det samme ulike år, er dette også et forhold som gjør sammenligning av tettheter over år vanskelig. Dette vil også til en viss grad gjelde substrat og vannhastighet. Forskjellene mellom år i fisketetthet kan skyldes slike forhold. Høy vannføring kan gi lavere tettheter pr. arealenhet, noe som kan skyldes spredning av fisken (Saksgård og Heggberget 1990). Ved lav vannføring vil forholdet bli motsatt og gi høyere tetthet pr. arealenhet (Jensen og Johnsen 1988). I tillegg er antall stasjoner endret i perioden. De betydelige utsettingene av fisk gjør det vanskelig å vurdere bidraget fra naturlig gyting og derved effekten av kalking på naturlig reproduksjon hos laks.

#### Laks

Den høyeste tettheten av 0+ ble beregnet i 2003, 122 årsunger av laks pr. 100 m<sup>2</sup>. Siden da har det vært en gradvis reduksjon i tetthet av 0+ fram til 2007, da tettheten av årsunger ble beregnet til 31 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Saltveit et al. 2008). Tettheten av 0+ i 2008, 48 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, viser at det har vært en betydelig økning og tettheten i 2008 er blant de høyeste som er beregnet i perioden. Tettheten av eldre laksunger var også høyere i 2008 enn i 2007 og langt høyere enn i 2006. Bare to år, 2004 og 2005, har det vært høyere tettheter av eldre laksunger, med henholdsvis 31 og 27 individ pr. 100 m<sup>2</sup>, mens den de fleste år i senere tid har vært under 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006).

Det har vært en jevnt økende tetthet av eldre laksunger i Bjerkreimselva i årene 1996-2005 (Larsen *et al.* 2006). Sett i forhold til tidligere år, må tettheten av eldre laksunger angis som tilfredsstillende. Selv om tettheten av 0+ i 2008 på langt nær er på samme nivå som i perioden 2002 til 2005, må også den karakteriseres som tilfredsstillende. Med bagrunn i tidligere års resultater er det rimelig grunn til å anta at denne er mer enn høy nok til å opprettholde tettheten av eldre fisk på nåværende nivå.



Parti fra Bjerkreimselva med stasjon 15 i bakgrunnen.

FOTO: S.J. SALTVEIT

Mye av årsaken til lavere tettheter av årsunger i 2007 i forhold til 2006 var langt mindre fisk på noen av stasjonene som tidligere har hatt høye tettheter av 0+. Det var mye sand og grus på enkelte stasjoner i 2007, noe som gir mindre skjul for fisk. Tettheten på stasjon 17 ble beregnet til bare 28 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i 2007, mens den i 2008 var hele 190 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Også på flere andre stasjoner var det en tre til firedobling av 0+ tetthet i forhold til 2007. Det er imidlertid nå igjen noe færre årsunger i den øvre delen av vassdraget enn tidligere, 2006 og 2007.

Det var bare på stasjon 1, 3 og 6 at det ikke ble funnet 0+ laksunger i 2008. Eldre unger av laks ble ikke funnet på stasjon 8. Funn av en eldre laksunge (1+) på stasjon 1, ovenfor Ørdalsvatn, viser at det her var gyting høsten 2006. Dette er første gang laks er funnet så høyt opp i denne greina. Det har vært en økning i utbredelse av laksunger i vassdraget siden 1996, og laksunger påvises nå altså på alle stasjonene. Stasjon 1 og 2 ligger i Storåna, innløpselva til Ørsdalsvatn. Ørsdalsvatn kalkes, men ikke elvestrekningen ovenfor. Det er heller ikke tidligere fanget laksunger på stasjon 1 (Larsen *et al.* 2006, Saltveit *et al.* 2007), men det er siden 2005 påvist laksunger på stasjon 2 i Storåna, som ligger ca. 3 km nedenfor stasjon 1. I 2006 ble 0+ laks første gang påvist på stasjon 2, om enn i svært lav tetthet (Saltveit *et al.* 2007). Den har nå økt, men er fremdeles svært lav. Disse to stasjonene ble ikke

undersøkt i 2002-2004. Det settes ikke ut laks på denne elvestrekningen, så laksungene må stamme fra naturlig reproduksjon og eldre fisk viser overlevelse gjennom vinteren og påfølgende sommer. Dette indikerer en relativt god vannkvalitet på strekningen.

I likhet med tidligere år ble det fanget flest årsunger på stasjonene i hovedvassdraget mellom Svelavatn og Fotlandsvatn. Det var absolutt høyest tetthet av 0+ mellom Bjerkreim og Vinningsland (stasjon 13-18) med 130-350 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Denne strekningen har gode oppvekstområder for 0+, med store grunne områder med svak strøm og substrat av små stein (se bilde). Generelt var tettheten av eldre laksunger her lav. Substrat og høy vannhastighet er trolig forklaringen på lave 0+ tettheter på de to nederste stasjonene ved Tengs. Det var i tillegg høy tetthet av 0+ på stasjon 9 i Hofreistæáni (også i 2005 til 2007). Høyere opp i vassdraget er det fortsatt lav tetthet av laksunger, selv om det i 2007 var en generell økning i tetthet av 0+ laks også her. Dette kan imidlertid skyldes utsettingene. For eksempel ble det i 2008 ikke påvist 0+ laksunger i utløpet av Ytre Vinjavatn (stasjon 6), mens 0+ ble funnet her både i 2006 og 2007. Det settes imidlertid ikke ut fisk i denne greina og stasjonen nyter heller ikke godt av kalkingen i Maudalsvatn.

Det var størst tetthet i 2008 av eldre laksunger i hovedvassdraget på stasjoner mellom Vikeså og Apeland, samt ved Tengs. Dette er som i 2007. De høye tetthetene av eldre laksunger på stasjon 9 og 10 kan som for 0+ på stasjon 9 skyldes utsettinger.

Siden 1990 er det hvert år satt ut laksyngel i Bjerkreimselva fra klekkeriet til Bjerkreim elveeigarlag (se foran). Disse er ikke merket og lar seg derfor ikke skille fra fisk som er naturlig reprodusert. All fisk settes nå ut ovenfor Svelavatn, i Hofreistæáni, Ørsdalselva/Odlandshølen og Austrumdalsáni, og kan være et bidrag til de relativt høye tetthetene av laksunger på stasjonene i dette området.

Utsettingene har sannsynligvis vært viktig for reetableringen av laks i vassdraget ovenfor Svelavatn. Utsettinger gjør det imidlertid vanskelig å vurdere effekten av kalking på naturlig reproduksjon i dette området. Dette skyldes ikke bare det forhold at den utsatte fisken ikke lar seg skille fra naturlig reprodusert fisk, men også det forhold at gytefisk benyttes i produksjon av utsatt fisk. Det er dokumentert at utsettinger sjelden bidrar til økt avkastning på elv (Fjellheim og Johnsen 2001, Saltveit 2006). I 2008 ble all fisk satt i bekker i tilknytning til Svelavatn og i Hofreistæáni (elva mellom Hofreistæ og Svelavatn). Laksunger (0+) ovenfor Hofreistæ (stasjon 1 til 8) må derfor være fra naturlig reproduksjon, mens utsatt fisk kan bidra til de høye tetthetene av årsunger på stasjon 9 og 10.

## Ørret

Det ble funnet 0+ ørretunger på alle stasjonene i 2008, men på flere av stasjonene ble det ikke funnet ørretunger eldre enn 0+. Dette gjaldt spesielt i den nedre delen (**Tabell 3.1**). Gjennomsnittlig tetthet av årsunger ble beregnet til 22 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, som er en betydelig økning i forhold til 2007, da det bare var 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av 0+ ørret viste fram til 2006 relativt små variasjoner i tetthet, og tettheten i denne perioden har variert mellom 17 og 28 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av 0+ ørret i 2008 ligger den godt innenfor variasjonsområdet. I motsetning til de fleste andre vassdragene, der det etter kalking er en nedadgående tendens i tettheten av ørret, er det i Bjerkreimsvassdraget ingen slik tendens. Det ble imidlertid fryktet at den lave tettheten av 0+ ørret som ble funnet i 2007 innledet en periode med mindre ørret, men det ser ikke slik ut (Saltveit *et al.* 2008).

Det var heller ingen tilsvarende endring i tettheten av eldre ørret som følge av de lave 0+ tettheter i 2006, men 2007 kan være årsak til lavere tetthet av eldre ørretunger i 2008. Gjennomsnittlig tetthet for eldre ørretunger var 4 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i 2007, mens den generelt sett siden 2001 har vært ca. 5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Det har altså heller ikke skjedd store endringer i tettheten av eldre ørretunger i perioden, i motsetning til i flere av de andre elvene som inngår i overvåkingen. Tettheten av eldre ørret var gjennomgående lav.

Den absolutt høyeste tettheten av 0+ ble funnet på stasjon 6, men tetthetene var også relativt høye på stasjon 2, 5, 12 og 13, som alle hadde > 30 ind. 0+ ørret pr 100 m<sup>2</sup>. Dette er stasjoner som enten ligger nær innsjøer, og der tettheter av laksunger var relativt liten. Det samme var tilfelle i 2005, 2006 og 2007. De til nå relativt høye og mer stabile tettheter av 0+ ørret i Bjerkreimselva sammenlignet med de andre kalkete elvene kan derfor ha sin naturlige forklaring, nemlig at dette kan være rekrutter av innlandsørret. Det fanges også lite sjøørret i elva, noe som indikerer en liten sjøørretbestand.

Det har aldri vært fanget mye sjøørret i Bjerkreimselva, men i en periode med svært lave fangster av anadrom fisk utgjorde sjøørret en relativt stor andel av fangsten. Etter kalking er fangstene av sjøørret betydelig redusert (se **Figur 3.3**) og andelen av sjøørret i fangstene er nå ubetydelig (ca.0,3 %). Som i de fleste av de andre elvene som inngår i overvåkingen har det også i Bjerkreimselva funnet sted en reduksjon i bestanden av sjøørret samtidig med at laksebestanden har økt. Tettheten av ørretunger har imidlertid ikke vært spesielt høy i den perioden som er undersøkt, og det foreligger heller ingen informasjon om størrelsen på ungfiskbestanden før kalking.

Laks og ørret ble først holdt adskilt i fangststatistikken fra og med 1977. Det er derfor ikke mulig å få kjennskap til fordelingen av laks og sjøørret i fangstene før problemene med surt vann oppsto. Totalfangstene nå er imidlertid svært høye og det har aldri tidligere vært fanget mer anadrom fisk enn i dag. I tidligere år ble de høyeste fangstene registrert på 1960- tallet, da totalfangstene enkelte år nådde 6-7 tonn.



# 4 Bunndyr

Forfatter: Arne Fjellheim, LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen

## 4.1 Innledning

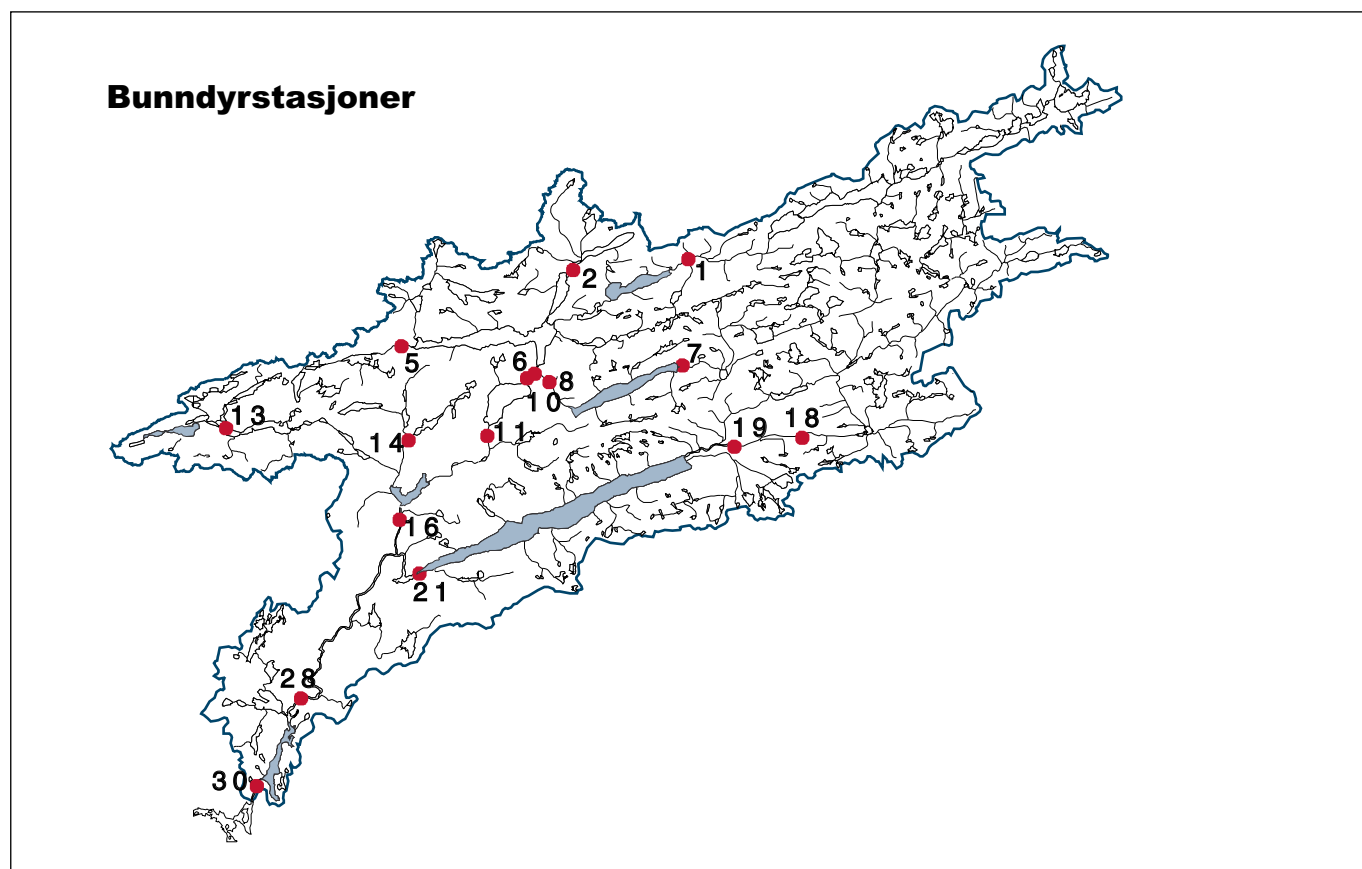
Bunndyrstudiene i Bjerkreimsvassdraget ble startet i 1996, før kalking (Fjellheim & Raddum 1998). Vassdraget ble kalket i 1997. Fra og med 1998 er det opprettet et fast stasjonsnett for rutinemessig innsamling av bunndyrprøver (**Figur 4.1** og **Tabell 1.2**). Prøvene tas to ganger årlig, vår og høst, hvert annet år. Stasjonsnettet består av 7 lokaliteter i den kalkete delen av vassdraget og 8 ukalkete referanselokaliteter. Bunndyrstudiene følger samme metodikk som i de andre vassdragene som blir overvåket, der en gjør nytte av de ulike arter/gruppers sensitivitet ovenfor surt vann (Fjellheim & Raddum 1990, Raddum 1999). Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn til forsuringskade og biologisk mangfold.

For metodikk ved innsamling og analyse av bunndyr vises det til eget metodekapittel.

## 4.2 Resultater og diskusjon

Totalt ble det i 2008 registrert 8 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 22 arter/slekter av vårfluer i bunnprøvene fra Bjerkreimsvassdraget (**Vedlegg B1** og **B2**). 21 av de registrerte arter/grupper av bunndyr er, i følge oversikt av Fjellheim & Raddum (1990), sensitive overfor forsurening. EPT-diversiteten (summen av arter innen gruppene døgn-, stein- og vårfluer) var større i 2008 (42) enn det som ble registrert i 2006 (39 - Fjellheim 2007). Antall registrerte forsureningssensitive bunndyr var omlag som i de foregående årene.

Gjennomsnitt forsureningsindekser for 1996 (ukalket) og 1998 - 2008 (kalkete stasjoner og referansestasjoner) er vist i **Figur 4.2**. Det fremgår av figuren at skadene på bunndyrfaunaen har minket etter kalkingen. Våren 2008 ble verdien for indeks 1 beregnet til 1,0 både i de kalkete lokalitetene og i referansestasjonene. Verdien for Indeks



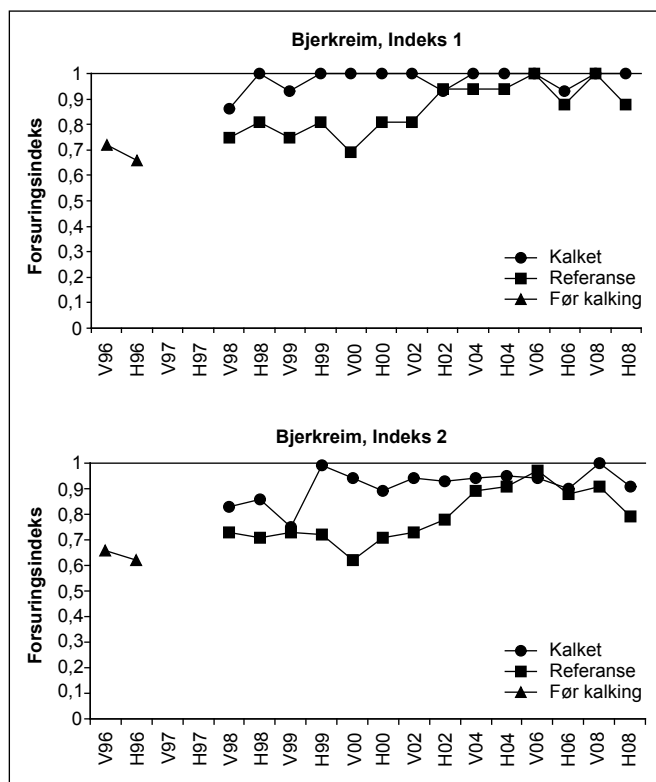
**Figur 4.1.** Prøvetakingsstasjoner for bunndyr i Bjerkreimsvassdraget.

2 var henholdsvis 1,0 og 0,91, altså en akseptabel vannkvalitet. Høstprøvene fra den kalkete delen av vassdraget viste også tilfredsstillende verdier, med indeks 1 og 2 lik 1,0 og 0,91. I referansestasjonene var tilsvarende verdier 0,88 og 0,79. Samlet vurderes resultatene i 2008 til å være tilfredsstillende. Små forskjeller mellom indeks 1 og 2 tyder på at de mest sensitive bunndyrene utsettes for mindre subletalt stress.

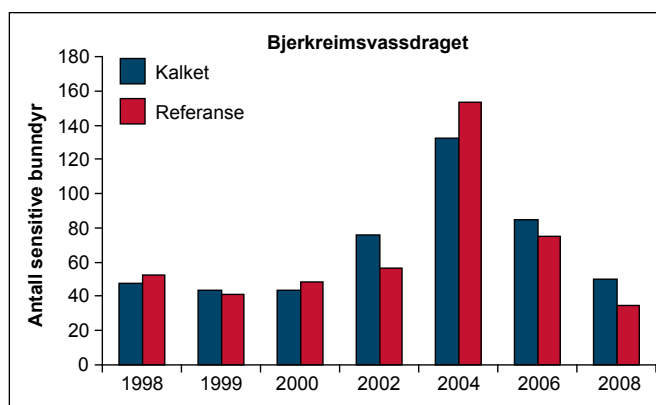
En oppsummering av utviklingen av forsureningssensitive bunndyr i Bjerkreimsvassdraget er vist i **Figur 4.3**. Antall forsureningssensitive bunndyr har gått noe tilbake sammenlignet med toppåret i 2004. Den nokså like fordelingen av sensitive bunndyr mellom kalkete lokaliteter og referanse-lokaliteter er forårsaket av at referansestasjonsnettet inneholder en del naturlig uforsurete lokaliteter, spesielt i de vestlige områdene fra Oslandsvatnet mot Svelavatnet.

De mest forsureningssensitive ferskvannssneglene har vist økende forekomster i løpet av den tiden overvåkingen har pågått. Det ble i 2008 registrert to arter (**Figur 4.4**): vanlig damsnegl (*Lymnaea peregra*) og vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*). Remsneglen *Bathyomphalus contortus*, som ble påvist for første gang i 2006, ble ikke registrert. Det framgår forøvrig av figuren at det ikke ble registrert snegl før kalkingen av vassdraget ble påbegynt.

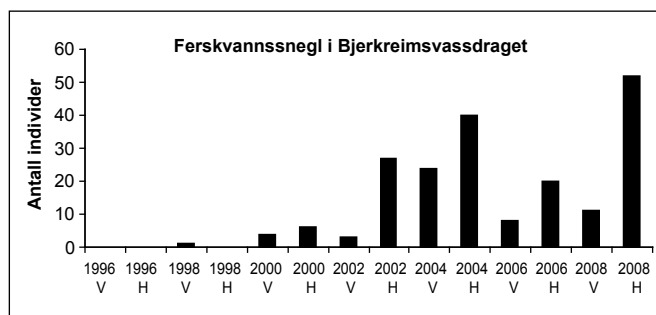
Et økende mangfold av registrerte bunndyrarter i Bjerkreimsvassdraget i perioden 1998 til 2008 er et signal om at kalkingen har positive effekter på bunndyrfaunaen. Vi forventer at flere av de artene som har etablert seg i de senere år vil ekspandere i utbredelse. Spesielt gjelder dette ferskvannssneglene, som er svært sensitive ovenfor både forsurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990). Denne bunndyrgruppen har også vist respons etter kalkingen av Oгна, Audna og Vikedalselva (Fjellheim & Raddum 1995).



**Figur 4.2.** Gjennomsnittlig forsureningsindekser (indeks 1 og 2) for stasjonene i Bjerkreimsvassdraget i 1996 (ukalket) og i 1998 – 2008 (etter kalking).



**Figur 4.3.** Gjennomsnittlig antall forsureningssensitive bunndyr pr prøve i de kalkete stasjonene og i referansestasjonene i perioden 1998 - 2008.



**Figur 4.4.** Totalt antall ferskvannssnegl registrert i vår- og høstprøvene fra Bjerkreimsvassdraget i perioden 1996 - 2008.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemi

Høylandsåni er valgt som ny referansestasjon, siden stasjonen ved innløpet av Ørsdalsvatn (Storåna) er påvirket av kalking i de små innsjøene oppstrøms Ørsdalsvatn. Prøvetakingen ved denne stasjonen startet opp i februar 2008, og pH-verdiene lå i området pH 4,9-5,3 noe som gir et årsmiddel på 5,12 for 2008. Den nye referansestasjonen hadde det høyeste årsmiddelet for giftig, labilt aluminium av de åtte stasjonene i Bjerkreimsvassdraget (LAI; 35 µg/L), og verdiene lå i intervallet 8-76 µg/L. Alle prøvene tatt perioden februar-april hadde verdier i området 65-76 µg/L. Kloridkonsentrasjonene som ble målt i samme periode indikerer at vassdraget var påvirket av én eller flere sjøsaltepisoder på denne tiden.

Det var like stor kalkingsinnsats i Ørsdalsvatn og Austrumdalsvatn i 2008 som i 2007, men det var en liten reduksjon i midlere konsentrasjon av kalsium og noe lavere pH-verdier i de vertikale innsjøprøvene som ble tatt i desember. Resultatene fra utløpsprøvene fra de to innsjøene viste tilnærmet uendret årsmiddel for pH og kalsium og kun mindre endringer mht. labilt aluminium i forhold til året før.

Stasjonen ved utløpet Byrkjelandsvatn har hatt en nedgang i årsmiddel-pH de siste to årene. I 2008 hadde syv av 16 prøver ved denne stasjonen pH  $\geq$  6,0, mens et kraftig pH-dropp 19. oktober (4,85) bidro til å senke årsmiddelverdien betydelig. Ved utløpet av Hofreistevatn var tre av prøvene under pH-målet for anadrom strekning, men avviket var kun på 0,1 pH-enheter. De andre stasjonene nedover på den anadrome strekningen, Gjedrem og Tengs, hadde pH-verdier på eller godt over pH-målet gjennom hele året samt at verdiene for labilt aluminium var lave ( $\leq$  9 µg/L). Alle prøvene som ble tatt ved utløpet innenfor smoltifiseringsperioden, hadde LAI-verdier  $\leq$  8µg/L. I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vannrammedirektivet (Lyche-Solheim *et al.* 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene ligger 8 µg/L labilt aluminium innenfor klassen "God" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.

## 5.2 Fisk

For laks har kalkingen av Bjerkreimselva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefangstene har økt betydelig, mens det for ørret er en nedadgående trend både i andel av total fangst. Samlet fangst av anadrom fisk er betydelig, og denne har på 1900 - tallet aldri vært høyere enn nå.

En kompliserende faktor er utsettingene. Disse foregår i vassdragets øverste del, og det må antas at de betydelige mengdene 0+ som finnes fra Vikeså og nedover skyldes naturlig gyting. Imidlertid påvirker uttak av stamfisk naturlig reproduksjon.

Tettheten av eldre laksunger karakteriseres som tilfredsstillende og stabilt høye, men det er ikke lenger tendens til økt tetthet hos laks. Behovet for fortsatte utsettinger bør vurderes til fordel habitatforbedrende tiltak som kan bidra til økt tetthet av eldre laksunger.

### 5.3 Bunndyr

Bunndyrsamfunnene i Bjerkreimsvassdraget har vist god respons på kalkingen, og i 2008 var bunndyrs sammensetningen i den kalkete delen av hovedelva tilfredsstillende. Indeks 2 har vært stabilt god de senere år. Dette viser at de mest sensitive bunndyrene utsettes for mindre subtalt stress. Bjerkreimsvassdraget har hatt en stor økning i artsmangfold etter at kalkingen ble påbegynt. I 2008 ble det registrert mange sterkt forsuretssensitive bunndyrarter, spesielt blant gruppene døgnfluer, snegl og igler. Det økende biologiske mangfoldet er et signal om at kalkingen har positive effekter på bunndyrfaunaen.

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

Kalkingsbehovet er gått ned i senere år i takt med den naturlige vannkvalitetsforbedringen i vassdraget. År til år variasjoner forårsaket av for eksempel sjøsaltepisoder understreker imidlertid at dagens ambisjonsnivå i forhold til kalking må opprettholdes også i årene framover. Dette innebærer blant annet at kalkdoseringsanlegget ved Malmei til enhver tid må holdes operativt. Etter nesten 20 år med redusert svovelavsetning, ser utviklingen ut til å ha flatet ut etter år 2000. Dette betyr at en ikke lengre kan forvente de samme årvise forbedringene i vannkvaliteten som på 1990-tallet. I tillegg har mange av årene etter 2000 vært svært nedbørrike og/eller preget av sjøsaltepisoder.

Fra og med 2008 er det kalket flere vann oppstrøms Ørdsalsvatn. Dette gjør at en på sikt vil kunne redusere tilsvarene på kalkdosene i Ørdsalsvatn. Det er usikkert om tiltakene vil gjøre vannkvaliteten god nok for laks i innløpselva til Ørdsalsvatn (Storåna) på kort sikt, men det vil uansett være et steg i riktig retning. Storåna er den eneste delen av den anadrome strekningen som helt klart har for dårlig vannkvalitet for laks i dag.

Økt kalking oppstrøms Ørdsalsvatn gjør at Storånas status som referansestasjon har falt bort. Fra og med februar 2008 er det derfor opprettet en ny referansestasjon i Høylandsåna som tilhører det andre hovedtilløpet til Ørdsalsvatn.

## 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.
- Fjellheim, A. 2007. Overvåking av bunndyr i Bjerkreimsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, s. 10-18.
- 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. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1998. Overvåking av bunndyr i Bjerkreimsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat 1998-3, pp. 185-198.
- 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. & Enge, E. 1995. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag - 1994. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1995-1. 74 s.
- Hesthagen, T., Larsen, B.M., Berger, H.M., Saksgård, R. & Lierhagen, S. 1992. Betydningen av kalsium for tettheten av aureunger i bekker i tre forsurrede vassdrag. - NINA-Forskningsrapport 25: 1-24.
- 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.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F. Skiple, A. & Brandrud, T.E. 1996. Tiltak mot forsuring av Bjerkreimsvassdraget. Kalkingsplan. NIVA-rapport 3358, 48 s.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A., Saksgård, R. og Simonsen, J.H. 2006. Bjerkreimsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 121-130.
- Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrappport nr. 3, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 2373, 32 s.
- Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. O-89185-2.
- Lyche Solheim, A., Berge, D., Tjomsland, T. Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H. Skarbøvik, E., Eggestad, H.O. & Engebretsen, A. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og egnethet for brukerinteresser. Supplement til Veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport nr. 5708, 81 s.
- met.no 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Søyland, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.
- NVE 2009. Vannføring ved NVE-stasjonen Gjedlakleiv i 2008. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Persson, U. 1993. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag, 1992. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-rapport 1993-2. 99 s.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.) Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo.
- 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.
- 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. og Pavels, H. 2007. Bjerkreimsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007: 4s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Bremnes, T., Kleiven, E. og Pavels, H. 2008. Bjerkreimsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. I DN-notat 2-2008: 4s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. – NINA Utredning 10: 1-28.
- Undheim, P. 1981. 10-års verna vassdrag i Vest-Norge. Bjerkreimsvassdraget. Fiskerikonsulentent i Vest-Norge. Rapport. 49 s.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:							
Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO <sub>2</sub>	Silisumdiksyd
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAL	Lablitt aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	ALK mmol/L	ALK-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAL µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L	Temp °C	Sikt m	Farge- obs.
19-1	Utlep v/Tengs	07/01/08	6,45	1,52	0,064	36	25	21	4	1,3	3,75	0,63	3,97	0,33	6,75	1,82	435	495	5	1,75	49			
19-1	Utlep v/Tengs	03/02/08	6,22	1,35	0,054	25	31	25	6	1,2	3,71	0,63	3,88	0,31	7,20	1,83	370	435	3	1,63	28			
19-1	Utlep v/Tengs	05/03/08	6,34	1,38	0,056	27	21	20	1	1,1	3,52	0,60	3,77	0,31	6,95	1,82	360	405	3	1,52	30			
19-1	Utlep v/Tengs	25/03/08	6,52	1,52	0,068	40	21	19	2	1,1	3,79	0,64	3,82	0,34	6,87	1,85	440	450	3	1,76	40			
19-1	Utlep v/Tengs	07/04/08	6,44	1,40	0,059	30	30	22	8	1,1	3,58	0,59	3,71	0,31	6,65	1,80	335	405	4	1,58	39			
19-1	Utlep v/Tengs	14/04/08	6,52	1,47	0,064	36	21	17	4		3,71													
19-1	Utlep v/Tengs	21/04/08	6,54	1,52	0,070	42	23	19	4		3,74													
19-1	Utlep v/Tengs	28/04/08	6,42	1,39	0,064	36	25	18	7		3,19													
19-1	Utlep v/Tengs	05/05/08	6,35	1,33	0,062	34	27	21	6	1,2	3,09	0,50	3,31	0,28	5,74	1,62	245	370	4	1,43	46			
19-1	Utlep v/Tengs	12/05/08	6,46	1,25	0,062	34	23	18	5		3,01													
19-1	Utlep v/Tengs	19/05/08	6,42	1,22	0,060	31	23	21	2		2,92													
19-1	Utlep v/Tengs	25/05/08	6,43	1,26	0,063	35	26	23	3		2,98													
19-1	Utlep v/Tengs	02/06/08	6,83	1,31	0,088	61	24	21	3	1,1	3,07	0,48	3,02	0,21	5,35	1,47	245	340	4	1,24	43			
19-1	Utlep v/Tengs	07/07/08	6,59	1,44	0,070	42	24	21	3	1,2	3,29	0,51	3,51	0,28	5,96	1,63	295	410	5	1,28	51			
19-1	Utlep v/Tengs	04/08/08	6,53	1,43	0,073	45	17	16	1	1,4	3,24	0,61	3,46	0,32	5,81	1,64	305	405	9	1,24	60			
19-1	Utlep v/Tengs	01/09/08	6,59	1,46	0,075	47	19	14	5	1,4	3,21	0,57	3,34	0,29	5,36	1,55	270	400	4	1,28	70			
19-1	Utlep v/Tengs	06/10/08	6,51	1,40	0,070	42	16	16	0	1,4	3,18	0,56	3,29	0,29	5,80	1,70	270	400	5	1,43	48			
19-1	Utlep v/Tengs	19/10/08	6,51	1,37	0,067	39	22	19	3	1,7	3,27	0,47	3,19	0,34	5,61	1,79	315	425	6	1,51	36			
19-1	Utlep v/Tengs	03/11/08	6,39	1,47	0,066	38	26	23	3	1,4	3,30	0,56	3,38	0,32	5,65	1,73	325	500	5	1,52	56			
19-1	Utlep v/Tengs	17/11/08	6,26	1,18	0,062	34	25	24	1	1,3	3,08	0,44	2,88	0,24	5,67	1,70	265	335	4	1,35	12			
19-1	Utlep v/Tengs	01/12/08	6,39	1,39	0,065	37	20	16	4	1,3	3,23	0,54	3,36	0,27	5,31	1,49	260	355	3	1,41	67			
19-1	Utlep v/Tengs	15/12/08	6,57	1,55	0,071	43	18	16	2	1,2	3,62	0,58	3,46	0,30	6,13	1,77	370	475	4	1,77	47			

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	ALK	ALK-E	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Tot-P	SiO <sub>2</sub>	ANC	Temp	Sikt	Farge- obs.	
				mg/L	mmol/L	µekv/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg C/L	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg N/L	µg N/L	µg P/L	mg SiO <sub>2</sub> /L	µekv/L	°C	m		
19-4	Gjedrem	07/01/08	6,41	1,35	0,066	38	24	17	7		3,54														
19-4	Gjedrem	03/02/08	6,15	1,15	0,051	22	35	27	8		3,44														
19-4	Gjedrem	05/03/08	6,31	1,24	0,053	24	32	28	4		3,79														
19-4	Gjedrem	23/03/08	6,38	1,40	0,062	34	24	21	3		3,44														
19-4	Gjedrem	07/04/08	6,34	1,21	0,055	26	31	22	9		3,50														
19-4	Gjedrem	05/05/08	6,26	1,10	0,057	28	27	21	6		3,13														
19-4	Gjedrem	02/06/08	6,59	1,23	0,070	42	21	18	3		3,21														
19-4	Gjedrem	07/07/08	6,58	1,31	0,068	40	24	22	2		3,31														
19-4	Gjedrem	04/08/08	6,70	1,31	0,076	48	16	15	1		3,35														
19-4	Gjedrem	01/09/08	6,67	1,40	0,080	52	15	10	5		3,36														
19-4	Gjedrem	06/10/08	6,53	1,41	0,077	49	17	17	0		3,46														
19-4	Gjedrem	19/10/08	6,52	1,17	0,069	41	25	21	4		3,38														
19-4	Gjedrem	03/11/08	6,36	1,29	0,065	37	22	21	1		3,21														
19-4	Gjedrem	17/11/08	6,26	1,15	0,061	32	26	24	2		3,11														
19-4	Gjedrem	01/12/08	6,31	1,12	0,063	35	20	18	2		3,20														
19-4	Gjedrem	15/12/08	6,46	1,16	0,066	38	17	15	2		3,23														
19-6	Høylandsåni	03/02/08	4,99	0,31	0,021	0	98	22	76	0,91	3,62	0,49	3,89	0,14	7,52	1,56	170	230	1	0,81	-28				
19-6	Høylandsåni	05/03/08	4,93	0,28	0,019	0	87	21	66	0,88	2,96	0,40	3,16	0,12	6,07	1,42	180	240	1	0,73	-26				
19-6	Høylandsåni	25/03/08	4,95	0,28	0,020	0	85	20	65	0,87	3,14	0,41	3,40	0,13	6,23	1,43	185	225	1	0,81	-20				
19-6	Høylandsåni	07/04/08	5,05	0,30	0,021	0	84	18	66	0,86	3,17	0,43	3,50	0,15	6,41	1,59	250	330	2	0,81	-25				
19-6	Høylandsåni	05/05/08	5,06	0,19	0,025	0	59	23	36	1,0	2,01	0,24	2,06	0,10	3,28	1,15	215	330	2	0,58	-10				
19-6	Høylandsåni	02/06/08	5,31	0,14	0,029	0	19	11	8	0,78	1,33	0,17	1,42	0,06	2,31	0,73	120	185	2	0,30	-5				
19-6	Høylandsåni	07/07/08	5,26	0,27	0,027	0	36	17	19	0,88	2,06	0,25	2,27	0,09	3,66	1,05	180	230	1	0,32	-3				
19-6	Høylandsåni	04/08/08	5,34	0,24	0,029	0	28	17	11	1,3	1,69	0,23	1,89	0,07	2,99	1,04	130	215	<1	0,47	0				
19-6	Høylandsåni	01/09/08	5,31	0,22	0,028	0	30	19	11	1,3	1,62	0,21	1,76	0,07	2,86	0,98	74	165	3	0,39	0				
19-6	Høylandsåni	06/10/08	5,23	0,20	0,026	0	40	26	14	1,6	1,63	0,23	1,67	0,10	2,88	0,87	61	170	2	0,64	0				
19-6	Høylandsåni	19/10/08	5,17	0,20	0,024	0	54	31	23	1,7	1,76	0,19	1,75	0,11	3,08	0,97	67	175	2	0,75	-7				
19-6	Høylandsåni	03/11/08	5,10	0,27	0,026	0	62	26	36	1,3	2,20	0,28	2,33	0,09	3,93	1,14	120	185	3	0,79	-3				
19-6	Høylandsåni	17/11/08	5,14	0,28	0,028	0	49	22	27	1,1	2,24	0,29	2,30	0,09	3,67	1,02	100	170	2	0,69	8				
19-6	Høylandsåni	01/12/08	5,10	0,28	0,027	0	58	22	36	1,1	2,32	0,30	2,45	0,09	4,25	1,10	125	185	2	0,79	-4				
19-6	Høylandsåni	15/12/08	5,15	0,28	0,027	0	49	20	29	0,97	2,37	0,28	2,31	0,08	4,21	1,16	130	210	2	0,88	-13				

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	ALK	ALK-E	A/R	A/I/I	LAL	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Tot-P	SiO <sub>2</sub>	ANC	Temp	Sikt	Farge- obs.	
				mg/L	mmol/L	µekv/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg C/L	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg N/L	µg N/L	µg P/L	mg SiO <sub>2</sub> /L	µekv/L	°C	m		
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	07/01/08	5,75	0,51	0,034	3	38	25	13	1,3	1,90	0,28	2,09	0,12	3,44	1,24	145	215	2	1,16	9				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	03/02/08	5,02	0,50	0,022	0	97	28	69	1,1	3,71	0,53	4,09	0,19	8,14	1,52	135	220	2	1,07	-20				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	05/03/08	5,16	0,53	0,024	0	65	24	41	0,97	3,22	0,43	3,44	0,16	6,80	1,47	135	185	1	0,94	-17				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	25/03/08	5,35	0,58	0,028	0	51	24	27	1,0	2,77	0,42	3,54	0,19	6,58	1,52	145	175	1	1,11	-5				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	07/04/08	5,23	0,44	0,027	0	79	33	46	1,5	2,75	0,37	3,14	0,17	5,48	1,52	170	245	2	1,09	-5				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	05/05/08	5,11	0,25	0,027	0	68	42	26	1,7	1,90	0,22	2,08	0,12	3,09	1,19	160	260	4	0,75	1				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	02/06/08	5,50	0,29	0,032	0	24	18	6	1,2	1,37	0,17	1,59	0,08	2,50	0,79	98	185	3	0,34	6				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	07/07/08	5,84	0,52	0,037	6	21	17	4	1,3	1,60	0,19	1,91	0,09	2,88	1,02	115	200	3	0,11	16				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	04/08/08	5,97	0,69	0,042	12	35	31	4	2,5	1,67	0,23	1,93	0,13	2,71	1,15	150	285	2	0,73	30				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	01/09/08	6,07	0,57	0,044	14	37	32	5	2,2	1,46	0,19	1,68	0,08	2,42	0,91	39	165	3	0,51	29				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	06/10/08	5,39	0,40	0,032	0	74	63	11	3,0	1,72	0,24	1,87	0,11	3,05	0,91	53	185	4	1,20	15				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	19/10/08	5,39	0,44	0,032	0	83	69	14	3,4	1,78	0,21	1,94	0,12	3,16	0,93	47	185	3	1,33	15				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	03/11/08	5,79	0,67	0,039	9	40	34	6	1,7	1,91	0,25	2,10	0,11	3,49	1,03	81	175	3	1,11	22				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	17/11/08	5,15	0,31	0,030	0	72	48	24	2,1	2,07	0,26	2,12	0,09	3,86	1,04	53	160	5	1,03	-3				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	01/12/08	5,62	0,57	0,038	8	41	30	11	1,5	1,92	0,26	2,06	0,09	3,57	0,96	75	185	4	1,03	16				
19-7	Inn Ørdsalsv. (Storåna)	15/12/08	6,25	0,65	0,052	23	35	27	8	1,3	2,12	0,29	2,22	0,09	3,74	1,18	110	185	3	1,39	17				
19-8	Utl. Austrumdalsv.	07/01/08	6,32	1,15	0,056	27	33	25	8		2,48														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	03/02/08	6,17	1,08	0,051	22	34	28	6		2,45														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	05/03/08	6,22	1,01	0,050	21	36	30	6		2,77														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	25/03/08	6,12	0,99	0,047	18	34	23	11		2,67														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	07/04/08	6,15	1,04	0,046	16	35	26	9		2,51														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	05/05/08	6,05	0,94	0,049	20	35	28	7		2,65														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	02/06/08	6,06	0,84	0,044	14	29	26	3		2,49														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	07/07/08	6,12	0,84	0,044	14	30	27	3		2,39														
19-8	Utl. Austrumdalsv.	04/08/08	6,16	0,78	0,043	13	29	28	1		2,22														



St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	ALK	ALK-E	A/R	A/I/I	LAL	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Tot-P	SiO <sub>2</sub>	ANC	Temp	Sikt	Farge- obs.
			mg/L	mmol/L	µekv/L	µg/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg C/L	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg N/L	µg N/L	µg P/L	mg SiO <sub>2</sub> /L	µekv/L	°C	m	
19-8	Utl. Austrumdalsv.	01/09/08	6,92	2,22	0,116	90	30	23	7		2,98													
19-8	Utl. Austrumdalsv.	06/10/08	6,64	1,61	0,083	56	24	24	0		2,67													
19-8	Utl. Austrumdalsv.	19/10/08	6,62	1,49	0,076	48	28	26	2		2,55													
19-8	Utl. Austrumdalsv.	03/11/08	6,40	1,38	0,072	44	30	27	3		2,59													
19-8	Utl. Austrumdalsv.	17/11/08	6,29	1,11	0,066	38	33	31	2		2,58													
19-8	Utl. Austrumdalsv.	01/12/08	6,42	1,15	0,067	39	28	25	3		2,77													
19-8	Utl. Austrumdalsv.	15/12/08	6,44	1,17	0,063	35	24	23	1		2,56													
19-9	Utl. Hofreistev.	07/01/08	6,21	0,95	0,049	20	29	22	7		2,74													
19-9	Utl. Hofreistev.	03/02/08	6,07	0,96	0,045	15	29	23	6		2,72													
19-9	Utl. Hofreistev.	05/03/08	6,19	0,97	0,047	18	25	22	3		2,67													
19-9	Utl. Hofreistev.	25/03/08	6,11	0,99	0,046	16	29	24	5		2,86													
19-9	Utl. Hofreistev.	07/04/08	6,20	1,04	0,048	19	29	20	9		2,95													
19-9	Utl. Hofreistev.	05/05/08	6,13	0,99	0,051	22	29	23	6		2,85													
19-9	Utl. Hofreistev.	02/06/08	6,30	1,00	0,051	22	30	26	4		2,82													
19-9	Utl. Hofreistev.	07/07/08	6,32	0,93	0,050	21	28	27	1		2,75													
19-9	Utl. Hofreistev.	04/08/08	6,37	0,90	0,051	22	24	24	0		2,61													
19-9	Utl. Hofreistev.	01/09/08	6,56	1,09	0,062	34	18	17	1		2,71													
19-9	Utl. Hofreistev.	06/10/08	6,44	1,15	0,060	31	15	15	0		2,79													
19-9	Utl. Hofreistev.	19/10/08	6,42	1,11	0,057	28	19	17	2		2,70													
19-9	Utl. Hofreistev.	03/11/08	6,23	1,07	0,056	27	26	23	3		2,75													
19-9	Utl. Hofreistev.	17/11/08	6,21	1,01	0,057	28	24	22	2		2,80													
19-9	Utl. Hofreistev.	01/12/08	6,25	1,00	0,057	28	26	20	6		2,81													
19-9	Utl. Hofreistev.	15/12/08	6,32	1,02	0,055	26	21	19	2		2,83													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	07/01/08	6,23	1,10	0,050	21	28	23	5		2,33													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	03/02/08	6,17	1,12	0,049	20	32	26	6		2,57													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	05/03/08	6,27	1,07	0,050	21	29	26	3		2,63													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	25/03/08	6,23	1,12	0,051	22	28	24	4		2,61													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	07/04/08	6,38	1,23	0,056	27	31	21	10		2,94													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	05/05/08	6,23	1,09	0,057	28	32	27	5		2,69													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	02/06/08	6,31	1,00	0,052	23	25	22	3		2,48													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	07/07/08	6,28	0,91	0,050	21	29	26	3		2,36													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	04/08/08	6,32	0,93	0,050	21	27	26	1		2,32													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	01/09/08	6,22	0,91	0,047	18	33	29	4		2,23													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	06/10/08	6,21	0,94	0,049	20	21	22	0		2,34													
19-12	Utl. Ørstdalsv.	19/10/08	6,26	0,96	0,050	21	27	26	1		2,36													

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	ALK mmol/L	ALK-E µekv/L	A/R µg/L	A/I/I µg/L	LAL µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L	Temp °C	Sikt m	Farge- obs.	
19-12	Utl. Ørnsdalsv.	03/11/08	6,17	0,95	0,052	23	27	26	1		2,42														
19-12	Utl. Ørnsdalsv.	17/11/08	6,14	0,95	0,053	24	31	29	2		2,45														
19-12	Utl. Ørnsdalsv.	01/12/08	6,22	1,04	0,057	28	32	25	7		2,53														
19-12	Utl. Ørnsdalsv.	15/12/08	6,65	1,59	0,088	61	22	19	3		3,27														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	07/01/08	5,99	0,76	0,042	12	26	20	6		2,63														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	03/02/08	5,46	0,69	0,032	0	78	37	41		3,27														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	05/03/08	5,94	0,75	0,039	9	32	22	10		2,83														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	25/03/08	5,87	0,79	0,040	10	27	19	8		2,89														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	07/04/08	5,88	0,75	0,038	8	33	20	13		2,77														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	05/05/08	5,92	0,79	0,043	13	28	19	9		2,83														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	02/06/08	6,04	0,74	0,042	12	23	20	3		2,68														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	07/07/08	6,00	0,88	0,043	13	35	29	6		2,87														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	04/08/08	5,32	0,42	0,031	0	131	85	46		2,83														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	01/09/08	6,15	0,76	0,046	16	22	19	3		2,59														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	06/10/08	5,98	0,74	0,041	11	30	28	2		2,64														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	19/10/08	4,85	0,27	0,018	0	239	176	63		3,20														
19-20A	Utlep Byrkjelandsv, oppstr. dos.	03/11/08	6,00	0,87	0,047	18	20	18	2		2,64														

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca	ALK	ALK-E	Al/R	Al/II	LAL	TOC	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Tot-P	SiO <sub>2</sub>	ANC	Temp	Sikt	Farge- obs.	
				mg/L	mmol/L	µekv/L	µg/L	µg/L	µg/L	mg C/L	mS/m	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	µg N/L	µg N/L	µg P/L	mg SiO <sub>2</sub> /L	µekv/L	°C	m		
19-20A	Utløp Byrkjelandsv, oppstr. dos.	17/11/08	5,92	0,78	0,046	16	30	26	4		2,84														
19-20A	Utløp Byrkjelandsv, oppstr. dos.	01/12/08	5,99	0,75	0,048	19	26	19	7		2,76														
19-20A	Utløp Byrkjelandsv, oppstr. dos.	15/12/08	6,08	0,79	0,045	15	22	17	5		2,69														
19-70	Ørstdalsvatn- 1 m	21/12/08	6,14	1,02	0,054	25																5,2	11,0	Grønn	
19-71	Ørstdalsvatn- 10 m	21/12/08	6,20	1,07	0,057	28																5,2			
19-72	Ørstdalsvatn- 20 m	21/12/08	6,17	1,04	0,055	26																5,2			
19-74	Ørstdalsvatn- 100 m	21/12/08	6,15	1,08	0,056	27																5,0			
19-75	Ørstdalsvatn- 200 m	21/12/08	6,16	1,05	0,056	27																4,6			
19-76	Austrumdalsvatn- 1 m	21/12/08	6,34	1,12	0,066	38																4,3	10,0	Gul	
19-77	Austrumdalsvatn- 10 m	21/12/08	6,31	1,14	0,070	42																4,1			
19-78	Austrumdalsvatn- 20 m	21/12/08	6,30	1,14	0,063	35																4,1			
19-80	Austrumdalsvatn- 75 m	21/12/08	6,30	1,12	0,062	34																4,1			

# Vedlegg B. Primærdata – bunndyr 2008

Vedlegg B1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Bjerkreimsvassdraget 15.05.2008.

Stasjon	30	28	21	16	13	5	14	11	10	6	8	7	19	2	1
<b>Nematoda</b>	1			1	4	2	1	4	2	2	1				1
<b>Oligochaeta</b>	5	7	3	18	6	11	3	13	2	3		16	1	1	5
<b>Acari</b>	6	2		1	4	8	1			1		1		12	3
<b>Bivalvia</b>															
* <i>Pisidium</i> sp.	4	1		2	6	2		1							
<b>Hirudinea</b>															
*** <i>Glossophonia complanata</i>	3														
*** <i>Erpobdella octoculata</i>	1														
<b>Gastropoda</b>															
*** <i>Lymnaea peregra</i>	1														
*** <i>Gyraulus acronicus</i>	4					6									
<b>Ephemeroptera</b>															
*** <i>Baetis rhodani</i>	7	7	1	52	18	38	29	24	23	2	16	22	64	3	5
*** <i>Baetis</i> sp.cf. <i>fuscatus</i>			1												
*** <i>Baetis subalpinus</i>								1							
*** <i>Baetis</i> sp.		6													
*** <i>Caenis</i> sp.		1					1								
*** <i>Centroptilum luteolum</i>		2													
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	10	5		5			2	4	1		1				
** <i>Heptagenia</i> sp.	7	5		2					2						
<i>Leptophlebia vespertina</i>			1												
<b>Plecoptera</b>															
<i>Amphinemura borealis</i>	11	8	2	2	3		4	12	1	2		7	11	6	
<i>Amphinemura sulciollis</i>		1	2	8			1	1	2			2	5		1
<i>Amphinemura</i> sp.cf. <i>standfussi</i>									1						
<i>Amphinemura</i> sp.	6		1	8	5	3		3				24	6	5	5
<i>Brachyptera risi</i>								1			9	2	3		28
<i>Leuctra hippopus</i>								1			1				7
<i>Leuctra digitata</i>									1						
<i>Leuctra</i> sp.		2		1	8		1	8				3	1	7	5
<i>Protonemura meyeri</i>						1	2		1			1			6
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				1								2	2		1
** <i>Isoperla grammatica</i>			1		1			7				25	2		
** <i>Isoperla obscura</i>						1								1	
** <i>Isoperla</i> sp.cf. <i>difformis</i>								1							
<b>Trichoptera</b>															
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	2	4		4	13	2	11	6	9		2	8	1	3	11
<i>Rhyacophila nubila</i> puppe					1	1		1	1						
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	2			2	2	18	1	21	13		4		6	6
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1	1								1				3	2
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		3	1							2	10			5	
<i>Holocentropus dubius</i>										1					
Polycentropodidae indet														2	
<i>Halesus radiatus</i>	1														
<i>Potamophylax cingulatus</i>						1									
Limnephilidae indet.	1					2								1	

Vedlegg B1. Forts.

Stasjon	30	28	21	16	13	5	14	11	10	6	8	7	19	2	1
<i>Oxyethira</i> sp.		1												7	
** <i>Hydroptila</i> sp.							2								
<i>Athripsodes</i> sp.	4														
<i>Beraea pullata</i>							1								
** <i>Apatania</i> sp.															4
** <i>Hydroptila</i> sp.						4						1			
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>	5	7			10	1		12	4		1			1	
** <i>Lepidostoma hirtum</i> .	5	10													
** <i>Oecetis testacea</i>	2	1													
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>	1	1			3				3	17				6	
** <i>Hydropsyche silatalai</i>	8	11		5	30	14	19	6	12	1				4	
** <i>Hydropsyche</i> sp.puppe							1								
** <i>Agapetus ochripes</i>		8			1									1	
<i>Beraeodes minutus</i>		1													
<b>Chironomidae</b>	109	166	30	123	156	59	167	103	184	154	65	198	58	128	192
<b>Ceratopogonidae</b>		1			2	1		3							1
<b>Simuliidae</b>	4	2		9	10		12				5		17	1	2
<b>Tipuloidea</b>															
<i>Tipula</i> sp.				1						1			1		
<i>Dicranota</i> sp.						2		2				1		2	1
Limonidae indet				1				1							
<b>Diptera</b>															
Empididae indet.	10	4		3	5	8	6	15	8	1	1		1	8	3
<b>Coleoptera</b>															
<i>Elmis aenea</i>	6	5		3	14	15	6	3				1		10	
<i>Limnius volckmari</i>		4		1	11	4	6							1	
<i>Elodes</i> sp.								2							
<b>Collembola</b>			1												
<b>Crustacea</b>															
<i>Bosmina</i> sp.								1	7	4					
Cyclopoida										1					
Calanoida									2	3					
** <i>Daphnia</i> sp.								1							
Harpacticoida		1				1									
<i>Ceriodaphnia</i> sp.									1						
Sum	230	280	44	251	313	189	294	238	291	216	102	318	173	224	289
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,91	1,00	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,67	0,59
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom															

Vedlegg B2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Bjerkreimsvassdraget 30.09.2008 og 02.10.2008.

Stasjon	30	28	21	16	13	5	14	11	10	6	8	7	19	2	1
<b>Nematoda</b>		1	1		1	2			1	1			1		1
<b>Oligochaeta</b>	4	8	4	3	7	13	2	12	1	5	8	22	11	2	10
<b>Acari</b>	2	2	5	3	3	6	1	8			5	3	4	4	16
<b>Hirudinea</b>															
*** <i>Glossophonia complanata</i>	1		1												
*** <i>Erpobdella octoculata</i>	1			1											
<b>Gastropoda</b>															
*** <i>Lymnaea peregra</i>		1		1		4									
*** <i>Gyraulus acronicus</i>						46									
<b>Bivalvia</b>															
* <i>Pisidium</i> sp.	42	2		1	27	7	7	5							
<b>Ephemeroptera</b>															
*** <i>Baetis rhodani</i>	1	1	15	10	11	26	6	69	13		47	1	21		12
*** <i>Caenis</i> sp.					2		1								
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	2	3		2				4			2				
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>											1				
<i>Heptagenia</i> sp.	4	1						2	1		3				
<i>Leptophlebia vespertina</i>							1								
<i>Leptophlebia</i> sp.		6						1							
<b>Plecoptera</b>															
<i>Amphinemura borealis</i>	2				2			6			1		4		
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	3										2		2		1
<i>Amphinemura</i> sp.	1	3			2	3		12			27	14	2		6
<i>Leuctra hippopus</i>				1	1	1	1		1		22	2			20
<i>Leuctra</i> sp.		1		1	1			21			9	1	2		5
<i>Brachyptera risi</i>						1					1				2
<i>Protonemura meyeri</i>	2			4	10	3	3	37	1		2				8
<i>Nemoura</i> sp.															
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				1		1						1			1
** <i>Diura nanseni</i>											5				1
** <i>Isoperla</i> sp.	1	2			8	1		12			5				
Perlodidae indet														1	
<b>Trichoptera</b>															
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	2		3	2	17	1	3	19	6		7				3
<i>Rhyacophila nubila</i> puppe					1							1			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	8	11	1		7	33	5	58	22	10	2	1	27	13
<i>Polycentropus irroratus</i>		1							60						
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	7		50			2	4			54				24	
Polycentropodidae indet.	3					1	2				2				
<i>Oxyethira</i> sp.	5	86	7	3						2			6	14	1
** <i>Hydroptila</i> sp.		2	1				1			1					
<i>Ceraclea</i> sp.	2														
<i>Athripsodes aterrimus</i>		2													
<i>Beraea pullata</i>		2													
** <i>Agapetus ochripes</i>		3													
** <i>Oecetis testacea</i>	1														
** <i>Ithytricia lamellaris</i>	2	1	4	2	4		1	2	6		2				
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	8	5			1	3								2	
** <i>Sericostoma personatum</i>						3									

Vedlegg B2. Forts.

	Stasjon	30	28	21	16	13	5	14	11	10	6	8	7	19	2	1
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>	9	1	8	6	7	1	4	43	28	5	18				
**	<i>Hydropsyche pellucidula</i>			2		8		5	1	16	16				1	
**	<i>Hydropsyche</i> sp.								16							
	<b>Chironomidae</b>	182	224	44	156	147	106	93	114	89	63	112	113	50	101	98
	<b>Ceratopogonidae</b>						1									
	<b>Simuliidae</b>								4			4			2	
	<b>Tipuloidea</b>															
	<i>Tipula</i> sp.												1			
	<i>Dicranota</i> sp.					2	1		1				1	1		6
	<i>Limonidae</i> indet.		1				1									
	<b>Diptera</b>															
	Empididae indet.	4	3	1	7	4	11	11	67	3		4	4		4	5
	Muscidae indet.							1								
	<b>Coleoptera</b>															
	<i>Elmis aenea</i>	4	4	2	7	39	22	14	32				1	3	3	2
	<i>Limnius volckmari</i>		6		5	18	2	2								
	<b>Collembola</b>															
	<b>Crustacea</b>															
	Chydoridae indet.		3										1			
	Harpacticoida	1			2											
	Ostracoda						1									
	Cyclopoida	1									1					
	Calanoida										2					
	<i>Holopedium gibberum</i>										2					
**	<i>Daphnia</i> sp.						1				2					
	Sum	304	383	159	220	323	278	196	494	284	178	302	169	108	186	211
	Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0,5	1
	Forsuringsindeks 2	0,63	0,75	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,56	1,00	0,50	0,78
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom																

# Eksingedalsvassdraget

Koordinator: Arne Fjellheim, LFI, Unifob Miljøforskning, UiB

## 1 Områdebeskrivelse

### 1.1 Nøkkeldata

Vassdragsnr, fylke:	063z, Hordaland
Kartreferanse, utløp:	3255-6737, kartblad 1216 III
Areal, nedbørfelt:	410 km <sup>2</sup> (før regulering)
Spesifikk avrenning:	82,8 l/s km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	3,2 m <sup>3</sup> /s (etter regulering) ned til Myster kraftverk. 20,2 m <sup>3</sup> /s nedstr. Myster kraftverk
Regulering:	Ca. 160 km <sup>2</sup> overført til Evanger kraftverk (Vosso). 189 km <sup>2</sup> ned til Nesevatn og 16 km <sup>2</sup> av Mysterelvas nedbørfelt overført til Myster kraftverk, med avløp til Ekso ca. 1 km oppstrøms utløpet i sjøen
Lakseførende strekning:	Ca. 4 km (til Raudfoss)
Kalking:	Dosering ved Langhølen (regulert strekning) fra 15. april 1997

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Forsuring av lakseførende strekning som forsterkes av vassdragsregulering. Det best bufrede vannet ledes utenom øvre del av lakseførende strekning.
Kalkingsplan:	Kaste <i>et al.</i> 1996 (inneholder hydrologiske og kjemiske grunnlagsdata, sentrale referanser, samt oversikt over reguleringer).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsursfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: pH 6,4 i perioden 15/2-15/6, pH 6,2 ellers i året.
Kalkingsstrategi:	Én doserer i restfeltet nedstrøms Nesevatn. Dosering startet for fullt 15. april 1997.
Målestasjon	Høsten 1996 ble det installert en målestasjon for logging av pH ved Myster Kraftverk. Stasjonen måler pH og vanntemperatur i hovedelva og i avløpet fra kraftverket.

Doseringsanlegget ved Langhølen er eneste kalkingspunkt i vassdraget. Her ble det benyttet i alt 675 tonn kalksteinsmel (VK3-kalk) i 2008, tilsvarende 662 tonn CaCO<sub>3</sub>. Dette var lavere enn i 2007 som hadde det høyeste forbruket hittil, men litt høyere enn i 2005 og 2006 (**Tabell 1.1**).

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk (omregnet til tonn CaCO<sub>3</sub>) 2000-2008. Fram til juli 2004 ble det brukt NK3-kalk, deretter VK3-kalk. For 2004 er det anslått halvparten av hver kalktype ved omregningen.

År	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kalkforbruk	421	239	410	559	656	516	590	792	662

### 1.3 Nedbør i 2008

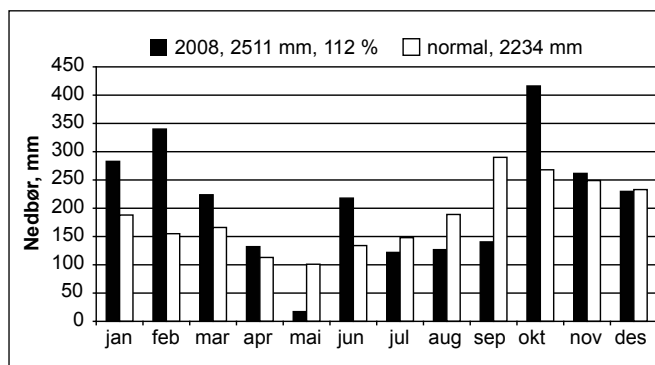
Meteorologisk stasjon: 52170 Eksingedal

Årsnedbør 2008: 3030 mm

Normalt: 2463 mm

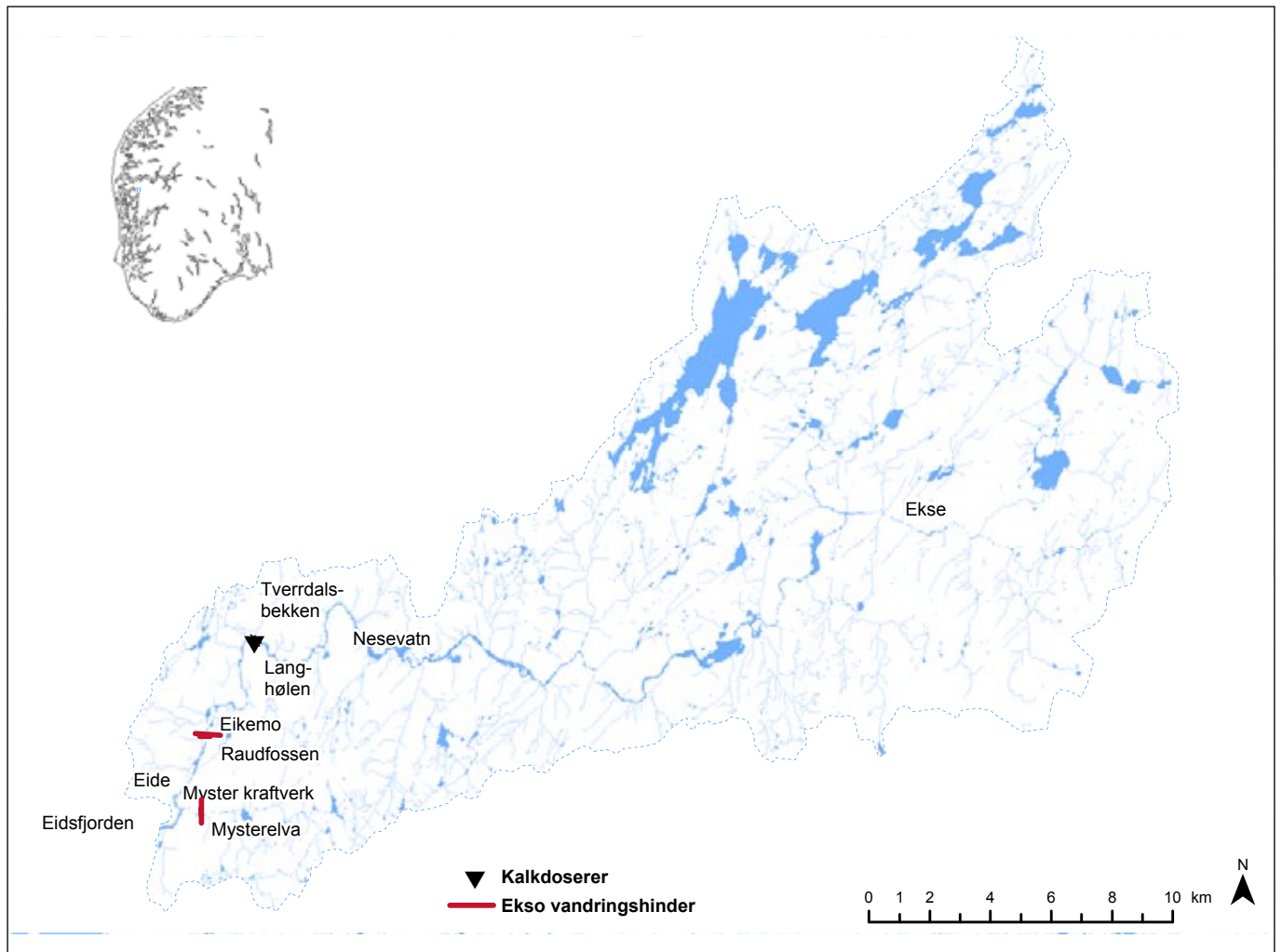
109 % av normalen:

Nedbøren i 2008 var 109 % av normal (**Figur 1.2**). Januar, februar og oktober skilte seg ut som nedbørrike, mens mai og september hadde nedbør langt under normalen. Det største avviket fra normalnedbør fikk vi i februar (263 %) og september (43 %).



**Figur 1.2** Månedlig nedbør i 2008 ved meteorologisk stasjon 52170 Eksingedal. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (<http://leklima.met.no>).





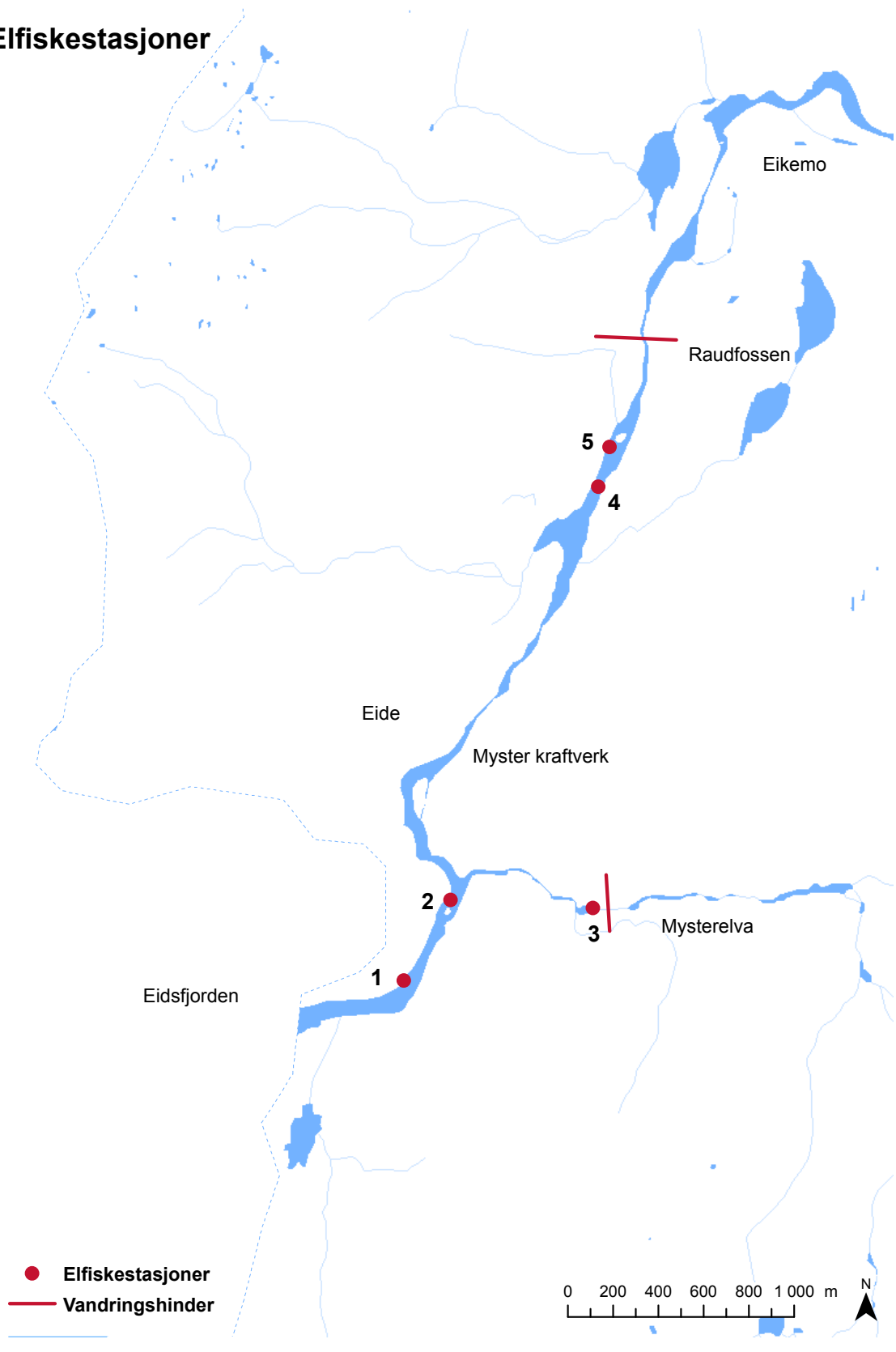
Figur 1.1. ▼ Kalkdoserer. ● Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi, ungfisk og bunndyr i Eksingedalsvassdraget i 2008.

# Vannkjemi

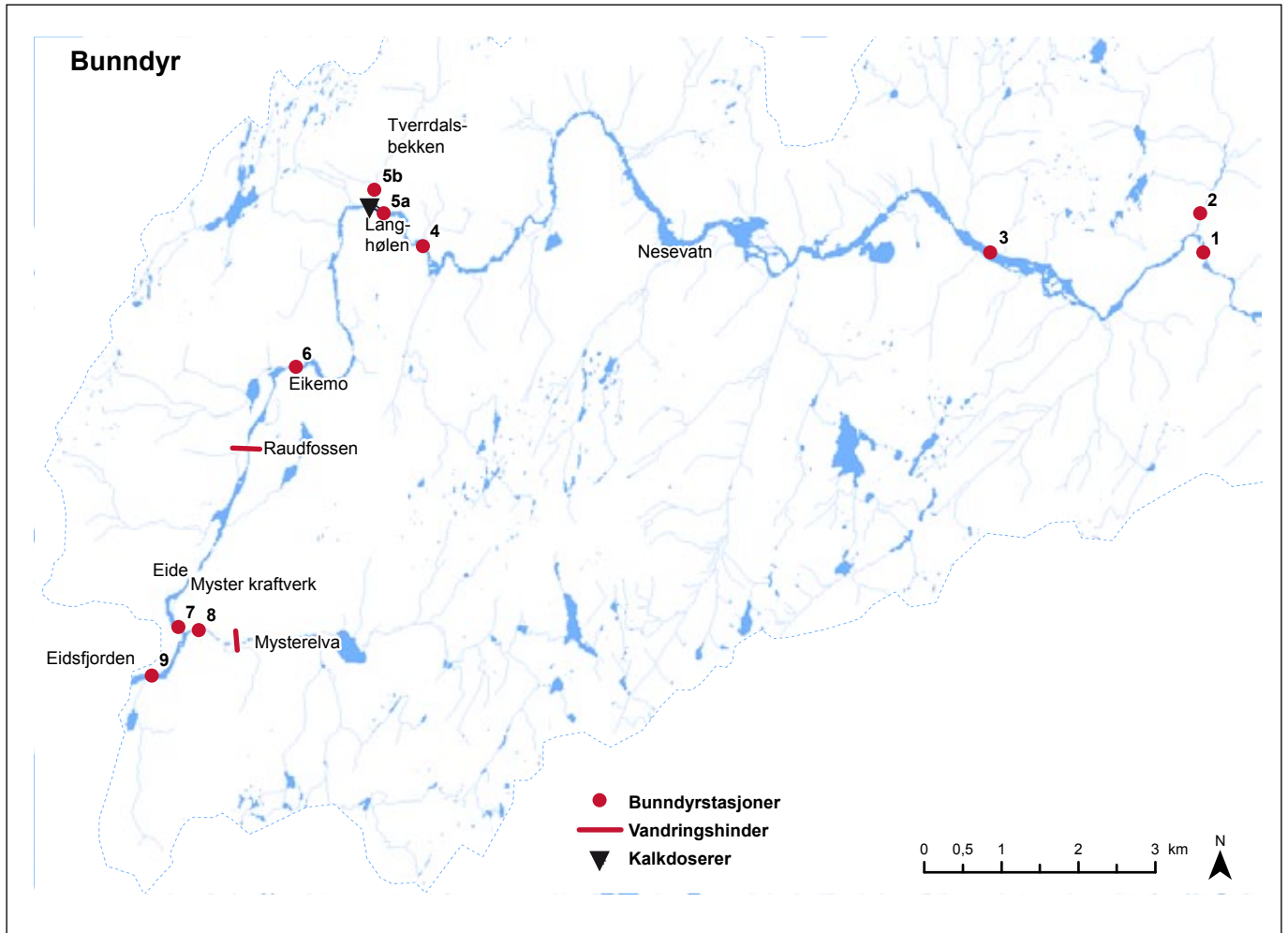


Figur 1.1. Forts.

# Elfiskestasjoner



Figur 1.1. Forts.



Figur 1.1. Forts.

# 2 Vannkjemi

**Forfatter:** Vilhelm Bjerknæs<sup>1</sup>

**Medarbeidere:** Liv Bente Skancke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Norsk institutt for vannforskning, Vestlandsavdelingen, Postboks 2026, 5817 Bergen

<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

Vannkvaliteten i utløpet av Ekso før og etter kalking er godt dokumentert ved SFTs overvåkingsstasjon ved Mysterøyri, ved utløpet til Eidsfjorden (Se kart, **Figur 1.1**), hvor det er blitt tatt månedlige prøver siden 1980. Foruten SFT-stasjonen ved Mysterøyri har analyseserien i 2008 fortsatt med tre prøvestasjoner: Ved overløp Nesevatn, ved Eikemo (oppstrøms lakseførende strekning) og i Ekso ved Eide oppstrøms avløpet fra Myster kraftverk (målområde, lakseførende strekning).

DNs program for vannkemikontroll omfatter fire stasjoner hvor det tas prøver ca. hver 14. dag. Prøvene er fram til og med juni 2008 blitt analysert ved M-lab AS, og fra juli 2008 av VestfoldLAB AS. Programmet omfatter den ukalkete sideelven Tverrdalsbekken, Ekso oppstrøms doserer (ukalket), Ekso nedstrøms doserer (kalket), og Ekso ved Eide i målområdet oppstrøms Myster kraftverk. Analysene ved disse stasjonene omfatter kun pH, konduktivitet og Ca.

Kontinuerlig pH- og temperaturlogging er foretatt i målområdet i Ekso ved Myster og i avløp fra Myster kraftstasjon gjennom hele 2008.

## 2.1 Karakterisering av vannkvaliteten i 2008

### Utløpsområdet

22 prøver fra Mysterøyri i 2008 viste pH-verdier mellom 6,16 og 6,83, med en middelerdi på 6,43 (**Tabell 2.1**). Det ble registrert enkelte små avvik i pH i forhold til målsetting, først og fremst i mai 2008. Laveste pH var da 6,26 (5. mai). Syrenøytraliserende kapasitet, ANC, varierte mellom 27 og 89  $\mu\text{ekv/L}$ , med en middelerdi på 51  $\mu\text{ekv/L}$ . Middel ANC i 2008 var dermed som i 2007, men den har variert mindre i 2008 enn i 2007, og laveste registrerte ANC var høyere i 2008 (27  $\mu\text{ekv/L}$ ) enn i 2007 (17  $\mu\text{ekv/L}$ ). Høyeste målte konsentrasjon av labilt aluminium ved Mysterøyri i 2008 var 9  $\mu\text{g Al/L}$ , målt på tre datoer i mars-april. Innholdet av organisk stoff var lavt: middelkonsentrasjon av TOC ved Mysterøyri i 2008 var 1,1 mg/L, og høyeste målte konsentrasjon var 2,1 mg/L. Dette er på samme nivå som tidligere år.

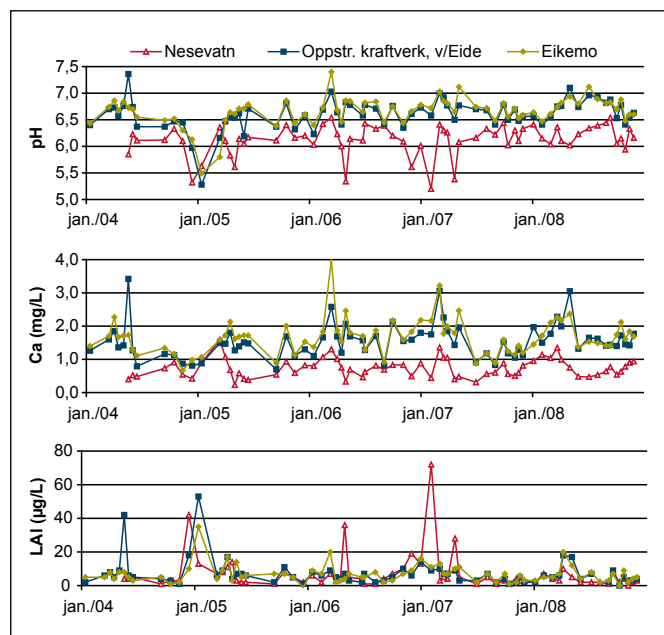
### Vannkvalitetsvariasjoner i vassdraget

Forsuringsbelastningen i vassdraget øker nedstrøms Nesevatn (Johnsen et al. 1996, Kaste et al. 1996). **Figur 2.1** viser utviklingen i pH, kalsium og labilt aluminium ved Nesevatn og i kalket del av vassdraget for de siste 5 år (2004-2008). I 2008 var variasjonene mindre enn i 2005-2007, og pH synes å ha ligget over 6,4 i Ekso ved Eikemo og ved Eide gjennom hele året. De høyeste målinger av labilt Al i kalket del av vassdraget fikk vi i april og primo mai (maksimalt 20  $\mu\text{g/L}$ ), trolig i forbindelse med snøsmelting. Imidlertid falt ikke pH i denne perioden, og kalsiuminnholdet var høyt. Det var ingen episoder med høyt labilt Al ovenfor doserer i 2008. I februar 2007 ble det her målt opptil 72  $\mu\text{g/L}$  (**Figur 2.1.a**).

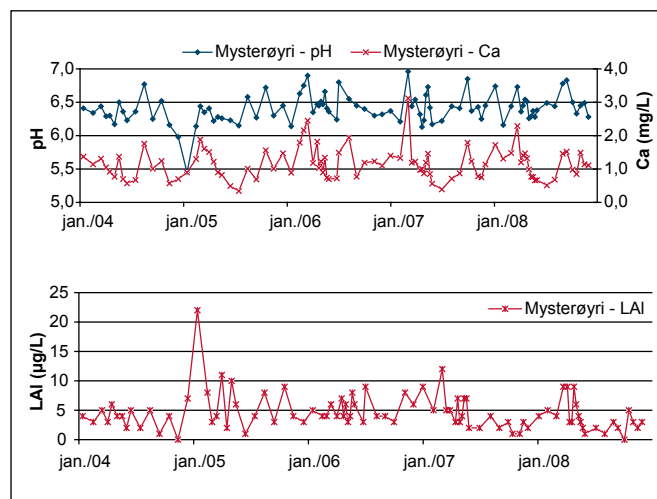
pH i vannprøver fra målområdet ved Eide (oppstrøms kraftstasjonen) varierte i 2008 mellom 6,41 og 7,10, kalsium lå mellom 1,32 og 3,05 mg/L, og verdiene av labilt aluminium varierte mellom 0 og 18  $\mu\text{g/L}$ . Vannkvaliteten i denne delen av målområdet har altså tilfredsstillt målsetting (dvs, pH 6,4 i februar-juni, 6,2 ellers) gjennom hele perioden. Enkelte høye Ca-konsentrasjoner (tilsynelatende overdosering) kan vanskelig unngås, siden dosereren er plassert høyt oppe i vassdraget og vannføringen kan variere betydelig avhengig av om kraftverket kjører eller vi får overløp ved Nesevatn. Dessuten må doseringen ta høyde for tilførsel av ukalket vann fra kraftverket til den nedre del av målområdet.

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Ekso i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg C/L	µekv/L
45-2	Nesevatn før inntak kr.st.	Mid	6,20	0,81	22	4	1,1	30
		Min	5,94	0,47	12	0	0,67	8
		Max	6,54	1,35	36	10	1,7	51
		N	16	16	16	16	16	16
45-4	Ekso v/ Eikemo	Mid	6,71	1,77	73	6		
		Min	6,47	1,37	41	0		
		Max	7,12	2,37	109	20		
		N	16	16	16	16		
45-3	Ekso v/ Eide	Mid	6,67	1,74	72	6		
		Min	6,41	1,32	35	0		
		Max	7,10	3,05	143	18		
		N	16	16	16	15		
45-1	Mysterøyri	Mid	6,43	1,17	38	4	1,1	51
		Min	6,16	0,51	21	0	0,63	27
		Max	6,83	2,29	75	9	2,1	89
		N	22	22	22	22	17	17



**Figur 2.1 a.** Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium ved tre av stasjonene i Ekso siste femårsperiode.

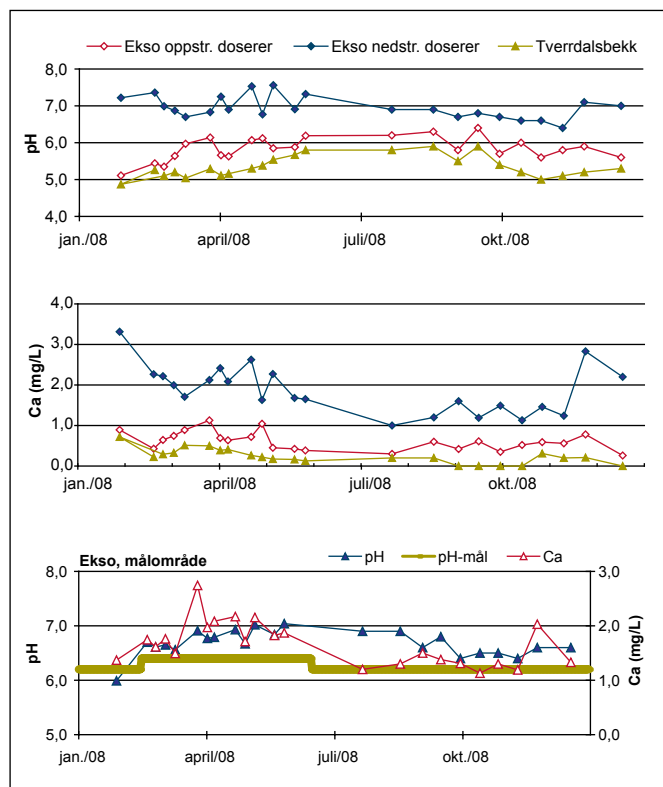


**Figur 2.1 b.** Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium ved Mysterøyri (munningsområdet) i Ekso siste femårsperiode.

## 2.2 Doseringskontroll og kontinuerlig pH-logging

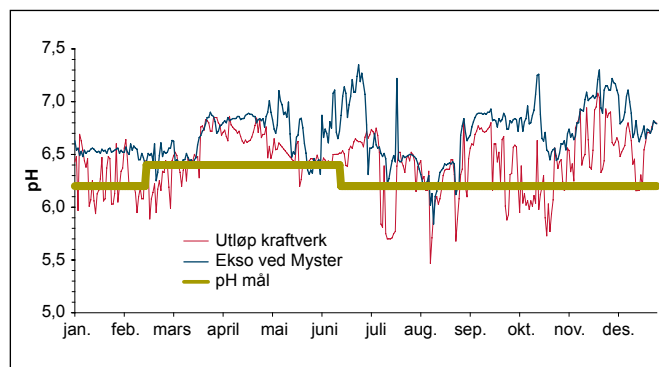
For kontroll av dosereren er det tatt prøver ca. 2 ganger pr måned oppstrøms (før kalking) og nedstrøms dosereren, i den ukalkete sideelva Tverrdalsbekken (representerer ukalket felt nedstrøms doserer), og i målområdet oppstrøms Myster kraftstasjon.

**Figur 2.2** viser pH og kalsiumkonsentrasjon i prøvene. I Tverrdalsbekken varierte pH mellom 4,9 og 5,9. Det foreligger ikke målinger av aluminium fra denne serien. Prøvene nedstrøms doserer er tatt i et område hvor kalken trolig ikke er fullstendig oppløst enda, og dette reflekteres i en del høye verdier for pH og Ca. I målområdet lenger ned ved Eide var fluktuasjonene mindre, dog med enkelte høye Ca-verdier. I dette området lå pH over pH-målet gjennom hele 2008, med unntak for 28. januar (pH=5,99) (**Figur 2.2**).



**Figur 2.2.** Resultater fra DN's vannkjemikontrollprosjekt i Ekso i 2008. Prøvene er analysert ved M-lab AS (første halvår -08) og VestfoldLAB AS (siste halvår -08). Nederste panel viser pH og Ca i målområdet ved Eide, sammenlignet med pH-målet.

De kontinuerlige pH-målingene i målområdet ved Myster og i avløpet fra Myster kraftstasjon i 2008 er vist i **Figur 2.3**. Loggeverdiene er justert basert på vannprøver. Nedenfor kraftverket faller pH ofte raskt når kraftverket kjører og ukalket vann slippes ut. I målområdet har pH stort sett ligget godt over kalkingsmålet, men i enkelte episoder har pH likevel sunket under målsettingen. Under den lengste av disse episodene (11. til 16. august, pH ned til 5,84) har doseringen ikke gitt bufferkapasitet til å nøytralisere ukalket vann fra kraftverket. I mai ble pH registrert ned til 6,31, og DN-serien bekrefter at pH lå under målsetting på 6,4 nedenfor kraftverket i denne perioden. pH i avrenningen fra kraftverket synes ikke å være forklaringen på denne episoden. I målområdet ovenfor utløp av kraftstasjonen var pH i denne perioden gunstig.



**Figur 2.3.** Kontinuerlig pH-logging (korrigert) i Ekso ved Myster og i avløpet fra Myster kraftstasjon i 2008.

# 3 Fisk

**Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen<sup>1</sup>**

Medarbeider: Ole Sandven<sup>1</sup> og Einar Kleiven<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen

<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

For Ekso er det innrapportert fangster til den offisielle fangststatistikken siden 1884 og elva var tidligere kjent for å ha en typisk storlaksstamme, og laksefiske i elva var svært attraktivt. Etter nedgangen i bestanden på slutten av 1980-tallet ble bestanden vurdert som sterkt truet, og laksen ble fredet fra og med 1991. På bakgrunn av den uheldige bestandssituasjonen ble Eksolaksen tatt inn i genbanken i Eidfjord. Sjøaurebestanden i vassdraget foreligger det lite informasjon om, men det er rimelig å anta at også sjøauren har vært viktig for fiske i vassdraget. Forsuringen av den lakseførende strekningen og den uheldige bestandssituasjonen for laksen, førte til at Ekso ble kalket fra og med 1997. De fiskebiologiske undersøkelsene i forbindelse med kalkingen av Ekso har vært utført årlig siden 1995.

Utviklingen i laks- og sjøaurebestandene i Ekso er påvirket av de hydrologiske og vannkjemiske endringene som fulgte med Myster kraftverk som kom i drift i 1987. For en nærmere gjennomgang av hvordan reguleringen har påvirket forholdene for fiskebestandene henvises det til Barlaup *et al.* (2003).

## 3.2 Materiale og metoder

Stasjonsnettet består av fem stasjoner fordelt på den lakseførende strekningen i vassdraget. To av stasjonene ligger ovenfor utløpet av Myster kraftverk, to på strekningen nedstrøms kraftstasjonen og en stasjon er plassert i Mysterelva. Stasjonen i Mysterelva ble opprettet i 1997 og erstatter tidligere stasjon 3 i hovedløpet. Dette ble gjort fordi forholdene for fiske på tidligere stasjon 3 var sterkt påvirket av manøvreringen av Myster kraftverk. Kart over stasjonsnettet er gitt under områdebeskrivelsen (**Figur 1.1**). Fiske i 2008 ble utført i november. Primærdata er gitt i **Vedlegg B1-B2**.

For å styrke rekrutteringen til laksebestanden i Ekso har det siden 1998 årlig blitt lagt ut lakserogn oppstrøms lakseførende strekning i Ekso. Rognplantingen blir bekostet av regulanten BKK og prøves ut som et alternativ til eksisterende pålegg om å sette ut 5100 laksesmolt årlig. Metoden ble utprøvd i årene 1990 til 1992 (Raddum & Fjellheim 1995), men pga. den tiltagende forsuringen av vassdraget ble det besluttet å innstille rognplantingen fra 1993. Etter at kalkingen kom i gang i 1997 ble rognplantingen gjenopptatt (**Tabell 3.1**). Siden 2000 har tiltaket vært basert på rogn tilbakeført fra genbanken og fra eget klekkeri ved Myster kraftstasjon. Fra 2001 har rognmengden økt betydelig grunnet økt produksjon i genbanken, og siden oppstarten i 1998 er det blitt lagt ut ca. 1 763 000 lakserogn oppstrøms lakseførende strekning i Ekso.



Tabell 3.1. Oversikt over antall lakserogn lagt ut oppstrøms lakseførende strekning i Ekso i perioden 1998-2008.

År	Ferskrogn fra stamlaks i Ekso	Øyerogn tilbakeført fra genbanken	Rogn fra stamlaks i Ekso oppbevart til øyerogn ved Myster klekkeri	Sum, antall rogn lagt ut
1998	22 000			22 000
1999	9 500			9 500
2000		20 900		20 900
2001		188 000		188 000
2002		200 000	25 000	225 000
2003		240 000		240 000
2004		198 000	57 000	255 000
2005		140 000	52 000	192 000
2006		114 000	56 000	170 000
2007		46 500		46 500
2008		389 000		389 000
<b>Sum</b>	<b>31 500</b>	<b>1 147 400</b>	<b>190 000</b>	<b>1 762 900</b>

### 3.3 Resultater og diskusjon

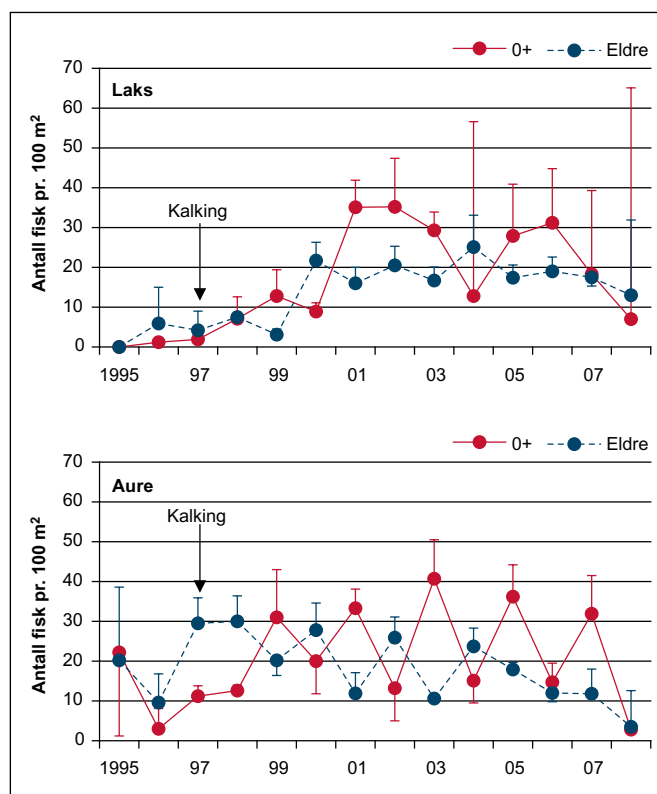
#### 3.3.1 Ungfisktettheter

##### Laks

Ved undersøkelsene av de fire stasjonene i Ekso høsten 2008 var de gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig og eldre laks henholdsvis 7 og 13 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.2). Tetthetene av laks har stort sett vært høyere oppstrøms Myster kraftverk sammenlignet med de to stasjonene nedstrøms kraftverket. Undersøkelsene viser en klar økning i ungfiskproduksjonen fra 1995, da det ikke ble påvist laks til de påfølgende år (Figur 3.1). Tetthetene av tosomrig og eldre laks i perioden 2000-2008 er klart høyere enn tetthetene i perioden 1995-1999 og gjenspeiler økende tettheter av ensomrig laks siden 1998. Tetthetene av de eldre laksene synes å ha stabilisert seg på 15 til 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i Tabell 3.2.

##### Aure

Gjennomsnittlig tetthet av ensomrig aure for de fire undersøkte stasjonene var 3 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 2008. Tilsvarende tetthet av tosomrig og eldre aure for de fire undersøkte stasjonene var 4 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.2). Tetthetene av eldre aure viser en synkende tendens siden 2000, mens tetthetene av ensomrig aure viser store mellomårsvariasjoner (Figur 3.1). Tetthetene av tosomrig og eldre aure har stort sett vært 20 til 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i perioden før 2000 men stort sett under 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i årene etter 2000. Tetthetene av både ensomrig og eldre aure i 2008 er de laveste tetthetene registrert i hele overvåkingsperioden. Årsaken til at tetthetene av aure går ned mens tetthetene av laks går opp etter kalkingen av vassdraget er usikkert. Den mest nærliggende forklaringen er at økt produksjon av laks har en uheldig innvirkning på aurebestanden. Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i Tabell 3.2.



Figur 3.1. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for de fire stasjonene fisket i Ekso i perioden 1995 - 2008.

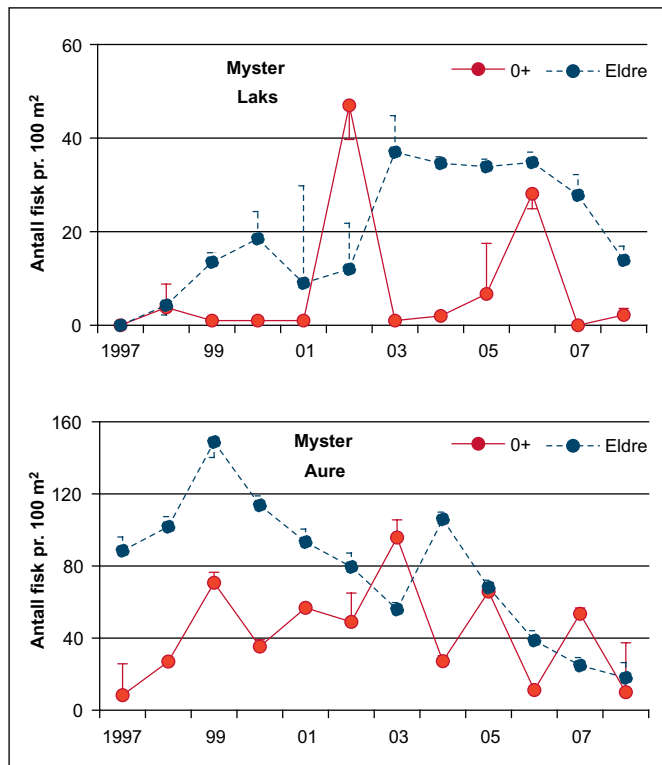
### 3.3.2 Mysterelva

#### Laks

Produksjonen av laks viser en positiv utvikling i overvåkingsperioden (Figur 3.2). I 2008 ble det påvist 2 ensomrig laks og 14 eldre laks pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjonen.

#### Aure

Produksjonen av aure i Mysterelva (stasjon 3) har vært høy i perioden 1998-2008 (Figur 3.2). Tetthetene av aure viser imidlertid en nedadgående trend, og tettheten av eldre aure i 2008 er den laveste for hele overvåkingsperioden med 18 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Gjennomsnittlige tetthet av ensomrig aure var 10 individer pr. 100 m<sup>2</sup>.

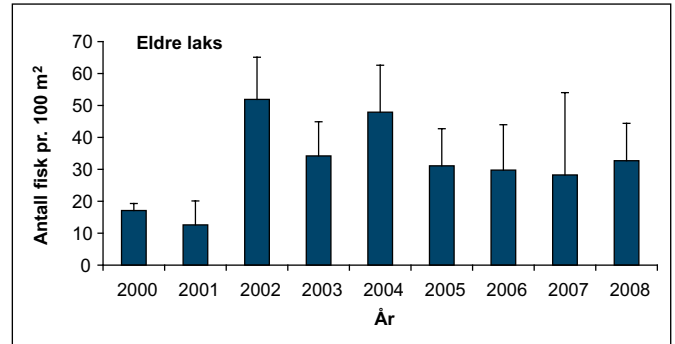


Figur 3.2. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for stasjonen fisket i Myster fra 1997-2008.

### 3.3.3 Rognplanting oppstrøms lakseførende strekning

I forbindelse med rognplantingen er det gjort undersøkelser som viser at rognoverlevelsen generelt har vært høy (> 90 %) (Barlaup *et al.* 2003). På strekningen med rognplanting er det også utført elektrisk fiske på fem stasjoner. Resultatene av dette fisket viser at rognplantingen har resultert i høye tettheter av eldre laks (Figur 3.3). Den økende tettheten registrert siden 2002 skyldes at mengden rogn som ble lagt ut økte betydelig fra og med våren 2001 (se Tabell 3.1). Tetthetene av laks som stammer fra rogn-

plantingen i perioden 2002-2008, er høyere sammenliknet med tetthetene av laks i lakseførende strekning. Samlet viser undersøkelsene at tiltaket har gitt en betydelig produksjon av ungfisk.



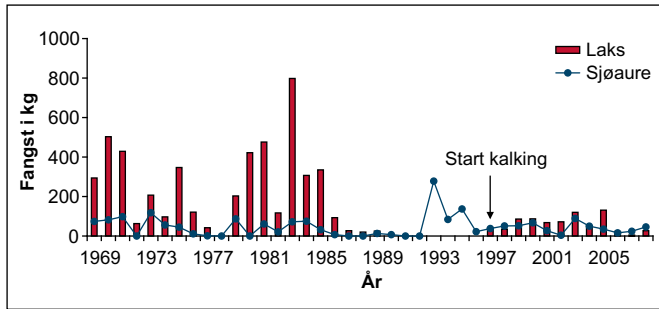
Figur 3.3. Gjennomsnittlige tettheter av eldre laks for fem stasjoner oppstrøms lakseførende strekning hvor det årlig er lagt ut lakserogn siden 1998.

### 3.3.4 Fangststatistikk og gytefisktellinger

Den offisielle fangststatistikken for laks og sjøaure går tilbake til 1880-tallet og viser relativt store variasjoner i de innrapporterte fangstene. På 1880-tallet var den høyeste innrapporterte fangsten i underkant av 700 kg. På 1900-tallet varierte fangstene i hovedsak fra 100 til 400 kg. De høyeste fangstene ble registrert i 1966 og 1983 da det ble innrapportert nær 900 kg laks og sjøaure. Gjennomsnittlig fangst av sjøaure og laks for hele perioden har vært på 208 kilo. Grunnet den dramatiske nedgangen i fangster av laks på slutten av 1980-tallet, ble villaksen fredet i 1991.

I følge den offisielle fangststatistikken for Ekso ble det i gjennomsnitt fanget 224 kilo laks pr. år på sportsfiske i perioden før fredningen i 1991 (1969-1990), mens det i perioden med fredning av villaks (1991-2008) er blitt fanget i gjennomsnitt 41 kilo oppdrettslaks. (Figur 3.4). Den høyeste fangsten av laks ble innrapportert i 1983 med 798 kilo. I 2006 ble det åpnet for et ordinært laksefiske i juli måned, men totalfangsten av både oppdrett- og villaks ble svært lav med en fangst på kun 23 kilo. Fangst av oppdrettslaks i 2008 var 27 kilo.

Den uheldige utviklingen for laksebestanden på 1980-tallet synes også å gjelde for bestanden av sjøaure. På slutten av 1980-tallet var det flere år hvor det ikke ble tatt sjøaure eller hvor fangstene var svært lave. Utover 1990-tallet økte så fangstene av sjøaure noe og i 1993 ble det rapportert inn 278 kg. Deretter har fangstene ligget på et svært lavt nivå og i 2002 ble det bare innrapportert 4 kg sjøaure. I følge den offisielle fangststatistikken for Ekso er det i gjennomsnitt blitt fanget 47 kilo sjøaure pr. år på sportsfiske i perioden 1969-2008 (Figur 3.4).



**Figur 3.4.** Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Ekso i perioden 1969-2008. Villaksen har vært fredet i perioden 1991-2008 med unntak i 2006 da et ordinært laksefiske ble begrenset til juli måned. Laksefangstene i periode med fredning er oppdrettslaks (<http://www.laksereg.no/>).

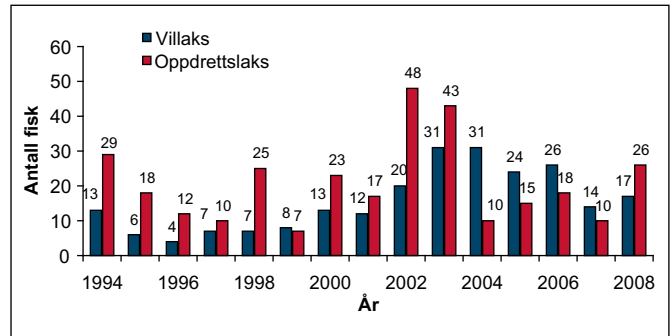
Fangstene av sjøaure de siste årene er imidlertid langt lavere enn det en kunne forvente ut fra tellingene av gytefisk som er foretatt ved dykking i årene 1998-2008. Ved disse tellingene er det årlig observert fra 299 til 593 sjøaure (se **Figur 3.6**). Årsaken til dette forholdet er trolig at fangstene er sterkt begrenset av lav vannføring i fiske-sesongen. I tillegg har det siden 1998 ikke vært tillatt å fiske på den øvre delen av lakseførende strekning.

Til tross for at fangststatistikken er beheftet med feilkilder, er det liten tvil om at den markerte nedgangen i fangst-tallene på 1980-tallet gjenspeiler en reell og dramatisk nedgang i bestandene av laks og sjøaure. Årsakene til nedgangen er ikke kjent, men reguleringene og forsuren- gen av vassdraget har høyst sannsynlig bidratt til den uheldige utviklingen. Evanger kraftverk som kom i drift i 1973, førte til at middelvannføringen i Ekso ble redusert fra 35,6 til 20,3 m<sup>3</sup>/s. Myster kraftverk, som ble satt i drift fra 1987, førte deretter til en ytterligere reduksjon i middelvannføringen (6,4 m<sup>3</sup>/s) og førte også til hurtige endringer i vannføringen nedstrøms utløpet av kraftverket. Myster-reguleringen hadde også den effekten at forsuringen av vassdraget nedstrøms Nesevatnet tiltok, noe som var svært skadelig for fiskebestandene (se Barlaup *et al.* 2003).

### 3.3.5 Stamfiske i perioden 1994-2008

For å styrke den truede laksebestanden har det vært utført stamfiske om høsten for å sikre avkom fra Eksolaks i gen-banken. Resultatene fra stamfiske i perioden 1994 til 2008 er vist i **Figur 3.5**. All fisk som tas på stamfiske blir kon-trollert ved analyser av skjell og resultatene viser en klar dominans av oppdrettslaks i hele den undersøkte perioden. I denne perioden har innslaget av rømt oppdrettslaks stort sett utgjort over 60 % av det totale antallet laks fanget på stamfiske. Unntaket var i 2004 da analysen viste et innslag på 25 % rømt oppdrettslaks, noe som er den laveste regi-streringen til nå. I 2008 var innslaget på 61 %. Den rømte

oppdrettslaksen gyter i vassdraget og vil følgelig påvirke den genetiske sammensetningen av ungfiskbestanden. Det store innslaget av rømt oppdrettslaks vurderes derfor som en alvorlig trussel mot laksestammen i Ekso.



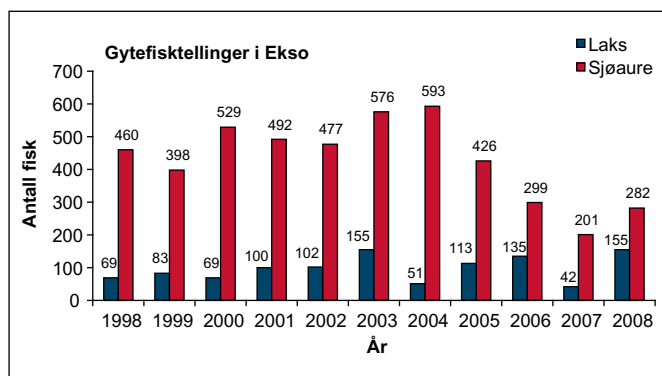
**Figur 3.5.** Fangst av villaks og oppdrettslaks tatt ved stamfiske i Eksovassdraget i perioden 1994-2008. Antall fisk i fangstene er gitt over hver søyle.

### 3.3.6 Telling av gytefisk i perioden 1998-2008

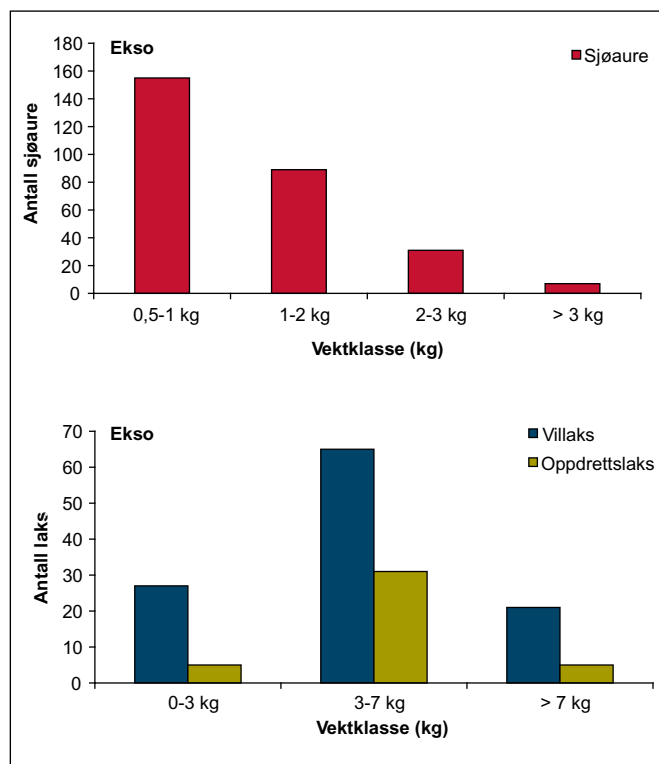
Drivtelling (snorkeldykking) av gytefisk har vært utført årlig i perioden 1998-2008. I denne perioden har antallet observerte sjøaure variert fra 201 til 593 og har derfor vært relativt stabilt (**Figur 3.6**). Men siden toppnoteringen på 593 sjøaure i 2004, har antallet sjøaure blitt redusert med over 60 % ned til 201 observerte sjøaure i 2007. I 2008 var antallet 282 sjøaure. Gytebestanden av sjøaure er derfor som tidligere nevnt betydelig større enn antydnet ut fra fangststatistikken i samme periode (se **Figur 3.4**). Størrelsesfordelingen av sjøaure observert ved dykker-registreringene er vist i **Figur 3.7A**. Sammen med resultatene fra ungfiskregistreringene viser tellingene av gytefisk at Ekso fremdeles har en livskraftig bestand av sjøaure, men at antallet sjøaure i de fire siste årene viser en tydelig tilbakegang. Det er usikkert hva årsaken til dette er.

Antallet laks som er registrert ved tellingene har vist en gradvis økning i perioden 1998-2003, med 155 laks i 2003 som foreløpig høyeste registrering (**Figur 3.6**). I perioden 2004-2008 har antallet laks observert på gytefisktelling variert fra 42 (2007) laks til 155 (2008) laks. Laksen som ble observert ved gytefisktellingene i 2008 var fordelt på 24 % smålaks, 57 % mellomlaks og 19 % storlaks (**Figur 3.7B**). Ved dykking er det ikke mulig å skille mellom all villaks og oppdrettslaks. I tellingene inngår det derfor et betydelig innslag av rømt oppdrettslaks, noe som tyde-lig framgår av resultatene fra stamfiske (se **Figur 3.5**). Dykkerregistreringene gir derfor en klar indikasjon på at gytebestanden av villaks er fåtallig. Denne situasjonen har trolig vedvart siden slutten av 1980-tallet, da det som nevnt ble registrert en dramatisk nedgang i laksefangst-ene i vassdraget. På den annen side viser utviklingen i

ungfiskbestanden de siste årene en klart positiv trend. Dette, sammen med økt produksjon av laks som følge av rognplanting har medført en betydelig økning i smoltproduksjonen fra og med 2002/2003. Imidlertid viser gytefisktellingerne og stamfiske ingen økning i innsiget av villaks. Trolig har Eksolaksen de samme problemene i sjøfasen som Vossolaksen. Flere forskningsprosjekt er igangsatt for å finne ut av disse problemene.



**Figur 3.6.** Gytefisktellinger i Eksovassdraget i perioden 1998-2008. Tellingene i perioden 1998 – 2000 ble gjort av én dykker (Naturopdrag AIS), mens tellingene 2001-2008 er utført av to dykkere. Tall over søylene er antallet fisk observert.



**Figur 3.7.** Kategorier av sjøåure og laks observert på gytefisktelling i Ekso i 2008.

# 4 Bunndyr

**Forfattere: Arne Fjellheim og Godtfred A. Halvorsen**

LFI, Unifob Miljøforskning, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen

## 4.1 Innledning

Bunndyrundersøkelsene i Ekso ble startet høsten 1995, før kalking av vassdraget. Det ble den gangen opprettet et stasjonsnett bestående av ni lokaliteter i vassdragets nederste del (**Figur 1.1**). I 2000 ble stasjonsnettet utvidet til også å omfatte en sidebekk til Langahølen (5b). Dette er en referansebekk som renner inn i området ved kalkdosereren. Denne rapporten omhandler bunndyrprøver innsamlet i 2008.

## 4.2 Resultater og diskusjon

Bunndyrprøver blir samlet inn fra et fast stasjonsnett vår og høst. Stasjonsnettet (**Figur 1.4**) omfatter fire kalkete lokaliteter og seks ukalkete lokaliteter (referanselokaliteter).

Totalt ble det registrert 5 døgnfluearter, 13 steinfluearter og 11 arter/slekter av vårfluer i bunnprøvene fra Ekso i 2008 (**Vedlegg C1** og **C2**). Artsantallet var litt større enn det som ble registrert i 2006 (Fjellheim 2007). I følge Fjellheim & Raddum (1990) er 12 av de registrerte arter/grupper sensitive overfor forsuring.

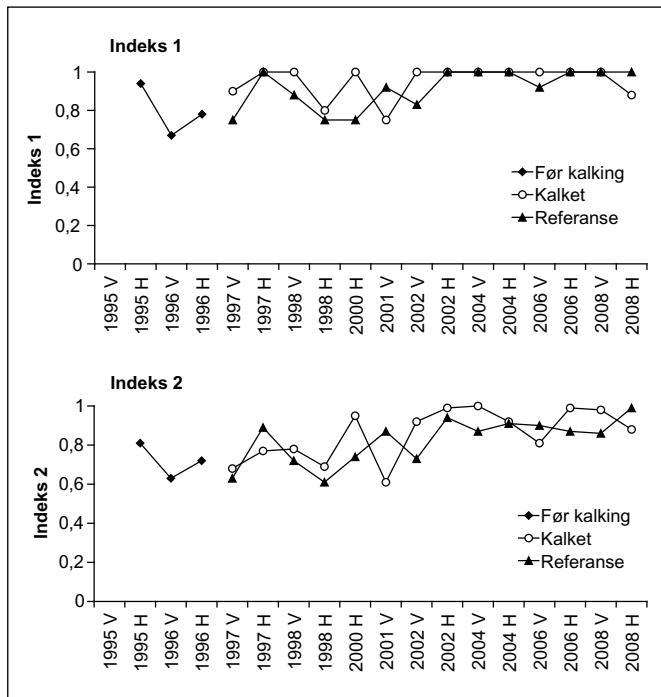
Gjennomsnittets forsuringssindeks 1 i de kalkete lokalitetene var 1,00 og 0,88 henholdsvis vår og høst 2008 (**Figur 4.1**). Indeks 2-verdiene var 0,98 og 0,88. En årsak til de noe lavere høstverdiene kan være at det er anlagt en terskel ved en av de kalkete stasjonene (st. 7). Denne kan ha skapt et habitat som er uegnet for de mest sensitive døgnfluene. Denne stasjonen bør derfor flyttes før neste innsamling. I referanselokalitetene var indeks 1 lik 1,0 både vår og høst. Indeks 2-verdiene var også tilfredsstillende.

Den dårligste vannkvaliteten i Ekso før kalking ble påvist nederst i vassdraget. Denne strekningen er nå kalket og omfatter stasjon 6 - 9. I dette vassdragsavsnittet ligger også Myster kraftverk som påvirker stasjonene 7 og 9. Fra tidligere vet vi at de tidvis sterke vannfluktusjonene (**Figur 1.2**) på denne strekningen påvirker både bunndyr

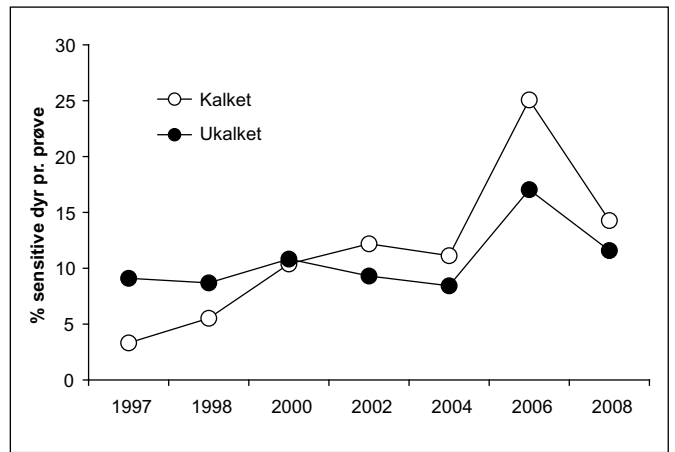
og fisk. Denne strekningen må karakteriseres ustabil med hensyn på bunnfaunaen. Under prøvetakingen i 2008 ble det registrert gode forekomster av sterkt forsuringssensitive bunndyr på denne strekningen om våren. Virkningen av effektkjøringen av kraftverket viser seg ved periodevist lavt individantall. I 2008 var dette mest framtrødende om høsten (**Vedlegg C2**).

De to nederste referansestasjonene, stasjon 5a (utløp Langahølen) og 5b (sidebekk ved Langahølen), har i de senere år vist tegn til forbedring med hensyn til forsuringsskader (**Vedlegg C1** og **C2**). På de øvrige referansestasjonene ble det ikke registrert vesentlige endringer. Før kalking var forekomsten av sensitive bunndyr i den nedre kalkede delen av vassdraget sparsom og ujevn. De referansestasjonene som ligger høyere oppe i vassdraget hadde større tettheter av sensitive bunndyr. Mysterelva, (St. 8), som manglet døgnfluen *B. rhodani* tidlig i overvåkingen, har etter kalking fått en stabil forekomst av arten. Gjennomsnitt antall forsuringssensitive bunndyr i perioden etter kalking 1997 – 2008 (**Figur 4.2**) viser en signifikant økende tendens ( $p < 0,05$ ). Dette er ikke tilfelle i de ukalkete referansestasjonene.

I 2006 ble det for første gang registrert snegl i vassdraget. Det ble funnet et individ av vanlig damsnegl (*Lymnaea peregra*) på St. 1, oppstrøms innløpet fra Fagerdalen. Dette funnet var oppsiktsvekkende, med bakgrunn i de mange bunndyrundersøkelsene som er utført i vassdraget (Fjellheim 1999). I 2008 ble det funnet et individ av arten på den nederste stasjonen (St. 9). Arten er, om enn i små antall, registrert over hele det undersøkte avsnittet av Eksingedalsvassdraget. Dette er svært positivt med tanke på videre spredning. Også andre arter og grupper av sensitive bunndyr forventes på sikt å etablere seg i den kalkete delen av elva. Lenger oppe i vassdraget, ved Ekse, er det til sammenligning registret åtte døgnfluearter (Andersen m. fl. 1978). Bunnfaunaen på den strekningen som ligger nedstrøms Myster vil fortsatt være ustabil, grunnet de vannfluktusjonene som oppstår ved effektkjøring av kraftverket.



Figur 4.1. Forsuringsindeks 1 (øverst) og 2 (nederst) på kalkede og ukalkede lokaliteter i Eksingedalsvassdraget for perioden 1995-2008.



Figur 4.2. Gjennomsnitt antall forsuringssensitive bunndyr pr. prøve i Eksingedalsvassdraget i perioden 1996-2008.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i den kalkete delen av Eksingedalsvassdraget i 2008 må karakteriseres tilfredsstillende. pH i vannprøver fra målområdet oppstrøms kraftstasjon ved Eide varierte mellom 6,4 og 7,1. Ved Mysterøyri ble det registrert enkelte små avvik i pH i forhold til målsetting, først og fremst i mai 2008. Laveste pH var da 6,3. Det ukalkete restfeltet leverer fortsatt surt vann med utilfredsstillende kvalitet. Dette viser at behovet for kalking fortsatt er tilstede. Det er stadig problematisk at kalking skjer fra et punkt som ligger høyt oppe i vassdraget i forhold til målområdet. Dette skaper forsinket respons av kalktilførsler under episoder og periodevis overdosering. Sistnevnte er delvis et resultat av resuspensjon av kalk som sedimenterer. Dette henger sammen med dårlige innblandingsforhold i vassdraget den første strekningen nedstrøms doseringspunktet.

## 5.2 Fisk

Overvåkingen av fisk i den lakseførende delen av Ekso har vært utført årlig siden 1995. Det ble ikke påvist laks på stasjonsnettet i 1995 og tetthetene var også relativt lave i perioden 1996-1999. Tetthetene av ensomrig laks viser en klart økende tendens fra 1997 og dette gjenspeiles også i økende tettheter av tosomrig og eldre laks i overvåkingsperioden. I tillegg er det siden 1998 plantet ut ca. 1 763 000 lakserogn oppstrøms lakseførende strekning i Ekso. Rognplantingen og den økende naturlige rekrutteringen tilsier en betydelig økning i smoltproduksjonen fra og med 2002/2003. Imidlertid viser gytefisketellingene og stamfiske ingen økning i innsiget av villaks. Trolig har Eksolaksen de samme problemene i sjøfasen som Vossolaksen. Flere forskningsprosjekt er igangsatt for å finne ut av disse problemene. Gytebestanden av laks har siden 1994 vært dominert av oppdrettslaks og gytebestanden av villaks er fåtallig. Rømt oppdrettslaks vurderes derfor som en alvorlig

trussel mot villaksbestanden i vassdraget. Rekrutteringen til aurebestanden er god, men tetthetene av eldre aure har hatt en synkende tendens siden 2000. Tetthetene av tosomrig og eldre aure har stort sett vært 20 til 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i perioden før 2000 men stort sett under 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i årene etter 2000. Årsaken til at tetthetene av aure går ned mens tetthetene av laks går opp etter kalkingen av vassdraget er usikkert. Den mest nærliggende forklaringen er at økt produksjon av laks har en uheldig innvirkning på aurebestanden. Ved tellinger av gytefisk i perioden 1998-2008 har antallet observerte sjøaure variert fra 201 til 593. Sammen med resultatene fra ungfiskregistreringene viser tellingene av gytefisk at Ekso fremdeles har en livskraftig bestand av sjøaure, men at antallet sjøaure i de fire siste årene viser en tydelig tilbakegang. Det er usikkert hva årsaken til dette er.

## 5.3 Bunndyr

Forsuringssituasjonen i de nedre deler av Eksingedalsvassdraget, med hensyn til påvirkning av bunndyrfaunaen, har bedret seg betydelig etter at kalkingen av vassdraget ble startet. I 2008 ble det registrert 12 arter/grupper som var sensitive overfor forsuring. Gjennomsnittlig forsuringindeks 1 var, med unntak av en stasjon, tilfredsstillende i de kalkete lokalitetene. Forsuringindeksene i referansestasjonene var tilfredsstillende. Tidvis sterke vannfluktuasjoner i hovedelva nedstrøms Myster kraftverk påvirker bunndyrfaunaen. Denne strekningen har hatt en ustabil bunndyrfauna. Effekten av kraftverket gir blant annet utslag i lave antall individer i prøvene. Referansestasjonene har bedret seg betydelig i løpet av den tiden effektkontrollen har pågått. Dette har gitt seg utslag i høyere forsuringindekser og økte mengder av sensitive bunndyr i prøvene. Bunndyrfaunaen på den strekningen som ligger nedstrøms Myster vil fortsatt være ustabil, grunnet de vannfluktuasjonene som oppstår ved effektkjøring av kraftverket.

## 6 Referanser

- Andersen, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1978. Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a regulated West Norwegian river. - Norw. J. ent. 25: 139-144.
- Barlaup, B.T., Bjerknes, V., Gabrielsen, S.E., Raddum, G., & H. Skoglund. 2003. Effektene av Myster kraftverk på bestandene av laks og sjøaure i Ekso. LFI, Zoologisk institutt, Universitetet i Bergen. LFI-rapport nr. 121.
- Fjellheim, A. 1999. Eksingedalsvassdraget. Oversikt over FoU med hovedvekt på den laks-og sjøaureførende delen av vassdraget. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 102.
- Fjellheim, A. 2007. Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, 21 s.
- 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. 2005. Bunndyr. Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004. DN-Notat 2005-2, s. 65-89.
- Johnsen, G.H., Kålås, S. og Bjørklund, A.E. 1996. Kalkingsplan for Vaksdal kommune 1995. Rådgivende biologer. Rapport 175.
- Kaste, Ø., Hindar, A. Skiple, A. og Henriksen, A. 1996. Tiltak mot forsurening av Ekso. Kalkingsplan, samt prognose for kalkbehov basert på tålegrenseoverskridelser fram mot år 2000. NIVA-rapport nr. 3462, 66 s.
- Raddum, G.G. & A. Fjellheim. 1995. Artificial deposition of eggs of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in a regulated Norwegian river: hatching, dispersal and growth of the fry. Regul. Rivers. 10: 169-180.



# Vedlegg A. Primærdataba - vannkjemi 2008

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/Il µg/L	LAL µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
45-1	Mysterøyri	07/01/08	6,74	1,72	0,092	65	19	15	4	1,1	1,90	0,24	1,24	0,27	2,03	1,00	145	200	2	1,31	78
45-1	Mysterøyri	04/02/08	6,16	1,31	0,050	21	24	19	5	0,80	3,18	0,51	3,11	0,31	6,69	1,26	120	165	2	1,07	27
45-1	Mysterøyri	03/03/08	6,44	1,48	0,064	36	23	19	4	0,98	3,03	0,37	2,87	0,30	6,22	1,13	98	160	1	1,03	31
45-1	Mysterøyri	25/03/08	6,73	2,29	0,102	75	24	15	9	0,67	3,15	0,47	2,87	0,39	6,00	1,20	125	165	1	1,35	85
45-1	Mysterøyri	07/04/08	6,36	1,20	0,054	25	29	20	9	0,94	2,67	0,41	2,62	0,31	5,49	1,15	105	155	2	1,16	29
45-1	Mysterøyri	14/04/08	6,45	1,41	0,060	31	17	14	3	0,80	2,91	0,45	2,71	0,38	5,63	1,27	100	170	2	1,09	43
45-1	Mysterøyri	21/04/08	6,54	1,47	0,068	40	19	16	3		3,43										
45-1	Mysterøyri	28/04/08	6,51	1,32	0,073	45	38	29	9		2,60										
45-1	Mysterøyri	05/05/08	6,26	0,99	0,055	26	28	22	6	0,84	2,07	0,31	2,19	0,21	3,97	0,99	88	149	3	0,66	37
45-1	Mysterøyri	13/05/08	6,29	0,77	0,054	25	20	16	4		1,66										
45-1	Mysterøyri	19/05/08	6,37	0,76	0,056	27	17	14	3		1,54										
45-1	Mysterøyri	26/05/08	6,28	0,66	0,053	24	16	14	2		1,35										
45-1	Mysterøyri	02/06/08	6,38	0,67	0,055	26	13	12	1	0,70	1,10	0,15	1,08	0,12	1,61	0,65	27	82	2	0,43	35
45-1	Mysterøyri	07/07/08	6,49	0,51	0,057	28	10	8	2	0,63	0,82	0,09	0,66	0,11	0,89	0,49	15	68	2,6	0,28	28
45-1	Mysterøyri	04/08/08	6,44	0,68	0,060	31	7	6	1	0,86	0,83	0,12	0,69	0,12	0,81	0,53	33	102	2	0,32	41
45-1	Mysterøyri	01/09/08	6,78	1,46	0,096	69	28	25	3	2,0	1,54	0,14	1,06	0,16	1,24	0,63	9	141	3	0,69	86
45-1	Mysterøyri	15/09/08	6,83	1,52	0,100	73	8	6	2	1,4	1,62	0,19	1,02	0,20	1,22	0,82	11	104	2	0,39	89
45-1	Mysterøyri	06/10/08	6,50	0,98	0,069	41	32	33	0	2,1	1,46	0,21	1,24	0,19	1,83	0,80	34	143	5	0,96	54
45-1	Mysterøyri	20/10/08	6,33	0,85	0,053	24	38	33	5	1,7	1,31	0,16	1,20	0,18	2,01	0,68	34	140	3	0,83	39
45-1	Mysterøyri	03/11/08	6,45	1,49	0,071	43	44	41	3	1,5	2,43	0,33	2,30	0,17	4,24	0,79	53	136	3	1,13	66
45-1	Mysterøyri	17/11/08	6,49	1,14	0,060	31	31	29	2	1,3	1,80	0,26	1,54	0,21	2,87	0,93	62	115	3	0,92	46
45-1	Mysterøyri	01/12/08	6,28	1,11	0,061	32	23	20	3	1,1	1,72	0,26	1,50	0,22	2,71	0,89	78	134	3	0,92	47
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	07/01/08	6,41	0,95	0,059	30	17	15	2	1,1	1,49	0,24	1,14	0,29	1,82	0,99	160	200	2	1,26	41
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	04/02/08	6,15	1,14	0,047	18	27	20	7	0,79	3,08	0,49	3,06	0,32	6,58	1,26	115	160	2	1,09	18
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	03/03/08	6,04	1,04	0,042	12	18	14	4	0,70	2,86	0,40	2,84	0,32	6,27	1,15	115	145	1	0,98	8
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	25/03/08	6,36	1,35	0,056	27	11	8	3	0,67	2,93	0,47	2,79	0,39	6,03	1,22	125	175	2	1,13	33
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	07/04/08	6,10	0,99	0,046	16	31	21	10	0,91	2,62	0,42	2,61	0,32	5,57	1,15	110	170	2	1,13	17
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	05/05/08	6,02	0,75	0,045	15	23	18	5	0,82	2,04	0,31	2,13	0,22	4,07	1,03	89	150	3	0,66	19
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	02/06/08	6,23	0,48	0,048	19	13	11	2	0,68	1,00	0,14	1,06	0,12	1,58	0,65	27	86	2	0,43	25
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	07/07/08	6,34	0,47	0,051	22	9	7	2	0,67	0,80	0,10	0,68	0,12	0,93	0,52	16	101	2,7	0,28	26
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	04/08/08	6,39	0,53	0,055	26	8	6	2	0,96	0,79	0,13	0,75	0,15	0,80	0,56	27	136	4	0,34	37
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	01/09/08	6,44	0,64	0,060	31	16	15	1	1,6	0,96	0,14	0,85	0,17	0,98	0,64	9	127	5	0,56	43
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	15/09/08	6,54	0,77	0,064	36	15	7	8	1,4	1,07	0,18	0,92	0,20	1,08	0,76	21	122	4	0,49	51

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/Il µg/L	LAL µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	06/10/08	6,05	0,54	0,046	16	32	30	2	1,5	1,29	0,20	1,26	0,18	1,97	0,74	56	143	<1	1,07	28
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	20/10/08	6,15	0,63	0,044	14	31	27	4	1,7	1,24	0,17	1,25	0,20	2,03	0,71	34	108	3	0,88	30
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	03/11/08	5,94	0,78	0,044	14	20	21	0	1,0	1,82	0,29	1,81	0,22	3,51	0,81	83	141	3	0,94	25
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	17/11/08	6,33	0,90	0,056	27	30	28	2	1,2	1,67	0,25	1,48	0,21	2,87	0,96	61	115	3	0,90	30
45-2	Nesevatn før innt kr.st.	01/12/08	6,16	0,94	0,054	25	22	19	3	1,1	1,64	0,25	1,44	0,22	2,49	0,81	74	134	3	0,90	43
45-3	Ekso v/ Eide	07/01/08	6,57	1,97	0,106	80	9	7	2		2,39										
45-3	Ekso v/ Eide	04/02/08	6,41	1,50	0,063	35	39	33	6		3,31										
45-3	Ekso v/ Eide	03/03/08	6,55	1,77	0,079	51	38	33	5		3,04										
45-3	Ekso v/ Eide	25/03/08	6,75	2,28	0,107	81	21	15	6		3,37										
45-3	Ekso v/ Eide	07/04/08	6,76	1,99	0,101	74	70	52	18		2,87										
45-3	Ekso v/ Eide	05/05/08	7,10	3,05	0,167	143	44	27	17		2,65										
45-3	Ekso v/ Eide	02/06/08	6,74	1,32	0,090	63	11	7	4		1,43										
45-3	Ekso v/ Eide	07/07/08	6,96	1,65	0,112	86	13	6	7		1,48										
45-3	Ekso v/ Eide	04/08/08	6,93	1,62	0,111	85	10	<5			1,42										
45-3	Ekso v/ Eide	01/09/08	6,82	1,41	0,097	70	27	25	2		1,40										
45-3	Ekso v/ Eide	15/09/08	6,88	1,44	0,102	75	19	10	9		1,49										
45-3	Ekso v/ Eide	06/10/08	6,53	1,40	0,082	55	66	67	0		1,86										
45-3	Ekso v/ Eide	20/10/08	6,78	1,72	0,095	68	54	49	5		1,84										
45-3	Ekso v/ Eide	03/11/08	6,41	1,45	0,072	44	40	37	3		2,43										
45-3	Ekso v/ Eide	17/11/08	6,54	1,42	0,095	68	42	39	3		2,42										
45-3	Ekso v/ Eide	01/12/08	6,63	1,77	0,097	70	25	21	4		2,25										
45-4	Ekso v/ Elkemo	07/01/08	6,64	1,45	0,083	56	16	13	3		1,74										
45-4	Ekso v/ Elkemo	04/02/08	6,47	1,71	0,069	41	36	31	5		3,33										
45-4	Ekso v/ Elkemo	03/03/08	6,61	2,11	0,095	68	32	27	5		3,18										
45-4	Ekso v/ Elkemo	25/03/08	6,74	2,26	0,101	74	20	13	7		2,99										
45-4	Ekso v/ Elkemo	07/04/08	6,82	2,18	0,110	84	72	52	20		2,92										
45-4	Ekso v/ Elkemo	05/05/08	6,94	2,37	0,134	109	37	25	12		2,39										
45-4	Ekso v/ Elkemo	02/06/08	6,80	1,37	0,092	65	12	8	4		1,46										
45-4	Ekso v/ Elkemo	07/07/08	7,12	1,53	0,121	95	16	8	8		1,53										
45-4	Ekso v/ Elkemo	04/08/08	6,89	1,49	0,104	77	8	6	2		1,33										
45-4	Ekso v/ Elkemo	01/09/08	6,81	1,41	0,098	71	23	20	3		1,36										
45-4	Ekso v/ Elkemo	15/09/08	6,83	1,40	0,098	71	14	7	7		1,44										
45-4	Ekso v/ Elkemo	06/10/08	6,70	1,74	0,100	73	60	61	0		1,98										
45-4	Ekso v/ Elkemo	20/10/08	6,88	2,12	0,116	90	56	47	9		2,00										
45-4	Ekso v/ Elkemo	03/11/08	6,48	1,61	0,079	51	43	41	2		2,46										
45-4	Ekso v/ Elkemo	17/11/08	6,60	1,84	0,101	74	35	31	4		2,39										
45-4	Ekso v/ Elkemo	01/12/08	6,60	1,69	0,096	69	28	23	5		2,18										

# Vedlegg B. Primærdata – fisk

**Vedlegg B1.** Utbredelse er angitt som prosentdel 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 i henhold til Bohlin (et al. 1989), Tetthet 1, Tetthet 2, median, 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Dato	10.10	13.11	24.10	01.10.	30.08.	16.10.	06.09.
Ant. stasjoner	5	4	4	4	4	4	4
Areal, m <sup>2</sup>	752	1000	400	400	400	400	400
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	0	75	75	75	75	100	100
Tetthet 1	0	1.2(--)	1.9(--)	7.1(--)	12.8 (3.3)	8.9 (1.1)	35.1 (3.4)
Tetthet 2	0	0.9(0.9)	1.5(1.7)	5.5(5.5)	12.3 (20.0)	9.1 (7.2)	34.8 (30.8)
Median	0	0.83	1	4.5	3.5	8.7	34.0
Min. tetthet	0	0	0	0	0	2	5
Max. tetthet	0	2	4	13	42	16.9	66.4
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	0	75	100	100	75	100	100
Tetthet 1	0	5.9(--)	4.2(2.4)	7.5(0.3)	3.1 (0.7)	21.7 (2.3)	16.0 (2.0)
Tetthet 2	0	5.2(9.1)	4.4(3.5)	7.5(5.5)	3.1 (4.9)	22.1 (17.6)	16.1 (9.8)
Median	0	1	3	8	1	20.9	19.4
Min. tetthet	0	0	2	1	0	2	2
Max. tetthet	0	18.8	9.5	13.1	10.4	44.5	23.6
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	75	100	100	100	100	100
Tetthet 1	22.2(10.5)	3.0(--)	11.2(1.3)	12.6(0.7)	31.0 (6.0)	20.0 (4.2)	33.3 (2.4)
Tetthet 2	39.6(51.4)	4.6(5.1)	11.5(17.3)	12.6(6.5)	32.5 (16.3)	19.1 (24.7)	33.6 (27.3)
Median	25.9	3.7	3.8	11.1	26.9	8.7	26.4
Min. tetthet	1	0	1	7.1	16.9	3	11
Max. tetthet	125.7	10.9	37.4	21.3	56.5	55.9	70.7
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	75
Tetthet 1	20.2(9.2)	9.6(3.6)	29.5(3.2)	30.0(3.2)	20.2 (3.4)	27.8 (3.4)	11.9 (2.6)
Tetthet 2	33.3(39.9)	19.1(30.0)	29.4(21.9)	30.6(20.1)	19.5 (17.8)	27.8 (16.2)	12.2 (14.2)
Median	11.5	5.7	31.1	31.3	19.5	30.5	8.1
Min. tetthet	3	1	1	5.2	1	5.2	0
Max. tetthet	93.2	63.9	54.6	54.4	38.1	39.1	32.6

Fortsettelse primærdata – fisk Ekso

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	06.09	10.09	12.10	06.09	15.09	30.09	24.11
Ant. stasjoner	4	4	4	4	4	4	4
Areal, m <sup>2</sup>	400	400	400	400	400	400	400
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	75
Tetthet 1	35.2 (6.1)	29.3 (2.3)	12.8 (21.9)	27,9(6,5)	31,2 (6,8)	18,3 (10,5)	7,0(29,0)
Tetthet 2	33.1 (31.6)	29.9 (45.9)	12.3 (10.9)	25,3(21,5)	28,3 (21,8)	18,6 (8,4)	7,1(6,1)
Median	33.8	9.1	10.5	19,1	21,4	19,2	6,8
Min. tetthet	2.2	1	1	7	10,4	8,0	0
Max. tetthet	62.6	97.9	27.0	56,0	60,0	28,0	15,0
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100		100	100	100
Tetthet 1	20.5 (2.4)	16.7 (1.7)	25.1 (4.0)	100	19,0 (1,8)	17,5 (1,1)	13,0 (9,5)
Tetthet 2	20.4 (23.9)	16.8 (12.2)	25.5 (21.7)	17,4(1,6)	19,1 (18,4)	17,5 (11,6)	13,0 (9,0)
Median	10.8	18.3	24.5	17,7(10,9)	14,2	16,4	13,0
Min. tetthet	4	1	2	19,7	3,0	6,0	2,0
Max. tetthet	55.9	29.5	50.9	4	44,8	31,3	24,0
				27,5			
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	13.2 (4.1)	40.7 (4.9)	15.1 (2.8)	36,2(4,0)	14,7 (2,4)	31,9 (4,8)	2,8 (0,8)
Tetthet 2	12.3 (14.5)	40.9 (36.5)	15.3 (21.9)	36,6(34,5)	14,7 (7,0)	32,2 (34,6)	2,8 (2,4)
Median	5.6	30.6	5.6	26,7	13,4	22,6	2,0
Min. tetthet	4	9.5	2	9,5	8,0	4,0	1,0
Max. tetthet	34	92.9	47.9	83,5	24,0	79,5	6,0
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	75	100	100	100	100	100
Tetthet 1	25.9 (2.6)	10.6 (0.5)	23.7 (2.3)	17,9(0,9)	12,0 (1,1)	11,8 (3,1)	3,5 (4,6)
Tetthet 2	25.6 (27.6)	10.6 (9.6)	23.9 (12.8)	17,9(12,1)	12,1 (5,1)	11,3 (7,3)	3,5 (2,1)
Median	18.5	9.5	28.9	19,2	12,1	11,5	3,5
Min. tetthet	1	0	5	2	6,0	2,2	1,0
Max. tetthet	64.3	23.2	33	31,3	18,3	20,0	6,0

Vedlegg B2. Primærdata – fisk Myster

År	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
Dato	24.10	01.10	31.08	16.10	06.09	06.09	10.09
Ant. stasjoner	1	1	1	1	1	1	1
Areal, m <sup>2</sup>	100	100	100	100	100	100	100
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	0	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	0	3.8	1	1	1	47.1	1
Tetthet 2	0	3.8	1	1	1	47.1	1
Median	0	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	0	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	0	--	--	--	--	--	--
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	0	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	0	4.3	13.5	18.5	9.0	12.0	37.0
Tetthet 2	0	4.3	13.5	18.5	9.0	12.0	37.0
Median	0	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	0	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	0	--	--	--	--	--	--
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	8.3	27.0	70.7	35.3	56.8	49.0	95.8
Tetthet 2	8.3	27.0	70.7	35.3	56.8	49.0	95.8
Median	--	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--	--	--
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	88.5	101.8	148.8	113.7	93.3	79.5	55.9
Tetthet 2	88.5	101.8	148.8	113.7	93.3	79.5	55.9
Median	--	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--	--	--

Fortsettelse primærdata – fisk Myster

År	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	12.10	06.09	15.09	30.09	24.11
Ant. stasjoner	1	1	1	1	1
Areal, m <sup>2</sup>	100	100	100	100	100
<b>Laks 0+</b>					
Utbredelse	100	100	100	0	100
Tetthet 1	2,0	6,7	28,1	0	2,2
Tetthet 2	2,0	6,7	28,1	0	2,2
Median	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--
<b>Laks ≥ 1+</b>					
Utbredelse	100	100	100	100	100
Tetthet 1	34,6	33,9	34,8	27,8	13,9
Tetthet 2	34,6	33,9	34,8	27,8	13,9
Median	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--
<b>Aure 0+</b>					
Utbredelse	100	100	100	100	100
Tetthet 1	27.2	65,8	11,2	53,5	10,0
Tetthet 2	27.2	65,8	11,2	53,5	10,0
Median	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--
<b>Aure ≥ 1+</b>					
Utbredelse	100	100	100	100	100
Tetthet 1	105.9	68,1	38,7	24,8	18,0
Tetthet 2	105.9	68,1	38,7	24,8	18,0
Median	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Ekso 18.06.2008.

	Stasjon	ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5a	ST.5b	ST.6	ST.7	ST.8	ST.9
	<b>Turbellaria</b>										
**	<i>Crenobia alpina</i>		2								
	<b>Nematoda</b>	2	30	2			1	2	2		
	<b>Oligochaeta</b>	2	4	3	5	7		20	19	1	23
	<b>Acari</b>	6		8	17	15	4	5		13	
	<b>Bivalvia</b>										
*	<i>Pisidium</i> sp.	10									
	<b>Gastropoda</b>										
***	<i>Lymnaea peregra</i>										1
	<b>Ephemeroptera</b>										
***	<i>Baetis rhodani</i>	38	19	29	24	7	3	21	40	20	41
**	<i>Ameletus inopinatus</i>				1						1
	<b>Plecoptera</b>										
	<i>Amphinemura borealis</i>	13	61		2		10	11	3	12	7
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1	28				6				
	<i>Amphinemura standfussi</i>		1				2				
	<i>Amphinemura</i> sp.			4			5				
	<i>Brachyptera risi</i>		9				3				
	<i>Leuctra fusca</i>				7	3		4		2	
	<i>Leuctra</i> sp.	2	4	2		2		5	10	34	23
	<i>Protonemura meyeri</i>		4							1	
	<i>Nemoura cinerea</i>		1				3				
	<i>Nemouridae</i> indet.		3								
	<i>Siphonoperla burmeisteri</i>						6				
	<i>Taeniopteryx nebulosa</i>				2	13	4	4			
**	<i>Isoperla grammatica</i>							1			1
**	<i>Diura nanseni</i>		1	1							
**	<i>Diura</i> sp.							1			
**	Perlodidae indet.	1				1	4			2	
	<b>Trichoptera</b>										
	<i>Rhyacophila nubila</i>	4	9	1	1	1	4	11	1	9	5
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	14		7	4				2		
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>				1	1	3			1	1
	<i>Polycentropodidae</i> indet.	4		2							
	<i>Oxyethira</i> sp.	2		1	1		1	2			
	<i>Micrasema</i> sp.							1			
	<i>Halesus radiatus</i>			1			1				
**	<i>Hydropsyche siltalai</i>								2		3
**	<i>Lepidistoma hirtum</i>	2			3						
	<b>Chironomidae</b>	134	75	128	111	108	74	57	127	241	129
	<b>Ceratopogonidae</b>						2				1
	<b>Simuliidae</b>	13	7		4	2	41	17	6	34	19
	<b>Tipuloidea</b>										
	<i>Dicranota</i> sp.	1	6			1		5	4	4	10
	<b>Diptera</b>										
	Empididae indet.	4	3	1	3	2		3	6	1	
	<b>Coleoptera</b>										
	<i>Elmis aenea</i>	12	8	13	10	24		10	5	4	1
	<b>Crustacea</b>										
	Harpacticoida	1									
	Sum	266	275	203	196	187	177	180	227	379	266
	Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	1,00	0,67	1,00	1,00	0,89	0,58	1,00	1,00	0,91	1,00

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

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Ekso 12.11.2008.

Stasjon	ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5a	ST.5b	ST.6	ST.7	ST.8	ST.9
<b>Nematoda</b>		1			1	2		3	2	
<b>Oligochaeta</b>	3	2		2	21		24	10	2	8
<b>Acari</b>	7	1	5	5	26		20		7	
<b>Bivalvia</b>										
* <i>Pisidium</i> sp.	4									
<b>Ephemeroptera</b>										
*** <i>Baetis rhodani</i>	89	131	7	29	38	1	78		76	7
** <i>Ameletus inopinatus</i>	2	1	7	3				1		
*** <i>Ephemerella aurivilli</i>							1			
<i>Leptophlebia vespertina</i>			2	19						
<i>Leptophlebia marginata</i>			3	3	1					1
<b>Plecoptera</b>										
<i>Amphinemura borealis</i>	21				23	16	33	1	57	4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	41	51	4	17	48	35	25	1	34	2
<i>Amphinemura</i> sp.						47				
<i>Leuctra hippopus</i>	2	2		1	4	3	1	2	13	1
<i>Leuctra</i> sp.	1	1				7	2		1	1
<i>Nemoura cinerea</i>		3		1		10		1		1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				1	2	1			1	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	2	1		2	8		2			
<i>Brachyptera risi</i>	3	39			1	161	2		10	
<i>Protonemura meyeri</i>	4	27			2	24			5	
** <i>Capnia pygmaea</i>		1								22
** <i>Capnia</i> sp.	1			1			4			4
** <i>Diura nanseni</i>	2	1			1	1				
** <i>Isoperla</i> sp.					1		1			
<b>Trichoptera</b>										
<i>Oxyethira</i> sp.	5		17	13	6		13		1	
<i>Potamophylax</i> sp.										
<i>Limnephilidae</i> indet	6	1	8	7	2		3		1	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4		1	6	1			1		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>					2	1				
<i>Polycentropodidae</i> indet.	1		3			2				
<i>Mystacides</i> sp.				1						
<i>Rhyacophila nubila</i> larve		1					2		8	
** <i>Apatania</i> sp.	1			2			1			1
** <i>Hydropsyche silatalai</i>									1	
<b>Chironomidae</b> larver	230	75	310	297	139	28	207	15	210	25
<b>Chironomidae</b> pupper										
<b>Simuliidae</b>	25	49	1	8	49	71	26	5	154	4
<b>Ceratopogonidae</b> indet.						1				
<b>Tipuloidea</b>										
<i>Tipula</i> sp.	2				2					
<i>Dicranota</i> sp.		5			2		1		4	1
<i>Limonidae</i> indet.		1								
<b>Diptera</b>										
<i>Empididae</i> indet.	5	3			4	3	7		15	
Ubestemt larve			1							
<b>Anisoptera</b>										
<b>Coleoptera</b>										
<i>Elmis aenea</i> larve	16	1	13	9	40		3	1	3	
<i>Elmis aenea</i> imago				1						
<b>Collembola</b>				1		2				5
<b>Crustacea</b>										
Cladocera			1							
Sum	477	398	383	429	424	416	456	41	605	87
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	1,00	1,00	0,93	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00

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



# Espedalselva

Koordinator og ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Ansvarlig overvåking fisk: Svein Jakob Saltveit, LFI, Universitetet i Oslo, P.boks 1172 Blindern, 0318 Oslo

## 1 Innledning

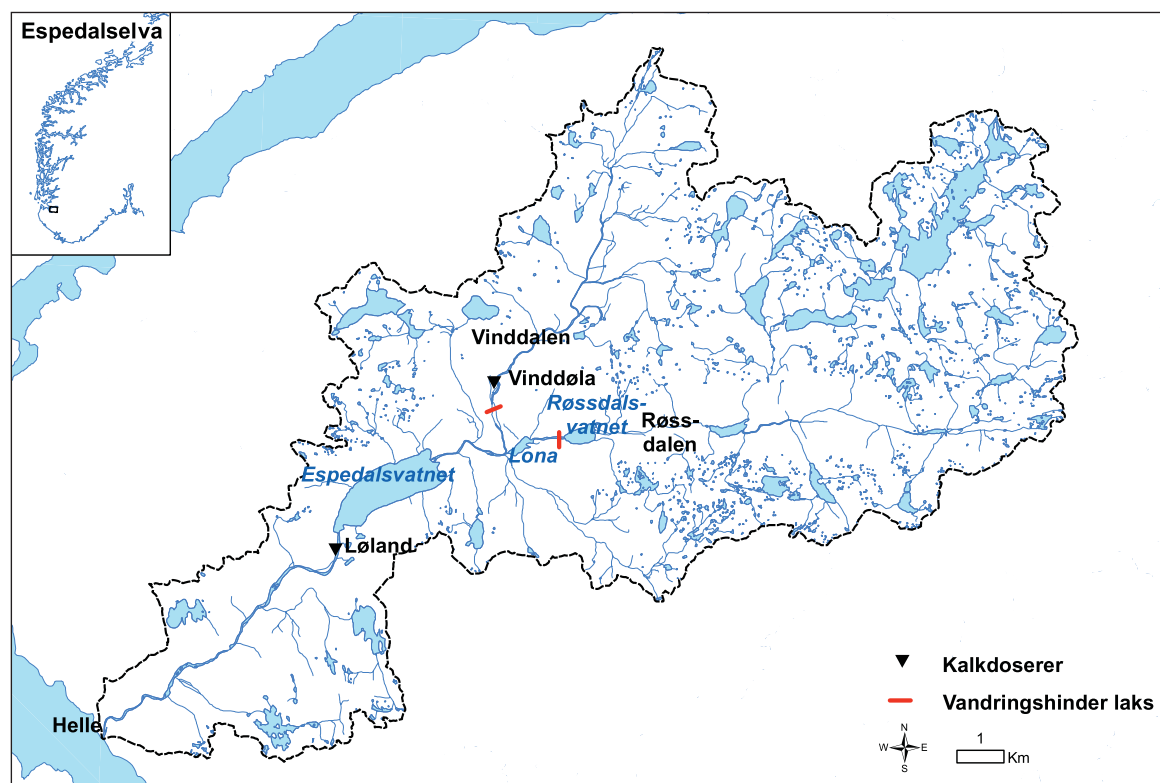
### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	030.4z,
Fylke, kommuner:	Rogaland fylke, Forsand og Gjesdal kommuner
Areal, nedbørfelt:	138 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Øvre deler av Fossåna er overført til vassdrag i øst
Spesifikk avrenning:	Ingen data
Middelvannføring:	Ingen data
Kalket siden:	Innsjøkalking fra juni 1995. Kalkdoser i hovedelva ved utløpet av Espedalsvatn og i sidevassdraget Vinddøla i drift fra våren/sommeren 1996
Lakseførende strekning:	I Espedalselva: ca. 12 km, endepunkt Røssdalsvatn. I Vinddøla: i underkant av 1 km.

Espedalselva ligger i Forsand og Gjesdal kommuner i Rogaland. Vassdraget består av to grener, Vinddalen og Røssdalen/Indredalen, som møtes ovenfor Espedalsvatnet, sentralt i hoveddalføret. Vinddøla drenerer den nordlige delen av feltet. Elva som følger Indredalen/Røssdalen drenerer størst areal. Flere vann i nordøst blir drenert via Fossåna. Øverst i Fossåna ligger Vassleia som opprinnelig var Espedalselvas største innsjø. Vannet er imidlertid demmet opp og overført østover. Espedalsvatn er således i dag nedbørfeltets største innsjø med et areal på ca. 1,7 km<sup>2</sup>. Fra utløpet av Espedalsvatn renner hovedelva sørvestover, først i rolige partier, seinere også i stryk.

Berggrunnen består hovedsakelig av ulike gneiser. Løsmassedekket er stedvis mektig, som f.eks. frontavsetningen som demmer opp Espedalsvatn. Både i Vinddalen og Røssdalen finnes også større løsmasseavsetninger.

Bebyggelsen går inn til østenden av Espedalsvatn. Nedre deler av Røssdalen er sterkt preget av sauebeiting. Et stort myrområde i Vinddalen er oppdyrket. Totalt er det ca. 3 500 da jordbruksareal i drift i nedslagsfeltet (NOU 1991).



Figur 1.1. Espedalselva med deler av nedbørfeltet.

## 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking: Laksestammen er truet.  
 Vannkvalitetsmål: I smoltifiseringsperioden: pH 6,2 (15. feb. – 31. mars), pH 6,4 (1. april – 31. mai). Resten av året pH = 6,0.  
 Biologisk mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.  
 Kalkingstrategi: 11 vatn i nedbørfeltet kalket i juni 1995. Ytterligere 3 vatn kalket sommeren 1996. Kalkdoserer i hovedelva ved Løland, nedstrøms utløpet av Espedalsvatn, samt en enkel kalkdoserer i sidevassdraget Vinndøla i drift fra våren/sommeren 1996. Kalkdosereren ved Løland har siden 2006 ikke dosert kalk i en periode på 2-3 måneder fra slutten av juli.

Noen fullstendig oversikt over årlig kalkforbruk i Espedalselva finnes ikke, men for de årene hvor slik informasjon foreligger har kalkforbruket variert mellom 79 (2001) og 672 tonn (1997) (100% CaCO<sub>3</sub>). Selv om doseringsanlegget ved Løland ikke har vært i kontinuerlig drift de siste tre årene har det ikke vært noen entydig reduksjon i kalkforbruket i Espedalselva.

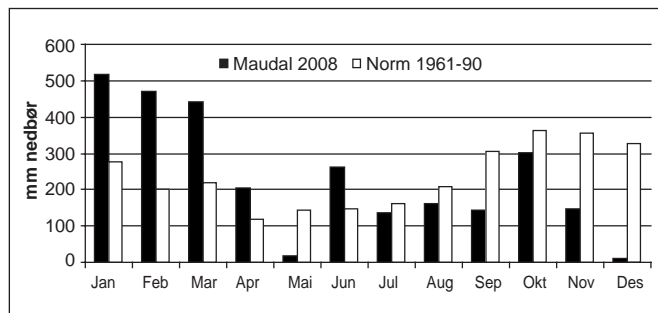
**Tabell 1.** Kalkforbruk i tonn i Espedalselva årene 2004-2008. Det er i disse årene benyttet kalktype VK3 i dosererne og biokalk 75 i innsjøene. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO<sub>3</sub>.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Kalkdos. Vinndøla	107	32	45	58	73
Kalkdos. Løland	193	202	166	117	281
Innsjøer + bekker	76	74	72	70	70
Sum	376	308	283	245	424

## 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon ved Maudal, månedlig data fra 2007 (**Figur 1.2**). Ufullstendige data fra oktober-desember.

Årsnedbør 2008, for perioden januar-september: 2363 mm  
 Normalt, for perioden januar-september: 1774 mm  
 % av normalen, for perioden januar-september: 133 %



**Figur 1.2** Månedlig nedbør i 2008, ved meteorologisk stasjon ved Maudal og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 (data fra DNMI 2009). Ufullstendig data for oktober-desember.

**Det finnes ingen vannføringsmålinger fra Espedalselva.**

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, 7584 Trondheim

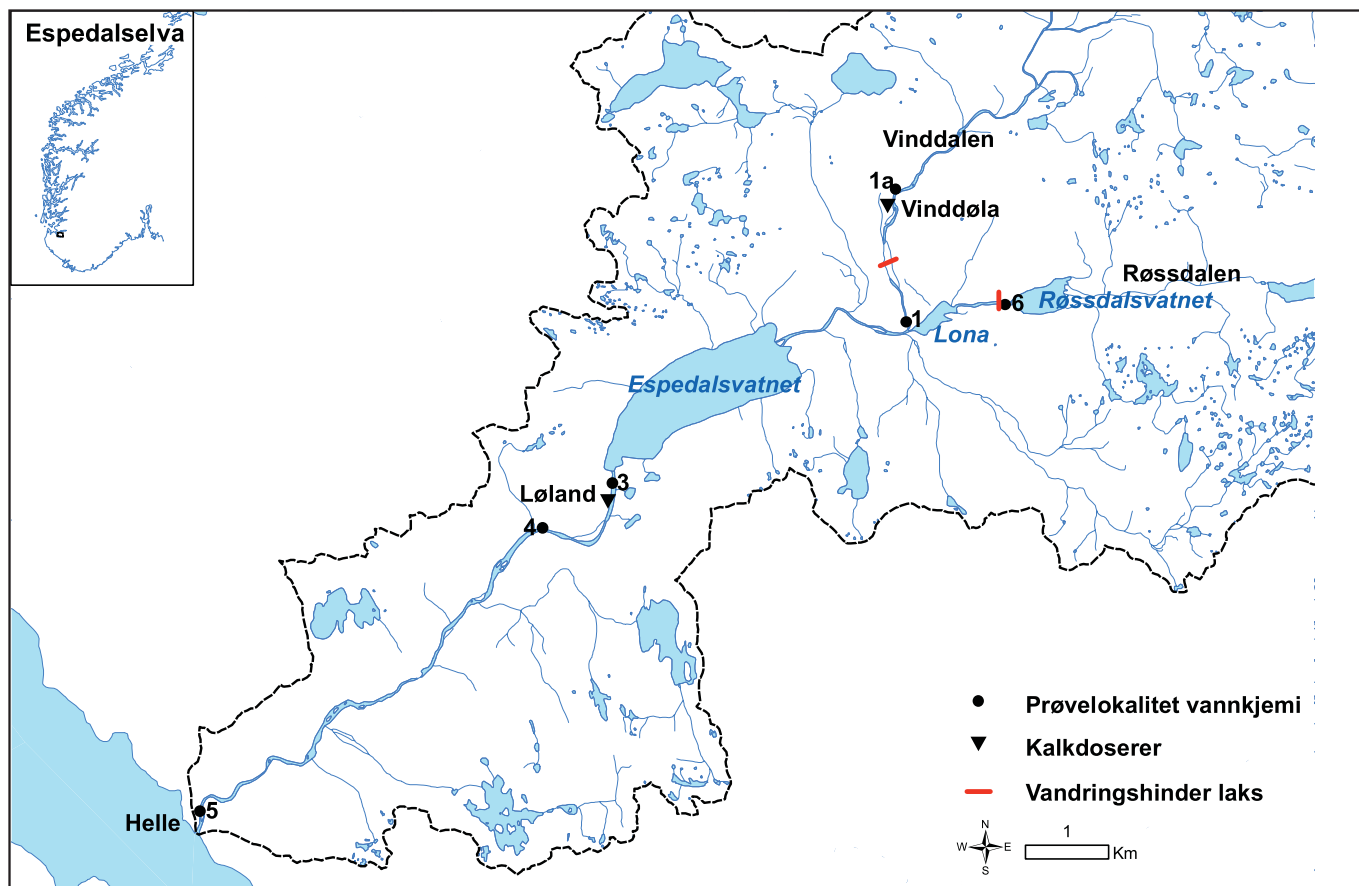
<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

## 2.1 Innledning

Espedalselva har vært inkludert i DN/NINAs program for vannkjemisk overvåking av norske vassdrag ("Elveserien") i perioden 1972-1990 og 1993-1994. I 1995 startet kalkingen i vassdraget, og overvåkingen ble videreført som en del av den nasjonale kalkingsovervåkingen.

Det vannkemiske programmet har i hele perioden fra 1972 inkludert en målestasjon i vassdragets utløp (nåværende lokalitet 5, Espedalselva ved Helle) og omfattet fra 1995 totalt fem stasjoner. Stasjonsnettet ble endret i mars 1999 i forbindelse med etablering av DN's vannkemikontroll som kontrollerer driften av kalkdosererne. Lokalitet 2 ble tatt ut, mens en ny lokalitet, 1a, som ligger i Vinddøla ovenfor kalkdoseringsanlegget, ble inkludert i overvåkings-

programmet. Sistnevnte er referansestasjon i forhold til den fullkalkede delen av vassdraget, men kan være noe påvirket av landbrukskalking. Fra og med juni 2006 er denne stasjonen kun med i vannkemikontrollens overvåkingsprogram. En ny stasjon ble opprettet ved utløpet av Røssdalsvatn (Lok. 6) i 2004, først med prøvetaking kun i perioden mai - juni, og senere, fra og med april 2006, med fullt prøvetakingsprogram. Overvåkingen av vannkemien i 2008 har omfattet 6 stasjoner (**Figur 2.1**). M-lab AS har gjennomført analysene for vannkemikontrollen i perioden januar-juni og VestfoldLAB AS i siste halvår av 2008. Analysesenteret i Trondheim har utført alle analysene for effektkontrollen.



Figur 2.1. Stasjonskart for vannkemisk overvåking i Espedalselva i 2008.

Tabell 2.1. Middell-, min- og maksverdier for 2008, Espedalselva.

Nr	Stasjon		pH	Ca	Alk	Tot-Al	Um-Al	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
1a	Vinddøla, oppstr	Mid	5,87	0,64					
		Min	5,11	0,32					
		Maks	7,10	1,12					
1	Vinddøla, nedstr.	Mid	6,10	1,04					
		Min	5,38	0,40					
		Maks	7,10	2,05					
3	Løland, oppstr.	Mid	6,15	0,76					
		Min	5,80	0,50					
		Maks	6,60	1,19					
4	Løland, nedstr.	Mid	6,40	1,58					
		Min	6,00	0,85					
		Maks	6,96	2,53					
5	Helle	Mid	6,51	1,23	43	50	4	1,5	45
		Min	6,20	0,57	25	25	2	0,6	9
		Maks	6,87	1,83	68	75	9	3,3	73
6	Røssdalsv. utløp	Mid	5,95	0,62	13	34	8		
		Min	5,59	0,42	0	17	3		
		Maks	6,29	1,01	20	59	18		

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkjemisk måloppnåelse

Nederst i vassdraget, ved Helle, var vannkvaliteten god gjennom hele 2008 (**Figur 2.2, Vedlegg A.1**). Ingen målinger lå under vannkvalitetsmålet, mens året sett under ett var 71 % av pH-verdiene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. Vannkvaliteten nedstrøms kalkdosereren ved Løland er med unntak av en måling tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet for vassdraget (**Figur 2.2**). En verdi i april var under vannkvalitetsmålet minus 0,1 pH-enheter. 50 % av pH-verdiene var imidlertid over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. Oppstrøms Løland er vannkvaliteten noe ustabil, og pH under 6,0 registreres på slutten av året. Det er fortsatt enkelte dype fall i pH nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og det er stor variasjon gjennom året (**Figur 2.2**). 24 % av pH-verdiene var under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, mens 47 % av pH-verdiene var over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter.

### Vannkvaliteten i 2008

Nederst i vassdraget, ved Helle (Lok. 5) varierte pH i 2008 mellom 6,2 og 6,9 med et årsgjennomsnitt på 6,5 (**Tabell 2.1**). pH ved Helle lå i store deler av året høyere enn pH målt nedstrøms dosereren ved Løland (**Figur 2.2**). Dette var også tilfelle i 2006 (Saksgård & Schartau 2007). Mengde kalsium varierte mellom 0,6 og 1,8 mg/l i 2008. Innholdet av Tot-Al varierte mellom 25 og 75 µg/l, med et

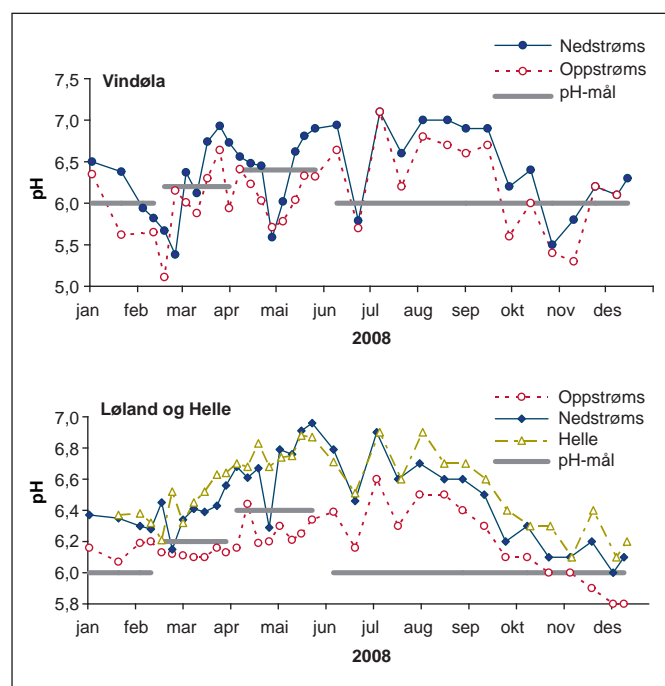
årsgjennomsnitt på 50 µg/l (**Tabell 2.1**). Konsentrasjonen av labilt aluminium, målt som uorganisk monomert aluminium (Um-Al), var stort sett mindre enn 6 µg/l under hele prøvetakingsperioden.

Ved Vinddøla oppstrøms kalkdoserer (Lok. 1a), varierte pH i 2008 mellom 5,1 og 7,1 med et årsgjennomsnitt på 5,9 (**Tabell 2.1**). Lave pH-verdier (<6,0) ble registrert gjennom hele året, men spesielt på våren (**Figur 2.2, Vedlegg A.1**). Vannkvaliteten nedstrøms dosereren var, som i tidligere år, svært variabel (**Figur 2.2**). pH varierte mellom 5,4 og 7,1 med et årsgjennomsnitt på 6,1 (**Tabell 2.1**). Mengden av kalsium varierte oppstrøms doserer rundt 0,6 og nedstrøms omkring 1,0 (**Tabell 2.1**). Innholdet av aluminium ble ikke målt ved denne stasjonen i 2008, men tidligere målinger av total aluminium i Vinddøla viste lave verdier (<100 µg/l) og innholdet av labilt aluminium (Um-Al) var stort sett <6 µg/l (Saksgård & Schartau 2007). Det har tidligere blitt målt enkelte høye verdier av Um-Al ved denne stasjonen (Saksgård & Schartau 2005).

Oppstrøms doserer ved Løland varierte pH i 2008 mellom 5,8 og 6,6, med et årsgjennomsnitt på 6,2 (**Tabell 2.1**). Mengde kalsium varierte mellom 0,5 og 1,2 mg/l, årsgjennomsnittet var 0,8. Målinger av vannkvaliteten ved utløpet av Røssdalsvatn viser at det i perioder tilføres surt vann til den anadrome strekningen ned mot dosereren ved Løland (**Vedlegg A.1, Tabell 2.1**). I 2008 varierte pH ved utløpet

av Røssdalsvatn (Lok. 6) mellom 5,6 og 6,3 (**Tabell 2.1, Vedlegg A.1**). Innholdet av aluminium var imidlertid lavt, Tot-Al varierte omkring 34 µg/l og Um-Al var stort sett <6 µg/l. I november var konsentrasjonen av Um-Al noe forhøyet med en verdi på 18 µg/l. Nedstrøms kalkdosereren ved Løland (Lok. 4) varierte pH i 2008 mellom 6,0 og 7,0 med et årgjennomsnitt på 6,4 (**Tabell 2.1**). Årgjennomsnittet for kalsium var 1,6 mg/l (**Tabell 2.1**).

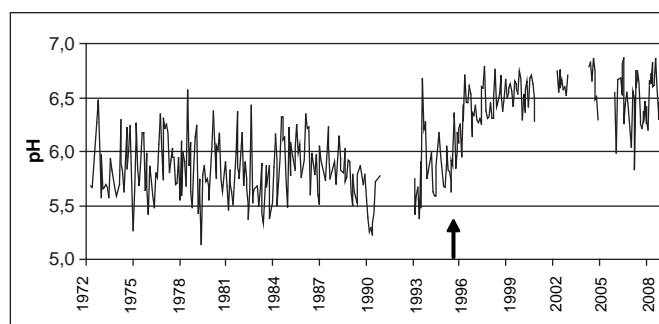
Innholdet av organisk karbon (TOC), nitrogen (Tot-N) og fosfor (Tot-P) viser at Espedalselva er moderat påvirket av humus og er et næringsfattig vassdrag (**Vedlegg A.1**). TOC varierte mellom 0,6 og 3,3 mg C/l (**Tabell 2.1**). Gjennomsnittet for Tot-N var 246 µg/l, mens Tot-P hadde et gjennomsnitt på 1,4 µg/l i 2008.



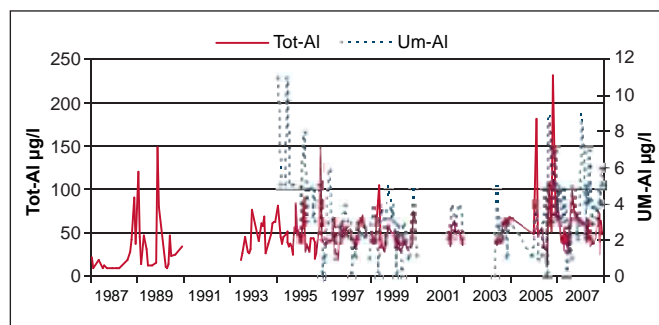
**Figur 2.2.** Variasjon i pH ovenfor og nedenfor kalkdoseringsanleggene i Vinddøla (Lok. 1a og 1) og ved Løland (Lok. 3 og 4) i Espedalselva, Rogaland, i 2008. pH i Espedalselva v/Helle (Lok. 5) er også vist. Data fra vannkjemikontrollen.

## Langtidstrender

Espedalselva har gjennomgått store vannkvalitetsendringer etter at kalkingen kom i gang. Nederst i vassdraget ved Helle var pH før kalking stort sett <6,0, og episoder med svært lav pH ble registrert, f.eks. i 1979, 1983 og 1990 (**Figur 2.3**). Dataene indikerer imidlertid at det har vært en gradvis forbedring i vannkvaliteten etter at man startet kalking av vassdraget i 1995. Målinger av konsentrasjonen av totalt aluminium (Tr-Al/Tot Al) startet i 1987 og i de første årene ble det målt verdier opptil 150 µg/l. Målingene for perioden 1993-2004 samt de to siste årene viser sjeldent verdier over 100 µg/l, og ligger på et forholdsvis stabilt og lavt nivå (**Figur 2.4**). I 2006 ble det imidlertid registrert aluminiumsverdier >200 µg/l i forbindelse med sjøsaltepisoder. Konsentrasjonen av labilt aluminium (Um-Al) har vært lav i hele undersøkelsesperioden med verdier stort sett <6 µg/l.



**Figur 2.3.** pH i Espedalselva v/Helle (Lok.5) i perioden 1972-2008. Data fra effektkontrollen. Pil angir tidspunkt for første større innsjøkalking i vassdraget.



**Figur 2.4.** Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) i Espedalselva ved Helle (Lok. 5), i perioden 1987 - 2008 (Um-Al fra 1995). Merk: i noen år har det vært foretatt svært få målinger av totalt aluminium, dette gjelder årene 1987, 1990 og 1994. Tot-Al ble fram til og med 1999 målt som totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al).

# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup> og Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

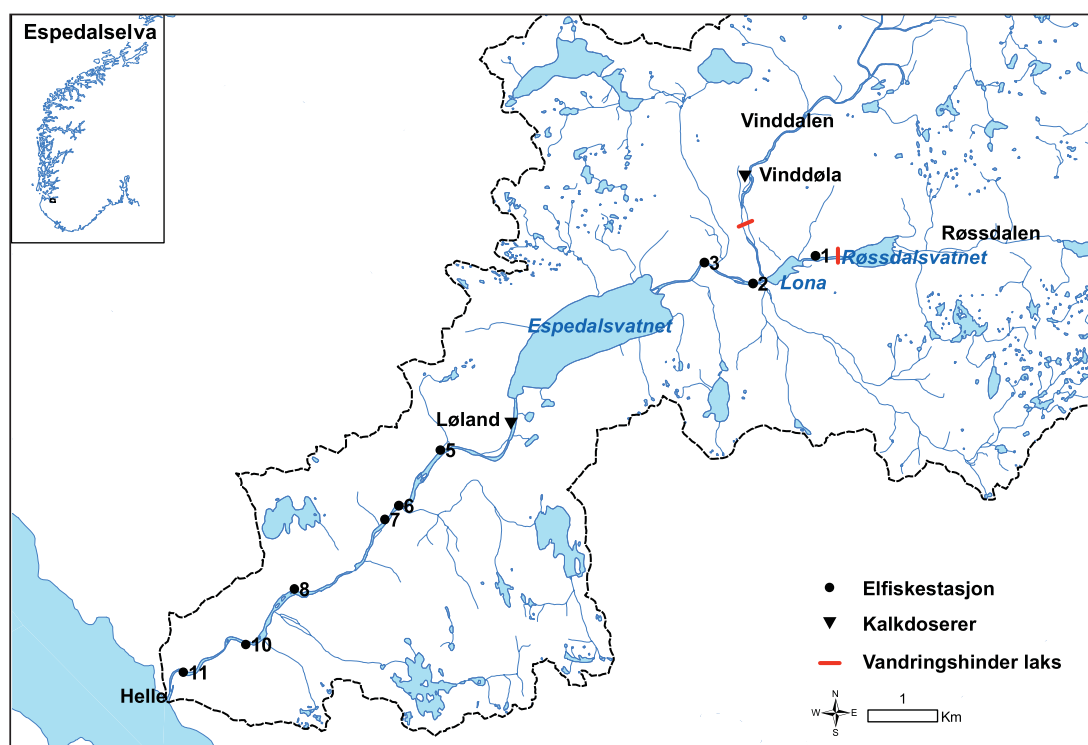
Espedalselva ble nevnt i forsureingssammenheng allerede i begynnelsen av 1920-årene av Huitfeldt-Kaas (1922). Fangstene av laks og sjørøret var lave på slutten av 1800-tallet og holdt seg under ca. 500 kg fram til 1950 - årene. På midten av 1960 tallet ble det imidlertid rapportert om større fangster, der det ett år ble tatt mer enn to tonn. Fram til begynnelsen av 1980-tallet var likevel fangstene generelt sett lave. Laksen har aldri vært helt borte fra vassdraget.

Det ble gjennomført undersøkelser av fiskeunger i Espedalselva i perioden 1989-94 i forbindelse med overvåking av fisk og forsurening (Persson 1993, Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999). I forbindelse med kalkingstiltakene i Espedalselva ble det igangsatt en overvåking av ungfiskbestanden av laks og ørret i 1995 (Larsen 1998). I 2001 ble vassdraget tatt ut av den ordinære overvåkingen, men en overvåking etter et noe redusert opplegg ble gjennomført av Fylkesmannen i Rogaland (Helgøy *et al.* 2002). Overvåkingen er videreført i regi av DN etter samme

opplegg fra 2002, men med reduksjon i antall stasjoner, fra 11 til 8. Plassering av stasjoner er også endret. Fra 2001 omfattet undersøkelsen altså 8 stasjoner, som også er det antallet som ligger til grunn for totalestimatet i 2008. I tillegg ble det fisket på en stasjon ovenfor Røssdalsvatn.

Det har vært satt ut mellom 20 000 og 95 000 laksyngel (0+) hvert år i Espedalselva siden 1995 (se **Tabell 3.1** i Larsen *et al.* 2006). Tidligere er det meste satt ut nedenfor Espedalsvatnet, men i 2005 økte andelen som ble satt ut i Espedalsvatnet og eller ovenfor vannet (inkludert Lona og Vinddøla). I 2007 ble det satt ut 70 000 yngel, mens det ikke er satt ut fisk i 2008.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 9 stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i første uke av november 2008 (**Figur 3.1**). For å kunne sammenligne med tidligere undersøkelser er stasjon 1 ikke med i totalestimatet. Sen undersøkelse dette året skyldes for mye vann i deler av september og hele oktober. For en mer utførlig beskrivelse av metodikk vises det til eget metodekapittel.



Figur 3.1. Kart over Espedalselva med stasjoner for innsamling av ungfisk avmerket.

## 3.2 Resultater

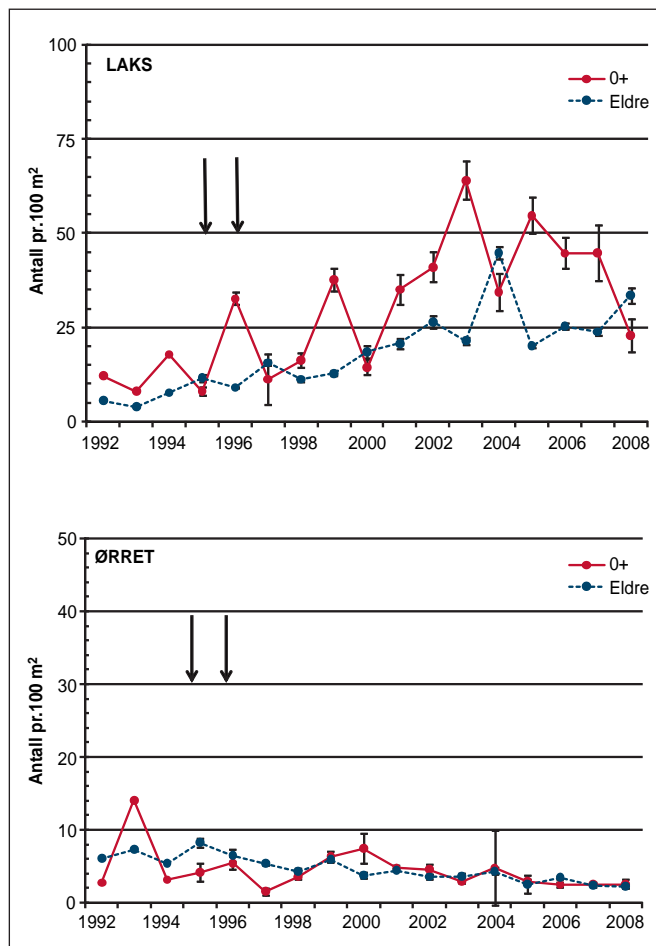
### Ungfiskundersøkelser

I Espedalselva ble det fanget til sammen 435 laksunger og 50 ørretunger (**Tabell 3.1**). Antallet fisk er lavere enn i 2007. Laksunger ble påvist på alle stasjonene, mens det ikke ble funnet ørret på stasjon 7. Det ble ikke påvist andre fiskearter enn laks og ørret.

### Laks

Den totale tettheten av årsunger (0+) ble beregnet til bare 23 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> basert på de åtte tidligere undersøkte stasjonene (fra 2001) (**Figur 3.3** og **Tabell 3.1**). Tettheten av eldre laksunger, dvs. 1+ og 2+ var langt høyere og ble beregnet til 34 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Årsunger av laks ble ikke funnet på stasjon 1. De høyeste tetthetene ble funnet på stasjon 2, 7 og 10, men det var bare to stasjoner som hadde flere enn 30 laks pr. 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 3.1**).

Eldre laksunger ble funnet på alle stasjonene, og den absolutt høyeste tettheten ble beregnet på stasjon 6 og 7, og det var bare tre av lokalitetene som hadde færre enn 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 3.1**).



**Figur 3.2.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Espedalselva i perioden 1990 til 2008. Data fra før 2006 er fra Larsen et al. (2006). Estimaterne fra 2001 er basert på 8 stasjoner. Piler angir tidspunkt for hhv. første større innsjøkalking og oppstart av kalking fra doserere.

**Tabell 3.1.** Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Espedalselva i november 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk			Laks N/100 m <sup>2</sup>		Ørret N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1 <sup>1)</sup>	100	6	14	0	0	6	10	7
2	100	63	3	0	35	38	0	3
3	119	73	16	0	26	42	7	9
5	124	32	9	0	14	12	5	2
6	119	62	2	0	22	61	2	0
7	106	79	0	0	37	52	0	0
8	126	35	1	0	11	21	0	1
10	100	42	1	0	28	30	1	1
11	74	43	1	0	24	43	0	1
Totalt (2-11)	968	435	50	0	23 ± 4	34 ± 2	3 ± 1	2, ± 0,2
Gj.sn.					23 ± 8	34 ± 12	3 ± 2	3 ± 2

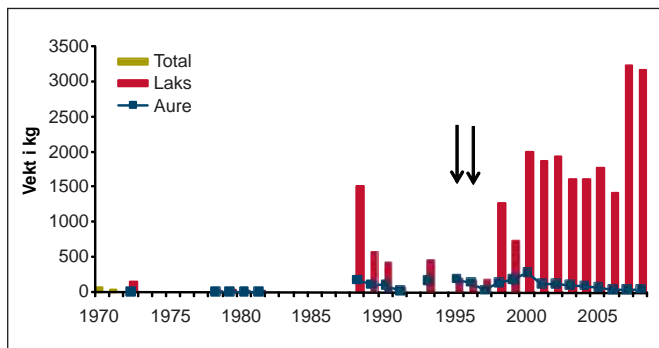
<sup>1)</sup> Inngår ikke i totalestimatet

## Ørret

Den totale tettheten av ørretunger i elva må karakteriseres som svært lav (**Figur 3.3**). Tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til bare 3 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens det bare ble beregnet 2 eldre ørretunger pr. 100 m<sup>2</sup>. På fire av stasjonene ble det ikke funnet årsunger. De fleste av disse lå i den nederste delen av elva (**Tabell 3.1**). Eldre ørretunger ble ikke funnet på stasjon 6 og 7.

## Fangststatistikk

I fangststatistikken er det skilt mellom laks og ørret først etter 1972 (**Figur 3.3**). I perioden 1970 til 1997 var fangstene generelt lave, men med enkelte unntak som i årene 1988 til 1990 og 1993 som hadde høye fangster. Spesielt var fangsten av laks i 1988 høy, på et nivå tilsvarende de første år etter kalking. De første årene etter kalking (1995/96) er fangstene av laks relativt lave, men de økte fram til 2000 da det ble tatt ca 2 tonn. Fangstene av laks har deretter holdt seg relativt høye og stabile og variert mellom 2 og 1,4 tonn fram til 2006. Det har derfor vært en formidabel økning i fangstene i 2007 og 2008. Det ble fanget hele 3231 kg laks i 2007 og 3160 kg i 2008, som er over ett tonn mer sammenlignet med det inntil da beste året, som var 2000. Fangstene av sjørørret er generelt lave. Mest sjørørret ble fanget i 2000 med 287 kg. Deretter har fangstene gått jevnt nedover til et lavmål i 2007 da det kun ble fanget 41 kg. I 2008 ble det fanget 48 kg.



**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjørørret i Espedalselva i perioden 1970 til 2008. Totalfangsten er oppgitt for 1970 og 1971. Piler angir tidspunkt for hhv. første større innsjøkalking og oppstart av kalkdoserere.



Parti fra Espedalselva.

FOTO: S.J. SALTVEIT

## 3.3 Diskusjon

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

En direkte sammenligning med tidligere år er også vanskelig og usikker, både fordi antall stasjoner i elva er redusert i perioden og fordi plassering av stasjoner er endret. Det ble i 2006 og 2007 fisket på 11 stasjoner, mens det i perioden 2001 til 2005 inngikk 8 stasjoner. Resultatene fra 2006 og 2007, da det ble fisket på de opprinnelige 11 stasjonene, viser at endring i stasjonsvalg får konsekvenser for estimatet og derved for tolkningen av resultatet. Estimaten for 2006 med 11 valgte stasjoner ga en lavere tetthet enn for de 8 tidligere valgte stasjonene (perioden 2001 til 2005) for 0+, mens det for eldre laksunger ikke var stor forskjell (Saltveit *et al.* 2007). Estimaten for 2007 basert på de tidligere 8 stasjoner ga imidlertid et betydelig høyere estimat for tetthet både av 0+ og eldre enn de valgte 11 stasjonene (Saltveit *et al.* 2007, 2008). Dette skyldes at det på en av de stasjonene som er tatt ut (stasjon 1) aldri har blitt registrert 0+, mens 0+ enten har manglet eller vært til stede i små mengder på en annen. For å gjøre sammenligningen med tidligere år mindre usikker, er sammenligning både for laks og ørret derfor gjort på grunnlag av tettheter fra de åtte stasjonene som inngikk i 2001 til 2005.



Et annet forhold som spiller inn når det skal sammenlignes over tid er vannføringsforholdene og vanntemperaturen i elva. I større elver er det bare et område langs land som lar seg avfiske. Resultatene vil derfor måtte referere seg til en begrenset del av elva nær land. Dersom vannføring og derved det areal som undersøkes ikke er noenlunde det samme ulike år, er dette også et forhold som gjør sammenligning av tettheter over år vanskelig. Er vannet for kaldt, som i 2008 da undersøkelsene ble gjennomført i november, har sannsynligvis fisken endret aktivitet og habitat.

Tettheten av årsunger av laks var i 2008 langt lavere enn den både i 2006 og 2007. Dette er den laveste tettheten som er beregnet for denne årsklassen siden 2000. Imidlertid kan noe av forklaringen ligge i at fisken er vanskeligere å fange når vanntemperaturen er lav. Tettheten av årsunger (0+) av laks viser stor årlig variasjon, enkelte år hadde svært lave tettheter av 0+, mens andre hadde høye. Tettheten av 0+ har i perioden siden 1996 (året etter kalkingsstart) variert mellom 10 og 65 årsunger av laks pr. 100 m<sup>2</sup>, men det over tid er en tendens til økt tetthet av både 0+ og eldre laksunger. Noen av de store årlige variasjonene i fisketetthet i Espedalselva kan skyldes ulike vannføringsforhold ved gjennomføring av undersøkelsene og endringer i stasjonsvalg og - plassering (se ovenfor). Imidlertid foreligger det ikke data på vannføringsforhold for elva, så betydningen av ulik vannføring på resultatene ulike år lar seg ikke diskutere.

Det ble funnet laksunger på alle stasjonene i 2008, selv på stasjonen nedenfor Røssdalsvatn. Dette var den eneste stasjonen som ikke hadde 0+ i 2008, men funn av eldre laksunger kan være et resultat av naturlig reproduksjon her i 2007 eller av utsetninger. Det ble heller ikke funnet 0+ her i 2006 og i 2007. Stasjonen ble ikke undersøkt i 2001 til 2005. Tettheten av eldre laksunger var også lav øverst i vassdraget, men om tilstedeværelse av 1+ her skyldes vellykket reproduksjon året før eller utsetninger er usikkert. Årsunger manglet på enkelte av stasjonene i øvre del av vassdraget også ved tidligere undersøkelser (Larsen *et al.* 2006).

Tettheten av eldre laksunger i 2008 var langt høyere enn i de fleste andre år. Det var bare 2004 som hadde høyere tettheter. I 2004 var tettheten av eldre laksunger svært høy. Sammenlignet med tidligere år må derfor tettheten av eldre laksunger i 2008 karakteriseres som tilfredsstillende. Det er imidlertid usikkert hvor stor andel av laksungene som kommer fra naturlig gyting og hvor stor andel som stammer fra utsettingene. Ut fra fangst synes gytebestanden å være høy og trolig tilstrekkelig for å opprettholde en tilfredsstillende bestand. Imidlertid var det en betydelig nedgang i 0+ tetthet i 2008, året uten utsetting. Dersom dette er en

reell reduksjon i 0+, altså ikke knyttet til det forhold at 0+ er vanskeligere å fange når vannet er kaldt, tyder det på et bidrag til bestanden fra utsetninger. Er reduksjonen i 0+ reell, forventes lave 1+ tettheter i 2009.

Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger påfølgende år. Basert på tidligere resultater ble det derfor konkludert med at det ikke var indikasjoner på at en noe lavere 0+ tetthet i 2006 enn i 2005 skulle medføre en reduksjon i tettheter av eldre fisk i 2007, noe som altså heller ikke er tilfelle. Det samme kan sies om tettheten av 0+ i 2007 som var lik den i 2006 og som faktisk altså ga en av de høyeste tetthetene av eldre fisk beregnet i elva. Det synes som om tettheten av eldre laksunger har stabilisert seg på et nivå rundt ca. 25 til 30 fisk pr 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av eldre fisk må karakteriseres som relativt høy, men kan trolig økes gjennom habitatforbedrende tiltak for større fiskeunger, dersom manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger skyldes en begrensnings i oppvekstområder for eldre laksunger. Andre forhold kan være at eldre laksunger oppholder seg på områder som ikke dekkes av undersøkelsen. Ved valg av stasjoner ble områder for 0+ vektlagt. Det kan også være slik at eldre fisk står lenger ut i elva.

