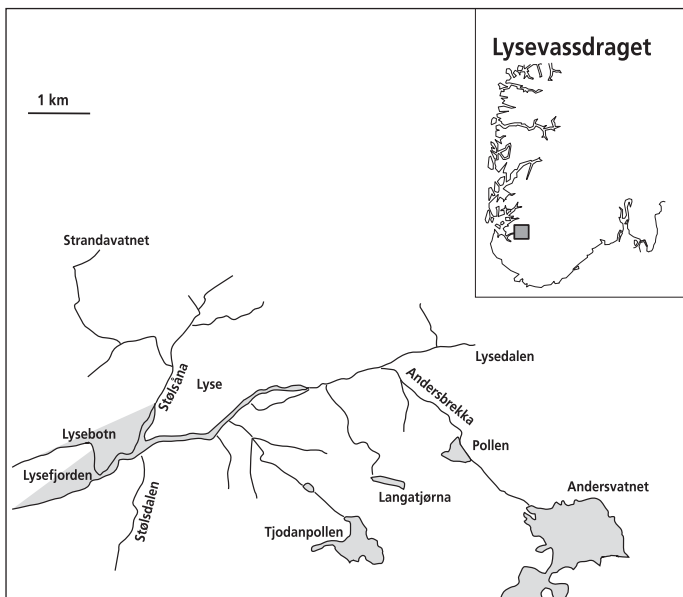


LYSEVASSDRAGET

Koordinator: Ø. Kaste, NIVA



Figur 1.1. Vassdraget med nedbørfelt.

1 Innledning

1.1 Områdebeskrivelse

Vassdragsnr, fylke:	031, Rogaland
Kartreferanse, utløp:	3650-65484, kartblad 1313 II
Areal, nedbørfelt:	182,2 km ² (før regulering)
Spesifikk avrenning:	74 L/s/km ²
Middelvannføring:	13,5 m ³ /s (før regulering)
Regulering:	118,5 km ² overført til andre vassdrag.
Lakseførende strekning:	Ca. 5 km i hovedelva, 1 km i Stølsåna
Kalking:	Siden januar 2000

1.2 Kalkingsstrategi

Bakgrunn for kalking:	Laksestammen ble karakterisert som truet før kalking (Enge og Nordland 1994).
Kalkingsplan:	Kaste <i>et al.</i> 1996 (inneholder hydrologiske og kjemiske grunnlagsdata, samt oversikt over reguleringer og sentrale referanser).
Biologisk mål:	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsuringsfølsomme vannorganismer.
Vannkvalitetsmål:	Lakseførende strekning: 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.

1.3 Kalking i 2006

Dosererkalking Lysebotn: 74 tonn VK3 (99% CaCO₃).

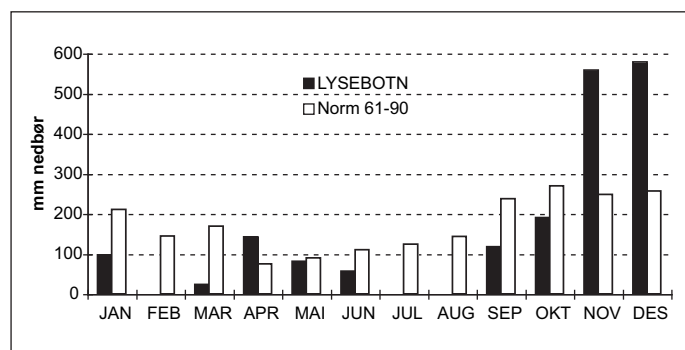
Kalkingsdata er innhentet fra Fylkesmannen i Rogaland v/miljøvern-avdelingen.

1.4 Hydrologi 2006

Det er ingen målestasjon for vannføring i vassdraget. Klimadata er hentet fra den meteorologiske stasjonen 45350 Lysebotn:

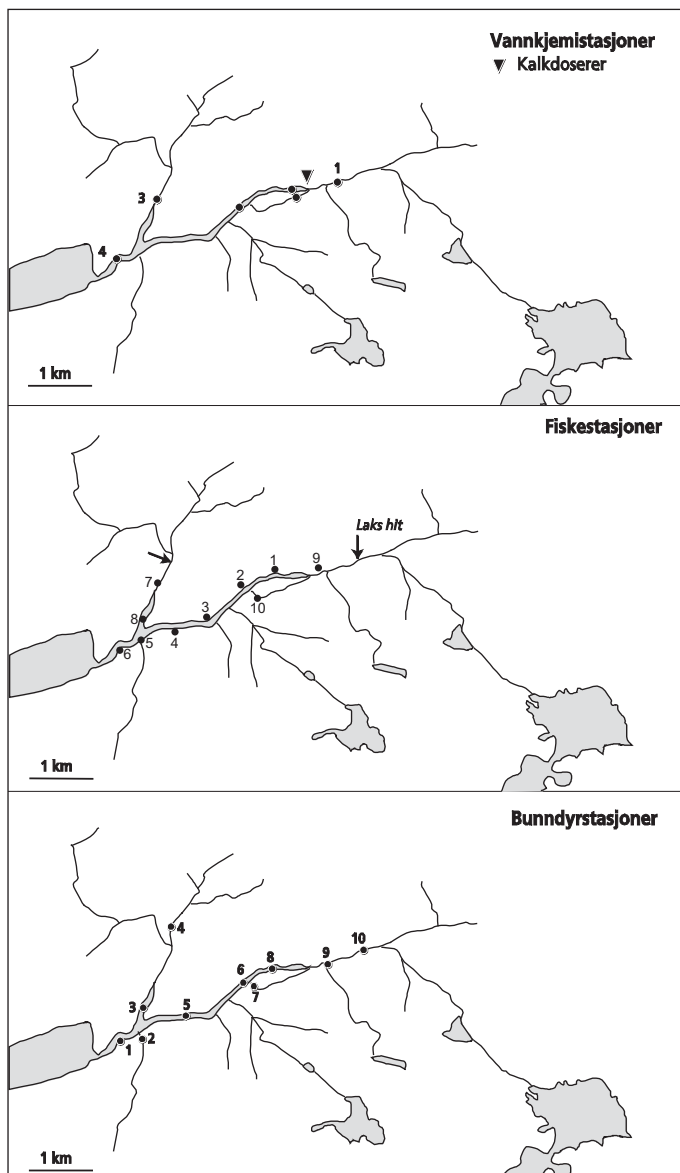
Årsnedbør 2006: 1845*mm
Normalt: 2078 mm
% av normalen:

*Data for månedene februar, juli og august var ikke tilgjengelig i mai 2007.



Figur 1.2. Månedlig nedbør i 2006 ved meteorologisk stasjon Lysebotn. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (met.no 2007).

1.5 Stasjonsoversikt



Figur 1.3. Prøvetakingsstasjoner for vannkjemisk, fisk og bunndyr i Lysevassdraget.

2 Vannkjemisk

Forfattere: Ø. Kaste og L. B. Skancke, NIVA

Prøvetaker: Svein Tveit, Forsand kommune

Overvåkingen av Lysevassdraget startet med stasjon 4 i desember 1994. 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 vannkjemikontroll. Tidligere overvåking i vassdraget har vist at det er en betydelig sesongvariasjon i vassdragets surhet, med de laveste pH-verdiene på våren og forsommeren (i forbindelse med snøsmelting og vårflo). Dette faller sammen med perioden da laksen er mest sårbar for surt vann.

I 2006 ble det benyttet 74 tonn kalk ved doseringsanlegget i Lyseelva (se Kapittel 1). Dette er omtrent samme mengde som i 2001, men halvparten av mengden som ble brukt i 2002.

Referansestasjon i hovedelva oppstrøms kalkdoserer

figur 2.1 viser utviklingen av pH og labilt aluminium på 2000-tallet. På stasjonen oppstrøms kalking har nedbørsrike vintre og vårer gitt pH-verdier godt under 6,0 og verdier for LAL over 30 µg/L. Stikkprøver fra høsten 2006 viser pH-verdier i området 5,9-6,2 og lave LAL-verdier (≤ 5 µg/L). Data fra DNs vannkjemikontroll-prosjekt med prøver gjennom hele 2006 (**figur 2.2**) viser at pH-verdiene lå $< 6,0$ i fem prøver; tatt i mars, mai og november, men det ble ikke registrert noen svært sure prøver dette året. Det lave humusinnholdet i Lyseelva (0,4-1,2 mg TOC/L) gir liten beskyttelse mot giftig labilt aluminium (**tabell 2.1**). Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) brukes ofte som en indikator på om vannkvaliteten er akseptabel for stasjonære aure (Lien *et al.* 1989). ANC-verdier omkring 20 µekv/L regnes vanligvis som akseptabelt for aure. Høstverdiene i 2006 lå i intervallet 20-27 µekv/L, men det er sannsynlig at ANC-verdiene kan ha vært lavere enn dette i løpet av våren/forsommeren.

Stølsåna

Dette er et sidevassdrag som renner inn i Lyseelva omlag 1 km før utløpsosen. Ettersom Stølsåna til tider har surere vann enn den ukalkede delen av hovedelva, kan den medføre risiko for dannelse av giftige aluminiumsblandsoner i hovedelva (Rosse-land *et al.* 1992). Resultater fra DNs vannkjemikontroll-prosjekt i 2006 viser at pH-verdiene i Stølsåna svinget i takt med den ukalkede delen av hovedelva, men på et generelt lavere nivå. Laveste pH-verdi (5,49) ble målt i en prøve fra 27. november.