Det ble fanget 0+ ørret på bare 5 av stasjonene i 2006, mens det manglet eldre ørretunger på to stasjoner. Det var ikke 0+ ørret på tre av de nederste stasjonene, og tettheten av eldre ørret var størst øverst i elva. Tettheten av ørretunger har vært lav i hele undersøkelsesperioden. Både for årsunger og eldre ørretunger har tettheten vært < 5 fisk pr.100 m<sup>2</sup> etter 2000 og aldri høyere enn > 10 fisk pr.100 m<sup>2</sup>, med unntak av årsunger i 1991. Tettheten i 2008 var svært lav, men på nivå med de tre-fire siste år. For eldre ørretunger var det den laveste beregnet i perioden. Det dokumenteres høyere eller like høye tettheter også før kalking. Det er en tydelig tendens til nedgang i tetthet av ørretunger i Espedalselva.

Fangsten av laks har økt etter kalking, og har fram til 2007 stabilisert seg på et nivå på rundt ca. 1,5 til 2 tonn. Imidlertid ligger fangsten av laks i 2007 (3231 kg) og 2008 (3160 kg) langt over det som var forventet ut fra tidligere fangster, og også sammenliknet med andre elver i området. I de fleste andre elver var det en reduksjon i fangst i 2007 i forhold til tidligere år, mens det i Espedalselva altså var en formidabel økning. Utbyttet i 2007 og 2008 er trolig det høyeste noen gang i elva. I 2007 var andelen ørret bare 1,25 %, mens den i 2008 var 1,5 %. Endringen i forholdet skyldes i hovedsak mye mer laks, men det har imidlertid vært en nedgang i fangst av ørret og denne når et hittil lavmål i 2007.

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### 4.1.1 Vannkjemisk

Det har vært en gradvis positiv utvikling i vannkjemien i Espedalselva etter at kalkingen startet i 1995. Nederst i vassdraget, ved Helle, var vannkvaliteten god gjennom hele året. Ingen målinger lå under vannkvalitetsmålet, mens året sett under ett var 71 % av pH-verdiene pluss 0,3 pH-enheter over pH-målet. Vannkvaliteten er stort sett tilfredsstillende for den delen av vassdraget som ligger nedstrøms kalkdosereren ved Løland. En verdi i april var under vannkvalitetsmålet minus 0,1 pH-enheter, mens 50 % av pH-verdiene var over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. Oppstrøms dosereren ved Løland er vannkvaliteten noe ustabil, og pH under 6,0 registreres på slutten av året. Det er fortsatt dype fall i pH nedenfor kalkdoseringsanlegget i Vinddøla og til dels store variasjoner i pH. 24 % av pH-verdiene var under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, mens 47 % av pH-verdiene var over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter.

### 4.1.2 Fisk

Kalking har hatt en svært positiv effekt på bestanden av laks i Espedalselva. Fangsten av laks har økt betydelig. Det synes som om sjøørret før kalking utgjorde en større andel av fangstene enn det sjøørret nå gjør. Endringen i forholdet mellom laks og ørret skyldes i hovedsak at det nå fanges mye mer laks, men det har også vært en reell nedgang i fangstene av ørret, med et hittil lavmål i 2007.

Tettheten av laksunger har også økt. Det settes normalt ut et betydelig antall fiskunger (0+) i elva. I 2008 ble det imidlertid ikke satt ut fisk. Utsettingene foretas i Espedalsvatnet eller ovenfor vannet. Mye av økningen i tetthet av laksunger nedenfor dette området skyldes derfor sannsynligvis økt naturlig reproduksjon. I et vassdrag med andre fiskeiltak vil det imidlertid være en usikkerhet forbundet med å vurdere effekten av kalking alene. 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, og som derved går på bekostning av naturlig reproduksjon.

Tettheten av eldre laksunger må karakteriseres som tilfredsstillende. Manglende positiv respons i form av ytterligere økt tetthet av eldre laksunger, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger eller at disse oppholder seg på områder undersøkelsen ikke dekker. Den lave tettheten av 0+ i 2008 skyldes snarere metodiske problemer knyttet til innsamlingstidspunktet (kaldt vann) enn redusert reproduksjon. Den negative utviklingen i ørretbestanden gir grunn til bekymring.

## 4.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

I kalkingsstrategien for vassdraget er det lagt vekt på de vannkjemiske forholdene på strekningen fra Løland og ned. Med dagens kalkingsstrategi er det vanskelig å oppnå en mer stabilt god vannkvalitet i Vinddøla og i øvre del av Espedalselva. For å oppnå en bedre vannkvalitet i øvre del av lakseførende strekning har det derfor tidligere vært foreslått å flytte kalkdosereren i Vinddøla til rett oppstrøms samløpet med Espedalselva. Utlegging av skjellsand eller grovkalk i øvre deler av Vinddøla vurderes som et alternativ. Vinddøla oppstrøms kalkdosereren må fortsatt karakteriseres å være sur basert på vannkjemien og bunndyrindeksen (jfr. siste bunndyrundersøkelser i 2007). Det er derfor fortsatt behov for kalking i denne delen av vassdraget.

De stabilt gode vannkjemiske forholdene i hovedelva viser at beslutningen om å stanse driften av Løland dosereren i perioden 25. juli – 15. oktober har vært forsvarlig.

## 5 Referanser

- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Helleland, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Helgøy, S. 1999. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1993. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1999-1. 44 s.
- Helgøy, S. & Enge, E. 1995. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag - 1994. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1995-1. 74 s.
- Helgøy, S., Larsen, B.M. & Elnan, S.D. 2002. Espedalselva. Fisk. - Fylkesmannen i Rogaland/NINA. Upublisert rapport 8 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.
- Larsen, B.M. 1998. Espedalselva. 3 Fiskeundersøkelser. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1, s. 112-113.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Simonsen, J.H. 2006. Espedalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1, s. 165-169.
- NOU 1991. Verneplan for vassdrag IV. Utredning nr. 4 fra kontaktutvalget. Naturvern: 1-151.
- Persson, U. 1993. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag, 1992. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-rapport 1993-2. 99 s.
- Saksgård, R. & Schartau A.K. 2005. Espedal - Vannkjemi – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004. DN-Notat 2005-2, s. 159-160.
- Saksgård, R. & Scharatu, A.K. 2007. Espedal - Vannkjemi – Kalking i 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., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H. og Smedstad. F. 2007. Espedalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2007-2: 4s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E. og Pavels, H. 2008. Espedalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. I DN-notat 2008-2: 4s.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

**Espedalselva 2008. Lok. 1a Vinddøla oppstrøms**  
kalkdoserer (analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
02-01-08	2,23	6,35	0,72
21-01-08	3,51	5,62	0,73
11-02-08	3,19	5,65	0,52
18-02-08	2,97	5,11	0,35
25-02-08	2,94	6,15	0,95
03-03-08	3,11	6,01	0,63
10-03-08	2,95	5,88	0,65
17-03-08	3,01	6,30	0,84
25-03-08	3,29	6,64	1,10
31-03-08	2,47	5,94	0,55
07-04-08	2,86	6,41	1,01
14-04-08	2,55	6,23	0,62
21-04-08	2,53	6,03	0,52
28-04-08	1,78	5,71	0,42
05-05-08	1,67	5,78	0,33
13-05-08	1,47	6,04	0,33
19-05-08	1,69	6,33	0,53
26-05-08	1,49	6,32	0,56
09-06-08	1,90	6,64	0,65
23-06-08	1,66	5,70	0,49
07-07-08	2,50	7,10	1,07
21-07-08	1,50	6,20	0,40
04-08-08	2,30	6,80	0,90
20-08-08	2,30	6,70	0,70
01-09-08	2,10	6,60	0,69
15-09-08	2,40	6,70	1,12
29-09-08	2,00	5,60	0,37
13-10-08	1,70	6,00	0,45
27-10-08	2,50	5,40	0,46
10-11-08	2,10	5,30	0,32
24-11-08	2,40	6,20	0,67
08-12-08	2,20	6,10	0,84
<b>Snitt</b>	2,35	5,87	0,64
<b>St.avvik</b>	0,58	0,46	0,24
<b>Median</b>	2,35	6,13	0,63
<b>Min</b>	1,47	5,11	0,32
<b>Maks</b>	3,51	7,10	1,12

**Espedalselva 2008. Lok. 1 Vinddøla nedstrøms**  
kalkdoserer (analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
02-01-08	2,32	6,50	0,90
21-01-08	3,70	6,38	1,31
04-02-08	3,36	5,94	0,86
11-02-08	3,19	5,82	0,58
18-02-08	2,91	5,67	0,62
25-02-08	2,87	5,38	0,46
03-03-08	3,24	6,37	0,94
10-03-08	3,00	6,12	0,74
17-03-08	3,36	6,74	1,65
25-03-08	3,78	6,93	2,05
31-03-08	2,86	6,73	1,64
07-04-08	2,94	6,56	1,25
14-04-08	2,66	6,48	0,92
21-04-08	2,64	6,45	0,88
28-04-08	1,78	5,59	0,41
05-05-08	1,69	6,02	0,40
13-05-08	1,72	6,62	0,97
19-05-08	2,09	6,81	1,51
26-05-08	1,91	6,90	1,41
09-06-08	2,27	6,94	1,40
23-06-08	1,66	5,79	0,52
07-07-08	2,60	7,10	1,12
21-07-08	1,80	6,60	0,90
04-08-08	2,60	7,00	1,70
20-08-08	2,80	7,00	1,50
01-09-08	2,50	6,90	1,40
15-09-08	2,70	6,90	1,71
29-09-08	2,10	6,20	0,91
13-10-08	1,90	6,40	0,83
27-10-08	2,40	5,50	0,44
10-11-08	2,20	5,80	0,63
24-11-08	2,50	6,20	0,68
08-12-08	2,30	6,10	0,96
<b>15-12-08</b>	2,60	6,30	1,11
<b>Snitt</b>	2,56	6,10	1,04
<b>St.avvik</b>	0,57	0,48	0,44
<b>Median</b>	2,60	6,43	0,93
<b>Min</b>	1,66	5,38	0,40
<b>Maks</b>	3,78	7,10	2,05

**Espedalselva 2008. Lok. 3 Løland oppstrøms**  
kalkdoserer (analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
02-01-08	2,09	6,16	0,78
21-01-08	2,49	6,07	0,98
04-02-08	2,37	6,19	0,81
11-02-08	2,48	6,20	0,73
18-02-08	2,54	6,13	0,77
25-02-08	2,55	6,12	0,80
03-03-08	2,63	6,11	0,68
10-03-08	2,65	6,10	0,77
17-03-08	2,73	6,10	0,90
25-03-08	2,76	6,16	0,93
31-03-08	2,73	6,13	0,86
07-04-08	2,72	6,16	0,88
14-04-08	3,07	6,44	1,19
21-04-08	2,77	6,19	0,82
28-04-08	2,71	6,20	0,89
05-05-08	2,58	6,30	0,85
13-05-08	2,29	6,21	0,71
19-05-08	2,27	6,25	0,78
26-05-08	2,17	6,34	0,72
09-06-08	1,98	6,39	0,68
23-06-08	2,07	6,16	0,76
07-07-08	2,00	6,60	0,82
21-07-08	1,80	6,30	0,50
04-08-08	1,80	6,50	0,60
20-08-08	2,00	6,50	0,60
01-09-08	1,90	6,40	0,67
15-09-08	1,90	6,30	0,68
29-09-08	1,90	6,10	0,68
13-10-08	1,90	6,10	0,60
27-10-08	2,10	6,00	0,61
10-11-08	2,10	6,00	0,75
24-11-08	2,10	5,90	0,58
08-12-08	2,20	5,80	0,87
15-12-08	2,20	5,80	0,65
<b>Snitt</b>	2,31	6,15	0,76
<b>St.avvik</b>	0,34	0,18	0,14
<b>Median</b>	2,24	6,16	0,76
<b>Min</b>	1,80	5,80	0,50
<b>Maks</b>	3,07	6,60	1,19

**Espedalselva 2008. Lok. 4 Løland nedstrøms**  
kalkdoserer (analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
02-01-08	3,07	6,37	1,65
21-01-08	2,99	6,35	1,55
04-02-08	3,25	6,30	1,69
11-02-08	3,31	6,28	1,51
18-02-08	2,70	6,45	1,07
25-02-08	2,76	6,15	1,02
03-03-08	3,57	6,34	1,58
10-03-08	3,30	6,41	1,57
17-03-08	4,44	6,39	2,50
25-03-08	4,42	6,43	2,53
31-03-08	3,96	6,56	2,27
07-04-08	3,83	6,68	2,31
14-04-08	4,11	6,61	2,32
21-04-08	3,93	6,67	2,23
28-04-08	2,87	6,29	1,14
05-05-08	3,14	6,79	1,74
13-05-08	2,90	6,76	1,65
19-05-08	3,29	6,91	2,30
26-05-08	3,15	6,96	2,19
09-06-08	2,58	6,79	1,49
23-06-08	2,29	6,46	1,10
07-07-08	2,50	6,90	1,36
21-07-08	2,00	6,60	0,90
04-08-08	2,20	6,70	1,30
20-08-08	2,40	6,60	1,10
01-09-08	2,20	6,60	1,10
15-09-08	2,30	6,50	1,19
29-09-08	2,30	6,20	1,12
13-10-08	2,10	6,30	0,96
27-10-08	2,10	6,10	0,85
10-11-08	2,50	6,10	1,14
24-11-08	3,20	6,20	1,62
08-12-08	3,20	6,00	1,97
15-12-08	3,30	6,10	1,69
<b>Snitt</b>	3,00	6,40	1,58
<b>St.avvik</b>	0,68	0,26	0,50
<b>Median</b>	3,03	6,44	1,56
<b>Min</b>	2,00	6,00	0,85
<b>Maks</b>	4,44	6,96	2,53

Espedalselva 2008. Lok. 5 Espedalselva ved Helle (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	Tot-Al	Tm-Al	Om-Al	Um-Al	Pk-Al	TOC	ANC	Tot-P	Tot-N
	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
08-01-08	2,6	6,42	40	1,25	0,47	2,92	0,3	1,5249	4,28	270	59	18	15	3	41	1,0	63	3,1	330
28-01-08	2,7	6,30	25	0,89	0,43	2,82	0,23	1,3754	5,01	160	63	18	9	9	45	1,1	26	1,5	220
03-03-08	2,9	6,20	26	1,04	0,47	3,25	0,29	1,495	5,92	190	61	14	12	2	47	1,0	26	1,3	220
25-03-08	3,4	6,65	49	1,47	0,56	3,36	0,37	1,6744	5,89	320	40	11	8	3	29	1,0	50	1,1	360
07-04-08	3,2	6,64	49	1,58	0,46	3,44	0,28	1,4651	5,64	190	49	16	11	5	33	1,2	69	1,3	260
14-04-08		6,66	53	1,61							44	13	9	4	31				
21-04-08		6,63	52	1,54							43	11	6	5	32				
28-04-08		6,72	54	1,43							66	15	11	4	51				
05-05-08	3,2	6,67	53	1,62	0,41	2,98	0,2	1,3455	4,99	150	48	12	6	6	36	0,9	69	0,5	180
13-05-08		6,63	52	1,42							47	12	6	6	35				
19-05-08		6,83	68	1,83							47	12	<6	7	35				
26-05-08	2,7	6,71	59	1,55	0,38	2,77	0,23	1,2259	4,42	150	44	9	6	3	35	0,9	73	1,5	260
09-06-08	2,3	6,60	39	1,08	0,36	2,44	0,17	1,1661	3,8	140	34	11	9	2	23	0,6	52	0,5	170
07-07-08	2,4	6,61	42	1,12	0,37	2,46	0,19	1,2558	3,99	170	39	14	11	3	25	1,8	46	0,5	220
04-08-08	2,6	6,87	56	1,34	0,43	2,55	0,22	1,3754	3,98	180	40	11	7	4	29	2,2	64	1,1	270
01-09-08	2,3	6,57	39	1,00	0,39	2,44	0,16	1,2558	3,68	150	43	12	9	3	31	1,7	51	1,1	220
06-10-08	3,2	6,35	28	0,83	0,35	2,56	0,19	1,2857	3,94	120	75	20	16	4	55	1,9	39	2,2	200
20-10-08	2,2	6,30	26	0,78	0,34	2,37	0,19	1,196	3,71	120	72	25	20	5	47	1,7	36	2,3	240
03-11-08	2,6	6,46	33	0,57	0,28	2,14	0,09	0,897	3,67	210	25	18	14	4	7	1,9	9	0,5	280
17-11-08	2,3	6,33	25	0,81	0,35	2,52	0,16	1,2558	4,44	150	64	22	16	6	42	3,3	20	1,6	190
08-12-08	2,8	6,42	35	1,15	0,45	2,69	0,28	0	5,02	250	49	17	12	5	32	2,0	34	1,6	320
<b>Snitt</b>	2,7	6,51	43	1,23	0,41	2,73	0,22	1,24	4,52	183	50	15	10	4	35	1,5	45	1,4	246
<b>St.avvik</b>	0,4	0,18	13	0,34	0,07	0,37	0,07	0,37	0,79	56	13	4	4	2	11	0,7	19	0,7	55
<b>Median</b>	2,7	6,61	42	1,25	0,40	2,63	0,21	1,27	4,35	165	47	14	9	4	35	1,5	48	1,3	230
<b>Min</b>	2,2	6,20	25	0,57	0,28	2,14	0,09	0,00	3,67	120	25	9	<6	2	7	0,6	9	0,5	170
<b>Maks</b>	3,4	6,87	68	1,83	0,56	3,44	0,37	1,67	5,92	320	75	25	20	9	55	3,3	73	3,1	360

**Espedalselva 2008. Lok. 5 Espedalselva utløp**  
 (prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	2,51	6,37	0,97
04-02-08	2,75	6,38	1,02
11-02-08	2,69	6,32	0,93
18-02-08	2,74	6,21	0,85
25-02-08	2,74	6,52	1,18
03-03-08	2,96	6,32	1,00
10-03-08	2,98	6,45	1,17
17-03-08	3,17	6,52	1,32
25-03-08	3,48	6,63	1,54
31-03-08	3,28	6,64	1,46
07-04-08	3,24	6,70	1,82
14-04-08	3,27	6,68	1,57
21-04-08	3,28	6,83	1,55
28-04-08	2,92	6,68	1,49
06-05-08	2,89	6,74	1,50
13-05-08	2,76	6,75	1,57
19-05-08	2,86	6,88	1,89
26-05-08	2,68	6,87	1,70
09-06-08	2,28	6,71	1,11
23-06-08	2,15	6,51	0,86
09-07-08	2,40	6,90	1,06
23-07-08	2,00	6,60	0,70
06-08-08	2,40	6,90	1,40
20-08-08	2,40	6,70	0,90
03-09-08	2,20	6,70	0,93
16-09-08	2,30	6,60	1,15
30-09-08	2,40	6,40	1,07
15-10-08	2,10	6,30	0,78
28-10-08	2,10	6,30	0,70
11-11-08	2,40	6,10	0,84
25-11-08	2,50	6,40	0,91
10-12-08	2,70	6,10	1,32
17-12-08	2,80	6,20	1,20
<b>Snitt</b>	2,68	6,48	1,20
<b>St.avvik</b>	0,40	0,23	0,33
<b>Median</b>	2,70	6,60	1,15
<b>Min</b>	2,00	6,10	0,70
<b>Maks</b>	3,48	6,90	1,89

**Espedalselva 2008. Lok. 6** Espedalselva utløp Røssdalsvatn (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
08-01-08	6,15	20	0,61							28	11	9	2	17				
28-01-08	5,84	9	0,79							26	12	8	4	14				
03-03-08	5,81	10	0,83							39	12	10	2	27				
25-03-08	6,00	17	0,84							17	7	6	1	10				
07-04-08	6,08	10	0,84							19	8	<6	3	11				
14-04-08	5,87	13	0,70							55	24	18	6	31				
21-04-08	6,00	12	0,78							30	9	7	2	21				
28-04-08	5,59	10	0,57							34	16	11	5	18				
05-05-08	5,92	13	0,62							38	13	9	4	25				
13-05-08	5,78	6	0,46							35	15	6	9	20				
19-05-08	5,93	10	0,47							32	12	<6	7	20				
26-05-08	6,01	13	0,48							27	10	<6	5	17				
09-06-08	5,99	12	0,42							25	11	9	2	14				
07-07-08	6,10	14	0,49							21	9	8	1	12				
04-08-08	6,29	20	0,56							18	<6	<6	<6	14				
01-09-08	6,24	19	0,56							21	6	<6	3	15				
06-10-08	6,00	17	0,5							55	17	13	4	38				
20-10-08	5,95	15	0,5							50	20	14	6	30				
03-11-08	6,11	14	1,01							59	10	7	3	49				
17-11-08	5,88	11	0,46							46	32	14	18	14				
08-12-08	6,04	0	0,56							30	11	7	4	19				
<b>Snitt</b>	5,95	13	0,62							34	13	8	4	21				
<b>St.avvik</b>	0,16	5	0,17							13	6	4	4	10				
<b>Median</b>	6,00	13	0,56							30	11	8	4	18				
<b>Min</b>	5,59	0	0,42							17	<6	<6	1	10				
<b>Maks</b>	6,29	20	1,01							59	32	18	18	49				



# Flekkje og Guddalsvassdraget

Ansvarlig koordinator: Godtfred Anker Halvorsen, LFI, Unifob, Universitetet i Bergen

Vannkjemi: Randi Saksgård og Ann Kristin Schartau, NINA

Fisk: Sven-Erik Gabrielsen, LFI, Unifob Miljøforskning

## 1 Innledning

Flekkje og Guddalsvassdraget (**Figur 1.1**) består av et høyereliggende subalpint område som inneholder en rekke innsjøer. De lavereliggende delene er karakterisert ved flere forholdsvis store innsjøer med korte elvestrekninger i mellom. I denne delen ligger det en rekke gårdsbruk. Vassdraget er noe påvirket av humus, men mest i de nedre delene. Forsuring av vassdraget har vært dokumentert på åtti- og nittitallet ved hjelp av bunndyrprøver og vannkjemiske analyser. I hovedvassdraget har forsuringsskadene vært størst i de nedre delene.

### 1.1 Områdebeskrivelse

#### Nøkkeldata

Vassdragsnummer fylke:	082.Z, Sogn og Fjordane
Kartblad:	1117 I
Areal nedbørfelt:	263 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	87,8 L/s/km <sup>2</sup> (Hindar <i>et al.</i> 1995)
Middelvannføring:	19,2 m <sup>3</sup> /s (Hindar <i>et al.</i> 1995)
Lakseførende strekning:	ca. 8 km
Vassdragsregulering:	Ingen
Vernestatus:	Deler av elva nedenfor Markhusvatnet er fredet (Skor naturreservat)

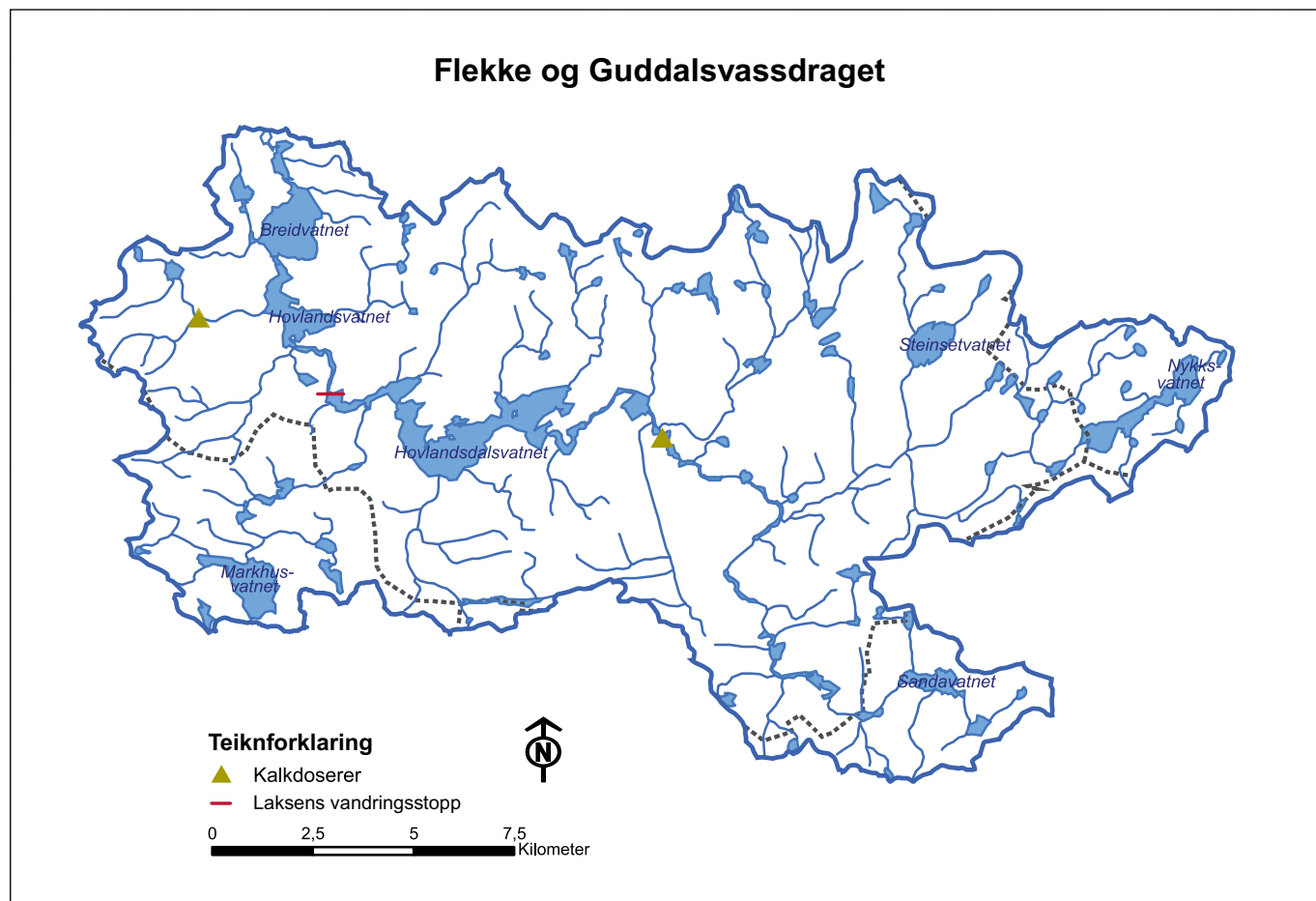
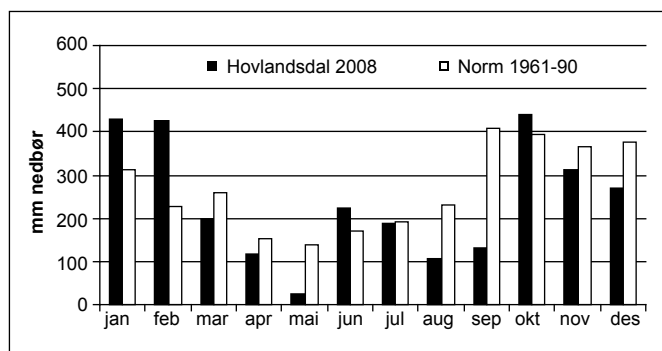


Fig. 1.1. Flekkje og Guddalsvassdraget med kalkdoserere og vandringshinder for laks.

## 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Forsuring av lakseførende strekning og innsjøer i nedbørfeltet.
Biologisk mål:	Å sikre god vannkvalitet for forsuringsfølsomme invertebrater og fisk i og ovenfor anadrom strekning.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning; pH = 6,2 hele året
Kalkingsstrategi:	Fullkalking med to doserere fra oktober-november 1997. En doserer ved Tuland i hovedstrengen og en i Espedalselva som kommer ut i Hovlandsvatnet. Innsjøkalking og skjellsandkalking i enkelte sideløp.

De største mengdene med kalk ble tilført vassdraget i de fire første årene etter oppstart kalking, mellom 1600 og 1900 tonn CaCO<sub>3</sub>. I perioden 2001-2007 har mengde kalk ligget mellom 764 og 962 tonn, og i 2008 noe mer med 1184 tonn (**Tabell 1.1**). Kalking av innsjøer ble sist utført i 2003 med 120 tonn CaCO<sub>3</sub>.



**Fig. 1.2.** Månedlig nedbør for 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon Hovlandsdal (data fra DNMI 2009). Ufullstendige data for mai.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Flekke og Guddalsvassdraget årene 2004-2008. I de siste årene er det i hovedsak brukt filterkalk og fint kalkstensmel (98 % CaCO<sub>3</sub>). Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO<sub>3</sub>.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Tuland doserer	690	768	560	801	1035
Espedal doserer	74	80	88	74	149
Sum	764	848	648	875	1184

## 1.3 Nedbør i 2008

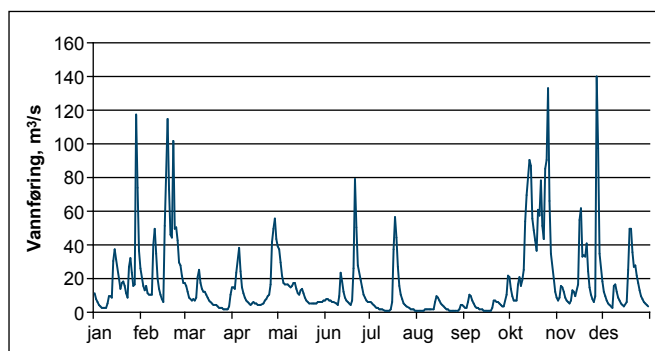
Meteorologisk stasjon ved Hovlandsdal (**Figur 1.2**).

Ufullstendige data for mai.

Årsnedbør 2008, unntatt mai: 2846 mm

Normalt, unntatt mai: 3097 mm

% av normalt, unntatt mai: 92 %



**Fig. 1.3.** Vannføring (døgnmiddel) i Flekke og Guddalsvassdraget ved Nautsundvatn i 2008 (data fra NVE 2009).

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo,

## 2.1 Innledning

Store deler av Flekke og Guddalsvassdraget kalkes ved kontinuerlig drift av to kalkdoserere, en i hovedstrengen ved Tuland og en i Espedalselva samt ved innsjøkalking og utlegging av skjellsand i enkelte sideelver i enkelte år. Kalkdosererne ble satt i drift våren 1997 med full drift fra samme høst. I 1998 ble deler av nedbørsfeltet til Hovlandselva kalket ved terrengkalking. Den vannkjemiske overvåkingen i Flekke og Guddalsvassdraget har pågått siden januar 1996. Stasjonene i Tjøredalselva (Lok 2), Hovlandsvatnet (Lok 5), Slokedalselva (Lok 6) og Hovlandselva ved Hovland (Lok 8) ble tatt ut av programmet i 2002, slik at den vannkjemiske overvåkingen har

siden da omfattet sju stasjoner (**Figur 2.1**). I juni 2006 ble overvåkingsprogrammet lagt noe om slik at stasjonen i Guddalseelva (Lok 1) ble tatt ut, mens stasjonen i Tjøredalselva (Lok 2) ble tatt inn igjen. I tillegg ble stasjonen ved Trollefoss (Lok 10) også tatt inn i effektkontrollen (i 1999-2006 har denne kun vært en del av vannkjemikontrollen). Totalt sett er antall stasjoner det samme som tidligere. Overvåkingen i 2008 dokumenterer vannkvaliteten i vassdraget som helhet, og driften av kalkdosererne spesielt. Analysene for vannkjemikontrollen er i 2008 utført av M-Lab AS i perioden januar - juni og av VestfoldLAB AS i siste halvår, mens Analysesenteret i Trondheim utfører analysene fra effektkontrollen.

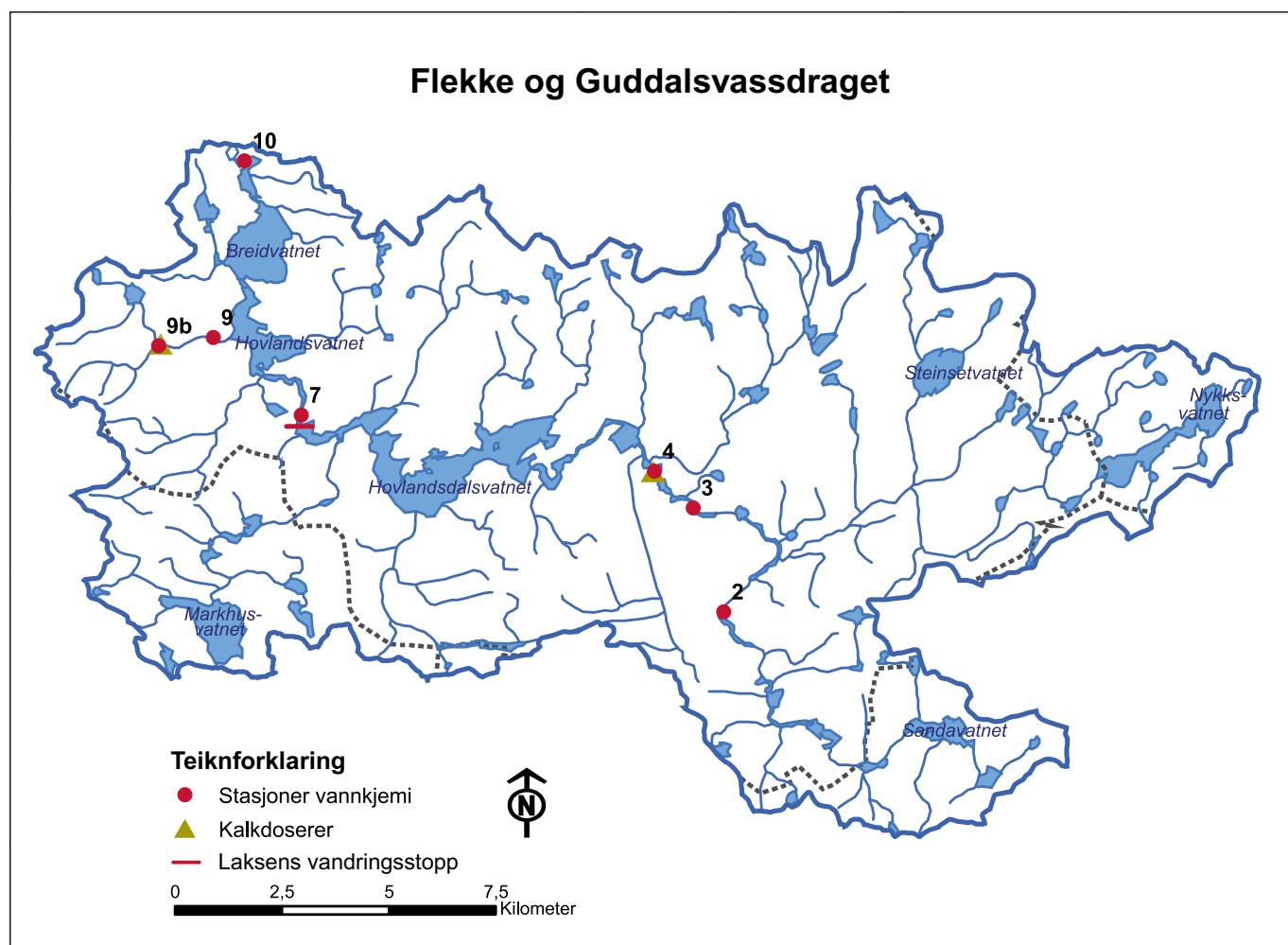


Fig. 1.2. Stasjonsnett for vannkemisk overvåking i Flekke og Guddalsvassdraget.

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkjemisk måloppnåelse

Vannkvalitetsmålet for Flekke og Guddalsvassdraget ble i 2001 endret, fra et pH mål som varierte gjennom året til pH 6,2 som gjelder for hele året i den anadrome delen av vassdraget. Vassdraget har mange store innsjøer, noe som gjør at det er vanskelig å oppnå et vannkvalitetsmål som varierer over året. I tillegg er vassdraget noe humøst og en regner med at pH 6,2 derfor sikrer en tilstrekkelig god vannkvalitet for laks. Målingene fra både effektkontrollen og vannkjemikontrollen i 2008 viser i lengre perioder lavere pH-verdier enn det som er satt som mål for vassdraget (**Figur 2.2, Vedlegg A.1**). Nederst i vassdraget v/ Trollefoss (Lok 10) var 45 % av målingene under 6,1, og 10 av 33 målinger hadde pH-verdier lavere enn 6,0 (**Figur 2.2, Vedlegg A.1**). Ved Harefossen (Lok 7) var vannkvaliteten noe bedre og bare 12 % av pH-målingene var under 6,1, og en av 34 målinger var lavere enn pH 6,0. Med utgangspunkt i vannkjemikontrollens data var vannkvaliteten i den anadrome delen av vassdraget i 2008 ikke helt tilfredsstillende i forhold til målet. En måling (26. mai) fra Harefossen (vannkjemikontrollen) er tatt ut av beregningene da den viste en unormalt høy pH-verdi (8,99) sammenlignet med effektkontrollen samme dato (**Vedlegg A.1**).

### Vannkvaliteten i 2008

Kalkingen av Flekke og Guddalsvassdraget har ført til en generell bedring av vannkvaliteten i hovedstrengen nederst

i vassdraget (Lok 7 og 10) (**Figur 2.3**). Nedstrøms kalkdosererne i Espedalselva (Lok 9) og ved Tuland (Lok 4) var det periodevis mindre tilfredsstillende vannkvalitet i 2008, spesielt i Espedalselva (**Figur 2.4**). Årsgjennomsnitt for den delen av hovedstrengen som kalkes kontinuerlig varierte mellom 6,1 og 6,2 (**Tabell 2.1**). Ved Trollefoss viste en av målingene i april en forholdsvis lav pH-verdi (**Vedlegg A.1**). Høy konsentrasjon av klorid og natrium ved samme tidspunkt indikerer en liten sjøaltepisode. Det er imidlertid dårlig overensstemmelse mellom målingene fra vannkjemikontrollen og effektkontrollen på dette tidspunktet. Størst variasjon i pH ble, som tidligere, målt på lokalitetene rett nedstrøms kalkdosererne (Lok 4 og 9), og oppstrøms kalkdoseringsanlegget i Espedalselva (Lok 9b) (**Figur 2.4**). Ved Harefossen (Lok 7, effektkontrollen) varierte pH i 2008 mellom 5,9 og 6,6 med et gjennomsnitt på 6,2 (**Figur 2.3, Tabell 2.1**). Total konsentrasjon av aluminium (Tot-Al) varierte mellom 56 og 134 µg/l med et årsgjennomsnitt på 90 µg/l, mens uorganisk monomert aluminium (Um-Al) stort sett var <6 µg/l. Um-Al var høyest i november og desember med 10 µg/l. ANC varierte mellom 14 og 65 µekv/l med et gjennomsnitt på 42 µekv/l for 2008 (**Tabell 2.1, Vedlegg A.1**). Ved Trollefoss (Lok 10) varierte pH i 2008 mellom 5,5 og 6,5 med et gjennomsnitt på 6,1 (**Figur 2.3, Tabell 2.1**). Målinger av ulike aluminiumsfraksjoner ved Trollefoss i 2008 viser gjennomsnittsverdier for Tot-Al og Um-Al på hhv. 99 og 6 µg/l (**Tabell 2.1, Vedlegg A.1**). Høyeste verdi for Um-Al var på 9 µg/l, i perioden november-desember (**Vedlegg A.1**).

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for 2008, Flekke og Guddalsvassdraget.

Nr	Stasjon		pH	Ca	Alk	Tot-Al	Um-Al	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
2	Tjøredalselva	Mid	5,16	0,31	3	127	27	2,7	7
		Min	4,69	0,17	0	72	8	1,5	-17
		Maks	5,82	0,49	10	280	108	6,0	27
3	Tuland, oppstrøms	Mid	5,51	0,50					
		Min	5,15	0,29					
		Maks	6,30	0,90					
4	Tuland, nedstrøms	Mid	6,63	2,61					
		Min	5,96	0,59					
		Maks	8,98	8,32					
7	Harefossen	Mid	6,23	1,02	31	90	5	2,6	42
		Min	5,98	0,82	18	56	2	1,3	14
		Maks	6,57	1,40	52	134	10	4,2	65
9b	Espedal, oppstrøms	Mid	4,98	0,47					
		Min	4,56	0,00					
		Maks	5,96	1,02					
9	Espedal, nedstrøms	Mid	5,79	3,72					
		Min	5,00	0,43					
		Maks	7,82	13,30					
10	Trollefoss	Mid	6,11	1,02	28	99	6	2,8	41
		Min	5,56	0,85	19	64	0	1,2	20
		Maks	6,52	1,31	40	187	9	4,6	60

Målinger av totalt organisk karbon (TOC) og nærings-saltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) viser at Flekke og Guddalsvassdraget er moderat humuspåvirket og næringsfattig. TOC-verdiene målt i 2008 varierte mellom 1,3 og 4,2 mg C/l ved Harefossen (**Tabell 2.1**). Innholdet av Tot-P varierte mellom 1,7 og 10,0 µg/l med et årsgjennomsnitt på 3,8 µg/l (**Vedlegg A.1**), og var på nivå med året før. Tot-N varierte i 2008 mellom 110 og 290 µg/l og årsgjennomsnittet var 159 µg/l (**Vedlegg A.1**). I de to siste årene har nivået for Tot-P og Tot-N vært lavere sammenlignet med 2006. Konsentrasjonene av nærings-salter var noe høyere nederst i vassdraget, ved Trollefoss, og vesentlig lavere i øvre del av vassdraget, i Tjøredalselva. Dette indikerer at vassdraget er noe påvirket av jordbruksvirksomhet i nedre del av nedbørfeltet.

### Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

De stasjonene som er knyttet til driften av kalkdoseringsanleggene er 3, 4, 9b og 9. Oppstrøms kalkdosereren ved Tuland (Lok 3), varierte pH mellom 5,1 og 6,3 med et årsgjennomsnitt på 5,5 (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). Verdiene ligger innenfor det som er målt siden overvåkingen startet i 1996. Nedstrøms kalkdosereren (Lok 4) varierte pH mellom 5,9 og 8,9 med et årsgjennomsnitt på 6,6 (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). Kalsiumkonsentrasjonen varierte her mellom 0,6 og 8,3 mg/l (**Vedlegg A.1**). Høye verdier av pH og kalsium er også målt tidligere, og skyldes sannsynligvis ufullstendig oppløsning av kalken og/eller ufullstendig innblanding av kalket vann på prøvestasjonen.

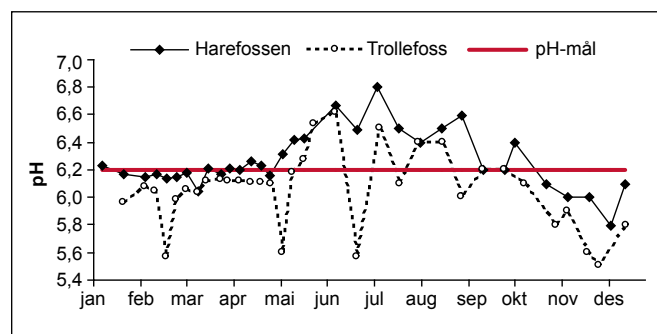
Oppstrøms kalkdosereren i Espedalselva (Lok 9b) var det til tider svært surt, og pH varierte mellom 4,5 og 5,9 med et årsgjennomsnitt på 5,0 (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). pH nedstrøms kalkdosereren (Lok 9) varierte mellom 5,0 og 7,8 med et årsgjennomsnitt på 5,8 (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). Det ble målt gjennomgående lave pH-verdier nedstrøms dosereren i perioden september-desember, med verdier mellom 5,0 og 5,7 (**Vedlegg A.1**). Dette kan forklare den dårlige vannkvaliteten ved Trollefoss nederst i vassdraget i samme periode (**Figur 2.2**).

### Langtidsutvikling i vannkvaliteten

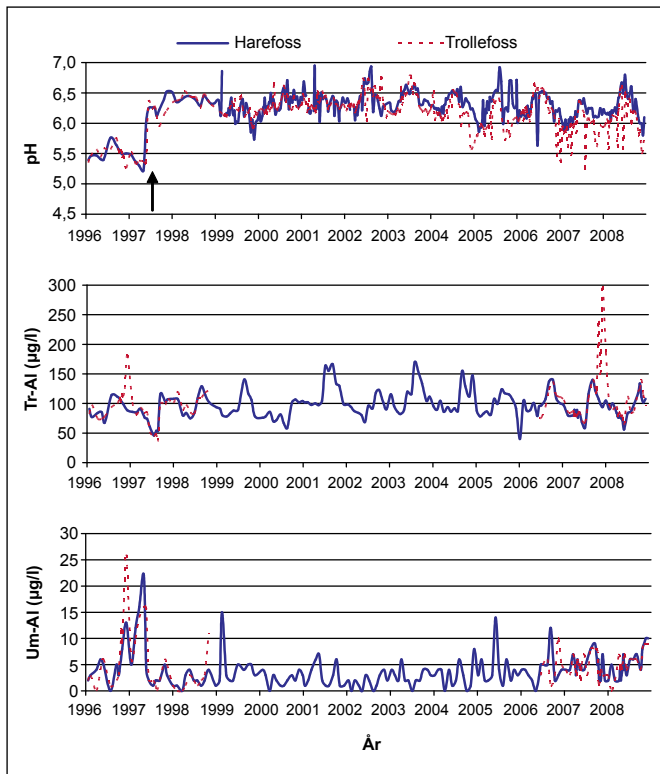
I perioden 1996-2006 har vannkvaliteten i den delen av vassdraget som ikke er kontinuerlig kalket kun vært overvåket på en stasjon; Guddalselva (Lok 1) i øvre del av

vassdraget. Denne ble avsluttet i juni 2006 og erstattet av Tjøredalselva (Lok 2). Tjøredalselva har generelt hatt den sureste vannkvaliteten med periodevis pH-verdier under 5,0 og høye konsentrasjoner av aluminium (Schartau & Saksgård 2002). I denne delen av nedbørfeltet har det ikke vært noen kalking siden 2003 og lokaliteten må nå kunne betraktes som en ukalket referanse. pH-målingene fra Tjøredalselva i perioden 1996-2001 og fra juli 2006-2008 er imidlertid på samme nivå (**Figur 2.5**). Konsentrasjonen av Um-Al i 2008 viser forhøyede verdier mellom 8 og 108 µg/l (**Tabell 2.1**), tilsvarende det som tidligere er målt på denne stasjonen. Også i Guddalselva er det periodevis målt lave pH-verdier (<5,5) og konsentrasjoner av totalt aluminium (Tr-Al/Tot-Al) på over 200 µg/l (**Figur 2.5**).

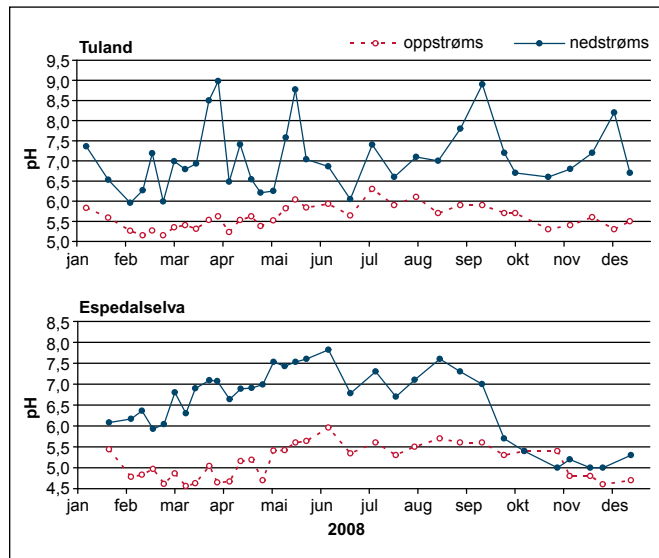
Kalking av Guddalsvassdraget med kontinuerlig drift av kalkdosereren ved Tuland har ført til en bedring av vannkvaliteten i nedenforliggende deler av vassdraget. Fra en pH på omkring 5,5 gjennom hele 1996 skjedde det en betydelig økning til i underkant av 6,5 fra våren 1997, både på Lok 7 og Lok 10 (**Figur 2.3**). I de fire siste årene har det imidlertid vært en dårligere vannkvalitet med noe større variasjon i pH, og høyere aluminiumskonsentrasjoner ved Trollefoss, spesielt gjelder dette totalt aluminium men også Um-Al viser noen forhøyede verdier. Dette kan skyldes at effekten av terrengkalkingen i nedbørfeltet til Hovlandselva er i ferd med å avta. Generelt er det imidlertid få verdier av Um-Al over 6 µg/l etter at kalkingen av Flekke og Guddalsvassdraget kom i gang (**Figur 2.3**).



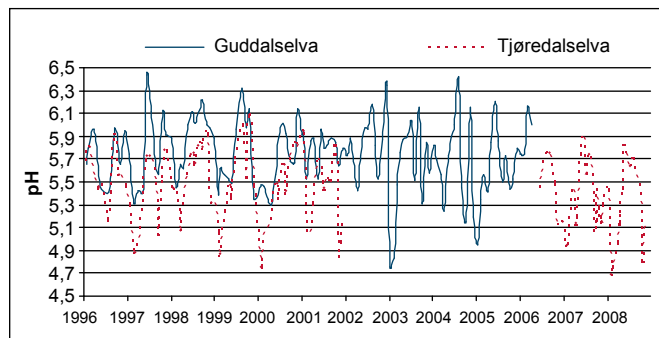
**Figur 2.2.** Variasjon i pH på lokaliteter som representerer anadrom strekning i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i 2008. Data for perioden januar-juni er fra M-Lab AS og for perioden juli-desember fra VestfoldLAB AS.



**Figur 2.2.** pH, totalt aluminium (Tot-Al/Tr-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) ved Harefossen (målområde 1: Lok 7) og Trollefoss (målområde 2: Lok 10) i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i periodene 1996-2008. pH er i perioden 1996-1998 analysert ved NINA, og for perioden 1999-2008 er data fra vannkjemikontrollen. Tot-Al ble fram til og med 1999 målt som totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al). Pil angir tidspunkt for når vassdraget ble anslått fullkalket.



**Figur 2.4.** pH oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne ved Tuland (Lok 3 og 4) og i Espedalselva (Lok 9b og 9) i Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane, i 2008. Data for perioden januar-juni er fra M-Lab AS og for perioden juli-desember fra VestfoldLAB AS.



**Figur 2.5.** pH i Guddalselva (Lok 1) i perioden 1996 og frem til og med juni 2006 og i Tjøredalselva (Lok 2) i perioden 1996-2001 og juli 2006-2008, Flekke og Guddalsvassdraget, Sogn og Fjordane.

# 3 Fisk

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen<sup>1</sup>

Medarbeidere: Tore Wiers<sup>1</sup> og Einar Kleiven<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LFI, Unifob Miljøforskning, Thormøhlensgate 49, 5006 Bergen

<sup>2</sup>NIVA Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Overvåkingen av ungfisktettheter på den lakseførende strekningen i Flekke og Guddalsvassdraget startet i 1995. I tillegg har tilsvarende undersøkelser vært utført i 1993 i regi av Fylkesmannen i Sogn og Fjordane og av LFI (Raddum 1995). Ved undersøkelsene i 1993 og senere er det funnet både laks og aure i vassdraget. I perioden 2000-2002 omfattet undersøkelsene også forekomst av ungfisk av laks og aure i innsjøene (Gabrielsen & Barlaup 2003). Her sammenstilles resultater angående tettheter av ungfisk funnet i 2008 med tidligere års resultater.

### Overvåking av ungfisk

Totalt sju stasjoner fordelt på den lakseførende strekningen er undersøkt. Stasjonsnettet for det elektriske fiske er vist i **Figur 3.1**. Fiske ble utført i desember 2008. Primærdata er gitt i **Vedlegg B**.

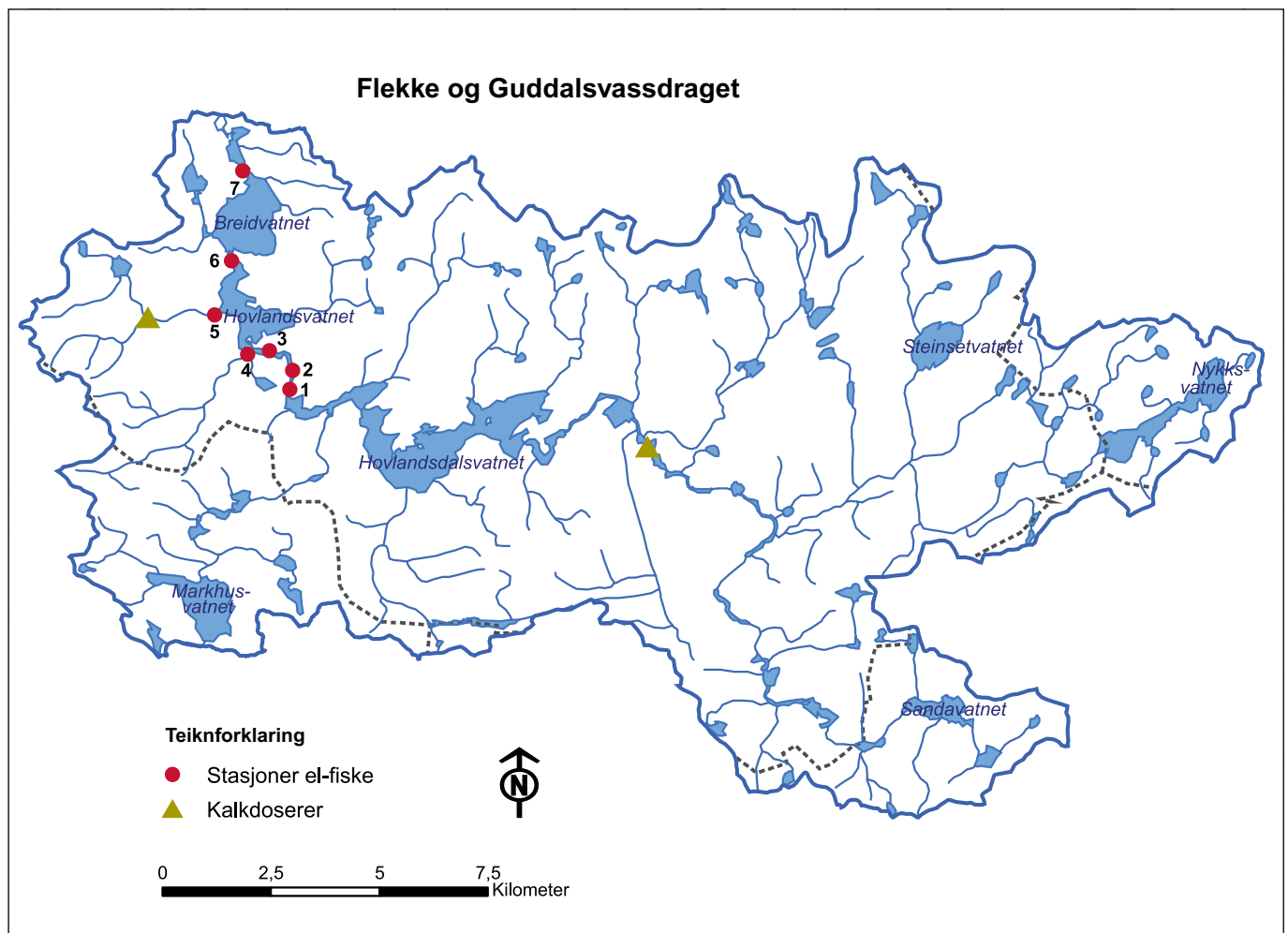


Fig. 3.1. Stasjonsnett for overvåking av ungfisk i Flekke og Guddalsvassdraget.

## Rognplanting

For å styrke laksebestanden i vassdraget er det blitt tilbakeført øyerogn fra genbanken i Eidfjord. Rogna er blitt fordelt på flere stasjoner; utløp Hovlandsvatnet (2002-2005), utløp Breidvatnet (2002-2004), innløp Rennestraumsvatnet (2003-2004) og oppstrøms lakseførende strekning i Skorselva (NVE nr. 082. BA) i 2004 og 2005. I tillegg er det blitt satt ut startforingsklare lakseyngel oppstrøms lakseførende strekning i Skorselva og i Guddalselva (NVE nr. 082.Z). For en oversikt over utsettingene i vassdraget fram til og med 2007 henvises det til DN-Notat 2008-2. I 2008 ble det satt ut 113 000 startforingsklare plommeseckkyngel fordelt på ulike strekninger i Skorselva og i Guddalselva. Tidligere befaring med dykking ble lagt til grunn for valg av utleggingsområder. Det ble lagt vekt på å unngå de naturlige gyteområdene for laks og sjøaure, og at yngelen skulle ha tilgang på egnede oppvekstområder. Før utlegging ble rogn fargemerket for senere å kunne identifisere laks som stammet fra tiltaket. Fargemerkingen ble utført av VESO og gjør det mulig å identifisere ungfisk som stammer fra rognplantingen ved at det er avsatt et fargemerke i fiskens otolitt. Rognplantingen ble utført ved å legge rogn i perforerte plastkasser med grus. I hver gruskasse ble rogn fordelt på fire eller fem egglokker med ca. 500 rognkorn i hver lomme. Tiltaket ble evaluert ved å telle opp antall gjenværende døde rogn eller yngel i kassene og ved å undersøke gjenfanget ungfisk for fargemerke.

## 3.2 Resultater og diskusjon

### Ungfisktettheter i hovedvassdraget

#### Laks

Den naturlige rekrutteringen til laksebestanden var relativt lav i perioden før kalkingen (1995-1997) med under sju ensomrig laks pr. 100 m<sup>2</sup> for de fem undersøkte stasjonene i hovedelva. Siden 1998 er det funnet ensomrig laks på samtlige stasjoner i hovedelva. Siden 1998 er det også blitt registrert en klar økning i tetthetene av ensomrig laks, noe som tilsier at den naturlige rekrutteringen til laksebestanden har økt i perioden (**Figur 3.2** og **Figur 3.3**). Økningen er størst på stasjonene 1 til 3 som ligger i hovedløpet oppstrøms Hovlandsvatnet (**Figur 3.2**). Tettheten av ensomrig laks i 2008 var 22 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. På stasjonene i utløpet av Hovlandsvatnet og Breidvatnet er det også blitt registrert økte tettheter av ensomrig laks (**Figur 3.3**). Dette gjelder spesielt i 2004 da det ble registrert et gjennomsnitt på ca. 35 ensomrige laks på disse to stasjonene. Trolig stammer en del av disse laksene fra rognplantingen eller som følge av et nytt gyteområde som ble etablert på utløpet av Hovlandsvatnet våren 2005.

Den økende tettheten av ensomrig laks fra og med 1998 gjenspeiles tildels i høyere tettheter av eldre laks, både i hovedløpet oppstrøms Hovlandsvatnet (**Figur 3.2**) og på stasjonene på utløpet av hhv. Hovlandsvatnet og Breidvatnet (**Figur 3.3**). Tettheten av eldre laks har imidlertid ikke vist en like markert økning som tetthetene av årsyngel. Generelt er tetthetene av både ensomrig og eldre laks langt høyere på de tre stasjonene i hovedløpet oppstrøms Hovlandsvatnet enn på stasjonene på utløpet av henholdsvis Hovlandsvatnet og Breidvatnet. Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.1**.

Tidligere undersøkelser i vassdraget har vist at laksen bruker innsjøene som oppvekstområder. I 2002 utgjorde laks hele 54 % av fangstene på 12 mm garn i strandsonen og 53 % av fangstene på et elektrisk fiske. Innsjøene utgjør et relativt stort areal av den lakseførende strekningen, og det er derfor trolig at laks som vokser opp i innsjøene gir et betydelig bidrag til den totale smoltproduksjonen av laks i Flekke og Guddalsvassdraget (Gabrielsen & Barlaup 2003).

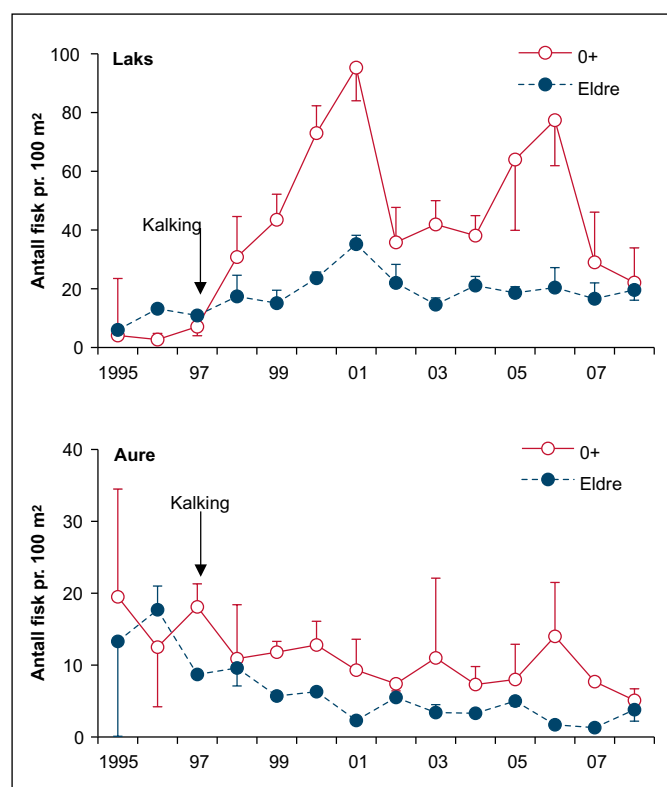
#### Aure

Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig aure på de fem stasjonene i hovedelva i perioden 1995-2008 har vært relativt stabil sammenlignet med tettheter av ensomrig laks (**Figur 3.2** og **Figur 3.3**). Unntaket er på de to nederste stasjonene i 1997, da det ble funnet en høy gjennomsnittlig tetthet (**Figur 3.3**). Gjennomsnittlige tettheter av eldre aure på de 5 stasjonene har også vært relativt stabil i perioden 1995-2008 sammenlignet med tettheter av eldre laks. Imidlertid anes det en nedgang av eldre aure i denne perioden, spesielt for stasjonene 1-3. Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.1**.

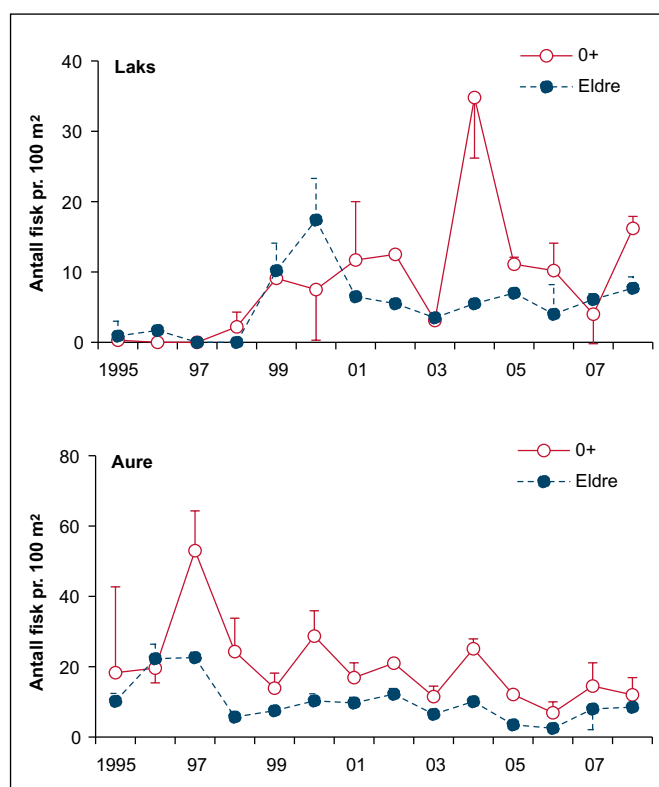


**Tabell 3.1.** Antall laks og aure fanget og estimert bestandstetthet på ulike stasjoner i Flekke og Guddalsvassdraget høsten 2008. KI er Konfidensintervall.

Stasjon	Areal	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	45	18	27	23	11	7
2	100	37	2	19	18	2	0
3	100	33	6	14	19	2	4
sum	300	115	26				
Tetthet 1 (± KI)				22 ± 12	20 ± 4	5 ± 2	4 ± 2
Tetthet 2 (± KI)				20 ± 7	20 ± 3	5 ± 6	4 ± 4
4	75	71	5	54	43	5	3
5	100	72	8	24	48	5	3
Sum	175	143	13				
Tetthet 1 (± KI)				41 ± 13	50 ± 12	5 ± 6	3 ± 1
Tetthet 2 (± KI)				39 ± 30	46 ± 5	5 ± 4	3 ± 0
6	100	32	25	22	11	14	11
7	100	15	14	11	4	8	6
Sum	200	47	39				
Tetthet 1 (± KI)				16 ± 2	8 ± 2	12 ± 5	9 ± 0
Tetthet 2 (± KI)				16 ± 10	8 ± 7	11 ± 6	9 ± 5



**Figur 3.2.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på de tre øverste stasjonene (st. 1-3) i hovedvassdaget i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1995 til 2008.



**Figur 3.3.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på de to nederste stasjonene (st. 6 og 7) i hovedvassdaget i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1995 til 2008.

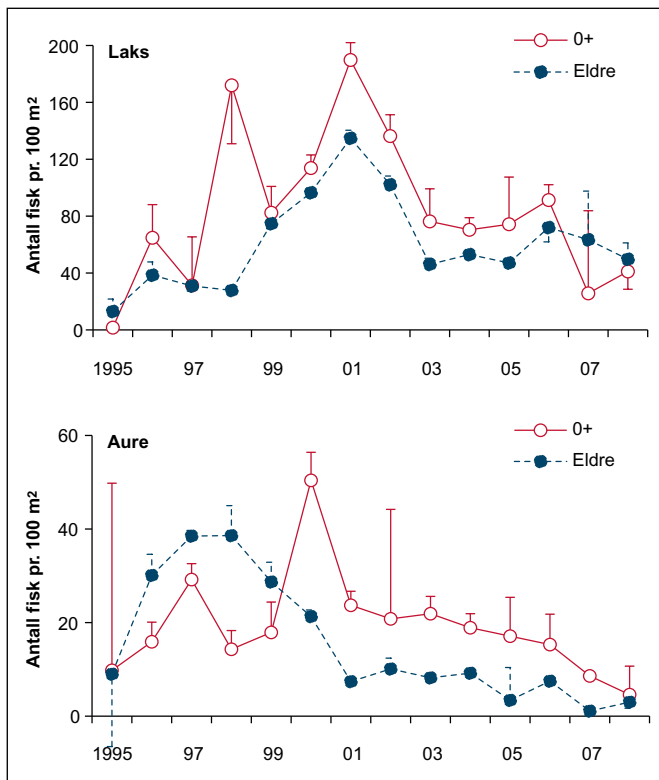
## Ungfisktettheter i Hovlands- og Espedalsbekken

### Laks

Det er for overvåkingsperioden registrert økende tettheter av ensomrig og eldre laks i sidebekkene. Spesielt i perioden 1998-2002 ble det registrert svært høye tettheter med over 100 ensomrig (0+) laks pr. 100 m<sup>2</sup> og over 90 eldre laks pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.4**). Det er ikke blitt satt ut laks i sidebekkene siden 2002, og de høye gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig laks funnet i årene 2003 til 2007 (stort sett tettheter på over 70 fisk) stammer derfor fra naturlig rekruttering. I 2008 ble det registrert et snitt på 41 ensomrig laks pr. 100 m<sup>2</sup>. Tetthetene av eldre laks i de siste årene, uten settfisk, har variert fra 50 til 70 individer pr. 100 m<sup>2</sup>.

### Aure

Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig aure i sidebekkene i overvåkingsperioden har vært relativt stabile sammenlignet med tettheter av laks. Imidlertid er det registrert en gradvis redusert tetthet av aure i løpet av overvåkingsperioden, og tetthetene i de siste årene for både ensomrig og eldre aure er de laveste for hele overvåkingsperioden (**Figur 3.4**).



**Figur 3.4.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på stasjonene i Hovlandsbekken og i Espedalsbekken (st. 4 og 5) i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1995 til 2008.

## Rognplanting

### Elektrisk fiske på utløpet av Hovlandsvatnet og innslag av merket laks

For å styrke laksebestanden i Flekke og Guddalsvassdraget er øyerogn fra genbanken i Eidfjord tilbakeført til vassdraget. Det er i perioden 2002-2008 lagt ut om lag 1 603 000 rogn eller plommeseckyngel. Overlevelsen fra utleggingsstidspunktet til yngelen forlot kassene ble estimert ved å telle gjenværende døde rogn i kassene i slutten av juni. Høy overlevelse (>90 %) ble registret på samtlige stasjoner i perioden 2002-2005. I 2006 og 2008 ble det bare satt ut startforingsklare yngel, mens det ikke ble kontrollert for eggoverlevelse i 2007.

Elektrisk fiske på utleggingsområdene ga en gjennomsnittlig tetthet av ensomrig laks på 26 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i perioden 2002-2008 (**Tabell 3.2**). Tettheten i 2005 var spesielt høy med 58 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Tilsvarende var den gjennomsnittlige tettheten av eldre laks 11. De gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig og eldre aure har vært gjennomgående lavere (**Tabell 3.2**). Det ble ikke fanget ensomrig aure i 2005, mens det i 2006 verken ble fanget ensomrig eller eldre aure. Vekstmønsteret for både laks og aure fanget på utløpet viser en god vekst. Årsungene av både laks og aure er stort sett 6 til 7 cm lange etter første vekstsesong, mens tosomerige (1+) er 11 til 14 cm lange etter andre vekstsesong (**Tabell 3.3**). De fleste fiskene i Flekke og Guddalsvassdraget smoltifiserer og forlater vassdraget etter to år på elva (Gabrielsen *et al.* 2006).

**Tabell 3.2.** Tettheter og gjennomsnittlig tetthet av naturlig rekrutterte ensomrig (0+) og eldre (>0+) laks og aure pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjonen ved utløpet av Hovlandsvatnet undersøkt med elektrisk fiske i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 2002-2008. Tallene i parentes angir standard avvik.

År	Ensomrig laks (0+)	Eldre laks (>0+)	Ensomrig aure (0+)	Eldre aure (>0+)
	Tetthet	Tetthet	Tetthet	Tetthet
2002	27	4	21	1
2003	18	8	7	0
2004	8	2	3	6
2005	58	7	0	3
2006	30	16	0	0
2007	22	11	4	1
2008	17	25	5	5
Gj.sn (SD)	26 (17)	11 (8)	6 (7)	2 (3)

**Tabell 3.3.** Gjennomsnittlig lengde (cm) og standard avvik (SD) for ulike aldersgrupper av laks og aure fanget på utløpet av Hovlandsvatnet i Flekke og Guddalsvassdraget i årene 2002-2008. N er antallet laks undersøkt. Data er basert på aldersanalyse av otolitter.

År	Laks				Aure			
	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)	
	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N
2002	6,8 (1,0)	22	14,0 (0,9)	4	7,5 (0,7)	21	14,0 (--)	1
2003	6,4 (0,9)	15	13,1 (1,9)	8	6,9 (0,5)	7	--	0
2004	6,3 (0,6)	6	11,7 (2,2)	2	7,6 (0,3)	3	14,4 (1,9)	6
2005	6,2 (0,8)	51	10,9 (2,4)	7	--	0	13,0 (1,4)	3
2006	6,5(0,7)	30	12,8 (1,3)	15	--	0	--	0
2007	6,8 (0,5)	22	13,8 (1,3)	6	7,0 (0,9)	4	--	0
2008	6,9 (0,8)	17	11,9 (2,2)	13	7,0 (0,6)	5	11,2 (2,8)	3

### Innslag av fargemerket laks i lakseførende strekning

Laks som ble samlet inn for undersøkelse av fargemerker viser at rognplantingen bidrar betydelig til ungfiskproduksjonen. Av totalt 113 ensomrige laks undersøkt i åren 2002, 2003 og 2004 var 66 fargemerket. Dette gir et innslag av ensomrig laks som stammer fra rognplantingen på 58 %. Tilsvarende var åtte av ni tosomrig laks fargemerket (89 %), mens to av tre tresomrig laks (66 %) undersøkt i 2004 stammet fra rognplantingen i 2002. Innslaget merket laks for de ulike år og aldersgrupper er vist i **Tabell 3.4**. Det innsamlede materialet siden 2005 er ikke undersøkt.

**Tabell 3.4.** Prosentvis innslag (%) av laks med fargemerket otolitt for aldersgruppene ensomrig (0+), tosomrig (1+) og tresomrig (2+), fanget i området for rognplanting på utløpet av Hovlandsvatnet i Flekke og Guddalsvassdraget i årene 2002, 2003 og 2004. Tallene i parentes angir totalt antall laks undersøkt. Det innsamlede materialet siden 2005 er ikke undersøkt.

År	Alder		
	0+	1+	2+
2002	46 % (24)		
2003	66 % (29)	100 % (4)	
2004	60 % (60)	80 % (5)	66 % (3)

På stasjonen ved utløpet av Breidvatnet ble det ikke påvist laks i perioden 2002-2004 og her var også tetthetene av aure svært lave. Hovedårsaken til at det ikke ble påvist laks på denne stasjonen var trolig at yngelen hadde trukket ut på mer dypt vann nedstrøms utleggingsområdet.

Tilsvarende undersøkelser ble gjort fra et innsamlet laksemateriale på innløpet til Rennestraumsvatnet. Basert på identifisering av fargemerker stammet 70 % (n = 23) av den ensomrige laksen fra rognplantingen i 2004. I tillegg ble det fanget en fargemerket tosomrig laks fra rognplantingen i 2003 og to tosomrig laks som og begge var fargemerket fra rognplantingen i 2002.

Det totale antallet laks samlet inn både i området ved utløpet av Hovlandsvatnet og innløpet til Rennestraumsvatnet i perioden 2002-2004 var 151. Av disse var 95 merket, noe som utgjør et innslag av merket fisk som stammer fra rognplantingen på 63 %.

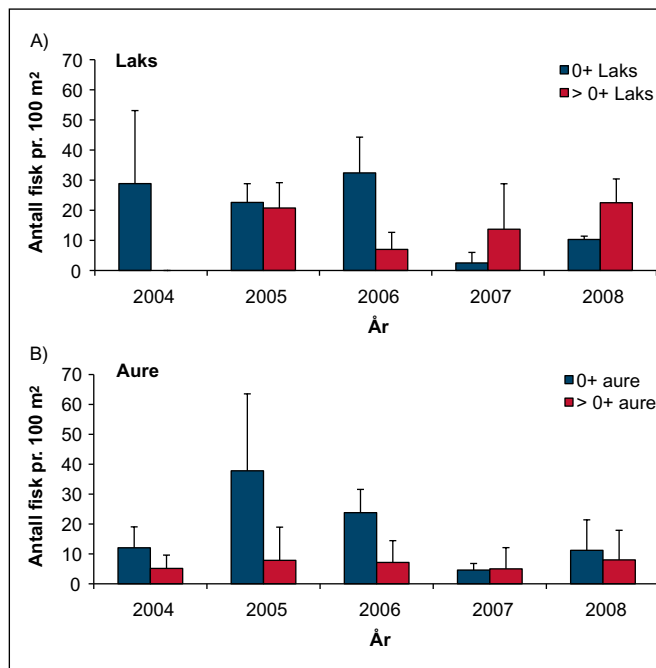
Tidligere undersøkelser av vassdraget, har vist at laksen aktivt bruker innsjøene som oppvekstområder (Gabrielsen & Barlaup 2002). Siden elvestrekningen mellom Hovlandsvatnet og Breidvatnet er på bare 200 meter, mens tilsvarende

elvestrekning mellom Breidvatnet og Rennestraumsvatnet er på 300 meter, er det nærliggende å anta at lakseungene som stammer fra rognplantingen også benytter innsjøene som oppvekstområder.

### Elektrisk fiske oppstrøms lakseførende strekning i 2004-2008

#### Skorselva

Det ble opprettet to kvantitative elektriske fiskestasjoner i Skorselva. De gjennomsnittlige tetthetene for ensomrig laks har vært over 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, men i 2007 og 2008 var tetthetene på hhvs. 3 og 10 individer pr 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.5A**), mens de gjennomsnittlige tettheten for eldre laks har vært fra 7 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.5A**). Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig aure pr. 100 m<sup>2</sup> har variert fra 5 til 38 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Tilsvarende har de gjennomsnittlige tetthetene av eldre aure vært under åtte individer pr. 100 m<sup>2</sup> i samme periode (**Figur 3.5B**). Vekstmønsteret for både laks og aure fanget i Skorselva viser en god vekst. Årsungene av både laks og aure er generelt 6 cm lange etter første vekstsesong, mens tosommige (1+) er 10 til 11 cm lange etter andre vekstsesong (**Tabell 3.5**). Resultatene tyder på at lakseyngelen klarer seg bra i Skorselva og at tetthetene av laks er betydelige. Trolig startet de første laksesmoltene å vandre ut fra Skorselva våren 2006 basert på at de fleste (75 %) tosommige (1+) laksene høsten 2005 var over 10 cm.



**Figur 3.5.** Gjennomsnittlige tettheter (med standard avvik) av A) laks og B) aure fanget på stasjonene i Skorselva oppstrøms lakseførende strekning i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 2004 til 2008.

**Tabell 3.5.** Gjennomsnittlig lengde (cm) og standard avvik (SD) for ulike aldersgrupper av laks og aure fanget i Skorselva oppstrøms lakseførende strekning i Flekke-Guddalsvassdraget i perioden 2004-2008. N er antallet fisk undersøkt. Data er basert på aldersanalyse av otolitter.

År	Laks				Aure					
	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)	
	cm (SD)	N	cm (SD)	N	cm (SD)	N	Cm (SD)	N	Cm (SD)	N
2004	6,3 (1,1)	57	--	--	6,4 (1,1)	24	9,7 (1,8)	6	13,4 (1,0)	4
2005	5,8 (0,6)	43	11,3 (1,8)	40	6,2 (0,8)	68	9,7 (1,1)	14	13,0 (---)	1
2006	5,9 (0,6)	63	11,1 (1,1)	14	5,9 (0,8)	47	10,1 (0,9)	13	--	0
2007	6,9 (0,8)	5	11,3 (1,1)	20	7,0 (0,7)	9	10,7 (1,6)	6	12,1 (--)	1
2008	5,5 (0,4)	20	11,0 (0,8)	24	6,4 (0,7)	22	10,3 (1,0)	12	12,6 (--)	1

#### Guddalselva

Det er bare blitt satt ut startfjøringsklare yngel i Guddalselva og resultatene fra det elektriske fiske baserer seg kun på en overfisking på en lokalitet i perioden 2004-2008. Det ble avfisket et 50 m<sup>2</sup> stort område. Antallet laks fanget er vist i **Tabell 3.6**. Som for Skorselva, tyder resultatene på at Guddalselva også er egnet for utsettinger av lakserogn eller startfjøringsklare yngel.

**Tabell 3.6.** Antall ensomrig og eldre laks fanget på et 50 m<sup>2</sup> stort areal i Guddalselva i perioden 2004-2008.

År	Antall ensomrig laks (0+)	Antall eldre laks (>0+)
2004	3	--
2005	25	9
2006	19	10
2007	1	9
2008	6	8

### Fangststatistikk

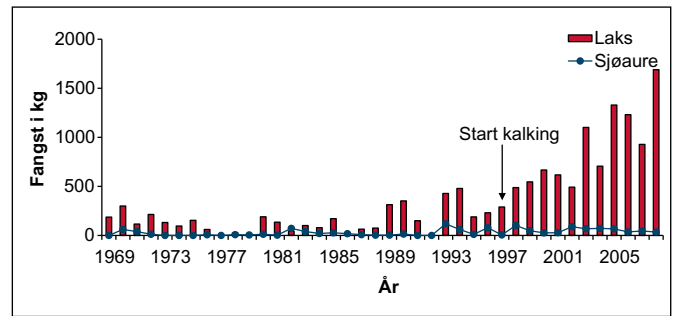
Den offisielle fangststatistikken for Flekke og Guddalsvassdraget går tilbake til 1900. Det er ikke blitt skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1969. Statistikken før 1950 er mangelfull, men viser at fangstene var relativt lave. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert før 1950 var på 722 kilo i 1931. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1900-1950 for de årene det ble rapportert inn fangster var på 129 kilo (Std = 156). I perioden etter 1950 og frem til 2008 har fangstene av både sjøaure og laks variert mye. Fangstene var relativt gode på 50 og 60-tallet, lavere i perioden fra 1970 til slutten av 90-tallet, men økte så igjen frem til 2008 hvor fangstene igjen er som på 50 og 60-tallet. Fangsten i 2008 er den høyeste innrapporterte fangsten av sjøaure og laks for hele denne perioden med 1725 kilo. Årsaken til nedgangen i fangstene på 80 og 90-tallet skyldes at vassdraget ble utsatt for forsuring, noe som førte til fullkalking i 1997. Dette tiltaket har resultert i relativt stabile og gode fangster igjen.

### Laks

I følge den offisielle fangststatistikken for Flekke og Guddalsvassdraget ble det i gjennomsnitt fanget 160 kilo (Std = 126) laks pr. år på sportsfiske i perioden før alkingen (1969-1997), mens det i perioden etter kalkingen (1998-2008) i gjennomsnitt er blitt fanget 890 kilo. Det ble ikke innrapportert fangst av laks i 1977, mens den høyeste fangsten så langt er innrapportert i 2008 med 1690 kilo laks (**Figur 3.6**).

### Sjøaure

I følge den offisielle fangststatistikken for Flekke og Guddalsvassdraget ble det i gjennomsnitt fanget 22 kilo (Std = 30) sjøaure pr. år på sportsfiske i perioden før kalkingen (1969-1997), mens det i perioden etter kalkingen (1998-2008) i gjennomsnitt er blitt fanget 56 kilo. Det er ikke registrert fangster av sjøaure i den offisielle fangststatistikken i årene 1973, 1974, 1975, 1977, 1991 og i 1992, mens den høyeste fangsten så langt er innrapportert i 1993 med 118 kilo sjøaure (**Figur 3.6**).



**Figur 3.6.** Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Flekke og Guddalsvassdraget i perioden 1969-2008. (<http://www.laksereg.no/>).

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### 4.1.1 Vannkjemisk

Vannkvalitetsmålet for lakseførende deler av Flekke og Guddalsvassdraget er pH 6,2 gjennom hele året. Vannkvaliteten på den anadrome strekningen var i lange perioder av 2008 ikke helt tilfredsstillende i forhold til dette målet. Målingene fra både effektkontrollen og vannkjemikontrollen i 2008 viser gjennomgående lavere pH-verdier enn det som er satt som mål for vassdraget, spesielt gjennom vår og høst. Nederst i vassdraget v/Trollefoss (Lok 10) var 45 % av målingene under pH 6,1, og 10 av 33 målinger hadde pH-verdier lavere enn 6,0. Verdier ned mot pH 5,5 ble målt i smoltifiseringsperioden. Dette indikerer at vannkvaliteten i Flekke og Guddalsvassdraget i perioder kan være kritisk for overlevelse av forsuringfølsomme organismer i vassdraget. De fire siste årene har vannkvaliteten vært dårligere med en større variasjon i pH, og høyere aluminiumskonsentrasjoner, spesielt ved Trollefoss, sammenlignet med tidligere år. Dette kan skyldes at effekten av terrengkalkingen i nedbørfeltet til Hovlandselva er i ferd med å gå ut. Forsuringsskader på bunndyr i denne delen av vassdraget, registrert i 2007, tyder også på det (Halvorsen, 2008). De målte verdiene av giftig aluminium (uorganisk monomert Al) var imidlertid lave og det er i senere år ikke registrert forsuringsskader på fisk eller bunndyr i hovedelva. Ved Harefossen (Lok 7) var vannkvaliteten gjennomgående bedre enn ved Trollefoss, og vannkvaliteten i 2008 var bedre enn i 2007. 12 % av pH-målingene lå imidlertid under 6,1, og en av 34 målinger var lavere enn pH 6,0. Med utgangspunkt i vannkjemikontrollens data var vannkvaliteten i den anadrome delen av vassdraget i 2008 ikke helt tilfredsstillende i forhold til målet.

Overvåkingsdataene gir ikke grunnlag for å vurdere hvorvidt det er noen naturlige endringer i forsuringssituasjonen i vassdraget.

### 4.1.2 Fisk

I overvåkingsperioden (1995-2008) er det registrert økt naturlig rekruttering av laks i vassdraget, og fra 1998 synes rekrutteringen å ha vært relativt god. De høyeste tetthetene ble funnet på den øverste delen av lakseførende strekning fra Hovlandsvatnet og opp til Harefossen. Denne strekningen har de viktigste gyteområdene for laks i

vassdraget. Siden 1999 er det funnet ensomrig laks på samtlige stasjoner. Tetthetene av laks i sidebekkene Hovlandsbekken og Espedalsbekken har i de siste årene vært svært høye. Utsettinger har bidratt til dette resultatet. I de siste årene er det ikke satt ut fisk og høye tettheter av årsyngel funnet siden høsten 2003 viser at laksen går opp i sidebekkene for å gyte. I tillegg har tidligere undersøkelser i vassdraget vist at laksen bruker innsjøene som oppvekstområder. I overvåkingsperioden er de registrerte tetthetene av aure generelt mer stabile enn for laks. Imidlertid anes det en nedgang av tetthetene av eldre aure, spesielt på stasjonene oppstrøms Hovlandsvatnet.

For å styrke laksebestanden i Flekke og Guddalsvassdraget er fargemerket øyerogn fra genbanken i Eidfjord ført tilbake til vassdraget. Det er til nå tilbakeført ca. 1 603 000 øyerogn og plommesekeyngel. Etterfølgende kontroll av rognoverlevelse og gjenfangster av fargemerket yngel tilsier at rognplantingen og utsetting av startføringsklare yngel fungerer etter hensikten. Siden 2004 er områder oppstrøms lakseførende strekning blitt benyttet for rognplanting og utsetting av startføringsklare yngel. Undersøkelser av tetthetene av eldre laks på disse områdene, tilsier en betydelig økt produksjon av laks i vassdraget. Ved å ta i bruk områder oppstrøms lakseførende strekning, kommer denne produksjonen av laks i tillegg til den naturlige produksjonen i lakseførende strekning.

Fangststatistikken viser en positiv utvikling for fangstene av laks med 1690 kg tatt i 2008 som foreløpig høyeste fangst. Fangstene av sjøaure har derimot holdt seg på et relativt stabilt lavt nivå.

## 4.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten nedstrøms doserer i Espedalen var i lange perioder svært dårlig. Dårlig og varierende vannkvalitet i Espedalselva kan skyldes periodevis tekniske problemer ved dosereren. Dårlig vær med mye regn og vind gjør at fuktighet trenger seg inn i dosereren og kalken klumper seg. Det er ikke rapportert om driftproblemer i 2008. Terrengkalking av referansefelt og greina fra Kusæla kan eventuelt erstatte dosereren i Espedal. En overdosering ved Tuland kan også vurderes for å få en god nok vannkvaliteten nederst i vassdraget. Dette bør i tilfelle baseres på en revidert kalkingsplan der økonomiske forhold og tekniske løsninger vurderes.

# 5 Referanser

- Bohlin, T., H. Stellan, T.G. Heggberget, G. Rasmussen & S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing- Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- DN (Direktoratet for naturforvaltning). 2007. Kalking i vann og vassdrag - Effektkontroll av større prosjekter 2006. Notat 2007-2.
- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Bulken, samt normalperioden 1961 1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1986. Ferskvannsbiologisk verdurverdivurdering av 7 vassdrag i Sunnfjord, Sogn og Fjordane. - Lab. for Ferskvannsekologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 58.
- 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. 1993. Kartlegging av foruringsstatus ved undersøkelse av evertebratsamfunn i Flekke og Guddalsvassdraget. Lab. for ferskv. økol., Zool. inst.- UiB. Notat nr. 1/1993.
- Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. - *Can. J. Zool.* 49: 167 - 173.
- Gabrielsen, S-E. & B. T. Barlaup 2003. Overvåking av fisk i Flekke-Guddalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2002. DN - Notat 2003-3, s. 128-131.
- Gabrielsen, S-E., Barlaup, B.T., Wiers, T. & Kleiven, E. 2006. Overvåking av anadrom fisk i Flekke-Guddalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1, s.121-124.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1995. Kalkingsplan for Guddalsvassdraget i Sogn og Fjordane. NIVA Rapport nr. 3388-95, 20s.
- Halvorsen, G.A. 2008. Overvåking av bunndyr i Flekke-Guddalsvatnet. - Kalking i lakse-vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter i 2007. DN-Notat 2008-2, s.13-14
- NVE 2009. Vannføring ved NVE-stasjonen Nautsundvatn i 2008. Norges vassdrags- og energiverk, Hydrologisk avdeling, Oslo.
- Raddum, G.G. 1995. Undersøkelser av laks, aure og bunndyr i Guddalsvassdraget. Lab. for Ferskvannsekologi og innlandsfiske, Zoologisk Inst., Universitetet i Bergen. Rapport nr. 87
- Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation and models. NIVA Report No. 4091-99, Oslo, 7-16.
- Raddum, G.G. 2006. Flekke og Guddalsvassdraget, Invertebratstudier. I: Kalking av vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2005. - DN-notat 2006-1: 255-256.
- Schartau, A.K. & Saksgård, R. 2002. Flekke og Guddalsvassdraget, Vannkjemi. I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2001. - DN-notat 2002-1: 253-256.
- Schneider, S. (unpublished): Bioindication of acidification in Norwegian rivers based on periphytic algae. Unpublished draft. Norwegian Institute of Water Research

# Vedlegg A1. Vannkjemi Flekke og Guddalsvassdraget 2008

Flekkje og Guddal 2008. Lok. 2 Tjørredalselva (analysert ved Analysesenteret i Trondheim)

Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	Tot-AI	Tm-AI	Om-AI	Um-AI	Pk-AI	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	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
07-01-08	1,6	5,44	3	0,34	0,22	1,89	0,12	0,99	3,15	36	98	40	32	8	58	2,0	8	1,6	110
04-02-08	4,5	4,69	0	0,49	0,79	4,69	0,31	1,20	9,79	12	120	82	45	37	38	1,9	-3	1,1	56
03-03-08	3,4	4,79	0	0,36	0,53	3,46	0,27	1,02	7,39	18	120	72	41	31	48	1,8	-14	1,6	41
07-04-08	3,1	4,96	0	0,30	0,43	3,64	0,19	1,14	6,70	26	100	56	31	25	44	1,9	-3	1,0	89
14-04-08	3,2	5,17	0	0,37	0,43	3,44	0,18	1,17	6,58	<10	93	53	29	40	40	1,9	-4	0,5	64
21-04-08	2,8	5,12	0	0,35	0,40	3,33	0,17	1,14	6,10	20	97	48	27	21	49	1,7	1	0,5	49
28-04-08		5,12	0	0,27							98	44	30	14	54				
05-05-08	1,8	5,23	0	0,21	0,21	2,19	0,12	0,81	3,57	<10	88	42	29	13	46	2,3	7	1,0	65
13-05-08	1,4	5,43	1	0,17	0,18	1,89	0,11	0,66	2,74	<10	82	36	23	13	46	1,5	16	1,1	70
19-05-08	1,4	5,44	3	0,18	0,17	1,82	0,09	0,66	2,73	<10	87	39	24	15	48	1,5	13	1,2	70
26-05-08	1,5	5,82	10	0,23	0,18	2,00	0,22	0,72	3,07	<10	72	30	20	10	42	1,9	16	2,1	160
09-06-08	1,3	5,76	6	0,23	0,18	1,65	0,10	0,78	2,49	<10	74	27	19	8	47	1,5	13	2,1	85
07-07-08	1,5	5,63	6	0,30	0,20	1,80	0,07	0,96	2,61	32	97	48	32	16	49	3,3	15	3,1	150
04-08-08	1,5	5,72	9	0,35	0,20	1,88	0,09	1,08	2,67	32	111	42	29	13	69	3,6	17	3,3	150
01-09-08	1,4	5,57	7	0,28	0,20	1,85	0,09	0,72	2,48	15	160	73	50	23	87	4,9	27	1,8	170
06-10-08	1,8	5,41	7	0,38	0,27	2,10	0,20	0,99	3,24	17	195	102	80	22	93	6,0	24	4,8	200
20-10-08	1,9	5,12	0	0,29	0,26	2,26	0,19	0,87	3,38	29	204	104	67	37	100	5,7	23	5,8	200
03-11-08	4,1	4,79	0	0,45	0,68	4,25	0,27	0,84	9,16	24	280	118	48	70	162	2,9	-9	4,5	82
17-11-08	3,4	5,09	0	0,26	0,44	3,91	0,37	1,08	7,74	43	269	121	13	108	148	2,9	-17	1,0	120
08-12-08	2,6	5,16	0	0,41	0,35	3,00	0,13	1,11	5,77	23	89	52	29	23	37	1,8	-6	1,5	87
<b>Snitt</b>	2,3	5,16	3	0,31	0,33	2,69	0,17	0,94	4,81	14	127	61	35	27	65	2,7	7	1,9	106
<b>St.avvik</b>	1,0	0,33	4	0,09	0,18	0,97	0,08	0,18	2,46	15	62	29	16	24	36	1,4	13	0,9	51
<b>Median</b>	1,8	5,20	0	0,30	0,26	2,19	0,17	0,99	3,38	13	98	50	30	22	49	1,9	8	1,7	87
<b>Min</b>	1,3	4,69	0	0,17	0,17	1,65	0,07	0,66	2,48	<10	72	27	13	8	37	1,5	-17	0,5	41
<b>Maks</b>	4,5	5,82	10	0,49	0,79	4,69	0,37	1,20	9,79	60	280	121	80	108	162	6,0	27	3,3	200



**Flekkje og Guddal 2008. Lok. 3 Tuland oppstrøms doserer**  
(prøver analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Prøve-dato	Kond	pH	Ca
	mS/m		mg/l
07-01-08	1,68	5,83	0,62
21-01-08	1,63	5,59	0,41
04-02-08	3,69	5,26	0,64
12-02-08	3,27	5,15	0,50
18-02-08	3,28	5,27	0,65
25-02-08	3,11	5,15	0,43
03-03-08	3,04	5,35	0,56
10-03-08	3,08	5,40	0,56
17-03-08	3,13	5,31	0,62
25-03-08	3,03	5,53	0,62
31-03-08	3,10	5,62	0,73
07-04-08	2,81	5,23	0,46
14-04-08	2,74	5,53	0,55
21-04-08	2,65	5,62	0,57
27-04-08	2,13	5,38	0,30
05-05-08	1,74	5,52	0,29
13-05-08	1,47	5,82	0,29
19-05-08	1,44	6,04	0,42
26-05-08	1,40	5,84	0,32
09-06-08	1,23	5,93	0,30
23-06-08	1,40	5,64	0,37
07-07-08	1,50	6,30	0,38
21-07-08	1,30	5,90	0,50
04-08-08	1,70	6,10	0,90
18-08-08	1,20	5,70	0,32
01-09-08	1,50	5,90	0,62
15-09-08	1,60	5,90	0,40
29-09-08	1,80	5,70	0,46
06-10-08	1,60	5,70	0,37
27-10-08	2,60	5,30	0,72
10-11-08	2,40	5,40	0,63
24-11-08	2,40	5,60	0,34
08-12-08	2,30	5,30	0,69
18-12-08	2,40	5,50	0,42
<b>Snitt</b>	2,22	5,51	0,50
<b>St.avvik</b>	0,75	0,29	0,15
<b>Median</b>	2,22	5,60	0,48
<b>Min</b>	1,20	5,15	0,29
<b>Maks</b>	3,69	6,30	0,90

**Flekkje og Guddal 2008. Lok. 4 Tuland nedstrøms doserer**  
(prøver analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Prøve-dato	Kond	pH	Ca
	mS/m		mg/l
07-01-08	2,97	7,36	3,44
21-01-08	1,88	6,53	1,20
04-02-08	3,73	5,96	1,02
12-02-08	3,32	6,27	1,31
18-02-08	4,20	7,19	2,97
25-02-08	3,08	5,99	0,87
03-03-08	3,78	6,99	2,54
10-03-08	3,47	6,79	2,10
17-03-08	3,72	6,93	2,36
25-03-08	4,77	8,50	4,53
31-03-08	5,37	8,98	5,64
07-04-08	2,95	6,48	1,39
14-04-08	3,91	7,41	3,56
21-04-08	2,89	6,54	1,26
27-04-08	2,21	6,21	0,87
05-05-08	1,82	6,25	0,70
13-05-08	2,17	7,58	2,16
19-05-08	2,74	8,77	3,27
26-05-08	1,76	7,04	1,27
09-06-08	1,59	6,86	1,28
23-06-08	1,45	6,05	0,59
07-07-08	2,70	7,40	3,40
21-07-08	1,50	6,60	0,90
04-08-08	2,50	7,10	2,90
18-08-08	2,00	7,00	2,60
01-09-08	3,00	7,80	4,10
15-09-08	5,00	8,90	8,32
29-09-08	3,90	7,20	4,50
06-10-08	2,70	6,70	2,36
27-10-08	3,00	6,60	2,19
10-11-08	3,00	6,80	2,24
24-11-08	3,50	7,20	3,18
08-12-08	4,20	8,20	5,68
<b>18-12-08</b>	2,70	6,70	2,08
<b>Snitt</b>	3,04	6,63	2,61
<b>St.avvik</b>	1,00	0,81	1,70
<b>Median</b>	2,99	6,96	2,30
<b>Min</b>	1,45	5,96	0,59
<b>Maks</b>	5,37	8,98	8,32

**Flekkje og Guddal 2008. Lok. 7 Guddalselva ved Harefossen (målområde 1). (Analyisert ved Analysecenteret i Trondheim)**

Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
07-01-08	1,9	6,14	25	0,82	0,27	1,89	0,28	1,08	3,41	57	105	32	30	2	73	2,2	29	4,2	140
04-02-08	2,5	6,18	28	1,00	0,42	2,71	0,27	1,17	5,17	56	90	23	18	5	67	2,5	34	3,5	170
03-03-08	3,0	6,30	35	1,40	0,49	3,22	0,30	1,26	6,19	60	100	27	25	2	73	1,8	51	4,0	120
07-04-08	2,9	6,05	18	0,88	0,43	3,38	0,28	1,29	6,29	50	84	28	26	2	56	2,0	24	2,7	170
14-04-08		6,23	24	0,92							78	22	18	4	56				
21-04-08	2,9	6,14	24	0,91	0,43	3,08	0,34	1,26	6,09	53	76	23	21	2	53	2,9	20	4,0	170
28-04-08	2,8	6,12	21	0,98	0,45	3,06	0,27	1,23	5,77	58	76	23	20	3	53	1,5	32	2,3	120
05-05-08	2,8	6,16	27	1,03	0,42	3,23	0,28	1,20	5,78	47	79	21	17	4	58	1,8	41	2,8	130
13-05-08	2,9	6,36	36	1,13	0,44	3,05	0,35	1,26	5,70	43	76	21	14	7	55	1,5	43	3,1	200
19-05-08		6,32	30	1,01							73	19	15	4	54				
26-05-08	2,3	6,43	33	0,97	0,35	2,66	0,21	1,02	4,61	30	71	20	15	5	51	1,7	44	1,7	120
09-06-08	2,1	6,57	40	1,08	0,28	2,23	0,24	0,96	3,75	18	56	18	15	3	38	1,3	52	2,2	110
07-07-08	2,1	6,47	42	1,09	0,28	2,14	0,23	0,99	3,52	17	83	25	19	6	58	2,9	54	4,5	180
04-08-08	2,1	6,43	40	1,06	0,30	2,14	0,16	1,11	3,44	<10	86	28	22	6	58	4,0	53	3,9	150
01-09-08	2,0	6,52	43	1,20	0,29	2,09	0,18	0,96	3,27	18	99	31	24	7	68	3,8	65	2,9	170
06-10-08	2,4	6,36	52	1,16	0,30	2,27	0,41	1,11	3,71	22	118	37	33	4	81	4,2	62	10,0	290
20-10-08	2,3	6,17	34	1,08	0,36	2,53	0,26	1,14	4,12	38	134	48	40	8	86	3,9	57	4,7	220
03-11-08	2,8	6,07	24	0,93	0,44	3,16	0,31	1,17	5,59	45	111	44	35	9	67	3,0	41	3,6	150
17-11-08	2,8	6,15	24	0,87	0,40	3,34	0,26	1,20	5,72	39	102	39	29	10	63	3,8	38	3,0	130
08-12-08	2,9	5,98	20	0,95	0,42	3,04	0,28	1,20	6,30	44	108	40	30	10	68	2,3	14	4,5	130
<b>Snitt</b>	2,5	6,23	31	1,02	0,38	2,73	0,27	1,14	4,91	39	90	28	23	5	62	2,6	42	3,8	159
<b>St.avvik</b>	0,4	0,17	9	0,13	0,07	0,50	0,06	0,11	1,16	17	19	9	7	3	11	1,0	14	1,8	44
<b>Median</b>	2,7	6,21	29	1,01	0,41	2,88	0,28	1,17	5,38	44	85	26	22	5	58	2,4	42	3,6	150
<b>Min</b>	1,9	5,98	18	0,82	0,27	1,89	0,16	0,96	3,27	<10	56	18	14	2	38	1,3	14	1,7	110
<b>Maks</b>	3,0	6,57	52	1,40	0,49	3,38	0,41	1,29	6,30	60	134	48	40	10	86	4,2	65	10,0	290

**Flekke og Guddal 2008. Lok. 7 Harefossen (målområde 1).**  
(Analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Prøve-dato	Kond	pH	Ca
	mS/m		mg/l
07-01-08	1,94	6,23	0,89
21-01-08	1,86	6,17	0,82
04-02-08	2,68	6,15	1,01
12-02-08	2,47	6,17	0,98
18-02-08	2,62	6,14	0,95
25-02-08	2,76	6,15	0,98
03-03-08	2,99	6,18	1,04
10-03-08	3,05	6,04	0,94
17-03-08	2,95	6,21	1,00
25-03-08	2,90	6,17	1,15
31-03-08	2,97	6,21	1,01
07-04-08	2,92	6,20	1,03
14-04-08	2,85	6,26	0,98
21-04-08	2,95	6,23	0,93
27-04-08	2,82	6,16	0,99
05-05-08	2,81	6,31	1,16
13-05-08	2,61	6,42	1,08
19-05-08	2,38	6,43	1,03
26-05-08	3,68	8,99	1,12
09-06-08	2,23	6,67	1,14
23-06-08	2,14	6,49	1,12
07-07-08	2,00	6,80	1,17
21-07-08	2,00	6,50	1,10
04-08-08	1,90	6,40	1,20
18-08-08	1,80	6,50	1,20
01-09-08	1,90	6,60	1,20
15-09-08	2,20	6,20	1,26
29-09-08	2,20	6,20	1,10
06-10-08	2,10	6,40	1,03
27-10-08	2,30	6,10	1,08
10-11-08	2,60	6,00	1,09
24-11-08	2,70	6,00	0,90
08-12-08	2,80	5,80	1,21
18-12-08	2,70	6,10	0,94
<b>Snitt</b>	2,52	6,23	1,05
<b>St.avvik</b>	0,45	0,21	0,11
<b>Median</b>	2,62	6,20	1,04
<b>Min</b>	1,80	5,80	0,82
<b>Maks</b>	3,68	6,80	1,26

**Flekke og Guddal 2008. Lok. 9b Espedal oppstrøms doserer.**  
(Analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Prøve-dato	Kond	pH	Ca
	mS/m		mg/l
21-01-08	2,16	5,44	0,49
04-02-08	4,30	4,78	0,53
11-02-08	3,99	4,83	0,43
18-02-08	3,64	4,97	0,40
25-02-08	4,43	4,61	0,23
03-03-08	3,75	4,86	0,38
10-03-08	4,73	4,56	0,27
16-03-08	4,42	4,63	0,22
25-03-08	3,59	5,04	0,44
30-03-08	4,23	4,65	0,35
07-04-08	4,14	4,67	0,27
14-04-08	2,85	5,16	0,34
21-04-08	2,86	5,19	0,38
28-04-08	3,61	4,70	0,22
05-05-08	2,70	5,41	0,49
12-05-08	2,69	5,42	0,52
19-05-08	2,55	5,60	0,52
26-05-08	2,85	5,64	0,69
09-06-08	3,00	5,96	0,97
23-06-08	2,40	5,34	0,37
09-07-08	2,20	5,60	0,40
22-07-08	2,30	5,30	0,50
03-08-08	2,90	5,50	1,00
19-08-08	2,40	5,70	0,60
01-09-08	2,90	5,60	0,81
15-09-08	2,90	5,60	1,02
29-09-08	2,50	5,30	0,36
12-10-08	2,70	5,40	0,48
02-11-08	4,60	5,40	0,69
10-11-08	3,50	4,80	0,43
23-11-08	3,30	4,80	0,34
01-12-08	4,10	4,60	0,52
19-12-08	3,80	4,70	0,00
<b>Snitt</b>	<b>3,30</b>	<b>4,98</b>	<b>0,47</b>
<b>St.avvik</b>	0,78	0,41	0,23
<b>Median</b>	3,00	5,19	0,43
<b>Min</b>	2,16	4,56	0,00
<b>Maks</b>	4,73	5,96	1,02

**Flekkje og Guddal 2008 Lok. 9** *Espedal nedstrøms doserer.*  
(Analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Prøve-dato	Kond	pH	Ca
	mS/m		mg/l
21-01-08	2,36	6,08	0,88
04-02-08	3,85	6,17	1,63
11-02-08	3,72	6,36	1,46
18-02-08	2,81	5,93	0,80
25-02-08	3,77	6,04	1,20
03-03-08	4,40	6,80	2,38
10-03-08	4,22	6,30	1,34
16-03-08	4,59	6,90	2,82
25-03-08	5,21	7,09	4,34
30-03-08	4,41	7,07	3,40
07-04-08	3,52	6,64	1,93
14-04-08	3,55	6,89	2,58
21-04-08	3,57	6,91	2,54
28-04-08	3,10	6,99	3,03
05-05-08	5,65	7,53	7,43
12-05-08	6,47	7,43	9,43
19-05-08	5,87	7,53	7,68
26-05-08	6,25	7,60	8,53
09-06-08	9,02	7,82	13,30
23-06-08	2,99	6,78	2,19
09-07-08	5,40	7,30	7,68
22-07-08	2,90	6,70	2,10
03-08-08	3,90	7,10	3,70
19-08-08	9,40	7,60	12,80
01-09-08	5,80	7,30	7,25
15-09-08	4,80	7,00	5,44
29-09-08	2,60	5,70	0,92
12-10-08	2,60	5,40	0,66
02-11-08	4,50	5,00	0,69
10-11-08	3,80	5,20	0,79
23-11-08	3,70	5,00	0,59
01-12-08	4,10	5,00	0,84
19-12-08	3,10	5,30	0,43
<b>Snitt</b>	4,42	5,79	3,72
<b>St.avvik</b>	1,65	0,85	3,57
<b>Median</b>	3,90	6,80	2,38
<b>Min</b>	2,36	5,00	0,43
<b>Maks</b>	9,40	7,82	13,30

**Flekkje og Guddal 2008. Lok. 10** *Trollefoss (målområde 2)*  
(Analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Prøve-dato	Kond	pH	Ca
	mS/m		mg/l
21-01-08	2,08	5,96	0,87
04-02-08	2,54	6,08	0,93
11-02-08	2,31	6,04	1,03
18-02-08	2,36	5,57	0,52
25-02-08	2,77	5,98	0,87
03-03-08	2,91	6,05	1,01
10-03-08	2,89	6,03	0,91
16-03-08	3,03	6,12	0,96
25-03-08	2,97	6,13	0,98
30-03-08	3,00	6,12	1,02
07-04-08	2,95	6,12	1,06
14-04-08	2,80	6,11	0,90
21-04-08	2,81	6,11	0,92
28-04-08	2,81	6,10	1,00
05-05-08	3,06	5,60	0,98
12-05-08	2,79	6,18	1,03
19-05-08	2,79	6,27	1,11
26-05-08	2,61	6,53	1,22
09-06-08	2,46	6,62	1,07
23-06-08	2,62	5,57	0,97
09-07-08	2,00	6,50	0,90
22-07-08	2,30	6,10	1,00
03-08-08	2,00	6,40	0,90
19-08-08	2,20	6,40	1,20
01-09-08	2,40	6,00	0,99
15-09-08	2,10	6,20	1,11
29-09-08	2,00	6,20	1,02
12-10-08	2,10	6,10	0,97
02-11-08	2,60	5,80	0,90
10-11-08	2,60	5,90	0,91
23-11-08	2,80	5,60	0,87
01-12-08	3,10	5,50	1,13
19-12-08	3,00	5,80	0,91
<b>Snitt</b>	2,60	5,97	0,98
<b>St.avvik</b>	0,35	0,28	0,12
<b>Median</b>	2,62	6,10	0,98
<b>Min</b>	2,00	5,50	0,52
<b>Maks</b>	3,10	6,62	1,22

Flekke og Guddal 2008. Lok. 10 Trollefoss (målområde 2). (Analyseret ved Analysesenteret i Trondheim)

Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
07-01-08	2,2	6,21	37	1,02	0,38	2,52	0,29	1,20	3,91	44	187	32	29	3	155	2,6	60	8,0	200
04-02-08	2,7	5,98	23	1,01	0,41	2,95	0,29	1,14	5,87	75	97	25	25	0	72	2,6	24	2,8	150
03-03-08	2,7	6,02	19	0,99	0,47	3,03	0,28	1,20	5,64	60	90	32	30	2	58	1,8	37	2,8	110
07-04-08	4,5	5,56	19	1,31	0,57	5,78	0,56	1,26	10,20	110	95	38	31	7	57	4,6	54	4,6	270
14-04-08		6,15	21	0,92							78	23	19	4	55				
21-04-08	2,9	6,07	22	1,00	0,45	3,10	0,28	1,32	6,10	47	82	23	18	5	59	1,8	25	2,4	180
28-04-08	2,9	6,03	22	0,95	0,44	3,04	0,30	1,29	5,89	74	85	24	20	4	61	1,9	24	7,5	200
05-05-08	2,9	5,95	23	1,00	0,48	3,15	0,28	1,26	5,80	71	83	24	19	5	59	1,7	37	2,5	160
13-05-08	2,6	6,32	28	1,00	0,42	3,17	0,22	1,11	5,23	41	78	22	16	6	56	1,2	53	2,0	110
19-05-08		6,24	27	0,99							81	23	16	7	58				
26-05-08	2,7	6,43	29	1,03	0,44	3,18	0,25	1,20	5,67	32	76	20	13	7	56	3,4	44	1,4	110
09-06-08	2,5	6,50	34	1,04	0,38	2,67	0,25	1,08	4,89	18	64	19	15	4	45	1,2	43	2,4	110
07-07-08	2,3	6,50	40	1,09	0,33	2,49	0,22	1,11	4,08	13	112	24	18	6	88	2,8	55	6,7	250
04-08-08	2,1	6,52	37	1,03	0,30	2,27	0,16	1,08	3,69	5	84	26	20	6	58	3,8	51	2,2	120
01-09-08	2,1	6,51	37	1,07	0,33	2,40	0,19	1,08	3,90	19	88	25	19	6	63	3,6	55	2,7	160
06-10-08	2,2	6,32	39	1,09	0,31	2,14	0,19	1,11	3,60	23	120	40	36	4	80	4,1	51	3,7	140
20-10-08	2,6	6,07	31	1,06	0,40	2,89	0,29	1,32	4,93	42	125	44	36	8	81	3,5	48	5,2	240
03-11-08	2,7	6,03	27	0,99	0,44	2,91	0,29	1,2857	5,42	56	140	44	35	9	96	3,6	35	4,5	210
17-11-08	2,8	6,11	23	0,85	0,42	3,15	0,26	1,2558	5,84	37	115	40	31	9	175	4,3	26	3,2	140
08-12-08	3,0	6,01	21	0,96	0,43	3,14	0,28	1,2259	6,24	62	97	41	32	9	56	2,5	20	3,9	170
<b>Snitt</b>	<b>2,69</b>	<b>6,11</b>	<b>28</b>	<b>1,02</b>	<b>0,41</b>	<b>3,00</b>	<b>0,27</b>	<b>1,19</b>	<b>5,38</b>	<b>46</b>	<b>99</b>	<b>29</b>	<b>24</b>	<b>6</b>	<b>74</b>	<b>2,8</b>	<b>41</b>	<b>3,8</b>	<b>168</b>
St.avvik	0,54	0,25	7	0,09	0,07	0,77	0,08	0,09	1,50	27	28	9	8	2	34	1,1	13	1,9	51
<b>Median</b>	2,70	6,13	27	1,01	0,42	2,99	0,28	1,20	5,53	43	89	25	20	6	59	2,7	43	3,0	160
<b>Min</b>	2,10	5,56	19	0,85	0,30	2,14	0,16	1,08	3,60	5	64	19	13	0	45	1,2	20	1,4	110
<b>Maks</b>	4,50	6,52	40	1,31	0,57	5,78	0,56	1,32	10,20	110	187	44	36	9	175	4,6	60	8,0	270

# Frafjordelva

Koordinator og ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Ansvarlig overvåking fisk: Svein Jakob Saltveit, LFI, Universitetet i Oslo, P.boks 1172 Blindern, 0318 Oslo

## 1 Innledning

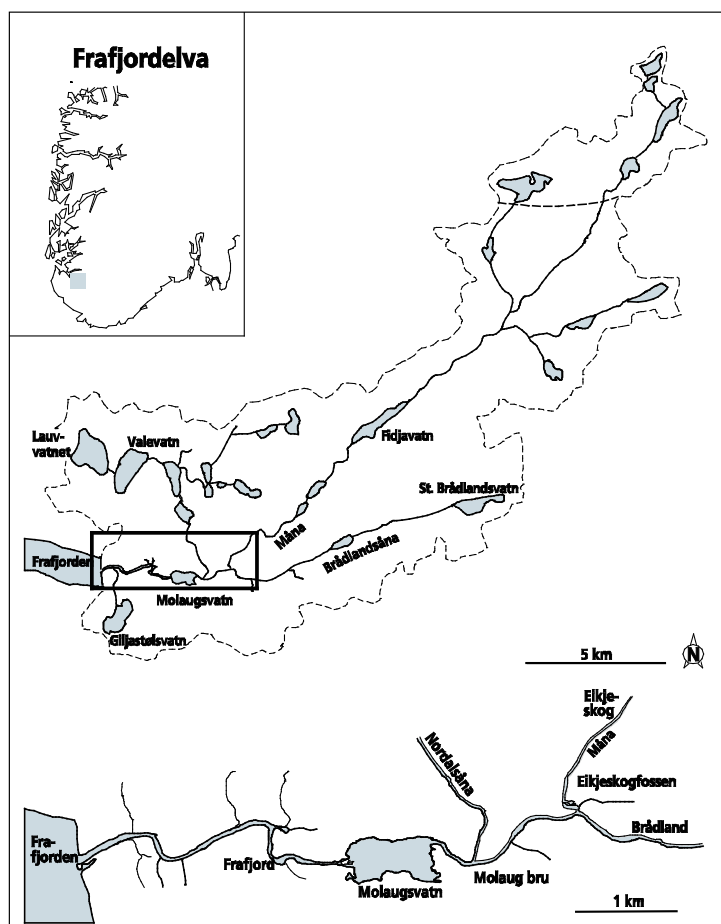
### 1.1 Områdebeskrivelse

#### Nøkkeldata

Vassdragsnummer:	030.Z
Fylke, kommuner:	Rogaland fylke, Gjesdal og Forsand kommuner
Areal, nedbørfelt:	171 km <sup>2</sup> (før regulering)
Spesifikk avrenning:	93,5 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	14,3 m <sup>3</sup> /s (1914-1951)
Vassdragsregulering:	17,6 km <sup>2</sup> 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 og kalkforbruk

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 forsuringfølsomme 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 ved to doserere. 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.

Største rapporterte kalkmengde var i 2001 da det ble tilført 921 tonn kalk (100 % CaCO<sub>3</sub>) i dosererne og 38 tonn i innsjøer, totalt 959 tonn. Mengden er senere redusert med mellom 200 og 300 tonn (**Tabell 1.1**). Det er ikke rapportert om kalkmengder før 2001.

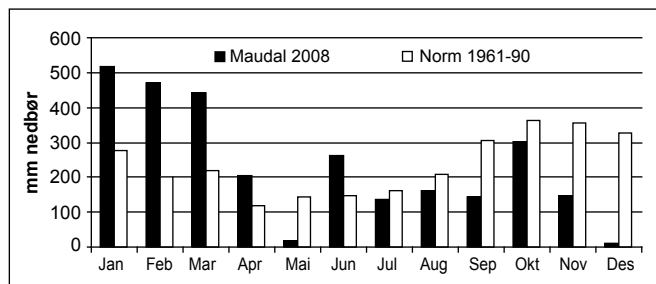
**Tabell 1.** Kalkforbruk i tonn i Frafjordelva årene 2004-2008. Det er brukt kalktypene NK3 (84 % CaCO<sub>3</sub>) og VK3 (99 % CaCO<sub>3</sub>) i dosererne og biokalk 75 (67 % CaCO<sub>3</sub>) i innsjøene. Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO<sub>3</sub>.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Kalkdos. Brådlandsåna	190	174	303	244	162
Kalkdos. Måna	570	400	288	473	383
Innsjøer	?	59	39	34	34
Totalt	760	633	630	751	579

## 1.3 Nedbør i 2008

Det er tidligere brukt nedbørdata fra stasjonen i Lysebotn, men i 2008 er det brukt data fra stasjonen i Maudal. Dette fordi stasjonen i Lysebotn ligger lengre øst og bak et fjellparti sett i forhold til Frafjordelva, mens stasjonen i Maudal ligger mest riktig sett ut fra hvor nedbøren kommer inn i forhold til dette vassdraget. Ufullstendige data for oktober-desember.

Årsnedbør 2008, januar-september: 2363 mm  
 Normalt, januar-september: 1774 mm  
 % av normalen, januar-september: 133 %



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-90 ved meteorologisk stasjon Maudal (data fra DNMI 2009). Ufullstendige data for oktober-desember 2008.

**Det finnes ingen vannføringsmålinger fra Frafjordelva etter reguleringen.**

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, 7584 Trondheim

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

## 2.1 Innledning

Frafjordelva ble i 1969 inkludert i et vannkemisk måleprogram (Elveserien) ved daværende Fiskeforskingen, 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 programmene. M-lab AS har gjennomført analysene for vannkemikontrollen frem til og med juni i 2008, og VestfoldLAB AS i siste halvår. Analysesenteret i Trondheim utfører analysene for effektkontrollen.

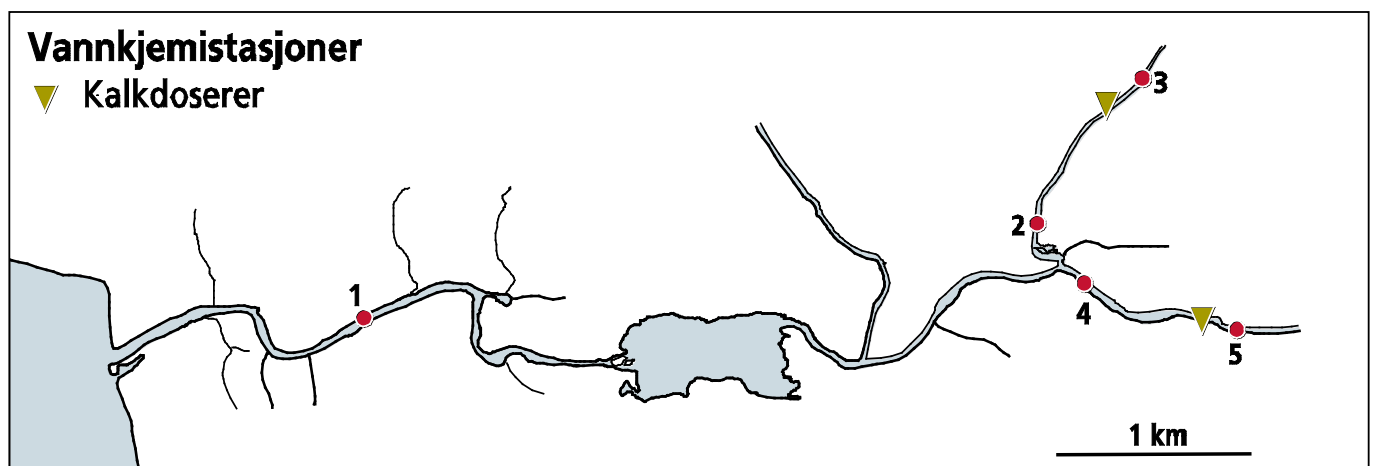
## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkemisk måloppnåelse

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen av Frafjordelva, her representert ved Lok 1, er ikke helt tilfredsstillende sammenlignet med de krav som er satt med hensyn på pH (**Figur 2.2**). Enkelte pH-verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet, og 19 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. De laveste verdiene blir registrert i perioden oktober - desember. Utover sommeren måles enkelte høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og totalt ligger 28 % av målingene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter ved Lok 1.

### Vannkemien i 2008

Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var 6,2 (effektkontrollen) på hovedstasjonen i Frafjordelva (Lok. 1), og varierte mellom 5,8 og 6,7 (**Tabell 2.1**). I likhet med tidligere år var pH lavest i periodene januar-februar og november-desember. Mengde kalsium varierte mellom 0,7 mg/l og 2,7 mg/l, med et gjennomsnitt på 1,3 mg/l. Ved enkelte tidspunkt registreres en forskjell i målt pH på mellom 0,1 og 0,5 pH-enheter mellom analyselaboratoriene for vannkemikontrollen og effektkontrollen (**Vedlegg A.1**).

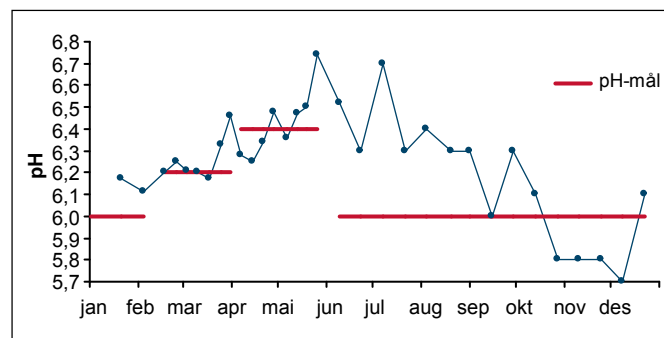


Figur 2.1. Frafjordelva med prøvetakingsstasjoner for vannkjemi.



Tabell 2.1. Middell-, min- og maksverdier for 2008, Frafjordelva. \*Se kommentar i teksten når det gjelder måleresultatene fra Måna (Lok 3).

Nr	Stasjon		pH	Ca	Alk	Tot-Al	Um-Al	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
1	Hovedstasjon	Mid	6,25	1,30	38	75	5	1,6	42
		Min	5,77	0,66	13	36	2	0,6	23
		Maks	6,66	2,66	71	130	9	3,7	72
2	Måna, nedstr.	Mid	6,27	1,13					
		Min	5,69	0,49					
		Maks	7,00	2,18					
3	*Måna, oppstr.	Mid	5,98	1,67					
		Min	5,57	0,25					
		Maks	9,30	17,30					
4	Brålandselva, nedstr.	Mid	6,32	1,18					
		Min	5,60	0,38					
		Maks	7,93	3,35					
5	Brålandselva, oppstr.	Mid	5,49	0,43					
		Min	5,19	0,19					
		Maks	6,20	0,70					



Figur 2.2. pH ved hovedstasjonen (Lok. 1) i Frafjordelva, Rogaland, i 2008.

Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) varierte i 2008 mellom 36 og 130 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 2.3). Høyeste verdi av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) var 9 µg/l, målt i november (Figur 2.3, Vedlegg A.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). Det ble imidlertid målt enkelte høye verdier av spesielt nitrogen (650-940 µg/l), men også av fosfor (22,1 µg/l). Den høye verdien av Tot-P skyldes sannsynligvis at prøven var forurenset med bunnsediment. Årsgjennomsnittet for TOC ved hovedstasjonen (Lok 1) var 1,6 mg C/l, mens gjennomsnitt for Tot-P og Tot-N var hhv. 2,5 µg/l og 350 µg/l.

### Driftskontroll av kalkdoserere

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna (Lok 2) var i 2008 stort sett tilfredsstillende i forhold til vannkvalitetsmålet (Vedlegg A.1, Figur 2.4). Totalt lå 6 % av pH-verdiene minus 0,3 pH-enheter under pH-målet. pH varierte her mellom 5,7 og 7,0, mens årsgjennomsnittet var 6,3 (Tabell 2.1). Mengde kalsium varierte mellom 0,5 og 2,2 mg/l i 2008, og gjennomsnittet var 1,1 mg/l (Tabell 2.1). Ovenfor kalkdosereren i Måna (Lok. 3) varierte pH i 2008 mellom 5,6 og 9,3 og årsgjennomsnittet var 6,0. Ut på høsten ligger pH oppstrøms doserer langt over målingene av pH nedstrøms. Det er stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene i Måna (Lok. 2 og 3), spesielt stasjonen ovenfor doserer. 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 vannkemikontrollen og effektkontrollen på Lok. 3 viser svært sprikende resultater fra prøver tatt samme dato (se Vedlegg A.1).

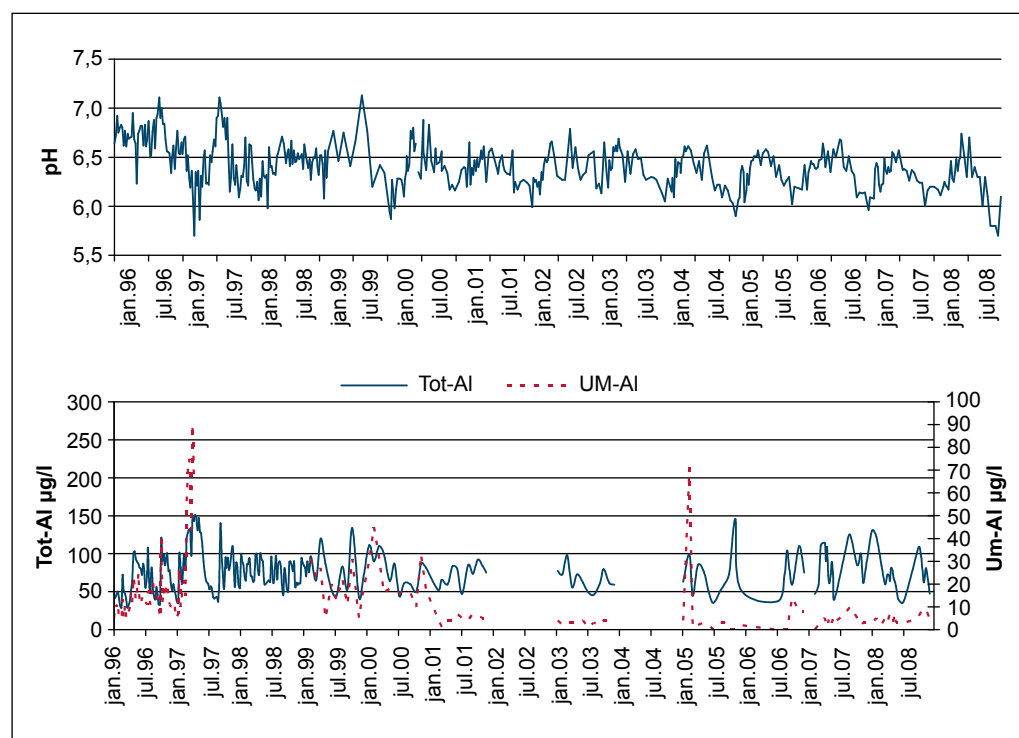
I Måna var konsentrasjonen av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) stort sett lav i 2008 (Vedlegg A.1, Figur 2.5). De høyeste verdiene var i september-november da konsentrasjonene varierte mellom 8 og 11 µg/l. Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til prøvetakingen i Måna. Tidligere analyser av aluminium 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 2008 forholdsvis høy gjennom hele året. (Figur 2.4, Vedlegg A.1). 6 % av pH-verdiene lå under pH-målet minus 0,3 pH-enheter, mens hele 72 % lå tilsvarende over målet. Årsgjennomsnittet for pH var 6,3, og varierte mellom 5,6 og 7,9 (Tabell 2.1). Ovenfor dosereren i Brålandselva (Lok 5) varierte pH mellom 5,2 og 6,2 i 2008, og årsgjennomsnittet var 5,5. I perioden oktober - desember lå pH lavere enn i de fire foregående årene (Figur 2.4). Mengde kalsium varierte mellom 0,2 og 0,7 mg/l oppstrøms dosereren, og mellom 0,4 og 3,4 mg/l nedstrøms dosereren, mens årsgjennomsnittet var hhv. 0,4 og 1,2 mg/l (Tabell 2.1).

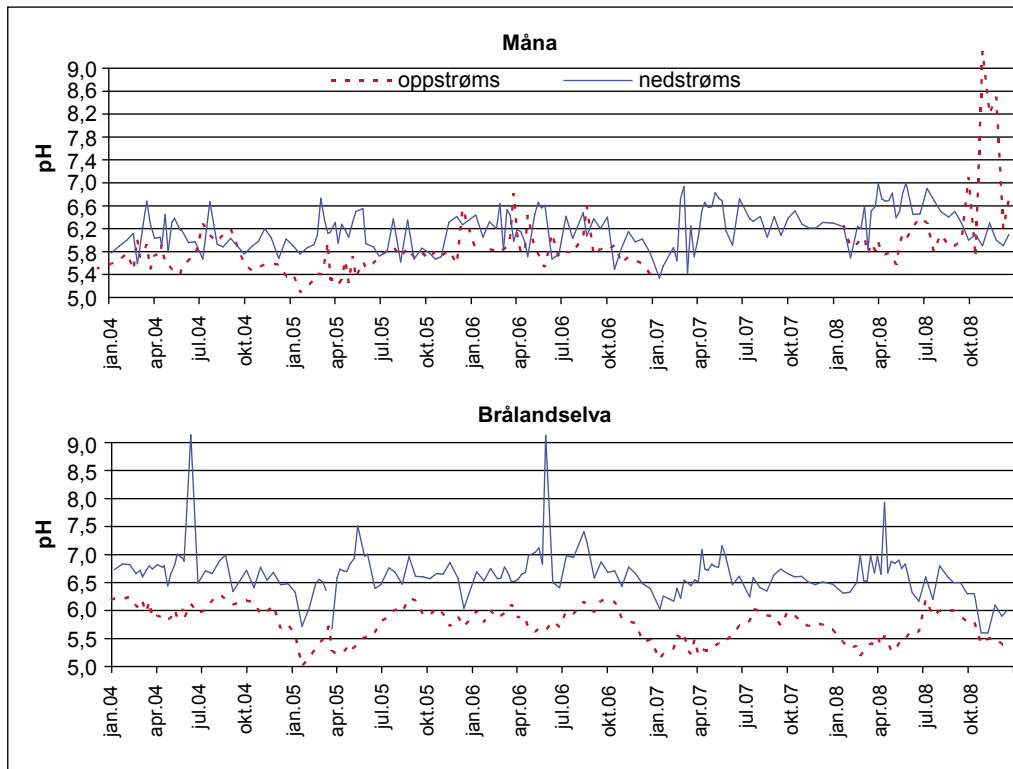
Det er ingen analyser av aluminium i Brålandselva etter 2001, men tidligere målinger (2000-2001) av total aluminium viser i hovedsak verdier under 100 µg/l (jfr. Saksgård & Schartau 2002).

### Langtidstrender

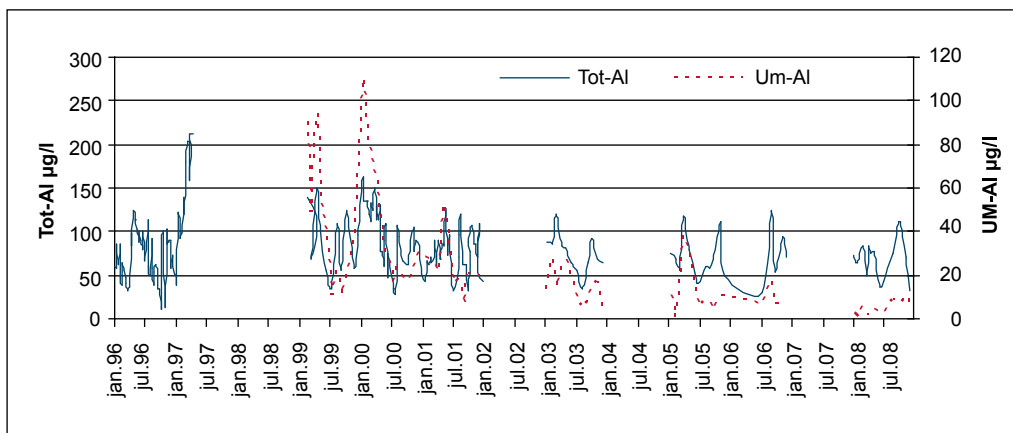
Det har vært foretatt vannkjemiske analyser i Frafjordelva i forbindelse med vannkjemisk overvåking av norske elver ("Elveserien") siden 1969. Målingene i denne forbindelsen ble avsluttet i 1996. Vannprøvene ble da tatt ved Molaug bru. Før kalkingen startet lå pH mellom 5,0 og 5,5 (Saksgård & Schartau 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 1996-2008 har pH på dagens hovedstasjon (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. Innholdet av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) har med enkelte unntak vært svært lavt etter 2001. I perioden før 2001 ble det oftere registrert høye verdier av Um-Al (Figur 2.3). Ulike metoder for analyse av aluminium i perioden før og etter 2001 er sannsynligvis en medvirkende årsak til disse forskjellene.



Figur 2.3. pH og konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) ved hovedstasjonen (Lok. 1) i Frafjordelva i perioden 1996-2008. Tot-Al ble fram til og med 2000 målt som totalt syrereaktivt aluminium (Al<sub>T</sub>), mens Um-Al er målt som labilt aluminium (L-Al).



**Figur 2.4.** pH på lokalitetene oppstrøms og nedstrøms kalkdosererne i Måna (Lok. 2 og 3) og i Brålandselva (Lok. 4 og 5) i Frafjordelva i perioden 2003-2008. Se kommentarer i teksten når det gjelder målingene fra Måna i 2007 og 2008. Merk ulik skala på y-aksene. Data fra vannkjemikontrollen.



**Figur 2.5.** Konsentrasjonen av totalt (Alr/Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (L-Al/Um-Al) i Måna ovenfor kalkdoserer (Lok. 3) i Frafjordelva i perioden 1996 - 2008. Data for 2007 er utelatt pga. usikkerhet omkring prøvetakingen. Se for øvrig Figur 2.3 for ytterligere informasjon om analysemetoder.

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup> og Sven-Erik Gabrielsen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

<sup>3</sup>LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen

## 3.1 Innledning

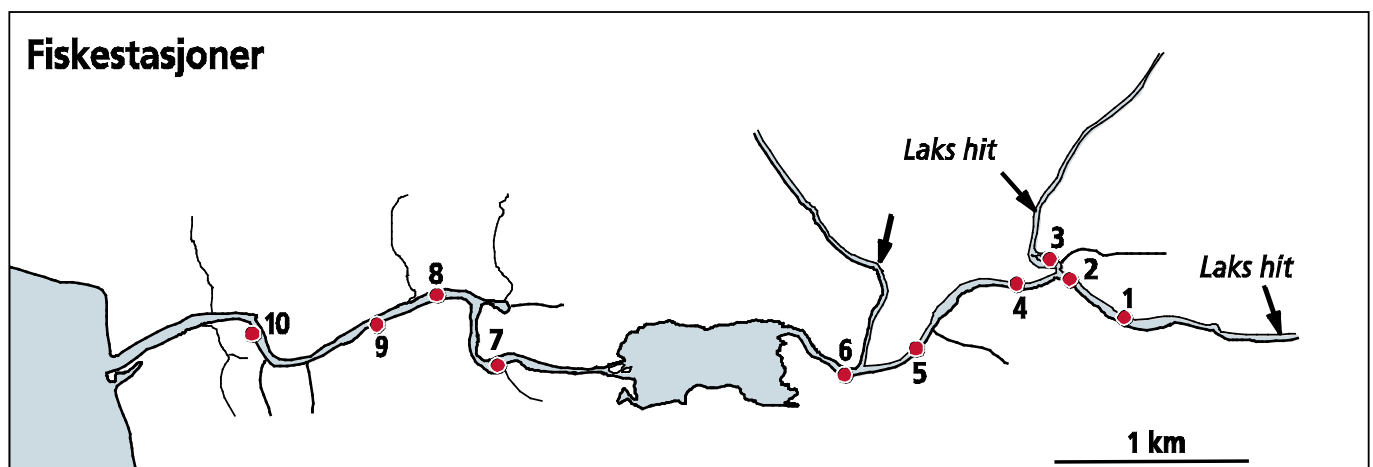
Frafjordelva ble regnet som en god lakseelv, og utbyttet av anadrom fisk varierte normalt fra et par hundre kilo til noe over 800 kg fra midten av 1880-tallet til ca 1960 (Offentlig statistikk). Det finnes flere rapporter fra tidligere episoder med fiskedød i elva (Huitfeldt-Kaas 1922, Rosseland 1953), men den opprinnelige laksestammen ble etter hvert regnet 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 lave og stort sett aldri vært over 70 kg. Til tross for yngelutsetninger på 1980-tallet ble det da ikke påvist laksunger (Hongve & Matzow 1984, SFT 1986), heller ikke i en undersøkelse i 1993 (Helgøy 1999).

I forbindelse med kalkingstiltakene ble det i 1994 startet en overvåking av ungfiskbestanden av laks og ørret (Larsen 1995). Antall stasjoner ble redusert i 1997. Sidebekker til lakseførende strekning (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 Frافjordelva igjen inne i overvåkingsprogrammet.

Det er satt ut laksyngel i Frافjordelva 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). Det er generelt usikkert hvordan fordelingen er mellom utsatt og naturlig produsert yngel i vassdraget.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 10 stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i oktober 2008 (**Figur 3.1**). For nærmere beskrivelse av metodikk for elfiske vises det til eget metodekapittel. Telling av gytefisk ved dykkeregistreringer ble utført som en separat undersøkelse av LFI-Unifob 7. november i 2008.



Figur 3.1. Frافjordelva med stasjoner for innsamling av fisk. Piler markerer vandringsstopp for laks.

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner Frafjordelva i oktober 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>			Aure N/100 m <sup>2</sup>		
		Laks	Ørret	Skrubbe	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	82	14	9	0	0	10	9	3	7
2	100	31	7	0	0	37	21	2	5
3	90	52	4	0	0	38	30	1	3
4	109	71	10	0	0	19	60	1	12
5	120	91	4	0	0	69	29	2	2
6	109	108	7	0	0	94	31	6	1
7	100	44	3	0	0	11	35	3,1	0
8	110	75	0	0	1	25	48	0	0
9	80	26	0	0	2	20	14	0	0
10	101	43	14	1	2	8	36	0	14
Tot.	1001	655	58	1	5	32 ± 4	31 ± 1	3 ± 2	5 ± 0,3
Gj.sn.						29 ± 16	31 ± 9	2,1 ± 1	5 ± 3

### 3.2 Resultater

#### Ungfiskundersøkelser

I Frafjordelva ble det fanget til sammen 655 laksunger og 58 ørretunger (Tabell 3.1). Antallet er for begge arter høyere enn i 2007. Laksunger ble funnet på alle stasjonene, mens det ikke var ørret på to stasjoner. Det ble i tillegg fanget fem ål og en skrubbe. Sistnevnte art ble bare funnet på den nederste lokaliteten.

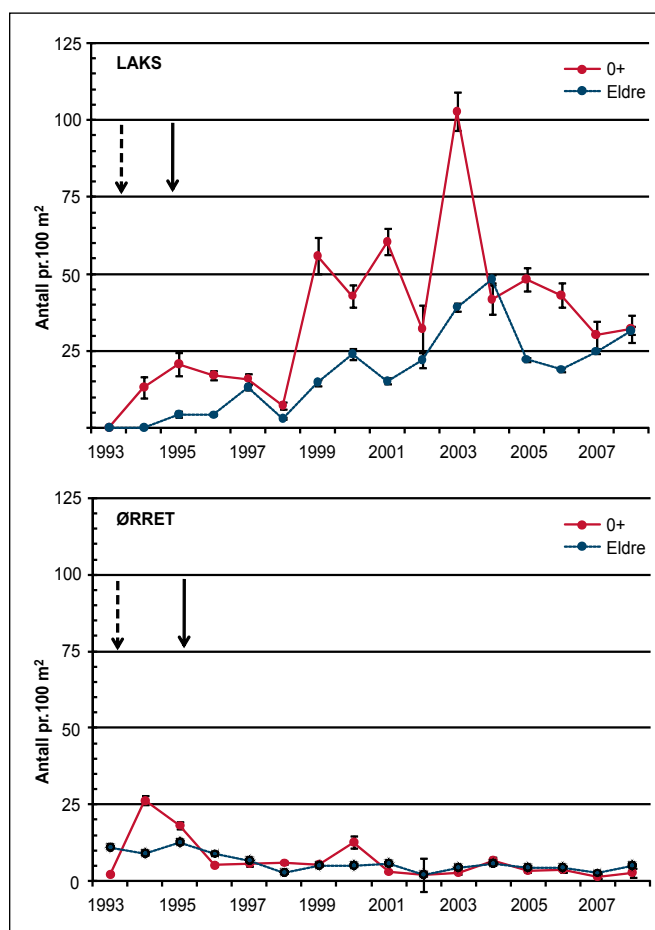
#### Laks

Tettheten av laksunger i elva må karakteriseres som relativt høy, spesielt for eldre laksunger. Både for årsunger (0+) og eldre var tettheten høyere enn i 2007 (Figur 3.2). Den totale tettheten av årsunger ble høsten 2008 beregnet til 32 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre laksunger, dvs. 1+ og 2+, var 31 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Det ble funnet årsunger og eldre laksunger på alle stasjoner. Det var bare på stasjon 6 og 7 at tettheten av 0+ kan karakteriseres som høy, mens tettheten av eldre laksunger må karakteriseres som høy på stasjon 4, 7, 8 og 10 (Tabell 3.1).

#### Ørret

Materialet av ørretunger var svært lite, og besto hovedsakelig av fisk mellom ca. 40 og 200 mm.

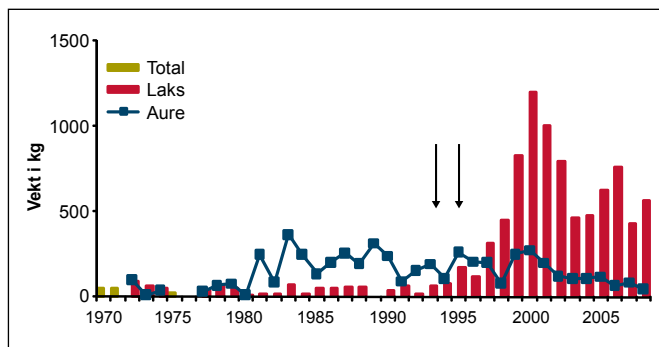
Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret var svært lav, bare 3 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Årsunger ble funnet på syv av stasjonene, og den høyeste tettheten ble beregnet på stasjon 6. Tettheten av eldre ørretunger var også lav, kun 5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Utbredelsen av eldre ørretunger var i hovedsak begrenset til elvas øverste del, der de høyeste tetthetene ble funnet på stasjon 1 og 4. Nedenfor Molaugsvatn ble det bare funnet ørretunger på stasjon 10.



Figur 3.2. Tetthet av laks- og ørretunger i Frafjordelva i perioden 1990 til 2008. Data før 2006 fra Larsen et al. (2006). Piler angir tidspunkt for hhv. forsøkskalking i Brådlandsåna og oppstart ordinær kalkingsaktivitet.

### Fangststatistikk

Fra 1970 til 1995 var fangstene av laks svært lave og enkelte år ubetydelige (**Figur 3.4**). Noen år inngår ikke laks i statistikken. Fram til 1980 ble det i denne perioden også tatt minimalt med ørret, men fangstene av ørret tar seg noe opp og varierte fram til 2000 mellom ca. 100 og 370 kg (i 1983). Etter 2000 har det imidlertid vært en gradvis reduksjon i fangst av sjøørret og i 2008 ble det bare registrert 49 kg. Man må helt tilbake til 1980 for å finne lavere ørretfangst. Det var imidlertid et lite oppsving i fangst av sjøørret i 2007 idet det ble tatt 85 kg, men den er nå altså på et lavmål. 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 igjen å øke etter 2003 og fram til 2006, da det ble fanget 756 kg laks. Fangsten i 2008 (560 kg), var en økning i forhold til 2007 (**Figur 3.3**).



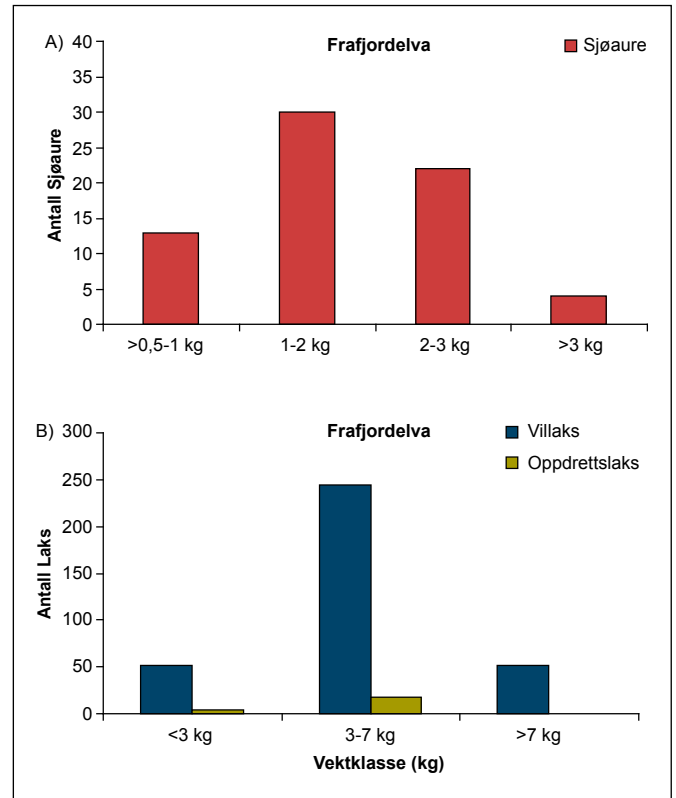
**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjøørret i Frafjordelva i perioden 1970 til 2008. Piler angir tidspunkt for hhv. forsøkskalking i Brådlandsåna og oppstart ordinær kalkingsaktivitet.

### Telling av gytefisk

Telling av gytefisk ved dykkerregistreringer i Frafjordelva har kun vært utført i 2008. Det ble benyttet to lag med to dykkere på hvert lag. Tellingene ble utført 7. november noe som kan ha medført til at noe av sjøauren var ferdig med gytinga. Laksen burde imidlertid være på gyte plassene på denne tiden. I 2008 ble det totalt registrert 69 sjøaurer. Fangstrapporten for 2008 viste at det ble fanget 49 sjøaurer, noe som gir et beregnet innsig på 118 sjøaurer. Størrelsesfordelingen av sjøaurene observert ved dykkerregistreringene er vist i **Figur 3.4 A**. Tellingene av gytefisk i Frafjordelva viser at antallet sjøaure er lavt i forhold til at vassdraget er relativt stort.

Under gytefisktellingene i 2008 ble det observert 349 laks som ble klassifisert som villaks. Disse laksene var fordelt på 15 % smålaks, 70 % mellomlaks og 15 % stortlaks (**Figur 3.4 B**). Ved dykking er det ikke mulig å skille all villaks og oppdrettslaks. I tellingene av villaks inngår det

derfor noe rømt oppdrettslaks. Under tellingene i 2008 ble det registrert 22 oppdrettslaks (andel oppdrettslaks 6 %). Dykkerregistreringene gir en indikasjon på at det var en svært bra gytebestand av villaks i 2008. Fra fangststatistikken blir det opplyst om at det ble tatt 112 laks på sportsfiske i 2008 i tillegg til at det ble fanget 34 laks som skulle brukes som stamfisk. Dette tilsier at innsiget av villaks til elva var minimum 517 laks.



**Figur 3.4.** Kategorier av A) sjøaure ( $n = 69$ ) og B) laks ( $n = 349$ ) observert på gytefisktelling i Frafjordelva høsten 2008.

## 3.3 Diskusjon

En sammenligning med tidligere år er vanskelig, fordi antall stasjoner er redusert i perioden. Utsettinger av fisk gjør det også vanskelig å vurdere bidraget fra naturlig reproduksjon. Stort antall 0+ i 2001 og i 2003 skyldes imidlertid med stor sikkerhet ikke utsettingene (Larsen *et al.* 2004). Et annet forhold er at det i større elver bare er mulig å avfiske områdene nær land, slik at resultatene derfor vil måtte referere til en begrenset del av elva nær land. Dersom vannføring og derved det område som undersøkes ikke er det samme i ulike år, kan det påvirke resultatet i det størrelsen på totalt vanndekket areal vil variere med vannføringen. I tillegg kan også substrat og vannhastighet variere med vannføringen. De til dels store årlige variasjonene i fisketetthet i Frafjordelva kan skyldes slike forhold. Høy vannføring gir større spredning av fisken og derved lavere

tetthet pr. arealenhet (Saksgård og Heggberget 1990), mens forholdet blir motsatt ved lav vannføring (Jensen og Johnsen 1988). 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 ulike år lar seg ikke diskutere. Undersøkelsen i 2008 ble imidlertid gjennomført ved noe høyere vannføring enn i 2006 og 2007.

Bestandstettheten i ulike år 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). Denne beregningsmåten gjør det ikke mulig å 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 først ble fanget 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 tida før kalking blitt fanget laks i elva, men det har ikke vært vellykket reproduksjon før høsten 1993. Igangsettingen av hovedstasjonen 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 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+ laks etter 1999 på et nivå på 30-60 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av eldre laksunger har også hatt en positiv utvikling, og synes stabilisert på et akseptabelt nivå.



Stasjon 8 (fiskeundersøkelser) i Frafjordelva.

FOTO: S.J. SALTVEIT

Det ble funnet laksunger, både årsunger (0+) og eldre, på alle stasjonene i 2008. Tettheten av årsunger var noe høyere enn i 2007, men ikke statistisk signifikant. For både 2007 og 2008 var tettheten lavere enn i de fleste andre år på 2000-tallet. En tilsvarende tetthet av 0+ laks ble beregnet i 2002 og for 0+ har det vært en gradvis reduksjon i tetthet på 2000-tallet fra ca. 50 til nå ca. 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De tettheter av 0+ laks som er beregnet i 2002 (32 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) ga imidlertid opphav til den nest høyeste tettheten av eldre fisk (i 2003) som er funnet i elva. Tettheten av eldre laksunger i 2008 var også blant de høyeste som er beregnet, dette til tross for at tettheten av 0+ laks i 2007 var blant de laveste. Sett i forhold til dette er det ingen grunn til bekymring for at de lavere 0+ laks tettheter i 2007 og 2008 skal medføre reduksjon i tetthet av eldre fisk. Tettheten av eldre fisk økte faktisk i 2007 og videre i 2008, som var den tredje høyeste tetthet av eldre laksunger beregnet i undersøkelsesperioden. Sett i forhold til tidligere år må både 0+ tettheten og tettheten av eldre laksunger i 2008 derfor karakteriseres som tilfredsstillende.

Utviklingen i tetthet av årsunger gir ingen grunn til bekymring. Det er ingen sammenheng mellom tetthet av 0+ et år og påfølgende års tetthet av eldre fisk. De høyeste beregnede tettheter av eldre laksunger har vært ca. 40-50 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens den de fleste år har vært ca. 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. En økning i 0+ tetthet ut over den som beregnes de fleste år på 2000-tallet vil sannsynligvis ikke føre til økt antall smolt. Tiltak som kan bidra til økt overlevelse fra 0+ til eldre og derved øke produksjonen av smolt, vil kunne være et viktig tiltak. Frafjordelva har store områder med sand og grus som er lite egnet som oppvekstområde for eldre fiskeunger.

Det er satt ut laksunger i Frafjordelva i mange år, men det er generelt usikkert hvordan fordelingen er mellom utsatt og naturlig produsert yngel i vassdraget (Larsen *et al.* 2006). I de senere år har antall utsatt fisk også vært relativt høyt. Utsettinger gjør det vanskelig å vurdere effekten av kalking på naturlig reproduksjon (overlevelse av rogn og yngel). I tillegg benyttes gytefisk i produksjon av utsatt fisk, og uttak av gytefisk fra elva går derved på bekostning av naturlig reproduksjon. Det er dokumentert at utsettinger sjelden bidrar til økt avkastning (Fjellheim og Johnsen 2001, Saltveit 2006).

Årsunger (0+) av ørret ble fanget på 7 stasjoner og var som i 2007 ikke tilstede på de tre nederste. Tettheten var generelt lav på de stasjoner der 0+ ørret ble påvist. Det var også bare eldre ørretunger på 7 av stasjonene. Det var spesielt lite eldre ørretunger på de nederste stasjonene. Stasjon 4 og stasjon 10 skiller seg ut med relativt høye tettheter av eldre ørretunger.

Selv om det var en liten økning i tetthet av både 0+ og eldre ørretunger i forhold til tettheten i 2007, må tettheten av ørret totalt sett regnes som svært lav. Tettheten av 0+ er blant de laveste som er beregnet i hele perioden, mens det bare er 2001 og 2004 som har høyere tetthet av eldre ørretunger enn i 2008. De høyeste tetthetene av ørretunger ble funnet i 1994 og 1995, dvs. før kalking (Larsen *et al.* 2006), og ørretunger ble da funnet på alle stasjonene. Deretter dokumenteres en reduksjon i tetthet og i utbredelse. Det har lenge vært en nedgang i tetthet av ørretunger i Frafjordelva, som sammen med nedgangen i fangst av sjørret gir grunn til bekymring for bestanden.

Frafjordelva var tidligere 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. Fangsten av laks har økt, og synes å ha stabilisert seg på et nivå rundt ca. 0,5 til 1 tonn. Fangsten av laks i 2007 var imidlertid den laveste på ti år. Sjørret utgjorde en langt større andel av fangstene før kalking enn det sjørret nå gjør, men nedgang i andel sjørret skyldes mye at laks før kalking nærmest var borte fra vassdraget. Imidlertid fanges det nå også langt mindre sjørret i elva og fangstene er på et historisk lavmål, dette til tross for at det ble registrert en svak økning i 2007. De første årene etter kalking utgjorde ørret 40 til 60 % av fangstene, mens andelen nå er nede i ca 8 %.



# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### 4.1.1 Vannkjemisk

Vannkvaliteten i Frafjordelva i 2008 er ikke helt tilfredsstillende ved hovedstasjonen på den anadrome strekningen i forhold til vannkvalitetsmålet. Enkelte pH-verdier var marginale i forhold til vannkvalitetsmålet, og 19 % av målingene lå under pH-målet minus 0,1 pH-enheter. Utover sommeren måles høye pH-verdier sammenlignet med vannkvalitetsmålet, og totalt ligger 28 % av målingene over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter ved hovedstasjonen i Frafjordelva.

Vannkvaliteten på målestasjonen nedenfor kalkdosereren i Måna var stort sett tilfredsstillende i 2008 i forhold til vannkvalitetsmålet. Totalt lå 6 % av pH verdiene under pH-målet minus 0,3 pH-enheter. Det er stor usikkerhet omkring prøvetakingen/analysene ved de to stasjonene i Måna (Lok. 2 og 3), spesielt stasjonen ovenfor doserer. 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 vannkjemikontrollen og effektkontrollen ved Lok. 3 viser svært sprikende resultater fra prøver tatt samme dato. I Brålandselva var pH i 2008 forholdsvis høy gjennom hele året. 6 % lå under pH-målet minus 0,3 pH-enheter, mens hele 72 % lå tilsvarende over målet.

### 4.1.2 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. Det er imidlertid en reell nedgang i sjørretfangst, som nå er på et lavmål. Dette gir grunn til bekymring for ørretbestanden. Tellingene av gytefisk i Frafjordelva viser også at antallet sjørret er lavt, mens tellingene gir en indikasjon på at det var en svært bra gytebestand av villaks i 2008. Utviklingen kan tyde på at kalking forskyver konkurranseforholdet mellom de to artene, men også forhold i sjøen, som for eksempel lakselus, kan ha ulik effekt på artene.

Tettheten av 0+ laks må kunne karakteriseres som tilfredsstillende, selv om det var en reduksjon i denne fra 2006. 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 eller at disse oppholder seg på områder i elva som ikke dekkes av undersøkelsen og derved blir underestimert.

Det settes ut laks i elva, og dette gir en usikkerhet med å vurdere effekten av kalking. Dette skyldes ikke bare det forhold at den utsatte fisken ikke lar seg skille fra naturlig reprodusert fisk, men også det forhold at gytefisk benyttes i produksjon av utsatt fisk, og derved går på bekostning av naturlig reproduksjon. Den utsatte fisken settes også på anadrom 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.

## 4.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Overvåkingen av kalkdosereren i Måna viser at driften er svært ustabil. Det har tidligere vært uheldige drifts-avbrudd, 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 doserereren spesielt. Dosereren i Brålandselva ser ut til å ha fungert godt i 2008.

## 5 Referanser

- DNMI 2009. Nedbørmengder for 2008 fra meteorologisk stasjon Vigmostad, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Fjellheim A. & Johnsen B.O. 2001. Experiences from stocking salmonid fry and fingerlings in Norway. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75, 20–36.
- 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 ørret 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.
- 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.
- 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 forureningsovervåking. Rapport 256/86. 199 s.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi

Fraffjordelva 2008. Lok. 1 Hovedstasjon (prøver analysert ved Analysesenteret i Trondheim)

Prøve-dato	Kond mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot-AI µg/l	Tm-AI µg/l	Om-AI µg/l	U-m-AI µg/l	Pl-k-AI µg/l	TOC mgC/l	ANC µekv/l	Tot P µg/l	Tot N µg/l
08-01-08	2,4	6,21	33	1,01	0,34	2,18	0,56	1,35	3,76	270	130	21	18	3	109	1,5	33	22,1	420
04-02-08	3,7	5,77	13	1,14	0,57	4,27	0,37	1,52	7,99	210	122	23	18	5	99	1,7	25	1,9	260
03-03-08	3,3	6,43	34	1,40	0,48	3,37	0,18	1,26	6,78	100	84	16	14	2	68	0,7	34	0,9	120
25-03-08	3,7	6,50	54	1,75	0,48	3,30	0,49	1,70	5,98	320	60	10	<6	5	50	0,9	54	0,5	410
07-04-08	3,0	6,23	38	1,50	0,42	3,11	0,28	1,55	5,46	230	73	20	17	3	53	1,5	48	0,5	330
16-04-08		6,38	58	1,82							71	15	9	6	56				
21-04-08	3,3	6,50	60	1,80	0,45	2,91	0,44	1,67	5,39	310	65	16	9	7	49	1,3	54	0,5	390
28-04-08		6,48	40	1,15							81	20	16	4	61				
06-05-08	2,3	6,27	27	0,96	0,33	2,46	0,15	1,17	4,02	190	78	16	12	4	62	1,4	34	1,0	250
13-05-08		6,38	29	0,89							68	14	10	4	54				
19-05-08		6,48	44	1,14							63	13	6	7	50				
26-05-08	1,9	6,66	51	1,27	0,22	1,80	0,11	0,96	2,73	110	57	10	7	3	47	0,7	57	1,2	160
09-06-08	1,3	6,43	31	0,82	0,16	1,23	0,11	0,75	1,81	85	40	10	7	3	30	0,6	37	0,5	130
07-07-08	1,2	6,52	36	0,88	0,14	1,12	0,06	0,69	1,68	46	36	12	9	3	24	1,3	40	0,5	66
01-09-08	2,2	6,23	36	1,52	0,30	1,76	0,25	1,05	2,84	520	79	16	12	4	63	2,0	44	2,3	650
06-10-08	1,7	6,16	20	0,67	0,25	1,93	0,12	1,02	2,80	97	109	40	34	6	69	2,3	33	2,3	240
20-10-08	1,7	6,16	20	0,66	0,24	1,83	0,09	0,90	3,08	47	95	36	28	8	59	1,9	25	1,7	130
03-11-08	3,3	6,16	50	2,17	0,46	2,44	0,57	1,67	4,35	800	62	23	15	8	39	1,7	51	1,1	900
17-11-08	1,9	5,98	19	0,70	0,27	2,12	0,14	0,9269	3,56	130	81	31	22	9	50	3,7	23	2,2	200
08-12-08	3,8	6,16	71	2,66	0,46	2,57	0,83	1,8239	4,73	830	48	14	10	4	34	1,6	72	1,3	940
<b>Snitt</b>	2,5	6,25	38	1,30	0,35	2,40	0,30	1,25	4,19	268	75	19	14	5	56	1,6	42	2,5	350
<b>St.dev.</b>	0,9	0,21	15	0,54	0,13	0,84	0,22	0,37	1,78	246	25	8	7	2	20	0,8	14	5,3	267
<b>Median</b>	2,4	6,33	36	1,15	0,34	2,31	0,22	1,21	3,89	200	72	16	12	4	53	1,5	39	1,2	255
<b>Min.</b>	1,2	5,77	13	0,66	0,14	1,12	0,06	0,69	1,68	46	36	10	<6	2	24	0,6	23	0,5	66
<b>Max.</b>	3,8	6,66	71	2,66	0,57	4,27	0,83	1,82	7,99	830	130	40	34	9	109	3,7	72	22,1	940

**Frafjordelva 2008. Lok. 1 Hovedstasjon**  
(analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	2,61	6,17	1,15
04-02-08	3,66	6,11	1,43
18-02-08	4,25	6,20	2,42
25-02-08	2,99	6,25	1,08
03-03-08	4,01	6,21	2,10
10-03-08	3,36	6,20	1,26
17-03-08	3,98	6,17	2,38
25-03-08	3,63	6,33	2,05
31-03-08	3,29	6,46	1,81
07-04-08	3,01	6,28	1,56
14-04-08	3,79	6,25	2,68
21-04-08	3,30	6,34	1,83
28-04-08	2,66	6,48	1,19
06-05-08	2,31	6,36	0,99
13-05-08	1,86	6,47	0,96
19-05-08	1,91	6,50	1,25
26-05-08	1,89	6,74	1,35
09-06-08	1,30	6,52	0,82
23-06-08	1,41	6,30	0,69
07-07-08	1,70	6,70	1,27
21-07-08	1,20	6,30	0,70
04-08-08	3,10	6,40	2,90
20-08-08	1,90	6,30	1,30
01-09-08	2,20	6,30	1,40
15-09-08	3,50	6,00	3,14
29-09-08	2,30	6,30	1,59
13-10-08	1,50	6,10	0,44
27-10-08	1,90	5,80	0,64
10-11-08	1,90	5,80	0,58
24-11-08	3,10	5,80	1,90
08-12-08	5,60	5,70	5,58
22-12-08	2,40	6,10	1,15
<b>Snitt</b>	2,74	6,18	1,61
<b>St.dev.</b>	1,02	0,24	1,00
<b>Median</b>	2,64	6,29	1,33
<b>Min.</b>	1,20	5,70	0,44
<b>Max.</b>	5,60	6,74	5,58

**Frafjordelva 2008. Lok 2 Måna nedenfor kalkdoserer**  
(analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	2,63	6,23	1,13
04-02-08	3,84	5,69	1,14
18-02-08	3,59	6,24	1,53
25-02-08	2,84	6,20	0,96
03-03-08	3,30	6,60	1,37
10-03-08	3,56	5,84	1,70
17-03-08	3,00	6,51	1,42
25-03-08	3,28	6,59	1,72
31-03-08	3,03	6,99	2,18
07-04-08	2,63	6,72	1,56
14-04-08	2,84	6,68	1,63
21-04-08	2,73	6,69	1,45
28-04-08	2,69	6,82	1,65
06-05-08	2,16	6,39	0,88
13-05-08	1,73	6,50	0,86
19-05-08	1,71	6,81	1,29
26-05-08	1,77	7,00	1,49
09-06-08	1,20	6,45	0,78
23-06-08	1,22	6,46	0,71
07-07-08	1,30	6,90	0,64
21-07-08	1,00	6,70	0,70
04-08-08	1,40	6,50	1,60
20-08-08	1,30	6,40	0,90
01-09-08	1,10	6,50	0,72
15-09-08	1,30	6,30	0,85
29-09-08	1,60	6,00	1,03
13-10-08	1,40	6,10	0,49
27-10-08	1,70	5,90	0,58
10-11-08	2,20	6,30	0,93
24-11-08	1,90	6,00	0,66
08-12-08	1,80	5,90	0,79
19-12-08	2,10	6,10	0,78
<b>Snitt</b>	2,18	6,27	1,13
<b>St.dev.</b>	0,84	0,35	0,43
<b>Median</b>	2,00	6,46	0,99
<b>Min.</b>	1,00	5,69	0,49
<b>Max.</b>	3,84	7,00	2,18

Frafjord 2008. Lok 3 Måna ovenfor kalkdoserer (prøver analysert ved Analytesenteret i Trondheim)

Prøve-dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	Tot-AI	Tm-AI	Om-AI	Um-AI	Pl-AI	TOC	ANC	Tot P	Tot N
	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
08-01-08	2,3	6,35	47	1,29	0,33	1,93	0,27	1,35	3,32	240	73	13	10	3	60	0,9	43	1,6	340
04-02-08	3,7	6,07	30	1,43	0,61	3,84	0,37	1,55	7,38	250	64	11	10	1	53	1,3	38	0,9	340
03-03-08	3,8	6,27	50	1,98	0,57	3,45	0,48	1,73	6,78	350	84	21	15	6	63	1,1	54	4,0	420
25-03-08	3,3	6,59	43	1,64	0,40	3,32	0,15	1,26	6,38	170	48	9	7	2	39	0,6	43	0,5	170
07-04-08	2,6	6,59	45	1,42	0,34	2,72	0,13	1,23	4,67	140	84	20	18	2	64	1,2	52	0,5	190
21-04-08	2,7	6,70	50	1,46	0,35	2,53	0,13	1,29	4,90	120	74	14	12	2	60	1,1	40	0,5	130
06-05-08	2,2	6,20	23	0,85	0,30	2,38	0,14	1,14	3,82	200	78	15	11	4	63	1,0	28	0,5	250
09-06-08	1,2	6,35	30	0,77	0,13	1,13	0,08	0,69	1,59	75	36	13	10	3	23	0,5	35	0,5	100
07-07-08	1,7	6,57	45	1,15	0,21	1,45	0,20	0,93	2,18	160	42	12	9	3	30	1,2	50	1,1	220
01-09-08	1,3	6,39	30	0,77	0,16	1,35	0,06	0,87	1,87	56	76	24	15	9	52	2,1	37	1,4	140
06-10-08	1,6	6,06	20	0,71	0,23	1,70	0,11	0,93	2,53	130	111	41	33	8	70	2,2	31	2,2	290
20-10-08	1,8	6,00	19	0,67	0,25	2,02	0,11	0,99	3,21	74	95	37	29	8	58	1,8	28	1,5	170
17-11-08	1,5	5,92	12	0,47	0,19	1,70	0,09	0,72	2,84	54	71	31	20	11	40	3,5	16	1,7	110
08-12-08	1,9	6,24	26	0,86	0,22	1,85	0,10	0,93	3,50	92	32	11	7	4	21	0,5	19	1,0	130
<b>Snitt</b>	2,3	6,25	33,6	1,11	0,31	2,24	0,17	1,11	3,93	151	69	19	15	5	50	1,4	37	1,3	214
<b>St.dev.</b>	0,9	0,24	12,8	0,44	0,14	0,83	0,12	0,31	1,85	86	23	10	8	3	16	0,8	12	1,0	100
<b>Median</b>	2,1	6,31	30,0	1,01	0,28	1,98	0,13	1,06	3,41	135	74	15	12	4	55	1,2	37	1,1	180
<b>Min.</b>	1,2	5,92	12,0	0,47	0,13	1,13	0,06	0,69	1,59	54	32	9	7	1	21	0,5	16	0,5	100
<b>Max.</b>	3,8	6,70	50,0	1,98	0,61	3,84	0,48	1,73	7,38	350	111	41	33	11	70	3,5	54	4,0	420

**Frafjord 2008. Lok. 3** Måna ovenfor kalkdoserer  
(analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	2,35	6,26	0,97
04-02-08	3,30	5,88	0,92
18-02-08	3,28	5,94	1,07
25-02-08	2,78	6,04	0,87
03-03-08	3,23	6,03	0,92
10-03-08	2,82	5,77	0,65
17-03-08	2,72	5,95	0,81
25-03-08	2,73	5,81	0,79
31-03-08	2,06	5,97	0,61
07-04-08	2,24	5,77	0,73
14-04-08	3,39	5,75	1,02
21-04-08	2,32	5,78	0,57
28-04-08	2,25	5,70	0,54
06-05-08	2,03	5,57	0,46
13-05-08	1,61	5,93	0,59
19-05-08	1,44	6,09	0,62
26-05-08	1,35	6,01	0,48
09-06-08	0,95	6,23	0,36
23-06-08	1,35	6,39	1,00
07-07-08	1,00	6,30	0,37
21-07-08	0,90	5,80	0,60
04-08-08	1,30	6,10	0,60
20-08-08	1,10	5,90	0,30
01-09-08	1,20	5,90	0,25
15-09-08	1,10	6,00	0,26
29-09-08	2,20	7,10	1,96
13-10-08	1,20	5,70	0,40
27-10-08	3,80	9,30	17,30
10-11-08	3,90	8,20	8,45
24-11-08	3,60	8,50	6,02
08-12-08	1,80	6,20	1,03
19-12-08	2,60	6,70	2,01
<b>Snitt</b>	2,18	5,98	1,67
<b>St.dev.</b>	0,92	0,85	3,31
<b>Median</b>	2,22	5,99	0,69
<b>Min.</b>	0,90	5,57	0,25
<b>Max.</b>	3,90	9,30	17,30

**Frafjordelva 2008 Lok 4** Brålandselva nedenfor kalk-  
doserer (analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	2,84	6,31	1,24
04-02-08	3,16	6,33	1,17
18-02-08	3,29	6,50	1,42
25-02-08	3,44	6,99	1,85
03-03-08	3,36	6,53	1,33
10-03-08	3,23	6,52	1,29
17-03-08	3,54	6,98	2,06
25-03-08	3,39	6,67	1,75
31-03-08	2,80	6,97	1,94
07-04-08	3,06	6,65	1,71
14-04-08	3,63	7,93	3,35
21-04-08	2,92	6,67	1,51
28-04-08	2,87	6,88	1,65
06-05-08	2,43	6,84	1,35
13-05-08	1,99	6,90	1,35
19-05-08	1,86	6,75	1,22
26-05-08	1,76	6,83	1,22
09-06-08	1,12	6,32	0,56
23-06-08	1,22	6,17	0,54
07-07-08	1,10	6,60	0,38
21-07-08	1,00	6,20	0,40
04-08-08	1,40	6,80	1,30
20-08-08	1,30	6,60	0,90
01-09-08	1,30	6,50	0,73
15-09-08	1,40	6,50	1,09
29-09-08	1,40	6,30	0,85
13-10-08	1,20	6,30	0,38
27-10-08	1,60	5,60	0,39
10-11-08	1,70	5,60	0,44
24-11-08	1,90	6,10	0,77
08-12-08	1,80	5,90	0,94
19-12-08	2,00	6,00	0,69
<b>Snitt</b>	2,22	6,32	1,18
<b>St.dev.</b>	0,89	0,45	0,63
<b>Median</b>	1,95	6,53	1,22
<b>Min.</b>	1,00	5,60	0,38
<b>Max.</b>	3,63	7,93	3,35

**Frafjordelva 2008. Lok. 5 Brålandselva ovenfor kalkdoserer (analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)**

<b>Dato</b>	<b>Kond mS/m</b>	<b>pH</b>	<b>Ca mg/l</b>
21-01-08	2,75	5,44	0,68
04-02-08	3,07	5,32	0,65
18-02-08	3,07	5,37	0,62
25-02-08	3,02	5,19	0,54
03-03-08	3,19	5,27	0,57
10-03-08	3,10	5,32	0,53
17-03-08	3,00	5,42	0,60
25-03-08	3,07	5,39	0,70
31-03-08	2,28	5,52	0,56
07-04-08	2,74	5,38	0,59
14-04-08	2,62	5,55	0,62
21-04-08	2,62	5,43	0,56
28-04-08	2,50	5,27	0,44
06-05-08	2,12	5,30	0,32
13-05-08	1,65	5,40	0,27
19-05-08	1,55	5,51	0,25
26-05-08	1,44	5,50	0,25
09-06-08	1,04	5,65	0,19
23-06-08	1,16	5,62	0,27
07-07-08	1,00	6,20	0,33
21-07-08	0,90	5,90	0,40
04-08-08	1,10	6,00	0,40
20-08-08	1,10	6,00	0,30
01-09-08	1,10	6,00	0,25
15-09-08	1,10	5,90	0,29
29-09-08	1,20	5,80	0,37
13-10-08	1,10	5,80	0,31
27-10-08	1,60	5,40	0,33
10-11-08	1,70	5,50	0,34
24-11-08	1,80	5,50	0,41
08-12-08	1,70	5,40	0,47
19-12-08	2,00	5,40	0,39
<b>Snitt</b>	1,98	5,49	0,43
<b>St.dev.</b>	0,80	0,26	0,15
<b>Median</b>	1,75	5,47	0,40
<b>Min.</b>	0,90	5,19	0,19
<b>Max.</b>	3,19	6,20	0,70

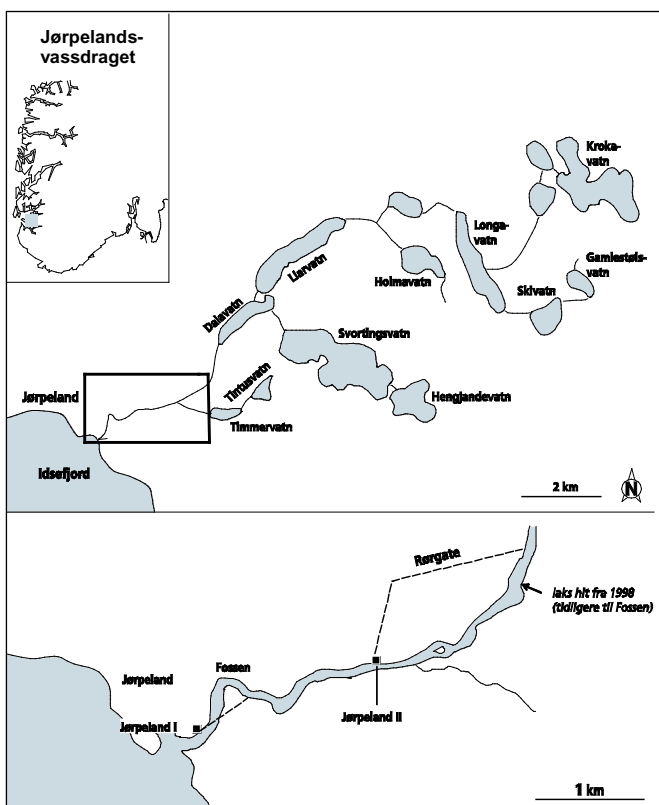
# Jørpelandsvassdraget

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke:	032.Z., Rogaland
Kartreferanse, utløp:	3303-65458, kartblad 1213 III
Areal, nedbørfelt:	79,9 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	78,0 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	6,2 m <sup>3</sup> /s
Vassdragsregulering:	Reguleringsmagasiner i Svortingsvatn, Liarvatn og Dalavatn
Lakseførende strekning:	Ca. 3 km etter bygging av fisketrapp i Jørpelandfossen
Kalking:	Siden 1995



Figur 1.1. Jørpelandsvassdraget med nedbørfelt.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Laksestammen ble karakterisert som truet før kalking (Enge og Nordland 1994).
Kalkingsplan:	Jfr. Kaste <i>et al.</i> 1995 (inneholder hydrologiske og kjemiske grunnlagsdata, samt oversikt over reguleringer og sentrale referanser). Kalkingsplan for innsjøer er utarbeidet av Espen Enge, FM i Rogaland.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/5: pH 6,2, 1/6-14/2: pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Vassdraget har i perioden 1995-2005 blitt avsyret ved hjelp av kalking i 13-19 innsjøer. De tre siste årene er ni innsjøer kalket.

Sommeren 2008 ble 9 innsjøer i Jørpelandsvassdraget kalket. Et tilsvarende antall innsjøer ble kalket i de to foregående årene, sammenliknet med 13-19 innsjøer i perioden 1995-2005. Grunnet reduksjonen i antall kalkede innsjøer ble kalkingsinnsatsen redusert med 35% fra 2005 til 2006. I 2007 ble kalkingsinnsatsen ytterligere redusert med 4% sammenliknet med år 2006, deretter holdt uendret i 2008. Det siste året ble det benyttet 245,5 tonn BioKalk som er en flytende kalkslurry med 67 vekt% CaCO<sub>3</sub> og generelt bedre oppløsningssegenskaper enn kalkstein-smel. Kalkforbruket i 2008 utgjør 164 tonn, omregnet til CaCO<sub>3</sub> (**Tabell 1.1**). Kalkingsdataene er innhentet fra Fylkesmannen i Rogaland ved miljøvernavdelingen.

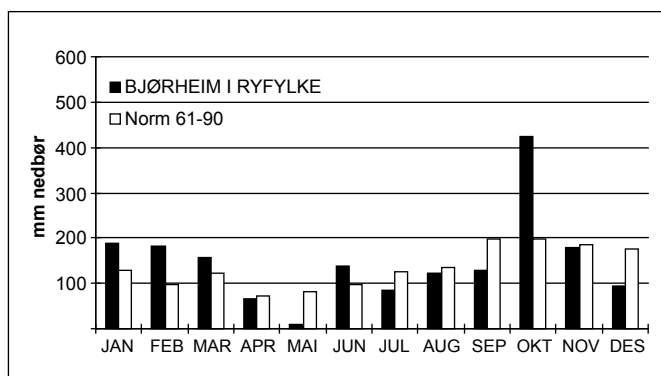


**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn  $\text{CaCO}_3$  (100% kalk) i Jørpelandsvassdraget for perioden 2004-2008.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Antall innsjøer	15	15	9	9	9
Sum forbruk av $\text{CaCO}_3$	204	264	172	164	164

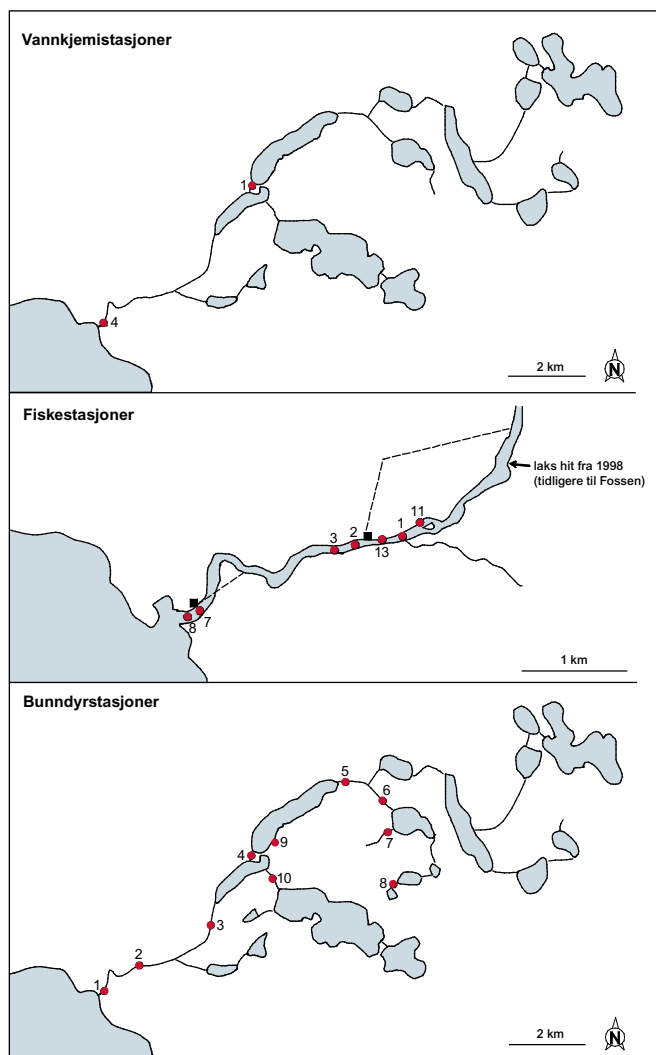
### 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon: 45600 Bjørheim  
 Årsnedbør 2008: 1773 mm  
 Normalt: 1615 mm  
 % av normalen: 110



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 sammenholdt med normal nedbør (1961-1990) ved meteorologisk stasjon Bjørheim (met.no 2009).

### 1.4 Stasjonsoversikt



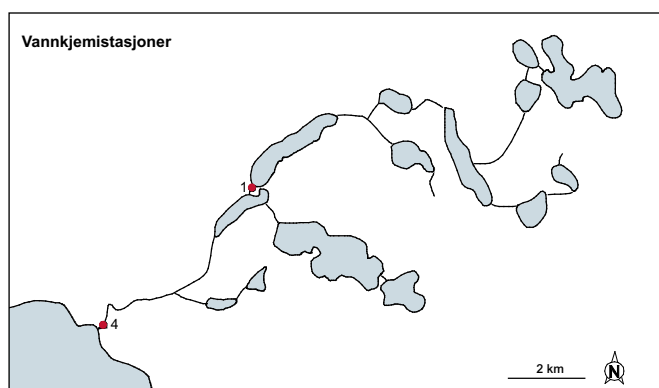
**Figur 1.3.** Prøvetaksstasjoner for vannkjemi (øverst), fisk (midten) og bunndyr (nederst) i Jørpelandsvassdraget. Bunndyr ble ikke undersøkt i 2008.

# 2 Vannkjemi

Forfattere: A. M. Smelhus Sjøeng, L. B. Skancke og  
Ø. Kaste, NIVA  
Prøvetaker: Trond Leirflåt, Strand kommune

Vannkvaliteten i Jørpelandsvassdraget er overvåket siden 1995 (**Figur 2.1**). Før kalkingen ble igangsatt høsten 1995 var Jørpelandsvassdraget surt og hadde liten bufferkapasitet mot ytterligere forsurening. Sidevassdraget fra Svortingsvatn var sterkest forsuret, med pH-verdier i underkant av 5,0 og høye konsentrasjoner av giftig, labilt aluminium (LAI). Hovedgrenen fra Liarvatn utgjør omlag 70 % av Jørpelandsvassdraget, men var ikke fullt så sur som Svortingsvatn-grenen. Vannkvaliteten i nedre del av hovedvassdraget domineres vanligvis av avrenningen fra Liarvatn, men i perioder med overløp eller tapping fra Svortingsvatn kan blandingsforholdet mellom de to vassdragsgrenene forskyves.

De to vannkjemistasjonene i vassdraget har relativ lik vannkjemi. Den klare sesongvariasjonen med de laveste pH-verdiene om våren skyldes trolig en kombinasjon av stor avrenning om våren grunnet mye nedbør, snøsmelting samt mulighet for akkumulering av surt vann oppunder isen i de kalkede innsjøene. Det var en liten økning i kalkingsinnsatsen i innsjøene hvert år i perioden 2003-2005, men i de tre påfølgende årene ble seks færre innsjøer kalket slik at innsatsen ble redusert med om lag 35 %. I 2007 og 2008 er det brukt ca. 246 tonn Biokalk per år fordelt på ni innsjøer, hvilket utgjør en ytterligere reduksjon på 4 % fra 2006.



**Figur 2.1.** Prøvetakingsstasjoner for i Jørpelandsvassdraget.

## Utløp Liarvatn (St. 1)

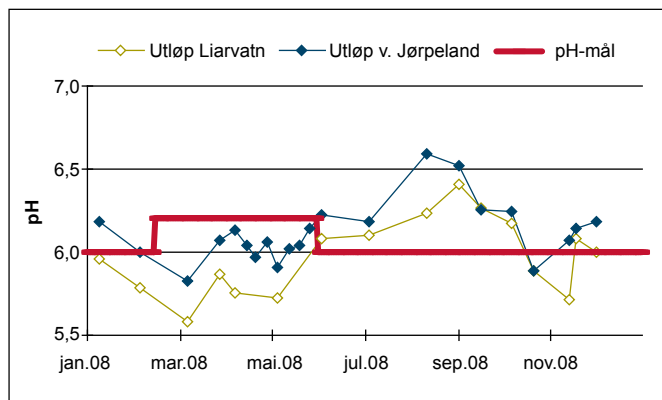
I første halvår 2008 hadde seks av syv stikkprøver pH-verdi  $< 6,00$  (**Figur 2.2**). Laveste pH (5,58) ble målt 7. mars, og dette er også den laveste verdien som er målt den siste femårsperioden (**Figur 2.3**, øverst). For øvrig lå pH-verdiene i intervallet 5,7-6,4, noe som gav et årsmiddel på 5,92 (**Tabell 2.1**). Innholdet av kalsium (Ca) på denne stasjonen var noe redusert i forhold til året før, mens giftig, labilt aluminium (LAI) var tilnærmet uendret. Maksimalverdien for denne parameteren var  $16 \mu\text{g/L}$  i 2008, og de høyeste verdiene var i stikkprøver tatt første halvår.