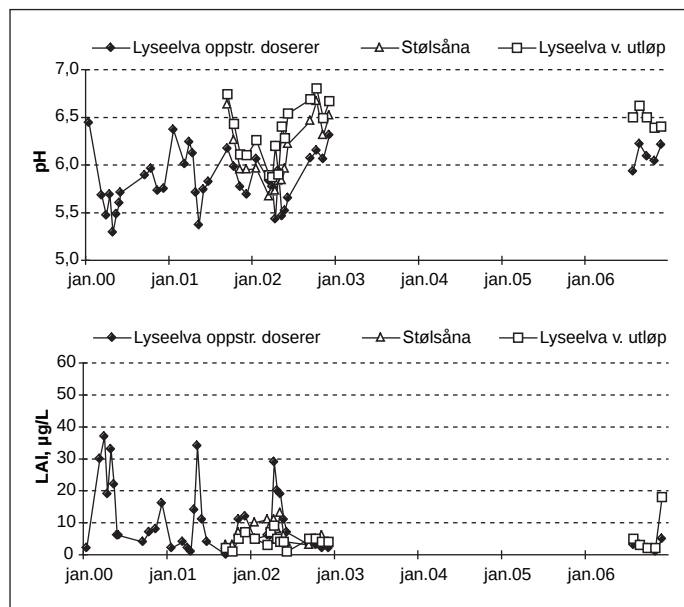
Lyseelva – kalket del

Dosereren i Lyseelva ble igangsatt i januar 2000. I regi av DNs vannkjemikontroll-prosjekt er det prøvetaking på fire punkter i hovedelva nedstrøms doseringsanlegget; i de to løpene rett nedstrøms doseringsanlegget, etter samløp av de to grenene og i hovedutløpet mot fjorden. Resultatene for 2006 viste at pH ned-

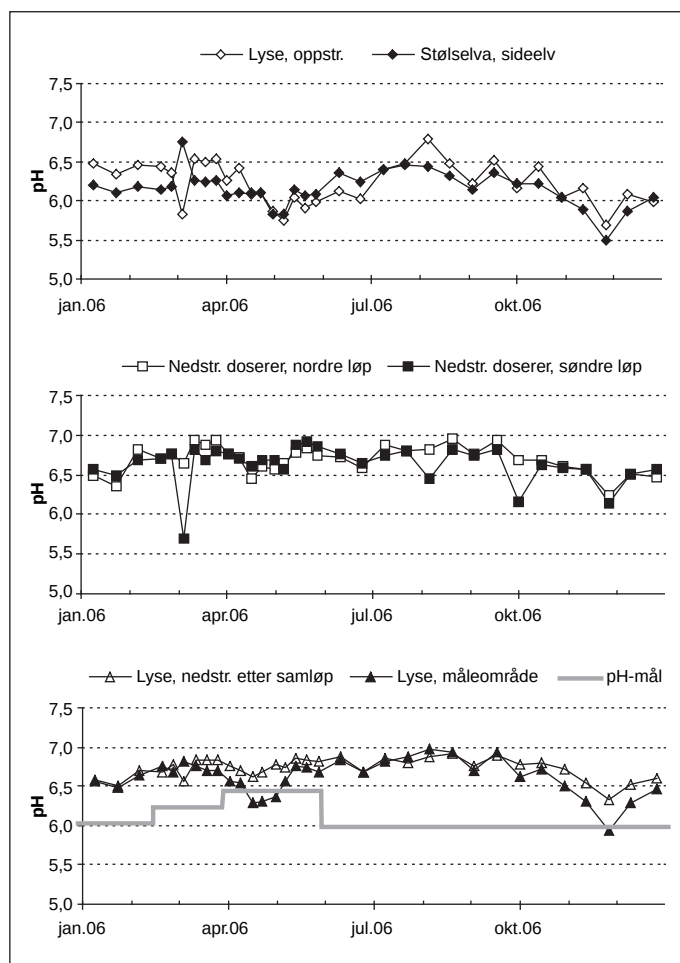
Tabell 2.1. Middel-, min- og maksverdier for høsten 2006.

Nr.	Stasjon		pH	Ca mg/L	Alk-E µekv/L	LAL µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
1	Lyseelv oppstr. doserer	Mid	6,08	0,59	16	3	0,79	23
		Min	5,93	0,51	10	1	0,38	20
		Max	6,22	0,67	21	5	1,0	27
		N	5	5	5	5	5	5
4	Lyseelv v/utløpet- Osen	Mid	6,47	1,35	43	6	1,0	64
		Min	6,39	1,09	27	2	0,44	47
		Max	6,62	1,82	58	18	1,2	83
		N	5	5	5	5	5	5

strøms kalking generelt lå over målet, og tidvis betydelig over (pH-verdier opp mot pH 7,0). Unntakene var imidlertid én prøve fra søndre løp 6. mars (pH 5,69), samt tre prøver fra utløpsområdet som viste noe lavere pH-verdi enn målet. Sistnevnte skyldes trolig innblanding av surere vann fra Stølsåna oppstrøms prøvetakingstidspunktet. Alle de fem prøvene i effektkontrollen var høstprøver, og disse hadde pH-verdier godt over målet. Ser en bort fra desemberprøven på 18 µg/L, var innhold av labilt aluminium lavt (≤ 5 µg/L). I følge klassifiseringssystemet utarbeidet av Hindar *et al.* (1997) er det liten eller ingen fare for skade på laksesmolt ved disse LAL-nivåene, verken i ferskvann eller i sjøvann. Basert på kunnskap ervervet over de siste få årene kan smolt som er eksponert til LAL-konsentrasjoner mellom 5 og 10 µg/L, likevel ha 25-50% reduksjon i sjøoverlevelse (Kroglund *et al.*, i trykk).



Figur 2.1. Utvikling i pH og labilt aluminium i Lysevassdraget for perioden 2000-2006. Slik figuren viser var det ikke prøvetaking innenfor effektkontrollen i årene 2003-2005.



Figur 2.2. Resultater fra DNS vannkjemikontroll-prosjekt i Lysevassdraget, analysert ved M-lab AS.

3 Fisk

Svein Jakob Saltveit¹, Åge Brabrand¹, Einar Kleiven² og Henning Pavels¹

¹LFI, Naturhistorisk museum, UiO, Postboks 1172 Blindern, 0318 Oslo

²NIVA-Sørlandsavdelingen, Televeien 3, 4879 Grimstad

3.1 Innledning

Det foreligger undersøkelser på ungfisk siden 1993 (unntatt i 1997), dvs. fra syv år før kalking (Helgøy & Enge 1995, Helgøy 1999, Lyse 2005). Det ble fanget laks- og ørretunger i alle de årene undersøkelsene ble gjennomført, se figur 13 og 14 i Lyse (2006).

3.2 Metode

Det ble fisket med elektrisk fiskeapparat på 9 stasjoner i lakseførende del av vassdraget i september 2006 (**figur 1.3**). En av stasjonene ligger ovenfor utslipp av kalk. Sidene denne er forholdsvis ny, blir den behandlet separat. Arealene på stasjonene ble avfisket tre ganger (gjentatte uttak) (Bohlin *et al.* 1989). For nærmere beskrivelse av metodikk, se foran i rapporten. All fisk ble artsbestemt og lengdemålt til nærmeste millimeter i felt, og et utvalg fisk ble tatt med for aldersbestemmelse. Det er i beregningene av tetthet skilt mellom årsunger (0+) og eldre ungfisk ($\geq 1+$). Tetthet er oppgitt som antall fisk pr. 100 m², og er beregnet for alle enkeltstasjoner og for hele vassdraget. For hele vassdraget er tettheten beregnet basert på sum fangst for alle stasjonene samlet og på gjennomsnittet av beregnet tetthet på alle enkeltstasjonene.