## Utløp ved Jørpeland (St. 4)

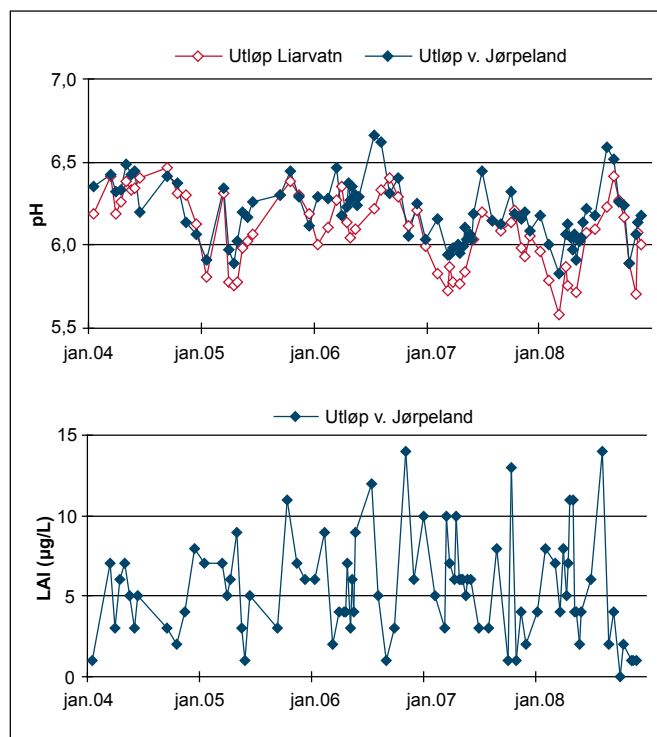
Ved denne stasjonen lå pH-verdiene i 2008 i intervallet 5,83-6,59. Som for tidligere år, lå gjennomsnittsverdien for pH noe høyere her (6,09) enn ved utløpet av Liarvatn (**Figur 2.3**, øverst). Tilsvarende mønster mellom de to stasjonene gjelder også for Ca og alkalinitet (**Tabell 2.1**). Stasjon 4 ligger på lakseførende strekning (**Figur 2.1**), og i smoltifiseringsperioden (15/2-31/5) er kvalitetsmålet for denne delen av elva satt til  $\text{pH} \geq 6,2$ . I motsetning til i 2006 da alle stikkprøvene i denne tidsperioden hadde pH-verdier på eller over målverdien, var det i 2007 og 2008 ingen prøver som oppfylte målet for smoltifiseringsperioden (**Figur 2.2**). Det største avviket fra målet ( $-0,37 \text{ pH-enheter}$ ) ble målt i prøven fra 7. mars. Denne prøven hadde samtidig årets høyeste konsentrasjon av klorid (Cl), og negativ verdi for ikke-marin natrium, hvilket kan tyde på en mindre sjøsaltepisode i vassdraget. DNs vannkjemikontroll-prosjekt har normalt en tettere prøvetakingsfrekvens i Jørpelandsvassdraget og kunne trolig gitt et bedre bilde av pH-utviklingen på begynnelsen av dette året, men vassdraget var ikke inkludert i denne ordningen i 2008. Etter smoltifiseringsperioden lå pH-verdiene på eller godt over pH-målet, med unntak av prøven tatt 21. oktober som hadde pH på 5,89 (**Figur 2.2**). Den høye pH-verdien i august-prøven kan skyldes liten vannføring i tiden før prøvetakingen.

Verdiene for labilt aluminium i stikkprøvene i smoltifiseringsperioden var relativt lave også i 2008, med en maksimalverdi på  $11 \mu\text{g/L}$  (**Figur 2.3**, nederst). I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche-Solheim *et al.* 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene ligger  $11 \mu\text{g/L}$  labilt aluminium på "moderat" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.

Kalsiumkonsentrasjonene hadde større spredning enn året før, og lå i intervallet 0,67-1,27 mg/L (**Tabell 2.1**). Dette ga en noe lavere middelvei for året på 0,90 mg Ca/L. Maksimalverdien for totalt organisk karbon (TOC) var noe lavere enn foregående år, på 3,5 mg/L. Årsgjennomsnittet av TOC for de 16 prøvene fra 2008 var på 2,0 mg/L.



**Figur 2.2.** Utvikling i pH i 2008 ved de to vannkjemistasjonene i Jørpelandsvassdraget sammenholdt med pH-målet for vassdraget.



**Figur 2.3.** Utvikling i pH (øverst) og labilt aluminium (nederst) i Jørpelandsvassdraget for perioden 2004-2008.

**Tabell 2.1.** Middell-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), Alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	ANC µekv/L
101-1	Liarvatn, utløp	Mid	5,92	0,73	18	6		
		Min	5,58	0,61	3	0		
		Max	6,41	0,87	32	16		
		N	16	16	16	16		
101-4	Utløp ved Jørpeland, Osen	Mid	6,09	0,90	20	5	2,0	34
		Min	5,83	0,67	8	0	1,3	12
		Max	6,59	1,27	38	14	3,5	52
		N	22	22	22	22	16	16

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup> og Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, UiO

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning

## 3.1 Innledning

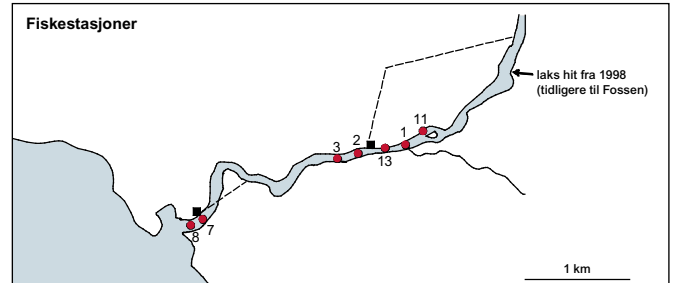
Bestanden av laks og sjørret har vært liten i Jørpelandselva fra begynnelsen av 1980-tallet (Larsen *et al.* 2006). Ved ungfiskundersøkelser i 1989 og 1992-94 ble det funnet lave tettheter av fiskeunger (Persson 1993, Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999). En fysisk kartlegging av vassdraget har konkludert med at det er så begrensede gyteområder i vassdraget at dette begrenser den naturlige produksjonen i deler av vassdraget (Lund *et al.* 2006). Forsuring og ustabil vannkvalitet ble trukket fram som hovedårsak, og fra og med 1995 er vassdraget blitt kalket (innsjøkalking). Elva er også regulert. Ovenfor kraftstasjonen, som ligger 2 km fra munningen, har elva redusert vannføring, mens vannføringen nedenfor er styrt av driften av kraftverket.

I forbindelse med kalkingstiltakene i Jørpelandselva ble det i 1995 igangsatt en overvåking av ungfiskbestanden av laks og ørret (Larsen 1998). Antall stasjoner ble redusert i 2001 og i 2002 ble vassdraget tatt ut av det nasjonale overvåkingsprogrammet og derved ikke undersøkt. I 2003 var elva igjen inne i overvåkingsprogrammet. I 2005 ble det gjort supplerende undersøkelser ovenfor Jørpeland kraftverk med fiske på to nye stasjoner på strekningen med restvannføring. Disse er ikke undersøkt etter 2006. Ungfiskundersøkelser er ikke rapportert for 2007.

Anadrom strekning er bare 3 km og hele strekningen er berørt av reguleringen (se ovenfor). Opprinnelig var elva lakseførende bare opp til Jørpelandsfossen (Fossen), en strekning på 1 km. I 1998 ble en strekning på ytterligere 2 km gjort tilgjengelig gjennom en ny fisketrapp i Fossen, og laks kan nå passere forbi Jørpeland kraftverk og opp til Selmork.

Siden 1993 er det årlig satt ut 7000–75 000 plomme-sekkkyngel eller startfåret laksyngel i elva (se Tabell 3.1 i Larsen *et al.* 2006). Det meste settes vanligvis ut på anadrom strekning ovenfor Fossen, men i 2004 og 2005 ble det også satt ut betydelige mengder nedenfor Fossen. I 2007 ble det satt ut 4 - 5000 yngel i den nedre del av elva, mens det i 2008 ikke ble satt ut fisk.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 6 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i første uke i november 2008 (Figur 3.1). For mer utførlig beskrivelse av metodikk vises det til foran i rapporten.



Figur 2.1. Jørpelandselva med lokaliteter for innsamling av fisk.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfiskundersøkelser

I 2008 ble det fanget til sammen 79 laksunger og 108 ørretunger (Tabell 3.1). Antallet må karakteriseres som svært lavt. Spesielt gjelder det laks, der antallet var halvparten av det som ble fanget i 2006, mens antall ørret var langt høyere i 2008 enn i 2006. Laks- og ørretunger ble påvist på alle stasjonene. Av andre fiskearter ble det fanget ål i et lite antall. Det ble fanget to voksne sjørret på 25 og 31 cm på stasjon 1. Disse inngår ikke i estimatet av fisketetthet.

#### Laks

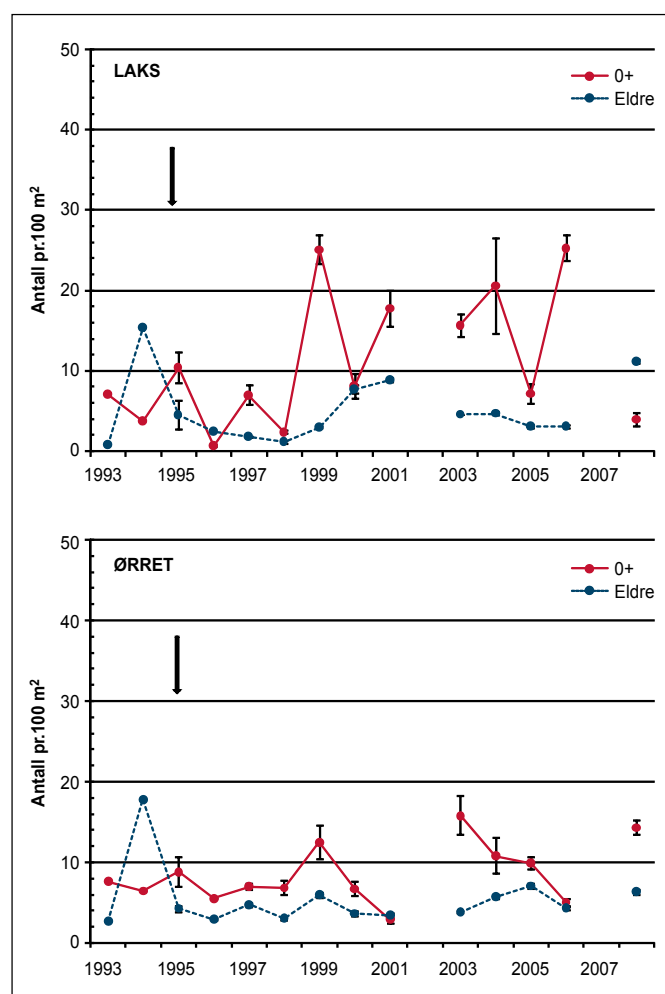
Den totale tettheten av årsunger av laks ble høsten 2008 beregnet til bare 4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Tettheten av eldre laksunger (1+ og 2+) var 11 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De absolutt høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 5, mens det ikke ble funnet 0+ laks på de tre øverste stasjonene, dvs. ovenfor Fossen (Tabell 3.1). Det ble ikke påvist eldre laksunger på stasjon 7. Tettheten av eldre laksunger på stasjon 8 må karakteriseres som høy og det var også relativt høye tettheter på stasjon 2 og 3.

#### Ørret

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til bare 14 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og tettheten var spesielt høy på de to nederste stasjonene (Tabell 3.1). Tettheten av eldre ørretunger var lav, kun 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Eldre ørretunger ble funnet på alle stasjonene. Den høyeste tettheten ble også her beregnet på stasjon 7 og 8 (Tabell 3.1).

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Jørpelandselva i november 2008.

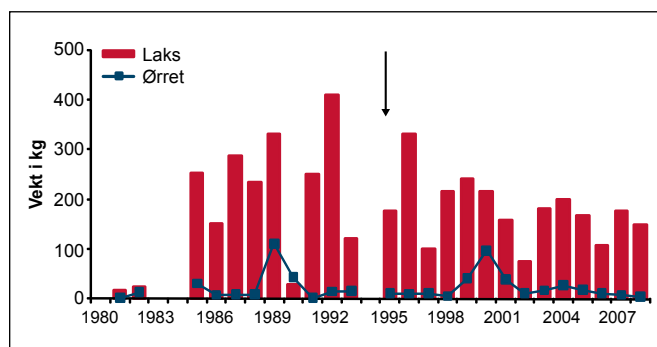
Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk				Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Skrubbe	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	95	4	8	0	0	0	4	1	8
2	92	19	6	0	1	0	22	4	2
3	111	15	19	0	1	0	15	14	3
5	100	27	9	0	0	18,8	10	12	1
7	125	1	48	0	0	1	0	26	16
8	22	13	18	0	3	2	53	77	10
Tot.	545	79	108	0	5	4 ± 1	11 ± 0,2	14 ± 1	6 ± 0,3
Gj.sn.						4 ± 5	17 ± 13	22,3 ± 18	7 ± 4



Figur 3.2. Beregnettetthet av laks- og ørretunger i Jørpelandselva i perioden 1993 til 2008. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006). Pil angir start på kalking.

### 3.2.2 Fangststatistikk

Statistikk over fangst av laks og sjørørret fra Jørpelandselva foreligger bare fra og med 1981. Fangstene av ørret er stort sett ubetydelige, og det er de fleste år tatt mindre enn 50 kg sjørørret (Figur 3.3). De høyeste fangstene av ørret kom i 1989 og 2000. Fangstene av laks er også små, men elva har en lakseførende strekning på bare 3 km. Det har imidlertid vært store årlige variasjoner i fangstutbyttet i perioden etter 1985, der de laveste fangstene av laks kom i 1990 og 2002. De største fangstene av laks har variert mellom 300 og 400 kg og de fleste av disse er fra perioden før kalking. Etter kalking er det bare i 1996 at fangsten er mer enn 300 kg. Fangsten av laks i 2008, 148 kg, var noe lavere enn i 2007. Fangsten av laks viser en nedadgående trend etter 1995. Det er også en klar negativ tendens i fangst av ørret. I 2008 ble det bare tatt 4 kg, som er en halvering i forhold til 2007.



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjørørret i Jørpelandselva i perioden 1980 til 2008. Pil angir start på kalking.

### 3.3 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske med elfiske og resultatene vil derfor referere seg til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter over år er derfor vanskelig, fordi vannføring og derved det arealet som undersøkes ikke er det samme. I en undersøkelse som analyserte ungfisktettheten i Jørpelandselva for perioden 1995-2004 i forhold til vannføringen, ble det konkludert med at den relativt lave ungfisktettheten ikke kunne forklares ved at elfisket ble utført på ugunstige vannføringer. Selv ved elfiske på lave vannføringer har ungfisktettheten ofte vært lav (Lund *et al.* 2006). Denne undersøkelsen konkluderte også med at den mest nærliggende faktoren til å forklare den dårlige utviklingen i ungfiskbestanden var dårlig vannkvalitet, men tap av fisk ved stranding under raske nedtappinger av vannmengden gjennom kraftverket kunne ikke utelukkes.

Antall elfiske stasjoner er redusert i løpet av årene vassdraget er undersøkt. Tettheten av årsunger av laks viser stor årlig variasjon. Tetthetene i 1996, 1998 og den som nå beregnes i 2008 var svært lave. Tettheten som beregnes i 2008, med bare 4,0 0+ laks pr. 100 m<sup>2</sup>, er den tredje laveste som er beregnet. Til sammenligning var tettheten i 2006 hele 25,6 ind. 0+ laks pr. 100 m<sup>2</sup>, og man må helt tilbake til 1999 for å finne en tilsvarende høy tetthet av 0+. I 2005 ble det til sammenligning bare beregnet 7,2 0+ laks pr. 100 m<sup>2</sup>, en av de laveste tettheter som er beregnet. Imidlertid ble det i 2005 fisket på to ekstra lokaliteter ovenfor kraftverket. På en av disse ble det ikke fanget fisk (Larsen *et al.* 2006). Sammenlignes 2005 med de samme lokalitetene som i 2006, gir dette likevel samme resultat for 2005. Driftsavbrudd i kraftverket sommeren 2005, med hurtige vannstandsreduksjoner og stranding av fiskeunger, trekkes fram som hovedårsak til de lave tettheter av 0+ i 2005 (Larsen *et al.* 2006). En tilsvarende reduksjon i tetthet dokumenteres ikke hos årsunger av ørret i 2005, til tross for at ørret var utsatt for de samme endringene i vannføring.

Den lave tettheten i 2000, som også var betydelig lavere enn i 1999, ble da forklart med bakgrunn i at det ble satt ut forskjellig mengde fisk i 1999 og 2000 nedenfor Fossen (Larsen *et al.* 2001). Imidlertid er forskjellene bare 5000 fisk, og forklarer neppe endringene i tetthet. Så lenge utsatt fisk ikke lar seg skille fra naturlig gytt fisk, vil det være usikkert hvor stor del av 0+ som stammer fra utsettingene og hvor stor del som er en følge av naturlig reproduksjon. I 2008 ble det imidlertid ikke satt yngel i elva, så alle årsunger stammer fra naturlig rekruttering.

Tettheten av årsunger i 2008 er den laveste tettheten som er beregnet for denne årsklassen siden 1998. Imidlertid kan noe av forklaringen ligge i at fisken, spesielt 0+, er vanskeligere å fange når vanntemperaturen er lav, og at det derved beregnes lave tettheter. Ett annet forhold som kan bidra til lavere tettheter av 0+, er at det i 2008 ikke ble satt ut yngel (0+) i elva. Undersøkelser i 2009 vil gi noen indikasjoner på om det har vært en rekrutteringsvikt i 2008 eller om de lavere tettheter skyldes endret habitatvalg hos 0+ ved lav tempertur. Basert på tidligere resultater er det ikke indikasjoner på at de lave 0+ tettheter i 2008 skal medføre en betydelig redusert tetthet av eldre fisk i 2009, men dette bør likevel dokumenteres slik at det kan treffes tiltak.

Tettheten av eldre laksunger i 2008 var 11,2 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er den høyeste tetthet som er beregnet siden elva ble kalket. Året før kalking ble det beregnet 15,4 eldre laks pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006). De høyeste beregnede tettheter av eldre laksunger etter kalking har hittil vært ca. 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i 2000 og 2001. Da data fra 2007 ikke er rapportert, er det vanskelig å si noe om årsaken til høy tetthet av eldre laksunger i 2008 skyldes høy rekruttering i 2007. Det er imidlertid ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger påfølgende år. De høyeste tettheter av eldre laksunger følger ikke år med høye 0+ tettheter. For eksempel ga de lave årsungetetthetene i 2000 opphav til de til da høyeste målte tettheter av eldre fisk i 2001. I de fleste år i senere tid har tettheten av eldre laksunger vært ca. 3-4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>.

Det ble funnet laksunger i Jørpelandselva også før kalking, og tettheten av eldre laksunger var den gang ikke vesentlig lavere enn etter kalking. I tillegg settes det nå ut fisk og det er bygget fisketrapp. Det ser ikke ut til at dette i særlig grad har hatt positiv effekt på bestanden av laksunger. Fangstene av laks viser heller en negativ trend.



Jørpelandselva nedstrøms kraftverket. Start stasjon 2 er vist med pil.

FOTO: S.J.SALTVEIT

Sett i forhold til tidligere år kan ikke 0+ tettheten karakteriseres som tilfredsstillende. Utsettinger gjør det også vanskelig å vurdere effekten av kalking, regulering og fisketrappen på naturlig reproduksjon. Det er dokumentert at utsettinger generelt sjelden bidrar til økt avkastning (Fjellheim og Johnsen 2001, Saltveit 2006).

Det ble funnet ørretunger på alle lokalitetene i 2008, og i forhold til tidligere år har det vært en økning i tettheten av årsunger og eldre ørretunger. Det er bare 2003 som har høyere tettheter av 0+, mens det etter kalking bare er beregnet høyere tettheter av eldre ørretunger i 2005. For 0+ og eldre ørret var det i 2006 en dramatisk nedgang i forhold til de tre siste årene før. Det har vært en gradvis økning i tetthet av eldre ørretunger siden 2001. Tettheten av ørretunger har vært relativt stabil i perioden etter kalking, spesielt tettheten av eldre ørret. Det fremkommer heller ikke særlige endringer i tetthet etter kalking eller etter bygging av fisketrapp. Tettheten av 0+ ørretunger synes høy, spesielt hvis det sammenlignes med laks og potensielle gytebestander for begge arter basert på fangst. Overlevelsen fra 0+ til eldre synes også høyere for ørret enn for laks.

Anadrom fisk kan bare gå ca 3 km opp i elva, der de to øverste kilometrene ligger ovenfor fisketrappen. Fangstene domineres av laks og disse har i de fleste år utgjort mer enn 80 % av totalfangsten, i de to siste år mer enn 95 %. Fangsten av anadrom fisk var relativt høy også før kalkingen i 1995. Sammenlignes de ni siste år etter kalking med like mange år før kalking, er totalfangsten av anadrom fisk nå etter kalking i gjennomsnitt ca. 70 kg lavere. Fangstene viser også en svak nedadgående trend til tross for at det er bygget laksetrapp i Fossen, og det samtidig er en tendens til redusert innslag av sjøørret i fangstene de senere år.

## 4 Samlet vurdering

### 4.1 Vannkjemi

Fra 2005 til 2006 ble antallet kalkede innsjøer i Jørpe-landsvassdraget redusert fra 15 til 9 og kalkingsinnsatsen dermed redusert med ca 35%. I 2006 ble pH-målet nådd gjennom hele året i målområdet (lakseførende strekning ved utløp Jørpeland, Osen). Fra 2006 til 2007 ble kalkingsinnsatsen ytterligere redusert med ca. 4% og holdt uendret i 2008. Under de to siste års smoltfiseringsperioder har ingen av stikkprøvene (10 prøver pr. år) tatt under det ordinære overvåkingsprogrammet tilfredstilt pH-målet for lakseførende strekning. I 2008 ble det målt pH-verdier på 5,83-6,59 i denne delen av elva. Den laveste pH-verdien, 5,83, ble registrert i en periode da målet var 6,2. Ved stasjonen utløpet Liarvatn ble det i 2008 registrert den laveste pH-verdien som er registrert den siste femårsperioden (5,58). Minimumsverdien ved denne stasjonen har avtatt de siste årene, og i første halvår 2008 hadde seks av syv stikkprøver ved denne stasjonen pH < 6,00. Den negative vannkvalitetsutviklingen i vassdraget har direkte sammenheng med at kalkingsinnsatsen er redusert i løpet av de senere årene.

Innholdet av giftig, labilt aluminium (LAI) var tilnærmet uendret i forhold til 2007. Ved stasjon utløp Liarvatn ble de høyeste verdiene registrert første halvår 2008. Maksimumsverdien i denne perioden var 16 µg/L. På den lakseførende strekningen (st.4) var maksimumsverdien for året 14 µg/L, mens høyeste konsentrasjon innenfor smoltfiseringsperioden var 11 µg/L. I utkast til klassifiserings-system for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche-Solheim *et al.* 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene gir 11 µg/L LAI "moderat" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.

## 4.2 Fisk

Det er ingen tydelige effekter av kalking på fiskebestandene i Jørpelandselva, til det er endringene i bestanden for små og variasjonene i tetthet for store. Fangsten av laks viser en nedadgående trend etter 1995. I tillegg til kalking er det igangsatt andre tiltak i elva; bygging av fisketrapp og utsetting av laks. Alle tiltakene har som målsetting å øke størrelsen på bestanden. Elva er også regulert. Ovenfor kraftstasjonen er vannføringen sterkt redusert, mens vannføringen nedenfor varierer avhengig av drift av kraftverket.

Reguleringen virker derfor sannsynligvis begrensende på fiskebestanden, og dette kan sannsynligvis ikke kompenseres ved utsettinger. I et vassdrag med så mange ting som påvirker bestanden vil det rent faglig være vanskelig å vurdere effekten av hvert tiltak alene, i denne sammenheng kalking. Utsetting av fisk gjør det også umulig å vurdere effekten av kalking og også fisketrapp på naturlig reproduksjon. Dette skyldes både at den utsatte fisken ikke lar seg skille fra naturlig reprodusert fisk, og at gytefisk fanges i elva for å få tak i rogn og melke. Dersom bestanden av gytefisk er begrenset, vil uttak av stamfisk kunne virke mot sin hensikt. 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+ laks må karakteriseres som svært lite tilfredsstillende, mens det er vanskelig å vurdere årsaken til de relativt høye tettheter av eldre laksunger i 2008, siden det ikke foreligger resultater fra 2007. Da det ikke er planlagt undersøkelser i 2009 vil heller ikke mulige konsekvenser av en svak rekruttering i 2008 bli belyst.

Behovet for videre utsetting bør vurderes. En bedre måloppnåelse i form av økt smoltproduksjon kan best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget, der minstevannføring og en mer skånsom drift av kraftverket da må inngå. Det er ingen pålagt minstevannføring på strekningen ovenfor kraftstasjonen og det uregulerte tilsiget fra restfeltet mellom Dalavatn og kraftstasjonen utgjør bare om lag 0,5 m<sup>3</sup>/s i gjennomsnitt (Kaste et al. 1995), noe som vil si at vannføringen i perioder kan være betydelig lavere og begrensende for lakseproduksjonen.

## 4.3 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Reduksjonen i kalkingsinnsatsen har gitt til dels store negative avvik i forhold til pH-målene under smoltifiseringsperioden både i 2007 og 2008. Vassdraget er i tillegg utsatt for sjøsaltepisoder, og negative effekter av dette er fanget inn av overvåkingen i en rekke år (1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2005, 2007 og 2008, se f.eks. Hindar & Enge 2006, Lund *et al.* 2006). Under sjøsaltepisoder kan det være spesiell fare for økt aluminiumsmobilisering fra det 11 km<sup>2</sup> store restfeltet nedstrøms Dalavatn. Dette kan bidra til å skape giftige aluminiumsblandsoner i hovedelva, hvor det kan akkumuleres aluminium på gjellene til fisk selv om det måles lave LAI-verdier i vannet (Kroglund *et al.* 1998). For å eliminere denne risikoen er det tidligere foreslått terrengkalking i deler av dette feltet.

Hvis en igjen skal oppnå de nødvendige vannkvalitetsmålene for vassdraget må en ruste opp kalkingsinnsatsen i vassdraget, aller helst i form av kontinuerlig dosering i elva og/eller terrengkalking i deler av feltet. Det må her legges til at også reguleringen trolig virker begrensende på fiskebestanden, og at dette sannsynligvis ikke kan kompenseres ved verken kalking eller fiskeutsettinger.



## 5 Referanser

- Enge, E. & Nordland, J. 1994. Behovet for kalking som mottiltak mot forsuring i Rogaland. Notat, oppdatert versjon. Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernnavdelingen, 9 s.
- Fjellheim, A. & Johnsen B.O. 2001. Experiences from stocking salmonid fry and fingerlings in Norway. *Nordic Journal of Freshwater Research* 75, 20–36.
- Helgøy, S. 1999. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1993. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernnavdelingen. Miljø-notat 1999-1. 44 s.
- Helgøy, S. & Enge, E. 1995. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag - 1994. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernnavdelingen. Miljø-notat 1995-1. 74 s.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. & Brandrud, T.E. 1995. Tiltak mot forsuring av Jørpelandselva. Kalkingsplan. NIVA-rapport nr. 3272, 45 s.
- Kroglund, F., Teien, H.C., Rosseland, B.O., Lucassen, E., Salbu, B. & Åtland, Å. 1998. Endring i aluminiumsgiftighet i en humusfattig elv ved bruk av kjemiske tiltak. NIVA-rapport 3970, 102 s.
- Larsen, B.M. 1998. Jørpelandselva. 3 Fisk. - s. 125 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1.
- Larsen, B.M., Andreassen, T., Berger, H.M., Enerud, J., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Skøjstad, M.B. 2001. Jørpelandsvassdraget. 3 Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2000. DNnotat 2001-2.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Jensås, G., Kleiven, E., Kvellestad, A., Lund, R. & Sivertsgård, R. 2002. Jørpelandsvassdraget. 3 Fisk. – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. DNnotat 2002-2.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Simonsen, J.H. 2006. Jørpelandsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1.
- Lund, R.A., Hindar, A., Harby, A., Skancke, L.B., Larsen, B.M og Johnsen, B.O. 2006. Betydningen av vannkvalitet, vannføringsforhold og andre miljøforhold for tilstanden hos laks- og ørretbestanden i Jørpelandsvassdraget - NINA Rapport 130: 66 s.
- Lyche Solheim, A., Berge, D., Tjomsland, T. Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H. Skarbøvik, E., Eggestad, H.O. & Engebretsen, A. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og egnethet for brukerinteresser. Supplement til Veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport nr. 5708, 81 s.
- met.no 2009. Nedbørhøyder 2008 fra meteorologisk stasjon Bjørheim, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.
- Persson, U. 1993. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag, 1992. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernnavdelingen. Miljø-rapport 1993-2. 99 s.
- Saltveit, S.J. 2006. The effects of stocking Atlantic salmon, *Salmo salar*, in a Norwegian river. *Fisheries Management and Ecology*, 13, 197–205.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:	
Ca	Kalsium
Alk-E	Alkalitet
Al/R	Reaktivt aluminium
Al/II	Ikke-lablitt aluminium
LAI	Lablitt aluminium
TOC	Totalt organisk karbon
Kond	Konduktivitet
Mg	Magnesium
Na	Natrium
K	Kalium
Cl	Klorid
SO <sub>4</sub>	Sulfat
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat
Tot-N	Total nitrogen
Tot-P	Total fosfor
SiO <sub>2</sub>	Silisiumdioksyd
ANC	Syrenøytraliserende kapasitet

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	ALK mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
101-1	Liarvatn, utløp	09/01/08	5,96	0,72	0,045	15	40	35	5		2,06										
101-1	Liarvatn, utløp	05/02/08	5,79	0,71	0,038	8	46	37	9		2,49										
101-1	Liarvatn, utløp	07/03/08	5,58	0,66	0,034	3	42	31	11		2,73										
101-1	Liarvatn, utløp	28/03/08	5,87	0,64	0,040	10	37	25	12		2,82										
101-1	Liarvatn, utløp	07/04/08	5,76	0,65	0,036	5	39	25	14		2,76										
101-1	Liarvatn, utløp	05/05/08	5,72	0,61	0,041	11	44	28	16		2,57										
101-1	Liarvatn, utløp	03/06/08	6,08	0,61	0,042	12	30	25	5		2,39										
101-1	Liarvatn, utløp	04/07/08	6,10	0,61	0,052	23	45	40	5		2,45										
101-1	Liarvatn, utløp	11/08/08	6,23	0,79	0,054	25	44	37	7		2,29										
101-1	Liarvatn, utløp	01/09/08	6,41	0,76	0,058	29	43	39	4		2,28										
101-1	Liarvatn, utløp	16/09/08	6,27	0,86	0,061	32	24	26	0		2,36										
101-1	Liarvatn, utløp	06/10/08	6,17	0,80	0,053	24	51	53	0		2,49										
101-1	Liarvatn, utløp	21/10/08	5,89	0,80	0,051	22	58	57	1		2,25										
101-1	Liarvatn, utløp	13/11/08	5,71	0,87	0,058	29	56	53	3		2,64										
101-1	Liarvatn, utløp	17/11/08	6,08	0,76	0,050	21	51	50	1		2,41										
101-1	Liarvatn, utløp	01/12/08	6,00	0,77	0,048	19	50	45	5		2,39										

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	ALK mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	09/01/08	6,18	0,97	0,050	21	38	34	4	1,8	2,41	0,34	2,54	0,14	4,70	1,20	93	170	2	1,35	26	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	05/02/08	6,00	0,88	0,043	13	46	38	8	1,6	2,72	0,37	3,04	0,15	5,66	1,27	91	165	2	1,37	18	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	07/03/08	5,83	0,80	0,038	8	40	33	7	1,4	2,84	0,40	3,33	0,18	6,25	1,30	98	170	1	1,04	12	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	28/03/08	6,07	0,89	0,045	15	24	20	4	1,3	2,82	0,39	3,34	0,20	5,95	1,36	98	170	1	1,24	24	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	07/04/08	6,13	0,92	0,045	15	30	22	8	1,4	2,80	0,40	3,21	0,18	5,81	1,37	103	160	1	1,22	23	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	15/04/08	6,04	0,82	0,049	19	30	25	5		3,48											
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	21/04/08	5,97	0,77	0,042	12	34	27	7		2,78											
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	28/04/08	6,06	0,79	0,042	12	41	30	11		2,77											
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	05/05/08	5,91	0,80	0,043	13	41	30	11	1,3	2,65	0,37	3,19	0,17	5,69	1,25	77	190	2	1,16	21	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	13/05/08	6,02	0,70	0,042	12	31	27	4		2,53											
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	19/05/08	6,04	0,67	0,042	12	30	26	4		2,49											
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	26/05/08	6,14	0,70	0,045	15	28	26	2		2,47											
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	03/06/08	6,22	0,87	0,049	20	25	21	4	1,3	2,55	0,35	3,08	0,16	5,06	1,33	93	165	2	1,16	33	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	04/07/08	6,18	0,78	0,052	23	41	35	6	1,6	2,55	0,31	2,98	0,18	5,16	1,15	61	185	3	1,07	25	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	11/08/08	6,59	1,27	0,066	38	48	34	14	2,2	2,70	0,36	3,04	0,15	5,15	1,29	71	200	1	1,31	52	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	01/09/08	6,52	1,24	0,065	37	34	32	2	1,9	2,57	0,30	2,86	0,13	4,80	1,19	62	165	3	1,11	50	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	16/09/08	6,26	1,06	0,060	31	41	37	4	2,4	2,47	0,34	2,88	0,14	4,68	1,21	62	165	2	1,33	48	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	06/10/08	6,24	1,03	0,053	24	64	68	0	3,5	2,59	0,36	3,08	0,15	4,92	1,31	64	185	3	1,61	48	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	21/10/08	5,89	0,92	0,051	22	67	65	2	3,3	2,37	0,29	2,83	0,16	4,61	1,20	50	180	2	1,45	38	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	13/11/08	6,07	1,03	0,054	25	54	53	1	2,3	2,56	0,34	3,00	0,17	5,14	1,25	75	170	3	1,48	38	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	17/11/08	6,14	0,92	0,051	22	50	49	1	2,6	2,52	0,32	2,89	0,16	4,61	1,06	45	165	3	1,28	47	
101-4	Utløb ved Jørpeland, Osen	01/12/08	6,18	0,92	0,053	24	45	44	1	2,1	2,58	0,30	2,78	0,14	4,70	1,06	55	142	2	1,37	37	

# Kvinavassdraget

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	025
Fylke(r):	Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	1444,9 km <sup>2</sup> før regulering (etter reg.: 645,2 km <sup>2</sup> , inkl. Litlåna 229,2 km <sup>2</sup> )
Vassdragsregulering:	799,7 km <sup>2</sup> (55 %) overført til Sira. Mindre reguleringer i nedre del.
Spesifikk avrenning:	56,3 l/s/km <sup>2</sup> før regulering, 54,7 l/s/km <sup>2</sup> etter regulering
Middelvannføring:	81,3 m <sup>3</sup> /s før regulering (inkludert Litlåna), 32 m <sup>3</sup> /s etter regulering
Kalket siden:	1994 (Lindeland, Mygland), 2000 (Nyland)
Lakseførende strekning:	Til Rafoss, 13 km opp i Kvina og til Åmot, 1 km opp i Litlåna

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Kvinavassdraget var forsuret, med pH-verdier i området 4,5-5,2. Vannkvaliteten var for dårlig til at laks og sjøaure kunne leve og reproducere i elva.
Kalkingsplan:	Hindar (1992)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0. Oppstrøms Nyland: pH 5,7
Kalkingsstrategi:	Vassdraget kalkes i dag med én kalkdoserer i Kvina ved Lindeland bru, én doserer i Litlåna ved Mygland og én doserer i nedre del av Kvina (Nyland). I tillegg blir enkelte innsjøer i nedbørfeltet kalket. Ny doserer nederst i Litlåna vil komme i drift i løpet av neste år.

Kalkingsdata er mottatt fra Fylkesmannen i Vest-Agder v/ miljøvernavdelingen:

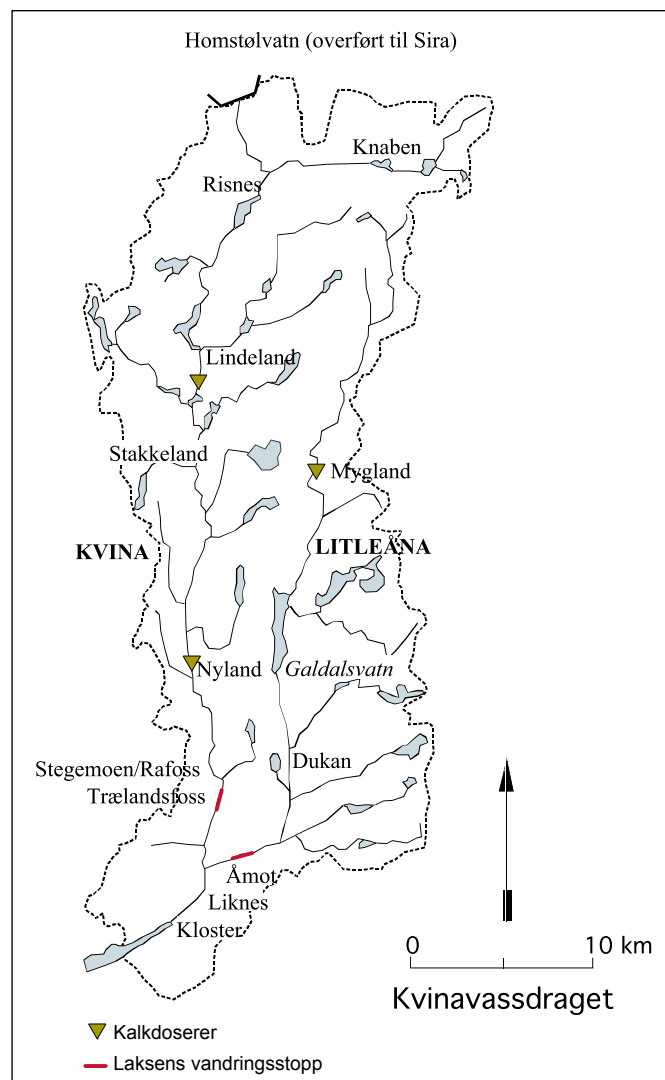
Kalk benyttet ved de ulike dosererne de siste 5 årene er vist i **Tabell 1.1**.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk (tonn) i Kvina i perioden 2004 – 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100% kalk. Tallene i parentes er antall kalkede innsjøer.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer v/ Lindeland	554*	870*	630*	403*	792*
Doserer v/ Mygland	452*	482*	451*	319*	335*
Doserer v/Nyland	1611***	3473***	1931***	1719***	1530***
<b>Sum kalk doserere</b>	<b>2616</b>	<b>4826</b>	<b>3011</b>	<b>2442</b>	<b>2658</b>
Innsjøer		142** (13)	81** (7)	84* (7)	79* (7)
<b>Sum kalk totalt</b>	<b>2616</b>	<b>4967</b>	<b>3092</b>	<b>2525</b>	<b>2737</b>

\* NK3, \*\* SK3; \*\*\* Biokalk-kalkslurry

Det ble benyttet mer kalk ved dosereren på Lindeland, ellers ble det benyttet tilsvarende mengder kalk til dosering i 2008 som forrige år. Nedbøren var ca 15% høyere i 2008 enn forrige år.



Figur 1.1. Kvinavassdraget med nedbørfelt.

### 1.3 Nedbør i 2008

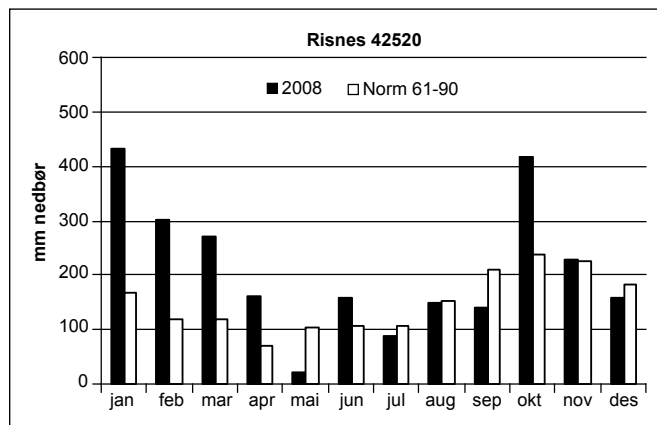
Meteorologisk stasjon: 42520 Risnes i Fjotland

(Figur 1.2)

Årsnedbør 2008: 2526 mm

Normalt: 1802 mm

% av normalen: 140

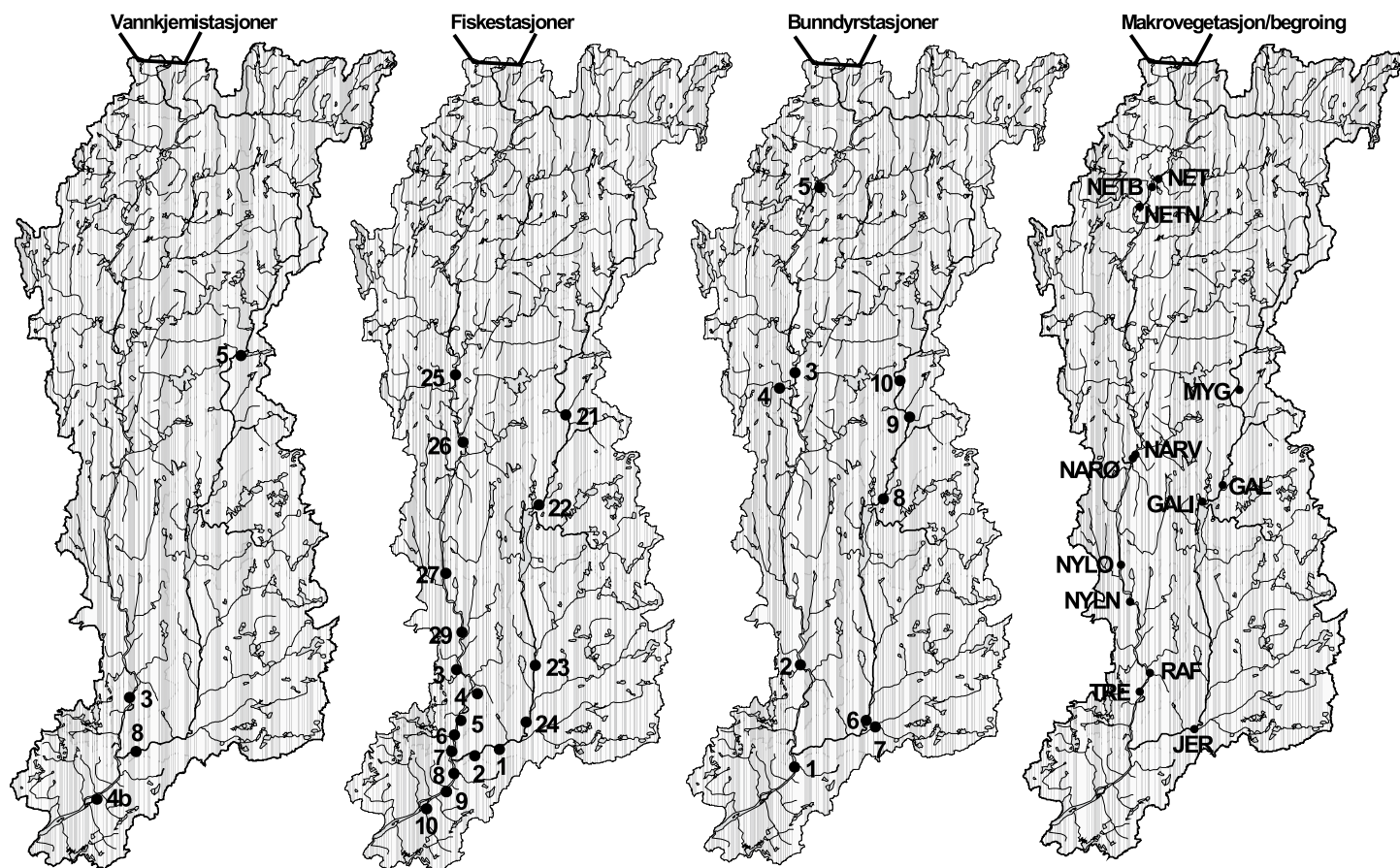


Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon Risnes i Fjotland (Meteorologisk institutt, 2009).

Som vist i Figur 1.2 var nedbøren meget høy i vårperioden og i oktober og meget lav i mai.

## 1.4 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemifisk, bunndyr og vannvegetasjon i Kvina er vist i **Figur 1.3**.



**Figur 1.3.** Prøvetaksstasjoner for vannkjemifisk, bunndyr og vannvegetasjon i Kvinavassdraget (undersøkelser av bunndyr samt makrovegetasjon foretas hvert 2. år).

# 2 Vannkjemi

Forfatter: **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**

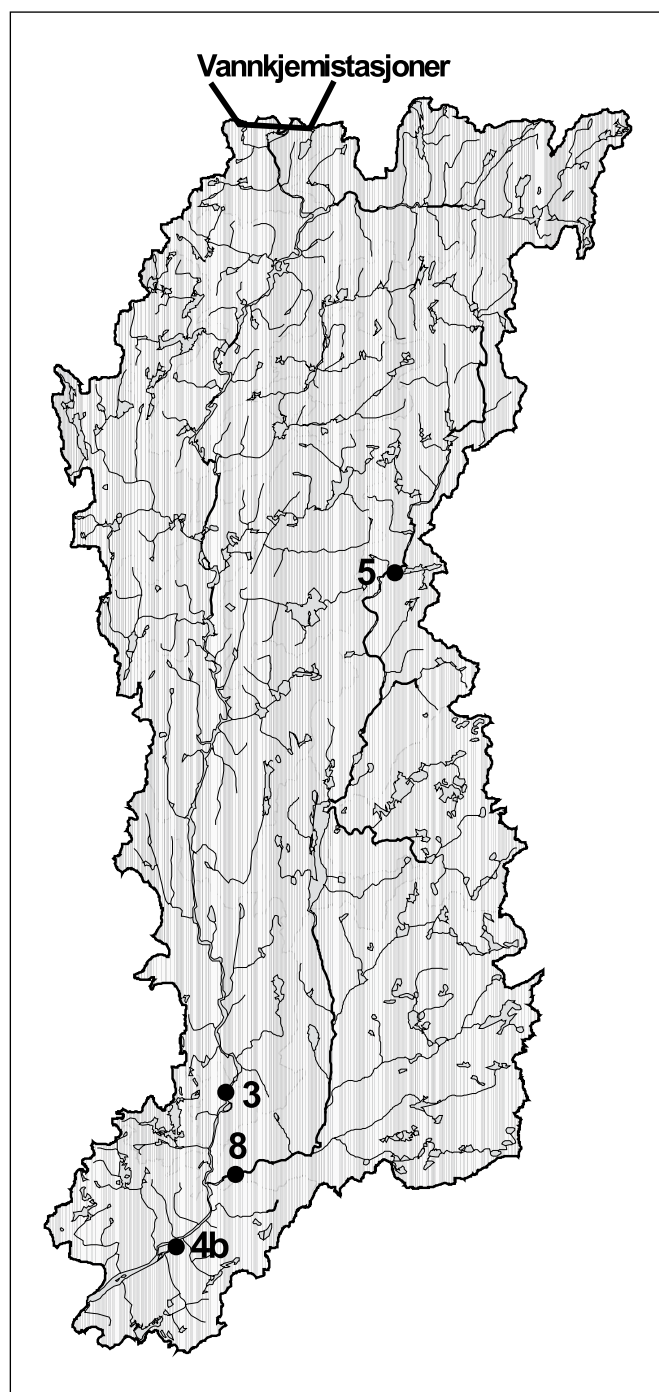
Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

Datasammenstilling er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**, **Aquateam**. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget**, **NIVA**. Prøvetakere har vært: **Samuel Egenes** og **Alf Magne Midtbø**, **Kvinesdal**. De kjemiske analysene er gjort av **Analycen**.

Kvinavassdraget var svært surt før kalking, med pH-verdier i området 4,5-5,2. De lave pH-verdiene, samt høye konsentrasjoner av labilt aluminium (LAI) førte til at laks og sjøaure ikke kunne reprodusere naturlig i elva. Elva har blitt kalket fra to kalkdoserere siden 1994, og i 2000 ble det etablert ytterligere et anlegg ved Nyland. Den doserte kalkmengden i vassdraget i 2008 var om lag som året før.

Det ble gjennomført 12 prøvetakingsrunder for stasjonene i denne rapporteringsperioden, og i tillegg ble det tatt ukentlige prøver i april og mai på st. 4B Kloster.



Figur 1.3. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Kvinavassdraget.

## 2.2 Resultater

### 2.2.1 Resultater for 2008

Resultater fra den manuelle prøvetakingen i 2008 er vist i primærtabelen i **Vedlegg A**. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.

**Tabell 2.1.** Sammendrag av vannkvaliteten for fire stasjoner i Kvinavassdraget i 2008.

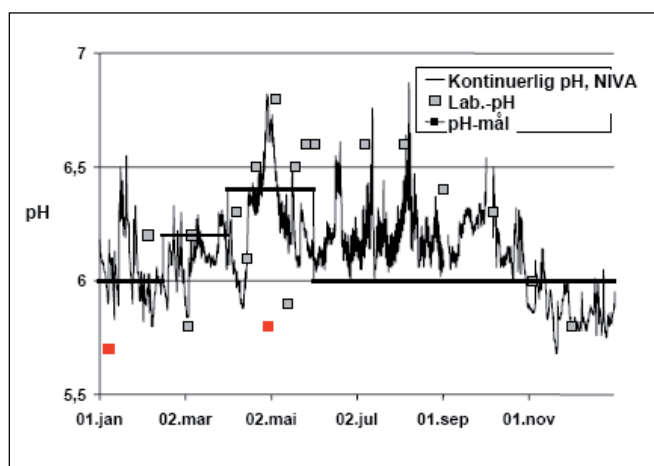
Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
3	Kvina nedstr. Trælandsfoss	Mid	6,3	1,5	27	10		
		Min	5,8	1,1	5	1		
		Max	6,7	2,1	53	89*		
		N	12	12	12	11		
4b	Kloster	Mid	6,3	1,3	18	11	4,1	57
		Min	5,7	1,0	5	2	2,6	26
		Max	6,8	1,6	53	73*	7,3	121
		N	18	18	18	17	12	12
5	Litlåna oppstr. doserer	Mid	5,1	0,3	5	36	4,7	4
		Min	4,8	0,1	0	11	2,4	-24
		Max	5,6	0,5	11	121*	9,5	25
		N	12	12	12	11	12	12
8	Litlåna før Kvina	Mid	6,0	1,2	18	20		
		Min	5,1	0,7	5	1		
		Max	6,8	2,1	63	68*		
		N	12	12	12	11		

\* Prøve fra oktober er ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI.

Vannkvaliteten i 2008 var om lag tilsvarende som forrige år. I Litlåna oppstrøms doserer var ANC verdiene i 2008 noe høyere enn i 2007, men var fortsatt lav.

### 2.2.2 Vannkjemisk måloppnåelse i 2008

Automatisk pH overvåkingsstasjon på Kloster viste også i 2008 mangelfull effekt av kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning av elva. Det var lange perioder med for lav pH i forhold til de mål som var satt, spesielt i den tiden av året pH-målet var ekstra høyt (pH 6,4). Også i november og desember var det for lav pH. Da lå verdiene nesten kontinuerlig under pH-målet. Det var tidvis noe avvik mellom automatisk pH-måling og pH målt i vannprøver på laboratorium, særlig i første halvår. Årsaken til dette er ikke kjent, men en teoretisk beregning av pH basert på anioner og kationer viser at de to laboratorieprøvene tatt i januar og i slutten av april kan være "outlayers".



**Figur 2.1.** Data fra automatisk pH-overvåking i målområdet nederst i Kvina (stasjonen ved Kloster). pH-verdier i vannprøver fra elva er markert med kvadrater. pH-målet gjennom året er også markert. Usikre verdier er merket med rødt.

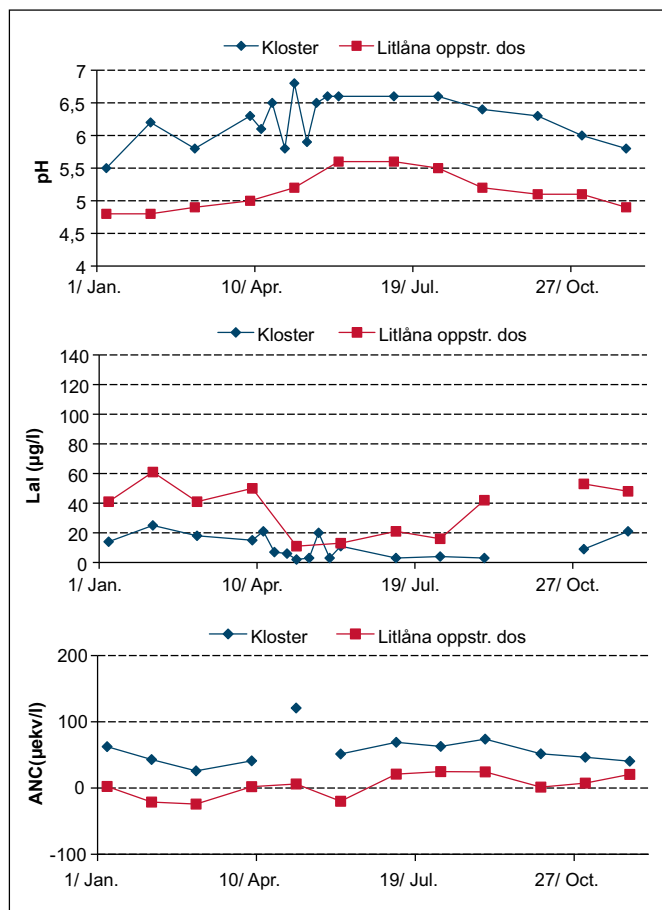


### 2.2.3 Ukalkede deler av vassdraget

Referansestasjonen oppstrøms kalking i Litlåna, st. 5, har fortsatt svært surt vann, men resultatene viser en bedring i vannkvaliteten i 2008. De 12 prøvene i 2007 hadde pH-verdier i området 4,8 - 5,6 (Figur 2.2), litt høyere enn i prøver fra 2007 (pH 4,6 -5,2) og tidligere (Figur 2.3). Gjennomsnittsverdien på pH i 2008 var 5,1 var noe høyere enn i 2007 da gjennomsnittsverdien var 4,9. Konsentrasjonen av labilt aluminium (LAI) i prøvene i 2008 (24 µg/l) var lavere enn året før da gjennomsnittlig LAI konsentrasjonen var 57 µg/l. ANC verdiene lå under 20 µekv/l mesteparten av året (Figur 2.2). Verdiene for syrenøytraliserende kapasitet (ANC) var, som forventet, gjennomgående lave, men høyere enn forrige år.

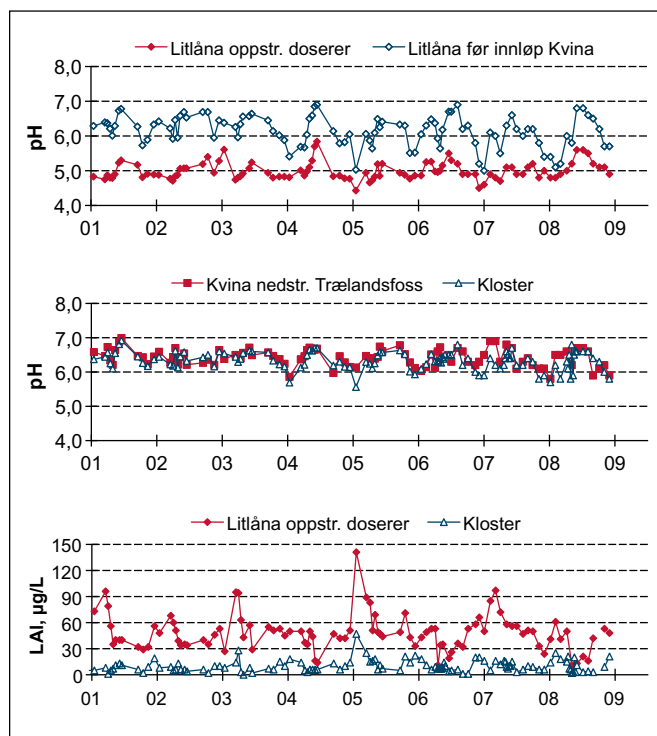
### 2.2.4 Kalkede deler av vassdraget

I kalket del av Litlåna (st. 8) lå pH-verdiene i intervallet 5,1 - 6,8 (Figur 2.2). Kalkdosereren ved Mygland ligger høyt oppe i vassdraget, og grunnet sure tilførsler fra et stort ukalket felt nedstrøms dosereren, må det kompenseres med bruk av relativt høye kalkdoser ved anlegget. Ettersom det har vært vanskelig å holde en stabil vannkvalitet helt ned til samløpet med Kvina på denne måten, har spredningen i pH vært stor (Figur 2.3).

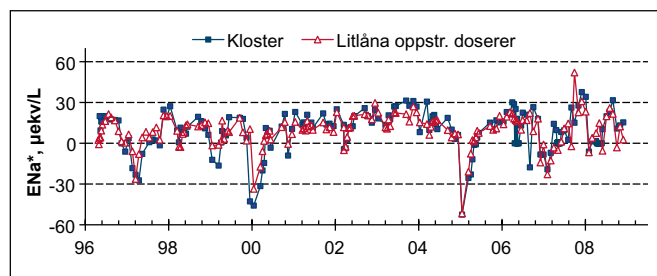


Figur 2.2. Utvikling av pH, labilt aluminium og ANC i 2008 i Litlåna oppstrøms dosering og i målområdet (Kloster).

De målte pH, kalsium og labilt aluminium verdiene for stasjonen Kloster nederst i vassdraget i 2008 er nesten uforandret i forhold til 2007, men det kan synes som om vannet ved Kvina nedstrøms Træländsfoss er blitt noe surere i 2008 enn forrige år (Figur 2.3). ANC verdiene i prøver fra Kloster var høyere enn 20 µekv/l hele 2008 (Figur 2.2). Som vist i Figur 2.2 ble det både for ukalket og kalket område målt en topp i labilt aluminium i oktober i en periode med meget høy nedbør.



Figur 2.3. Utvikling av pH og labilt aluminium på to lokaliteter i Kvina (Litlåna oppstrøms dosering og i målområdet ved Kloster) for perioden 2001-2008.



Figur 2.4. Utviklingen av ikke-marin natrium ved to stasjoner i Kvina-vassdraget (Litlåna oppstrøms dosering og i målområdet ved Kloster) i perioden 1996-2008.

Kvina (både kalkede og ukalkede områder) har, som i Lygna, en noe høyere konsentrasjon av total fosfor (tot-P) enn de andre undersøkte vassdragene i Agder. Konsentrasjonen av total fosfor i 2008 lå i området <3-50 µg/l i oppstrøms doserer og i området 2-12 µg/l ved Kloster. Det ble ikke målt tilsvarende høye verdier av løst fosfat (PO<sub>4</sub>-P) i vassdraget. Dette kan tyde på at bergartene i området inneholder mye fosfor. Høye fosforverdier kan innvirke på forsøringsklassifisering basert på begroingsalger.

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Kvina var i sin tid et meget godt laksevasdrag. På slutten av 1800-tallet ble det tatt fangster på flere tonn. Vassdraget har vært kraftig påvirket av forurening, og den opprinnelige bestand av laks betraktes som utdødd (Sivertsen 1989). I en periode på ca. 20 år etter 1970 var fangstene nær null, og for noen år finnes det ikke fangstoppgaver. I 1985 ble det ikke funnet laksunger i vassdraget (Ousdal & Haraldstad 1986).

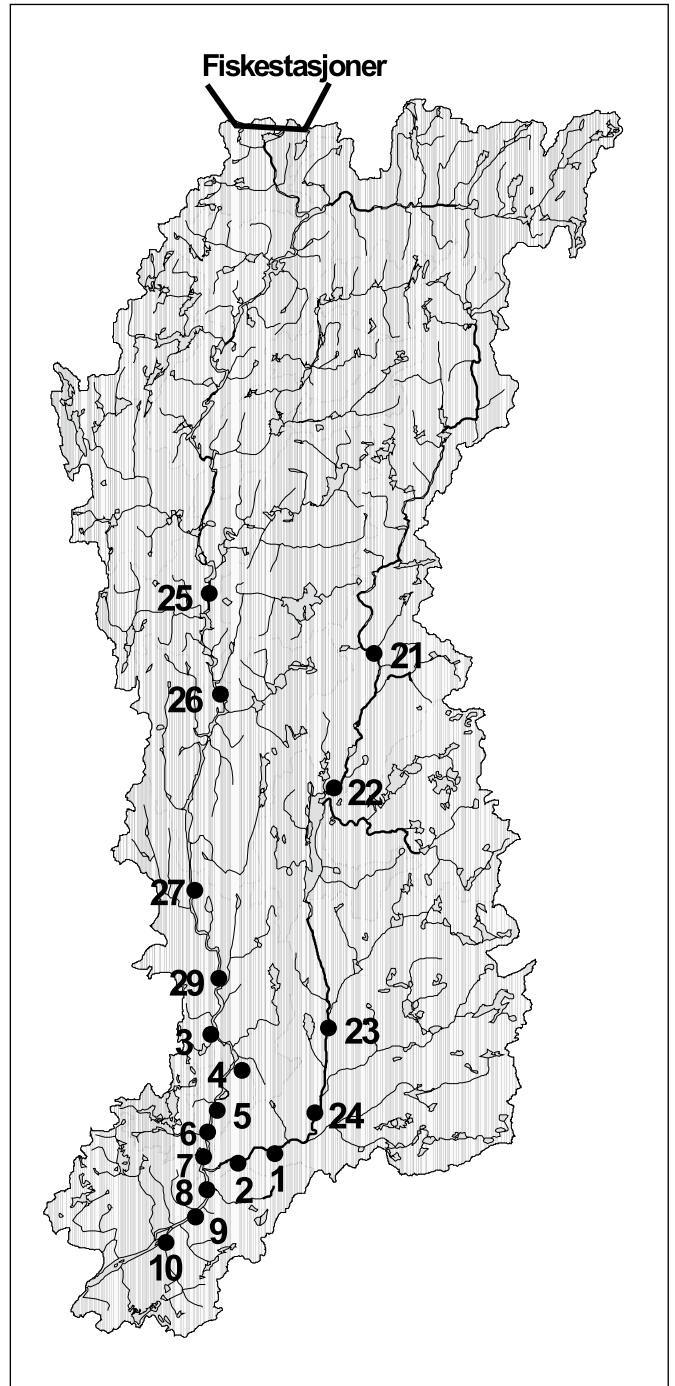
I tillegg er vassdraget berørt av regulering. Reguleringen av Sira/Kvina førte til at 2/3-del av vannføringen ble overført. Det er bygget terskler og konsekvensene for gyte- og oppvekstområdene har vært betydelige. Den årlige overvåkingen av Kvina startet i 1995 etter at kalkingen var kommet i gang i 1994 (Larsen 1998). I 2004 ble det i tillegg gjennomført en undersøkelse av ungfisk på strekningen mellom terskelen nedenfor Kvinesdal stadion og utløpet i sjøen nedenfor Klosterøyna (Larsen *et al.* 2005).

Det er ikke gjennomført noen form for kultiveringstiltak i Kvina etter kalking, og det er ikke satt ut yngel eller smolt verken av laks eller ørret i vassdraget etter 1990. Eneste tiltak er kalking.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfiskundersøkelser

På den anadrome strekningen i Kvina, dvs. opp til Rafossen, ble det fanget til sammen 498 laksunger og 64 ørretunger (Tabell 3.1). Antallet laks er høyt, mens antallet ørret er svært lavt. Laksunger ble påvist på samtlige stasjoner, og antallet årsunger var relativt høyt på alle stasjonene. Antallet 0+ var spesielt høyt på stasjon 4 og 5. Eldre laksunger ble funnet på ni stasjoner, men antallet var lavt. Ørret ble som i 2006 og 2007 ikke fanget på de tre nederste stasjonene og der ørret ble funnet var antallet lavt. Eldre ørretunger ble bare påvist på fire av stasjonene. Andre fiskearter i denne delen av vassdraget var trepigget stingsild, ørekyt og ål. Stingsild var spesielt tallrik på stasjon 10. Ørekyt ble første gang påvist i vassdraget i 2007 og antallet har økt. Tidligere er arten bare påvist ovenfor anadrom strekning i Litleåna.



Figur 3.1. Kart over Kvina med lokaliteter for innsamling av fisk avmerket.

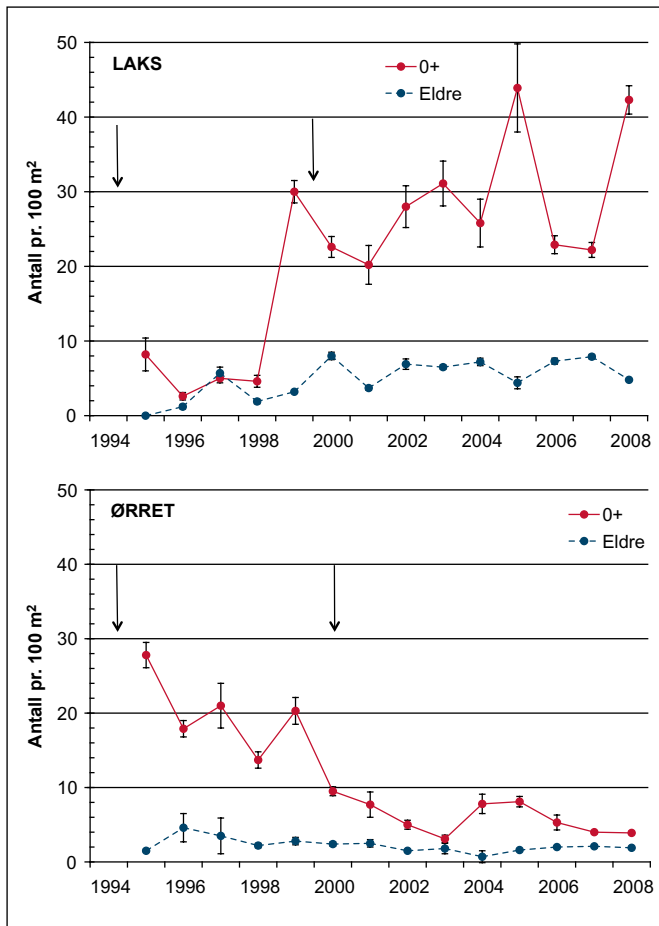
**Tabell 3.1.** Antall fisk av ulike arter fanget og estimert bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Kvinavassdraget i september 2008. På stasjon 9 og 10 er det også fanget skrubbe.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk					Laks N/100m <sup>2</sup>		Ørret N/100m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Ørekyt	St.s	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	80	40	1	0	0	4	49	9	1	0
2	120	28	1	0	0	0	26	1	1	0
3	174	49	21	0	0	10	25	4	3	9
4	87	84	18	0	0	0	107	7	22	2
5	103	93	12	0	0	6	93	14	12	0
6	76	32	6	2	0	0	30	13	4	4
7	115	48	3	7	1	2	36	6	2	1
8	140	52	0	11	3	4	39	0	0	0
9	105	29	0	18	6	6	30	2	0	0
10	134	43	2	9	28	1	33	2	0	0
1-10	1134	498	64	47	38	33	42 ± 2	45 ± 0	4 ± 0,2	2 ± 0,1
Gj.sn.							447 ± 18	6 ± 3	4,5 ± 4	2 ± 2
21	125	0	41	88			0	0	39	3
22	115	0	46	3			0	0	17	24
23	104	0	62	0			0	0	41	21
24	90	0	27	0			0	0	28	3
	434	0	176	91					31 ± 3	13 ± 1
Gj.sn.									32 ± 11	13 ± 11
25	124	0	49	0	0	0	0	0	34	13
26	103	0	57	0	0	0	0	0	55	2
27	179	0	53	0	0	0	0	0	14	22
29	103	0	31	0	0	0	0	0	22	10
	509	0	290	0	0	0	0	0	28 ± 2	12 ± 2
Gj.sn.									31 ± 18	12 ± 8

Ovenfor anadrom strekning i Kvina besto fiskematerialet kun av ørret og det ble fanget til sammen 290 fisk (**Tabell 3.1**). I Litleåna ovenfor anadrom strekning ble det fanget ørret og ørekyt. Ørret ble påvist på alle de fire stasjonene, mens det ikke var ørekyt på stasjon 23. Antall ørret var relativt høyt og langt høyere enn både i 2006 og 2007. Antall ørekyt er kraftig redusert i forhold til tidligere år og antallet var bare betydelig på den øverste stasjonen (**Tabell 3.1**).

### Laks

Den totale tettheten av årsunger (0+) ble beregnet til 42 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger var bare 5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. For årsunger er dette den nest høyeste tettheten som er beregnet, men den er ikke statistisk signifikant forskjellig fra tettheten beregnet i 2005. Tettheten av eldre laksunger var svært lav og blant de laveste som er beregnet etter år 2000. De absolutt høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 4 og 5, som hadde henholdsvis 107 og 93 årsunger pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2006 var stasjon 2 blant stasjonene med høyest tetthet, mens den var lav både i 2007 og 2008.



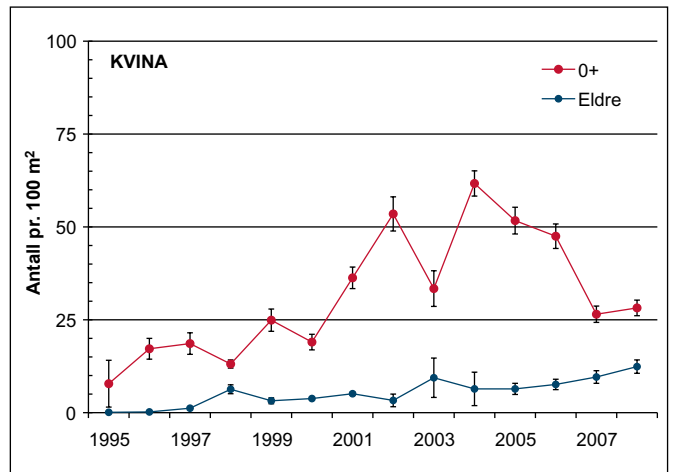
**Figur 3.2.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Kvina i perioden 1995 til 2008. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006). Piler angir tidspunkt for start kalking.

Årsaken til lave tetthet på stasjon 2 i 2007 var gravearbeid. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble funnet på stasjon 5 og 6, som var de to eneste med tettheter på mer enn 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Laksunger eldre enn 0+ ble ikke funnet på stasjon 8 og tettheten var generelt lav på de øvrige stasjonene (Tabell 3.1).

### Ørret

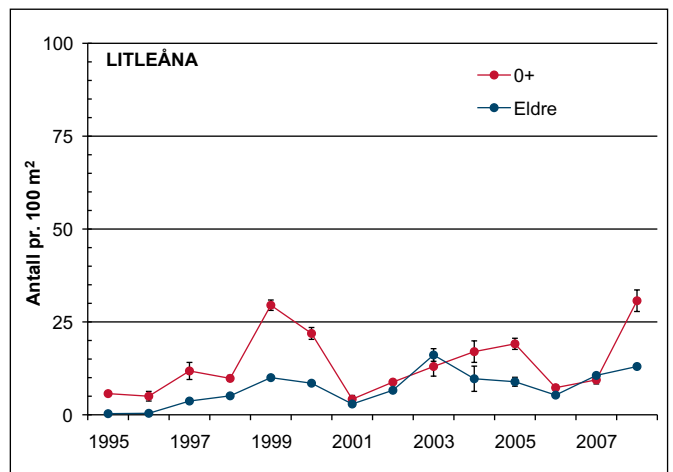
Det ble funnet ørretunger på syv av lokalitetene på anadrom strekning i Kvina. Tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til bare 4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og tettheten av eldre ørretunger var også svært lav, kun 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Dette tilsvarer de tettheter som ble beregnet i 2007. Høyest tetthet av årsunger ble beregnet på stasjon 4 og 5.

Tettheten av ørret ovenfor lakseførende strekning i Kvina var langt høyere enn på den anadrome strekningen. For 0+ er tettheten på samme nivå som i 2007 og altså betydelig lavere enn det den var i 2006 (Figur 3.3). Tettheten av årsunger ble beregnet til bare 28 ørret pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten i 2007 og 2008 er de laveste siden 2000. De høyeste 0+ tetthetene ble beregnet på stasjon 25 og 26, som hadde flere enn 30 ind. 0+ ørret pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av eldre ørretunger økte imidlertid og er nå den høyeste som er beregnet siden undersøkelsene startet (Figur 3.3).



**Figur 3.3.** Beregnet tetthet av ørretunger i Kvina ovenfor anadrom strekning i perioden 1995 til 2008. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006).

I Litleåna ovenfor anadrom strekning må tettheten av ørret nå karakteriseres som relativt høy sett i forhold til tidligere år. Tettheten av årsunger er den høyeste som er beregnet siden undersøkelsene startet, mens det var bare i 2003 at det ble beregnet høyere tettheter av eldre ørretunger (Figur 3.4). Den totale tettheten av årsunger ble beregnet til 31 ørret pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av ørretunger eldre enn 0+ var 13 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten var høyest på stasjon 23.

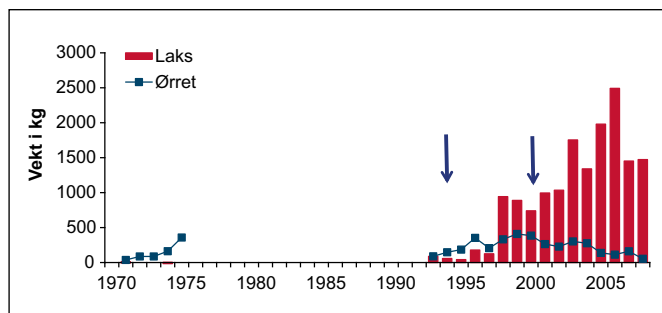


**Figur 3.4.** Beregnet tetthet av ørretunger i Litleåna i perioden 1995 til 2007. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006).

### 3.3.2 Fangststatistikk

I en 25-årsperiode etter 1970 var fangstene av anadrom fisk i Kvina ytterst små eller så små at det ikke foreligger fangstoppgaver (Figur 3.5). Gytefisk av sjørøret gikk imidlertid opp både i Kvina og i sidevassdraget Litleåna (Haraldstad 1987). Laks ble fanget sporadisk i vassdraget også på 1980-tallet uten at dette ble rapportert (Ousdal & Haraldstad 1986). Fra 1993 er det igjen ført årlig fangststatistikk fra Kvina. De første laksene som da ble fanget

var hovedsaklig oppdrettsfisk (Larsen *et al.* 2006). Etter starten av kalkingstiltaket (1994) kom de første fangstene av egenprodusert laks i vassdraget i 1998, og det har siden da vært en betydelig økning i fangstene av laks (**Figur 3.5**). En hittil topp i fangst kom i 2006, da det ble fanget 2,5 tonn laks. Fangstene i 2007 og 2008, 1452 kg og 1473, er imidlertid betydelig lavere, men likevel blant de største fangstene siden kalking. Fangstene av sjørørret økte også de første årene etter kalking, og kom opp i ca. 400 kg i 1999 og 2000. Deretter har utbyttet gått jevnt nedover og det ble i 2008 bare tatt 54 kg sjørørret. Dette er faktisk lavere enn i 1993, som er det året kalkingen startet.



**Figur 3.5.** Fangst av laks og sjørørret i Kvina i perioden 1970 til 2008. Piler angir tidspunkt for start kalking.

### 3.3 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske med elektrisk fiskeapparat og resultatene vil derfor referere seg til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter mellom år er derfor vanskelig, fordi vannføring og derved det areal som undersøkes sjelden er det samme ulike år. En medvirkende faktor til de årlige variasjonene i fisketetthet som dokumenteres i Kvina kan derfor være slike forhold, der lav vannføring gir høyere tettheter pr. arealenhet, mens høy vannføring kan gi lavere tettheter, og derved et inntrykk av at det er mye eller lite fisk i elva. Variasjoner i tetthet mellom år må derfor brukes med forsiktighet, da andre årsaker enn endret rekruttering og overlevelse kan være årsak til at det enkelte beregnes mye fisk og andre år lite fisk i elva. Det foreligger ikke oversikt over vannføring de ulike år. Det er derfor ikke mulig å vurdere i hvilken grad noen av variasjonene i tetthet skyldes forhold knyttet til vannføring.

Effekt av vannføring kan i større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne flate områder, der selv små endringer i vannføring får betydning for størrelsen på det vanddekkete arealet med egnet substrat. De noe lavere tettheter som beregnes for 0+ i 2006 og 2007 lar seg imidlertid ikke forklare med høy vannføring under elektrofisket. De lavere tetthetene i

2006 ble relatert til at det da ikke ble funnet årsunger på de tre nederste stasjonene (Saltveit *et al.* 2007), og årsaken var etter all sannsynlighet fiskedød som følge av lite vann og høy temperatur (se senere). Årsaken i 2007 er blant annet at det på stasjon 2 (i Litleåna) har foregått gravearbeid. Ved tidligere undersøkelser har tettheten av 0+ laks her vært til dels svært høye. Stasjon 2 var blant de med høyest tetthet i både 2005 og 2006, med henholdsvis 80 og 67 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>. For laks var 0+ tetthetene i 2006 og 2007 lavere enn i perioden 2002 til 2005, men på samme nivå som i 2000 og 2001.

Bestandstettheten 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 tilnærmet samme tetthet for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene er stor, og denne metoden er ikke brukt i vurderingene.



Kvina stasjon 6.

FOTO: S.J. SALTVEIT

#### Laks

Gjennomsnittlig tetthet av laksunger var lav de første årene etter kalking, men økte etter 1998. Den totale tettheten av årsunger av laks i 2008, 42 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, er den nest høyeste tettheten av 0+ som er beregnet siden undersøkelsene startet. Tettheten er ikke statistisk signifikant forskjellig fra den hittil høyeste tettheten 44 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, som ble beregnet i 2005 (Larsen *et al.* 2006). Det er funnet 0+ på alle stasjonene i Kvina fra 2002-2005 og i 2007 og 2008, men ikke i 2006 (Larsen *et al.* 2006, Saltveit *et al.* 2007). Sett i forhold til tidligere år, må 0+ tettheten i 2008 karakteriseres som svært tilfredsstillende.

Første året etter kalking (1995) ble det ikke funnet eldre laksunger i noen del av elva, og dette indikerte at det ikke var laksunger i Kvina før kalkingen startet. Eldre laksunger ble funnet på alle stasjonene første gang i 2005 (Larsen *et al.* 2006), men det har ikke vært eldre laksunger på alle

stasjonene i årene deretter. Det var en økning i tettheten av eldre laksunger fram til 2000. Tettheten er imidlertid lav, mindre enn 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og siden 2000 generelt sett vært stabil lav, med unntak av noen år med enda lavere tettheter, som i 2008. Tettheten av eldre laksunger var da 5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, som er nær en halvering i forhold til i 2007 da det ble beregnet til 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av eldre laksunger både i 2006 og i 2007 er blant de høyeste tetthetene som er beregnet av eldre laksunger i Kvina.

Sammenlignet med flere av de andre elvene som inngår i prosjektet, er imidlertid ikke tettheten for eldre fisk i Kvina spesielt høy og generelt må tettheten av eldre fisk i elva karakteriseres som lav. Det er heller ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger påfølgende år i Kvina. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger. Det synes som om de største begrensningene for produksjon av laksunger finnes mellom terskelen ved stadion og utløpet i sjøen ved Klosterøyna (Larsen *et al.* 2006).

Tiltak som kan bidra til økt overlevelse bør derfor være et prioritert tiltak i elva, og bør kanskje prioriteres i de nedre deler. Imidlertid er dette vanskelig. Den sterke reguleringen av Kvina skaper problemer med å iverksette effektive tiltak. Det er i den nedre delen anlagt terskler. Vannhastigheten her er lav og det er få egnede oppvekstområder for laks. For eksempel har Litleåna som renner inn nederst i Kvina lite egnede habitat for større fiskeunger. Selv om tettheten av årsunger generelt her er svært høy, er enten tettheten av eldre fisk svært lav eller de er ikke påvist. Det reproduksjonspotensialet som finnes i Litleåna kunne vært utnyttet ved å bedre forholdene for eldre laksunger i selve Kvina. Forholdene og tiltak i nedre deler av Kvina er imidlertid vurdert av Larsen *et al.* (2005).

Reguleringen av Kvina har ført til sterkt regulert vannføring i hovedvassdraget. Laveste vintervannføring på 1,3 m<sup>3</sup>/s vil virke begrensende på vassdragets produksjon av laksunger og smolt (Ugedal *et al.* 2004). Hvis lav vintervannføring skjer samtidig med kaldt vær, vil sannsynligheten øke for at egg og yngel fryser inne og dør. Lav vintervannføring vil også påvirke overlevelsen til eldre laksunger. Om sommeren vil også lav vannføring være et problem, spesielt i perioder med høy lufttemperatur. Høy vanntemperatur kan da gi lite løst oksygen i vannmassene og gi økt dødelighet av laksunger. Det foreligger ikke målinger som støtter en slik antagelse, men lav vannføring om sommeren i perioder med varme og høy innstråling gjør at vannet kan nå kritisk høye temperaturer, og kan være en årsak til lave tettheter i 2006 (Saltveit *et al.* 2007).

Biotopforbedrende tiltak og økt minste vintervannføring vil sannsynligvis bidra til å stabilisere og øke elvas produksjon av anadrom fisk (Larsen *et al.* 2005). Det ser ut til at effekten av reguleringene nå kan bety mer for endringene i tettheten av ungfisk enn de endringene som skjer i vannkvalitet fra år til år.

### Ørret

Det var ørret på den lakseførende delen av Kvina også på 1980-tallet om enn i svært lave tettheter (Ousdal & Haraldstad 1986), og det må ha skjedd en naturlig økning (uavhengig av kalking) i antall ørretyngel fram til midten av 1990-tallet, siden den høyeste tettheten beregnes første år etter kalking og siden det var eldre ørretunger tilstede allerede i 1995.

Det er en klar nedadgående trend i tettheten av 0+ ørret i Kvina, fra nær 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i 1995 til 3 fisk pr 100 m<sup>2</sup> i 2003 (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av 0+ ørret tok seg noe opp i 2004 og 2005, men sank igjen i 2006 og var i 2007 og 2008 nær den tettheten som ble beregnet i 2003. Tettheten av 0+ ørret er nå på et lavmål. Årsunger ble funnet på alle stasjoner fram til 2002. I 2006 og 2007 var det 0+ bare på seks av stasjonene, mens det i 2008 ikke var 0+ på de tre nederste. På noen, for eksempel stasjon 2, kan fravær i 2006 og lave tettheter andre år skyldes konkurranse med laks. Reduksjonen i tetthet av 0+ har vært størst på strekningen fra Liknes til utløpet i fjorden, stasjon 8-10, og årsaken kan være de samme som for laks.

Eldre ørretunger manglet på seks av lokalitetene i 2008, tre av disse var de samme som for 0+. Tettheten av eldre ørretunger har vært stabil og svært lav i hele undersøkelsesperioden. Det er beregnet lave tettheter av eldre ørret, også i den perioden det ble beregnet høye 0+ tettheter. Tettheten i 2008 var på samme nivå som i 2006 og 2007, altså noe høyere enn i 2004 og 2005.

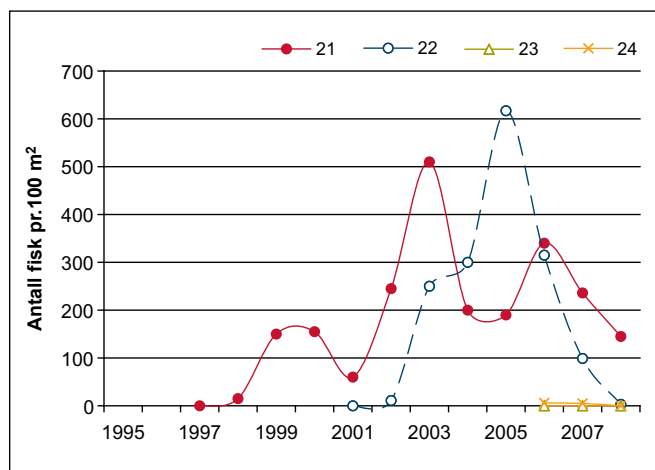
I Kvina ovenfor lakseførende strekning ble det som tidligere fisket på til sammen fire stasjoner. Det ble bare funnet ørret, og det var årsunger og eldre ørretunger på alle stasjoner i 2008. Årsunger dominerte, og tettheten av disse ble beregnet til 28 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er en svak og ikke statistisk signifikant økning i forhold til 2007. I 2007 var det en betydelig reduksjon i tetthet i forhold til i 2004, 2005 og 2006. Det er imidlertid relativt store variasjoner i tetthet av ørret 0+ på strekningen, men man må helt tilbake til 1999 og 2000 for å finne lavere tettheter enn de som beregnes i 2007 og 2008.

Tettheten av eldre ørret har vist en jevnt økende tendens siden 2004 og tettheten beregnet i 2008, 12 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, er den høyeste som er beregnet i denne delen av Kvina siden undersøkelsene startet. Sett i forhold til tidligere år må tettheten av eldre ørretunger nå karakteriseres som tilfredsstillende. Det er ingen sammenheng mellom 0+ tetthet og tetthet av eldre ørret påfølgende år.

Tettheten av ørret ovenfor lakseførende del av Litlåna er generelt lavere enn den ovenfor lakseførende del i Kvina. Imidlertid var tettheten av 0+ og eldre ørretunger her på samme nivå som den i Kvina. Gjennomsnittlig tetthet av årsunger og eldre ørretunger var henholdsvis 31 og 13 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i 2008. For årsunger er dette en betydelig økning i forhold til 2006 og 2007, og er den høyeste tetthet av 0+ ørret som er beregnet i denne delen av vassdraget. For eldre ørret er det også en økning og tettheten i 2008 er den nest høyeste som er beregnet i Litlåna. Spesielt for årsunger, som siden 2001 hadde en økning i tetthet, var reduksjonen i 2006 og 2007 dramatisk. Det er derfor svært positivt at det nå synes å være en positiv tendens. Noe av dette kan kanskje skyldes mindre konkurranse fra ørekyt, som hadde en betydelig reduksjon i tetthet i 2008 (se nedenfor).

### Ørekyt

De første funn av ørekyt i vassdraget ble gjort sommeren 1997 i Litlåna. Alder på enkelte av individene tydet på at ørekyt hadde vært der noen år. Den ble funnet i et lite antall på stasjon 21 i 1998 og i 2002 på stasjon 22. På disse to stasjonene har det vært en voldsom økning i mengden ørekyt, men tettheten har variert noe (**Figur 3.6**). Nedgangen i tetthet i 2001 på stasjon 21 ble satt i sammenheng med dårlig vannkvalitet vinteren 2000/2001 (Larsen et al. 2006). Dårlig vannkvalitet er trolig også årsaken til den sterke nedgangen i tetthet i 2008 på stasjon 21 og 22, noe som kan ha ført til rekrutteringssvikt. Det ble ikke funnet ørekyt mindre enn 5 cm. Ørekyt er aldri funnet på stasjon 23, men ble i 2006 funnet nedenfor stasjonen. På stasjon 24 ble den funnet første gang i 2006 og senere i 2007, begge år i lave tettheter. Arten ble ikke funnet her i 2008.



**Figur 3.6.** Tetthet av ørekyt i Litleåna i perioden 1997 til 2008. Data fra før 2006 er fra Larsen et al. (2006).

Ørekyt ble for første gang observert på lakseførende strekning i 2005 (Larsen et al. 2006), og ble første gang fanget på tre av lokalitetene i 2007 (Saltveit et al. 2008). I 2008 var det ørekyt på de fem av stasjonene på lakseførende strekning (**Tabell 3.1**) og tettheten er økende. To av disse ligger ovenfor sammenløp med Litleåna. Ørekyt er imidlertid ikke funnet på de to nederste stasjonene i den lakseførende delen av Litleåna (stasjon 1 og 2).

Ørekyt får i mange vassdrag store konsekvenser for ørretproduksjonen (Taugbøl et al. 2002). Ørekyt er mer euryøk enn ørret, og tåler både høyere vanntemperatur og et lavere oksygeninnhold. Tilstedeværelsen av ørekyt vil derfor skape problemer for reetableringen av ørret i Litlåna. I tillegg er også vannkvaliteten dårligere her enn i Kvina ovenfor lakseførende del. Forsuringsepisoder er trukket fram som forklarende faktor for reduksjoner i tetthet. Begge alderskategorier ørret finnes fremdeles på alle stasjoner.

### Fangst

Totalfangstene av anadrom fisk er nå relativt høy og i nyere tid må man tilbake til midten av 1940-tallet for å finne tilsvarende fangster. Selv om fangstene av sjørøret i elva ikke har vært høye, heller ikke før kalking, tyder fangstutviklingen og utviklingen i tetthet på en reduksjon av ørretbestanden i Kvina. Etter 2002 har fangstene av sjørøret utgjort mindre enn 20 % av totalfangsten i elva. Sjørøret utgjorde bare 4 % i 2006, men andelen økte til 10 % i 2007, for igjen å synke til 3,5 % som til nå er den laveste andelen.

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemi

Etableringen av doseringsanlegget ved Nyland våren 2000 har gitt en klar forbedring av vannkvaliteten i de nedre delene av Kvina de senere årene, men den automatiske pH overvåkingen ved Kloster viste også i 2008 mangelfull effekt av kalkingsvirksomheten i lakseførende strekning av elva. Det var lange perioder med for lav pH i forhold til de mål som var satt, også i smoltperioden.

Referansestasjonen oppstrøms kalking i Litlåna har fortsatt svært surt vann (pH 4,8-5,6), men det synes som om det har skjedd en vannkvalitetsforbedring i 2008.

I kalket del av Litlåna, st. 8, lå pH-verdiene i intervallet 5,1 - 6,8. Kalkdosereren ved Myglund ligger høyt oppe i vassdraget, og grunnet sure tilførsler fra et stort ukalket felt nedstrøms dosereren, må det kompenseres med bruk av relativt høye kalkdoser ved anlegget. Ettersom det har vært vanskelig å holde en stabil vannkvalitet helt ned til samløpet med Kvina på denne måten, har spredningen i pH vært stor.

De målte pH, kalsium og labilt aluminium verdiene for stasjonen Kloster er nesten uforandret fra 2007.

## 4.2 Anadrom fisk

For laks har kalkingen i Kvina gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefisket i elva er i stadig bedring, mens det for ørret synes å være en nedadgående trend både i størrelsen på ungfiskbestanden og avkastningen av voksen fisk. Samlet fangst av anadrom fisk er imidlertid betydelig, og på 1900-tallet var det bare noen år på midten av 1940-tallet at det ble tatt tilsvarende fangster av anadrom fisk.

Sett i forhold til tidligere år må 0+ tettheten av laks karakteriseres som tilfredsstillende. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Kvina. Reguleringen av elva skaper også et problem. En bedre måloppnåelse av kalking i form av økt smoltproduksjon kan derfor best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget, biotopjustering og endret vannføring.

Resultatene fra 2008, der en betydelig reduksjon i tetthet av ørekyt faller sammen med en sterk økning i tetthet av ørret, tyder på at tilstedeværelsen av ørekyt skaper problemer for reetableringen av ørret i Litleåna. I tillegg er også vannkvaliteten dårligere her enn i Kvina ovenfor lakseførende del. Tettheten av ørretunger i Kvina var langt høyere på fiskeførende strekning av Kvina. Utviklingen i 2008 er imidlertid positiv for hele vassdraget.

## 4.3 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Det er gode resultater av kalking, men kalkingen er fortsatt ikke optimal. Kalkingsstrategien i Litleåna har hittil ikke vist seg å være tilstrekkelig da det er vanskelig å nå vannkvalitetsmålene nedenfor samløpet med hovedelva under flomforhold, selv med optimal drift på Nyland-anlegget. En ny doserer nederst i Litleåna ble satt idrift etter nyttår 2009, og man avventer resultater fra driften av denne før videre konklusjon.

Tiltak for å optimalisere driften ved Nyland- og Lindeland-anleggene er gitt i årsrapport for driftskontrollen i vassdraget (Kaste & Høgberget 2006).

## 4.5 Øvrige anbefalte tiltak

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Ettersom man i de siste årene har registret flere sjøsalt-episoder, og man ikke kan regne med færre slike episoder i framtiden, bør DN utarbeide en strategi for håndtering av sjøsaltepisoder (varsling og beredskap).



## 5 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.
- Fjellheim, A.. 2005. Kvinavassdraget. 4 Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2004.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1
- Direktoratet for naturforvaltning. 2003. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. DN-notat 2003-3.
- Haraldstad, Ø. 1987. Vassdragsområder og kalkingsprosjekter I Vest-Agder. Fylkesmannen i Vest-Agder.
- Hindar, A. og Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.
- Høgberget, R. (2006): Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking, 2007.
- Kaste, Ø. & Høgberget, R. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Kvina. Statusrapport for 2005. NIVA-rapport 5218-2006, 17 s.
- Larsen, B.M. 1998. Kvina. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1: 82-85.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Forseth, T. & Johnsen, B.O. 2005. Yngel- og ungfiskundersøkelser i nedre del av Kvina (Vest-Agder) i 2004. NINA Rapport 5. 28pp.
- Larsen, B.M., O.T. Sandlund, H.M. Berger & T. Hesthagen. 2006a. Invasives, introductions and acidification: the dynamics of a stressed river fish community. - *Water, Air & Soil Pollution*.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Simonsen, J.H. 2006. Kvinavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 102-107.
- Meteorologisk institutt 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Risnes i Fjotland, samt normalperioden 1961-1990.
- Ousdal, J-O. & Haraldstad, Ø. 1986. Fiskeribiologiske undersøkelser på strekningen Homstølvann - Liknes i Kvina høsten 1985. Forslag til framtidige utsetninger. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvernavdelingen. Rapport 1986-1. 25 s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E. og Pavels, H. 2007. Kvinavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2-2007, 4 s.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. NINA Utredning 10: 1-28.
- Taugbøl, T., Hesthagen, T., Museth, J., Dervo, B. & Andersen, O. 2002. Effekter av ørekyteintroduksjoner og utfiskingstiltak – en vurdering av kunnskapsgrunnlaget. NINA Oppdragsmelding 753: 1-31.
- Weideborg, M. og Juutilainen, M. 2008. 2. Vannkjemi. Arendalsvassdraget. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN Notat 2008-2.
- Ugedal, O., Berger, H.M., Larsen, B.M. & Hoem, S.A. 2004. En vurdering av produksjonspotensialet for anadrom fisk i Kvina. NINA Oppdragsmelding 822. 33pp.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syreneutraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium
LAI	Lablitt aluminium	K	Kalium	Turb	Turbiditet		

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	07.01.2008	5,8	1,67	0,08	53	102	91	11			2,68												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	04.02.2008	6,5	2,08	0,05	21	111	99	12			3,77												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	03.03.2008	6,5	1,61	0,06	32	82	75	7		0,38	3,3												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	07.04.2008	6,6	1,96	0,07	42	101	85	16		0,46	2,8												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	05.05.2008	6,2	1,42	<0,05	11	76	59	17		0,7	1,83												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	02.06.2008	6,7	1,26	0,08	53	32	29	3		0,65	1,45												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	07.07.2008	6,7	1,21	0,04	10	47	45	2		0,52	1,93												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	04.08.2008	6,6	1,3	0,04	10	32	31	1		0,44	1,84												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	01.09.2008	5,9	1,2	0,07	42	100	94	6		1,8	1,96												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	06.10.2008	6,1	1,1	0,06	32	234	145	89		2,2	2,3												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	03.11.2008	6,2	1,5	<0,04	5	108	102	6		0,56	2,78												
3	Kvina nedst. Trælandsfoss	01.12.2008	5,9	1,1	0,04	10	134	107	27		0,57	2,58												
4b	Kloster	07.01.2008	5,7*	1,3	0,06	32	101	87	14	4,0		2,89	0,34	3,35	0,34	4,6	1,95	256	400	<3		62	1,13	
4b	Kloster	04.02.2008	6,2	1,62	0,04	10	108	83	25	2,8		3,81	0,49	3,86	0,31	7,18	1,92	156	140	9		43	0,842	
4b	Kloster	03.03.2008	5,8	1,17	<0,04	5	93	75	18	2,9	0,34	3,34	0,4	3,76	0,32	6,69	1,81	140	200	5	<1	26	0,683	
4b	Kloster	07.04.2008	6,3	1,37	<0,04	5	88	73	15	3,4	0,47	2,79	0,31	2,46	0,24	4,35	1,57	170	290	5	<1	41	0,591	
4b	Kloster	14.04.2008	6,1	1,25	0,06	32	105	84	21		0,55	2,71												
4b	Kloster	21.04.2008	6,5	1,5	0,05	21	61	54	7		0,45	2,71												
4b	Kloster	29.04.2008	5,8*	1,54	<0,05	11	81	75	6		1,1	2,18												
4b	Kloster	05.05.2008	6,8	1,19	0,06	32	67	65	2	3,7	0,79	1,98	0,21	2,12	0,25	1,2	0,69	140	304	7	<1	121	0,411	
4b	Kloster	13.05.2008	5,9	1,1	<0,05	11	53	50	3		1,1	1,69												
4b	Kloster	19.05.2008	6,5	1,23	0,05	21	64	44	20		0,58	1,82												

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -p µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
4b	Kloster	26.05.2008	6,6	0,98	<0,05	11	38	35	3	0,55	1,71													
4b	Kloster	02.06.2008	6,6	1,24	0,08	53	50	39	11	2,6	0,4	1,67	0,16	1,24	0,17	1,8	1,2	55	234	6	<1	51	0,148	
4b	Kloster	07.07.2008	6,6	1,39	<0,04	5	44	41	3	3,7	0,52	2,05	0,24	1,85	0,25	2,5	1,4	68	243	12	3	69	0,277	
4b	Kloster	04.08.2008	6,6	1,3	0,04	10	35	31	4	3,2	0,44	2,15	0,22	2,1	0,24	2,8	1,5	57	210	3	2	63	0,321	
4b	Kloster	01.09.2008	6,4	1,3	<0,04	5	82	79	3	6,2	1,3	2,33	0,29	2,4	0,25	3	1,6	57	286	6	<1	74	0,591	
4b	Kloster	06.10.2008	6,3	1,2	0,07	42	193	120	73	7,3	2,4	2,3	0,32	2,2	0,29	3,5	1,5	70	328	10	1	52	0,862	
4b	Kloster	03.11.2008	6	1,3	<0,04	5	108	99	9	4,8	0,55	2,97	0,38	3,2	0,35	5,2	1,9	158	315	6	1	46	1,004	
5	Litlåna oppstr. doserer	07.01.2008	4,8	0,26	0,02	0	119	78	41	4,2		2,04	0,18	2,1	0,15	2,81	1,56	96	200	<3		2	0,759	
5	Litlåna oppstr. doserer	04.02.2008	4,8	0,46	<0,04	5	123	62	61	2,7		3,36	0,35	3,15	0,31	5,93	1,95	87	280	4		-21	0,583	
5	Litlåna oppstr. doserer	03.03.2008	4,9	0,33	<0,04	5	97	56	41	2,7	0,24	2,96	0,25	2,95	0,17	5,13	1,91	67	128	4	<1	-24	0,429	
5	Litlåna oppstr. doserer	07.04.2008	5	0,27	<0,04	5	115	65	50	3,4	0,29	2,31	0,19	1,81	0,12	2,94	0,92	120	230	<3	<1	2	0,396	
5	Litlåna oppstr. doserer	05.05.2008	5,2	0,12	<0,04	5	62	51	11	3,0	0,5	1,25	0,09	1,01	0,12	1,2	0,71	97	226	50	<1	6	0,166	
5	Litlåna oppstr. doserer	02.06.2008	5,6	0,17	<0,04	5	51	38	13	2,4	0,76	0,84	0,08	0,82	0,1	1,7	1	15	239	7	<1	-20	0,033	
5	Litlåna oppstr. doserer	07.07.2008	5,6	0,35	<0,04	5	80	59	21	9,5	0,62	1,42	0,16	1,57	0,13	2,00	0,98	20	275	14	<1	21	0,197	
5	Litlåna oppstr. Doserer	04.08.2008	5,5	0,3	<0,04	5	73	57	16	4,7	0,51	1,34	0,13	1,6	0,11	1,8	0,9	7	270	5	2	25	0,134	
5	Litlåna oppstr. doserer	01.09.2008	5,2	0,28	<0,04	5	150	108	42	7,0	0,93	1,45	0,15	1,5	0,07	1,8	0,73	<10	249	7	<1	24	0,397	
5	Litlåna oppstr. doserer	06.10.2008	5,1	0,3	<0,05	11	244	123	121	7,2	1,7	1,9	0,21	1,6	0,3	3	0,94	10	310	8	<1	1	0,671	
5	Litlåna oppstr. doserer	03.11.2008	5,1	0,3	<0,04	5	135	82	53	4,5	0,79	2,35	0,22	2,4	0,2	3,8	1,1	28	213	5	2	7	0,611	
5	Litlåna oppstr. doserer	01.12.2008	4,9	0,28	<0,04	5	140	92	48	4,7	0,58	2,25	0,21	2,18	0,1	3,8		42	444	7		21	0,691	
8	Litlåna før samløp Kvina	07.01.2008	5,4	0,99	0,05	21	105	81	24			2,61												
8	Litlåna før samløp Kvina	04.02.2008	5,1	0,84	<0,04	5	121	60	61			3,52												
8	Litlåna før samløp Kvina	03.03.2008	5,2	0,72	<0,04	5	107	60	47	0,32	3,16													
8	Litlåna før samløp Kvina	07.04.2008	6	0,87	0,04	10	88	60	28	0,53	2,62													
8	Litlåna før samløp Kvina	05.05.2008	5,8	0,84	<0,04	5	70	66	4	0,62	1,93													
8	Litlåna før samløp Kvina	02.06.2008	6,8	1,82	0,09	63	37	30	7	0,55	2,52													
8	Litlåna før samløp Kvina	07.07.2008	6,8	2,1	0,06	32	34	31	3	3,4	0,49	2,92	0,38	2,56	0,37	3,5	2	195	366	12	<1	104	0,624	
8	Litlåna før samløp Kvina	04.08.2008	6,6	1,7	0,06	32	47	43	4	0,46	2,8													
8	Litlåna før samløp Kvina	01.09.2008	6,5	1,3	<0,04	5	79	78	1	7,4	0,64	2,37	0,29	2,4	0,27	3	1,5	80	323	4	1	76	0,498	
8	Litlåna før samløp Kvina	06.10.2008	6,2	1,1	0,06	32	167	99	68		1,2	2,2												
8	Litlåna før samløp Kvina	03.11.2008	5,7	1	<0,04	5	114	96	18	0,61	2,77													
8	Litlåna før samløp Kvina	01.12.2008	5,7	1	<0,04	5	114	92	22	0,56	2,7													

\* pH-verdien stemmer ikke med øvrig vannkvalitet

\*\* Prøve fra oktober ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI

# Lygnavassdraget

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	024
Fylke(r):	Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	663,5 km <sup>2</sup> (inkl. Møska, 124,6 km <sup>2</sup> )
Vassdragsregulering:	Nei
Spesifikk avrenning:	54 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	30 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden:	1991 (Rossevatn), 2000 (Gysland)
Lakseførende strekning:	Til Kvåsfossen (ca 20 km)

Kalkingsdata er innhentet fra Fylkesmannen i Vest-Agder v/miljøvernavdelingen

Kalk benyttet ved de ulike dosererne de siste fem årene er vist i **Tabell 1.1**.

Det ble benyttet omtrent 47 % mer kalk til dosering i 2008 enn forrige år. Men ettersom det i 2008 var ca. 35 % mer nedbør enn forrige år og høyere vannføring, gav sannsynligvis ikke større kalkmengder tilsvarende større konsentrasjon av kalsium i vannet.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

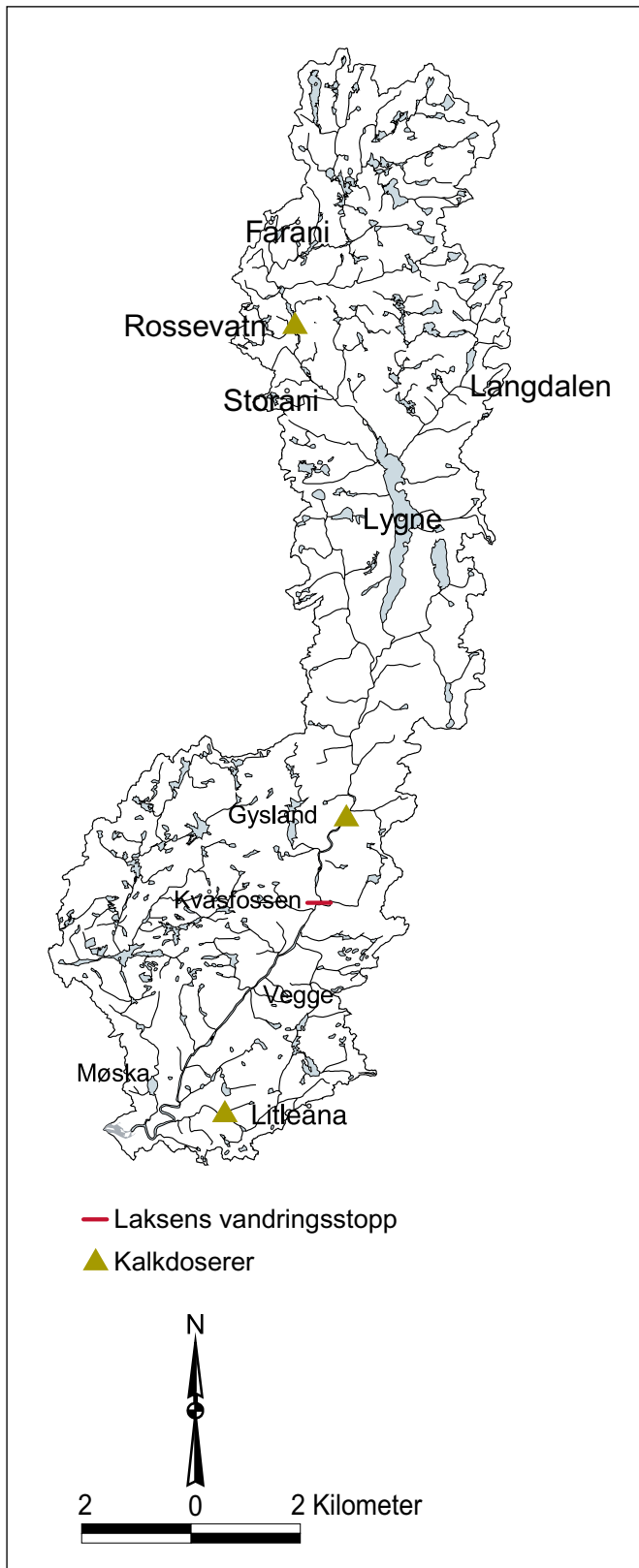
Bakgrunn for kalking:	Laksestammen i Lygna var før kalking utdødd og sjøauren var truet av forsuring. Det har hele tiden vært rester av de naturlige aurebestandene i Lygne og i hovedelva nedstrøms.
Kalkingsplan:	Vikøyr <i>et al.</i> (1989)
Biologisk mål:	1) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet til at aure kan leve i Lygne og kalkede innsjøer i nærområdet. 2) Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0
Kalkingsstrategi:	Vassdraget kalkes ved hjelp av kalkdoserer plassert ved innløpet til Rossevatn, oppstrøms innsjøen Lygne. I tillegg kalkes flere innsjøer i nedbørfeltet. Doserer ved Gysland, rett oppstrøms den lakseførende strekningen, ble satt i drift i mars 2000. Litleåna kalkes med grovdolomitt.

I tillegg ble innsjøer i nedbørfeltet kalket med 40 tonn kalk i 2008. Det ble brukt mindre kalk til innsjøkalking i 2008 enn de foregående to årene.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk (tonn) i Lygnavassdraget i perioden 2004 - 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt, er omregnet til 100% kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer v/ Rossevatn	635*	983*	1191*	790*	780*
Doserer v/ Gysland	731* 177****	1250*	1822*	1196*	2134*
<b>Sum kalk doserere</b>	<b>1542</b>	<b>2233</b>	<b>3013</b>	<b>1987</b>	<b>2914</b>
<b>Sum kalk innsjøer</b>	<b>221*</b>	<b>105 (8)**</b>	<b>60 (7)**</b>	<b>51 (7)*</b>	<b>40 (7)*</b>
<b>Sum kalk</b>	<b>1763</b>	<b>2338</b>	<b>3073</b>	<b>2037</b>	<b>2954</b>
Doserer i Litleåna (grovdolomitt)	180***	120***		95***	96***

\* NK3 , \*\* SK3 , \*\*\*grovdolomitt, \*\*\*\*skjellmel



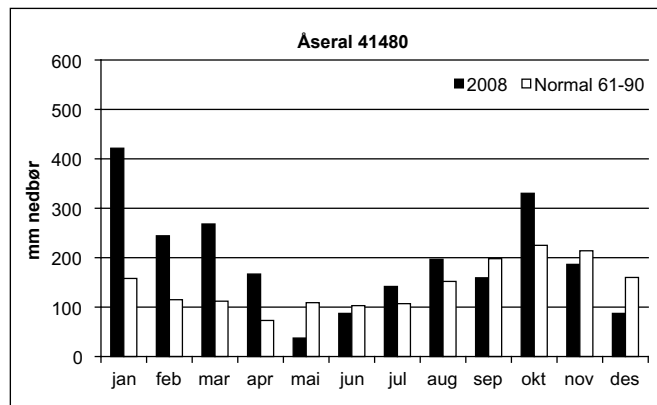
Figur 1.1. Lyngnavassdraget med nedbørfelt.

### 1.3 Nedbør i 2008

Hydrologisk stasjonen på Hægebostad er tidligere benyttet til presentasjon av nedbørdata. Denne er nå nedlagt. Stasjonen Åseral benyttes i stedet (Figur 1.2).

Meteorologisk stasjon: 41480 Åseral

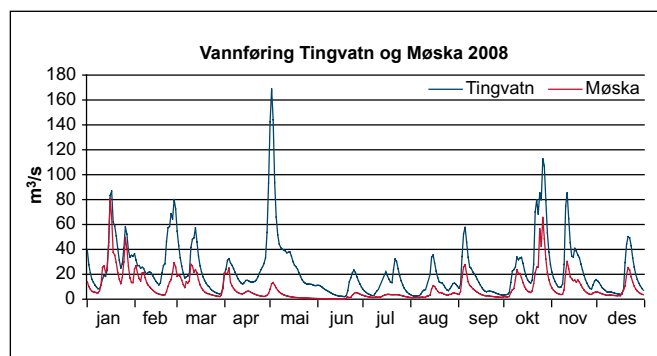
Årsnedbør 2008: 1997 mm  
 Normalt: 1726 mm  
 % av normalen: 116



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon Åseral (Meteorologisk Institutt, 2009).

Som vist i Figur 1.2 var nedbøren meget høy i perioden januar - mars og i oktober og meget lav i mai.

Vannføringen i hovedvassdraget og i sidevassdrag i 2008 er vist i Figur 1.3.



Figur 1.3. Vannføring (døgnverdier) i 2008 ved stasjonene Tingvatn (utløp Lygne) og sidevassdraget Møska (utløp Lyngdal sentrum) (NVE 2009).

### 1.4 Stasjonsoversikt

De ulike prøvetakingsstasjonene er vist i Figur 1.4.

# 2 Vannkjemi

Forfatter: **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

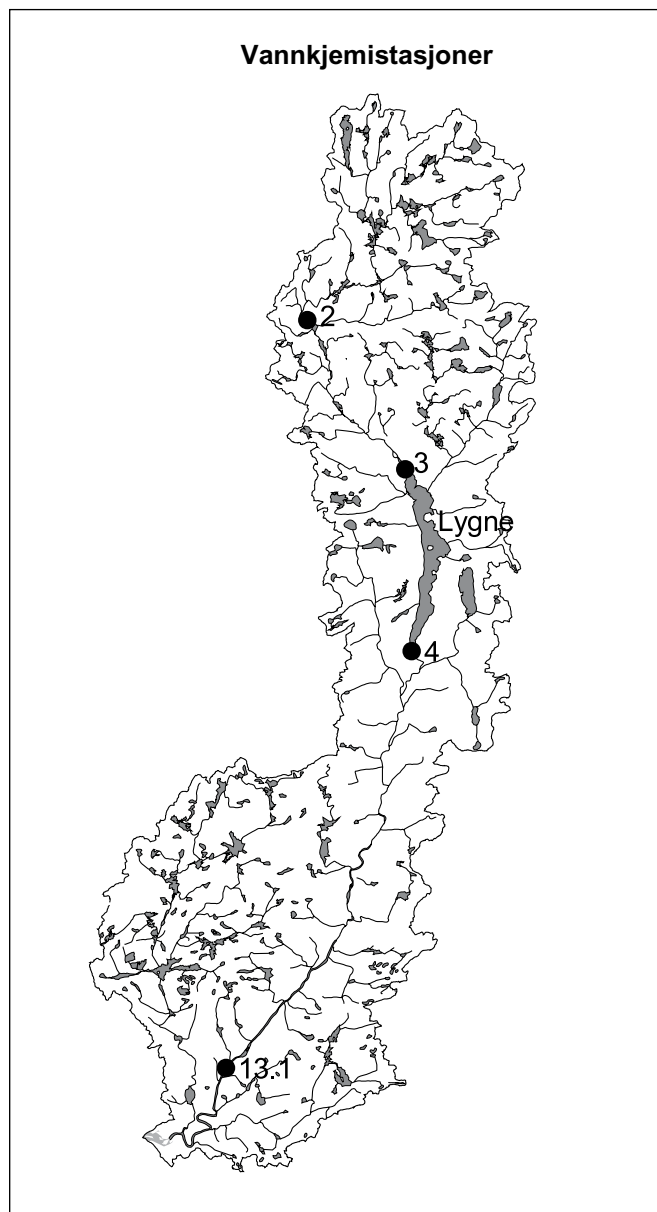
Datasammenstilling til og med mai 2006 er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**, **Aquateam**. Prøvetaker har vært: **Åge Tveiten**, **Eiken** og **Edgar Vegge**, **Lyngdal**. Prøvene er tatt som stikkprøver på tilnærmet faste datoer. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget**, **NIVA**. De kjemiske analysene er gjort av **Analycen**.

Det ble gjennomført 11 prøvetakingsrunder i denne rapporteringsperioden, og i tillegg ble det tatt ukentlige prøver i april og mai på st. 13.1 Vegge.

## 2.2 Resultater

### 2.2.1 Resultater for 2008

Resultater fra den manuelle prøvetakingen i 2008 er vist i primærtabelen i **Vedlegg A**. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.



Figur 1.4. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Lyngnavassdraget.

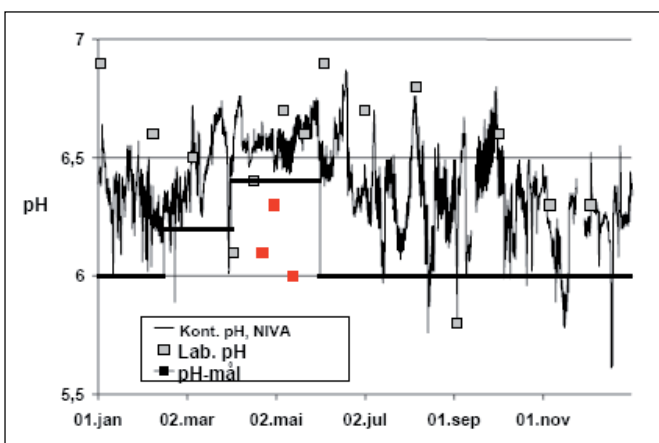
Tabell 2.1. Sammendrag av vannkvaliteten for fire stasjoner i Lygnavassdraget i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
2	Oppstr. kalking	Mid	5,1	0,3	5	32	4,8	1
		Min	4,8	0,1	0	0	3,0	-28
		Max	5,8	0,4	11	82*	9,1	39
		N	10	10	10	8	10	10
3	Innløp Lygne	Mid	6,2	1,4	27	8		
		Min	5,4	0,6	5	0		
		Max	7,1	3,0	84	44*		
		N	10	10	10	9		
4	Utløp Lygne	Mid	5,9	0,9	20	8		
		Min	5,4	0,4	0	0		
		Max	6,3	1,3	94	15*		
		N	10	10	10	9		
13.1	Vegge	Mid	6,4	1,7	42	8	3,9	68
		Min	5,8	1,2	5	2	2,9	49
		Max	6,9	2,4	84	45*	8,0	83
		N	17	17	17	16	12	12

\* Prøve fra oktober er ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI.

## 2.2.2 Vannkjemisk måloppnåelse i 2008

pH verdier målt ved Vegge ca 14 km oppstrøms utløpet av Lygna viser at elva stort sett holdt de pH-mål som gjelder for lakseførende strekning av elva. Det oppsto seks episoder med pH under de mål som til enhver tid var gjeldende. Imidlertid var det bare ett av disse tilfellene som var av lengre varighet. Det var i november da pH var under målet i 3,5 døgn. Laveste pH ble da målt til 5,8. Det antas at episoden hadde moderat effekt på laksen i elva. (Kroglund og Rosseland 2004). Det var i første halvår dårlig sammenheng mellom de automatiske målingene og de manuelle. Årsaken til dette er ikke kjent, men en teoretisk beregning av pH basert på anioner og kationer viser at de av laboratorieprøvene tatt i april-mai kan være "outlayers".



Figur 2.1. Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon midt i lakseførende område av Lygna (ved Vegge). pH-verdier i vannprøver fra elva er markert med kvadrater. pH-målet gjennom året er også markert. Røde kvadrater angir usikre verdier.

## 2.2.3 Ukalkede deler av vassdraget

Stasjon oppstrøms kalking (ukalket referansestasjon, St. 2) er sterkt påvirket av forurening. Årsmiddelverdiene for ANC har siden 1996 vært negativ med unntak av årene 2002, 2003, 2006 og 2008, hvor den var 1 µekv/L. Årsgjennomsnittet for pH har vist en svakere økning på 1990-tallet enn det som har vært tilfelle i mange andre vassdrag, men det kan se ut som om det har skjedd en noe større økning de to siste årene (Figur 2.3). Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var 5,1, hvilket var 0,1 pH enheter høyere enn året for. pH verdiene i 2008 lå i området 4,8 - 5,8 (Figur 2.2). Kalsiumkonsentrasjonene var omtrent like lave som i 2007. Vassdraget synes ikke å ha vært preget av sjøsaltepisoder i 2008, slik som tidligere år (Figur 2.4).

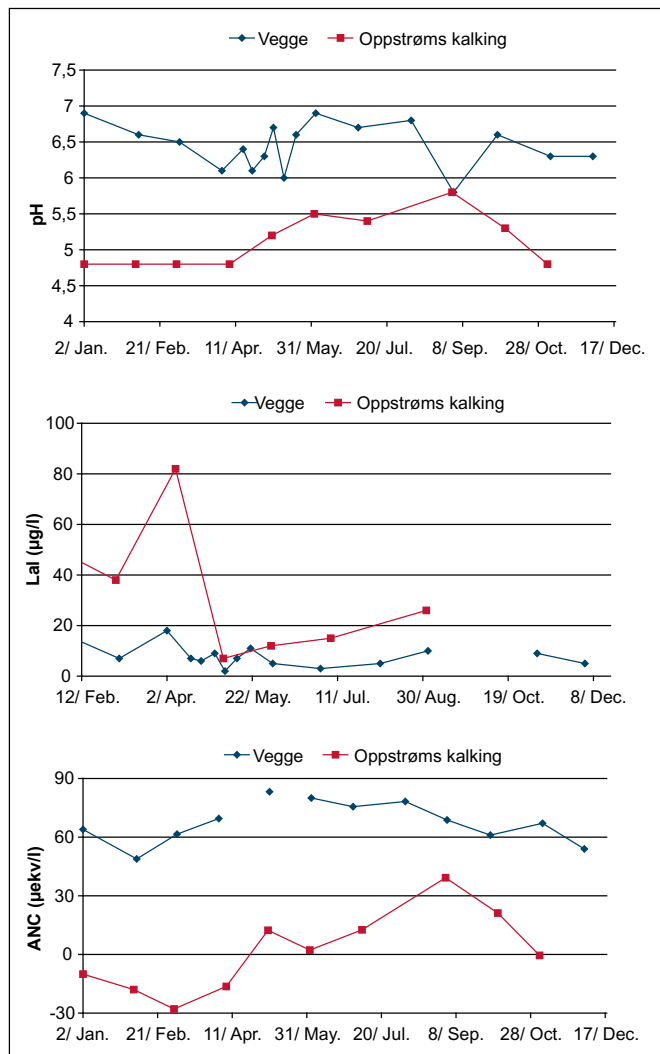
## 2.2.4 Kalkede deler av vassdraget

pH verdiene ved innløpet til Lygne (st. 3) har vært ganske konstante siden 2001, og har ligget mellom 5,5 og 7 (Figur 2.3). De siste årene har spredningen i pH vært større (pH 5,4-7,1). Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var samme som i 2007. Det samme gjelder for alkaliniteten. Den gjennomsnittlige konsentrasjonen av labilt aluminium var litt lavere i 2008 enn i 2007, men den maksimale konsentrasjonen av labilt aluminium i 2008 var høyere i 2008 (44 µg/l) enn i 2007 (30 µg/L). Middelverdiene for kalsium ved innløpet til Lygne var 1,4 mg/l. Ved utløpet av Lygne (st. 4) var middelverdien for kalsium 0,9 mg/l. Kalsiumkonsentrasjonene ved innløpet og utløpet av Lygne var litt lavere enn året

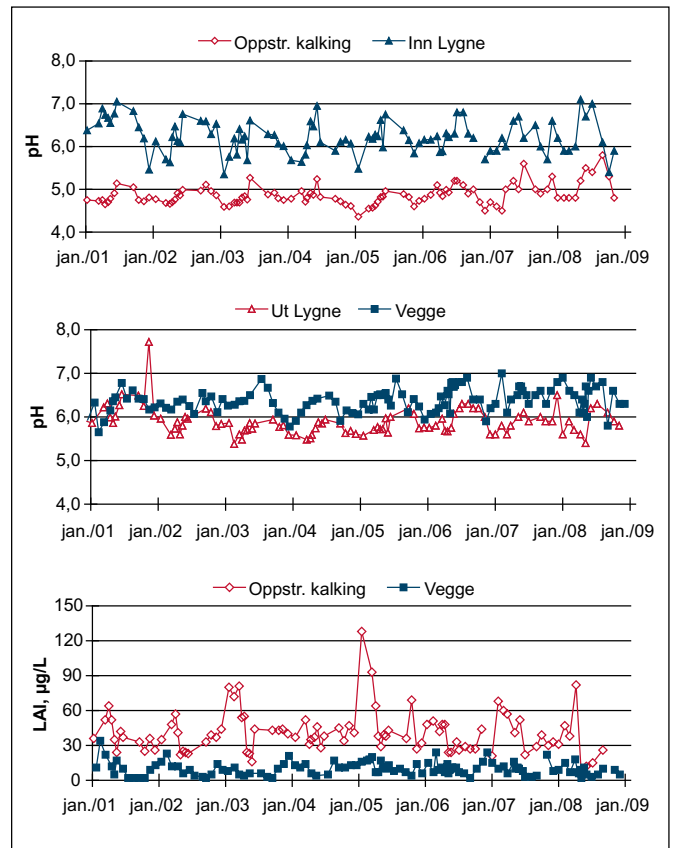
før. Den relativt store forskjellen mellom innløpskonsentrasjon og utløpskonsentrasjon av kalsium er en illustrasjon på at oppholdstiden i innsjøsystemet bidrar til å forsinke responsen i utløpet.

Ved stasjon Vegge har det vært nedgang i middelkonsentrasjonen av kalsium fra 2,1 mg/l i 2006 til 1,8 mg/l i 2007 og til 1,7 mg/l i 2008. Den høyeste LAI verdien i de manuelle prøvene fra Vegge (45 µg/l) ble målt i oktober. For øvrig var verdiene lavere enn 20 µg/l (**Figur 2.2**). ANC verdiene ved Vegge var høyere enn 40 µekv/l hele året (**Figur 2.2**).

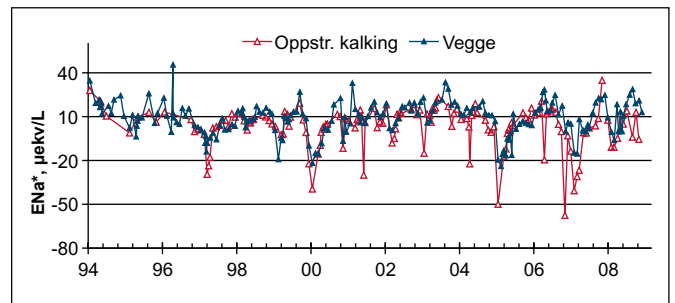
Lygna (både kalkede og ukalkede områder) har en noe høyere konsentrasjon av total fosfor (tot-P) enn de andre undersøkte vassdragene i Agder. Konsentrasjonen av total fosfor i 2008 lå i området 3-32 µg/l i oppstrøms doserer og i området 2-41 µg/l ved Vegge. Det ble ikke målt tilsvarende høye verdier av løst fosfat (PO<sub>4</sub>-P) i vassdraget. Dette kan tyde på at bergartene i området inneholder mye fosfor. Den høyeste verdi ble målt i prøve med høyt innhold av partikler (turbiditet 9,6 FTU). Høye fosforverdier kan innvirke på forurensningsklassifisering basert på begroingsalger.



**Figur 2.2.** Utvikling av pH, giftig aluminium (LAI) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2008 i Lygna oppstrøms kalkdosering og ved Vegge.



**Figur 2.3.** Utvikling av pH og giftig aluminium (LAI) ved fire stasjoner i Lygna i perioden 2001-2008.



**Figur 2.4.** Utviklingen av ikke-marin natrium ved to stasjoner i Lygna i perioden 1994-2008.



# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup> og Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

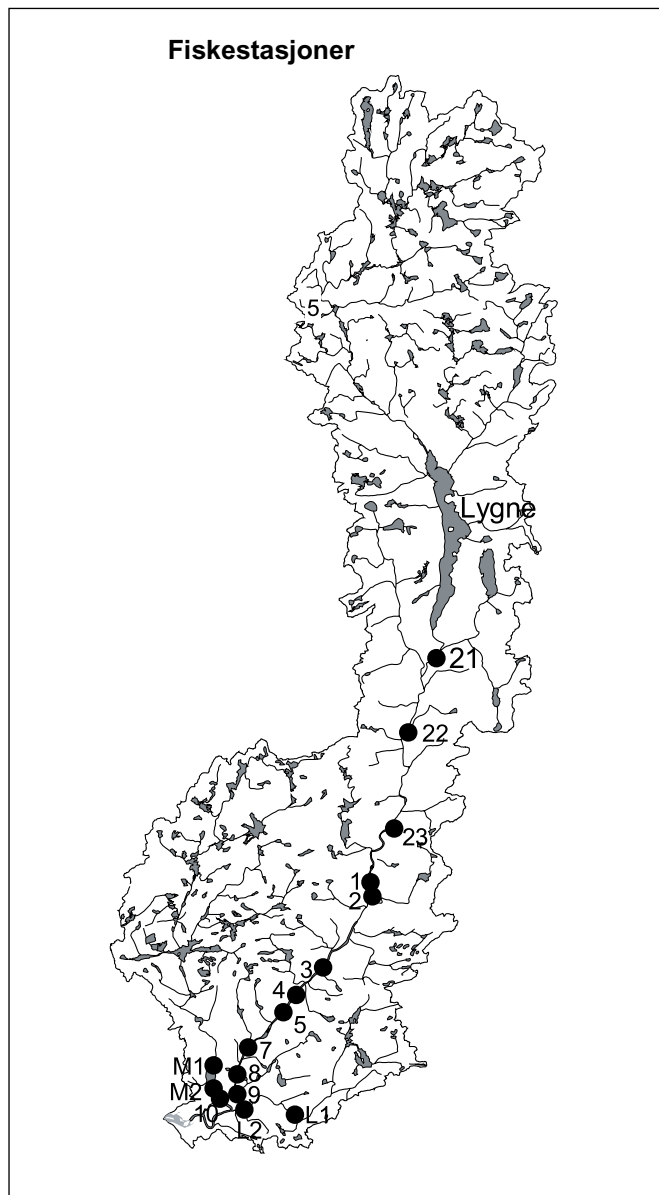
## 3.1 Innledning

Den opprinnelige laksestammen er utdødd i Lygna. Fisk som vandret opp på 1980- og 1990-tallet stammet derfor trolig fra voksen laks som enten er naturlig reprodusert eller utsatt som smolt i andre lakseelver, eller rømt oppdrettslaks (Vikøyr *et al.* 1989). Det ble gjennomført ungfiskregistreringer i Lygna og Møska i 1980 uten at det ble funnet laksunger (Kildal 1982). Det er ikke kjent hvorvidt det finnes flere undersøkelser i vassdraget før det i 1991 ble startet en årlig overvåking av ungfiskbestandene i forbindelse med kalkingstiltakene (Larsen 1993). Overvåkingen har foregått årlig etter samme opplegg, med noe justering av antall undersøkte stasjoner fra 1998. Fra 1994 er det i tillegg gjennomført undersøkelser i Møska og Litleåna, som referanse til utviklingen i den kalkede delen av Lygna. Det er ikke satt ut laks- eller ørret yngel i Lygna etter 1990, slik at all yngel som observeres må være et resultat av naturlig rekruttering.



Lygna ved Kvås.

FOTO: S.J. SALTVEIT



Figur 3.1. Kart over Lygna med stasjoner for innsamling av fisk.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på ni stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i september 2008 (Figur 3.1). I tillegg ble det fisket på tre stasjoner ovenfor den lakseførende strekningen mellom innsjøen Lygna og Kvåsfossen. I sideelvene Møska og Litleåna ble to stasjoner i hver elv undersøkt.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfisk

På den lakseførende strekningen i Lygna (dvs. nedenfor Kvåsfossen) ble det fanget til sammen 509 laksunger (**Tabell 3.1**). Dette er et lavere antall enn i 2007. Antall ørret i materialet er imidlertid noe høyere enn i 2007. Laksunger ble påvist på samtlige stasjoner, mens det ikke ble fanget ørret på den nederste lokaliteten. Antall ørret var også lavt på den øverste og på de fire nederste stasjonene. Andre fiskearter var ål, trepigget stingsild og skrubbe.

Ovenfor Kvåsfossen ble det bare fanget ørret. I Litleåna ble det fanget til sammen 25 laksunger og 29 ørretunger (**Tabell 3.1**). Det var flest ørret øverst i bekken. I Møska ble

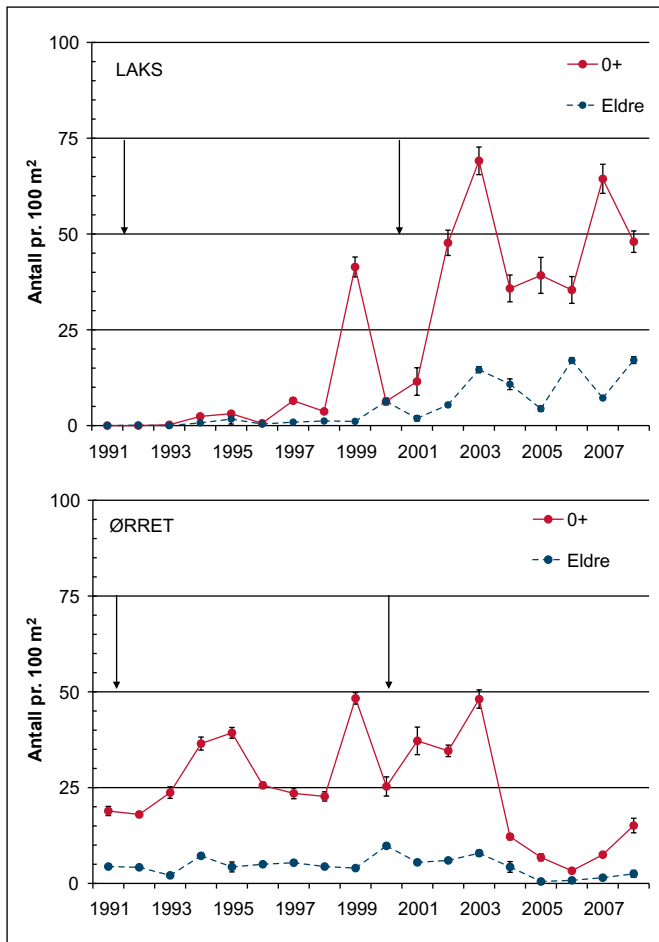
det også fanget laks- og ørretunger og en ål. Laks ble bare funnet på den nederste stasjonen. Også her var materialet av fisk relativt beskjedent.

#### Lygna

Gjennomsnittlig tetthet av årsunger (0+) av laks ble beregnet til hele 48 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten for eldre laksunger ble beregnet til 17 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). For 0+ er tettheten lavere enn i 2007, mens tettheten av eldre laksunger var betydelig høyere. På stasjon 1 var det flere enn 100 ind. 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tre av lokalitetene hadde flere enn 50 årsunger pr. 100 m<sup>2</sup>. Stasjon 1 og 3 hadde de høyeste tetthetene av laksunger eldre enn 0+. Eldre laksunger ble funnet på alle stasjonene, men i lave tettheter på de to nederste (**Tabell 3.1**).

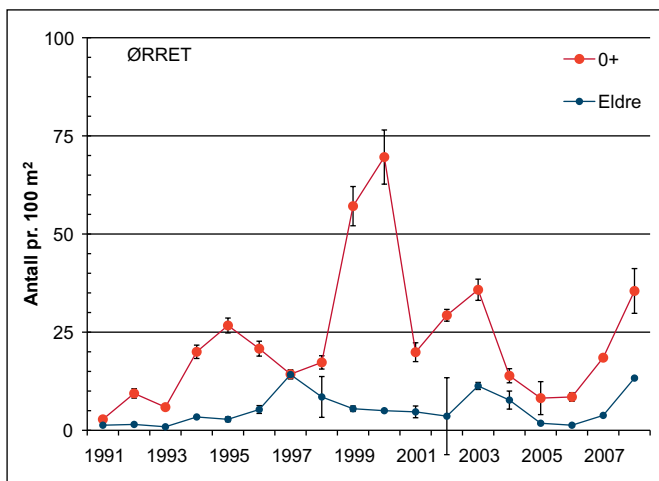
**Tabell 3.1.** Antall fisk av ulike arter fanget og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Lyngdalsvassdraget i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk					Laks N/100 m <sup>2</sup>		Ørret N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Skrubbe	St.sild	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	100	125	9				104	36	4	7
2	88	58	26				59	15	31	1
3	100	41	16				12	42	17	1
4	100	59	25				42	23	33	2
5	100	33	29				34	11	30	2
7	85	36	3	1	0	1	20	25	2	1
8	115	56	5				31	22	0	5
9	73	53	8		1		69	4	11	0
10	90	58	0	1	5		63	3	0	0
<b>TOT</b>	<b>851</b>	<b>509</b>	<b>94</b>	<b>2</b>	<b>6</b>	<b>1</b>	<b>48, ± 3</b>	<b>17 ± 1</b>	<b>15 ± 2</b>	<b>3 ± 0,4</b>
Gj.sn.							48 ± 19	20 ± 9	14 ± 9	2 ± 1
21	65		49						67	20
22	89		43						47	6
23	125		31						12	15
<b>TOT</b>	<b>279</b>		<b>123</b>						<b>36 ± 6</b>	<b>13 ± 0,3</b>
L1	84	13	23			0	16	0	26	3
L2	124	12	6			0	2	7	4	1
<b>TOT</b>	<b>208</b>	<b>25</b>	<b>29</b>			<b>0</b>	<b>8 ± 1</b>	<b>4 ± 0,4</b>	<b>13 ± 1</b>	<b>2 ± 0,4</b>
M1	95	0	25			0	0	0	24	6
M2	95	18	16			1	19	2	17	2
<b>TOT</b>	<b>190</b>	<b>18</b>	<b>41</b>			<b>1</b>	<b>10</b>	<b>1</b>	<b>21 ± 6</b>	<b>4 ± 0,4</b>



**Figur 3.2.** Beregnet tetthet (+ 95% k.i.) av laks- og ørretunger på fiskeførende strekning i Lygna i perioden 1990 til 2008. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006). Piler angir tidspunkt for kalkingsstart (doserer ved Rosseland 1991 og doserer ved Gysland 2000).

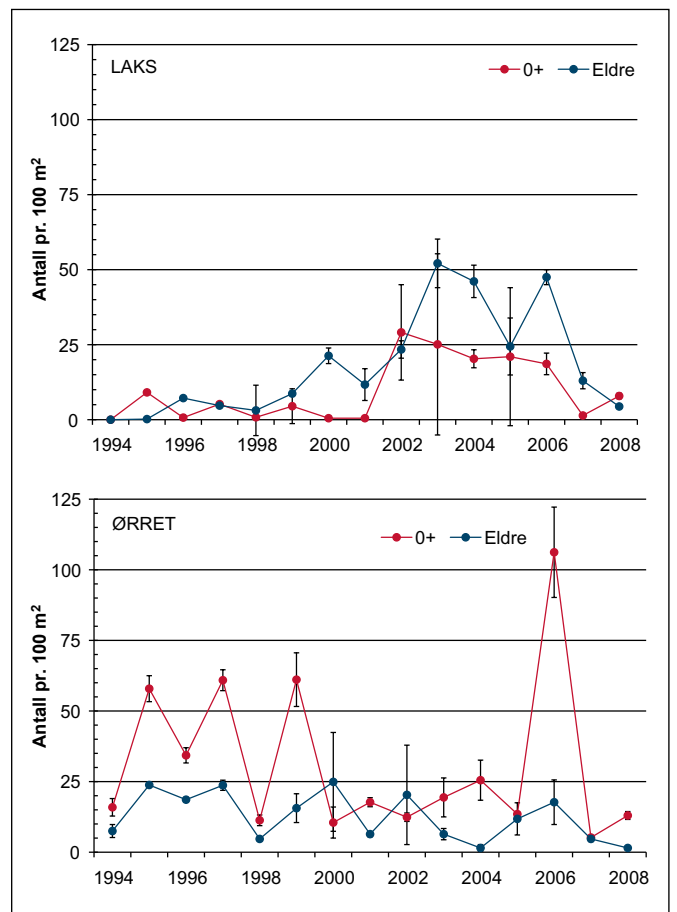
På strekningen ovenfor Kvås (ovenfor lakseførende strekning) ble tettheten av 0+ ørret ble beregnet til 36 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre ørret var 13 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.3). For begge alderskategorier er dette langt høyere enn på den nedenforliggende fiskeførende strekning, men også betydelig høyere enn de fire foregående år.



**Figur 3.3.** Beregnet tetthet av ørretunger ovenfor fiskeførende strekning (stasjon 21-23) i Lygna i perioden 1990 til 2008. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006).

### Litleåna

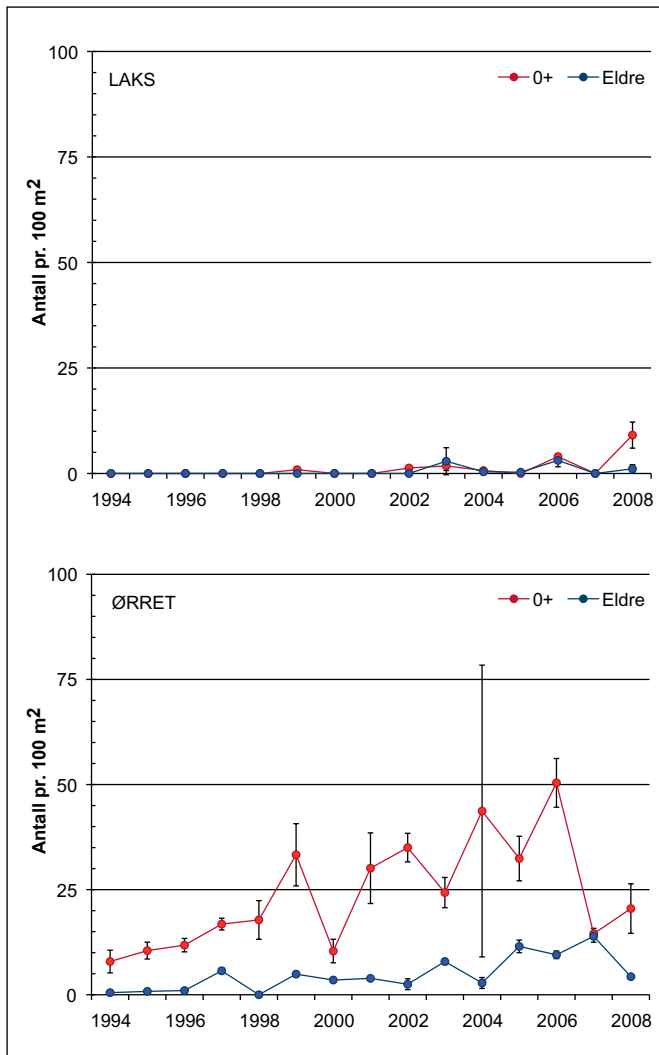
I Litleåna ble det funnet laks og ørret på begge stasjonene, men antall fisk var lavt og betydelig lavere enn i de fleste år som elva er undersøkt tidligere (Tabell 3.1). Tettheten av laks- og ørretunger må karakteriseres som svært lav i 2008, noe den også var i 2007. Tettheten av 0+ laksunger ble beregnet til 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens eldre laksunger hadde en tetthet på bare 4 fisk/100 m<sup>2</sup> (Figur 3.4). Den lave tettheten av eldre laksunger kan skyldes at tettheten av årsunger i 2007 var svært lav. Tettheten av 0+ ørret og eldre ørretunger var også lav, men tettheten av 0+ noe høyere enn den beregnet for laks. Tettheten av 0+ og eldre ørret var henholdsvis 13 og 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>.



**Figur 3.4.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Litleåna i perioden 1994 til 2008. Data fra før 2006 er fra Larsen et al. (2006).

### Møska

I Møska påvises laks, ørret og ål. Laksunger ble som tidligere år (hvis tilstede) bare funnet på nederste stasjon (Tabell 3.1). Tettheten av 0+ og eldre ørret var relativt beskjeden, henholdsvis 21 og 4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.5). De høyeste tetthetene av ørret er beregnet på den øverste stasjonen (Tabell 3.1).

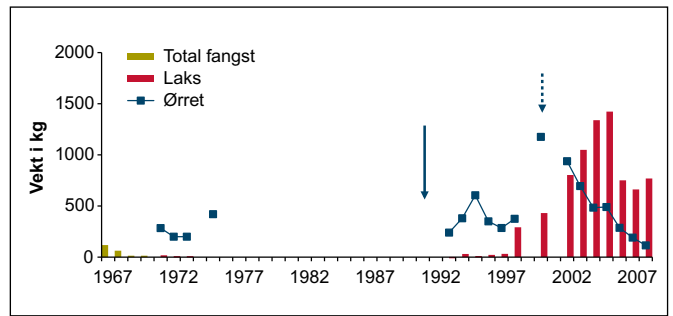


**Figur 3.5.** Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Møska i perioden 1990 til 2007. Data fra før 2006 er fra Larsen et al. (2006).

### 3.3.2 Fangststatistikk

Laks og sjørret er holdt separat i fangststatistikken fra 1971. Fangstene av laks er ubetydelige fram til 1975, mens det fanges noe mer sjørret (**Figur 3.6**). Fangstopp-gaver finnes ikke for perioden 1975 til 1992. Fangsten av laks begynte å øke først i 1998 og etter at kalkingen i Lygna hadde pågått noen år. Senere har fangsten av laks langsomt tatt seg opp, og økte til om lag ett tonn i 2003 og mot et toppår i 2005, da det ble tatt 1,4 tonn (**Figur 3.6**). Fangsten av laks sank noe i 2006, da det ble tatt 750 kg, og ytterligere i 2007 til 662 kg, som er den laveste fangsten siden år 2000. I 2008 ble det fanget 769 kg, altså noe mer enn i 2006 og 2007.

Fangsten av sjørret økte utover på 1990-tallet, og var høyere enn fangstene av laks fram til 2002. I år 2000 ble det tatt nesten 1,2 tonn. Deretter viser fangsten av sjørret en nedadgående trend. I 2008 ble det tatt bare 115 kg (**Figur 3.6**), som til nå er den laveste fangsten siden laks og ørret ble holdt adskilt i 1971.



**Figur 3.6.** Fangst av laks- og sjørret i Lygna i perioden 1967 til 2008. Det er ikke oppgitt fangster i perioden 1975 til 1992 og i 1999 og 2001. Piler angir tidspunkt for kalkingsstart (doserer ved Rosseland i 1991 og doserer ved Gysland i 2000).

## 3.3 Diskusjon

Siden bare deler av større elver lar seg avfiske med elektrisk fiskeapparat, vil resultatene referere seg til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter mellom år er derfor vanskelig, fordi vannføring og derved det areal som undersøkes sjelden er det samme fra år til år (Jensen og Johnsen 1988, Saksgård og Heggberget 1990). Dette skyldes at fisken står mer spredt ved høye vannføringer, mens det er omvendt ved lave vannføringer. Variasjoner mellom år som et uttrykk for varierende rekruttering må derfor brukes med forsiktighet, da dette kan skyldes andre årsaker enn ulik rekruttering eller dødelighet. Effekt av vannføring vil avhenge av substratet som er tilgjengelig, men vil i Lygna i større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne flate områder, der selv små endringer i vannføring får betydning for størrelsen på det vanddekkete areal.

Hensikten med undersøkelsen er imidlertid ikke å beskrive endringer i total bestand av ungfisk (laks og ørret) i elva over tid. Den opprinnelige hensikten med kalkingsovervåkingen var også å dokumentere naturlig reproduksjon, noe som kan ha medført at oppvekstområder for 0+ ble overrepresentert ved valg av lokaliteter. I tillegg er antall stasjoner som undersøkes blitt redusert i perioden.

Sett i forhold til tidligere år, må 0+ tettheten av laks i 2008 karakteriseres som svært tilfredsstillende. Etter start av kalking i 1991 ble de første årsunger av laks funnet i 1993 og de første eldre i 1994 (Larsen 1995). Eldre laksunger hadde imidlertid bare sporadisk opptreden i Lygna på 1990-tallet, og ble så sent som i 1999 bare funnet i lite antall på to av stasjonene. Fram til 2000 var tettheten av laksunger lav, og laks ble hovedsakelig påvist nedenfor Kvellandsfossen. I 2000 ble det kalket lenger ned i vassdraget ved Gysland, og dette kan ha hatt betydning for økt

tetthet og utbredelse av laksunger. Det er nå en jevnt høy tetthet av 0+ i hele vassdraget, og det er ingen forskjell mellom nedre og øvre del av Lygna (skillet gikk tidligere ved Kvellandsfossen, se Larsen *et al.* 2006). Økt tetthet av eldre laksunger de første årene hadde en klar sammenheng med høyere tetthet av 0+ i 2002 og 2003 (Larsen *et al.* 2006).

### Lygna

Det ble i 2008 funnet 0+ laks på alle stasjonene nedenfor Kvås. Laksunger eldre enn 0+ ble også påvist på alle stasjonene, men på de to nederste var tettheten svært lav. I 2005 var det ikke eldre laksunger på disse to lokalitetene, mens det ikke ble funnet eldre laksunger på den nederste stasjonen i 2006 og 2007. Tettheten av eldre laksunger er imidlertid generelt lav i den nedre delen. Tettheten av 0+ varierte mye mellom stasjonene. På to stasjoner var tettheten mindre enn 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. På en stasjon var det mer enn 100 individer 0+ pr 100 m<sup>2</sup>, mens tre stasjoner hadde flere enn 50 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste 0+ tetthetene ble funnet på de to øverste stasjonene og på de to nederste. Til tross for variasjonen har kalkingen hatt en positiv virkning på tettheten av laksunger i Lygna.

Den lavere tettheten i 2005 av eldre laksunger, til tross for høy 0+ tetthet i 2004, forklares med en overdødelighet i vassdraget i forbindelse med sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 (Larsen *et al.* 2006, Hindar og Enge 2006). Slike episoder har også tidligere forekommet i Lygna, og gir en svakere vekst i bestanden av ungfisk enn det som er forventet. Lave tettheter av eldre laksunger trenger nødvendigvis ikke bare skyldes de nevnte episodene. Ingen av stasjonene i nedre del kan sies å være gode oppvekstområder for større laksunger. I dette området bør habitattiltak for å øke oppvekstområdene for eldre laksunger vurderes.

Det var en økning i fangstutbyttet av laks fram til 2005, og en sammenheng mellom mengde oppfisket laks (som indeks på gytebestandens størrelse) og antall laksyngel året etter fram til 2003 (Larsen *et al.* 2004). Størst avvik var det i 2001, da antall 0+ var vesentlig lavere enn det som var forventet ut fra fangststatistikken i 2000. 0+ tetthet i 2001 kan imidlertid være betydelig underestimert som følge av høy vannføring i elva ved gjennomføring av elektrofisket. I årene fram til 2005 kan gytebestanden antas å ha vært økende dersom en legger fangsstatistikken til grunn som indeks for gytebestandstørrelse. Denne utviklingen ble ikke fulgt av en tilsvarende økning i tetthet av 0+.

Det har vært en betydelig variasjon i tettheten av 0+ ørret i årene etter 1991, men med en tendens til tetthetsøkning fram til 2003 (Larsen *et al.* 2006). I 2004 var det en dramatisk reduksjon i tetthet og en ytterligere reduksjon både i 2005 og 2006. Tettheten i 2006 var den statistisk

signifikant laveste tetthet av 0+ som er beregnet (Saltveit *et al.* 2007). Tettheten av 0+ økte noe i 2007 og ytterligere i 2008. Likevel er tettheten av 0+ ørret fremdeles svært lav sett i forhold til alle år før 2005. Årsunger ble ikke funnet på to av de tre nederste stasjonene og tettheten av 0+ var lav på to andre stasjoner i nedre del, og på den øverste stasjonen. I 2007 ble imidlertid høyeste tetthet av 0+ funnet øverst på fiskeførende strekning. Tettheten av eldre ørretunger viser også en svak økning og var høyere enn i 2005, 2006 og 2007, men må karakteriseres som svært lav sett i forhold til årene før 2005. Relativt sett har det også for eldre ørret også funnet sted en betydelig reduksjon i tetthet etter 2003. Det var tidligere en liten økning i tettheten av eldre ørretunger som gjenspeilte økningen i antall årsunger av ørret etter kalking.

Grovt sett fremkommer det for både 0+ og eldre laks og ørret en til dels betydelig reduksjon i tetthet i 2004. Siden denne altså rammer flere årsklasser og også ørret på ikke lakseførende områder, kan denne utviklingen sannsynligvis ikke begrunnes med begrenset gytebestand, men heller en felles ikke biologisk faktor.

På strekningen ovenfor Kvåsfossen, dvs. ovenfor fiskeførende strekning i hovedelva, var tettheten av ørret i 2008 betydelig høyere enn på lakseførende strekning nedenfor og også lavere i forhold til tettheten i 2006 og 2007. Tettheten av 0+ ble beregnet til 35,5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, noe som er på samme nivå som i 2003. Tettheten av eldre ørret økte også og er den nest høyeste tetthet som er beregnet siden undersøkelsene startet. Bare 1997 hadde høyere tetthet av eldre ørretunger. På denne strekningen synes bestanden nå å ta seg opp igjen etter den kraftige nedgangen i tetthet i 2004.

Den totale tettheten av årsunger av laks og ørret på fiskeførende strekning i Lygna ble i 2008 beregnet til 48 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er statistisk signifikant lavere enn i 2007, som hadde nest høyeste tettheten som er beregnet, men like fullt blant de høyeste tettheten som er beregnet. Etter tre år med relativt lave tettheter (2004-2006) fant det sted en betydelig økning i tetthet i 2007. Tettheten av eldre laksunger i 2008 var den samme som i 2006, og dette er derved de to høyeste tetthetene av eldre laksunger som hittil er beregnet. I 2003 ble tettheten av eldre laksunger beregnet til 14 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, som til da var høyeste verdi. Sammenlignet med flere av de andre elvene er imidlertid ikke tettheten som er beregnet, selv den i 2006 og 2008, spesielt høy og generelt må tettheten av eldre fisk i Lygna karakteriseres som liten. Det er heller ingen sammenheng mellom tettheten av årsunger og eldre laksunger påfølgende år. For eksempel ga de svært høye tetthetene av 0+ i 2003 ikke en tilsvarende økning i tettheten av eldre laksunger.

Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Lygna. Spesielt de nedre deler av elva har mye sand og grus. Selv om tettheten av årsunger er svært høy på stasjonene i den nedre delen, er det enten svært lave tettheter av eldre fisk eller de er ikke tilstede. En annen årsak kan være det forhold at eldre laksunger finnes i områder som undersøkelsen ikke dekker, for eksempel står lenger ut i elva eller i kulper som ikke lar seg undersøke. En overrepresentasjon av oppvekstområder for 0+ kan også forklare et noe skjevt forhold mellom 0+ og eldre. Mye tyder på begrensning i habitat for større fiskeunger, og for å utnytte disse produksjonsarealene, bør det iverksettes tiltak som bidrar til økt overlevelse fram til smolt.



Lygna stasjon 8.

FOTO: S.J. SALTVEIT

### Møska

Møska var tidligere et typisk forsurningsvassdrag uten noen fast laksestamme (Kildal 1982). Det ble heller ikke funnet laksunger der i perioden 1994-1998. Årsunger ble første gang funnet i 1999, og deretter er 0+ funnet i et lite antall på den nederste stasjonen med unntak av i 2005 og 2007. I 2008 beregnes den hittil høyeste tetthet av 0+ i Møska. Eldre laksunger ble funnet for første gang i 2003 og har vært til stede alle år i lave antall med unntak av i 2007 da laksunger ikke ble funnet (Saltveit *et al.* 2008). Vassdraget er ikke kalket og trolig skyldes lave tettheter og år med fravær av laks ustabil vannkvalitet.

Ørret er dominerende fiskeart i Møska, og tetthetene av årsunger må enkelte år karakteriseres som høye, som for eksempel i 2006, som hadde de høyeste 0+ tettheter som er beregnet. Dette skyldes hovedsakelig mye 0+ på øverste stasjon. I 2007 var det en betydelig reduksjon i

0+ tetthet, og denne var den laveste siden 2000. Dette kan som for laks skyldes perioder med dårlig vannkvalitet. Tettheten av eldre ørret økte imidlertid og tettheten som beregnes i 2007, er den høyeste noensinne. I 2008 var det en svak økning i tetthet av 0+, mens tettheten av eldre ørretunger var lav, den laveste siden 2004.

### Litleåna

Innsjøer i nedslagsfeltet til Litleåna ble kalket første gang i 1985, og i 1988 ble det påvist årsunger av laks i nedre del av vassdraget (Vikøyr *et al.* 1989). Det er funnet laksunger hvert år siden 1995 i den nederste delen, men det var først i 2004 at årsunger ble funnet også på den øverste stasjonen (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av årsunger var lav de første årene, men økte betydelig i 2002, og har variert mellom ca. 20 og 25 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> fram til 2006. Tettheten av eldre laksunger har i samme periode vært høyere og variert mellom ca. 25 og 50 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006). I 2007 fant det sted en betydelig reduksjon i tetthet av både årsunger og eldre laksunger. Tettheten av 0+ tok seg noe opp i 2008, mens det for eldre ørretunger var en ytterligere reduksjon i tetthet.

Den gjennomsnittlige tettheten av 0+ ørret har variert betydelig i Litleåna. Høye tettheter ble beregnet på 1990 tallet, da det ved flere anledninger ble funnet ca 60 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006). Etter 2000 har variasjonene i 0+ tetthet generelt sett vært mindre, og tetthetene stort sett på et lavere nivå, 10-25 individ pr. 100 m<sup>2</sup>, med unntak av i 2006, da de høyeste tetthetene av 0+ i Litleåna ble (Saltveit *et al.* 2007). Tettheten av eldre ørretunger har også variert mye mellom år i Litleåna; fra 2 til 25 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006). For eldre ørretunger var det en betydelig reduksjon i tetthet i 2007 og altså en ytterligere nedgang i 2008. Tettheten i 2008 er lik den i 2004 og den laveste som er beregnet i Litleåna. Årsaken til reduksjonen i tetthet både hos laks og ørret er trolig episoder med dårlig vannkvalitet.

### Fangststatistikken

Fangstene i 2003 til 2005 er de høyeste siden 1940-tallet da det ble tatt 3,5 tonn anadrom fisk. Økningen i antall laksyngel og eldre laksunger i de siste årene ga forventninger om en høyere tilbakevandring av voksen laks (Larsen *et al.* 2006). Dette har i noen grad slått til, men forholdene synes ikke å være stabile. I forhold til toppåret 2005 var det en betydelig reduksjon i fangsten i 2006 og ytterligere i 2007. Fangsten i 2008 er på nivå med den i 2006. Høst- og vinterstormer med sjøsaltepisoder vil fortsatt kunne gi tilbakefall for enkelte årsklasser av laksunger (jf. Hindar & Enge 2006).

# 4 Bunndyr

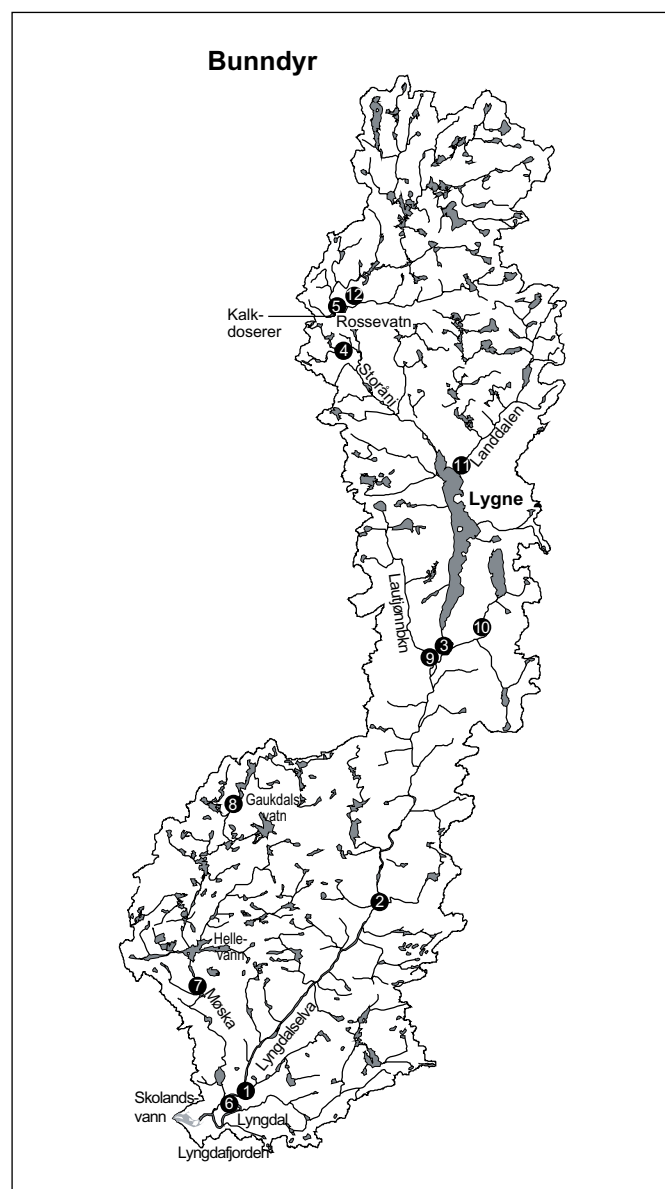
Forfattere: S.J. Saltveit, T. Bremnes og John Brittain

LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

## 4.1 Innledning

Bunndyr er tidligere undersøkt ved seks anledninger og stasjonsnettet er identisk med det som tidligere er brukt (Halvorsen 1981). I 2004 ble bunndyr bare undersøkt på høsten (november) (Bongard og Walseng 2005).

Det ble tatt sparkeprøver fra til sammen 13 lokaliteter (se **Figur 4.1**) 22. mai og 24-27. september 2008.



**Figur 4.1.** Kart over Lygna med lokaliteter for innsamling av bunndyr avmerket.

## 4.3 Resultat og diskusjon

### 4.3.1 Lygna (stasjon 1, 2 og 3)

På den øverste stasjonen i selve Lygna, stasjon 3, som ligger like nedstrøms innsjøen Lygna, dominerte fjærmygglarver fullstendig faunaen i juni, mens faunaen var noe mer sammensatt i september selv om det også da var en sterk dominans av fjærmygg. I september er det et høyere antall individer og flere arter av vårfluer, steinfluer og døgnfluer (**Tabell 4.1** og **4.2**). Den forsuringfølsomme døgnfluen *B. rhodani* ble ikke funnet på st. 3 i mai, men i et høyt individantall i september. I tillegg ble moderat ømfintlige individer fra *I. grammatica* funnet på høsten og fra vårfluene i *Hydropsyche*-slekten i juni og september. Elvebiller (Elmidae) er moderat følsomme og det ble funnet tre arter. De var mest tallrike i september. Det ble beregnet høye verdier for forsuringssindeks 1 og 2 i september, mens fravær av *B. rhodani* i mai gjør at Indeks 1 verdien da blir 0,5 (**Tabell 4.1**).

På stasjon 2 i Lygna ved Kvås hadde fjærmygg det høyeste antall individer i juni, mens fjærmygg og døgnfluer hadde flest individer i september. Døgnfluene besto av en art, den forsuringfølsomme *B. rhodani*, og antallet i september var svært høyt.

Steinfluefaunaen besto av tre arter i mai og fem arter i september. Ingen arter som regnes som forsuringfølsomme var til stede (**Tabell 4.1** og **4.2**). Vårfluefaunaen var rikt sammensatt, og det ble funnet minst seks arter både i mai og september, deriblant arter fra den moderat ømfintlige *Hydropsyche*-slekten og *Lepidostoma hirtum*. De moderat følsomme elvebillene (Elmidae) var vanlige. Det ble beregnet høye Indeks 1 og Indeks 2 verdier i september (**Tabell 4.2**).

**Tabell 4.1.** Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Lygna i mai 2008 og indeksverdier for de ulike lokalitetene. - = ikke påvist. \*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12
<b>LAMMELIBRANCA</b>												
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EPHEMEROPTERA</b>												
<i>Baëtis rhodani</i>	33	10	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-
<i>Baëtis</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	71	28	-	-
<b>PLECOPTERA</b>												
<i>Amphinemura borealis</i>	8	9	5	7	57	4	26	5	8	14	65	82
<i>Amphinemura standfussi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	3
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	-	1	4	2	3	2	2	-	-	2	5	4
<i>Brachyptera risi</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	4	1	7	6
<i>Isoperla grammatica</i>	-	-	1	-	4	-	-	-	-	1	2	2
<i>Leuctra fusca</i>	96	13	3	7	186	30	55	69	256	86	32	131
<i>Protonemura meyeri</i> (imago)	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2
Ubestemte, meget små	-	-	-	-	-	-	-	46	-	1	1	-
<b>TRICHOPTERA</b>												
<i>Agapetus</i> sp.	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Goera pilosa</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	1	2	3	1	-	37	9	-	-	3	-	-
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	5	7	1	-	-	1	1	-	1	3	-	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	1	-	-	-	-	12	-	-	-	-
<i>Oxyrthra</i> sp. (pupper)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	1
<i>Polycentropodidae</i> ubest.(små)	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	1	10
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	-	-	10	-	3	-	-	12	-	-	-	6
<i>Rhyacophila nubila</i>	33	5	1	1	1	17	9	4	41	32	3	2
Ubestemte (pupper)	-	-	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-
<b>COLEOPTERA</b>												
<i>Elmis aenea</i> (larver)	5	14	2	-	-	-	-	-	24	55	-	-
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	-	-
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	11	56	-	1	-	-	-	-	31	16	-	1
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-	1
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (larver)	-	7	3	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (voksne)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ODONATA</b>												
Aeschnidae ubestemte	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>NEMATODA</b>												
	-	-	-	-	14	-	-	-	1	-	-	-
<b>OLIGOCHAETA</b>												
	32	20	2	7	84	8	18	17	29	7	8	16
<b>HYDRACARINA</b>												
	10	18	-	4	3	-	3	34	9	37	5	-
<b>COLLEMBOLA</b>												
	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-
<b>DIPTERA</b>												
CHIRONOMIDAE	350	650	190	250	160	100	63	220	300	200	250	200
CERATOPOGONIDAE	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SIMULIIDAE	7	107	2	1	1	350	35	11	26	43	10	2
EMPIDIDAE	58	18	12	2	-	-	5	-	11	2	1	4
TABANIDAE	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
LIMONIDAE	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeks 1	1,00	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	0,50	0,50
Indeks2	0,82	0,93	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,76	0,80	0,50	0,50



Nederst i Lygna (st.1) ble sneglen *Lymnea peregra* funnet i september. Denne arten ble også påvist her i 2006, men er ikke funnet tidligere (Saltveit og Bremnes 2007). Faunaen var imidlertid dominert av fjærmygg i juni, men individantallet av steinfluen *Leuctra fusca* var også høyt. Fjærmygg dominerte også i september, men faunaen var noe mer sammensatt (Tabell 4.2). Det ble også her beregnet høye verdier for forsuringindeksene 1 og 2 (Tabell 4.2).

#### 4.3.2 Storåni (stasjon 4 og 5)

Ovenfor kalkdosereren i Storåni, stasjon 5, bærer bunnfaunaen sterkt preg av forsuring. Faunaen er dominert av steinfluearten *L. fusca* og fjærmygglarver i mai og av en mer sammensatt steinfluefauna, fjærmygg og knott i september (Tabell 4.1 og 4.2). Ingen forsuringfølsomme arter ble påvist. I september ble de to døgnfluerartene *Heptagenia fuscogrisea* og *Leptophlebia marginata* påvist. Begge regnes som forsuringstolerante. Steinfluefaunaen var artsfattig i mai (Tabell 4.1), mens det i september ble funnet hele åtte arter, deriblant individer av den moderat forsuringstolerante arten *Isoperla grammatica*. Denne var også til stede i mai, men individantallet var lavt både da og i september, men tilstedeværelsen gjør at lokaliteten nå må karakteriseres som moderat forsuret, mot tidligere sterkt forsuret.

I Storåni nedenfor Rossevatn, stasjon 4, dominerte fjærmygg faunaen i mai og sammen med steinfluer i september. Den forsuringfølsomme *B. rhodani* ble funnet i september, men ikke i mai (Tabell 4.1 og 4.2), men tilstedeværelsen av *Hydropsyche* gir karakteristikkene moderat forsuret, Indeks 1 verdi lik 0,5. I september beregnes verdien for Forsuringindeks 2 beregnet til 0,93. Storåni må her karakteriseres som ikke forsuringsskadet i september.

#### 4.3.3 Faråni (stasjon 12)

Denne bekken, som ligger øverst i vassdraget, er ikke kalket og bærer sterkt preg av å være forsuret. Faunaen var dominert av fjærmygglarver og steinfluer i mai og av steinfluer, fjærmygg og knott i september. Antall arter av steinfluer må karakteriseres som relativt høyt; 7 arter i juni og 9 i september. Dette er en økning i forhold til 2006, da det ble funnet 5 arter i mai og 7 arter i september. Det ble ikke påvist døgnfluer i 2008. To eksemplarer av den middels følsomme steinfluen *Isoperla grammatica* i juni gjør at lokaliteten da får Indeks 1 verdi 0,5, dvs. moderat forsuret (Tabell 4.1), mens fravær av moderat tolerante arter i september gir lokaliteten betegnelsen sterkt forsuret. De middels følsomme vårfluene i *Hydropsyche*-slekten

mangler i Faråni, noe som også var tilfelle i 2004 (Bongard og Walseng 2005). De moderat følsomme elvebillene (*Elmidae*) var fraværende i september, og bare er par individer av *L. volckmari* ble funnet i mai.

#### 4.3.4 Langddalen (stasjon 11)

Denne bekken må karakteriseres som moderat forsuret. Det ble ikke påvist døgnfluer. Steinfluefaunaen besto av fem arter i juni og hele ti arter i september (Tabell 4.1 og 4.2). Innslaget av vårfluer var svært begrenset, både hva gjelder individantall og artsantall. Bare 2-3 arter ble funnet, men det var 7 arter her i september 2006. Tilstedeværelse av steinfluen *Isoperla grammatica* både vår og høst gir Indeks 1 verdi 0,5 for denne lokaliteten (Tabell 4.2). Faunaen var dominert av fjærmygg larver og steinfluer (Tabell 4.1 og 4.2). Innslaget av de moderat følsomme elvebillene var lite, kun få individer av den trolig mest tolerante arten *E. aenea* ble funnet i september.

#### 4.3.5 Gletnebekken (stasjon 10)

Denne bekken kommer fra den kalkete innsjøen Gletne. Faunaen var dominert av fjærmygg, biller, steinfluer og døgnfluer (Tabell 4.1 og 4.2). Steinfluene og billene besto av relativt mange arter, spesielt på høsten, da det også var langt flere arter vårfluer enn på våren. Den følsomme døgnfluen *B. rhodani* ble funnet i et relativt høyt individantall på høsten, men var også til stede i vårprøvene. I tillegg ble den moderat følsomme arten *I. grammatica* og middels følsomme vårfluer i *Hydropsyche*-slekten funnet i mai og september. De moderat følsomme elvebillene var tallrike med tre arter til stede. (Tabell 4.1 og 4.2). Indeks 2 verdi var 1 både i juni og september (Tabell 4.3).

#### 4.3.6 Lauvtjønnbekken (stasjon 9)

Ovenforliggende innsjøer er kalket. Steinfluer, døgnfluer og fjærmygg dominerte faunasammensetningen både i mai og september (Tabell 4.1). Det var også her et visst innslag av biller. Den høye andelen steinfluer i mai skyldes i hovedsak en art, *Leuctra fusca*. I september var det langt flere arter steinfluer, hele ti arter mot fire i mai. Hos døgnfluene var eneste art den forsuringfølsomme arten *B. rhodani*. Den ble imidlertid funnet i et høyt individantall. I tillegg ble den moderat følsomme arten *I. grammatica* funnet i september og vårfluene i *Hydropsyche*-slekten i juni og september. De moderat følsomme elvebillene var tallrike med tre arter til stede. Bekken har høye indeksverdier og må karakteriseres som ikke forsuringsskadet (Tabell 4.3).

Tabell 4.2. Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Lygna i september 2008 og indeksverdier for de ulike lokalitetene. - = ikke påvist. \*\*\* Meget følsom, \*\* Moderat følsom, \* Lite følsom

	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12
<b>GASTROPODA</b>												
<i>Lymnaea peregra</i>	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LAMMELIBRANCA</b>												
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	96	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>CRUSTACEA</b>												
<i>Eurycercus lamellatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	25	-	-	-	-
<b>EPHEMEROPTERA</b>												
<i>Baëtis rhodani</i>	36	65	74	13	-	22	-	-	300	125	-	-
<i>Baëtis</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	6	2	7	-	-	27	-	-	-	2
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	4
<i>Heptagenia sulphurea</i>	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PLECOPTERA</b>												
<i>Amphinemura borealis</i> (små)	10	21	75	50	50	-	130	6	26	48	315	90
<i>Amphinemura standfussi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	25	5	35	16	10	-	70	7	88	32	35	20
<i>Brachyptera risi</i> (små)	2	-	3	-	50	-	-	2	19	17	40	175
<i>Diura nanseni</i>	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla grammatica</i>	4	-	14	-	2	2	3	2	6	4	11	-
<i>Isoperla</i> sp. (små)	-	4	-	5	-	-	2	1	5	8	8	-
<i>Leuctra fusca</i>	-	-	3	1	7	-	-	1	9	17	10	20
<i>Leuctra hippopus</i> (små)	5	1	-	-	60	-	3	8	3	5	5	20
<i>Nemoura cinerea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
<i>Protonemura meyeri</i>	3	12	33	6	19	-	21	-	38	13	66	22
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	4	-	-	-	-	1	2	-	5	5	5	11
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	1	1
Ubestemte, meget små	1	1	3	4	20	-	1	-	6	10	2	90
<b>TRICHOPTERA</b>												
<i>Hydropsyche angustipennis</i>	-	12	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	2	1	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	27	2	-	21	9	-	6	4	-	-
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	7	12	3	1	-	3	-	-	14	6	-	-
Hydroptilidae ubest. (1. instar)	-	-	-	1	2	-	1	-	-	-	-	1
Leptoceridae ubest. (små)	4	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	8	11	36	3	-	10	2	1	4	4	-	-
Limnephilidae ubest.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	41	-	14	2	3	22	-	-	-	-
<i>Oecetis</i> sp.	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-
<i>Oxyrthira</i> sp.	2	3	5	1	1	-	1	6	1	1	-	1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	3
Polycentropodidae ubest.(små)	-	-	5	1	2	1	3	15	2	2	-	7
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	-	-	29	-	3	-	11	34	3	6	-	7
<i>Rhyacophila nubila</i>	15	3	2	4	1	9	6	1	12	12	5	4
Ubestemte (pupper)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>COLEOPTERA</b>												
Dytiscidae ubest. (larver)	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Gyrinidae ubest. (larver)	3	-	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	-	-
<i>Elmis aenea</i> (larver)	8	17	57	5	-	-	-	-	31	71	5	-
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	2	-	-	-	1	-	-	4	11	-	-
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	44	12	12	6	-	-	-	-	24	42	-	-
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	-	-
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (larver)	3	4	3	-	-	-	-	-	1	1	-	-
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (voksne)	-	1	2	-	-	-	-	-	1	6	-	-
<b>NEMATODA</b>	1	-	20	-	-	-	20	21	1	-	2	-
<b>OLIGOCHAETA</b>	34	18	520	19	10	10	13	135	20	25	7	14
<b>HYDRACARINA</b>	15	26	390	20	2	-	41	68	16	53	41	1
<b>COLLEMBOLA</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-
<b>DIPTERA</b>												
CHIRONOMIDAE	200	225	3000	150	170	175	1500	5000	450	150	40	200
CERATOPOGONIDAE	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	2
SIMULIIDAE	2	2	20	8	60	-	42	165	37	10	39	75
EMPIDIDAE	15	7	100	34	1	12	75	2	22	1	19	2
LIMONIDAE	-	-	-	1	-	-	-	-	2	4	2	9
Indeks 1	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,00
Indeks2	1,00	1,00	1,00	0,93	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50



Møska, bunndyr stasjon 7

FOTO S. J. SALTVEIT

#### 4.3.7 Møska (stasjon 6, 7 og 8)

I mai ble det påvist moderat forsuringstolerante arter fra vårflueslekten *Hydropsyche* og vårfluen *Lepidostoma hirtum* på de to nederste stasjonene (**Tabell 4.1**). Øverst i Møska, stasjon 8, ble det ikke funnet noen moderat forsuringstolerante arter i mai. I september ble imidlertid de moderat forsuringstolerante artene *I. grammatica* og *L. hirtum* funnet her, samt et individ av elvebillen *E. aenea*. Faunaen var dominert av fjærmygglarver, steinfluer og knott (bare på stasjon 6) i mai, mens fjærmygg var svært dominerende i september. Det ble ikke funnet døgnfluer i mai, mens døgnfluen *Baetis rhodani* ble funnet på den nederste stasjonen i september. Steinfluefaunaen besto av bare tre arter i mai, mens det var minst åtte arter i Møska sett under ett i september (**Tabell 4.1** og **4.2**). Vassdraget må karakteriseres som forsuringspåvirket på våren, til tross for innsalget av *Hydropsyche*, mens tilstedeværelsen av døgnfluen *Baetis rhodani* ga Indeks 2 verdi 1,0 for den nederste lokaliteten i september. Den øverste stasjonen

fikk Indeks 1 verdi lik 0 i mai og må da karakteriseres som sterkt forsuringspåvirket. Den midterste stasjonen karakteriseres som moderat forsuret. *B. rhodani* ble også påvist nederst i Møska i 2002, 2003 og 2004 (Bongard og Walseng 2005), mens den i 2006 ble påvist på de to nederste, men bare på høsten (Saltveit og Bremnes 2007).

Tilstedeværelse av *B. rhodani* bare på høsten kan skyldes kolonisering fra Lygna, men at fravær på våren skyldes at disse nymfene dør i løpet av vinteren grunnet dårlig vannkvalitet. Vannkvaliteten er imidlertid god nok for laks i den nedre delen av Møska (se fisk). Steinfluen *Isoperla grammatica* (moderat følsom), som hadde en oppblomstring i 2004 (Bongard og Walseng 2005), ble i 2006 og 2008 bare funnet i september nederst i Møska (**Tabell 4.2**) (Saltveit og Bremnes 2007).

Forsuringsindeks 1 for de ulike lokalitetene (**Tabell 4.1** og **4.2**) viser at alle stasjoner som er berørt av kalking har verdien 1 for Indeks 1 på høsten, men fravær av den følsomme *Baetis rhodani* gir verdien 0,5 på våren. Det kan indikere at gjennom vinteren og våren kan Møska ha hatt forsuringsepisoder og noe labile forhold. De ukalkete referanselokalitetene har i hovedsak verdien 0,5 for Indeks 1 som viste tilstedeværelse av moderat forsuringstolerante arter, mens Indeks verdi 0 for to av de ukalkete bekkene (stasjon 8; vår og stasjon 12; høst), viste et bunndyrsamfunn som var sterk påvirket av forsuring. Forsuringsindeks 2, gir ikke maksimalverdien 1,0 for noen av de kalkete lokalitetene i mai 2008 og indikerte noe ustabile forhold. I september hadde alle de kalkete lokalitetene Indeks 2 verdi lik 1,0 bortsett fra stasjon 4 i Lygna der verdien var 0,93. Dette viste god vannkvalitet med hensyn på forsuring der vassdraget er kalket. Det var bare stasjonen nederst i Møska av de ukalkete lokalitetene der Indeks 2 verdi 1,0 viste god vannkvalitet på høsten. Fravær av *B. rhodani* på våren viser ustabile forhold gjennom vinteren og at de nymfene som finnes om høsten da dør grunnet dårlig vannkvalitet. Samme konklusjon ble trukket basert på undersøkelsene i 2006, da *B. rhodani* også var til stede her i høstprøvene, men ikke om våren (Saltveit og Bremnes 2007).

Totalt sett har de kalkete lokalitetene i Lygnavassdraget Indeks 2 verdi 0,72 på våren og 0,99 på høsten. Sett i forhold til 2006 var Indeks 2 verdien beregnet våren 2008 lavere, mens den var høyere på høsten. Verdiene i 2006 var 0,89 og 0,93 henholdsvis vår og høst. Sett i forhold til 2004 (Bongard og Walseng 2005), hadde alle kalkete lokaliteter økte Indeks 2 verdier om høsten både i 2006 og 2008.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemi

Stasjonene oppstrøms kalking er fortsatt sterkt påvirket av forsuring, men det er svake tegn til bedring.

Det har vært stabile og relativt lave middelkonsentrasjoner av giftig aluminium (LAI) i utløpet av Lygne over flere år, men i vårprøvene fra 2004 og 2006 var det registrert maksimalverdier opp mot 30 µg/L. I 2008 var maksimalverdi av LAI 44 µg/L. Dette er nivåer som kan være giftige for innlandsfisk.

I målområdet var middel-pH på samme nivå som året før og elva har i stort sett holdt de pH-mål som er satt for lakseførende strekning av elva. Det oppsto 6 episoder med pH under målet. Imidlertid var det bare ett av disse tilfellene som var av lengre varighet.

Lygna (både kalkede og ukalkede områder) har en noe høyere konsentrasjon av total fosfor (tot-P) enn de andre undersøkte vassdragene i Agder. Dette kan tyde på at bergartene i området inneholder mye fosfor. Høye fosforverdier kan innvirke på forsuringsklassifisering basert på begroingsalger.

## 5.2 Anadrom fisk

For laks har kalkingen av Lygna generelt sett gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefisket i elva er blitt bedre, men fra 2006 har det vært en nedadgående trend i fangstene som ser ut til å ha stabilisert seg mellom 650 og 750 kg. Dette er kanskje i noe underkant av forventet, både sett i forhold til utviklingen fram til 2005, men også til fangstene før forsuring. Reetableringen har også tatt noe lenger tid enn forventet, da det gikk nærmere ti år etter første kalking før det ble registrert signifikante økninger i fangst og ungfisk tetthet, dvs. først etter etableringen av doserer ved Gysland. Tettheten av 0+ laksunger må karakteriseres som tilfredsstillende, mens manglende tetthetsøkning for eldre laksunger kan skyldes begrensninger i oppvekstområder. Sjøørretbestanden er liten og fangstene er redusert etter kalking. Fram til 2002 dominerte sjøørret fangsten av anadrom fisk, men utgjør nå (2008) bare ca. 13 %.

## 5.3 Bunndyr

Det er en klar positiv effekt av kalking på bunndyr. Kalkete lokaliteter eller lokaliteter påvirket av ovenforliggende kalkede innsjøer har flere arter og grupper og Forsuringsindeks 1 verdi stort sett lik 1. De ukalkete referanselokalitetene har lavere verdier, enten 0 eller 0,5. Forsuringsindeks 2, viser fortsatt surhetspåvirkning på noen av de kalkete lokalitetene, idet noen har verdier mellom 0,5 og 1,0. Det var en klar forbedring på alle kalkete lokaliteter høsten 2008 sett i forhold til både 2004 og 2006 siden alle kalkete lokaliteter og vassdraget totalt sett hadde høyere Indeks 2 verdier i 2006. Lave Indeks 2 verdier på enkelte lokaliteter om våren og en lavere gjennomsnittsverdi for vassdraget totalt sett viser noe labile forhold gjennom vinteren. De ukalkete lokalitetene har indeksverdier som viser at disse er enten sterkt forsuringspåvirket eller moderat påvirket.

## 5.4 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Doseringen ved Rossevatn foreslås opprettholdt på samme nivå som i 2007. Bufferkapasiteten i Lygne bør ikke reduseres ytterligere.

Det er gode resultater av kalkingen, men vannkvaliteten er fortsatt ikke optimal. Nye doserere er planlagt bygget i utløp av Lygne, Litlåna (silikatdoserer), og muligens i Møska. Dette vil øke sidevassdragenes verdi som gyte- og oppvekstområder for laks og sjøørret og samtidig redusere faren for giftige aluminiumsblandsoner i elva.

## 5.5 Øvrige anbefalte tiltak

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Ettersom man i de siste årene har registret flere sjøsalt-episoder, og man ikke kan regne med færre slike episoder i framtiden, bør DN utarbeide en strategi for håndtering av sjøsaltepisoder (varsling og beredskap).

## 6 Litteratur

- 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.
- Bongard, T. & Walseng, B. 2005. 4. Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004. DNnotat 2005-2: 96-97.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- Direktoratet for naturforvaltning. 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2
- Direktoratet for naturforvaltning. 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1
- Direktoratet for naturforvaltning. 2003. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll 2002. DN-notat 2003-3
- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Åseral, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980. Kontaktutv. vassdragsreg., Univ i Oslo Rapp. 26:1-89.
- Hesthagen, Trygve, redaktør. 2006. Reetablering av laks på sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Hindar, A. og Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVArapport 5114, 48 s.
- Hindar, A., Kaste, Ø. & Kroglund, F. 2005. Optimalisering av avsyringstiltak i Audna, Lygna og Kvina. Notat til Fylkesmannen i Vest-Agder, 9 s.
- Høgberget, R. 2008. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking, 2007.
- 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.
- Kaste, Ø., Høgberget, R. og Håvardstun, J. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Lygna. Statusrapport for 2004 og 2005. NIVA-rapport 5217-2006, 15 s.
- Kildal, T. 1982. Fiskeribiologiske undersøkelser i Lyngdalsvassdraget 1980. Fiskerikonsulentene i Øst-Norge. 37s.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. Utredning for DN, nr. 1994-10. 98 s.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og smoltkvalitet til laks. NIVA Rapport L. nr. 4797.
- Kvellestad, A. & Larsen, B.M. 1999. Histologisk undersøkning av gjeller frå fisk som del av overvaking av ungfiskbestandar i lakseførende vassdrag. NINA-Fagrapport 36: 1-76.
- Larsen, B.M. 1993. Lygnavassdraget. 2 Fiskebiologiske undersøkelser. Kalking i vann og vassdrag. FoU-årsrapporter 1991. DN-notat 1993-1: 241-247.
- Larsen, B.M. 1995. Lygna. 3 Fiskeundersøkelser. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1993. DN-notat 1995-2: 178-181.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2006. Lygnavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DNnotat 2006-1: 90-94.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2004. Lygnavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2003. DNnotat 2004-2: 89-93.
- Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G.G. & Fjellheim, V. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 3, Miljøverndepartementet, NIVA-rapport 2373, 32 s.
- NVE 2008. Vannføring ved NVE-stasjonene Tingvatn og Møska i 2007. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling, Oslo.
- Raddum, G., Rosseland, B.O. & Bowman, J. 1999: Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation and models. – NIVA Rapport 4091.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Bremnes, Pavels, H og Smedstad, F. 2007. Lygnavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007-2: 4s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Bremnes og Pavels, H. 2008. Lygnavassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. I: DN-notat 2008-2: 4s.
- 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.
- Vikøyr, B., Haraldstad, Ø & Larsen, P.A. 1989. Kalkingsplan Lygna. Fylkesmannen i Vest-Agder, Miljøvern avdelingen. Rapport 1989-4. 32 s.
- Weideborg, M. og Juutilainen, M. 2008. 2. Vannkjemi. Lygnavassdraget. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN Notat 2008-2.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium
LAI	Lablitt aluminium	K	Kalium	Turb	Turbiditet		

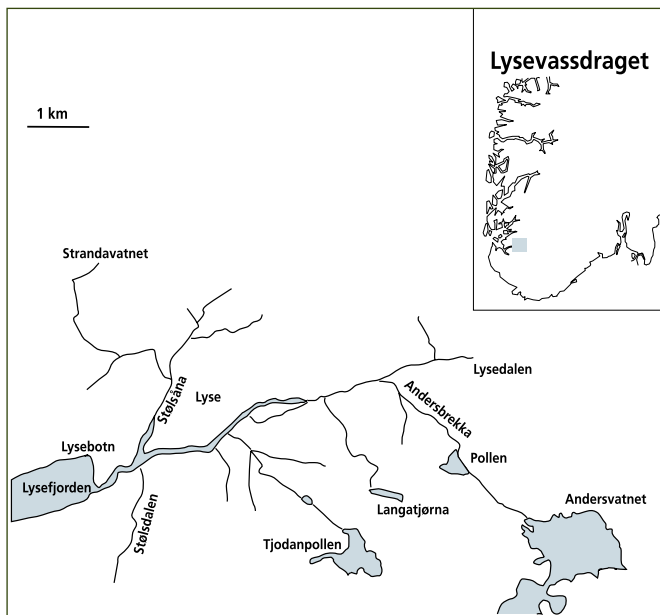
Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l
2	Oppstr. kalking	02.01.2008	4,8	0,29	0	94	63	31	3,7		1,9	0,16	1,49	0,16	2,36	1,5	75	200	<3		-10	0,652
2	Oppstr. kalking	05.02.2008	4,8	0,43	5	103	56	47	4,1		3,31	0,3	2,79	0,56	5,46	1,8	82	180	32		-18	0,638
2	Oppstr. kalking	03.03.2008	4,8	0,35	5	94	56	38	3,4	0,4	2,95	0,25	2,5	0,23	4,94	1,6	67	443	<3	<1	-28	0,548
2	Oppstr. kalking	07.04.2008	4,8	0,28	5	161	79	82	4,2	0,32	2,59	0,2	1,85	0,31	3,52	1,3	120	260	3	1	-16	0,544
2	Oppstr. kalking	05.05.2008	5,2	0,21	5	57	50	7	3,5	0,58	1,54	0,1	1,17	0,48	1,6	0,9	115	256	5	<1	12	0,269
2	Oppstr. kalking	02.06.2008	5,5	0,11	5	46	34	12	3,0	1,3	0,95	0,06	0,67	0,059	<1	0,4	46	212	4	<1	2	0,105
2	Oppstr. kalking	07.07.2008	5,4	0,2	5	62	47	15	4,8	1,1	1,16	0,1	1,1	0,11	1,4	0,6	63	257	19	<1	13	0,083
2	Oppstr. kalking	01.09.2008	5,8	0,33	5	134	108	26	9,1	1,4	1,83	0,14	1,3	1,5	2,5	0,5	25	377	15	<1	39	0,38
2	Oppstr. kalking	06.10.2008	5,3	0,29	11	126	108	18*	7,1	1	1,74	0,17	1,3	0,11	1,8	0,6	31	197	7	<1	21	0,586
2	Oppstr. kalking	03.11.2008	4,8	0,37	5				4,9	0,72	1,95	0,21	1,6	0,12	3,1	0,9	17	216	5	<1	0	0,705
3	Innløp Lygne	02.01.2008	6,2	<sup>1,55</sup>	5	70	67	3			2,12											
3	Innløp Lygne	05.02.2008	5,9	1,22	5	91	73	18	3,3		3,09	0,33	2,82	0,54	5,45	1,5	175	250	9		29	0,758
3	Innløp Lygne	03.03.2008	5,9	1,21	5	68	61	7	3,2	0,4	2,87	0,31	2,67	0,42	5,16	1,6	180	322	8	<1	23	0,721
3	Innløp Lygne	07.04.2008	6	1,1	5	113	69	44	4,0	0,59	2,73	0,24	2,06	1,13	4,56	1,3	170	300	9	3	28	0,581
3	Innløp Lygne	05.05.2008	7,1	1,48	53	45	43	2		0,88	1,7											
3	Innløp Lygne	02.06.2008	6,7	1,46	53	30	26	4		0,86	1,43											
3	Innløp Lygne	07.07.2008	7	3,03	84	27	24	3	4,2	0,6	2,45	0,2	1,34	0,27	1,7	0,9	92	340	18	<1	160	0,207
3	Innløp Lygne	01.09.2008	6,1	1	32	122	115	7		2	1,89											
3	Innløp Lygne	06.10.2008	5,4	0,58	21	148	133	15*		0,95	1,81											
3	Innløp Lygne	03.11.2008	5,9	0,93	11			0		1,1	1,97											

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
4	Utløp Lygne	02.01.2008	5,6	0,99	0	88	75	13			2,21												
4	Utløp Lygne	05.02.2008	5,9	1,01	5	93	78	15	4,5		2,36	0,25	2,12	0,54	3,7	1,1	142	350	17		41	0,685	
4	Utløp Lygne	03.03.2008	5,7	0,87	10	80	68	12	3,8		2,56	0,26	2,31	0,75	4,6	1,4	110	281	11		16	0,656	
4	Utløp Lygne	07.04.2008	5,6	0,84	5	84	72	12	4,3		3,11	0,25	2,06	2,2	5,82	1,2	130	290	5		11	0,606	
4	Utløp Lygne	05.05.2008	5,4	0,89	21	78	64	14			2,27												
4	Utløp Lygne	02.06.2008	6,2	0,9	21	35	33	2			1,75												
4	Utløp Lygne	07.07.2008	6,3	1,04	5	41	39	2	3,0		1,64	0,17	1,46	0,19	2,2	0,9	124	293	13		46	0,287	
4	Utløp Lygne	01.09.2008	6,1	1,3	94	68	63	5			3,56												
4	Utløp Lygne	06.10.2008	5,9	0,4	32	77	75	2			1,69												
4	Utløp Lygne	03.11.2008	5,8	0,82	11			0			2,02												
13.1	Vegge	02.01.2008	6,9	1,71	63	85	76	9	4,1		2,59	0,27	2,5	0,3	4,1	1,6	174	350	7		64	0,859	
13.1	Vegge	07.02.2008	6,6	1,58	32	104	89	15	2,9		3,36	0,39	3,37	0,25	6,07	1,6	167	360	19		49	0,742	
13.1	Vegge	05.03.2008	6,5	2,01	42	76	69	7	3	0,89	3,2	0,33	2,74	0,26	5,17	1,68	170	255	<3	<1	62	0,846	
13.1	Vegge	02.04.2008	6,1	1,7	53	87	69	18	3,5	0,54	2,77	0,28	2,64	0,27	3,98	1,7	220	350	6	<1	70	0,666	
13.1	Vegge	16.04.2008	6,4	1,74	21	75	68	7		0,34	2,82												
13.1	Vegge	22.04.2008	6,1	1,92	63	71	65	6		0,73	2,94												
13.1	Vegge	30.04.2008	6,3	2,12	53	75	66	9		2,6	2,81												
13.1	Vegge	06.05.2008	6,7	1,93	32	67	65	2	3,4	1,02	2,65	0,27	2,37	0,27	3,7	1,5	148	296	5	<1	83	0,662	
13.1	Vegge	13.05.2008	6	1,83	32	68	61	7		0,93	2,56												
13.1	Vegge	21.05.2008	6,6	2,35	53	53	42	11		0,61	2,43												
13.1	Vegge	03.06.2008	6,9	1,85	74	40	35	5	2,9	0,64	2,34	0,21	1,58	0,2	2,4	1,3	137	288	7	<1	80	0,28	
13.1	Vegge	01.07.2008	6,7	1,72	21	38	35	3	3,0	0,55	2,33	0,24	2,04	0,25	2,9	1,6	142	284	6	2	76	0,195	
13.1	Vegge	05.08.2008	6,8	1,7	84	38	33	5	3,6	0,4	2,57	0,26	2,3	0,31	3,1	1,8	150	340	14	1	78	0,544	
13.1	Vegge	02.09.2008	5,8	1,2	32	155	145	10	8,0	9,6	2,4	0,27	2,5	0,3	3,3	1,4	78	640	41	1	69	0,877	
13.1	Vegge	01.10.2008	6,6	1,4	42	106	61	45*	5,0	0,59	2,68	0,3	2,5	0,3	3,7	1,7	133	370	2	1	61	0,951	
13.1	Vegge	05.11.2008	6,3	1,5	5	78	69	9	3,9	0,4	2,24	0,31	2,6	0,29	3,8	1,7	173	686	4	<1	67	0,93	
13.1	Vegge	03.12.2008	6,3	1,4	5	80	75	5	3,6	0,57	2,49	0,3	2,7	0,28	4,31	1,6	173	548	5	<1	54	0,892	

\* Prøve fra oktober ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI

# Lysevassdraget

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA



Figur 1.1. Lysevassdraget med nedbørfelt.

I Lysevassdraget kalkes det med en kalkdoserer (Lysebotn-anlegget) som er plassert oppstrøms Lysegårdene. I 2008 ble det dosert med ca. 256 tonn VK3 (99% CaCO<sub>3</sub>) som utgjør 253 tonn CaCO<sub>3</sub> (Tabell 1.1). Kalkingsdata er innhentet fra Fylkesmannen i Rogaland ved miljøvern-avdelingen.

Tabell 1.1. Kalkforbruk i tonn CaCO<sub>3</sub> (100 % kalk) i Lysevassdraget for perioden 2004-2008.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Sum forbruk av CaCO <sub>3</sub>	100	110	73	189	253

## 1.3 Nedbør i 2008

Det er ingen målestasjon for vannføring i vassdraget. Klimadata er hentet fra den meteorologiske stasjonen 45350 Lysebotn:

Årsnedbør 2008: 2148\* mm  
Normalt: 2078 mm  
% av normalen: 103\*

\*Data for oktober var ikke tilgjengelig i mai 2009

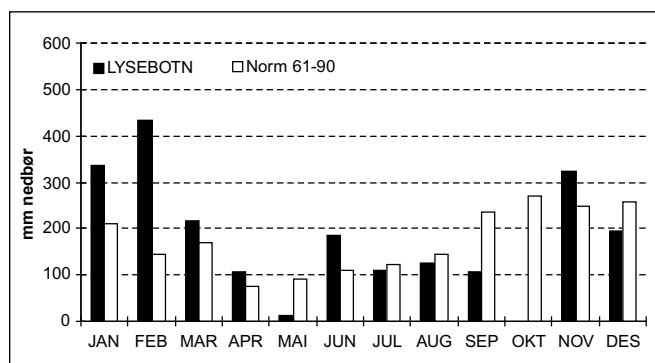
## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke: 031, Rogaland  
Kartreferanse, utløp: 3650-65484, kartblad 1313 II  
Areal, nedbørfelt: 182,2 km<sup>2</sup> (før regulering)  
Spesifikk avrenning: 74 l/s/km<sup>2</sup>  
Middelvannføring: 13,5 m<sup>3</sup>/s (før regulering)  
Vassdragsregulering: 118,5 km<sup>2</sup> overført til andre vassdrag.  
Lakseførende strekning: Ca. 5 km i hovedelva, 1 km i Stølsåna.  
Kalking: Siden januar 2000

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

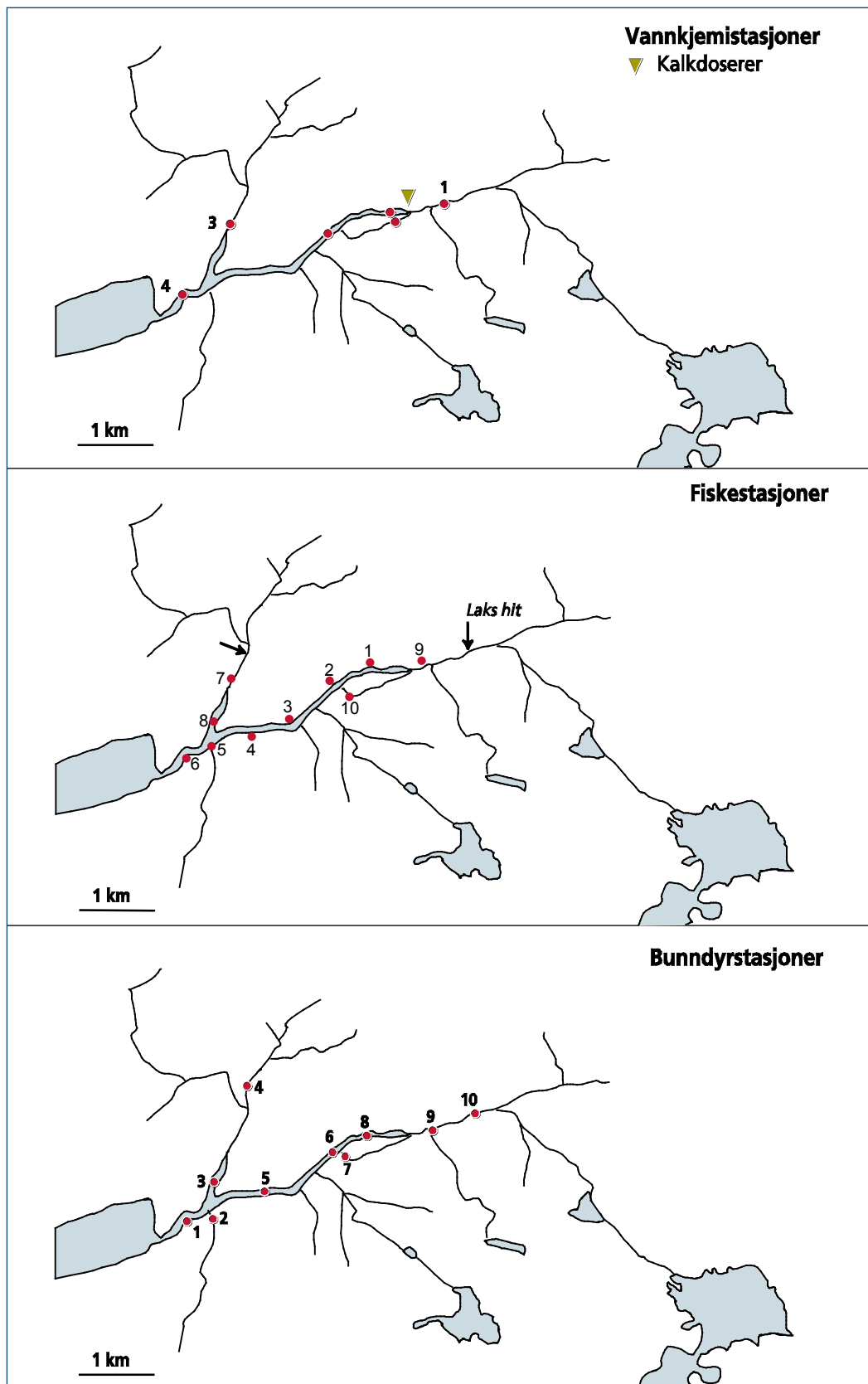
Bakgrunn for kalking: Laksestammen ble karakterisert som truet før kalking (Enge og Nordland 1994).  
Kalkingsplan: Jfr. Kaste et al. 1996 (inneholder hydrologiske og kjemiske grunnlagsdata, samt oversikt over reguleringer og sentrale referanser).  
Biologisk mål: Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.  
Vannkvalitetsmål: Lakseførende strekning: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0.  
Kalkingsstrategi: Vassdraget kalkes ved hjelp av en doserer som er plassert oppstrøms Lysegårdene.



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2008 ved meteorologisk stasjon Lysebotn (sorte søyler) sammenholdt med normal månedsnedbør (hvite søyler) for perioden 1961-1990 (met.no 2009). Data for oktober 2008 mangler.



## 1.4 Stasjonsoversikt



Figur 1.3. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemii (øverst), fisk (midten) og bunndyr (nederst) i Lysevassdraget.

## 2 Vannkjemi

Forfattere: A. M. Smelhus Sjøeng, L.B. Skancke og Ø. Kaste, NIVA  
Prøvetaker: Svein Gitle Tangen, Forsand

Overvåkingen av Lysevassdraget startet med stasjon 4 i desember 1994 (**Figur 2.1**). Det var prøvetaking i vassdraget frem til juli 1997 og deretter et opphold til september 2001. Da prøvetakingen startet opp igjen i august 2006, var det ikke tatt prøver innen effektkontrollen siden desember 2002. Denne perioden har imidlertid hele tiden vært dekket av prøvetaking i regi av DNs vannkemikontroll. Tidligere overvåking i vassdraget har vist at det er en betydelig sesongvariasjon i vannets surhetsgrad (pH), med de laveste verdiene på våren og forsommeren (i forbindelse med snøsmelting og vårflo). Dette faller sammen med perioden da laksen er mest sårbar for surt vann.

Kalkingsinnsatsen ved doseringsanlegget Lysebotn var 256 tonn VK3 i 2008, og dette er høyeste årlige kalkmengde siden dosererkalkingen startet opp i 2000.

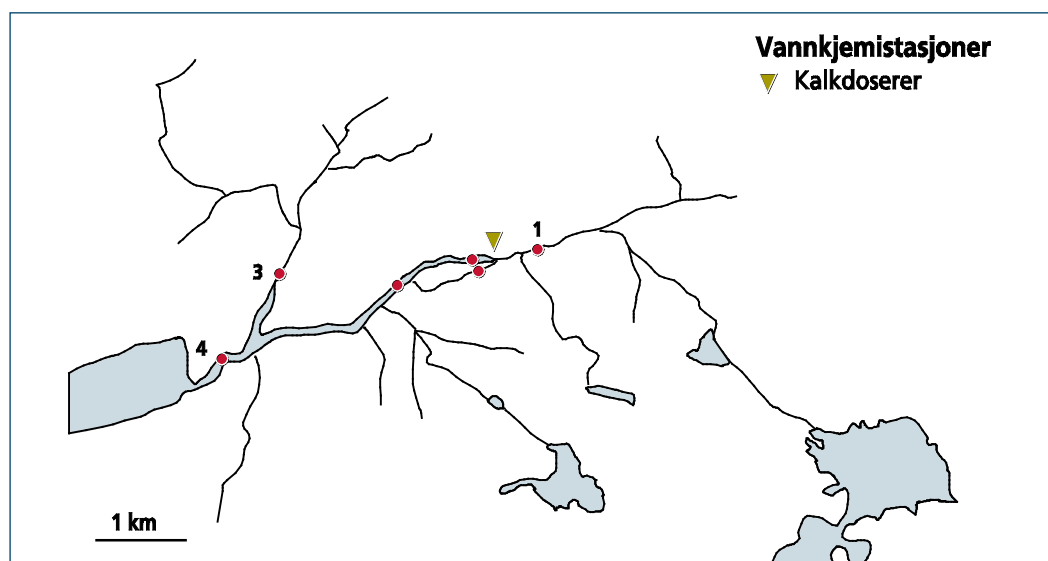
### Referansestasjon i hovedelva oppstrøms kalkdoserer (St. 1)

I 2008 var pH-verdiene generelt noe høyere enn året forut, og bare fem av i alt 16 stikkprøver hadde pH verdi <6,00. Årets minimumsverdi for pH var 5,51 målt i prøven fra 5. mai, mens resten av året lå verdiene i intervallet 5,8-6,4 (**Figur 2.2**, øverst). Middelerdi for 2008 var 5,98 (**Tabell 2.1**). Prøven med lavest pH hadde samtidig den høyeste verdien for giftig, labilt aluminium, LAI (26 µg/L). Ellers var LAI-verdiene i 2008 svært lave, ≤ 6 µg/L (**Figur 2.2**, nederst). Innhold av totalt organisk karbon (TOC) lå i

intervallet 0,3-1,1 mg C/L. Det relativt lave TOC-nivået gir liten beskyttelse mot giftig, labilt aluminium. Det ble ikke registrert forhøyede verdier for natrium og klorid i løpet av 2008 (sjøsaltepisoder), slik tilfellet var i 2007. Heller ikke resultatene fra DNs vannkemikontroll-prosjekt, med tettere frekvens av stikkprøver, avdekket noen alvorlige pH-dropp i 2008 (**Figur 2.3**). Lav syrenøytraliserende kapasitet (ANC), spesielt i løpet av vinteren og våren, indikerer at vannkvaliteten oppstrøms kalkdoserer kan være skadelig også for vanlig innlandsaure (grenseverdi: 20 µekv/L; Lien *et al.* 1989). I 2008 hadde ingen prøver negativ verdi for ANC, men lå i området 1-30 µekv/L (**Tabell 2.1**).

### Stølsåna (St. 3)

Stølsåna er et sidevassdrag som renner inn i Lyseelva omlag 1 km oppstrøms utløpsosen (**Figur 2.1**). Vannet her kan i perioder være surere enn det som renner i både den ukalkede og kalkede delen av hovedelva, og sidevassdraget medfører dermed en potensiell risiko for dannelse av giftige aluminiumsblandsoner i hovedelva (Rosseland *et al.* 1992). Med ukentlig prøvetaking i vårfloperioden (midten av april og ut mai) ble det i 2008 tatt syv stikkprøver på denne stasjonen. Resultatene for disse prøvene viste ingen spesielt lave pH-verdier eller svært høye LAI-verdier. I denne perioden var pH og LAI-verdiene henholdsvis i området 5,6-6,1 og 4-17 µg/L (**Tabell 2.1** og **Figur 2.2**). Resultater fra DNs vannkemikontroll-prosjekt viser at pH-verdiene i Stølsåna svingte i takt med den



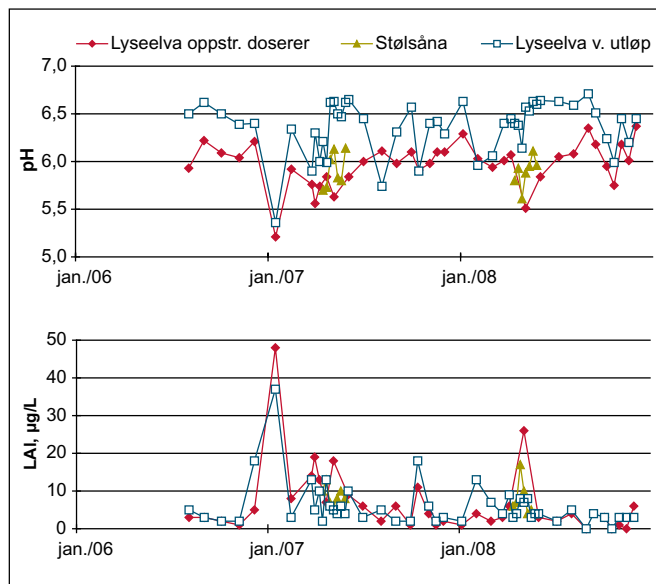
Figur 2.1. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Lysevassdraget.

ukalkede delen av hovedelva gjennom hele året (**Figur 2.3**, øvre del). Verdiene var mer variable og lå generelt noe lavere vår og høst sammenliknet med sommerperioden. Årets minimumsverdi i Stølsåna var pH 5,4 i prøven fra 10. november, noe som er 0,3 pH-enheter høyere enn minimumsverdien i 2007.

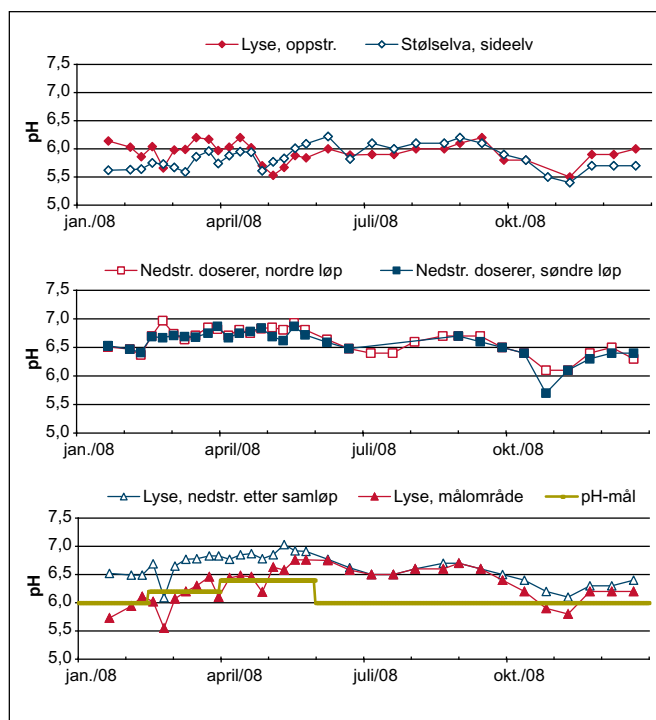
#### Lyseelva – kalket del (St. 4)

I likhet med de foregående årene hadde kalkdosereren i Lyseelva også i 2008, problemer med å sikre stabil og god vannkvalitet helt ned til utløpet av elva (**Figur 2.2 og 2.3**). Sideelva Stølsåna har ofte et annet vannføringsmønster enn hovedelva, noe som påvirker vannkvaliteten i målområdet. Verdier for pH i første halvår 2008 for stasjonene Lyse, nedstrøms etter samløp (DNs vannkjemikontroll) og Lyseelva v. utløp, viser tydelig at det doseres nok kalk, men at kalkingsstrategien ikke er tilstrekkelig til å håndtere den sure tilrenningen fra Stølsåna (**Figur 2.3**, nederst). I løpet av smoltifiseringsperioden (15/2-31/5) i 2008 ble det målt pH-verdier ned mot 5,55 i målområdet (25/2), mens de øvrige avvikene fra pH-målet var mindre alvorlige (**Figur 2.3**, nederst). I perioder av året var pH-verdiene langt over pH-målet, med en maksverdi på 6,76 målt i andre halvdel av mai. Verdiene for LAI i stikkprøvene var lave i hele 2008. Maksimalverdien for året var 13 µg/L, målt i en prøve tatt i forkant av smoltifiseringsperioden (4/2). De øvrige verdiene var ≤ 9 µg/L. Til sammenligning var maksimalverdien 37 µg/L året før.

I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche-Solheim et al. 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene gir 9 µg/L LAI "God" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.



**Figur 2.2.** Utvikling i pH (øverst) og labilt aluminium, LAI (nederst) i Lysevassdraget for perioden 2006-2008. Kalkingen i Lysevassdraget startet i januar 2000. Det var ikke prøvetaking innenfor effektkontrollen i årene 2003-2005.



**Figur 2.3.** Resultater for pH i 2008 fra DN's vannkjemikontroll-prosjekt i Lysevassdraget, analysert ved M-lab AS (første halvår -08) og VestfoldLAB AS (siste halvår -08).

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Lyseelva i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg C/L	µekv/L
<b>102-1</b>	<b>Lyseelva oppstr. doserer</b>	<b>Mid</b>	<b>5,98</b>	<b>0,61</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>0,60</b>	<b>16</b>
		Min	5,51	0,22	0	0	0,28	1
		Max	6,37	1,02	22	26	1,1	30
		<b>N</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>	<b>16</b>
<b>102-3</b>	<b>Stølsåna</b>	<b>Mid</b>	<b>5,87</b>	<b>0,41</b>	<b>12</b>	<b>8</b>		
		Min	5,61	0,25	4	4		
		Max	6,11	0,59	23	17		
		<b>N</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>		
<b>102-4</b>	<b>Lyseelva v. utløp</b>	<b>Mid</b>	<b>6,36</b>	<b>1,09</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>0,87</b>	<b>47</b>
		Min	5,96	0,70	11	0	0,49	10
		Max	6,71	1,48	58	13	1,6	69
		<b>N</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>22</b>	<b>16</b>	<b>16</b>

# 3 Fisk

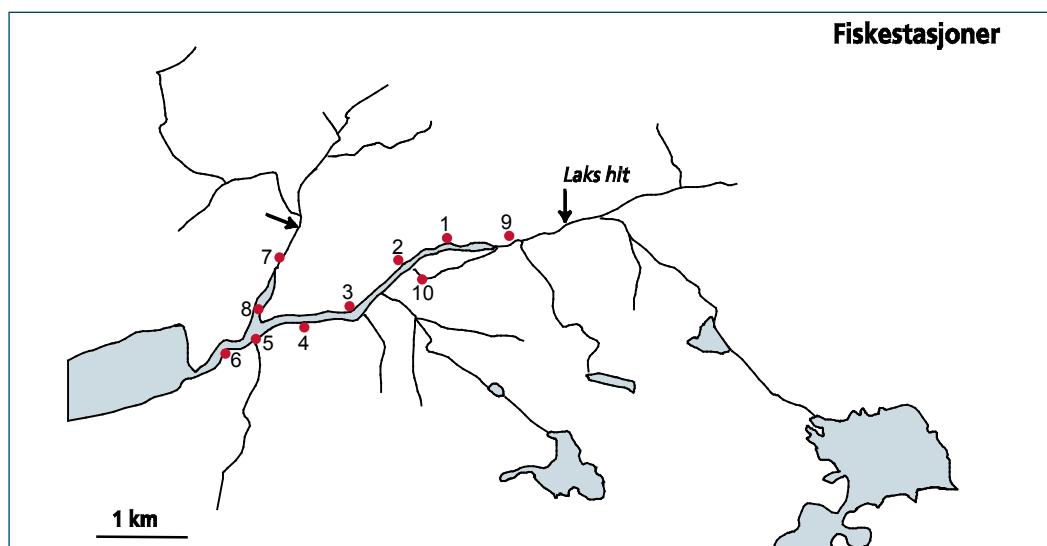
Forfatter: Alv Arne Lyse, BioVest Alv Arne Lyse

## 3.1 Innledning

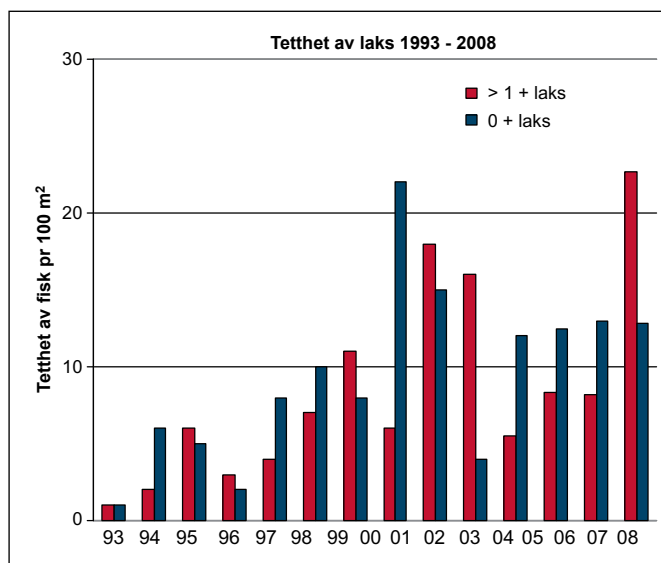
Tettheten av eldre lakseunger var i 2008 den høyeste som er registrert i Lyseelva, (23 individ pr 100 m<sup>2</sup>) (Figur 3.2), basert på el-fiske av 8 prøvestasjoner i vassdraget (Figur 3.1). Tettheten av lakseyngel (0+) var 13 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av aureunger var også relativt god med 13 individ pr 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.3), mens tettheten av aureyngel var kun 4 individ pr. 100 m<sup>2</sup>.

I 2008 ble det funnet 6 stk. 0+ laks og 1 eldre lakseunge på Stasjon 9, ovenfor kalket strekning. Dette er første gang det er funnet lakseyngel og unger ovenfor kalkutslippet øverst på lakseførende strekning. Stasjon 9 er den eneste stasjonen i hovedelva som ligger ovenfor kalkutslippet.

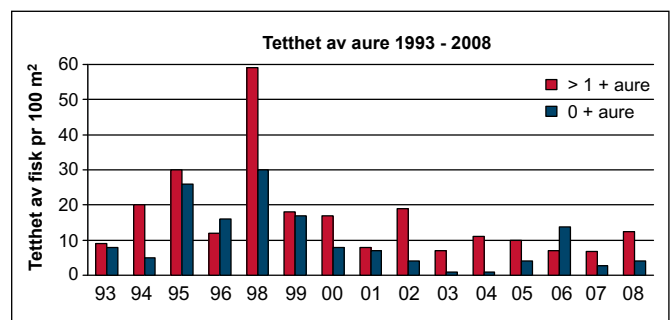
Det ble i begynnelsen av november telt gytebestand av sjøaure ved drivdykking. I midten av november ble det utført tellinger av laks. Tellingene viste en gytebestand av



Figur 3.1. Prøvetakingsstasjoner for fisk i Lysevassdraget.

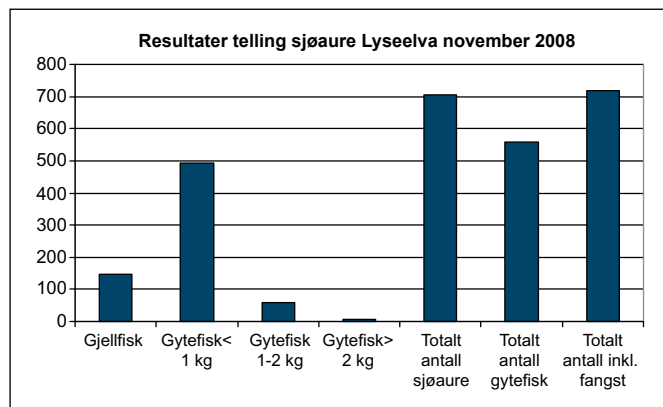


Figur 3.2. Estimert tetthet av laks pr. 100 m<sup>2</sup> i Lysevassdraget i perioden 1993 – 2008.



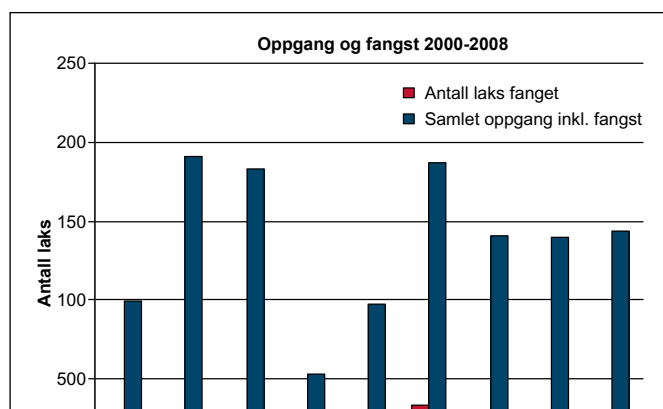
Figur 3.3. Estimert tetthet av aure pr. 100 m<sup>2</sup> i Lysevassdraget i perioden 1993 – 2008.

på minimum 559 sjøaurer, i tillegg var det ca. 146 gjellfisk. Inkludert fangst var det en oppgang på ca 718 sjøaurer i 2008 (Figur 3.4).



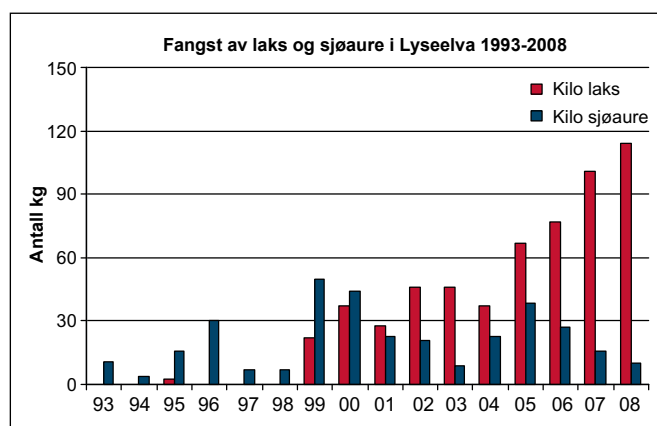
Figur 3.4. Antall sjøaure (fordelt på størrelseskategorier) registrert ved drivdykking i Lyseelva i november 2008.

Telling av gytebestanden av laks viste at det var anslagsvis 19 storlaks (> 7 kg), 70 mellomlaks (3 - 7 kg), samt 24 smålaks (< 3 kg) i vassdraget på, (dvs rundt 115 gytelaks). Inkludert årets stangfangst var samla oppgang ca 144 laks (Figur 3.5).



Figur 3.5. Fangst av laks (antall) og samlet oppgang av laks i Lyseelva 2000 – 2008.

Beskatningen av laks ved sportsfiske utgjorde i 2008 ca 20 % av oppvandringen, mot mellom 5 % og 20 % i perioden 2000 – 2007. Elvebeskatningen av sjøaure utgjorde i 2008 med en fangst på 13 fisk kun 1,8 % av oppvandet fisk. I 2008 ble det samlet inn skjellprøver fra 20 laks og 6 sjøaurer, for laks er det en prøveandel på 69 % av fangsten, for sjøaure 46 %. Skjellanalysene viste at ingen av laksene var oppdrettslaks (Kurt Urdal, Rådgivende Biologer A/S, pers.medd.). Fangsten av laks i Lyseelva i 2008 var med 114 kg målt i antall kilo den høyeste som er registrert, mens det var en beskjeden fangst av sjøaure med kun 10 kg fordelt på 13 fisk (Figur 3.6).



Figur 3.6. Fangstutvikling i Lyseelva i perioden 1993 – 2008. Laksen var fredet i åra 1996 – 1998.

# 4 Bunndyr

Forfatter: Arne Fjellheim, LFI-Unifob, Universitetet i Bergen

## 4.1 Innledning

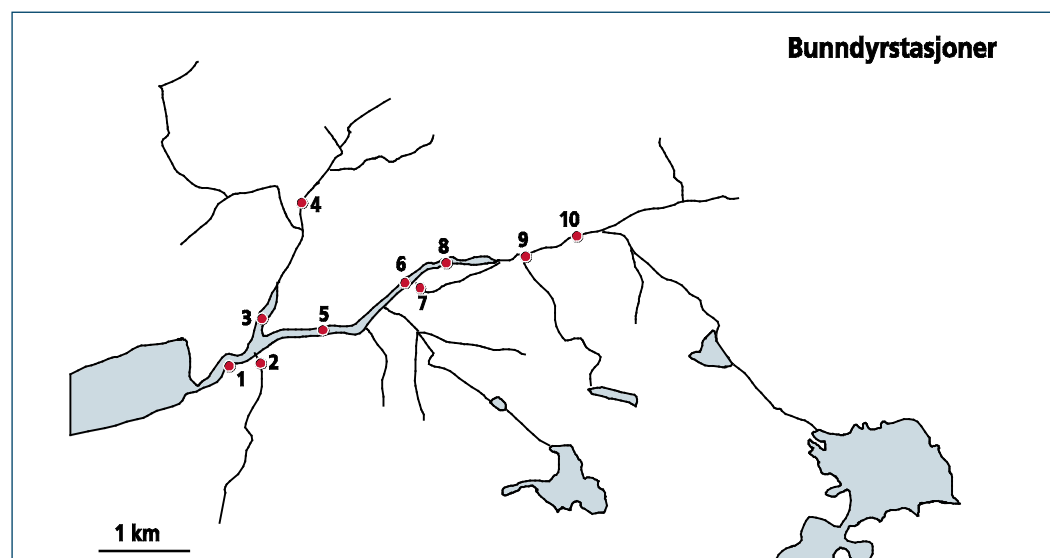
Bunndyrovervåkingen i Lyseelva ble startet i 1999 med prøvetaking vår og høst. Den første prøvetakingsrunden representerer situasjonen før kalking, ettersom kalkingsanlegget først ble satt i drift i januar 2000. Vassdraget ble prøvetatt etter kalking i 2002 (Fjellheim & Raddum, 2003). Det ble, av økonomiske grunner, ikke utført bunndyrundersøkelser i vassdraget i perioden 2003 – 2005, men overvåkingen av kalkingsvirksomheten er tatt opp igjen fra 2006. Hensikten med undersøkelsene i Lyseelva er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene med hensyn forsuringsskade og biologisk mangfold. Lyseelva skal overvåkes med hensyn på bunndyr hvert annet år (**Figur 4.1**).

For metodikk ved innsamling og analyse av bunndyr vises det til eget metodekap.

## 4.2 Resultater og diskusjon

Det ble registrert to arter døgnfluer, 12 steinfluearter, og 9 arter/slekter av vårfluer i Lyseelva i 2008. Av de registrerte bunndyrarter/grupper var fem sensitive overfor forsuring (Fjellheim & Raddum 1990). EPT-diversiteten (summen av arter innen gruppene døgn-, stein- og vårfluer, Lenat & Penrose, 1996) var 23. Dette er betydelig større enn det som ble registrert i 2006. Vassdraget hadde da EPT lik 16 (Fjellheim 2007).

Utbredelsen av forsuringssensitive bunndyr i vassdraget var lavt, men bedre enn ved undersøkelsen i 2006. Forsuringsindeksen i den kalkete delen av vassdraget har bedret seg betydelig og er i dag stabilt høy (**Figur 4.2**). Gjennomsnittlig forsuringsindeks 1 i den kalkete delen av elva var 1,0 både vår og høst. Forsuringsindeks 2 var også

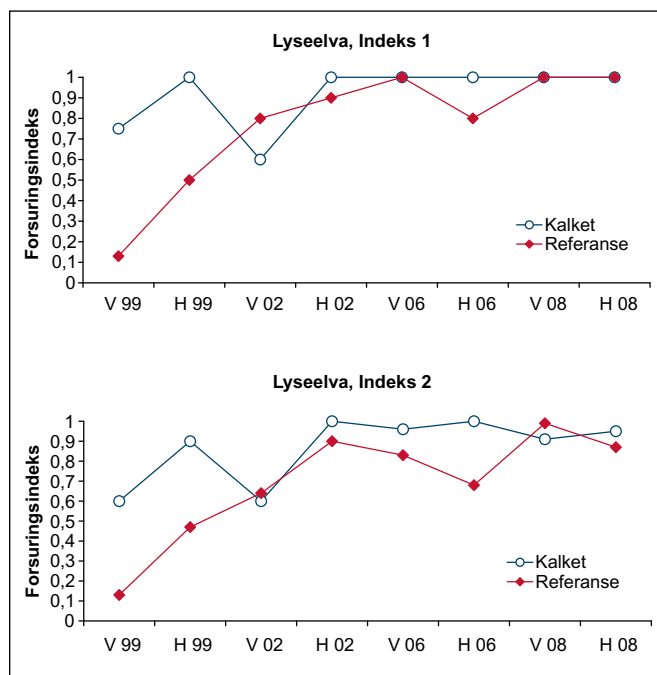


Figur 4.1. Prøvetakingsstasjoner for bunndyr i Lysevassdraget.

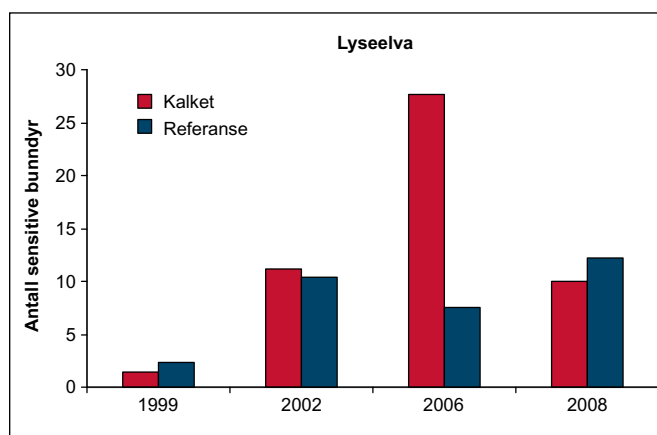
høy, henholdsvis 0,91 og 0,95. Dette viser at det var svært små subletale skader på bunndyrsamfunnet, og at det er oppnådd tilfredsstillende effekt fra kalkingsanlegget. Den ukalkete delen av elva var mindre skadet enn ved forrige undersøkelse. Det var spesielt vårsituasjonen som var blitt bedre. Forsuringsindeks 1 og 2 var henholdsvis 1,0 og 0,99 (vedleggstabell B1 og B2).

Den sensitive døgnfluearten *Baetis rhodani* har hatt en positiv utvikling i vassdraget, sammenlignet med den situasjonen som ble registrert i 1999, før kalking (Fjellheim & Raddum 2000). Antall forsuringssensitive bunndyr pr. prøve var noe mindre enn ved forrige undersøkelse (Figur 4.3). Artsdiversiteten i Lyseelva var lav (Vedleggstabell B1 og B2). Av andre sensitive bunndyr som ble registrert kan nevnes steinfluene *Diura nanseni* og *Isoperla* sp., vårfluen *Wormaldia* sp. og flimmermarken *Crenobia alpina*. Disse artene vurderes som moderat forsuringssensitive (tålegrense ca pH=5,0) (Fjellheim & Raddum 1990). Andre sensitive grupper, som igler og snegl var fraværende i prøvene fra Lyseelva. Forekomsten av EPT taksa var svært lav. De vanligste steinfluene var *Amphinemura borealis*, *A. sulcicollis*, *Leuctra hippopus*, *Protonemura meyeri* og *Brachyptera risi*. *Rhyacophila nubila*, *Polycentropus flavomaculatus* og *Oxyethira* sp. var vanligst forekommende av de tolerante vårfluene.

Den lave artsdiversiteten viser at Lyseelva har et stort potensiale med hensyn til økt bunndyrbiodiversitet, både grunnet kalkingen og grunnet naturlig bedring av forsurningsnivået. Vi venter at flere arter av sensitive døgnfluer, vårfluer, snegl og igler på sikt vil etablere seg i vassdraget, slik tilfellet har vært i andre vassdrag i kalkingsprosjektet (Fjellheim & Raddum 1995, Raddum & Fjellheim 2003).



Figur 4.2. Gjennomsnittlige forsuringsindekser for stasjonene i Lyseelva i perioden 1999 - 2008.



Figur 4.3. Gjennomsnittlig antall forsuringssensitive bunndyr pr. prøve fra kalket og ukalket del av Lyseelva i perioden 1999 - 2008.



# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemi

I motsetning til året før, ble det ikke avdekket noen klare sjøsaltepisoder som preget vannkvaliteten i 2008. Ved utløpet av Lyseelva (målområdet) vekslet pH-verdiene mellom nivåer som lå godt under målet for kalkingen, til verdier som lå klart over. Innsig av surere vann fra Stølsåna var trolig hovedårsaken til negativt avvik fra ønsket pH-mål i målområdet. Av de 10 stikkprøvene under effektkontrollen som ble tatt i smoltifiseringsperioden (15/2-31/5), hadde to prøver et negativt avvik på 0,1 og 0,3 pH-enheter i forhold til pH-målet og fem prøver et positivt avvik på 0,1-0,2 pH-enheter. Den tettere prøvetakingsfrekvensen under DNS vannkemikontroll-prosjekt avdekket noe større avvik fra pH-målet i smoltifiseringsperioden enn dette.

Verdiene for LAI oppstrøms doserer var lave i 2008, med unntak av maksimalverdien på 26 µg/L (5/5). Stikkprøvene fra Stølsåna tatt i midten av april og ut mai hadde verdier for LAI i området 4-17 µg/L. Ved utløpet av Lyseelva var årets maksimalverdi for LAI 13 µg/L (4/2). Høyeste konsentrasjon av LAI i kalket del under smoltifiseringsperioden var ≤ 9 µg/L. I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche Solheim et al. 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene gir 9 µg/L LAI "God" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.

## 5.2 Fisk

Tetthetene av lakseunger i 2008 var de høyeste som er registrert, mens tettheten av årsyngel var middels. Kalkingen synes å gi gode resultater. Laksefangstene har vært økende og fangsten av var rekordstor i 2008. Tettheten av sjøaureunger var også relativt god, mens tettheten av årsyngel var lav. Det ble for første gang observert både årsyngel og samt en laksunge ovenfor kalka strekning. Gytefisktellingen høsten 2008 med 115 laks ga en egg tetthet av laks på mellom 5,8 og 5,2 egg/m<sup>2</sup>, den høyeste som er registrert siden gytefisk-tellingen startet i 1998. Dette er over et gytebestandsmål på 2 – 3 egg/m<sup>2</sup>. Egg tettheten for sjøaure er fra 3,7 til 3,3 rogn pr m<sup>2</sup>, også dette er over et gytebestandsmål på 2 – 3 egg/m<sup>2</sup>. Beskatningsprosenten på oppvandrende laks var på 20 % i 2008, og har i perioden 2001 – 2008 variert mellom 5 %

og 20 %. Beskatningsprosenten er lav, trolig fordi at reguleringene i lange perioder gir en vannføring for lav til å utøve et effektivt sportsfiske. Fangsten av sjøaure var liten, kun 13 fisk ble fanget i Lyseelva i 2008. En beskatningsprosent på kun 1,8 % i elva på oppvandrende sjøaure kan skyldes innføringen av makskvoter på kun tre laks eller sjøaure pr fisker pr dag. Sportsfiskerne prioriterer trolig fisket etter laks foran sjøaure.

## 5.3 Bunndyr

Sammensetning og utbredelse av faunaen i 2008 viser at forurengingsskadene i Lyseelva er avtakende. Forsuringssindeks 1 og 2 var høye. Dette viser at det var svært små subletale skader på bunndyrsamfunnet, og at det er oppnådd tilfredsstillende effekt fra kalkingsanlegget. Artsdiversiteten i Lyseelva var lav og vassdraget har et stort potensiale med hensyn økt biologisk mangfold etter kalking.

## 5.4 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Overvåkingen i 2008 bekrefter at kalkdoseringen i Lyseelva fortsatt har problemer med å sikre stabil og god vannkvalitet helt ned til utløpet av elva, til tross for at det ikke er påvist sjøsaltepisoder dette året. Mellom pH-droppene er det imidlertid tidvis høye pH-verdier ved utløpet av Lyseelva (spesielt senvinters og om våren). Dette illustrerer at det doseres nok kalk, men at kalkingsstrategien ikke er tilstrekkelig til å håndtere den sure tilrenningen fra sideelven Stølsåna. Siden vannføringsmønsteret ved Stølsåna er annerledes enn hovedelva, kan vannkvaliteten herfra tidvis dominere over hovedelva. Historiske data fra NVE (perioden 1980-83) viser at vannføringen i hovedelva ofte er svært lav om vinteren og våren før snøsmeltingsflommen starter (NVE 1984). Under slike forhold vil det være vanskelig å kompensere for de sure tilførselene fra Stølsåna ved kun å øke kalkdosene ved Lysebotn-anlegget. I tillegg, vil omdanningen av giftig aluminium i blandsonen være for langsom til å unngå gifteffekter på store deler av strekningen ned mot utløpet i sjøen. Kalking i selve Stølsåna (dosereralking eller terrengkalking) vil derfor være langt mer optimalt med tanke på å redusere faren for giftige blandsoner i hovedelva, spesielt senvinters og om våren.

# 6 Referanser

- Enge, E. & Nordland, J. 1994. Behovet for kalking som mottiltak mot forsuring i Rogaland. Notat, oppdatert versjon. Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernavdelingen, 9 s.
- Fjellheim, A. 2007. Overvåking av bunndyr i Sokndalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, s. 9-19.
- Fjellheim, A & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96, 57-66.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2000. Overvåking av bunndyr i Lysevassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1999. DN-Notat 2000-2, s. 337 -343.
- Fjellheim, A & Raddum, G. G. 2003. Overvåking av bunndyr i Lysevassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. DN-Notat 2003-3.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. & Brandrud, T.E. 1996. Tiltak mot forsuring av Lyseelva. Kalkingsplan. NIVA-rapport nr. 3356, 37 s.
- Lenat, D. R. & Penrose, D. L. 1996. History of the EPT taxa richness metric. *Bulletin of the North American Benthological Society* 13: 305-307.
- Lien, L., Henriksen, A., Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 3, Miljøverndepartementet, 32 s.
- Lyche Solheim, A., Berge, D., Tjomsland, T. Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H. Skarbøvik, E., Eggestad, H.O. & Engebretsen, A. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og egnethet for brukerinteresser. Supplement til Veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport nr. 5708, 81 s.
- met.no 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Lysebotn, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- NVE 1984. Døgnvannføring ved 32.2.0 Lysedalen 1980-1983. Norges vassdrags- og energiverk, hydrologisk avdeling, Oslo.
- 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. and Fjellheim, A. 2003. Liming of River Audna, Southern Norway. A large scale experiment of benthic invertebrate recovery. – *AMBIO* 32: 230-234.
- Rosseland, B.O., Blakar, I., Bulger, A., Kroglund, F., Kvellestad, A., Lydersen, E., Oughton, D.H., Salbu, B., Staurnes, M. & Vogt, R. 1992. The mixing zone between limed and acidic river waters: complex aluminium chemistry and extreme toxicity for salmonids. *Environ. Pollution* 78: 3-8.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:	
Ca	Kalsium
Alk-E	Alkalitet
Al/R	Reaktivt aluminium
Al/II	Ikke-lablitt aluminium
LAI	Lablitt aluminium
TOC	Totalt organisk karbon
Kond	Konduktivitet
Mg	Magnesium
Na	Natrium
K	Kalium
Cl	Klorid
SO <sub>4</sub>	Sulfat
NO <sub>3</sub> -N	Nitrat
Tot-N	Total nitrogen
Tot-P	Total fosfor
SiO <sub>2</sub>	Silisumdiksyd
ANC	Syrenøytraliserende kapasitet

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	ALK mmol/L	ALK-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	07/01/08	6,29	0,77	0,050	21	6	5	1	0,41	1,57	0,23	1,53	0,07	2,38	1,12	140	160	1	1,43	25
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	04/02/08	6,03	0,92	0,040	10	13	9	4	0,43	2,64	0,39	2,81	0,12	5,61	1,14	135	175	<1	1,35	12
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	03/03/08	5,94	0,97	0,038	8	19	17	2	0,58	2,92	0,43	3,13	0,16	6,48	1,20	120	185	1	1,28	8
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	25/03/08	6,01	1,02	0,041	11	8	5	3	0,28	2,63	0,39	2,92	0,14	5,65	1,14	150	185	<1	1,39	20
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	07/04/08	6,07	0,92	0,039	9	16	10	6	0,52	2,58	0,38	2,80	0,13	5,34	1,38	160	205	<1	1,43	12
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	05/05/08	5,51	0,48	0,032	0	45	19	26	0,56	2,07	0,30	2,30	0,11	3,97	1,14	200	240	1	0,79	1
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	02/06/08	5,84	0,22	0,038	8	15	12	3	0,75	0,87	0,11	0,96	0,06	1,45	0,63	50	150	2	0,47	6
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	07/07/08	6,05	0,29	0,039	9	10	8	2	0,50	0,70	0,09	0,79	0,05	0,93	0,65	31	86	1	0,49	16
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	04/08/08	6,08	0,41	0,038	8	12	8	4	0,67	0,94	0,13	0,91	0,07	1,31	0,85	160	220	3	0,77	6
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	01/09/08	6,35	0,47	0,048	19	7	7	0	0,61	1,11	0,13	1,16	0,07	1,36	1,04	90	130	2	1,05	20
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	15/09/08	6,18	0,53	0,049	20	8	<5		0,49	1,21	0,17	1,24	0,09	1,45	1,15	100	165	1	1,22	25
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	06/10/08	5,95	0,43	0,043	13	25	22	3	1,1	1,20	0,16	1,14	0,10	1,98	0,78	58	144	2	1,03	11
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	20/10/08	5,75	0,43	0,039	9	24	24	0	1,0	1,25	0,17	1,28	0,08	2,24	0,70	34	89	2	0,98	13
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	03/11/08	6,18	0,72	0,048	19	10	9	1	0,58	1,52	0,22	1,60	0,09	2,54	0,95	68	116	2	1,35	30
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	17/11/08	6,01	0,51	0,044	14	15	15	0	0,71	1,34	0,20	1,37	0,07	2,45	0,74	36	71	2	0,94	16
102-1	Lyseelv oppstr kalkdoserer	01/12/08	6,37	0,64	0,051	22	17	11	6	0,46	1,57	0,20	1,59	0,08	2,48	0,79	54	109	1	1,18	29

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	ALK mmol/L	ALK-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/Il µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L	
102-3	Stølsåna	14/04/08	5,80	0,59	0,035	4	30	24	6		2,22											
102-3	Stølsåna	21/04/08	5,93	0,58	0,042	12	35	28	7		2,30											
102-3	Stølsåna	28/04/08	5,61	0,34	0,035	4	60	43	17		1,70											
102-3	Stølsåna	05/05/08	5,88	0,30	0,041	11	50	40	10		1,33											
102-3	Stølsåna	12/05/08	5,95	0,25	0,045	15	41	37	4		1,10											
102-3	Stølsåna	19/05/08	6,11	0,44	0,052	23	34	29	5		1,37											
102-3	Stølsåna	26/05/08	5,96	0,37	0,044	14	35	31	4		1,08											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	07/01/08	6,63	1,48	0,079	51	9	7	2	0,62	2,24	0,32	2,06	0,14	3,00	1,64	160	190	1	2,40	63	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	04/02/08	5,96	0,86	0,041	11	37	24	13	0,83	2,82	0,43	3,04	0,18	6,15	1,23	87	123	1	1,64	10	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	03/03/08	6,06	0,99	0,044	14	30	23	7	0,79	2,54	0,42	3,04	0,21	6,18	1,20	70	130	1	1,39	17	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	25/03/08	6,40	1,27	0,061	32	14	10	4	0,49	2,59	0,40	2,90	0,19	5,19	1,38	115	155	<1	1,92	44	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	07/04/08	6,45	1,14	0,056	27	28	19	9	0,82	2,63	0,37	2,83	0,16	5,16	1,31	100	155	<1	1,68	35	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	14/04/08	6,40	1,12	0,055	26	16	13	3		2,51											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	21/04/08	6,38	1,04	0,058	29	26	22	4		2,49											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	28/04/08	6,14	0,70	0,047	18	49	41	8		1,95											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	05/05/08	6,57	1,33	0,072	44	38	31	7	0,81	2,13	0,27	2,09	0,11	3,42	1,07	140	205	1	0,98	54	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	12/05/08	6,53	0,97	0,070	42	33	25	8		1,55											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	19/05/08	6,63	1,23	0,082	55	23	20	3		1,71											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	26/05/08	6,60	1,11	0,078	50	20	16	4		1,49											
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	02/06/08	6,64	1,24	0,080	52	15	11	4	0,85	1,28	0,12	1,08	0,09	1,36	0,53	34	185	2	0,56	69	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	07/07/08	6,63	0,99	0,069	41	8	6	2	0,53	1,18	0,13	1,08	0,07	1,33	0,80	43	84	<1	0,75	52	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	04/08/08	6,59	0,99	0,065	37	23	18	5	0,85	1,44	0,17	1,29	0,10	1,55	1,00	150	235	3	1,09	47	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	01/09/08	6,71	1,28	0,082	55	<5	<5		0,91	1,77	0,19	1,66	0,12	1,99	1,30	79	155	2	1,43	66	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	15/09/08	6,51	1,36	0,085	58	10	6	4	0,70	1,95	0,24	1,86	0,14	2,28	1,58	89	160	1	1,77	69	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	06/10/08	6,24	0,82	0,056	27	33	30	3	1,5	1,47	0,20	1,50	0,10	2,29	0,90	54	122	2	1,33	38	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	20/10/08	5,99	0,76	0,052	23	30	30	0	1,6	1,53	0,20	1,59	0,10	2,60	0,82	31	100	2	1,28	33	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	03/11/08	6,45	1,29	0,073	45	17	14	3	0,87	2,18	0,30	2,20	0,16	3,27	1,33	91	148	2	2,23	62	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	17/11/08	6,20	0,80	0,053	24	28	25	3	1,0	1,79	0,26	1,84	0,13	3,07	0,91	47	104	2	1,31	36	
102-4	Lyseelv v/utløpet-Osen	01/12/08	6,45	1,17	0,069	41	17	14	3	0,70	2,07	0,25	2,04	0,13	2,91	1,01	66	109	1	1,81	63	

# Vedlegg B. Primærdata – bunndyr 2008

Vedlegg B 1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Lyseelva 19.06.2008.										
Stasjon:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Nematoda</b>		1	1	1		1	4		1	1
<b>Oligochaeta</b>		4	3		3	3	8	3	6	6
<b>Acari</b>		1	5		2		1	2		1
<b>Ephemeroptera</b>										
*** <i>Baetis rhodani</i>	20	31	14	51	45	27	22	3	7	7
<b>Plecoptera</b>										
<i>Amphinemura borealis</i>	1	2	1	5	8	6	6	13	1	5
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1	4	2		1	2	1	10	1	1
<i>Amphinemura standfussi</i>				1						
<i>Amphinemura</i> sp.	4	2					3		5	
<i>Protonemura meyeri</i>	4	3			1	3	2	1	2	1
<i>Nemoura cinerea</i>		4								
<i>Brachyptera risi</i>				9						1
<i>Leuctra fusca</i>	6	1	3		10	19	13	13	6	2
<i>Leuctra</i> sp.	1	2		1	3	5	6	6	1	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>					1	1	1	1		
** <i>Diura nanseni</i>					1					
** <i>Diura</i> sp. juv.	1									
** <i>Isoperla</i> sp. juv						1				1
** Perlodidae indet juv.		1					1			
<b>Trichoptera</b>										
<i>Rhyacophila nubila</i> larve			1	4	1					2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1				2					
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1		1		1				
<i>Potamopylax</i> sp.		1								
<i>Potamopylax cingulatus</i>		1								
<i>Potamopylax latipennis</i>	1						1		1	
** <i>Wormaldia</i> sp. juv			1							
<b>Chironomidae</b>	128	152	118	106	112	96	60	61	73	79
<b>Ceratopogonidae</b>		4	4				1		1	
<b>Simuliidae</b>		1	25	9	1		1			
<b>Tipuloidea</b>										
<i>Dicranota</i> sp.	2				1	1	2		1	
<b>Diptera</b>										
Empididae indet.	4	1	2	8	6	1	2	2	8	5
<b>Coleoptera</b>										
Dytiscidae indet.		1								
<b>Collembola</b>					2					
<b>Crustacea</b>										
Ostracoda							2			
<b>Sum</b>	<b>174</b>	<b>218</b>	<b>180</b>	<b>196</b>	<b>200</b>	<b>167</b>	<b>137</b>	<b>115</b>	<b>114</b>	<b>112</b>
<b>Forsuringsindeks 1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
<b>Forsuringsindeks 2</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,57</b>	<b>0,94</b>	<b>1,00</b>
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom										

Vedlegg B 2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Lyseelva 16.10.2008.											
Stasjon:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
<b>Turbellaria</b>											
** <i>Crenobia alpina</i>										1	
<b>Nematoda</b>	1	1	7	2	2		1	3	3		
<b>Oligochaeta</b>	7	10	10	8	6	8	11	7	6	22	
<b>Acari</b>	2	17	3	2	2	1		1	4	2	
<b>Ephemeroptera</b>											
*** <i>Baetis rhodani</i>	7	27	8	38	51	15	6	34	6	7	
*** <i>Baetis fuscatus</i>						1					
<b>Plecoptera</b>											
<i>Amphinemura borealis</i>			5	8			1			4	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		5		6				1			
<i>Amphinemura</i> sp.	2	17	18	21	15	6	2	13	9	5	
<i>Protonemura meyeri</i>	13	25		14	37	4	15	7	6	2	
<i>Nemouridae</i> indet.			1	1							
<i>Brachyptera risi</i>	1	11			8	1			4	2	
<i>Leuctra hippopus</i>	1	6	10	8			1				
<i>Leuctra digitata</i>								1			
<i>Leuctra</i> sp.		4	4	3		1				4	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>			1								
** <i>Diura nanseni</i>	1			2	3	3	2	3	1	2	
** Perlodidae indet.											
<b>Trichoptera</b>											
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	2			11	6	2	1	2			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			3	15					1		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			1	9					1		
Polycentropodidae indet.											
<i>Oxyethira</i> sp.	1		5	5					1		
<i>Chaetopteryx villosa</i>				1	1		1				
Limnephilidae indet.		3		3	1	3		2	1		
<i>Beraea pullata</i>							1				
** <i>Wormaldia</i> sp.								1			
<b>Chironomidae</b>	121	32	107	144	56	38	26	48	30	32	
<b>Ceratopogonidae</b>	3	9	4		1		1	2	1	1	
<b>Simuliidae</b>	7	10	5	9	15	5	1	9	6	6	
<b>Tipuloidea</b>											
<i>Dicranota</i> sp.					2		2	7		1	
<i>Tipula</i> sp.			1								
Ubestemt larve				1							
<b>Diptera</b>											
Empididae indet.	11		4	2	2	2	2	8	5	7	
Muscidae indet.											
<b>Collembola</b>		1									
<b>Crustacea</b>											
Chydoridae			3								
Ostracoda	2				1	1		1			
Harpacticoida		2	2				1	2	1		
<b>Sum</b>	<b>182</b>	<b>180</b>	<b>198</b>	<b>315</b>	<b>209</b>	<b>91</b>	<b>75</b>	<b>152</b>	<b>86</b>	<b>98</b>	
<b>Forsuringsindeks 1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	
<b>Forsuringsindeks 2</b>	<b>0,91</b>	<b>0,90</b>	<b>0,71</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>1,00</b>	<b>0,82</b>	<b>1,00</b>	<b>0,82</b>	<b>0,91</b>	

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

# Mandalsvassdraget

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	022
Fylke(r):	Aust- og Vest-Agder
Areal, nedbørfelt:	1809 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Omfattende reguleringer og interne overføringer, spesielt i øvre del.
Spesifikk avrenning:	47,6 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	85,5 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden:	Fullkalket from. juni 1997
Lakseførende strekning:	48 km, til Kavfossen oppstrøms Bjelland (Figur 1.1)

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

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

Kalkingsdata er innhentet fra Fylkesmannen i Vest-Agder v/miljøvernavdelingen

Kalk benyttet ved de ulike dosererne de siste 5 årene er vist i **Tabell 1.1**.

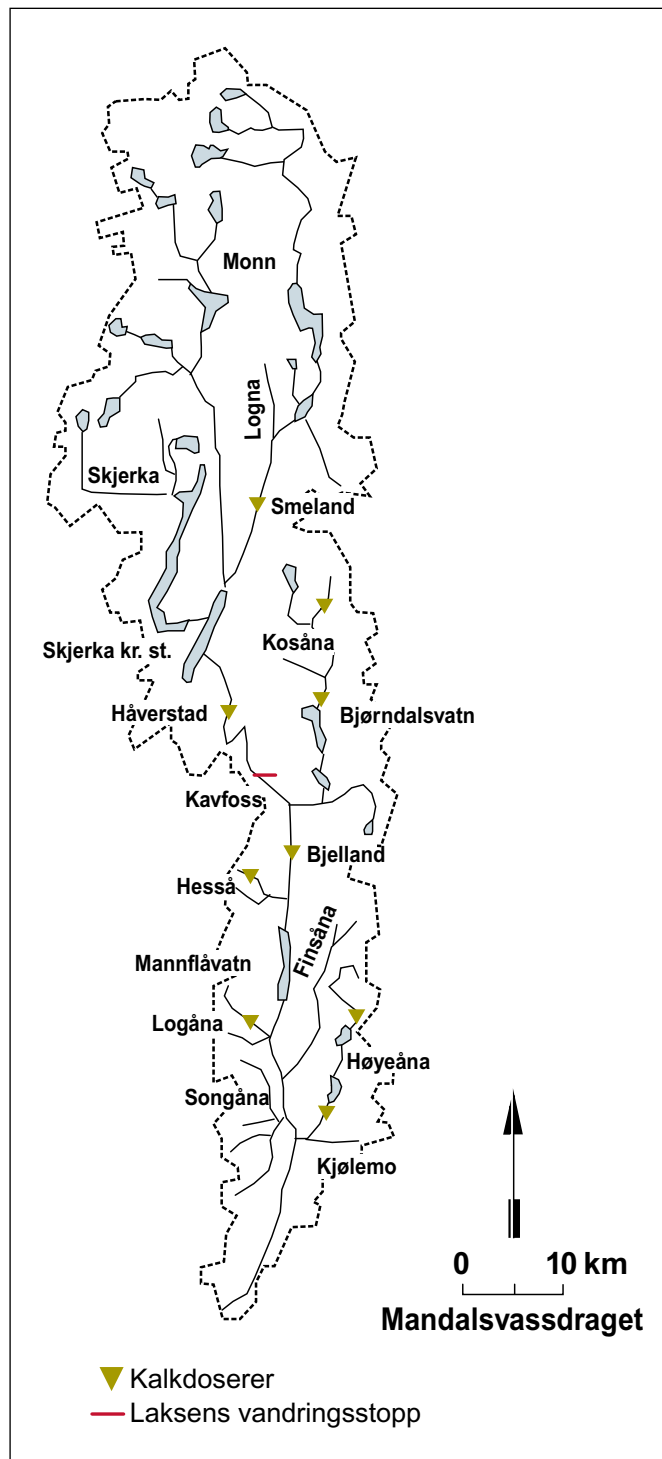
**Tabell 1.1.** Kalkforbruk (tonn) i Mandalsvassdraget i perioden 2004 - 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt, er omregnet til 100% kalk. Tallene i parentes viser antall innsjøer.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer v/Bjelland	956	698	720	465	800
Doserer v/Håverstad	2147	2215	2251	2369	3647
Doserer v/Smeland	1190	881	1007	888	920
Doserer v/Egså	88	91	106	130	42
Doserer v/Bjørndalen	723	759	902	715	1272
Doserer Hesså	34	36	12	22	23
Doserer Høyeåna (Brandsvoll)	47	59	30	34	0
Doserer Høye (Høyeåna)	61	150	363	190	321
Sum kalk doserere	5247*	4889*	5390*	4813*	7025*
Sum kalk innsjøer	104*	93 (13)***	93 (13)***	107 (18)*	106 (18)*
Doserer Logåna	71**	54**	110**	78**	126**

\* NK3, \*\* Silikatlut, \*\*\* SK3

Det ble benyttet nær 50% mer kalk ved dosererne i 2008 enn i 2007. Men ettersom det i 2008 var omtrent 45% mer nedbør enn forrige år, gav sannsynligvis ikke større kalkmengder tilsvarende større konsentrasjon av kalsium i vannet.

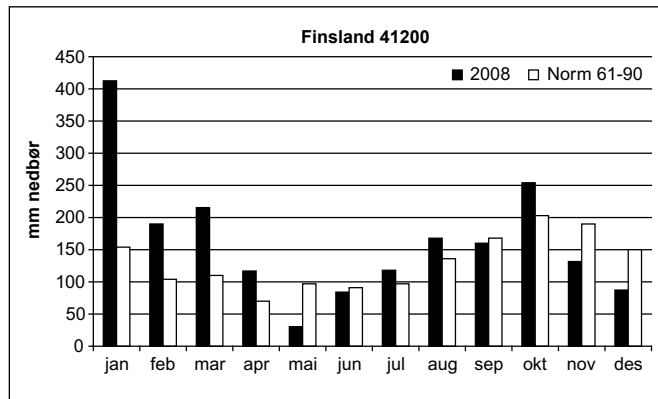
Det ble i 2008 spredd kalk i innsjøer i om lag tilsvarende mengder som tidligere.



Figur 1.1. Mandalsvassdraget med nedbørfelt.

### 1.3 Nedbør i 2008

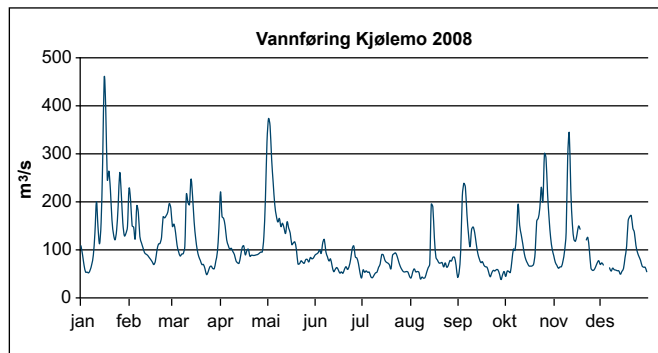
Meteorologisk stasjon: 41200 Finsland (**Figur 1.2**)  
 Årsnedbør 2008: 1969 mm  
 Normalt: 1570 mm  
 % av normalen: 125



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 i 2008. Da ingen data var tilgjengelig for Bjelland 2008, er det benyttet verdier for den nærliggende stasjonen 41200 Finsland (januar – november) og 41480 Åseral (desember-verdier) (Meteorologisk institutt, 2009).

Som vist i **Figur 1.2** var nedbøren meget høy i perioden januar – mars og i oktober, samt meget lav i mai.

**Figur 1.3** viser vannføring ved stasjonen Kjølemo.

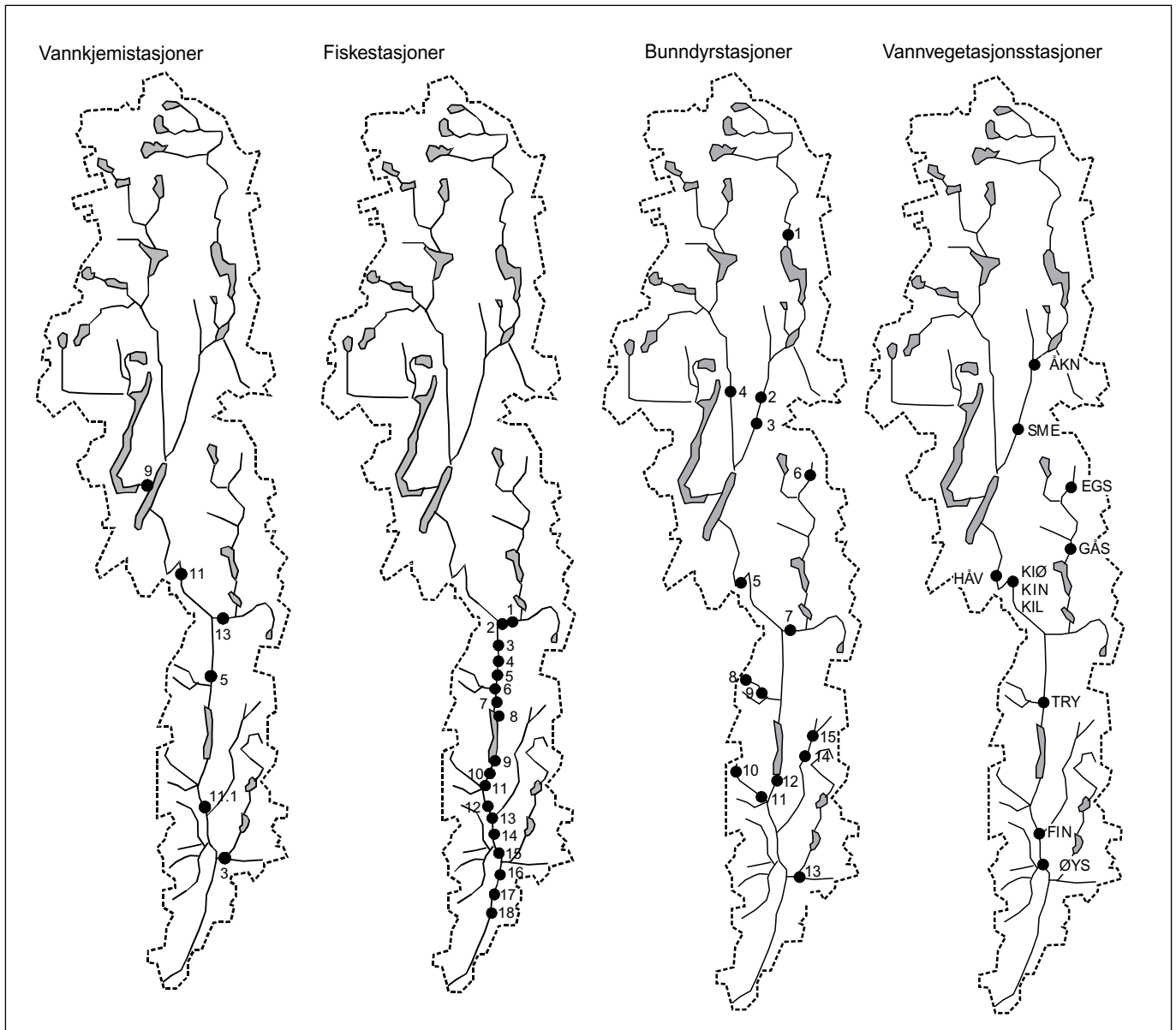


Figur 1.3. Vannføring (døgnverdier) i 2008 ved stasjonen Kjølemo i Mandalsvassdraget (NVE 2009).



## 1.4 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemi, fisk, bunndyr og vannvegetasjon i Mandalsvassdraget er vist i **Figur 1.4**.



**Figur 1.4.** Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi, fisk, bunndyr og vannvegetasjon i Mandalsvassdraget. Vannkjemistasjon 9 ble i 2008 flyttet fra Skjerka til Monn. Bunndyr og vannvegetasjon undersøkes annet hvert år.

# 2 Vannkjemi

Forfatter: **Mona Weideborg og Milla Juutilainen**

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

Datasammenstilling er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen, Aquateam**. Prøvetaker har vært: **Ånen Trygslund**. Prøvene har vært tatt som stikkprøver på faste datoer. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget, NIVA**. De kjemiske analysene er gjort av **Analycen**.

I denne rapporteringsperioden ble det gjennomført 10 prøvetakingsrunder på st. 11.1 Mandalselva v Marnardal, st. 11.3 Høyåna, st. 11.5 Bjelland (nedstrøms doserer), st. 11.11 Sveindal (nedstrøms Håvarstad), st. Monn ved rådhuset. I tillegg ble det tatt ukentlige prøver i april og mai på st. 11.1 Mandalselva v Marnardal. Etersom det har vært vanskelig å få tatt prøver fra Skjerka i vintersesongen, ble denne stasjonen byttet ut med stasjon Monn ved rådhuset fra og med 2008.

De manuelle kontrollmålingene fra DNS dosererkontroll på stasjonene nedstrøms doseringsanlegg i Mandalselva ble kuttet ut i 2007, ettersom man mener at automatisk pH-måling gir sikrere resultater.

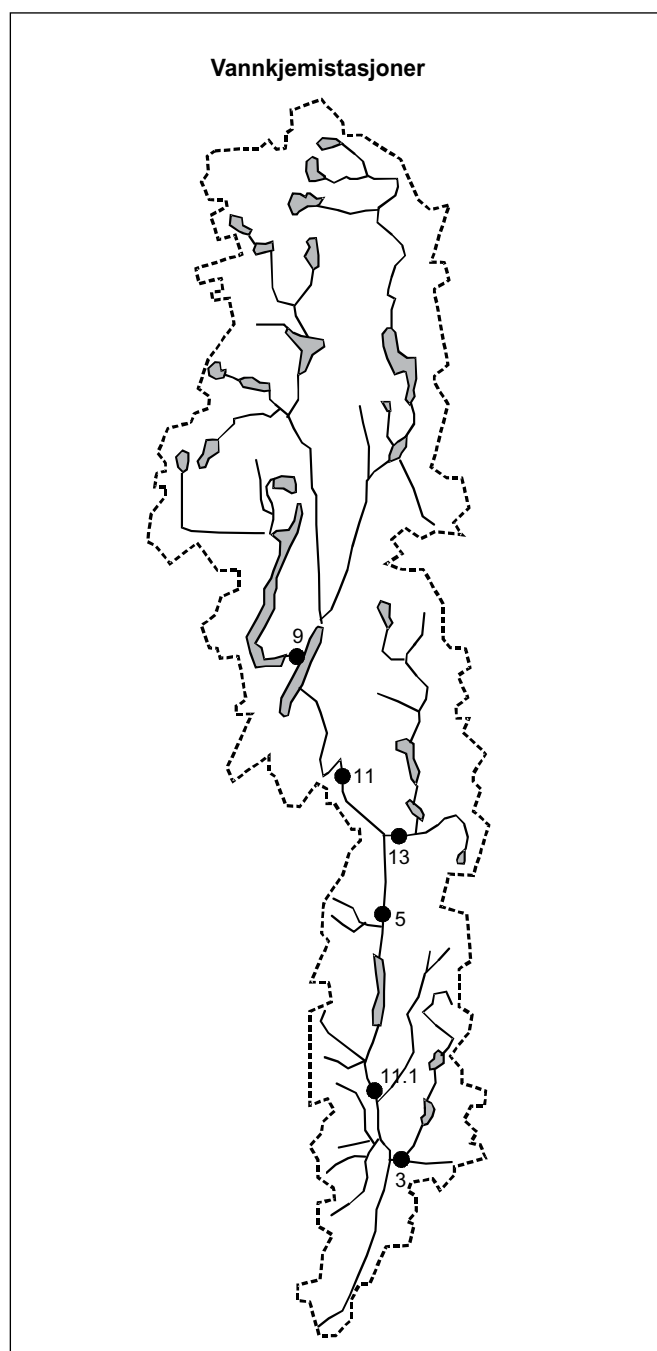
## 2.2 Resultater

### 2.2.1 Resultater for 2008

Resultater fra den manuelle prøvetakingen i 2008 er vist i primærtabelen i **Vedlegg A**. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.

### 2.2.2 Vannkjemisk måloppnåelse i 2008

Verdier fra den kontinuerlige pH-overvåkingen viser at elva gjennom det meste av året holdt de pH-mål som til enhver tid var gjeldende (**Figur 2.1**). Noen få unntak ble registrert. Den første episoden midt i januar skyldtes problemer med transport av tilstrekkelige mengder med kalk til anleggene. Dessuten var samtidig Høyåna-anlegget midlertidig ute av drift. Ingen sure episoder ble registrert i tiden med forhøyete pH-mål om våren, men om høsten ble det registrert et par tilfeller med kortvarig for lav pH i forhold til målene.



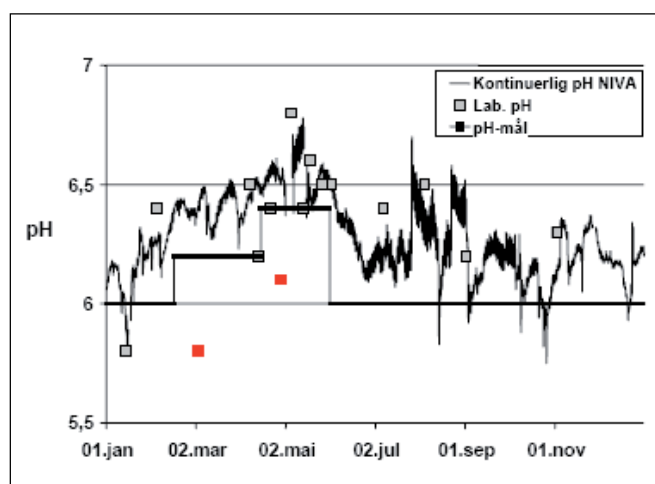
Figur 1.4. Kart over Mandalselva med vannkjemistasjoner.

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) for seks stasjoner i Mandalsvassdraget i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
9	Monn ved rådhuset	Mid	5,6	0,7	7	27	3,4	21
		Min	5,2	0,3	5	10	2,3	7
		Max	6,0	1,0	11	50	5,4	52
		N	10	10	10	10	10	10
11	Sveindal (nedstr. dos.)	Mid	6,1	1,1	21	11		
		Min	5,7	0,7	5	5		
		Max	6,4	1,3	53	19		
		N	10	10	10	10		
13	Kosåna, utløp	Mid	6,3	1,6	32	9		
		Min	5,7	1,3	5	3		
		Max	6,8	2,1	84	17		
		N	10	10	10	10		
5	Bjelland (nedstr. dos.)	Mid	6,3	1,4	26	13		
		Min	5,9	0,8	5	6		
		Max	6,9	3,0	105	29		
		N	10	10	10	10		
11.1	Marnardal	Mid	6,3	1,2	24	12	3,6	44
		Min	5,8	0,9	5	4	2,3	6
		Max	6,8	1,5	53	30	4,8	61
		N	16	16	16	16	10	10
3	Høyåna, utløp	Mid	6,6	2,4	66	14		
		Min	6,0	1,7	5	4		
		Max	7,2	4,3	167	29		
		N	10	10	10	10		

Sprikende verdier mellom pH målt på laboratorium og automatisk pH-overvåkingsstasjon kan skyldes at vannprøvene blir tatt ved Finnså. Dette er langt oppstrøms Kjølamo. Den manuelle prøvestasjonen ligger oppstrøms både Høyåna og Songåna som er påvirket av kalking. Øvrige faktorer f.eks. omfattende menneskelig aktivitet på strekningen Finnså - Kjølamo kan også påvirke pH mellom disse steder, (DN-notat 2007). De manuelle prøvene viser at selv om pH-målet nederst i elva er oppnådd, behøver ikke tilstanden på lakseførende strekning lenger opp i elva å være tilfredsstillende.

Konsentrasjonene av giftig aluminium lå i området 4-30 µg/L, med gjennomsnitt 12 µg/L. Den høyeste verdien ble målt i januar.



**Figur 2.1.** Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten i Mandalselva. Stasjonen er plassert på Kjølamo. pH-verdier i vannprøver fra elva er markert med kvadrater. Usikre verdier er angitt med rødt. pH-målet gjennom året er også markert. Figuren viser at vannet i elva ved Kjølamo vanligvis hadde pH-verdier over målet.

### 2.2.3 Ukalket referansestasjon

Den ukalkede referansestasjonen i Mandalsvassdraget lå tidligere inne på Skjerka kraftstasjon. Prøvepunktet har variert noe i løpet av overvåkingsperioden, blant annet på grunn av ombygging på kraftstasjonen. Dette har medført to lengre brudd i tidsserien, fra juni-97 til desember-99 samt høsten 2003. Fra og med 2008 endret man referansestasjon til Monn ved rådhuset. Denne stasjonen ligger lenger opp i nedbørfeltet, og man håpet at den skal gi mer representative verdier. Dette betyr imidlertid at data fra 2008 ikke nødvendigvis er sammenliknbare med tidligere data fra Skjerka.

I 2008 lå pH-verdiene i intervallet 5,2-6,0 og giftig (labilt) aluminium i intervallet 10-50 µg/L (**Figur 2.2**). Dette indikerer at vannkvaliteten i ukalket område er noe bedre enn hva man tidligere har målt ved Skjerka (**Figur 2.3**). ANC-verdiene er fortsatt gjennomgående lave (**Figur 2.2**). Men dette kan indikere at Monn ikke er noen god referansestasjon, og bør vurderes flyttet.

Det ble ikke registrert noen sjøsaltepisoder i 2008 (**Figur 2.5**).

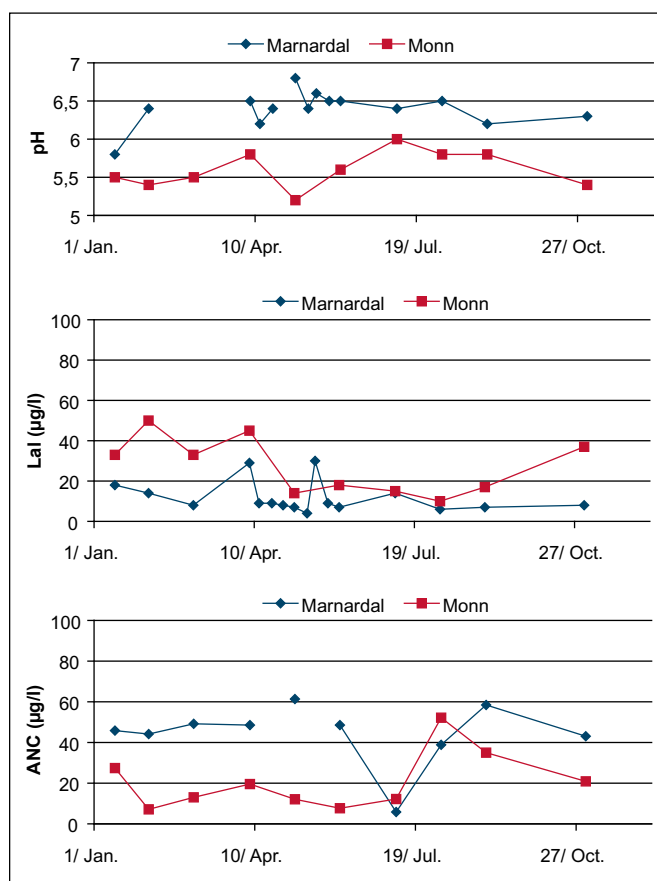
### 2.2.4 Kalkede deler av vassdraget

Langtidsutviklingen i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene antyder at det har skjedd et svakt avtak i pH fra 2001 til 2007 på stasjonene Bjelland og Marnardal, og en mulig utflating i 2008. (**Figur 2.3**). ANC verdiene på Marnardal var høyere enn 20 µekv/l i 2008 unntatt i en prøve (Figur 2.2). På stasjonen Sveindal har det blitt registrert lavere pH fra 2001 til 2006, mens pH verdiene i 2008 er omtrent de samme som i 2006 og 2007. Dette skyldes at man i denne perioden har arbeidet med å optimalisere kalkingen, blant annet ved å få bort overdosering. I perioden fra 2001 til 2008 har det skjedd en liten økning i pH ved utløp av Kosåna og en noe større økning i Høyåna.

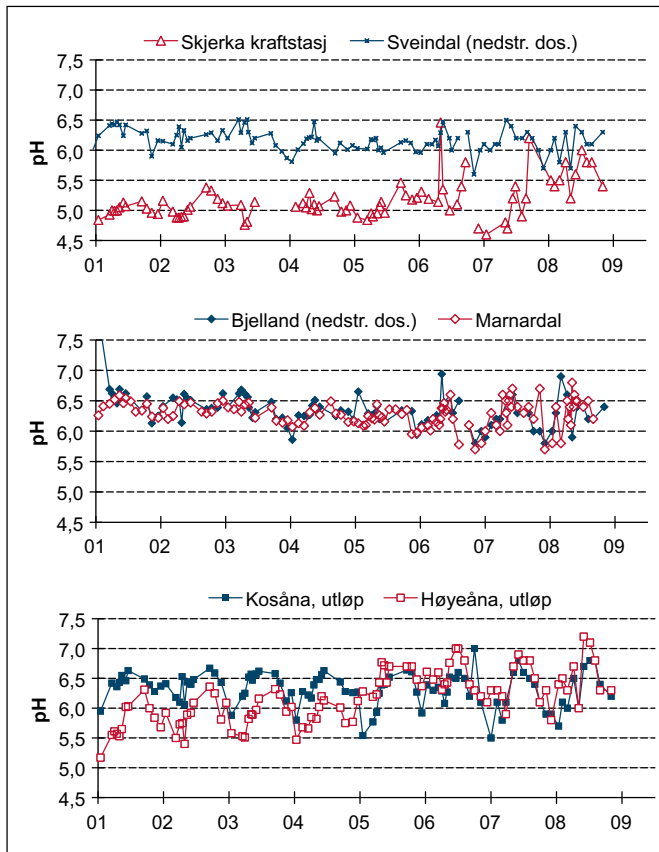
I følge kalkingsstrategien skal to store doseringsanlegg (Smeland og Håverstad) sørge for en gradvis oppkalking av vannet før det når Bjelland. I Sveindal ble den laveste pH (5,7) målt i mai, og pH-verdiene lå mellom 5,7-6,4. Ved utløpet av Kosåna ble det tidligere registrert årvisse forsurende episoder med pH-verdier ned mot 5,3. I 2008 viste alle stikkprøvene pH  $\geq 6$  med unntak av en prøve fra januar (pH 5,7). Alkaliniteten i Sveindal og Kosåna var omlag den samme i 2007 og 2008. Den maksimale konsentrasjonen i 2008 (84 µekv/l) ble registrert i august. LAI-konsentrasjonene ved Sveindal og utløpet av Kosåna lå i intervallet 3-19 µg/l i denne måleperioden med gjennomsnitt 11 µg/l for Sveindal og 9 µg/l for Kosåna. Dette er omlag som forrige år.

Svikt ved doseringsanleggene ved Smeland, Håverstad eller i Kosåna vil kunne skade laks og sjøaure som oppholder seg på den 5-6 km lange lakseførende strekningen mellom Kavfossen og Bjelland. Gjennomsnittlig kalsiumkonsentrasjon nedstrøms Bjelland våren 2008 (3. mars – 5. mai) var 1,9 mg/L. pH-verdiene ved denne stasjonen lå i intervallet 5,9-6,9 dette året. Stikkprøvene viste at pH-målet stort sett ble holdt, med unntak av i mai da prøven var 0,1 pH-enhet under målet.

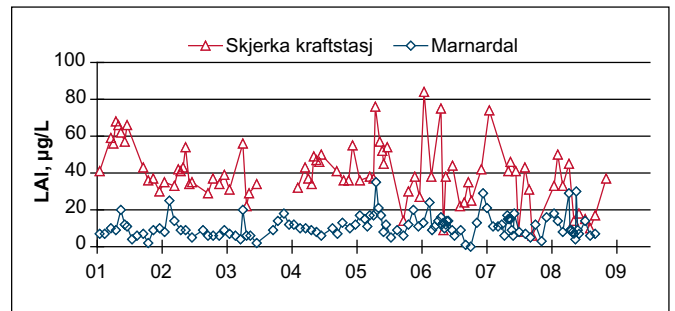
Høyåna er ett av tre mindre sidevassdrag nedstrøms Bjelland som avsyres ved hjelp av doserer for å øke verdien som gytebekk. Resultatene fra våren 2008 (3. mars – 6. juni) viser vannkvalitet med pH 6-7,2 og kalsiumverdier i intervallet 1,7- 4,3 mg/L. De tidvis høye verdiene for pH og kalsium gjenspeiler at det i perioder overdoseres fra anlegget for å kompensere for sur avrenning fra ukalkede eller ufullstendig kalkede sidevassdrag på den lakseførende strekningen.



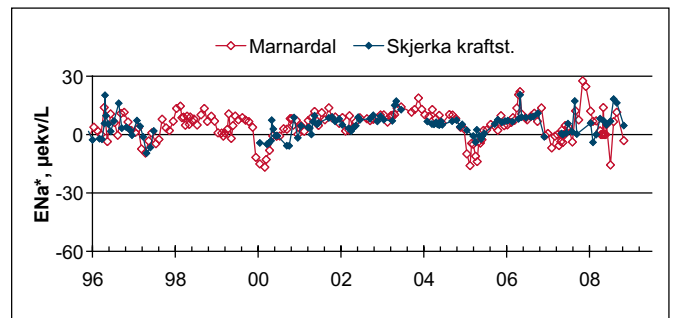
**Figur 2.2.** Utvikling av pH, labilt aluminium (LAI) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2008 i Monn oppstrøms dosering og ved Marnardal.



**Figur 2.3.** Utvikling av pH i Mandalsvassdraget for perioden 2001-2008. Fra og med 2008 ble referansestasjonen endret fra Skjerka til Monn lenger opp i nedbørfeltet.



**Figur 2.4.** Utvikling av labilt aluminium ved to stasjoner i Mandalsvassdraget for perioden 2002-2008.



**Figur 2.5.** Utviklingen av ikke-marin natrium ved to stasjoner i Mandalsvassdraget i perioden 1996-2008.

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup> LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

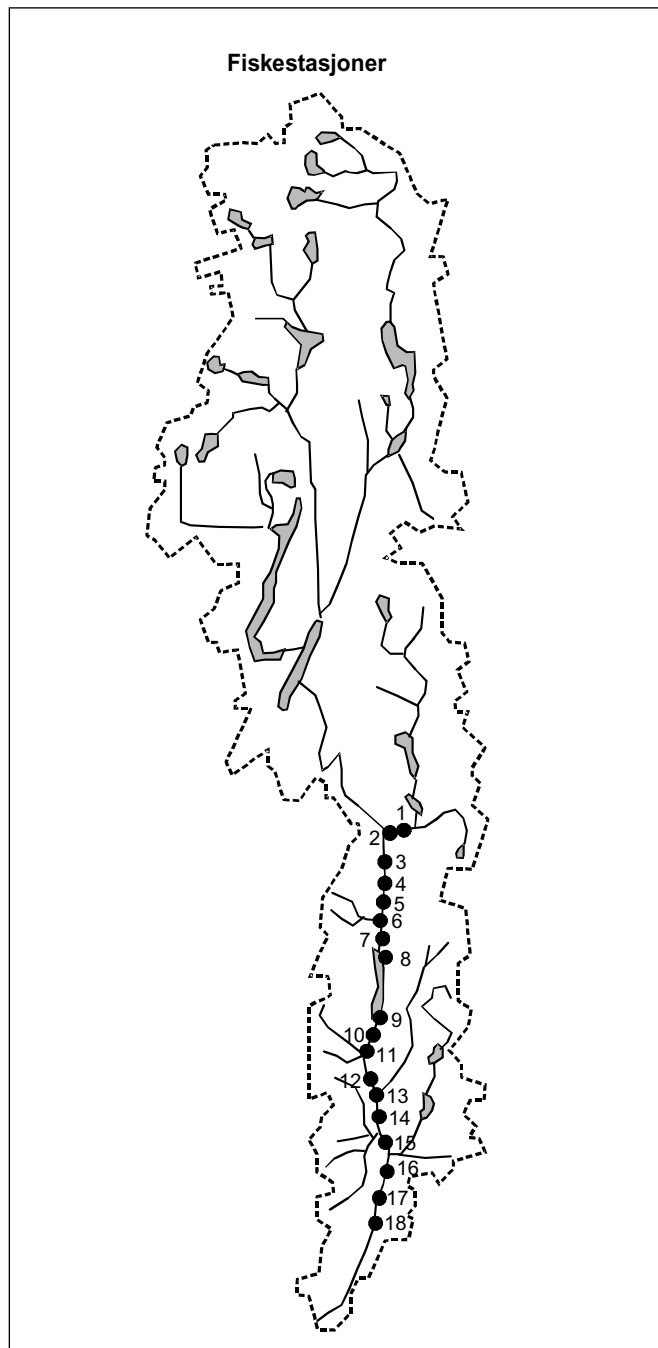
<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

De første opplysningene om massedød av voksen laks i Sør-Norge er fra Kvina (1911) og Mandalselva (1914), og funn av død voksen laks er jevnlig rapportert i disse elvene fram mot 1960-70 tallet (Leivestad *et al.* 1976). Den opprinnelige laksestammen i Mandalselva anses som utdødd (Sivertsen 1989). Det ble likevel fisket en del laks i elva på 1970- og 1980-tallet. Siden det ikke ble påvist laksunger i noen del av vassdraget på den tiden (Saltveit 1980, 1984, Heggenes & Saltveit 1992), stammer mest sannsynlig fangsten fra smoltutsetninger i Mandalselva, feilvandring eller rømt oppdrettslaks (Heggenes & Saltveit 1992, Johnsen *et al.* 1999). Overvåkingen av ungfiskbestanden av laks og ørret på lakseførende del av Mandalselva ble startet i 1995 i forbindelse med de planlagte kalkingstiltakene (Kaste *et al.* 1998). Nedre del av Kosåna omfattes også av kalkingen. Mandalselva inngår i "Reetableringsprosjektet", der resultatet av årlige utsetninger av laksunger (Johnsen 2003, Larsen & Johnsen 2006), og utlegging av øyerogn i Kosåna og Logåna vurderes (Barlaup *et al.* 2005).

For å kunne skille utsatt laks fra de som er fra naturlig reproduksjon, blir utsatt fisk fettfinneklippet. I juli 2004 ble det satt ut 91 000 laksyngel av Mandal-stamme og Bjerkreim-stamme i (Johnsen & Larsen 2005), mens det i 2005 ble satt ut 18 900 laksyngel av Mandal-stamme og 12 400 laksyngel av Bjerkreimstamme fordelt på tre lokaliteter (Rolandsbekken, Kosåna og minstevannføringsstrekningen mellom terskel 10 og Skåleneset) (Larsen & Johnsen 2006). I 2006 ble det satt ut 6000 laksesmolt, halvparten av Mandalsstamme og halvparten Bjerkreim. I tillegg ble det lagt ut 200 000 lakserogn i Kosåna (Guttrup, pers. medd).

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 18 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i september 2008 (**Figur 1.4**).



Figur 1.4. Kart over Mandalselva med lokaliteter for innsamling av fisk.

**Tabell 3.1.** Antall fisk fanget og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Mandalselva i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk					Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	St.sild	Niøye	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	75	11	12	0	0	0	0	15	12	5
2	100	38	4	0	0	0	34	10	0	4
3	141	116	8	0	0	0	41	57	4	2
4	108	44	9	0	0	0	39	13	8	1
5	111	29	34	0	0	0	25	2	31	0
6	102	52	20	0	0	0	61	1	23	0
7	99	46	44	0	0	0	41	11	47	0
8	83	109	13	0	0	0	142	12	16	0
9	131	46	5	0	0	1	26	13	3	1
10	124	48	17	0	0	3	49	11	14	4
11	100	31	9	0	0	0	25	7	10	2
12	134	46	8	0	0	0	32	8	6	1
13	95	106	8	0	0	0	136	3	8	0
14	143	33	3	0	11	0	24	1	3	0
15	105	46	2	4	0	0	44	6	2	0
16	110	32	0	0	0	0	27	4	0	0
17	100	11	1	0	0	0	12	0	1	0
18	114	26	0	0	0	0	24	0	0	0
1-18	1975	870	197	4	11	4	40± 2	10 ± 0,4	10 ± 0,4	1 ± 0,1
Gjsn.							44 ± 17	10 ± 6	10± 6	1,1 ± 1

St.sild = 3 pigget stingsild.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfiskundersøkelser

Antall laksunger fanget i 2008 var relativt høyt og høyere enn i 2007. Antall ørretunger i materialet var lite, men høyere enn i 2007 (**Tabell 3.1**). Til sammen ble det fanget 870 laksunger og 197 ørretunger. Det ble fanget laksunger på alle stasjonene, mens det ikke var ørretunger på stasjon 16 og 18. Det ble ikke fanget laksunger som stammet fra utsettinger. Andre fiskearter var 3-pigget stingsild, ål og niøye. (**Tabell 3.1**).

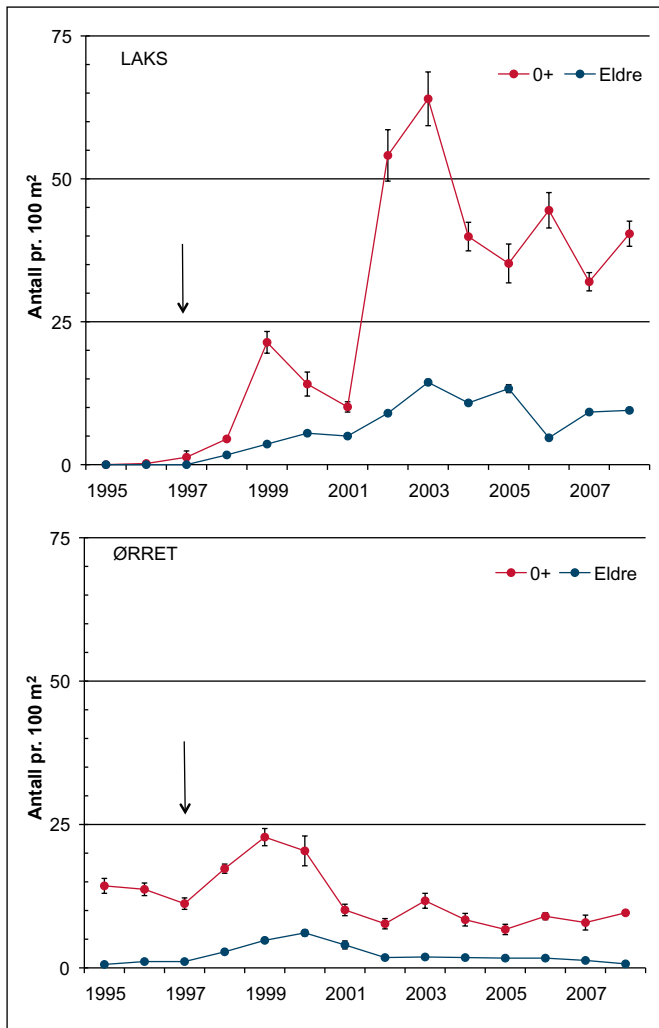
#### Laks

Den totale tettheten av årsunger av laks ble høsten 2008 beregnet til 40 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var bare 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De absolutt høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 8 og 13 som hadde mer enn 100 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Tabell 3.1**). Den absolutt høyeste tettheten av eldre laksunger ble funnet på stasjon 3. Laksunger eldre enn 0+ ble ikke funnet på de nederste stasjonene.

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> noe som var på samme nivå som i 2007 (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre ørretunger var svært lav, kun 1 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og lavere enn i 2007. Den høyeste tettheten av årsunger ble som i 2007 beregnet på stasjon 7, men det var også relativt mange årsunger på stasjon 5 og 6 (**Tabell 3.1**). Det ble bare funnet eldre ørretunger på åtte av lokalitetene, hvorav fire ligger øverst i vassdraget. Den høyeste tetthetene av eldre ørretunger ble som i 2007 funnet øverst i Kosåna.

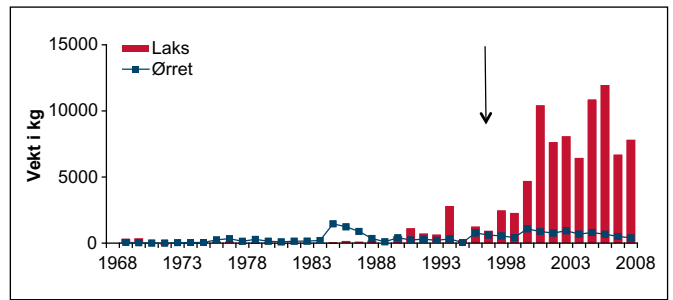
### 3.2.2 Fangststatistikk

Mandalselva var tidligere en svært god laks- og sjøørretelv med fangster av androm fisk på over 20-30 tonn på slutten av 1880-90 tallet. Allerede fra 1900 til 1920 var det en sterk nedgang i fangstene (Haraldstad og Hesthagen 2003). Fangstene av anadrom fisk holdt seg lave, under 1-2 tonn helt fram til 1990 tallet. Etter 1969 er det skilt mellom laks og ørret i fangstene. På midten av 1980-tallet økte fangstene av sjøørret noe, og det ble fanget mer



**Figur 3.2.** Tetthet av laks- og ørretunger i Mandalselva i perioden 1995 til 2008. Data fra før 2006 fra Larsen et al. (2006). Pil angir start kalking.

sjørret enn laks fra 1976 til 1990 (**Figur 3.3**). Fra 1990 og fremover har fangstene av laks økt og fra 2000 har det funnet sted en betydelig økning i fangstene av laks. Det antas at lite av den laksen som ble fanget før 1998 hadde vokst opp i Mandalselva. I de siste årene derimot skyldes økningen i fangst resultatet av en økt tilbakevandring av voksen laks som er produsert og vokst opp i vassdraget. Fangstresultatet varierte mellom 6 og 10 tonn i 2001-2004. Det var en ytterligere økning i fangsten i 2005 og 2006, da det ble tatt henholdsvis 10 858 kg og 12 635 kg laks. I 2007 var det en betydelig reduksjon i fangsten av laks, nærmest en halvering sett i forhold til de to foregående år. Det fanges 7814 kg laks i 2007, altså en svak økning i fangst i forhold til 2007 og på nivå med 2002 og 2003. Fangsten av sjørret var mindre enn 400 kg på hele 1970- og 1980-tallet med unntak av årene 1985-87 da fangsten var oppe i nær 1,5 tonn (**Figur 3.3**). På midten av 1990-tallet var det en økning i fangstutbyttet til ca. 1,1 tonn i 2000. Deretter er det en jevnt svak nedadgående tendens i sjørretfangstene og var de var i 2008 nede i 400 kg, som er den laveste fangsten siden 1999.



**Figur 3.3.** Fangst av laks og sjørret i Mandalselva i perioden 1970 til 2008. Pil angir start kalking.

### 3.3 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske med elektrisk fiskeapparat og resultatene vil derfor referere til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter mellom år er derfor vanskelig, fordi vannføring og derved det areal som undersøkes sjelden vil være det samme ulike år. De store årlige variasjonene i beregnet fisketetthet i Mandalselva kan skyldes slike forhold, der lav vannføring gir høyere tettheter, mens høy vannføring kan gi lavere tettheter pr. arealenhet (Jensen og Johnsen 1988, Saksgård og Heggberget 1990). I 2001 og 2000 (lave tettheter) var for eksempel vannføringen høyere enn det den var i 2003, da de hittil høyeste tetthetene ble beregnet. Variasjoner mellom år må derfor brukes med forsiktighet, da andre årsaker enn endret rekruttering eller økt dødelighet kan være årsak til at det enkelte år beregnes mye fisk eller lite i elva. Effekt av vannføring vil i langt større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne flate områder, der selv små endringer i vannføring får betydning for størrelsen på det vanddekkete areal.

Bestandstettheten 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 er meget stor, og denne beregningsmetoden er ikke brukt i vurderingene.

Det ble ikke påvist laksunger i Mandalselva i 1995, men etableringen har gått relativt raskt etter at kalkingen kom i gang for fullt i løpet av 1997. Allerede i 1998 ble det funnet 0+ på 11 stasjoner fordelt på hele den lakseførende strekningen, mens det er funnet 0+ på alle stasjonene fra og med 2002. I 2007 var det imidlertid ikke 0+ på stasjon 11 og 18, mens 0+ igjen var tilstede på alle stasjonene i hovedelva i 2008. Fravær på stasjon 18 i 2007 ble tilskrevet de ustabile substrat forholdene av sand, grus og små stein som er lite egnet som oppvekstområde selv for





Mandalselva, stasjon 10.

FOTO: S.J. SALTVEIT

små fisk som 0+. På noen av stasjonene må tetthetene av 0+ karakteriseres som svært høye. Den totale tettheten av årsunger som er beregnet i 2008 (ca. 40 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>), er blant de høyeste som er beregnet. Bortsett tettheten i 2007, som var lav, er det ingen statistisk signifikante forskjeller i tetthet av 0+ etter 2004. De høyeste tettheter av 0+ ble beregnet i 2002, 2003 og 2006, da tettheten var henholdsvis 54, 64 og 45 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Som tidligere nevnt kan disse noe høye tettheter i 2002 og 2003 skyldes gunstigere forhold (lavere vannføring) under elektrofiske i forhold til andre år. Sett i forhold til tidligere år, må 0+ tettheten i 2008 karakteriseres som tilfredsstillende.

Tettheten av eldre laksunger i 2008 ble beregnet til 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er tilnærmet samme tetthet som i 2007 (9 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) og altså økning i forhold til 2006 da tettheten av eldre laksunger var den laveste på mange år (Saltveit *et al.* 2007). Det er bare i 2003, 2004 og 2005 at det er funnet høyere tetthet av eldre laksunger. I 2003 ble tettheten av eldre laksunger beregnet til 14 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, som til nå er høyeste verdi. Sammenlignet med flere av de andre elvene i Agder må tettheten av eldre fisk i Mandalselva i 2008 karakteriseres som tilfredsstillende. Det var bare i Lygna at det ble beregnet høyere tetthet. Det er ingen påvist sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger påfølgende år. For eksempel ga de svært høye tetthetene av 0+ i 2003 snarere en lavere tetthet av eldre laksunger året etter, og ikke en særlig høyere tetthet av eldre fisk enn det den lave 0+ tettheten i 2001 ga opphav til i 2002.

Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Mandalselva. Spesielt de nedre deler av elva har mye sand og grus. Det opprinnelige formålet med kalkingsovervåkingen var å dokumentere naturlig reproduksjon, noe som ved valg av lokaliteter kan ha medført at oppvekstområder for 0+ ble overrepresentert. Uansett, nederst i elva er det begrensninger med hensyn på egnet habitat for større fiskeunger.

Selv om tettheten av årsunger er svært høy, har disse enten svært lave tettheter av eldre fisk eller disse mangler helt. Dette tyder på begrensninger i habitat for større fiskeunger.

Utsetting av fisk synes imidlertid ikke å ha gitt stor effekt. Selv om settefisk var begrenset til få stasjoner utgjorde de likevel 8 % av totalfangsten under elektrofisket i 2005, men bare 2 % i 2006. I 2007 ble det bare tatt en fisk som var utsatt, mens ingen i 2008 stammet fra utsettinger. Tidligere år har andelen settefisk variert mellom 1 og 16 % av totalfangsten av laksunger ved elektrofisket. Utsatt fisk utgjør en ubetydelig andel av laksungene i elva, og det meste av laksungene kommer fra naturlig gyting. Det er ikke oppgitt fangster av voksen fisk som stammer fra utsettingene. Det er også dokumentert at utsettinger generelt sjelden bidrar til økt avkastning (Fjellheim og Johnsen 2001, Saltveit 2006).

Ørretunger var til stede i elva da undersøkelsene startet i 1995 og etter at kalkingen startet for fullt i 1997 fant det sted en svak økning i tetthet av både årsunger og eldre ørretunger fram til år 2000. Tetthetene av årsunger er nå tilbake på et lavere nivå enn årene før 1997, og de må karakteriseres som stabilt lave. Etter 2001 har tettheten variert mellom 12 og 7 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av årsunger beregnet i 2008 er den høyeste siden 2003, men den var ikke signifikant forskjellig fra den i 2006 og 2007. Den hittil laveste tettheten av 0+ ble funnet i 2005. Tettheter av eldre ørretunger har vært stabilt lave i hele perioden. Etter 2001 har denne aldri vært høyere enn 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og tettheten av eldre ørret i 2008 er den laveste siden undersøkelsene startet i 1995.

Årsunger av ørret var til stede på 15 lokaliteter i 2008, mens det ble funnet eldre ørretunger på bare åtte av stasjonene. Flere av stasjonene hadde tettheter av årsunger høyere enn 20-30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste 0+ tetthetene ble beregnet på stasjoner som alle ligger rett oppstrøms Mannflåvatn, og kan derfor rekrutter fra stasjonær fisk fra innsjøen. Mye av reproduksjonen hos sjøørret har foregått i og foregår også nå sannsynligvis i sidevassdrag med gunstig vannkvalitet (Larsen & Haraldstad 1994).

Fra 1990 til 2000, dvs. før kalking og de første årene etter, utgjorde sjøørret mellom 20 og 40 % av sportsfiskefangstene av anadrom fisk i elva. Etter 2000 er andelen sjøørret i fangstene redusert og utgjør nå mindre enn 10 % av fangsten. I 2008 var den mindre enn 5 %. En reduksjon i andel skyldes primært en betydelig økning i fangstene av laks, men også det forhold at fangstene av sjøørret gradvis er redusert. En nedgang i ørretbestanden fremkommer også av resultatene fra ungfiskundersøkelsen.

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten av ellevannet ved Marnardal/Kjølemo var stort sett innenfor de gjeldende målsettinger basert på resultater fra automatisk pH-måling. Ingen sure episoder ble registrert i tiden med forhøyete pH-mål om våren, men om høsten ble det registrert et par tilfeller med kortvarig og for lav pH i forhold til målene. Konsentrasjonene av giftig aluminium lå i området 4-30 µg/L, med gjennomsnitt 12 µg/L, og. Den høyeste verdien ble målt i januar.

Langtidsutviklingen i vannkvaliteten på de kalkede stasjonene antyder at det har skjedd et svakt avtak i pH fra 2001 til 2007 på de tre overvåkingsstasjonene i hovedelva (Sveindal, Bjelland og Marnardal), og en mulig utflating i 2008. Dette skyldes at man i denne perioden har arbeidet med å optimalisere kalkingen, blant annet ved å få bort overdosering. I perioden fra 2001 til 2008 har det skjedd en liten økning i pH ved utløp av Kosåna og en noe større økning i Høyåna.

## 4.2 Fisk

Det dokumenteres tydelige effekter av kalking på fiskebestandene i Mandalselva. Fangsten av laks viste en sterkt økende trend etter kalking, men synes nå å ha stabilisert seg. Tettheten av 0+ karakteriseres som tilfredsstillende, mens tettheten av eldre laksunger med fordel kunne vært høyere. I forhold til det antall fisk som stammer fra naturlig gyting, utgjør utsatt fisk bare en ytterst liten andel av laksungene i elva. I 2008 observeres ikke laksunger fra utsettinger under elektrofiske og det er ikke oppgitt fangst av voksen laks som stammer fra utsatt fisk. 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. Behovet for videre utsetting bør vurderes til fordel for tiltak som kan bidra til økt overlevelse fra 0+ til eldre unger. En bedre måloppnåelse i form av økt smoltproduksjon kan nå best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget enn utsettinger.

Fangstene av voksen laks har økt betydelig og man må helt tilbake til slutten av 1800 og begynnelsen av 1990 tallet for å finne tilsvarende høye fangster. Fangstene av sjørørret økte også, men viser en jevnt svak nedadgående trend.

## 4.3 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten målt ved Marnardal/Kjølemo var stort sett innenfor gjeldende målsettinger basert på resultater fra automatisk pH-måling.

Det nye dosereranlegget i Høyåna ser ut til å virke etter hensikten og gir stabil vannkvalitet ved innløpet til Mandalselva. Høye pH-verdier fra april til september tyder på en viss overdosering av kalk, men dette er i stor grad gjort bevisst for å kompensere for sur avrenning fra ukalkede eller ufullstendig kalkede sidevassdrag på den fiskeførende strekningen. Basert på kontinuerlige pH-data fra Kjølemo ser det ut som om en har en lykkes med denne strategien også i 2008.

## 4.4 Øvrige anbefalte tiltak

Ettersom man har kuttet DN's dosererkontroll (pH og Ca) nedstrøms doserere samt at prøvestasjonen for effektkontrollen (Finnså) ikke samsvarer med prøvepunktet for den automatiske pH målestasjonen ved Kjølemo, har man for dårlig kontroll med pH-verdien i målområdet. Man baserer i praksis vurdering av pH kun på automatisk pH-måling. Det anbefales derfor at pH-kontrollen økes enten ved at DN's dosererkontroll gjeninnføres eller at man tar ekstra stikkprøver til pH og Ca ved Kjølemo. Ideelt sett burde hovedstasjonen for effektkontrollen flyttes fra Finnså til Kjølemo, men ettersom man har lange tidsserier fra eksisterende prøvestasjon er dette noe som må vurderes grundig.

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Ettersom man i de siste årene har registret flere sjøsalt-episoder på Vest- og Sørlandet, og man ikke kan regne med færre slike episoder i framtiden, bør DN utarbeide en strategi for håndtering av sjøsaltepisoder (varsling og beredskap).

## 5 Referanser

- Barlaup, B., Gabrielsen, S.-E., Skoglund, H., Wiers, T & Moen, V. 2005. Utlekking av øyerogn av laks i Kosåna og Lågåna i Mandalsvassdraget. Årsrapport for 2004. – Hesthagen, T. (red.) Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN-Utredning 2005-10: 14-18.
- 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.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- Direktoratet for naturforvaltning 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1.
- Meteorologisk institutt 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Finsland og Åseral, samt normalperioden 1961-1990 for Bjelland . Meteorologisk institutt, Oslo.
- 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. 2006. Mandalsvassdraget. 5 Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat ; 1-2006, s. 69.
- Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. 2003. Laksebestanden i Mandalselva - utvikling og historikk før kalking. – i:
- Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. 2003. Laksebestanden i Mandalselva - utvikling og historikk før kalking. – i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-utredning 2003-5: 24-27.
- Heggenes, J. & Saltveit, S.J. 1992. Reetablering av fiskebestanden i Mandalselva. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 135: 1-77.
- Hindar, A. og Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsurings-situasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.
- Høgberget, R. 2009. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking 2008.
- Høgberget, R., Håvardstun, J. og Tveiten, L. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Mandalsvassdraget. Avviksrapport år 2005. NIVA-rapport 5210, 27s.
- 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.
- Johnsen, B.O. & Larsen, B.M. 2005. Utsettingsforsøk med ensomrig settefisk i Mandalselva. Reetableringsprosjektet -årsrapport 2004. NINA Minirapport 107. 13s
- Johnsen, B.O. 2003. Utsetting av énsomrige laksunger i Mandalselva og Tovdalselva: overlevelse, vekst og spredning. – i: Haraldstad, Ø. & Hesthagen, T. Laksen er tilbake i kalkede Sørlandselver. Reetableringsprosjektet 1997-2002. DN-utredning 2003-5: 58-62.
- 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.
- Kaste, Ø. og Kroglund, F. 2005. Oppfølgende undersøkelser i Logåna 2005. NIVA-notat 12.9.05, 9 s.
- Kaste, Ø., Brandrud, T.E., Larsen, B.M. & Raddum, G.G. 1998. Mandalselva. – Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1: 58-64.
- Kroglund, F., Høgberget, R. og Kaste, Ø. 2005. Silikatdoserings i Logåna, Mandalsvassdraget. Vannkjemi, fiskeforsøk og vurdering av dosemaal. NIVA-notat, 24 sider.
- Larsen, B.M. & Johnsen, B.O. 2006. Reetableringsprosjektet: Utsettingsforsøk med ensomrig settefisk i Mandalselva. Årsrapport 2005. – NINA Minirapport 156. 17 pp.

- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Simonsen, J.H. 2006. Mandalsvassdraget. 3 Anadrom fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 62-67.
- Larsen, P.A. & Haraldstad, Ø. 1994. Kalkingsplan for Mandalsvassdraget i Vest-Agder. - Flerbruksplan for Mandalsvassdraget. Fagrapport til faggruppe for fisk og forurensning. 57 s.
- NVE 2009. Vannføring ved NVE-stasjonen Kjølemo i 2008. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling, Oslo.
- 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.
- Saltveit, S.J. 1980. SkjønnLaudalkraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 41: 1-46.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånassdraget i Aust- og Vest-Agder. - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 67: 1-21.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Bremnes, Pavels, H. og Smedstad, F. 2007. Mandalsvassdraget. 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.
- Ugedal, O., Berger, H.M. & Hoem, S.A. 2005. Bonitering av Mandalselva fra Lauvdal til Krossen. NINA Minirapport 111. 25s.
- Weideborg, M. og Juutilainen, M. 2008. 2. Vannkjemi. Mandalsvassdraget. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN Notat 2008-2.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium
LAI	Lablitt aluminium	K	Kalium	Turb	Turbiditet		

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca	Alk-E	RAI	ILAI	LAI	TOC	Turb	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub> -N	Tot-N	Tot-P	PO <sub>4</sub> -P	ANC	Si
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	FTU	mS/m	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µekv/l	mg/
9	Monn ved rådhuset	14.01.2008	5,5	0,95	10	116	83	33	2,9		2,21	0,28	1,93	0,37	3,22	1,62	209	360	7		27	1,17
9	Monn ved rådhuset	04.02.2008	5,4	0,85	5	129	79	50	3,1		2,22	0,27	1,92	0,26	3,61	1,7	141	230	5		7	0,969
9	Monn ved rådhuset	03.03.2008	5,5	0,84	5	100	67	33	2,7	0,14	2,23	0,26	2,09	0,27	3,75	1,57	130	210	7	<1	13	0,707
9	Monn ved rådhuset	07.04.2008	5,8	0,8	10	132	87	45	3,2	0,2	1,93	0,24	1,52	0,23	2,39	1,59	200	480	4	<1	20	0,415
9	Monn ved rådhuset	05.05.2008	5,2	0,56	11	75	61	14	3,3	0,71	1,45	0,15	1,17	0,19	1,8	1,2	129	245	6	<1	12	0,565
9	Monn ved rådhuset	02.06.2008	5,6	0,27	5	55	37	18	2,3	0,73	1,1	0,11	0,84	0,09	1,3	0,6	82	206	3	<1	8	0,245
9	Monn ved rådhuset	07.07.2008	6	0,6	5	42	27	15	2,9	0,64	1,28	0,1	1,05	0,22	1,6	1,2	87	304	8	1	12	0,066
9	Monn ved rådhuset	04.08.2008	5,8	0,56	5	59	49	10	4,3	0,69	1,34	0,14	1,2	0,35	1,4	<0,25	110	540	12	<1	52	0,279
9	Monn ved rådhuset	01.09.2008	5,4	0,85	5	129	79	50	3,1	0,41	2,22	0,27	1,92	0,26	3,61	1,7	141	230	5		7	0,969
9	Monn ved rådhuset	02.11.2008	5,5	0,84	5	100	67	33	2,7	0,5	2,23	0,26	2,09	0,27	3,75	1,57	130	210	7	<1	13	0,707
11	Sveindal (nedstr. dos.)	14.01.2008	6	1,13	32	85	78	7			1,66											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	04.02.2008	6,2	1,3	53	94	81	13			1,68											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	03.03.2008	5,8	1,21	42	85	73	12		0,79	1,76											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	07.04.2008	6,3	1,23	10	83	64	19		0,56	1,87											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	05.05.2008	5,7	1,14	11	79	74	5		0,83	1,63											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	02.06.2008	6,4	1,1	32	52	45	7		1,1	1,43											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	07.07.2008	6,3	0,9	5	51	36	15		0,48	1,22											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	04.08.2008	6,1	0,72	10	49	42	7		0,53	1,17											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	01.09.2008	6,1	0,88	5	70	58	12		0,69	1,16											
11	Sveindal (nedstr. dos.)	02.11.2008	6,3	0,99	5	79	71	8		0,74	1,52											

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
13	Kosåna, utløp	14.01.2008	5,7	1,31	32	140	123	17			2,3												
13	Kosåna, utløp	04.02.2008	6,1	1,28	5	116	103	13			2,16												
13	Kosåna, utløp	03.03.2008	6	1,41	42	101	93	8		0,69	2,18												
13	Kosåna, utløp	07.04.2008	6,5	1,62	32	94	80	14		0,43	2,16												
13	Kosåna, utløp	05.05.2008	6	1,66	32	82	79	3		0,64	1,9												
13	Kosåna, utløp	02.06.2008	6,7	1,76	53	57	52	5		0,49	1,91												
13	Kosåna, utløp	07.07.2008	6,8	2	21	46	36	10		0,29	2,05												
13	Kosåna, utløp	04.08.2008	6,8	2,1	84	47	41	6		0,34	2,1												
13	Kosåna, utløp	01.09.2008	6,4	1,8	5	99	91	8		0,43	1,79												
13	Kosåna, utløp	02.11.2008	6,2	1,5	10	122	119	3		0,57	1,99												
5	Bjelland	14.01.2008	6	1,43	42	114	104	10			2,2												
5	Bjelland	04.02.2008	6,3	1,36	5	101	87	14			1,95												
5	Bjelland	03.03.2008	6,9	3	105	86	76	10		0,54	2,88												
5	Bjelland	07.04.2008	6,6	1,34	42	77	60	17		0,58	2,04												
5	Bjelland	05.05.2008	5,9	1,34	11	99	70	29		0,81	1,79												
5	Bjelland	02.06.2008	6,4	1,11	32	50	42	8		0,93	1,44												
5	Bjelland	07.07.2008	6,4	1,1	5	49	34	15		0,55	1,45												
5	Bjelland	04.08.2008	6,2	0,75	5	44	38	6		0,52	1,19												
5	Bjelland	01.09.2008	6,2	1	5	69	61	8		0,61	1,27												
5	Bjelland	02.11.2008	6,4	1,3	5	93	81	12		0,61	1,66												
3	Høyåna, utløp	14.01.2008	6,4	2,69	84	140	131	9			4,08												
3	Høyåna, utløp	04.02.2008	6,5	1,82	53	122	107	15			3,67												
3	Høyåna, utløp	03.03.2008	6,3	1,73	21	108	102	6		0,61	3,72												
3	Høyåna, utløp	07.04.2008	6,7	1,69	32	113	92	21		0,77	3,71												
3	Høyåna, utløp	05.05.2008	6	1,89	11	85	81	4		0,86	3,54												
3	Høyåna, utløp	02.06.2008	7,2	4,26	167	93	68	25		0,57	4,84												
3	Høyåna, utløp	07.07.2008	7,1	4,1	115	62	33	29		0,38	4,63												
3	Høyåna, utløp	04.08.2008	6,8	2,2	105	38	32	6		0,54	3,87												
3	Høyåna, utløp	01.09.2008	6,3	1,9	63	74	59	15		0,59	3,4												
3	Høyåna, utløp	02.11.2008	6,3	1,7	5	121	110	11		0,55	3,45												

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l
11.1	Marnardal	14.01.2008	5,8	1,19	21	123	105	18	4,3		2,35	0,27	2,35	0,31	3,72	1,54	109	280	7		46	0,964
11.1	Marnardal	04.02.2008	6,4	1,23	10	108	94	14	4		2,09	0,22	1,89	0,13	3,11	1,25	85	400	6		44	0,735
11.1	Marnardal	03.03.2008	5,8 <sup>1)</sup>	1,35	42	94	86	8	3,7	0,64	2,18	0,22	1,99	0,19	3,28	1,33	87	245	7	<1	49	0,758
11.1	Marnardal	07.04.2008	6,5	1,35	32	97	68	29	3,3	0,62	2,14	0,21	1,56	0,14	2,72	1,12	120	250	3	<1	49	0,645
11.1	Marnardal	13.04.2008	6,2	1,29	21	78	69	9		0,53	2,05											
11.1	Marnardal	21.04.2008	6,4	1,41	21	75	66	9		0,6	2,01											
11.1	Marnardal	28.04.2008	6,1	1,49	11	67	59	8		0,99	1,97											
11.1	Marnardal	05.05.2008	6,8	1,39	11	81	74	7	3,8	0,78	1,88	0,17	1,49	0,19	2,1	1,2	104	316	12	<1	61	0,633
11.1	Marnardal	13.05.2008	6,4	1,28	53	56	52	4		0,87	1,76											
11.1	Marnardal	18.05.2008	6,6	1,28	32	85	55	30		0,74	1,68											
11.1	Marnardal	26.05.2008	6,5	1,07	21	51	42	9		0,73	1,69											
11.1	Marnardal	02.06.2008	6,5	1,21	32	49	42	7	2,7	0,95	1,51	0,14	1,01	0,12	1,6	0,9	113	282	5	<1	49	0,386
11.1	Marnardal	07.07.2008	6,4	1	5	47	33	14	2,3	0,42	1,33	0,1	1,09	0,15	2,6	1,1	111	230	5	1	6	0,293
11.1	Marnardal	04.08.2008	6,5	0,89	21	43	37	6	3	0,64	1,43	0,11	1,1	0,32	1,7	0,8	110	470	8	<1	39	0,322
11.1	Marnardal	01.09.2008	6,2	1,2	42	70	63	7	3,7	0,71	1,41	0,15	1,1	0,12	1,5	0,82	82	275	8	<1	58	0,446
11.1	Marnardal	02.11.2008	6,3	1,3	5	101	93	8	4,8	0,59	1,85	0,19	1,6	0,17	3	1	79	232	5	<1	43	0,755

<sup>1)</sup> Denne verdien stemmer ikke overens med øvrig vannkvalitet i prøven, og utelates derfor fra datamaterialet.

# Vedlegg B.

## Bunndyr data, juni og september 2007

Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Mandalsvassdraget i juni 2007.

Mandalselva 5. og 6. juni 2007																
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15	
<b>LAMMELIBRANCA</b>																
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	-	-	26	-	-	-	-	-	-	8	12	-	-	
<b>CRUSTACEA</b>																
OSTRACODA	-	-	1	-	34	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	
CLADOCERA	4	-	2	12	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	
<i>Daphnia</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Eurycercus lamellatus</i>	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
COPEPODA																
Calanoida	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>EPHEMEROPTERA</b>																
<i>Baëtis rhodani</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	
<i>Baëtis scambusfuscatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96	48	376	
<i>Baëtis subalpinus</i>	-	-	-	-	-	-	16	-	112	240	-	-	-	-	-	
<i>Baëtis</i> sp. (små)	-	-	1	-	-	-	118	-	144	480	68	8	72	60	168	
<i>Heptagenia sulphurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<b>PLECOPTERA</b>																
<i>Amphinemura borealis</i>	-	16	3	56	-	-	12	-	24	-	-	-	24	-	24	
<i>Amphinemura standfussi</i>	-	-	-	-	-	-	-	84	4	-	12	4	-	-	-	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Brachyptera risi</i> (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	
<i>Diura nanseni</i> (små)	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Isoperla grammatica</i>	-	16	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Isoperla</i> sp. (små)	-	-	-	20	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Leuctra fusca</i>	44	128	3	568	-	9	8	24	28	16	24	56	24	76	48	
<i>Leuctra nigra</i>	-	-	-	4	-	-	-	84	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Leuctra</i> sp. (små)	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nemurella pictetii</i>	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Nemoura cinerea</i>	16	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-	-	-	-	-	
Ubestemte, meget små	4	4	4	-	4	14	4	8	80	576	520	12	4	40	8	
<b>TRICHOPTERA</b>																
<i>Agraylea multipunctata</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	-	-	-	-	10	-	32	-	-	-	4	-	40	
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	4	-	-	-	-	
<i>Lepidostoma hirtum</i>	-	8	-	-	-	-	-	-	4	-	-	8	12	4	-	
Leptoceridae ubestemte (små)	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	24	-	4	16	
Limnephilidae ubestemte	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	
Molannidae ubestemte (små)	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	-	48	-	-	2	-	4	-	4	-	-	-	-	
<i>Oecetis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	16	-	8	-	



Mandalselva 5. og 6. juni 2007															
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15
<i>Oxyethira</i> sp.	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	36	-	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	4	-	-	-	40	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae ubest.(små)	-	4	1	-	-	-	-	4	-	-	-	32	-	4	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	-	8	-	28	-	-	-	-	4	-	-	36	-	4	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	16	12	1	-	4	-	6	-	-	16	32	4	8	12	40
<i>Wormaldia</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	4	20	56	12	208
Ubestemte pupper	-	-	-	4	2	-	-	-	-	-	4	8	-	-	-
<b>COLEOPTERA</b>															
<i>Elmis aenea</i> (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	152	36	28	-	-	76	96
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16	-	8	-	-	8
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8	92	28	4	4	72
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8	-	-	4	-
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	80	40
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-
<i>Elodes</i> sp. (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24	36	-	-	4	-
Dytiscidae ubestemte (larver)	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	-	-
Dytiscidae ubestemte (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<b>NEMATODA</b>	8	8	7	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	4	8
<b>OLIGOCHAETA</b>	44	96	73	44	118	8	12	28	56	24	148	76	60	108	>4000
<b>HIRUDINEA</b>															
<i>Helobdella stagnalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8
<b>HYDRACARINA</b>	8	20	-	-	2	2	2	16	20	68	36	100	4	96	16
<b>COLLEMBOLA</b>	4	-	2	-	-	-	-	8	-	-	-	4	-	-	-
<b>ODONATA</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
<b>DIPTERA</b>															
CHIRONOMIDAE	200	416	18	468	64	500	182	640	188	240	700	1080	200	288	240
CERATOPOGONIDAE	-	4	-	4	50	-	-	8	-	16	-	8	-	8	24
SIMULIIDAE	>2000	40	-	72	-	40	12	24	24	116	292	92	60	40	24
EMPIDIDAE	-	8	-	-	-	-	12	-	16	-	12	80	4	8	40
LIMONIDAE															
<i>Dicranota</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	8	-	4	-	-	-	-	-
<i>Elaeophila</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pedicia rivosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte	-	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPULIDAE															
<i>Tipula</i> sp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPHYDRIDAE	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte	-	-	1	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
Indeks 1	0	0.5	1	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	1	1	1	1	1
Indeks2	0	0.5	0.6	0.5	0.5	0	1	0.5	1	1	0.62	0.67	1	1	1

Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Mandalsvassdraget i september 2007.

Mandalselva sept. 2007															
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15
<b>LAMMELIBRANCA</b>															
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	2	-	20	-	16	-	-	-	-	12	-	-	4
<b>CRUSTACEA</b>															
OSTRACODA	-	-	18	8	32	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
CLADOCERA	32	4	2	8	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Daphnia</i> sp.	40	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Eurycerus lamellatus</i>	-	-	-	-	44	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>COPEPODA</b>															
Calanoida	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cyclopoida	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Harpacticoida	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>EPHEMEROPTERA</b>															
<i>Baëtis rhodani</i>	-	-	-	-	-	-	252	-	10	20	-	-	-	1	44
<i>Baëtis subalpinus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Baëtis</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	4	180	60	64	8	68	40	20
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>	28	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Heptagenia sulphurea</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	-	-	-	-	-	48	8	-	-	-	4	-	16	2	8
<i>Leptophlebia vespertina</i>	4	-	-	-	8	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-
<i>Leptophlebia</i> sp. (små)	-	-	-	-	80	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<b>PLECOPTERA</b>															
<i>Amphinemura borealis</i> (små)	-	128	-	180	-	200	100	-	40	-	-	-	-	-	-
<i>Amphinemura sulciicollis</i>	-	32	-	60	-	400	52	14	80	24	40	92	20	5	44
<i>Amphinemura</i> sp. (små)	68	76	-	4	-	1000	100	6	80	44	8	8	-	15	44
<i>Brachyptera risi</i> (små)	-	96	-	24	-	-	-	-	-	20	16	-	-	-	-
<i>Diura nanseni</i>	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Isoperla grammatica</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	-	-	1	4
<i>Isoperla</i> sp. (små)	12	40	-	280	-	-	8	-	44	48	4	4	-	2	-
<i>Leuctra fusca</i>	-	-	-	-	-	4	-	64	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra hippopus</i>	72	32	-	20	-	-	-	-	-	144	112	16	68	4	12
<i>Leuctra nigra</i>	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra</i> sp. (små)	-	4	-	-	-	80	-	2	-	-	-	-	-	5	4
<i>Nemurella pictetii</i>	-	-	-	-	-	-	-	94	-	-	-	-	-	-	-
<i>Nemouridae</i> ubest. (små)	-	-	-	-	-	-	-	40	-	-	4	-	4	-	-
<i>Protonemura meyeri</i>	-	16	-	-	-	4	8	34	220	64	224	16	20	32	28
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	32	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	-	-	-
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	96	-	-	-	-	12	-	-	-	-	-	4	-	-	-
Ubestemte, meget små	68	12	2	20	-	160	-	30	-	32	8	-	-	-	-
<b>TRICHOPTERA</b>															
<i>Agapetus</i> sp.	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	12	4	1	-
<i>Hydropsyche sittalai</i>	-	-	-	-	-	-	128	-	48	-	-	20	8	6	16
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	100	-	200	-	28	16	152	42	56
Hydroptilidae ubest.	4	4	-	-	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Ithytrichia lamellaris</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	-	-	-	-	-	-	12	-	8	-	-	4	12	3	80
Leptoceridae ubestemte (små)	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4

<b>Mandalselva sept. 2007</b>															
	St.1	St.2	St.3	St.4	St.5	St.6	St.7	St.8	St.9	St.10	St.11	St.12	St.13	St.14	St.15
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	280	-	2	204	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyethira</i> sp.	8	24	2	-	48	4	-	-	-	-	-	12	4	3	8
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	-	-	-	-	-	-	-	20	-	4	-	-	-	-	-
<i>Polycentropodidae</i> ubest.(små)	8	16	8	20	140	-	-	4	-	4	8	20	4	3	28
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	48	32	-	12	8	8	-	-	8	-	4	8	20	-	4
<i>Rhyacophila nubila</i>	52	28	-	56	-	20	28	20	36	12	28	-	12	14	44
Ubestemte husbyggende (meget. små)	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>COLEOPTERA</b>															
<i>Elmis aenea</i> (larver)	-	-	-	-	-	-	-	8	240	36	48	24	-	46	52
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	8	40	8	-	-	8	4
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	-	-	-	-	8	-	-	-	-	16	16	20	4	3	52
<i>Limnius volckmari</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12	8	4	-	-	-
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	12	-	4	-	-	12	24
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	4
Halipilidae (larver)	-	-	-	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydraena</i> sp. (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20	24	-	-	-	-
Dytiscidae ubestemte (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-
<b>TURBELLARIA</b>															
	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>NEMATODA</b>															
	16	20	40	32	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-
<b>OLIGOCHAETA</b>															
	108	104	118	176	40	12	44	14	28	48	16	68	16	7	36
<b>HYDRACARINA</b>															
	120	136	2	232	20	12	12	10	52	24	48	172	4	10	40
<b>COLLEMBOLA</b>															
	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>DIPTERA</b>															
CHIRONOMIDAE	800	800	110	700	400	400	480	1000	600	1200	1400	400	200	600	900
CERATOPOGONIDAE	-	-	-	-	28	-	-	2	-	4	-	-	-	1	4
SIMULIIDAE	4	172	-	12	-	164	12	22	400	340	72	12	108	265	32
PSYCHODIDAE															
<i>Psycoda</i> sp.	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EMPIDIDAE	16	28	-	-	-	-	20	4	28	4	-	104	20	1	-
LIMONIDAE															
<i>Dicranota</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-
<i>Pedicia rivosa</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-
Ubestemte	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TIPULIDAE															
<i>Tipula</i> sp.	-	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EPHYDRIDAE	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeks 1	0.00	0.50	0.25	0.50	0.25	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Indeks2	0.00	0.50	0.25	0.50	0.25	0.00	1.00	0.51	0.95	0.74	0.65	0.56	1.00	1.00	0.98

# Vedlegg C

Forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellig pH-intervaller (mod. fra Lindstrøm et al. 2004).

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
Siphonema polonicum								
Stigonema cf. robustum								
Stigonema hormoides								
BG filter 2-4um, grenet	dominant							
Hapalosiphon hibernicus	dominant							
Stigonema spp.	dominant							
Hapalosiphon fontinalis	dominant							
Rhabdoderma lineare	dominant							
Scytonema mirabile	xx dominant							
BG filter 1-2um, ugrenet	dominant							
Merismopedia spp.								
Capsosira brebisonii	xx dominant							
Gloeocapsopsis magma	xx dominant							
Scytonemopsis starmachii	xx dominant							
Stigonema mamillosum	xx dominant							
Merismopedia punctata	xx							
Calothrix fusca								
Lyngbya perlegans	xx							
Coleodesmium sagarmathae	xx							
Cyanophanon mirabile	xx							
Chamaesiphon minutus	xx							
Tolypothrix penicillata	xx							
Chamaesiphon fuscus	xx							
Calothrix gypsohila	xx							
Chamaesiphon rostafinskii	xx							
Schizothrix sp3(1-2u, 3-6u, blågrå								
Schizothrix lacustris								
Chamaesiphon confervicola	xxx							
Clastidium setigerum	xx							
Chamaesiphon subglobosus								
Chamaesiphon polymorphus								
Schizothrix latierita								
Calothrix ramenskii								
Calothrix spp	dominant							
Homoeothrix varians								
Homoeothrix batrachospermorum	dominant							
Phormidium autumnale	xx dominant							
Chamaesiphon britannicus								
Homoeothrix janthina								
Chamaesiphon amethystinum								
Chamaesiphon incrustans								
Schizothrix sp2(2-3u, blålilla								
Schizothrix sp4(heteropolar, grå/gul)								
Tolypothrix distorta	xx							
Nostoc	xx							

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
Rivularia biasolettiana	xx							
Rivularia spp								
Oscillatoria spp.	xx dominant							
Phormidium spp.	xx dominant							
Tolypothrix saviczii								
Tolypothrix tenuis								
	ikke observert							
	Vanlig							
	svært vanlig							

## Vedlegg C. (forts.)

### FORELØPIG UTKAST TIL KLASSIFIKASJONSSYSTEM

(Under utarbeidelse, vi bli utviklet med beskrivelse av enkelte algeindikatorer )

Algenes utvikling er sterkt avhengig av næringstilførsler av fosfor og nitrogen. pH vil imidlertid kunne være bestemmende for algesammensetningen i næringsfattige lokaliteter. Nedenfor er et første utkast til klassifikasjonssystem (tilnærmet i samsvar med SFT's system for total fosfor i vann, TRP = biotilgjengelig fosfor (total reaktivt fosfor), TP = total fosfor). De forsurede vassdragen ligger ofte i klasse 1 eller 2.

**Klasse 1. TRP: < 3 µg P/l (TP: < 6 µg P/l):**

**Klasse 2. TRP: 3 – 6 µg P/l (TP: 6 – 12,5 µg P/l):**

**pH < 6(6,2). Ofte stor dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier**

*Stigonema*

*Hapalosiphon hibernicus/fontinalis*

BG-filtre (trådformige og grenete (1 – 4 µm))

*Merismopedia spp*

*Capsosira brebisoni*

*Gloeocapsa magma*

*Scytonema*

*Scytonemopsis*

*Stigonema mamillosum*

*Tolypothrix*

*Calothrix*

I sterkt forsurede lokaliteter (pH < 5,5) finnes også forsureningstolerante kiselalger som kan bli dominante, for eksempel *Achnanthes* spp, og diverse båtformede arter (vanskelig å bestemme uten å lage spesialpreparater). Kiselalgene kan bli svært dominante (*Eunotia*, *Frustulia*, *Tabellaria*).

**pH > 6,0(6,2) Ofte avtagende dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier og mer dominans av kiselalger og grønnalger.**

*Stigonema*

*Tolypothrix*

*Chamaesiphon*

*Homeothrix*

*Nostoc*

*Calothrix*

Lokalitetene kan i tillegg ofte være sterkere belastet med næringsstoffer.

**Klasse 3 TRP: 7 – 12,5 µg P/l (TP: 12,5 – 25 µg P/l):** Blågrønnbakterier av rentvannstypen mindre og mindre tilstede. Ofte massiv vekst av kiselalger, spesielt *Tabellaria flocculosa*. Sterk forekomst av grønnalger, for eksempel *Zygnema* og *Bulbochaete* er typisk. Noen steder observeres masseforekomst av rødalgen *Batrachospermum*. Ofte meget stort mangfold av alger.

**Klasse 4-5 TRP > 12,5 µg P/l (TP > 25 µg P/l):** Blågrønnalger av forurensningstypen (*Oscillatoria/Phormidium*) legger seg som et slimaktig belegg på sedimenter/steiner. Mange typer kiselalger, men ikke rentvansindikatorer. pH ofte > 7

# Ogna

Koordinator og ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

Ansvarlig overvåking fisk: Svein Jakob Saltveit, LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim LFI, Unifob, Universitetet i Bergen  
(adresse: Stavanger museum, Muségt.16, N-4010 Stavanger)

## 1 Områdebeskrivelse

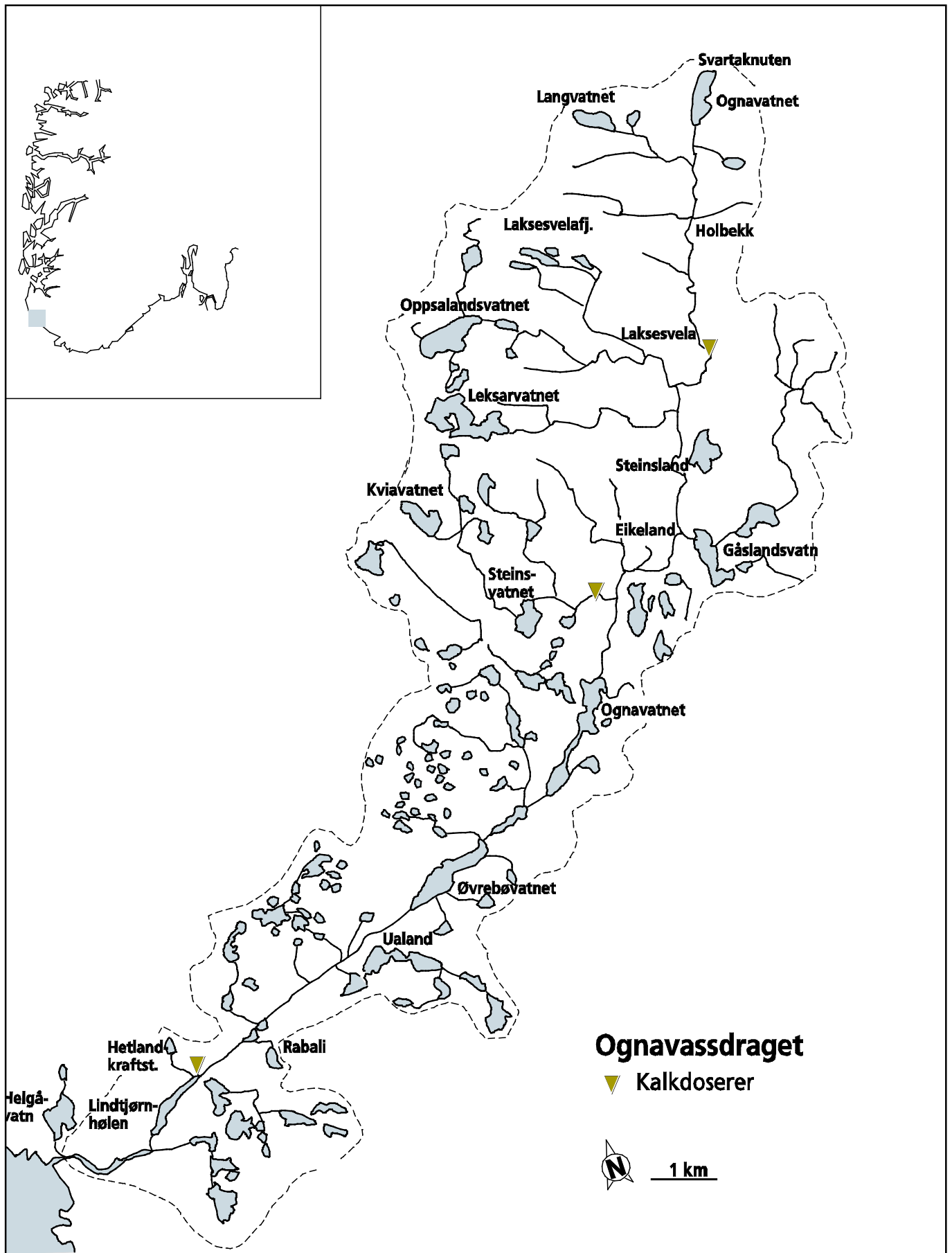
### 1.1 Nøkkeldata

Vassdragsnummer:	027.6Z
Fylke, kommune:	Rogaland fylke. Hå og Bjerkreim kommuner.
Areal, nedbørfelt:	117 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Helgávassdraget (39 km <sup>2</sup> ) i sørvest er overført til Hetland kraftstasjon ca tre kilometer fra utløpet i sjøen ved Ogna.
Middelvannføring:	6,6 m <sup>3</sup> /s ved utløpet i sjøen (Enge og Nordland 1989).
Kalket siden	Vassdraget permanent kalket fra februar 1991.
Lakseførende strekning:	ca. 30 km, helt opp mot Ognavatnet ovenfor Laksesvela.

Hovedvassdraget har utspring i heiområdene ved Laksesvelafjellet (536 m o.h.) og Svartaknuten (498 m o.h.) vest for Vikeså ca 23 km fra sjøen (**Figur 1.1**). I Ognadalen danner elva tre mindre innsjøer. Årlig nedbørmengde er ca 2000 mm. På grunn av relativt små innsjøer med liten magasinkapasitet i nedslagsfeltet vil vannføringen i hovedelva variere med nedbørmengden. Området ligger i sin helhet innenfor Egersund-feltets anortositt-bergarter. Det som finnes av løsmasser er vasket vekk fra de høyereliggende områder og ned i senkningene (Abrahamsen *et al.* 1972). Vegetasjonen utgjøres stort sett av lite kravfulle arter. I høydene dominerer torv- og lyngmark. Lenger nede øker kulturpreget, og i Ognadalen samt fra Hetland og ned til utløpet preges nærområdet av intensivt jordbruk.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Laksestammen er truet.
Vannkvalitets mål:	I smoltifiseringsperioden: pH 6,2 (15. eb. – 31.mars), pH 6,4 (1.april – 31.mai). Resten av året pH 6,0.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Kalkingstrategi:	Vassdraget har blitt permanent kalket fra februar 1991. Den øvre kalkdosereren er lokalisert nedstrøms øvre Ognavatn, ved Laksesvela bro, og den nedre er plassert ved Hetland kraftstasjon med kalking av vann som passerer kraftverket. Dosering styres automatisk etter vannføringen i vassdraget. En mindre doserer er plassert ved Eikeland for å kalke bidrag fra sideløp. Dosereren ved Laksesvela har gradvis blitt tatt ut av drift fra 2002. Det foregår innsjøkalking i øvre Ognavatn, Langvatn, Oppsalandsvatn og Leksarvatn.



Figur 1.1. Ognavassdraget med nedbørsfelt.



Mengde kalk som er tilført Ognavassdraget varierer noe mellom år, men det er ingen spesiell trend. Basert på tall fra perioden 1999-2008 ble det laveste kalkforbruket registrert i årene 2002-2004 med 151-161 tonn, og det høyeste i 2001 med totalt 389 tonn kalk. Årlig kalkforbruk for siste 5 års periode er presentert i **Tabell 1.1**. Dosereren ved Laksesvela, som i perioden 1999-2006 doserte ut mellom 14 og 29 % av den totale kalkmengden i Ognavassdraget, er gradvis tatt ut av drift fra 2003. I 2008 ble det ikke dosert ut kalk fra denne dosereren.

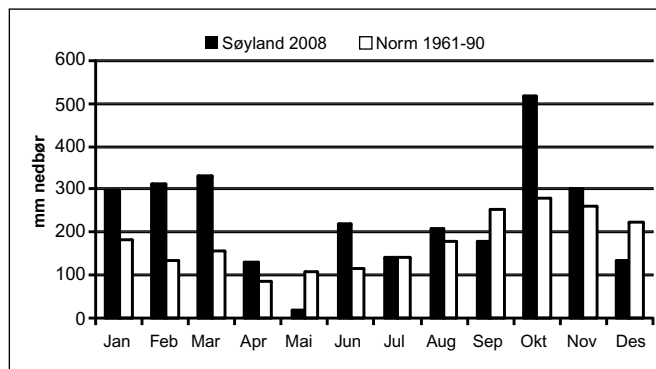
**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Ognavassdraget i årene 2004-2008. Det er benyttet kalktype NK3, VK3 samt fint kalksteinsmel (biokalk 75 i innsjøer). Alle tall er omregnet til 100 % CaCO<sub>3</sub>. n.s.: ikke estimert.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Kalkdos. Laksesvela	23	83	59	n.s.	
Kalkdos. Eikeland	9	35	32	31	21
Kalkdos. Hetland	99	140	190	212	192
Innsjøer	30	31	24	27	27
Totalt	161	289	305	270	240

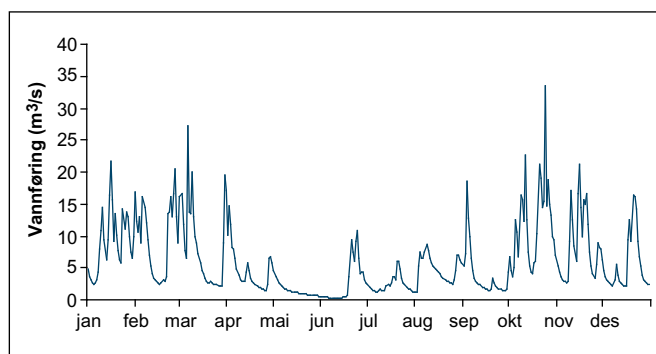
### 1.3 Nedbør i 2008

Nedbørdata fra 2008 er hentet fra meteorologisk stasjon på Søyland (**Figur 1.2**). Ufullstendige data for september.

Årsnedbør 2008, unntatt september: 2616 mm  
 Normalt, unntatt september: 1874 mm  
 % av normalen, unntatt september 140 %

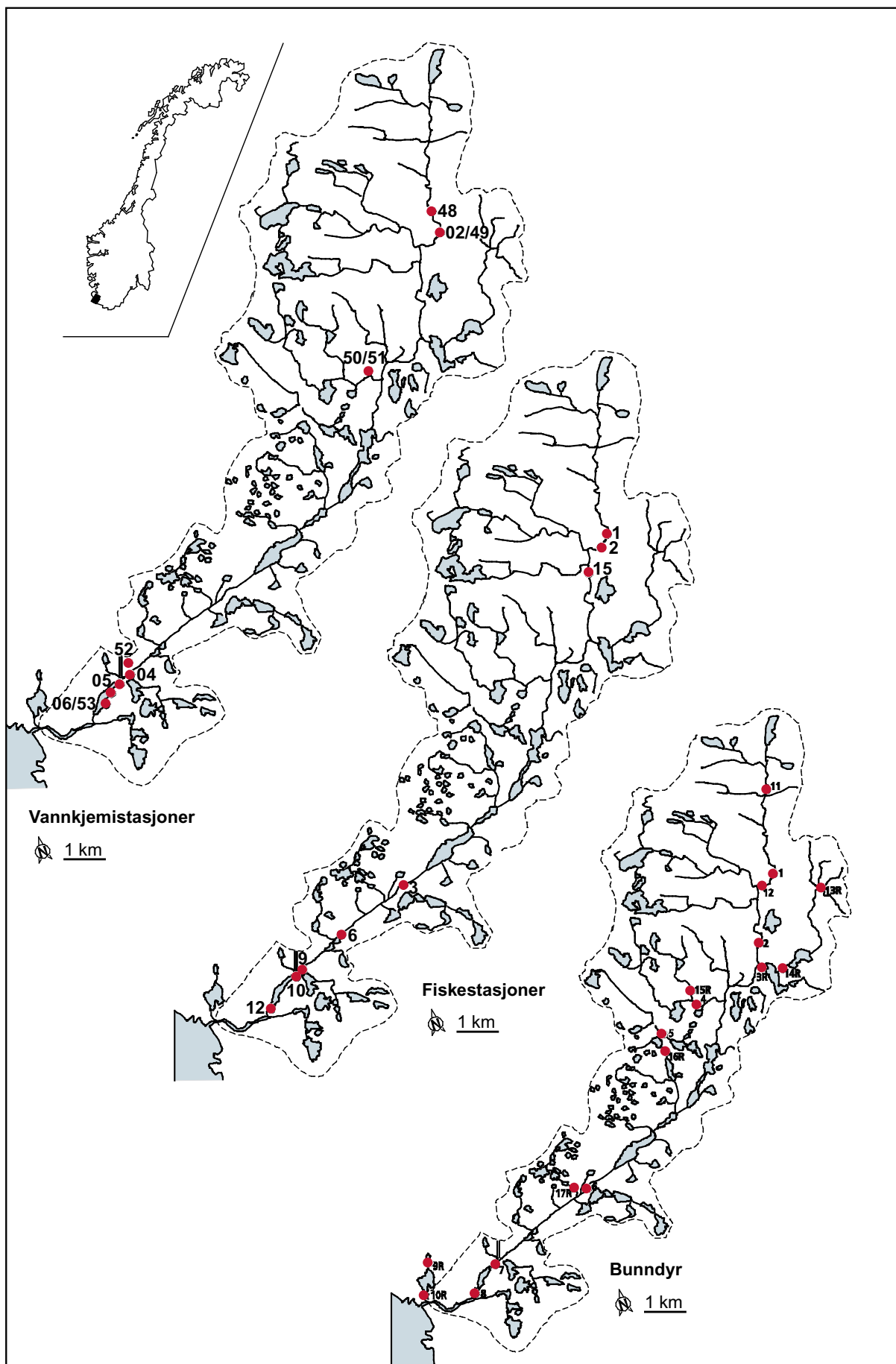


**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon ved Søyland (data fra DNMI 2009). Ufullstendig data for september.



**Figur 1.3.** Vannføring i Ogna (døgnmiddel) ved Hetland i 2008 (data fra NVE 2009).

## 1.4 Stasjonskart



Figur 1.4. Ogna med prøvetakingsstasjoner for vannkjemif, bunndyr og fisk i 2008. Elvemusling er ikke med i 2008.

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

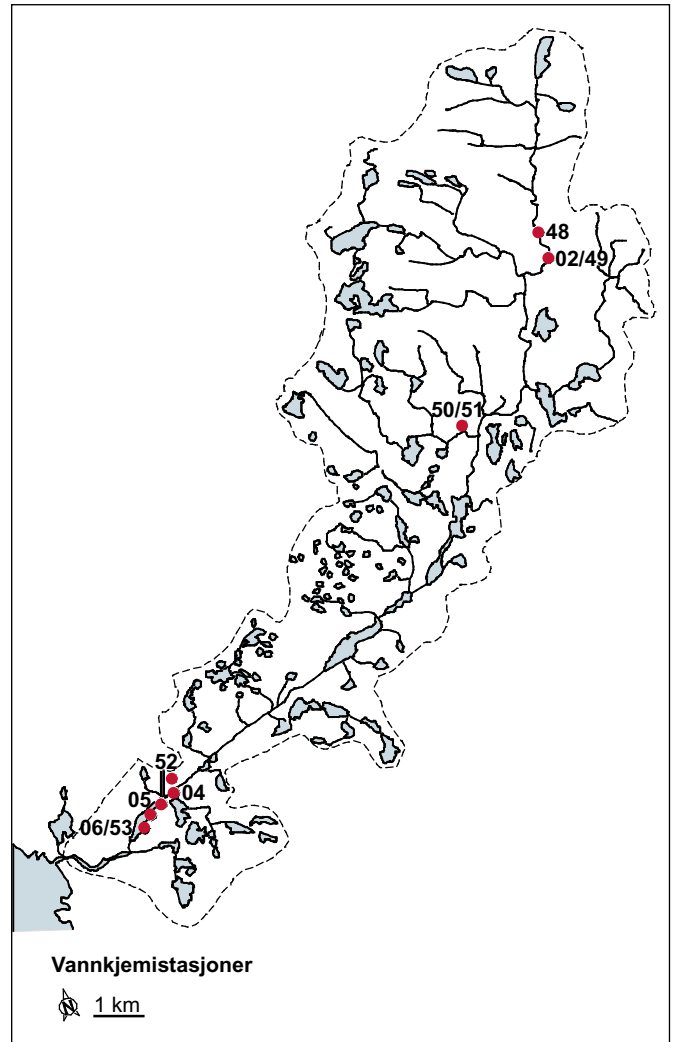
<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, 7584 Trondheim

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

## 2.1 Innledning

Ogna har vært overvåket vannkjemisk siden 1971, først som en del av "Elveserien" ved daværende Fiskeforskingen, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, og senere videreført som en del av kalkingsovervåkingen. Fram til høsten 1991 har det vannkemiske programmet omfattet tre målestasjoner i vassdraget (O4-O6). Senere ble programmet utvidet med tre nye stasjoner (O1-O3) (Schartau 1993). Fra 1999 ble Direktoratet for naturforvaltnings vannkemikontroll (driftskontroll kalkdoserere) etablert. Dette medførte at en rekke nye stasjoner samt at enkelte av de opprinnelige stasjonene ble inkludert i denne vannkemikontrollen. Effektkontrollen har i tillegg fortsatt overvåking på stasjonene O2-O6. I juni 2006 ble det gjort noen endringer i overvåkingsprogrammet slik at stasjonene ved Steinsland (O3) og utløpet fra Hetland kraftverk (O5) ble tatt ut av overvåkingsprogrammet.

I 2008 er vannkemien i Ognavassdraget overvåket på totalt syv stasjoner (**Figur 2.1**). Den vannkemiske overvåkingen i nedre del av anadrom strekning ivaretas nå kun av overvåkingen i Lindtjørnhølen (Lok. O6). Ukalket del av vassdraget er representert ved vannkemisk stasjon 52 oppstrøms Hetland (forsuret referansestasjon). M-lab AS gjennomførte analysene for vannkemikontrollen frem til og med juni 2008, mens VestfoldLAB AS analyserte prøvene for siste halvår. Analysesenteret i Trondheim utførte alle analysene for effektkontrollen.



Figur 2.1. Stasjonskart for vannkemisk overvåking i Ogna i 2008.

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkemisk måloppnåelse

Vannkvaliteten i Ogna har blitt betydelig forbedret etter at kalkingen startet i 1991. For store deler av 2008 synes vannkvaliteten i Ogna å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk skal kunne leve og reproducere i elva. Vannkvaliteten ved Lindtjørnhølen (Lok. O6) var god gjennom hele 2008 og ingen prøver viste verdier under pH-målet (**Figur 2.1, Vedlegg A1**). Totalt sett lå 53 % av prøvene ved Lindtjørnhølen over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. De fleste prøvene fra anadrom strekning viser at vannkvaliteten er tilfredsstillende i forhold til kalkingsmålet. Størst avvik er det ved Eikeland der enkelte prøver (13 %) ligger under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, mens noen prøver viste til dels svært høye pH-verdier ( $\text{pH} > 8,0$ ;

**Vedlegg A.1**). Ved stasjonen før Hetland kraftverk (Lok. O4) og ved Laksesvela nedenfor dosererer (Lok. O2/49) ligger en del av prøvene, spesielt fra siste halvår, (50 % på begge stasjonene) over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter. Med unntak av en prøve ved Lok. O4, var ingen pH-verdier ved disse to stasjonene mer enn 0,1 pH-enheter under vannkvalitetsmålet (**Vedlegg A.1**).

### Vannkvaliteten i 2008

Ved stasjonen ovenfor Hetland kraftverk (O4) er pH lavest i de tre første månedene av året samt i desember (kun månedlige prøver), resten av året er pH forholdsvis høy (**Vedlegg A1, Figur 2.2**). I 2008 varierte kalsiumkonsentrasjonen ved

Tabell 2.1. Middel-, min- og maksverdier for 2008, Oгна.

Nr	Stasjon		pH	Ca mg/l	Alk* µekv/l	Tot-Al* µg/l	Um-Al* µg/l	TOC* mgC/l	ANC* µekv/l
48	Laksesvela, oppstr.	Mid	6,40	2,98					
		Min	6,00	1,39					
		Maks	7,02	7,20					
O2/49	Laksesvela, nedstr.	Mid	6,40	2,92					
		Min	6,10	1,62					
		Maks	6,90	7,03					
50	Eikeland, oppstr.	Mid	5,37	0,76					
		Min	5,00	0,44					
		Maks	6,10	1,44					
51	Eikeland, nedstr.	Mid	6,38	2,22					
		Min	5,80	0,70					
		Maks	8,10	5,98					
O4	Før Hetland kraftv.	Mid	6,41	1,86	49	81	5		
		Min	5,94	1,05	15	49	1		
		Maks	6,92	0,65	108	109	12		
52	Hetland, oppstr.	Mid	5,09	0,83	12	123	44		
		Min	4,67	0,43	0	56	0		
		Maks	6,63	2,08	75	176	93		
O6	Lindtjørnhølen	Mid	6,52	2,26	71	102	7	2,3	77
		Min	6,13	1,38	23	59	2	1,2	15
		Maks	7,38	5,77	260	146	20	4,2	296

Lok. O4 mellom 1,0 og 2,7 mg/l. Alkaliteten varierte mellom 15 og 108 µekv/l (Tabell 2.1). Lave verdier av både totalt aluminium (Tot-Al) og labilt aluminium målt som uorganisk monomert aluminium (Um-Al) er registrert ved denne stasjonen (Vedlegg A.1, Tabell 2.1). Verdiene for Um-Al var stort sett <6 µg/l.

Vannkvaliteten ved Lindtjørnhølen i 2008 var jevnt over god (Figur 2.3). Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var 6,52 (effektkontrollen) og varierte mellom 6,13 og 7,38 (Tabell 2.1, Figur 2.3). De ukentlige prøvene tatt i april og mai viste, med unntak av en prøve, en god vannkvalitet med pH over vannkvalitetsmålet (Vedlegg A.1). Årsgjennomsnittet for Tot-Al i 2008 var 102 µg/l, og verdiene varierte mellom 59 og 146 µg/l. Konsentrasjonen av Um-Al var stort sett ≤ 6 µg/l (Tabell 2.1, Vedlegg A.1). En høy verdi av Um-Al er registrert i begynnelsen av juni samtidig med høy pH. Under slike forhold er Um-Al et mål på vannets innhold av aluminat (ikke-giftige aluminiums kationer).

Innholdet av organisk karbon (TOC) i nedre deler av vassdraget viser at Oгна er lite humuspåvirket. TOC varierte i 2008 mellom 1,2 og 4,2 mg C/l (Tabell 2.1). Målinger av fosfor (Tot-P) indikerer at vassdraget er forholdsvis næringsfattig (Vedlegg A.1). Årsgjennomsnittet for Tot-P i 2008 var 4,2 µg/l, høyest i oktober med 8,2 µg/l. Innholdet

av nitrogen (Tot-N) varierte mellom 420 og 650 µg/l med et årsgjennomsnitt på 509 µg/l.

#### Driftskontroll av kalkdoseringsanleggene

Doserer ved Laksesvela var i drift i en kort periode frem til mai 2007 og har etter det ikke dosert ut kalk. Vannkvaliteten var gjennomgående god i hele 2008, både oppstrøms (Lok 48) og nedstrøms (Lok O2/49) dosereren (Figur 2.4). Ved enkelte tidspunkt var pH oppstrøms dosereren høyere enn nedstrøms (Figur 2.5), men forskjellen er liten. Surhetsgraden varierte rundt 6,4 ved begge stasjonene (Tabell 2.1). Mengden kalsium var også høy gjennom hele året, med et gjennomsnitt på rundt 2,9 mg/l ved begge stasjonene (Tabell 2.1). Ognavatn og Langevatn, som begge ligger ovenfor dosereren på Laksesvela, har blitt kalket i perioden 2001-2004. I 2000 og 2001 ble det utført målinger av aluminium for denne stasjonen og ved enkelte tidspunkt ble det da målt høye verdier av total aluminium (Tot-Al) med et maksimum på 369 µg/l i oktober 2001 (jfr. Saksgård & Schartau 2002).

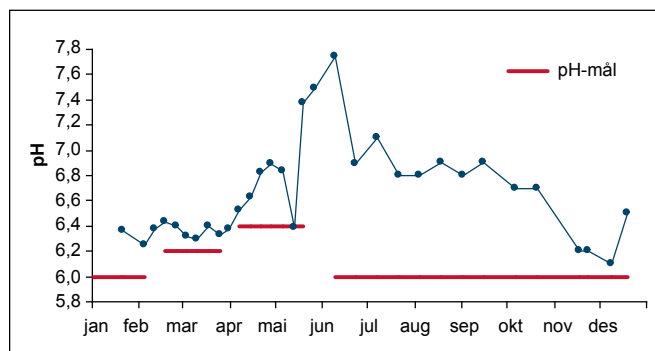
Sideløpet ved Eikeland fører relativt surt vann. Målinger av pH oppstrøms dosereren (Lok. 50) viste verdier under 5,5 gjennom hele vinteren og våren (Figur 2.4, Vedlegg A.1). Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var 5,4, og varierte mellom 5,0 og 6,1. Det ble målt tilsvarende lave verdier for

kalsium med et årsgjennomsnitt på 0,76 mg/l. Målingene nedstrøms dosereren (Lok. 51) viser store variasjoner i surhetsgrad og bufferevne (**Figur 2.4**). pH var i perioder < 6,0. Enkelte målinger i smoltfiseringsperioden lå også under vannkvalitetsmålet (**Vedlegg A.1**). Til tider blir det dosert ut for mye kalk og pH ble ved et tidspunkt målt til over 8,0. Årsgjennomsnittet for pH i 2008 var 6,4 og varierte mellom 5,8 og 8,1 (**Tabell 2.1**). Mengde kalsium varierte mellom 0,7 og 6,0 mg/l.

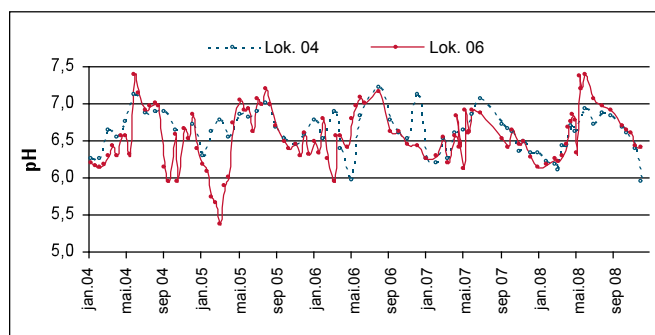
Overvåkingen av vannkvaliteten i Helgåvassdraget (oppstrøms Hetland kraftverk; Lok. 52) viser at dette vassdraget fortsatt er svært surt. pH og mengde kalsium lå i 2008 omkring hhv. 5,1 og 0,8 mg/l (**Figur 2.4, Tabell 2.1**). Enkelte prøver tatt i oktober, november og desember (både vannkjemikontrollen og effektkontrollen) viste noen høye pH- og kalsiumverdier. pH ble i denne perioden målt til over 6,4, Ca > 1,3 mg/l og alkaliteten var > 35  $\mu\text{ekv/l}$ . Det er usikkert om kalking av fire innsjøer i Helgåvassdraget kan gi slike forhøyede verdier. Tilsvarende høye pH- og kalsiumverdier er også målt tidligere ved denne stasjonen (**Figur 2.4**). Målinger av aluminium i 2008 viser flere høye verdier av Um-Al (**Vedlegg A.1**). I de månedlige prøvene varierte verdiene mellom 0 og 93  $\mu\text{g/l}$ , mens pH viste verdier mellom 4,7 og 6,6. Tilsvarende lave pH-verdier ble også målt i vannkjemikontrollen gjennom hele året, og vi kan anta høye konsentrasjoner av giftig aluminium selv om dette ikke ble målt. Ved to av tidspunktene var det tildels stor forskjell mellom målingene fra de to analyselaboratoriene (**Vedlegg A.1**). Overvåkingen av vannkvaliteten ved Lok. O5 (utløp Hetland kraftverk) som representerer vannet etter kalking v/kraftstasjonen, ble avsluttet i juni 2006. Generelt har det vist seg at pH på Lok. O5 kan variere betydelig over året (**Figur 2.4**). Resultatene fra tidligere år indikerer at avsyring av vannet og utblending av kalken er ufullstendig i perioder med stor avrenning fra Helgåvassdraget. Eventuell driftstans i kraftverket vil også kunne påvirke vannkvaliteten. I oktober (20.10) 2008 var det et havari i turbinen og kalkingsanlegget ble midlertidig stoppet. Målinger fra Lindtjørnhølen i etterkant av dette havariet gir ingen indikasjoner på dårligere vannkvalitet, men prøvene ble tatt en god stund etter stopp i kalkingsanlegget. Kraftverk og doserer har også vært stengt ved andre tidspunkt pga. vedlikehold av kraftstasjonen. Målinger av vannkvaliteten nedenfor kraftverket ved Lindtjørnhølen har tidligere vist at avsyringen av vannet fra Helgåvassdraget er av stor betydning for vannkvaliteten i nedre del av vassdraget (Saksgård & Schartau 2007)

## Langtidsutvikling

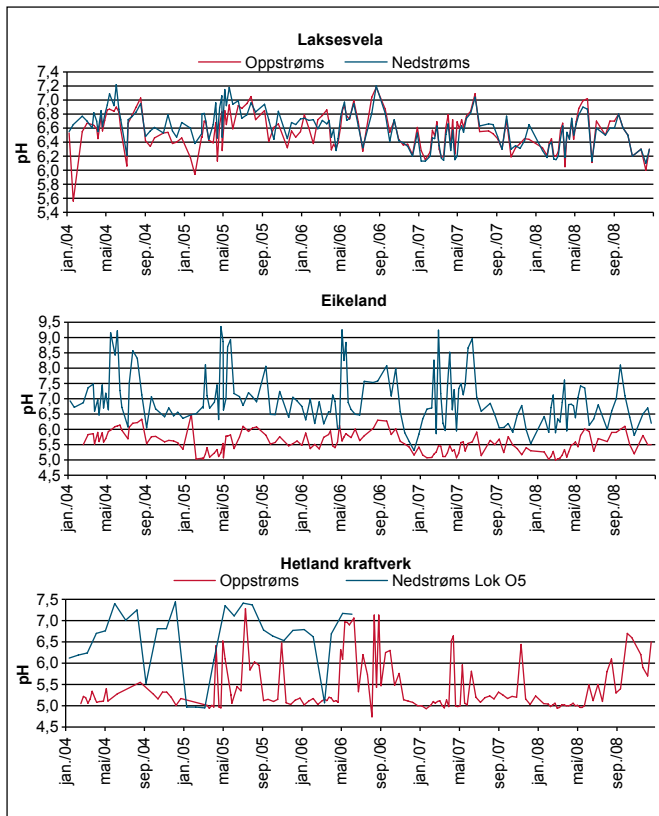
Langtidsutviklingen på Lok. O4 viser at årsgjennomsnittet i pH før kalking lå mellom 5,2 og 5,8. Kalking medførte en økning til pH 6,15 i 1991 og fra 1994 har årsgjennomsnittet for pH ligget over 6,4 (**Figur 2.5**). Konsentrasjonen av Tr-Al/Tot-Al ved Lindtjørnhølen har i siste tiårs periode, med noen få unntak, vært betydelig lavere enn den var før kalkingen startet (**Figur 2.6**). Periodevis høye konsentrasjoner av Um-Al viser imidlertid at ugunstige episoder fremdeles kan forekomme. Dette henger sannsynligvis sammen med periodevis dårlig avsyring av vannet fra Helgåvassdraget.



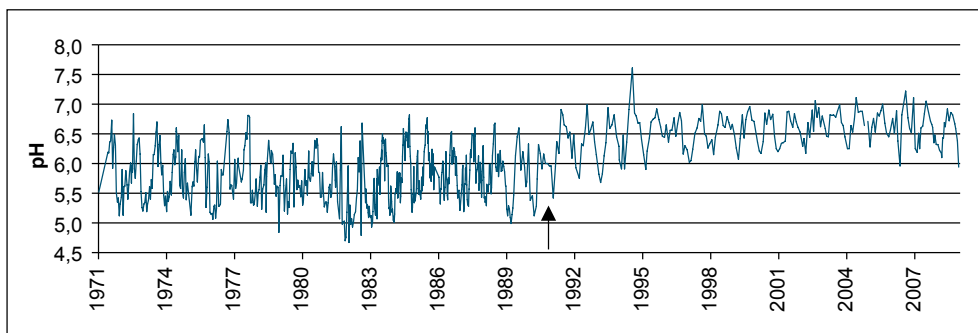
**Figur 2.2.** pH ved Lindtjørnhølen (O6) i Ogna i 2008. Data fra vannkjemikontrollen.



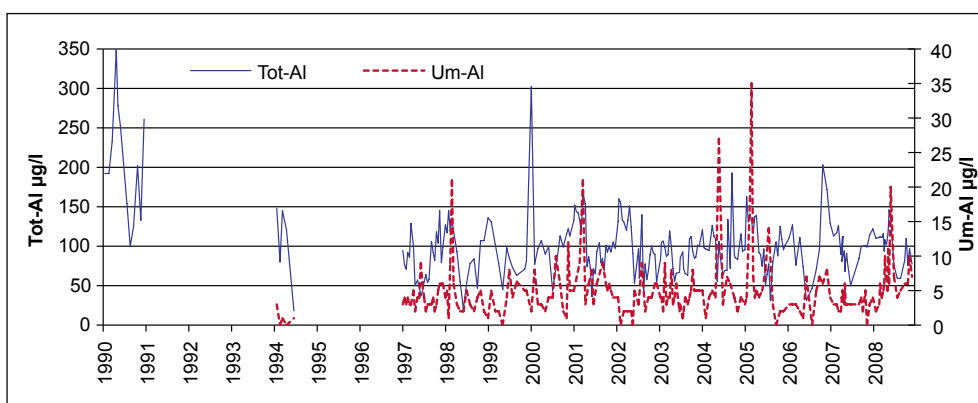
**Figur 2.3.** pH i Ogna oppstrøms Hetland kraftverk (O4) og ved Lindtjørnhølen (O6) i perioden 2003-2008. Data fra effektkontrollen.



**Figur 2.4.** pH oppstrøm og nedstrøms kalkdosererne i Ogna, Rogaland, i perioden 2004-2008: Laksesvela (Lok. 48 og 49), Eikeland (Lok. 50 og 51) og Hetland kraftverk (Lok. 52 – Helgåvassdraget og O5 – Hetland nedstrøms). Data fra Lok. 48-52 er fra vannkjemikontrollen, mens data fra O5 er fra effektkontrollen. Merk ulike skalaer på y-aksen.



**Figur 2.5.** Langtidsserier (1971-2008) for pH på stasjon O4 (Hetland, før kraftverket) i Ogna, Rogaland. Data fra effektkontrollen. Pil angir tidspunkt for når permanent kalking av vassdraget kom i gang.



**Figur 2.6.** Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) i Ogna ved Lindtjørnhølen (Lok. O6) i perioden 1990-2008. Tot-Al ble før 2000 målt som Tr-Al. For Um-Al finnes det ingen data fra 1990.

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Ogna ligger på Jæren og er en av Rogalands fire beste lakseelver. Årlige meldinger om fiskedød på 1980-tallet gjorde at laksebestanden ble vurdert som truet (Sivertsen 1989, Larsen *et al.* 1992). I forbindelse med overvåking av sur nedbør ble det likevel funnet årsunger og eldre fiskeunger av laks og ørret i alle årene 1983-88, men bestandene var tynne (Larsen *et al.* 1992). I forbindelse med kalkings-tiltakene ble det fra 1991 startet en årlig overvåking av ungfiskbestanden på 12-16 stasjoner i vassdraget (Larsen 1993). I 1997 ble programmet redusert og omfatter nå åtte stasjoner (**Figur 3.1**) (Larsen 1998).

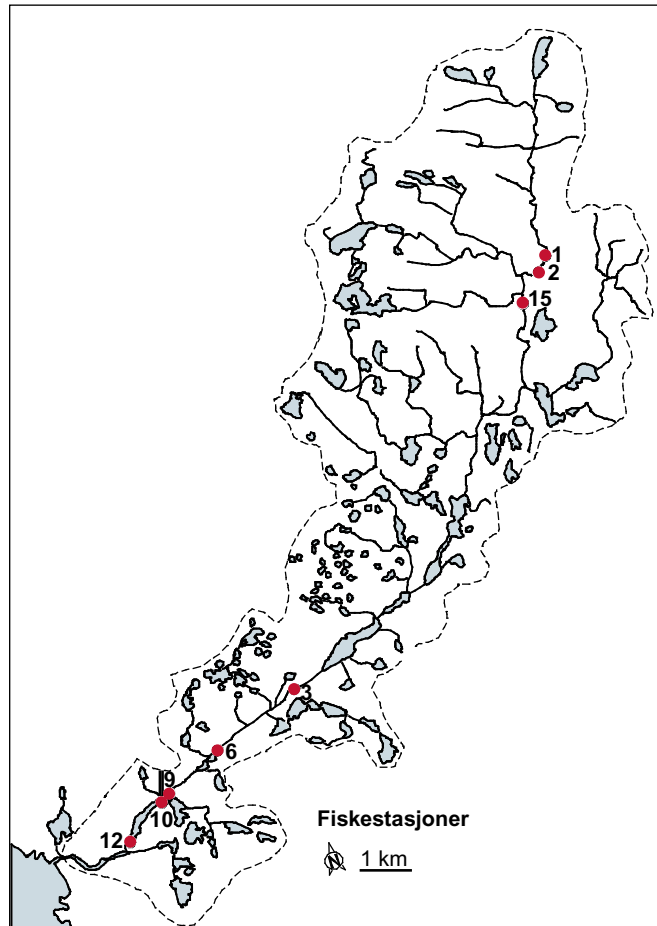
Det er ikke satt ut laks- eller ørret yngel i Ogna etter 1990. All yngel av laksefisk som observeres er derfor et resultat av naturlig rekruttering.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 8 stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i oktober og november 2008 (**Figur 3.1**). Mye nedbør gjorde at feltarbeidet måtte avsluttes i oktober før innsamlingene var ferdig. Vannføringen holdt seg høy i oktober slik at feltarbeidet først kunne avsluttes i november. For en nærmere beskrivelse av metodikk vises det til eget metodekapittel.

## 3.2 Resultater

### Ungfiskundersøkelser

I Ogna ble det fanget til sammen 276 laksunger og 25 ørretunger (**Tabell 3.1**). Antallet laksunger må karakteriseres som lavt i forhold til tidligere år, mens antall ørret var nær det samme som i 2006 og 2007. Laksunger ble påvist på alle stasjonene, mens det ikke ble fanget ørret på stasjon 6 og 12. Av andre fiskearter ble det fanget ål, trepigget stingsild og skrubbe. Antallet for begge arter var lavere enn i 2006 og 2007.



**Figur 3.1.** Kart over Ogna med stasjoner for innsamling av ungfisk avmerket.

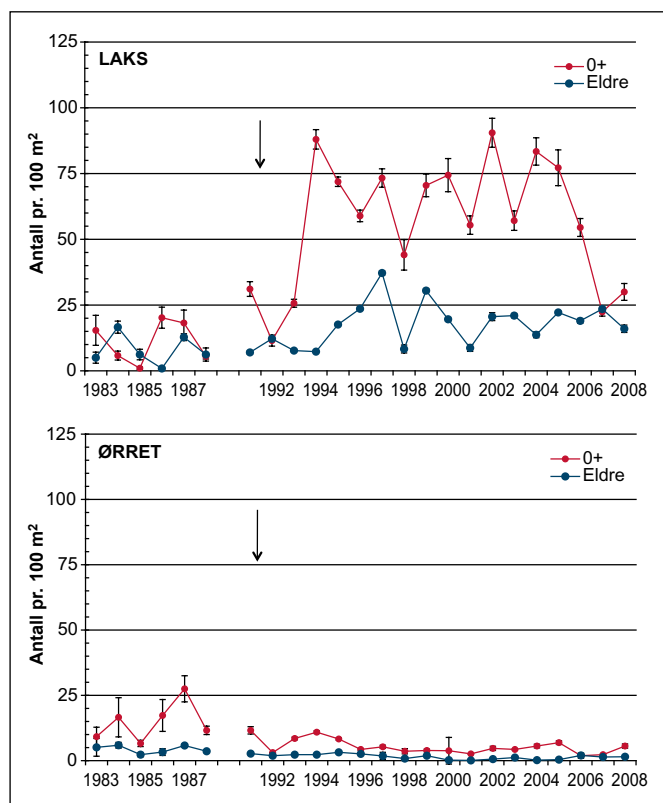
### Laks

Den totale tettheten av årsunger (0+) ble høsten 2008 beregnet til 30fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var 16 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på de tre øverste stasjonene, og tetthetene kan karakteriseres som høye (**Tabell 3.1**). Årsunger (0+) ble funnet på alle stasjonene, men tettheten var svært lav på stasjon 3, 6 og 9. Den høyeste tettheten av eldre laksunger ble funnet på stasjon 1 og 2, og tettheten var her henholdsvis 74 og 27 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Eldre laksunger var utbredt på alle lokalitetene, men tetthetene må karakteriseres som svært lave på stasjonene 15, 3 og 12 (**Tabell 3.1**).

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Oгна i oktober/november 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk				Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	St.s <sup>1</sup>	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	51	55	3	0	0	57	74	4	2
2	85	65	7	0	0	60	27	8	0
15	110	58	8	0	0	52	5,0	9	0
3	98	9	6	0	4	5	4	4	3
6	43	12	0	0	0	9	19	0	0
9	80	13	7	4	1	7	15	5	4
10	100	30	4	0	4	18	16	4	1
12	107	34	0	0	0	32	6	0	0
Tot.	674	276	25	4	9	30± 3	16± 1	6 ± 1	2 ± 0,2
Gj.sn.						30± 16	21 ± 16	4± 2	1± 1

<sup>1</sup>trepigget stingsild



Figur 3.2. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Oagna i perioden 1983 til 2008. Data før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006). Pil angir tidspunkt for kalkingsstart.

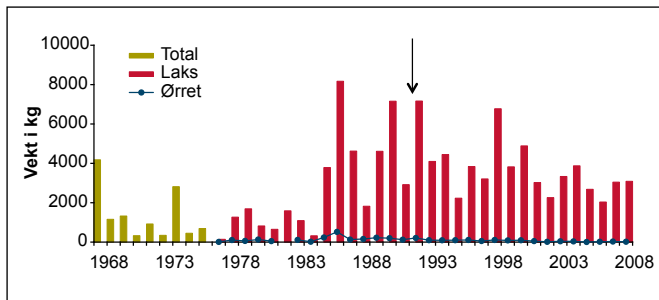
### Ørret

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2) og tettheten var jevnt over lav på de lokalitetene der 0+ ble funnet (Tabell 3.1). Tettheten av eldre ørretunger var også svært lav (2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) og eldre ørretunger ble bare funnet på fire av stasjonene (Tabell 3.1).

### Fangststatistikk

I fangststatistikken fra Oagna ble det ikke skilt mellom laks og ørret i fangstene før i 1977 (Figur 3.3). Fangstene av ørret er nærmest ubetydelige, og det er derfor grunn til å tro at det meste av det som ble fanget før 1977 også var laks. Fangstene var lave på slutten av 1960-tallet og holdt seg lave fram til 1985. Deretter har det enkelte år vært tatt betydelige fangster av laks, med et topp år i 1986 med 8 tonn, som er den høyeste fangsten hittil. Det har vært store årlige variasjoner i fangstutbyttet i perioden etter 1985. Enkelte år har fangstene vært lave, som i 1988 og 1995, da det ble tatt mindre enn 2 tonn. Fangsten av laks har variert mellom 2,2 og 7,2 tonn i årene etter kalkingsstart. Fangsten av laks viser en nedadgående trend etter 1998. Fangsten av laks i 2006 var den laveste siden 1988, mens fangsten i 2007 og i 2008 til sammenligning økte med ett tonn til henholdsvis 3046 og 3088 kg. Fangsten av sjøørret har i alle år vært lav og fangsten i 2008 (19 kg) var den samme som i 2006, men lavere enn i 2007 (29 kg). Fangsten av ørret i 2005 (6 kg) var den laveste som noensinne er registrert.