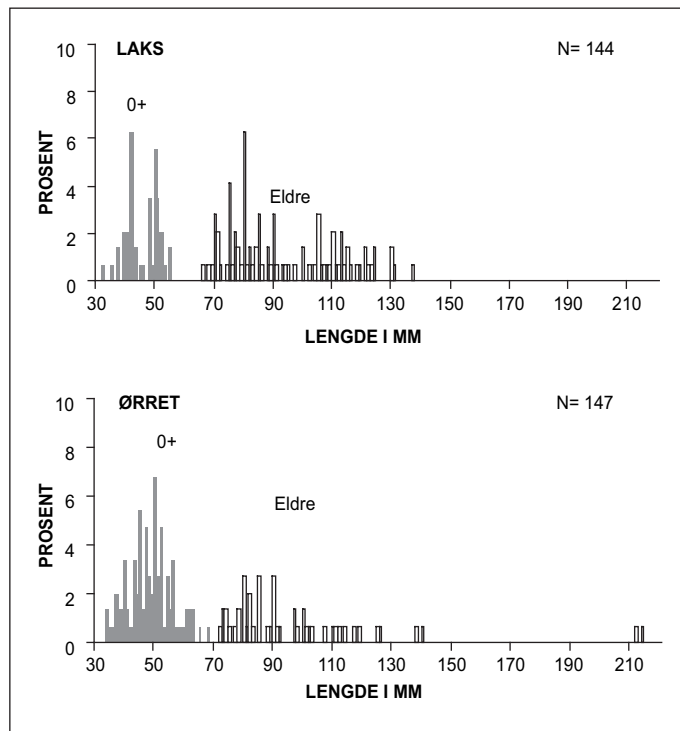
3.3 Resultater

3.3.1 Ungfiskundersøkelser

Det ble fanget til sammen 144 laksunger og 147 ørretunger (**tabell 3.1**). I tillegg inngikk 4 små sjørøret i fangstene. Disse er ikke med i beregningene av tetthet. Laks- og ørretunger ble påvist på alle de faste stasjonene. På tilleggsstasjonen, stasjon 9, var det bare ørret. Det ble fanget et lite antall ål (**tabell 3.1**).

Laks

Laksungene var mellom 30 og 140 mm (**figur 3.1**). Årsunger (0+) kunne lett skilles fra eldre basert på lengdefrekvensfordelingen. Største 0+ målte 55 mm, mens minste 1+ i materialet var 66 mm. Gjennomsnittslengden til årsungene var $45,5 \pm 1,5$ mm. Eldre laksunger i materialet var 1+, 2+ og 3+.

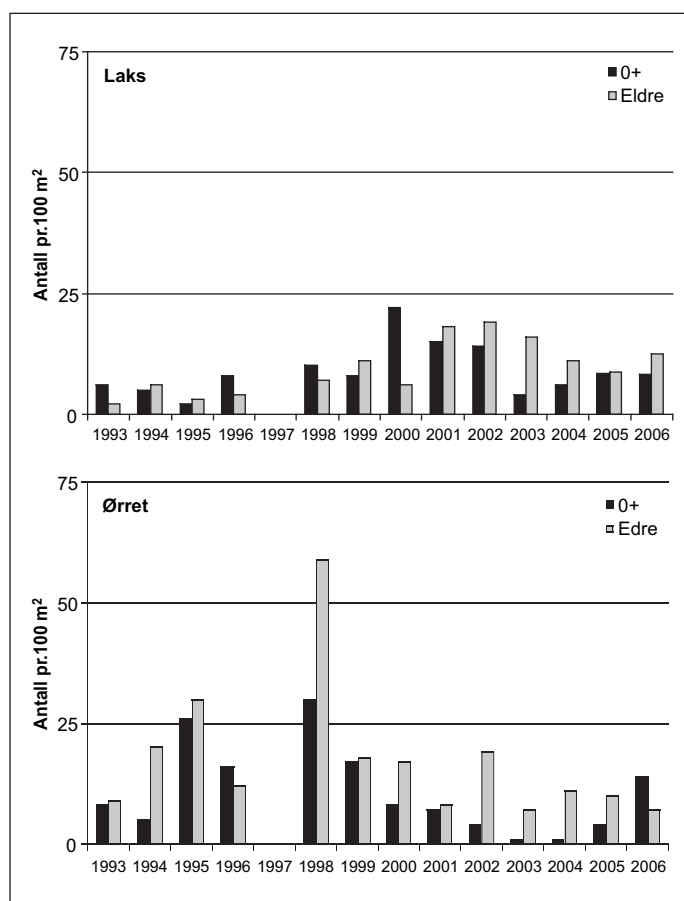


Figur 3.1. Prosentvis lengdefordeling av laks- og ørretunger i Lyse i september 2006.

Tettheten av laksunger i elva må karakteriseres som relativt lav. Den totale tettheten av årsunger ble høsten 2006 beregnet til bare 8,3 fisk pr. 100 m² (**figur 3.2**). Tettheten av eldre laksunger var noe høyere, 12,5 fisk pr. 100 m². Årsunger av laks ble ikke funnet på de to øverste lokalitetene, og tetthetene av 0+ var lave på de to nederste stasjonene i Lyseelva og på de to stasjonene i Stølsåna (**tabell 3.1**). De høyeste tetthetene av eldre laksunger ble på den annen side funnet på nederste stasjonene i Lyseelva og i Stølsåna, mens det helt øverst i elva var få eldre laksunger. På stasjon 9, tilleggsstasjon ovenfor utslippsted kalk (referansestasjon), ble det ikke fanget laksunger.

Tabell 3.1. Antall fisk av ulike arter fanget og bestandstetthet av laks og ørret på ulike stasjoner i Ognå i september 2006. Sjøørret i parentes kommer i tillegg; ikke tatt med i estimatene.

Stasjon	Areal i m ²	Antall fisk			Laks N/100 m ²		Ørret N/100 m ²	
		Laks	Ørret	Ål	0+	eldre	0+	eldre
1	77	1	36	0	0	1,3	27,7	20,0
2	80	1	13	1	0	1,3	10,0	6,3
3	87	26	12	0	28,6	9,2	15,0	0
4	48	12	18 (1)	0	16,7	10,4	26,2	13,6
5	132	19	10 (1)	0	6,1	9,5	3,3	4,6
6	136	30	15	0	7,0	17,1	5,6	8,4
7	88	17	8 (2)	0	6,6	15,1	5,9	3,5
8	108	38	35	2	8,1	29,0	41,5	6,8
Tot.	756	144	147(4)	3	8,3 ± 2,4	12,5 ± 0,4	13,8 ± 1,4	7,0 ± 0,5
Gj.sn.					9,1 ± 6,5	11,6 ± 6,2	16,9 ± 9,4	7,9 ± 4,3
9	100		19		0	0	8,3	17,2



Figur 3.2. Tetthet av laks- og ørretunger i Lyseelva i perioden 1993 til 2006. Ingen undersøkelser i 1997. Data fra før 2006 fra Lyse (2006).

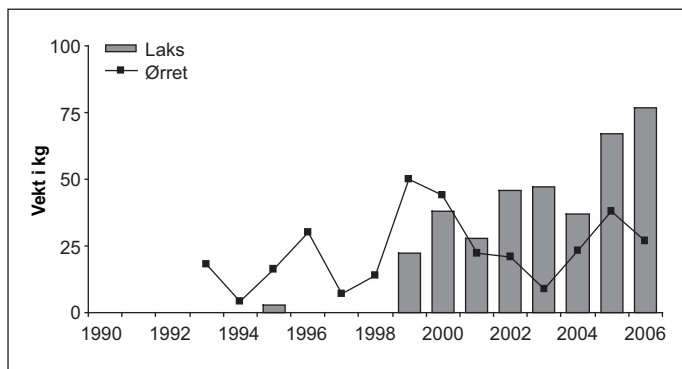
Ørret

Materialet av ørretunger var også relativt lite (**tabell 3.1**) og besto hovedsakelig av fisk som var mellom 40 og 215 mm (**figur 3.1**). Noen få sjøørret ble også fanget. Størrelsen på disse var imidlertid relativt beskjeden, mellom 18 og 24 cm. Største årsunge (0+) målte 68 mm og 0+ ørret var i gjennomsnitt $48,6 \pm 0,5$ mm. Eldre ørretunger besto av 1+, 2+ og ett individ som var 4+.

Den totale tettheten av årsunger (0+) av ørret var noe høyere enn den beregnet for laks; 13,8 fisk pr. 100 m² (**figur 3.2**). Årsunger ble funnet på alle stasjonene, og tettheten var relativt høy på stasjon 1, 4 og 8 (Stølsåna), men svært lav på stasjon 5, 6 og 7 (**tabell 3.1**). Tettheten av eldre ørretunger var lav, kun 7,0 fisk pr. 100 m². Eldre ørretunger ble ikke funnet på stasjon 3, og tettheten var høyest på stasjon 1 og 4 (**tabell 3.1**).

3.3.2 Fangststatistikk

I Offentlig statistikk foreligger det opplysninger om fangst av anadrom fisk siden 1993. Fangstene av laks og sjøørret er ikke spesielt høye, alle år mindre enn ca. 75 kg for laks og 50 kg for sjøørret (**figur 3.3**). De første årene inngår så å si bare sjøørret i fangstene. Den første relativt høye fangsten av laks kom i 1999, og siden har det vært en økning i fangstene av laks. I 2006 ble det tatt 77 kg. Fangstene av sjøørret viser relativt store årlige variasjoner. I de første årene med fangster av laks var det en nedgang i ørretfangstene, men fangsten har i de senere år vist en økning (**figur 3.3**).



Figur 3.3. Fangst av laks- og sjørørret i Lysevassdraget i perioden 1993 til 2006. Det var forbud mot å fange laks i 1997 og 1998.

3.4 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 over år er derfor vanskelig, fordi vannføring og derved det areal som undersøkes ikke er det samme. Dette vil også til en viss grad gjelde substrat, vannhastighet og temperatur. Hensikten med undersøkelsen er imidlertid ikke å beskrive endringer i total bestand av ungfisk (laks og ørret) i elva over tid.

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 totalestimat for elva, men usikkerheten i estimatet basert på gjennomsnitt av de enkelte stasjonene blir stort (større konfidensintervall) og denne beregningsmåten tillater derfor ikke en vurdering av endringer i tetthet over tid.