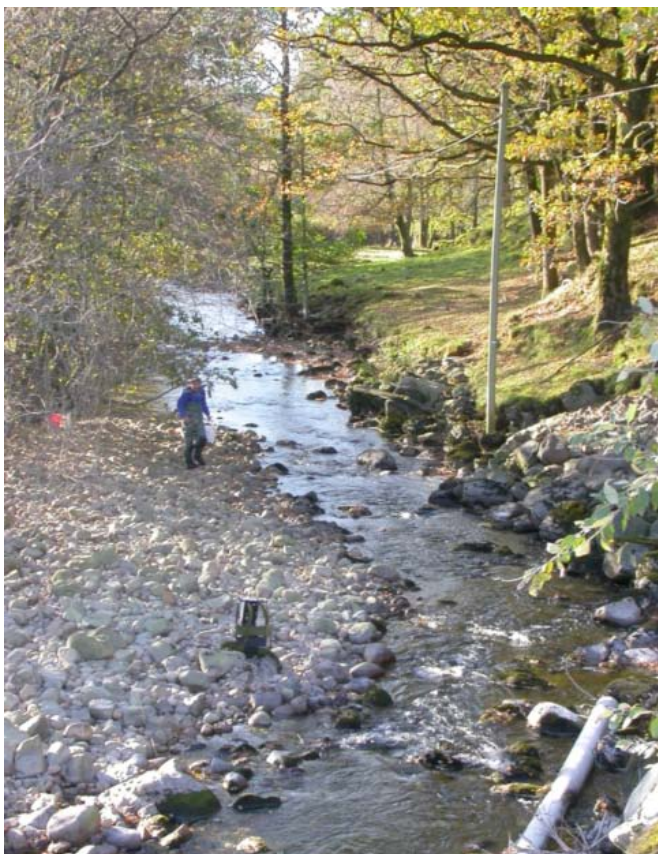


**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjøørret i Oagna i perioden 1977 til 2008. For perioden 1968 til 1977 vises samlet fangst. Pil angir start for kalking.

### 3.3 Diskusjon

Bestandstettheten av ungfisk i Oagna 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 tilnærmet samme tetthet for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene blir stort (svært stort konfidensintervall). Denne beregningsmåten tillater derfor ikke en vurdering av endringer over tid.

Et annet forhold som gjør at resultatene må brukes noe forsiktig ved sammenligning av tetthet over tid er ulike forhold med hensyn til vannføring når undersøkelsene



Oagna ved Laksesvela, stasjon 2.

FOTO: S. J. SALTVEIT

gjennomføres. I 2008 var det noe høyere vannføring i oktober da første del av undersøkelsen ble gjennomført sammenlignet med 2006 og 2007. Resten av undersøkelsen kunne ikke fullføres før i november, fordi vannføring holdt seg høy til da. I november ble undersøkelsen gjennomført ved gunstig vannføring, men ved lavere temperatur enn tidligere. Dette gjør at fisken er vanskeligere å fange; står nede i substratet, på dypere vann og i kulper. Høy vannføring gir større 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 ellers store årlige variasjonene i fisketetthet i Oagna kan også skyldes slike forhold, der lav vannføring altså gir høyere tettheter. Vannføringen i 2003 var for eksempel høy sammenliknet med 2005, da det var lite vann i elva.

#### Laks

Den gjennomsnittlige tettheten av årsunger i 2008 var noe høyere enn i 2007, men begge år var 0+ tettheten betydelig mindre enn beregnet i de senere år. Man må helt tilbake til 1993 for å finne en tilsvarende lav tetthet av 0+ i elva. Siden 1994, med unntak av i 1998, er det ikke beregnet tettheter lavere enn 50 ind. 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>. Den lave tettheten lar seg ikke umiddelbart forklare, men begge år ble det funnet langt mindre årsunger på de øverste stasjonene enn i tidligere år, spesielt gjelder det stasjon 2 og 15. På disse lokalitetene er det tidligere beregnet mer enn 100 til 200 ind. 0+ individ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2004, 2005 og 2006 var for eksempel tettheten på stasjon 15 henholdsvis 318, 246 og 190 ind. 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>. I 2007 ble det heller ikke funnet årsunger på stasjon 10.

Denne stasjonen ligger rett nedstrøms utløpet fra kraftstasjonen og fravær av 0+ eller lave tettheter kan skyldes driften av kraftstasjonen. For 2008 er noe ugunstige og ustabile forhold ved gjennomføringen av undersøkelsen en medvirkende årsak.

Tettheten av eldre laksunger er lavere enn i 2007 og på nivå med den i 2004. Det er bare to år (1997 og 1999) som har høyere tetthet av eldre laksunger enn 25 ind. pr. 100 m<sup>2</sup>. Sammenlignet med tidligere år er tettheten av eldre fisk ikke urovekkende lav, og den er langt høyere enn det som kanskje kunne forventes ut fra den lave 0+ tettheten i 2007 (se Saltveit *et al.* 2008).

Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger i de påfølgende år i Oagna. De høyeste tetthetene av eldre laksunger følger ikke året etter et år med høye 0+ tettheter. For eksempel ga de lave årsungetetthetene i 1998 opphav til en av de høyeste målte tettheter av eldre fisk i 1999. Tettheten av 0+ i 2006 var blant de laveste, mens tettheten av eldre i 2007 altså er blant de høyeste. I de fleste år i senere tid har tettheten av eldre

laksunger vært ca. 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Sett i forhold til tidligere år må 0+ tettheten karakteriseres som lite tilfredsstillende, mens tettheten av eldre laksunger i 2008 karakteriseres som tilfredsstillende.

Det ble funnet laksunger i Oгна også før kalking. Tettheten av laksunger var da lav, spesielt for 0+ (Larsen *et al.* 2006), men enkelte år i denne perioden var tettheten av eldre laksunger på et rimelig høyt nivå, og sammenliknbart med de funnet etter kalking.

Vassdraget har vært kalket fra februar 1991, men en økning i tetthet av 0+ laks kom først i 1994. Siden da har tetthetene av 0+ vært forholdsvis høye fram til 2006, men med stor årlig variasjon. Det har også vært store årlige variasjoner i tettheten av eldre laksunger etter kalking. Lave tettheter i 1998 og 2001 trenger nødvendigvis ikke skyldes dødelighet som følge av forsuring, men kan også skyldes andre typer av forurensning. Disse variasjonene kan også skyldes ulik vannføring under elektrofiske.

De høyeste tettheter av 0+ laksunger ble både i 2007 og 2008 funnet på de tre øverste stasjonene, men som sagt var tetthetene langt lavere enn de som tidligere er beregnet. Stasjon 1 som ligger ovenfor kalkingsanlegget ved Laksesvela, hadde de høyeste tetthetene av både årsunger og eldre laksunger i 2007 og 2008. Høye tettheter av begge alderskategorier er også beregnet her tidligere år. Stasjon 15 ved Steinsland er en typisk 0+ lokalitet i et område med få oppvekstområder for større fiskeunger.

Strekningen ved Laksesvela og Steinsland/ Eikeland er karakterisert som de beste gyte- og oppvekstområdene for laksen i Oгна, og de tidligere høye tetthetene i dette området bekrefter dette. Årsaken til lave 0+ tettheter i 2007 og 2008 kan skyldes lite gytefisk høsten 2006 og 2007 dersom vi setter fangsten disse årene som en indeks på gytebestandens størrelse. Området mellom Hetland og Hylland har et stort potensiale som gyteområde og oppvekstområde for laksunger, men området kan være påvirket av driften av kraftverket.

## Ørret

Det er en liten bestand av ørretunger i Oгна og tettheten må karakteriseres som svært lav. Tettheten av årsunger beregnet i 2006 og 2007 var de to laveste som er funnet i Oгна siden undersøkelsene startet, bare ca. 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens den i 2008 er den nest høyeste siden 1993. Det blir nå ikke funnet ørretunger på alle lokalitetene. Både for 0+ og eldre ørretunger er tettheten nå langt lavere enn det den var før kalking (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av eldre ørretunger etter 2005 er imidlertid høyere enn det den har vært på mange år, selv om det aldri har vært noen høy tetthet av eldre ørretunger i Oгна. På slutten av 1980-tallet, altså før kalking, var det opp til 6 ind. pr. 100 m<sup>2</sup> i et par av årene. Fangststatistikken viser imidlertid at Oгна er et laksevassdrag og at det ikke kan forventes høye tettheter av ørret.

Anadrom fisk kan gå ca 30 km opp i elva. Den nederste kilometeren er påvirket av flo og fjære, og det er her innsig av laks på flo sjø uavhengig av vannføringen i elva. Høyere opp er vassdraget veldig nedbøravhengig, og det kan være vanskelige fiskeforhold i lange perioder med lav vannføring og ingen oppgang av fisk. Dette kan enkelte år forklare lave fangster. Fangsten av laks i Oгна økte lenge før kalkingen kom i gang i 1991. Dette kan ha sammenheng med en generell bedring i forsuringssituasjonen (Johnsen *et al.* 1999), men også en reduksjon i en tidligere betydelig jordbruksavrenning på 1970-tallet (Larsen & Brørs 1998). Av fangststatistikken fremgår det også at fangstene var lavest nettopp på 1970-tallet og første del av 1980-tallet. Årlige meldinger om fiskedød på 1980-tallet gjorde at laksebestanden ble vurdert som truet (Sivertsen 1989, Larsen *et al.* 1992), men trusselfaktoren trenger nødvendigvis ikke å ha vært forsuring alene.

Som sagt har fangstene av laks vært høye etter 1985, men fangstene har i de senere år vist en nedadgående tendens. Fangsten i 2006 var ca. to tonn, som var det laveste kvantum i perioden etter 1985. Med den lave andelen sjøørret i fangstene er det rimelig å anta at det meste som ble fanget før fangststatistikken skilte mellom artene, også var laks. Fangstene var også høye på 1960-tallet og det ble i perioden 1960 -1970 i gjennomsnitt tatt like mye fisk som det tatt etter 2000.

# 4 Bunndyr

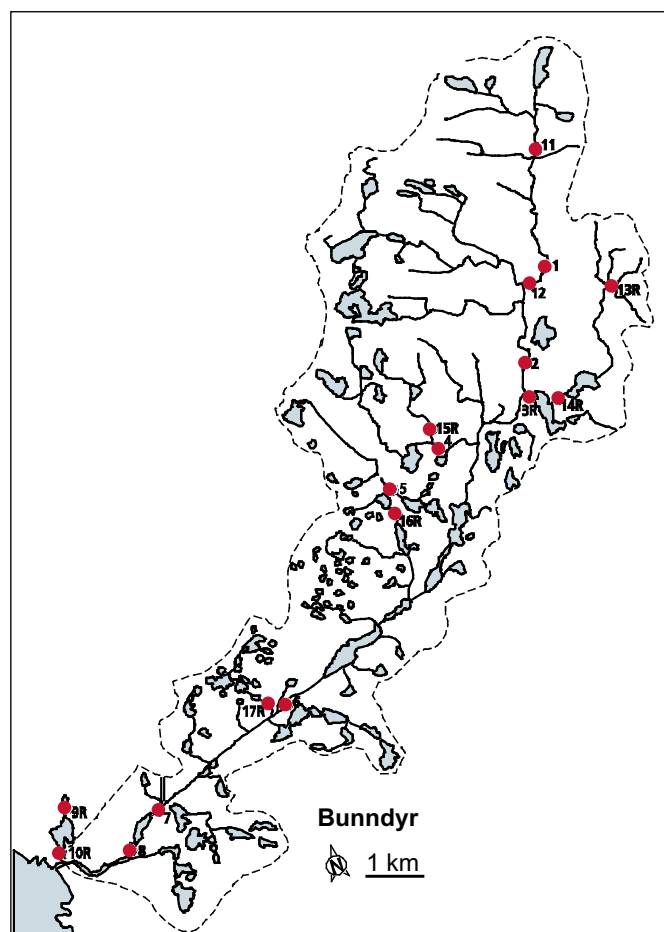
Arne Fjellheim

LFI, Unifob, Universitetet i Bergen (adresse: Stavanger museum, Muségt.16, N-4010 Stavanger)

## 4.1 Innledning

Det har vært utført regelmessig prøvetaking av bunndyrfaunaen i Ognå fra 1983, i regi av programmet "Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør". Før vassdraget ble kalket ble det samlet inn prøver fra et fast stasjonsnett vår og høst. Dette stasjonsnettet viste seg å være utilstrekkelig for å ivareta både overvåkingen av sur nedbør og effekten av kalkingen. Fra og med våren 1991 ble derfor stasjonsnettet utvidet slik at det til sammen omfatter 18 lokaliteter, fordelt på åtte kalkete og ti ukalkete referansestasjoner (Fjellheim & Raddum 1994) (**Figur 4.1**). Av de sistnevnte inngår åtte stasjoner i referansegruppen for kalkingsprosjektet.

For metodikk ved innsamling og analyse av bunndyr vises det til eget metodekapittel.

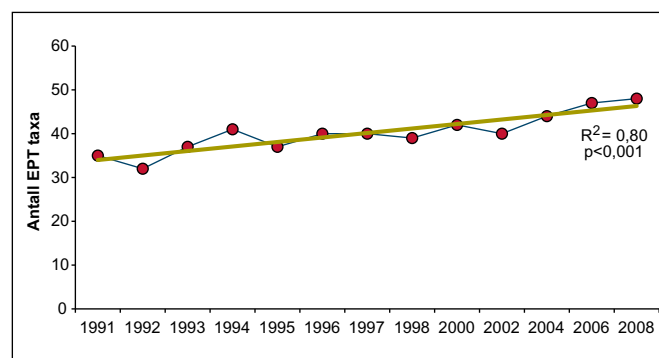


Figur 4.1. Stasjonskart for overvåking av bunndyr i Ognå i 2008.

## 4.2 Resultater og diskusjon

Totalt ble det i 2008 registrert 10 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 26 arter/slekter av vårfluer i bunnpøvene fra Ognå (**Vedlegg C1 og C2**). Det ble registrert til sammen 25 taxa som er sensitive overfor forurensning (jfr. Fjellheim & Raddum, 1990). Artsdiversiteten, målt som EPT (samlet antall arter/grupper av døgnfluer, steinfluer og vårfluer) har vist en signifikant økende tendens ( $p < 0,001$ ) i perioden etter at kalkingen startet vinteren 1991 (**Figur 4.2**). Trendlinjen viser at artsdiversiteten i vassdraget er stadig økende. Døgnfluefaunaen i Ognå er den rikste som er registrert i kalkete vassdrag i på Sør- og Vestlandet. Det ble i 2008 registrert fire arter ferskvannssnegl i vassdraget, lav toppluesnegl (*Acroloxus lacustris*), vanlig damsnegl (*Lymnaea peregrina/Radix balthica*), vanlig skivesnegl (*Gyraulus acronicus*) og vandresnegl (*Potamopyrgus antipodarum*). De tre førstnevnte er alle vanlige i vassdraget (Fjellheim & Raddum 2005a). Vandresnegl er ikke registrert i Ognå før 2006 (Fjellheim 2007). Denne arten, som ofte er knyttet til brakkevannsområder, er bare registrert i Helgåa, en sidegrein som renner inn i Ognå helt nede ved utløpet. Alle arter av ferskvannssnegl er svært sensitive overfor både forurensning og lavt kalkinnhold (Økland 1990).

Flere av de lokalitetene som ikke blir kalket, f. eks. feltet fra Gåslandsvatnet har en naturlig uforsuret vannkvalitet. Slike lokaliteter er svært viktige kilder til rekolonisering etter forurensingsskader, først og fremst via driv (Fjellheim & Raddum (1993, 1995).

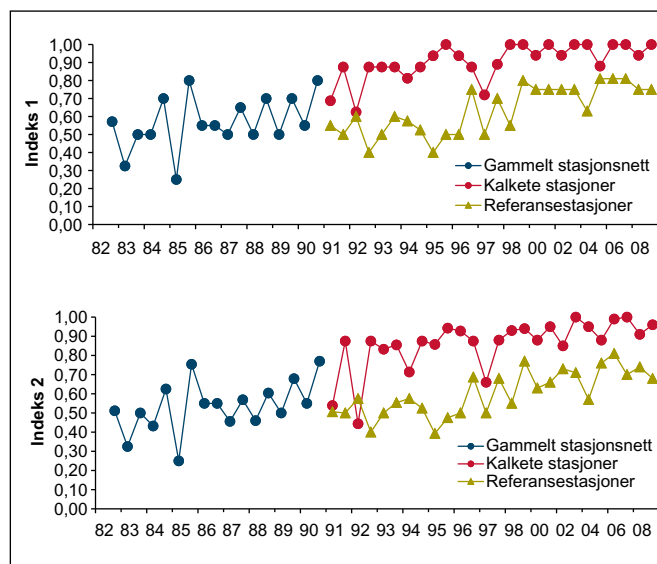


Figur 4.2. Artsdiversitet, målt som antall arter/grupper av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT) i perioden etter at Ognå ble kalket.

Forsuringsindeksen i den kalkete delen av Ogna er blitt betydelig bedre etter at kalkingen startet i 1991 (Figur 4.3). Dette gjelder både forsuringsindeks 1 og 2. I 2008 var indeks 1 i de kalkete stasjonene 0,94 om våren og 1,0 om høsten. Indeks 2 var også høy. Dette viser at skadene på faunaen i denne delen av elva var ubetydelige. I de ukalkete referanseområdene var indeksene noe lavere. Indeks 1 var 0,74 både vår og høst, mens indeks 2 var litt lavere. Forbedringene av indeks 1 og 2 i de kalkete stasjonene fra 1991, da det nye stasjonsnettet ble opprettet, er statistisk signifikant ( $p < 0,01$ ). Døgnfluen *Baetis rhodani* var vanligst av de mest sensitive artene, men andre døgnfluer, som *Baetis fuscatus*, *B. niger*, *Caenis luctuosa* og snegleartene *Lymnaea peregra* (*Radix balthica*), *Gyraulus acronicus* og *Acroloxus lacustris* har stabile og levedyktige bestander i vassdraget.

De ukalkete referansestasjonene er svært heterogene med hensyn på forsurening. Flere av sidebekkene (stasjonene 15, 16, 17 og 18) var tidligere sterkt forsuringsskadet, men fra 1991 har det vært en positiv utvikling ( $p < 0,01$  for begge indekser). Dette har sammenheng med redusert mengde forsurende komponenter i nedbøren. Utviklingen i referanseområdene er lik det vi finner i ukalkete elver i samme region (Fjellheim og Raddum 2005b).

Ogna er i dag det vassdraget innen kalkingsprogrammet som har det rikeste bunndyrmangfoldet. Det blir stadig registrert nye bunndyrarter og utviklingen av artsdiversiteten i vassdraget viser at det sannsynligvis vil etableres flere arter bunndyr over tid. Forsuringsindeksene forteller at vannkvaliteten er god nok når en eller flere følsomme arter er reetablert. De gir imidlertid ingen informasjon om diversiteten har nådd vassdragets "naturlige artsmangfold". I denne forbindelsen vil utviklingen av det biologiske mangfoldet være et viktig supplement.



Figur 4.3. Gjennomsnittlig forsuringsindeks for de kalkete stasjonene og for ukalkete referansestasjonene i Ogna 1982 - 2008.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1.1 Vannkjemi

Vannkvaliteten i Oгна har blitt betydelig forbedret etter at kalking startet i 1991. For store deler av 2008 synes vannkvaliteten i Oгна å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk skal kunne leve og reprodusere i elva. Det er imidlertid relativt store variasjoner i vannkvalitet gjennom året og episoder hvor den er ugunstig. Mest variabel er vannkvaliteten ved Eikeland.

Overvåking av vannkvaliteten ved Laksesvela viser at pH i enkelte år ligger under 6,0 på sen vinteren/våren. Etter 1997 har dette bare vært registrert ved et tidspunkt og pH har stabilisert seg på et forholdsvis høyt og jevnt nivå. Ingen av prøvene nedstrøms dosereren var under pH-målet, mens 50 % var over målet pluss 0,3 pH-enheter. Målingene fra Hetland oppstrøms kalkdoserer i 2008 tyder på at vannkvaliteten på strekningen Steinsland - Hetland kraftstasjon stort sett er stabilt god og tilfredsstillende. Surere vann kan imidlertid forekomme i forbindelse med flommer. Sideløpet ved Eikeland fører relativt surt vann, og pH nedstrøms dosereren viser at avsyningen av vannet ikke har fungert like godt gjennom hele 2008. Til tider blir det også dosert ut for mye kalk. Vannkvaliteten ved Lindtjørnhølen (Lok. O6) var god gjennom hele 2008 og ingen prøver viste verdier under pH-målet. Totalt sett lå 53 % av prøvene (vannkjemikontrollen) fra nedre del av vassdraget over pH-målet pluss 0,3 pH-enheter.

## 5.1.2 Fisk

For laks i Oгна er det dokumentert en økning i tettheten av både årsunger og eldre fisk. Det er imidlertid ikke dokumentert at de lave tetthetene som ble funnet før kalking i 1991 skyldes forsuring alene. Det er sannsynlig at eutrofiering av vassdraget pga. landbruksvirksomhet kan ha hatt en negativ effekt på laksebestanden fram til midten av 1980-tallet. I senere år kan også reguleringen av vassdraget ha påvirket laksebestanden negativt.

Tettheten av 0+ laks må karakteriseres som svært lite tilfredsstillende i 2008, mens den for eldre laksunger ligger på nivå med tidligere år. Dette viser god overlevelse, i hvert fall i enkelte år. Lave 0+ tettheter i 2008 kan som i 2007 skyldes liten rekruttering som følge av få gytefisk øverst i elva, mens det nederst i elva kan være forårsaket av drift i kraftstasjonen. Imidlertid må noe tilskrives forholdene under elektrofiske i 2008; noe høy vannføring og kaldt vann. Det er derfor ikke forventet at de lave tettheter av 0+ i 2008 skal forårsake en betydelig reduksjon i tetthet av eldre laksunger i 2009.

Laks dominerer fullstendig fangstene av anadrom fisk i Oгна og gjorde også dette før kalkingen. Fangstene i Oгна økte fra 1985, flere år før kalkingen ble igangsatt, og fram til slutten av 1990-tallet. Det har til nå vært en nedadgående trend i fangstene i Oгна, mens fangsten i 2007 og 2008 viser et visst oppsving.

Behovet for videre kalking bør vurderes. En bedre måloppnåelse i form av økt smoltproduksjon kan fra nå av sannsynligvis best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget enn kalking. Det er et stort behov for en videre analyse av begrensende faktorer for lakseproduksjonen i Oгна.

## 5.1.3 Bunndyr

Forsuringsindeksen i den kalkete delen av Oгна har vist en statistisk signifikant forbedring i de senere år. I 2008 var indeks 1 lik 0,94 og 1,0 henholdsvis vår og høst. Dette viser at kalkingen av vassdraget er tilfredsstillende. De ukalkete referansestasjonene var heterogene med hensyn på forsuring, men det har vært en signifikant positiv utvikling også i disse. Flere av sidebekkene har bunndyrsamfunn som periodevis bærer preg av skade, men også i disse ser vi tegn til bedring i de seneste årene. Oгна er i dag et av de kalkingsvassdragene som samlet sett har det rikeste bunndyrmangfoldet. Det blir stadig registrert nye bunndyrarter og utviklingen av artsdiversiteten i vassdraget har vist en signifikant positiv utvikling i perioden etter at vassdraget ble kalket. Trendbildet viser at det sannsynligvis vil etableres flere bunndyrarter over tid.

#### **5.1.4 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak**

Vannkvaliteten oppstrøms kalkdosereren ved Laksesvela har vært så god at denne dosereren gradvis har blitt tatt ut av drift. I årene 2003-2006 ble driften av kalkdosereren stanset i perioden juli-desember og i 2007 ble det kun dosert ut små mengder kalk fram til mai. I perioden 2001-2004 har det blitt kalket i to ovenforliggende innsjøer og ut fra vannkvalitetskravene kan dette synes tilstrekkelig. Målinger av aluminium ovenfor dosereren i 2000 og 2001 viste imidlertid enkelte høye verdier. Det er viktig at vannkvaliteten i denne delen av vassdraget overvåkes nøye nå som driften av dosereren er opphørt. Nedstrøms dosereren ved Eikeland og ved Hetland kraftverk var det store variasjoner i pH og kalsium. Enkelte svært høye verdier tyder på overdosering av kalk mens lave verdier tyder på driftsstans eller at doseringsanleggene ikke klarer å avsyre vannet tilfredsstillende i perioder med store tilførsler av surt vann. Ved Hetland kraftverk ble det skiftet turbin i 2003, noe som gjør at det kan kjøres mer vann gjennom kraftverket. Dette kan føre til større problemer med å få avsyret vannet dersom dosereren ikke klarer å kjøre ut nok kalk i perioder med mye vann gjennom kraftverket.

I oktober 2008 var det et havari i turbinen ved kraftverket og kalkingsanlegget ble midlertidig stoppet. Målinger fra Lindtjørnhølen i etterkant av dette havariet gir ingen indikasjoner på dårligere vannkvalitet, men prøvene ble tatt en god stund etter stopp i kalkingsanlegget. Kraftverk og doserer har også vært stengt ved andre tidspunkt i 2008 pga. vedlikehold av kraftstasjonen. Målinger av vannkvaliteten nedenfor kraftverket ved Lindtjørnhølen i 2008 gir ingen indikasjoner på dropp i vannkvaliteten. Tidspunktene for stans i dosereren er imidlertid ikke kjent og det er vanskelig å kunne si noe sikkert om dette kan ha påvirket vannkvaliteten. Tidligere målinger fra Lindtjørnhølen har vist at avsyringen av vannet fra Helgåvassdraget er av stor betydning for vannkvaliteten i nedre del av vassdraget (Saksgård & Schartau 2007).

## 6 Referanser

- Abrahamsen, J., Pallesen, P. F. & Solbakken, T. 1972. Fylkeskompendium for Rogaland. Om naturvitenskapelige interesser knyttet til uregulerte og "ubetydelige" regulerte vassdrag. Bind II. - Kontaktutvalget for vassdragsreguleringer, Univ. i Oslo. 372s.
- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 samt normalperioden 1961-1990 fra meteorologisk stasjon Søyland. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. 2007. Overvåking av bunndyr i Oгна. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2.
- 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. 1993. Changes in the mayfly community of Lake Hovvatn during the first 12 years of liming. - In: G. Giussani and C. Callieri (eds), *Strategies for Lake Ecosystems Beyond 2000*, Proceedings, Stresa, pp. 407-410.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1994. Overvåking av bunndyr i Oгна. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. DN-Notat 1994-3, pp. 178-181.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2005a. Overvåking av bunndyr i Oгна. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004. DN-Notat 2005-2, s. 251-267.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2005b. Natural recovery of benthic invertebrates in the Saudland area, southernmost Norway. In: deWit, H and Skjelkvåle, B. L. (eds.) *Proceedings of the 21th meeting of the ICP waters Programme Task Force in Tallinn, Estonia, October 17-19, 2005*. ICP Waters report. 84/2006 NIVA, pp.38-43.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Jensen, A. & Johnsen, B. O. 1988.
- 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.
- Fjellheim, A. 2007. Overvåking av bunndyr i Oгна. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, s. 9-22.
- Larsen, B.M. 1993. Oгна. 4 Fiskebiologiske undersøkelser. Kalking i vann og vassdrag 1991. FoU-årsrapporter. DN-notat 1993-1: 230-238.
- Larsen, B.M. 1998. Oгна. 3 Fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-notat 1998-3: 216-218.
- Larsen, B.M. & Brørs, S. 1998. Elvemusling *Margaritifera margaritifera* i Oгна, Rogaland. Utbredelse og bestandsstatus. NINA Oppdragsmelding 537: 1-20.
- Larsen, B.M., Hesthagen, T. & Lierhagen, S. 1992. Vannkvalitet og ungfisk av laks og aure i Oгна, Rogaland. NINA-Oppdragsmelding 130: 1-37.
- Larsen, B.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Simonsen, J.H. 2006. Oгна. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 142-146.
- Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. O-89185-2.
- NVE 2009. Vannføring ved NVE-stasjonen Hetland i 2008. Norges vassdrags- og energiverk, Hydrologisk avdeling, Oslo.
- 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 Reoprt 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo
- Saksgård, L. & 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. Oгна-Vannkjemi. I Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2001. DN-notat 2002-1: 149-151.
- Saksgård, R. & Schartau, A.K.L. 2007. Oгна-Vannkjemi. I Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2006. DN-notat 2007-2. <http://www.dirnat.no/content.ap?thisId=500031925&language=0>
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H. og Smedstad, F. 2007. Oгна. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007-2: 4s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E. & Pavels, H. 2008. Oгна. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. I DN-notat 2-2008: 4s.
- Schartau, A.K.L. 1993. Oгна-Vannkjemi. - Kalking i vann og vassdrag. FOU-årsrapporter. 1991. DN-notat 1-1993.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. NINA Utredning 10: 1-28.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi

Ogna 2008. Stasjon 48 Laksesvela-oppstrøms  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	6,28	6,32	2,44
04-02-08	5,98	6,21	2,14
11-02-08	6,16	6,38	2,79
18-02-08	6,24	6,45	2,39
25-02-08	5,68	6,21	1,81
03-03-08	6,07	6,20	1,95
10-03-08	5,23	6,26	1,79
17-03-08	6,96	6,57	3,82
24-03-08	7,17	6,67	3,89
31-03-08	4,25	6,05	1,39
06-04-08	5,46	6,51	2,39
14-04-08	4,93	6,47	2,03
21-04-08	7,22	6,70	3,88
27-04-08	5,41	6,44	2,18
05-05-08	10,73	6,69	3,86
13-05-08	7,94	6,88	4,84
26-05-08	8,33	6,99	5,38
09-06-08	10,57	7,02	7,20
23-06-08	4,84	6,11	2,01
07-07-08	7,90	6,70	4,70
04-08-08	4,80	6,50	2,00
18-08-08	4,80	6,70	3,60
01-09-08	6,70	6,70	3,50
14-09-08	7,30	6,80	4,07
28-09-08	5,00	6,60	2,38
13-10-08	4,70	6,50	2,48
27-10-08	4,60	6,20	1,91
23-11-08	5,30	6,30	2,79
08-12-08	4,60	6,00	1,93
19-12-08	4,10	6,30	1,91
<b>Snitt</b>	6,18	6,40	2,98
<b>St.dev.</b>	1,68	0,27	1,32
<b>Median</b>	5,83	6,49	2,41
<b>Min.</b>	4,10	6,00	1,39
<b>Max.</b>	10,73	7,02	7,20

Ogna 2008. Stasjon O2/49 Laksesvela-nedstrøms  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	6,06	6,28	2,34
04-02-08	6,00	6,18	2,12
11-02-08	5,95	6,36	2,51
18-02-08	6,20	6,40	2,33
25-02-08	5,64	6,16	1,72
03-03-08	6,12	6,15	2,01
10-03-08	5,30	6,20	1,76
17-03-08	6,46	6,45	3,00
24-03-08	6,96	6,63	3,68
31-03-08	4,38	6,18	1,62
06-04-08	5,53	6,54	2,50
14-04-08	5,22	6,44	2,22
21-04-08	7,08	6,74	3,99
27-04-08	5,67	6,50	2,36
05-05-08	6,26	6,66	3,19
13-05-08	7,44	6,79	4,29
26-05-08	8,10	6,90	5,14
09-06-08	10,38	6,87	7,03
23-06-08	4,70	6,13	1,77
07-07-08	7,10	6,60	4,03
04-08-08	5,10	6,50	2,10
18-08-08	5,70	6,60	3,60
01-09-08	6,60	6,60	3,40
14-09-08	6,80	6,80	4,30
28-09-08	5,60	6,60	2,84
13-10-08	4,70	6,50	2,65
27-10-08	4,70	6,20	2,12
23-11-08	5,00	6,30	2,65
08-12-08	4,60	6,10	2,34
19-12-08	4,40	6,30	1,97
<b>Snitt</b>	5,99	6,40	2,92
<b>St.dev.</b>	1,26	0,24	1,19
<b>Median</b>	5,83	6,48	2,50
<b>Min.</b>	4,38	6,10	1,62
<b>Max.</b>	10,38	6,90	7,03



**Ogna 2008. Stasjon 50 Eikeland-oppstrøms**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	4,82	5,26	0,87
04-02-08	5,57	5,02	0,77
11-02-08	5,16	5,11	0,79
18-02-08	5,16	5,28	0,90
25-02-08	5,55	5,00	0,71
03-03-08	5,60	5,03	0,68
10-03-08	4,91	5,06	0,63
17-03-08	4,96	5,16	0,89
24-03-08	5,08	5,34	0,88
31-03-08	3,85	5,09	0,56
06-04-08	4,08	5,26	0,60
14-04-08	4,10	5,48	0,77
21-04-08	4,29	5,52	0,69
27-04-08	4,31	5,59	0,82
05-05-08	4,24	5,43	0,70
13-05-08	4,54	5,80	0,88
26-05-08	4,82	6,01	1,00
09-06-08	5,73	5,93	1,44
23-06-08	4,56	5,28	0,84
07-07-08	7,00	5,70	0,60
04-08-08	3,40	5,60	0,50
18-08-08	3,20	5,90	0,70
01-09-08	3,80	5,90	0,81
14-09-08	3,40	6,00	0,79
28-09-08	3,60	6,10	0,85
13-10-08	3,20	5,50	0,44
27-10-08	4,10	5,20	0,69
23-11-08	3,80	5,80	0,59
08-12-08	4,00	5,50	0,93
19-12-08	3,40	5,50	0,49
<b>Snitt</b>	4,47	5,37	0,76
<b>St.dev.</b>	0,89	0,34	0,19
<b>Median</b>	4,30	5,49	0,77
<b>Min.</b>	3,20	5,00	0,44
<b>Max.</b>	7,00	6,10	1,44

**Ogna 2008. Stasjon 51 Eikeland-nedstrøms**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	4,97	6,42	1,62
04-02-08	5,49	5,90	1,26
11-02-08	5,44	6,71	2,15
18-02-08	5,77	7,12	2,67
25-02-08	5,45	5,89	1,23
03-03-08	5,63	6,34	1,68
10-03-08	4,91	6,24	1,38
17-03-08	5,37	6,88	2,21
24-03-08	5,86	7,61	3,30
31-03-08	3,76	5,95	1,01
06-04-08	4,36	6,81	1,70
14-04-08	4,49	6,82	1,92
21-04-08	4,70	6,77	1,82
27-04-08	4,47	6,38	1,36
05-05-08	4,83	7,04	2,46
13-05-08	5,91	7,42	4,02
26-05-08	6,59	7,35	4,79
09-06-08	8,08	6,13	5,98
23-06-08	4,74	6,34	1,82
07-07-08	5,90	6,80	4,11
04-08-08	3,50	6,00	0,70
18-08-08	3,60	6,60	2,20
01-09-08	4,40	7,00	2,20
14-09-08	4,40	8,10	3,38
28-09-08	4,40	7,10	2,51
13-10-08	3,40	6,40	1,13
27-10-08	4,10	5,80	1,02
23-11-08	4,20	6,50	1,53
08-12-08	4,50	6,70	2,40
19-12-08	3,30	6,20	1,02
<b>Snitt</b>	4,88	6,38	2,22
<b>St.dev.</b>	1,03	0,55	1,22
<b>Median</b>	4,72	6,65	1,87
<b>Min.</b>	3,30	5,80	0,70
<b>Max.</b>	8,08	8,10	5,98

**Ogna 2008 Stasjon 52 Hetland-oppstrøms,**  
*i Helgåvassdraget (prøver analysert ved M-lab AS  
og VestfoldLAB AS)*

<b>Dato</b>	<b>Kond mS/m</b>	<b>pH</b>	<b>Ca mg/l</b>
21-01-08	4,68	5,05	0,65
04-02-08	4,89	5,04	0,62
11-02-08	5,03	4,98	0,66
18-02-08	4,96	5,02	0,64
25-02-08	4,90	5,06	0,65
03-03-08	5,34	4,94	0,60
10-03-08	5,42	4,96	0,66
17-03-08	5,32	5,02	0,74
25-03-08	5,14	5,02	0,76
31-03-08	5,03	5,00	0,67
07-04-08	4,99	5,00	0,70
14-04-08	4,83	5,02	0,65
21-04-08	4,87	5,06	0,68
28-04-08	4,91	5,00	0,68
05-05-08	4,89	5,01	0,63
13-05-08	5,09	4,96	0,60
19-05-08	5,05	4,96	0,60
26-05-08	5,09	5,00	0,62
09-06-08	6,08	5,49	0,47
22-06-08	5,18	5,12	0,67
07-07-08	4,80	5,50	0,62
21-07-08	3,90	5,10	0,60
04-08-08	3,50	5,80	0,70
18-08-08	4,60	6,10	0,30
01-09-08	4,70	5,30	0,64
15-09-08	3,90	5,40	0,50
06-10-08	4,60	6,70	2,02
20-10-08	4,60	6,60	2,07
17-11-08	3,90	6,20	1,45
23-11-08	4,50	5,90	1,13
08-12-08	4,60	5,70	1,35
19-12-08	4,60	6,50	1,88
<b>Snitt</b>	4,87	5,17	0,71
<b>St.dev.</b>	0,51	0,51	0,28
<b>Median</b>	4,91	4,91	0,65
<b>Min.</b>	3,50	3,50	0,30
<b>Max.</b>	6,08	6,08	1,81

Ogna 2008 Stasjon 52 Hetland-oppstrøms, i Helgøassdraget (prøver analysert ved Analysecenteret, 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	Tot-Al µg/l	Tm-Al µg/l	Om-Al µg/l	Um-Al µg/l	Pk-Al µg/l	TOC C mg/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l	ANC µekv/l
08-01-08	5,11	0	0,60							138	57	24	33	81				
04-02-08	4,97	0	0,57							143	93	46	47	50				
03-03-08	4,94	0	0,65							176	110	52	58	66				
10-03-08	4,90	0	0,63							166	104	19	85	62				
25-03-08	4,95	0	0,62							161	98	16	82	63				
07-04-08	4,93	0	0,56							157	110	17	93	47				
21-04-08	5,02	0	0,61							135	87	14	73	48				
05-05-08	4,95	0	0,59							140	91	13	78	49				
09-06-08	4,67	0	0,43							108	36	11	25	72				
07-07-08	5,13	0	0,58							103	51	11	40	52				
04-08-08	5,82	14	0,61							68	15	<6	10	53				
01-09-08	5,34	0	0,59							56	26	<6	22	30				
06-10-08	6,61	75	2,08							90	20	13	7	70				
20-10-08	6,63	61	1,96							99	25	19	6	74				
17-11-08	6,42	37	1,38							101	23	23	0	78				
<b>Snitt</b>	5,09	12	0,83							123	63	19	44	60				
<b>St.dev.</b>	0,67	25	0,53							36	37	13	32	14				
<b>Median</b>	5,02	0	0,61							135	57	16	40	62				
<b>Min.</b>	4,67	0	0,43							56	15	<6	0	30				
<b>Max.</b>	6,63	75	2,08							176	110	52	93	81				

Ogna 2008. Stasjon O4 for Hetland kraftverk (prøver analysert ved Analysesenteret i Trondheim)

Dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tr-Al µg/l	Tm-Al µg/l	Om-Al µg/l	Um-Al µg/l	Pk-Al µg/l	TOC C mg/l	ANC µekv/l	Tot-P µg/l	Tot-N µg/l
08-01-08	6,32	33	1,78							97	23	22	1	74				
04-02-08	6,22	27	1,61							90	13	11	2	77				
03-03-08	6,18	26	1,70							109	21	18	3	88				
10-03-08	6,10	18	1,32							101	22	17	5	79				
25-03-08	6,43	35	1,98							74	13	10	3	61				
07-04-08	6,43	30	1,61							88	19	14	5	69				
21-04-08	6,69	55	2,13							62	13	8	5	49				
05-05-08	6,62	55	2,10							64	16	11	5	48				
09-06-08	6,92	108	2,67							49	14	9	5	35				
07-07-08	6,72	62	2,05							51	13	10	3	38				
04-08-08	6,86	74	2,10							65	14	9	5	51				
01-09-08	6,82	76	2,19							58	14	9	5	44				
06-10-08	6,67	73	2,06							88	21	14	7	67				
20-10-08	6,59	62	1,98							96	26	20	6	70				
17-11-08	6,38	36	1,41							101	34	25	9	67				
08-12-08	5,94	15	1,05							97	26	14	12	71				
<b>Snitt</b>	6,41	49	1,86							81	19	14	5	62				
<b>St.dev.</b>	0,29	26	0,40							20	6	5	3	16				
<b>Median</b>	6,51	46	1,98							88	18	13	5	67				
<b>Min.</b>	5,94	15	1,05							49	13	8	1	35				
<b>Max.</b>	6,92	108	2,67							109	34	25	12	88				

Ogna 2008. Stasjon O6 Lindjåmhølen (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	Tot-AI	Tm-AI	Om-AI	Um-AI	Pk-AI	TOC	ANC	Tot-P	Tot-N
	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	C mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l
08-01-08	4,8	6,13	23	1,38	0,79	6,12	0,38	2,75	9,75	430	122	23	19	4	99	1,3	44	3,2	530
04-02-08	6,0	6,17	24	1,64	0,93	7,34	0,50	2,78	12,70	420	110	12	10	2	98	2,0	41	3,8	520
03-03-08	5,7	6,25	28	1,68	0,91	6,62	0,60	2,66	11,90	400	111	17	14	3	94	1,4	40	5,0	470
10-03-08	5,3	6,22	24	1,47	0,76	6,15	0,45	2,57	11,30	350	112	20	14	6	92	1,4	15	5,1	430
25-03-08	5,4	6,29	26	1,54	0,78	6,35	0,39	2,63	10,90	400	111	14	10	4	97	1,2	34	2,1	440
07-04-08	5,1	6,45	32	1,67	0,71	5,63	0,42	2,57	9,90	390	116	17	12	5	99	1,7	34	3,4	520
14-04-08		6,67	53	1,96							94	16	10	6	78				
21-04-08	5,4	6,75	63	2,25	0,77	5,54	0,36	2,45	10,20	390	108	17	7	10	91	1,5	57	1,9	420
28-04-08		6,85	73	2,40							103	16	9	7	87				
05-05-08	5,4	6,76	62	2,22	0,76	6,06	0,43	2,75	10,20	420	103	16	9	7	87	1,6	70	2,7	520
13-05-08		6,32	30	1,50							112	12	7	5	100				
19-05-08		7,37	167	3,81							121	18	7	11	103				
26-05-08	6,2	7,19	136	3,41	0,84	6,51	0,38	2,75	10,70	310	146	14	5	6	132	1,6	148	1,9	430
09-06-08	7,7	7,38	260	5,77	1,16	6,50	0,75	3,65	10,50	210	134	31	11	20	103	2,4	296	5,3	530
07-07-08	6,0	7,06	111	3,10	0,94	6,03	0,45	3,26	9,96	330	75	17	10	7	58	2,6	131	4,9	510
04-08-08	5,2	6,96	83	2,28	0,91	5,37	0,43	2,90	8,86	280	59	13	9	4	46	3,9	101	6,6	510
01-09-08	5,2	6,91	79	2,28	0,68	5,69	0,40	2,33	10,20	240	59	12	7	5	47	2,9	72	0,5	450
06-10-08	5,2	6,70	75	2,11	0,83	5,32	0,77	2,93	9,12	340	82	20	14	6	62	3,3	80	7,3	650
20-10-08	4,9	6,63	62	2,00	0,81	4,86	0,69	2,96	8,27	430	110	23	17	6	87	3,2	68	8,2	640
03-11-08	5,6	6,59	59	2,08	0,89	5,90	0,65	3,02	10,40	440	76	21	15	6	55	2,3	60	4,2	550
17-11-08	4,4	6,42	40	1,43	0,65	4,69	0,52	2,45	8,06	310	97	35	25	10	62	4,2	40	6,3	450
08-12-08	5,4	6,41	46	1,70	0,83	6,32	0,52	2,90	10,6	470	78	19	12	7	59	2,9	46	3,3	590
<b>Snitt</b>	5,5	6,52	71	2,26	0,83	5,94	0,51	2,80	10,20	364	102	18	12	7	83	2,30	77	4,2	509
<b>St.dev.</b>	0,7	0,37	57	1,01	0,12	0,65	0,13	0,31	1,16	73	22	6	5	4	22	0,93	65	2,1	69
<b>Median</b>	5,4	6,65	61	2,04	0,82	6,05	0,45	2,75	10,20	390	109	17	10	6	89	2,15	58	4,0	515
<b>Min.</b>	4,4	6,13	23	1,38	0,65	4,69	0,36	2,33	8,06	210	59	12	5	2	46	1,20	15	0,5	420
<b>Max.</b>	7,7	7,38	260	5,77	1,16	7,34	0,77	3,65	12,70	470	146	35	25	20	132	4,20	296	8,2	650

**Ogna 2008. Stasjon O6 Lindtjørnhølen**  
 (prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
21-01-08	5,14	6,36	1,72
04-02-08	5,94	6,25	1,79
11-02-08	5,56	6,37	1,77
18-02-08	5,48	6,43	1,83
25-02-08	5,79	6,40	1,80
03-03-08	5,76	6,32	1,61
10-03-08	5,35	6,30	1,65
17-03-08	5,62	6,40	1,81
25-03-08	5,52	6,33	1,78
31-03-08	5,01	6,38	1,75
07-04-08	5,08	6,52	1,80
14-04-08	5,25	6,63	2,06
21-04-08	5,39	6,82	2,13
28-04-08	5,49	6,89	2,37
05-05-08	5,33	6,83	2,14
13-05-08	5,15	6,39	1,63
19-05-08	6,52	7,38	4,26
26-05-08	6,13	7,49	3,79
09-06-08	7,51	7,74	5,87
22-06-08	6,07	6,89	2,93
07-07-08	5,60	7,10	3,27
21-07-08	4,40	6,80	2,40
04-08-08	3,50	6,80	2,50
18-08-08	4,60	6,90	2,50
01-09-08	5,30	6,80	2,30
15-09-08	4,80	6,90	2,66
06-10-08	4,70	6,70	1,98
20-10-08	4,70	6,70	2,09
17-11-08	4,00	6,20	1,55
23-11-08	4,80	6,20	1,66
08-12-08	5,00	6,10	1,95
19-12-08	4,60	6,50	1,94
<b>Snitt</b>	5,28	6,52	2,29
<b>St.dev.</b>	0,74	0,39	0,91
<b>Median</b>	5,32	6,58	1,97
<b>Min.</b>	3,50	6,10	1,55
<b>Max.</b>	7,51	7,74	5,87

# Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Ognå 15.05.2008.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Nematoda</b>	1	1	1				2	1				3	4			3	3	
<b>Oligochaeta</b>	8	20	4	4		3	1	3	12		1	3	13		2	3		14
<b>Acari</b>	6	7	3	2	4	12	29	6	3		5	6	11	5	12	3	1	8
<b>Bivalvia</b>											9							
* <i>Pisidium</i> sp.			6			6		5		96				24				
<b>Gastropoda</b>																		
*** <i>Gyraulus acronicus</i>			12				1			5			11					
*** <i>Lymnaea peregra</i>							1			7								
*** <i>Acroloxus lacustris</i>							11											
*** <i>Potamopyrgus antipodarum</i>										22								
<b>Anisoptera</b>																		
<i>Cordulegaster boltoni</i>																7		
<b>Ephemeroptera</b>																		
*** <i>Baetis rhodani</i>	26	67	15			17	53	4	5		1	18	154	32				5
*** <i>Baetis niger</i>														1				
*** <i>Baetis muticus</i>														7				
*** <i>Baetis</i> sp.cf.fuscatus/scambus							11		6			1		1				
*** <i>Baetis</i> sp.	4								1		24	1	8					
*** <i>Caenis luctuosa</i>			1				3			8				1				
*** <i>Caenis horaria</i>										1								
** <i>Heptagenia sulphurea</i>						2		1						1				
<i>Leptophlebia</i> sp.				1														
<i>Leptophlebia vespertina</i>			1		6										4	3	3	
<b>Plecoptera</b>																		
<i>Amphinemura borealis</i>	2		20	3			7	2	1		2		9	5	3			1
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	1	1						1			2						5	4
<i>Amphinemura</i> sp.standfussi				1		1												
<i>Amphinemura</i> sp.				7				2				4						
<i>Leuctra hippopus</i>									2									
<i>Leuctra</i> sp.cf.fusca/digitata	6	8	16	5	2		1	10	16		20	3	21	2	3			1
<i>Leuctra</i> sp.									9							2		
<i>Protonemura meyeri</i>												1						
<i>Nemoura cinerea</i>			1	2											1		7	
<i>Nemurella pictetii</i>				1														
<i>Nemouridae</i> indet.									6					2		1		3
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>											3							
<i>Brachyptera risi</i>													1				4	
** <i>Isoperla grammatica</i>						1					3			1				
<b>Trichoptera</b>																		
<i>Oxyethira</i> sp.					10			1							1			
** <i>Hydroptila</i> sp.			1		1									1				
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	8	7	9		1	7	2	4		30	11	14	3	2	1	2	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			4				1							14	2	2		
<i>Polycentropus irroratus</i>					1									4				
<i>Plecoptera conspersa</i>					2								2			4		
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			31							20								
<i>Limnephilus</i> sp.			1							1								
<i>Halesus radiatus</i>		3	1	1						1					1	1		1
<i>Potamophylax cingulatus</i>													1					
<i>Limnephilidae</i> indet.										1								
<i>Athripsodes cinereus</i>			2															
<i>Athripsodes</i> sp.			5					1		40								
<i>Ceraclea senilis</i>			1															
<i>Goera pilosa</i>										3								
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>			1			5	7	12	1					5				

Vedlegg C1. Forts.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
** <i>Tinodes waeneri</i>										3					3			
** <i>Lepidostoma hirtum</i>							4	4										1
** <i>Sericostoma personatum</i>													5					
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	7	9	7	1		1	5	3	8			11	2	44	2			1
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>							1	2										
** <i>Hydropsyche sp.</i>						1	1						1					
** <i>Wormaldia sp.</i>				30			1		78					11				34
Philopotamidae indet.									37		4			6	1			7
** <i>Agapetus ochripes</i>	2	1																
Trichoptera indet.p							1											
<b>Chironomidae</b>	113	49	70	106	121	107	240	78	38	154	160	160	91	203	111	212	39	167
<b>Ceratopogonidae</b>	1	5	3	2			1	3	1	2		1		1		2	1	2
<b>Simuliidae</b>		4	7	13	3		18	6	137	149	11	1	6		2	127	29	16
<b>Tipuloidea</b>																		
Dicranota sp.		3			1						2		4			2		
Tabanidae indet.				1														
Limonidae indet.										1					1	2		1
<b>Diptera</b>																		
Empididae indet.	16	2	2	1	1	4	6		9	2	11	10	2		3	1	6	61
<i>Antocha vitriprennis</i>								1										
<b>Coleoptera</b>																		
<i>Elmis aenea</i>	7	6	6	2		5	25	5		2	12	7	28	55	7			28
<i>Limnius volckmari</i>	8	17	8					1		2	1	11	9	3	1			3
<i>Oulimnius tuberculatus</i>										5								
Dytiscidae indet.									1									
<i>Elodes sp.</i>													1					
<i>Heloporus sp.</i>														1				
<b>Collembola</b>									1				2	1	1			1
<b>Crustacea</b>																		
Ostracoda indet.										5					2			
Chydoridae indet.					4				2						1			
Harpacticoida															1	1		
<b>Sum</b>	209	208	239	192	157	166	438	154	378	530	301	252	388	446	167	377	100	361
<b>Forsuringsindeks 1</b>	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,5	0	0	1
<b>Forsuringsindeks 2</b>	1,00	1,00	0,91	0,50	0,50	1,00	1,00	0,77	0,85	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,00	0,00	1,00

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



Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Ogna 30.09.2008.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<b>Nematoda</b>		1	1	1		1		1	1								1	
<b>Oligochaeta</b>	9	11	21	5	4		2	2	2	3	6	10	1	4			6	9
<b>Acari</b>	1	2	7	2	1		2	31	3	1	2		15	2	2	1	2	18
<b>Hirudinea</b>													8					
*** <i>Glossophonia complanata</i>			1							1								
<b>Gastropoda</b>																		
*** <i>Gyraulus acronicus</i>			45							7					23			1
*** <i>Lymnaea peregra</i>			4				1			2								
*** <i>Potamopyrgus antipodarum</i>										20								
<b>Bivalvia</b>																		
* <i>Pisidium sp.</i>			62					7		102					6			
<b>Zygoptera</b>																		
Ubestemt liten																2		
Anisoptera																		
<i>Cordulegaster boltoni</i>					2													
<i>Orthetrum coerulescens</i>					1													
Ubestemt liten																		1
<b>Ephemeroptera</b>																		
*** <i>Baetis rhodani</i>	32	7		34		30	26	11	4		42	29	130	8	4			5
*** <i>Baetis niger</i>			9	4		9		6					13		4			1
*** <i>Baetis muticus</i>															3			
*** <i>Baetidae indet.cf.cloeon/centroptilum</i>			5					1										
*** <i>Caenis luctuosa</i>			87				8	14		21					20			
** <i>Ameletus inopinatus</i>																		
** <i>Heptagenia sulphurea</i>				2		4	4	3			1				2			
<i>Heptagenia sp.</i>								1										
<i>Leptophlebia marginata</i>			8	2	16		1						1	13				
<i>Leptophlebia vespertina</i>			26		56				1									8
<i>Leptophlebia sp.</i>														1	4	7		
<b>Plecoptera</b>																		
<i>Amphinemura borealis</i>		29		4		8	2	29	1		4						4	1
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	11	1		9					1		14		2	2			2	5
<i>Amphinemura sp.</i>															2			9
<i>Leuctra hippopus</i>	3	3	1	4	2	4			6		10		14	17	4		2	7
<i>Leuctra sp.</i>	2			1	1			1					1					1
<i>Protonemura meyeri</i>		2		19		2	1		6		8	4	24	18	1		2	7
<i>Nemoura cinerea</i>			4								1							1
Nemouridae indet.																		2
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	1	6	2	1				3			10	1	2					
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>														1				
<i>Brachyptera risi</i>									1				3					36
** <i>Isoperla grammatica</i>							2	11			1				3			
** <i>Isoperla sp.</i>		1				6												
<b>Trichoptera</b>																		
<i>Potamophylax sp.</i>																		
<i>Oxyethira sp.</i>			16	1	12		4		63				1	1	13	5	1	1
** <i>Hydroptila sp.</i>															1			
<i>Rhyacophila nubila</i>	7	9	1	6		1	5	8	2		1	1	22	4			3	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			36	2	12		5	1	1		4		13	3	7	4		
<i>Polycentropus irroratus</i>			2															
<i>Neureclipsis bimaculata</i>			29					3		72			1					
<i>Plecoptera conspersa</i>	1				4						1		3			2	3	
<i>Polycentropodidae indet.</i>					1													
Limnephilidae indet.										1			4					
<i>Ecclisopteryx dalecarlica</i>		1																
<i>Mystacides azurea</i>			1															
<i>Athripsodes sp.cf aterrimus ?</i>			31															

Vedlegg C2. Forts.

Stasjon	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
<i>Athripsodes sp.</i>			19							1								
<i>Limnephilus rhombicus</i>																2		
** <i>Tinodes waeneri</i>			2										1	1				
<i>Agrypnia sp.</i>																1		
** <i>Apatania sp.</i>	1																	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>						4	10	11		1							2	2
** <i>Sericostoma personatum</i>													8					
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>		1				9	4	5	5	1					1			2
** <i>Hydropsyche siltalai</i>		2		23		5	5	1	38	1	3		1	3	2			6
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>						1	4	10			1							
** <i>Hydropsyche sp.</i>								1	10				1					
<i>Leptoceridae indet.</i>								6										
** <i>Agapetus ochripes</i>			1															
<i>Goera pilosa</i>										1								
<b>Chironomidae</b>	123	25	170	33	90	29	111	281	74	282	92	55	167	52	79	46	42	134
<b>Ceratopogonidae</b>	2		10					1	1	1				1	1			5
<b>Simuliidae</b>	1		2	15	4	1		1	47	32	1	3	15	13	2		152	16
<b>Diptera</b>																		
Empididae indet.	6	7		1			4	7	3			2	5	2				92
Indet.									1	1			1		1		1	1
Dixidae indet.									1									
Muscidae indet.										2			4					
Tipuloidea																		
<i>Dicranota sp.</i>	1	7									7		2					
<i>Tipula sp.</i>	1	4								1								
Tabanidae				1														
Limonidae indet.													2	1	2	1		1
<b>Coleoptera</b>																		
<i>Elmis aenea</i>	1	8	1	1		6	3	10			2	3	36	9	8			57
<i>Limnius volckmari</i>	1	9	17	2				4		3	4	3	6		1			2
<i>Olimnius tuberculatus</i>			16							7								
Gyrinidae indet.								2	1	5								
<i>Elodes sp.</i>																		2
<b>Megaloptera</b>																		
<i>Sialis fuliginosa</i>		1																
<b>Neuroptera</b>																		
Indet. Ubestemt			1															
Collembola									2				1				3	1
<b>Crustacea</b>																		
Ostracoda indet.			6							3								2
Cyclopoida					1				1							1		
<i>Bosmina sp.</i>			1															
Chydoridae indet.			1		11			5	12				1		1	4		
Calanoida			5															
Macrotrichidae indet.			2		2											2		
<i>Euryercus lamellatus</i>			1		5											1		
<i>Holopedium gibberum</i>			1															
Harpacticoidae								1										
<b>Sum</b>	204	137	655	173	225	120	204	480	287	572	215	111	508	157	196	76	276	392
<b>Forsuringsindeks 1</b>	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0,5	1
<b>Forsuringsindeks 2</b>	1,00	0,67	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	1,00	0,79	1,00	1,00	1,00	1,00	0,71	1,00	0,00	0,50	0,69

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

# Rødneelva

Koordinator og ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo  
Ansvarlig overvåking fisk: Svein Jakob Saltveit, LFI, Universitetet i Oslo, P.boks 1172 Blindern, 0318 Oslo

## 1 Innledning

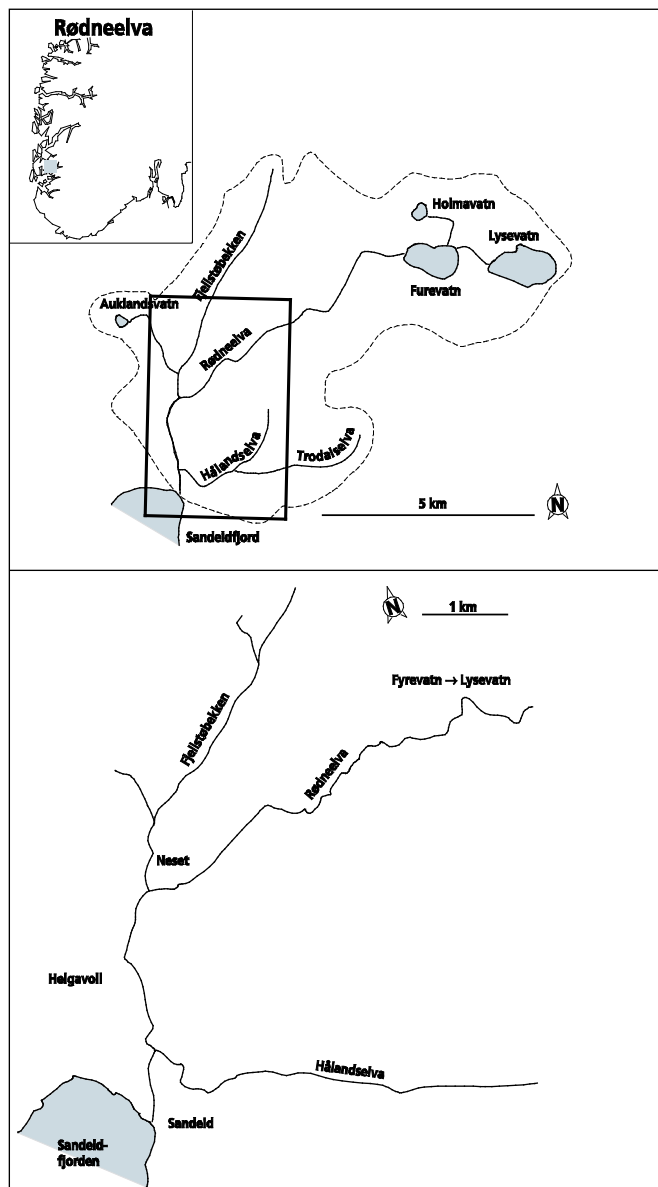
### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnummer:	038.3Z
Fylke, kommune:	Rogaland fylke. Vindafjord kommune.
Areal, nedbørfelt:	61,2 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	70-80 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	4,9 m <sup>3</sup> /s
Vassdragsregulering:	Elvekraftverk med avløp rett nedenfor Rødnefoss på toppen av lakseførende strekning ble etablert i 2006
Kalket siden:	Kalkingsplan iverksatt fra august 1996.
Lakseførende strekning:	3,6 km, til like ovenfor samløpet mellom Rødneelva og Fjellstølbekken. Fisk kan også vandre et stykke opp i Hålandselva.

Rødneelva har sine kilder nær de to største vannene i nedbørfeltet; Lysevåtn og Furevåtn, og drenerer i sørvestlig retning til utløpet i Sandeidfjorden. De høgstliggende områdene i vassdraget strekker seg over 800 m o.h., og store deler av feltet utgjøres av heiområder over skoggrensen, som ligger rundt 400 m o.h.. I dalførene er det relativt store myrområder. De største sidevassdragene er Fjellstølbekken (12,7 km<sup>2</sup>) og Hålandselva/Trodalselva (11,9 km<sup>2</sup>) (Figur 1.1). De renner sammen med hovedelva ved hhv. Neset og Austbø.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Laksestammen er truet.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurningsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	I smoltfiseringsperioden: pH 6,2 (15.feb. – 31.mars), pH 6,4 (1.april – 31.mai). Resten av året pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Innsjøene Holmavåtn, Furevåtn og Lysevåtn, øverst i hovedstrengens nedbørfelt, ble første gang kalket i august 1996. Kalking med en doserer ved Neset, som ligger i øvre del av lakseførende strekning. Denne har vært i drift fra våren 1997. Auklandsvåtn i sidefeltet Fjellstølbekken har vært kalket siden 1989.



Figur 1.1. Rødneelva med nedbørfelt.

Mengde kalk tilført vassdraget har i perioden 1998-2008, variert mellom 75 (2008) og 387 tonn (1999) CaCO<sub>3</sub>. Kalkmengden har variert fra år til år og det er ikke registrert noen klare trender mht. kalkforbruk. Årlig kalkforbruk i siste 5 års periode er vist i **Tabell 1.1**.

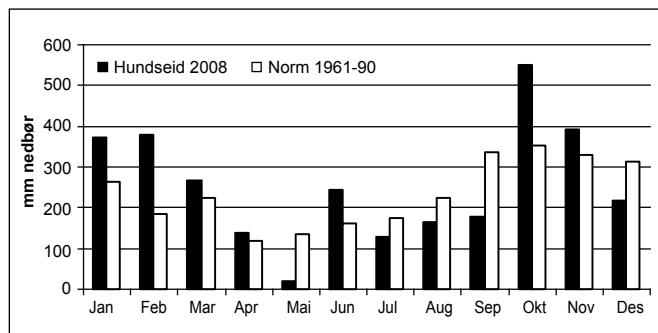
**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Rødneelva årene 2004-2008. Det er brukt kalktype VK3 eller fint kalksteinsmel i både doserer og innsjøer. Alle verdier er oppgitt i 100 % CaCO<sub>3</sub>.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Kalkdoserer Neset	81		38	100	34
Innsjøer	76		41	41	41
Sum	157		79	141	75

### 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon ved Hundseid (**Figur 1.2**): Månedlig nedbør i 2008. Ufullstendige data for desember.

Årsnedbør 2008, unntatt desember: 2881 mm  
 Normalt, unntatt desember: 2502 mm  
 % av normalen, unntatt desember: 115 %



**Figur 1.2** Månedlig nedbør i 2008 ved meteorologisk stasjon ved Hundseid (Vindafjord), og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 (data fra DNMI 2009). Ufullstendige data for desember.

**Det finnes ingen vannføringsmålinger fra Rødneelva.**

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, 7584 Trondheim

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

## 2.1 Innledning

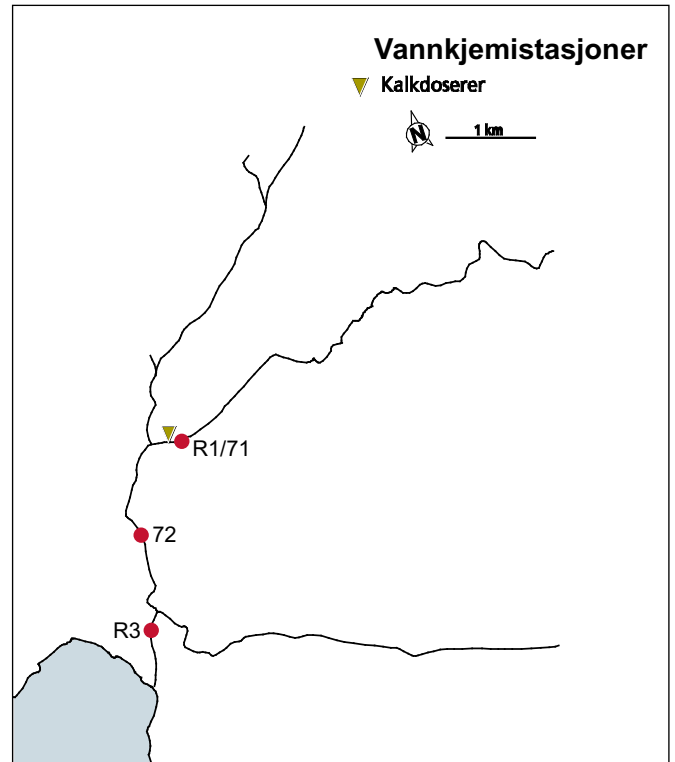
Rødneelva ble i 1976 inkludert i et vannkemisk overvåkingsprogram for norske vassdrag («Elveserien») i regi av Fiskeforskningen ved Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk, senere Norsk Institutt for Naturforskning. Det er tatt prøver fra en stasjon i hovedløpet (v/ Helgavoll) før samløp med Hålandselva.

I forbindelse med kalkingsplanen ble stasjonsnett utvidet fra 1997 til å omfatte fem stasjoner i vassdraget (R1-R5). Tre stasjoner (R1-R3) er etablert i hovedelva; R1 (Rødneelva v/Neset, oppstrøms kalkdoserer), R2 (Rødneelva v/Neset, nedstrøms kalkdoserer), R3 (Rødneelva v/Sandeid) (**Figur 2.1**). Stasjon R4 og R5 ligger henholdsvis i sideelvene Fjellstølbekken og Hålandselva. Fra 1999 har stasjonene R1/71 og 72 (Helgavoll) inngått i Direktoratet for naturforvaltnings vannkemikontroll i Rødneelva, mens stasjon R2 er tatt ut av programmet. I juni 2006 ble overvåkingsprogrammet endret noe slik at stasjonene i Fjellstølbekken og Hålandselva ikke lenger er med i kalkingsovervåkingen. M-lab AS i Stavanger har gjennomført analysene for vannkemikontrollen frem til og med juni 2008 og VestfoldLAB AS i siste halvår av 2008. Analysesenteret i Trondheim utfører analysene for effektkontrollen.

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkemisk måloppnåelse

Med bakgrunn i de vannkemiske dataene for 2008 er ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende. 29 % av pH-verdiene ved Helgavoll, hovedstasjonen på anadrom strekning, var under vannkvalitetsmålet minus 0,3 pH-enheter og bare et fåtall målinger viste pH-verdier over målet i smoltifiseringsperioden (**Figur 2.2**). Lenger ned i vassdraget, ved Sandeid, er det tatt færre prøver, og her var seks av ti pH-verdier i smoltifiseringsperioden under vannkvalitetsmålet minus 0,3 pH-enheter.



Figur 2.1 Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Rødneelva.

### Vannkvaliteten i 2008

Ved Helgavoll (Lok. 72) lå pH i 2008 mellom 5,4 og 7,2 med et årsgjennomsnitt på 6,0 (**Tabell 2.1**). Konsentrasjonen av kalsium lå mellom 0,6 og 3,7 mg/l, årsgjennomsnitt var 1,3 mg/l. I den nederste delen av elva, ved Sandeid (R3) var pH i 2008 mellom 5,5 og 7,1, med et årsgjennomsnitt på 6,1 (**Tabell 2.1**). Innholdet av kalsium var mellom 0,6 og 3,1 mg/l og verdiene for alkalitet mellom 4 og 132  $\mu\text{ekv/l}$  (**Tabell 2.1**). Nivåene ligger innenfor det som er målt de siste syv årene. Oppstrøms kalkdosereren ved Neset (R1/71) lå pH mellom 4,8 og 6,5, årsgjennomsnittet var 5,5 (**Tabell 2.1**). I store deler av 2007 og 2008 lå pH-verdiene ved denne stasjonen lavere enn det som ble målt i 2006.

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) for 2008, Rødneelva.

Nr	Stasjon		pH	Ca	Alk	Tot-Al	Um-Al	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mg C/l	µekv/l
1/71	Neset, oppstr.	Mid	5,49	0,91					
		Min	4,80	0,41					
		Maks	6,52	1,96					
72	Helgavoll	Mid	5,95	1,30					
		Min	5,40	0,61					
		Maks	7,17	3,65					
3	Sandeid	Mid	6,12	1,41	48	56	4	2,4	56
		Min	5,54	0,57	4	26	1	1,2	9
		Maks	7,07	3,06	132	129	10	7,0	145

Innholdet av aluminium var generelt lavt nederst i vassdraget (**Figur 2.3**). Konsentrasjonen av total aluminium (Tot-Al) var stort sett < 100 µg/l. Uorganisk monomert aluminium (Um-Al) var med få unntak < 6 µg/l, høyest i juni med 10 µg/l. Verdiene var på nivå med det som er målt tidligere ved denne stasjonen.

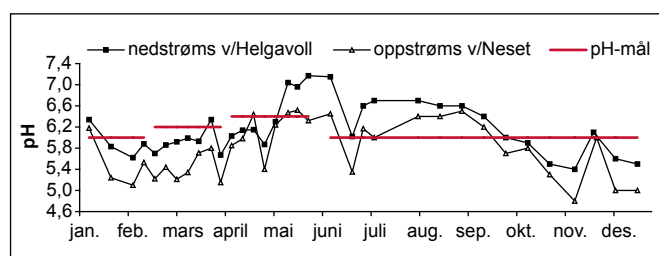
Innholdet av Tot-P og Tot-N i 2008 var lavt (**Vedlegg A.1**). En prøve fra oktober er tatt ut fordi den viste en unormalt høy verdi av Tot-P (14,6µg/l), noe som sannsynligvis skyldes at prøven var forurenset av bunnsediment. Tot-P varierte ellers mellom 0,5 og 8,8 µg/l og årsgjennomsnittet var 2,0 µg/l. Tot-N hadde et gjennomsnitt på 269 µg/l og varierte mellom 180 og 370 µg/l. Målinger av organisk karbon (TOC) i 2008 viste enkelte høye verdier (**Vedlegg A.1**). TOC varierte mellom 1,2 og 7,0 mg C/l med årsgjennomsnitt på 2,4 mg C/l.

### Langtidstrender

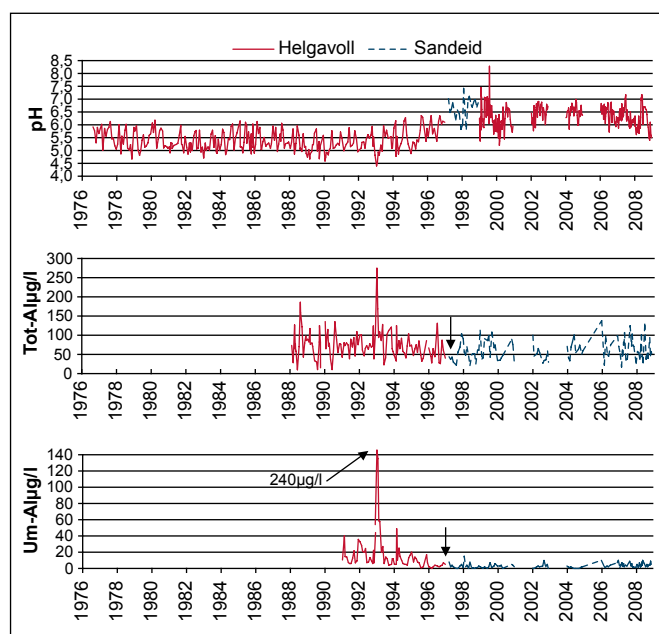
De nedre deler av vassdraget har fått en langt gunstigere vannkvalitet over året etter at kalkdosereren ved Neset kom i drift i løpet av våren 1997. I perioden 1997-1998 ble det tatt vannprøver ved Sandeid (**Figur 2.3**). For øvrig er dataene, både før og etter kalking, fra Helgavoll. Etter kalking har pH på denne stasjonen etter hvert blitt mer stabil med verdier mellom 6,0 og 7,0.

Målinger av totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al) ble startet opp i 1988 ved Helgavoll, og fortsatte frem til og med 1996. Fra og med mars 1997 er tilsvarende målinger hentet fra stasjonen ved Sandeid (R3) (**Figur 2.1** og **2.3**). Konsentrasjonen av Tr-Al ved Helgavoll viste store variasjoner med verdier opp mot 300 µg/l i årene før kalking. Ved de fleste måletidspunktene var imidlertid verdiene under 100 µg/l, og etter kalking er verdier over 100 µg/l sjeldent målt (**Figur 2.3**). Før oppstart av kalkdosereren varierte konsentrasjonen av Um-Al (Helgavoll) mellom <6 og 240 µg/l, men de fleste verdiene lå under 50 µg/l. Etter kalking har konsentrasjonen av Um-Al stort sett vært

mindre enn 6 µg/l, men disse målingene er fra Sandeid (R3) og er derfor ikke direkte sammenlignbare med dataene fra stasjonen ved Helgavoll.



**Figur 2.2.** pH i Rødneelva oppstrøms kalkdosereren ved Neset (R1) og nedstrøms ved Helgavoll (72) i 2008.



**Figur 2.3.** pH og konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) i nedre deler av Rødneelva i perioden 1976-2008. Pil angir tidspunkt for driftsstart av kalkdoserer. pH-målinger mangler fra målestasjonen v/Helgavoll (72) for 1997-1998, mens målinger av Tot-Al og Um-Al er fra målestasjonen v/Sandeid (R3) for 1997-2008. Tot-Al ble fram til og med 1999 målt som totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al).

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup> og Sven-Erik Gabrielsen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

<sup>3</sup>LFI-UNIFOB, Universitetet i Bergen, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen

## 3.1 Innledning

Rødneelva var tidligere preget av forurengning, og laksestammen ble klassifisert som truet (Sivertsen 1989). I forbindelse med overvåking av forurengingssituasjonen i vassdraget, er det gjennomført undersøkelser på ungfisk i Rødneelva i 1985, 1987, 1988 og 1991-95 (SFT 1996). I sammenheng med kalkingstiltakene som ble iverksatt i august 1996 (innsjøkalking) og våren 1997 (doserer), ble undersøkelsene videreført fra 1996 innenfor "Effektkontrollen av kalking", men med et redusert antall stasjoner i forhold til tidligere (Larsen 1997). I 2001 ble vassdraget tatt ut av den ordinære overvåkingen, men et redusert fiskebiologisk program ble likevel gjennomført dette året av Fylkesmannen i Rogaland (Helgøy *et al.* 2002).

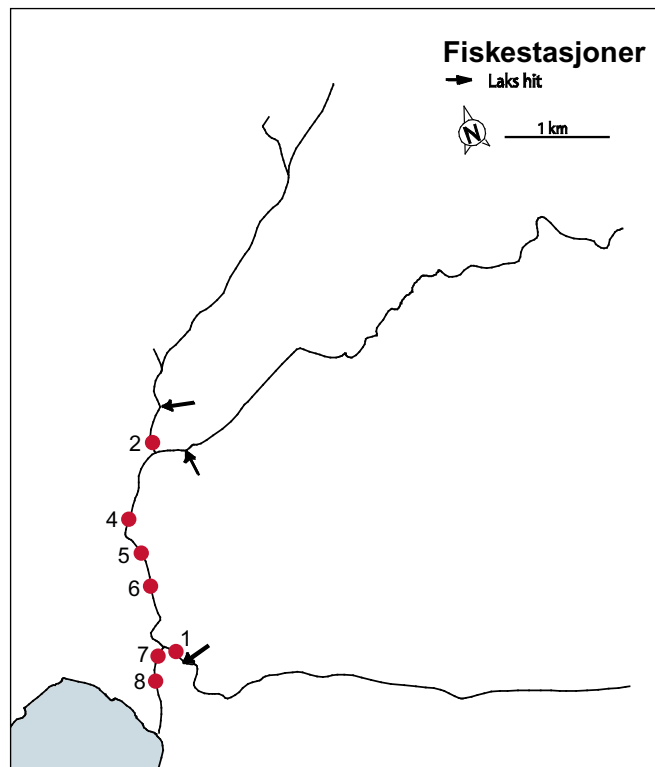
Fra 1999 er det ikke produsert yngel for utsetting i vassdraget, og alle laks- og ørretungene som fanges er derfor et resultat av naturlig gyting.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 7 stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i november 2008 (**Figur 3.1**). For en mer utførlig beskrivelse av metodikk vises det til foran i rapporten. Telling av gytefisk ved dykkeregistreringer ble utført som en separat undersøkelse utført av LFI-Unifob 4. november i 2008.

## 3.2 Resultater

### Ungfiskundersøkelser

I Rødneelva ble det fanget til sammen 291 laksunger og 70 ørretunger (**Tabell 3.1**). Antallet laks var noe lavere enn i 2006 og 2007, mens antall ørret var langt lavere. Laks- og ørretunger ble påvist på alle stasjonene. Det ble ikke fanget andre fiskearter.



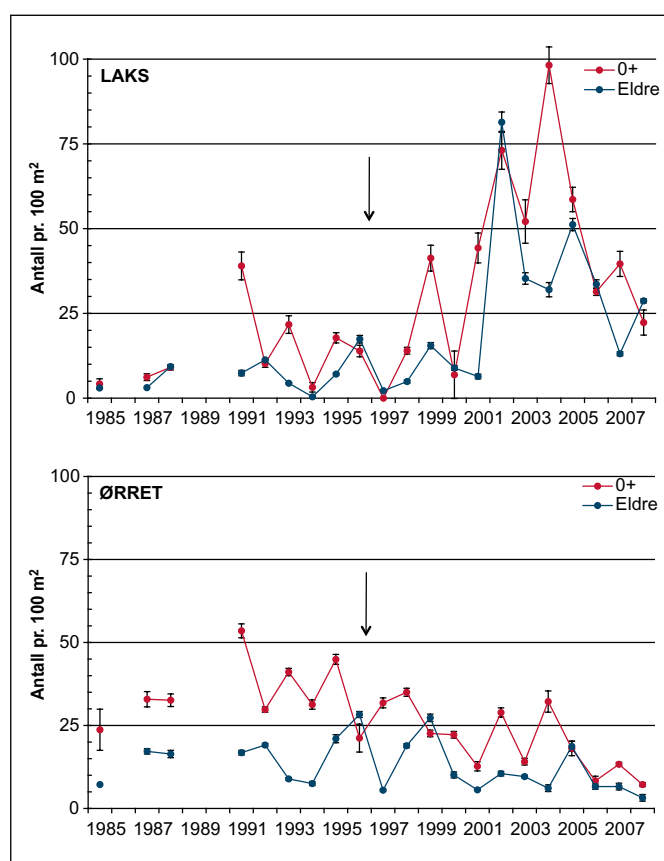
**Figur 3.1** Kart over Rødneelva med stasjoner for innsamling av fisk avmerket. Piler marker vandringstopp for laksen.

### Laks

Den totale tettheten av årsunger (0+) ble høsten 2008 beregnet til bare 22 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger, hovedsakelig 1+, var høyere enn den beregnet for 0+; 29 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 1 og 6. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble beregnet på stasjon 1 og 5, med tettheter som var større enn ca. 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Det var bare stasjon 8 som hadde spesielt lave tettheter av eldre laksunger (**Tabell 3.1**).

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Rødneelva i november 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk			Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	82	80	24	0	45	70	17	12
2	159	48	19	0	16	25	10	3
4	99	34	9	0	20	25	8	4
5	80	40	3	0	20	36	3	1
6	100	43	5	0	30	25	4	1
7	91	38	4	0	18	26	4	1
8	89	8	6	0	5	5	6	1
Tot.	700	291	70	0	22 ± 4	29 ± 1	7 ± 1	3 ± 1
Gj.sn.					22 ± 9	30 ± 15	7,5 ± 3	3,4 ± 3



Figur 3.2. Beregnet tetthet av laks- og ørretunger i Rødneelva i perioden 1990 til 2008. Data fra før 2006 er fra Larsen et al. (2006). Pil angir tidspunkt for kalkingsstart.

### Ørret

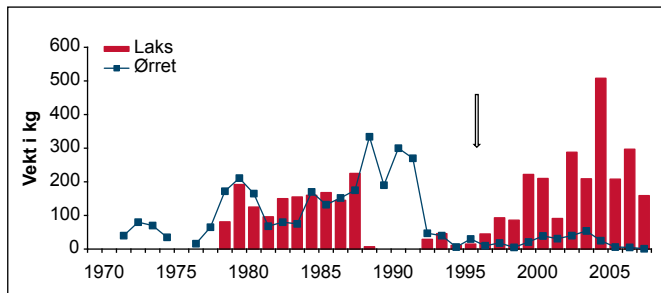
Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til 7 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, som er nesten en halvering i forhold til 2007 (Figur 3.2). Tettheten av eldre ørretunger var også lav; 3 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Den høyeste tetthet av årsunger og eldre ørretunger ble beregnet på stasjon 1.

### Fangststatistikk

Den offentlige fangststatistikken for Rødneelva strekker seg tilbake til 1972 (Figur 3.3). Fram til 1978 ble det bare rapportert fangster av sjøørret, og det er ukjent om dette kommer av at det ikke ble tatt laks på den tiden. Fra og med 1979 inngår også laks i fangstene, og fram til 1988 var samlet fangst av begge arter mellom 100 og 200 kg. Laksebestanden ble vurdert som truet, og i perioden 1989-92 ble det innført forbud mot å fiske laks. I denne perioden ble det fanget mellom 200 og 300 kg sjøørret. De sju første årene etter at forbudet opphørte var fangstene av både laks og ørret svært lave, dvs. i en periode like før og like etter kalking. I 2000 økte fangstene igjen, men da bare av laks. Største fangst av laks kom i 2004, da det ble fanget 508 kg laks. I 2007 ble det fanget 297 kg laks, som er det nest høyeste utbyttet etter kalking, mens fangsten i 2008 på bare 159 kg er blant de laveste (Figur 3.3).

Fangstene av sjøørret har på den annen side vært svært lave etter 2000, og årlig fangst har vært lavere enn 50 kg. I de tre siste årene har sjøørretfangstene vært helt ubetydelige. I 2006 ble det bare fanget 6 kg, i 2007 5 kg og i 2008 bare 1 kg. Sammenlignes perioden etter 2000 med en tilsvarende lang periode før forbudet mot fangst av laks (de siste sju årene før), har det vært også vært en reduksjon i totalfangsten (laks og sjøørret), i tillegg til den betydelige endringen i fangstfordelingen mellom laks og ørret.





**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjørret i Rødneelva i perioden 1972 til 2008. Pil angir tidspunkt for start kalking. Forbud mot fiske av laks i perioden 1989 til 1992.

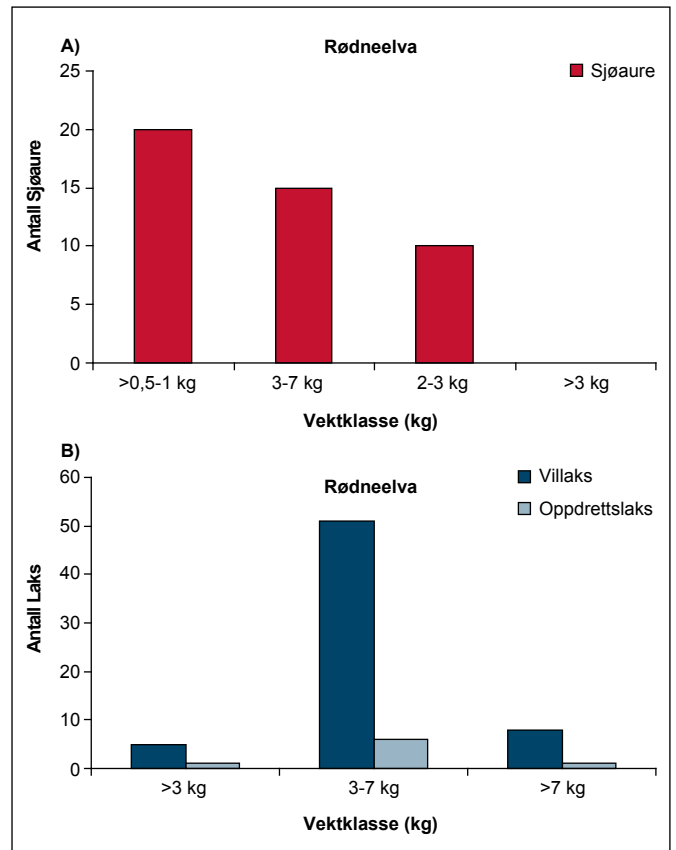
### Telling av gytefisk

Drivtelling av gytefisk har kun vært utført i 2008. Vassdraget ble delt i fire strekninger med en dykker på hver strekning. Tellingene ble utført 4. november. Dette kan ha ført til at noe av sjøauren var ferdig med gytingen. Laksen burde imidlertid i stor grad være på gyteplassene på denne tiden. I 2008 ble det totalt registrert 45 sjøaurer. Fangstrapporten for 2008 viste at det kun ble fanget en sjøaure, noe som gir et beregnet innsig på 46 sjøaurer. Størrelsesfordelingen av sjøaure observert ved dykkerregistreringene er vist i **Figur 3.4 A**. Tellingene av gytefisk i Rødneelva 2008, viser at antallet sjøaure var lavt i forhold til vassdragets størrelse.

Under gytefisktellingene i 2008 ble det observert 64 laks som ble klassifisert som villaks. Disse laksene var fordelt på 8 % smålaks, 80 % mellomlaks og 12 % storlaks (**Figur 3.4 B**). Ved dykking er det ikke mulig å skille all villaks og oppdrettslaks. I tellingene av villaks inngår det derfor noe rømt oppdrettslaks. Under tellingene i 2008 ble det registrert 8 oppdrettslaks (andel oppdrettslaks 11 %). Dykkerregistreringene gir en indikasjon på at det var en bra gytebestand av villaks i 2008. Fra fangststatistikken blir det opplyst om at det ble tatt 43 laks på sportsfiske i 2008, noe som tilsier at innsiget til elva var minimum 115 laks.

## 3.3 Diskusjon

Det ble funnet laksunger, både årsunger (0+) og eldre, på alle stasjonene i 2008. Tettheten av årsunger var langt lavere enn det som er beregnet andre år etter 2000, men den var høyere enn tetthetene på slutten av 1990-tallet (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av eldre laksunger var langt høyere enn i 2007, og er på nivå med tettheten i 2003, 2004 og 2006. Det var imidlertid en uvanlig høy tetthet av eldre laksunger i 2002 sammenlignet med alle undersøkte år (81 individ pr. 100 m<sup>2</sup>). Dette til tross for relativt moderate tettheter av 0+ året før (se Larsen *et al.* 2006). Forklaringen ligger i de lave vannføringene i den perioden da undersøkelser ble gjennomført i 2002 (se nedenfor). Tettheten av eldre laksunger viser en betydelig økning etter 2001, og med unntak av 2006 er denne generelt høy, og tettheten av eldre laksunger må karakteriseres som tilfredsstillende.



**Figur 3.4.** Kategorier av A) sjøaure og B) laks observert på gytefisk-telling Rødneelva i 2008.



Rødneelva i flom sett mot sammenløp med Hålandselva og stasjon 7.  
FOTO: S.J. SALTVEIT

For laks er det ingen sammenheng mellom tetthet av 0+ og påfølgende tetthet av eldre fisk året etter. Både høye og lave tettheter av 0+ ga økt tetthet av eldre laksunger påfølgende år. Rødneelva er et typisk flomvassdrag med svært variabel vannføring, hurtige skiftninger og variabelt vanddekket areal. Den manglende sammenheng mellom 0+ og eldre, at det er samvariasjon mellom 0+ og eldre tetthet som i 2002, og enkelte år med uforklarlige tettheter, kan skyldes faktorer knyttet til spredning av årsunger fra gyteområdene og metodiske problemer ved elfiske i elver der hele tverrsnittet ikke lar seg overfiske. Her er fisket avgrenset til arealer langs land. Liten vannføring kan derfor

gi høyere tettheter pr. arealenhet fordi fisken må stå på et mindre vanddekket areal (fortetning), mens mye vann kan gi lavere tettheter fordi fisk fordeler seg på et større område (Jensen og Johnsen 1988).

Elfisken i 2002 foregikk på lav vannføring, og fangbarheten var god for eldre laksunger. Dette forklarer mye av de høye tetthetene av eldre laksunger dette året. En fordobling i tetthet av den samme årsklassen som 1+ påfølgende år kan ikke forklares på annen måte enn ut fra vanddekket areal ved ulike vannføringer. Lav vannføring i 2002 gir også høye tettheter av 0+. Disse førte på sin side ikke til en tilsvarende økning i 1+ i 2003.

De lavere tettheter av 0+ i 2008 må delvis tilskrives de ustabile vannføringsforholdene forut for undersøkelsen og under selve gjennomføringen. Gjennom store deler av september og oktober var det flomvannføringer i elva. Fisken ble først gjennomført i november ved svært lave vanntemperaturer. Dette gjør at fisken, spesielt 0+, står nede i substratet og derfor vanskelig lar seg fange. Imidlertid har det vært en generell nedgang i 0+ tetthet etter toppåret i 2004. Selv om eldre fisk varierer noe i tetthet, fremkommer også her den samme tendensen etter 2002.

Det har vært stor variasjon både i utbredelse og tetthet av årsunger av laks på 1990-tallet. I noen år, også før kalking, var det årsunger på alle stasjonene, og tetthet av 0+ ble f. eks. i 1991 beregnet til ca. 40 ind. pr. 100 m<sup>2</sup>, dvs. på samme nivå som i 1999, 2001 og 2006. I 1994 var det 0+ på bare halvparten av stasjonene, og i 1997, dvs. første høst etter kalking, ble det ikke funnet 0+. Det var spesielt i øvre del av hovedvassdraget at tettheten var lav før kalking. Fjellstølbekken og Hålandselva hadde bedre vannkvalitet enn hovedvassdraget, og fungerte som refugier for laksungene (Larsen *et al.* 2006).

Bestanden av ørret økte på slutten av 1980-tallet, og tettheten av 0+ var 40-50 ind. pr. 100 m<sup>2</sup> på begynnelsen av 1990-tallet. Siden har det vært en jevn nedgang i tettheten av årsunger av ørret. Det var spesielt i den nedre delen av Rødneelva at tettheten av ørret yngel har avtatt. I 2006 var det enten ikke 0+ ørret på de nederste stasjonene, eller de forekom i svært lave tettheter (Saltveit *et al.* 2007). I 2007 var det 0+ ørret på alle stasjonene, men forholdet

i utbredelse var slik at det var de nederste stasjonene, dvs. nedenfor sammenløp med Hålandselva og stasjonen i Hålandselva, som hadde de høyeste tetthetene (Saltveit *et al.* 2008). Her ble det beregnet > 20 ørret 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>, mens det ovenfor var < 10 ørret 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>. Årsaken ble relatert til dårligere vannkvalitet på strekningen mellom Fjellstølbekken og Hålandselva, altså fra Rødneelva. På stasjonene på denne strekningen ble det også beregnet lavere tettheter av eldre laks- og ørretunger enn på de øvrige stasjonene. Det var imidlertid ikke spesielt lavere tettheter av 0+ laks på strekningen, slik at dette tydet på en episode i tidsrommet etter swimup for ørret, men før "swimup" for laks.

En negativ effekt på 0+ ørret i 2007 som nevnt ovenfor lar seg ikke uten videre spore ved å se på tettheter av eldre ørret i de ulike deler av elva i 2008, fordi den er jevnt over lav, med unntak av i Hålandselva (st. 1).

Sammenlignet med 2005 var det i 2006 en kraftig nedgang i tetthet av ørret, både årsunger og eldre. Tettheten av 0+ ørret økte i 2007, mens tettheten av eldre laksunger var den samme som i 2006. Likevel var tettheten av 0+ ørretunger i 2007 blant de laveste som er beregnet siden undersøkelsene startet. Tetthetene av 0+ og eldre ørret beregnet i 2008 er de laveste som er funnet siden undersøkelsene startet. Noe av årsaken til lave estimat kan tilskrives kaldt vann under fisket og at ørret da kan oppholde seg på områder undersøkelsen ikke dekker, dvs. i kulper og på dypere vann lenger ut i elva. Imidlertid er det mest nærliggende å anta at man er vitne til en nedadgående trend i bestandsutviklingen. En slik utvikling er også godt synlig i fangstutviklingen hos ørret.

Den lave tettheten av årsunger og en nedadgående trend i tetthet av både 0+ og eldre ørretunger forsterker altså inntrykket av at det har skjedd en reduksjon i ørretbestanden i Rødneelva, og at dette har skjedd etter kalking. Denne påstanden støttes av fangstutviklingen i elva. Fra å være en elv der laks og sjøørret utgjorde tilnærmet like store andeler av fangstene, utgjør laks etter 1997, dvs. etter iverksetting av kalking, mer enn 75 % av fangstene i Rødneelva. Fra 2005 var det mindre enn 5 % sjøørret i fangstene, mens det i 2008 bare var 0,6 %. Totalfangsten av anadrom fisk i elva har ikke økt etter kalking.

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### Vannkjemisk

Etter at kalkdosereren ved Neset kom i drift i løpet av våren 1997 har de nedre deler av vassdraget fått en gunstigere vannkvalitet over året, med høyere pH og lavere aluminium-konsentrasjoner. Med bakgrunn i de vannkjemiske dataene fra 2008 er ikke vannkvaliteten helt tilfredsstillende. 29 % av pH-verdiene ved Helgavoll var under vannkvalitetsmålet minus 0,3 pH-enheter, og bare et fåtall målinger viste pH-verdier over målet i smoltifiseringsperioden. Ved Sandeid var seks av ti verdier i smoltifiseringsperioden under vannkvalitetsmålet minus 0,3 pH-enheter.

### Fisk

Kalking av Rødneelva ble iverksatt fordi det ble konkludert med at laksebestanden var truet på grunn av økt forsuring. Fredning av laks i perioden 1989 til 1992, dvs. i perioden forut for kalking, gjør det vanskelig å avgjøre effekten av kalking som kom i gang i 1996. I årene 2000 til 2005 har det skjedd en økning i fangstene av laks til omtrent det nivået som var i perioden 1980 til 1989, og det er ikke urimelig å sette dette i sammenheng med kalking. Den kraftige reduksjonen i ørretfangster i fredningsperioden for laks kan tyde på at vannkvaliteten ikke var optimal før kalking. Den største endringen etter kalking er en betydelig reduksjon i fangst av sjøørret og i tettheten av ungfiskbestanden av ørret. Tellingene av gytefisk viser også at antallet sjøørret var lavt i forhold til vassdragets størrelse.

## 4.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Vannkvaliteten på den anadrome strekningen er noe ustabil og ligger i perioder under vannkvalitetsmålet i smoltifiseringsperioden. I forbindelse med etablering av et elvekraftverk i Rødneelva i 2006 ble det gjort en del endringer på kalkingsanlegget. Det ble bl.a. etablert nytt inntak og dosereren ble flyttet inn i kraftverket. Det er ikke meldt om større driftsproblemer ved kalkingsanlegget i 2008. I 2007 ble det registrert subletale effekter på bunndyr (ikke undersøkt i 2008), noe som indikerer at vannkjemien ikke var optimal. Det har vært en generell nedgang i tettheten av ungfisk av både ørret og laks de siste fire årene. Det er usikkert om dette kan ha sammenheng med reguleringen av vassdraget, og de endringene som ble gjort på kalkingsanlegget. Inntil videre vurderes det ikke som aktuelt å gjennomføre noen større endringer i kalkingsstrategien i Rødneelva.

## 5 Referanser

DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Hundseid, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.

Helgøy, S., Larsen, B.M. & Elnan, S.D. 2002. Rødneelva. Fisk. Fylkesmannen i Rogaland/NINA. Upublisert rapport 9 s.

Jensen, A.J. and 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. 1997. Rødneelva. 3 Anadrom fisk. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1: 218-219.

Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Saksgård, R. 2006. Rødneelva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 200-205.

Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E. og Pavels, H. 2008. Rødneelva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. I DN-notat 2-2008: 4s.

Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H. og Smedstad, F. 2007. Rødneelva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007: 4s.

SFT. 1996. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport - Effekter 1995. SFT Rapport 671/96, 193 s.

Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. NINA Utredning 10, 28 s.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi

**Rødneelva 2008. Stasjon R1/71 Neset oppstrøms**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
07-01-08	1,96	6,18	0,81
21-01-08	3,27	5,24	0,87
04-02-08	3,41	5,10	0,72
11-02-08	3,05	5,53	0,92
18-02-08	2,39	5,22	0,43
25-02-08	2,33	5,44	0,54
03-03-08	3,68	5,21	0,76
10-03-08	2,92	5,34	0,59
17-03-08	3,16	5,71	1,07
25-03-08	3,03	5,80	0,86
31-03-08	2,17	5,15	0,42
07-04-08	2,79	5,85	1,09
14-04-08	2,64	5,98	0,90
21-04-08	3,48	6,44	1,49
28-04-08	1,68	5,40	0,41
05-05-08	2,72	6,24	1,16
13-05-08	3,56	6,47	1,85
19-05-08	3,63	6,52	1,96
26-05-08	1,66	6,32	0,66
09-06-08	1,82	6,45	0,83
23-06-08	1,58	5,35	0,42
30-06-08	2,56	6,17	1,07
07-07-08	1,60	6,00	0,52
04-08-08	1,90	6,40	0,80
18-08-08	3,20	6,40	1,50
01-09-08	2,90	6,50	1,60
15-09-08	1,70	6,20	0,79
29-09-08	2,60	5,70	1,08
13-10-08	2,20	5,80	0,77
27-10-08	2,40	5,30	0,66
12-11-08	2,90	4,80	0,51
26-11-08	3,90	6,00	1,55
08-12-08	2,10	5,00	0,52
22-12-08	4,10	5,00	0,81
<b>Snitt</b>	2,68	5,49	0,91
<b>St.dev.</b>	0,72	0,53	0,41
<b>Median</b>	2,68	5,80	0,81
<b>Min.</b>	1,58	4,80	0,41
<b>Max.</b>	4,10	6,52	1,96

**Rødneelva 2008. Stasjon R72 Helgavoll**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
07-01-08	2,67	6,34	1,33
21-01-08	2,80	5,83	0,98
04-02-08	3,42	5,62	1,02
11-02-08	3,01	5,88	1,06
18-02-08	2,50	5,70	0,62
25-02-08	2,60	5,86	0,75
03-03-08	3,24	5,92	1,08
10-03-08	2,95	5,99	1,04
17-03-08	2,99	5,93	1,05
25-03-08	3,63	6,34	1,62
31-03-08	2,19	5,67	0,70
07-04-08	2,63	6,03	1,01
14-04-08	2,52	6,14	0,87
21-04-08	2,47	6,15	0,94
28-04-08	1,88	5,87	0,61
05-05-08	1,83	6,30	0,81
13-05-08	2,36	7,04	2,18
19-05-08	2,58	6,96	2,43
26-05-08	2,94	7,17	2,97
09-06-08	3,52	7,15	3,65
23-06-08	1,99	6,02	1,08
30-06-08	2,17	6,60	1,28
07-07-08	2,00	6,70	1,71
04-08-08	3,00	6,70	1,60
18-08-08	2,70	6,60	1,50
01-09-08	2,30	6,60	1,50
15-09-08	2,60	6,40	1,72
29-09-08	2,60	6,00	1,21
13-10-08	2,00	5,90	0,76
27-10-08	2,60	5,50	0,89
12-11-08	2,90	5,40	1,04
24-11-08	3,00	6,10	1,35
08-12-08	2,30	5,60	0,88
22-12-08	4,40	5,50	1,05
<b>Snitt</b>	2,68	5,95	1,30
<b>St.dev.</b>	0,55	0,49	0,66
<b>Median</b>	2,60	6,03	1,06
<b>Min.</b>	1,83	5,40	0,61
<b>Max.</b>	4,40	7,17	3,65

**Rødneelva 2008. Stasjon R3 v/Sandeid (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)**

Dato	Kond	pH	Alk	Ca	Mg	Na	K	SO <sub>4</sub>	Cl	NO <sub>3</sub>	Tot-AI	Tm-AI	Om-AI	Um-AI	Pk-AI	TOC	ANC	Tot-P	Tot-N
	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
07-01-08	2,7	6,34	37	1,04	0,42	2,56	0,27	1,97	4,39	300	26	17	16	1	9	1,4	17	1,2	370
04-02-08	3,4	5,54	4	0,87	0,57	3,91	0,25	1,67	7,44	160	58	25	20	5	33	1,9	9	1,8	220
03-03-08	3,2	5,89	17	1,19	0,50	3,40	0,33	1,64	6,29	210	55	22	21	1	33	1,3	29	1,8	250
25-03-08	3,6	6,31	34	1,50	0,50	3,69	0,43	2,03	6,57	290	37	18	11	7	19	1,2	38	1,1	350
07-04-08	2,6	6,06	21	0,85	0,39	3,14	0,23	1,44	5,09	160	56	26	21	5	30	1,8	31	1,4	270
14-04-08	2,5	6,10	26	0,85	0,37	2,59	0,29	1,50	4,43	140	77	26	24	2	51	2,6	26	1,8	290
21-04-08	2,4	6,04	23	0,94	0,35	2,59	0,21	1,41	4,28	180	61	23	21	2	38	1,8	30	0,5	250
28-04-08	1,9	5,67	14	0,57	0,24	1,96	0,26	1,20	2,97	150	101	32	29	3	69	3,6	20	8,8	330
05-05-08	1,8	6,10	24	0,81	0,24	2,01	0,15	1,20	2,90	110	49	19	16	3	30	1,4	36	1,2	220
13-05-08	2,3	6,93	81	1,95	0,26	1,89	0,14	1,11	2,86	110	44	13	9	4	31	1,3	92	0,5	180
19-05-08	2,6	6,93	98	2,36	0,32	2,11	0,18	1,20	3,10	120	45	15	6	8	30	1,3	119	1,0	230
26-05-08	3,0	6,97	126	2,70	0,34	2,21	0,24	1,47	3,34	130	32	10	6	4	22	1,5	130	1,6	300
02-06-08	3,1	7,07	132	3,06	0,35	2,15	0,21	1,52	3,24	160	28	14	<6	10	14	2,1	145	1,2	250
07-07-08	2,5	6,35	41	1,48	0,41	2,35	0,18	1,64	3,42	160	129	48	42	6	81	7,0	71	4,3	340
04-08-08	3,0	6,77	89	1,98	0,48	2,61	0,22	1,85	3,86	160	37	11	9	2	26	3,1	98	2,5	370
01-09-08	2,3	6,56	59	1,50	0,38	2,34	0,16	1,32	3,48	71	53	17	12	5	36	3,2	81	1,2	190
15-09-08	2,7	6,63	74	1,87	0,41	2,23	0,21	1,67	3,59	160	39	11	9	2	28	2,4	81	1,8	270
20-10-08	2,2	5,68	10	0,77	0,37	2,42	0,19	1,32	4,19	75	94	35	30	5	59	2,7	27	3,0	230
03-11-08	3,0	6,31	40	1,41	0,49	2,76	0,23	1,58	5,21	180	46	21	17	4	25	2,1	43	1,5	250
17-11-08	2,7	6,20	22	0,96	0,37	2,87	0,31	1,38	5,23	92	58	31	22	9	27	4,3	27	2,0	260
01-12-08	2,8	6,28	30	1,04	0,39	3,09	0,18	1,41	5,30	130	52	24	19	5	28	1,9	34	1,5	220
<b>Snitt</b>	2,7	6,12	48	1,41	0,39	2,61	0,23	1,50	4,34	155	56	22	17	4	34	2,4	56	2,0	269
<b>St.dev.</b>	0,5	0,30	38	0,68	0,09	0,56	0,07	0,25	1,30	58	25	9	9	3	17	1,4	41	1,8	56
<b>Median</b>	2,7	6,31	34	1,19	0,38	2,56	0,22	1,47	4,19	160	52	21	17	4	30	1,9	36	1,5	250
<b>Min.</b>	1,8	5,54	4	0,57	0,24	1,89	0,14	1,11	2,86	71	26	10	4	1	9	1,2	9	0,5	180
<b>Max.</b>	3,6	7,07	132	3,06	0,57	3,91	0,43	2,03	7,44	300	129	48	42	10	81	7,0	145	8,8	370

# Metodikk

## Vannkjemi

Atle Hindar (NIVA), Ann Kristin Schartau (NINA),  
Mona Weideborg (Aquateam)

Vannprøvene for elvestasjoner og innsjøer innenfor overvåkingsprogrammets effektkontroll analyseres etter standard metoder ved NIVA, Trondheim Analysecenter (NINA) og Analycen/Eurofins (Aquateam). Det analyseres på pH, alkalitet, konduktivitet, turbiditet (FTU), total organisk karbon (TOC), kalsium (Ca), magnesium (Mg), kalium (K), natrium (Na), sulfat (SO<sub>4</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>-N), klorid (Cl), silisium (Si), total nitrogen (tot-N), total fosfor (tot-P), ortofosfat (PO<sub>4</sub>-P), reaktivt Al (RAL; NIVA), ikke-labilt Al (ILAI; NIVA), totalt Al (Tot-Al; NINA), totalt monomert Al (Tm-Al; NIVA), organisk monomert Al (Om-Al; NIVA).

Den giftige fraksjonen av aluminium (Al kationer) uttrykkes enten som LAI eller UM-Al, avhengig av analysemetoden som ligger til grunn. Labilt Al (LAI) er differansen mellom RAL og ILAI, uorganisk monomert Al (UM-Al) er differansen mellom Tm-Al og Om-Al og partikulært, kolloidalt Al (Pk-Al) er differansen mellom Tot-Al og Tm-Al.

ANC beregnes som Ca+Mg+Na+K-SO<sub>4</sub>-NO<sub>3</sub>-Cl og oppgis i  $\mu\text{ekv/L}$ . Andre benevninger framgår av primærtabellene.

Vannprøvene som tas i forbindelse med vannkjemikontrollen (dosererkontrollen) analyseres ved M-Lab AS (fram til juni 2008) og VestfoldLAB AS (fra juli 2008). Prøvene analyseres kun på pH, konduktivitet og kalsium.

Prøvetakingsstasjoner, prøvetakingsdyp (innsjøer), prøvetakingsfrekvens og parametersammensetning framgår av primærtabellene for hvert enkelt vassdrag. Prøvetakingsstrategien er tilpasset vassdragsstørrelse og målsettingen med kalkingsovervåkingen ved de enkelte stasjonene.

## Plantep plankton

Pål Brettum, NIVA

Ved undersøkelse av plantep plankton i innsjøer benyttes standard metodikk for prøvetaking (NS 9459: 2004) og bearbeiding (NS-EN 15204: 2006).

Det samles inn blandprøver, der prøver fra flere dyp blandes, eller prøver fra enkeltdyp for analyse av plantep planktonsammensetningen. Blandprøvene tas på en slik måte at de representerer produksjonssjiktet over termoklinen (epilimnion) i den enkelte innsjø, f.eks. 0-10 m fra de tre store innsjøene i Arendalsvassdraget. Prøver fra enkeltdyp tas fra 1 meters dyp.

Prøvene fikseres i felt og telles i omvendt mikroskop etter at algene er sunket ned i tellekammerer under sedimentasjonskolonner. Arter/taksa bestemmes og telleresultatet (algekonsentrasjonen i innsjøen) oppgis i algevolum pr. vannvolum ( $\text{mm}^3/\text{m}^3$ ), som er tilnærmet likt mg/l våtvekt (se primærtabeller). I figurer framstilles totalvolum og prosentvis sammensetning av planktonet.

## Makrovegetasjon

Susanne Schneider(NIVA), Asbjørn Lie  
(Agder naturmuseum og botaniske hage)

Ved undersøkelse av makrovegetasjon i rennende vann benyttes standard metodikk (NS-EN 14184: 2003).

Hver stasjon undersøkes med vannkikkert avgrenset til dyp tilgjengelig ved vassing og bruk av vadebukse, dvs. ned til omtrent 1,5 m dybde. Tettheten av vannplanter (karplanter og moser) estimeres i henhold til en 5-punkts skala jfr. NS-EN 14184 (1 = sjelden (< 5 forekomster eller <0,1% dekningsgrad), 2 = mindre vanlig/spredt, 3 = vanlig, 4 = lokalt dominerende, 5 = rikelig/dominerende på store deler av lokaliteten).

## Begroing

Metode 1 v/Susanne Schneider, NIVA

Ved undersøkelse av begroingsalger i rennende vann benyttes standard metodikk for prøvetaking og bearbeiding av kiselagler (NS-EN 13946: 2003 og NS-EN 14407: 2004) og andre alger (prEN 15708: 2008).

På hver stasjon blir en elvestrekning på ca 10 meter undersøkt ved bruk av vannkikkert. Det tas prøver av alle makroskopisk synlige bentiske alger og disse lagres i separate beholdere (dramsglass). Dekningsgrad av alle makroskopisk synlige elementer estimeres som "% dekning". For prøvetaking av kiselalger og andre mikroskopiske alger blir 5 til 10 steiner med diameter 10-20 cm innsamlet fra hver stasjon. Et areal på ca 8 ganger 8 cm, på oversida av hver stein, børstes med en tannbørste, og det avbørstede materialet blandes så med ca. 1 liter vann. Fra blandingen tas det en delprøve som konserveres med formaldehyd. Innsamlede prøver blir senere undersøkt i mikroskop, og tettheten av de mikroskopiske algene, som finnes sammen med de makroskopiske elementene, estimeres som hyppig (xxx), vanlig (xx) eller sjelden (x).

Tettheten av alle vannplanter og av vannmoser ble estimert i henhold til en 5-punkts skala (1 = svært sjelden, 2 = mindre vanlig, 3 = vanlig, 4 = hyppig, 5 = rikelig/dominerende).

For hver stasjon beregnes forsuringindeksen for begroingsalger (AIP = acidification index periphyton) (Schneider & Lindstrøm 2009). AIP er basert på indikatorverdier for til sammen 108 arter av bentiske alger (kiselalger ekskludert) og blir brukt til å beregne den årlige gjennomsnittsverdien for pH på en gitt lokalitet. En lav AIP-indeks (minimum = 5,13) indikerer sure betingelser, mens en høy AIP-indeks (maksimum = 7,50) indikerer nøytral til lett basiske betingelser. For å kunne beregne en sikker AIP indeks, må det være minst 3 indikatorarter til stede på en stasjon.

I tillegg beregnes eutrofieringsindeksen PIT (periphyton index of trophic status) for hver stasjon (Schneider, upublisert). PIT er basert på indikatorverdier for bentiske alger (ekskludert kiselalger) og brukes til å beregne den delen av total fosfor konsentrasjonen som umiddelbart kan tas opp av algene og som dermed kan kalles "eutrofieringsrelevant". Lave PIT verdier (minimum = 1,83) tilsvarer lave fosforverdier (oligotrofe forhold), mens høye PIT verdier (maksimum = 4,41) indikerer høye fosforkonsentrasjoner (eutrofe forhold).

Stasjon i innsjøer ble undersøkt med vannkikkert ned til omtrent 1.5 m dybde. Tettheten av vannplanter ble estimert i henhold til en 5-punkts skala (1 = svært sjelden, 2 = mindre vanlig, 3 = vanlig, 4 = hyppig, 5 = rikelig/dominerende).

Metode 2 v/Øivind Løvstad, Limnoconsult

Prøver av begroingssamfunnet samles tidlig på høsten på samme stasjoner som for makrovegetasjon. Prøvene tas ikke på sterkt stigende vannstand, dvs. etter perioder med mye nedbør. Prøvetakingslokaliteten avgrenses til å strekke seg 1 - 10 m langs bekken/elva. Der det er mulig tas prøver fra steiner (f.eks. 10 steiner) midt i elveløpet. Steinene løftes opp og begroingsmaterialet børstes av og overføres til 15 ml reagensrør med skrukork. Er algelaget på steinene hardt, skrapes steinene med en kniv først. På bløtbunnslokaliteter tas algene forsiktig opp ved å føre børsten lett over sedimentoverflaten. Det tas parallelle prøver fra hver av stasjonene: en ukonservert og en konservert prøve. Hvert rør fylles med 1-4 ml begroingsmateriale og videre opp til 10 ml merke med vann fra lokaliteten. For konservering tilsettes 4-8 dråper Lugols løsning med pasteurpipette. Korken skrues på slik at røret blir tett men ikke for hardt slik at korken eller plastrøret sprekker.

For raskt å få en oversikt over innsamlet materiale, mikroskoperes ikke-konserverte prøver ("levende materiale"). Av ikke-konserverte prøver kan det lages glødepreparater for å bestemme kiselalger mer nøyaktig. (Formålet med glødingen er å fjerne celleinnholdet slik at strukturene i skallet - karakteristisk for hver art - blir synlig).

Etter grovbestemmelse/ kartlegging av organismer og tillaging av glødepreparater, fikseres alle prøvene med Lugols løsning. Disse prøvene brukes til semikvantitative bestemmelse av kiselalger og blågrønnalger. De kan sedimenteres i 10 ml eller 50 ml sedimentasjonssylindere i 24 timer (Utermöhl-metoden, Utermöhl 1958) etter eventuell fortynning med destillert vann. Algene studeres i omvendt mikroskop og mengden av de enkelte arter angis etter en todelt skala (vanlig eller subdominant = 1 - 10 %; dominant = 10 - 100 % av celleantallet).

For vurdering av tilstanden mht forsuring er modifisert metodikk fra Lindstrøm *et al.* (2004) benyttet. Ved beregning av forsuringfølsomhet summeres alle forsuringfølsomme arter i prøven etter at de er vektet i henhold til sin spesifikke forsuringfølsomhet. Prøver



med mange klart forsuringfølsomme arter vil således få høy forsuringfølsomhet. Det tas ikke hensyn til organismens mengde. Det er viktig å være oppmerksom på at algenes mengde og sammensetning er sterkt avhengig av plantenæringsstoffene fosfor (og nitrogen), men pH vil være bestemmende for algesammensetningen i næringsfattige lokaliteter.

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

Forsuringfølsomhet	pH toleranse
Ikke følsom	< 5,0
Litt til moderat følsom	5,0-6,0
Klart følsom	≥ 6,0

## Bunndyr

*Arne Fjellheim og Svein Jakob Saltveit*

Fra hvert vassdrag samles det inn bunndyr fra et fast stasjonsnett vår og høst. Antall stasjoner varierer mellom 10 og 15 avhengig av vassdragets størrelse og omfang og strategi for kalking. Kart med angivelse av stasjonenes plassering er vist for det enkelte vassdrag.

Til innsamling benyttes sparkemetoden (Hynes 1961, Frost *et al.* 1971). Metoden regnes som semikvantitativ og kan brukes til anslag over tetthetene av bunndyr. Prøvene samles med en håv, åpning 30 x 30 cm montert på et skaft. Håvens maskevidde er 0,25 mm. Ved innsamling i rennende vann holdes håven vertikalt med rammens nedre kant mot substratet slik at strømmen går rett inn i åpningen. Med en fot blir substratet i forkant av håven rotet opp slik at dyr, planter og organisk materiale blir ført med strømmen inn i håven. Det tas en prøve fra hver lokalitet, som består av materiale samlet inn fra forskjellige områder, habitat, på stasjonen. Totalt sparkes/rotes det i elvebunnen i ca. 2 min. Prøvene fikseres med etanol i felt for senere sortering under lupe i laboratoriet. Utvalgte grupper som er viktige ved vurderinger av vannkvalitet artsbestemmes.

Forsuringsnivået er beregnet ut fra forsuringindekser basert på tilstedeværelse eller fravær av mer eller mindre sensitive arter av bunndyr. Forsuringindeks 1 og 2 er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 for Forsuringindeks 1 antyder et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 her betyr et samfunn som er sterkt skadet. Når det er arter som er lite tolerante til stede, benyttes

Forsuringindeks 2 beregnet fra formelen  $0,5 + D/S$ . D = antall individer av forsuringfølsomme døgnfluer (på en lokalitet), S = antall individer forsuringstolerante steinfluer (på en lokalitet). Maksimumsverdien for indeksen blir satt til 1, som indikerer liten eller ingen forsuring. Laveste verdi, 0,5, oppnås når det ikke finnes forsuringfølsomme arter (Kroglund *et al.* 1994).

## Krepsdyr

*Bjørn Walseng, NINA*

Ved undersøkelse av planktoniske og littorale krepsdyr i innsjøer benyttes standard metodikk for prøvetaking (NS-EN 15110: 2006).

Kvantitative dyreplanktonprøver er tatt med Schindlerhenter (14 l). Det foreligger prøver fra 11 dyp (0, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20, 30 og 50 m). Det tas to prøver fra hvert dyp.

Kvalitative planktonprøver er tatt med håvtrekk fra bunn og opp til overflate (maskevidde 90 µm).

I littoralsonen blir det tatt 1-3 håvtrekk (maskevidde 90 µm) avhengig av variasjon i substrat/vannvegetasjon. Det blir lagt vekt på at dominerende substrat/vannvegetasjon er representert i datasettet.

Ved bearbeiding av krepsdyrmaterialet blir minst 200 individer talt opp med tanke på å få et inntrykk av tettheten, samt for å få et bilde av mengdeforholdet mellom artene. Resten av prøvene blir deretter gjennomgått for at eventuelt sjeldne arter blir registrert. Vannloppene (cladocerene) er bestemt ved hjelp av metodikk beskrevet av Smirnov (1971), Flössner (1972) og Herbst (1976), mens hoppekrepsene (copepodene) er bestemt ved hjelp av Sars (1903, 1918), Rylov (1948) og Kiefer (1973, 1978). Nauplier og copepoditter er ikke artsbestemt.

Krepsdyrmaterialet er analysert med Detrended Correspondence Analysis (DCA) (Hill, 1979, Hill & Gauch, 1980) med programmet CANOCO (ter Braak 1987, 1990). Ordinasjon er gjort på forekomst/fravær data for artene i de enkelte prøver. DCA arrangerer artslistene slik at de med lik artssammensetning blir liggende nær hverandre når resultatet plottes i et aksekors, mens artslistene med ulik artssammensetning blir liggende lengre fra hverandre i plottet. Da forskjeller i artssammensetning mellom stasjonene gjenspeiler forskjeller i miljøet, vil aksene i plottet representere underliggende miljøvariabler.

## Fisk

### Bunngarn

*Trygve Hesthagen, NINA*

Prøvefiske gjennomføres med Nordisk oversiktsgarn som består av maskeviddene 5, 6,3, 8,10, 12,5, 15,5, 19,5, 24, 29, 35, 43 og 55 mm, dvs totalt 12 maskevidder. Garna er 30 meter lange og 1,5 m dype, dvs 2,5 m av hver maskevidde (3,75 m<sup>2</sup>). Garna settes langs bunnen i bestemte dybdeintervall (stratifisert prøvetaking): 0-3 m, 3-6 m, 6-12 m, 12-20 m, 20-35 m, 35-50 m, 50-75 m og > 75 m, avhengig av dybdeforholdene. Fangstinnsetningen følger i utgangspunktet en svensk standard, avhengig av størrelse og maksimum dyp på innsjøen (se Utredning for DN, Nr. 1996-5). Følgende inndeling i størrelse er benyttet (ha): < 20, 21-50, 51-100, 101-250, 252-1000 og 1001-5000. I denne standarden varierer innsatsen mellom 8 og 64 garn. Dette kan være en noe grov inndeling fordi enkelte innsjøer som prøvefiskes er mindre enn 20 ha. Det kan derfor være naturlig med en oppdeling i tre nye grupper: < 5 ha, 5-10 ha og 11-20 ha. Innsatsen i disse tre størrelsesgruppene kan anslås til å variere mellom henholdsvis 2-4, 4-6 og 6-8 garn, avhengig av reell størrelse og dyp. Plasseringen av garna i forhold til strandlinja i en innsjø vil avhenge av dybdeforholdene. I dype innsjøer kan det være nødvendig å sette garn nesten parallelt med land for at de skal stå i dybdeintervallet 0-3 m. Ekkolodd benyttes for å finne de rette dypene. Det etableres faste stasjoner over hele innsjøen der garna settes utover fra land i de angitte dybdeintervallene. Utbyttet i en sjø skal angis som antall individ fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt for hvert dybdeintervall, og eventuelt samlet.

### Flytegarn

*Trygve Hesthagen, NINA*

I større innsjøer med klart definert pelagisk sone skal det også fiskes med flytegarn. Foreløpig brukes SNSF-serien, som består av disse åtte maskeviddene: 10, 12,5, 16, 22, 25, 30, 38 og 45 mm. En slik flytegarserie er 54 m lang og 6 m dyp, dvs at hver maskevidde utgjør et areal på 40,5 m<sup>2</sup> (6,75 m x 6 m). Det fiskes vanligvis i to dybdeintervaller: 0-6 og 6-12 m. Noen standard fangstinnsetning for flytegarn er ikke fastsatt, men det vil vanligvis være tilstrekkelig å sette slike garn på 1-3 stasjoner, avhengig av innsjøens størrelse. Utbyttet angis også her som antall individ fanget pr. 100 m<sup>2</sup> garnareal pr. natt.

## Elektrofiske

*Svein Jakob Saltveit og Sven Erik Gabrielsen*

Det blir fisket med elektrisk fiskeapparat på faste stasjoner i vassdragene, både på lakseførende og ikke lakseførende strekninger. Antall stasjoner varierer mellom vassdrag. Arealene på stasjonene avfiskes tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin *et al.* 1989) med en pause på rundt 15 minutter mellom omgangene. All fisk artsbestemmes og lengdemåles til nærmeste millimeter i felt etter hver omgang. Et utvalg fisk blir tatt med for aldersbestemmelse. Fisketettheten beregnes etter Bohlin *et al.* (1989). I beregningene av tetthet er det skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk (≥1+), basert på det aldersbestemte materialet og lengdefordelingen. Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for hele vassdraget. For hele vassdraget er tettheten beregnet basert på både sum fangst for alle stasjonene samlet (tetthet 1) og basert på gjennomsnittet av beregnet tetthet for alle enkeltstasjonene (tetthet 2).

# Sokndalselva

Koordinator og ansvarlig vannkjemisk overvåking: Ann Kristin L. Schartau, Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo

Ansvarlig overvåking fisk: Svein Jakob Saltveit, LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

Ansvarlig overvåking bunndyr: Arne Fjellheim, LFI, Unifob, Universitetet i Bergen  
(adresse: Stavanger museum, Muségt.16, N-4010 Stavanger)

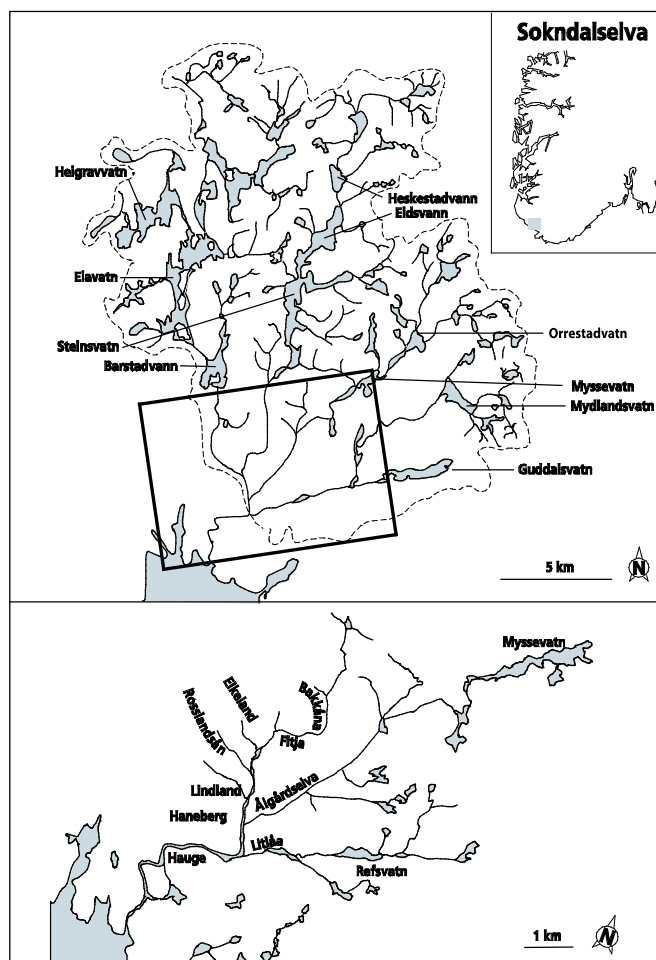
## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

#### Nøkkeltall

Vassdragsnummer:	026.4Z
Fylke, kommune:	Rogaland fylke. Sokndal, Egersund og Lund kommuner.
Areal nedbørfelt:	301 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Ingen
Middelvannføring	17 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden	Omfattende innsjøkalking fra 1989.
Lakseførende strekning:	I Guddal/Mydlandsvassdraget kan laks og sjøaure vandre til foss nedstrøms Refsvatn (ca 6,5 km fra sjøen), i Myssa/Orrestadvassdraget (Ålgårdselva) rett nedstrøms Orrestadvatnet (ca 12,5 km fra sjøen) og i Barstadvassdraget til foss ved Lindland kraftverk (ca 5,5 km fra sjøen). I Steinsvassdraget vil vandringshinderet variere med vannføringen, men laks og sjøaure vil normalt kunne ta seg fram til Toksfossen.

Sokndalselva har fire hovedgreiner, Guddal/Mydlandsvassdraget, Myssa/Orrestadvassdraget (Ålgårdselva), Steinsvassdraget/Bakkåna og Barstadvassdraget/Rosslandsåna (Figur 1.1). Nedbørsfeltet er kupert, og karakterisert av trange dalfører omgitt av 100-300 m høye fjell. Høyeste punkt ligger 631 m.o.h. Det finnes mange større og mindre innsjøer i vassdraget. Geologisk hører Sokndalsvassdraget til det såkalte Egersundfeltet som er en del av det sørnorske grunnfjellsområdet. Bergrunnen består for det meste av anortositt som er en hard og kalkfattig bergart. Den årlige nedbøren varierer fra ca 1500 mm ute ved kysten til over 2000 mm i indre strøk. Vassdraget har en begrenset snøakkumulering, og det observeres ingen flomtopp i forbindelse med snøsmelting. Vannføringen er derimot størst i perioden oktober-januar, og avtar jevnt framover mot lavvannføring i juli.



Figur 1.1. Sokndalselva med nedbørfelt.

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Laksestammen er utdødd.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,0 hele året.
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Kalkingstrategi:	Kalking av Sokndalselva ble igangsatt i et begrenset omfang midt på 1980-tallet. Den første større kalkingen av innsjøer i vassdraget ble gjennomført i 1989, og deretter fulgte en gradvis opptrapping av innsjøkalking utover 1990-tallet. Etter 1996 er alle vassdragets fire greiner totalkalket.

Årlig kalkforbruk i Sokndalsvassdraget i siste fem års periode har variert mellom 673 og 970 tonn 100 % CaCO<sub>3</sub> (**Tabell 1.1**). De siste fire årene er ingen av bekkene i nedbørsfeltet kalket. Mengde kalk som er tilført innsjøer har avtatt for hvert år siden 1998 da det ble tilført 1574 tonn (Nøst 1999).

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Sokndalsvassdraget i årene 2004-2008. I hele perioden er det benyttet kalktype VK3 (99 % CaCO<sub>3</sub>). Alle verdier er omregnet til 100 % CaCO<sub>3</sub>.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Innsjøer	906	970	871	673	673
Bekker	53	-	-	-	-
Sum	959	970	871	673	673

### 1.3 Nedbør i 2008

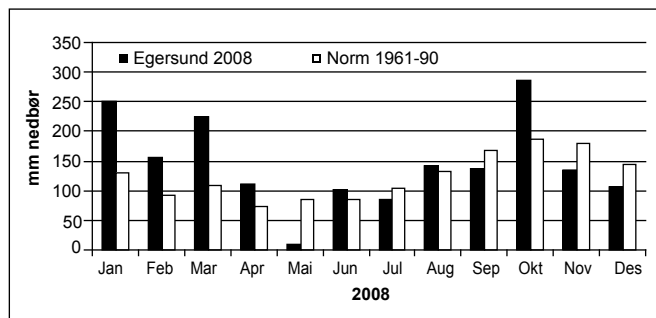
Meteorologisk stasjon ved Egersund (**Figur 1.2**).

Ufullstendige data for november

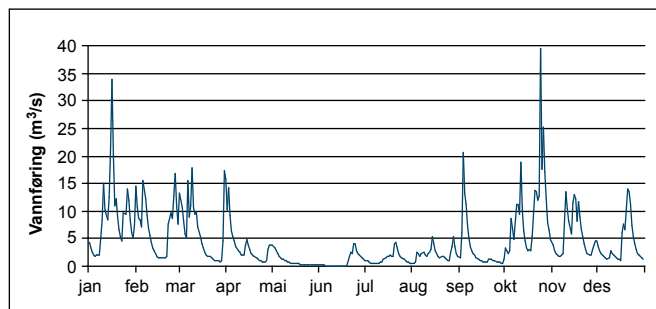
Årsnedbør 2008, unntatt november: 1613 mm

Normalt, unntatt november: 1311 mm

% av normalen, unntatt november: 123



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon i Egersund, (data fra DNMI 2009). Ufullstendige data for november.



**Figur 1.3.** Vannføring (døgnmiddel) i Sokndalselva ved stasjon Refsvatn i 2008 (data fra NVE 2009).

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Norsk institutt for naturforskning, 7584 Trondheim

<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo.

## 2.1 Innledning

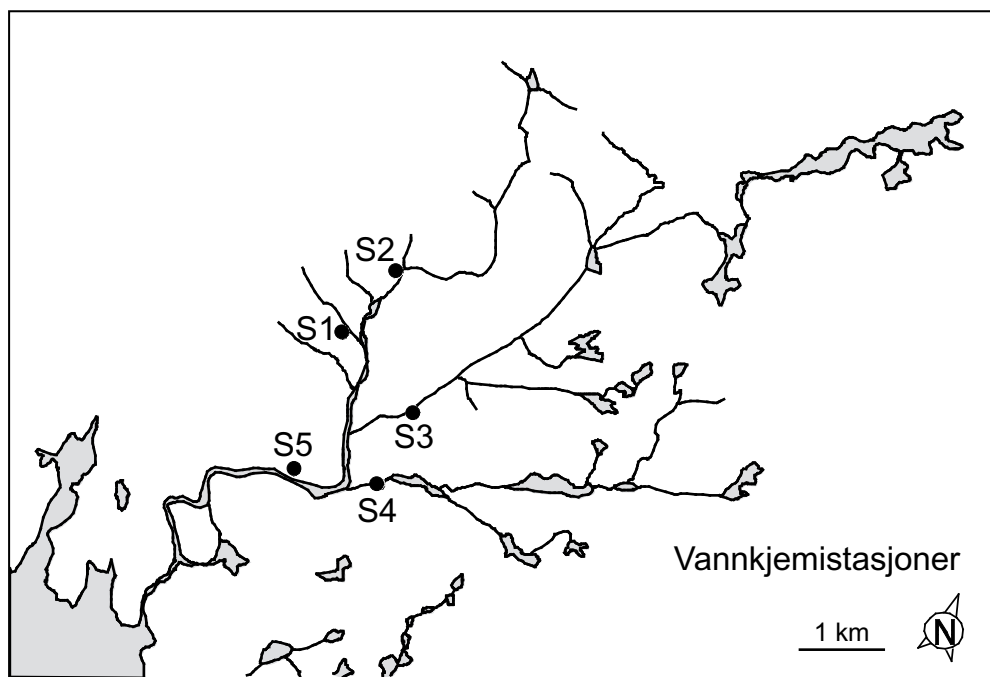
Sokndalselva ble i 1972 inkludert i et vannkjemisk måleprogram ("Elveserien") ved daværende Fiskeforskingen, Direktoratet for vilt og ferskvannsfisk. Det ble etablert en målestasjon i hver av sidegreinene (S1-S4). Fra 1988 er måleprogrammet videreført av Norsk institutt for naturforskning og måleprogrammet ble utvidet med en stasjon i hovedløpet (S5) (jfr. **Figur 2.1**).

Omfanget av prøvetakingshyppighet og vannkemiske analyser i Sokndalselva har variert gjennom årene, men i de senere år har overvåkingen blitt opprettholdt på noenlunde samme nivå. I juni 2006 ble overvåkingsprogrammet lagt noe om ved at stasjonene i de fire sidegreinene (S1-S4) ble overført fra effektkontrollen til vannkemikontrollen. M-lab AS har gjennomførte analysene for vannkemikontrollen fra 2006 til og med juni 2008 og VestfoldLAB AS i siste halvår av 2008. Analysesenteret i Trondheim utfører analysene for effektkontrollen. Overvåkingen i 2008 dokumenterer vannkvaliteten i vassdraget som helhet, og gir grunnlag for vurdering av den vannkemiske måloppnåelsen og kalkingstiltaket spesielt.

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkemisk måloppnåelse

Vannkvalitetsmålet for Sokndalselva er endret fra pH 6,2 i smoltifiseringsperioden til pH 6,0 hele året. Vannkvaliteten i 2008 er i forhold til vannkvalitetsmålet, ikke helt tilfredsstillende i hovedelva v/Haneberg (Vedlegg A.1, Figur 2.2). Her lå 19 % av målingene under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, men ingen var mer enn 0,3 pH-enheter under målet. Innholdet av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) var i likhet med tidligere år lavt. De fleste verdiene av Um-Al var < 6 µg/l, høyest i april med 11 µg/l, og det antas derfor at vannkvaliteten er god nok for overlevelse og reproduksjon av fisk. I Barstadvassdraget/Rosslandsåna lå 44 % av målingene under pH-målet minus 0,3 pH-enheter, og i Steinsvassdraget var 6 % av pH-målingene tilsvarende under pH-målet, mens 38 % lå her 0,1 pH-enheter under målet (Vedlegg A.1, Figur 2.3). I de to andre sidegreinene (Myssa- og Guddal/Mydlandsvassdraget) lå alle pH-verdiene over vannkvalitetsmålet med unntak av to pH-verdier som var marginale i Guddal/Mydlandsvassdraget.



Figur 2.1. Prøvetakingsstasjoner for vannkemisk overvåking i Sokndalselva i 2008.

Tabell 2.1. Middel-, min- og maksverdier for 2008.

Nr	Stasjon		pH	Ca	Alk	Tot-Al	Um-Al	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
1	Barstadvassdraget	Mid	5,69	1,05					
		Min	5,40	0,71					
		Maks	6,13	1,95					
2	Steinsvassdraget	Mid	5,92	1,12					
		Min	5,48	0,83					
		Maks	6,40	1,30					
3	Myssavassdraget	Mid	6,40	1,62					
		Min	6,05	1,15					
		Maks	6,90	2,70					
4	Guddal/Mydland	Mid	6,27	1,36					
		Min	5,91	1,06					
		Maks	6,80	2,10					
5	Haneberg	Mid	6,04	1,22	19	77	6	2,1	29
		Min	5,82	1,04	10	45	2	1,4	-3
		Maks	6,50	1,92	39	102	11	4,0	58

### Vannkvaliteten i 2008

I Barstadvassdraget (S1) varierte pH i 2008 mellom 5,4 og 6,1 (Tabell 2.1, Figur 2.3). Vannkvaliteten var dårligst under smoltfiseringsperioden (februar-mai) og i de tre siste månedene av året. Konsentrasjonen av kalsium varierte mellom 0,7 og 1,9 mg/l (Tabell 2.1, Vedlegg A.1). Vannkvaliteten i Barstadvassdraget har i de to siste årene vært gjennomgående noe dårligere sammenlignet med de tre foregående årene, spesielt i perioden februar-mai (Figur 2.3). Det er imidlertid utført flere målinger i 2007 og 2008 enn i årene før slik at datagrunnlaget ikke er helt sammenlignbart.

I likhet med Barstadvassdraget var vannkvaliteten i Steinsvassdraget (S2) periodevis dårlig i 2008 (Figur 2.2). pH varierte mellom 5,5 og 6,4 (Tabell 2.1, Figur 2.3), og var i perioder noe lavere enn i de fire foregående årene. Datagrunnlaget er imidlertid ikke helt sammenlignbart mellom år (se kommentar over). Kalsiuminnholdet varierte mellom 0,8 og 1,3 mg/l (Tabell 2.1, Vedlegg A.1).

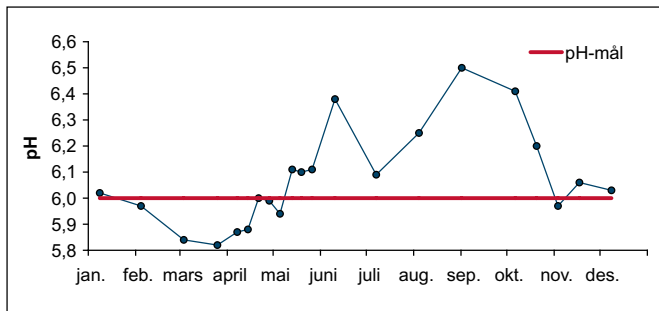
I Myssavassdraget (S3) ble det ved enkelte tidspunkt, som i de fire foregående årene, målt forholdsvis høye pH-verdier (Vedlegg A.1, Figur 2.3). pH varierte mellom 6,0 og 6,9 (Tabell 2.1). Tilsvarende ble det målt forholdsvis høye konsentrasjoner av kalsium (1,1-2,7 mg/l).

Tidligere målinger av pH i Guddal/Mydlandsvassdraget (S4) viser at gjennombrudd av surt vann kan forekomme på denne stasjonen gjennom vinter/vår, sist i 2007 (Figur 2.3). I 2008 ble det ikke registrert tilsvarende episoder. pH varierte mellom 5,9 og 6,8 med et årsgjennomsnitt på 6,3 (Tabell 2.1). Kalsiuminnholdet lå mellom 1,1 og 2,1 mg/l.

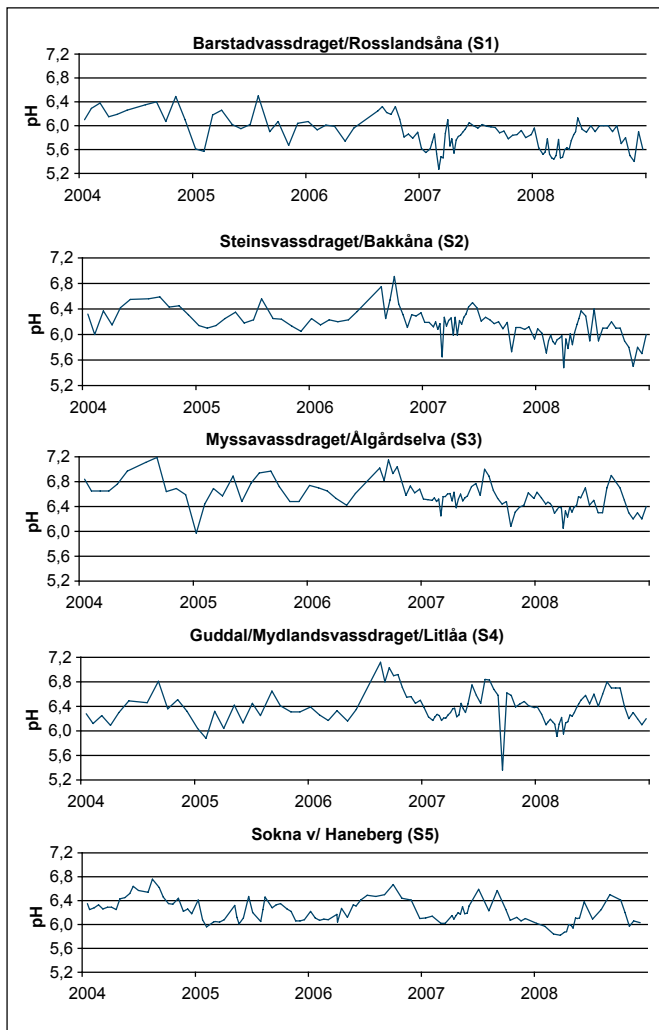
Ved målestasjonen i hovedelva (Haneberg: S5) lå pH under vannkvalitetsmålet for vassdraget i en lengre periode på våren, mens gjennom sommeren og høsten ligger pH med et unntak over målet (Figur 2.2, Vedlegg A.1). pH varierte mellom 5,8 og 6,5, og lå i perioden mars-april lavere enn det som ble målt i de fire foregående årene (Figur 2.3). Mengden kalsium varierte mellom 1,0 og 1,9 mg/l, med et årsgjennomsnitt på 1,2 mg/l (Tabell 2.1).

Konsentrasjonen av Tot-Al (tidligere målt som Tr-Al) var i 2008 lavest i august med 45 µg/l og høyest i mars med 102 µg/l. Årsgjennomsnittet for Tot-Al i 2008 var 77 µg/l (Tabell 2.1). Sammenlignet med 2007 var variasjonen mindre og nivået noe lavere, og på nivå med årene 2003-2006 (Figur 2.4). Innholdet av uorganisk monomert aluminium (Um-Al) har stabilisert seg på et lavt nivå, og i 2008 var de fleste verdiene ≤6 µg/l (Figur 2.4, Vedlegg A.1). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) varierte mellom -3 og 58 µekv/l i 2008 (Tabell 2.1), og var på nivå med tidligere år.

Innholdet av organisk karbon (TOC) viser at Sokndalselva er lite til moderat humuspåvirket. TOC-verdiene målt i 2008 varierte mellom 1,4 og 4,0 mg C/l og årsgjennomsnittet var 2,1 mg C/l (Tabell 2.1). Målinger av næringssaltene fosfor (Tot-P) og nitrogen (Tot-N) indikerer at vassdraget er næringsfattig. Innholdet av Tot-P var stort sett <4 µg/l. Tot-N varierte mellom 280 og 380 µg/l (Vedlegg A.1). Årsgjennomsnittet var henholdsvis 3,6 og 313 µg/l.



Figur 2.2. pH i Sokndalselva ved Haneberg i 2008.



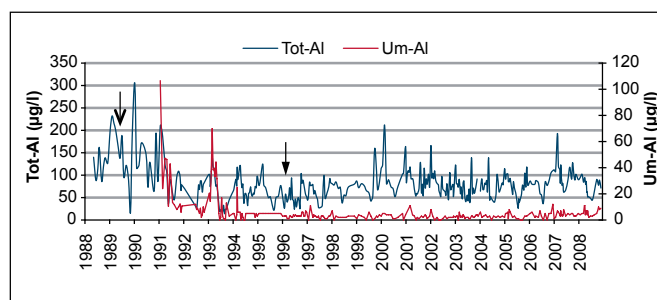
Figur 2.3. pH på stasjonene S1-S5 i Sokndalselva i Rogaland i perioden 2004-2008.

### Langtidsutvikling

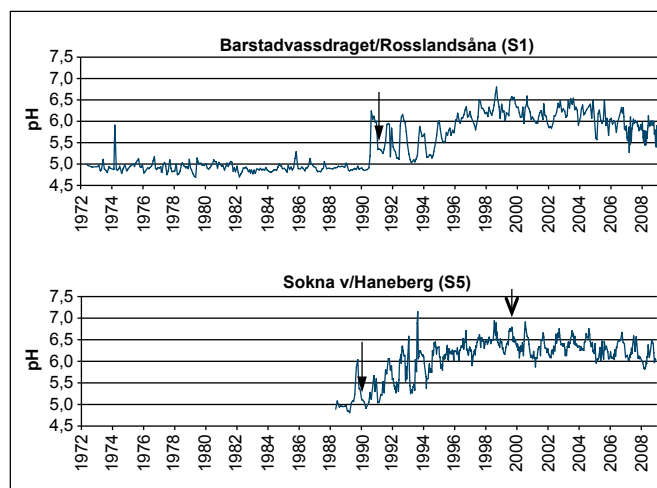
I Sokndalselvas hovedløp ved Haneberg (S5) har opptrappingen av kalkingen i vassdraget gjennom år medført en markert økning i pH, særlig fra 1991 (Figur 2.5). Årsgjennomsnittet i pH har økt fra omkring 5,0 i 1988 til like i underkant av 6,0 for perioden 1992-1994, og en ytterligere bedring er registrert fra og med 1995 hvor årsgjennomsnittet har ligget over 6,0. pH har de siste årene flatet noe ut og har ligget mellom 6,0 og 6,5. Målinger av pH fra

Barstadvassdraget/Rosslandsåna (S1) i perioden 1972 til kalkingen startet her høsten 1990, viser at den i store deler av året lå under 5,0 (Figur 2.5). pH i denne delen av vassdraget følger den samme utviklingen som i hovedelva. I de tre siste årene har imidlertid pH i Barstadvassdraget/Rosslandsåna i lange perioder ligget under 6,0, og det synes å være en nedadgående trend i pH.

En reduksjon i innholdet av totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al/Tot-Al) ble registrert i hovedløpet etter 1990; fra et årsgjennomsnitt på 140-150 µg/l i 1989-90 til 60-70 µg/l i perioden 1991-98 (Figur 2.4). Innholdet av uorganisk monomert aluminium var svært variabelt i årene 1991-93, men senere, særlig etter 1995, har verdiene stabilisert seg på et lavt nivå.



Figur 2.4. Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al) og uorganisk monomert aluminium (Um-Al) i Sokndalselva ved Haneberg (S5) i perioden 1988 - 2008. Data for Um-Al finnes kun for perioden 1991 - 2008. Tot-Al ble fram til og med 1999 målt som totalt syrereaktivt aluminium (Tr-Al). Piler angir tidspunkt for første store innsjøkalking (åpen pil) og når alle vassdragets fire greiner ble anslått fullkalket (lukket pil).



Figur 2.5. pH i Barstadvassdraget/Rosslandsåna (S1) i perioden 1972-2008 og ved Haneberg (S5) i Sokndalselva i Rogaland i perioden 1988-2007. Piler angir tidspunkt for når den første større innsjøkalkingen ble gjennomført (lukket pil) og når vassdraget ble anslått fullkalket (åpen pil).

# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Laksen i Sokndalselva ble betraktet som utryddet på grunn av forsurening, men det fantes en sjørretbestand på 1980-tallet (Sivertsen 1989). Ved elektrofiske utført i 1985 ble det ikke registrert ungfisk av laks (SFT 1986). I 1989 ble de første innsjøene i nedslagsfeltet kalket, og allerede i 1990 og 1991 ble det påvist laksunger i vassdraget (Enge & Persson 1991, Persson & Enge 1992). I forbindelse med kalkingstiltakene ble det høsten 1991 startet en årlig overvåking der totalt 16 stasjoner inngikk i undersøkelsen (Larsen 1993,1997). Fra og med 1997 er programmet redusert noe i omfang. I 1997-2000 ble 11 stasjoner undersøkt i hovedvassdraget, og antallet ble redusert til 9 i 2001. I 2002 ble vassdraget tatt ut av det nasjonale overvåkingsprogrammet, og dette året ble det ikke gjennomført fiskeundersøkelser. Fra og med 2003 er Sokndalselva igjen med i overvåkingsprogrammet med 11 stasjoner.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 11 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i september 2008 (**Figur 3.1**). For en mer utførlig beskrivelse av metodikk vises det til eget metodekapittel.

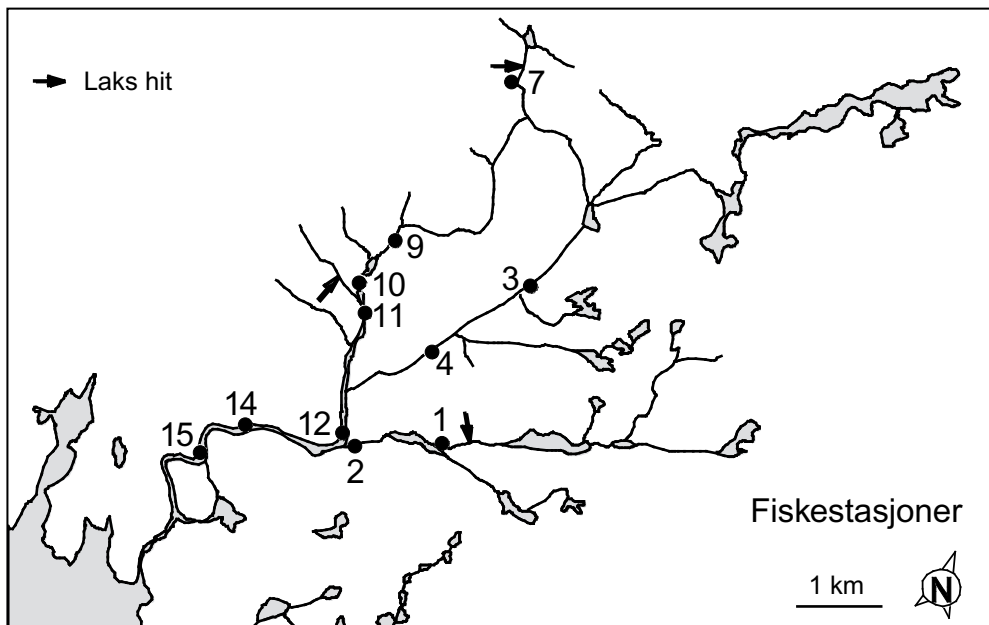
## 3.2 Resultater

### Ungfiskundersøkelser

I Sokna ble det fanget til sammen 660 laksunger og 105 ørretunger (**Tabell 3.1**). Antallet er for begge arter høyere enn i 2006 og 2007. Laks- og ørretunger ble påvist på alle stasjonene. Av andre fiskearter ble det bare fanget ål og trepigget stingsild (stasjon 15). Antall ål var langt høyere enn i 2007.

### Laks

Tettheten av årsunger ble høsten 2008 beregnet til 41 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var 15 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De absolutt høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 1 og 14, som var de to eneste med tettheter høyere enn 100 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tetthetene på stasjon 3 og 15 var også relativt høye. På stasjon 7 var tettheten svært lav. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble funnet på stasjon 1 og 2 i Litlåa, på stasjon 3 i Ålgårdselva og på stasjon 7, som var de eneste med tettheter over 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>.

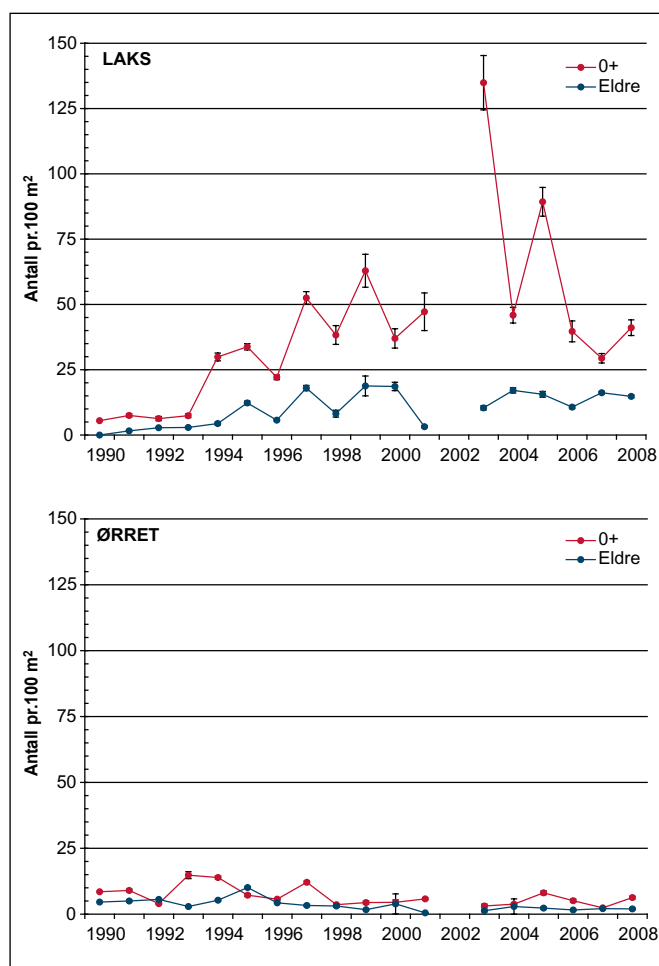


Figur 3.1. Sokndalselva med stasjoner for elfiske avmerket.



Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Sokna i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk			Laks N/100 m <sup>2</sup>		Ørret N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	95	98	6	2	124	25	8	0
2	133	69	10	1	27	31	6	2
3	191	103	5	0	46	22	1	3
4	179	55	1	0	23	12	1	0
7	124	28	22	4	1	24	7	127
9	91	37	4	1	347	107	27	27
10	80	23	2	2	22	8	3	0
11	120	19	10	1	16	1	10	1
12	75	35	20	10	39	13	27	1
14	109	115	15	5	107	11	13	1
15	131	78	10	0	61	1	8	0
1-15	1328	660	105	26	41 ± 3	15 ± 1	6 ± 1	2 ± 0,4
Gj.sn.					46 ± 23	14 ± 6	8 ± 5	2 ± 2



Figur 3.2. Tetthet av laks- og ørretunger i Sokndalselva i perioden 1990 til 2008. Data fra før 2006 er hentet fra Larsen et al. (2006). Kalket siden 1989.

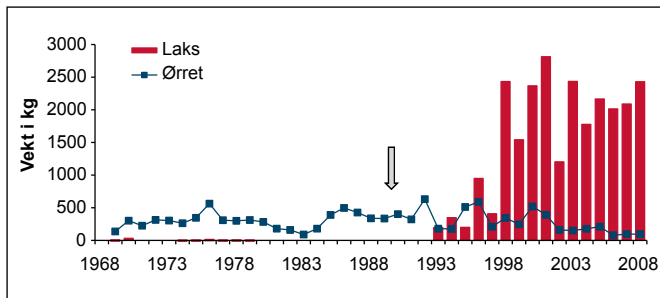
### Ørret

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret ble beregnet til bare 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre ørretunger var 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.1). Det ble fanget årsunger på alle stasjonene. Tettheten av årsunger var høyest på stasjon 12 og 14, men generelt lav på de øvrige. Det ble ikke funnet eldre ørretunger på fem av lokalitetene og også her var det generelt lave tettheter på de øvrige stasjonene.

### Fangststatistikk

Den opprinnelige laksestammen i Sokndalselva betraktes som utdødd (Sivertsen 1989). Det kom likevel rapporter om fangst av laks i Sokndalselva på 1970 og 1980-tallet, men dette fremgår ikke alltid av fangststatistikken. Dette var sannsynligvis laks fra andre vassdrag eller rømt oppdrettsfisk (Fjellheim 1992). Fra 1993 ble det første gang registrert fangster av laks i et visst kvantum og dette tydet på at bestanden av laks var på vei tilbake (Figur 3.3). Senere har fangstutbyttet av laks fortsatt å øke, og allerede i 1998 var fangstutbyttet nær 2,5 tonn. Den hittil høyeste fangsten kom i 2001, da det ble fanget 2,8 tonn laks. I 2008 ble det tatt 2430 kg og denne fangsten er blant de høyeste i perioden.

Fangstene av sjøørret fra 1969 til 1993 har variert noe. De høyeste sjøørretfangstene, over 500 kg, kom i 1976 og 1992, mens det i 1983 bare ble tatt 90 kg. Gjennomsnittsfangsten for denne perioden var ca. 320 kg. Fangstene av sjøørret er jevnt over noe lavere etter 1993, og har holdt seg jevnt, men på et lavt nivå etter år 2000. I 2006 ble det bare registrert 79 kg sjøørret. I 2007 registreres en svak økning i ørretfangsten, idet det ble tatt 96 kg. Det samme kvantum ble tatt i 2008. Sammen med 1983 er 2006, 2007 og 2008 de eneste årene med fangster av sjøørret under 100 kg.



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjøørret i Sokndalselva i perioden 1969 til 2008. Pil angir tidspunkt for kalking.

### 3.3 Diskusjon

De store årlige variasjonene i fisketetthet i Sokna kan skyldes forhold knyttet til vannføringen under elektrofiske. Lav vannføring gir høyere tettheter, mens høy vannføring kan gi lavere tettheter pr. arealenhet (Jensen og Johnsen 1988, Saksgård og Heggberget 1990), noe som skyldes større spredning av fisken ved høy vannføring. Ved lav vannføring vil forholdet bli motsatt. I 2004 (lave tettheter) måtte fisket avbrytes i august på grunn av høy vannføring. Vannføringen var også høy i 2001, ett annet år med lavere tettheter. Det ble da også fisket på færre stasjoner, bl.a. ikke på st.2 som normalt har mye 0+.

På den annen side var vannføringen for eksempel ekstremt lav i 2003 og dette kan være en medvirkende årsak til de ekstremt høye tetthetene som beregnes dette året. Variasjoner i fisketetthet mellom år må derfor brukes med forsiktighet, da andre årsaker enn ulik rekruttering kan være årsaken. Effekt av vannføring vil i langt større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne flate områder. Her vil selv små endringer i vannføringen få betydning for størrelsen på det vanddekkete areal. En sammenligning med tidligere år er også vanskelig, fordi antall stasjoner er redusert i perioden.

Bestandstettheten i elva er beregnet på to måter, både på grunnlag av fangst fra alle lokalitetene samlet og basert på gjennomsnitt av beregnet tetthet fra de enkelte lokalitetene. Begge beregningsmetoder ga tilnærmet samme totalestimat for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene er stort (svært stort konfidensintervall). Denne beregningsmåten gjør det ikke mulig å vurdere endringer over tid og er derfor ikke benyttet i vurderingene.

Den totale tettheten av årsunger i 2008 (41 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) var langt høyere enn den tettheten som ble beregnet i 2007, men på samme nivå som tettheten i 2006 (Saltveit et al. 2007, 2008). Tettheten i 2008 var ikke statistisk signifikant forskjellig fra tetthetene beregnet for 0+ i 2001 og 2004. Dersom tetthetene beregnet under spesielle forhold (vannføring, se ovenfor) holdes utenfor, har tettheten av 0+ siden 1997 grovt sett variert mellom 40 og 60 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>.

Tettheten av eldre laksunger i 2008 var 15 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er ingen signifikant endring i forhold til 2007, da det var betydelig økning i tetthet av eldre fisk i forhold til i 2006. Den er heller ikke signifikant fra 2004 og 2005, og er blant de høyeste beregnet etter 2000. De høyeste beregnede tettheter av eldre laksunger har vært ca. 19 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, i 1999 og 2000. Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger påfølgende år. For eksempel ga de svært høye tetthetene av 0+ i 2003 tilnærmet de samme tettheter av eldre laksunger påfølgende år som de langt lavere 0+ tettheter i 2004 gjorde. Den høyeste tettheten beregnet for eldre laksunger (i 1999) fulgte heller ikke ett år med spesielt høye 0+ tettheter (1998). Lavere 0+ tetthet i 2007 medførte ingen reduksjon i tettheter av eldre fisk i 2008.

Sett i forhold til tidligere år, må tettheten av både 0+ og eldre fisk karakteriseres som tilfredsstillende.



Sokndalselva, stasjon 12.

FOTO: S.J. SALTVEIT

Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger når det året forut har vært høy tetthet av 0+ kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger. En annen mulig årsak til små variasjoner i tetthet av eldre laksunger til tross for langt større variasjoner i 0+ tetthet, kan skyldes at eldre fisk oppholder seg på steder i elva som ikke dekkes av undersøkelsen eller som ikke lar seg undersøke, kulper og dype partier. Ved valg av lokaliteter for overvåkning ble det i sin tid lagt størst vekt på å kunne dokumentere vellykket reproduksjon, slik at 0+ områder er overrepresentert i lokalitetsvalget. En nå stabil tetthet av eldre laksunger tyder på at bæreevnen for denne kategorien fisk er nådd.

Det ble funnet laksunger på alle stasjonene i 2008, noe som har vært tilfelle siden 1997. Generelt har laks etablert seg i en stadig større del av vassdraget i takt med utvidelsen av kalkingstiltaket, og kalking har hatt en positiv effekt på både tetthet og utbredelse av laksunger. Det er nå laksunger på hele den lakseførende strekningen. Tettheten av 0+ varierer imidlertid generelt mye mellom stasjonene. I 2007, fra ca. 1 individ pr 100 m<sup>2</sup> på stasjon 7 til 124 individ pr. 100 m<sup>2</sup> på stasjon 1 i Litlåa. Det har imidlertid alltid vært store variasjoner i tetthet av 0+ mellom de ulike stasjonene (Larsen et al. 2006, Saltveit et al 2008), og det er alltid Litlåa (stasjon 1-2) og i Sokna ved Hauge (stasjon 12-15) som har hatt de høyeste gjennomsnittstetthetene.

Eldre laksunger ble første gang påvist i 1991 (Larsen 1993). Det har senere vært en jevn økning i utbredelsen av eldre laksunger fram til 2000, da eldre laksunger første gang ble funnet på alle stasjonene (Larsen *et al.* 2006). Senere har eldre laksunger blitt funnet på alle stasjoner i 2004 og i 2007. I de nedre deler av vassdraget har det enkelte år manglet eldre laksunger i materialet og tettheten var heller ikke høy i 2007. Mangel på oppvekstområder for disse årsklassene i denne delen av elva er nevnt tidligere (Larsen *et al.* 2006).

Tettheten av ørretunger i Sokndalselva i perioden 1990 til 2007 må generelt sett karakteriseres som svært lav. De høyeste årsungetetthetene ble beregnet i 1993, 1994 og i 1997 med ca. 15 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Høyest tetthet av eldre laksunger ble beregnet i 1994, som var det eneste året med flere enn 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Over tid viser begge alderskategorier en nedadgående trend i tetthetsutviklingen, selv om det var en svak økning i 0+ tetthet i 2008 (se også Larsen *et al.* 2006).

Ørretunger var til stede på alle lokalitetene, om enn i et lite antall i 2008. Ørretunger eldre enn 0+ manglet på flere av lokalitetene. Sammenlignet med 2007 var det en svak økning i tetthet av 0+ ørret, mens den gjennomsnittlige tettheten av eldre ørretunger i 2008 følger den negative utviklingen i tetthet i bestanden av ørretunger over år.

Som i de fleste av de andre elvene som inngår i overvåkningen har det også i Sokna funnet sted en reduksjon i bestanden av ørretunger etter hvert som laksen har etablert seg og økt i antall. Tettheten av ørretunger var i utgangspunktet ikke vært spesielt høy i den perioden som er undersøkt, og det foreligger heller ingen informasjon om størrelsen på ungfiskbestanden før kalking.

Fangstene av sjøørret i elva har aldri vært høye, heller ikke før kalking og før laks igjen kom inn i vassdraget. Imidlertid tyder fangstutviklingen de ti siste årene på en reduksjon i ørretbestanden i Sokna. Etter 2002 har fangstene av sjøørret utgjort mindre enn 10 % av totalfangsten i elva, og sjøørret utgjorde ikke mer enn ca. 4 % av fangsten etter 2006. Laks og ørret ble først holdt adskilt i fangststatistikken fra og med 1969. Det er derfor ikke mulig å dokumentere fordelingen av laks og sjøørret i fangstene før problemene med surt vann dukket opp. Totalfangsten av laks og sjøørret er imidlertid nå svært høy og man må helt tilbake til 1880-tallet for å finne tilsvarende fangster.

# 4 Bunndyr

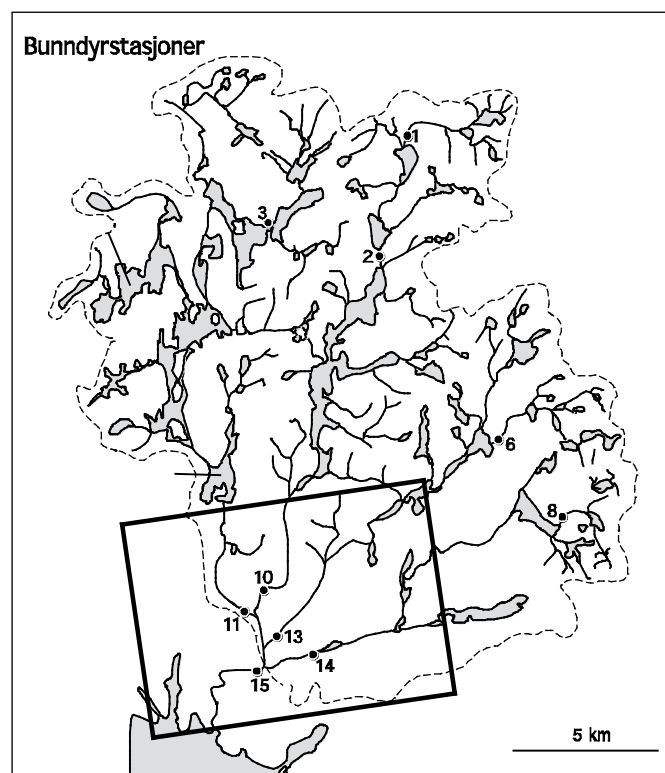
Forfatter: Arne Fjellheim

LFI, Unifob, Universitetet i Bergen (adresse: Stavanger museum, Muségt.16, N-4010 Stavanger)

## 4.1 Innledning

Bunndyrovervåkingen i Sokndalsvassdraget ble startet våren 1998, med prøvetaking fra 15 stasjoner. Dette stasjonsnettet er senere blitt redusert. Fra og med 2000 er 10 stasjoner prøvetatt vår og høst, annethvert år (**Figur 4.1**). Fire av stasjonene er ukalkete referansestasjoner, resten er berørt av kalkingsprosjektene i vassdraget. Stasjonsnettet er nærmere beskrevet av Fjellheim & Raddum (2001a). Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på foruringskade og biologisk mangfold.

For metodikk ved innsamling og analyse av bunndyr vises det til eget metodekapittel.



Figur 4.1. Stasjonsoversikt for bunndyrprøver i Soknadalselva i 2008.

## 4.2 Resultater og diskusjon

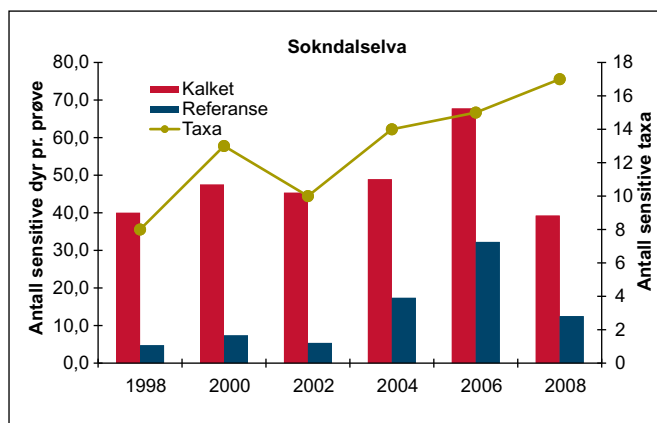
Det ble registrert 3 døgnfluearter, 8 steinfluearter, og 18 arter/slekter av vårfluer i Sokndalsvassdraget i 2008 (**Vedlegg C1**). Sytten av de registrerte arter/grupper av bunndyr er sensitive overfor forurening (Fjellheim & Raddum 1990). EPT-diversiteten (summen av arter innen gruppene døgn-, stein- og vårfluer) var litt større enn det som ble registrert i 2006 (Fjellheim 2007a). Antall registrerte forureningssensitive bunndyr var høyere enn i de foregående årene.

I 2008 var verdien for indeks 1 og 2 lik 1,0 både vår og høst for den kalkete delen av vassdraget (**Figur 4.2**). Skadene på bunndyrsamfunnene i de ukalkete delene av vassdraget var store om våren, der verdiene for både indeks 1 og 2 var 0,38. Høstverdien tok seg noe opp, henholdsvis 0,63 og 0,50, men verdiene viser at verken antall arter eller antall individer av forureningsfølsomme bunndyr er tilfredsstillende. Dette viser at kalking fremdeles er nødvendig for å skape levelige forhold for faunaen i Sokndalsvassdraget.

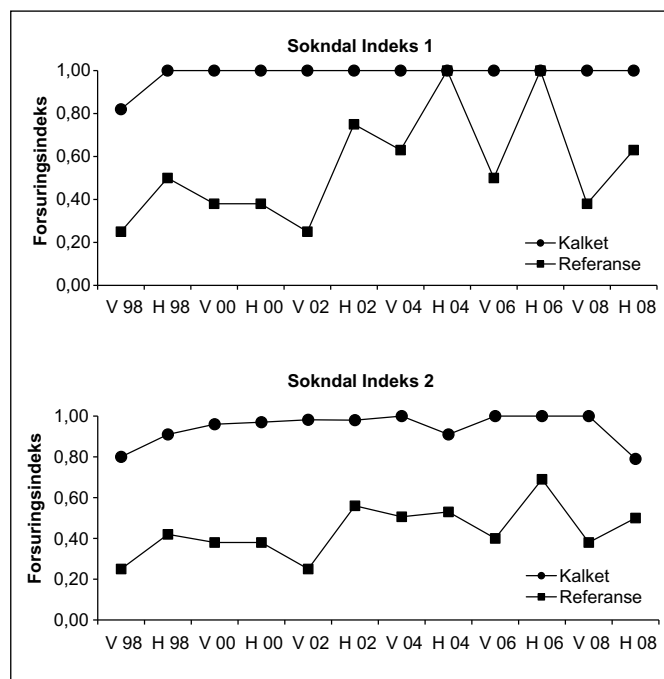
En sammenligning med data fra undersøkelsene i forbindelse med Verneplan 4 høsten 1989 (Raddum & Fjellheim 1990) viser at vassdraget den gang hadde enda lavere artsdiversiteter. Innslaget av forureningssensitive dyr var lavt og gjennomsnittlig forureningsindeks (indeks 1) for alle stasjonene var 0,30. Antall registrerte sensitive taxa har imidlertid doblet seg i perioden, fra 8 i 1998 til 17 i 2008 (**Figur 4.3**). Det er forøvrig svært positivt at ferskvannsneglen *Lymnaea peregra* (vanlig damsnegl) nå blir observert i vassdraget. Høsten 2006 ble det funnet to eksemplarer av denne arten i nedre del av vassdraget. I 2008 var antallet steget til ni. Denne sneglen er svært sensitiv ovenfor både forurening og lavt kalkinnhold (Økland 1990). Etablering av snegl var forventet i vassdraget (Fjellheim 2005). Til sammenligning har det nærliggende Ognavassdraget, som har vært fullkalket siden 1985, betydelig større artsdiversiteter av bunndyr enn Sokndalsvassdraget (Fjellheim 2007b). I Ognava var det også større artsmangfold innen de mest sensitive bunndyrgruppene. Det er blant annet registrert

tre arter av ferskvannssnegl i Ogna (Fjellheim & Raddum 1995). Snegl er også blitt registrert i flere av de andre vassdragene som har vært kalket lenge. Det gjelder blant annet Vikedalsvassdraget og Audna, der *L. peregra* ble funnet henholdsvis 8 og 10 år etter kalkingen (Fjellheim & Raddum 2001b, Raddum & Fjellheim 2003). Registreringen av *L. peregra* i Sokndalsvassdraget er et viktig signal om at vassdraget er i bedring.

Antall sensitive bunndyr pr. prøve i 2008 var lavere i både kalket og ukalket del av vassdraget enn i de foregående år (Figur 4.3).



Figur 4.3. Gjennomsnittlig antall forsuringssensitive bunndyr pr. prøve fra kalket (kalk) og ukalket del (ref) av Sokndalsvassdraget i perioden 1998 - 2008. Figuren viser også antall registrerte sensitive taxa i samme periode.



Figur 4.2. Gjennomsnittlig forsuringssensitive forsuringssensitive stasjonene i Sokndalsvassdraget i 2008.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

### 5.1.1 Vannkjemisk

Etter at kalkingen kom i gang har det skjedd en generell bedring av vannkvaliteten i alle delene i vassdraget. De vannkjemiske målingene indikerer nå en jevn og god vannkvalitet selv om det har vært en nedgang i pH i deler av vassdraget de siste årene.

Vannkvalitetsmålet innebærer i første rekke at pH ikke bør ligge under 6,0. I nedre del av vassdraget var ikke vannkvaliteten i 2008 helt tilfredsstillende i forhold til målet. Her lå 19 % av målingene under pH-målet minus 0,1 pH-enheter, men ingen var mer enn 0,3 pH-enheter under målet. I Barstadvassdraget/Rosslandsåna lå 44 % av målingene under pH-målet minus 0,3 pH-enheter, mens tilsvarende gjaldt for 6 % av målingene i Steinsvassdraget. I Steinsvassdraget lå 38 % av målingene 0,1 pH-enheter under målet. Det finnes ikke aluminiumsmålinger fra disse delvassdragene de siste tre årene, og vi vet derfor ikke om endringer i vannkvaliteten har ført til høyere konsentrasjoner av labilt aluminium. I de to andre sidegreinene (Myssa og Guddal/Mydlandsvassdraget) lå alle pH-verdiene over vannkvalitetsmålet med unntak av to marginale pH-verdier i Guddal/Mydlandsvassdraget. Lave konsentrasjoner av aluminium gjør at vannkvaliteten vurderes som tilfredsstillende sett i forhold til biologien i nedre del av hovedvassdraget.

### 5.1.2 Fisk

For laks har kalkingen i Sokndalselva gitt gode resultater både i form av økt reproduksjon og økte fangster. Laksefisket i elva har vært i stadig bedring, og synes nå å ha stabilisert seg med fangster rundt 2 tonn. For ørret er det en nedadgående trend både i størrelsen på ungfiskbestanden og avkastningen av voksen fisk. Samlet fangst av anadrom fisk er imidlertid betydelig, og har på 1900-tallet aldri vært over 500 kg før i 1992. Hele den lakseførende strekningen er kalket, og det er derfor vanskelig å vurdere behovet for videre kalking.

Sett i forhold til tidligere år må 0+ tettheten karakteriseres som tilfredsstillende. Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet, kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger i Sokna, men også det forhold at eldre fisk står på områder som ikke undersøkelsen dekker (dyp, kulper).

### 5.1.3 Bunndyr

Bunndyrsamfunnene viste at forsuringspåvirkningen i den kalkete delen av Sokndalsvassdraget var tilfredsstillende i 2008. Det ble registrert skader i de ukalkete delene av vassdraget både vår og høst. En lav forsuringssensitiv indeks 2 tyder på at de mest følsomme bunndyrene er påvirket av surt vann. De store forskjellene mellom kalket og ukalket del av vassdraget viser at kalking fremdeles er nødvendig for å opprettholde en god vannkvalitet. Den økte kalkingsvirksomheten i vassdraget etter 1990 har bedret forholdene for forsuringssensitive dyr i vassdraget betydelig. Artsmangfoldet av bunndyr i Sokndalsvassdraget er stigende, men vassdraget har ennå et stort potensial for økt biodiversitet. Ferskvannsneglen *Lymnaea peregra*, som første gang ble registrert i 2006, ble også påvist i 2008.

## 5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Opptrappingen av kalkingen i vassdraget gjennom innsjøkalking har medført at alle vassdragets fire greiner har vært tilnærmet totalkalket fra 1999. Dagens kalkingsstrategi gir en vannkvalitet i Sokndalselva som anses å være tilfredsstillende mht. de krav som stilles for at fisk og invertebrater skal kunne leve og reprodusere i elva. Vannkvaliteten er imidlertid marginal og videre reduksjoner i kalkdosene bør ikke gjennomføres uten en mer omfattende overvåking.

## 6 Referanser

- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 samt normalperioden 1961-1990 fra meteorologisk stasjon Egersund. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- Enge, E. & Persson, U. 1991. Tetthetsregistreinger av laks og aure i Rogalandsvassdrag, 1990. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern avdelingen. Miljø-notat 1991-1. 29 s.
- Fjellheim, A. 1992. Utbygging av Lindland kraftverk i Sokndalsvassdraget. Konsekvenser for fisk og fritidsfiske. - Lab. Ferskvannøkologi. Innlandsfiske. Zool. Mus., Univ. Bergen. Rapport nr. 75. 35 s.
- Fjellheim, A. 2005. Overvåking av bunndyr i Sokndalselva. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2004. DN-Notat 2005-2, s. 291-300.
- Fjellheim, A. 2007a. Overvåking av bunndyr i Sokndalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, s. 9-19.
- Fjellheim, A. 2007b. Overvåking av bunndyr i Ognå. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2, s. 9-22.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. (1990). Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment*, 96, 57-66.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2001a. Overvåking av bunndyr i Sokndalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 2000. DN-Notat 2001-2, s. 111-112.
- Fjellheim, A. and Raddum, G. G. 2001b. Acidification and liming of River Vikedal, western Norway. A 20 year study of responses in the benthic invertebrate fauna. - *Water Air and Soil Pollution* 130: 1379-1384.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. (1971). Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- 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. 1993. Sokndalselva. 3 Fiskebiologiske undersøkelser. Kalking i vann og vassdrag. FoU-årsrapporter 1991. DN-notat 1993-1: 256-263.
- Larsen, B.M. 1997. Sokndalselva. 3 Anadrom fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1: 130-132.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Simonsen, J.H. 2006. Sokndalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 112-115.
- Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. O-89185-2.
- NVE 2009. Vannføring ved NVE-stasjonen Refsvatn i 2008. Norges vassdrags- og energiverk, Hydrologisk avdeling, Oslo.
- Persson, U. & Enge, E. 1992. Tetthetsregistreringer av laks og aure i Rogalandsvassdrag, 1991. - Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvern avdelingen. Miljørapport 1992-3. 74 s.
- Raddum, G. G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. In Raddum, G. G., Rosseland, B. O. & Bowman, J. (eds.) Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation of models. ICP-Waters Report 50/99, pp.7-16, NIVA, Oslo.
- Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1990. Verneplan IV: Ferskvannsbilologisk vurdering av vassdrag i Rogaland. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 69.
- Raddum, G. G. and Fjellheim, A. 2003. Liming of River Audna, Southern Norway. A large scale experiment of benthic invertebrate recovery. - *AMBIO* 32: 230-234.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å.; Berger, H. M.; Kleiven, E.; Pavels, H. og Smedstad, F. 2007. Sokndalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007-2: 5s.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å.; Berger, H. M.; Kleiven, E.; Pavels, H. 2008. Sokndalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. I DN-notat 2008-2: 5s.
- 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.
- 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.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi

**Sokndalselva 2008. Stasjon S1- Barstadvassdraget**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
07-01-08	4,43	5,96	1,15
21-01-08	3,89	5,63	0,82
04-02-08	4,13	5,52	0,93
11-02-08	4,05	5,56	0,94
18-02-08	4,55	5,78	1,08
25-02-08	6,05	5,52	1,23
03-03-08	4,28	5,46	0,90
10-03-08	4,26	5,44	0,84
17-03-08	4,17	5,50	0,90
25-03-08	4,74	5,77	1,11
31-03-08	4,56	5,46	0,95
07-04-08	4,14	5,47	0,93
14-04-08	4,64	5,60	1,14
21-04-08	4,14	5,63	1,00
28-04-08	4,11	5,60	0,98
05-05-08	4,10	5,75	0,80
13-05-08	4,04	5,85	0,92
19-05-08	4,00	5,90	1,03
26-05-08	4,03	6,13	0,95
09-06-08	4,02	5,94	0,90
23-06-08	4,24	5,89	1,07
07-07-08	3,80	6,00	1,12
21-07-08	3,60	5,90	1,10
04-08-08	3,40	6,00	1,10
18-08-08	3,60	6,00	1,10
01-09-08	4,20	6,00	0,94
15-09-08	3,70	5,90	0,86
29-09-08	4,30	6,00	1,24
13-10-08	3,70	5,70	0,71
27-10-08	3,60	5,80	0,75
10-11-08	6,00	5,50	1,47
24-11-08	3,70	5,40	0,75
08-12-08	5,50	5,90	1,89
22-12-08	7,80	5,60	1,95
<b>Snitt</b>	4,34	5,69	1,05
<b>St.dev.</b>	0,86	0,21	0,27
<b>Median</b>	4,14	5,76	0,96
<b>Min.</b>	3,40	5,40	0,71
<b>Max.</b>	7,80	6,13	1,95

**Sokndalselva 2008. Stasjon S2- Steinsvassdraget**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
07-01-08	3,77	6,09	1,18
21-01-08	3,87	6,02	1,16
04-02-08	4,41	5,71	1,23
11-02-08	4,05	5,90	1,27
18-02-08	4,11	5,99	1,18
25-02-08	4,23	5,89	1,13
03-03-08	4,30	5,85	1,17
10-03-08	4,21	5,92	1,11
17-03-08	4,15	5,94	1,22
25-03-08	4,20	5,98	1,21
31-03-08	4,20	5,48	0,95
07-04-08	4,01	5,93	1,22
14-04-08	4,03	5,78	1,11
21-04-08	4,05	6,01	1,08
28-04-08	3,94	5,84	1,09
05-05-08	3,97	6,03	1,00
13-05-08	3,96	6,16	1,23
19-05-08	3,94	6,25	1,22
26-05-08	4,01	6,37	1,24
10-06-08	4,06	6,29	1,20
23-06-08	4,20	5,90	1,13
07-07-08	3,80	6,40	1,11
21-07-08	3,40	5,90	1,20
04-08-08	3,40	6,10	1,30
18-08-08	3,40	6,10	1,00
01-09-08	3,90	6,20	1,10
15-09-08	3,50	6,10	1,05
29-09-08	3,50	6,10	1,09
13-10-08	3,50	5,90	0,83
27-10-08	3,50	5,80	0,93
10-11-08	4,10	5,50	1,03
24-11-08	3,70	5,80	1,04
08-12-08	3,70	5,70	1,14
22-12-08	4,00	6,00	1,08
<b>Snitt</b>	3,91	5,92	1,12
<b>St.dev.</b>	0,28	0,21	0,10
<b>Median</b>	3,99	5,96	1,13
<b>Min.</b>	3,40	5,48	0,83
<b>Max.</b>	4,41	6,40	1,30



**Sokndalselva 2008. Stasjon S3- Myssavassdraget**  
(prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
07-01-08	3,68	6,63	1,81
21-01-08	3,88	6,54	1,83
04-02-08	4,20	6,44	1,72
11-02-08	4,05	6,47	1,78
18-02-08	4,12	6,45	1,64
25-02-08	4,25	6,40	1,58
03-03-08	4,39	6,29	1,51
10-03-08	4,16	6,34	1,48
17-03-08	4,13	6,39	1,59
25-03-08	4,14	6,38	1,45
31-03-08	3,98	6,05	1,15
07-04-08	3,92	6,33	1,49
14-04-08	3,94	6,23	1,54
21-04-08	3,97	6,39	1,35
28-04-08	3,96	6,31	1,46
05-05-08	3,87	6,39	1,20
13-05-08	3,91	6,42	1,47
19-05-08	3,90	6,56	1,49
26-05-08	3,99	6,54	1,58
10-06-08	4,08	6,70	1,56
23-06-08	3,86	6,42	1,39
07-07-08	3,70	6,50	1,43
21-07-08	3,10	6,30	1,20
04-08-08	2,90	6,30	1,20
18-08-08	3,30	6,70	2,00
01-09-08	4,40	6,90	2,70
15-09-08	3,80	6,80	2,62
29-09-08	3,70	6,70	2,38
13-10-08	3,50	6,50	1,97
27-10-08	3,50	6,30	1,41
10-11-08	3,60	6,20	1,35
24-11-08	3,40	6,30	1,44
08-12-08	3,60	6,20	1,67
22-12-08	3,90	6,40	1,52
<b>Snitt</b>	3,85	6,40	1,62
<b>St.dev.</b>	0,34	0,18	0,36
<b>Median</b>	3,91	6,40	1,52
<b>Min.</b>	2,90	6,05	1,15
<b>Max.</b>	4,40	6,90	2,70

**Sokndalselva 2008. Stasjon S4- Guddall**  
Mydlandsvassdraget (prøver analysert ved M-lab AS og VestfoldLAB AS)

Dato	Kond mS/m	pH	Ca mg/l
07-01-08	3,69	6,39	1,30
21-01-08	3,80	6,27	1,25
04-02-08	4,59	6,10	1,33
11-02-08	4,37	6,15	1,31
18-02-08	4,30	6,19	1,29
25-02-08	4,60	6,15	1,28
03-03-08	4,63	6,11	1,25
10-03-08	5,02	5,91	1,17
17-03-08	4,24	6,11	1,21
25-03-08	4,26	6,22	1,27
31-03-08	4,39	5,95	1,17
07-04-08	3,85	6,13	1,35
14-04-08	3,91	6,15	1,16
21-04-08	3,91	6,26	1,08
28-04-08	3,86	6,24	1,14
05-05-08	3,93	6,30	1,06
13-05-08	3,87	6,39	1,25
19-05-08	3,88	6,44	1,25
26-05-08	3,89	6,50	1,22
10-06-08	3,94	6,58	1,22
23-06-08	4,20	6,44	1,28
07-07-08	3,90	6,60	1,30
21-07-08	3,50	6,40	1,20
04-08-08	3,30	6,60	1,50
18-08-08	3,80	6,80	2,10
01-09-08	4,30	6,70	2,10
15-09-08	3,70	6,70	1,98
29-09-08	3,60	6,70	1,92
13-10-08	3,50	6,40	1,36
27-10-08	3,60	6,20	1,32
10-11-08	3,80	6,30	1,50
24-11-08	3,80	6,20	1,32
08-12-08	3,70	6,10	1,47
22-12-08	4,20	6,20	1,26
<b>Snitt</b>	4,00	6,27	1,36
<b>St.dev.</b>	0,38	0,22	0,27
<b>Median</b>	3,90	6,27	1,28
<b>Min.</b>	3,30	5,91	1,06
<b>Max.</b>	5,02	6,80	2,10

Sokndalselva 2008. Stasjon S5- Sokndalselva ved Haneberg (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Dato	Kond-25 mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
08-01-08	3,9	6,02	18	1,26	0,69	4,35	0,35	2,66	7,43	250	90	25	20	5	65	1,5	33	3,9	380
04-02-08	4,4	5,97	14	1,12	0,71	5,20	0,31	2,51	9,33	220	95	20	16	4	75	1,9	15	3,3	310
03-03-08	4,4	5,84	11	1,18	0,71	5,47	0,36	2,57	9,24	230	102	23	18	5	79	1,5	32	3,2	300
25-03-08	4,3	5,82	10	1,18	0,71	5,32	0,32	2,84	8,47	240	84	21	16	5	63	1,5	40	3,1	310
07-04-08	4,1	5,87	11	1,06	0,60	4,79	0,32	2,51	8,47	230	93	28	17	11	65	1,7	9	2,5	330
14-04-08		5,88	15	1,08							95	31	20	11	64				
21-04-08	4,2	6,00	15	1,16	0,65	4,59	0,35	2,78	8,38	250	85	18	14	4	67	1,6	6	4,3	350
28-04-08		5,99	22	1,24							79	22	15	7	57				
05-05-08	4,1	5,94	14	1,15	0,66	4,88	0,35	2,63	8,08	230	86	23	16	7	63	1,8	32	3,0	330
13-05-08		6,11	17	1,18							62	17	11	6	45				
19-05-08		6,10	17	1,22							63	14	10	4	49				
26-05-08	4,3	6,11	18	1,26	0,79	4,83	0,36	3,08	8,05	190	51	15	8	7	36	1,9	41	2,5	290
10-06-08	5,0	6,38	32	1,92	1,04	5,18	0,38	5,68	8,68	170	52	12	10	2	40	1,4	39	3,1	320
07-07-08	4,2	6,09	17	1,12	0,68	4,68	0,33	2,87	8,26	190	49	15	12	3	34	2,5	16	3,0	290
04-08-08	4,1	6,25	19	1,16	0,67	4,67	0,30	2,87	7,70	170	45	11	8	3	34	2,5	33	3,4	290
01-09-08	4,0	6,50	35	1,50	0,66	4,88	0,28	2,84	7,78	140	63	14	10	4	49	2,5	58	3,4	300
06-10-08	3,9	6,41	39	1,40	0,58	4,16	0,29	2,75	7,03	130	90	20	15	5	70	2,5	39	6,3	330
20-10-08	3,8	6,20	26	1,22	0,58	4,68	0,27	2,51	7,31	150	86	26	19	7	60	2,3	48	5,0	300
03-11-08	3,9	5,97	15	1,04	0,60	4,56	0,28	2,33	7,56	190	78	27	17	10	51	1,9	30	3,3	290
17-11-08	3,9	6,06	17	1,12	0,57	4,71	0,28	2,45	8,11	190	89	29	21	8	60	4,0	20	3,7	280
08-12-08	4,1	6,03	16	1,14	0,63	4,33	0,32	2,78	8,31	190	71	24	15	9	47	2,9	-3	3,7	290
<b>Snitt</b>	4,2	6,04	19	1,22	0,68	4,78	0,32	2,86	8,13	198	77	21	15	6	56	2,1	29	3,6	311
<b>St.dev.</b>	0,3	0,19	8	0,19	0,11	0,36	0,03	0,75	0,63	38	17	6	4	3	13	0,7	16	0,9	26
<b>Median</b>	4,1	6,03	17	1,18	0,66	4,71	0,32	2,75	8,11	190	84	21	15	5	60	1,9	32	3,3	300
<b>Min.</b>	3,8	5,82	10	1,04	0,57	4,16	0,27	2,33	7,03	130	45	11	8	2	34	1,4	-3	2,5	280
<b>Max.</b>	5,0	6,50	39	1,92	1,04	5,47	0,38	5,68	9,33	250	102	31	21	11	79	4,0	58	6,3	380

# Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

Vedlegg C1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Oгна 15.05.2008.