Det ble funnet laksunger på alle stasjonene i 2006. På de to øverste stasjonene var det imidlertid lite laksunger og ikke 0+. Tettheten av årsunger var den samme som i 2005, og dette er en økning fra 2003 og 2004 (Lyse 2006). Tettheten av 0+ i 2003, 3,7 fisk pr. 100 m², var den laveste som er registrert siden 1995. De høyeste registrerte tetthetene av 0+ ble funnet de tre første årene med kalking, 2000, 2001 og 2002, henholdsvis 21,7, 14,7 og ca. 14 av 0+ laks pr. 100 m². Tetthetene av 0+ som registreres i 2003 og 2004 var generelt sett lavere enn de som ble beregnet for 0+ før kalking, mens tetthetene i 2005 og 2006 er på samme nivå som før kalking. Tettheten av eldre fisk var noe høyere i 2006 enn i 2005 og 2004. Tettheten som beregnes for eldre laksunger disse to årene var de laveste beregnet etter kalking (Lyse 2006). De høyeste tetthetene av eldre laksunger kom også de første årene etter kalking. Før kalking var det bare ett av årene, 1999, som hadde høyere tettheter (Lyse 2005). Sett i forhold til tidligere år, må både 0+ tettheten og tettheten av eldre laksunger i 2006 karakteriseres som tilfredsstillende.

Det ble ikke funnet laksunger ovenfor område som kalkes, stasjon 9. Dette var også tilfelle i 2004, da stasjon 9 ble undersøkt. Det virker derfor som om vannkvaliteten ovenfor kalket område ikke er bra nok til at laks kan overleve her. Funn av 0+ og eldre ørretunger både i 2004 og 2006 indikerer imidlertid at ukalket vann gir tilfredsstillende vannkvalitet for denne arten. Tetthetene av laks er fremdeles svært lave på de to opprinnelige stasjonene øverst i elva, stasjon 1 og 2, og også på den nyetablerte stasjon 10 i 2005 i søndre elveløp i kalket område. Fravær av årsunger her i 2006 og lav tetthet av årsunger i 2005 kan derfor tyde på få eller fravær av gytefisk øverst i elva. Fravær av laksunger ovenfor kalkningsområdet kan derfor både være et resultat av mangel på gytefisk og dårlig vannkvalitet.

Bakgrunnen for at kalkutslippet ble flyttet lengre opp i vassdraget var at begge sideløpene skulle bli kalket. Resultatene tyder på at laksen er i ferd med å ta i bruk de øverste delene av elva og begge disse løpene som tilsammen utgjør betydelige oppvekstområder. Det ser ut til at dette området ennå ikke er utnyttet fullt ut.

Sammenlignet med alle årene etter 2000 (kalkingsstart) var det til dels en betydelig økning i tettheten av årsunger 0+ av ørret i 2006, som var det første året etter kalking med mer enn 10 årsunger pr. 100 m². Tettheten av 0+ ørret var for eksempel bare 3,5 fisk pr. 100 m² i 2005, 1,3 pr. 100 m² i 2004 og 1,1 pr. 100 m² i 2003 (Lyse 2006). Denne årsklassen ble funnet på alle stasjonene i 2006, mens det tidligere ikke har vært årsunger på flere av lokalitetene. Det har imidlertid i flere av årene før kalking vært beregnet langt høyere tettheter av 0+ ørret enn det som er beregnet etter kalking. I 1998 var for eksempel tettheten 30 pr. 100 m². Tettheten av eldre ørretunger var i 2006 noe lavere enn i 2005 og 2004, da det ble beregnet henholdsvis 10,0 og 11,3 individ pr. 100 m², men den var på samme nivå som i 2001 og 2003 (Lyse 2006), som var de laveste tettheter hittil registrert. Alle år før kalking ble det beregnet høyere tettheter av eldre ørretunger enn det som er beregnet etter kalking, bortsett fra i 2002. Selv om tettheten av årsunger var høy i 2006, tyder utviklingen i tetthet av 0+ og eldre ørretunger på en redusert rekruttering av ørret i vassdraget, og tyder på at laksen på sikt i større grad vil dominere.

Som i de fleste av de andre elvene som inngår i overvåkingen har det også i Lyseelva funnet sted en reduksjon i bestanden av ørretunger etter kalking, samtidig som tettheten av laks har økt. Tettheten av ørretunger var faktisk de fleste år før kalking betydelig høyere enn etter.

Fangstene av sjørørret i elva har imidlertid ikke vært høye, og det kan ikke registreres noen negativ trend i fangstene av sjørørret etter at laks for fullt kom inn i vassdraget. Imidlertid tyder fangstutviklingen på en større andel laks i totalfangsten.