Stasjon	1	2	3	6	8	10	11	13	14	15
<b>Nematoda</b>			1	2	1			2		4
<b>Oligochaeta</b>	1			3	4	3		5	4	7
<b>Acari</b>	26	1	8	36	3	5		11	3	8
<b>Anisoptera</b>										
<i>Cordulegaster boltoni</i>				1						
<b>Ephemeroptera</b>										
*** <i>Baetis rhodani</i>		82				50	11	9	43	44
<b>Plecoptera</b>										
<i>Brachyptera risi</i>					2					
<i>Amphinemura borealis</i>	38			31	7	4	2		7	3
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	3			1	3					
<i>Amphinemura sulcicollis ad. Hunn</i>							1			
<i>Amphinemura sp.</i>	7			11	6	5	5	3	16	1
<i>Leuctra sp.</i>	46		3	11	14	12		8	14	16
<i>Leuctra hippopus</i>	4									1
** <i>Isoperla grammatica</i>		2								
<b>Trichoptera</b>										
<i>Hydroptila sp.</i>										1
<i>Athripsodes sp.</i>								2		
Limnephilidae indet			2	1						
<i>Halesus radiatus</i>			1							
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	2	1	16						1	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	3		2	3	1			1	1	
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		1	55							
<i>Rhyacophila nubila larve</i>	7	4	2	1	5	2	6	3	6	4
<i>Rhyacophila nubila puppe</i>				1		1			2	
<i>Oxyethira sp.</i>						1				
<i>Adicella reducta</i>				1						
** <i>Agapetus ochripes</i>										1
** <i>Glossosoma intermedia</i>						2				
** <i>Wormaldia sp.</i>				20	39	1	5	30	35	1
** <i>Wormaldia occipitalis</i>										5
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>						1				
** <i>Lepidostoma hirtum</i>				4		2			3	
** <i>Hydropsyche silatalai</i>		5	1	23	2	4	1	5	6	28
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>										3
<b>Chironomidae</b>	173	119	60	143	132	175	67	131	127	156
<b>Ceratopogonidae</b>					1	1			4	4
<b>Simuliidae</b>	9	3	18	4	6	3	7	4	1	14
<b>Tipuloidea</b>										
Tabanidae indet.	1									
<b>Diptera</b>										
Empididae indet	9	4	2	33		9	2	21		7
Puppe indet.	6			4				4		
<b>Coleoptera</b>										
<i>Elmis aenea</i>	9				6	4		5	1	
<i>Limnius volckmari</i>					1	6	2	1	4	15
<i>Olimnius tuberculatus</i>										3
Gyrinidae indet.larve							1			
<b>Collembola</b>	1									
Sum	345	222	170	332	232	291	110	243	278	322
Forsuringsindeks 1	0	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,00	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom										

Vedlegg C2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Sokndalsvassdraget 12.09.2008.

Stasjon	1	2	3	6	8	10	11	13	14	15
<b>Nematoda</b>	1	2		3				1		
<b>Oligochaeta</b>	10	3	2	16	4	10	3	3	6	10
<b>Acari</b>	2	2	1	8	17	3	7	9	19	26
<b>Bivalvia</b>										
* <i>Pisidium</i> sp.		8								17
<b>Hirudinea</b>										
*** <i>Erpobdella octoculata</i>										2
<b>Gastropoda</b>										
*** <i>Lymnaea peregra</i>										9
<b>Zygoptera</b>										
Zygoptera indet				1						
<b>Anisoptera</b>										
<i>Cordulegaster boltoni</i>				3						
<b>Ephemeroptera</b>										
*** <i>Baetis rhodani</i>		6		1		1	1	8	19	1
*** <i>Baetis muticus</i>									2	
*** <i>Baetis fuscatus</i>									1	2
*** <i>Baetis</i> sp.						1	1		3	
<b>Plecoptera</b>										
<i>Amphinemura borealis</i>	10			3	2	6	6	4		2
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	8		8	6					9	
<i>Brachyptera risi</i>	1				2					
<i>Leuctra hippopus</i>	7	1		37	17			6	3	
<i>Leuctra fusca</i>			1			1	3		1	4
<i>Leuctra</i> sp.			1	1		1	5			
<i>Protonemura meyeri</i>	13	9		8	9	9	14	16	28	2
<i>Nemouridae</i> indet.					1					
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	22	1		1		5			7	3
** <i>Isoperla</i> sp.	8	1		4		2			2	2
<b>Trichoptera</b>										
<i>Oxyethira</i> sp.	2		4	3	2		1			
<i>Hydroptila</i> sp.										2
<i>Athripsodes</i> sp.			1					1	1	1
<i>Leptoceridae</i> indet.									1	1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	12	13	18	4	1		2		15	6
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	1		1	1						
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		4	35							
<i>Polycentropodidae</i> indet.					1				3	
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	4	2	1	3	3	2	3	1	5	4
<i>Mystacides azurea</i>										1
? <i>Agapetus ochripes</i>						1				
** <i>Oecetis testacea</i>										4
** <i>Ithytrichia lamellatus</i>		1				1	1	2	4	2
** <i>Lepidostoma hirtum</i> .	1	1	1	4		3	1	1	15	5
** <i>Hydropsyche silatalai</i>	3	4		45	17	15	2	5	14	5
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>						1			8	14
** <i>Hydropsyche</i> sp.		1					4	3		1
<b>Chironomidae</b>	19	101	124	38	98	147	84	54	188	151
<b>Ceratopogonidae</b>	1				15	1		2		1
<b>Simuliidae</b>	20			20	15		8		4	
<b>Tipuloidea</b>										
<i>Tipula</i> sp.		1	1			1				1
<i>Dicranota</i> sp.	1				14	1				1
<i>Limonidae</i> indet.		1		1	3					

Vedlegg C2. Forts.

Stasjon	1	2	3	6	8	10	11	13	14	15
<b>Diptera</b>										
Empididae indet.	5	3	21	24	26	3	4	12	21	19
<b>Coleoptera</b>										
<i>Elmis aenea</i>	7	1			21	5	4	3		2
<i>Limnius volckmari</i>						8		1	17	17
<i>Olimnius tuberculatus</i>										6
Gyrinidae indet.							1		2	11
<b>Sialis</b>										
<i>Sialis</i> sp.				1						
<b>Tege</b>								1		
<b>Collembola</b>	1									
<b>Crustacea</b>										
Chydoridae							1			
Calanoida			1							
** <i>Daphnia</i> sp.			11							
Sum	159	166	232	236	268	228	156	133	398	335
Forsuringsindeks 1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	0,50	1,00	0,50	0,52	0,50	0,59	0,57	0,81	1,00	0,77
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom										

# Tovdalsvassdraget

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

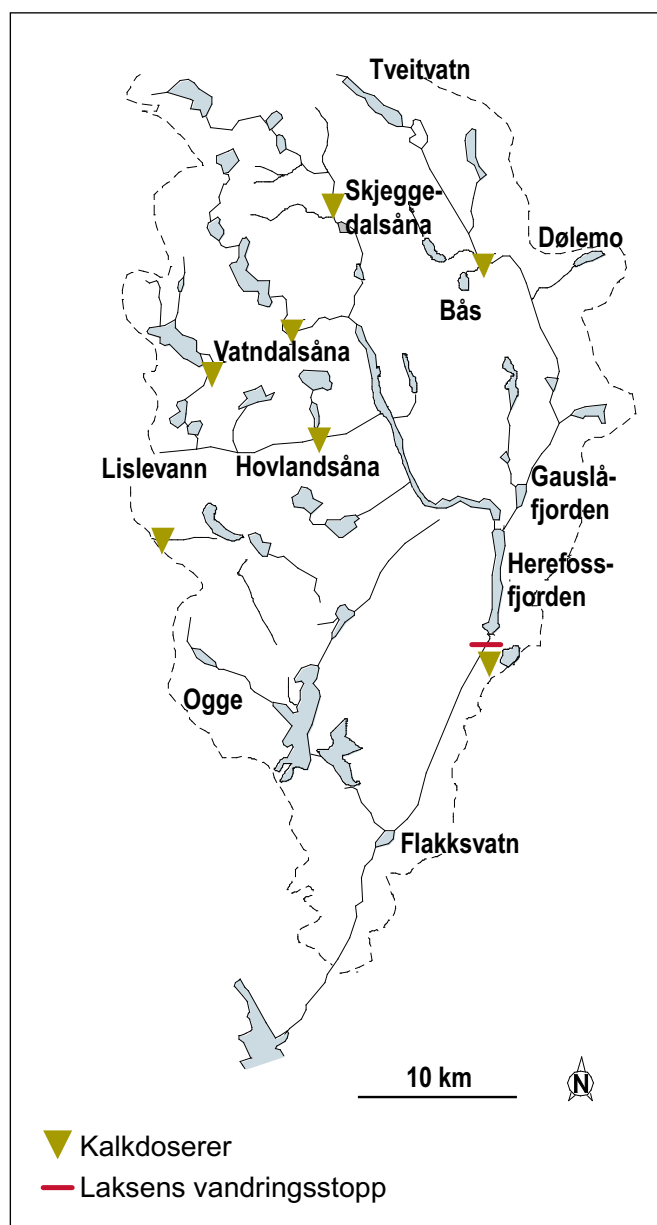
## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke:	020, Telemark, Aust-Agder og Vest-Agder
Kartreferanse, utløp:	4472-64525, kartblad 1511 II
Areal, nedbørfelt:	1.885 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	34,5 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	65 m <sup>3</sup> /s
Vassdragsregulering:	Uldalsgreina i vest er regulert (Hanefossen kraftverk). Boenfossen er regulert til kraftproduksjon for Boen Bruk.
Lakseførende strekning:	Ca. 35 km, til Herefossfjorden
Kalking:	Hovedprosjektet med doserere ble satt i gang 24. oktober 1996. Ogge (areal 11,6 km <sup>2</sup> ) ble kalket første gang i juli 1996

Tovdalsvassdraget består av to hovedgreiner i øvre del; Tovdalselva og Uldalsgreina. Tovdalselva har sitt utspring i grensetraktene mellom Straume og Setesdal og Fyresdal, og renner ut i havet ved Topdalsfjorden nær Kristiansand (**Figur 1.1**). Vassdraget har en lengde på ca. 12 mil. Tovdalselvas nedbørfelt er relativt smalt ned til Herefossfjorden. Uldalsåna munner ut like ved Tovdalselvas utløp i Herefossfjorden. De to elvene bidrar med henholdsvis 42 og 58 % av vassføringen i vassdraget (Samlet Plan 1984). Uldalsvassdraget består av tre hovedgreiner, Skjeggdalsåna, Hovlandsåna og Ogge-området.

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



Figur 1.1. Tovdalsvassdraget med nedbørfelt.

## 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Tovdalsvassdraget er fullkalket fra oktober 1996. I tillegg til fem hoveddoserere og dosereren i Kateråsåna, kalkes innsjøene Ogge og Høvringsvatn samt noen mindre innsjøer. Skjellsandkalking skjer også, men årsrapporten skaffer ikke oversikt over dette. Ogge ble kalket i 1996, 1997, 1999, og hvert år siden 2001. Høvringsvatn er kalket de fem siste årene.

Bakgrunn for kalking:	Laksebestanden i vassdraget er utdødd pga forsuring.
Kalkingsplan:	Hindar (1991)
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer. Kalking høyt oppe i vassdraget skal også sikre bestander av innlandsfisk.
Vannkvalitetsmål:	Vannkvalitetsmålet på lakseførende strekning er pH 6,2 i perioden 15. februar til 30. april, pH 6,4 i perioden 1. mai til 30. juni, og pH 6,0 resten av året.
Kalkingsstrategi:	Vassdraget kalkes ved en kombinasjon av innsjøkalking (hovedvekt på Ogge og Høvringsvatn) og dosereralkalking (fem store doserere + en mindre doserer i Kateråsåna ved Ogge).

I 2008 ble fire innsjøer (Ogge, Høvringen, Begervatn og Haukomvatn) kalket med tilsammen 533 tonn kalk (100% CaCO<sub>3</sub>). Det ble benyttet om lag like mye kalk til innsjøkalking som året før.

Kalk benyttet ved de ulike dosereranleggene i perioden 2004-2008 er vist i **Tabell 1.1**.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Tovdals-vassdraget i perioden 2004 til 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100% kalk. Det ble benyttet kalktype NK3. Tallene i parentes er antall innsjøer.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer v/ Bås	1813	1522	2049	1557	2069
Doserer v/ Skjeggedal	380	503	544	395	303
Doserer v/ Vatnedal	134	30	174	129	622
Doserer v/ Skåre	260	461	700	650	819
Doserer v/ Søre Herefoss	1658	1299	1871	1110	2033
Doserer v/ Kateråsåna	65	30	60	96	28
Sum kalk doserere	4309	3846	5397	3938	5874
Innsjøer	631 (8)	697(13)	592 (6)	528 (3)	533 (4)
Sum kalk totalt	4941	4543	5989	4466	6407

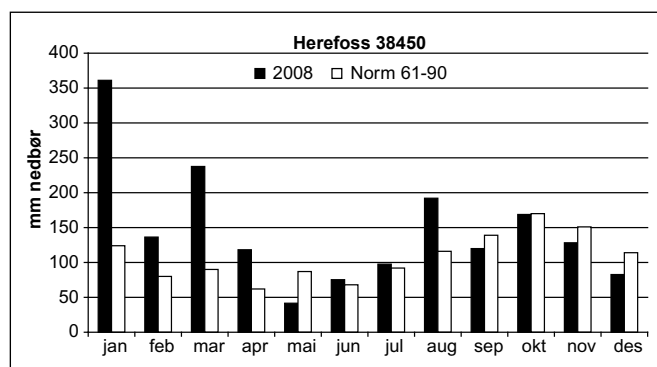
Dette gir en total kalkmengde for 2008 ved de seks doseringsanleggene på 5874 tonn kalk av typen NK3 (86 % CaCO<sub>3</sub>), noe som er en økning på omlag 1936 tonn fra året før. Det ble i 2008 kalket med om lag samme mengde som i 2006.

Kalkingsdataene er innhentet fra Fylkesmannen i Aust-Agder v/miljøvernavdelingen.

## 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon: 38450 Herefoss (**Figur 1.2**)

Årsnedbør 2008: 1760 mm  
 Normalt: 1293 mm  
 % av normalen: 136 %

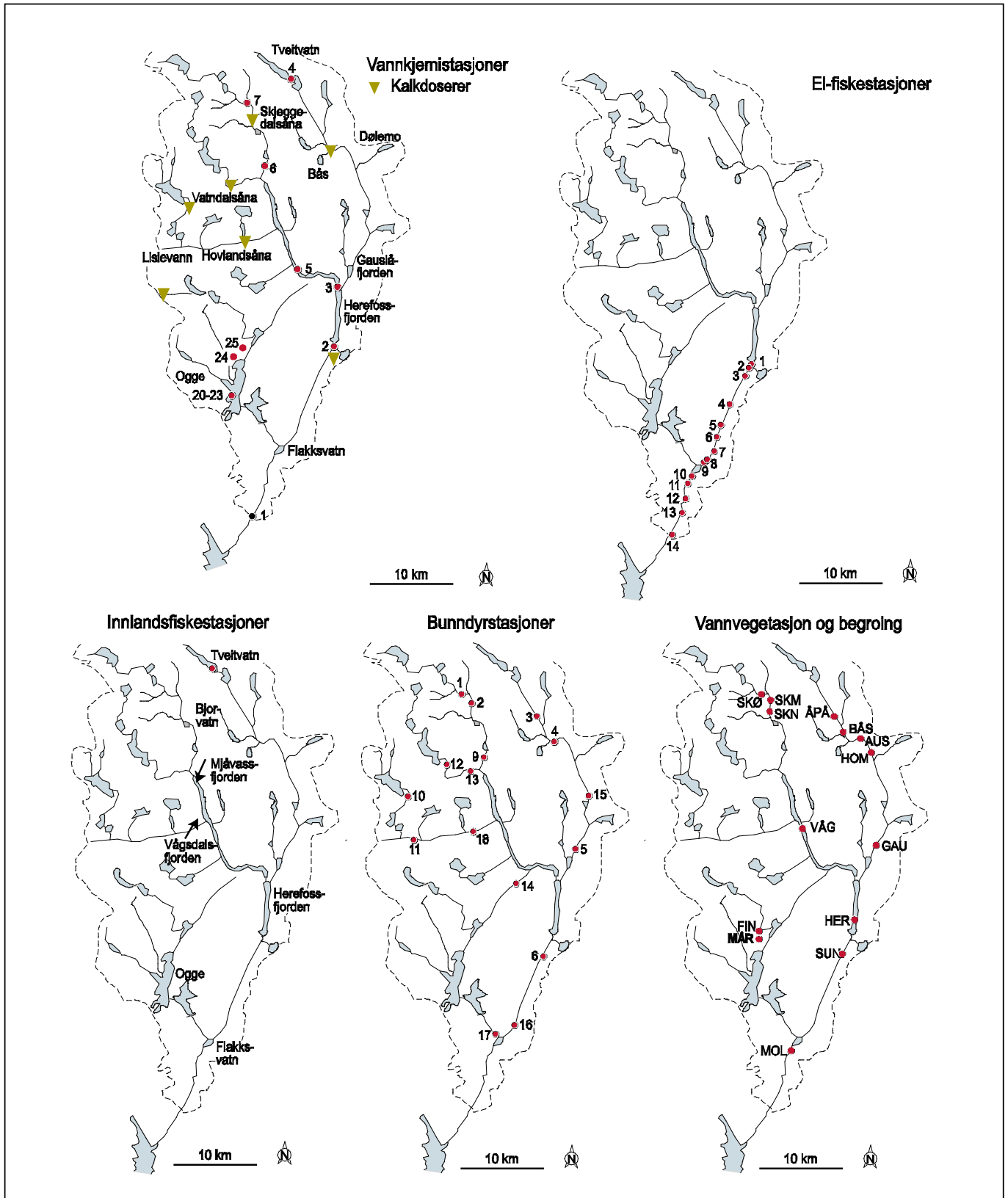


**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 ved meteorologisk stasjon Herefoss. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (DNMI, 2009).

Som vist i **Figur 1.2** var nedbøren meget høy i januar.

## 1.4 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemii, fisk, bunndyr og vannvegetasjon i Tovdalsvassdraget er vist i **Figur 1.3**.



Figur 1.3. Lokalisering av ulike prøvetakingsstasjoner, samt plassering av kalkingsdoserere. Bunndyr og vannvegetasjon undersøkes annethvert år.



# 2 Vannkjemi

Forfatter: Mona Weideborg og Milla Juutilainen

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

Datasammenstilling er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**, **Aquateam**. Prøvetakere for elvestasjonene har vært **Nils Bjelland**, **Birkeland** og **Bjørn Wiig**, **Boen Bruk**. Prøvene er tatt som stikkprøver på tilnærmet faste datoer. Ansvarlig for gjennomføring av prøvetakingen i innsjøen har vært **Jen Henrik Simonsen**. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget**, **NIVA**. De kjemiske analysene er gjort av **Analycen**.

Det ble gjennomført 12 prøvetakingsrunder med ukentlig prøvetaking av st. 7.1 Tovdalselva, Boen Bruk i mai. Prøvetakingen av Ogge ble gjort i mai 2008 og i begynnelsen av januar 2009. Isforholdene gjorde at man måtte vente til over årsskiftet med å ta vinterprøvene.

## 2.2 Resultater

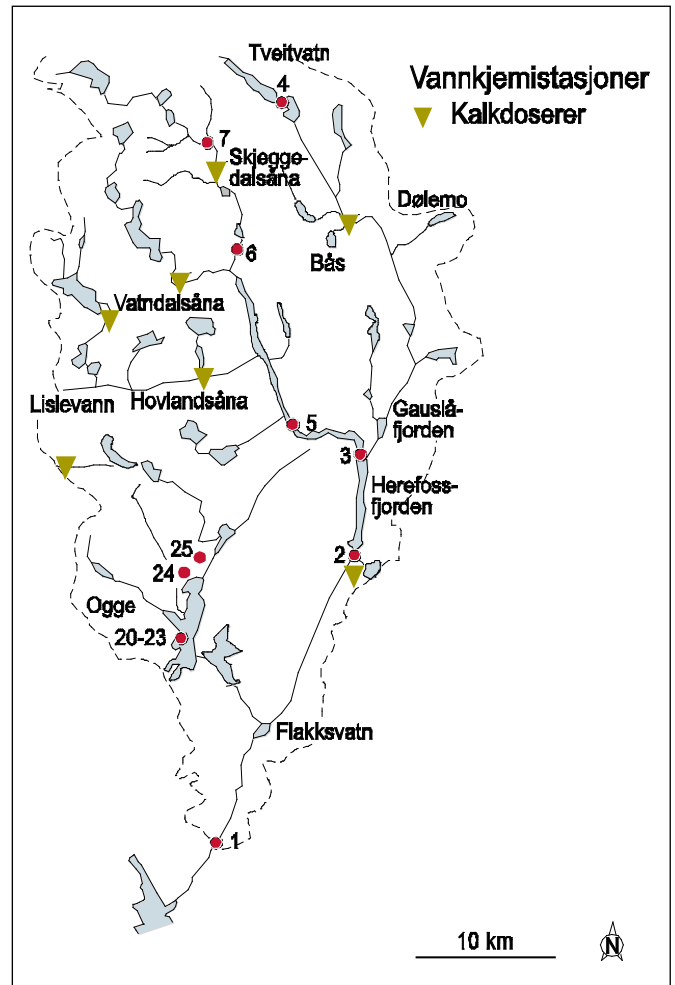
### 2.2.1 Resultater for 2008

Resultater for den manuelle prøvetakingen tatt i 2008 er vist i **Vedlegg A**. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.

### 2.2.2 Vannkjemisk måloppnåelse i 2008

Resultatene fra automatisk pH-overvåkingsstasjon ved Boen (**Figur 2.1**) viser at pH det meste av året holdt de mål som var satt for lakseførende strekning av elva. Det var bare to tilfeller der pH sank under målet i kortere tid. Ved begge tilfellene varte forholdene i for kort tid til at det kan ha betydning for fisk. Lengste tid under målet ble registrert 17. september. Da pH var 5,9 i ca 7 timer.

Konsentrasjonen av LAI varierte fra 3 til 51 µg/l. Den høyeste konsentrasjonen ble målt 6. oktober. Det ble også målt høy verdi 7. april (27 µg/l) (**Figur 2.2**).



**Figur 1.3.** Lokalisering av prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Tovdalsvassdraget.

### 2.2.3 Ukalket referansestasjon

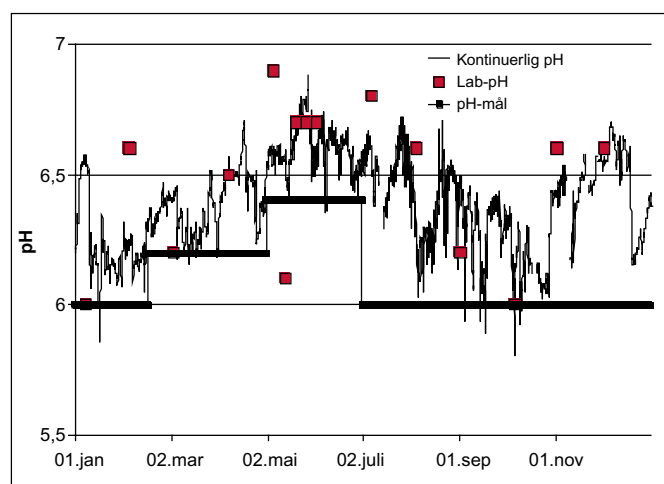
Resultatene fra den ukalkete referansestasjon i Tveitvatn utløp, viste om lag tilsvarende kvalitet som foregående år. Minimumsverdien for pH (5,2) var litt høyere enn året før, men endringene var små (**Figur 2.2** og **2.3**).

Resultatene fra Skjeggedalsåna oppstrøms doserer, viste også små endringer fra samme periode året før (**Figur 2.3**). Gjennomsnittsverdien for labilt aluminium var den samme i 2008 som i 2007.

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Tovdalsvassdraget i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
7.1	Boen Bruk	Mid	6,5	1,5	30	11	4,5	68
		Min	6,0	1,3	5	3	2,7	51
		Max	6,9	1,9	63	51*	5,7	95
		N	15	15	15	14	12	15
7.2	Herefossfjord, utløp	Mid	6,3	1,4	17	15		73
		Min	5,8	1,1	5	7		55
		Max	6,7	2,1	42	53*		105
		N	12	12	12	11		12
7.3	Herefossfjord, innløp N	Mid	6,4	1,5	24	13		
		Min	5,9	1,0	5	6		
		Max	6,9	2,0	63	47*		
		N	12	12	12	11		
7.4	Tveitvatn, utløp	Mid	5,6	0,5	6	32	3,4	10
		Min	5,2	0,4	0	11	2,5	-39
		Max	6,0	0,6	11	68*	4,7	22
		N	12	12	12	11	12	12
7.5	Uldal	Mid	6,4	1,6	30	16		
		Min	5,9	1,0	5	4		
		Max	6,9	2,4	63	64*		
		N	12	12	12	11		
7.7	Skjeggedalsåna, oppstr, doserer	Mid	5,3	0,4	6	46	3,5	2
		Min	5,0	0,3	0	18	2,2	-12
		Max	5,7	0,5	11	122*	5,7	22
		N	12	12	12	11	12	12

\* Prøve fra oktober Ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI

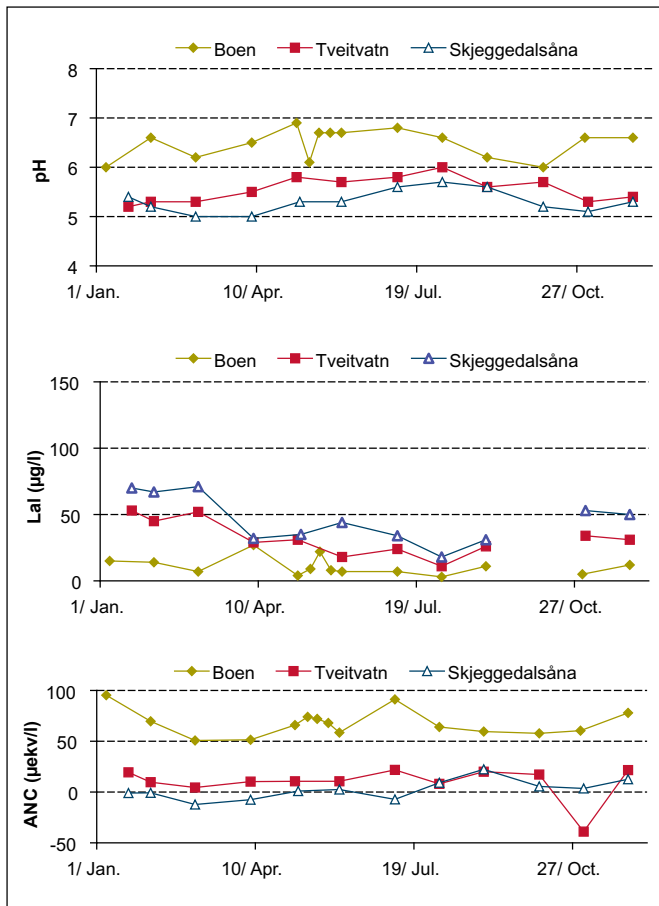


**Figur 2.1.** Data fra automatisk pH-overvåkingsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten i Tovdalselva. Stasjonen er plassert på Boen. pH-verdier i vannprøver fra elva er markert med kvadrater. pH-målet gjennom året er markert med svart sterk. Analyseverdier merket med rødt kvadrat er usikre.

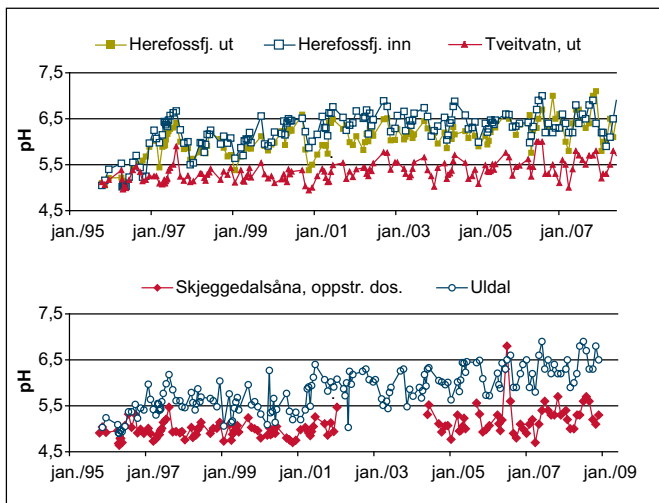
## 2.2.4 Kalkede deler av vassdraget

På den lakseførende strekningen (representert ved stasjon Boen Bruk) har det vært en generell vannkvalitetsforbedring fra 1990, dvs. før kalking, men bedringen har naturlig nok skutt fart etter kalking (**Figur 2.5**). Verdiene i 2008 ligger på omtrent samme nivå som foregående år. ANC lå godt over 20 µekv/l under hele året (**Figur 2.2**).

For de øvrige stasjonene i de kalkede deler av vassdraget var vannkvaliteten i 2008 omtrent som for 2007 eller bedre (**Figur 2.3** og **2.4**), med unntak av at det ut av Herefossfjorden ble registrert noe lavere pH og Ca-konsentrasjoner i 2008 enn i 2007. Det har skjedd en økning i pH ved Uldal de siste årene.



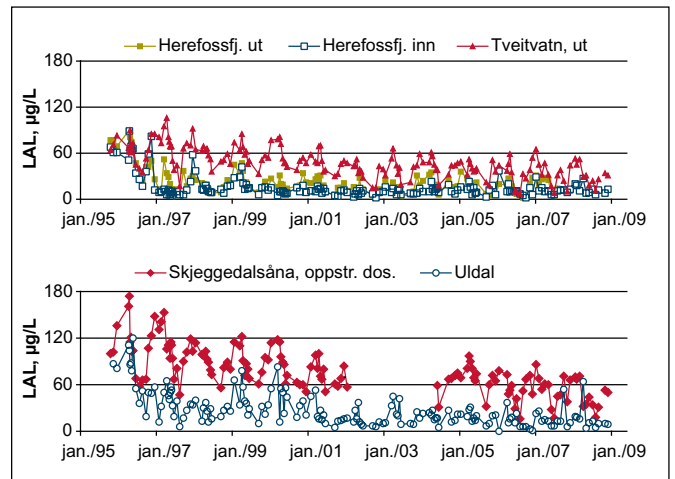
**Figur 2.2.** Resultater for pH, labilt aluminium (LAI) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) ved Boen, og Tveitvatn og Skjeggedalsåna oppstrøms kalkdosering i 2008.



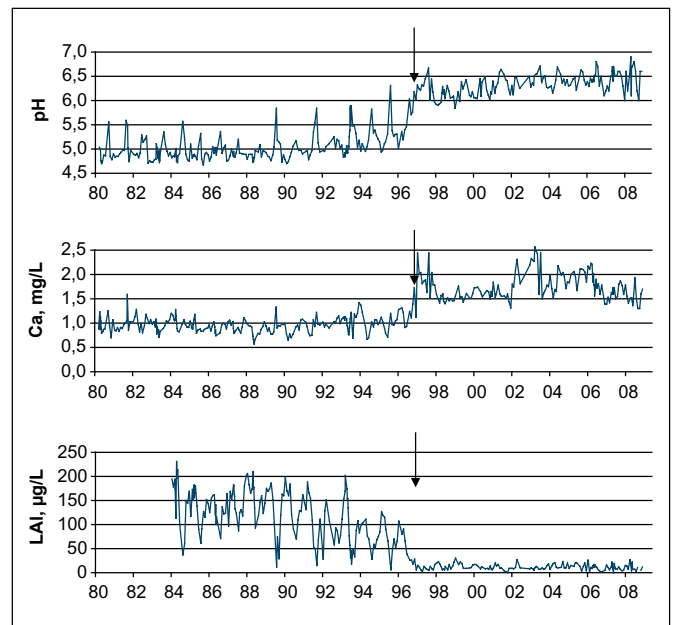
**Figur 2.3.** Øvre figur: pH på referansestasjonen Tveitvatn i østre del, samt Herefossfjorden-inn (tilløpet fra nordøst) og Herefossfjorden- ut. Nedre figur: pH på referansestasjonen i Skjeggedal og i Uldalsgreina før samløpet med Rettåna fra Ogge.

### 2.2.5 Ogge

Resultatet fra målingene i Ogge i 2008 er vist i **Tabell 2.2**. Det foreligger relativt sparsomt analysemateriale fra Ogge, men tilgjengelige data indikerer god vannkvalitet.



**Figur 2.4.** Øvre figur: Giftig aluminium (LAI) på referansestasjonen Tveitvatn i østre del, samt Herefossfjorden-inn (tilløpet fra nordøst) og Herefossfjorden- ut). Nedre figur: Giftig aluminium (LAI) på referansestasjonen i Skjeggedal, i Uldalsgreina før samløpet med Rettåna fra Ogge.



**Figur 2.5.** Utvikling i pH, kalsium og labilt aluminium i perioden før kalking (fram til okt.-96) og i perioden etter kalking ved Boen Bruk. Tidspunkt for kalkingsstart er merket med pil.

**Tabell 2.2.** Primærdata for vannkjemi for innsjøen Ogge 2008.

Stasjon	Dato <sup>1)</sup>	Dyp	pH	Ca	Alk	Alk-E
				mg/L	mmol/L	µekv/L
		m				
Ogge	15.05.08	3	6	1,12	0,04	10
Ogge	15.05.08	10	6,2	1,56	0,05	21
Ogge	15.05.08	20	6,3	1,42	0,05	21
Ogge	15.05.08	40	6,3	1,49	0,06	32
Ogge	05.01.09	3	6,5	1,93	<0,04	5
Ogge	05.01.09	10	6,5	1,81	<0,04	5
Ogge	05.01.09	20	6,5	1,80	<0,04	5
Ogge	05.01.09	40	6,5	1,83	<0,04	5

<sup>1)</sup> Vinterprøvene for 2008 ble tatt over nyttår pga dårlige isforhold. Det anses at dette ikke har betydning for sammenlikning med verdier for tidligere år.

# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

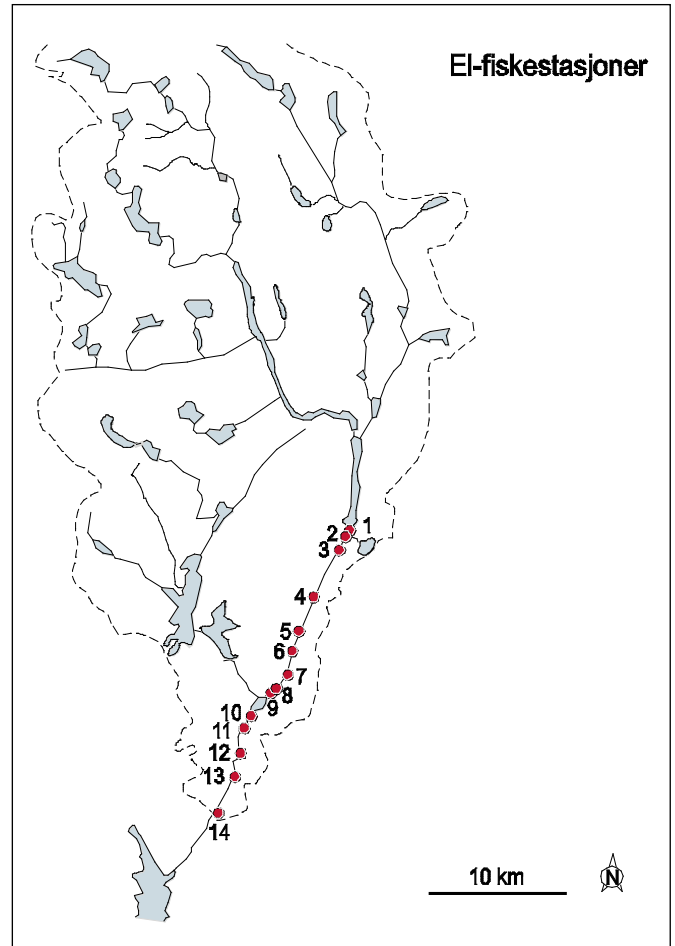
<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Laksen forsvant fra Tovdalsvassdraget på slutten av 1960-tallet (Sivertsen 1989). Laks ble igjen fanget i vassdraget helt i begynnelsen av 1990-tallet, etter å ha vært borte i over 20 år. Dette er før igangsettingen av kalking i vassdraget. Den lakseførende strekningen opp til Herefossfjorden ble undersøkt i 1981 (Saltveit 1984). Det ble da ikke påvist laksunger i hovedvassdraget, men et lite antall ørretunger ble påvist. Flest ørret, i til dels store mengder, ble forøvrig funnet i sidebekker helt nederst i vassdraget. Det ble startet en overvåking av ungfisk av laks og ørret i lakseførende del av Tovdalselva i 1995 i forbindelse med planlagt kalking (Larsen 1998), og det er siden gjennomført årlige fiskeundersøkelser på faste stasjoner. Kalkingen kom i gang i 1996. De første observasjonene av laksunger ble gjort i 1997. Det har vært en gradvis økning i utbredelsen; først opp til Flakksvatn, og deretter opp til Herefossfjorden i 2002 (Larsen *et al.* 2006), dvs. på hele strekningen som regnes som lakseførende. Reetableringen av laksunger har imidlertid gått sakte i Tovdalselva.

Tovdalselva inngår dessuten i "Reetableringsprosjektet", og det er blant annet gjennomført egne undersøkelser for å vurdere resultatet av utsettingen av laksyngel i 1997 (Hindar & Johnsen 1999) og årlige utlegginger av øyerogn fra 2000 (bl.a. Barlaup m.fl. 2005). Det ble utlagt merket lakserogn fordelt på flere områder mellom Herefossfjorden og Teinefossen hvert år fra 2000 (Barlaup m.fl. 2005). Laksyngel som stammet fra rognplantingen har utgjort 20-64 % i 2000-2003, med en synkende tendens i perioden (Barlaup m.fl. 2005).



Figur 3.1. Kart over Tovdalselva med lokaliteter for innsamling av fisk avmerket.

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 14 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i september 2008 (Figur 3.1).

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfisk

Til sammen ble det fanget 361 laksunger og 195 ørretunger (Tabell 3.1). Antallet er noe lavere enn i 2007, men langt høyere enn i 2006. Laksunger ble påvist på alle stasjonene, mens det ikke ble fanget ørret på stasjon 5. Trepigget stingsild ble funnet på to av stasjoner.

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og estimert bestandstetthet av laks og ørret i Tovdalsvassdraget i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk				Laks N/100m <sup>2</sup>		Aure N/100m <sup>2</sup>	
		Laks	Ørret	St.sild	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	57	1	45	0	0	2	0	44	41
2	90	37	13	0	0	39	6	7	8
3	77	2	12	0	0	3	0	16	0
4	95	3	25	0	0	0	3	17	12
5	75	12	0	0	0	19	0	0	0
6	120	14	12	0	0	3	10	9	6
7	69	38	7	0	0	54	7	10	0
8	63	13	2	0	0	8	14	4	0
9	75	12	17	0	0	0	16	9	14
10	98	39	21	0	0	29	12	24	2
11	100	74	19	0	0	69	10	20	1
12	100	38	12	13	0	40	3	12	0
13	100	3	3	4	0	3	0	3	0
14	104	75	3	0	0	79	2	3	0
Totalt	1223	361	241	17	0	26 ± 1	6 ± 0,3	13 ± 1	6 ± 1
Gj.sn.						25 ± 14	6 ± 3	13 ± 6	6 ± 6

### Laks

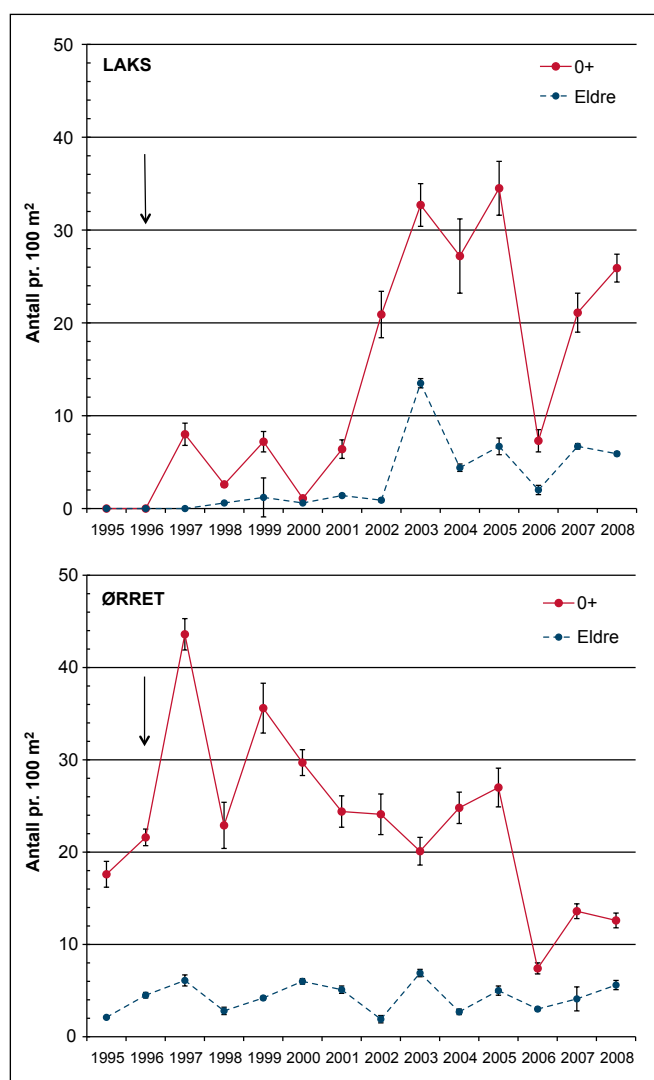
Den totale tettheten av årsunger ble høsten 2008 beregnet til 25,9 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Tettheten av eldre laksunger, 1+ og 2+, var 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 14, 11, og 7, som alle hadde mer enn 50 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.1). Stasjon 8, 9 og 10 hadde de høyeste tetthetene av eldre laksunger. Årsunger ble ikke funnet på stasjon 4 og 9, mens det ikke var eldre laksunger på stasjon 1, 3, 5 og 13 (Tabell 3.1).

### Ørret

Den totale tettheten av årsunger ble beregnet til 13 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten av eldre ørretunger var 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Høyest tetthet av årsunger ble beregnet på stasjon 1, 10 og 11 der det ble funnet mer enn 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.1). Årsunger ble ikke påvist på stasjon 5. Det ble bare funnet eldre ørretunger på syv av lokalitetene, og tettheten var høy bare på en av disse.

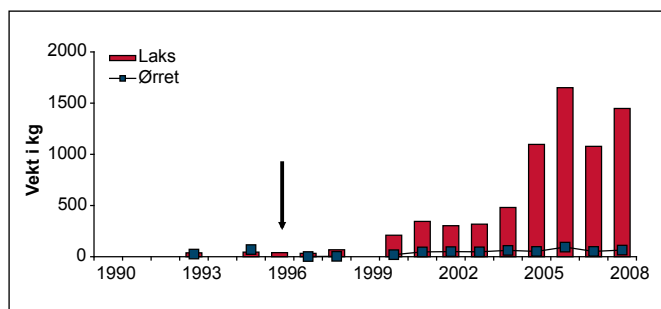
### 3.3.2 Fangststatistikk

Tovdalselva var på 1800-tallet en god lakseelv, med betydelige fangster av anadrom fisk. På 1930-40-tallet gikk fangstene ned til under 1 tonn og på slutten av 1960-tallet forsvant elvas egen laksestamme og det ble ikke oppgitt fangster av anadrom fisk før i 1993 (Figur 3.3). Fangstene var imidlertid ubetydelige fram til 2000. Smålaks med hele oppvekstfasen i Tovdalselva kom tilbake i løpet av 2000 eller 2001 (Larsen *et al.* 2006), noe som vises ved en mindre fangstøkning disse årene (Figur 3.3). Laksen har imidlertid hatt problemer med å forserer Boenfossen ved vannføringer høyere enn 5-10 m<sup>3</sup>/s (Lamberg 2003;



Figur 3.2. Beregnet Tetthet av laks- og ørretunger i Tovdalselva i perioden 1995 til 2008. Data fra før 2006 fra Larsen *et al.* (2006). Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.

2004). Heller ikke ved vannføringer mindre enn 1 m<sup>3</sup>/s var det mulig å forsere fossen. Høsten 2003 ble det åpnet en fisketrapp i Boenfossen som gjør at oppvandringen av laks og sjørret vil foregå mer uavhengig av vannføringen (Larsen *et al.* 2006). Det var en liten fangstøkning i 2004 (481 kg laks), mens det var en signifikant fangstøkning i 2005 og ytterligere i 2006, da det ble tatt 1650 kg laks, den hittil høyeste fangsten etter kalking (**Figur 3.3**). Fangsten av laks i 2008, 1448 kg er den nest høyeste etter kalking. Fangstene av laks i 2005 til 2008 er de høyeste på mer enn 50 år. Fangstene av sjørret viser en svak økning etter 2000, men det fanges generelt lite sjørret i elva (**Figur 3.3**). I 2006 ble det tatt 94 kg, som er den desidert høyeste fangsten i perioden. I 2008 ble det tatt 65 kg sjørret som er den nest høyeste i perioden etter 1990. Mye laks går opp Boenfossen. I laksetrappa ble det registrert 793 laks i 2007 og 1182 i 2008 (Dag Matzow, pers. medd.). I tillegg har det utvilsomt gått en betydelig mengde laks opp i selve fossen ved lavere vannføringer.



**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjørret i Tovdalselva i perioden 1990 til 2008.

### 3.3 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske med elektrisk fiskeapparat og resultatene vil derfor referere til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter mellom år er derfor vanskelig, dersom vannføring og der ved det areal som undersøkes ikke er det samme ulike år. Lav vannføring gir høyere tettheter pr. arealenhet, mens høy vannføring kan gi lavere tettheter pr. arealenhet (Jensen og Johnsen 1988, Saksgård og Heggberget 1990). Variasjoner i tetthet mellom år må derfor brukes med forsiktighet, da andre årsaker enn endret rekruttering være årsak til at det enkelte år beregnes mye eller lite fisk i elva.

Sammenlignet med flere av de andre elvene er tettheten som beregnes i Tovdalselva relativt lav, spesielt gjelder det tettheten av eldre laksunger, som generelt sett må karakteriseres som lav. Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og eldre laksunger påfølgende år. For eksempel er tettheten av begge aldersgrupper høy i 2003 og de høye tetthetene av 0+ i 2003 ga ikke en tilsvarende økning i tetthet av eldre laksunger i 2004.



Teinefossen i Tovdalselva ovenfor stasjon 8. FOTO: S.J. SALTVEIT

De svært lave tetthetene som ble beregnet både for laks- og ørretunger i 2006 hadde trolig sin forklaring i høy og stigende vannføring da undersøkelsen ble gjennomført (Saltveit *et al.* 2007). I tillegg var det perioder med kraftig regn som ga blakket vann og vanskelig sikt. Høye tettheter av eldre laksunger i 2007 er en god indikasjon på at tettheten av årsunger og derved rekrutteringen var langt bedre i 2006 enn den tettheten av 0+ som da ble beregnet ga inntrykk av. Den totale tettheten av årsunger i 2006 var den laveste siden 2001.

De hittil høyeste tetthetene av årsunger ble beregnet i 2005, da årsunger for første gang ble funnet på samtlige lokaliteter. I 2006 ble årsunger funnet på 10 stasjoner, mens de i 2007 og 2008 var tilstede på 13 stasjoner. Tettheten av 0+ i 2008 er en statistisk signifikant økning i tetthet i forhold til 2007, og den er ikke signifikant forskjellig fra den i 2004. Siden undersøkelsene startet er det bare i 2003 og 2005 at det beregnes signifikant høyere tettheter av 0+ enn i 2008.

Reetableringen av laksunger har tatt lang tid i Tovdalselva, og tettheten av laksunger har også vært lavere enn forventet etter kalking (Larsen *et al.* 2006). Fem år etter kalkingsstart høsten 1996 (2001), var det fortsatt bare 6 individer 0+ pr. 100 m<sup>2</sup> i gjennomsnitt i elva. I 2002 skjedde det en endring, og den positive utviklingen forsterkes fram til 2005, da den gjennomsnittlige tettheten av årsunger var 35 individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Sett i forhold til de senere år, må tettheten av ungfisk beregnet i 2008 karakteriseres som tilfredsstillende.

Tettheten av eldre laksunger i 2008 var 6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Dette er på samme nivå som i 2005 og 2007 (7 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> begge år) Det er bare i 2003 at det er beregnet høyere tettheter av eldre laksunger (Larsen *et al.* 2006).

Det ble fanget ettårige laksunger for første gang i 1998, og som forventet i de områdene der det året før ble påvist 0+ (Larsen *et al.* 2006). Først i 2001 ble det funnet eldre laks-

unger ovenfor Flakksvatn. Den gjennomsnittlige tettheten av eldre laksunger var lav, og så sent som i 2002 var det fortsatt bare om lag ett individ pr. 100 m<sup>2</sup> i gjennomsnitt for elva. I 2003 var det imidlertid en markert økning i tettheten av eldre laksunger (ca. 14 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i gjennomsnitt). Etter en uventet nedgang i 2004 var det en svak oppgang i tettheten av eldre laksunger i 2005, da gjennomsnittlig tetthet var ca. 7 individ pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006), som er den samme som i 2007.

I forbindelse med Reetableringsprosjektet er det lagt ut merket lakserogn fordelt på flere områder mellom Herefossfjorden og Teinefossen hvert år fra 2000 (Barlaup *et al.* 2005). Funn av umerket årsyngel i 2000 og 2001 viste imidlertid at det også var naturlig rekruttering av laks på denne strekningen. Laksyngel som stammet fra rognplantingen har utgjort 20-64 % i 2000-2003 med en synkende tendens i perioden (Barlaup *et al.* 2005). Dette viser at den naturlige reetableringen av laksunger har gått parallelt.

### **Ørret**

Det har vært en jevnt høy forekomst av ørretyngel i Tovdalselva helt siden undersøkelsene startet i 1995 (Larsen *et al.* 2006). Ørret har sannsynligvis ikke vært helt borte fra vassdraget. På strekningen opp til Herefossfjorden ble det i 1981 funnet ørret (Saltveit 1984), og spesielt enkelte bekker i nedre del hadde da høye tettheter. I selve elva har det imidlertid vært en økning i antall ørretunger sammenlignet med begynnelsen av 1980-tallet (Saltveit 1984).

Tettheten av årsunger økte de første årene etter kalking, men viser nå en nedadgående tendens. Tettheten har etter 2005 vært på et lavere nivå enn før kalking. Tetthetene av 0+ som ble beregnet i 2006 var den laveste som er beregnet siden overvåkingen startet i 1995. Selv om reduksjonen i tetthet da syntes dramatisk, ble det konkludert med at det nødvendigvis ikke indikerte krise i rekrutteringen hos ørret (Saltveit *et al.* 2007). Tettheten av eldre ørretunger i 2007 og 2008 understøtter at rekrutteringen av ørret er bedre enn det resultatene for 0+ tetthet viser. Tettheten av eldre fisk viser en økende tendens. Som tidligere nevnt var det nedbør og økende vannføring da undersøkelsen ble gjennomført i 2006, noe som trolig var en medvirkende årsak til at det ble fanget få 0+.

Til tross for relativt store variasjoner i tettheten av 0+, har tettheten av eldre ørretunger vært relativt stabil i perioden fram til 2005, og variert i gjennomsnitt mellom 2 (2002) og 7 (2003) individ pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten beregnet i 2008 er relativt høy sammenlignet med tidligere år, og ligger godt innenfor variasjonsområdet i perioden, og er blant de høyeste som er beregnet. Det er høyere tettheter av ørretunger beregnet på stasjonene med nær tilknytning Herefossfjorden og Flakksvatn enn ellers i elva. Relativt høye tettheter av 0+ ørret i Tovdalselva sammenlignet med de andre kalkete elvene kan derfor ha sin naturlige forklaring, nemlig at dette kan være rekrutterer av innlandsørret. Mange av rekruttene kan vandre tidlig inn i innsjøene, slik at tettheten som måles av eldre ørretunger blir lavere enn forventet ut fra 0+ tetthet. Det fanges også lite sjørørret i elva, noe som også indikerer stasjonær ørretbestand.

# 4 Bunndyr

Forfattere: S.J. Saltveit, T. Bremnes og John Brittain, LFI

## 4.1 Innledning

Undersøkelser av bunndyr i Tovdalsvassdraget fra høsten 1995 til og med 2000 er foretatt i regi av programmet "Effekter av kalking på biologisk mangfold", mens undersøkelsene i regi av Effektkontroll av kalking er utført årlig siden våren 2001 (se Halvorsen 2006). Fram til 2006 ble undersøkelsene gjennomført årlig, mens det nå foretas innsamlinger hvert annet år.

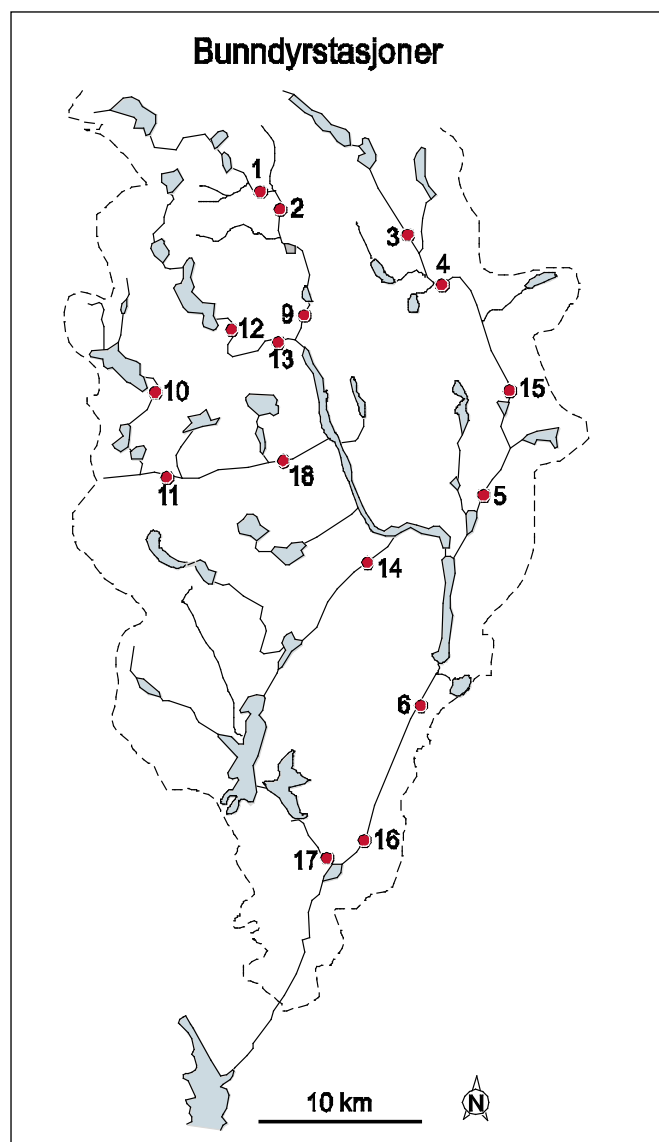
Stasjonene for innsamling av bunndyr i 2008 var de samme som er benyttet tidligere (se **Figur 4.1**), til sammen 17 lokaliteter og disse er beskrevet i Tabell 4.1 i Halvorsen (2006). Prøvene ble tatt 22. og 23. mai og 26. og 27. september.

## 4.3 Resultat og diskusjon

### 4.3.1 Skjeggedalsåna (St. 1, 2 og 9)

På den ukalkede stasjon 1 ble det ikke funnet forsuringssømfintlige eller moderat følsomme arter i 2008 (Tabell 4.1). Døgngnfluen *Lepthopplebia marginata*, funnet i mai, regnes som relativt tolerant ovenfor surt vann. Det ble heller ikke funnet noen individer av følsomme arter på St. 2 i 2008. I mai ble det påvist ett individ av den moderat tolerante steinfluen *Isoperla grammatica*, mens det i september ikke ble funnet moderat tolerante steinfluer eller vårfluer. Stasjon 1 og 2 hadde et relativt lavt individantall og en fauna dominert av fjærmygg larver og knott (i september). På stasjon 9 ble den forsuringfølsomme døgngnfluen *Baetis rhodani* funnet både i mai og september (**Tabell 4.1** og **4.2**). Individantallet var imidlertid størst i september. I mai og september ble det i tillegg funnet ertemuslinger. Arter av følsomme steinfluer og vårfluer, *Isoperla* sp. og *Hydropsyche* sp. ble funnet vår og høst (**Tabell 4.1** og **4.2**).

Indeks 1 verdi lik 0 både vår og høst på st. 1 antyder et sterkt forsuringsskadedt samfunn. Denne indeksen indikerer også et sterkt forsuringsskadedt samfunn på stasjon 2 på høsten, mens funn av ett individ *Isoperla grammatica* på våren gir status moderat forsuret. Dette til tross for at lokaliteten er kalket. Indeks 2 viser et moderat forsuringsskadedt



**Figur 4.1.** Kart over Tovdalsvassdraget med lokaliteter for bunndyr avmerket.

samfunn på St. 9 både vår og høst. Denne stasjonen har Indeks 1 verdi 1 og verdien av Indeks 2 var 0,57 både om våren og om høsten. Tilsvarende i 2006 var 0,6 om våren og 0,52 på høsten, altså ingen store endringer i 2008. Resultatet på stasjon 2 er dårligere enn i 2005 og i 2006. I 2005 hadde denne lokaliteten Indeksverdi 2 verdi 0,68 på høsten. Substratforholdene er imidlertid ustabile på lokaliteten og dette kan være årsak til fravær av *Baetis rhodani*.



Tabell 4.1. Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Tovdalsvassdraget i mai 2008.

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

	St.1	St.2	St.9	St.3	St.4	St.15	St.5	St.6	St.16	St.10	St.11	St.18	St.12	St.13	St.14	St.17	St.19
<b>GASTROPODA</b>																	
<i>Lymnaea peregra</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>LAMMELIBRANCA</b>																	
<i>Pisidium</i> spp.	-	-	11	-	-	7	-	-	-	195	1	-	-	1	1	-	-
<b>EPHEMEROPTERA</b>																	
<i>Baëtis rhodani</i>	-	-	3	-	-	-	1	5	4	-	-	3	-	-	-	-	-
<i>Baëtis</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	2	-	-	-	25	20	-
<i>Leptophlebia marginata</i>	4	-	-	1	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
<i>Leptophlebia vespertina</i>	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>PLECOPTERA</b>																	
<i>Amphinemura borealis</i>	10	5	18	1	4	14	58	-	23	39	24	2	5	14	17	76	13
<i>Amphinemura standfussi</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	15
<i>Amphinemura sulciollis</i>	2	-	5	-	1	1	-	1	1	5	-	-	4	12	5	2	7
<i>Brachyptera risi</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1	-	-	-	4
<i>Isoperla grammatica</i>	-	1	1	-	-	1	-	-	-	12	12	1	2	1	1	-	-
<i>Isoperla</i> sp. (små)	-	-	-	5	-	60	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Leuctra fusca</i> (små)	30	4	17	12	32	1225	58	5	25	40	96	1800	48	2500	190	90	1140
<i>Nemoura cinerea</i>	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	4	-	-	-	-
Ubestemte, meget små	-	-	5	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>TRICHOPTERA</b>																	
<i>Halesus radiatus</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	-	-	2	-	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Hydropsyche siltalai</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	5	12	3	-	-	-	-	4	-
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	1	5	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Lepidostoma hirtum</i>	-	-	-	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	-	3	-	-
Leptoceridae ubestemte	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	-	-	10	5	1	-	-	1	1	1	-	-	2	-	1	-	-
<i>Oecetis</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-
<i>Oxyrthira</i> sp. (pupper)	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	1	1	-	1	-	-	-
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Polycentropodidae ubest (små)	2	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	4	-	3	1	2	-	-	-	-	8	-	-	-	-	6	6	2
<i>Potamophylax cingulatus</i>	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Rhyacophila nubila</i>	-	-	20	-	-	1	6	-	24	-	1	91	-	-	31	45	2
<i>Wormaldia</i> sp. (små)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	115	-
Ubestemte (pupper)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1	-
<b>COLEOPTERA</b>																	
<i>Elmis aenea</i> (larver)	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	4	-	-
<i>Elmis aenea</i> (voksne)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-
<i>Limnius volckmari</i> (larver)	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gyrinidae ubestemte	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>HEMIPTERA</b>																	
<i>Aphelocheirus aestivalis</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>ODONATA</b>																	
Aeschnidae ubestemte	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Zygoptera ubestemte	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<b>NEMATODA</b>																	
<b>OLIGOCHAETA</b>	12	10	105	41	-	240	23	28	6	2250	26	310	8	420	240	6	-
<b>HYDRACARINA</b>	17	6	15	2	-	-	-	8	3	-	9	15	-	-	110	9	-
<b>DIPTERA</b>																	
CHIRONOMIDAE	480	31	390	120	105	420	108	71	250	375	350	1925	99	1325	1200	375	915
CERATOPOGONIDAE	-	1	-	3	1	30	6	28	4	10	-	15	-	-	30	5	-
SIMULIIDAE	6	7	300	375	91	3350	39	305	117	33	56	225	14	21	240	268	2200
EMPIDIDAE	1	-	-	-	-	-	-	-	1	114	102	5	-	75	76	4	1
TABANIDAE	-	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Indeks 1	0,00	0,50	1,00	0,50	0,00	0,50	1,00	1,00	1,00	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	1,00	0,00
Indeks2	0,50	0,50	0,57	0,50	0,50	0,50	0,51	1,00	0,60	0,50	0,52	0,50	0,50	0,50	0,62	0,62	0,50

Tabell 4.2. Antall individer av ulike arter av bunndyr i sparkeprøver fra ulike lokaliteter i Tovdalsvassdraget i september 2008.

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

	St.1	St.2	St.9	St.3	St.4	St.15	St.5	St.6	St.16	St.10	St.11	St.18	St.12	St.13	St.14	St.17	St.19
<b>GASTROPODA</b>																	
<i>Lymnaea peregra</i>								1	1								
<b>LAMMELIBRANCA</b>																	
<i>Pisidium</i> spp.			1		1	45				58	3				1		
<b>HIRUDINEA</b>																	
<i>Erpobdella octoculata</i>									2								
<b>CRUSTACEA</b>																	
<i>Eurycercus lamellatus</i>						1						2					
<b>EPHEMEROPTERA</b>																	
<i>Baëtis rhodani</i>			4				20		1	35	14				5	12	9
<i>Caenis luctuosa</i>								2									
<i>Centroptilum luteolum</i>								1									
<i>Heptagenia fuscogrisea</i>								1	6								
<i>Leptophlebia marginata</i>		1	3					3					18	21	6		
<b>PLECOPTERA</b>																	
<i>Amphinemura borealis</i> (små)	4	35	57	3	2	40	60	2	29	84	45	87		12	38	27	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		3	3		1	7			2	12	5	35		7	3		4
<i>Brachyptera risi</i>												1	1	1	1		20
<i>Diura nanseni</i>			1								1				1		
<i>Isoperla grammatica</i>							5			9	19	8			3	5	
<i>Isoperla</i> sp. (små)			4			1			3	4		8	1			5	
<i>Leuctra fusca</i>	3	7		1					2	1		3			3	2	5
<i>Leuctra hippopus</i> (små)	1	1										3	16				5
<i>Nemoura cinerea</i>																	21
<i>Protonemura meyeri</i>										16	2	9		3	1	2	1
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	4	2				1	4			2		10		3		1	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		1		1	1	2			1				1				6
Ubestemte, meget små	1	4	7	2	3		5			2	5	3	7	2	2	2	3
<b>TRICHOPTERA</b>																	
<i>Chimarra marginata</i>										1							
<i>Halesus radiatus</i>																	
<i>Hydropsyche pellucidula</i>			1			1	3		6							4	
<i>Hydropsyche siltalai</i>			11		2	15	11	5	73	8	33	7			6	7	
<i>Hydropsyche</i> sp. (små)			3			1	6	1	47		2						
<i>Hydroptila</i> sp.										1							
<i>Hydroptilidae</i> ubest. (1. instar)			1			1	1										
<i>Ithytrichia lamellaris</i>						8	4	6	15							3	
<i>Lepidostoma hirtum</i>						1	3	4	4	5		1			12	12	
Leptoceridae ubestemte				1		5	3										
Limnephilidae ubest.															1	2	2
<i>Neureclipsis bimaculata</i>				18	6	4		15		1		5	3		3		
<i>Oecetis</i> sp.																4	
<i>Oxytrichia</i> sp.			20			4	1	8		3	2				4		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>				2										1	1		1
Polycentropodidae ubest (små)			2	3	1	2		5	1	16	6	4	15	8	5	20	
<i>Polycentropus irroratus</i>														1			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	1		1			2				11	11	3	16		16	16	3
<i>Potamophylax cingulatus</i>																	
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	1	9	7	5	4	9		20	4	8	16	13	2	7	5	7
<i>Wormaldia subnigra</i>															1		
<b>COLEOPTERA</b>																	
<i>Elmis aenea</i> (larver)																11	
<i>Elmis aenea</i> (voksne)																2	
<i>Limnius volckmari</i> (larver)		2															
Gyrinidae ubestemte								3							1	2	
<b>MEGALOPTERA</b>																	
<i>Sialis lutaria</i>														2			
<b>ODONATA</b>																	
Aeschnidae ubestemte														1			
Libellulidae ubestemte												1					
<b>NEMATODA</b>	3		1			2				9		6	2	4	1		
<b>OLIGOCHAETA</b>	22	7	21	7	17	31	19	17	24	100	22	40	7	34	26	9	1
<b>HYDRACARINA</b>	13	11	10	18	9	9	16	6	6	32	21	14	4	3	18	12	
<b>COLLEMBOLA</b>												1	1				3
<b>DIPTERA</b>																	
CHIRONOMIDAE	68	33	250	250	75	200	230	155	300	80	225	80	90	85	250	250	26
CERATOPOGONIDAE		2				1		1		2		1				3	
SIMULIIDAE	24	21	50	7	23	24	30	2	46	68	35	52	24	22	58	35	70
EMPIDIDAE	1	6	3	3		2	2	5	8	64	70	33	1	31	91	80	3
LIMONIDAE		1										1					1
TIPULIDAE	1										1		1				
EPHYDRIDAE		1															
TABANIDAE		1						2									
Indeks 1	0,00	0,00	1,00	0,00	0,50	0,50	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,50	0,50	0,00	1,00	1,00	1,00
Indeks2	0,50	0,50	0,57	0,50	0,50	0,50	0,81	1,00	0,53	0,80	0,77	0,50	0,50	0,50	0,61	0,82	0,66

#### 4.3.2 Vatnedalselva (St. 12 og 13)

Det ble ikke påvist døgnfluer på stasjon 12 og 13 i mai, mens døgnfluen *Lepthophlebia marginata* ble funnet på begge lokalitetene i september. Denne regnes som tolerant ovenfor surt vann og er funnet på lokaliteter med pH 3.5 – 4.0 (**Tabell 4.1**). Stasjon 12 er ukalket. Til sammen ble det funnet seks og åtte arter steinfluer på disse stasjonene. De fleste regnes som forsuringstolerante, men noen få individer av den moderat tolerante arten *I. grammatica* ble funnet på begge stasjonene i mai og på stasjon 12 i september. Dette gir verdien 0,5 for Indeks 1 på våren for begge, men verdien 0 på høsten for stasjon 13 som er den lokaliteten som er kalket. Det var ingen moderat tolerante vårfluer i prøvene verken vår eller høst. Dette var tilfelle i 2006, noe som gir en indikasjon på bedre forhold da enn i 2008. Begge lokalitetene må regnes som sterkt til moderat forsuringsskadede. Kalkingen har ikke fungert slik at en forsuringfølsom fauna har kunnet etablere seg (Halvorsen 2006).

#### 4.3.3 Kleplandsåna / Hovlandsåna (St. 10, 11 og 18)

Hovlandsgreina har fått endret strategi for kalking etter 2002 (Halvorsen 2006). Dosereren i Kleplandsåna ble i oktober 2002 flyttet fra rett nedenfor St. 10 til rett nedstrøms St. 18, og Høvringsvatnet som ligger ovenfor stasjon 10 ble fullkalket tidlig høsten 2002. Det vil si at alle stasjonene nå må regnes som kalket.

Indeks 1 og 2 i vårprøvene indikerer et moderat forsuringsskadedt bunndyrssamfunn. Stasjon 10 får verdien 0,5, mens Indeks 2 verdi for stasjon 11 og 18 som hadde *B. rhodani* tilstede blir henholdsvis 0,52 og 0,50. Dette viser et lite antall *B. rhodani* i forhold til et høyt antall forsuringstolerante steinfluer. Indeksverdiene for høstprøvene indikerer langt bedre forhold og et moderat til tilnærmet uskadedt bunndyrssamfunn på stasjon 10 og 11, men ikke på stasjon 18, der det ikke ble funnet forsuringfølsomme arter i september. Indeks 2 verdi er 0,80 på stasjon 10 og 0,77 på stasjon 11 i september. Dette er høyere enn i 2006, mens den er lavere på stasjon 18 høsten 2008 enn i 2006 da den her var 0,56, altså *B. rhodani* tilstede. I tillegg er den moderat følsomme steinfluen *Isoperla* sp. tilstede med flere individer på alle lokaliteter. Ertemuslinger er påvist også, spesielt på stasjon 10 er antallet høyt, noe som kan være en utløpseffekt fra Høvringsvatn. De moderat følsomme vårfluene *Hydropsyche siltalai* og *Oecetis* sp. ser også ut til å ha etablert seg på disse lokalitetene (**Tabell 4.1** og **4.2**). Resultatene indikerer imidlertid noe ustabile forhold og en reduksjon i effekten av innsjøkalkingen ned til stasjon 18.

#### 4.3.4 Tovdalselva (St. 3, 4, 15, 5, 6 og 16)

Det ble ikke funnet individer av følsomme arter på den ukalkede St. 3 i Tovdalselva om høsten, mens det på våren ble funnet individer av den moderat følsomme steinfluen *I. grammatica* (**Tabell 4.1**). Fravær av andre forsuringfølsomme organismer gjør imidlertid at lokaliteten fremdeles må karakteriseres som sterkt til moderat forsuringsskadede. Det ble ikke registrert individer av verken følsomme eller moderat følsomme arter på St. 4 rett nedenfor kalkdosereren på Bås om våren, mens det på høsten ble funnet noen få individer av arten *Hydropsyche siltalai*. Moderat følsomme arter i lite antall har vært registrert på lokaliteten siden 2001 (Halvorsen 2006), og individer av de moderat følsomme steinfluene *Isoperla* sp og *Diura nanseni* ble påvist her henholdsvis våren og høsten 2006 (Saltveit og Bremnes 2007). Antall individer var da relativt høyt og lokaliteten ble karakterisert som moderat forsuret. Resultatene indikerer en viss forverring av vannkvaliteten, dette til tross for at elva her er kalket. Som i 2005 (se Halvorsen 2006) og i 2006 (Saltveit og Bremnes 2007), ble det bare funnet noen få individer av moderat følsomme steinfluer og vårfluer på St. 15 i 2008. Spesielt var individantall lavt på våren. Dette gir et moderat forsuringsskadedt bunndyrssamfunn. Den forsuringfølsomme døgnfluen *Baetis rhodani* ble funnet på stasjon 5 både om våren og høsten (**Tabell 4.1** og **4.2**). I tillegg ble det funnet individer av moderat følsomme steinfluer og vårfluer. Faunasammensetningen og indeksverdiene viser et moderat forsuringsskadedt samfunn på våren, Indeks 2 verdi lik 0,51 og et ikke forsuringsskadedt bunndyrssamfunn på høsten, med Indeks 2 verdi på ca. 0,8. Verdien var den samme høsten 2008 som høsten 2006, mens den på våren nå var langt lavere enn i 2006. Stasjon 6 nedenfor Herefossfjorden har verdi 1 både for Indeks 1 og Indeks 2 både om våren og høsten. I 2006 var Indeks 2 verdien på våren 0,5 fordi det ikke ble påvist *B. rhodani* i prøven. Resultatene indikerer en bedring i vannkvaliteten. Funn av den følsomme sneglen *Lymnaea peregra* både vår og høst og andre arter av forsuringfølsomme døgnfluer i tillegg til *B. rhodani* (**Tabell 4.1** og **4.2**), gjør at lokaliteten karakteriseres som ikke forsuringsskadede. Funn av snegle ble også gjort i 2005 (Halvorsen 2006). Indeks 1 var 1 på St. 16, både om våren og høsten, mens Indeks 2 verdi var henholdsvis 0,60 og 0,53 vår og høst. Vårverdien er den samme som i 2006, mens høstverdien var nå langt lavere, 0,94 i 2006. Sneglen *Lymnaea peregra*, som regnes som forsuringfølsom ble funnet på stasjon 6 (**Tabell 4.1**). *L. peregra* ble registrert her første gang i 2005 (Halvorsen 2006), og var også her i 2006. Selv om Indeks 2 verdiene er noe lave, må likevel lokalitetene karakteriseres som ikke forsuringsskadede.



Rettåna st 14.

FOTO: S.J. SALTVEIT

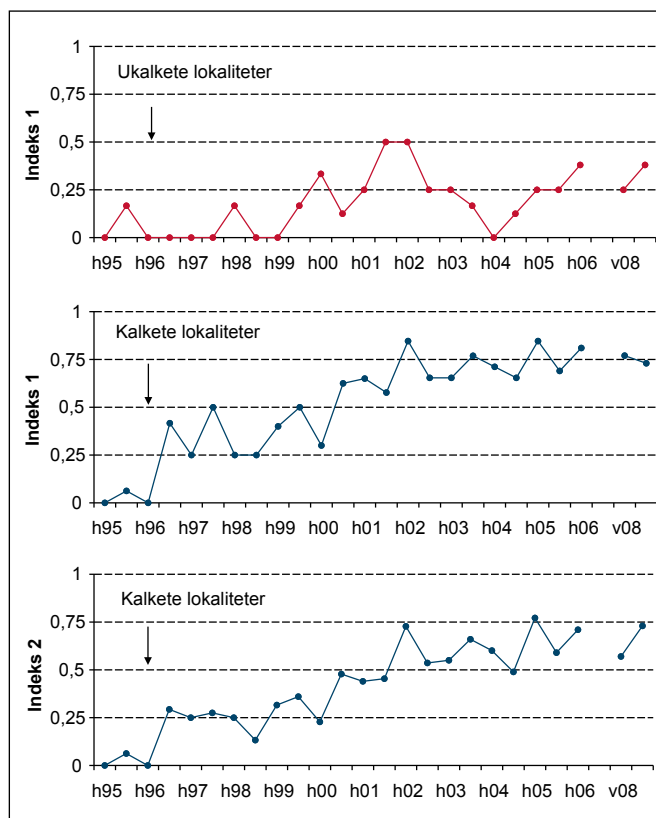
#### 4.3.5 Rettåna og Dikeelva (St. 14 og 17)

*Baetis rhodani* ble funnet på stasjon 14 i Rettåna både om våren og høsten (Tabell 4.1 og 4.2). I tillegg til steinfluen *I. grammatica* var det flere moderat følsomme vårfluearter til stede både vår og høst. Rettåna må derfor karakteriseres som ikke forsuringsskadet i 2008, selv om Indeks 2 verdi er noe lav. I 2005 var karakteristikken et moderat skadet bunndyrssamfunn på grunnlag av vårprøvene og et uskadet samfunn om høsten (Halvorsen 2006).

*B. rhodani* var tilstede både om våren og høsten i Dikeelva, stasjon 17 (Tabell 4.1 og 4.2). Individantallet var imidlertid også her lavt i forhold til et langt høyere individantall forsuringstolerante steinfluer (Tabell 4.1). Dette ga Indeks 2 verdier på 0,62 om våren og 0,82 om høsten. Det ble også funnet moderat forsuringfølsomme steinfluer og vårfluer. Selv om Indeks 2 verdiene altså var < 1 både vår og høst og ved begge anledninger noe lavere enn i 2006, må likevel bekken karakteriseres som ikke forsuringsskadet.

#### 4.3.6 Katteråsåna (St. 19)

Stasjon 19 ligger like ovenfor kalkdosereren i Katteråsåna, en bekk som renner ut i Rettåna. Det ble ikke funnet følsomme eller moderat følsomme arter i Katteråsåna våren 2006 (Tabell 4.1). Indeksene viser derfor da en sterkt forsuringsskadet lokalitet. Dette er samme resultat som tidligere (Halvorsen 2006). På høsten ble det imidlertid påvist noen individer av den forsuringfølsomme døgnfluen *B. rhodani*, noe som gir en indeks 2 verdi lik 0,66. Det er imidlertid foreløpig vanskelig å karakterisere lokaliteten som annet enn moderat påvirket. Det er kort vei fra kalket til ukalket elv og nymfene funnet i september ovenfor dosereren kan være fra egg lagt av voksne klekket i den kalkete delen.



Figur 4.2. Gjennomsnittsverdier for forsuringssindeks 1 og 2 i Tovdalsvassdraget fra 1995 til 2008. Indeks 1 på de ukalkete lokalitetene og kalkete lokalitetene og Indeks 2 på de kalkete lokalitetene. Kalkingen startet etter at høstprøvene var tatt i 1996. Indeks 2 for de ukalkete lokalitetene er ikke vist da denne sjelden har verdi over laveste verdi som er 0,5.

#### 4.3.7 Forsuringstilstand

Figur 4.2 viser gjennomsnittsverdiene av Indeks 1 på de ukalkete og de kalkete lokalitetene og Indeks 2 verdier for de kalkete lokalitetene. Både indeks 1 og indeks 2 har lavere verdier om våren enn om høsten. Vårverdien for Indeks 2 for de kalkete lokalitetene er imidlertid blant de høyeste som hittil er beregnet. Bare våren 2004 og 2006 hadde høyere verdier, men forskjellen mellom 2006 og 2008 er ubetydelig. Høstverdien er sammen med verdien i 2002 den nest høyeste som er beregnet, mens Indeks 2 verdien 2005 er den høyeste som er blitt observert siden kalkingen startet (Halvorsen 2006). Indeksene viser at de ukalkete lokalitetene fremdeles er sterkt forsuringsskadet. De kalkete delene av elva har en bunndyrfauna som er moderat til ikke forsuringsskadet, men det synes som om den positive utviklingen i vannkvalitet har stagnert. Kalkingen har for eksempel ikke fungert slik at en forsuringfølsom fauna har kunnet etablere seg i Vatnedalsgreina (Halvorsen 2006), og også i Skjeggdalsåna og Tovdalsgreina er det dårlig effekt av kalking.

# 5 Vannvegetasjon

Forfattere: Makrovegetasjon: Asbjørn Lie<sup>1</sup> Begroing: Øivind Løvstad<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Agder naturmuseum og botaniske hage, Postboks 1887 Gimlemoen, 4686 Kristiansand

<sup>2</sup>Limnoconsult, Ole Messelts vei 34A, 0676 Oslo

## 5.1 Innledning

Lokalitetene for undersøkelse av vannvegetasjonen er stedfestet ved hjelp av UTM-koordinater (ED50) i undersøkelsen i 2004, uten kartfesting eller beskrivelse av lokalitet. Dette medfører at plasseringen av feltene som ble undersøkt i 2006 kan avvike noe fra tidligere undersøkelser. For 2008 ble samme områdene undersøkt som i 2006. I 2006 var det en tørr forsommer med en regnfull ettersommer. Undersøkelsen i 2006 ble gjennomført i tidsrommet 19.-22. september. For 2008 var nedbørsforholdene enda mer ekstreme med en svært tørr forsommer med tørke, og rekordstore nedbørsmengder på ettersommeren. Arter med liten forekomst kan ha blitt oversett. Undersøkelsen i 2008 ble gjennomført i tidsrommet 16.-17. september. Forholdene i elva ble sjekket 14. september, men undersøkelsen utsatt to dager i påvente at vannstanden skulle gå ned.

Stasjonsoversikt (se **Figur 5.1** for lokalisering av stasjonene):

- Skjeggedalsåna: SKØ oppstrøms doserer hvor åna deler seg i to løp, ca 10m bredt elveløp, strømparti med kálrábistein (ML489,134). Kartblad: 1512 I
- SKM ca. 200m nedstrøms doserer, 10-12m brei å, stilleflytende parti med fin grus og sand, mye kalkrester fra doserer (ML491,131). Kartblad: 1512 I
- SKN ca 1 km syd for doserer, ved bro med traktorvei fra Skjeggedalsgårdene, grus sandbunn oppstrøms og nedstrøms bro (ML492,126). Kartblad: 1512 I
- Åpål ÅPÅ strykparti i 25-30m bredt elveparti med rullestein (ML586,106). Kartblad: 1512 II
- Austadkilen ved Bås (nedstrøms doserer) AUS1 (ML602,070) strykparti med rullestein og svaberg nedstrøms AUS2, østsida av elva, AUS2 (ML602,072) stille parti ved innløp til Øykil, grusbanker og mudderbunn. Kartblad: 1512 II
- Gauslå nord; GAU1 (MK644,934) i strykstrekning (ved stor gammel forbygning). Kartblad: 1512 II
- GAU2 (MK644,934) stilleflytende parti nedstrøms og i bakevje. Lokalitetene GAU1 og GAU2 går over i hverandre. Kartblad: 1512 II.
- Herefossfjorden, HER (MK616,830). Bukte i fjorden ved avkjørsel mot Engebu, sandstrand og mudderbunn på litt dypere vann. Kartblad: 1511 I

- Sundtjørnfossane; SUN strykparti med rullestein c20-30m brei elv før stilleflytende elveparti (MK600,779). Kartblad: 1511 I
- Mollestad bru, nedstrøms Flaksvann MOL. Utløp av Flaksvann oppstrøms bro over elva, flere elveløp (MK529,651). Kartblad: 1511 I
- Finnslandsvatn FIN (MK477,797). Kartblad: 1511 I
- Mårvann (MK474,793). Nordøstenden av Mårvann, grunne partier med sandbunn som går over i mudderbunn. Kartblad: 1511 I
- Hommerdal (MK624,068), stilleflytende elveparti med grus og sandbunn lett tilgjengelig fra vei mot elvebreidd, traktorvei i vann over elvepartiet. Kartblad: 1512 II

UTM koordinatene er i WGS84.

## 5.2 Makrovegetasjon

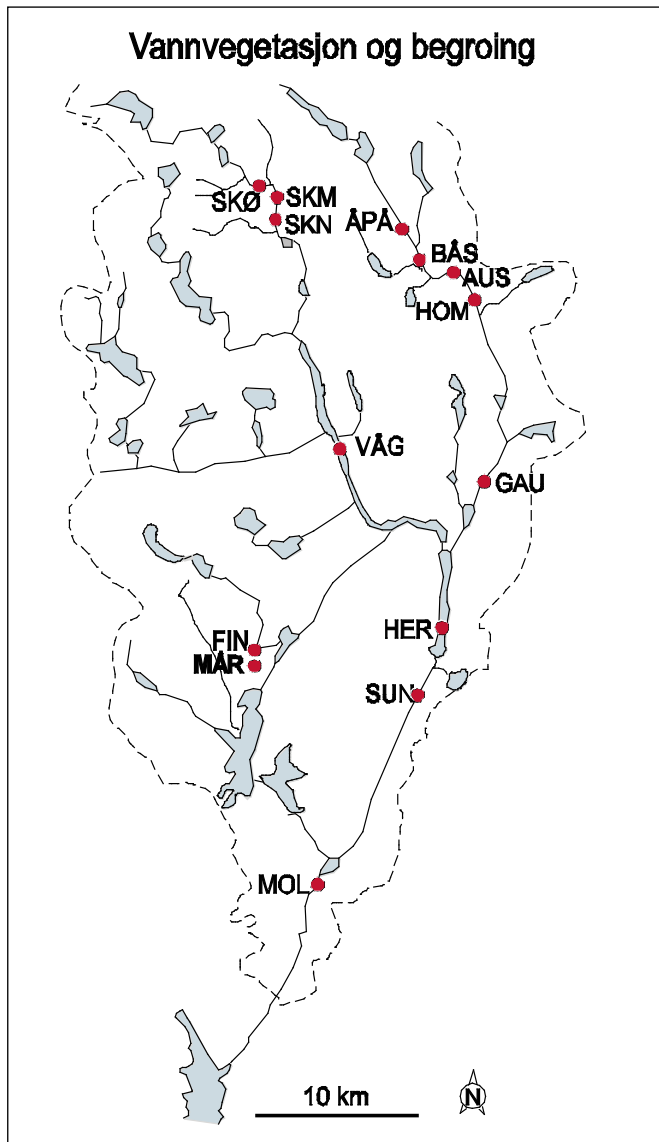
### 5.2.1 Innledning

Basisundersøkelser for vannvegetasjon ble første gang foretatt i 1996, med oppfølgende undersøkelser i 1997-1999 og 2005 av NIVA. Undersøkelsene i 2005 fulgte standard metodikk for vegetasjonsovervåking av kalkede vassdrag. På avgrensede felt i vassdraget er forekomsten av vannplanter og vannmoser vurdert etter en skala fra 1 til 5 (se tabelltekst til **Tabell 5.1**). Vannvegetasjonen ble undersøkt på dyp avgrenset av hva som ble nådd ved vassing med bruk av vadebukse i 2006 og 2008. vannstanden var vesentlig høyere i 2008 enn i 2006 på grunn av uvanlig store nedbørsmengder på ettersommeren. Det ble samlet inn materiale, både av karplanter og vannmoser for dokumentasjon til Agder naturmuseum. Vannmosene er kontrollbestemt av Tore Torjesen.

### 5.2.2 Resultater

Resultatene av vegetasjonsregistreringene på de ulike lokalitetene er satt opp i **Tabell 5.1**.

Krypsiv, *Juncus bulbosus*, sammen med botnegras, *Lobelia dortmanna* og tjørngras, *Littorella uniflora*, var de vanligst forekommende artene på de undersøkte lokalitetene. Krypsiv ble ikke registrert som dominerende på noen loka-



Figur 5.1. Lokalisering av prøvetakingsstasjoner for vannvegetasjon.

litet i 2008, heller ikke i 2006, mot to lokaliteter i 2004. Forekomsten av krypsiv er generelt vurdert å ha mindre omfang i 2008 og 2006 på grunn av mer ekstreme vannstandsvariasjoner fra vår, sommer og mot ettersommer og høst enn ved undersøkelsen i 2004. Krypsiv ble kartlagt i hele vassdraget i 2003 med foto/video fra helikopter. Blærerot *Utricularia* sp. finnes gjerne inne i tette krypsivbestander. Redusert forekomst av blærerot kan derfor delvis ha sammenheng med redusert forekomst av krypsiv. De store variasjonene i vannstand fra tørke på forsommer til flomliknende tilstander på ettersommeren kan forklare de sparsomme funnene av blærerot i årets undersøkelse. Brasmegras ble ikke registrert i årets undersøkelse, trolig på grunn av vanskeligere forhold med høy vannstand under årets feltarbeid. Mjukt brasmegras er kun registrert på en lokalitet i 2006, mot syv lokaliteter i 2004. Stivt brasmegras er ikke registrert i årets undersøkelse mot en lokalitet i 2004.

Vassgro (sumplante) som ble registrert på en lokalitet i 2006 ble ikke gjenfunnet i 2008 som viser at vannplante-floraen kan variere en del fra år til år. Sumplanter er ikke tatt med i undersøkelsen fra 2004.

Av svakt forsuringfølsomme arter (Lindstrøm *et al.*, 2004) er kysttjørnaks registrert på to lokaliteter i 2006, mot en lokalitet i 2004. Tusenblad ble ikke registrert i 2008 og 2006 mot en lokalitet i 2004.

Generelt er det registrert færre arter og i mindre omfang i 2008, det samme gjaldt 2006 i forhold til tidligere år. Dette kan skyldes en tørre forsommer, etterfulgt av en relativt nedbørsrik ettersommer. De mest ekstreme forholdene hadde vi i 2008.

### Vannmoser

Elvetrappemose, *Nardia compressa*, er den vanligst forekommende vannmosen på de undersøkte lokalitetene. Den forsuringfølsomme rødmesigdmose, *Blindia acuta* ble ikke registrert i 2008 som nok skyldes stor vannføring og høy vannstand. Den ble registrert på to lokaliteter i 2006, mot syv lokaliteter i 2004. Arten ble da registrert med små forekomsten på flertallet av lokalitetene og kan lett ha blitt oversett. I sidevassdraget Skjeggedalsåna oppstrøms og nedstrøms kalkdosereren vises effekten av kalking tydelig på vannmosene. Like ovenfor kalkdosereren dominerte vannmosene (SKØ), elvetrappemose, *Nardia compressa*, som dominerende, mens 200 meter nedstrøms dosereren (SKM) ble det praktisk talt ikke funnet noen moser i bekkeleiet. Ved neste stasjon (SKN) vel en kilometer lenger nede var også vannmosefloraen nærmest borte.

Laven steinskjegg *Pseudeplube pubescens* på stein i vannkant på lokaliteten i Herefossfjorden (HER).

## 5.3 Begroing

### 5.3.1. Innledning

Undersøkelsen i 2006 og 2008 ble foretatt etter andre retningslinjer enn tidligere. I stedet for å legge hovedvekt på indekser, ble det lagt mer vekt på populasjonsdynamikk og økologisk status. Som tidligere ble det imidlertid lagt vekt på blågrønnbakterier (tidligere kalt blågrønnalger) og alger, spesielt kiselalger og makroalger. Det ble samlet inn blågrønnbakterier og alger etter en standardisert prosedyre.

**Vedlegg B** viser mulighetene for forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellige pH-intervaller (modifisert fra Lindstrøm *et al.*, 2004). Et liknende system kan lages for kiselalger og andre alger. Generelt kan det sies at noe

**Tabell 5.1.** Vannvegetasjon (karplanter og moser) i Tovdalsvassdraget 19.9-22.9 2006. Hyppigheten av artene er angitt etter følgende skala: 1: sjelden (< 5 forekomster), 2 spredt, 3: vanlig, lokalt dominerende, dominerende på store deler av lokaliteten. \*= forsuringfølsomme arter. Se tekst i innledningen til kap. 5.1 for forklaring av forkortelsene i tabellhodet.

	S K Ø	S K M	S K N	Å P Å	A U S 1	A U S 2	G A U 1	G A U 2	H E R	S U N	M O L	F I N	M Å R	H O M
<b>ISOETIDER</b> (kortsukksplanter)														
Tjørngras, <i>Littorella uniflora</i>						2			2					4
Botnegras, <i>Lobelia dortmanna</i>						3			3			3	5	3
Evesoleie, <i>Ranunculus reptans</i>										2				2
Sylblad, <i>Subularia aquatica</i>						2								
<b>ELODEIDER</b> (langskuddsplanter)														
Vanleg krypsiv, <i>Juncus bulbosus</i> ssp. <i>bulbosus</i>			2		2	4	3		3		2	4	2	3
Tjørnaks, <i>Potamogeton</i> sp.														2
Blærerot, <i>Utricularia</i> sp.									1					
<b>NYMPHAEIDER</b> (flytebladsplanter)														
Kvit nykkerose, <i>Nymphaea alba</i> Coll.													2	
Flotgras <i>Sparganium angustifolium</i>									2-3			2		
<b>VANNMOSER</b>														
Elvetrappmose, <i>Nardia compressa</i>	5			3										
Bjørnemose, <i>Polytrichum</i> sp.				3										
Bekkegråmose, <i>Racomitrium aquatium</i>											2			
Knippegråmose, <i>Racomitrium fasciculare</i>										2				
Buttgråmose, <i>Racomitrium aciculare</i>			2		2				1					
Blanktorvmose, <i>Sphagnum subrutens</i>												3		
Mattemose, <i>Marsupella emarginata</i>									1					

forsurede vassdrag som har lavt humusinnhold og relativt lavt kalsiuminnhold har stor dominans av spesielle arter av blågrønnbakterier. Når pH øker som følge av kalking kan mange av disse forsvinne, spesielt hvis pH overstiger 6.0. I intervallet pH 6.1 – 6.5 vil helt andre arter av blågrønnbakterier og alger kunne overta dominansen. Innslaget av kiselalger vil kunne øke. Ved pH > 6.5 vil mer "normale" algesamfunn opptre. Med økende eutrofiering vil blågrønnbakterier som *Oscillatoria* og *Phormidium* overta og det blir også et mer eutroft kiselalgesamfunn. Lokalt med mye humus vil ofte ikke ha det typiske blågrønnbakteriesamfunnet som i klarvannssystemer.

Utviklingen av pH nederst i Tovdalselva har vist en økende pH fra 5-5.5 i 1981 til opp mot pH 6-6.5 i 2008. Spesielt var endringen stor i perioden 1995 – 1998. Dette skulle indikere at det typiske blågrønnbakterie-samfunnet for sure lokaliteter er i ferd med å bli noe svekket, spesielt i årene med størst økning i pH. Dette samsvarer med tidligere resultater av begroingsalger.

### 5.3.2 Resultater

**Tabell 5.2** viser begroingsalgene på forskjellige stasjoner i 2008. Sammensetningen antyder at det ikke har vært noen betydelig utvikling i algesamfunnet de siste årene (etter 2000). De fleste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuringstolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter (**Tabell 5.2**). Kiselalgesamfunnet antyder likevel at alle lokalitetene er relativt næringsfattige. På noen av stasjonene ble det som i 2006 observert relativt store mengder slam i prøvene (HOM, SKM, SKN). Ingen av disse hadde blågrønnbakterier av betydning.

Tabell 5.2. Begroingsalger 26.9 – 28.9 2008 på forskjellige stasjoner i Tovdalsvassdraget. x= vanlig. xx= dominant.

VASSDRAG:	Øverst, Østre					Øverst, Vestre			Midtre del				Nederst
STASJON:	ÅPÅ	BÅS	AUS	HOM	GAU	SKØ	SKM	SKN	FIN	MÅR	SUN	HER	MOL
ÅR: 2008 september													
<b>BLÅGRØNNALGER:</b>													
<i>Stigonema mamillosum</i>	x	x			x							xx	x
<i>Stigonema minutum</i>		x				x							x
<i>Scytonema</i>	xx										x		x
<i>Scytonemopsis</i>													
<i>Calothrix</i>			x		xx					x	x		
<i>Hapalosiphon</i>						x			xx	x			
<i>Siphonema (Stigonema?)</i>													
<i>Gloeocapsa</i>											x		
<i>Merismopedia</i>													
<i>Schizothrix</i>										x		x	x
<i>Chamaesiphon?</i>													
BG-biofilm smale tråder				x	xx	x			x		x	x	
<i>Phormidium</i> trådf.								x					
<i>Oscillatoria</i> (d< 4um)					x								
<i>Oscillatoria</i> (d= 4-8 um)													
<b>KISELALGER</b>													
<i>Didymosphaena geminata</i>													
<i>Eunotia</i>	x	x	x	x	x	x	x	x	x		x		x
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx	xx	x	x	xx	x	x	x	x	x	xx	xx	xx
<i>Achnanthes minutissima</i>				x				x					
<i>Frustulia rhomboides</i>	x	x	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x
Små båtform. kiselalger	x	x	x	x	x			x	x				
<i>Cymbella</i> spp.			x	x	x								
<i>Pinnularia</i>													
<i>Fragilaria</i>													
<b>Mange arter</b>													
<b>GRØNNALGER</b>													
<i>Meugeotia</i>						x			xx				
<i>Zygnema</i>	x	x		xx		x							
<i>Spirogyra</i>													
<i>Oedogonium</i>													
<i>Bulbochaete</i>			x						x			x	
<i>Microspora</i> sp.				xx	x		x	x					
<i>Desmidaceae</i> sp.	x	x	x	x	x								
<b>ANDRE</b>													
<i>Batrachospermum</i>													
<i>Jernutfelling</i>								x					
Slam				x			x	x					



# 6 Samlet vurdering

## 6.1 Vannkjemi

Tidligere undersøkelser har antydnet at vannet i Ogge kan være svært surt om våren, men i 2008 var pH  $\geq 6,2$ .

Det meste av året holdt pH de mål som var satt for lakseførende strekning av elva. Det var bare to tilfeller der pH sank under målet i kortere tid. Ved begge tilfellene varte forholdene i for kort tid til at det kan ha betydning for fisk.

Vannkvaliteten i Uldalsgreina er etter hvert blitt bedre etter flyttingen av doserer til Skåre, men data fra 2008 viser at anleggene i Uldalsgreina fortsatt ikke gir akseptabel vannkvalitet om våren til tross for økning i kalkdosering ved Skåre og i Vatnedalsåna fra 2005. I vinterhalvåret bør pH-verdien opp til over 6,0. Særlig seinvinters og i vårperioden er det viktig med god buffertilførsel fordi det da går forholdsvis mye vann gjennom Uldalsgreina pga. kraftproduksjon, og fordi belastningen på Herefossanlegget ellers kan bli vel stor.

## 6.2 Anadrom fisk

For laks har kalkingen av Tovdalselva gitt gode resultater, både i form av økt reproduksjon og ikke minst økte fangster. Reetableringen har imidlertid tatt lenger tid enn forventet, da det var nærmere ti år etter kalking at det ble registrert signifikante økninger i fangst. Noe av dette kan skyldes problemer for laks å vandre forbi Boenfossen. Sett i forhold til de tidligere år, må tettheten av ungfisk i 2008 karakteriseres som tilfredsstillende. Sjøørretbestanden er liten, men også for denne er det en økning i fangst. Tettheten av årsunger av ørret er høyere enn størrelsen på sjøørretbestanden tilsier, men da de høyeste tetthetene finnes i tilknytning til innsjøene, er mye av dette sannsynligvis stasjonær fisk.

## 6.3 Bunndyr

Bunndyrfaunaen i de kalkede delene av Tovdalsvassdraget viser en liten forbedring i indeksverdi fra 2005 til 2006, men fram til 2008 synes utviklingen å ha stagnert. Faunasammensetningen har ikke endret seg mye fra 2005 tilstanden. Den svært følsomme sneglen *Lymnaea peregra* registreres i 2008 på begge lokalitetene i Tovdalselva nedstrøms Herefossfjorden slik som i 2005 og 2006. Døgnfluen *Baetis rhodani* har etablert seg i Tovdalselva fra St. 5 ved Gauslå og nedover, men finnes fremdeles ikke videre oppover i Tovdalsgreina. Den har etablert seg i til dels stort individantall i Kleplandsåna / Hovlandsåna, Rettåna og Dikeelva, og ser nå også ut til å ha etablert seg nederst i den kalkede delen av Skjeggedalsåna. Substratforhold kan være årsak til at den her ikke registreres lenger opp. Her bør man vurdere å endre stasjonsplasseringen.

Vatnedalselva viser liten effekt av kalkingen. Bunndyrfaunaen indikerer her et sterkt til moderat forsuringsskadet samfunn, både ovenfor og nedenfor kalkdoserer. Gjennomsnittet av begge forsuringindeksene viser nå ingen stigende tendens i de kalkede delene av vassdraget, og forsuringindeks 2 indikerer totalt sett fremdeles ett noe forsuringsskadet bunndyrsamfunn og noe ustabile forhold.

## 6.4 Vannvegetasjon

Generelt er det registrert færre arter av makrovegetasjon og i mindre omfang i 2008, det samme gjaldt 2006 i forhold til tidligere år. Dette kan skyldes tørre forsommere, etterfulgt av en relativt nedbørsrik ettersommer. De mest ekstreme forholdene hadde vi i 2008.

De øverste stasjonene hadde et algesamfunn som er typisk for litt sure vassdrag, med stort innslag av forsuretolerante blågrønnbakterier. Det ble i liten grad funnet forsuringstolerante arter. På de nederste stasjonene ble det observert relativt store mengder slam i prøvene. Slamføring i elva er også en faktor som kan ha betydning for algesamfunnet. Her bør man vurdere å endre stasjonsplasseringen.

Utviklingen av pH nederst i Tovdalselva har vist en økende pH fra 5-5.5 i 1981 til opp mot pH 6-6.5 i 2008. Spesielt var endringen stor i perioden 1995 – 1998. Dette skulle indikere at det typiske blågrønnbakterie-samfunnet for sure lokaliteter er i ferd med å bli noe svekket, spesielt i årene med størst økning i pH. Dette samsvarer med tidligere resultater av begroingsalger.

## 6.5 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Kalkingsstrategien både for Ogge og Tovdalselva ser ut til å være tilfredstillende og bør fortsette om lag som tidligere, men strategien i Uldalsgreina er foreslått endret. Tiltross for økt dosering i Uldalsgreina er vannkvaliteten fortsatt ikke akseptabel fram til mai, men forholdene har blitt mer stabile etter flytting av dosereren i Hovlandsåna til Skåre. Det foreslås at dosererne i Skjeggedal og Vatnedal legges ned og erstattes av en doserer nær samløpet mellom disse to elvene, før innløp i Vågsdalsfjorden. Doseren på Skåre har blitt forbedret høsten 2006 slik at den kan dosere ut større kalkmengder.

## 6.6 Øvrige anbefalte tiltak

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Andre mulige årsaker til mindre fisk enn forventet, for eksempel problemer med giftig Al i brakkvann bør utredes.

# 7 Litteratur

- Barlaup, B., Gabrielsen, S.-E., Skoglund, H., Kleiven, E. & Moen, V. 2005. Utlekking av øyerogn som kultiveringsstrategi for å reetablere laks i Tovdalsvassdraget. Årsrapport for 2004. - Hesthagen, T. (red.) Reetablering av laks på Sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2004. DN Utredning 2005-10: 8-14.
- 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.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- Direktoratet for naturforvaltning 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. Notat 2007-2.
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.
- DNMI 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Herefoss, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.
- Fjellheim, A. and Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Fjellheim, A. and Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Halvorsen, G.A. 2006. Tovdalsvassdraget. 4 Bunndyr. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 48-50.
- Hesthagen, Trygve, redaktør. 2006. Reetablering av laks på sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Hindar, A. & Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA Rapport, LNR 5114-2006. 48 s.
- Hindar, A. 1991. Kalkingsplan for Tovdalsvassdraget. O-91032, NIVA-Sørlandsavdelingen, Grimstad. 31 s.
- Hindar, K. & Johnsen, B.O. 1999. Reetablering av laks i forbindelse med kalking. Reetablering av laks i Tovdalselva og Mandalselva. Årsrapport 1998. I: Johnsen, B.O. (red.) Reetableringsprosjektet. Årsrapport 1998.
- Hindar, K. & Johnsen, B.O. 1999. Reetablering av laks i forbindelse med kalking. Reetablering av laks i Tovdalselva og Mandalselva. Årsrapport 1998. I: Johnsen, B.O. (red.) Reetableringsprosjektet. Årsrapport 1998. DN Utredning 1999-7: Vedlegg 3. 27s.
- Høgberget, R. 2009. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking 2008.
- 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.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. Utredning for DN, nr. 1994-10. 98 s.
- Larsen, B.M. 1998. Tovdalsvassdraget. 3 Anadrom fisk. Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DNnotat 1998-1: 52-53.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E. og Kvellestad, A. 2006. Tovdalsvassdraget. 5 Anadrom fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 50-54.
- Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S.W. & Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Tålegenser for forsuring – effekter av kalking. *Naturens tålegrenser rapp.* 118. Norsk Institutt for vannforskning, NIVA, O-21252. I. nr. 4821-2004. 132 sider.
- Raddum, G., Rosseland, B.O. & Bowman, J. 1999: Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation and models. NIVA Rapport 4091.
- 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.
- Saltveit, S.J. 1984. Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del IV. En vurdering av den lakseførende del av Tovdalselva - Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Oslo 64: 1-27.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle mottiltak. NINA Utredning 10: 1-28.
- Weideborg, M. og Juutilainen 2008. Tovdalsvassdraget. 2. Vannkjemi. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN Notat 2008-2.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-lablitt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium
LAI	Lablitt aluminium	K	Kalium	Turb	Turbiditet		

Nr	Stasjon	Dato	pH	Ca	Alk-E	RAI **	ILAI	LAI	TOC	Turb	Kond	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Tot-N	Tot-P	PO <sub>4</sub>	ANC	Si	
7-1	Boen Bruk	07.01.2008	6	1,79	53	129	114	15	5,7		2,43	0,27	2,32	0,3	2,58	1,95	141	370	3		95	1,46	
7-1	Boen Bruk	04.02.2008	6,6	1,55	21	133	119	14	4,9		2,62	0,29	2,39	0,21	3,15	1,96	133	280	5		70	1,23	
7-1	Boen Bruk	03.03.2008	6,2	1,41	10	117	110	7	4,2	0,51	2,15	0,24	1,88	0,18	2,88	1,69	100	985000*	4	<1	51	1,1	
7-1	Boen Bruk	07.04.2008	6,5	1,51	21	91	64	27	4,1	0,74	2,21	0,24	1,48	0,17	2,45	1,6	140	263	2	2	51	0,946	
7-1	Boen Bruk	05.05.2008	6,9	1,52	21	77	73	4	4,0	0,69	1,83	0,19	1,38	0,2	1,8	1,5	105	239	4	<1	66	9,831	
7-1	Boen Bruk	13.05.2008	6,1	1,48	32	74	65	9			1,68										74		
7-1	Boen Bruk	19.05.2008	6,7	1,44	32	79	57	22		0,63												72	
7-1	Boen Bruk	26.05.2008	6,7	1,36	42	55	47	8		0,6												68	
7-1	Boen Bruk	02.06.2008	6,7	1,44	63	51	44	7	3,0	1,1	1,71	0,15	0,97	0,15	1,4	1,2	96	260	<3	<1	59	0,551	
7-1	Boen Bruk	07.07.2008	6,8	1,93	32	35	28	7	2,7	0,32	1,97	0,21	1,25	0,2	1,6	1,4	82	203	5	<1	91	0,449	
7-1	Boen Bruk	04.08.2008	6,6	1,5	32	28	25	3	3,6	0,7	1,95	0,18	1,5	0,16	2	1,5	53	290	3	2	64	0,278	
7-1	Boen Bruk	01.09.2008	6,2	1,3	42	78	67	11	5,4	0,66	1,85	0,21	1,4	0,22	1,8	1,5	46	287	4	<1	60	0,542	
7-1	Boen Bruk	06.10.2008	6	1,3	32	142**	91	51	5,6	0,54	1,9	0,23	1,7	0,25	2,3	1,6	71	265	3	<1	58	0,913	
7-1	Boen Bruk	01.11.2008	6,6	1,6	10	96	91	5	5,4	0,69	2,16	0,24	1,5	0,21	2,4	1,6	95	357	4	<1	60	0,976	
7-1	Boen Bruk	01.12.2008	6,6	1,7	10	118	106	12	5,0	0,83	2,14	0,25	1,82	0,23	2,5	1,6	93	667	4	<1	78	1,112	
7-2	Herefossfjord, utløp	21.01.2008	5,8	1,5	32	136	108	28			2,27											75	
7-2	Herefossfjord, utløp	04.02.2008	6	1,26	10	136	109	27			2,08											63	
7-2	Herefossfjord, utløp	03.03.2008	6	1,2	10	123	104	19		0,47	1,95											60	
7-2	Herefossfjord, utløp	07.04.2008	6,5	1,27	21	107	86	21		0,53	1,99											64	
7-2	Herefossfjord, utløp	05.05.2008	6,1	1,22	21	90	81	9		1,28	1,59											61	
7-2	Herefossfjord, utløp	02.06.2008	6,5	1,4	32	53	46	7		0,81	1,45											70	
7-2	Herefossfjord, utløp	07.07.2008	6,7	1,7	21	35	23	12		0,37	1,62											85	

Nr	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	RAI ** µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l
7-2	Herefossford, utløp	04.08.2008	6,6	1,1	10	39	32	7		0,34	1,65										55	
7-2	Herefossford, utløp	01.09.2008	6,2	1,2	10	93	78	15		0,52	1,67										60	
7-2	Herefossford, utløp	06.10.2008	6,6	1,4	42	142**	89	53		0,47	1,94										70	
7-2	Herefossford, utløp	03.11.2008	6,4	1,7	10	102	92	10		0,56	1,72	0,22									103	0,982
7-2	Herefossford, utløp	01.12.2008	6,4	2,1	10	109	95	14		0,71	2,21										105	
7-3	Herefossford, innløp N	21.01.2008	6,2	1,32	10	126	106	20			1,92										66	
7-3	Herefossford, innløp N	04.02.2008	6,2	1,19	10	124	106	18			1,9											
7-3	Herefossford, innløp N	03.03.2008	5,9	1,2	42	111	100	11		1,4	1,72											
7-3	Herefossford, innløp N	07.04.2008	6,1	1,04	10	112	85	27		0,48	1,69											
7-3	Herefossford, innløp N	05.05.2008	6,5	1,53	21	73	65	8		1,2	1,52											
7-3	Herefossford, innløp N	02.06.2008	6,9	1,63	42	49	40	9		1,1	1,47											
7-3	Herefossford, innløp N	07.07.2008	6,8	1,9	32	34	21	13		0,4	1,68											
7-3	Herefossford, innløp N	04.08.2008	6,5	1,2	21	35	29	6		0,61	1,49											
7-3	Herefossford, innløp N	01.09.2008	6,4	1,3	10	86	74	12		0,78	1,6											
7-3	Herefossford, innløp N	06.10.2008	6,6	1,5	63	111**	64	47		0,65	1,7											
7-3	Herefossford, innløp N	03.11.2008	6,5	1,6	10	96	88	8		0,69	1,45	0,18										0,954
7-3	Herefossford, innløp N	01.12.2008	6,7	2	32	90	77	13		1,2	1,79											
7-4	Tveitvatn, utløp	21.01.2008	5,2	0,57	0	139	86	53	3,5		1,47	0,18	1,14	0,15	1,51	1,29	102	260	4,4		19	1,13
7-4	Tveitvatn, utløp	04.02.2008	5,3	0,55	10	131	86	45	3,7		1,44	0,18	1,12	0,11	1,47	1,62	90	180	4		10	1,3
7-4	Tveitvatn, utløp	03.03.2008	5,3	0,5	10	134	82	52	3,5	0,33	1,47	0,17	1,23	0,13	1,75	1,61	73	140	4	<1	4	1,13
7-4	Tveitvatn, utløp	07.04.2008	5,5	0,56	10	108	79	29	3,3	0,47	1,49	0,17	1,04	0,15	1,49	1,41	140	260	6	2	10	0,97
7-4	Tveitvatn, utløp	05.05.2008	5,8	0,44	21	93	62	31	3,2	1,01	1,2	0,13	0,85	0,17	1,1	1,2	97	213	3	<1	11	0,671
7-4	Tveitvatn, utløp	02.06.2008	5,7	0,44	10	63	45	18	2,6	0,71	0,84	0,1	0,63	0,09	<1	0,8	47	195	<3	<1	11	0,446
7-4	Tveitvatn, utløp	07.07.2008	5,8	0,5	10	50	26	24	2,5	0,39	0,94	0,1	0,76	0,13	<1	0,75	36	171	6	<1	22	0,155
7-4	Tveitvatn, utløp	04.08.2008	6	0,38	10	52	41	11	3,0	0,52	0,84	0,1	0,78	0,041	1,1	0,9	27	190	<3	1	8	0,237
7-4	Tveitvatn, utløp	01.09.2008	5,6	0,4	10	92	66	26	4,7	0,8	1	0,12	0,82	0,14	<1	0,81	29	255	3	<1	20	0,51
7-4	Tveitvatn, utløp	06.10.2008	5,7	0,48	21	135**	67	68	4,0	1,3	1,1	0,14	0,82	0,11	1,1	0,98	53	295	15	<1	17	0,714
7-4	Tveitvatn, utløp	03.11.2008	5,3	0,46	10	108	74	34	3,6	0,55	0,99	0,14	0,84	0,12	1,3	3	59	237	6	<1	-39	0,807
7-4	Tveitvatn, utløp	01.12.2008	5,4	0,49	10	101	70	31	3,5	0,57	1,11	0,16	0,91	0,12	1,2	0,92	77	420	<3	<1	22	0,868

Nr	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	RAI ** µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l	
7-5	Uldal	21.01.2008	6,3	1,26	10	135	116	19			2,49												
7-5	Uldal	04.02.2008	6,5	1,12	53	134	116	18			1,75												
7-5	Uldal	03.03.2008	5,9	1,04	10	127	111	16		0,53	1,72												
7-5	Uldal	07.04.2008	6	0,99	10	128	64	64		0,61	1,62												
7-5	Uldal	05.05.2008	6,2	1,89	42	67	63	4		0,87	1,98												
7-5	Uldal	02.06.2008	6,8	2,28	63	63	52	11		0,73	2,09												
7-5	Uldal	07.07.2008	6,9	2,4	42	43	30	13		0,49	2,16												
7-5	Uldal	04.08.2008	6,7	1,7	42	41	36	5	3,5	0,47	1,86	0,13	1,2	0,082	1,4	1,2	190	200	<3	1	76	0,34	
7-5	Uldal	01.09.2008	6,3	1,5	10	78	68	10		0,6	1,65												
7-5	Uldal	06.10.2008	6,3	1	32	163**	102	61		0,79	1,67												
7-5	Uldal	03.11.2008	6,8	2,4	42	107	97	10		0,86	1,93												
7-5	Uldal	01.12.2008	6,5	1,9	10	95	86	9		0,75	1,82												
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	21.01.2008	5,4	0,45	0	162	92	70	3,8		1,82	0,16	1,38	0,089	1,79	1,87	71	210	2,3		-1	1,17	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	04.02.2008	5,2	0,52	10	161	94	67	3,7		1,58	0,16	1,36	0,055	1,86	1,87	55	87	<3		-1	1,21	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	03.03.2008	5	0,35	10	158	87	71	3,3	<0,1	1,76	0,16	1,45	0,077	2,2	1,79	50	100	3	<1	-12	1,14	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	07.04.2008	5	0,32	10	119	87	32	3,4	0,12	1,73	0,14	1,13	0,093	1,66	1,48	110	260	4	1	-8	0,898	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	07.05.2008	5,3	0,33	21	102	67	35	3,1	0,71	1,25	0,1	0,89	0,13	1,2	1,2	78	185	<3	<1	1	0,56	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	02.06.2008	5,3	0,28	10	81	37	44	2,4	0,74	1,2	0,11	0,81	0,084	1,1	1	77	265	<3	<1	2	0,434	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	07.07.2008	5,6	0,4	10	57	23	34	2,2	0,3	1,23	0,1	1	0,12	1,7	1,3	63	188	7	<1	-7	0,342	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	04.08.2008	5,7	0,33	10	58	40	18	2,7	0,38	1,1	0,11	1,1	0,02	1,3	1,1	26	150	<3	1	9	0,36	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	01.09.2008	5,6	0,42	10	106	75	31	4,0	0,45	1,21	0,14	1,2	0,09	1,4	1	12	159	<3	<1	22	0,684	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	06.10.2008	5,2	0,38	21	238**	116	122	5,7	0,49	1,71	0,16	1,1	0,15	1,9	0,99	<10	314	5	<1	5	1,031	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	03.11.2008	5,1	0,37	10	137	84	53	4,0	0,41	1,22	0,14	1,2	0,1	1,6	1,4	47	191	3	<1	4	1,026	
7-7	Skjeggdalsåna, oppstr dos	01.12.2008	5,3	0,43	10	126	76	50	3,5	0,53	1,33	0,17	1,3	0,1	1,7	1,3	65	580	<3	<1	13	1,11	

\* Forurenset prøve. Reanalyser med samme resultat \*\* Prøve fra oktober ikke inkludert i gjennomsnittet. Urealistisk høy RAI ga høy LAI

# Vedlegg B

Forekomst av blågrønnbakterier innenfor forskjellig pH-intervaller (mod. fra Lindstrøm et al. 2004).

	vanlig xx	pH intervaller						
		<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
<i>Siphonema polonicum</i>								
<i>Stigonema cf. robustum</i>								
<i>Stigonema hormoides</i>								
BG filter 2-4um, grenet	dominant							
<i>Hapalosiphon hibernicus</i>	dominant							
<i>Stigonema spp.</i>	dominant							
<i>Hapalosiphon fontinalis</i>	dominant							
<i>Rhabdoderma lineare</i>	dominant							
<i>Scytonema mirabile</i>	xx dominant							
BG filter 1-2um, ugrenet	dominant							
<i>Merismopedia spp.</i>								
<i>Capsosira brebisonii</i>	xx dominant							
<i>Gloeocapsopsis magma</i>	xx dominant							
<i>Scytonemtopsis starmachii</i>	xx dominant							
<i>Stigonema mamillosum</i>	xx dominant							
<i>Merismopedia punctata</i>	xx							
<i>Calothrix fusca</i>								
<i>Lyngbya perlegans</i>	xx							
<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	xx							
<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx							
<i>Chamaesiphon minutus</i>	xx							
<i>Tolypothrix penicillata</i>	xx							
<i>Chamaesiphon fuscus</i>	xx							
<i>Calothrix gypsohila</i>	xx							
<i>Chamaesiphon rostafinskii</i>	xx							
<i>Schizothrix sp3(1-2u, 3-6u, blågrå</i>								
<i>Schizothrix lacustris</i>								
<i>Chamaesiphon confervicola</i>	xxx							
<i>Clastidium setigerum</i>	xx							
<i>Chamaesiphon subglobosus</i>								
<i>Chamaesiphon polymorphus</i>								
<i>Schizothrix latierita</i>								
<i>Calothrix ramenskii</i>								
<i>Calothrix spp</i>	dominant							
<i>Homoeothrix varians</i>								
<i>Homoeothrix batrachospermorum</i>	dominant							
<i>Phormidium autumnale</i>	xx dominant							
<i>Chamaesiphon britannicus</i>								
<i>Homoeothrix janthina</i>								
<i>Chamaesiphon amethystinum</i>								
<i>Chamaesiphon incrustans</i>								
<i>Schizothrix sp2(2-3u, blålilla</i>								
<i>Schizothrix sp4(heteropolar, grå/gul)</i>								

	vanlig xx	pH intervaller						
	dominant	<5	5.0-5.5	5.6-6.0	6.1-6.5	6.6-7.0	7.1-7.5	>7.5.
<i>Tolypothrix distorta</i>	xx							
<i>Nostoc</i>	xx							
<i>Rivularia biasolettiana</i>	xx							
<i>Rivularia spp</i>								
<i>Oscillatoria spp.</i>	xx dominant							
<i>Phormidium spp.</i>	xx dominant							
<i>Tolypothrix saviczii</i>								
<i>Tolypothrix tenuis</i>								
	ikke observeret							
	Vanlig							
	svært vanlig							



## Vedlegg B. (forts.)

### FORELØPIG UTKAST TIL KLASSIFIKASJONSSYSTEM

(Under utarbeidelse, vi bli utviklet med beskrivelse av enkelte algeindikatorer)

Algenes utvikling er sterkt avhengig av næringstilførsler av fosfor og nitrogen. pH vil imidlertid kunne være bestemmende for algesammensetningen i næringsfattige lokaliteter. Nedenfor er et første utkast til klassifikasjonssystem (tilnærmet i samsvar med SFT's system for total fosfor i vann, TRP = biotilgjengelig fosfor (total reaktivt fosfor), TP = total fosfor). De forsurede vassdragen ligger ofte i klasse 1 eller 2.

**Klasse 1. TRP: < 3 µg P/l (TP: < 6 µg P/l):**

**Klasse 2. TRP: 3 – 6 µg P/l (TP: 6 – 12,5 µg P/l):**

**pH < 6(6.2). Ofte stor dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier**

*Stigonema*

*Hapalosiphon hibernicus/fontinalis*

BG-filtre (trådformige og grenete (1 – 4 µm))

*Merismopedia spp*

*Capsosira brebisoni*

*Gloeocapsa magma*

*Scytnema*

*Stigonema mamillosum*

*Tolypothrix*

*Calothrix*

I sterkt forsurede lokaliteter (pH < 5,5) finnes også forsureningstolerante kiselalger som kan bli dominante, for eksempel *Achnanthes* spp, og diverse båtformede arter (vanskelig å bestemme uten å lage spesialpreparater). Kiselalgene kan bli svært dominante (*Eunotia*, *Frustulia*, *Tabellaria*).

**pH > 6,0(6,2) Ofte avtagende dominans av forsureningstolerante blågrønnbakterier og mer dominans av kiselalger og grønnalger.**

*Stigonema*

*Tolypothrix*

*Chamaesiphon*

*Homeothrix*

*Nostoc*

*Calothrix*

Lokalitetene kan i tillegg ofte være sterkere belastet med næringsstoffer.

**Klasse 3 TRP: 7 – 12,5 µg P/l (TP: 12,5 – 25 µg P/l):** Blågrønnbakterier av rentvannstypen mindre og mindre tilstede. Ofte massiv vekst av kiselalger, spesielt *Tabellaria flocculosa*. Sterk forekomst av grønnalger, for eksempel *Zygnema* og *Bulbochaete* er typisk. Noen steder observeres masseforekomst av rødalgen *Batrachospermum*. Ofte meget stort mangfold av alger.

**Klasse 4-5 TRP > 12,5 µg P/l (TP > 25 µg P/l):** Blågrønnalger av forurensningstypen (*Oscillatoria/Phormidium*) legger seg som et slimaktig belegg på sedimenter/steiner. Mange typer kiselalger, men ikke rentvannsindikatorer. pH ofte > 7

# Uskedalselva

Koordinator: Godtfred Anker Halvorsen, LFI-Unifob, Universitetet i Bergen

Vannkjemi: Anders Hobæk, NIVA

Fisk: Svein-Erik Gabrielsen, LFI, Unifob Miljøforskning

## 1 Innledning

Uskedalselva ligger sentralt i Kvinnherad kommune og renner gjennom Uskedalen. Vassdraget har tre greiner, hovedgreina har sitt utspring ovenfor Fjellandsbøvatnet. Vassdraget har ved utløpet i Hardangerfjorden et nedbørfelt på 45 km<sup>2</sup>. Bergartene i nedbørsfeltet til Uskedalselva er hovedsakelig granitt og gneis. Elva er uregulert og har en anadrom strekning på totalt 13 km. Av disse er det 11 km opp til Fjellandsbøvatnet og omlag 2 km opp i sideelven Børsdalselva. I tillegg kan anadrom fisk benytte to tilløpselver til Fjellandsbøvatnet (**Figur 1.1**). Den øvre delen av anadrom strekning (ovenfor el.fiskestasjon 6, **Figur 3.1**) har et parti med store fosser som kan være vanskelig for anadrom fisk å forsere. I tillegg har et ras ca. 150 meter nedstrøms Fjellandsbøvatnet høsten 2005 vanskeliggjort videre oppvandring. Det blir fanget både laks og sjøaure på sportsfiske i elva, men vannkvaliteten har tidligere vært for dårlig til å opprettholde en stedegen laksebestand. Det ble nesten ikke fanget ungfisk av laks i elva på midten av nittitallet (Kålås m. fl., 1995, 1999). I dag synes produksjonen av laks å ha tatt seg opp, og det fiskes både laks og aure på sportsfiske som er åpent for alle i fiskesesongen fra 15. juni til 15. september.

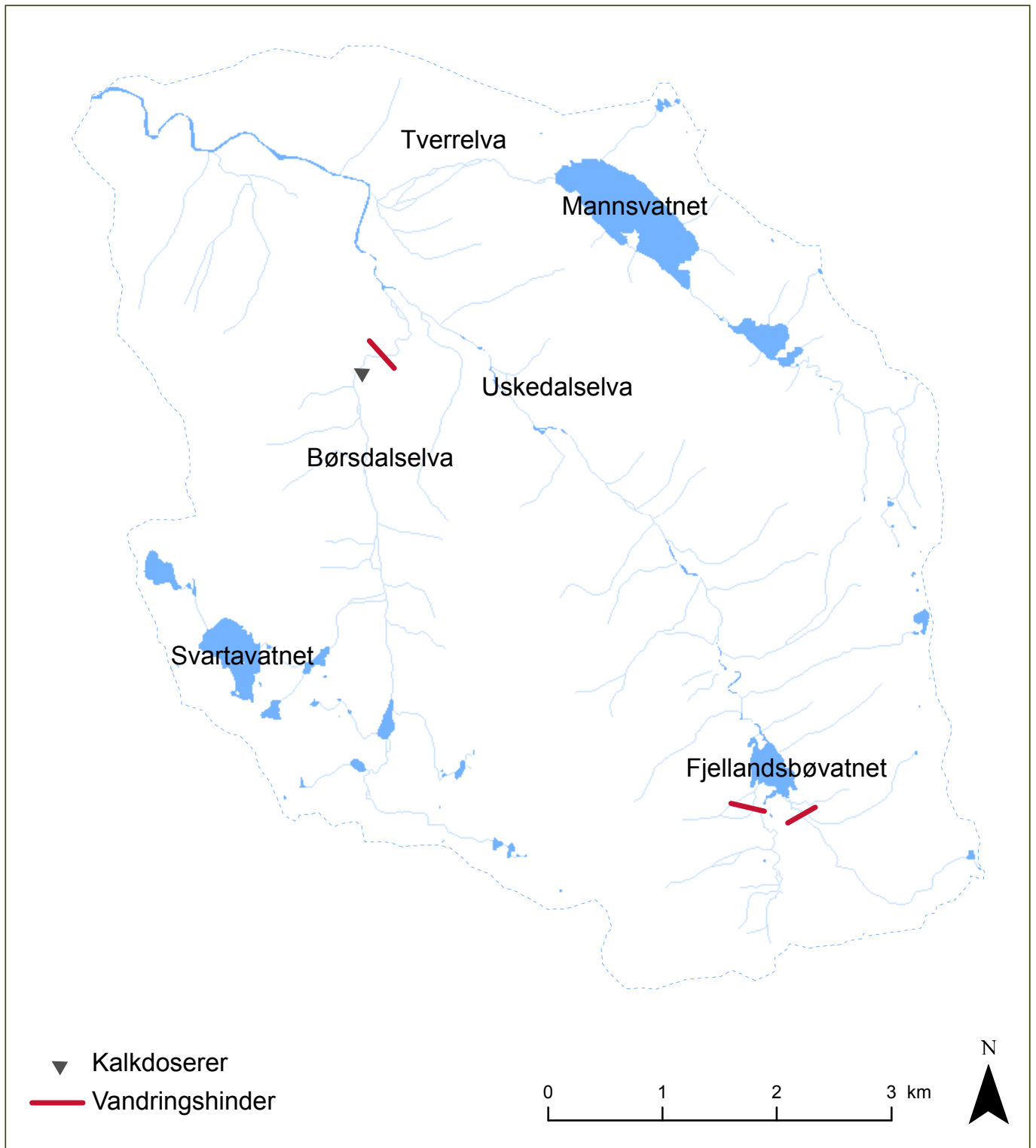
### 1.1 Områdebeskrivelse

#### Nøkkeldata

Vassdragsnummer:	045.2Z
Fylke, kommuner:	Hordaland, Kvinnherad
Areal, nedbørfelt:	45 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	80 l/s km <sup>2</sup> (Bjerknes <i>et al.</i> 1998), 95 l/s km <sup>2</sup> (Skurdal <i>et al.</i> 2001)
Middelvannføring:	3,6 m <sup>3</sup> /s (Bjerknes <i>et al.</i> 1998), 4,4 m <sup>3</sup> /s (Skurdal <i>et al.</i> 2001)
Anadrom strekning:	Totalt 13 km; 11 km opp til Fjellandsbøvatnet og ca. 2 km opp Børsdalselva. I tillegg kan anadrom fisk benytte to tilløpsbekker til Fjellandsbøvatnet
Vassdragsregulering:	Det er ingen regulering i vassdraget.
Vernestatus:	Det er ingen vernede områder i vassdraget.

### 1.2. Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Forsuring av anadrom strekning, spesielt som følge av tilrenning fra Børsdalselva
Kalkingsplan:	Bjerknes m.fl. 1998
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av sjøaure. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer
Vannkvalitetsmål:	pH ≥ 6,2 i perioden 15. februar - 31. mai, pH ≥ 6,0 resten av året
Kalkingsstrategi:	Doserer i Børsdalselva siden 2002. Grovkalk i hovedelva ovenfor samløp med Børsdalselva uregelmessig i 20 år, hvert år siden 2002



Figur 1.1. Stasjoner for vannkjemisk overvåking i Uskedalselva.

Det er levert 36 tonn VK3-kalk til doseringsanlegget i Børsdalselva i 2008. Forbruket i dosereren har vært lavere de to siste år enn tidligere (**Tabell 1.1**).

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i Uskedalselva 2002-2008, uttrykt som 100 % kalk. Fra juli 2004 er det brukt VK3-kalk, tidligere NK3-kalk.

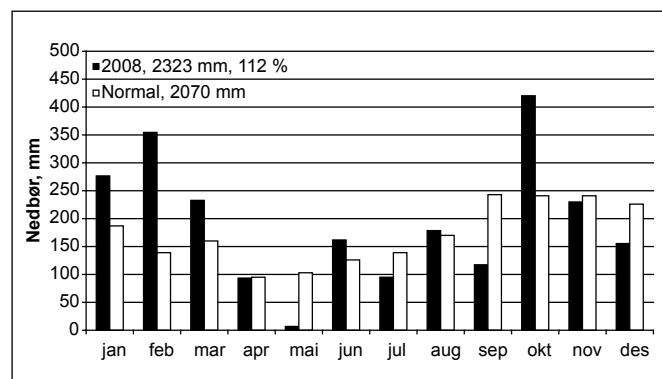
År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer	75	71	72	69	51	32	36
Utlagt grovkalk	10	10	10	10	10	10	10
Totalt	85	81	82	79	61	42	46

### 1.3 Nedbør i 2008

Nedbøren i 2008 var 112 % av normal (**Tabell 1.2** og **Figur 1.2**). Månedene med størst avvik fra normalen var februar (355 mm) og mai (6,8 mm). Nedbøren var over normalen i første halvår, men mindre enn normal i siste halvår

**Tabell 1.2.** Nedbør (mm) ved meteorologisk stasjon 48450 Husnes normal i 2006.

	Årssum	Februar	Mai
2008	2323	355	6,8
Normal	2070	139	103
Avvik %	112 %	255 %	6,6 %



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 ved meteorologisk stasjon 48450 Husnes. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (<http://leklima.met.no>).

# 2 Vannkjemi

Prosjektleder: Anders Hobæk<sup>1</sup>

Medarbeider: Liv Bente Skancke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Norsk institutt for vannforskning, Vestlandsavdelingen, Thormøhlensgt 53D, 5006 Bergen

<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

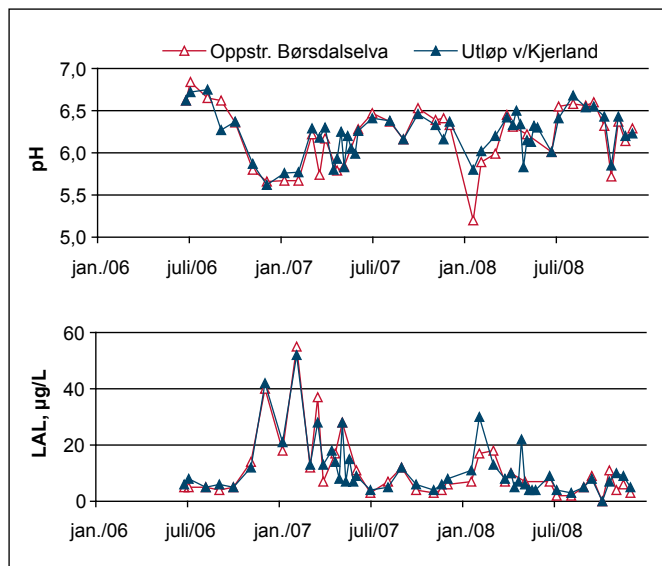
## 2.1 Karakterisering av vannkvaliteten i 2008

NIVAs prøveserie har i 2008 fortsatt som før med prøvetaking ca to ganger pr måned på to stasjoner i Uskedalselva, henholdsvis oppstrøms og nedstrøms samløpet med Børsdalselva (**Figur 2.1**). Disse prøvene er analysert for

full serie, dvs. pH, Ca, Alk, RAI, ILAI, TOC, konduktivitet, Mg, Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Tot-N, Tot-P (se **Figur 2.2**, **Tabell 2.1** og **Vedlegg A**).



**Figur 2.1.** Stasjoner for vannkjemisk overvåking i Uskedalselva.



**Figur 2.2.** Utvikling i vannkjemi (pH og labilt aluminium) siste tre år ved to stasjoner i Uskedalselva; oppstrøms Børdsalselva (ukalket) og utløp v/Kjerland (kalket).

pH i øvre del av Uskedalselva varierte mellom 5,2 og 6,6 med en middelv verdi på 6,0. (Tabell 2.1). I kalket del (nedstrøms Børdsalselva) varierte pH mellom 5,8 og 6,7, og middelv verdien var 6,2. Variasjonene i labilt aluminium var henholdsvis 0-18 µg/L (øvre del) og 0-30 µg/L (nedre del, kalket). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) varierte mellom 8 og 84 µEkv/L i øvre del og 24-96 µEkv/L i nedre del. Middelv ANC var 38 og 51 µEkv/L i hhv øvre og nedre del av hovedelva (Tabell 2.1). Utviklingen i hovedelva for pH og labilt aluminium i 2008 er vist i Figur 2.1. Utviklingen var nesten identisk i Børdsalselva og i Uskedalselva nedstrøms. Toppene i labilt aluminium lå lavere enn i 2007, men de høyeste verdiene i 2008 må regnes som skadelige. Det er også grunn til å merke seg at nivået av labilt Al i nedre del ikke var lavere enn i øvre del av hovedelva.

Resultatene viser at kalkingen øker bufferkapasitet i hovedelva noe, men ikke tilstrekkelig til å holde pH-målene som er satt opp for kalkingen, og uten ønskelig reduserende

**Tabell 2.1.** Middelv-, min- og maksverdi for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Uskedalselva 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µEkv/L	µg/L	mg C/L	µEkv/L
1	Uskedalselva, oppstr. Børdsalselva	Mid	6,0	0,89	27	7	1,1	38
		Min	5,2	0,48	0	0	0,53	8
		Max	6,6	1,38	72	18	1,9	84
		N	16	16	16	16	16	16
5	Uskedalselva, utløp v/Kjerland	Mid	6,2	1,12	34	8	1,1	51
		Min	5,8	0,51	8	0	0,66	24
		Max	6,7	1,86	82	30	2,0	96
		N	22	22	22	22	17	17

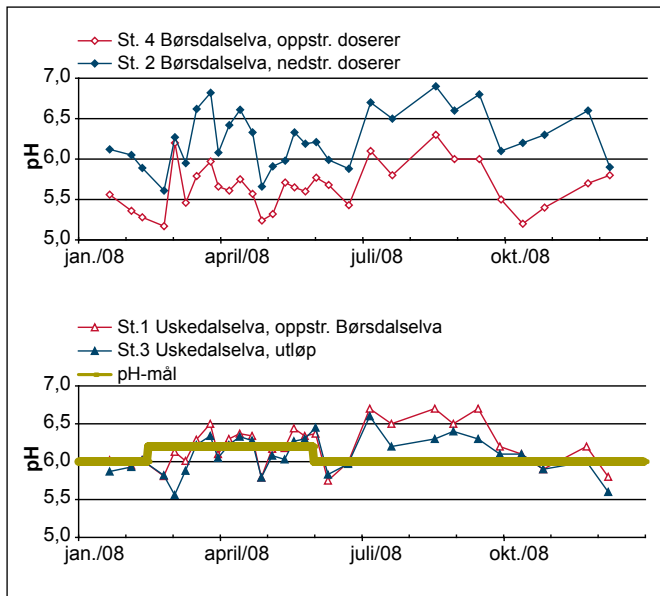
virkning på nivået av labilt aluminium. Relativt lav pH og høyt LAI i februar-mars 2008 synes å være knyttet til en sjøsaltepisode, siden ikke-marint natrium viste negative verdier på denne tiden på begge stasjoner i hovedelva. Dette var tilfelle også i november i øvre del av hovedelva, men ikke i den nedre kalkete delen.

I 2007 var trenden i vannkvalitet i målområdet mye den samme som i 2008, med for lav pH og for mye labilt Al særlig om våren. Siden doseringen har forbrukt mindre kalk i 2007 og 2008 enn tidligere år bør det vurderes å øke doseringen, spesielt under smoltfiseringsperioden om våren.

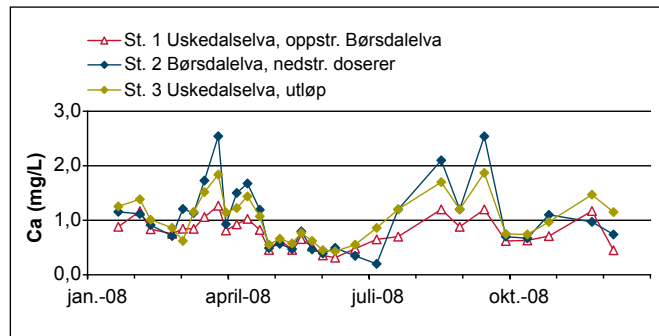
## 2.2 Doseringskontroll

DNs vannkemikontrollprosjekt omfatter 4 prøvestasjoner med prøvetaking hver annen uke. Prøvene analyseres for pH, konduktivitet og kalsium. Som vist i Figur 2.2 bekrefter DN's måleserie at pH nedstrøms Børdsalselva falt under pH-målet i store deler av perioden januar- mai 2008, og det samme var stort sett tilfellet i Uskedalselva oppstrøms. Også i Børdsalselva nedenfor dosereren viste en rekke målinger pH under 6,0. Om høsten fikk vi også flere målinger under mål-pH i målområdet. Hele året sett under ett lå omtrent 1/3 av alle pH-målinger i målområdet (stasjonene Kjerland og ved utløpet) under målsettingen.

Kalsiumkonsentrasjoner er vist i Figur 2.3. Her kommer det tydelig fram at den kalkete Børdsalselva i lange perioder ikke bidrar til å øke kalsiumkonsentrasjonen synderlig i hovedelva, som i februar og i april-juni. I mai henger dette trolig sammen med liten vannføring i Børdsalselva, men dette har neppe vært tilfelle i februar med store nedbørmengder. En tilsvarende periode hadde vi i fra slutten av september til midt i oktober, da det også var mye nedbør. Årsaken til manglende effekt i disse periodene er uklar.



**Figur 2.3.** Resultater fra DNs vannkjemikontroll-prosjekt i Uskedalselva i 2008. Prøvene er analysert ved M-lab AS (første halvår -08) og VestfoldLAB AS (siste halvår -08).



**Figur 2.4.** Kalsiuminnhold i Uskedalselva ovenfor og nedenfor samløp med Børsdalselva, og i Børsdalselva nedstrøms doserer. Data fra DNs vannkjemikontrollprosjekt (se Figur 2.2).

# 3 Fisk

Forfatter: Sven-Erik Gabrielsen<sup>1</sup>

Medarbeidere: Ole Sandven<sup>1</sup>, Tore Wiers<sup>1</sup>, Gunnar Lehmann<sup>1</sup> og Einar Kleiven<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LFI, Thormøhlensgt. 49, 5006 Bergen

<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

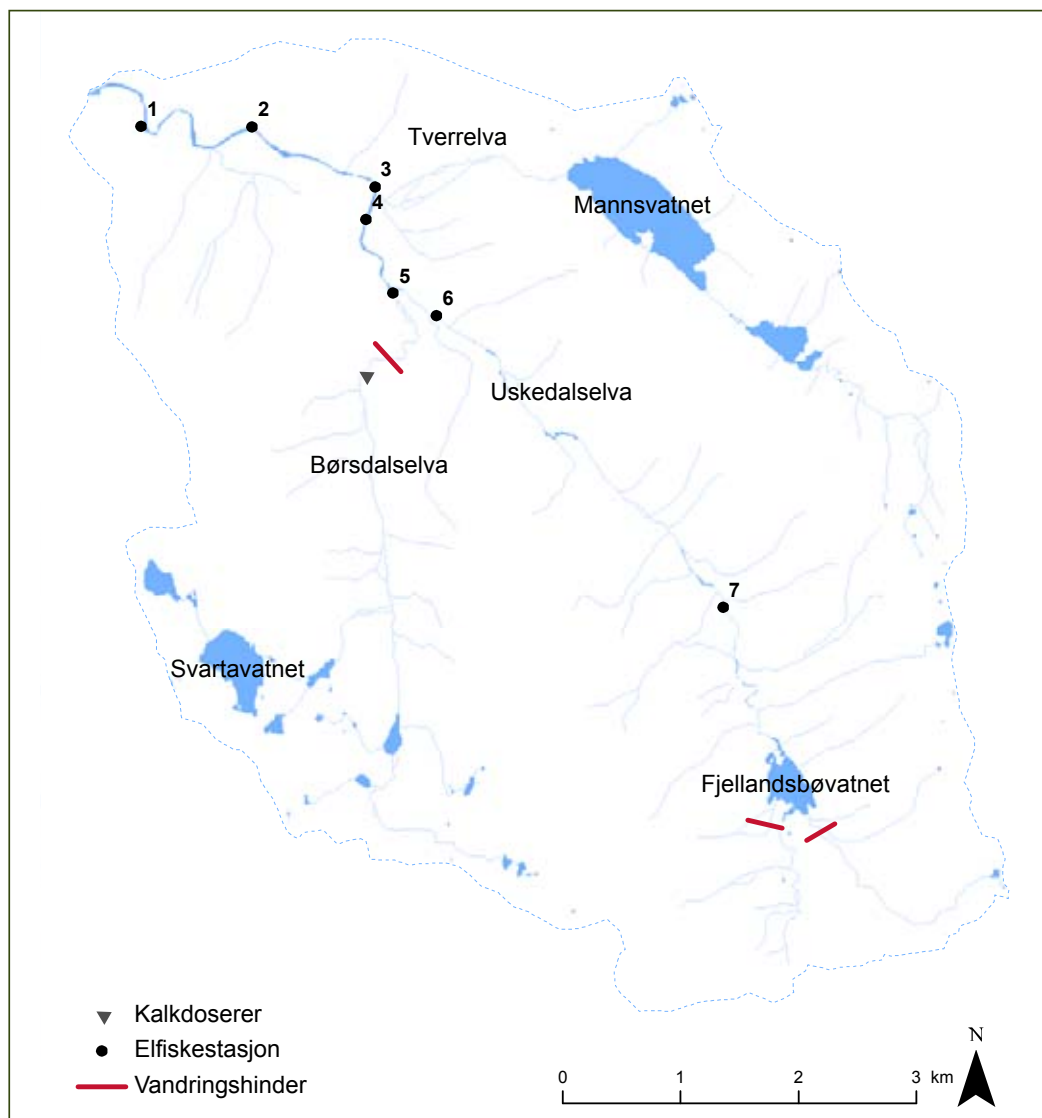
## 3.1 Innledning

For Uskedalselva er det innrapportert fangster til den offisielle fangststatistikken siden 1969 og elva kan vise til relativt gode fangster av sjøaure men beskjedne fangster av laks. Forsuringen av den lakseførende strekningen og den uheldige bestandssituasjonen for laksen, førte til at sideelva Børsdalselva ble kalket fra og med 2002. De fiskebiologiske undersøkelsene i forbindelse med kalkingen av Uskedalselva har vært utført årlig siden 2002, men vassdraget er også tidligere undersøkt (Kålås *et al.* 1995; Kålås *et al.* 1999; Kålås *et al.* 2002). Sammenlignbare under-

søkelser med dagens stasjonsnett strekker seg tilbake til undersøkelsene utført siden 2001. Undersøkelsene har som hensikt å overvåke utviklingen i ungfiskbestandene av laks og aure.

### Overvåking av ungfisk

Stasjonsnettet for Uskedalselva er gitt i **Figur 3.1**. Stasjonsnettet består av 7 stasjoner fordelt på den lakseførende strekningen i vassdraget. En av stasjonene ligger i sideelven Børsdalselva. Fiske i 2008 ble utført i desember. Primærdata er gitt i **Vedlegg B.1**.



Figur 3.1. Stasjonsnett for ungfiskundersøkelser i Uskedalselva.



## 3.2 Resultater og diskusjon

### 3.2.1 Ungfisktettheter

#### Laks

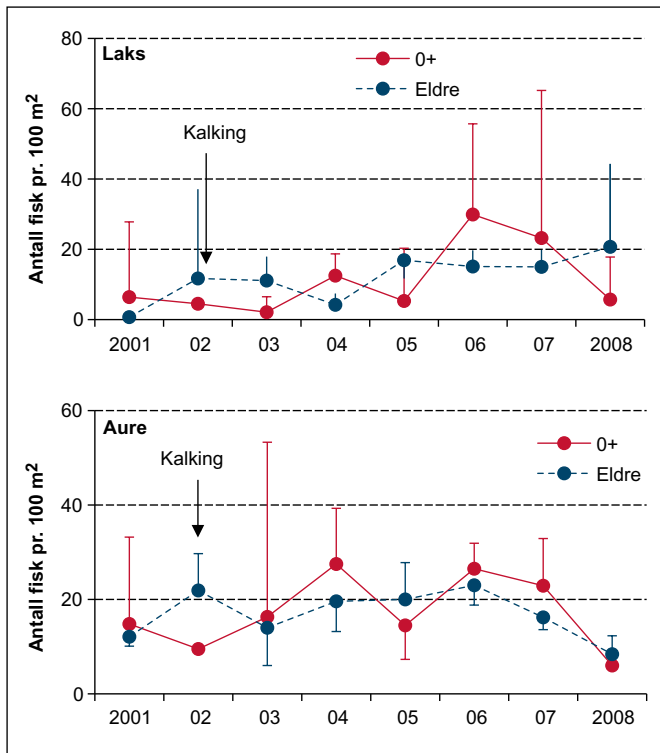
Ved undersøkelsene av de 6 stasjonene i hovedløpet i Uskedalselva høsten 2008 var de gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig og eldre laks henholdsvis 6 og 21 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Undersøkelsene viser en klar økning i ungfiskproduksjonen fra 2001, da det ble påvist et lavt antall laks, til de påfølgende år (**Figur 3.2**). Tetthetene av eldre laks fra og med 2005 viser en klar økning sammenlignet med tidligere undersøkelser, og tettheten i 2008 er den høyeste for hele overvåkingsperioden. Tettheten av ensomrige laks i 2006 og 2007 er de foreløpige høyeste tetthetene registrert i hele overvåkingsperioden, og det ble for begge årene fanget spesielt mange på stasjon 6. I 2008 ble de fleste laksene, både ensomrig og eldre laks, fanget på stasjon 1 (**Figur 3.3**). Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.1**.

#### Aure

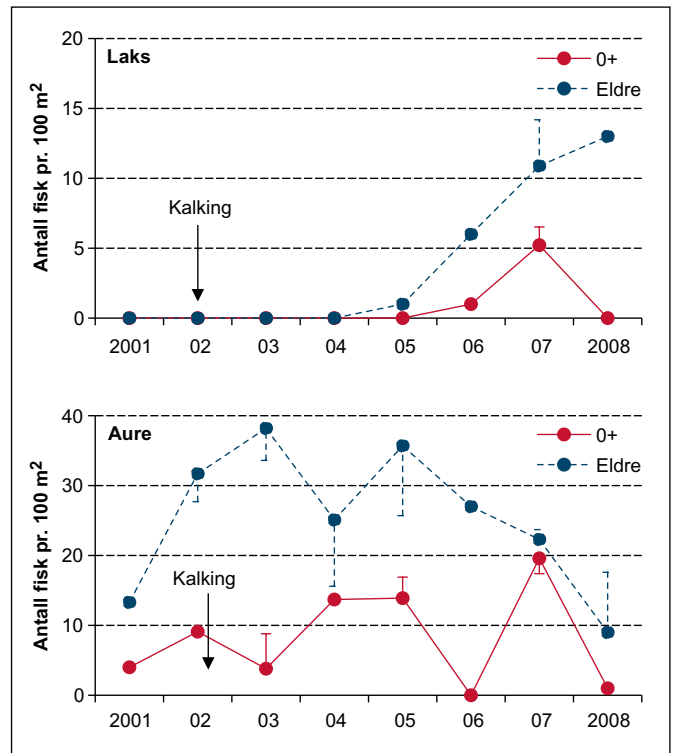
Ved undersøkelsene av de 6 stasjonene i hovedløpet i Uskedalselva høsten 2008 var de gjennomsnittlige tetthetene av ensomrig aure på 6 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Tilsvarende tetthet av tosomrig og eldre aure var 8 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Det har vært en stabil produksjon av aure i hele overvåkingsperioden, men resultatet for tettheter av aure i 2008 er de laveste for hele overvåkingsperioden (**Figur 3.2**). Tetthetene av eldre aure har stort sett vært på mellom 15 og 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i denne perioden. Som i 2006 og 2007, ble det i 2008 fanget mange ensomrig og eldre aure på stasjon 7 (**Figur 3.3**). Trolig stammer en god del av denne yngelen fra resident aure. Foruten stasjon 7, ble det fanget flest ensomrig aure på stasjon 1 med 17 individer pr. 100 m<sup>2</sup> mens det for eldre aure var en mer jevn fordeling av tetthetene på de øvrige stasjoner (**Figur 3.3**). Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.1**.

**Tabell 3.1.** Antall laks og aure fanget og estimert bestandstetthet på ulike stasjoner i Uskedalselva høsten 2008. KI er Konfidensintervall.

Stasjon	Areal	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	76	4	25	51	0	4
2	100	19	23	3	16	17	6
3	100	18	11	4	14	3	9
4	100	8	7	0	8	1	6
6	100	26	4	1	25	1	3
7	100	11	36	1	10	14	22
Sum	600	158	85				
Tetthet 1 (± KI)				6 ± 12	21 ± 24	6 ±	8 ± 4
Tetthet 2 (± KI)				6 ± 8	21 ± 13	6 ± 6	8 ± 6
5	100	13	10	0	13	1	9
Tetthet 1 (± KI)				0	13 ± 220	1 ± 0	9 ± 9
Tetthet 2 (± KI)				0	13 ± 220	1 ± 0	9 ± 9



Figur 3.2. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for de 6 stasjonene fisket i hovedløpet i Uskedalselva i perioden 2001 - 2008.



Figur 3.3. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for stasjonen fisket i Børsdalselva i perioden 2001-2008.

### 3.2.2 Børsdalselva

#### Laks og aure

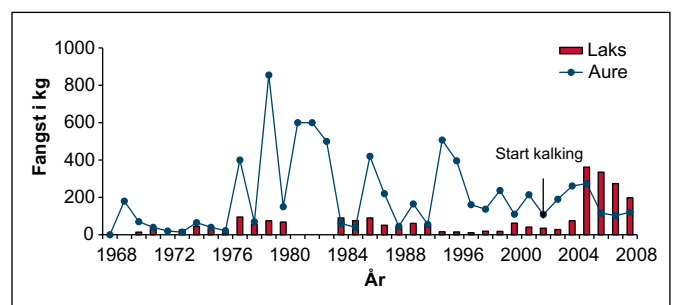
I 2008 ble det ikke påvist ensomrig laks, men 13 eldre laks på stasjonen i Børsdalselva. Med unntaket av ensomrig laks i 2008, viser undersøkelsene en positiv utvikling for produksjonen av laks i Børsdalselva i overvåkingsperioden. Spesielt gjelder dette for eldre laks (Figur 3.3). Gjennomsnittlig tetthet av ensomrig aure var 1 individer pr. 100 m<sup>2</sup> og tetthet av eldre aure var 9 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i 2008 (Figur 3.3). Tetthetene av ensomrig aure har variert fra ingen individer til 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tetthetene for eldre aure har variert fra 9 til 38 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i undersøkelsesperioden.

### 3.2.3 Fangststatistikk

Den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva går tilbake til 1914. Det er ikke blitt skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1969. I perioden før 1969 blir fangstene oppgitt i kilo. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert var på 930 kilo i 1979. Gjennomsnittlig fangst i perioden har vært på 166 kilo. Det er en tydelig økning i fangstene på slutten av 70-tallet og frem til 2008. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1914 til 1976 var 79 kilo, mens tilsvarende i perioden 1977 til 2008 var 334 kilo. Det er grunn til å tro at de innrapporterte fangstene til den offisielle fangststatistikken er spesielt underrapportert i perioden før 1980.

I følge den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva ble det i gjennomsnitt fanget 38 kilo laks pr. år på sportsfiske i perioden før kalkingen (1969-2002), mens det i perioden etter kalkingen (2003-2008) er i gjennomsnitt blitt fanget 212 kilo (Figur 3.4). Den høyeste fangsten av laks ble innrapportert i 2005 med 362 kilo, mens fangsten i 2008 var på 198 kilo.

I følge den offisielle fangststatistikken for Uskedalselva ble det i gjennomsnitt fanget 217 kilo sjøaure pr. år på sportsfiske i perioden før kalkingen (1969-2002), mens det i perioden etter kalkingen (2003-2008) er i gjennomsnitt blitt fanget 177 kilo (Figur 3.4). Den høyeste fangsten av sjøaure ble innrapportert i 1979 med 855 kilo.

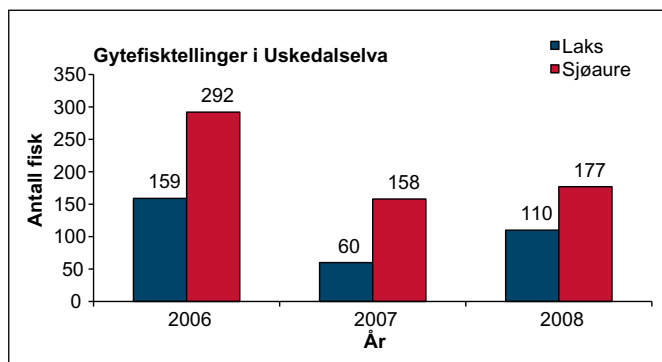


Figur 3.4. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Uskedalselva i perioden 1969-2008. (<http://www.laksereg.no/>). Kalkingen startet i 2002.

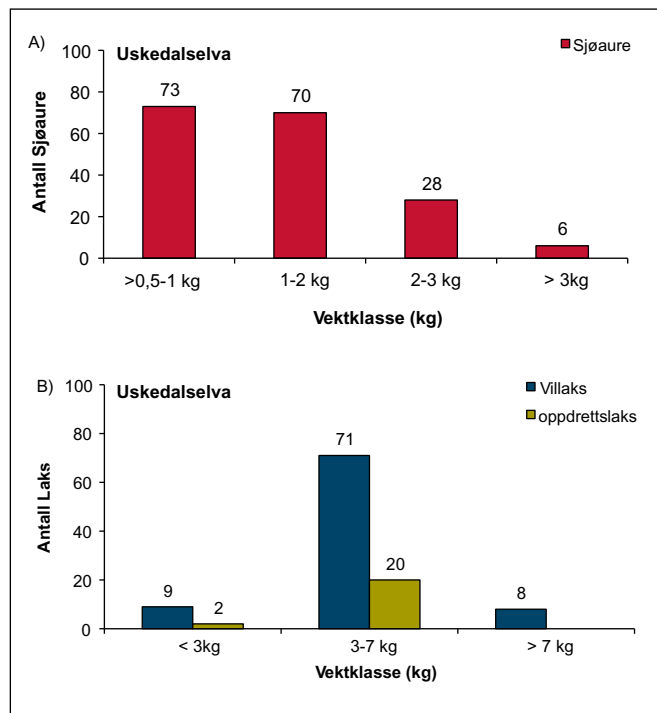
### Telling av gytefisk i perioden 2006-2008

Drivtelling av gytefisk har vært utført årlig i perioden 2006-2008. I Uskedalselva ble det benyttet to lag med en dykker på hvert lag. I 2008 ble tellingen utført 3. november. Dette medførte til at noe av sjøauren var ferdig med gytinga og hadde forlatt vassdraget. Laksen burde imidlertid i stor grad være på gyteplassene på denne tiden. I perioden har antallet observerte sjøaure variert fra 158 til 292 (**Figur 3.5**). I 2008 var antallet 177 sjøaure og med et fangstuttak på sportsfiske på 112 sjøaurer, er det beregnede totale innsiget av sjøaure på 289 sjøaurer i 2008. Størrelsesfordelingen av sjøaure observert ved dykkerregistreringene er vist i **Figur 3.6A**. Sammen med resultatene fra ungfiskregistreringene viser tellingene av gytefisk at Uskedalselva fremdeles har en livskraftig bestand av sjøaure, men at antallet sjøaure nær ble halvert fra 2006 til 2007. Det er usikkert hva årsaken til dette var.

I perioden 2006-2008 har antallet laks observert på gytefisktelling variert fra 60 (2007) til 159 (2006) laks (**Figur 3.5**). Laksen som ble observert ved gytefisktellingene i 2008 var fordelt på 10 % smålaks, 81 % mellomlaks og 9 % storlaks (**Figur 3.6B**). Ved dykking er det ikke mulig å skille all villaks og oppdrettslaks. I tellingene av laks inngår det derfor også rømt oppdrettslaks. Fra fangststatistikken blir det opplyst om at det ble tatt 53 laks på sportsfiske i 2008, noe som tilsier at det totale innsiget av laks var på 163 individer.



**Figur 3.5.** Gytefisktelling i Uskedalselva i perioden 2006-2008. Tall over søylene er antallet fisk observert.



**Figur 3.6.** Kategorier av sjøaure og laks observert på gytefisktelling i Uskedalselva i 2008. Tall over søylene er antallet fisk observert.

## 4 Samlet vurdering

### 4.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

#### Vannkjemisk

Over flere år har kalkingen ikke maktet å oppnå kvalitetsmålet på pH 6,2 i smoltifiseringsperioden februar-juni. Det er behov for å øke kalkdosen for denne perioden. Imidlertid er vannføringen i Børsdalselva sterkt nedbørvhengig, og i tørre perioder blir avrenningen herfra såpass liten at kalkingen har begrenset effekt i hovedelva. Også i hovedelva oppstrøms Børsdalselva er vannkvaliteten problematisk i perioder. Sjøsaltepisoder synes å være en del av årsaken til dette. Styringssystem og dosering bør revideres for å optimalisere kalkingen, og spesielt for å oppnå bedre vannkvalitet om våren. Driftsdata for dosereren bør også gjennomgås i denne forbindelse, siden lite nedbør ikke ser ut til å være hele forklaringen på for lav dosering de siste årene.

#### Fisk

Overvåkingen av fisk i den lakseførende delen av Uskedalselva har vært utført årlig siden 2001. Undersøkelsene viser en klar økning i ungfiskproduksjonen av laks i perioden 2001-2008. Tettheten av ensomrige laks i 2006 og 2007 er de foreløpige høyeste tetthetene registrert i hele overvåkingsperioden, mens tetthetene av gruppen eldre laks fra og med 2005 viser en klar økning sammenlignet med tidligere undersøkelser i overvåkingsperioden. Tetthetene av aure har vært relativt stabile i den samme perioden, men tetthetene i 2008 er de laveste i hele overvåkingsperioden. Det ble i gjennomsnitt fanget under 40 kilo med laks på sportsfiske før kalkingen, mens tilsvarende tall etter kalkingen har vært over 200 kilo. Spesielt er fangstene av laks siden 2005 svært høye sammenlignet med tidligere fangster. Fangstene av sjøaure er relativt stabile i samme periode. Det ble i gjennomsnitt fanget 217 kilo sjøaure pr. år på sportsfiske i perioden før kalkingen, mens det i perioden etter kalkingen er i gjennomsnitt blitt fanget 177 kilo.

Uskedalselva synes å ha en livskraftig bestand av sjøaure. Den positive utviklingen av ungfisktettheter og sportsfiskefangster av laks, tyder på en forbedret situasjon for laksebestanden i elva.

## 5 Referanser

- Bjerknes, V., Åtland, Å., Hindar, A. og Lyse, A. A. 1998. Kalkingsplaner for Romerheimselva, Samnanger-vassdraget og Uskedalselva i Hordaland. NIVA rapport Inr. 3897-98. 54 s.
- Bohlin, T., H. Stellan, T.G. Heggberget, G. Rasmussen & S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing-Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. - *Can. J. Zool.* 49: 167 - 173.
- Kroglund, F. og Finstad, B. 2007. Aluminium, smoltkvalitet og interaskjsoner med lakselus. S. 121-123 i: Bjerknes, V. (red.): Vannkvalitet og smoltproduksjon. Juul Forlag 2007.
- Kålås, S., Johnsen, G. H., Sægrov H. & Hellen. B. A. 1995. Fisk og vasskvalitet i ti Hordalandselvar med anadrom laksefisk i 1995. Rådgivende Biologer AS., Rapport 243, 152 s.
- Kålås, S., Hellen, B. A. & Urdal, K. 1999. Ungfiskundersøkingar i 10 elvar med bestandar av anadrom laksefisk hausten 1997. Rådgivende Biologer AS., Rapport 380, 109 s.
- Kålås, S., Sægrov, H. & Telnes, T. 2002. Fiskeundersøkingar i Uskedalselva hausten 2001. Rådgivende Biologer AS., Rapport 582, 18 s.
- Kålås, S. 2003. Uskedalselva, Botndyr I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2002. – DN-Notat 2003-3: 216.
- Kålås, S. 2004. Uskedalselva, Botndyr I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2003. – DN-Notat 2004-2: 223.
- Kålås, S. 2005. Uskedalselva, Botndyr I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2004. – DN-Notat 2005-2: 202-203.
- Kålås, S. 2006. Uskedalselva, Botndyr I: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter i 2005. – DN-Notat 2006-1: 213-214.
- Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation and models. NIVA Report No. 4091-99, Oslo, 7-16.

# Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 2008

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	19/01/08	5,20	0,69	0,029	0	35	28	7	1,0	2,15	0,35	2,05	0,38	3,92	0,96	195	430	4	1,03	18
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	04/02/08	5,89	0,97	0,040	10	38	21	17	0,71	2,83	0,50	3,12	0,33	6,60	1,06	170	205	1	1,31	13
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	03/03/08	5,99	0,89	0,047	18	44	26	18	0,66	2,66	0,42	2,77	0,33	5,52	1,08	150	180	1	1,33	19
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	26/03/08	6,45	1,28	0,070	42	22	15	7	0,53	2,83	0,46	2,71	0,42	5,20	1,25	170	225	2	2,05	45
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	07/04/08	6,31	0,96	0,052	23	33	23	10	0,84	2,40	0,37	2,46	0,33	4,34	1,11	170	225	2	1,48	36
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	05/05/08	6,22	0,64	0,050	21	27	20	7	0,73	1,82	0,25	1,95	0,22	3,11	1,09	130	215	10	1,03	23
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	23/06/08	6,01	0,48	0,042	12	55	48	7	1,9	1,29	0,19	1,53	0,15	2,08	0,93	74	185	6	0,96	27
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	07/07/08	6,55	0,72	0,059	30	16	14	2	1,0	1,31	0,17	1,47	0,17	1,80	0,98	53	135	3	1,03	43
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	05/08/08	6,58	0,80	0,066	38	19	17	2	1,1	1,50	0,22	1,61	0,23	1,82	0,99	110	215	4	1,57	54
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	30/08/08	6,56	0,98	0,075	47	39	34	5	1,7	1,72	0,24	1,76	0,24	2,19	1,03	59	165	4	1,75	64
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	15/09/08	6,60	1,38	0,099	72	21	12	9	1,1	2,15	0,34	1,96	0,38	2,51	1,39	110	180	2	2,40	84
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	06/10/08	6,32	0,89	0,055	26	43	48	0	1,9	1,96	0,32	2,14	0,26	3,21	1,08	105	195	3	1,75	50
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	20/10/08	5,72	0,55	0,042	12	52	41	11	1,6	2,01	0,24	1,97	0,25	3,50	0,92	40	140	5	1,03	19
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	03/11/08	6,37	1,17	0,060	31	27	23	4	0,75	2,70	0,40	2,62	0,32	4,89	1,01	90	155	3	1,97	48
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	17/11/08	6,14	0,83	0,050	21	41	35	6	0,92	2,56	0,34	2,28	0,27	4,97	1,01	91	139	2	1,48	8
1	Uskedalselva oppstr. Børsdalselva	01/12/08	6,29	1,06	0,062	34	26	23	3	0,91	2,44	0,40	2,49	0,31	4,19	0,96	110	165	2	1,71	56

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	19/01/08	5,80	0,93	0,040	10	39	28	11	0,96	2,41	0,44	2,07	0,32	4,04	1,09	285	355	5	1,01	24	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	04/02/08	6,02	1,33	0,052	23	57	27	30	0,87	3,32	0,61	3,11	0,47	6,48	1,28	310	355	4	1,46	32	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	03/03/08	6,20	1,39	0,059	30	43	30	13	0,77	2,99	0,52	2,84	0,46	5,70	1,32	320	340	2	1,46	36	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	26/03/08	6,42	1,79	0,086	59	24	16	8	0,74	3,32	0,55	2,89	0,58	5,50	1,51	325	430	3	2,06	65	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	07/04/08	6,33	1,23	0,061	32	30	20	10	0,88	2,77	0,45	2,74	0,43	4,99	1,30	255	330	2	1,41	43	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	14/04/08	6,50	1,40	0,068	40	24	19	5	0,85	2,88	0,45	2,71	0,49	4,95	1,38	275	380	3	1,71	49	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	22/04/08	6,34	1,11	0,061	32	23	16	7		2,64											
5	Uskedalselva v/ Kjerland	28/04/08	5,83	0,51	0,038	8	41	19	22		1,82											
5	Uskedalselva v/ Kjerland	05/05/08	6,15	0,75	0,047	18	23	17	6	0,66	1,82	0,26	1,99	0,22	3,12	1,07	165	210	2	0,86	29	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	13/05/08	6,13	0,58	0,052	23	19	15	4		1,51											
5	Uskedalselva v/ Kjerland	19/05/08	6,32	0,75	0,056	27	14	10	4		1,71											
5	Uskedalselva v/ Kjerland	26/05/08	6,30	0,67	0,058	29	13	9	4		1,53											
5	Uskedalselva v/ Kjerland	23/06/08	6,01	0,63	0,043	13	48	39	9	1,6	1,34	0,21	1,42	0,16	2,10	0,85	155	260	5	0,75	27	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	07/07/08	6,41	0,79	0,059	30	16	12	4	0,78	1,33	0,18	1,33	0,21	1,79	0,87	92	190	3	0,79	42	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	05/08/08	6,68	1,20	0,082	55	13	10	3	0,93	1,91	0,26	1,74	0,40	2,23	1,09	205	390	4	1,47	67	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	30/08/08	6,54	1,28	0,082	55	28	23	5	1,3	2,01	0,29	1,77	0,35	2,46	1,12	175	275	5	1,65	68	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	15/09/08	6,55	1,86	0,108	82	17	9	8	1,0	2,62	0,43	2,03	0,52	2,87	1,46	310	405	2	1,98	96	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	06/10/08	6,43	1,16	0,063	35	36	37	0	1,5	2,26	0,39	2,08	0,40	3,41	1,25	250	345	4	1,69	51	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	20/10/08	5,85	0,79	0,049	20	56	49	7	2,0	2,11	0,30	2,07	0,41	3,68	1,02	125	270	8	1,09	31	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	03/11/08	6,43	1,66	0,074	46	47	37	10	1,2	3,32	0,53	2,83	0,81	4,96	1,34	325	475	4	2,29	79	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	17/11/08	6,20	1,37	0,058	29	61	52	9	1,6	3,00	0,44	2,82	0,47	4,93	1,16	165	305	5	1,31	64	
5	Uskedalselva v/ Kjerland	01/12/08	6,23	1,50	0,071	43	28	23	5	1,2	2,78	0,48	2,46	0,46	4,55	1,25	280	380	3	1,67	59	

# Vedlegg B. Primærdata – fisk

**Vedlegg B1.** Utbredelse er angitt som prosentdel 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 i henhold til Bohlin (et al. 1989). Tetthet 1, Tetthet 2, median, min. og max. tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>. For tetthet 1 og tetthet 2 er standard avvik angitt i parentes.

År	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	15.12	17.10	20.10	14.10	19.10	16.10	22.10	04.12
Ant. stasjoner	6	6	6	6	6	6	6	600
Areal, m <sup>2</sup>	600	600	600	600	600	600	600	600
<b>Laks 0+</b>								
Utbredelse	83	17	17	83	83	83	100	83
Tetthet 1	6,4 (10,7)	4,5 (41,9)	2,1 (2,2)	12,5 (3,1)	5,3 (7,5)	29,9 (12,9)	23,2 (21,0)	5,7 (47,8)
Tetthet 2	5,2 (5,3)	5,2 (5,8)	2,1 (5,0)	12,7 (17,1)	5,9 (4,0)	29,5 (36,7)	23,8 (19,8)	5,7 (9,7)
Median	4	4	0	6,2	6,3	16,0	15,5	2,1
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	11,0	0
Max. tetthet	14,9	13,7	12,3	45,7	10,2	93,8	63,0	25,0
<b>Laks ≥ 1+</b>								
Utbredelse	33	17	83	83	100	83	100	100
Tetthet 1	0,7 (0,2)	11,7 (13,7)	11,1 (3,4)	4,2 (1,6)	16,9 (2,6)	15,1 (2,3)	15,0 (2,4)	20,7 (11,8)
Tetthet 2	0,7 (1,2)	13,1 (7,0)	11,1 (9,2)	4,3 (3,0)	17,0 (9,7)	14,8 (12,1)	17,7 (11,4)	20,8 (15,9)
Median	0	14,6	11,6	4,8	16,2	11,1	16,1	15,2
Min. tetthet	0	0	0	0	5	0	1,0	8,0
Max. tetthet	3,1	20,6	20,6	7	31,7	31	32,1	51,0
<b>Aure 0+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	83
Tetthet 1	14,8 (9,2)	9,5 (53,4)	16,3 (18,5)	27,5 (5,9)	14,5 (3,6)	26,5 (2,7)	22,9 (5,0)	6,0 (–)
Tetthet 2	14,0 (8,4)	10,8 (11,4)	19,1 (16,8)	28,0 (20,2)	15,0 (6,0)	26,7 (21,5)	22,1 (17,4)	6,0 (7,5)
Median	11,8	8	16,7	28,6	16,9	20,3	21,2	2,1
Min. tetthet	4,6	1	1	4	5,7	1	4,4	0
Max. tetthet	28,6	30,9	47,5	52,2	21,5	62,2	40,0	17,0
<b>Aure ≥ 1+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	12,1 (1,0)	21,9 (3,9)	14,0 (4,0)	19,6 (3,2)	20,0 (3,9)	23,0 (2,1)	16,2 (1,3)	8,4 (2,0)
Tetthet 2	12,2 (6,9)	22,2 (10,2)	14,3 (10,6)	20,1 (8,6)	20,1 (10,2)	23,1 (10,6)	16,2 (17,0)	8,4 (7,1)
Median	10,6	19,4	10,8	17,6	18,6	19,9	11,6	6,1
Min. tetthet	6,1	8	4,4	10,2	10,3	12,6	4,0	3,0
Max. tetthet	25,6	34,7	33	33	33,5	41,2	50,0	22,3

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser for laks og aure i hovedløpet av Uskedalselva i 2008. n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+	5,5	0,3	34
	1+	9,6	1,1	108
	2+	12,8	0,7	16
Aure	0+	5,9	0,6	36
	1+	9,9	1,1	41
	2+	12,5	0,7	5

Primærdata – fisk Børsdalselva

År	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	15.12	17.10	20.10	14.10	19.10	16.10	22.10	04.12
Ant. stasjoner	1	1	1	1	1	1	1	1
Areal, m <sup>2</sup>	100	100	100	100	100	100	100	100
<b>Laks 0+</b>								
Utbredelse	0	0	0	0	0	100	100	0
Tetthet 1	0	0	0	0	0	1,0	5,2	0
Tetthet 2	0	0	0	0	0	1,0	5,2	0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Laks ≥ 1+</b>								
Utbredelse	0	0	0	0	100	100	100	100
Tetthet 1	0	0	0	0	1	6,0	10,9	13,0
Tetthet 2	0	0	0	0	1	6,0	10,9	13,0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Aure 0+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	0	100	100
Tetthet 1	4,0	9,1	3,8	13,7	13,9	0	19,6	1,0
Tetthet 2	4,0	9,1	3,8	13,7	13,9	0	19,6	1,0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
<b>Aure ≥ 1+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	13,3	31,7	38,2	25,1	35,7	27,0	22,3	9,0
Tetthet 2	13,3	31,7	38,2	25,1	35,7	27,0	22,3	9,0
Median	--	--	--	--	--	--	--	--
Min. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--
Max. tetthet	--	--	--	--	--	--	--	--

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser for laks og aure i sideelven Børsdalselva i 2008. n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+			
	1+	9,3	1,2	13
	2+			
Aure	0+	6,0	--	1
	1+	8,0	--	1
	2+	13,0	0,2	3



**Vedlegg B2.** Fangst av fisk ved elfiske og beregnet tetthet 1 og 2 av laks og aure for stasjonene i hovedløpet av Uskedalselva 22.10.2007.

		Fangst				Beregnet tetthet pr. 100 m <sup>2</sup>			
		Laks		Aure		Laks		Aure	
Stasjon	Areal (m <sup>2</sup> )	0+	>0+	0+	>0+	0+	>0+	0+	>0+
1	100	22	30	38	11	24,7	32,1	38,8	11,2
2	100	14	15	32	6	14,0	15,1	34,9	6,0
3	100	16	17	7	14	16,9	17,1	7,4	14,1
4	100	13	12	7	4	13,0	12,0	7,0	4,0
6	100	63	12	4	12	63,0	28,6	4,4	12,0
7	100	11	1	40	49	11,0	1,0	40,0	50,0
Sum:1-7	600	139	87	128	96	23,2 (21,0)	15,0 (2,4)	22,9 (5,0)	16,2 (1,3)
Gj.snitt						23,8 (19,8)	17,7 (11,4)	22,1 (17,4)	16,2 (17,0)

# Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

**Vedlegg C1.** Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Uskedalsvassdraget 1.06.2007.

\*\*\* svært følsom \*\* moderat følsom \* litt følsom

		St. A Uskedalselva v/ øvre Døssland	St. B Uskedalselva v/ øvre Musland	St. C Børsdalselva nedenfor kalking	St. D Børsdalselva oppstrøms doserer
	<b>Turbellaria</b>				
**	<i>Crenobia alpina</i>		1		
	<b>Nematoda</b>		2		1
	<b>Oligochaeta</b>		16	1	1
	<b>Acari</b>	11	7	7	1
	<b>Ephemeroptera</b>				
***	<i>Baetis rhodani</i>	88	22		
	<b>Plecoptera</b>				
	<i>Amphinemura borealis</i>	68		102	57
	<i>Amphinemura sulcicollis</i>	2		17	15
	<i>Amphinemura</i> sp. cf. <i>standfussi</i>	1	25	1	
	<i>Leuctra hippopus</i>			6	8
	<i>Leuctra</i> sp.	35	16	47	33
	<i>Brachyptera risi</i>	2		8	27
	<i>Protonemura meyeri</i>			1	1
	Nemouridae indet.				1
	Plecoptera indet.				1
	<b>Coleoptera</b>				
	<i>Elmis aenea</i>		13		
	<b>Trichoptera</b>				
**	<i>Hydropsyche sitalai</i>		1		
	<i>Oxyethira</i> sp.		1		
	<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		7		
	<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1	1	
	<i>Rhyacophila nubila</i>	2	6	9	3
	Polycentropodidae indet.		1		
	<b>Diptera</b>				
	Chironomidae indet.	129	100	261	191
	Simuliidae indet.	1	6	8	20
	<i>Dicranota</i> sp.	4	9	4	12
	Empididae indet.	5	1	10	3
	<b>Sum</b>	348	235	483	375
	Forsuringsindeks 1	1	1	0	0
	Forsuringsindeks 2	1	1	-	-

**Vedlegg C2. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Uskedalsvassdraget 10.10.2007.**

\*\*\* svært følsom \*\* moderat følsom \* litt følsom

	St. A Uskedalselva v/ øvre Døsland	St. B Uskedalselva v/ øvre Musland	St. C Børsdalselva nedenfor kalking	St. D Børsdalselva oppstrøms doserer
<b>Oligochaeta</b>		3	7	
<b>Crustacea</b>				
Harpacticoida indet.			1	1
Ostracoda indet.			1	
<b>Acari</b>		4	3	4
<b>Ephemeroptera</b>				
*** <i>Baetis rhodani</i>	48	79	16	
<b>Plecoptera</b>				
<i>Amphinemura borealis</i>	1	5	10	19
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	3	16	6	38
<i>Brachyptera risi</i>	11	74	37	209
** <i>Diura nanseni</i>			1	
<i>Leuctra hippopus</i>	2	6	3	5
<i>Leuctra</i> sp.			1	1
<i>Nemoura cinerea</i>				3
<i>Protonemura meyeri</i>		19	41	45
<b>Coleoptera</b>				
<i>Elmis aenea</i>		11		
<b>Trichoptera</b>				
** <i>Philopotamus montanus</i>			1	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>		1		
<i>Rhyacophila nubila</i>	10	5	13	8
Limnephilidae indet.			2	1
Trichoptera indet.			1	
<b>Diptera</b>				
Chironomidae indet.	65	77	38	25
Simuliidae indet.	6	53	20	20
<i>Dicranota</i> sp.	13	7	3	2
<i>Tipula</i> sp.		1		
Empididae indet.		1	1	1
<b>Sum</b>	159	362	206	382
Forsuringsindeks 1	1	1	1	0
Forsuringsindeks 2	1	1	0,66	-

# Vegårvassdraget

Koordinator: Mona Weideborg, Aquateam

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr:	018 Z
Fylke(r):	Aust-Agder
Areal, nedbørfelt:	456,5 km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Kraftverk på lakseførende strekning ved Fosstveit
Spesifikk avrenning:	28,8 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	13,2 m <sup>3</sup> /s
Kalket siden:	1985 (Vegår), 1987 (Vegårvasselva), 1996 (Storelva)
Lakseførende strekning:	Til Hauglandsfossen (ca. 15 km)

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Forsuring forårsaket en sterk nedgang i fiskebestandene i Vegår på begynnelsen av 1980-tallet (L' Abee-Lund 1985). Før kalking var det sannsynligvis fortsatt rester igjen av den opprinnelige laksebestanden i den nedre delen av Storelva.
Kalkingsplan:	Vegår: Hindar (1990), Storelva: Kaste (1994).
Biologisk mål:	Sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i Storelva og fisk i innsjøen Vegår. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Vegår: pH > 5,6, Kalsium > 1,7 mg/l (Hindar 1990)
Storelva:	15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-30/6: pH 6,4, 1/7-14/2: pH 6,0.
Kalkingsstrategi:	Innsjøkalking i Vegår-Vestfjorden. Storelva er kalket med egen doserer ved Hauglandsfossen siden 1996. Doseringen i Vegårvasselva ble avsluttet ved utgangen av 1999, og dosereren er fjernet.

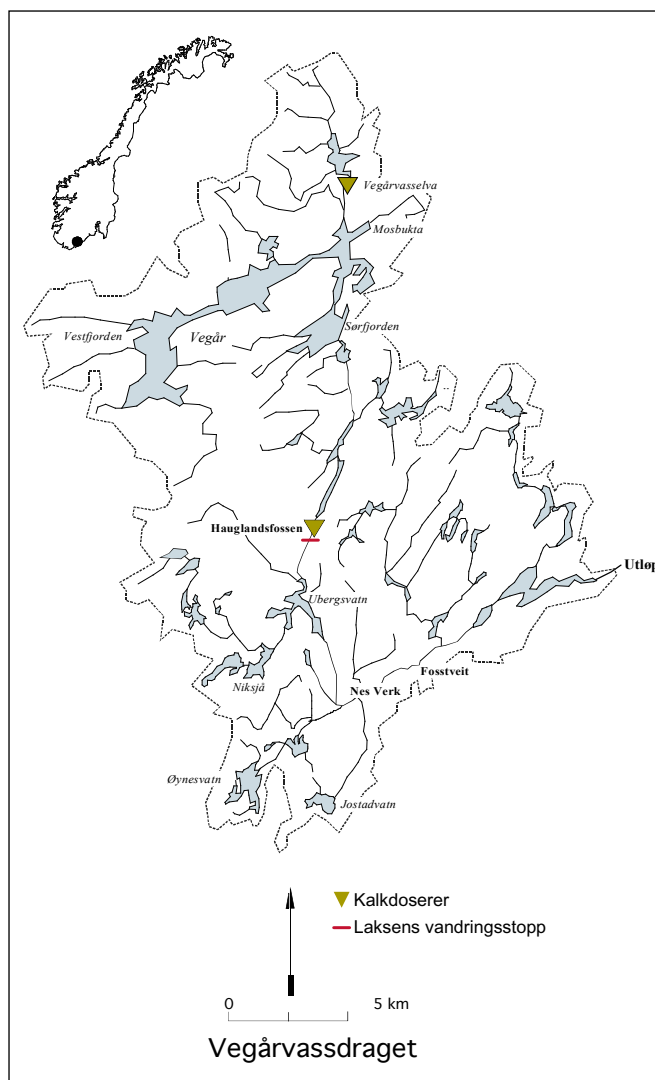
Det ble kalket med nesten tre ganger mer kalk i Storelva (doserer) i 2008 enn i 2007, noe som forventes å innvirke på vannkvaliteten. Innsjøen Vegår ble kalket i juli 2008 med 116 tonn kalk (omregnet til 100% kalk). Nedbøren i 2008 var i overkant av 40% høyere enn året før.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Vegårvassdraget i perioden 2004 - 2008. Reell tonnasje for ulike kalktyper anvendt er omregnet til 100% kalk.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer Storelva	204*	95*	303*	102*	322*
Vegår Vestfjorden nord	104**	104**	83 **	66 **	
Vegår Vestfjorden sør	62 **	62**	62**	66**	116**
Rosalvannet	11**		15**		
Sum kalk totalt	381	261	463	233	438

\* NK3, \*\* SK3 (kalktyper)

Kalkingsdataene er innhentet hos Fylkesmannen i Aust-Agder v/miljøvernavdelingen.



**Figur 1.1.** Vegårvassdraget med nedbørfelt. Kalkdosereren i Vegårvasselva ble fjernet i 1999.

### 1.3 Nedbør i 2008

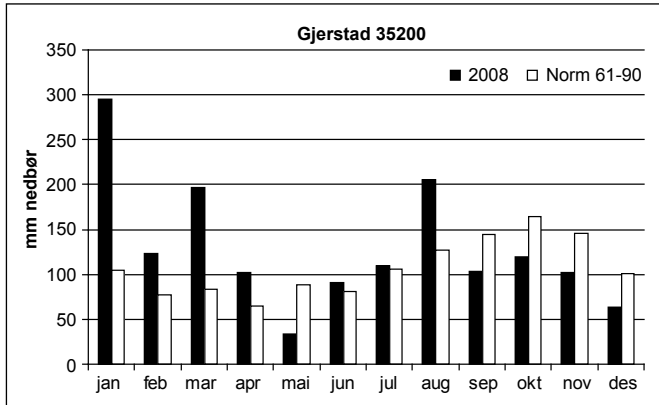
Som vist i **Figur 1.2** var nedbøren meget høy i januar, mars og august, og lav i mai

Meteorologisk stasjon: 35200 Gjerstad (**Figur 1.2**)

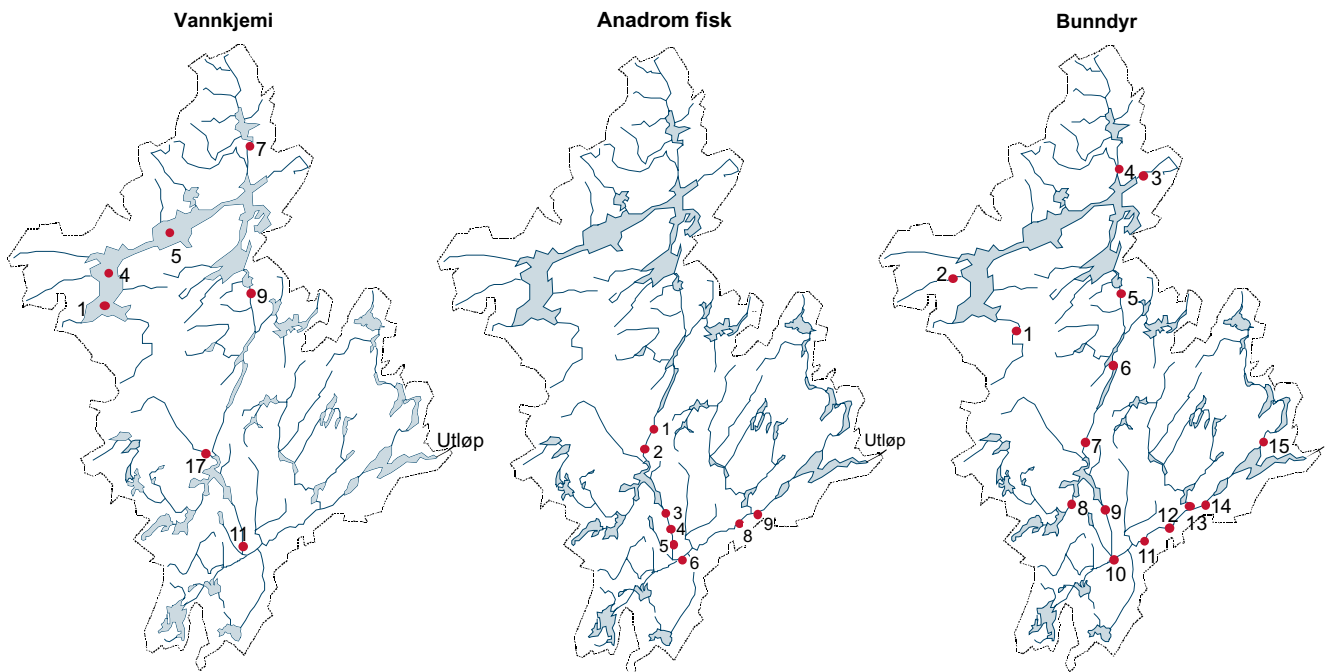
Årsnedbør 2008: 1545 mm  
Normalt: 1290 mm  
% av normalen: 120 %

### 1.4 Stasjonsoversikt

Stasjonsnett for prøvetaking av vannkjemi, fisk, og bunndyr i Vegårvassdraget er vist i **Figur 1.3**.



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon 35200 Gjerstad (DNMI, 2009).



**Figur 1.3.** Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi, fisk og bunndyr i Vegårvassdraget. Stasjonene 1, 4, 5, 7 og 11 er hovedstasjoner for vannkjemi. Bunndyr undersøkes annethvert år.

# 2 Vannkjemi

Forfatter: **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**

Aquateam – Norsk vannteknologisk senter AS, Postboks 6875 Rodeløkka, 0504 Oslo

## 2.1 Innledning

Datasammenstillingen er gjort av **Mona Weideborg** og **Milla Juutilainen**, **Aquateam**. Prøvetaker for elvestasjonene har vært **Paul Solberg**, **Vegårshei kommune**. Prøvene er tatt som stikkprøver på til-nærmet faste datoer. Ansvarlig for gjennomføring av prøvetakingen i innsjøen har vært **Jan Henrik Simonsen**. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking er gjort av **Rolf Høgberget**, **NIVA**. De kjemiske analysene er gjort av **Analycen**.

Det ble gjennomført 13 prøvetakingsrunder (stikkprøver) av Storelva ved Nes verk og 8 prøver opp-strøms doserer i 2008. Prøvestasjon 7 ble i 2008 flyttet noe nedover i elva (i utløpet til Vegårvann), slik at resultater fra 2008 ikke er direkte sammenliknbare med tidligere data.

Prøvetakingen i innsjøen Vegår ble gjort 15. mai og 16. desember.

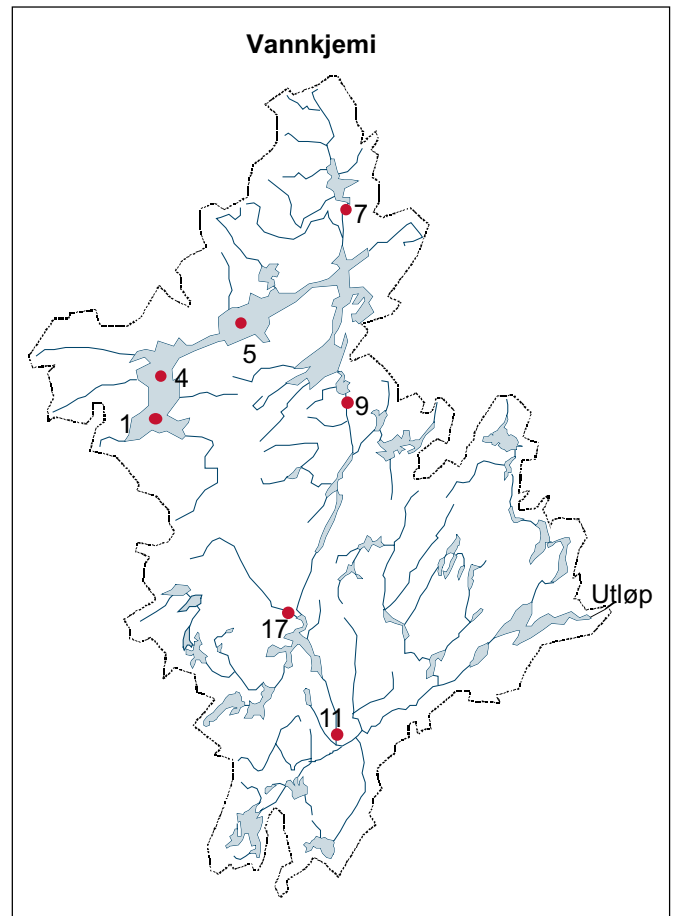
Etter mai 2006 ble prøveprogrammet endret noe av DN ved at stasjonene 9 Vegår utløp og 17 Songedalselva ble kuttet ut.

## 2.2 Resultater Vegårvasselva og Storelva

Resultater fra den manuelle prøvetakingen i 2008 er vist i primærtabellen i **Vedlegg A**. Noen viktige data er også sammenstilt i **Tabell 2.1**.

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Vegårvasselva og Storelva i 2008.

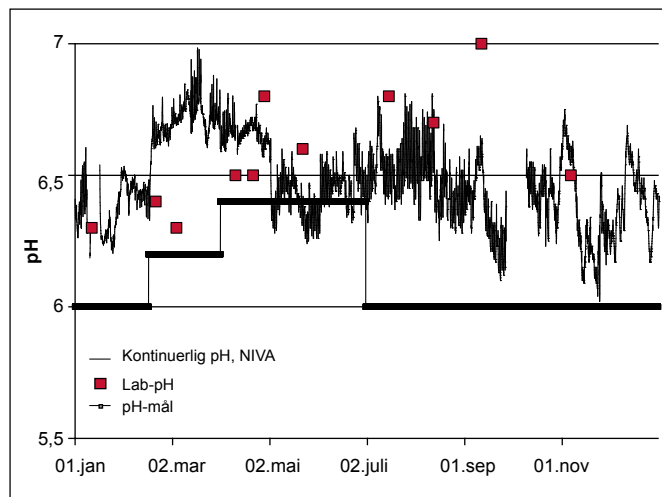
Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg/L	µekv/L
7	Vegårvasselva, oppstrøms tidligere doserer	Mid	5,6	0,6	5	50	5,2	12
		Min	5,0	0,5	0	0	3,7	-3
		Max	7,0	0,9	11	114	6,7	19
		N	8	8	8	8	8	8
11	Storelva, Nes Verk	Mid	6,6	1,9	31	8	4,6	78
		Min	6,3	1,7	5	0	3,4	58
		Max	7,2	2,1	63	40	6,8	101
		N	13	13	13	13	9	9



**Figur 1.3.** Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Vegårvassdraget. Stasjonene 1, 4, 5, 7 og 11 er hovedstasjoner for vannkjemi.

Det ble målt noe høyere pH i Vegårvasselva oppstrøms tidligere doserer i 2007 enn i 2006 som følge av at det ble kalket noe oppstrøms prøvestedet. Vannkvaliteten i 2008 var om lag tilsvarende som 2007 med unntak av en noe lavere syrenøytraliserende kapasitet (ANC). Vannkvaliteten i Storelva ved Nes verk var i 2008 om lag tilsvarende som 2007.

Resultater fra den automatiske pH-målingen ved Nes verk er vist i **Figur 2.1**.

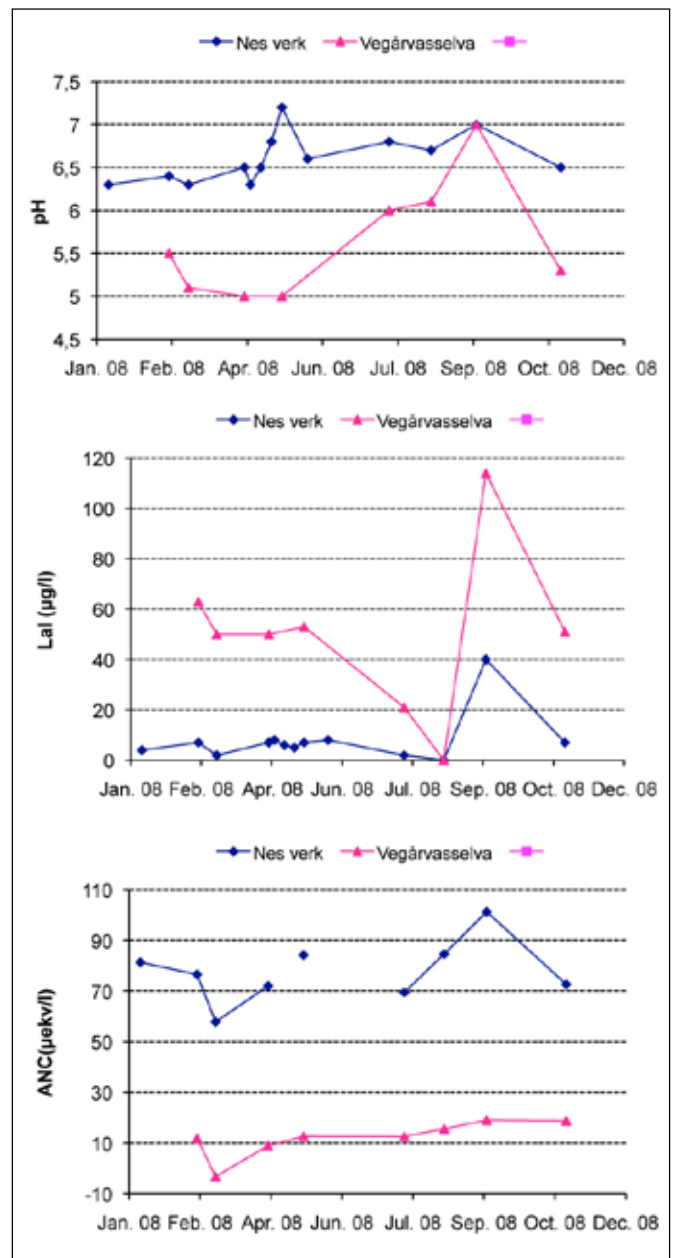


**Figur 2.1.** Data fra automatisk pH-overvåkningsstasjon i målområdet for kalkingsvirksomheten i Vegårvassdraget. Stasjonen er plassert på Nes verk. pH-verdier fra den manuelle prøvetakingen er lagt inn i figuren. pH-målet gjennom året er markert med svart uthøvet strek.

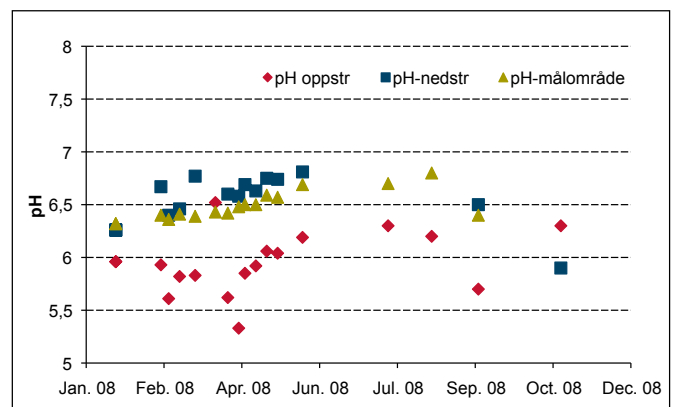
NIVAs automatiske pH-overvåking av Storelva ved Nes Verk viste at pH holdt de pH-mål som til enhver tid var gjeldende for lakseførende strekning av elva unntatt to perioder i slutten av smoltifiseringsperioden. Da var pH ned mot 6,3 i tre dager fra 3. mai og 11 dager fra 22. mai. Det var tidvis høye pH-verdier i elva om vinteren, første del av våren og sommeren.

Utviklingen av pH i og giftig aluminium (LAI) vassdraget ved Vegårvasselva oppstrøms tidligere dosering og i Storelva ved Nes Verk i perioden 1996 – 2008 er vist i **Figur 2.4**.

Vegårvasselva som renner inn i Mosbukta i Vegår, er sterkt påvirket av forsurening. pH-verdiene har imidlertid vist en klar økning siden overvåkingen startet i 1987, fra et middelnivå i overkant av 4,5 i 1987 til 5,6 i 2008. I 2008 gav stikkprøvene pH-verdier i området 5,0-7,0. (Figur 2.2.) Som vist i **Figur 2.2** ser det ut til å ha skjedd en økning i pH fra og med juni 2008, dette er tilsvarende forrige år. Årsaken til dette er at det har blitt kalket et stykke opp i vassdraget (Gjerstad). Vegårvasselva er derfor ingen god referanse. Prøvestasjonen ble i 2008 flyttet noe nedover i elva.



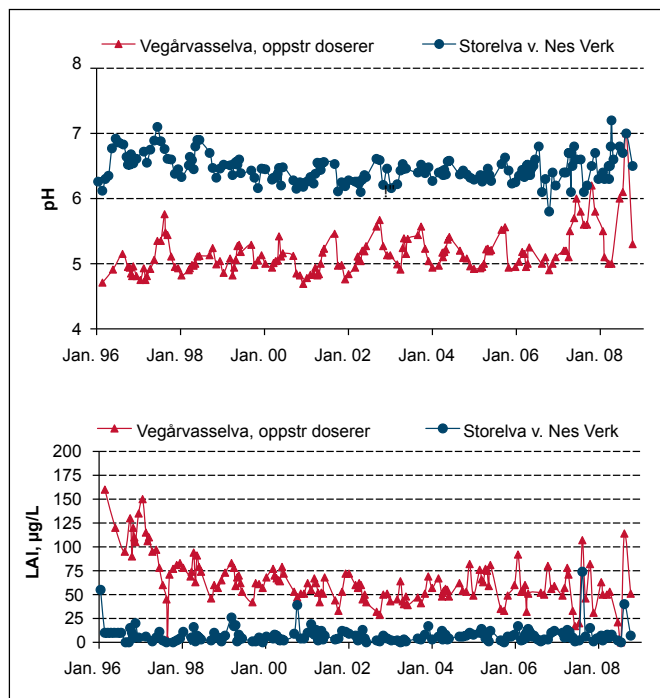
**Figur 2.2.** pH, labilt aluminium (LAI) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2008 oppstrøms dosering og ved Nes verk.



**Figur 2.3.** Resultater for pH fra DNS dosererkontroll på stasjonene oppstrøms og nedstrøms doseringsanlegg i Vegårvassdraget (data fra M-lab AS og Vestfoldlab).

pH-verdiene ved Storelva ved Nes Verk lå i intervallet 6,3-7,2 (6,6 middelværdi). Gjennomsnittet samsvarer med resultatene fra dosererkontrollen (**Figur 2.3**).

Labilt aluminium lå i hovedsak under 20 µg/l. Det ble imidlertid målt en meget høy verdi i september (40 µg/l). Denne ble målt samtidig som det ble målt meget høy LAI-verdi i Vegårvasselva (114 µg/l). Årsaken til dette er ikke kjent. Dette var i periode med høy konsentrasjon av organisk materiale. Tilsvarende skjedde i september 2007.

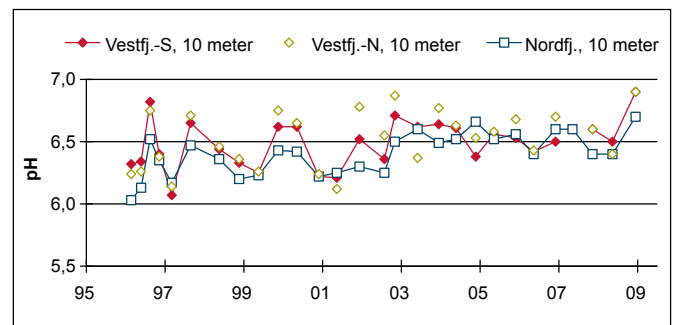


**Figur 2.4.** Utvikling av pH og labilt aluminium (LAI) i Vegårvasselva og Storelva i perioden 1996 – 2009

## 2.3 Resultater for innsjøen Vegår

Enkeltdata er vist i primærtabellen i **Vedlegg A**. Som vist i **Figur 2.5** har det skjedd en forbedring av vannkvaliteten i innsjøen Vegår fra 1996 til og med 2002. Deretter kan det se ut som om pH har stabilisert seg på 6,5 fram til 2007, og det kan spores en økning i pH siste år.

Det foreligger relativt få målinger pr år i innsjøen, men pH synes å ha nådd det målet som ble satt i 1990.



**Figur 2.5.** pH-utvikling i Vegår i perioden 1996 - 2008. Høstprøven 2004 fra Vestfjorden, sør ble tatt på 5 m dyp ved Ormsund og ved ikke ordinært prøvetakingspunkt grunnet tidlig islegging dette året.



# 3 Fisk

Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning – Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Storelva ble varig vernet i 1986 (Verneplan III). Dammen i utløpet av Vegår tilhørte opprinnelig Fellesfløtningen. Etter nedleggelsen av fløtningen ble manøvreringsreglementet herfra endret i den hensikt å etablere et flomdempingsmagasin samt å holde en jevn vannføring ut av Vegår. Videre kan det foretas ekstra vannslipping fra Vegår etter 15. august for å oppnå lokkeflommer for laks og sjøørret (Dag Mat-zow, pers. medd.).

To større inngrep i elva har imidlertid betydning for laks og sjøørret, gjenoppbyggingen av kraftstasjonen ved Fosstveit og restaureringen av Hammerdammen ved Nes jernverk (Dag Matzow, notat). Fra gammelt av har fossen ved Fosstveit vært et vandringshinder. I tilknytning til en papirmassefabrikk som var i drift til 1972, var det også her en liten kraftstasjon. Planer for å gjenoppbygge denne ble lagt i 1990 og siden vassdraget er vernet ga OED fritak for konsesjonsbehandling. I mars 2006 ga NVE tillatelse til bygging på vilkår av at anadrom laksefisk skulle sikres oppgang. I 2007 og 2008 har det vært byggearbeider på dam og kraftstasjon, men arbeidet har vært stoppet i perioder da gravearbeider medførte leirblakking av vannmassene.

I de senere år er det investert mye i å restaurere store deler av Nes jernverk som museum. Verket har fått anledning til å bygge opp igjen Hammerdammen, som sto ferdig i 2005 (Dag Matzow, notat). Et vilkår for gjenreisningen var at vandrende fisk skal slippes forbi. Høsten 2006 ble en fiske-

vandring, populært kalt "fiskeheis", innviet. Denne består av et rør som fylles med vann når fisk kommer inn og lar fisken svømme opp gjennom røret. Det er lagt inn automatisk registrering av fisk som går gjennom systemet.

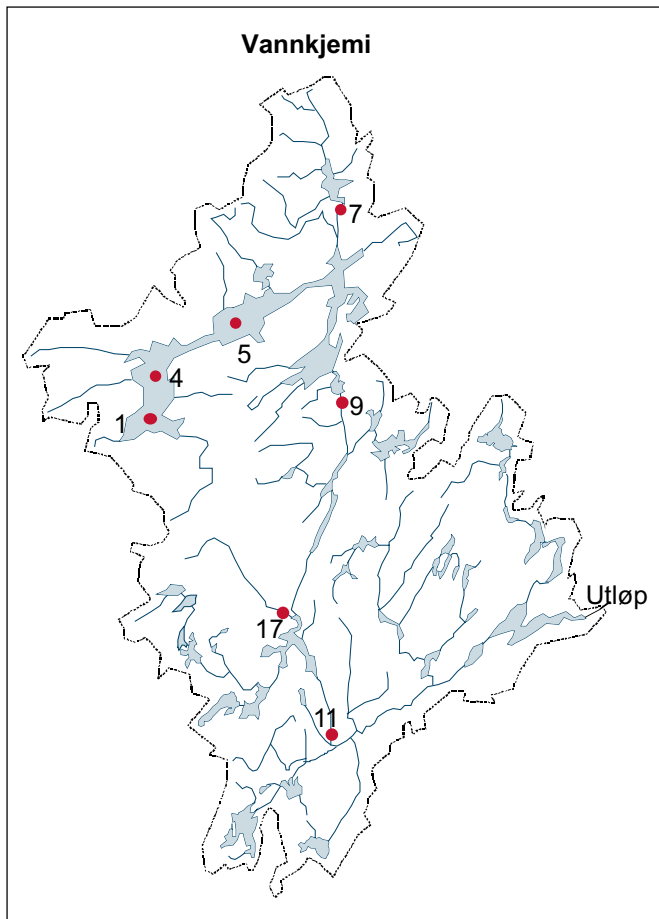
Status for den opprinnelige laksebestanden i Storelva er usikker. Mest sannsynlig var det rester igjen av den opprinnelige laksebestanden nedenfor Fosstveit før vassdraget ble kalket (Kaste 1994). Den opprinnelige bestanden av sjøørret har imidlertid klart seg bedre. Deler av vassdraget har vært kalket siden 1985, men kalkingen av selve Storelva kom først i gang i 1996. I forbindelse med dette kalkings-tiltaket ble det i regi av DN startet en overvåking av ungfisk høsten 1996 (Kaste & Larsen 1997). Det ble imidlertid funnet laksunger i hele vassdraget allerede i 1995 (Kaste *et al.* 1998). Antall stasjoner som inngår i overvåkingen ble redusert fra ti til åtte stasjoner fra og med 2001. I 2002 ble vassdraget tatt ut av det nasjonale overvåkingsprogrammet, men ble tatt inn igjen i 2003 og videreført etter samme opplegg som i 2001.

Fram til 2003 ble det satt ut fisk, deretter er det plantet rogn i elva (**Tabell 3.1**). Denne rognplantingen er en del av "Reetableringsprosjektet". Det ble ikke satt ut fisk eller lagt ut rogn i Storelva i 2006 og 2007, mens det ble lagt ut 61 000 rogn i 2008 (**Tabell 3.1**).

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 8 stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget i september 2008 (**Figur 3.1**).

**Tabell 3.1.** Oversikt over utsettinger av laksyngel (plommeseekkyngel) og rognplanting i Storelva i perioden 2000-2008.

År	Antall laksyngel satt ut	Antall lakserogn lagt ut	Utsettingslokalitet
2000	1 500	0	Hauglandsfoss - Ubergsvatn
2001	7 500 7 000	0 0	Hauglandsfoss - Ubergsvatn Ubergsvatn- Nes Verk
2002	3 000	0	Ubergsvatn-Nes Verk
2003	0	27 500	Fosstveit-munningen
2004	0	61 000	Stormo til Klova
2005	0	20 000 14 000 5 000	Hauglandsfoss - Ubergsvatn Ubergsvatn- Nes Verk Skjerka
2006	0	0	
2007	0	61 000	Stormo til Klova
2008	0	61 000	Stormo til Klova



Figur 3.1. Kart over Vegårvassdraget med lokaliteter for innsamling av fisk avmerket.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfisktetthet

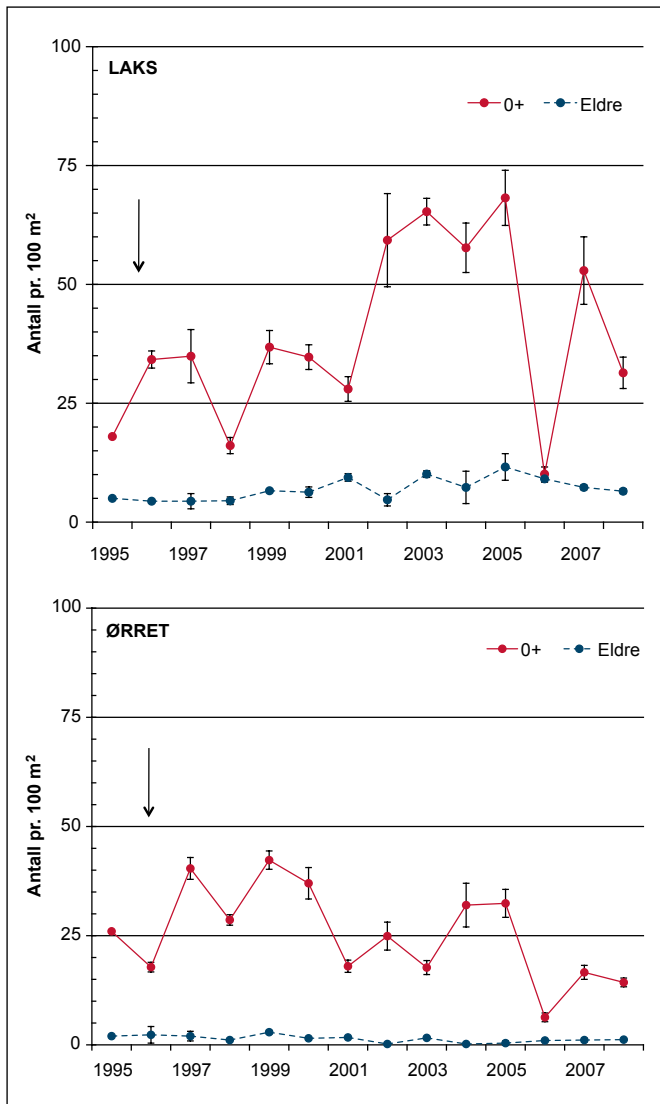
Det ble fanget til sammen 224 laksunger og 88 ørretunger (Tabell 3.2). For begge arter er antallet lavere enn i 2007. Det ble fanget laks- og ørretunger på alle stasjonene, men eldre ørretunger var bare til stede på tre av stasjonene og i et lite antall. Det ble fanget ål på fem av stasjonene (Tabell 3.2), hvorav de fleste ble fanget på stasjon 8. Det ble fanget en trepigget stingsild på stasjon 1 og fem på stasjon 3. En abbor ble fanget på stasjon 6, mens det var en niøye på stasjon 9.

### Laks

Det ble beregnet lavere tettheter av årsunger (0+) av laks i Storelva høsten 2008 sammenlignet med året før (Figur 3.2). Total tetthet av 0+ ble beregnet til 31 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> mot 53 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i 2007. Tettheten av eldre laksunger var 7 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og var ikke vesenlig forskjellig fra tettheten i 2007. Laksunger ble funnet på alle stasjonene, men det var ikke årsunger (0+) på stasjon 2. Tettheten av både 0+ og eldre laksunger var størst på de nederste stasjonene, dvs. nedenfor fossen ved Nes jernverk. Mye av årsaken til lavere tetthet i 2008 ligger imidlertid i at tetthetene var langt lavere nederst i elva sammenlignet med 2007. Stasjon 6 og 8 hadde flere enn 100 0+ pr. 100 m<sup>2</sup> i 2007. Det var lite laksunger på stasjon 1, 2 og 3.

Tabell 3.2. Antall fisk av ulike arter fanget og estimert bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Storelva i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk			Laks N/100m <sup>2</sup>		Aure N/100m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	80	12	30	1	11	5	38	0
2	131	5	15	1	0	4	10	2
3	94	3	8	0	1	2	6	2
4								
5	92	68	28	0	67	11	32	2
6	86	54	5	1	59	7	6	0
8	83	68	0	15	63	14	0	0
9	100	14	1	4	14	0	1	0
TOT	666	224	87	22	31 ± 3	7 ± 0,4	14 ± 1	1 ± 0,0
Gjsn.					31 ± 23	6 ± 4	13 ± 11	1 ± 1



**Figur 3.2.** Tetthet av laks- og ørret i Storelva i 1995-2008. Data før 2006 er fra Kaste et al. (1998) og Larsen et al. (2006).

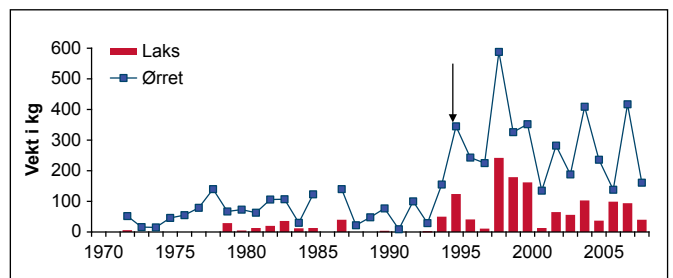
### Ørret

Det ble beregnet noe lavere tetthet av ørretunger i 2008 enn i 2007, men forskjellene var ikke statistisk signifikante (**Figur 3.2**). Tettheten av årsunger var 14 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. I forhold til de fleste tidligere år er den lav. Tettheten av eldre ørretunger var lav og på samme nivå som tidligere år.

Det ble ikke funnet årsunger på stasjon 8, og tettheten var lav på den nederste (**Tabell 3.2**). Høyeste tetthet av 0+ ble funnet på stasjon 1 og 5. Ørretunger eldre enn 0+ ble bare funnet på tre av stasjonene og tettheten var lav.

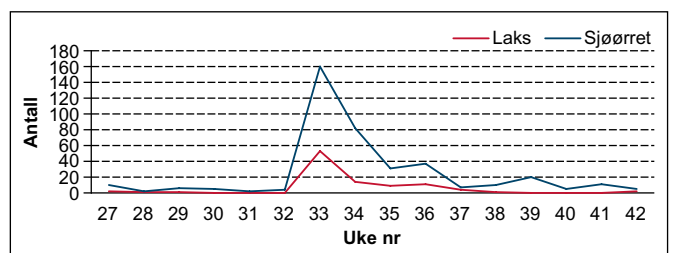
### 3.2.2 Fangststatistikk

Etter et opphold på over 40 år inngår Vegårvassdraget igjen i offentlig statistikk over fangst av anadrom fisk. De innrapporterte fangstene er imidlertid lave fram til midten av 1990 tallet (**Figur 3.3**). Samlet ble det i perioden fram til 1994 ikke tatt fangster av laks og sjørret over 200 kg og det ble i denne perioden tatt mest sjørret. De år det ble rapportert om fangst av laks i denne perioden, så var laksefangstene helt ubetydelige (**Figur 3.3**). Fra 1994 er fangstene av både laks og sjørret høyere, men med betydelige variasjoner. Mest fisk ble fanget i 1998, da det ble tatt henholdsvis 590 kg sjørret og 240 kg laks. Fangstene var også høye i 1999 og 2000, men viser deretter en synkende tendens, spesielt for laks. Det er alle år etter 1971 fanget mer sjørret enn laks. Etter 2000 har fangstene av laks aldri vært over 100 kg. I 2007 ble det tatt relativt mye sjørret og en fangst på 417 kg er den nest høyeste siden 1971. Fangsten av laks i 2007 var 94 kg og er på samme nivå som i 2006 (**Figur 3.3**).



**Figur 3.3.** Fangst av laks- og sjørret i Storelva i perioden 1972 til 2008. Pil angir tidspunkt for start kalking.

Høsten 2006 ble en fiskevandring, populært kalt "fiskeheis", innviet etter at Hammerdammen ved Nes jernverk ble bygget opp igjen. Det er lagt inn automatisk registrering av fisk som går gjennom systemet. Fisketrappa på Fosstveit ble bygd i 1976, og det nye kraftverket på Fosstveit førte til at det ble bygget en forlengelse av fisketrappa. I denne gikk det mye fisk opp ved høy vannføring 16. – 17. august, fisk som også må ha passert Hammerdammen (**Figur 3.4**). Om dette har en positiv effekt på tetthet oppe i vassdraget gjenstår å se.



**Figur 3.4.** Antall fisk registrert i fisketrappa ved Fosstveit i 2008. (Kilde: Storelva elveeigarlag).

### 3.3 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 derfor vanskelig, dersom vannføring og derved det arealet som undersøkes ikke er det samme fra år til år. På grunne flate områder, vil selv små endringer i vannføring få betydning for størrelsen på det vanddekkete areal. Dette vil også til en viss grad gjelde substrat og vannhastighet. Variasjoner i fisketetthet mellom år må derfor brukes med forsiktighet, da også andre forhold enn ulik rekruttering kan være årsaken til variasjoner i tetthet. En sammenligning med tidligere år er også vanskelig, fordi antall stasjoner er redusert i perioden.

Bestandstettheten i elva er beregnet på to måter, både på grunnlag av fangst fra alle lokalitetene samlet og basert på gjennomsnitt av beregnet tetthet fra de enkelte lokalitetene. Begge beregningsmetoder ga et tilnærmet samme totallestimat for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene er stor, og metoden er ikke brukt i vurderingene.

Den totale tettheten av årsunger i 2008 (31 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) er langt lavere enn den som ble beregnet i 2007. Tettheten i 2007 var blant de høyeste som er beregnet siden undersøkelsene startet og den var ikke signifikant forskjellig fra tetthetene i 2002 og 2003. Tettheten i 2008 er på nivå med tetthetene i perioden 1996 til 2001, og må karakteriseres som relativt lav. Dersom fangst legges til grunn som et estimat for gytefisk, burde 0+ tettheten i 2008 ha vært på nivå med den i 2007. Det er imidlertid ingen sammenheng mellom fangst året før og 0+ tetthet. Det beregnes betydelig høyere tettheter på stasjonene nedenfor Nes. Om ikke så tydelig som i 2008, er høyere tettheter her noe som også er tilfelle ved tidligere undersøkelser, for eksempel i 2005 (Larsen *et al.* 2006). Tettheten av eldre laksunger i 2008 var svakt lavere enn i 2007 og siden "toppåret" i 2005 fremkommer en jevn reduksjon i tetthet av eldre laksunger, dette til tross for at enkelte år i perioden har hatt relativt høye 0+ tettheter. Årene før 2001 var imidlertid tettheten av eldre laksunger lavere. Den hittil høyeste tetthet av eldre laksunger ble altså beregnet i 2005 (12 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>). Det er ingen sammenheng mellom tetthet av årsunger og tetthet av eldre laksunger i elva påfølgende år. For eksempel ga de svært høye tetthetene av 0+ i årene 2002 til 2005, med mer enn 60 ind. 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>, tilnærmet de samme tettheter av eldre laksunger påfølgende år som de langt lavere 0+ tettheter før 2001 gjorde og tettheten i 2006.

Sett i forhold til tidligere år, må 0+ tettheten og for så vidt tettheten av eldre laksunger i 2007, karakteriseres som tilfredsstillende. Årsaken til den lave tettheten av 0+ i 2006 var vanskelig å forklare, men ble knyttet både til vannkvalitet (både forsuring og partikkelforurensning knyttet til



Storelva st. 2.

FOTO: S.J. SALTVEIT

gravearbeid), manøvrering og til ustabile vannføringsforhold forut for undersøkelsen i 2006. I 2006 var vannføringen høy i uker før gjennomføringen av feltarbeid, men redusert noen timer før arbeidet startet. Dette kan ha medført at fisk ikke har etablert seg på de nye habitatene og lave tettheter dette året må derfor knyttes til metodiske forutsetninger for elektrofiske. Dersom årsaken var dødelighet som følge av for eksempel dårlig vannkvalitet, skulle dette gjenspeiles i langt lavere tettheter av eldre laksunger i 2007 enn det som faktisk var tilfelle (se også ovenfor). Vannkvaliteten i elva må karakteriseres som god, se (Fjellheim 2006, Saltveit, Bremnes og Britain 2008).

Manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger på økt 0+ tetthet kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger, eller dødelighet knyttet til manøvrering, for eksempel stranding eller at disse oppholder seg på andre habitat i elva som undersøkelsen ikke dekker. Andre årsaker kan være at større laksunger oppholder seg på plasser som ikke dekkes av undersøkelsen, for eksempel i kulper eller lenger ut i elva. I og med etableringen av en fiskevandring forbi dammen ved Nes (fiskeheisen) var det nå forventet å finne en noe høyere tetthet fiskunger oppstrøms enn det som var tilfellet.

Tiltak som kan bidra til økt overlevelse, bør likevel være et prioritert tiltak i elva, og primært i de nedre deler som har de høyeste tetthetene av årsunger, men lav tetthet av de eldre. Dette tyder på begrensninger i habitat for større fiskeunger.

Tettheten av årsunger 0+ viser store variasjoner, mellom ca. 20 og 40 ind. 0+ pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten må karakteriseres som generelt sett høy, men viser nå en nedadgående trend. Tettheten av ørret årsunger i 2008 var relativt høy og på samme nivå som den i 2007. Begge disse år hadde langt høyere tetthet av 0+ enn i 2006, som var den laveste tettheten som er beregnet siden undersøkelsene startet. I de siste 9-10 år har det også vært 0+ på alle

lokalitetene, det eneste unntaket var i 2006 og altså nå i 2008. I 2006 ble det ikke funnet 0+ på de to nederste stasjonene, mens 0+ ikke ble funnet på den nest nederste i 2008 og var tilstede i svært lave tettheter på den nederste. Tettheten av eldre laksunger har vært svært lav i hele undersøkelsesperioden siden 1995 og tettheten i 2008 er i så måte ikke noe unntak.

Sett i forhold til tettheten av 0+ ørret er det usedvanlig lite eldre ørret i vassdraget, og det er heller ikke for ørret noen opplagt sammenheng mellom tetthet av årsunger og tetthet av eldre ørretunger i elva påfølgende år. Sett i forhold til tidligere år må 0+ tettheten i 2007 karakteriseres som tilfredsstillende. Årsaken til den lave tettheten hos 0+ ørret i 2006 lot seg heller ikke forklare, men årsakene er trolig den samme som nevnt for laks, altså ikke dårlig vannkvalitet, men knyttet til metodikk.

Det er ikke funnet noen sammenheng mellom innrapportert fangst av sjøørret (et uttrykk for gytebestandens størrelse) og tetthet av unger året etter i vassdraget (Larsen *et al.* 2006). Det kan imidlertid ha sin naturlige forklaring, siden det sannsynligvis også er en stasjonær bestand av ørret. For eksempel ble den største økningen i tettheten av ørret-yngel registrert ovenfor Ubergsvatnet i 2005 og den var da størst på stasjon 1. I 2007 er det også langt mer ørret øverst i elva, men ikke nedenfor.

Fra og med 2000 ble utsettingene av laksyngel tatt opp igjen i vassdraget (Larsen *et al.* 2006). Utsettingene ovenfor Ubergsvatnet bidro til at det ble funnet mer laksyngel i 2000 og 2001 i dette området enn tidligere (Larsen *et al.* 2006). På strekningen mellom Nes Verk og Ubergsvatnet ble det satt ut yngel i 2001, 2002 og lagt ut rogn i 2005, men det er usikkert hvilken effekt dette har hatt på ungfisk-tettheten (Larsen *et al.* 2006). I tillegg til at det nå settes ut fiskeunger, er det er bygget fisketrapp eller "fiskeheis" (se foran). Denne ble bygget samtidig med gjenreisningen av Hammerdammen i 2006. Før dammen var det fri passasje. Det ser så langt ikke ut til at dette i særlig grad har hatt positiv effekt på bestanden av laksunger og fangstene av laks viser heller en negativ trend. Imidlertid tyder resultatene fra Fosstveit på at det i 2008 gikk opp relativt mye fisk, men det gjenstår å se om dette gir økte tettheter av fiskeunger.

Utsettinger gjør det også vanskelig å vurdere effekten av kalking og effekten av fisketrappen på naturlig reproduksjon. Det er dokumentert at utsettinger generelt sjelden bidrar til økt avkastning (Fjellheim og Johnsen 2001, Saltveit 2006). Uttak av stamfisk kan virke negativt. En usikkerhetsfaktor er også effekten av manøvreringen.

Det var en liten økning i fangstene av anadrom fisk fram til 2000. Deretter viser fangstene en nedadgående tendens, selv om fangstene i 2004 og 2007 var på nivå med 1999 og 2000. I 2004 og 2007 var totalfangsten ca. 500 kg, mens den i de øvrige år etter 2000 stort sett har vært lavere enn 300 kg. Økningen disse to årene skyldes en sterk økning i fangst av sjøørret. Fangstene har i hele perioden vært dominert av sjøørret. I 2008 var 80 % sjøørret. Selv om forholdet mellom artene viser stor variasjon, og det er etter 1994 ingen tendens til redusert andel sjøørret. En negativ tendens i fangst av ørret er gjennomgående i de aller fleste andre vassdragene som inngår i effekt overvåkingen.

# 4 Samlet vurdering

## 4.1 Vannkjemi

pH-data for 2008 viser at vannkvaliteten i innsjøen Vegår var tilfredsstillende for fiskebestanden på denne tiden (gjennomsnittsverdi for pH >6,5). Tidligere data har indikert at surt vann under isen kan være et problem for eggoverlevelse hos den innsjøgytende aurebestanden i innsjøen. Resultater fra den kontinuerlige pH-overvåkingen ved Nes Verk for 2008 viser at pH-verdiene ved Nes Verk lå over det fastsatte målet, unntatt i to perioder i slutten av smoltifiseringsperioden. Da var pH ned mot 6,3 i tre dager fra 3. mai og 11 dager fra 22. mai. Det var tidvis høye pH-verdier i elva om vinteren, første del av våren og sommeren. Kalkforbruket i anlegget ved Hauglandsfossen var meget høyt. Konsentrasjonen av giftig aluminium (LAI) var lavere enn 20 µg/l med unntak av en høy verdi målt i oktober.

## 4.2 Anadrom fisk

Det er ingen tydelige effekter av kalking på fiskebestandene i Storelva. Det har funnet sted en økning i fangstene av laks- og sjørret etter kalking, men denne er mindre enn forventet og viser for laks en nedadgående trend etter 2000. Fangsten i 2008 var den fjerde dårligste siden kalkingen startet i 1996. Tettheten av 0+ må karakteriseres som tilfredsstillende, men manglende positiv respons i form av økt tetthet av eldre laksunger kan skyldes en begrensning i oppvekstområder for eldre laksunger og effekter av manøvrering. I følge Larsen et al. (2006) er det mye som tyder på at det forekommer en overdødelighet i sjøstadiet hos laks. Denne vurderingen baseres bl.a. på at de gode årsklassene med laksunger fra og med 2002 ga forventninger om økt tilbakevandring av smålaks fra og med 2005 (forutsatt toårig smolt).. Det har snarere vært en tilbakegang i fangstene. Tettheten av laksunger økte betydelig i perioden 2002-2005 uten synlig økning i tettheten av eldre laksunger. Ulike årsaker til dette er påpekt foran.

Det pågår et prosjekt finansiert av Direktoratet for naturforvaltning som har som formål å belyse overlevelse hos utvandrende laksesmolt i de nære fjordområene til Storelva.

I tillegg til kalking er det igangsatt andre tiltak i elva, gjenreisning av dammen ved Nes og fiskeheis i denne, bygging av kraftstasjon og utbedring av fisketrapp ved Fosstveit, samt uttak av stamfisk til rogn. Selv om mye av rognasettes tilbake, er det ikke mulig å skille bidraget fra naturlig

reproduksjon. Dersom bestanden av gytefisk er begrenset, vil uttak av stamfisk kunne virke mot sin hensikt. 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. I et vassdrag med mange faktorer som påvirker bestanden vil det rent fiskerifaglig være vanskelig å vurdere effekten av et tiltak alene, i dette tilfelle kalking. En bedre måloppnåelse i form av økt smoltproduksjon kan best oppnås gjennom andre tiltak i vassdraget, der minstevannføring og en mer skånsom manøvrering av kraftverket bør vurderes.

## 4.3 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Doseringen ved Hauglandsfossen ga god måloppnåelse i 2008. De høye pH-verdiene som vanligvis registreres om sommeren og deler av høsten skyldes ikke unødvendig dosering av kalk (dosereren stoppet), men naturlig høye pH-verdier i tilrenningsvannet samt oppløsning av sedimentert kalk nedstrøms anlegget.

Kalkingsstrategien kan imidlertid ikke sies å være tilfredsstillende i forhold til resultatene som er oppnådd for fisk. Det ble ikke registrert tydelige effekter av kalking på gytebestanden i Storelva. Inntil resultatene og tilrådingene fra undersøkelsene i det marine estuarieområdet utenfor elveløpet foreligger, fortsetter likevel kalkingen som før. Kalkdosereren ved Hauglandsfossen bør fortsatt stoppes om sommeren.

Kalkingen av innsjøen Vegår ser ut til å virke tilfredsstillende, og man kan nå vurdere en reduksjon i kalkingen.

## 4.4 Øvrige anbefalte tiltak

Eksisterende "referansestasjon" Vegårvasselva oppstrøms nedlagt kalkdoserer bør beholdes selv om det kalkes oppstrøms, da denne stasjonen representerer forhold øverst i vassdraget.

Alle primærdata må foreligge (for eksempel i en database hos DN) slik at de blir lett tilgjengelig for senere bruk.

Det bør gjennomføres en utredning for å få større kunnskap om årsaken til manglende samsvar mellom ungfiskproduksjon og voksenfiskbestand.

# 5 Referanser

- Barlaup, B.T., Kleiven, E. og Kaste, Ø. 1999. Utbredelse av surt vann under isen i Vegår – effekter på rekruttering av innsjøgytende aure. FoU-rapport sendt til DN (ikke trykket)
- Direktoratet for naturforvaltning 2006. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. Notat 2006-1.
- Direktoratet for naturforvaltning 2007. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2.
- Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. Notat 2008-2.
- DNMI. 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Gjerstad, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.
- 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. og Raddum, G.G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Hesthagen, Trygve, redaktør. 2006. Reetablering av laks på sørlandet. Årsrapport fra reetableringsprosjektet 2005. DN-utredning 2006-4.
- Hindar, A. 1990. Overvåking av Vegårvassdraget etter kalking i perioden 1985-1989. Kalking av surt vann, rapport 10/90. NIVA, Grimstad. 53 s.
- Hindar, A. og Enge, E. 2006. Sjøsaltepisoder under vinterstormene i 2005 – påvirkning og effekter på vannkjemi i vassdrag. NIVA-rapport 5114, 48 s.
- Hindar, A., Kroglund, F. & Skiple, A. 1997. Forsurings-situasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.
- Høgberget, R. 2008. Sammenstilling av pH fra automatisk prøvetaking.
- 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.
- Kaste, Ø. 1994. Storelva i Vegårvassdraget. Vurdering av behov for kalkingstiltak. NIVA-rapport 3153. 18 s.
- Kaste, Ø. & Larsen, B.M. 1997. Vegårvassdraget. – s. 46-55 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-notat 1997-1.
- Kaste, Ø. og Høgberget, R. 2006. Driftskontroll av kalkdoseringsanlegg i Storelva, Vegårvassdraget.
- Kaste, Ø., Kleiven, E. & Håvardstun, J. 1998. Vegår og Storelva. s. 39-43 i: Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995. DN-notat 1998-1.
- Kroglund, F. og Rosseland, B.O. 2004. Effekter av episoder på parr og på smoltkvalitet til laks. NIVA-rapport 4797, 45 s.
- Kroglund, F., Finstad, B., Stefansson, S. O., Nilsen, T., Kristensen, T., Rosseland, B. O., Teien, H. C. og Salbu, B. 2006. Exposure to moderate acid water and aluminum reduces Atlantic salmon postsmolt survival. *Aquaculture*, i trykk.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G.G., Staurnes, M., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. Utredning for DN, nr. 1994-10. 98 s.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E., Kvellestad, A. 2006. Vegårvassdraget. 3 Anadrom fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 29-33.
- 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.
- 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., Smedstad, F. 2007. Vegårvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat ; 2-2007, 4 s.
- Weideborg, M. og Juutilainen 2008. Vegårvassdraget. 2. Vannkjemi. Kalking i laksevassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2007. DN Notat 2008-2.

# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Tot-P	Total fosfor
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	PO <sub>4</sub> -P	Ortofosfat
RAI	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
ILAI	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen	Si	Silisium
LAI	Labilt aluminium	K	Kalium	Turb	Turbiditet		

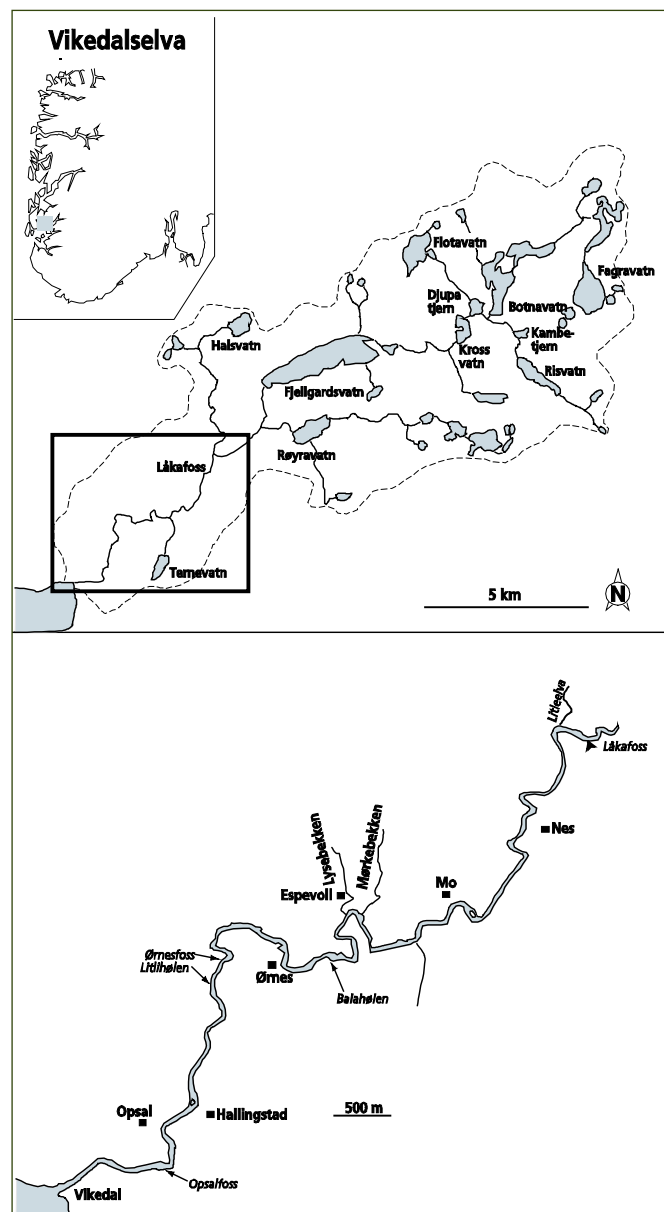
Nr.	Stasjon	Dyp	Dato	pH	Ca	Alk-E
		m			mg/l	µekv/l
1	Vestfjorden sør	1	15.05.08	6,5	1,53	32
1	Vestfjorden sør	10	15.05.08	6,5	1,98	42
1	Vestfjorden sør	1	16.12.08	6,9	2,3	21
1	Vestfjorden sør	10	16.12.08	6,9	2,1	21
4	Vestfjorden nord	1	15.05.08	6,5	1,5	32
4	Vestfjorden nord	10	15.05.08	6,4	1,55	32
4	Vestfjorden nord	1	16.12.08	6,9	2	10
4	Vestfjorden nord	10	16.12.08	6,9	2	5
5	Nordfjorden	1	15.05.08	6,4	1,47	21
5	Nordfjorden	10	15.05.08	6,4	1,81	32
5	Nordfjorden	1	16.12.08	6,8	1,7	5
5	Nordfjorden	10	16.12.08	6,7	1,47	5



Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/l	Alk-E µekv/l	RAI µg/l	ILAI µg/l	LAI µg/l	TOC mg/l	Turb FTU	Kond mS/m	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	Cl mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	NO <sub>3</sub> -N µg/l	Tot-N µg/l	Tot-P µg/l	PO <sub>4</sub> -P µg/l	ANC µekv/l	Si mg/l
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	20.02.2008	5,5	0,87	5	180	117	63	5,5	0,26	2,33	0,21	2	0,18	2,58	2	91	272	4	1	12	1,430
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	04.03.2008	5,1	0,54	5	170	120	50	5,8	0,22	2,03	0,19	1,42	0,15	2,3	1,8	69	190	<3	<1	-3	1,430
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	10.04.2008	5,0	0,51	5	150	100	50	4,6	0,41	1,88	0,18	1,33	0,19	1,6	1,8	158	310	6	2	9	1,050
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	05.05.2008	5,0	0,6	11	143	90	53	5,2	1,1	1,58	0,16	1,15	0,17	1,6	1,5	92	276	3	<1	13	1,040
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	15.07.2008	6,0	0,47	5	99	78	21	3,7	1,2	-	0,13	1,2	0,17	1,4	1,5	51	237	6	2	13	0,575
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	12.08.2008	6,1	0,5	5	81	81	0	3,9	0,97	1,27	0,14	1,16	0,16	1,4	1,4	43	204	3	1	16	0,563
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	11.09.2008	7,0	0,66	0	223	109	114	6,7	1,1	1,5	0,17	1,2	0,14	1,6	1,5	50	415	6	<1	19	0,820
7	Vegårvasseiva oppstr. tidl. dos	06.11.2008	5,3	0,61	5	151	100	51	5,8	0,6	1,36	0,17	1,3	0,15	1,7	1,5	32	642	3	<1	19	1,148
11	Storelva, Nes Verk	11.01.2008	6,3	1,9	63	74	70	4	4,3		3,08	0,44	2,65	0,42	3,95	2,38	206	390	10		81	1,590
11	Storelva, Nes Verk	20.02.2008	6,4	1,9	32	91	84	7	4,7	0,41	2,65	0,34	2,21	0,34	3,19	2,29	166	354	3	<1	77	1,420
11	Storelva, Nes Verk	04.03.2008	6,3	1,85	21	93	91	2	4,9	0,5	2,62	0,33	1,93	0,28	3,31	2,24	150	280	8	<1	58	1,440
11	Storelva, Nes Verk	10.04.2008	6,5	1,8	21	86	79	7	4,3	0,64	2,44	0,31	1,77	0,27	2,6	2	166	340	9	2	72	1,260
11	Storelva, Nes Verk	14.04.2008	6,3	1,83	21	84	76	8		0,47	2,41											
11	Storelva, Nes Verk	21.04.2008	6,5	1,91	21	52	46	6		0,57	2,4											
11	Storelva, Nes Verk	28.04.2008	6,8	2,11	32	46	41	5		0,79	2,5											
11	Storelva, Nes Verk	05.05.2008	7,2	1,96	53	74	67	7	4,6	0,46	2,51	0,32	1,88	0,29	2,5	2,2	156	395	21	<1	84	1,070
11	Storelva, Nes Verk	22.05.2008	6,6	1,86	42	48	40	8		0,4	2,63											
11	Storelva, Nes Verk	15.07.2008	6,8	1,8	32	17	15	2	3,4	0,46	2,49	0,28	1,81	0,3	2,6	2,2	72	270	4	1	70	0,392
11	Storelva, Nes Verk	12.08.2008	6,7	1,9	32	10	10	0	3,6	0,5	2,66	0,33	2,00	0,39	2,7	2,3	45	236	5	1	85	0,475
11	Storelva, Nes Verk	11.09.2008	7	2,01	32	109	69	40	6,8	0,81	2,70	0,37	2,10	0,35	2,6	2,2	75	445	11	<1	101	1,180
11	Storelva, Nes Verk	06.11.2008	6,5	1,7	5	62	55	7	4,7	0,6	2,13	0,34	1,90	0,34	2,8	2	115	769	4	1	73	1,231

# Vikedalsvassdraget

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA



Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt.

## 1 Innledning

### 1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke:	038, Rogaland
Kartreferanse, utløp:	3250-65990, kartblad 1213 I
Areal, nedbørfelt:	118,4 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	86,6 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	10,3 m <sup>3</sup> /s
Vassdragsregulering:	Nei
Lakseførende strekning:	Til Låka-fossen (ca. 10 km)
Kalking:	Siden 1987

### 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

**Bakgrunn for kalking:** Tilbakegang i laksefisket. I flere år fra 1981 ble det registrert dødelighet på smolt og presmolt i elva, noe som ble satt i sammenheng med sur avrenning og økning i aluminiumskonsentrasjonen.

**Kalkingsplan:** Gradvis utvikling av kalkingstiltakene. Ingen spesifikk plan i forkant av tiltakene.

**Biologisk mål:** Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forursningsfølsomme vannorganismer.

**Vannkvalitetsmål:** Lakseførende strekning: Gradvis oppgradering siden 1987.  
Siden 1999: 15/2-31/3: pH 6,2, 1/4-31/5: pH 6,4, 1/6-14/2: pH 6,0.

**Kalkingsstrategi:** Kalkingen foregår ved kontinuerlig dosering fra et kalkdoseringsanlegg oppstrøms Låka-fossen som skal avsyre det vannet som passerer fossen, men ikke overdosere med tanke på avrenning lengre nede i vassdraget. Anlegget styres automatisk etter pH nedstrøms dosering. Fra og med våren 1999 er det også kalket med en vannføringsstyrt doserer i sidevassdraget Littleelva, som renner inn i hovedelva rett nedstrøms Låka-fossen.

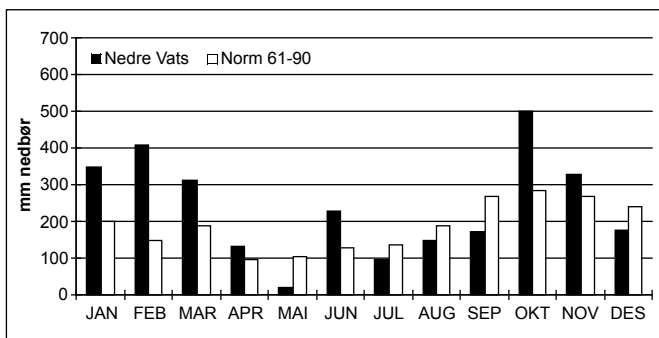
I Vikedalsvassdraget er det to kalkdoserere plassert henholdsvis oppstrøms Låka fossen i hovedelva og i et av sidevassdragene, Litleelva. Begge doserte med NK3 (86% CaCO<sub>3</sub>) i perioden 2004-2007, mens det i 2008 ble benyttet VK3 (99% CaCO<sub>3</sub>). I 2008 ble det dosert om lag 56 tonn ved anlegget i Litleelva og 160 tonn ved anlegget i Låka fossen, som utgjør henholdsvis 55 tonn og 158 tonn CaCO<sub>3</sub> (Tabell 1.1). Til sammen utgjør dette det høyeste kalkforbruket i vassdraget i løpet av de siste fem år. Kalkingsdataene er innhentet hos Fylkesmannen i Rogaland ved miljøvernavdelingen.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn CaCO<sub>3</sub> (100 % kalk) i Vikedalsvassdraget for perioden 2004-2008 omregnet fra NK3 (2004-2007) og VK3 (2008).

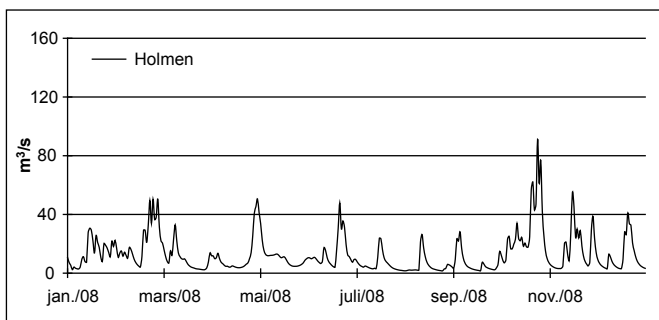
År	2004	2005	2006	2007	2008
Litleelva doserer	12	38	57	51	55
Låka fossen doserer	67	132	65	114	158
Sum forbruk av CaCO <sub>3</sub>	79	170	122	165	213

### 1.3 Nedbør i 2008

Årsnedbør 2008: 2875 mm  
 Normalt: 2260 mm  
 % av normalen: 127

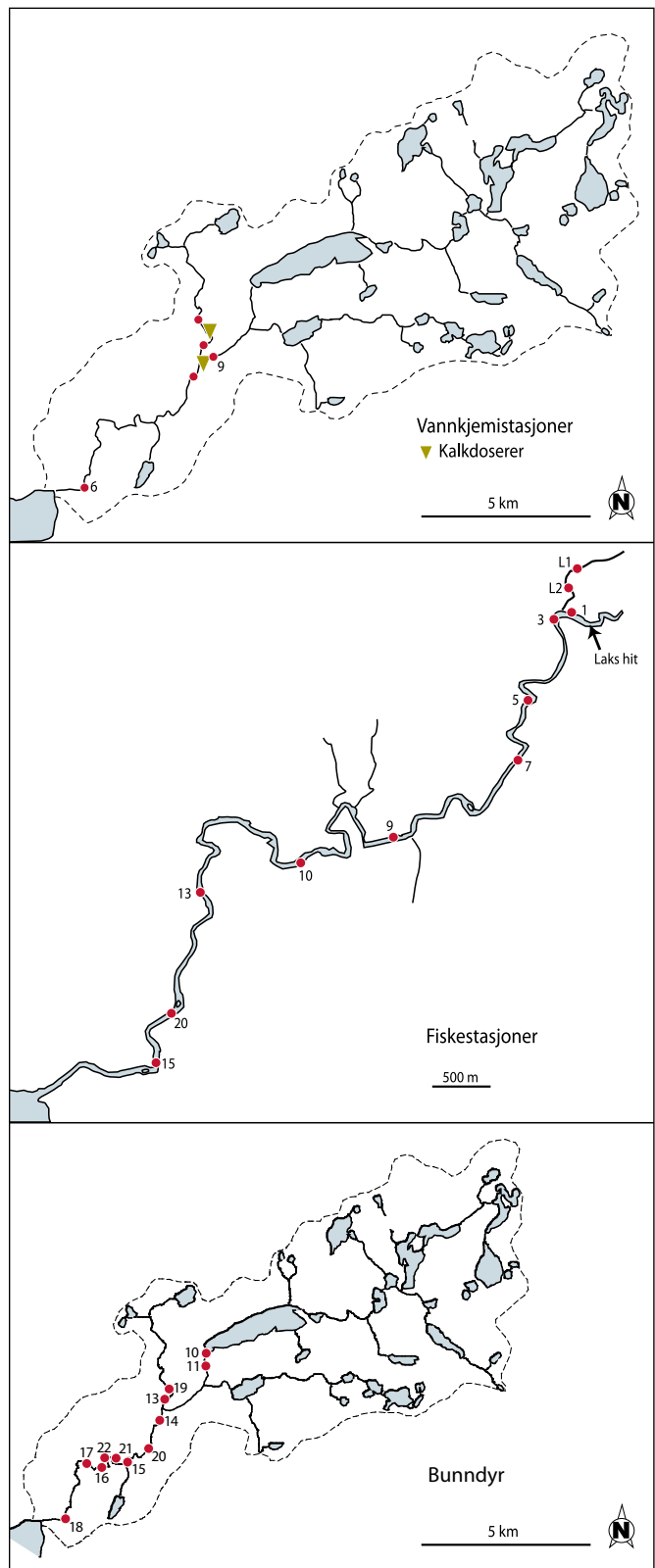


**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 sammenholdt med normal nedbør (1961-1990) ved meteorologisk stasjon Nedre Vats (met.no 2009).



**Figur 1.3.** Døgnverdier for vannføring (m<sup>3</sup>/s) ved stasjon Holmen i Vikedal i 2008 (NVE 2009).

### 1.4 Stasjonsoversikt



**Figur 1.4.** Prøvetaksstasjoner for vannkemi (øverst), ungfisk (midten) og bunndyr (nederst) i Vikedal.

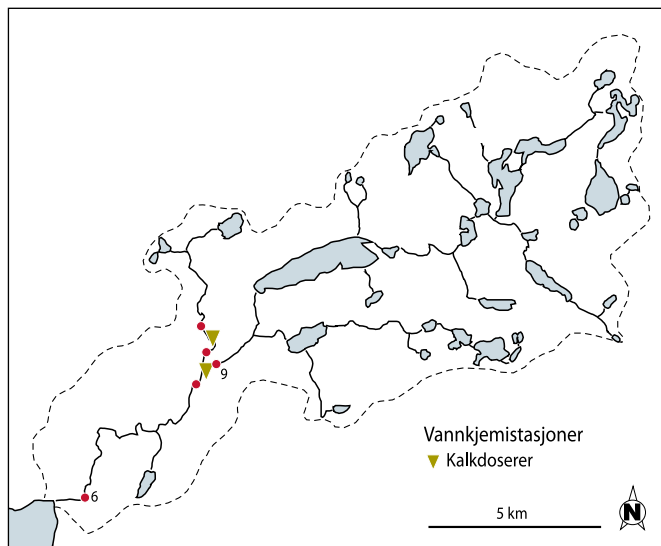
# 2 Vannkjemi

Forfattere: A. M. Smelhus Sjøeng, L.B. Skancke og Ø. Kaste, NIVA

Medarbeider: A.Veidel, NIVA

Prøvetaker: Magnus Jekteberg, Vindafjord kommune

Overvåkingen av vannkvaliteten i Vikedalsvassdraget startet for over 25 år siden under det statlige program for forurensningsovervåking ("Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør"), og for 22 år siden i forbindelse med kalkingsvirksomheten i vassdraget. I 2008 doserte anlegget i Litleelva om lag samme mengde kalk som året før, mens anlegget oppstrøms Lå kafossen doserte 39% mer enn i 2007 (basert på omregning til 100% CaCO<sub>3</sub>). Til sammen utgjorde dette det høyeste kalkforbruket i løpet av de siste fem årene (Tabell 1.1). År til år variasjoner med hensyn til nedbør og utslag av eventuelle sjøsaltepisoder, er hovedårsaken til svingninger i årlige kalkmengder dosert fra anlegget oppstrøms Lå kafossen. Prøvetakingsstasjoner i Vikedalsvassdraget er vist i Figur 2.1.



Figur 2.1. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemi i Vikedalsvassdraget.

## Ukalket referansestasjon (St. 9)

Den lange tidsserien (> 25 år) for overvåking av vannkvaliteten oppstrøms kalkingsanlegget ved Lå kafossen viser tydelig at det har vært en gradvis økning i pH over tid (Figur 2.2). Den positive utviklingen er i samsvar med redusert svovelledfall over Sør-Norge i samme periode. Økningen i pH var spesielt stor omkring midten av 1990-tallet. Datagrunnlaget for perioden etter år 2000 er noe mangelfullt da stasjonen ble tatt ut av "Overvåkningsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør" i 2003, og prøvetakingen ble først gjenopptatt sommeren 2005, da under DNs kalkingsovervåking. Fra og med 2007 ble prøvetakingsfrekvensen økt, og i 2008 ble det tatt 16 stikkprøver sammenliknet med 10 i 2006.

Stikkprøvene fra denne stasjonen har vanligvis liten spredning i pH, og i 2008 varierte verdiene mellom 5,8 og 6,3 (Tabell 2.1). Minimumsverdien i 2008 (målt 20. oktober) var noe høyere enn året før, men lavere enn i 2006 (Figur 2.3, øverst). Prøven med årets laveste pH-verdi hadde samtidig lav verdi for kalsium, kalium, magnesium og nitrat, men ingen markert økning i giftig, labilt aluminium (LAI) eller klorid (indikator på eventuelle sjøsaltepisoder). Maksimumsverdien for LAI i 2008 var ikke spesielt høy (12 µg/L; 4. februar), og de øvrige verdiene gjennom året var lave ( $\leq 9$  µg/L). Et relativt høyt årsmiddel for syrenøytraliserende kapasitet, ANC, (18 µekv/L) tyder også på en noe forbedret vannkvalitet sammenliknet med året før. DNs vannkemikontroll-prosjekt har høyere prøvetakingsfrekvens ved stasjonen enn effektkontrollen. Mens kun én av 16 prøver under effektkontrollen avdekket pH-verdi <6,00, viste halvparten av 34 prøver fra DNs vannkemikontroll lavere verdier. Deriblant var to høstprøver med pH-verdier ned mot 5,3 (Figur 2.4, øverst).

## Litleelva

Dette sidevassdraget som renner inn i hovedelva like nedstrøms Lå kafossen (Figur 2.1) er blitt kalket med egen doserer siden 1999. Effektkontrollen har ingen prøvetaking i denne elvestrengen, men to prøvetakingsstasjoner inngår i DNs vannkemikontroll-prosjekt. I 2008 lå pH-verdiene oppstrøms doseringsanlegget i intervallet 4,7-5,9, med de høyeste verdiene i sommersesongen (Figur 2.4, nederst). Prøver tatt nedstrøms dosereren viser vanligvis stor spredning i pH-verdier gjennom året. Verdiene i 2008 svingte mellom 4,8 og 7,3, hvorav én av 34 prøver hadde pH <6,0 og 16 av prøvene hadde pH >6,5.

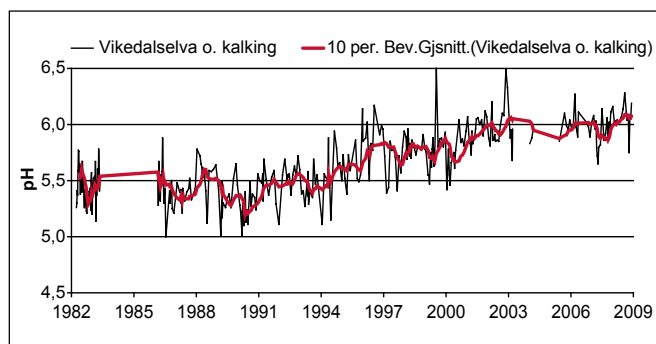
## Lakseførende strekning

På anadrom strekning er det to vannkemistasjoner. Stasjonen lengst oppe ligger omlag 700 meter nedstrøms doseringsanlegget ved Lå kafossen og like nedstrøms innløpet av Litleelva (Figur 2.1). Stasjonen representerer summen av de to kalkingstiltakene i vassdraget. Ved denne stasjonen er det kontinuerlig pH-overvåking som styrer mengde kalk som doseres fra anlegget oppstrøms Lå kafossen. I 2008 var det 27 døgnverdier med negativt avvik fra pH-målet på 0,10 til 0,2 pH-enheter. 15 av disse ble målt under smoltifiseringsperioden (15. februar -31. mai) da laksen er aller mest følsom for surt vann (Figur 2.5, øverst). Det var ingen negative avvik i siste halvår basert på de kontinuerlige målingene, og totalt sett var det mange færre avvik fra pH-målet dette året enn året før.

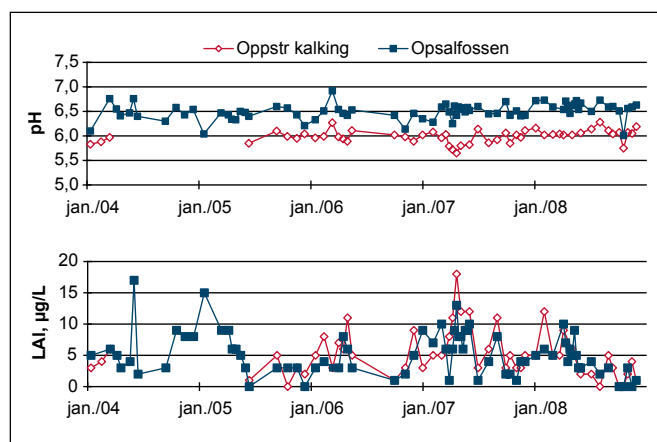
Resultatene av stikkprøvene under DNS vannkjemikontroll-prosjekt ved samme stasjon viser også at det er tilsvarende små avvik fra pH-målet i 2008 (**Figur 2.4**, øverst).

Den andre vannkjemistasjonen på anadrom strekning ligger nær utløpet av elva, ved Opsalfossen (**Figur 2.1**). Denne stasjonen vil fange opp eventuelle påvirkninger på den 6-7 km lange strekningen som starter omtrent fra innløpet ved Litleelva og går helt ned til sjøen. I 2008 hadde alle stikkprøvene fra Opsalfossen pH-verdier på eller godt i overkant av de fastsatte vannkvalitetsmålene (**Tabell 2.1**, **Figur 2.3**). Maksimalverdi for klorid (Cl) i 2008 var på 6,17 mg/L (4. februar), sammenliknet med 9,4 mg/L i en stikkprøve i 2007 (5. mars). Forhøyede verdier for Cl indikerer sjøsaltepisoder, men effekten på pH i 2008 var liten sammenliknet med episoden i 2007 (**Figur 2.3**, øverst). Verdiene av kalsium (Ca) varierte i intervallet 1,0-2,1 mg/L, hvilket var noe lavere og viste mindre spredning enn i 2007. Årsmiddelverdien for ANC lå noe høyere og maksimalkonsentrasjonen av LAI noe lavere (10 µg/L) i 2008, sammenliknet med året før.

I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche-Solheim *et al.* 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene gir 10 µg/L LAI "God/moderat" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.



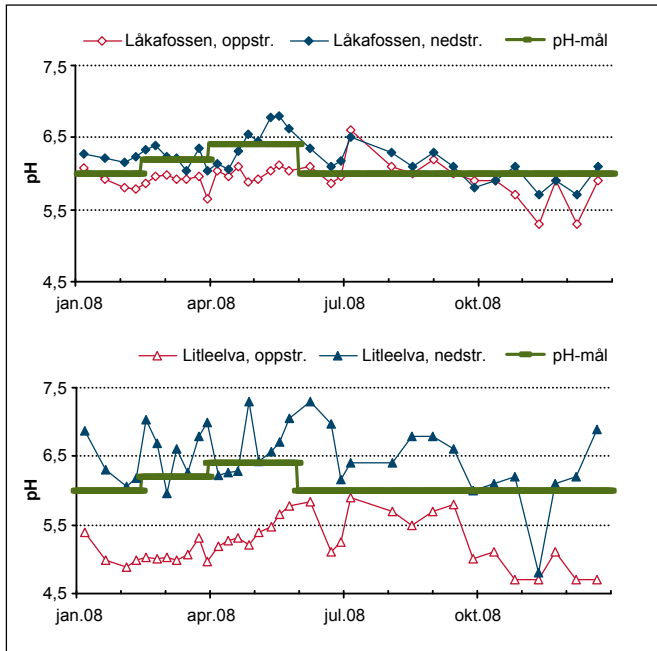
**Figur 2.2.** Utvikling av pH i Vikedalselva oppstrøms kalkingsanlegget ved Låkafossen. 10-punkts flytende middel ("moving average") er angitt med tykk linje. Bruddet i kurven skyldes at stasjonen ble tatt ut av "Overvåkingen av langtransportert forurenset luft og nedbør" i 2003.



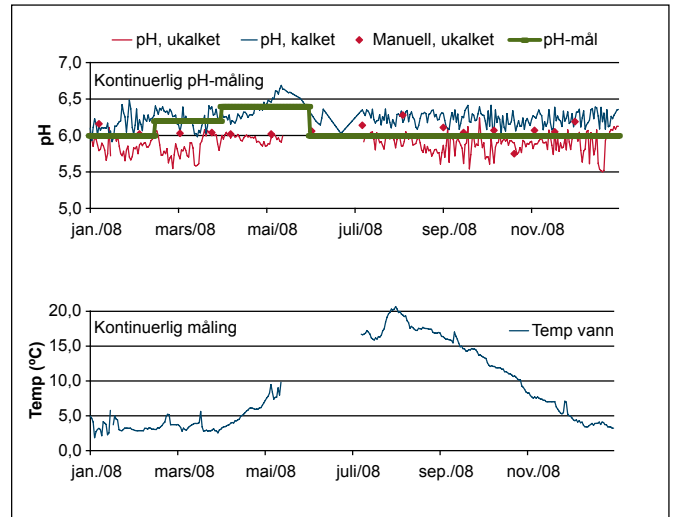
**Figur 2.3.** Utvikling i pH og labilt aluminium i Vikedalsvassdraget i perioden 2004-2008.

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	µekv/L	µg/L	mg C/L	µekv/L
32-9	Oppstr. kalking	Mid	6,05	0,66	14	4	1,1	18
		Min	5,75	0,53	10	0	0,72	6
		Max	6,28	0,76	20	12	1,8	29
		N	16	16	16	16	16	16
6	Opsalfossen	Mid	6,55	1,61	57	4	1,2	67
		Min	6,01	1,03	31	0	0,74	39
		Max	6,73	2,12	87	10	2,0	92
		N	21	21	21	21	15	15



**Figur 2.4.** Resultater (pH) fra DN's vannkjemikontroll-prosjekt i Vikedalsvassdraget, analysert ved M-lab AS (første halvår -08) og VestfoldLAB AS (siste halvår -08).



**Figur 2.5.** Kontinuerlig måling av pH henholdsvis oppstrøms og nedstrøms kalkdoseringsanlegget i hovedelva i Vikedalsvassdraget i 2008. Stasjonen "ukalket" tilsvarer stasjon 32.9 i effektkontrollen. I nederste del av figuren vises temperaturmåling tilknyttet de kontinuerlige pH-målingene.

# 3 Fisk

Forfattere: Svein Jakob Saltveit<sup>1</sup>, Åge Brabrand<sup>1</sup>, Trond Bremnes<sup>1</sup>, Einar Kleiven<sup>2</sup>, Henning Pavels<sup>1</sup> og Sven-Erik Gabrielsen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LFI, Naturhistorisk museum, UiO

<sup>2</sup>Norsk institutt for vannforskning

<sup>3</sup>LFI-UNIFOB, UiB

## 3.1 Innledning

I Vikedalselva ble det allerede på 1970-tallet rapportert om nedgang i laksefisket på grunn av forsurening (Nordland 1981), og det var årlig fiskedød i elva om våren på 1980-tallet (Hesthagen 1989). Laksebestanden ble vurdert som truet og det ble gjennomført fiskeundersøkelser i 1981-86 i forbindelse med overvåking av forurensingssituasjonen (SFT 1987, Fjellheim *et al.* 1987). I forbindelse med kalkingstiltak i Vikedalselva ble undersøkelsene videreført fra 1987 innenfor kalkingsprogrammet (Hindar *et al.* 1989). Fra 1993 ble det også startet undersøkelser i Litleelva (Larsen *et al.* 1996). I 1987-97 ble det undersøkt 15-17 stasjoner, men senere er programmet gradvis redusert. Fra 2001 har det årlig inngått totalt 11 stasjoner i vassdraget. To av disse ligger i Litleåna (**Figur 3.1**).

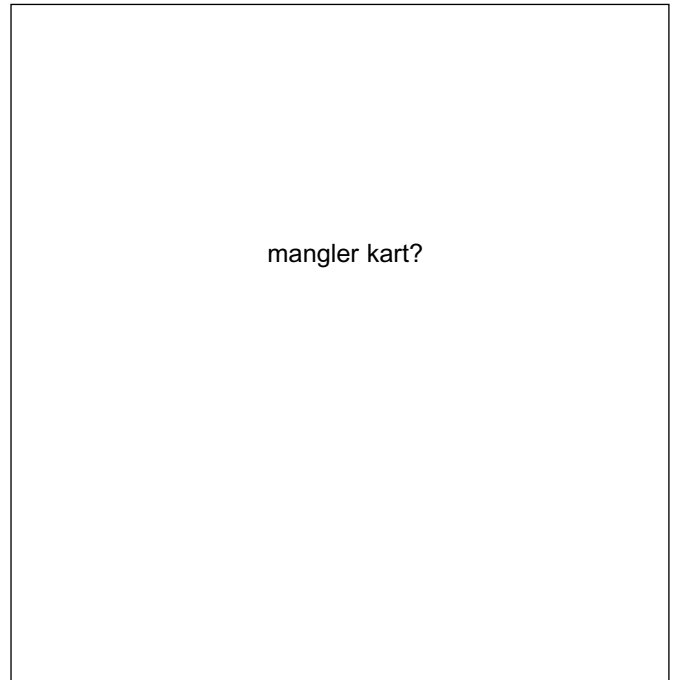
Det er ikke satt ut fisk i Vikedalselva etter at kalkingen kom i gang i 1987, slik at all laks- og ørretungel er et resultat av naturlig reproduksjon.

For beskrivelse av elektrofiske metodikk vises det til foran i rapporten. Telling av gytefisk ved dykkeregistreringer ble utført som en separat undersøkelse av LFI-Unifob i november 2008. Det ble benyttet to lag med to dykkere på hvert lag.

## 3.2 Resultater

### 3.2.1 Ungfiskundersøkelser

Det ble fanget til sammen 761 laksunger, men bare 118 ørretunger, Litleelva medregnet (**Tabell 3.1**). Av disse ble 666 laksunger og 48 ørretunger fanget i selve Vikedalselva. Antall fisk fanget er langt høyere enn i 2007. Laks- og ørretunger ble påvist på samtlige stasjoner. Det ble i tillegg fanget ål på stasjon 10, 13 og 20 og niøye på stasjon 9, 13 og 20.



**Figur 3.1.** Kart over Vikedalselva med de undersøkte lokaliteter avmerket.

Tabell 3.1. Antall fisk og beregnet bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Vikedalselva i september 2008.

Stasjon	Areal i m <sup>2</sup>	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	eldre	0+	eldre
1	112	68	2	31	36	1	1
3	119	64	6	36	20	6	0
5	172	70	9	42	4	7	0
7	102	68	6	38	39	8	1
9	208	52	13	24	3	6	0
10	183	109	1	60	7	1	0
13	168	120	4	39	56	0	3
20	75	65	2	85,1	10,8	3	0
15	92	50	5	57	0	5	0
Tot.	1231						
666							
48							
43 ± 2	17 ± 1	4 ± 0,4	1 ± 0,1				
Gj.sn.				46 ± 12	20 ± 13	4 ± 2	1 ± 1
L1	86	37	59	1	46	28	44
L2	92	58	61	4	60	46	26
Tot.	178	95	70	3 ± 1	53 ± 3	34,3 ± 11	35 ± 0,4
Gj.sn.				3 ± 3	53 ± 15	36 ± 16	35 ± 17

### Laks

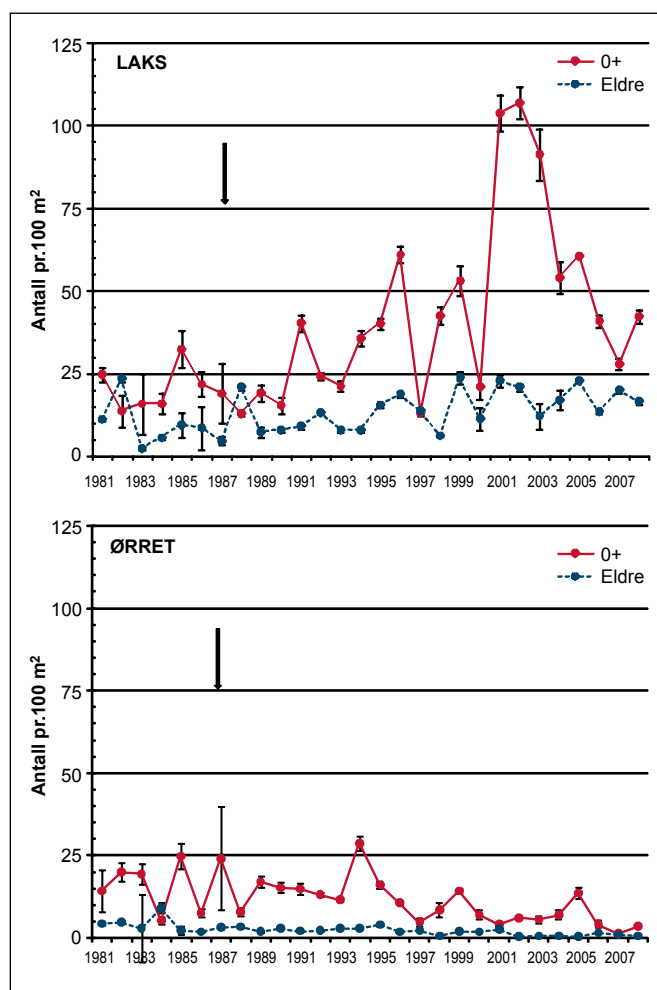
Den totale tettheten av årsunger (0+) av laks ble høsten 2007 beregnet til 3 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.2). Tettheten av eldre laksunger, 1+, 2+ var 16,6 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. De høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på stasjon 10 og 20 og nederst i elva, som begge hadde flere enn 50 0+ pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.1), men tettheten av 0+ på noen av de andre stasjonene må også karakteriseres som høy. De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble funnet på stasjon 1, 3, 7 og 13, som var de eneste stasjonene med flere enn 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Tabell 3.1). Spesielt på stasjon 13 var tettheten høy.

### Ørret

Den totale tettheten av ørretunger i elva var svært lav (Figur 3.2). Tettheten av (0+) av ørret ble beregnet til bare 4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens det bare ble beregnet 1 eldre ørretunger pr. 100 m<sup>2</sup>. Årsunger av ørret ble funnet på ti av stasjonene, mens det på seks stasjoner der det ikke var eldre ørret (Tabell 3.1). Tetthetene lave på alle stasjonene med ørret.

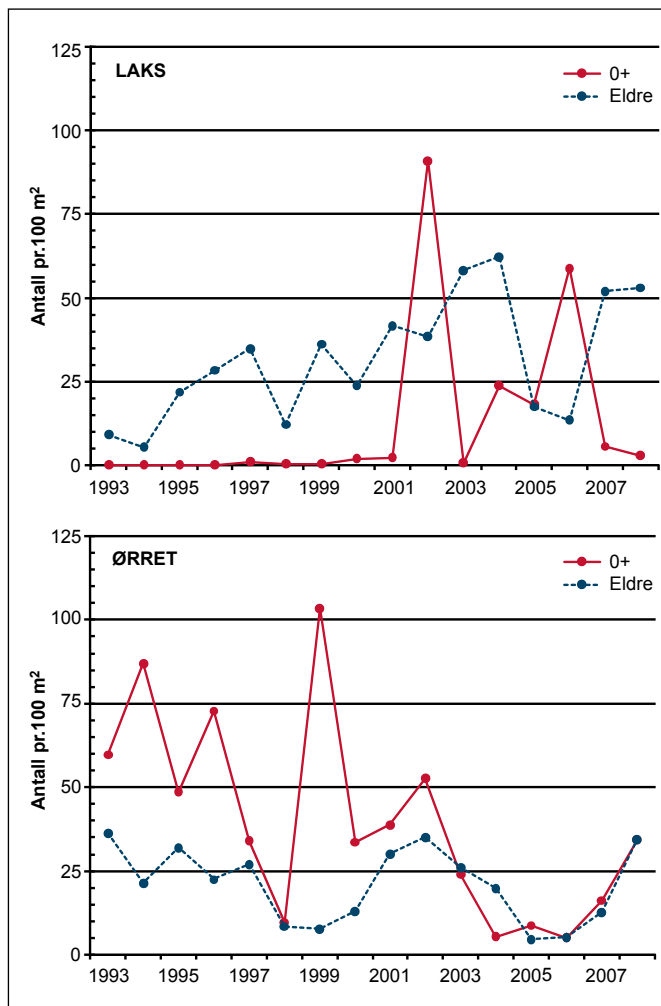
### Litleelva

I sidebekken Litleelva ble det på de to undersøkte stasjonene fanget til sammen 95 laksunger og 70 ørretunger (Tabell 3.1). Det ble fanget svært få årsunger (0+) av laks, mens antall årsunger av ørret var høyt. Det ble beregnet svært lav tetthet av årsunger av laks i Litleelva i 2008, mens tettheten av 0+ ørret var langt høyere enn den som ble beregnet i hovedelva. (Figur 3.3). Tettheten av eldre laks- og ørretunger var betydelig og langt høyere enn den i hovedelva.



Figur 3.2. Beregnet tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i Vikedalselva. Data før 2006 er fra Larsen et al. (2006). Det ble satt ut yngel av laks i perioden 1981-1986. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking.





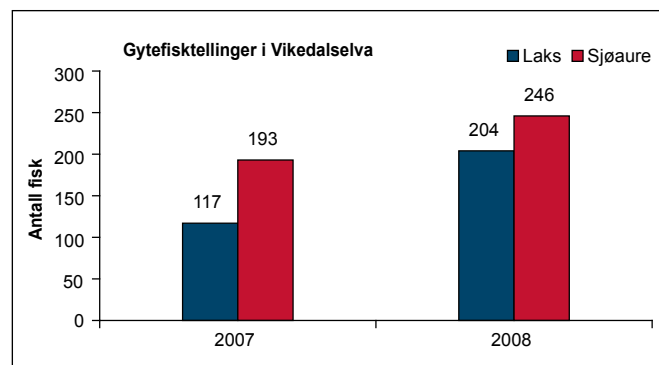
Figur 3.3. Beregnet tetthet pr. 100 m<sup>2</sup> av laks og ørret i Littleelva. Data før 2006 er fra Larsen et al. (2006).

### 3.2.2 Telling av gytefisk

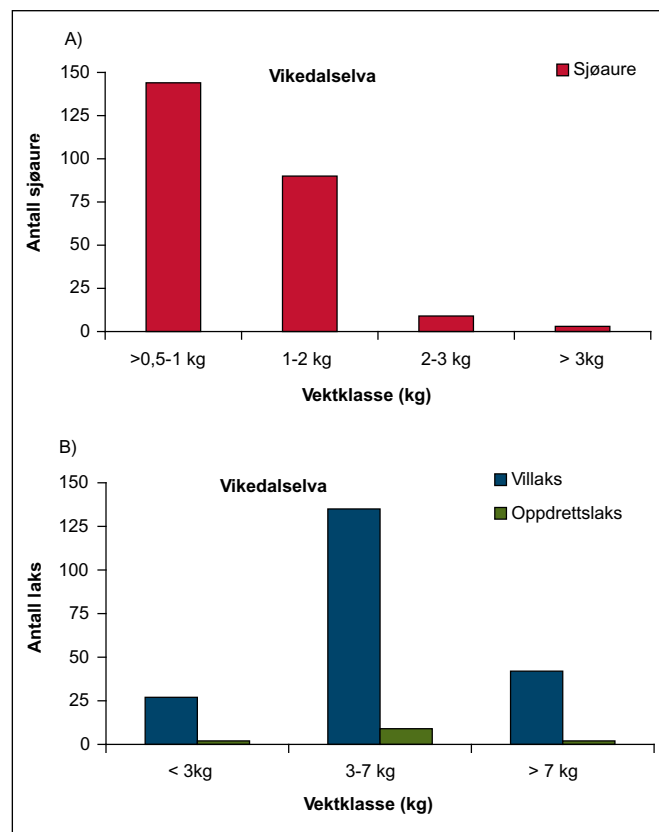
Telling av gytefisk ved dykkerregistreringer i Vikedalselva har vært utført i 2007 og 2008. I 2008 ble tellingen utført 4. november. Dette kan ha ført til at noe av sjøaurene var ferdig med gytingen. Laksen burde imidlertid i stor grad være på gyteplassene på denne tiden. I 2007 og 2008 var antallet observerte sjøaurer hhv 193 og 246 (Figur 3.4). I 2008 var sjøauren i Vikedalselva fredet, så det beregnede innsiget var derfor det samme antallet som ble observert under gytefisktellingene. Størrelsesfordelingen av sjøaure observert ved dykkerregistreringen i 2008 er vist i Figur 3.5A. Tellingene viser at elva fremdeles har en livskraftig bestand av sjøaure, men at antallet var relativt lavt i forhold til vassdragets størrelse. Dette gjelder også for 2008, selv om sjøauren var fredet.

I 2007 og 2008 var antallet observerte laks på gytefisktelling hhv. 117 og 204 laks. Laksen som ble observert ved gytefisktellingene i 2008 var fordelt på 13 % smålaks, 66 % mellomlaks og 21 % storlaks (Figur 3.5B). Ved dykking er

det ikke mulig å skille all villaks og oppdrettslaks. I tellingene av villaks inngår det derfor noe rømt oppdrettslaks, men under tellingen i 2008 ble det bare observert 13 oppdrettslaks (andel oppdrettslaks 6 %). Dykkerregistreringene gir en indikasjon på at gytebestanden av laks i 2007 var lav, men at gytebestanden for 2008 var bra (nesten dobbelt så høyt), sett i forhold til vassdragets størrelse. Fra fangststatistikken blir det opplyst om at det ble tatt 205 laks på sportsfiske i 2008, noe som tilsier at innsiget var minimum 422 laks.



Figur 3.4. Gytefisktelling i Vikedalselva i 2007 og 2008. Tall over søylene er antallet fisk observert.

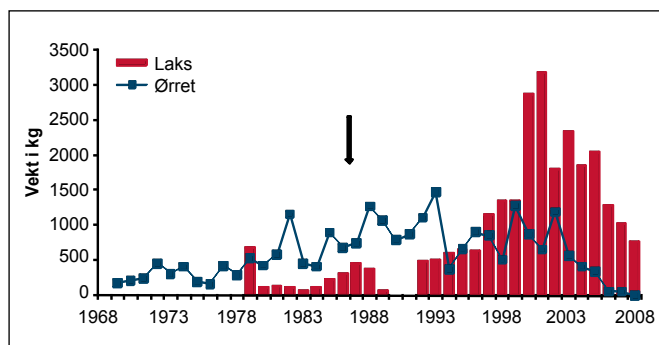


Figur 3.5. Kategorier av A) sjøaure og B) laks observert på gytefisktelling i Vikedalselva i 2008.

### 3.2.3 Fangststatistikk

Den offentlige statistikken for Vikedalselva strekker seg ikke lenger tilbake enn til 1969. Fram til 1978 ble det bare rapportert fangster av sjøørret. Fra og med 1979 inngår også laks i fangstene, men bortsett fra fangsten i 1979 var disse lave fram til ca. 1993 sammenlignet med fangstene av sjøørret (**Figur 3.6**).

Fangstene av sjøørret økte i Vikedalselva fram til 1993, da det ble fanget nesten 1500 kg fisk. Fangstene av ørret falt dramatisk i 1994, men tok seg noe opp igjen og økte fram mot 1999. Deretter viser fangstene av sjøørret en klart negativ utvikling og i 2008 ble det ikke fanget sjøørret i Vikedalselva som følge av fiskefredning. I 2006 og 2007 var fangsten henholdsvis 60 kg og 57 kg (**Figur 3.6**). Fangstene av laks økte fram til 2001, da det ble fanget over 3 tonn. Som for ørret viser fangstene av laks også en negativ utvikling. I 2008 ble det bare fanget 757 kg laks og man må helt tilbake til 1996 for å finne tilsvarende lave fangster. Noe av årsaken til de lave fangstene i 2008 kan skyldes restriksjoner i fisket etter laks.



**Figur 3.6.** Fangst av laks- og sjøørret i Vikedalselva i perioden 1969 til 2008. Pil angir tidspunkt for oppstart av kalking. Sjøørret var fredet i 2008 og det var begrensninger i fisket etter laks.

### 3.3 Diskusjon

Bare deler av større elver lar seg avfiske og resultatene vil derfor måtte referere til en begrenset del av elva nær land. En sammenligning av tettheter over år gjør dette vanskelig, fordi vanddekket areal varierer med vannføringen. Dette vil også til en viss grad gjelde substrat og vannhastighet. I Alta ble det for eksempel funnet redusert tetthet ved høy vannføring, noe som skyldes økt spredning av fisken og som derfor ga et lavere estimat pr. arealenhet. Ved lav vannføring vil forholdet bli motsatt (Jensen og Johnsen 1988, Saksgård og Heggberget 1990). Effekt av vannføring vil i langt større grad gjøre seg gjeldende for 0+ enn for eldre fisk, siden 0+ i hovedsak finnes på grunne områder. Her vil selv små endringer i vannføring få betydning for størrelsen

på grunne områder. Selv om det er mulig å beregne tettheten av en fiskepopulasjon i store elver, må likevel en sammenligning mellom elver og over tid gjøres med forsiktighet (Bohlin *et al.* 1989). I stor grad vil elvas beskaffenhet bestemme fiskehabitat og derved sammensetningen av bestanden. En sammenligning med tidligere år er også vanskelig, fordi antall stasjoner er redusert i perioden.

Det ble funnet årsunger av laks på alle stasjonene i 2008, mens det ikke var eldre laksunger på den nederste stasjonen. På noen av stasjonene var det hovedsakelig bare 0+, som for eksempel stasjon 5, 9 og 10. Disse og stasjon 15 har et substrat av små stein og grus, og har oppvekstområder som er lite egnet for større laksunger. I 2006 var det for eksempel bare 0+ i høye tettheter på stasjon 15 (Saltveit *et al.* 2007). Tettheten av årsunger var høyere i 2008 enn i 2007, og på samme nivå som den beregnet i 2006. Tettheten i 2007 var den laveste tetthet av 0+ som er beregnet siden 2000. Tettheten av eldre laksunger var imidlertid noe lavere enn i 2007, men høyere enn i 2006 og høyere enn det som var forventet ut fra tettheten av 0+ året før. Sammenlignet med tidligere år må tettheten av eldre laksunger karakteriseres som tilfredsstillende. Dette gjelder for så vidt også tettheten av 0+.

Dykkerregistreringene i 2007 viste at gytebestanden av laks da var lav, men at gytebestanden for 2008 var nesten dobbelt så høy. Ut fra dette bør det forventes en høyere tetthet av 0+ i 2009.



Vikedalselva, stasjon 10.

FOTO: S.J. SALTVEIT

I årene 2001 til 2003 ble det funnet svært høye tettheter av årsunger. Disse ga imidlertid ikke en tilsvarende økning i tettheten av eldre laksunger. Det er generelt ingen sammenheng mellom tetthet av 0+ og tetthet av eldre fisk påfølgende år. De høyeste beregnede tettheter av eldre laksunger har vært ca. 20-23 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheter av årsunger har variert mellom 25 og 100 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> uten noen tidsforskjøvet samvariasjon.

Det ble funnet ørretunger på alle stasjonene, noe som også var tilfelle i 2006. Imidlertid var det eldre ørretunger på svært få lokaliteter i 2008, mens 0+ bare manglet på en stasjon. Det ble ikke funnet ørret på fire stasjoner i 2007. For årsunger av ørret ga 2008 en økning i tetthet i forhold til 2007, og den var på samme nivå som i 2006, men likevel blant de laveste som er beregnet. Tettheten av ørret har aldri har vært lavere enn den som ble beregnet for 2007. Tettheten av eldre ørretunger var også svært lav i 2007, men det ble i perioden 2001 til 2004 beregnet enda lavere tettheter. Enkelte år har relativt høye tettheter av 0+ ørretunger, men det er en klar tendens til redusert tetthet av ørret i elva. På 1980-tallet og begynnelsen av 1990-tallet var tettheten av 0+ enkelte år høyere enn 20 individ pr. 100 m<sup>2</sup>, mens den for eldre fisk lå rundt 2-4 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av eldre ørretunger har vært veldig lav i de siste årene, dog noe høyere i 2006.

Den lave tettheten av 0+ og en nedadgående trend i tetthet av både 0+ og eldre ørretunger forsterker inntrykket av en reduksjon i ørretbestanden i Vikedal og at dette har skjedd etter oppstart av kalkingen. Den negative trenden understøttes av fangstutviklingen i elva. Fra å være en elv der sjøørret utgjorde mer enn 70 % av fangstene fram til 1994, er dette blitt en elv der fangstene nå domineres av laks (**Figur 3.6**). I 2005 var det mindre enn 15 % sjøørret i fangstene, mens det i 2006 og 2007 bare var ca. 5 % sjøørret. Sjøørret var fredet i 2008. Det kan diskuteres om det var riktig av Larsen *et al.* (2006) å angi at "fisket etter sjøørret fortsatt er godt på tross av en klar nedgang i antallet ørretunger i hovedvassdraget" og at dette skyldes at "sjøørreten har viktige gyteområder i de mindre sidebekkene". I sidebekken Litleelva (kalket fra 1999) er det faktisk nå en mer positiv utvikling i bestanden av ørretunger enn i hovedelva (se nedenfor), men det gjenstår å se om denne trenden på sikt kan gi noe økte fangster av ørret.

For laks er det også en klar negativ tendens i fangstutviklingen. Siden toppåret i 2001 har det gått jevnt nedover og fangsten i 2008 er den laveste siden 1996. Noe av nedgangen i 2008 kan forklares med at fisket i var begrenset ved at det ikke var tillatt å fiske alle ukedagene.

### Litleelva

Årsunger (0+) av laks er funnet i Litleelva siden 1997. Generelt har imidlertid tettheten vært svært lav, og fram til 2001 ble det bare funnet noen få individer av 0+ laks. Litleelva ble kalket første gang i 1999. I 2002 var imidlertid tettheten av 0+ svært høy, noe den også var i 2006. Tettheten av 0+ laks som beregnes i 2006 var den nest høyeste som er beregnet i Litleelva, mens 0+ tettheten i 2007 og 2008 er blant de laveste.

Eldre laksunger begynte å dukke opp i Litleelva på midten av 1990-tallet, altså lenge før det ble påvist årsunger. De eldre laksungene var primært fisk som hadde vandret inn fra hovedelva (Larsen *et al.* 2006). Eldre laksunger vandret inn fra hovedvassdraget i store mengder, og i disse årene var det en signifikant sammenheng mellom tettheten av eldre laksunger i Litleelva og hovedvassdraget (Larsen *et al.* 2004). I 2003 og 2004 økte tettheten av eldre laksunger til henholdsvis 58 og 62 individ pr. 100 m<sup>2</sup>, noe som delvis kan skyldes en større reproduksjon i Litleelva i 2002. Det var en betydelig reduksjon i tettheten av eldre laksunger i 2005 og ytterligere i 2006, mens det i 2007 og 2008 igjen var en betydelig økning til 2003-04 nivået. I 2007 kan dette skyldes god naturlig reproduksjon i 2006, mens det i 2008 i hovedsak må være fisk som har vandret inn fra hovedelva.

Litleelva har primært vært et rekrutteringsområde for ørret, og tettheten av årsunger har alltid vært høyere her enn i hovedvassdraget, selv i 2004 til 2005, da 0+ tetthetene her var svært lave. Tettheten av årsunger (0+) av ørret var høy i Litleelva de fleste år på 1990-tallet. Fra og med 2003 dokumenteres imidlertid en betydelig nedgang i tetthet av årsunger av ørret. Fra en tetthet på 53 individ pr. 100 m<sup>2</sup> i 2002 var den i 2004 til 2005 <10 ind. Pr. 100 m<sup>2</sup> (Larsen *et al.* 2006, Satveit *et al.* 2007). Imidlertid fant det sted en betydelig økning i tettheten av 0+ ørret i 2007 og ytterligere i 2008, til et nivå som i årene før 2004.

Tettheten av eldre ørretunger viser stor variasjon i Litleelva. Fra et lavmål på slutten av 1990-tallet økte tettheten fram til 2002, da det ble beregnet 35 ind. pr 100 m<sup>2</sup>, sannsynligvis som en følge av kalkingstiltaket i elva. Fra 2002 dokumenteres en nedgang i tetthet av eldre ørretunger og tetthetene i 2005 og 2006 er de laveste som er beregnet i elva. Imidlertid økte tettheten av eldre ørretunger i 2007 og ytterligere i 2008. Tettheten i 2008 er blant de høyeste som er beregnet (se ovenfor). Det gjenstår å se om den negative trenden i bestandsutviklingen hos ørret er i ferd med å snu.

# 4 Bunndyr

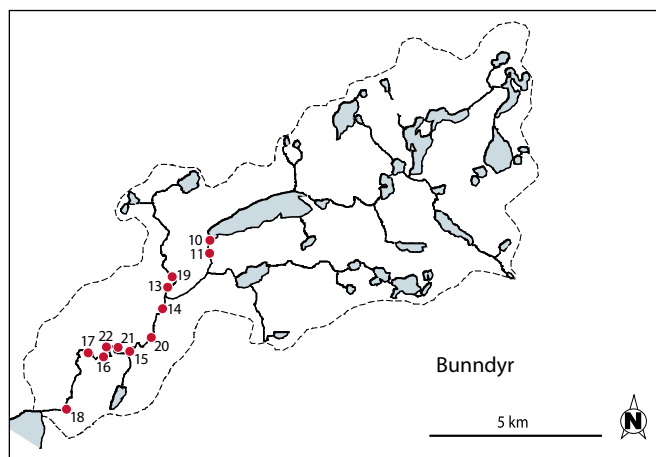
Forfatter: Arne Fjellheim, LFI-Unifob, Universitetet i Bergen

## 4.1 Innledning

Undersøkelser i forbindelse med 10-års verna vassdrag i 1979 viste at bunndyrfaunaen i den lakseførende delen av Vikedalsvassdraget bar preg av en begynnende forsurening (Raddum & Fjellheim 1984). Det var innslag av forsuringfølsomme bunndyr i elva, men bestandene var små og ustabile. I 1982 ble det startet rutinemessig overvåking av bunndyrfaunaen i forbindelse med Statlig program for forurensingsovervåking (SFT 1982). Resultatene fra de første årene viste at forsuringsskadene på bunndyrfaunaen var store (Raddum & Fjellheim 1984). Etter 1990 har det vært en signifikant positiv utvikling i den ukalkete delen av vassdraget, både med hensyn til bunndyr og vannkjemiske parametere (Fjellheim & Raddum 2001, SFT 2002). Vassdraget var imidlertid ennå ustabil, spesielt om våren.

Kalkingen av Vikedalselva startet våren 1987. Fra dette tidspunkt ble stasjonsnett i den kalkete delen av elva utvidet. I 1998 ble det opprettet en ny kalkdoserer i Litleelva. Stasjonsnett for prøvetaking av bunndyr er noe endret i forbindelse med den utvidete kalkingen. Litleelva blir nå prøvetatt før og etter kalking. I tillegg er det etablert en ny prøvetaksstasjon i hovedelva, en i Lysebekken og en i Mørkebekken. De to sistnevnte bekkene har god vannkvalitet og er potensielle kilder for kolonisering av dyr til hovedelvas nedre del. De inngår ikke i referansestasjonsnett. Fra og med 1998 blir det tatt prøver annet hvert år i forbindelse med kalkingsprosjektet (figur 4.1). Hensikten med undersøkelsene er å overvåke utviklingen av bunndyrsamfunnene i vassdraget med hensyn på forsuringsskade og biologisk mangfold.

For metodikk ved innsamling og analyse av bunndyr vises det til eget metodekap.



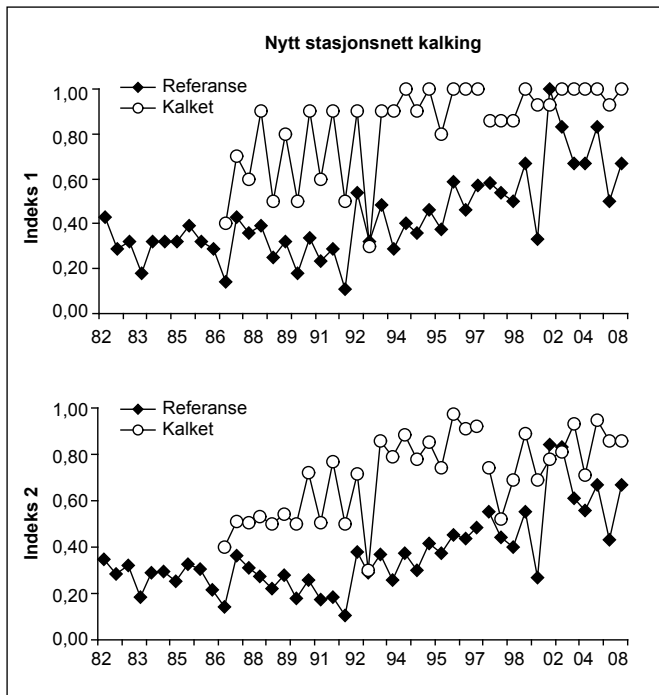
Figur 4.1. Prøvetaksstasjoner for bunndyr i Vikedalsvassdraget.

## 4.2 Resultater og diskusjon

Det ble registrert 3 døgnfluearter, 13 steinfluearter, og 16 arter/slekter av vårfluer i det undersøkte stasjonsnett i Vikedalselva i 2008 (**Vedlegg B1** og **B2**). Til sammen ble det funnet 14 arter/grupper av bunndyr som er sensitive overfor forsuring (Fjellheim & Raddum 1990). Artsmangfoldet i 2008 var likt det som ble registrert i 2006.

Etter kalkingen, som startet våren 1987 skjedde det en hurtig reetablering av sensitive bunndyr i hovedelven (**Figur 4.2** og **4.3**). Vårsituasjonen var imidlertid kritisk i de første årene, og de mest sensitive bunndyrene hadde problemer i denne perioden (Fjellheim & Raddum 1995). Dette bildet har endret seg i de senere år. Etter 1994 har den sensitive døgnfluen *Baetis rhodani* hatt gode tettheter nedstrøms kalkdosereren i hovedelva.

Vanlig damsnegl, *Lymnaea peregra*, ble registrert i den kalkete delen av hovedelva i 2008. Denne arten ble funnet i små tettheter i 1979 (Raddum & Fjellheim 1984). Etter en lang periode uten registreringer ble *L. peregra* registrert på nytt i 1995, 8 år etter kalkingen av vassdraget startet. Arten, som nå blir registrert årlig, har sannsynligvis overlevd i en eller flere refuger med bedre vannkvalitet. Bestanden er foreløpig liten i hovedelven. (**Vedlegg B1** og **B2**). Ferskvannssneglene er svært sensitive ovenfor både forsuring og lavt kalkinnhold (Økland 1990).



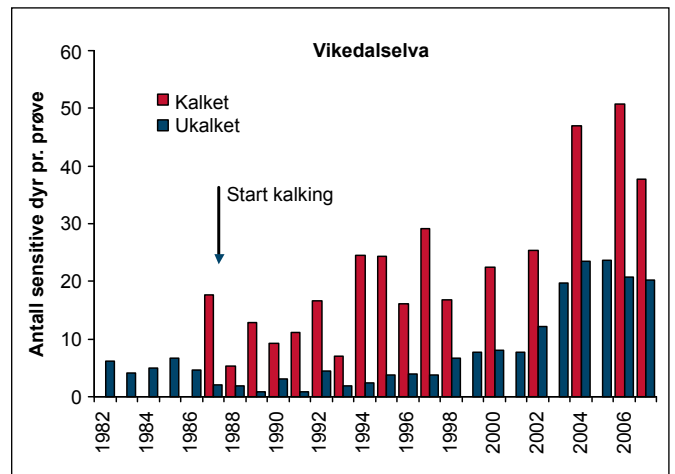
**Figur 4.2.** Gjennomsnitt forsøringsindeks for de kalkete stasjonene og for referansestasjonene i Vikedalselva 1982 - 2008. For detaljert beskrivelse av metodikken henvises til Fjellheim & Raddum (1990) (indeks 1) og Raddum 1999 (indeks 2).

Opptappingen av kalkingen har gitt utslag på forsøringsindeksene (**Figur 4.2**). Dette gjelder spesielt vårsituasjonen, som i de første årene etter at kalkingen startet var ustabil og viste negative avvik sammenlignet med høstverdiene. Forskjellene mellom indeks 1 og 2 indikerer at det var subletale effekter på populasjonen av døgnfluen *Baetis rhodani* i vassdraget i denne perioden. I perioden 1993 – 1997 bedret situasjonen seg betydelig og de to indeksene er blitt mer like. Dette viser at kontinuerlig dosering til et høyt pH-nivå sikrer stabile samfunn av forsørings-sensitive arter (Fjellheim & Raddum 1998). I de senere år ser det ut til at forskjellene mellom Indeks 1 og 2 er blitt større i den kalkete delen av elva. Dette kan indikere et sterkere subletalt stress.

Av **Figur 4.3** går det fram at den første kalkdosereren i Vikedalsvassdraget gav en umiddelbar respons i økte mengder av forsøringsfølsomme bunndyr i prøvene. I de senere år har mengdene av sensitive bunndyr økt ytterligere i kalket del. I perioden fra 1987 til 2008 er utviklingen mot økte tettheter av sensitive dyr signifikant ( $p < 0,001$ ). Vi ser også at det har vært en markert positiv reaksjon i referanseområdene. Denne reaksjonen kom senere enn i de kalkete lokalitetene. Økningen av sensitive bunndyr i den ukalkete delen av vassdraget i de siste 15 år er signifikant ( $p < 0,001$ ). Denne endringen er først og fremst en følge av redusert belastning av forsurende komponenter i nedbør og luft (SFT 2006).

Den nedre delen av Litleelva (St. 13) har vist en markert forbedring etter kalking. I 2008 var indeks 1 lik 1,0 om høsten. Lave indeks 2 verdier til samme tidspunkt viser imidlertid at de mest sensitive bunndyrene sannsynligvis er utsatt for subletalt stress. Vi har tidligere antydnet at doseringen i Litleelva bør økes noe (Fjellheim & Raddum 2003). Resultatene fra 2008 viser at det er vårsituasjonen som er mest kritisk.

Gjennomsnitt forsøringsindeks 1 i den ukalkete delen av vassdraget er blitt betydelig bedre i de senere år. Av **Figur 4.2** framgår at forsøringsindeksen svinger mye i referansestasjonene.



**Figur 4.3.** Gjennomsnitt antall forsøringsensitive bunndyr per prøve i de kalkete stasjonene og i referansestasjonene i Vikedalselva 1982 - 2008. Referansestasjonsnettet omfatter de lokalitetene som inngår i statlig program for forurensningsovervåking (SFT 2006). Kalkete lokaliteter er prøvetatt hvert annet år etter 1998.

# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemi

Resultater for 2008 fra den kontinuerlige pH-overvåkingen nedstrøms doseringsanlegget ved Låakafossen viste færre avvik enn året før. Det var 27 døgnerverdier med negativt avvik fra pH-målet på 0,10 til 0,2 pH-enheter. 15 av disse skjedde innenfor smoltifiseringsperioden (15. februar -31. mai) da laksen er aller mest følsom for surt vann. Resultatene av stikkprøvene under DN's vannkjemikontrollprosjekt viste at det fortsatt er relativt store svingninger i pH-verdiene gjennom året nedstrøms anlegget i Litleelva (pH 4,8-7,3), men at det nå stort sett dreier seg om overdosering.

I 2008 hadde alle stikkprøvene fra Opsalfossen pH-verdier på eller godt i overkant av de fastsatte vannkvalitetsmålene. Maksimalverdien for klorid på 6,17 mg/L (4. februar) kan tyde på at det var en mindre sjøsaltepisode på etterjulsvinteren dette året, men effektene på vannkvaliteten var små. Årsmiddelverdien for syrenøytraliserende kapasitet lå noe høyere og maksimalkonsentrasjonen av labilt aluminium (10 µg/L) noe lavere, enn året før.

I utkast til klassifiseringssystem for miljøkvalitet i ferskvann basert på prinsippene i Vanddirektivet (Lyche-Solheim *et al.* 2008) er det foreslått biologiske og kjemiske kriterier for vurdering av tilstand for laksesmolt. I følge kriteriene gir 10 µg/L LAI "God/moderat" tilstand med hensyn til sjøoverlevelse av laksesmolt.

## 5.2 Fisk

Kalking av Vikedalselva ble iverksatt fordi det var en tilbakegang i laksefisket og fordi det i flere år fra 1981 ble det registrert dødelighet på smolt og presmolt i elva (SFT 1983). Laks utgjorde imidlertid fram til begynnelsen av 1990-tallet en langt mindre andel av fangstene enn sjørret. Fangstene av sjørret økte før denne ble kalket. Etter kalking var det en betydelig økning i fangstene av laks fram til 2001. Det fanges nå praktisk talt ikke sjørret. Sjørret var fredet i 2008. Tellingene av gytefisk viser at elva fremdeles har en livskraftig bestand av sjørret, men at antallet

var relativt lavt. Det synes i tillegg å være en reduksjon og negativ tendens i fangstene av laks. Dette, sammen med en reduksjon i ungfiskbestanden av både laks og ørret, gir grunn til en viss grad av bekymring. Dykkerregistreringene viste imidlertid at gytebestanden av laks i 2008 var nesten dobbelt så høy som i 2007. Ut fra dette bør det forventes en høyere tetthet av 0+ laks i 2009. Behovet for kalking og kalkingstrategi bør vurderes med hensyn på å ivareta vassdragets sjørretbestand samtidig som andre tiltak i vassdraget bør vurderes.

## 5.3 Bunndyr

I 2008 var forsuringindeksene i den kalkete delen av hovedvassdraget tilfredsstillende. Bunndyrfaunaen i den kalkete delen av Litleelva viser en bedring, men er fremdeles påvirket av forsuring. Det biologiske mangfoldet har vist en økende tendens i de senere år. I den kalkete delen av hovedelva forventes en fortsatt øking av det biologiske mangfoldet, spesielt innen gruppen snegl og andre forsuringfølsomme bunndyr. Den ukalkete delen av Vikedalsvassdraget har vist forbedringer de senere år, men enkelte lokaliteter er fremdeles sterkt skadd. Dette gir seg utslag i en ustabil forsuringindeks.

## 5.4 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

Vannkvalitetsforbedringen oppstrøms Låakafossen (ovenfor doserer) ser ut til å ha tatt seg noe opp igjen basert på siste års resultater. Liten grad av sjøsaltpåvirkning dette året kan være noe av forklaringen. Det er kun tidvise og relativt små negative avvik fra pH-målet gjennom året i 2008.

Kalkdoserereren i Litleelva så ut til å fungere noe bedre i 2008 enn tilfellet har vært i de foregående årene. Stikkprøvene i 2008 registrerte ett alvorlig gjennombrudd av surt vann nedstrøms anlegget (pH 4,8). Bortsett fra denne episoden var det mer vanlig med overdosering enn underdosering fra anlegget.

## 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.
- 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. 1994. Overvåking av bunndyr i Vikedal. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1992. DN-Notat 1994-3, pp. 50-53.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1995. Overvåking av bunndyr i Vikedal. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1993. DN-Notat 1995-2, pp. 44-45.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1998. Overvåking av bunndyr i Vikedal. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat 1998-3, pp. 284-292.
- Fjellheim, A. and Raddum, G. G. 2001. Acidification and liming of River Vikedal, western Norway. A 20 year study of responses in the benthic invertebrate fauna. - *Water Air and Soil Pollution* (in press).
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 2003. Overvåking av bunndyr i Vikedalselva. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. DN-Notat 2003-3, s. 199-200.
- Fjellheim, A., Hesthagen, T., Raddum, G. & Larsen, B.M. 1987. Production, growth and food of young Atlantic salmon in two rivers with different acidification. - S. 500-507 i Perry, R., Harrison, R.M., Bell, J.N.B. & Lester, J.N., red. *Acid rain: Scientific and technical advances*. Publications Division, Selper Ltd., London.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. (1971). Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Hesthagen, T. 1989. Episodic fish kills in an acidified salmon river in southwestern Norway. - *Fisheries*, 14 (3): 10-17.
- Hindar, A., Larsen, B.M., Hesthagen, T., Fjellheim, A. & Raddum, G. 1989. Vikedalselva, Rogaland. - s. 31-46 i: Kleiven, E. (red.). *Kalkingsvirksomheten i 1987*. DN-rapport 1989-6.
- 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., Kaste, Ø., Fjellheim, A. & Raddum, G.G. 1996. Vikedalselva. - Direktoratet for naturforvaltning. *Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1995*.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Hårsaker, K., Kleiven, E., Kvellestad, A. & Simonsen, J.H. 2004. Vikedalsvassdraget. 3 Fisk. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2003. DNnotat 2004-2: 204-209.
- Larsen, B.M., Berger, H.M., Kleiven, E., Kvellestad, A. og Saksgård, R. 2006. Vikedalsvassdraget. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1: 194-199.
- Lyche Solheim, A., Berge, D., Tjomsland, T. Kroglund, F., Tryland, I., Schartau, A.K., Hesthagen, T., Borch, H. Skarbøvik, E., Eggestad, H.O. & Engebretsen, A. 2008. Forslag til miljømål og klassegrenser for fysisk kjemiske parametre i innsjøer og elver, inkludert leirvassdrag og egnethet for brukerinteresser. Supplement til Veileder i økologisk klassifisering. NIVA-rapport nr. 5708, 81 s.
- met.no 2009. Nedbørhøyder for 2008 fra meteorologisk stasjon Nedre Vats, samt normalperioden 1961-1990. Meteorologisk institutt, Oslo.
- Nordland, J. 1981. 10-års verna vassdrag i Vest-Norge. Vikedalsvassdraget. - DVF-Fiskerikonsulentene i Vest-Norge, 42 Statens forurensningstilsyn (SFT) 1983. Henriksen, A., m. fl. (Red.) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statens forurensningstilsyn. Rapport nr. 108/83.
- NVE 2009. Vannføring ved NVE-stasjon Holmen i Vikedal i 2008. Norges vassdrags- og energidirektorat, hydrologisk avdeling, Oslo.

- 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. 1984. Evertebratundersøkelser i Vikedalsvassdraget. - I: Henriksen, A. (Red.) Vikedalsvassdraget. Nedbør - vannkjemiske og biologiske undersøkelser i 1981 - 1983. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. 123/84. 160 s.
- Saksgård, L. & 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.
- Saltveit, S.J., Brabrand, Å., Berger, H. M., Kleiven, E., Pavels, H. og Smedstad, F. 2007. Vikedalselva. 3 Fisk. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. I DN-notat 2-2007-2: 4s.
- SFT 1983. Henriksen, A., m. fl. (Red.) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statens forurensningstilsyn. Rapport nr. 108/83.
- SFT 2002. Skjelkvåle, B. L. (red.) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Statlig program for forurensingsovervåking. Årsrapport – Effekter 2001. SFT Rapport 854/2002, 192pp.
- SFT 2006. Skjelkvåle, B. L. (red.) Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Statlig program for forurensingsovervåking. Årsrapport – Effekter 2005. SFT Rapport 970/2006, 172pp.
- Sivertsen, A. 1989. Forsuringstruede anadrome laksefiskbestander og aktuelle tiltak. NINA Utredning 10: 1-28.
- Økland, J. 1990. Lakes and snails. Universal book services, Oegstgeest.



# Vedlegg A. Primærdata – vannkjemi 2008

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	SiO <sub>2</sub>	Siisiumdioksyd
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO <sub>4</sub>	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO <sub>3</sub> -N	Nitrat		
Al/II	Ikke-løst aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAI	Løst aluminium	K	Kalium	Tot-P	Total fosfor		

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
32-9	Oppstr. Låkatossen	07/01/08	6,16	0,72	0,043	13	20	15	5	0,97	2,02	0,37	2,09	0,17	3,54	1,40	99	160	2	0,83	26
32-9	Oppstr. Låkatossen	04/02/08	6,02	0,63	0,042	12	33	21	12	0,94	2,31	0,35	2,43	0,16	4,54	1,39	100	170	2	0,79	6
32-9	Oppstr. Låkatossen	03/03/08	6,03	0,75	0,041	11	22	17	5	0,90	2,30	0,34	2,27	0,18	4,21	1,48	105	210	1	0,81	12
32-9	Oppstr. Låkatossen	25/03/08	6,04	0,74	0,040	10	21	16	5	0,84	2,25	0,37	2,41	0,20	4,32	1,48	120	175	1	0,79	16
32-9	Oppstr. Låkatossen	07/04/08	6,02	0,76	0,042	12	22	13	9	0,90	2,24	0,37	2,37	0,19	4,38	1,53	105	185	2	0,83	13
32-9	Oppstr. Låkatossen	05/05/08	6,02	0,70	0,043	13	22	16	6	0,87	2,09	0,35	2,22	0,17	4,21	1,42	105	185	2	0,83	9
32-9	Oppstr. Låkatossen	02/06/08	6,06	0,60	0,041	11	17	15	2	0,72	1,83	0,30	2,03	0,16	3,56	1,18	110	170	2	0,64	14
32-9	Oppstr. Låkatossen	07/07/08	6,14	0,56	0,043	13	24	22	2	1,2	1,80	0,26	1,92	0,16	3,11	1,15	92	230	2	0,58	19
32-9	Oppstr. Låkatossen	04/08/08	6,28	0,61	0,048	19	13	13	0	1,2	1,72	0,27	1,94	0,18	3,09	1,18	74	270	5	0,56	25
32-9	Oppstr. Låkatossen	01/09/08	6,11	0,56	0,043	13	23	18	5	1,3	1,55	0,25	1,66	0,13	2,63	1,06	59	144	3	0,56	24
32-9	Oppstr. Låkatossen	15/09/08	6,04	0,59	0,046	16	18	15	3	1,3	1,64	0,26	1,69	0,15	2,77	1,17	80	175	2	0,56	20
32-9	Oppstr. Låkatossen	06/10/08	6,07	0,61	0,042	12	27	27	0	1,8	1,74	0,29	1,87	0,26	3,03	1,12	68	270	5	0,64	29
32-9	Oppstr. Låkatossen	20/10/08	5,75	0,53	0,043	13	23	23	0	1,5	1,70	0,23	1,75	0,13	2,90	1,16	65	185	3	0,73	14
32-9	Oppstr. Låkatossen	03/11/08	6,07	0,69	0,044	14	21	19	2	1,5	2,07	0,32	2,18	0,27	3,65	1,31	84	235	3	0,77	26
32-9	Oppstr. Låkatossen	17/11/08	6,05	0,73	0,044	14	22	18	4	1,0	2,04	0,33	2,09	0,17	3,76	1,35	78	185	3	0,75	19
32-9	Oppstr. Låkatossen	01/12/08	6,19	0,76	0,049	20	18	17	1	0,98	2,13	0,30	2,06	0,16	3,54	1,26	77	144	2	0,81	25

St.nr.	St.navn	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
6	Oppsalfossen	07/01/08	6,72	2,12	0,103	76	17	12	5	1,1	3,42	0,58	2,73	0,64	4,68	1,98	345	450	5	1,39	91
6	Oppsalfossen	04/02/08	6,73	1,71	0,090	63	31	25	6	1,1	3,64	0,54	3,14	0,41	6,17	1,70	285	400	3	1,03	47
6	Oppsalfossen	03/03/08	6,59	1,92	0,085	58	23	18	5	0,91	3,34	0,50	2,93	0,40	5,72	1,80	275	355	2	1,09	56
6	Oppsalfossen	07/04/08	6,54	1,51	0,074	46	24	14	10	0,86	2,92	0,48	2,67	0,33	4,84	1,74	195	280	2	1,05	53
6	Oppsalfossen	14/04/08	6,71	1,93	0,096	69	24	17	7		3,28										
6	Oppsalfossen	21/04/08	6,60	1,70	0,084	57	19	15	4		2,78										
6	Oppsalfossen	28/04/08	6,46	1,13	0,062	34	29	23	6		2,41										
6	Oppsalfossen	05/05/08	6,62	1,57	0,087	60	19	14	5	0,99	2,76	0,42	2,54	0,36	4,42	1,51	145	315	3	1,03	66
6	Oppsalfossen	13/05/08	6,65	1,50	0,093	66	19	10	9		2,58										
6	Oppsalfossen	19/05/08	6,72	1,71	0,103	76	15	10	5		2,84										
6	Oppsalfossen	26/05/08	6,54	1,46	0,083	56	13	10	3		2,43										
6	Oppsalfossen	02/06/08	6,67	1,39	0,076	48	15	12	3	0,74	2,21	0,33	2,11	0,19	3,62	1,22	115	185	1	0,75	57
6	Oppsalfossen	07/07/08	6,50	1,47	0,072	44	18	14	4	1,2	2,57	0,40	2,29	0,37	3,76	1,63	245	385	5	0,94	58
6	Oppsalfossen	04/08/08	6,73	1,74	0,096	69	12	10	2	1,1	2,69	0,44	2,40	0,41	3,75	1,73	185	305	5	1,05	83
6	Oppsalfossen	01/09/08	6,59	1,22	0,080	52	11	8	3	1,3	2,26	0,36	2,09	0,33	3,29	1,36	110	290	5	0,77	61
6	Oppsalfossen	15/09/08	6,60	1,96	0,113	87	<5	<5	0	1,2	2,88	0,48	2,28	0,39	3,62	1,73	245	355	5	1,03	91
6	Oppsalfossen	06/10/08	6,51	1,36	0,066	38	28	29	0	2,0	2,38	0,41	2,21	0,26	3,67	1,45	165	295	7	0,83	59
6	Oppsalfossen	20/10/08	6,01	1,03	0,060	31	19	19	0	1,7	2,20	0,32	2,14	0,26	3,59	1,34	125	285	40	0,81	39
6	Oppsalfossen	03/11/08	6,56	1,87	0,090	63	18	15	3	1,2	3,02	0,48	2,61	0,40	4,29	1,77	265	360	3	1,22	80
6	Oppsalfossen	17/11/08	6,59	1,65	0,074	46	23	23	0	1,1	2,80	0,44	2,54	0,28	4,31	1,43	155	265	3	0,96	74
6	Oppsalfossen	01/12/08	6,63	1,78	0,086	59	17	16	1	0,98	3,15	0,49	2,85	0,35	4,42	1,47	205	295	5	1,24	92

# Vedlegg B. Primærdata – bunndyr 2008

Vedlegg B1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vikedalsvassdraget 13.05.2008

Stasjon	St.10	St.11	St.13	St.14	St..15	St.16	St.17	St.18	St.19	St.20	St.21	St.22
<b>Turbellaria</b>												
<i>Crenobia alpina</i>												2
<b>Nematoda</b>	6			1		2	1	2		2	3	
<b>Oligochaeta</b>	15	9	2	4	14	3	4	7	5	5	28	8
<b>Hirudinaea</b>												
** <i>Helobdella stagnalis</i>	1											
<b>Acari</b>	7	1	6	2	10	3	3		2	18	6	7
<b>Gastropoda</b>												
<i>Lymnaea peregra</i>						3	3			2		
<b>Ephemeroptera</b>												
*** <i>Baetis rhodani</i>		19		11	57	28	53	54		23	60	4
<i>Leptophlebia vespertina</i>				1								
<b>Plecoptera</b>												
<i>Amphinemura borealis</i>		25	6	40	24	30	55	23	54	16		2
<i>Amphinemura sulcicollis</i>			2	2				2			2	13
<i>Amphinemura standfussi</i>				1				1				1
<i>Amphinemura</i> sp.			7	6								
<i>Brachyptera risi</i>		2	1	14	8		9		60			34
<i>Leuctra hippopus</i>		2		2	2	1	3	1	4			
<i>Leuctra nigra</i>									1			
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	10	32		42	51	19	56		24	16	15	5
<i>Nemoura cinerea</i>			1					1				
<i>Protonemura meyeri</i>		1		3						1		
<i>Nemouridae</i> indet.							2					
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	8	3	2	1		1	1		7			10
** <i>Diura nanseni</i>			1				1					
** <i>Isoperla grammatica</i>		2	1	1	3					1		1
<i>Perlodidae</i> indet.				1								
<b>Megaloptera</b>												
<i>Sialis fuliginosa</i>						1	1					
<b>Trichoptera</b>												
<i>Agapetus ochripes</i>					1	7	16			1		
<i>Halesus radiatus</i>											1	2
<i>Rhyacophila nubila larve</i>	1	8	1	1		3	3	3	3	6	1	1
<i>Oxyethira</i> sp.										2		
<i>Mystacidessp.</i>	1											
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	13	2										
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	13	2		2		2	1					
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			2	1	2				6			
<i>Potamophylax</i> sp.											1	1
<i>Polycentropodidae</i> indet.	5	2				1						
<i>Limnephilidae</i> indet.						2						
** <i>Apatania</i> sp.						1	5			3		
** <i>Lepidostoma hirtum</i>					1	1				1		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	2	4				2		2				
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>		6		1	4	6	8	4		9		

Vedlegg B1. Forts.

	Stasjon	St.10	St.11	St.13	St.14	St..15	St.16	St.17	St.18	St.19	St.20	St.21	St.22
**	<i>Tinodes waeneri</i>						2						
	Trichoptera indet.				1								
	<b>Chironomidae</b> larver	49	81	28	22	89	116	170	145	50	144	207	174
	<b>Chironomidae</b> puppe		1	1		3	1	2				2	1
	<b>Ceratopogonidae</b>	1				2	2					1	
	<b>Simuliidae</b>		1			8				15		1	8
	<b>Tipuloidea</b>												
	<i>Tipula</i> sp.	1					2						
	<i>Antocha vitripennis</i>						5	3					
	<i>Pedicia rivosa</i>											1	
	<i>Dicranota</i> sp.	1	1	3	6	3	6	2	1	2	4		11
	Limonidae indet.						1						1
	<b>Diptera</b>												
	Empididae indet.	1	1	4			3	2	8	2	2	1	
	Muscidae								1			6	
	Diptera indet.											1	
	<b>Coleoptera</b>												
	<i>Limnius volckmari</i> larve	1	10	4	8	6	15	10	6		27		1
	<i>Limnius volckmari</i> adult			2	2						1		
	<i>Elmis aenea</i> larve			8	1	3	2	2	2	1	8		1
	<i>Elmis aenea</i> adult										1		
	<i>Elodes</i> sp.												2
	<b>Crustacea</b>												
	Ostracoda											1	
	Harpacticoida					1		2					
	Sum	136	215	82	177	292	271	418	263	236	293	338	290
	Forsuringsindeks 1	0,5	1	0,5	1	1	1	1	1	0	1	1	1
	Forsuringsindeks 2	0,50	0,79	0,50	0,60	1,00	1,00	0,92	1,00	0,00	1,00	1,00	0,56
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom													

**Vedlegg B2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Vikedalsvassdraget 03.11.2008.**

Stasjon	St. 10	St. 11	St. 13	St. 14	St. 15	St. 16	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 21	St. 22
<b>Nematoda</b>	4	4	1	1	1	1	1			1	2	
<b>Oligochaeta</b>	8	6	4	10	5	2	12	13	1	4	18	4
<b>Acari</b>	2	5	8	22	3	5	22	3	3	8		
<b>Gastropoda</b>												
*** <i>Lymnaea peregra</i>							1					
<i>Bivalvia</i>												
* <i>Pisidium</i> sp.											1	
<b>Ephemeroptera</b>												
*** <i>Baetis rhodani</i>	22	30	22	51	24	10	32	30		26	10	30
<i>Leptophlebia vespertina</i>		1			1	1						
<i>Leptophlebia marginata</i>	6				1							
<b>Plecoptera</b>												
<b>Amphinemura borealis</b>	3	7	65	9	8	8	23	3	65	10		7
<i>Amphinemura sulciollis</i>	2	3	10	4	28	18	7		3	15		21
<i>Brachyptera risi</i>	2	1	107	7	2		9	1	67	2	8	32
<i>Leuctra hippopus</i>	11	16	22	29	33	21	3		12	8	2	17
<i>Leuctra fusca</i>					1							
<i>Leuctra nigra</i>	1											
<i>Leuctra</i> sp.	2		1	1	1	1	13		2	4	1	
<i>Protonemura meyeri</i>		8	55	15	22	4	5	13	58	4		12
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	1		1									
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>		3	1	2	2	3	1		6	4	1	8
** <i>Isoperla grammatica</i>				3	5		3	1				1
** <i>Diura nanseni</i>		1		2	1					1		
<b>Trichoptera</b>												
<i>Rhyacophila nubila</i>			2	5	2	1	3	1	4	1		4
<i>Oxyethira</i> sp.	4	3		4		6	5			22		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	15	16			4	9	1			5		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			2							2		
<i>Neureclipsis bimaculata</i>	15											
Polycentropodidae indet.												1
<i>Limnephilidae</i> indet						1	1		3		1	1
<i>Lype reducta</i>						1						
** <i>Apatania</i> sp.						1	4					
<i>Agapetus ochripes</i>					1	6	21			28		
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>		1		3						4		
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		4		4		6	1			20		
** <i>Hydropsyche siltalai</i>		5	2	16	1			5				
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>	15	6		8	8	6	9			6		
** <i>Hydropsyche</i> sp.	3		3	2			5			5		
<b>Chironomidae larver</b>	122	55	155	171	66	113	340	215	29	351	41	73
<b>Ceratopogonidae</b>			18									
<b>Simuliidae</b>	1	10	110	22	5		3	8	65	4	11	6
<b>Tipuloidea</b>												
<i>Tipula</i> sp.	1			1		4	1				4	
<i>Dicranota</i> sp.				1	4	5	5	1		4	4	9
Tabanidae indet.												
<i>Antocha vitripennis</i>						8	11	2			2	
Limonidae indet.			1								1	

Vedlegg B2. Forts.

Stasjon	St. 10	St. 11	St. 13	St. 14	St. 15	St. 16	St. 17	St. 18	St. 19	St. 20	St. 21	St. 22
<i>Pedicia rivosa</i>					1							
<b>Diptera</b>												
Empididae indet.		1	8	5	1		1	10		3	1	
Ubestemt larve			1									
<b>Coleoptera</b>												
<i>Limnius volckmari</i>		2		3	5	24	24	4		17		1
<i>Elmis aenea</i>			8	1	1		13	6	1			
<b>Collembola</b>						1			1			
<b>Crustacea</b>												
<i>Bosmina</i> sp.	1	1	1						1			
Cyclopoida indet.	1											
Calanoida indet.		1										
Chydoridae indet.							1		1			
Ostracoda		1					1					
Harpacticoida								5				
Sum												
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	1,00	0,58	1,00	0,75	0,68	1,00	1,00	0,00	1,00	1,00	0,81
*** Meget følsom, ** Moderat følsom, * Lite følsom												

# Vossovassdraget

Ansvarlig koordinator: Sven-Erik Gabrielsen, LFI, Unifob-Miljøforskning, Bergen

Vannkjemi: Randi Saksgård og Ann Kristin Lien Schartau (NINA)  
Fisk: Sven-Erik Gabrielsen (LFI, Unifob-Miljøforskning)  
Bunndyr: Godtfred Anker Halvorsen (LFI, Unifob-Miljøforskning)

## 1 Innledning

### Bestandsutvikling for Vossolaksen

Vossovassdraget var tidligere en av de beste lakselvene på Vestlandet, og "Vossolaksen" representerer en av landets mest kjente bestander med storlaks. Et stort elveareal tilgjengelig for smoltproduksjon, kombinert med laksens store størrelse, tilsier et potensial for store fangstkvantum. I den offisielle fangststatistikken fra sportsfisket ble det i perioden 1949 til 1987 rapportert inn en årlig gjennomsnittlig fangst på 3486 kg. På sin gytevandring tilbake til vassdraget må Vossolaksen passere flere lange og trange fjorder. Disse naturgitte forholdene har gitt grunnlaget for framveksten av en rik fangstkultur basert på sitjenøter og kilenøter langs innvandringsruten. Laks tatt på sitje- og kilenotfiske i Stamnesområdet ble registrert og omsatt gjennom Stamnes Handelslag. Statistikken fra handelslaget viser at det i perioden 1949-1987 årlig ble omsatt 7861 kg laks (Barlaup og Skoglund 2008). Fangstene av laks i fjordområdene like utenfor vassdraget var således mer en dobbelt så høye som fangstene rapportert inn fra sportsfiske i vassdraget. Sammenstiltes fangstene fra elve- og sjøfiske i perioden 1949-1987, gir dette en årlig gjennomsnittlig fangst på 11 310 kg.

Fra 1987 til 1988 var det en dramatisk nedgang i sportsfiskefangstene, og vedvarende lave fangster i de etterfølgende årene medførte at laksebestanden ble fredet fra og med 1992. Med fredningen opphørte både ferskvannsfisket og sjøfisket. Resultater fra stamfiske i regi av Voss klekkeri viser klart at gytebestanden av laks har vært unormal lav fra 1993. Denne situasjonen har vedvart til tross for fredningen og viser at en eller flere faktorer har holdt bestanden nede gjennom hele 1990-tallet og fram til i dag. Årsaken til den uheldige bestandsutviklingen er ikke kjent. Flere faktorer, deriblant forsuring, angrep fra lakselus, rømt oppdrettslaks og effekter av regulering, har vært vurdert som skadelige for bestanden. For å motvirke eventuelle negative virkninger på laksebestanden som følge av forsuring er deler av vassdraget kalket siden 1994. For en samlet gjennomgang av bestandsutvikling, trusselfaktorer og iverksatte tiltak henvises det til egen utredning fra DN (Barlaup 2008).

## 1.1 Områdebeskrivelse

### Nøkkeldata

Vassdragsnr, fylke:	062.Z, Hordaland
Areal, naturlig nedbørfelt:	1492 km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	104 m <sup>3</sup> sek <sup>-1</sup>
Spesifikk avrenning:	63,5 l /sek km <sup>2</sup>
Vassdragsregulering:	Torfinnsvatn fraført i 1932 (47 km <sup>2</sup> stort nedbørfelt), bygging av Evanger kraftverk startet opp i 1963 og tilfører et 254 km <sup>2</sup> stort nedbørfelt
Lakseførende strekning:	ca. 35 km, fra Bolstadfjorden til Rognsfossen i Strandaelva og 2 km opp i Raundalselva, innsjøer utgjør ca halvparten av strekningen.
Vernestatus:	Vassdraget oppstrøms Vangsvatnet er vernet

Vossovassdraget er det største vassdraget i Hordaland. Den største innsjøen i vassdraget er det 8 km<sup>2</sup> store Vangsvatnet (**Figur 1.1**). Ovenfor dette består vassdraget av tre markerte forgreininger. Fra nord kommer Strandaelva som har sitt utspring på Vikafjellet, på grensen mellom Hordaland og Sogn og Fjordane. Raundalselva drenerer de mer østlige områdene mens Bordalselva drenerer de sørlige fjellområdene mot Hardangerfjorden. Fra Vangsvatnet renner Vosso via Evangervatnet og ut i Bolstadfjorden. På strekningen nedstrøms Vangsvatnet har Vossovassdraget en rekke sidevassdrag. Teigdalselva (147,5 km<sup>2</sup>) er det største av disse og munner ut i Evangervatnet.

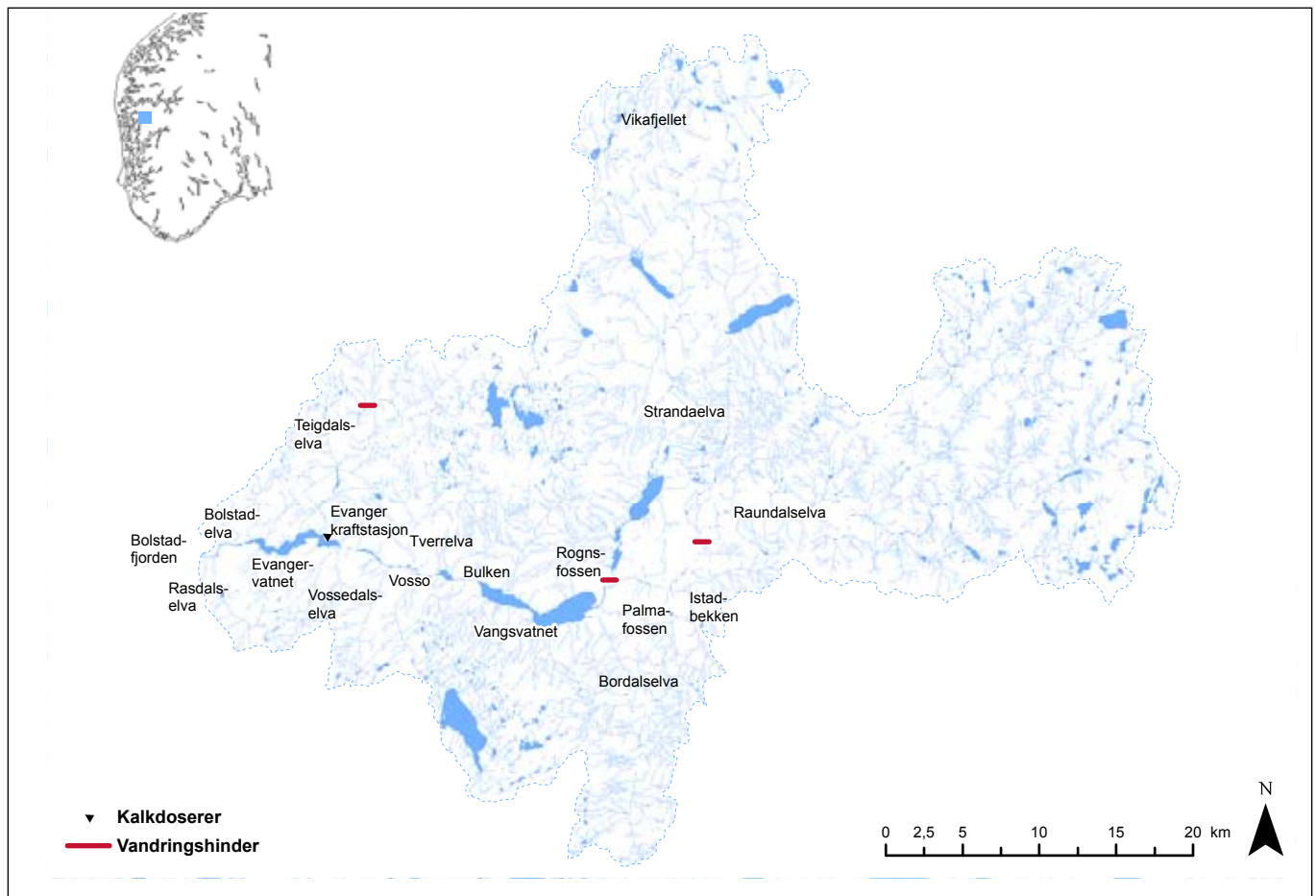
Den lakseførende strekningen i vassdraget er om lag 35 km hvorav innsjøene utgjør omtrent 18 km. I tillegg kommer sidevassdraget Teigdalselva med en lakseførende strekning på ca. 10 km. Bolstadelva utgjør den ca. 3,5 km lange elvestrekningen fra Bolstadfjorden til Evangervatnet. Fra Evangervatnet til Vangsvatnet er Vosso om lag 10 km og videre er det en 1,5 km elvestrekning fra Vangsvatnet og opp til samløpet mellom Strandaelva og Raundalselva. Oppgangshinder for laksefisk ligger ca. 0,5 km opp i Strandaelva (Rognsfossen) og ca. 2 km opp i Raundalselva ved Palmafossen. I Palmafossen ble det på slutten av 1950-tallet bygd laksetrapp for at laksen skulle kunne utnytte strekningen ovenfor fossen. Denne trappa

ble restaurert på slutten av 1980-tallet. Ved elektrisk fiske ovenfor trappa på 1990-tallet ble det bare sporadisk påvist laksunger. Da det elektriske fisket ble tatt opp igjen i 2002, ble det for første gang påvist naturlig rekrutterte laksunger fra flere årsklasser på strekningen (G. O. Henden, Voss klekkeri pers. medd., LFI upubliserte data). Dette er interessante observasjoner, siden den ca. 7-8 km lange strekningen tilgjengelig for laks ovenfor Palmafossen har et betydelig potensial for produksjon av laks.

Vassdraget er regulert ved overføringer fra øvre del av nabovassdragene i Eksingedalen og Modalen. Første del av reguleringen ble gjennomført i 1969 og det er senere utført en del mindre tilleggsreguleringer. Vannet fra reguleringen ledes til Evanger kraftstasjon og slippes ut i Evangervatnet.

## 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking:	Laksebestanden i vassdraget har vist en kraftig tilbakegang.
Biologisk mål:	Å sikre en vannkvalitet som muliggjør reproduksjon av laks og overlevelse av andre surhetsømfintlige organismer. Et langsiktig mål er at fiskebestandene skal opp på et nivå som er naturlig for vassdraget uten forurensing.
Vannkvalitetsmål:	pH 6,2 i perioden 15.02-31.03, pH 6,4 i perioden 01.04-31.05 og pH 6,0 resten av året.
Kalkingsstrategi:	Kalking med et doseringsanlegg (Evanger kraftstasjon) fra 1994 til 2005. Dosereren ble styrt etter vannføringen i kraftstasjonen. I tillegg er det blitt lagt ut skjellsand i følgende sideelver: Teigdalselva 1994-2003, Tverrelva 1994-96 og Rasdalselva 1997. Innsjøer i nedbørsfeltet til Raundalselva (1999-), Strandaelva (1993-), Teigdalselva (1997-) og Rasdalselva (1997-) samt flere mindre nedbørsfelt kalkes årlig. Fra 2001 t.o.m. 2005 var dosereren i drift kun i årets første 5-6 mnd. Dosereren har ikke vært i drift etter 2005.



Figur 1.1. Vossovassdraget med nedbørsfelt.



Årlig kalkforbruk har i perioden 2004-2008 variert mellom 48 og 630 tonn (100% CaCO<sub>3</sub>). Stans av kalkdoserer har medført en stor nedgang i mengde kalk som er tilført vassdraget i de tre siste årene. Til sammenligning ble det i 2000 kjørt ut 1932 tonn kalk fra dosereren (100 % CaCO<sub>3</sub>), hvorav 1513 tonn ble brukt før 1. juli.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk i tonn i Vossovassdraget i årene 2004-2008. Mengde kalk er omregnet til 100 % CaCO<sub>3</sub>.

År	2004	2005	2006	2007	2008
Doserer	495	604	0	0	0
Teigdalselva	0	0	0	0	0
Innsjø(er)/bekker	52	26	48	60	65
Sum	547	630	48	60	65

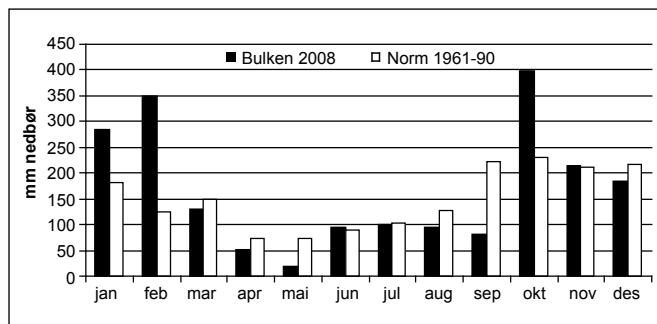
### 1.3 Nedbør i 2008

Meteorologisk stasjon ved Bulken (**Figur 1.2**):

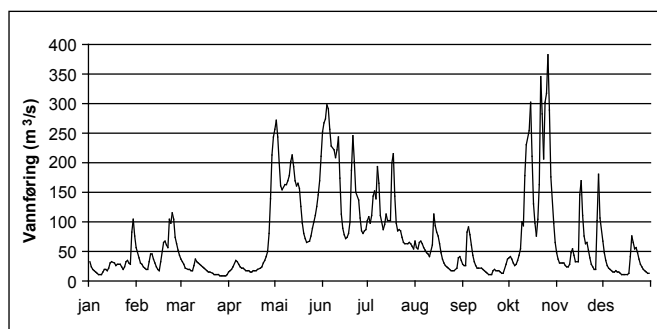
Årsnedbør 2008: 2000 mm

Normalt: 1801 mm

% av normalen: 111



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 og normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 ved meteorologisk stasjon ved Bulken (data fra DNMI 2009).



**Figur 1.3.** Vannføring (døgnmiddel) i Vosso ved Bulken i 2008 (data fra NVE 2009).

# 2 Vannkjemi

Forfattere: Randi Saksgård<sup>1</sup> og Ann Kristin Lien Schartau<sup>2</sup>

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

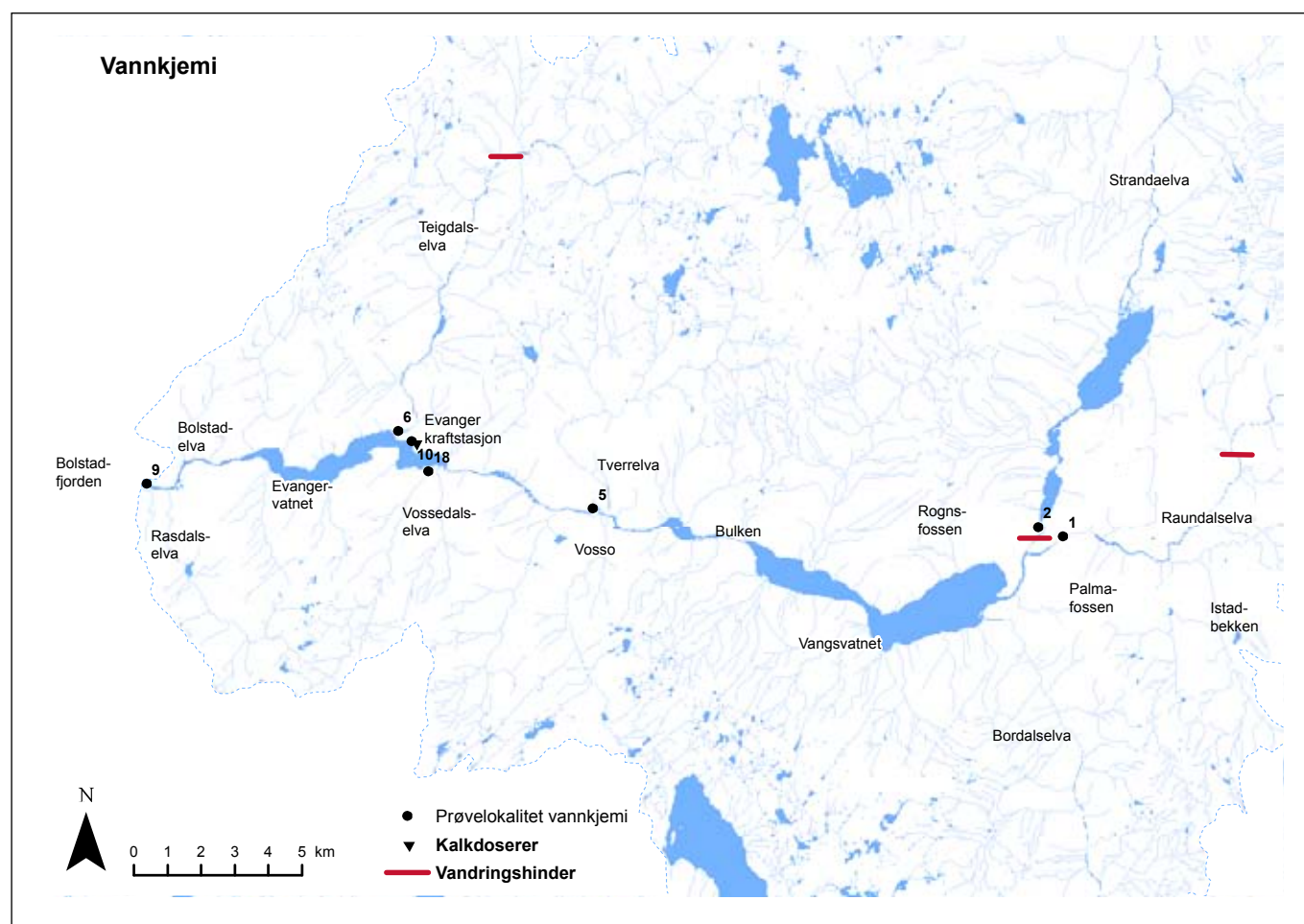
<sup>2</sup>Norsk institutt for naturforskning, Gaustadalléen 21, 0349 Oslo,

## 2.1 Innledning

Deler av Vossovassdraget har blitt kalket siden våren 1994. Kalkingen har omfattet utlegging av skjellsand i Teigdalselva (fram til 2004), samt etablering av en kalkdoserer ved utløpet av Evanger kraftstasjon (drift fram til 2006). I tillegg er det årlig kalking i flere av innsjøene i nedbørsfeltet.

Driften av kalkdosereren har blitt kontrollert ved prøver på stasjonene 9 og 11. Overvåkingen av vannkvaliteten ved stasjon 11, ovenfor kalkdosereren, ble stanset i februar 2006. I tillegg overvåkes vannkvaliteten i Raundalselva

(Lok. 1), Vosso ved Kvilekvål (Lok. 5), Teigdalselva (Lok. 6) og Vossedalselva (Lok. 18). Lok. 2 Strandaelva har vært ute av overvåkingen siden 2002, men ble tatt inn på nytt i 2008. Ytterligere to stasjoner, Lok. 3 utløpet av Vangsvatnet og Lok. 20 Rasdalselva, inngikk i overvåkingen frem til 2002, mens Evangervatnet utløp (Lok. 8) var en del av overvåkingen frem t.o.m. juni 2006. For plassering av vannkjemiske overvåkingsstasjoner, se **Figur 2.1**. M-lab AS gjennomførte analysene for vannkjemikontrollen frem til og med juni 2008 og VestfoldLAB AS i de siste seks månedene i 2008. Analysesenteret i Trondheim utfører analysene for effektkontrollen.



Figur 2.1. Stasjonsnett for vannkjemisk overvåking i Vossovassdraget 2008.

**Tabell 2.1.** Middels-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Vosso i 2008.

Nr	Stasjon		pH	Ca	Alk	Tot-Al	Um-Al	TOC	ANC
				mg/l	µekv/l	µg/l	µg/l	mgC/l	µekv/l
1	Raundalselva	Mid	6,3	0,77	27	41	2		
		Min	6,1	0,33	12	13	1		
		Maks	6,5	1,32	39	134	4		
2	Strandaelva	Mid	6,4	1,11	40	41	3		
		Min	6,2	0,42	22	18	1		
		Maks	6,6	1,87	58	73	7		
5	Kvilekvål	Mid	6,4	1,10	40	42	2	1,4	46
		Min	6,2	0,48	21	22	1	0,8	23
		Maks	6,6	1,58	56	67	6	2,3	64
6	Teigdalselva	Mid	6,4	1,30	40	36	3		
		Min	6,0	0,44	22	21	1		
		Maks	6,7	2,09	61	88	8		
9	Bolstadelva	Mid	6,3	0,92	33	40	2	1,2	39
		Min	6,2	0,50	20	22	1	0,7	25
		Maks	6,5	1,31	45	86	5	2,0	51
10	Evanger	Mid	6,1	0,70					
		Min	5,8	0,26					
		Maks	6,5	1,29					
18	Vossedalselva	Mid	5,7	0,36	6	64	10		
		Min	5,4	0,15	0	12	4		
		Maks	6,2	0,59	14	191	18		

## 2.2 Resultater og diskusjon

### Vannkjemisk måloppnåelse

Med bakgrunn i de vannkjemiske dataene fra 2008 er kalkingsmålet oppnådd for den lakseførende strekningen i Vosso (**Figur 2.2**). Ingen av målingene var mer enn 0,1 pH-enheter under vannkvalitetsmålet. Ved Kvilekvål (Lok. 5) lå 29 % av de månedlige målingene minst 0,3 pH-enheter over pH-målet, og ved Bolstadelva (Lok. 9, vannkjemikontrollen) lå 32 % tilsvarende over pH-målet. Sammenlignet med 2007 var det færre forhøyede pH-verdier i 2008.

### Vannkvaliteten i 2008

I hovedløpet i Vosso var vannkvaliteten stort sett tilfredsstillende i 2008 (**Figur 2.2**). Gjennomsnittsverdien for pH var svært lik i hele hovedløpet, mellom 6,3 og 6,4, og ingen pH-målinger var lavere enn 6,0 (**Figur 2.2, Tabell 2.1**). I Vosso ved Kvilekvål (Lok. 5) varierte pH mellom 6,2 og 6,6, med et årsgjennomsnitt på 6,4. I nedre del av den lakseførende strekningen (Lok. 9 Bolstadelva) varierte pH i de månedlige prøvene mellom 6,1 og 6,5 (**Tabell 2.1**). I enkelte perioder på sommeren ligger pH i Bolstadelva høyere enn lengre opp i hovedløpet, ved Kvilekvål (**Figur 2.2**). Dette var også tilfelle i de fem foregående årene (Saksgård & Schartau 2007). Det er til dels stor variasjon i pH i alle sideelvene, og dårligst vannkvalitet i Vossedalselva (Lok. 18) der pH

i 2008 varierte mellom 5,4 og 6,2 (**Tabell 2.1, Figur 2.3**). Øverst i vassdraget, Raundalselva (Lok 1) og Strandaelva (Lok 2), viser månedlige prøver en forholdsvis god og jevn vannkvalitet over året med pH rundt 6,3 og lave konsentrasjoner av aluminium (**Tabell 2.1, Vedlegg A.1**).

Innholdet av aluminium var generelt lavt på alle stasjoner i hovedelva (**Vedlegg A.1**). Konsentrasjonen av totalt aluminium (Tot-Al, tidligere Tr-Al) var <100 µg/l innenfor hele vassdraget, med unntak av en prøve i Vossedalselva og Raundalselva (**Figur 2.4, Vedlegg A.1**). Vossedalselva (Lok. 18) har som tidligere en gjennomgående høyere konsentrasjon av aluminium sammenlignet med målinger ved de andre overvåkingsstasjonene. I 2008 var konsentrasjonen av giftig aluminium (Um-Al) rundt 10 µg/l i Vossedalselva, mens den stort sett var <6 µg/l ved de andre lokalitetene (**Vedlegg A.1**). Tidligere data har vist at sjøsaltepisoder har en vesentlig betydning for mobilisering av giftig aluminium i sideelvene i Vosso (Hindar & Kroglund 2000, Saksgård & Schartau 2006). Målingene fra 2008 gir ingen indikasjoner på slike episoder (**Vedlegg A.1**).

Sideelvene nederst i vassdraget var tidligere antatt å bidra til en periodevis mer ustabil vannkvalitet i Bolstadelva (Lok. 9) sammenlignet med Kvilekvål og Evangervatnet. Samlet sett er det ikke en enkel sammenheng mellom pH

i sideelvene og pH i hovedløpet, og det er usikkert hvor mye de sure elvene bidrar til total vannføring i Vosso i ulike perioder av året. Problemstillingen er nærmere berørt i Kroglund *et al.* (1998). En svak naturlig bedring av vannkvaliteten i sure sideelver de siste årene kan ha hatt en positiv betydning for vannkvaliteten i Bolstadelva (Hindar & Schartau 2004). Målingene de siste årene tyder imidlertid på at den vannkjemiske forbedringen har flatet ut i disse sideelvene (**Figur 2.3**).

Innholdet av nitrogen (tot-N), fosfor (tot-P) og organisk karbon (TOC) viser at Vosso er et næringsfattig vassdrag, lite påvirket av humus. I øvre del av vassdraget, ved Kvilekvål (Lok. 5), varierte Tot-N mellom 81 og 320 µg/l med et årsgjennomsnitt i 2008 på 229 µg/l, mens Tot-P varierte mellom 1,4 og 5,1 µg/l med et gjennomsnitt på 3,4 µg/l. TOC varierte omkring 1,4 mg C/l og var på nivå med det som er målt tidligere. Innholdet av næringsalter og TOC er noe lavere nederst i vassdraget (Lok. 9) (**Vedlegg A.1**).

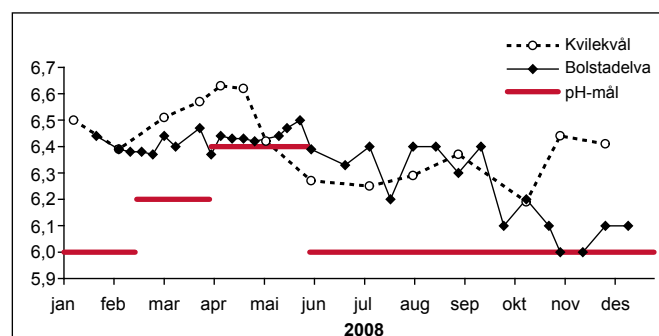
### Driftskontroll av kalkingen i Vosso

Vannkvaliteten oppstrøms kalkdosereren har de siste årene vært så god at det fra 2001 ble valgt å stanse driften av kalkdosereren i perioder av året, først fra juli-desember, senere også i januar og fra 2006 har dosereren ikke vært i drift. Overvåkingen av vannkvaliteten ovenfor kalkdosereren ved Evanger kraftstasjon (Lok. 11) ble stanset i februar 2006. Målinger fra de tre foregående årene viser at vannkvaliteten her er forholdsvis god, og pH har stort sett ligget over 6,1. Tidligere målinger av totalt aluminium og giftig aluminium har også vist lave konsentrasjoner ved denne lokaliteten (Saksgård & Schartau 2006). Nedenfor kalkdosereren (Lok. 10) varierte pH i 2008 mellom 5,8 og 6,5 med et årsgjennomsnitt på 6,1 (**Tabell 2.1**). pH var noe lavere i april-mai 2008 sammenlignet med tidligere år. Ca-konsentrasjonene ved Lok. 10 varierte mellom 0,26 og 1,29 mg/l i 2008.

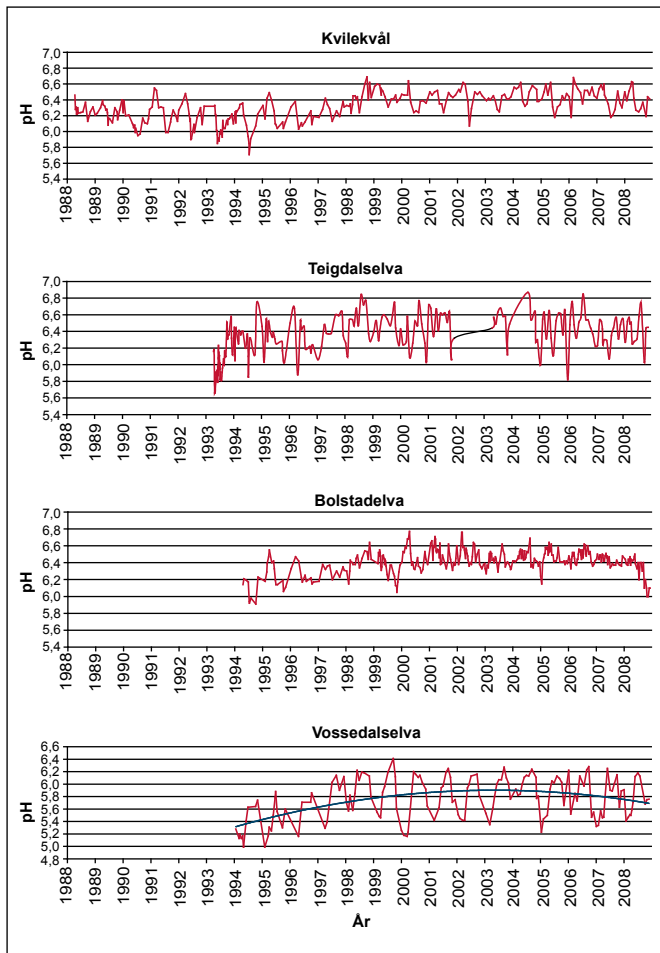
### Langtidsutvikling i vannkvaliteten

Resultatene viser at pH ved Kvilekvål er mer stabil og gjennomgående høyere etter 1997 sammenlignet med første halvdel av 1990-tallet (**Figur 2.3**). Med unntak av fire

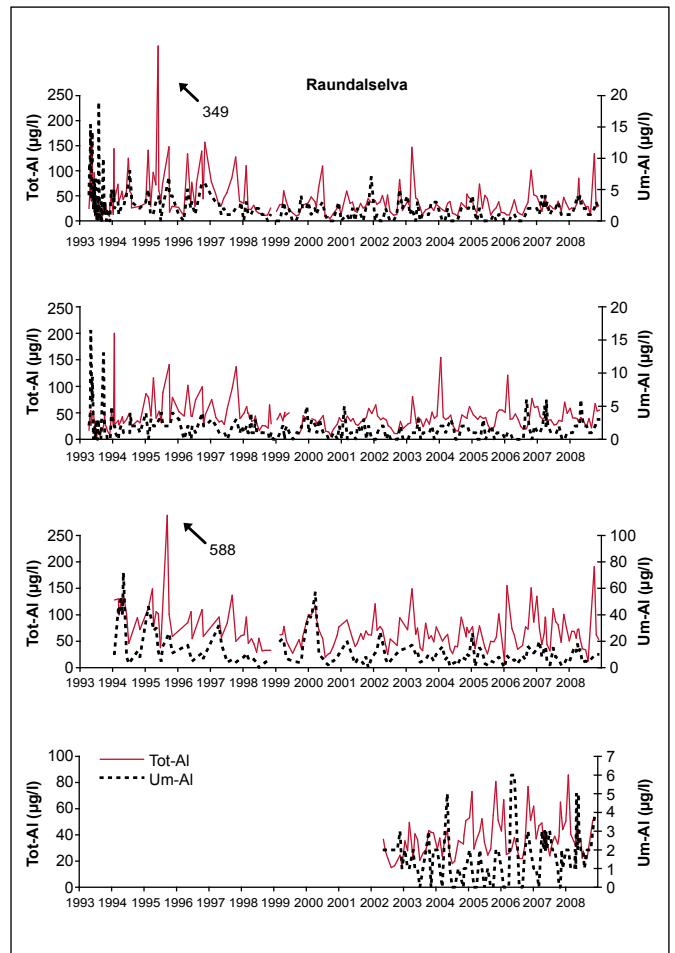
målinger er det ikke målt pH < 6,2 etter 1997. I Bolstadelva er det også en klar tendens til bedring i pH (høyere og jevnere) selv om det i perioden oktober-november 2008 ble målt pH-verdier på nivå med det som ble målt i 1994-95 (**Figur 2.3**). Denne stasjonen fanger opp variasjonen i pH for hele vassdraget med bidrag av sure sideelver, og målingene viser at det har vært en forbedring i vannkvaliteten for vassdraget samlet til tross for gradvis nedtrapping av kalkingen fra 2001. Målinger av aluminium i Bolstadelva (Lok. 9) viser enkelte høyere verdier av totalt aluminium (Tot-Al) i de siste fire årene sammenlignet med 2002-2004 (**Figur 2.4**). Sammenlignet med målinger av totalt aluminium på de andre stasjonene i vassdraget er disse verdiene likevel lave. Det har dessuten vært lave konsentrasjoner av giftig aluminium gjennom hele måleperioden (**Figur 2.4**). Bedring i vannkvaliteten i Vosso gjelder ikke kun kalkede deler av hovedløpet. Økt pH fra 1995/96 og redusert innhold av aluminium er registrert også i sure sideelver (**Figur 2.3-2.4**). Flere av sideelvene kan imidlertid være påvirket av innsjøkalking – dette gjelder bl.a. Raundalselva og Rasdalselva. Hvilken betydning innsjøkalkingen har i forhold til vannkvaliteten lenger ned i vassdraget er uklart (Hindar & Kroglund 2000). Utviklingen i den ukalkede Vossedalselva (**Figur 2.3-2.4**) indikerer likevel en naturlig bedring av vannkvaliteten i Vosso. Målingene tyder imidlertid på at denne utviklingen har stanset opp (**Figur 2.3**). Enkelte forhøyede konsentrasjoner av totalt aluminium og giftig aluminium forekommer fremdeles, men har blitt sjeldnere etter 2000 (**Figur 2.4**).



**Figur 2.2.** Variasjon i pH på lokaliteter som representerer lakseførende strekning i Vosso, Hordaland, i 2008. Data fra Bolstadelva er fra vannkjemikontrollen.



**Figur 2.3.** Langtidsserier (1988-2008) for pH på utvalgte stasjoner i Vosso, Hordaland. Merk: ulik skala på y-aksen. Data fra Bolstadelva er fra vannkjemikontrollen. Trendlinje Vossedalselva:  $y = -5E-08x^2 + 0,0038x - 66,57$ ,  $r^2 = 0,22$ .



**Figur 2.4.** Langtidsserier (1993-2008) for innhold av totalt aluminium (Tr-Al/Tot-Al) og giftig aluminium (Um-Al) på utvalgte stasjoner i Vosso, Hordaland. Tot-Al ble før 2000 målt som Tr-Al. Merk: ulik skala på y-aksen. Data er fra effektkontrollen.

# 3 Fisk

Forfatter: Sven-Erik Gabrielsen<sup>1</sup>

Medarbeidere: Tore Wiers<sup>1</sup>, Ole Sandven<sup>1</sup> og Einar kleiven<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LFI, Thormøhlensgate 49, 5006 Bergen

<sup>2</sup> NIVA Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

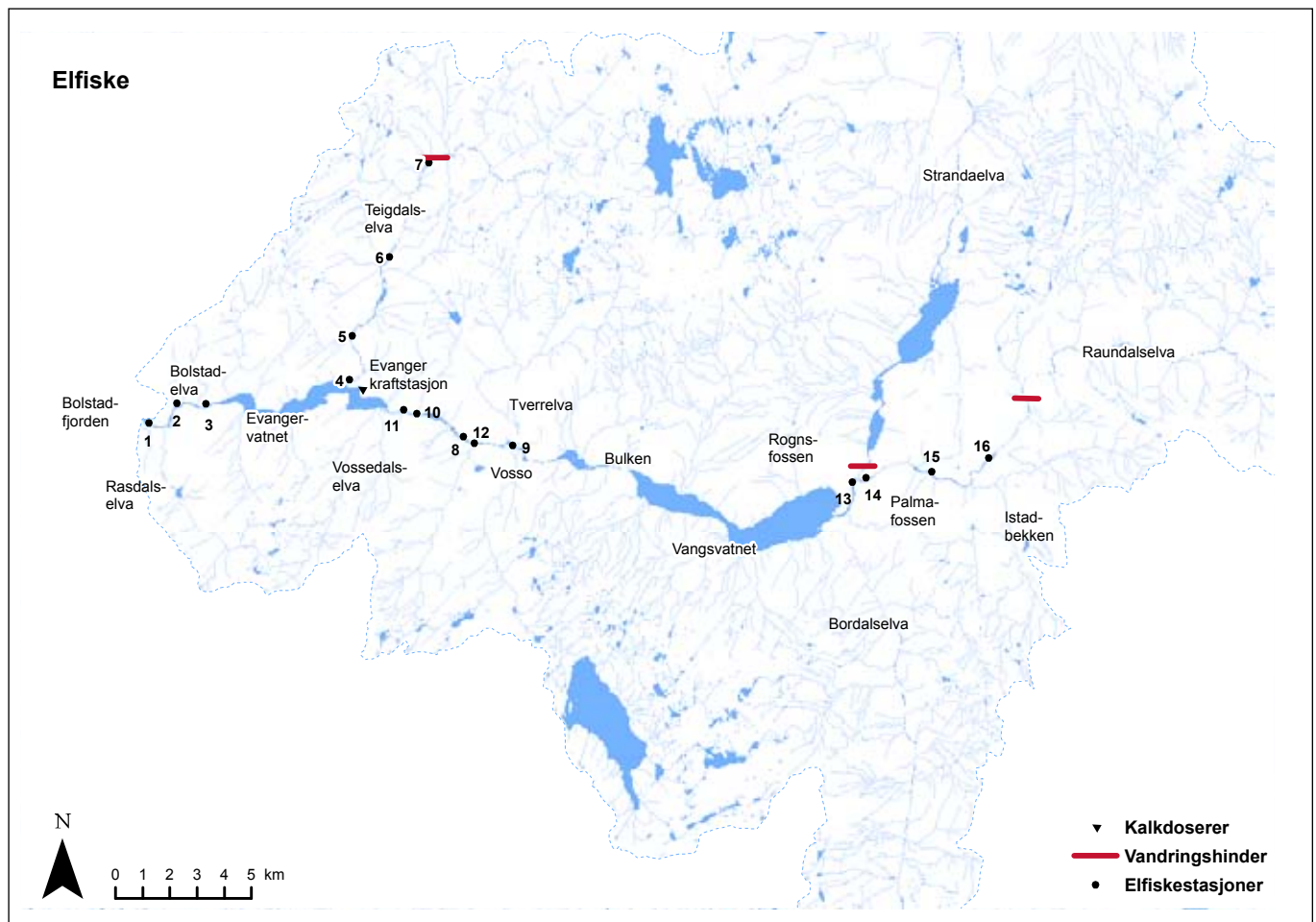
## 3.1 Innledning

Undersøkelsene av ungfiskbestandene i Vossovassdraget (Bolstadelva, Vosso og Teigdalselva) har pågått siden 1991. I perioden 1991-1993 ble undersøkelsene utført i regi av Fylkesmannen i Hordaland (Sægrov *et al.* 1994) og Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK) (Fjellheim *et al.* 1994). Fra og med 1994 har undersøkelsene vært utført på oppdrag fra DN. Fiskeundersøkelsene i 2006 ble foretatt på stasjonsnettets opprettet i perioden 1991-1993 (se Fjellheim *et al.* 1994), på to nye stasjoner i Vosso (st. 11 og 12) opprettet i 1999, og på to nye stasjoner i

Raundalselva oppstrøms Palmafossen opprettet i 2003. For en samlet gjennomgang av utviklingen for ungfiskbestandene i vassdraget henvises det til DN-utredning 2008-9 (Gabrielsen m.fl. 2008). Her sammenstilles resultater fra undersøkelsene av ungfisk i 2008 med tidligere års resultater.

### Overvåking av ungfisk

Stasjonsnettets for Teigdalselva, Bolstadelva og Vosso er gitt i **Figur 3.1**. Fisket i perioden 1991-2008 er utført i september, oktober eller november. Primærdata er gitt i **Vedlegg B**.



Figur 3.1. Stasjonsnett for undersøkelser av ungfiskbestandene i Vossovassdraget 2008. Kalkdoserer ble satt ut av drift i 2006.

### Utsetting av laks og aure

Siden 1990 har det i regi av Voss klekkeri vært drevet et omfattende kultiveringsarbeid med årlige utsetninger av ensomrig lakseyngel i Bolstadelva og Vosso. I tillegg har det i forsøksammenheng vært satt ut laksesmolt i Bolstadelva og Vosso i årene 2000-2003, og i 2005, 2006. I Teigdalselva er det i flere år siden 1990 satt ut ensomrig laks og aure. Fra og med 2001 er det årlig satt ut ensomrig lakseyngel oppstrøms lakseførende strekning i Strandaelva. All fisken satt ut fra Voss klekkeri har med få unntak vært merket med fettfinneklipping. For en oversikt over utsettingene i vassdraget fram til og med 2007 henvises det til Gabrielsen m.fl. (2008) og DN-Notat 2008-2.

I 2008 ble det totalt satt ut ca. 122 600 ensomrig laks fordelt på ulike elvestrekninger som vist i **Tabell 3.1**. I tillegg ble det lagt ut om lag 162 000 lakserogn på ulike elvestrekninger både i og oppstrøms lakseførende strekning. Dette er lakserogn fra Vossostammen som er ført tilbake fra genbanken i Eidfjord.

**Tabell 3.1.** Utsetting av ensomrig laks og lakserogn i Vossovassdraget i 2008. Data fra Voss klekkeri.

Lokalitet	Ensomrig laks		
	Umerket	Merket	Lakserogn
Bolstad		8 000	61 000
Vosso		32 950	78 000
Raundalselva		9 850	
Teigdalen		10 000	
Istadbekken		5 200	
Strandaelva	56 600		
Bordalselva			23 000
<b>Totalt</b>	<b>56 600</b>	<b>66 000</b>	<b>162 000</b>

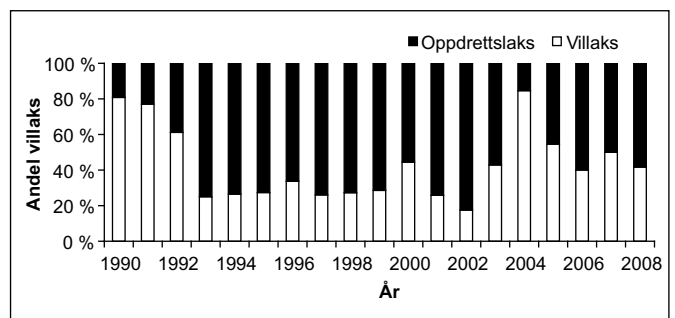
I undersøkelsene av ungfiskbestanden er det skilt mellom merket og umerket fisk. Både umerket og merket fisk er inkludert ved beregning av ungfisktettheter, men det prosentvise innslaget av merket fisk er angitt for hvert elveavsnitt.

## 3.2 Resultater og diskusjon

### Andelen oppdrettslaks tatt ved stamfiske

Laks som har vært fanget om høsten i regi av Voss klekkeri i perioden 1990-2008, har vært bestemt til villaks eller oppdrettslaks basert på morfologiske karakterer og analyser av skjell. Dette materialet viser at det fra og med 1998 er fanget et lavt antall villaks; under 10 stykker, med unntak av i 2002 (14 stk.) og i 2004 (11 stk.). I 2008 ble det fanget fem villaks (**Figur 3.2**). Videre tilsier materialet at rømt

oppdrettslaks har dominert gytebestanden i perioden 1993-2008. Undersøkelser utført i 1995 viste at hovedandelen av de undersøkte gytegrøpene var gytt av oppdrettslaks (Sægrov *et al.* 1997), og rømt oppdrettslaks utgjør en alvorlig trussel for den særegne storlaksstammen i Vosso (Skaala 2004). Av villaks undersøkt i forbindelse med sportsfiske og stamfiske i vassdraget i 1998-2008, var 25 fettfinnekleipte av totalt 83 villaks undersøkt, dvs. et innslag av fettfinnekleipt laks på ca. 33 %. Den fettfinnekleipte laksen stammer høyst sannsynlig fra utsetninger av ensomrig laks fra Voss klekkeri og viser at settefisk gir et betydelig bidrag til gytebestanden.



**Figur 3.2.** Andel villaks tatt ved stamfiske og registreringsfiske utført av Voss klekkeri i Vossovassdraget i perioden 1990-2008. Antall fisk i fangstene er gitt over hver søyle. Fangstinnsetningen har variert med størst innsats i perioden 1993-1998. Siden 1999 har fisket vært gjennomført for å fjerne oppdrettslaks og å registrere villaks. Data fra Voss klekkeri (Geir Ove Henden, pers. medd.).

### Rognplanting i Vossovassdraget vinteren 2008

Lakserognen, som ble plantet ut i kasser på øyerognstadiet, ble fordelt på ulike lokaliteter i Vosso og Bolstadelva. Det ble ikke telt opp antallet døde rogn i 2008, men i kassene som ble tømt ble det observert et lavt antall døde rogn (Geir Ove Henden, pers. medd.).

### Ungfisktettheter i Bolstadelva

#### Laks

De estimerte tetthetene av ensomrig laks i Bolstadelva har variert mye (fra 1-56 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) i perioden 1991-2008. For de fleste årene har tetthetene vært lave (**Figur 3.3**). Innslaget av merket ensomrig laks i Bolstadelva har variert fra 0 til 68 % i årene 1994-2007 (**Figur 3.4**). Fraværet av ensomrig settefisk i 1995 og i 2002 skyldes at fisken ble satt ut etter at elfisket var blitt gjennomført. I 2003 ble det ikke satt ut ensomrig settefisk. Det høyeste innslaget av settefisk ble registrert høsten 2001 med 68 %, mens det ikke er fanget ensomrig settefisk i 2006, 2007 eller i 2008. Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.2**.

Tetthetene av eldre laks i Bolstadelva har variert fra om lag 7 til 18 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i perioden 1992-2008, men lavere tettheter ble funnet i årene 1995, 1999 og i 2008 (**Figur 3.3**). Innslaget av eldre merket laks som stammer fra utsetting av ensomrig settefisk, har variert mellom 6 og 67 % i årene 1995-2008 (**Figur 3.4**). I 2008 ble det registrert et innslag på 42 % eldre settefisk. Samlet tilsier resultatene fra Bolstadelva at den naturlige rekrutteringen til laksestammen har variert mye i perioden 1991-2008, men at den generelle produksjonen av laks i Bolstadelva er lav. Flere år med relativt lave tettheter av naturlig rekruttert laks gjenspeiler trolig en lav gytebestand.

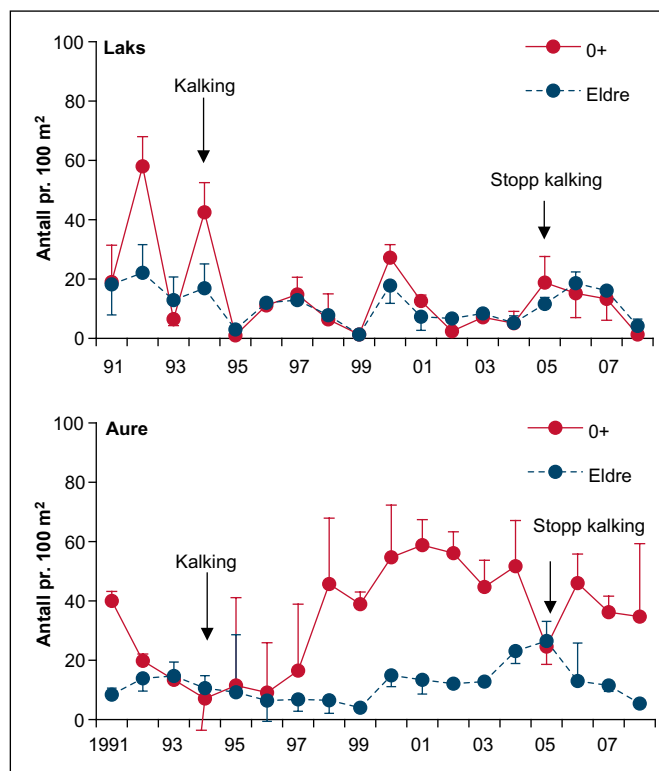
### Aure

I motsetning til de varierende tetthetene av lakseyngel synes tetthetene av ensomrig aure i Bolstadelva å være mer stabil. Tettheten av ensomrig aure funnet i perioden 1992-1997 har vært lavere enn 22 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tilsvarende tall for perioden 1998-2008 stort sett har vært over 35 fisk (**Figur 3.3**). I 2008 var tettheten på 35 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tetthetene av eldre aure har stort sett variert fra 4 til 15 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av eldre aure i 2008 var 5 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, og er av den nest laveste registreringen til nå i overvåkingen (**Figur 3.3**). Antall aure fanget og estimert bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.2**.

### Ungfisktettheter i Teigdalselva

#### Laks

Tidligere studier har vist at laksen har en begrenset utbredelse og forekomst i Teigdalselva (Fjellheim *et al.* 1994; Barlaup m.fl. 2004a). I perioden 1991-2008 har det stort sett blitt funnet lave tettheter av ensomrig laks (0-9 pr. 100 m<sup>2</sup>) og tosomrig og eldre laks (0-10 pr. 100 m<sup>2</sup>) (**Figur 3.5**). I 2008 ble det registrert 5 ensomrige og 15 eldre laks pr 100 m<sup>2</sup>, men resultatet gjenspeiler et høyt innslag av settefisk. I perioden 1996-2008 er naturlig reprodusert laks stort sett bare funnet på de to nederste stasjonene i Teigdalselva (nedstrøms Mestadvatnet). Utsettingene av laks i Teigdalselva som opphørte i 1992, startet opp igjen



**Figur 3.3.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for de tre stasjonene avfisket i Bolstadelva i perioden 1991-2008. Merket settefisk er inkludert i beregningsgrunnlaget. I 1995 og 2002 ble settefisk satt ut i etterkant av undersøkelsene, mens det ikke ble satt ut ensomrig laks i 2003. Data fra 1993 etter Sægrov (pers.medd.). Stasjonsnettet fra 1993 avviker noe fra det faste stasjonsnettet.

i 2004 (**Tabell 3.1**). Det er siden den gang registrert laks på alle stasjonene og innslaget av ensomrig settefisk laks har vært på mellom 70-90 % (27 % i 2008), mens innslaget av eldre settefisk laks har vært på mellom 30-80 % (**Figur 3.6**). Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.3**.

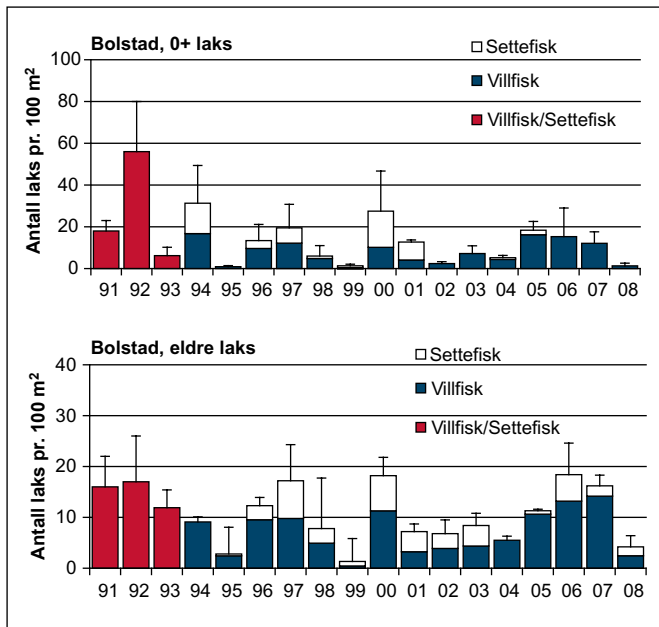
#### Aure

Ungfisktetthetene av aure i Teigdalselva har periodevis vært påvirket av utsettingene (1991-1995) av ensomrig fisk. Dette forklarer delvis den høye tettheten av ensomrig

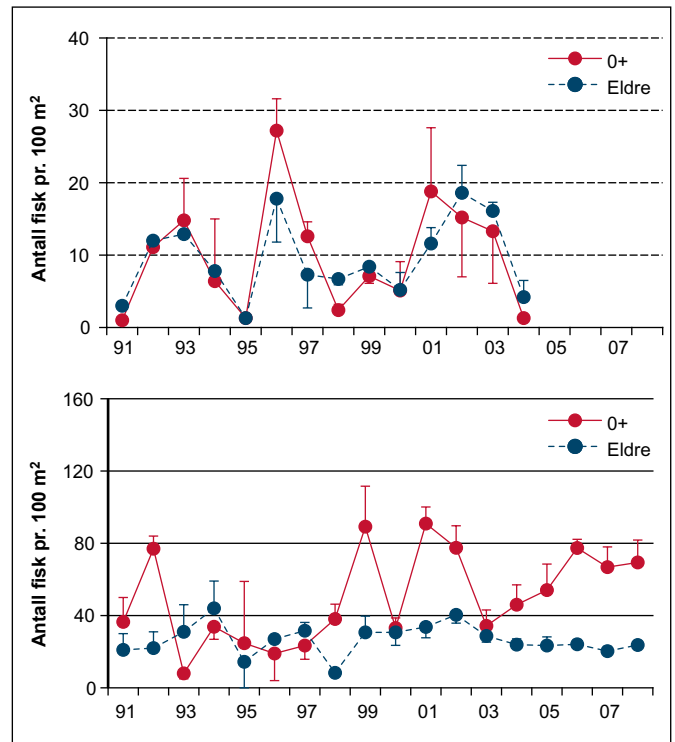
**Tabell 3.2.** Antall laks og aure fanget og estimert bestandstetthet på ulike stasjoner i Bolstad høsten 2008. KI er Konfidensintervall.

Stasjon	Areal	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	7	65	0	5	58	7
2	100	0	22	0	0	15	7
3	100	11	33	4	7	31	2
Sum	300	18	120				
Tetthet 1 (± KI)				1 ± 1	4 ± 2	35 ± 25	5 ± 1
Tetthet 2 (± KI)				1 ± 3	4 ± 4	35 ± 25	5 ± 3





**Figur 3.4.** Gjennomsnittlige tettheter av villfisk og settefisk for ensomrig laks (øvre panel) og eldre laks (nedre panel) på stasjonsnettet i Bolstadelva i perioden 1991-2008. I perioden 1991-1994 var det ikke mulig å skille settefisk fra villfisk. I 1995 og 2002 ble settefisken satt ut etter undersøkelsene, mens det ikke ble satt ut ensomrig merket laks i 2003.



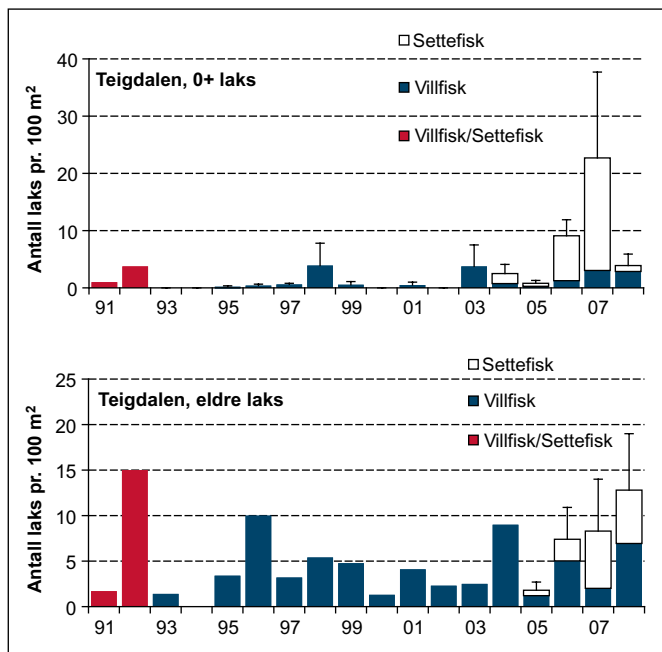
**Figur 3.5.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for de fire stasjonene avfisket i Teigdalselva i perioden 1991-2008.

aure funnet høsten 1992 (77 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>). I de fleste årene har imidlertid tetthetene av ensomrig aure variert fra om lag 20-40 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Siden 2001 har tetthetene av ensomrig aure vært over 50 individer pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.5**). Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.3**.

Tetthetene av eldre aure har vært relativt stabile i hele overvåkingsperioden 1991-2008 med tettheter på mellom 20 og 40 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Unntakene er de lave tetthetene i 1995 og 1998 (hhv. 13 og 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) og de høyere tetthetene funnet i 1996 og 1997 (hhv. 47 og 51 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>). I 2008 ble det registrert 24 fisk pr 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.5**). I perioden 1994-1997 utgjorde merket settefisk henholdsvis 0 %, 17 %, 33 % og 6 % av innsamlet tosomrig og eldre fisk. Det er ikke blitt fanget settefisk siden 1997.

**Tabell 3.3.** Antall laks og aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner i Teigdalselva høsten 2008. KI er Konfidensintervall.

Stasjon	Areal	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	Eldre	0+	Eldre
4	100	6	93	1	5	66	28
5	100	33	52	8	27	35	17
6	50	0	136	0	0	223	53
7	100	24	29	6	19	18	11
Sum	350	63	310				
Tetthet 1 (± KI)				5 ± 2	15 ± 5	69 ± 12	24 ± 2
Tetthet 2 (± KI)				4 ± 4	13 ± 12	86 ± 92	28 ± 18



**Figur 3.6.** Gjennomsnittlige tettheter av villfisk og settefisk for ensomrig laks (øvre panel) og eldre laks (nedre panel) på stasjonsnettet i Teigdalen i perioden 1991-2008. I 1991 og 1992 var det ikke mulig å skille settefisk fra villfisk. Utsettingene opphørte i 1992, men startet opp igjen i 2004.

at utsettingene ikke var ferdige ved undersøkelsestidspunktet. I 2003 ble det bare satt ut 4400 laks. I 2008 var innslaget av ensomrig settefisk 20 %. Tettheten av eldre laks på stasjonene i Vosso har i hovedsak ligget i intervallet fra om lag 13 til 30 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.7**). I 2008 var tetthetene av eldre laks 7 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> og er den nest laveste registreringen til nå i overvåkingsperioden. Stasjonene i Vosso har gjennomgående hatt høyere tettheter av eldre laks enn stasjonene i Bolstadelva. Innslaget av eldre settefisk har i flere år vært betydelig og utgjort over 25 % (**Figur 3.8**). I 2008 var innslaget av eldre settefisk på 41 %. Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.4**.

### Aure

Tetthetene av ensomrig aure på stasjonene i Vosso i årene 1991-2008 er vist i **Figur 3.7**. I årene 1998 til 2002 har tetthetene vært stabile og har variert fra 42 til 53 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. I perioden 2003-2008 har tettheten av ensomrig aure variert fra 20 til 32 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Tettheten av eldre aure varierte fra 6 til 40 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i årene 1994 til 1997, og har siden 1998 variert mellom 10 til 23 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.7**). I 2008 var innslaget av eldre settefisk på 41 %. Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.4**.

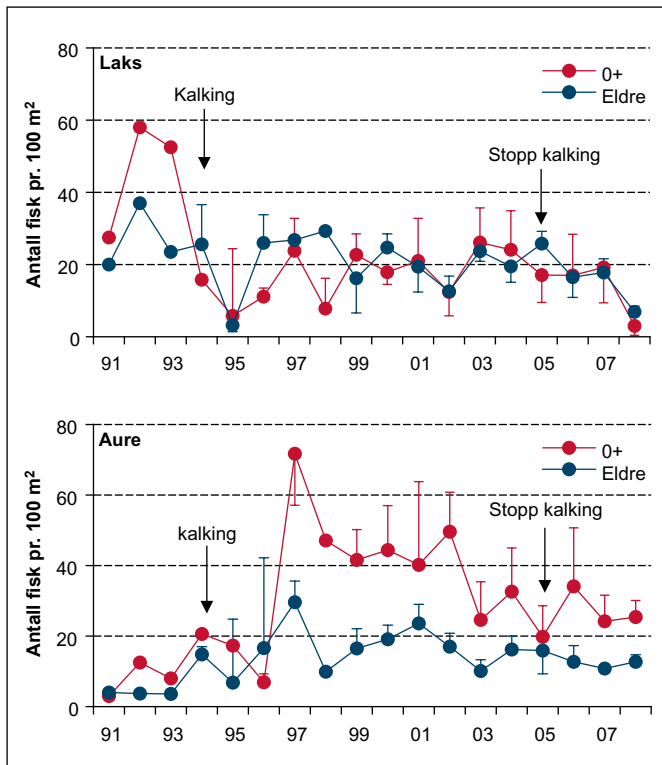
## Ungfisktettheter i Vosso

### Laks

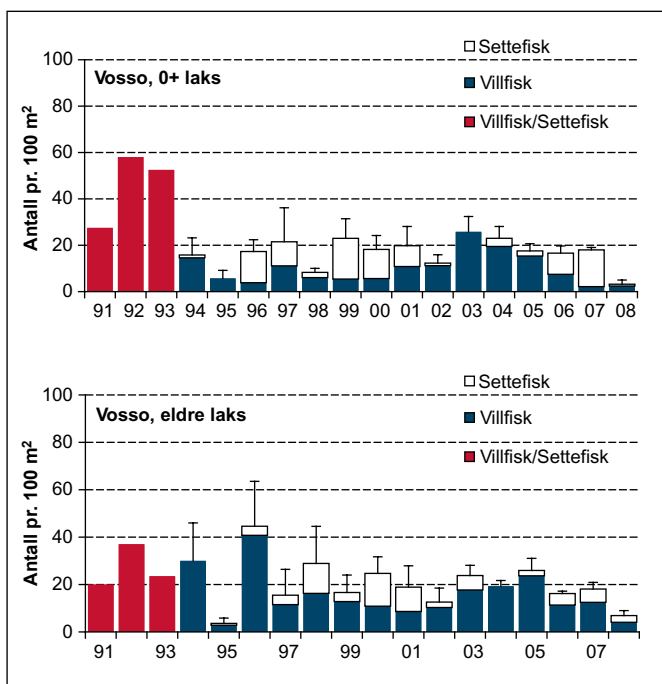
Tetthetene av ensomrig laks på stasjonene i Vosso har variert fra 3 til 26 individer pr. 100 m<sup>2</sup> i årene 1994-2008. I 2008 var tettheten på 3 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> og er den laveste tettheten registrert til nå i overvåkingsperioden (**Figur 3.7**). Innslaget av merket ensomrig laks i Vosso er betydelig og har i flere år vært over 50 % (**Figur 3.8**). Fraværet av settefisk i 1995 skyldes at fisken ble satt ut etter at elfisaket var blitt gjennomført og det lave innslaget i 2002 skyldes

**Tabell 3.4.** Antall laks og aure fanget og estimert bestandstetthet på ulike stasjoner i Vosso høsten 2008. KI er Konfidensintervall.

Stasjon	Areal	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	Eldre	0+	Eldre
8	100	9	29	3	6	19	10
9	100	5	39	0	5	29	11
10	100	10	60	2	8	44	21
11	100	6	35	1	5	25	11
12	100	18	24	10	10	12	12
Sum	500	48	187				
Tetthet 1 (± KI)				3 ± 3	7 ± 2	25 ± 5	13 ± 2
Tetthet 2 (± KI)				3 ± 4	7 ± 2	26 ± 10	13 ± 4



**Figur 3.7.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for de fem stasjonene avfisket i Vosso i perioden 1994-2008. Merket settefisk er inkludert i beregningsgrunnlaget. Data fra 1993 etter Sægvog (pers.medd.). Stasjonsnettet i 1991-1993 avviker noe fra det faste stasjonsnettet i perioden 1994-2008.



**Figur 3.8.** Gjennomsnittlige tettheter av villfisk og settefisk for ensomrig laks (øvre panel) og eldre laks (nedre panel) på stasjonsnettet i Vosso i perioden 1991-2008. I perioden 1991-1994 var det ikke mulig å skille settefisk fra villfisk. Fraværet av settefisk i 1995 skyldes at fisken ble satt ut etter at el.fiske var blitt gjennomført og det lave innslaget i 2002 skyldes at utsettingene ikke var ferdige ved undersøkelsestidspunktet. I 2003 ble det bare satt ut ca. 4 400 ensomrig laks og det ble ikke registrert eldre settefisk i 2004.

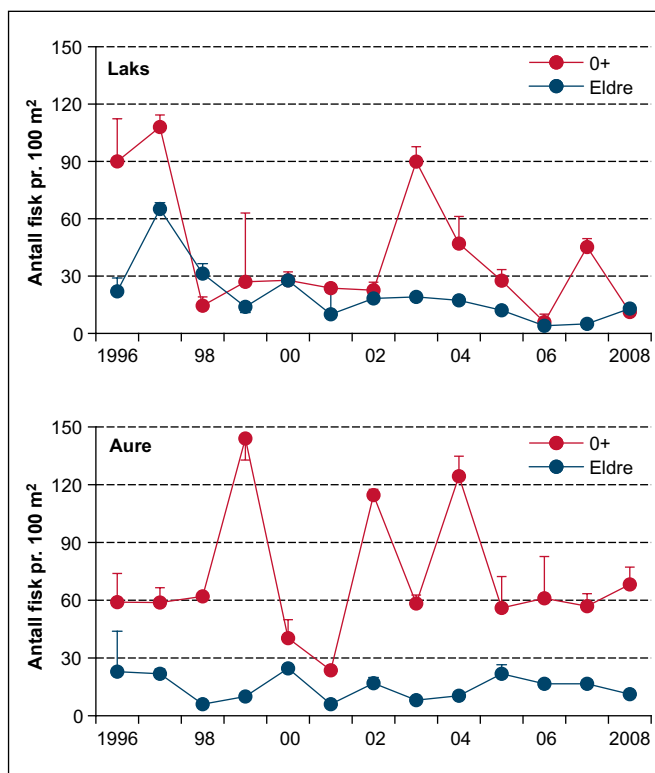
## Ungfisktettheter oppstrøms Vangsvatnet

### Laks

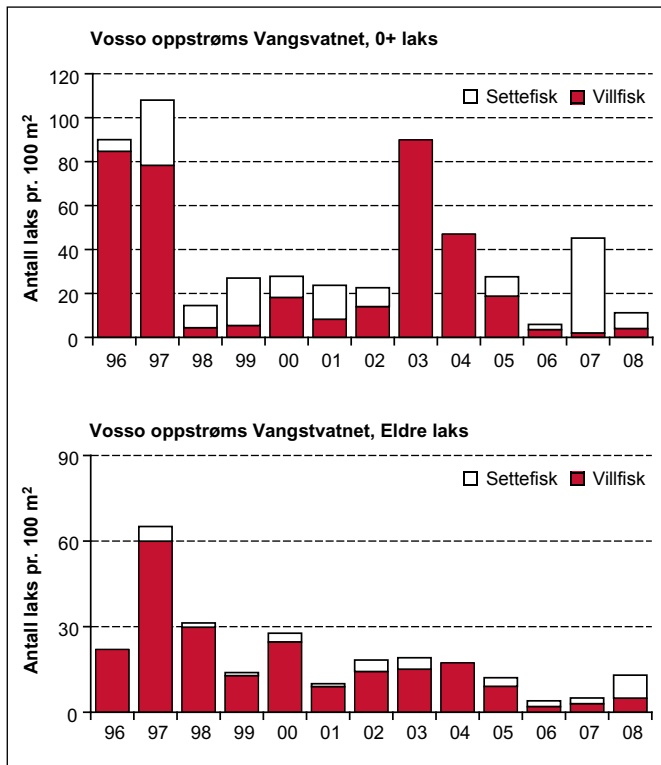
Tetthetene av ensomrig laks har variert mye i undersøkelsesperioden på stasjonen oppstrøms Vangsvatnet (**Figur 3.9**). I perioden 1996-2008 har tetthetene av laks på denne stasjonen variert fra 6 til 108 ensomrig laks og fra 4 til 65 eldre laks pr. 100 m<sup>2</sup>. Innslaget av merket ensomrig laks har vært høyt og stort sett vært over 50 %. I 2008 var innslaget på 64 % (**Figur 3.10**). Det var ikke satt ut ensomrig laks i 2003 og den høye tettheten av ensomrig laks registrert høsten 2003 stammet derfor utelukkende fra naturlig rekruttering. Det ble ikke funnet merket fisk blant eldre laks i 1996 og innslaget av merket laks i perioden 1997-2001 har vært lavt. Siden 2002 har settefisken utgjort over 20 % av det innsamlede materialet av eldre laks med unntak av 2004 da det ikke ble registrert settefisk. Dette skyldes at det ikke ble satt ut fisk i 2003. Innslaget av eldre settefisk i 2008 var på 62 % (**Figur 3.10**).

### Aure

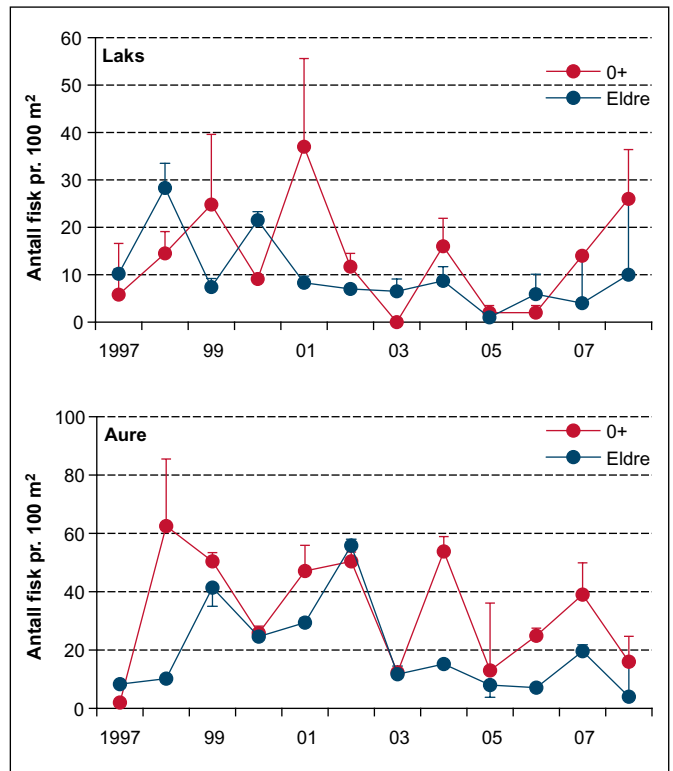
På den samme stasjonen ble det funnet høye tettheter av ensomrig aure i perioden 1996-2008 med unntak av årene 2000 og 2001, da tetthetene var lavere (**Figur 3.9**). Tetthetene av eldre aure har i perioden variert fra 6 til 25 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>.



**Figur 3.9.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på stasjonen ved Langabrua (st. 13) oppstrøms Vangsvatnet i perioden 1996-2008. Merket settefisk er inkludert i beregningsgrunnlaget.



**Figur 3.10.** Gjennomsnittlige tettheter av villfisk og settefisk for ensomrig laks (øvre panel) og eldre laks (nedre panel) på stasjonen ved Langabrua (st. 13) oppstrøms Vangsvatnet i perioden 1996-2008.



**Figur 3.11.** Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) på stasjonen i Raundalselva (st. 14) oppstrøms Vangsvatnet i perioden 1996-2008. Merket settefisk er inkludert i beregningsgrunnlaget.

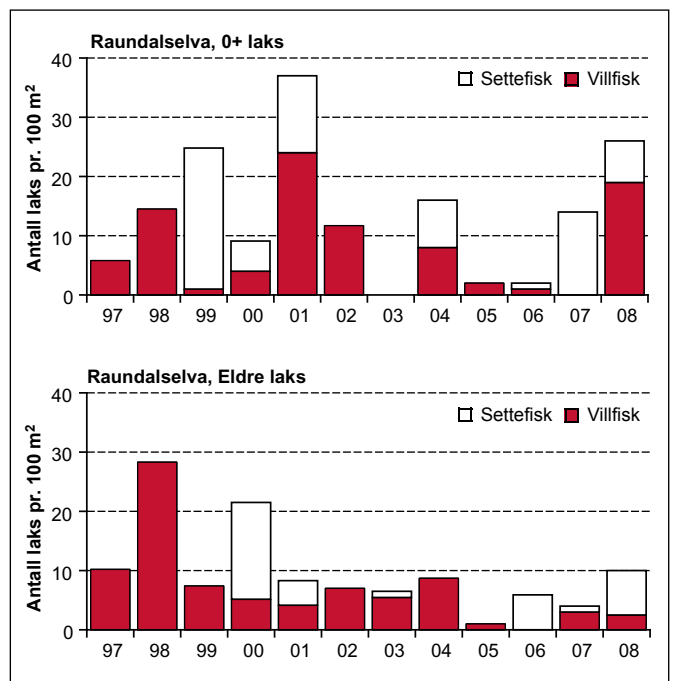
## Ungfisktettheter i Raundalselva nedstrøms Palmafossen

### Laks

Resultatene fra fiske av stasjonen i Raundalselva er gitt i **Figur 3.11**. I perioden 1997-2008 har tetthetene av laks på denne stasjonen variert fra 0 til 37 ensomrig laks og fra 1 til 28 eldre laks pr. 100 m<sup>2</sup>. Det ble først påvist ensomrig settefisk på stasjonen i 1999, da denne gruppen utgjorde hele 96 % (**Figur 3.12**). I perioden 2000-2008 har ensomrig settefisk utgjort over 35 %. I 2002 ble undersøkelsen utført før utsetting av fisk, mens det ikke ble satt ut laks i 2003. Det ble ikke registrert ensomrig settefisk i 2005, mens alle ensomrige laks i 2007 var settefisk. Det ble for første gang registrert eldre settefisk i 2000, da denne gruppen utgjorde 76 % (**Figur 3.12**). Tilsvarende innslag av settefisk i 2001 var 35 % og i 2003 16 %, samtlige eldre laks i 2006 var settefisk mens innslaget i 2007 var på 25 %. I 2008 var andelen settefisk på 75 %. Det ble ikke registrert settefisk i 2002, 2004 eller i 2005.

### Aure

Tetthetene av ensomrig aure har variert mye på denne stasjonen i perioden 1995-2008, men har vært høyere enn 25 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> med unntak av årene 1997, 2003 og i 2005 (**Figur 3.11**). Tetthetene av eldre aure har variert fra 8 til 56 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i samme periode (**Figur 3.11**).



**Figur 3.12.** Gjennomsnittlige tettheter av villfisk og settefisk for ensomrig laks (øvre panel) og eldre laks (nedre panel) på stasjonen i Raundalen i perioden 1996-2008.

## Ungfisktettheter i Raundalselva oppstrøms Palmafossen

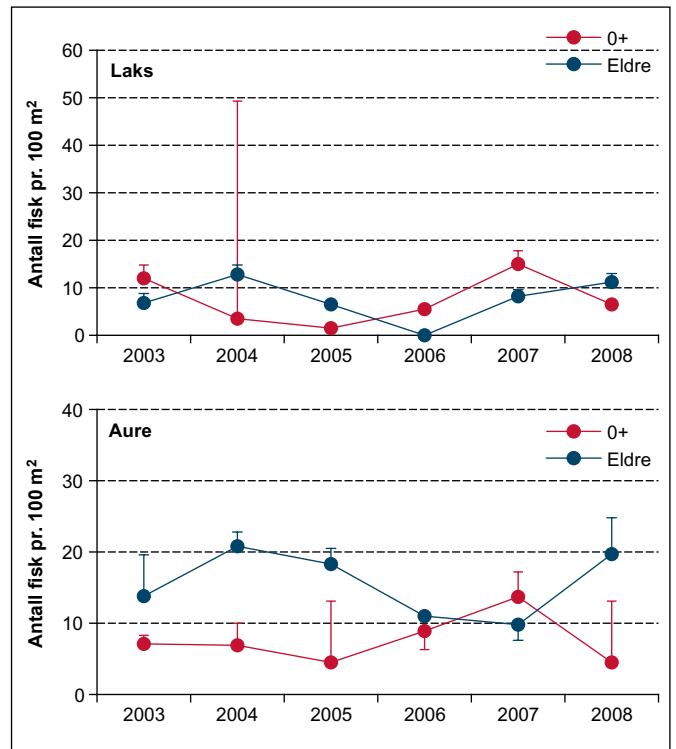
Raundalselva vurderes som relativt kald og næringsfattig i forhold til de andre anadrome elvestrekningene i vassdraget. Resultatene fra det elektriske fisket viser at det forekommer rekruttering av både laks og aure på den nederste delen av elvestrekningen. I Palmafossen i nedre del av Raundalselva, ble det på slutten av 1950 tallet bygd laksetrapp for at laksen skulle kunne utnytte strekningen ovenfor fossen. Denne trappa ble restaurert på slutten av 1980-tallet. Ved elektrisk fiske ovenfor trappa i 1993 ble det registrert noen få laksunger som ble vurdert til å være settefisk (Sægrov *et al.* 1994). Sporadisk elektrisk fiske utført av Voss klekkeri på strekningen senere på 1990-tallet ga ingen eller få laksunger. Dette tyder på at svært få laks har vandret opp laksetrappa i Palmafossen eller at egg- og yngelstadiene har hatt dårlig overlevelse. Da det elektriske fisket ble tatt opp igjen i 2002, ble det for første gang påvist naturlig rekrutterte laks som stammer fra flere årsklasser på strekningen oppstrøms trappa (G. O. Henden, Voss klekkeri pers. medd., LFI upubliserte data). Med denne bakgrunn ble det opprettet to stasjoner for elektrisk fiske på strekningen i 2003.

### Laks

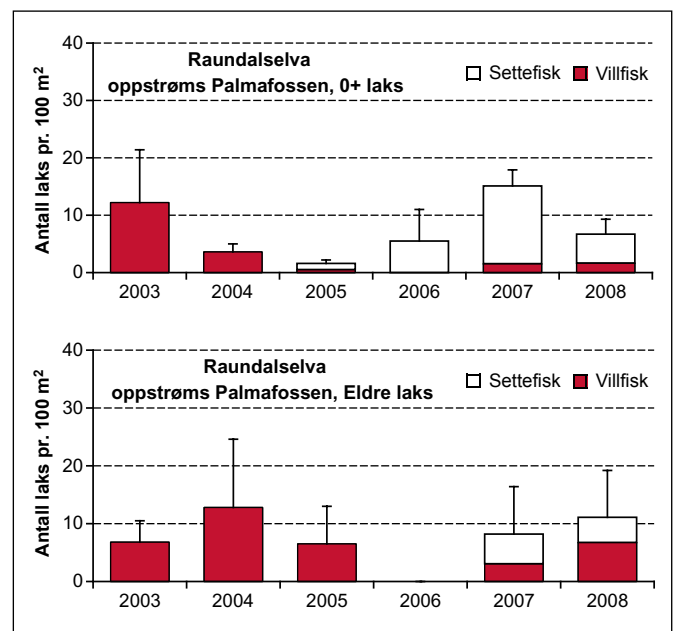
De estimerte tetthetene av ensomrig laks i Raundalselva oppstrøms Palmafossen har variert fra 12 til 2 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i perioden 2003-2008 (Figur 3.13). I 2003 og 2004 ble det kun registrert villlaks, mens det i 2005 ble fanget 2 settefisk. All laks fanget på disse to stasjonene i 2006 var settefisk, mens 89 % var settefisk i 2007 og 75 % var settefisk i 2008 (Figur 3.14). Tetthetene av eldre laks har variert fra 0,0 til 13 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> i samme periode (Figur 3.13). Først i 2007 ble det registrert settefisk med en andel på 63 %, mens andelen i 2008 var 35 % (Figur 3.14). Resultatene viser at laksen har tatt i bruk denne strekningen de siste årene. Dette er viktig resultat siden den ca. 7-8 km lange strekningen ovenfor Palmafossen i Raundalselva trolig har et betydelig produksjonspotensial for laks.

### Aure

Tettheten av ensomrig aure funnet i perioden 2003-2008 har vært på mellom 4 og 8 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.13). Tetthetene av eldre aure har vært høyere enn laks, og har i de fire undersøkelsesårene vært over 10 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (Figur 3.13).



Figur 3.13. Gjenomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) i Raundalselva oppstrøms Palmafossen 2003-2008. Merket settefisk er inkludert i beregningsgrunnlaget.



Figur 3.14. Gjenomsnittlige tettheter av villfisk og settefisk for ensomrig laks (øvre panel) og eldre laks (nedre panel) på stasjonen i Raundalen i perioden 1996-2008.

## Fangststatistikk

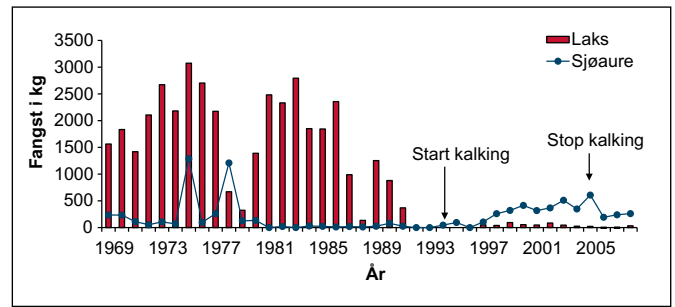
Den offisielle fangststatistikken for Vossovassdraget går tilbake til 1876. Det er ikke blitt skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1969. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert var på 10 887 kilo i 1964. Gjennomsnittlig fangst i perioden (1876-2008) har vært på ca 3620 kilo. Det er en tydelig reduksjon av fangstene på slutten av 80-tallet og som har vedvart frem til 2008. Etter fredningen av laks siden 1992, har det bare vært sportsfiske etter sjøaure og oppdrettslaks. Gjennomsnittlig fangst i perioden før fredningen (1876-1991) var 4106 kilo, mens tilsvarende i perioden etter fredningen (1992-2008) var 272 kilo.

## Laks

I følge den offisielle fangststatistikken for Vossovassdraget ble det i gjennomsnitt fanget 1700 kilo (Std = 850) laks pr. år på sportsfiske i perioden før fredningen (1969-1991), mens det i perioden etter fredningen (1992-2008) er blitt i gjennomsnitt fanget 30 kilo oppdrettslaks. (**Figur 3.15**). Den høyeste fangsten av laks ble innrapportert i 1975 med 3075 kilo.

## Sjøaure

I følge den offisielle fangststatistikken for Vossovassdraget er det i perioden 1969-2008 i gjennomsnitt fanget 206 kilo sjøaure pr. år på sportsfiske (**Figur 3.15**). Fangstene viser stor variasjon med fangster fra 1288 kilo i 1975 til ingen fangst i både 1981, 1983, 1991, 1992 og i 1996. Etter lave fangster av sjøaure gjennom hele 1980-tallet til midten av 1990-tallet, synes fangstene siden midten av 1990-tallet av sjøaure å ha tatt seg opp igjen. Mye av sjøaurene blir fisket i Teigdalselva, og i 2007 var 49 % av innrapportert fangst fra denne sideelven. Men i 2008 var 69 % av sjøaurefangsten fisket i Vosso.



**Figur 3.15.** Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Vossovassdraget i perioden 1969-2008. Sportsfiske etter laks ble stoppet i 1992, og det har bare vært fiske etter oppdrettslaks i perioden etter 1992. (<http://www.laksereg.no/>).

# 4 Bunndyr

Forfatter: Godtfred Anker Halvorsen

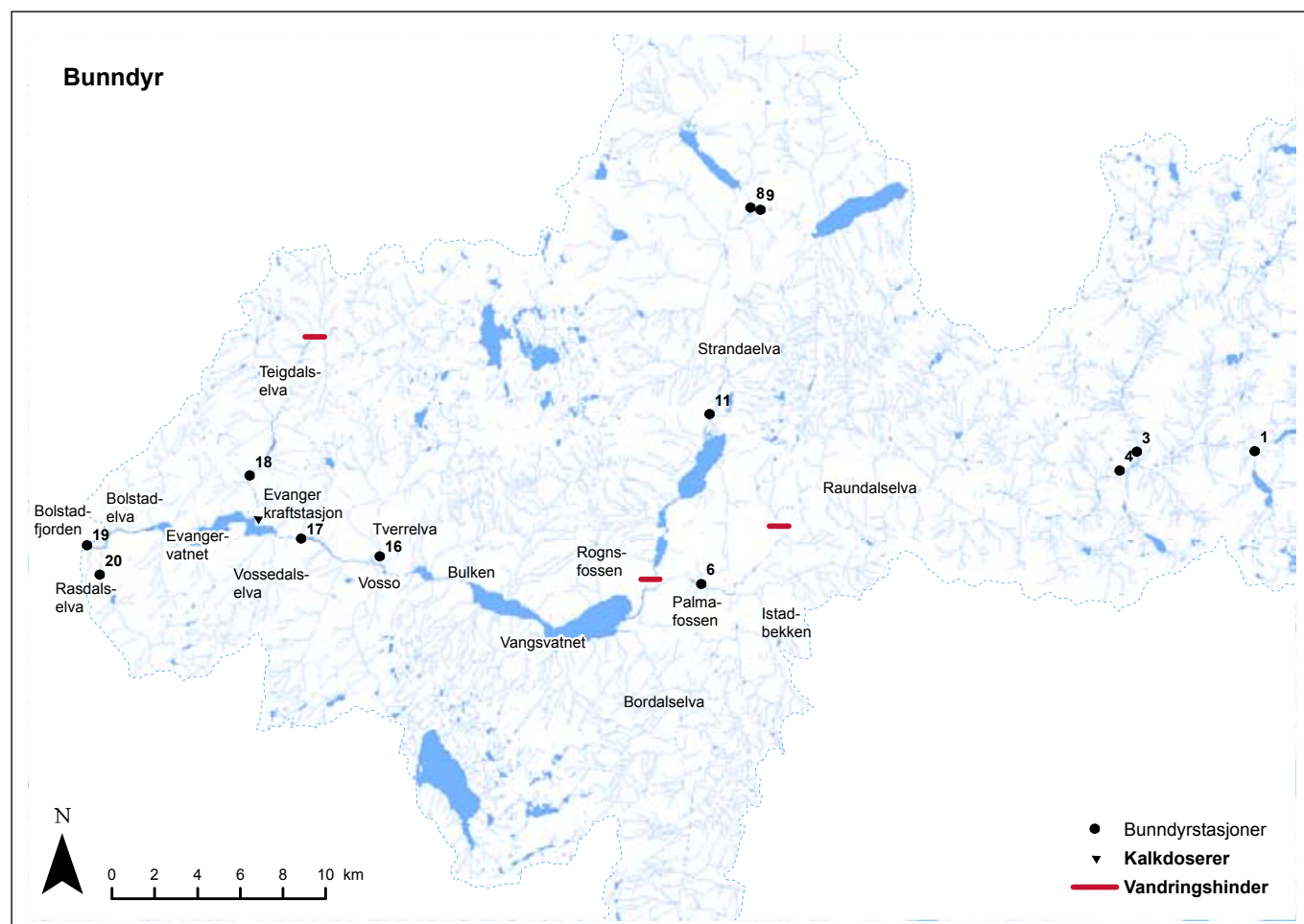
Medarbeidere: Arne Johannessen og Torunn Landås

LFI, Unifob Miljøforskning, Thormøhlensgate 49, 5006 Bergen

## 4.1 Innledning

Vossovassdraget har vært overvåket i regi av DN siden høsten 1993 med hensyn på invertebrater. Teigdalselva, en sideelv til Vossovassdraget, ble i perioden 1991 - 1993 undersøkt på oppdrag fra Bergenshalvøens kommunale kraftselskap (BKK) (Fjellheim *et al.* 1994). Undersøkelsene er ført videre av DN siden 1994. I 1997 ble stasjonsnettet i Teigdalen redusert fra 11 til 3 stasjoner, mens det etter 1998 bare har vært undersøkt en stasjon. Teigdalen blir derfor bare karakterisert av en stasjon. Etter 2001 har Vossovassdraget vært undersøkt annet hvert år. Det ble imidlertid tatt et begrenset antall prøver i vassdraget i

2002 og 2004. Hensikten med disse prøvene var å følge den positive utviklingen øverst i Raundalen årlig. Antall lokaliteter ble redusert fra 20 til 15 i 2003, og fra 15 til 12 stasjoner i 2006. Følgende stasjoner ble tatt ut i 2006: St. 2 Slondalselvi øverst i Raundalsgreina, St. 10 Holaelvi i Strondagreina, og St. 15 Torfinno, en sideelv til Vosso nedenfor Vangsvatnet. Prøvetakingen følger samme metodikk som bunndyrundersøkelsene i de øvrige kalkingsprosjekter og i det nasjonale overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør. For undersøkelsene benyttes de ulike arter/gruppers sensitivitet ovenfor surt vann (Fjellheim & Raddum 1990, Raddum 1999). Lokalitetene som ble undersøkt i 2008 er vist i **Figur 4.1**.



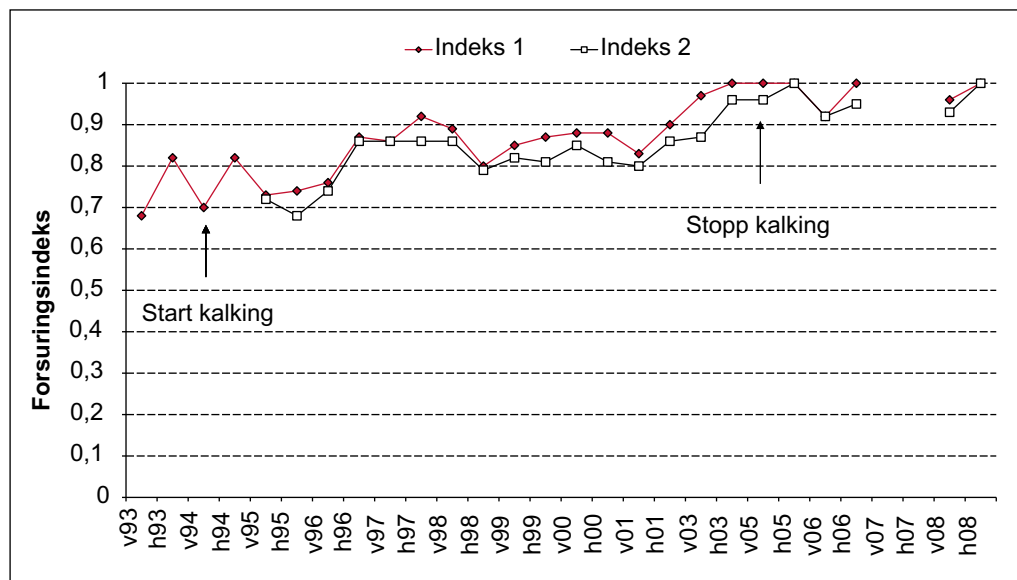
Figur 4.1. Stasjonsnett for undersøkelser av bunndyr i Vossovassdraget 2008. Kalkdoserer ble satt ut av drift i 2006.

## 4.2 Resultater og diskusjon

I Vossovassdraget ble det registrert fire forskjellige arter av døgnfluer, alle sensitive for surt vann. Antall taksa av henholdsvis steinfluer og vårfluer var 16 og 14. Blant steinfluene var det fire sensitive taksa, mens det blant vårfluene ble registrert fem. Forekomstene av antall arter er på linje med tidligere registreringer. Totalt ble det påvist 16 sensitive taksa i 2006 (se **Vedlegg C1** og **C2**).

*Baetis rhodani* ble funnet på alle stasjonene i vassdraget med unntak av vårprøven på St. 1 i Kleivedalselva øverst i Raundalsgreina. Denne lokaliteten fikk indeksverdien 0,5. Forsuringsindeks 1 og 2 fikk dermed verdien 1 på alle de andre lokalitetene i vassdraget med unntak av St. 20 Rasdalselva om våren. Her var *B. rhodani* tilstede, men i så lite antall at Indeks 2 fikk verdien 0,64. Dette er dårligere enn resultatene fra 2006 for denne lokaliteten, som da hadde mange individer av *B. rhodani* i prøvene og indeksverdien 1 for begge forsuringindeksene både vår og høst. Det foregikk imidlertid mye graving i Rasdalselva rett oppstrøms lokaliteten i 2008 i forbindelse med bygging av et kraftverk. Det lave antallet av *B. rhodani* i vårprøvene kan derfor også skyldes påvirkning fra dette arbeidet.

Samlet ble Forsuringsindeks 1 for hele vassdraget beregnet til 0,96 om våren og 1,0 om høsten, mens Indeks 2 hadde verdien 0,93 om våren og 1,0 om høsten (**Figur 4.2**). Dette er litt bedre enn verdiene i 2006, og viser at det meste av vassdraget nå er lite påvirket av sur nedbør. Fremdeles ser imidlertid den øverste delen av Raundalsgreina, og muligens også Rasdalselva nederst i vassdraget, ut til å være noe påvirket. Det betyr at Vossovassdraget snart kan defineres som uten forsuringsskader på bunndyrfaunaen. Vassdraget bør fremdeles overvåkes en stund framover for å få verifisert at de øvre delene av Raundalsgreina og Rasdalselva også kan friskmeldes.



Figur 4.2. Utviklingen av Forsuringsindeks 1 og 2 i Vossovassdraget fra 1993 til 2008.



# 5 Samlet vurdering

## 5.1 Vannkjemi

De vannkjemiske resultatene fra 2008 viser at vannkvaliteten for Vosso er tilfredsstillende. Ingen av målingene var mer enn 0,1 pH-enheter under vannkvalitetsmålet. Med unntak av Vossedalselva og utløpet av Evanger kraftstasjon er pH over 6,0 på alle stasjoner, og innholdet av aluminium er lavt. Med få unntak var konsentrasjonen av totalt aluminium under 100 µg/l og konsentrasjonen av giftig aluminium var <6 µg/l. Høyere målinger ble kun målt i Vossedalselva.

Mellom 29 og 32 % av pH- målingene i hovedelva på strekningen Kvilekvål til Bolstad ligger minst 0,3 pH-enheter over pH-målet. Vannkvaliteten viser en positiv utvikling både på kalkede lokaliteter og sure referansestasjoner og viser en naturlig bedring av forsurenings-situasjonen fra 1995/96. Det ble imidlertid registrert lavere pH-verdier på slutten av 2008, spesielt i Bolstadelva, sammenlignet med tidligere år. Tidligere målinger av vannkvaliteten oppstrøms kalkingsanlegget i Evanger viser at den er forholdsvis god med pH > 6,0 hele året. Det ble derfor besluttet å stanse driften av dosereren fra 2006.

## 5.2 Fisk

Tetthetene av laks på stasjonene har variert relativt mye mellom år både i Bolstadelva og Vosso i perioden 1990-2008. Flere år med lave tettheter av ensomrig og eldre laks i Bolstadelva gjenspeiler trolig lav naturlig rekruttering. Dette skyldes trolig at gytebestanden er for liten til å fylle opp elvas potensial for yngelproduksjon. Ungfisktetthetene av laks i Vosso er for overvåkingsperioden generelt sett høyere enn i Bolstadelva. I Bolstadelva har settefisker stort sett utgjort over 35 % av eldre laks i perioden 1995-2003. I 2003 ble det ikke satt ut ensomrig settefisk. Innslaget av eldre settefisk var derfor fraværende i 2004, mens innslaget i 2005 var lavt med et innslag på 6 %. I perioden 2006-2008 har innslaget vært på mellom 13 % og 42 %. Tilsvarende har settefisker stort sett utgjort over 25 % av eldre laks i Vosso i perioden 1995-2008. I 2008 var innslaget på 41 %. Samlet viser disse resultatene at settefisker utgjør en betydelig andel av ungfiskproduksjonen i vassdraget, noe som tyder på god overlevelse etter utsetting og at settefisker raskt tilpasser seg de naturlige forholdene i vassdraget. Dette bekreftes også av undersøkelsene av smoltutgangen

i perioden 2001-2008, hvor innslaget av settefisk stort sett har variert fra 25 til 34 % av den utvandrende smolten (Gabrielsen m.fl. 2008). Settefisker, som stammer fra "ren" Vossolaks holdt i genbanken i Eidfjord, utgjør derfor en viktig buffer mot uheldig genetisk påvirkning som følge av det høye innslaget av rømt oppdrettslaks i gytebestanden.

Sammenliknet med de variable ungfisktetthetene av laks i Bolstadelva er tetthetene av aure mer stabile. Ungfisk av både laks og aure har bedre vekst i Vosso enn i Bolstadelva. Dette skyldes trolig at reguleringen har redusert vanntemperaturen i Bolstadelva. I Teigdalselva er auren dominerende, mens laksen har en mer begrenset utbredelse og forekomst. Resultatene viser imidlertid en positiv utvikling med tanke på naturlig rekruttering av laks i Teigdalselva i perioden 1994 til 2008. Imidlertid er innslaget av settefisk relativt høyt og har i perioden 2004-2008 vært på over 24 %. På de to stasjonene oppstrøms Vangsvatnet, ved Langabrua og i nederste del av Raundalselva, er det i perioden påvist flere år med relativt høye tettheter av både aure og laks. Resultatene viser også at utsetting av lakseyngel i Strandaelva de senere årene har vært vellykket og har ført til en betydelig smoltproduksjon. Disse utsettingene vurderes derfor som et viktig tiltak for å styrke laksebestanden i vassdraget. Det er også svært positivt at det de siste årene (fra 2002) er registrert ungfisk av laks som stammer fra naturlig rekruttering på den ca. 7-8 km lange strekningen ovenfor Palmafossen i Raundalselva. Rekolonisering av laks på denne strekningen faller i tid sammen med en bedring i vannkjemiske forhold og etablering av den forsuringssensitive døgnfluen *Baetis rhodani*.

Stamfisk- og registreringsmaterialet fra Voss klekkeri tilsier at rømt oppdrettslaks har dominert gytebestanden i Vosso i perioden 1993 til 2008. Rømt oppdrettslaks utgjør derfor en alvorlig trussel for den særegne storlaksstammen i Vosso. Et positivt trekk var at det i 2004 og 2005 ble registrert en markert nedgang i andelen rømt oppdrettslaks i vassdraget. I 2007 ble det kun registrert 1 villaks, mens det i 2008 ble registrert fem. Av villaks undersøkt i forbindelse med sportsfiske og stamfiske i vassdraget i 1998-2008 var 25 fettfinneklippede av totalt 83 laks undersøkt, dvs. et innslag av fettfinneklippet laks på ca. 33 %. Denne fettfinneklippede laksen stammer høyst sannsynlig fra utsettinger av ensomrig laks fra Voss klekkeri og viser at settefisker gir et betydelig bidrag til gytebestanden.

### 5.3 Bunndyr

Forekomstene av antall taksa og sensitive arter registrert i 2008 var på linje med tidligere registreringer. *Baetis rhodani* var tilstedet på alle lokaliteter vår og høst, med unntak av den øverste lokaliteten i Raundalsgreina om våren. Dette gav denne lokaliteten indeksverdien 0,5 for vårprøvene og indikerer en moderat forsuringsskade. Rasdalselva hadde *B. rhodani* tilstedet i vårprøvene, men i så lite antall at Indeks 2 fikk verdien 0,64. Dette kan tyde på et fremdeles forsuringsskadet bunndyrsamfunn, men det kan også skyldes graving i forbindelse med utbygging av et kraftverk rett oppstrøms lokaliteten.

De andre lokalitetene hadde verdien 1 både for Indeks 1 og Indeks 2 om våren og høsten. Hvis en ser bort fra de øvre delene av Raundalsgreina om våren, kan det se ut som om Vossovassdraget nærmer seg fasen hvor andre faktorer enn vannkjemi knyttet til sur nedbør regulerer bunndyrsamfunnet. Det er imidlertid ennå noe for tidlig å slå fast at bunndyrsamfunnet i Vossovassdraget er uten forsuringsskader. Vassdraget bør overvåkes en stund framover for å få verifisert at de øvre delene av Raundalsgreina og Rasdalselva kan friskmeldes.

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

De vannkjemiske målingene viser at vannkvalitetsmålet for Vosso er oppnådd. Vannkvaliteten viser en positiv utvikling både på kalkede og ukalkede lokaliteter og viser en naturlig bedring av forsuringssituasjonen. Sjøsaltepisoder med surt vann og dannelse av blandsoner er et potensielt problem for laksen i Vossovassdraget. Nyere arbeider viser imidlertid at sjøsaltepisodenes biologiske betydning svekkes i takt med endringen i den generelle forsuringssituasjonen som er registrert de siste årene (Hindar *et al.* 2002). Om det ikke skjer noen forverring av de vannkjemiske forholdene vurderes det som lite sannsynlig at de vannkjemiske forholdene i ferskvannsfasen har noen negativ påvirkning på laksebestanden (Barlaup 2008). Videre kalkingstiltak bør derfor skje i lys av dette, og vannkvaliteten i Vossovassdraget har de siste årene vært så god at driftsstans av dosereren har vært forsvarlig. Til tross for en kraftig sjøsaltepisode på store deler av Vestlandet vinteren 2005 var vannkvaliteten tilfredsstillende i Vosso, også etter at kalkingen hadde opphørt.

# 6 Referanser

## Vannkjemi

Barlaup, B.T. (red.). 2008. Nå eller aldri for Vossolaksen - anbefalt tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer. DN-utredning 2008-9.

DNMI 2008. Nedbørhøyder for 2007 fra meteorologisk stasjon Bulken, samt normalperioden 1961-1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.

Hindar, A. & Kroglund, F. 2000. Forsuringssituasjonen for laks i Vosso og vurdering av behov for ytterligere kalkings-tiltak. NIVA-rapport 4255-2000, 40 s.

Hindar, A. & Schartau A. K. L. 2004. De vannkjemiske forholdene i vassdraget med vekt på forsuringssituasjonen, s. 86-90. - I Vossolaksen – bestandsutvikling, russelfaktorer og tiltak. - DN-utredning 2004-7, 156 s.

Hindar, A., Tørseth, K., Henriksen, A. og Orsolini, Y. 2002. Betydningen av den nordatlantiske svingning (NAO) for sjøsaltepisoder og forsuring i vassdrag på Vestlandet og i Trøndelag. NIVA-rapport 4592-2002, 32 s.

Kroglund, F, Hindar, A., Kaste, Ø. & Rosseland, B.O. 1998. En vurdering av vannkvaliteten i Vossovassdraget, 1967-1997. NIVA-rapport 3823-98, 71 s.

NVE 2008. Vannføring ved NVE-stasjonen Bulken i 2007. Norges vassdrags- og energiverk, Hydrologisk avdeling, Oslo.

Saksgård, R. & Schartau, A.K. L. 2006. Vossovassdraget - Vannkjemi – Kalking i vann vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-Notat 2006-1, s. 219-220.

Saksgård, R. & Schartau, A.K. L. 2007. Vossovassdraget - Vannkjemi – Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2006. DN-Notat 2007-2.

## Fisk

Barlaup, B.T. (red.). 2008. Nå eller aldri for Vossolaksen – anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer. DN-utredning 2008-9.

Barlaup, B.T. & H. Skoglund. 2008. Vossolaksen- særtrekk, fangst- og bestandsutvikling, side 31-43: i Barlaup, B.T. (red.). Nå eller aldri for Vossolaksen – anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer. DN-utredning 2008-9.

Bohlin, T., H. Stellan, T.G. Heggberget, G. Rasmussen & S.J. Saltveit. 1989. Electrofishing-Theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173: 9-43.

Direktoratet for naturforvaltning 2008. Kalking laksevassdrag. Effektkontroll 2007. Notat 2008-3.

Fjellheim, A., G.G., Raddum og B. Barlaup, 1994. Fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva og Bolstadelva. Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 80, 68 s.

Gabrielsen, S-E., Skoglund, H., Barlaup, B.T., & Wiers, Tore. 2008. Undersøkelser av ungfisk og smoltutgangen i Vossovassdraget, side 44-64: i Barlaup, B.T. (red.). Nå eller aldri for Vossolaksen - anbefalte tiltak med bakgrunn i bestandsutvikling og trusselfaktorer. DN-utredning 2008-9.

Skaala, Ø. 2004. Kva veit vi om dei genetiske effektane av rømt oppdrettslaks? Side 134 -139, i: Barlaup, B.T. (red.). Vossolaksen - bestandsutvikling, trusselfaktorer og tiltak. DN-utredning 2004-7.

Sægrov, H., K. Hindar, S. Kålås og H. Lura. 1997. Vossolaksen blir erstatta med rømt oppdrettslaks. Rådgivende Biologer AS. Rapp. nr. 248. 23 sider.

Sægrov, H., S. Kålås og K. Urdal. 1994. Vossolaksen – Livshistorie – bestandsutvikling – rekruttering – kultivering. Zoologisk institutt, Økologisk avdeling. Universitetet i Bergen.

## Bunndyr

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., G.G., Raddum og B. Barlaup, 1994. Fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva og Bolstadelva. Lab. for Ferskvannøkologi of Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 80, 68 s.

Frost, S., Huni, A. and Kershaw, W. E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. - *Can. J. Zool.* 49: 167 - 173.

Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes. Workshop on biological assessment and monitoring; evaluation and models. NIVA Report No. 4091-99, Oslo, 7-16.

# Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 2008

Vosso 2008. Lok. 1 Raundalselva ved Skjerve (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Prøve-dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
07-01-08	6,4	37	0,96							22	10	9	1	12				
04-02-08	6,34	34	1,10							26	8	7	1	18				
03-03-08	6,43	33	1,16							24	11	9	2	13				
07-04-08	6,48	39	1,16							36	17	13	4	19				
21-04-08	6,43	39	1,32							85	15	12	3	70				
05-05-08	6,11	17	0,81							34	10	6	4	24				
02-06-08	6,05	12	0,48							41	9	7	2	32				
08-07-08	6,16	14	0,33							29	9	7	2	20				
04-08-08	6,29	21	0,37							28	8	6	1	20				
01-09-08	6,38	23	0,47							13	<6	<6	<6	11				
13-10-08	6,19	23	0,52							134	22	20	2	112				
03-11-08	6,36	28	0,70							28	12	9	3	16				
01-12-08	6,24	27	0,67							30	12	10	2	18				
<b>Snitt</b>	6,28	27	0,77							41	11	9	2	30				
<b>St.dev.</b>	0,14	9	0,34							33	5	4	1	29				
<b>Median</b>	6,34	27	0,70							29	10	9	2	19				
<b>Min.</b>	6,05	12	0,33							13	2	1	1	11				
<b>Max.</b>	6,48	39	1,32							134	22	20	4	112				

**Vosso 2008. Lok. 2 Strandaelva (prøver analysert ved Analytesenteret i Trondheim)**

Prøve-dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
18-02-08	6,54	54	1,66							73	11	10	1	62				
03-03-08	6,50	50	1,74							48	20	13	7	28				
25-03-08	6,47	49	1,87							44	15	13	2	29				
07-04-08	6,59	58	1,72							37	13	10	3	24				
14-04-08	6,62	56	1,66							40	12	9	3	28				
21-04-08	6,53	56	1,63							36	11	9	2	25				
05-05-08	6,28	34	1,11							47	13	7	4	34				
13-05-08	6,26	30	0,86							45	12	10	2	33				
19-05-08	6,31	28	0,84							40	12	7	5	28				
26-05-08	6,29	30	0,76							39	12	7	5	27				
02-06-08	6,23	25	0,66							39	12	10	2	27				
08-07-08	6,28	22	0,42							24	8	7	1	16				
04-08-08	6,34	26	0,45							18	<6	<6	<6	13				
01-09-08	6,33	34	0,64							24	6	<6	1	18				
13-10-08	6,28	39	0,81							36	15	13	2	21				
03-11-08	6,40	44	1,09							52	18	15	3	34				
01-12-08	6,23	37	0,93							62	20	16	4	42				
<b>Snitt</b>	6,36	40	1,11							41	13	10	3	29				
<b>St.dev.</b>	0,13	12	0,50							13	4	3	2	11				
<b>Median</b>	6,33	37	0,93							40	12	10	2	28				
<b>Min.</b>	6,23	22	0,42							18	<6	<6	1	13				
<b>Max.</b>	6,62	58	1,87							73	20	16	7	62				

**Vosso 2008. Lok. 5** Vosso ved Kvilekvål, målområde 1 (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Prøve-dato	Kond-25 mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
07-01-08	1,7	6,50	52	1,23	0,35	1,08	0,40	1,26	1,71	200	59	15	14	1	44	1,6	58	4,1	310
04-02-08	2,3	6,39	56	1,48	0,44	1,66	0,43	1,41	3,10	200	41	10	9	1	31	1,8	62	4,6	310
03-03-08	2,4	6,51	50	1,53	0,44	1,78	0,44	1,38	3,42	230	40	14	12	2	26	1,3	59	3,8	290
25-03-08	2,4	6,57	48	1,51	0,44	1,57	0,51	1,38	3,44	240	39	17	15	2	22	1,3	49	4,5	270
07-04-08	2,4	6,63	56	1,54	0,43	1,85	0,41	1,32	3,38	220	34	11	9	2	23	1,5	64	3,8	320
21-04-08	2,5	6,62	54	1,58	0,46	1,88	0,45	1,38	3,74	230	37	10	8	2	27	1,4	59	2,4	270
05-05-08	2,4	6,42	44	1,44	0,41	1,95	0,46	1,26	3,60	190	41	10	<6	6	31	1,0	60	2,9	290
02-06-08	1,6	6,27	27	0,85	0,26	1,46	0,28	0,93	2,60	110	35	11	9	2	24	0,8	33	1,4	170
08-07-08	1,0	6,25	21	0,49	0,15	0,78	0,16	0,66	1,24	43	24	9	7	2	15	1,0	23	2,2	120
04-08-08	0,9	6,29	24	0,48	0,13	0,64	0,19	0,69	0,87	29	39	6	<6	1	33	1,6	26	2,5	140
01-09-08	0,9	6,37	27	0,57	0,14	0,65	0,18	0,72	0,88	33	22	<6	<6	<6	18	1,1	31	2,4	81
13-10-08	1,2	6,19	29	0,71	0,19	0,90	0,24	0,84	1,39	62	67	14	12	2	53	1,3	35	4,6	160
03-11-08	1,5	6,44	35	0,98	0,27	1,04	0,31	1,02	1,82	130	53	17	14	3	36	2,3	42	3,6	220
01-12-08	1,7	6,41	41	1,01	0,29	1,22	0,35	1,1063	2,03	150	55	17	14	3	38	2,0	45	5,1	260
<b>Snitt</b>	1,8	6,40	40	1,10	0,31	1,32	0,34	1,09	2,37	148	42	12	10	2	30	1,4	46	3,4	229
<b>St.dev.</b>	0,6	0,13	13	0,42	0,13	0,47	0,12	0,28	1,07	79	13	4	4	1	10	0,4	14	1,1	80
<b>Median</b>	1,7	6,42	43	1,12	0,32	1,34	0,38	1,18	2,32	170	40	11	9	2	29	1,4	47	3,7	265
<b>Min.</b>	0,9	6,19	21	0,48	0,13	0,64	0,16	0,66	0,87	29	22	<6	<6	1	15	0,8	23	1,4	81
<b>Max.</b>	2,5	6,63	56	1,58	0,46	1,95	0,51	1,41	3,74	240	67	17	15	6	53	2,3	64	5,1	320

**Vosso 2008. Lok. 6** Teigdalselva nedstrøms skjellsandkalking (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Prøve-dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tr-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
07-01-08	6,55	61	1,78							24	9	7	2	15				
04-02-08	6,27	42	1,76							34	7	5	2	27				
03-03-08	6,52	42	1,92							30	10	7	3	20				
25-03-08	6,57	51	2,09							23	10	8	2	13				
07-04-08	6,49	45	1,77							38	11	8	3	27				
21-04-08	6,51	45	1,65							42	10	8	2	32				
05-05-08	6,25	24	0,94							39	13	5	8	26				
02-06-08	6,28	22	0,48							24	10	8	2	14				
08-07-08	6,31	25	0,44							21	9	7	2	12				
04-08-08	6,58	39	0,85							29	7	6	1	22				
01-09-08	6,73	61	1,19							27	7	<6	3	20				
13-10-08	6,03	23	0,69							88	29	25	4	59				
03-11-08	6,44	38	1,21							56	21	16	5	35				
01-12-08	6,45	48	1,36							30	10	6	4	20				
<b>Snitt</b>	6,39	40	1,30							36	12	9	3	24				
<b>St.dev.</b>	0,18	13	0,53							17	6	5	2	12				
<b>Median</b>	6,47	42	1,29							30	10	7	3	21				
<b>Min.</b>	6,03	22	0,44							21	7	<6	1	12				
<b>Max.</b>	6,73	61	2,09							88	29	25	8	59				

**Vosso 2008. Lok.9 Bostadelva, målområde 2**  
 (prøver analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

<b>Prøve-dato</b>	<b>Kond</b>	<b>pH</b>	<b>Ca</b>
	<b>mS/m</b>		<b>mg/l</b>
21-01-08	1,47	6,44	0,97
04-02-08	1,99	6,39	1,12
11-02-08	1,98	6,38	1,13
18-02-08	1,91	6,38	1,05
25-02-08	1,99	6,37	1,12
03-03-08	2,16	6,44	1,20
10-03-08	2,05	6,40	1,20
25-03-08	2,05	6,47	1,20
01-04-08	1,23	6,37	0,75
07-04-08	1,98	6,44	1,30
14-04-08	1,97	6,43	1,27
21-04-08	1,96	6,43	1,11
28-04-08	1,90	6,42	1,17
13-05-08	2,13	6,44	1,25
18-05-08	2,03	6,47	1,22
26-05-08	1,92	6,50	1,27
02-06-08	1,63	6,39	0,84
23-06-08	1,22	6,33	0,68
08-07-08	0,98	6,40	0,58
21-07-08	1,00	6,20	0,70
04-08-08	0,87	6,40	0,50
18-08-08	0,86	6,40	0,50
01-09-08	0,99	6,30	0,63
15-09-08	0,93	6,40	0,59
29-09-08	1,00	6,10	0,57
13-10-08	1,10	6,20	0,60
27-10-08	1,40	6,10	0,72
03-11-08	1,30	6,00	0,73
17-11-08	1,60	6,00	0,89
01-12-08	1,60	6,10	1,05
15-12-08	1,60	6,10	0,97
<b>Snitt</b>	1,57	6,30	0,93
<b>St.dev.</b>	0,45	0,15	0,27
<b>Median</b>	1,60	6,39	0,97
<b>Min.</b>	0,86	6,00	0,50
<b>Max.</b>	2,16	6,50	1,30



Vosso 2008. Lok. 9 Bostadelva, målområde 2 (prøver analysert ved NINA's lab i Trondheim)

Prøve-dato	Kond-25 mS/m	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/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
07-01-08	1,5	6,42	41	0,99	0,31	1,16	0,35	1,20	1,64	160	51	14	12	2	37	1,3	51	3,1	260
04-02-08	2,0	6,26	36	1,10	0,37	1,68	0,33	1,20	3,11	160	86	13	11	2	73	1,7	42	5,3	240
03-03-08	2,1	6,42	35	1,19	0,39	1,73	0,37	1,20	3,24	170	40	12	11	1	28	1,1	47	2,8	230
07-04-08		6,47	41	1,16							35	10	9	1	25				
14-04-08		6,49	41	1,12							34	9	8	1	25				
21-04-08	2,0	6,43	40	1,19	0,36	1,51	0,33	1,14	2,82	170	33	10	8	2	23	0,9	47	1,8	190
28-04-08		6,46	45	1,12							37	11	10	1	26				
05-05-08	2,3	6,36	40	1,31	0,37	1,84	0,39	1,26	3,43	180	46	10	<6	5	36	0,7	49	3,0	260
13-05-08		6,38	39	1,22							43	11	8	3	32				
18-05-08		6,40	36	1,08							44	10	8	2	34				
26-05-08	1,9	6,32	33	0,99	0,33	1,74	0,34	1,11	3,08	140	37	11	6	5	26	1,3	40	1,7	200
02-06-08	1,6	6,37	27	0,87	0,27	1,53	0,23	0,99	2,60	99	34	12	9	3	22	0,7	36	1,4	160
23-06-08	1,2	6,28	22	0,59	0,19	1,03	0,21	0,78	1,75	61	37	12	10	2	25	0,9	25	1,6	120
08-07-08		6,18	20	0,51							22	8	6	2	14				
21-07-08		6,19	21	0,50							28	10	8	2	18				
04-08-08		6,36	22	0,51							22	<6	<6	<6	17				
01-09-08	1,0	6,36	27	0,56	0,16	0,78	0,16	0,75	1,18	41	22	<6	<6	4	19	1,1	27	2,4	100
13-10-08	1,2	6,16	27	0,66	0,20	0,86	0,20	0,81	1,43	58	41	14	12	2	27	1,2	30	2,7	150
03-11-08	1,5	6,26	31	0,85	0,27	1,14	0,27	0,96	1,98	110	51	16	13	3	35	2,0	37	2,6	190
01-12-08		6,27	33	0,85							53	17	13	4	36				
<b>Snitt</b>	1,7	6,33	33	0,92	0,29	1,36	0,29	1,03	2,39	123	40	11	9	2	29	1,2	39	2,6	191
<b>St.dev.</b>	0,4	0,10	8	0,27	0,08	0,38	0,08	0,19	0,81	51	14	3	3	1	12	0,4	9	1,1	54
<b>Median</b>	1,6	6,36	34	0,99	0,31	1,51	0,33	1,11	2,60	140	37	11	9	2	26	1,1	40	2,6	190
<b>Min.</b>	1,0	6,16	20	0,50	0,16	0,78	0,16	0,75	1,18	41	22	<6	<6	1	14	0,7	25	1,4	100
<b>Max.</b>	2,3	6,49	45	1,31	0,39	1,84	0,39	1,26	3,43	180	86	17	13	5	73	2,0	51	5,3	260

**Vosso 2008. Lok.10** Evanger kraftst. nedenfor kalkd. (prøver analysert ved M-Lab AS og VestfoldLAB AS)

<b>Prøve-dato</b>	<b>Kond</b>	<b>pH</b>	<b>Ca</b>
	<b>mS/m</b>		<b>mg/l</b>
21-01-08	0,95	6,31	0,56
04-02-08	1,06	6,24	0,62
11-02-08	1,26	6,15	0,74
18-02-08	1,18	6,27	0,72
25-02-08	2,27	6,08	1,01
03-03-08	1,08	6,28	0,70
10-03-08	0,84	6,04	0,55
26-03-08	1,06	6,02	0,62
01-04-08	2,06	6,47	1,26
07-04-08	1,13	6,31	0,73
14-04-08	1,21	6,37	0,78
21-04-08	1,19	6,34	0,70
28-04-08	2,41	6,19	1,29
06-05-08	2,97	5,85	1,11
13-05-08	2,06	6,43	1,24
18-05-08	2,30	5,82	0,74
26-05-08	1,86	6,33	0,92
02-06-08	1,23	6,05	0,51
23-06-08	1,16	6,16	0,57
08-07-08	1,00	6,20	0,26
21-07-08	0,80	6,10	0,60
04-08-08	1,00	6,20	0,50
18-08-08	1,20	6,30	0,60
01-09-08	1,00	6,20	0,63
15-09-08	1,20	6,10	0,59
29-09-08	0,86	6,00	0,48
13-10-08	0,95	6,00	0,44
27-10-08	1,10	6,10	0,55
03-11-08	1,00	6,10	0,48
01-12-08	1,10	6,00	0,61
15-12-08	1,20	6,00	0,62
<b>Snitt</b>	1,34	6,13	0,70
<b>St.dev.</b>	0,55	0,16	0,25
<b>Median</b>	1,16	6,16	0,62
<b>Min.</b>	0,80	5,82	0,26
<b>Max.</b>	2,97	6,47	1,29

**Vosso 2008. Lok. 18** Vossedalselva utløp (prøver analysert ved Analysecenteret i Trondheim)

Prøve-dato	pH	Alk µekv/l	Ca mg/l	Mg mg/l	Na mg/l	K mg/l	SO <sub>4</sub> mg/l	Cl mg/l	NO <sub>3</sub> µgN/l	Tot-AI µg/l	Trm-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
07-01-08	5,91	11	0,30							51	18	14	4	33				
04-02-08	5,41	0	0,53							69	27	17	10	42				
03-03-08	5,47	0	0,58							68	30	15	15	38				
25-03-08	5,51	0	0,59							56	30	18	12	26				
07-04-08	5,50	6	0,48							72	35	17	18	37				
21-04-08	5,59	5	0,44							73	30	18	12	43				
05-05-08	5,71	2	0,29							56	20	7	14	36				
02-06-08	6,12	12	0,19							36	15	11	4	21				
08-07-08	6,18	14	0,15							34	15	10	5	19				
04-08-08	6,13	14								12	7	<6	4	5				
13-10-08	5,68	9	0,26							191	41	32	9	150				
03-11-08	5,75	6	0,29							62	31	21	10	31				
01-12-08	5,76	5	0,31							53	22	12	10	31				
<b>Snitt</b>	5,68	6	0,37							64	25	15	10	39				
<b>St.dev.</b>	0,25	5	0,15							42	9	7	5	35				
<b>Median</b>	5,71	6	0,31							56	27	15	10	33				
<b>Min.</b>	5,41	0	0,15							12	7	<6	4	5				
<b>Max.</b>	6,18	14	0,59							191	41	32	18	150				

# Vedlegg B. Primærdata – fisk Bolstad

**Vedlegg B1.** Utbredelse er angitt som prosentdel av stasjonene som hadde den aktuelle art og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektiv fangst i de tre omgangene på alle stasjonene i henhold til Bohlin (1984). Tetthet 2 er gjennomsnittlig tetthet av de beregnede tettheter på alle enkeltstasjonene i henhold til Bohlin et al. (1989). Tetthet 1, Tetthet 2, median, 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	2000	2001
Dato	09.09	14.09	13.11.	27.10	23.09	02.09	05.09	30.08
Ant. stasjoner	3	3	3	3	3	3	3	3
Areal, m <sup>2</sup>	164	825	585	300	300	300	300	300
<b>Laks 0+</b>								
Utbredelse	100	66.6	100	100	66.6	33.3	100	100
Tetthet 1	42.5 (25.8)	1.0 (--)	11.1 (--)	14.8 (2.9)	6.4 (4.3)	1.3 (0.0)	27.2 (2.2)	12.6 (1.0)
Tetthet 2	31.3 (19.9)	0.9 (1.0)	13.4 (10.1)	19.5 (11.6)	6.0 (8.7)	1.3 (2.3)	27.5 (33.3)	12.7 (1.7)
Median	28	0.7	10.8	13.1	2	0	14	13
Min. tetthet	13.3	0	4.9	12.6	0	0	3.1	10.9
Max. tetthet	52.7	2	24.5	32.9	16	4	65.5	14.2
<b>Laks ≥ 1+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	66.6	100	100
Tetthet 1	16.9 (4.1)	3.0 (0.3)	12 (--)	12.9 (0.3)	7.8 (0.6)	1.3 (0.2)	17.8 (3.0)	7.3 (2.3)
Tetthet 2	9.1 (1.0)	2.8 (1.0)	12.3 (6.4)	17.2 (5.5)	7.8 (6.6)	1.3 (1.6)	18.2 (6.2)	7.2 (2.5)
Median	9.2	3.3	12.6	11.4	6.1	1	21	8.7
Min. tetthet	8	1.7	5.8	18	2.2	0	11	4.3
Max. tetthet	10	3.3	18.7	22.3	15.1	3	22.5	8.7
<b>Aure 0+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	7.1 (7.6)	11.5 (14.8)	9.1 (8.4)	16.5 (11.2)	45.7 (11.1)	38.9 (2.1)	54.7 (8.8)	58.8 (4.3)
Tetthet 2	5.0 (3.0)	11.6 (13.5)	9.3 (4.8)	16.7 (13.8)	47.8 (44.4)	38.9 (47.5)	53.0 (70.1)	59.3 (28.5)
Median	6	5.5	8.3	22.4	28.2	21.1	13.1	47.3
Min. tetthet	1.66	2.2	5.1	1	16.7	3.1	12	38.4
Max. tetthet	7.4	2.7	14.5	26.7	95.5	92.7	134	91.7
<b>Aure ≥ 1+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	10.6 (2.1)	9.2 (9.7)	6.4 (5.1)	6.8 (2.0)	6.5 (2.2)	4.0 (0.2)	14.9 (1.9)	13.4 (2.4)
Tetthet 2	9.9 (7.8)	9.7 (3.0)	8 (5.6)	6.9 (1.3)	6.7 (4.9)	4.1 (4.3)	15.0 (9.5)	12.8 (6.8)
Median	8	9.6	11	6.5	9.5	2.2	20.4	16
Min. tetthet	3.33	6.8	1.5	5.9	1	1	4	5
Max. tetthet	18.5	12.7	11.5	8.3	9.6	9	20.6	17.5

Fortsettelse primærdata - fisk Bolstad

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	11.09	21.10	13.10	05.09.	19.09.	03.09	03.10
Ant. stasjoner	3	3	3	3	3	3	3
Areal, m <sup>2</sup>	300	300	300	300	300	300	300
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	100	66.6	100	100	100	100	33
Tetthet 1	2.4 (0.4)	7.1 (0.5)	5.1 (2.0)	18.8 (4.4)	15.2 (4.1)	13.3 (3.7)	1,3 (0,2)
Tetthet 2	2.4 (1.5)	7.2 (6.3)	5.2 (1.8)	18.4 (7.2)	15.3 (23.8)	12.1 (9.4)	1,3 (2,3)
Median	2.2	10	5.9	16.9	2.2	7.4	0,0
Min. tetthet	1	0	3.1	12	1	6	0,0
Max. tetthet	4	11.7	6.5	26.2	42.8	23	4,0
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	66
Tetthet 1	6.7 (0.4)	8.4 (0.3)	5.2 (1.2)	11.6 (1.1)	18.6 (1.9)	16.1 (0.6)	4,2 (1,1)
Tetthet 2	6.8 (4.7)	8.4 (4.2)	5.5 (1.3)	11.3 (0.6)	18.4 (10.8)	16.2 (3.6)	4,2 (3,8)
Median	7	7	5.9	11	23.4	18.3	5,2
Min. tetthet	2	5	4	11	6	12	0,0
Max. tetthet	11.4	13.1	6.5	12	25.8	18.3	7,4
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	56.1 (3.6)	44.7 (4.5)	51.7 (7.7)	24.6 (3.0)	46.0 (4.9)	36.3 (2.8)	34,7 (13,4)
Tetthet 2	56.2 (29.7)	43.7 (29.1)	51.9 (33.1)	24.8 (27.2)	46.2 (27.2)	36.7 (24.7)	34,7 (21,7)
Median	50.9	32.2	40	12.3	47.8	40.6	31,0
Min. tetthet	29.5	22	26.5	6	18.2	10.2	15,0
Max. tetthet	88.1	76.8	89.3	56	72.5	59.2	58,0
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	12.1 (0.7)	12.8 (0.7)	23.1 (2.1)	26.5 (3.3)	13.0 (6.4)	11.5 (1.0)	5,4 (0,5)
Tetthet 2	12.2 (4.3)	12.9 (6.4)	23.6 (9.6)	26.0 (21.0)	13.1 (6.0)	11.6 (8.6)	5,4 (2,9)
Median	12.1	11.4	23.2	19.4	10.2	11.7	7,0
Min. tetthet	8	7.4	14.2	9	9	3	2,0
Max. tetthet	16.6	20	33.2	49.5	20	20.2	7,1

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser av laks og aure i hovedløpet av Bolstadelva i 2008. n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+	5,2	0,7	4
	1+	7,4	0,7	5
	2+	12,0	0,4	2
Aure	0+	5,2	0,6	104
	1+	8,4	0,8	12
	2+	11,1	1,1	3
	3+	14,3	--	1

### Primærdata – fisk Teigdalen

Utbredelse er angitt som prosentdel av stasjonene som hadde den aktuelle arten og aldersgruppen. Tetthet 1 er beregnet ved å summere respektive 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 i henhold til Bohlin et al. (1989). Tetthet 1, Tetthet 2, median, 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	2000	2001
Dato	09.09	14.09	13.11	27.10	23.09	02.09	06.09	30.08
Ant. stasjoner	3	4	4	4	4	4	4	4
Areal, m <sup>2</sup>	173	932	569	440	400	400	400	400
<b>Laks 0+</b>								
Utbredelse	0	25	50	50	25	25	0	25
Tetthet 1	0	0.2 (0.7)	0.5 (0.0)	0.3 (--)	3.9 (1.2)	0.5 (0.7)	--	0.5 (--)
Tetthet 2	0	0.2 (0.3)	0.4 (0.5)	0.6 (0.4)	3.9 (7.8)	0.6 (1.2)	--	0.5 (1.0)
Median	0	0.4	0.4	0.3	0	0	--	0
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	--	0
Max. tetthet	0	3.0	0.9	1	15.6	2.2	--	2
<b>Laks ≥ 1+</b>								
Utbredelse	0	75	50	50	50	50	50	50
Tetthet 1	0	4.0 (3.6)	12.5 (2.0)	3.2 (0.1)	5.4 (0.9)	4.8 (1.6)	1.3 (0.2)	4.1 (0.7)
Tetthet 2	0	3.4 (4.0)	10.0 (11.7)	3.2 (2.2)	5.4 (6.6)	4.8 (6.6)	1.3 (1.9)	4.1 (5.0)
Median	0	0.7	8.9	1.8	4.1	2.6	0.5	3.1
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	0	0
Max. tetthet	0	4.1	22.2	4.7	13.5	13.9	4	10.2
<b>Aure 0+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	33.8 (--)	24.7 (17.1)	19.0 (7.5)	23.4 (3.8)	38.1 (4.1)	89.2 (11.2)	33.1 (2.8)	90.9 (4.6)
Tetthet 2	25.2 (13.9)	29.4 (17.9)	41.9 (64.5)	63.0 (107.6)	38.3 (24.4)	89.5 (73.0)	33.4 (34.4)	90.9 (24.2)
Median	26.8	23.1	14.0	97	41.2	71.1	23.9	95.6
Min. tetthet	10.6	14	2	8.4	8.7	23	3.1	59.5
Max. tetthet	38.3	86	137.8	224.2	62.1	192.9	82.8	112.9
<b>Aure ≥ 1+</b>								
Utbredelse	100	100	100	100	75	100	100	100
Tetthet 1	44.0 (--)	14.4 (7.2)	27.0 (--)	31.6 (2.3)	8.3 (0.2)	30.7 (4.5)	30.7 (3.6)	33.7 (3.0)
Tetthet 2	31.8 (30.2)	12.9 (8.8)	46.9 (51.1)	51.5 (37.2)	8.3 (8.9)	31.1 (21.1)	29.9 (10.1)	34.1 (19.1)
Median	18.6	12.7	25.3	44.1	6.5	29.2	29.2	32.5
Min. tetthet	10.5	9.9	14.0	19.5	0	7.1	18.3	14
Max. tetthet	66.3	86	123.2	98.1	20	58.7	43	57.4

Fortsettelse primærdata - fisk Teigdalen

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	10.09	20.10	20.10	05.09.	19.09	29.09	25.09
Ant. stasjoner	4	4	4	4	4	4	4
Areal, m <sup>2</sup>	350	330	350	350	350	350	350
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	0	25	75	50	100	75	75
Tetthet 1	--	4.5 (38.7)	2.9 (2.9)	0.9 (0.4)	8.6 (1.4)	26.4 (2.1)	4,5 (1,2)
Tetthet 2	--	3.8 (7.5)	2.5 (3.1)	0.8 (1.0)	9.1 (5.5)	22.7 (30.0)	3,9 (4,0)
Median	--	0	1.5	0.5	11.1	12.1	3,6
Min. tetthet	--	0	0	0	1	0	0,0
Max. tetthet	--	15	7	2	13.1	66.7	8,3
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	50	25	50	75	75	75	75
Tetthet 1	2.6 (0.3)	3.0 (0.1)	10.3 (0.4)	1.7 (0.0)	8.4 (1.9)	9.5 (0.4)	14,5 (2,6)
Tetthet 2	2.3 (3.9)	2.5 (5.0)	9.0 (14.9)	1.8 (1.7)	7.4 (6.9)	8.3 (11.4)	12,8 (12,4)
Median	0.5	0	2.5	1.5	7.7	4.0	12,1
Min. tetthet	0	0	0	0	0	0	0,0
Max. tetthet	8.1	10	31	4	14.2	25.1	26,9
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	77.5 (6.1)	34.3 (4.4)	46 (5.5)	54.1 (7.2)	77.4 (2.4)	66.8 (5.6)	69,4 (6,2)
Tetthet 2	103.2 (117.4)	54.9 (67.8)	55.3 (53.3)	69.9 (83.8)	102.0 (114.3)	85.1 (86.3)	85,7 (93,8)
Median	53.5	27.3	31.5	30.8	51	48.9	50,6
Min. tetthet	29.6	10	23	22.7	34.1	30.0	18,4
Max. tetthet	276.6	155	135	194.4	271.9	212.6	232,2
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	40.4 (2.3)	28.7 (1.7)	23.9 (1.6)	23.4 (2.4)	24.1 (1.3)	20.3 (1.3)	23,7 (1,2)
Tetthet 2	41.2 (13.7)	35.5 (22.1)	24.9 (6.0)	26.1 (16.2)	26.8 (17.3)	22.3 (10.2)	27,5 (18,7)
Median	45.4	33.9	24	24.5	27	22.6	22,7
Min. tetthet	21.3	11	20.6	8	8	10	11,0
Max. tetthet	52.7	63.2	32.3	47.3	45.4	26.1	53,4

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser for laks og aure i hovedløpet av Teigdalselva i 2008. n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+	4,7	0,7	11
	1+	8,2	0,6	24
	2+	12,9	0,4	2
Aure	0+	4,8	0,7	228
	1+	8,8	1,0	76
	2+	12,1	1,3	6

## Primærdata – fisk Vosso

Utbredelse er angitt som prosentdel 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 i henhold til Bohlin et al. 1989. Tetthet 1, Tetthet 2, median, 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	2000	2001
Dato	09.09	14.09	13.11	27.10	24.09	02.09	07.09	30.08
Ant. stasjoner	3	3	3	3	3	5	5	5
Areal, m <sup>2</sup>	160	810	370	256	300	500	500	500
<b>Laks 0+</b>								
Utbredelse	100	100	100	66.6	100	80	100	100
Tetthet 1	15.8 (0.6)	5.8 (9.3)	11.1 (1.2)	23.8 (4.5)	7.8 (4.2)	22.7 (4.9)	17.9 (1.7)	21.0 (5.9)
Tetthet 2	15.8 (12.8)	5.7 (6.0)	17.3 (8.8)	21.5 (25.4)	8.3 (3.0)	23.0 (19.0)	18.2 (13.4)	19.8 (18.6)
Median	12.5	4.7	16.3	15.1	7.4	27.7	15.2	14
Min. tetthet	5	0.3	9.1	0	5.9	0	7.4	4
Max. tetthet	30	12.1	26.6	49.5	11.7	47.8	40.1	50.1
<b>Laks ≥ 1+</b>								
Utbredelse	100	66.6	100	100	100	80	100	100
Tetthet 1	25.6 (5.5)	3.2 (0.9)	26 (3.9)	26.8 (1.6)	29.3 (--)	16.2 (4.8)	24.7 (1.9)	19.4 (3.5)
Tetthet 2	30.0 (27.7)	3.6 (3.9)	44.6 (32.8)	15.5 (18.9)	28.9 (27.1)	16.6 (16.5)	24.7 (15.7)	18.9 (20.1)
Median	31.3	3	44.3	7.3	30.7	11.3	31.4	14
Min. tetthet	1.66	0	12	2	1	0	3	4
Max. tetthet	57	7.8	77.5	37.1	55.1	42.2	40.8	53.1
<b>Aure 0+</b>								
Utbredelse	100	100	66.6	100	100	100	100	100
Tetthet 1	20.6 (--)	17.3 (--)	6.9 (1.2)	71.7 (7.3)	47.1 (21.0)	41.6 (4.3)	44.4 (6.3)	40.2 (11.8)
Tetthet 2	23.1 (20.6)	18.0 (3.0)	5.1 (6.4)	95.6 (115.8)	52.7 (42.2)	41.8 (14.8)	42.3 (31.6)	42.8(14.9)
Median	12.5	19.4	2.9	44.5	57.7	38.5	27	43.5
Min. tetthet	10	14.5	0	14.2	8.3	23	18.4	19.6
Max. tetthet	46.8	20	12.3	228.2	92.2	62.9	95.7	61
<b>Aure ≥ 1+</b>								
Utbredelse	66.6	100	100	100	100	100	100	80
Tetthet 1	14.8 (1.1)	6.8 (9.0)	16.6 (14.8)	29.6 (3.0)	9.9 (--)	16.5 (2.8)	19.1 (2.0)	23.6 (4.7)
Tetthet 2	15.5 (13.6)	5.8 (6.4)	23.8 (8.4)	39.6 (55.8)	10.9 (7.6)	16.8 (11.0)	19.2 (13.9)	22.7 (13.2)
Median	21.6	3.3	26.1	11	9.6	22.7	12.1	29.1
Min. tetthet	0	1	14.5	4	4	4	7.4	0
Max. tetthet	25	13.1	30.9	103.9	19.1	27.7	40.8	31



Fortsettelse primærdata - fisk Vosso

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	11.09	22.10	14.10	26.10	19.09	01.10	03.10
Ant. stasjoner	5	5	5	5	5	5	5
Areal, m <sup>2</sup>	500	500	500	500	500	500	500
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	80
Tetthet 1	12.4 (3.3)	26.1 (4.8)	24.1 (5.4)	17.1 (3.8)	17.0 (5.7)	19.2 (4.9)	3,0 (1,3)
Tetthet 2	12.3 (8.1)	25.8 (14.8)	23.0 (11.5)	17.6 (6.9)	16.6 (6.9)	18.0 (2.3)	3,2 (4,1)
Median	12	24.3	23	17.4	13.9	17.3	2,0
Min. tetthet	3	10.9	8	10	11	15	0,0
Max. tetthet	22.5	42.4	39.1	26.2	28.3	19.6	10,2
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	12.6 (2.1)	23.7 (1.4)	19.5 (2.2)	25.8 (1.7)	16.5 (2.8)	17.8 (1.9)	6,9 (0,8)
Tetthet 2	12.6 (13.2)	23.8 (9.6)	19.3 (5.3)	25.9 (11.4)	16.2 (2.3)	18.1 (6.3)	6,9 (2,1)
Median	11	26.1	17.2	24.0	16.3	20.2	6
Min. tetthet	2	8	19.4	15.1	13.3	12	5
Max. tetthet	35.1	34.3	28.3	42.7	19.4	24	10
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	49.6 (5.6)	24.6 (5.4)	32.6 (6.2)	19.8 (4.4)	34.1 (8.3)	24.2 (3.7)	25,4 (2,4)
Tetthet 2	49.1 (25.8)	24.0 (13.4)	30.7 (11.5)	19.5 (15.6)	31.9 (18.4)	23.8 (14.0)	25,9 (11,8)
Median	37.5	26	26.5	14.4	27	18.1	25,2
Min. tetthet	22.3	9.5	13	3	14	10.2	12,3
Max. tetthet	84.6	41.3	53	44.4	56.5	44.7	43,6
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	17.0 (1.9)	10.1 (1.6)	16.2 (1.9)	15.9 (3.3)	12.7 (2.3)	10.8 (0.5)	12,7 (1,0)
Tetthet 2	16.8 (9.5)	10.2 (3.8)	16.1 (10.4)	16.2 (6.9)	12.5 (7.9)	10.9 (4.4)	12,9 (4,4)
Median	11	9.5	13.9	17.3	12	11	11
Min. tetthet	8	5	14.4	5	3.1	6	10
Max. tetthet	28.7	15.4	34.2	23	23	16.2	20,6

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser for laks og aure i hovedløpet av Vosso i 2008. n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+	5,2	0,8	12
	1+	9,7	0,9	13
	2+	12,7	0,9	7
Aure	0+	5,5	0,5	124
	1+	8,7	1,3	59
	2+	13,6	1,3	4

### Primærdata – Fisk Raundalen oppstrøms Palmafossen

Utbredelse er angitt som prosentdel 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 i henhold til Bohlin et al. (1989). Tetthet 1, Tetthet 2, median min. og max tetthet er angitt som antall individer pr. 100 m<sup>2</sup>.

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	07.09	15.10	26.10	19.09	03.10	25.09
Ant. stasjoner	1	1	1	1	1	2
Areal, m <sup>2</sup>	100	100	100	100	100	200
<b>Laks 0+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	89.9	47	27.6	5.9	45.2	6,5 (0,2)
Tetthet 2	89.9	47	27.6	5.9	45.2	6,7 (3,6)
Median	--	--	--	--	--	6,7
Min. tetthet	--	--	--	--	--	4
Max. tetthet	--	--	--	--	--	9,1
<b>Laks ≥ 1+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	19.1	17.3	12.1	4.0	5.0	11,2 (0,9)
Tetthet 2	19.1	17.3	12.1	4.0	5.0	11,1 (11,5)
Median	--	--	--	--	--	11,1
Min. tetthet	--	--	--	--	--	3,0
Max. tetthet	--	--	--	--	--	19,2
<b>Aure 0+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	58.3	128.4	56.0	61.0	56.9	4,5 (4,3)
Tetthet 2	58.3	128.4	56.0	61.0	56.9	4,5 (2,1)
Median	--	---	--	--	--	4,5
Min. tetthet	--	--	--	--	--	3
Max. tetthet	--	--	--	--	--	6
<b>Aure ≥ 1+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	8.1	10.4	21.8	16.6	16.6	19,7 (2,5)
Tetthet 2	8.1	10.4	21.8	16.6	16.6	19,8 (4,0)
Median	--	--	--	--	--	19,8
Min. tetthet	--	--	--	--	--	16,9
Max. tetthet	--	--	--	--	--	22,6

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser for laks og aure i hovedløpet av Raundalselva oppstrøms Palmafossen i 2008. n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+	5,4	0,3	3
	1+	7,2	0,5	11
	2+	12,1	0,1	2
	3+	12,6	--	1
Aure	0+	4,5	0,7	9
	1+	7,7	0,7	30
	2+	11,3	1,4	7

# Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

Vedlegg C1. Antall bunndyr og forsuringindekser i roteprøvene fra Vossovassdraget, 17.06.2008.

\*\*\* svært følsom \*\* moderat følsom \* litt følsom

Stasjon:	St. 1 Kleiveelvi	St. 3 Rjoanåni	St. 4 Raundalselv nedstr. Mjølfjell	St. 6 Raundalselv v/Bømoen	St. 8 Myrkdalselv nedstr. Myrkdalsvatn	St. 9 Oppheimselva	St. 11 Strandaelvi inni. Lønnavatn	St. 16 Tverrelva	St. 17 Vosso v/Evanger	St. 18 Teigdalselva v/Forvoren	St. 19 Bolstadelva v/Bolstad	St. 20 Rasdalselva
<b>Turbellaria</b>												
** <i>Crenobia alpina</i>			1					1				
<b>Nematoda</b>	11	1	6	1	22		11	1	2	5	5	1
<b>Gastropoda</b>												
*** <i>Lymnaea peregra</i>									1			
<b>Bivalvia</b>												
* <i>Pisidium</i> sp.									1			
<b>Crustacea</b>												
Cyclopoida					3							
Harpacticoida		1										
<b>Oligochaeta</b>	15	5	14	26	12	6	24	7	33	21	4	1
<b>Acari</b>	14	4	1				13		3	2	3	1
<b>Collembola</b>					1			1				
<b>Ephemeroptera</b>												
*** <i>Baetis rhodani</i>		3		146	110	49	85	44	47	83	17	2
*** <i>Baetis muticus</i>						6						
*** <i>Baetis</i> sp.			1	1								6
*** <i>Ephemerella aurivilli</i>					1		8			2		
*** Baetidae indet.									1			
<b>Plecoptera</b>												
<i>Amphinemura borealis</i>		1		3	4	6	3		6	28	20	44
<i>Amphinemura standfussi</i>					1			3		3		
<i>Amphinemura sulcicollis</i>				2	3			3		1		1
<i>Amphinemura</i> sp.							6					
<i>Brachyptera risi</i>	1	1	2	1	1			1				
** <i>Diura nanseni</i>	2											
** <i>Isoperla grammatica</i>				1			2		4	1	3	1
<i>Leuctra</i> sp.	1	2		19	4	8		13	2	28	2	11
<i>Nemoura cinerea</i>				1								
<i>Protonemura meyeri</i>					2		1					
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>								1				1
Nemouridae indet.		1		1						4		
** Perlodidae indet.		2		2	2	1	1	4				3
<b>Coleoptera</b>												
<i>Elmis aenea</i>						12	10			3	3	

Vedlegg C1. forts.

\*\*\* svært følsom \*\* moderat følsom \* litt følsom

Stasjon:	St. 1 Kleiveelvi	St. 3 Rjoanáni	St. 4 Raundalselv nedstr. Mjølfjell	St. 6 Raundalselv v/Bømoen	St. 8 Myrkdalselv nedstr. Myrkdalsvatn	St. 9 Oppheimselva	St. 11 Strandaelvi innl. Lønavatn	St. 16 Tverrelva	St. 17 Vosso v/Evanger	St. 18 Teigdalselva v/Forvoren	St. 19 Bolstadelva v/Bolstad	St. 20 Rasdalselva
<b>Trichoptera</b>												
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>									1			
** <i>Hydropsyche siltalai</i>						10						
<i>Oxyethira</i> sp.											1	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>				1		1		1				
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					1						5	1
<i>Potamophylax cingulatus</i>	1				1							
<i>Potamophylax latipennis</i>							5					
<i>Rhyacophila nubila</i>	3		2	4	11	16	16		2	7		5
Limnephilidae indet.												1
Polycentropodidae indet.							1					
<b>Diptera</b>												
<i>Dicranota</i> sp.	1	1	1	3		5	10	3		8		3
<i>Tipula</i> sp.											3	
Chironomidae indet.	156	36	55	105	84	178	145	116	106	201	132	167
Ceratopogonidae indet.		1		2				2		1	1	
Empididae indet.	20		6	2	3	9	7	1	9	4	8	6
Simuliidae indet.	8	7	23		5	10	16	2	20	11	24	1
<b>Sum</b>	233	66	112	321	271	317	364	204	238	413	231	256
Forsuringsindeks 1	0,5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	-	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,64

**Vedlegg C2. Vedlegg C.2. Antall bunndyr og forsuringsindekser i roteprøvene fra Vossovassdraget, 6.11.2008.**  
St. 4 ble ikke tatt p.g.a. is i bunnen.

\*\*\* svært følsom \*\* moderat følsom \* litt følsom

Stasjon:	St. 1 Kleiveelvi	St. 3 Rjoanáni	St. 4 Raundalselv nedstr. Mjølfjell	St. 6 Raundalselv v/Bømoen	St. 8 Myrkdalselv nedstr. Myrkdalsvatn	St. 9 Oppheimselva	St. 11 Strandaelvi innl. Lønnavatn	St. 16 Tverrelva	St. 17 Vosso v/Evanger	St. 18 Teigdalselva v/Forvoren	St. 19 Bolstadelva v/Bolstad	St. 20 Rasdalselva
<b>Turbellaria</b>												
** <i>Crenobia alpina</i>				3								
<b>Nematoda</b>				1	1		2		4	1	1	
<b>Bivalvia</b>												
* <i>Pisidium</i> sp.					2				2		6	
<b>Crustacea</b>												
<i>Bosmina</i> sp.						3			2			1
** <i>Ceriodaphnia</i> sp.					1							
<i>Heterocope</i> sp.										1		
<i>Cyclopoida</i>							1					
<i>Ostracoda</i>	1											
<b>Oligochaeta</b>	4	9		19	9	19	22		6	19	2	2
<b>Acari</b>	1	1		1	4	2	4			1		
<b>Collembola</b>												1
<b>Ephemeroptera</b>												
** <i>Ameletus inopinatus</i>		2		3								
*** <i>Baetis muticus</i>						4	11					
*** <i>Baetis rhodani</i>	10	15		32	37	26	88	130	25	23	15	99
*** <i>Ephemerella aurivilli</i>					3		3		17	1	2	
<b>Plecoptera</b>												
<i>Amphinemura borealis</i>				16		11	32	15	4	10	1	4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>				10	6	3	16	29	4	4	4	9
<i>Amphinemura</i> sp.	1											
<i>Brachyptera risi</i>	7	2		5			1	14		2	1	21
** <i>Capnia</i> sp.	1	8		15				20	1	51	1	
** <i>Diura nanseni</i>	4	1			6	3	4	3			1	2
** <i>Isoperla grammatica</i>						12			14		1	
** <i>Isoperla obscura</i>								1				
** <i>Isoperla</i> sp.	1	1				7	1					
<i>Leuctra hippopus</i>				3			1		2	2	2	
<i>Leuctra nigra</i>					1						1	
<i>Leuctra</i> sp.				10		1	3			2		
<i>Nemoura cinerea</i>		1								2		
<i>Nemurella pictetii</i>		1										
<i>Protonemura meyeri</i>	1	5		3	1	10	15	27	1	10	1	2
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				2		5						
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	2				1		1	1	1	7	5	3

Vedlegg C2. forts.

\*\*\* svært følsom \*\* moderat følsom \* litt følsom

Stasjon:	St. 1 Kleiveelvi	St. 3 Rjoanáni	St. 4 Raundalselv nedstr. Mjølfjell	St. 6 Raundalselv v/Bømoen	St. 8 Myrkdalselv nedstr. Myrkdalsvatn	St. 9 Oppheimselva	St. 11 Strandaelvi innl. Lønnavatn	St. 16 Tverrelva	St. 17 Vosso v/Evanger	St. 18 Teigdalselva v/Forvoren	St. 19 Bolstadelva v/Bolstad	St. 20 Rasdalselva
<b>Coleoptera</b>												
<i>Elmis aenea</i>					2	24	11		8	6	6	
<i>Limnius volckmari</i>						1						
Coleoptera indet.						1						
<b>Trichoptera</b>												
<i>Agapetus ochripes</i>						1	4					
** <i>Apatania</i> sp.					1		4		4		1	
<i>Ceraclea nigronervosa</i>											1	
<i>Ceraclea</i> sp.									4		1	
*** <i>Glossosoma intermedium</i>				1			1					
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>						1			3			
** <i>Hydropsyche siltalai</i>						7	1					
<i>Limnephilidae</i> indet.		2					2	1		2		1
<i>Neureclipsis bimaculata</i>									4			
<i>Oxyethira</i> sp.									3		2	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>					2		3		4	1	23	
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	2			3	7	6	2			3	10
** <i>Sericostoma personatum</i>					3	1	2					
<b>Diptera</b>												
<i>Antocha vitripennis</i>						2						
<i>Dicranota</i> sp.				7	1	1	2	4	1	4		4
<i>Tipula</i> sp.					5					1		
Chironomidae indet.	84	18		195	58	76	263	14	63	41	76	7
Empididae indet.	2	1			1				1			
Simuliidae		22		3		15	1	14	5	11	14	6
Diptera indet.												1
<b>Sum</b>	120	91		329	148	243	505	275	183	202	171	173
Forsuringsindeks 1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1

# Yndesdalsvassdraget

Ansvarlig koordinator: Godtfred Anker Halvorsen, LFI, Unifob Miljøforskning

Vannkjemi: Anders Hobæk, NIVA

Fisk: Sven-Erik Gabrielsen, LFI, Unifob Miljøforskning

Vannvegetasjon: Susanne Schneider, NIVA

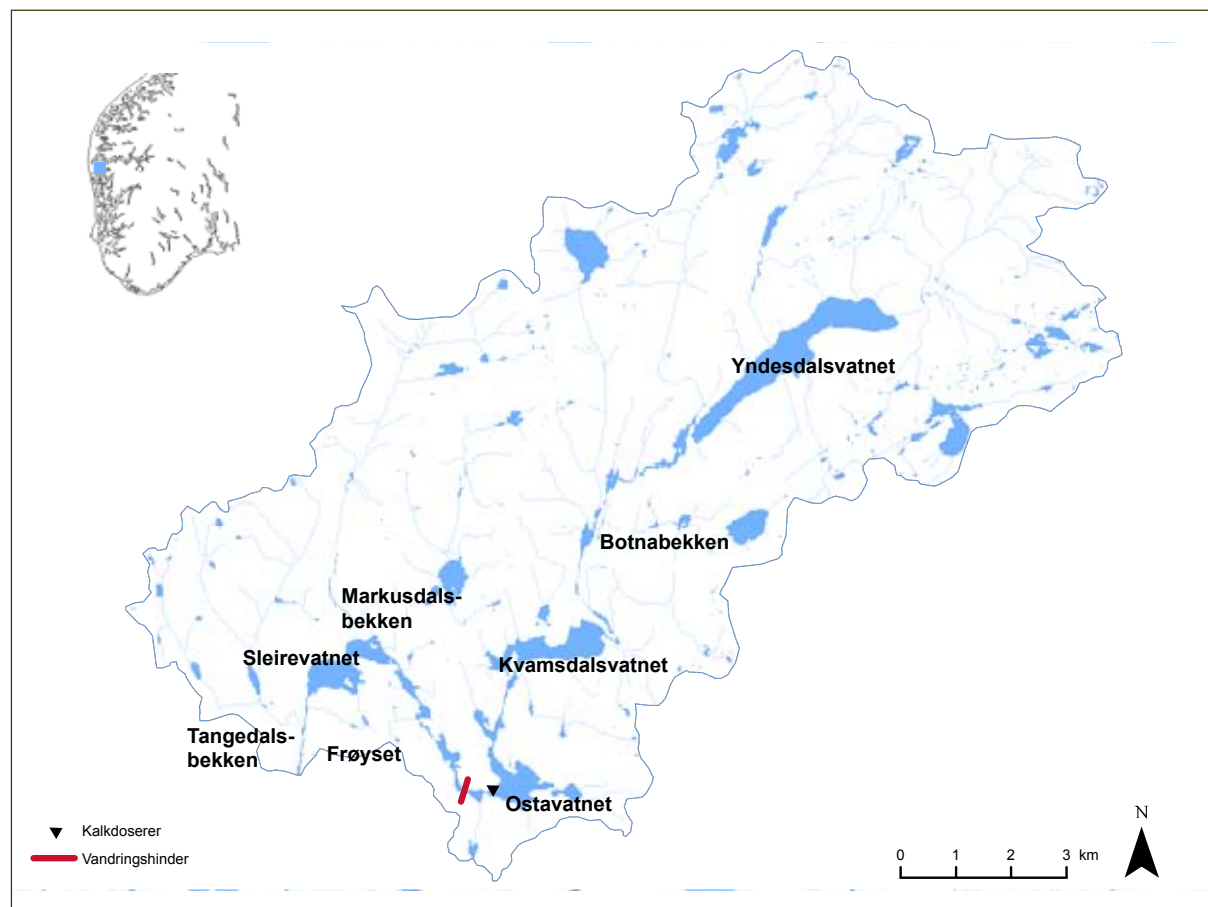
## 1 Innledning

Yndesdalsvassdraget (**Figur 1.1**) har sitt utspring i Gulen kommune i Sogn & Fjordane, og renner ut i Masfjorden kommune i Hordaland. Nedslagsfeltet består av et relativt homogent grunnfjellsmassiv med en svært brutt topografi. Vassdraget har en rekke større bassenger. Disse ligger i hoveddalføret og har liten høyde over vannet. I denne delen av vassdraget er det flere gårdsbruk. Det har vært dokumentert forsuring i vassdraget siden midt på syttitallet.

### 1.1 Områdebeskrivelse

#### Nøkkeldata

Vassdragsnummer, fylke:	067.6z, Hordaland
Kartreferanse utløp:	32VKN943538, Kartblad 1116 I
Areal nedbørfelt:	125 km <sup>2</sup>
Spesifikk avrenning:	117 l/s/km <sup>2</sup>
Middelvannføring:	14,7 m <sup>3</sup> /s
Lakseførende strekning:	6 km
Vassdragsregulering:	2 vann i ukalket del nedstrøms. Yndesdalsvatn er overført til Kløvtveit Kraftverk, Austgulen
Vernestatus:	Ingen vernede området i vassdraget



Figur 1.1. Yndesdalsvassdraget med kalkdoserer og vandringshinder for laks.

## 1.2 Kalkingsstrategi og kalkforbruk

Bakgrunn for kalking: Forsuring av lakseførende strekning, forsterket ved tilførsler fra sideelver.

Kalkingsplan: Hindar 1990, Enge 1992, Bjerknes *et. al.* 2004.

Biologisk mål: Sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for naturlig reproduksjon av laks. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for andre forsuringfølsomme organismer.

Vannkvalitetsmål: pH>6.2 på lakseførende strekning gjennom hele året.

Kalkingsstrategi: 1991-2003: Årlig fullkalking av Yndesdalsvatn. Dosering av kalk ved Ostavatn fra og med høsten 1994.

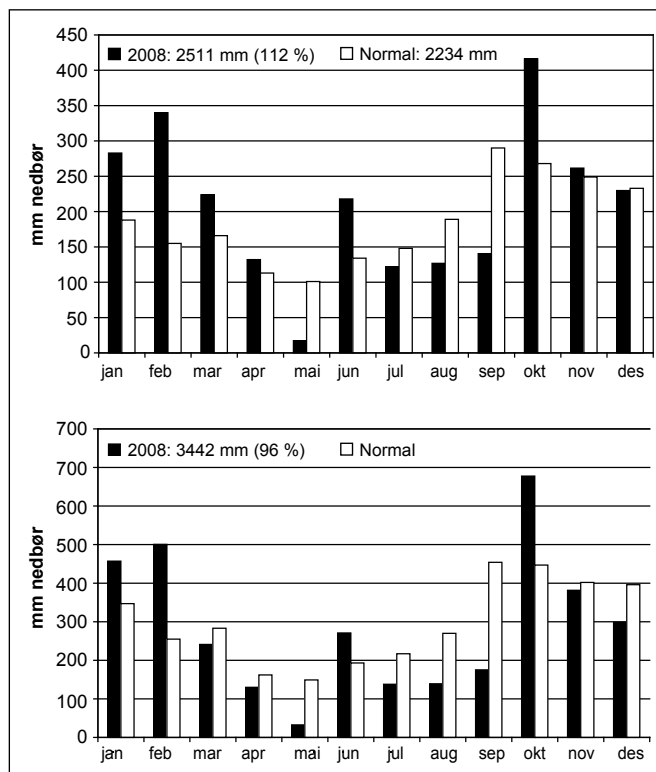
Fra 2004: Bare dosering ved Ostavatn.

Målestasjon: Høsten 1996 ble det installert en målestasjon ved Frøyset som logger pH og vanntemperatur i sideelva Tangedalselva og i hovedelva oppstrøms og nedstrøms Tangedalselva. pH logges også oppstrøms doserer.

Kalkforbruket de siste fem år er vist i **Tabell 1.1**. I 2008 var forbruket i dosereren 1396 tonn VK3 kalk, som er det høyeste årsforbruket etter at innsjøkalking i Yndesdalsvatn ble avsluttet i 2004.

## 1.3 Nedbør i 2008

Årsnedbør og nedbørsfordeling i 2008 er vist i **Tabell 1.2** og **Figur 1.1**. Nedbøren i nedre del av nedbørfeltet (Frøyset) var 112 % av normal. I øvre del av nedbørfeltet (Brekke) var nedbøren 96 % av normal i 2008. På begge stasjoner ble de største avvikene fra normalen registrert i februar og mai (**Tabell 1.2**).



**Figur 1.2.** Månedlig nedbør i 2008 ved meteorologisk stasjon 52750 Frøyset og 52930 Brekke. Normal årsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (<http://leklima.met.no>). Angitt nedbørmengde i oktober ved Frøyset er "uoffisiell", da noen døgndata er angitt med feil, og månedsstatistikk derfor oppgis uten verdi for denne måneden. Nedbørsummen vist her for oktober er beregnet som sum av døgndata, der enkelte døgnerverdier angitt som feil er regnet som 0 mm.

**Tabell 1.1.** Kalkforbruk 2002-2008, uttrykt som 100% kalk. Fram til juli 2004 er det benyttet NK3-kalk, og senere VK3-kalk.

År	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Kalkforbruk doserer, tonn	847	690	679	1212	668	898	1396
Kalkforbruk Yndesdalsvatn, tonn	500	400	0	0	0	0	0
Sum kalkforbruk, tonn	1447	1090	679	1212	668	898	1396

**Tabell 1.2.** Nedbør ved de meteorologiske stasjonene Frøyset (nedre del av nedbørfeltet) og Brekke (øvre del av nedbørfeltet) i 2008. Februar og mai var månedene med størst prosentvis avvik på begge stasjoner.

Nedbørstasjon	52750 Frøyset			52930 Brekke		
	2008	Feb.	Mai	2008	Feb.	Mai
Nedbør 2008 (mm)	2511	340	17	3442	501	33
Normal (mm)	2234	155	101	3575	255	149
Avvik fra normal (mm)	277	185	-84	-133	246	-116
% av normal	112 %	219 %	17 %	96 %	196 %	22 %



# 2 Vannkjemi

Prosjektleder: Anders Hobæk<sup>1</sup>

Medarbeider: Liv Bente Skancke<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Norsk institutt for vannforskning, Vestlandsavdelingen, Thormøhlensgt 53D, 5006 Bergen

<sup>2</sup> Norsk institutt for vannforskning, Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

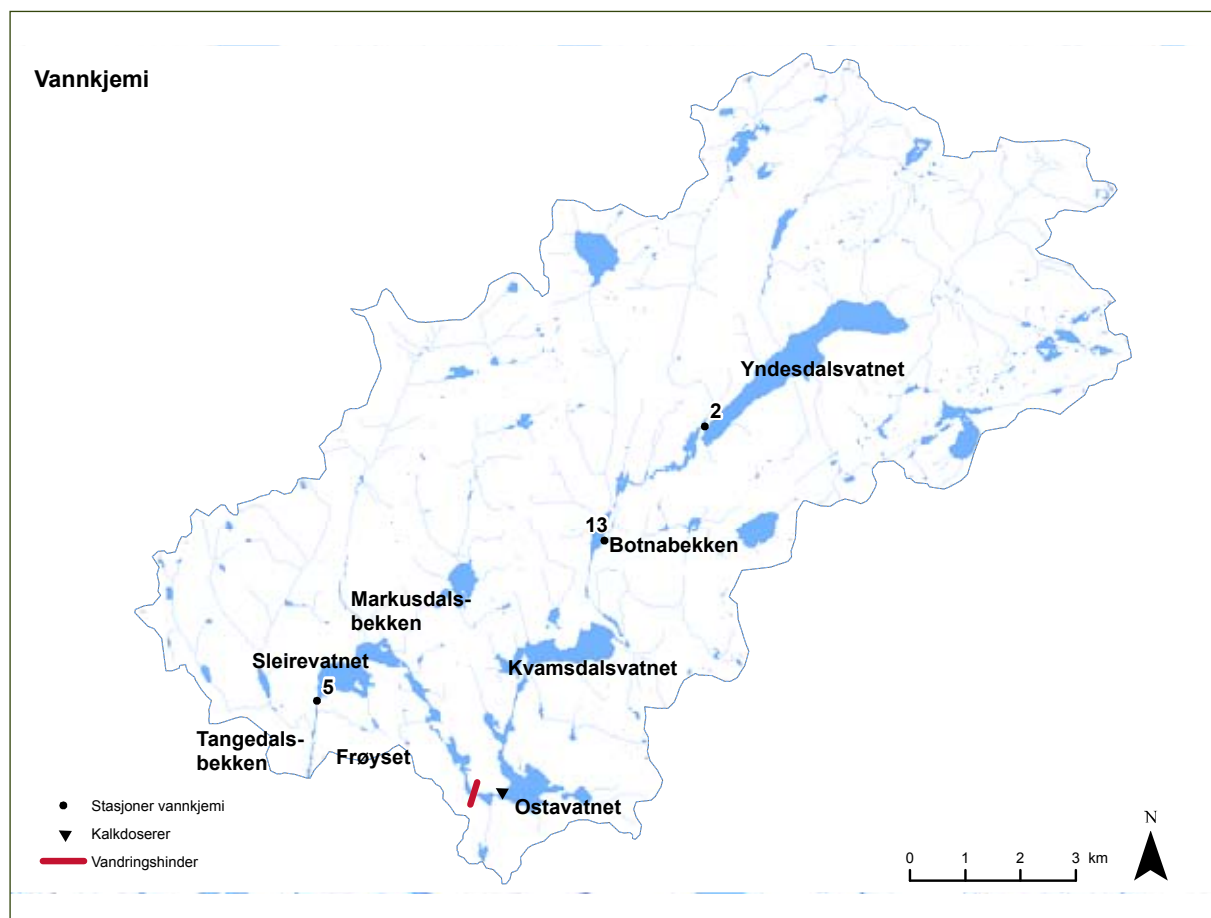
## 2.1 Stasjonsoversikt og vannkjemisk datagrunnlag

Stasjonsnettet i 2008 omfattet de samme tre prøvestasjoner for overvåking av vannkvaliteten som tidligere (**Figur 2.1**). Stasjonene ligger ved utløpet av Yndesdalsvatn (ukalket fra 2004), ved utløpet av Sleirevatn (målområde) og i sideelven Botnanebekk (ukalket). Det er kjørt lang analyseserie (pH, Ca, Alk, RAI, ILAI, TOC, konduktivitet, Mg, Na, K, Cl, SO<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Tot-N, Tot-P) på prøver fra alle tre stasjoner.

## 2.2 Karakterisering av vannkvaliteten i 2004

Det henvises til **Figur 2.1** og **Tabell 2.1**, samt **Vedlegg A**. I to perioder i 2008 ser sjøsalteffekter ut for å ha gjort seg gjeldende. Den første av disse kom i januar/februar, og den andre senhøstes (november). I begge tilfeller fikk vi en økning i labilt aluminium kombinert med negative verdier for ikke-marint natrium i de ukalkede delene av vassdraget (målinger i utløp Yndesdalsvatn og i Botnanebekken).

Yndesdalsvatnet: Årlig fullkalking av Yndesdalsvatnet ble gjennomført hver høst fra 1991 t.o.m. 2003. Denne delen av kalkingsprosjektet ble avviklet fra og med høsten 2004, og tilførsel av kalk skjer nå kun fra dosereren ved Ostavatn (**Figur 2.1**).

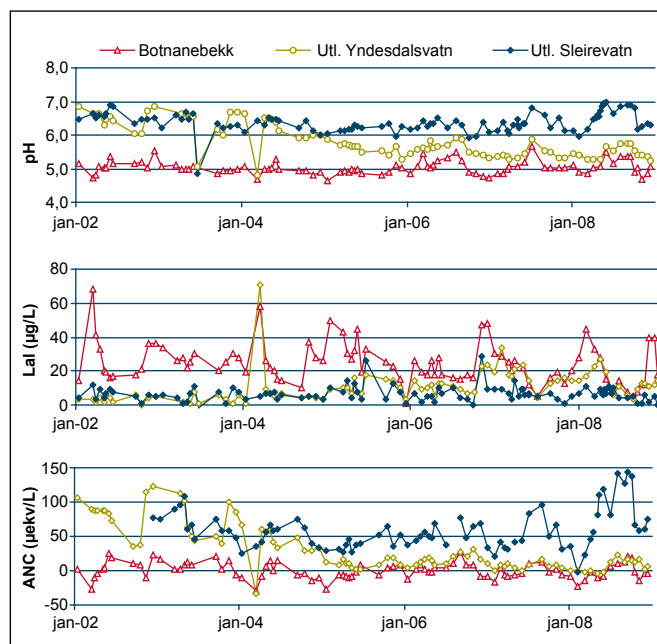


**Figur 2.1.** Stasjonsnett for vannkjemisk overvåking i Yndesdalsvassdraget.

pH-verdiene i vannprøver fra Yndesdalsvatn i 2008 varierte mellom 5,2 og 5,8, med et middel på 5,43. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) varierte mellom 3 og 22  $\mu\text{ekv/L}$  (middelverdi 7  $\mu\text{ekv/L}$ ), og labilt aluminium (LAI) varierte fra 3 til 27  $\mu\text{g/L}$  med et middel på 13  $\mu\text{g/L}$ . Kalsiumkonsentrasjon var i middel 0,36 mg/L (0,29-0,47 mg/L). De vannkjemiske forhold var dermed ganske like de i 2007.

De ukalkete sideelvene: (representert ved Botnanebekken). pH-verdiene i vannprøver fra 2008 varierte fra 4,7 til 5,5, med middelverdi 5,03. Konsentrasjonene av labilt aluminium varierte mellom 5 og 45  $\mu\text{g/L}$ , med middelverdi 21  $\mu\text{g/L}$ , og kalsium varierte mellom 0,16 og 0,36 mg/L, med middelverdi 0,24 mg/L. ANC varierte fra -21 til +21  $\mu\text{ekv/L}$ , med middelverdi -1  $\mu\text{ekv/L}$ . Vannkvaliteten i ukalket del er stadig sur og kritisk i episoder, og viser ingen tegn til bedring over de siste årene. Det er derfor fortsatt behov for kalking av vassdraget.

Målområdet i hovedvassdraget nedstrøms Ostavattn er representert ved prøvestasjonen nedstrøms Sleirevatn. 4 av 21 prøver i 2008 hadde pH-verdier under kalkingsmålet (pH=6.2), med laveste målte pH på 5,96 den 4. februar. pH i vannprøvene lå i intervallet 5,96– 6,97, med middelverdi 6,46 (**Tabell 2.1**) Labilt aluminium varierte fra 0 til 11  $\mu\text{g/L}$ , og kalsium varierte mellom 0,88 og 2,87 mg/L. Middel ANC lå i 2008 på 80  $\mu\text{Ekv/L}$ , og varierte fra -1 til 143  $\mu\text{Ekv/L}$ . Kalsium og ANC lå forholdsvis høyt fra mai til oktober. Det har trolig skjedd en viss overdosering i denne perioden, antagelig pga. ustabilitet i doseringsanlegget.



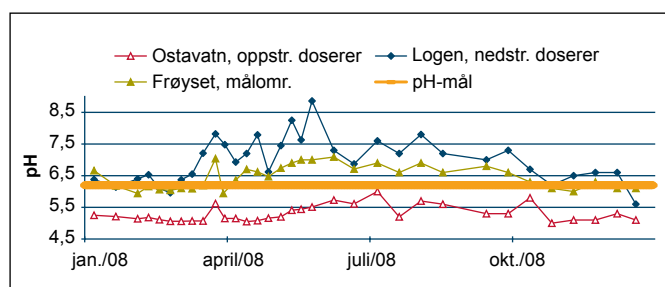
**Figur 2.2.** Utvikling i vannkemi (pH, labilt aluminium og syrenøytraliserende kapasitet -ANC) for perioden 2002-2008 ved Botnanebekk (ukalket), utløpet av Yndesdalsvatn (tidligere kalket) og utløpet av Sleirevatn (kalket).

**Tabell 2.1.** Middel-, min- og maksverdier for pH, kalsium (Ca), alkalitet (Alk-E), labilt aluminium (LAI), totalt organisk karbon (TOC) og syrenøytraliserende kapasitet (ANC) i Yndesdalsvassdraget i 2008.

Nr.	Stasjon		pH	Ca	Alk-E	LAI	TOC	ANC
				mg/L	$\mu\text{ekv/L}$	$\mu\text{g/L}$	mg C/L	$\mu\text{ekv/L}$
13	Botnanebekk	Mid	5,0	0,24	0	21	2,7	-1
		Min	4,7	0,16	0	5	1,2	-23
		Max	5,5	0,36	0	45	6,8	21
		N	15	15	15	15	15	15
2	Utl. Yndesdalsvatn	Mid	5,4	0,36	3	13	1,8	7
		Min	5,2	0,29	0	3	1,3	-3
		Max	5,8	0,47	9	27	2,6	22
		N	15	15	15	15	15	15
5	Utl. Sleirevatn	Mid	6,5	1,89	66	6	2,5	80
		Min	6,0	0,88	12	0	1,6	-1
		Max	7,0	2,87	115	11	3,9	143
		N	21	21	21	21	17	17

## 2.3. Doseringskontroll

Doseringskontrollen i 2008 (**Figur 2.3**) viste at pH i målområdet lå lavere enn pH-målet (6,2) i en lengre periode i februar-mars (minimum pH 5,94). Også i november og desember falt pH tidvis under 6,2, men aldri under 6,0. Kontrollserien viser som NIVAs prøveserie også reallt høye pH-verdier om sommeren. I DN-serien ble det målt flere svært høye kalsium-konsentrasjoner (opp til 21 mg/L). Disse målingene var imidlertid assosiert med høy konduktivitet (opp til 400 mS/m), og dette tyder på at prøvene er tatt i et område (målområdet nedenfor utløp av Tangedalselva) som er påvirket av tidevann. I så fall må de høye kalsium-konsentrasjonene tilskrives innblanding av sjøvann, og ikke overdosering.

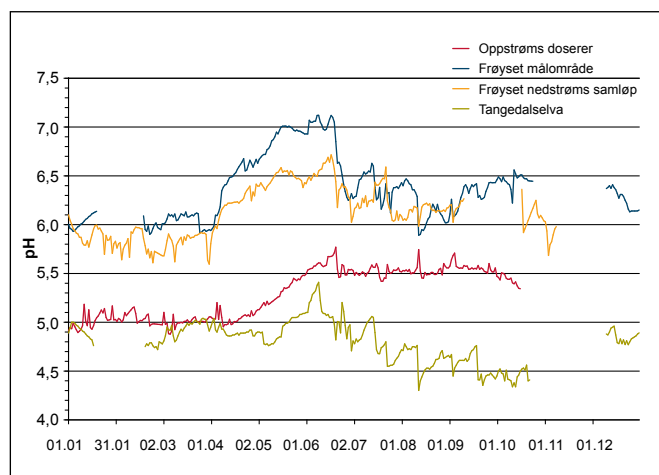


**Figur 2.3.** Resultater fra DNS vannkjemikontrollprosjekt i Yndesdalsvassdraget i 2008. Prøvene er analysert ved M-lab AS (første halvår -08) og VestfoldLAB AS (siste halvår -08).

## 2.4. Kontinuerlig pH-overvåking

Kontinuerlig pH-måling ved Frøyset omfatter fire målepunkter: I hovedelva ovenfor doserer; i målområdet ved Frøyset ovenfor samløp med Tangedalselva, i målområdet nedenfor samløpet og i Tangedalselva ovenfor samløp. Resultater for 2008 er vist i **Figur 2.4**. Målestasjonen nedenfor samløp med Tangedalselva kom i drift i mai 2007.

De kontinuerlige målingene viser perioder med pH under kalkingsmålet (pH 6,2) januar-april, og dessuten i flere perioder om sommeren. pH-målingene i målområdet lå i mange tilfeller noe lavere enn målt i de andre prøveseriene. Mest interessant er imidlertid forskjellen mellom de to stasjonene i hovedelva ved Frøyset, som illustrerer effekten av surt vann tilført fra Tangedalselva. Om høsten var vannkvaliteten i Tverrelva svært sur, og pH tidvis under 4,5. Dette indikerer at det er behov for god bufferkapasitet i hovedelva for å nøytralisere denne tilførselen. Spesielt om våren kan det være behov for å øke doseringen for å oppnå dette, siden avvik fra pH-målet i målområdet om våren har vært et problem over flere år



**Figur 2.4.** Kontinuerlig pH-måling på fire stasjoner i nedre del av Yndesdalsvassdraget. Loggedata er korrigert vha. en serie vannprøver fra alle stasjoner. Kurvene er basert på døgnmidler. Målestasjonene "Frøyset målområde" og "Frøyset nedstrøms samløp" ligger begge i målområdet, men henholdsvis ovenfor og nedenfor samløp med den ukalkete og sure Tangedalselva.

# 3 Fisk

Forfattere: Sven-Erik Gabrielsen<sup>1</sup>

Medarbeidere: Ole Sandven<sup>1</sup> og Einar Kleiven<sup>2</sup>

<sup>1</sup> LFI, Unifob Miljøforskning, Thormøhlensgate 49, 5006 Bergen

<sup>2</sup> NIVA Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

## 3.1 Innledning

Ungfiskbestandene i Yndesdalsvassdraget har vært undersøkt hver høst siden 1991. Undersøkelsene omfatter lakseførende og oppstrøms lakseførende strekninger, og inkluderer både elvestrekninger og innsjøer. Ungfisktetthetene har vært undersøkt på sju faste stasjoner i perioden 1991-2008, men med enkelte justeringer. Stasjonsnettet ble utvidet med stasjonene 8 og 9 fra henholdsvis 1992 og 1994. Kart over stasjonsnettet er gitt i **Figur 1.3**. I 2008 ble ungfiskundersøkelsen utført i november. Primærdata er gitt i **Vedlegg B1**.

## 3.2 Resultat og diskusjon

### 3.2.1 Ungfisktettheter

#### Aure

På den lakseførende strekningen (stasjon 1-5) har det vært en reduksjon i tetthetene av eldre aure i perioden 1992-1997 (**Figur 3.1**). I perioden 1998-2008 synes tetthetene av eldre aure generelt å ha stabilisert seg på et nivå med tettheter på mellom 10 og 15 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>. Den samme trenden er ikke gjeldende for ensomrig aure som har vist mer variable tettheter i samme periode. I 2008 ble det i gjennomsnitt fanget 15 ensomrig aure pr. 100 m<sup>2</sup>, og dette er av de laveste registreringene til nå i overvåkingen (**Figur 3.1**). Antall aure fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.1**.

#### Laks

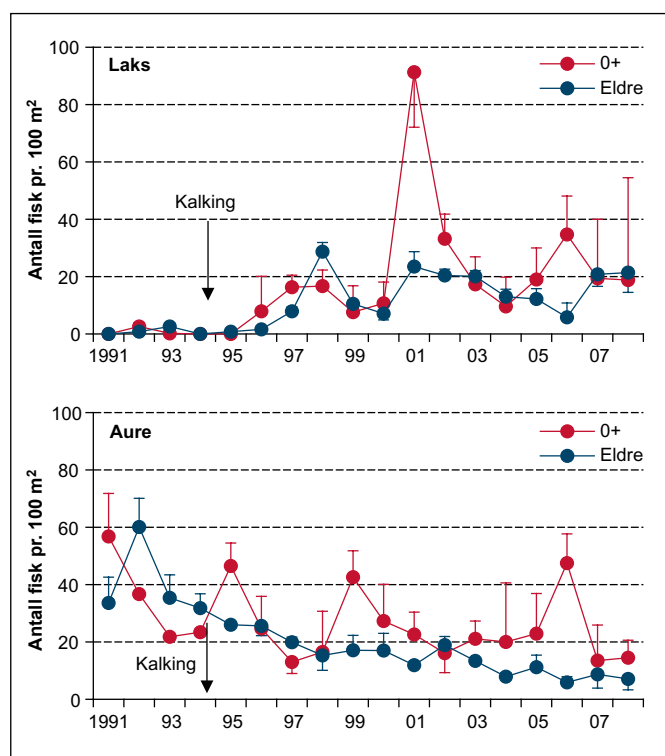
I perioden 1991-1995 ble det bare sporadisk påtruffet ungfisk av laks på stasjonsnettet for elektrisk fiske. I de etterfølgende årene gjenspeiler resultatene en markert økning i ungfiskbestanden av laks, og siden 1996 er det registrert laks på samtlige stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget (**Figur 3.1**). Dette viser at laksen har etablert seg på hele den lakseførende strekningen. I årene før 1995 var de gjennomsnittlige tetthetene av laks stabilt lave, med registrerte tettheter på under fem fisk pr. 100 m<sup>2</sup> for begge alderskategorier. De registrerte gjennomsnittlige tetthetene av både ensomrige og eldre laks har vært markert høyere i perioden 1996-2008 sammenlignet med perioden 1991-1995 (**Figur 3.1**). Antall laks fanget og bestandstetthet på ulike stasjoner, er vist i **Tabell 3.1**.

Tettheten for ensomrig laks var høyest i 2001 da det ble registret hele 88 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>, mens den høyeste tettheten av eldre laks ble funnet i 1998 med 29 fisk pr. 100 m<sup>2</sup> (**Figur 3.1**). I 2008 var tettheten av ensomrig laks 19 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tilsvarende for eldre laks var 21 individer pr. 100 m<sup>2</sup>. Samlet viser resultatene fra overvåkingen at det har vært en betydelig økt produksjon av laks i Yndesdalsvassdraget fra og med 1998-1999.

Årsaken til at tetthetene av aure går ned mens tetthetene av laks går opp etter kalkingen av vassdraget er usikkert. Den mest nærliggende forklaringen er at økt produksjon av laks har en uheldig innvirkning på aurebestanden. I de senere år, etter at laksen ble vanlig forekommende, har imidlertid tettheten av eldre aure vært relativt stabil på et nivå som sikrer rekrutteringen til en livskraftig bestand av sjøaure.

Tabell 3.1. Antall laks og aure fanget og estimert bestandstetthet på ulike stasjoner i Yndesdalsvassdraget høsten 2008. KI er Konfidensintervall.

Stasjon	Areal	Antall fisk		Laks N/100 m <sup>2</sup>		Aure N/100 m <sup>2</sup>	
		Laks	Aure	0+	Eldre	0+	Eldre
1	100	38	28	16	23	11	17
2	100	22	20	8	14	13	7
3	100	91	27	60	36	26	6
4	100	27	20	6	21	19	3
5	100	18	8	4	14	7	1
Sum	500	196	103				
Tetthet 1 (± KI)				19 ± 36	21 ± 7	15 ± 6	7 ± 4
Tetthet 2 (± KI)				19 ± 21	22 ± 8	15 ± 13	7 ± 6

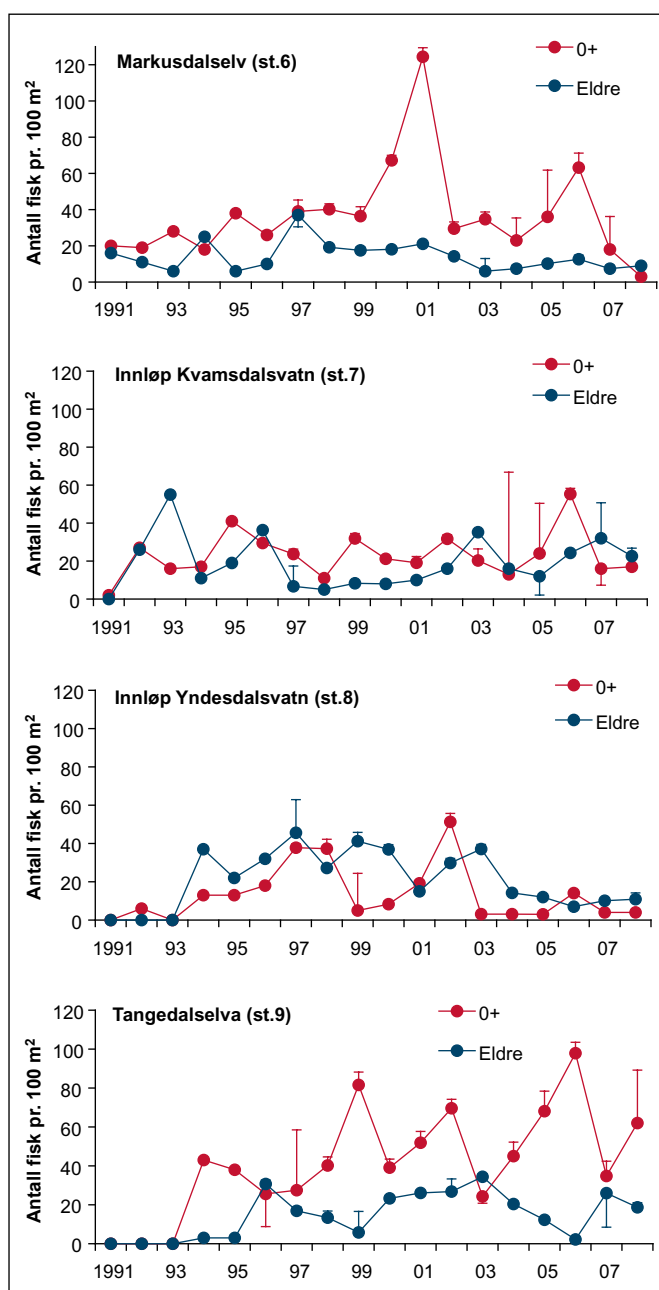


Figur 3.1. Gjennomsnittlige tettheter av laks og aure (med konfidensintervall) for de 5 stasjonene fisket i hovedløpet i Yndesdalsvassdraget 1991-2008.

### Tettheter av aure oppstrøms lakseførende strekning

Oppstrøms lakseførende strekning er det valgt ut fire stasjoner; Markusdalselv (stasjon 6), innløpselv til Kvamsdalsvatnet (stasjon 7), innløpselv til Yndesdalsvatnet (stasjon 8) og Tangedalselv (stasjon 9). Tetthetene av ungfisk funnet på disse stasjonene i perioden 1991 til 2008 er gitt i Figur 3.2. På den enkelte stasjon har tetthetene variert mye mellom år. Ved de fleste registreringene har det vært relativt høye tettheter med ensomrig fisk (20-40 pr. 100 m<sup>2</sup>). Tettheten av eldre fisk varierer også mye mellom år, og i perioden 1991-2008 er det på samtlige stasjoner enkelt år hvor det er registrert relativt høye tettheter (> 20 fisk pr. 100 m<sup>2</sup>) av eldre fisk (Figur 3.2). Samlet viser resultatene at alle de undersøkte elvepartiene har livskraftige aurebestander. Det er registrert en svært begrenset rekruttering av ensomrig aure på stasjon 8, inn-

løp Yndesdalsvatn, i perioden 2003-2008 og på stasjon 6, Markusdalselv, i 2008.



Figur 3.2. Beregnet tetthet av ensomrig og eldre aure på stasjonene 6 - 9 i Yndesdalsvassdraget 2008.

### Fangststatistikk

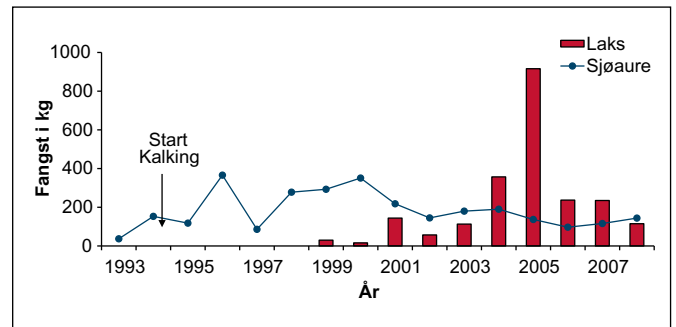
Den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget går tilbake til 1897. Det er ikke blitt skilt på sjøaure og laks i fangstene før 1999. Statistikken før 1993 er svært mangelfull, men viser at de innrapporterte fangstene var relativt lave. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert før 1993 var på 894 kilo i 1954. Gjennomsnittlig fangst i perioden 1897-1992 for de årene det ble rapportert inn fangster var på 187 kilo. Tilsvarende var gjennomsnittlig fangst av aure og laks på 321 kilo i perioden 1993-2008. Den høyeste fangsten som har vært innrapportert i perioden etter 1993 var på 1053 kilo i 2005. Dette er for øvrig den høyeste offisielle innrapporterte fangsten for Yndesdalsvassdraget.

### Laks

Det finnes ingen data på fangster av laks i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1999. I 1999 ble det åpnet for et fiske etter oppdrettslaks, mens det fra og med høsten 2003 også har vært tillatt med et fiske etter villaks. Fangstene av laks har vært lave, men i 2005 ble det fanget 916 kilo laks (**Figur 3.3**). Analyser av innleverte skjellprøver av laks viste et innslag på 15 % oppdrett i 2003, 18 % i 2004, 13 % i 2005, 17 % i 2006 og 29 % i 2007 (Urdal 2008). Av totalt 301 laks undersøkt i perioden hvor det både har vært fiske etter oppdrettslaks og villaks (2003-2007), var 56 av laksene oppdrettslaks, dvs. et innslag på ca. 19 %. Fangstene blir betydelig påvirket av nedbørmengden i fiskesesongen.

### Aure

Det finnes få data på fangster av sjøaure i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1993. I perioden 1993-2008 har fangstene av sjøaure variert fra 37 kilo i 1993 til 366 kilo i 1996 (**Figur 3.3**). Gjennomsnittlig fangst i perioden er 182 kilo. Som for fangstene av laks, blir fangstene av sjøaure sterkt påvirket av nedbørmengdene i fiskesesongen.



**Figur 3.3.** Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Yndesdalsvassdraget i perioden 1993-2008. (<http://www.laksereg.no/>). Kalking med doserer startet i 1994. Det finnes ingen data på fangster av laks i følge den offisielle fangststatistikken for Yndesdalsvassdraget før 1999. Det har vært tillatt med fiske etter oppdrettslaks fra 1999 og fiske etter villaks fra og med høsten 2003.

# 4 Bunndyr

Forfatter: Susanne Schneider (NIVA)

Medarbeider: Camilla Hedlund Corneliussen (NIVA, feltarbeid)

## 4.1 Innledning

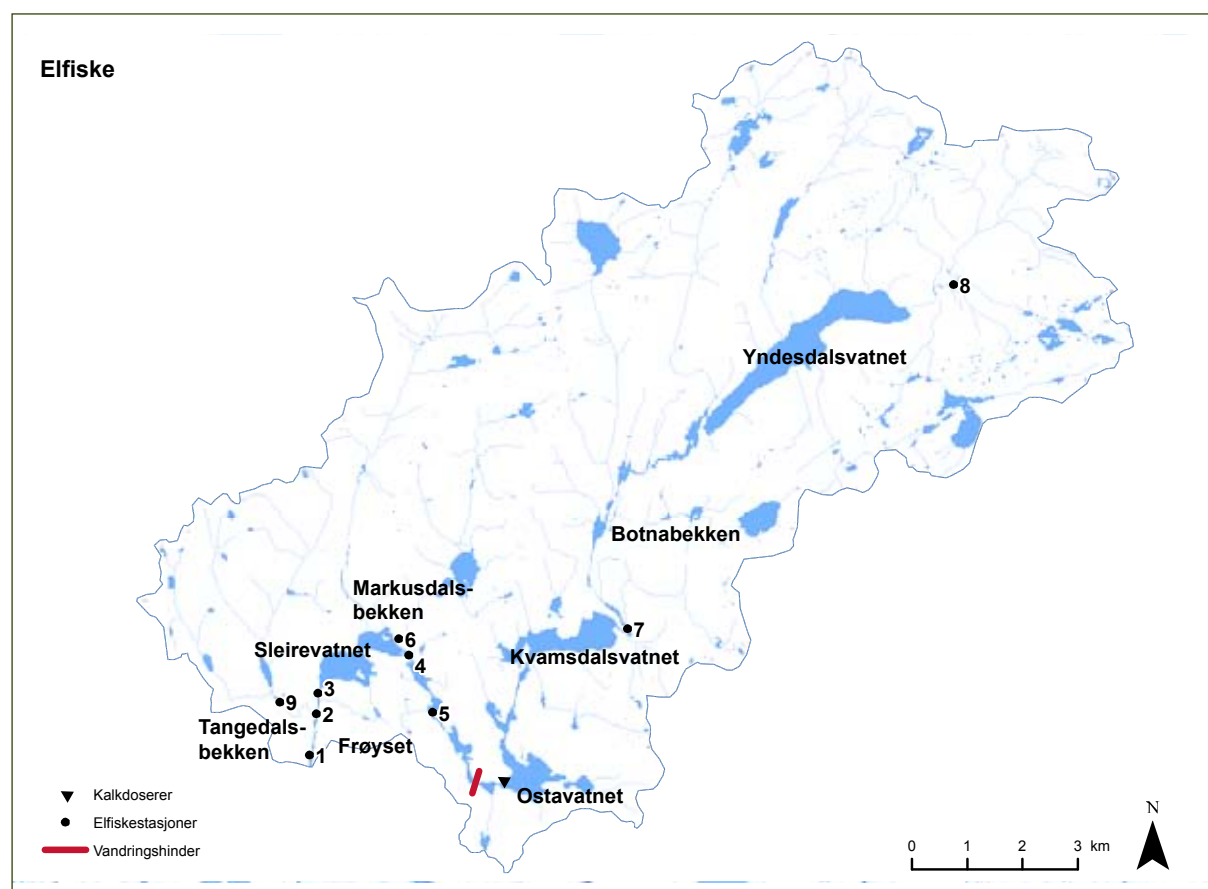
Fullkalking av Yndesdalsvatn ble gjennomført årlig fra høsten 1991 til høsten 2003, og dosering av kalk ved Ostavatn startet høsten 1994. I forbindelse med kalkingen har det vært utført rutinemessig overvåking av vannkjemi, bunndyr og fisk, mens vannvegetasjon og begroing var ikke med i kalkingsovervåkings-programmet fra starten. I 2000 utførte NIVA en befarings i vassdraget, og resultatene fra denne undersøkelsen ble inkorporert i den første ordinære runden med kalkingsovervåking som fant sted i 2001, da det endelige stasjonsnett ble etablert. Andre runden med kalkingsovervåking ble gjennomført i 2006 (6-7. september 2006), mens den tredje fant sted sommeren 2008 (28.-30. juli). Resultatene fra alle tre undersøkelsene er presentert i grafer nedenfor for lettere å kunne oppdage trender. Totalt 8 elvelokaliteter og 5 innsjølokaliteter ble undersøkt, og lokalitetene er vist i **Figur 4.1**.

## 4.2 Resultater

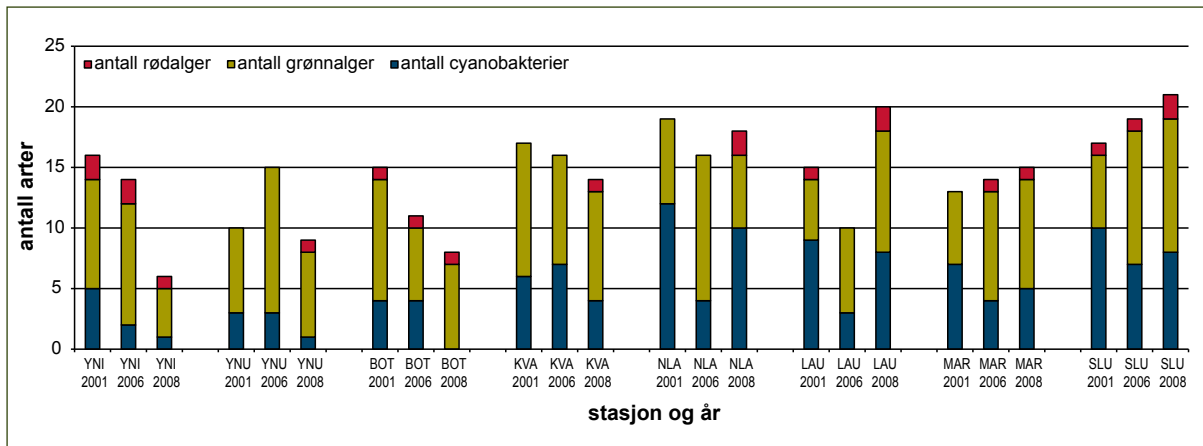
### 4.2.1 Begroingsalger

#### 4.2.1.1 Artsmangfold

Bortsett fra MAR var artsantall på de ukalkete stasjonene i 2008 redusert i forhold til i 2001 og 2006. På de kalkede stasjonene, derimot, var artsantall uendret eller til og med økende sammenlignet med de to tidligere undersøkelsene. Dette tyder på at kalkingen fører til økt arts mangfold med hensyn til begroingsalger. Det reduserte artsantallet på de stasjonene som ligger øverst i vassdraget (og som dermed er ukalket), skyldes sannsynligvis de svært varme og tørre værforholdene sommeren 2008. Vannstanden, særlig på de øverste stasjonene, var svært lav, noe som reduserer det tilgjengelige vekstareal for begroingsalger og som igjen kan føre til redusert artsantall.



Figur 4.1. Stasjonsnett for overvåking av vannvegetasjon i Yndesdalsvassdraget.



**Figur 4.2.** Antall taksa av cyanobakterier, grønnalger og rødalger på 8 elvestasjoner i Yndesdalsvassdraget i 2001, 2006 og 2008. YNI: Yndesdalsvatn innløp; YNU: Yndesdalsvatn v utløp Straumen; BOT: bekk fra Botnanevatn; KVA: Kvamdalsvatn innløp; NLA: nedstrøms Laueidvatn; LAU: Langevatn utløp; MAR; bekk fra Markusdalsvatn; SLU: Sleirevatn utløp. Stasjonene YNI, BOT og MAR er ikke kalket, YNU og KVA ble kalket fram til 2003, mens NLA, LAU og SLU ligger nedenfor kalkdosereren.

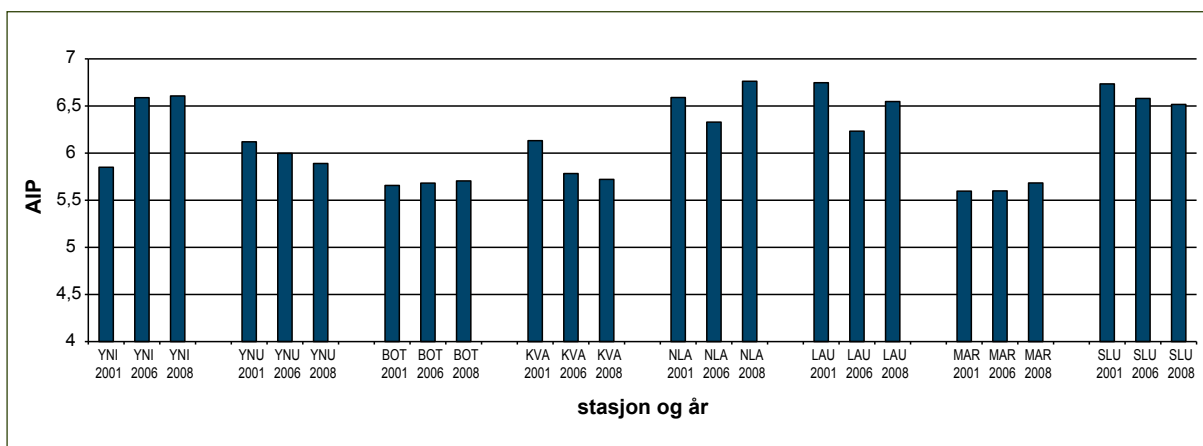
#### 4.2.1.2 Forsuringsindeksen AIP

Forsuringsindeksen AIP er uendret eller svak stigende for alle de ukalkete stasjonene (YNI, BOT, MAR). Dette tyder på at forsuringen i Yndesdalsvassdraget går tilbake, selv om det går langsomt. Stasjonen YNI har en AIP verdi over 6,5 og ser dermed ikke ut til å være forsuret, selv om den ligger lengst opp i vassdraget. Derimot har stasjonene BOT og MAR AIP verdier under 5,75 og må dermed betegnes som forsurrede.

På begge stasjonene der kalkingen stoppet i 2003 (YNU og KVA) går AIP indeksen jevnt nedover i forhold til 2001. Det betyr at begge stasjoner er på vei til å bli gjenforsuret.

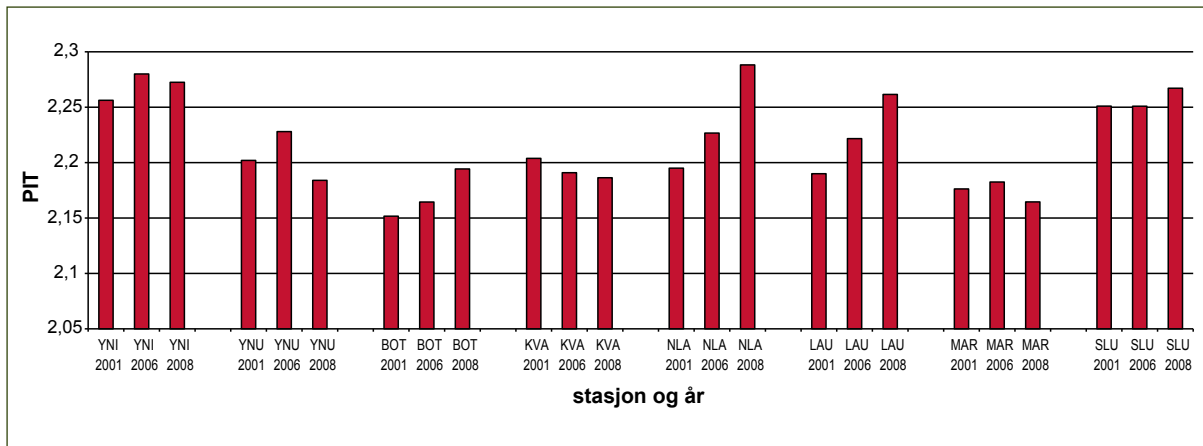
Av dette kan det trekkes to konklusjoner. For det første så har kalkingen av Yndesdalsvatnet, som ble gjennomført fra 1991 til 2003, hatt en positiv effekt på elvestasjoner som ligger nedenfor selve innsjøen. For det andre så er den positive effekten nå, fem år etter at kalkingen stoppet, nesten borte og allerede tre år etter at kalkingen stoppet (2006) fantes det tegn til at stasjonene er på vei til å bli gjenforsuret.

Stasjonene som ligger nedenfor kalkdosereren (NLA, LAU, og SLU) har en mer eller mindre stabil AIP indeks som ligger på et høyt nivå. Alle AIP verdiene ligger over 6,5 og stasjonene kan dermed betegnes som "ikke forsuret".



**Figur 4.3.** AForsuringsindeksen AIP (acidification index periphyton) på 8 elvestasjoner i Yndesdalsvassdraget i 2001, 2006 og 2008. YNI: Yndesdalsvatn innløp; YNU: Yndesdalsvatn v utløp Straumen; BOT: bekk fra Botnanevatn; KVA: Kvamdalsvatn innløp; NLA: nedstrøms Laueidvatn; LAU: Langevatn utløp; MAR; bekk fra Markusdalsvatn; SLU: Sleirevatn utløp. Stasjonene YNI, BOT og MAR er ikke kalket, YNU og KVA ble kalket fram til 2003, mens NLA, LAU og SLU ligger nedenfor kalkdosereren.





**Figur 4.4.** Eutrofieringsindeks PIT (periphyton index of trophic status) på 8 elvestasjoner i Yndesdalsvassdraget i 2001, 2006 og 2008. YNI: Yndesdalsvatn innløp; YNU: Yndesdalsvatn v utløp Straumen; BOT: bekk fra Botnanevatn; KVA: Kvamdalsvatn innløp; NLA: nedstrøms Laueidvatn; LAU: Langevatn utløp; MAR; bekk fra Markusdalsvatn; SLU: Sleirevatn utløp. Stasjonene YNI, BOT og MAR er ikke kalket, YNU og KVA ble kalket fram til 2003, mens NLA, LAU og SLU ligger nedenfor kalkdosereren.

#### 4.2.1.3 Eutrofieringsindeks PIT

PIT indeksen ligger under 2,3 på alle stasjonene i alle undersøkte år. Dette tyder på at ingen av stasjonene er eutrofe. Samtidig så finnes det en tydelig økende trend (mot eutrofiering) på stasjonene NLA og LAU. Om denne trenden fortsetter i årene framover, så kommer stasjonene etter hvert til å få problemer på grunn av eutrofiering, mest sannsynlig i form av økt dekning av trådformede grønnalger og et forandret artssamfunn.

På den øverste stasjonen YNI er PIT indeksen noe høyere enn på de fleste andre stasjonene som ligger lengre nede i vassdraget, noe som er uvanlig. Samtidig viser forsuring indeksen AIP at YNI ikke er forsuret. Det ser derfor ut til at eutrofiering og forsuring motvirker hverandre: En svak eutrofiering, sannsynligvis fra områder litt lengre oppe i vassdraget, påvirker en bekk som egentlig er forsuret slik at forsuringseffekten forsvinner.

#### 4.2.1.4 Vurdering i henhold til Vanndirektivet

Hvordan PIT og AIP indeksen skal kombineres til en samlet vurdering av en lokalitet, har ikke blitt endelig bestemt. Men siden forsuring og eutrofiering påvirker hverandre slik at en sterk eutrofiering som regel hindrer forsuring, og sterk forsuring som regel hindrer eutrofiering, foreslås det at den dårligste statusklassen brukes som avgjørende. Det gjøres imidlertid oppmerksom på at begroingsalger er bare ett av fire kvalitetselementer som skal brukes for å vurdere tilstandsklassen.

Den økologiske tilstanden i henhold til eutrofiering er "svært god" på alle stasjoner for alle undersøkte år. Derimot har stasjonene BOT og MAR "moderat" tilstand i henhold til for-

suring. Dette viser at kalkingen i Yndesdalsvassdraget fortsatt er nødvendig, siden de ukalkete stasjonene er for sure. Den tredje ukalkete stasjonen YNI, som ligger lengst oppe i vassdraget, er derimot ikke forsuret. Her er det sannsynlig at en svak eutrofiering opphever effekten av forsuringen.

På de to stasjonene der kalkingen sluttet i 2003 er den økologiske tilstanden, i henhold til forsuring, fortsatt "god" på BOT, mens den på KVA allerede er forverret til "moderat". På begge stasjoner viser AIP indeksen en nedadgående (surere) trend. Man bør derfor diskutere om kalking av Yndesdalsvatnet bør gjenoptas.

Alle stasjoner som ligger nedenfor dosereren (NLA, LAU, SLU) er i svært god økologisk tilstand i henhold til forsuring. Det betyr at dosering av kalk ved Ostavatn er tilstrekkelig til å sikre svært god økologisk tilstand for begroingsalger på stasjonene nedenfor dosereren.

#### 4.2.2 Makrovegetasjon

Mosesamfunnet på elvestasjonene støtter resultatene for begroingsalger. I de sureste bekkene (BOT og MAR) dominerer elvetrappemose *Nardia compressa*, en art som trives i surt vann. På den øverste stasjonen (YNI) derimot, fantes et mer variert mosesamfunn med innslag av noen forsuringstolerante arter, noe som tyder på at denne stasjonen er mindre forsuret. På KVA dominerer fortsatt den forsuringstolerante arten *Nardia compressa*, og denne arten har nå dukket opp på YNU, noe som tyder på at arten har fått en konkuransfordel etter at kalkingen i Yndesdalsvatnet ble avsluttet. Alle de andre stasjonene viste et mer variert mosesamfunn med flere arter. Ved utløpet av Yndesdalsvatn (YNU) dominerer fortsatt *Fontinalis antipyretica*. Nedstrøms for kalkdosereren har tettheten til

**Tabell 4.1.** Foreløpig vurdering av økologisk tilstand i henhold til Vanndirektivet på 8 elvestasjoner i Yndesdalsvassdraget i 2001, 2006 og 2008, basert på begroingsalger. YNI: Yndesdalsvatn innløp; YNU: Yndesdalsvatn v utløp Straumen; BOT: bekk fra Botnanevatn; KVA: Kvamdalsvatn innløp; NLA: nedstrøms Laueidvatn; LAU: Langevatn utløp; MAR; bekk fra Markusdalsvatn; SLU: Sleirevatn utløp. Stasjonene YNI, BOT og MAR er ikke kalket, YNU og KVA ble kalket fram til 2003, mens NLA, LAU og SLU ligger nedenfor kalkdosereren.

\* vurderingen er basert på antagelsen at den naturlige Ca konsentrasjonen i Yndesdalsvassdraget er < 1 mg Ca/l.

	PIT	økologisk tilstand eutrofiering	AIP	økologisk tilstand forsuring*
YNI 2001	2,26	svært god	5,85	god
YNI 2006	2,28	svært god	6,59	svært god
YNI 2008	2,27	svært god	6,61	svært god
YNU 2001	2,20	svært god	6,12	god
YNU 2006	2,23	svært god	6,00	god
YNU 2008	2,18	svært god	5,89	god
BOT 2001	2,15	svært god	5,66	moderat
BOT 2006	2,16	svært god	5,68	moderat
BOT 2008	2,19	svært god	5,71	moderat
KVA 2001	2,20	svært god	6,13	god
KVA 2006	2,19	svært god	5,78	god
KVA 2008	2,19	svært god	5,72	moderat
NLA 2001	2,20	svært god	6,59	svært god
NLA 2006	2,23	svært god	6,33	god
NLA 2008	2,29	svært god	6,76	svært god
LAU 2001	2,19	svært god	6,75	svært god
LAU 2006	2,22	svært god	6,23	god
LAU 2008	2,26	svært god	6,55	svært god
MAR 2001	2,18	svært god	5,60	moderat
MAR 2006	2,18	svært god	5,60	moderat
MAR 2008	2,16	svært god	5,68	moderat
SLU 2001	2,25	svært god	6,73	svært god
SLU 2006	2,25	svært god	6,58	svært god
SLU 2008	2,27	svært god	6,52	svært god

\*sett at den naturlige Ca konsentrasjonen i området er <1 mg/l

buttgråmose *Rhacomitrium aciculare* økt noe i forhold til tidligere år, noe som kan skyldes bedre kontroll med uønsket overkalking.

I Yndesdalsvatn (YNR) er *Fontinalis antipyretica* noe redusert i forhold til 2006 og 2001, mens tettheten til de typiske artene for lett sure innsjøer *Isoetes lacustris*, *Lobelia dortmanna* og *Sparganium angustifolium* har økt. Sannsynlig er dette en konsekvens av at Yndesdalsvatnet ikke lengre blir kalket. To arter som ikke ble observert før i Yndesdalsvassdraget fantes i 2008 på SLU 1: dikevasshår

og småtjørnaks. Begge arter er moderat surhetsfølsomt og det kan derfor være den nedadgående forsuringen som gjorde det mulig for disse artene å kolonisere Sleirevatnet. Samtidig ble det observert store mengder med trådformede grønnalger på denne innsjøstasjonen, noe som er et tydelig tegn på eutrofiering. Siden både dikevasshår og småtjørnaks trives i noe næringsrikt vann, kan det faktisk også være grunnet eutrofieringen at artene dukket opp i Sleiravatnet. Ellers ble det ikke observert store forandringer i vannvegetasjonen i forhold til 2006.

# 5 Samlet vurdering

## Vannkjemi

I målområdet forekom lengre perioder der pH lå under målsettingen om pH 6,2, særlig første del av 2008. Det ble likevel ikke registrert labilt aluminium høyere enn 11 µg/L. Med en betydelig tilførsel av ukalket og tidvis svært surt vann til målområdet fra Tangedalselva vil vannkvaliteten her lett bli ustabil, og de kontinuerlige målingene bekrefter at pH kan fluktuere raskt.

I de ukalkete delene av vassdraget synes vannkvaliteten uforandret og er fortsatt sur, og det er fortsatt behov for kalking for å sikre vannkvalitet som er levelig for laks og sjøaure. Spesielt under episoder med mye sjøsalter ser vi økning i labilt aluminium i disse delene av vassdraget. Kalkingen av Yndesdalsvatnet fram til 2004 har ikke lenger noen merkbar effekt på vannkvalitet i innsjøen eller i vassdraget.

## Fisk

Ungfiskbestandene i Yndesdalsvassdraget har vært undersøkt hver høst siden 1991. I perioden 1991-1995 ble det bare sporadisk påtruffet ungfisk av laks. I de etterfølgende årene har det vært en markert økning i ungfiskbestandene av laks og siden 1996 er det registrert laks på samtlige stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget. I motsetning til tetthetene av laks har tetthetene av aure vist en nedgang i overvåkingsperioden. I perioden 1997-2003 lå tetthetene av eldre aure på et relativt stabilt nivå fra 12 til 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup>, mens tettheten siden 2004 har vært lavere. Resultatene tyder på en redusert rekruttering av sjøaure i overvåkingsperioden, mens rekrutteringen av laks har økt. Fangststatistikken i Yndesdalsvassdraget viser at fangstene av sjøaure har variert fra 37 kilo i til 366 kilo i perioden 1993-2008. Det har vært tillatt med fiske etter oppdrettslaks fra 1999 og fiske etter villaks fra og med høsten 2003. Fangstene av laks har i denne perioden vært lave og har variert fra 16 til 357 kg pr. år. Imidlertid ble det fanget 918 kilo laks i 2005, som er den høyeste fangsten av laks så langt. Fangsten inkluderer også oppdrettslaks, og innslaget i perioden 2003-2007 har vært på ca. 19 %.

Tidligere undersøkelser har vist at laksen bruker alle de tre innsjøene på lakseførende strekning (Sleirevatnet, Langavatnet og Lauveidvatnet) som oppvekstområder. Innsjøene utgjør et relativt stort areal av den lakseførende

strekningen i Yndesdalsvassdraget, og det er derfor trolig at laks som vokser opp i innsjøene gir et betydelig bidrag til den totale smoltproduksjonen i vassdraget. Samlet viser resultatene fra overvåkingen at det har vært en betydelig økt utgang av laksesmolt fra Yndesdalsvassdraget fra og med 1998-1999 og en kan følgelig forvente en markert oppgang i gytebestanden av laks fra 1999-2000. Den forventede oppgangen i gytebestanden av villaks gjenspeiles så langt ikke i fangstene. Imidlertid kan fangsten i 2005 indikere et tilslag på den økte utgangen av laksesmolt. Tallene er beheftet med usikkerhet, siden fangsten inkluderer oppdrettslaks.

På stasjonene for elektrisk fiske oppstrøms den lakseførende strekningen har tetthetene av aure variert mye mellom år. Ved de fleste registreringene har det vært relativt høye tettheter (20-40 individer pr. 100 m<sup>2</sup>) av ensomrig aure og av eldre aure (> 20 individer pr. 100 m<sup>2</sup>). Samlet viser resultatene at alle de undersøkte elvepartiene pr. i dag har livskraftige aurebestander.

## Vannvegetasjon

Forsuringsindeksen AIP tyder på at forsuren i Yndesdalsvassdraget generelt går tilbake, selv om det går langsomt. Den øverste stasjonen ved innløpet i Yndesdalsvatnet (YNI) ser ikke ut til å være forsuret, sannsynligvis pga en svak eutrofiering som opphever effekten av forsuren. Derimot er bekkene som kommer fra Botnanevatn og Markusdalsvatn fortsatt forsurede. De to stasjonene som ligger mellom Yndesdalsvatnet og Ostavatnet (YNU og KVA) har en nedadgående trend i AIP indeksen og er dermed på vei til å bli gjenforsuret. Stasjonene som ligger nedenfor kalkdosereren (NLA, LAU, og SLU) har en mer eller mindre stabil AIP indeks som ligger på et høyt nivå. Disse stasjonene kan dermed betegnes som "ikke forsuret" og dosering av kalk ved Ostavatn er tilstrekkelig til å sikre svært god økologisk tilstand for begroingsalger på stasjonene nedenfor dosereren.

I Yndesdalsvatn (YNR) er *Fontinalis antipyretica* noe redusert i forhold til 2006 og 2001, mens tettheten til de typiske artene for lett sure innsjøer *Isoetes lacustris*, *Lobelia dortmanna* og *Sparganium angustifolium* har økt. Dette er sannsynligvis en konsekvens av at Yndesdalsvatnet ikke lengre blir kalket.

## 6 Referanser

- Bjerknes, V., Wright, R., Larssen, T. og Håvardstun, J. 2004. Kalkingsplan for Yndesdal-Frøysetvassdraget basert på tålegrensebetraktninger og prognoser for reduksjoner av surt nedfall. NIVA-rapport nr. 4882. 52 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 2007. Nedbørhøyder fra meteorologisk stasjon Frøyset og Brekke 2006, samt normalperioden 1961- 1990. Det norske meteorologiske institutt, Oslo.
- DN-notat 1995-9. Kalking i vann og vassdrag. FoU-virksomheten. Årsrapporter 1994. 180 sider.
- DN-notat 2002-1. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2001. 268 sider.
- DN-notat 2006-1. Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2005. 271 sider.
- Enge, E. 1992. Kalking av Frøysetvassdraget, Hordaland og Sogn og Fjordane. NOTAT, juni 1992. 6 s.
- Hindar, A. 1990. Plan for kalking av Frøysetvassdraget. NOTAT, 17.10.90. 3 s.
- Lindstrøm, E.-A. & Johansen, S.W. 2001. Mengdemessig utvikling av algebegroing etter kalking - årsaker og effekter. Års- og datarapport for 1998, 1999 og 2000. Norsk institutt for vannforskning, NIVA. L.nr.4451-2001. 58 sider.
- Lindstrøm, E.-A., Brettum, P., Johansen, S.W. og Mjelde, M. 2004. Vannvegetasjon i norske vassdrag. Kritiske grenseverdier for forurengning. Effekter av kalking. – NIVA-rapport LNR 4821-2004, 133 sider.
- Odland, A. 1994. Overvåking av vannvegetasjon i forbindelse med kalking av Yndesdal-vassdraget. forholdene i 1993. – NINA oppdragsmelding 251, 10 sider.
- Urdal, Kurt 2006. Analysar av skjelprøver frå sportsfiske i Hordaland 2005. Rådgivende Biologer. Rapport nr. 918. 37s.
- Urdal, Kurt 2007. Analysar av skjelprøver frå sportsfiske i Hordaland 2006. Rådgivende Biologer. Rapport nr. 998. 33s.
- Urdal, Kurt 2008. Analysar av skjelprøver frå sportsfiske i Hordaland 2007. Rådgivende Biologer. Rapport nr. 1111. 32s.

# Vedlegg A. Primærdata - vannkjemi 2007

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	Al/R µg/L	Al/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L	
2	Utl. Yndesdalsvatn	06/01/08	5,43	0,31	0,029	0	44	30	14	1,7	1,98	0,28	2,14	0,14	3,90	0,97	70	144	5	0,73	0	
2	Utl. Yndesdalsvatn	04/02/08	5,39	0,37	0,029	0	47	30	17	1,5	2,13	0,29	2,32	0,16	4,29	0,99	67	190	4	0,73	1	
2	Utl. Yndesdalsvatn	12/03/08	5,28	0,43	0,028	0	51	28	23	1,3	2,35	0,34	2,60	0,19	4,99	1,08	81	155	4	0,66	-2	
2	Utl. Yndesdalsvatn	07/04/08	5,27	0,36	0,026	0	50	23	27	1,3	2,32	0,34	2,60	0,18	4,83	1,11	70	160	3	0,69	-1	
2	Utl. Yndesdalsvatn	05/05/08	5,29	0,36	0,029	0	43	24	19	1,3	2,31	0,34	2,66	0,18	5,01	1,10	77	250	4	0,69	-3	
2	Utl. Yndesdalsvatn	02/06/08	5,67	0,29	0,034	3	26	20	6	1,3	1,90	0,30	2,34	0,14	4,45	1,03	3	103	4	0,51	-3	
2	Utl. Yndesdalsvatn	30/06/08	5,54	0,29	0,034	3	46	35	11	2,1	1,75	0,24	2,15	0,14	3,46	0,94	29	160	7	0,60	12	
2	Utl. Yndesdalsvatn	04/08/08	5,76	0,34	0,039	9	40	34	6	2,4	1,61	0,25	2,03	0,14	3,13	0,92	1	170	10	0,62	22	
2	Utl. Yndesdalsvatn	01/09/08	5,76	0,32	0,038	8	45	42	3	2,6	1,60	0,21	1,87	0,13	3,02	0,91	9	180	8	0,71	13	
2	Utl. Yndesdalsvatn	15/09/08	5,74	0,32	0,036	5	54	45	9	2,6	1,64	0,24	1,95	0,14	3,06	0,91	18	175	5	0,75	18	
2	Utl. Yndesdalsvatn	05/10/08	5,53	0,32	0,034	3	59	46	13	2,5	1,74	0,26	2,00	0,15	3,20	0,96	33	195	8	0,79	16	
2	Utl. Yndesdalsvatn	20/10/08	5,39	0,39	0,036	5	52	39	13	2,2	1,98	0,25	2,24	0,15	3,69	0,98	47	210	4	0,83	13	
2	Utl. Yndesdalsvatn	03/11/08	5,41	0,47	0,033	2	41	30	11	1,6	2,27	0,32	2,61	0,19	4,48	1,04	63	160	6	0,77	16	
2	Utl. Yndesdalsvatn	01/12/08	5,36	0,41	0,034	3	41	29	12	1,6	2,39	0,35	2,59	0,15	4,87	1,05	58	155	5	0,73	2	
2	Utl. Yndesdalsvatn	15/12/08	5,22	0,38	0,030	0	46	32	14	1,6	2,44	0,36	2,67	0,15	4,84	1,04	50	150	4	0,75	7	
5	Utl. Sleirevatn	06/01/08	6,14	0,88	0,047	18	47	40	7	2,1	2,16	0,30	2,36	0,16	4,08	1,00	60	144	4	0,81	35	
5	Utl. Sleirevatn	04/02/08	5,96	0,90	0,042	12	54	43	11	1,7	2,56	0,36	2,80	0,17	6,08	1,24	63	144	3	0,81	-1	
5	Utl. Sleirevatn	12/03/08	6,16	1,09	0,052	23	43	38	5	1,6	2,99	0,41	3,14	0,22	6,25	1,22	79	170	4	0,73	23	
5	Utl. Sleirevatn	07/04/08	6,48	1,38	0,062	34	41	32	9	1,6	2,94	0,41	3,13	0,21	5,94	1,23	68	160	3	0,75	46	
5	Utl. Sleirevatn	15/04/08	6,50	1,53	0,075	47	40	33	7	1,6	3,05	0,40	3,15	0,21	5,90	1,20	66	170	3	0,77	56	
5	Utl. Sleirevatn	21/04/08	6,61	1,57	0,078	50	47	41	6		3,03											
5	Utl. Sleirevatn	28/04/08	6,54	1,57	0,081	54	48	39	9		2,90											
5	Utl. Sleirevatn	05/05/08	6,71	1,94	0,090	63	43	36	7	1,7	2,96	0,38	2,97	0,20	5,40	1,16	60	155	4	0,66	82	
5	Utl. Sleirevatn	13/05/08	6,87	2,48	0,122	96	43	32	11	1,7	3,21	0,36	2,90	0,21	5,19	1,12	53	175	4	0,60	111	
5	Utl. Sleirevatn	19/05/08	6,93	2,55	0,130	104	41	32	9		3,21											
5	Utl. Sleirevatn	26/05/08	6,95	2,58	0,133	107	34	27	7		3,23											
5	Utl. Sleirevatn	02/06/08	6,97	2,87	0,137	112	35	25	10	1,6	3,24	0,36	2,84	0,19	5,53	1,16	33	149	4	0,47	119	

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	Alk mmol/L	Alk-E µekv/L	A/R µg/L	A/II µg/L	LAI µg/L	TOC mg C/L	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO <sub>4</sub> mg/L	NO <sub>3</sub> -N µg N/L	Tot-N µg N/L	Tot-P µg P/L	SiO <sub>2</sub> mg SiO <sub>2</sub> /L	ANC µekv/L
5	Utl. Sleirevatn	30/06/08	6,63	1,69	0,084	57	50	46	4	2,8	2,57	0,30	2,72	0,16	4,46	1,08	29	160	5	0,62	81
5	Utl. Sleirevatn	04/08/08	6,87	2,78	0,140	115	48	44	4	3,2	2,81	0,29	2,40	0,13	3,80	0,96	7	170	6	0,66	143
5	Utl. Sleirevatn	01/09/08	6,88	2,52	0,132	106	44	39	5	3,6	2,68	0,24	2,25	0,14	3,51	0,99	10	220	8	0,71	127
5	Utl. Sleirevatn	15/09/08	6,89	2,74	0,140	115	57	56	1	3,8	2,76	0,27	2,24	0,13	3,40	0,93	17	200	5	0,81	143
5	Utl. Sleirevatn	05/10/08	6,81	2,62	0,133	107	62	61	1	3,9	2,74	0,29	2,28	0,15	3,46	1,01	29	220	7	0,92	137
5	Utl. Sleirevatn	20/10/08	6,17	1,44	0,076	48	69	63	6	3,7	2,39	0,27	2,50	0,14	4,08	1,06	32	180	4	1,07	67
5	Utl. Sleirevatn	03/11/08	6,25	1,32	0,061	32	55	53	2	2,7	2,76	0,39	3,04	0,19	5,33	1,12	43	340	5	0,96	58
5	Utl. Sleirevatn	01/12/08	6,36	1,62	0,074	46	46	41	5	2,4	3,32	0,46	3,42	0,19	6,53	1,14	45	185	5	0,88	61
5	Utl. Sleirevatn	15/12/08	6,28	1,62	0,071	43	43	44	0	2,0	3,22	0,44	3,30	0,17	5,85	1,09	42	155	4	0,90	74
13	Bothanebekk	06/01/08	5,10	0,18	0,022	0	56	28	28	1,4	2,21	0,31	2,29	0,11	4,05	1,14	100	150	2	0,75	-8
13	Bothanebekk	04/02/08	4,88	0,29	0,016	0	73	28	45	1,2	3,26	0,48	3,41	0,18	7,11	1,19	59	112	1	0,69	-23
13	Bothanebekk	12/03/08	4,87	0,28	0,016	0	62	29	33	1,3	3,08	0,40	3,26	0,18	6,39	1,16	53	117	1	0,56	-15
13	Bothanebekk	07/04/08	5,02	0,20	0,021	0	58	30	28	1,8	2,41	0,30	2,65	0,16	4,58	1,14	54	141	2	0,58	-3
13	Bothanebekk	05/05/08	5,07	0,16	0,024	0	50	35	15	2,0	1,96	0,21	2,01	0,11	3,46	1,11	70	155	2	0,43	-10
13	Bothanebekk	02/06/08	5,48	0,31	0,032	0	28	20	8	2,2	1,99	0,26	2,37	0,16	4,22	1,38	59	235	4	0,13	-8
13	Bothanebekk	30/06/08	5,17	0,16	0,027	0	64	50	14	3,3	1,90	0,21	2,23	0,07	3,31	1,05	42	160	3	0,54	6
13	Bothanebekk	04/08/08	5,37	0,21	0,032	0	44	36	8	2,8	1,79	0,22	2,24	0,06	3,37	1,01	5	150	4	0,32	11
13	Bothanebekk	01/09/08	5,35	0,18	0,032	0	62	57	5	4,3	1,73	0,18	2,10	0,07	3,03	0,90	<1	180	3	0,43	13
13	Bothanebekk	15/09/08	5,37	0,23	0,031	0	79	71	8	4,5	1,92	0,22	2,20	0,10	3,08	0,94	1	205	4	0,47	21
13	Bothanebekk	05/10/08	4,90	0,23	0,019	0	135	122	13	6,8	2,47	0,33	2,55	0,10	3,88	1,08	24	235	6	1,44	18
13	Bothanebekk	20/10/08	5,04	0,25	0,028	0	60	48	12	3,8	2,25	0,23	2,32	0,11	4,03	1,01	33	160	4	0,92	-2
13	Bothanebekk	03/11/08	4,70	0,36	0,011	0	85	45	40	2,2	3,85	0,54	3,75	0,14	7,60	1,28	43	155	3	0,86	-15
13	Bothanebekk	01/12/08	4,86	0,29	0,019	0	68	28	40	1,4	3,34	0,45	3,49	0,13	6,44	1,16	57	123	2	0,69	-3
13	Bothanebekk	15/12/08	5,06	0,27	0,025	0	50	32	18	1,6	2,62	0,31	2,59	0,10	4,63	1,10	72	165	2	0,81	-4

# Vedlegg B. Primærdata – fisk

**Vedlegg B1.** Utbredelse er angitt som prosentdel 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 i henhold til Bohlin (et al. 1989). Tetthet 1, Tetthet 2, median, 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	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
Dato	22.11	28.09	04.10	21.09	29.09	23.09	09.10
Ant. stasjoner	5	5	5	5	5	5	5
Areal, m <sup>2</sup>	485	448	490	500	500	500	500
<b>Laks 0+</b>							
Utbredelse	60	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	7.9(6.1)	16.3(2.1)	16.7(2.8)	7.6(4.6)	10.7(3.7)	91.3(9.6)	33.2(4.3)
Tetthet 2	5.0(5.1)	20.3(7.8)	16.6(9.8)	7.0(5.6)	11.0(7.1)	87.9(29.5)	33.4 (17.4)
Median	5.5	20.4	15.6	6.5	11.7	77.1	37.8
Min. tetthet	0	2.8	8.3	2	1	32.6	11.7
Max. tetthet	11.3	39	35.9	16	20.9	194.6	54.6
<b>Laks ≥ 1+</b>							
Utbredelse	40	80	100	100	100	100	100
Tetthet 1	1.6(0.3)	7.9(0.8)	28.7(1.6)	10.5(1.5)	7.1(1.1)	23.5(2.6)	20.4 (1.1)
Tetthet 2	1.4(11.0)	7.7(13.2)	28.7(9.9)	10.7(4.9)	7.5(4.9)	23.9(9.9)	20.7 (10.7)
Median	0	5.6	8.7	11.7	7.6	20.6	24.1
Min. tetthet	0	0	4.4	3	2	15	9
Max. tetthet	4.5	18.8	42.4	15.7	15	38.7	30.5
<b>Aure 0+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	24.7(5.6)	13.0(2.0)	16.5(7.1)	42.6(4.6)	27.3(6.4)	22.6(3.9)	16.1 (3.4)
Tetthet 2	24.0(17.0)	14.5(8.7)	18.0(10.5)	43.1(17.2)	27.7(15.9)	22.1(19.4)	15.9 (6.0)
Median	20	9.7	15.6	41	23.9	18	17
Min. tetthet	10.8	7.7	8.3	26.9	7	2	6.1
Max. tetthet	53.2	28.4	35.9	67.9	48.6	52.2	21.8
<b>Aure ≥ 1+</b>							
Utbredelse	100	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	25.6(1.7)	19.9(0.9)	15.3(2.6)	17.1(2.6)	17.0(3.0)	11.9(0.7)	18.9(1.5)
Tetthet 2	26.0(13.4)	20.0(8.0)	14.8(15.8)	17.2(12.5)	17.2(11.6)	11.9(7.3)	19.1(8.0)
Median	21.8	17.8	8.7	14.8	15.2	12.1	21
Min. tetthet	6.1	11.1	4.4	7.4	3.1	4	8.1
Max. tetthet	35.2	30.5	42.4	38.2	34.1	23.2	26.5

Fortsettelse primærdata - fisk Yndesdalen

År	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Dato	16.10	21.12	20.11	12.09	13.12	25.11
Ant. stasjoner	5	5	5	5	5	5
Areal, m <sup>2</sup>	500	500	500	500	500	500
<b>Laks 0+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	17.3(4.8)	9.6(5.1)	19,0(5,5)	34,7(6,7)	19,4 (10,3)	18,8(17,9)
Tetthet 2	16.2(15.3)	8.7(7.9)	18,6(12,4)	34,2(30,0)	20,2 (14,5)	18,8(23,5)
Median	10.2	6	24,6	29	14,5	8,1
Min. tetthet	3.1	3	4	3	5,8	4
Max. tetthet	42	22.6	29,7	84,1	43,0	60
<b>Laks ≥ 1+</b>						
Utbredelse	100	100	100	80	100	100
Tetthet 1	20.1(1.0)	13.0(1.3)	12,2(1,8)	5,8(2,5)	20,8 (2,1)	21,4(3,4)
Tetthet 2	20.3(7.4)	13.3(7.7)	12,1(3,1)	5,5(4,5)	21,1 (9,9)	21,5(8,9)
Median	20.1	14.4	13,0	6	20,4	21,0
Min. tetthet	10	4	7	0	6,5	14
Max. tetthet	30.4	24	15,2	11	33,3	35,7
<b>Aure 0+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	21.1(3.1)	20.0(10.3)	22,9(7,0)	47,5(5,1)	13,5 (6,2)	14,5(3,5)
Tetthet 2	20.8(12.0)	20.3(6.4)	20,8(13,5)	47,9(17,0)	12,1 (4,2)	14,5(6,2)
Median	18	22.5	21,0	36,4	14,4	13,0
Min. tetthet	11	9	6,5	33,5	5,2	7,1
Max. tetthet	41.2	25	34,4	79,2	15,0	22,6
<b>Aure ≥ 1+</b>						
Utbredelse	100	100	100	100	100	100
Tetthet 1	13.4(0.4)	7.9(0.7)	11,2(2,1)	5,9(1,0)	8,7 (2,4)	7,1(1,9)
Tetthet 2	13.4(4.4)	7.9(2.3)	11,3(7,1)	6,0(3,5)	8,2 (4,1)	6,8(6,2)
Median	15	8.1	11,7	6	10,0	6,0
Min. tetthet	8	4	1	3	2,2	1
Max. tetthet	19	10.4	19,6	11,7	12,0	17

Gjennomsnittlig lengde (L) med standardavvik (Sd) for ulike aldersklasser for laks og aure i hovedløpet av Yndesdalsvassdraget i 2008.  
n = antall fisk.

Art	Alder	L	Sd	N
Laks	0+	6,3	0,9	69
	1+	10,8	2,0	25
	2+	13,9	0,7	8
Aure	0+	5,6	0,8	94
	1+	10,6	1,8	85
	2+	13,7	1,6	17



# Vedlegg C. Primærdata – bunndyr

## Vedlegg C1. Artsliste begroingsalger.

	YNI 2008	YNU 2008	BOT 2008	KVA 2008	NLA 2008	LAU 2008	MAR 2008	SLU 2008
<b>Cyanophyceae (Cyanobakterier)</b>								
Aphanocapsa spp.							x	
Calothrix braunii								xx
Capsosira brebisonii							<1	
Chamaesiphon confervicola					x			
Chamaesiphon rostafinskii (c.v.elongata)					x	x		x
Clastidium setigerum					xx	xxx		x
Coleodesmium sagarmathae					<1	<1		xx
Cyanophanon mirabile					xx			x
Gloeocapsopsis magma							<1	
Heteroleibleinia spp.							x	
Merismopedia spp.					x	x		
Oscillatoria spp.					x			
Phormidium hetropolare						x		
Phormidium inundatum						<1		
Phormidium spp.						xx		x
Schizothrix spp.					x			xx
Scytonema mirabile				<1				
Stigonema mamillosum				x				
Stigonema multipartitum						<1		
Stigonema spp.				<1				
Uidentifiserte coccale blågrønnalger	<1				<1		<1	x
Uidentifiserte trichale blågrønnalger		x		x	<1			
<b>Chlorophyceae (Grønnalger)</b>								
Binuclearia tectorum		x	x	x			x	
Bulbochaete spp.			x		<1	<1	x	1
Closterium spp.					x	x		x
Cosmarium spp.	xxx		x	x		xx	x	x
Hormidium rivulare		xx		10			5	xx
Microspora palustris		x	2			x	xx	
Microspora palustris var minor		<1	xx	35			xx	x
Mougeotia a (6 -12u)				x	xx	x	<1	x
Mougeotia a/b (10-18u)		1	x	xx			x	
Oedogonium a (5-11u)				x	x	x		x
Oedogonium a1 (3-4u)						x		
Oedogonium b (13-18u)		x				xx		4
Oedogonium c (23-28u)					15	<1		xx
Penium spp.	xx			x				x
Teilingia granulata					xx	x		x
Tetraspora gelatinosa	<1							
Zygnema a (16-20u)		xxx						
Zygnema b (22-25u)	<1							
Zygogonium sp3 (16-20u)			<1	x			10	
<b>Bacillariophyceae (Kiselalger)</b>								
Eunotia spp.			x				xx	
Tabellaria flocculosa (agg.)	xx	x	xx	5	xx	xx	xxx	xx
<b>Rhodophyceae (Rødalger)</b>								
Batrachospermum spp.			1				<1	<1
Lemanea fluviatilis						<1		
Lemanea spp.					<1			
Uidentifiserte Rhodophyceer	x	xxx		x	x	x		x
<b>Saprophyta (Nedbrytere)</b>								
Jern/mangan bakterier, aggregater			<1					

Begroingsorganismer på 8 elvestasjoner i Yndesdalsvassdraget i 2008. Hyppigheten av artene er angitt som dekningsgrad. Organismer som vokser på/ blant disse er angitt ved: x=observert, xx=vanlig, xxx=hyppig

**Vedlegg C2. Artsliste makrovegetasjon.**

	Elvelokaliteter								Innsjølokaliteter				
	YNI	YNU	BOT	KVA	NLA	LAU	MAR	SLU	YNR	BYR	LAN	SLE 1	SLE 2
<b>KORTSKUDDSPLANTER</b>													
mykt brasmegras <i>Isoetes echinospora</i>													
stivt brasmegras <i>Isoetes lacustris</i>		1		4					3	2	3		4
tjønngras <i>Littorella uniflora</i>											5	4	5
botnegras <i>Lobelia dortmanna</i>		3		3					3	3	4	3	4
evjesoleie <i>Ranunculus reptans</i>												2	
<b>LANGSKUDDSPLANTER</b>													
klovasshår <i>Callitriche hamulata*</i>									2	2			
dikevasshår <i>Callitriche stagnalis</i>												3	
krypsiv <i>Juncus bulbosus</i>	1	1							1	3	3	3	2
tusenblad <i>Myriophyllum alterniflorum*</i>		1								2	2	1	
småblærerot <i>Utricularia minor</i>											1		
storbælerot <i>Utricularia vulgaris/australis*</i>		2							1	2	2		
<b>FLYTEBLADSPLANTER</b>													
gul nøkkerose <i>Nuphar lutea</i>											2	4	
flôtgras <i>Sparganium angustifolium</i>		2		3					3	4	2	3	2
småtjørnaks <i>Potamogeton berchtoldii</i>												1	
<b>VANNMOSER</b>													
vrangklomose <i>Drepanocladus exannulatus</i>					3	3							
kjølvemose <i>Fontinalis antipyretica*</i>		4							3	2			
duskelvemose <i>Fontinalis dalecarlica*</i>	2	1		1	3	3		3		1			
klobekkmose <i>Hygrohypnum ochraceum*</i>	4	3											
elvetrappemose <i>Nardia compressa</i>		3	4	4				5					
buttgråmose <i>Rhacomitrium aciculare</i>		3		1	3	3	1	3					
bekketvebladmose <i>Scapania undulata</i>	4	3	3	2	4	4	1	4					
horntorvmose <i>Sphagnum auriculatum</i>		2		1						2			
<b>SVAMPER</b>													
Ferskvannsvamp <i>Spongilla</i> sp.		1							2	2	1		2