4 Bunndyr

Forfatter: Arne Fjellheim, LFI, Unifob, UiB

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 forsuringskade og biologisk mangfold. Lyseelva skal prøvetakes hvert annet år.

4.2 Materiale og metoder

Det innsamlete materialet består av kvalitative prøver tatt hver vår og høst etter metodikk beskrevet av Frost *et al.* (1971). Det blir tatt prøver fra 10 stasjoner i vassdraget (Fjellheim & Raddum 2000). Fem stasjoner ligger i den delen av elva som kalkes, de øvrige er ukalkete referansestasjoner. Prøvene ble innsamlet med en hov, maskevidde 0,25 mm, konservert på etanol og senere sortert og artsbestemt under lupe. Forsuringsindeksene er beregnet etter Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn. Behandlingsprosedyrer og database er forøvrig felles med det nasjonale overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør.

4.3 Resultater og diskusjon

Det ble registrert en døgnflueart, 9 steinfluearter, og 6 arter/slekter av vårfluer i Lyseelva i 2006. Av de registrerte bunndyrarter/grupper var fire sensitive overfor forsurening (Fjellheim & Raddum 1990). Det ble registrert noe færre arter innen gruppene vår- og steinfluer enn det som ble registrert i 2002. Utbredelsen av sensitive bunndyr i vassdraget er imidlertid blitt bedre. Dette gjenspeiles i økte forsuringsindekser i den kalkete delen av vassdraget (**figur 4.1**). Det er spesielt indeksen om våren som har bedret seg. Gjennomsnitts forsuringsindeks 1 i den kalkete delen av elva var 1,0 både vår og høst. Forsuringsindeks 2 var også høy, henholdsvis 1,0 og 0,96. Dette viser at det var svært små subletale skader på bunndyrsamfunnet, og at det er oppnådd tilfredstillende effekt fra kalkingsanlegget. Den ukalkete delen av elva viste noe større skade. Dette var spesielt tydelig om høsten, med forsuringsindeks 1 og 2 lik 0,80 og 0,68 (**vedlegg 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). Også antall forsuringsensitive bunndyr pr. prøve viser en stigende trend i den kalkete delen av vassdraget (**figur 4.2**). Det samme var ikke tilfelle i referansestasjonene. Artsdiversiteten i Lyseelva var lav (**appendiks tabell B1 og B2**). Av andre sensitive bunndyr som ble registrert kan nevnes steinfluen *Diura nanseni*, vårfluen *Lepidostoma hirtum* og flimmermarken *Crenobia alpina*. Disse artene vurderes som moderat forsuringsensitive, tålegrense ca. pH=5,0 (Fjellheim & Raddum 1990). Andre sensitive grupper, som igler og snegl var fraværende i prøvene fra Lyseelva. Forekomsten av tolerante arter innen gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT - Lenat & Penrose, 1996) var svært lav. De vanligste steinfluene var *Brachyptera risi*, *Amphinemura borealis*, *A.sulcicollis* og *Leuctra hippopus*. *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 økt bunndyrbiodiversitet, både grunnet kalkingen og grunnet naturlig bedring av forsuringsnivået. 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).

5 Samlet vurdering

5.1 Vannkjemisk og biologisk måloppnåelse

Vannkjemi

Resultatene for 2006 viste at pH nedstrøms kalking stort sett lå på- eller over målet. Unntakene var imidlertid én prøve fra søndre løp 6. mars (pH 5,69), samt tre prøver fra utløpsområdet som viste noe lavere pH-verdi enn målet. Sistnevnte skyldes trolig innblanding av surere vann fra Stølsåna som renner inn i hovedelva ca 1 km oppstrøms prøvetakingspunktet. Laveste registrerte pH-verdi i Stølsåna i 2006, var 5,5. Denne verdien ble målt i november, dvs. ikke i den mest sårbare perioden for laksen i elva.

Ni av de ti høstprøvene i overvåkingen hadde relativt lavt innhold av labilt aluminium ($< 10 \mu\text{g/L}$), mens desemberprøven i målområdet var på $18 \mu\text{g/L}$. Dette kan igjen skyldes stor tilførsel av surt vann fra sidevassdraget Stølsåna på denne tiden. Det er tidligere påpekt at blandingen av kalket og ukalket vann i samløpet mellom Lyseelva og Stølsåna kan skape aluminiumsblandsoner som kan være svært giftige for fisk. Basert på kunnskap ervervet over de siste få årene kan smolt som er eksponert til LAI-konsentrasjoner på mellom 5 og $10 \mu\text{g/L}$ ha 25-50% reduksjon i sjøoverlevelse (Kroglund *et al.*, i trykk).

Biologi

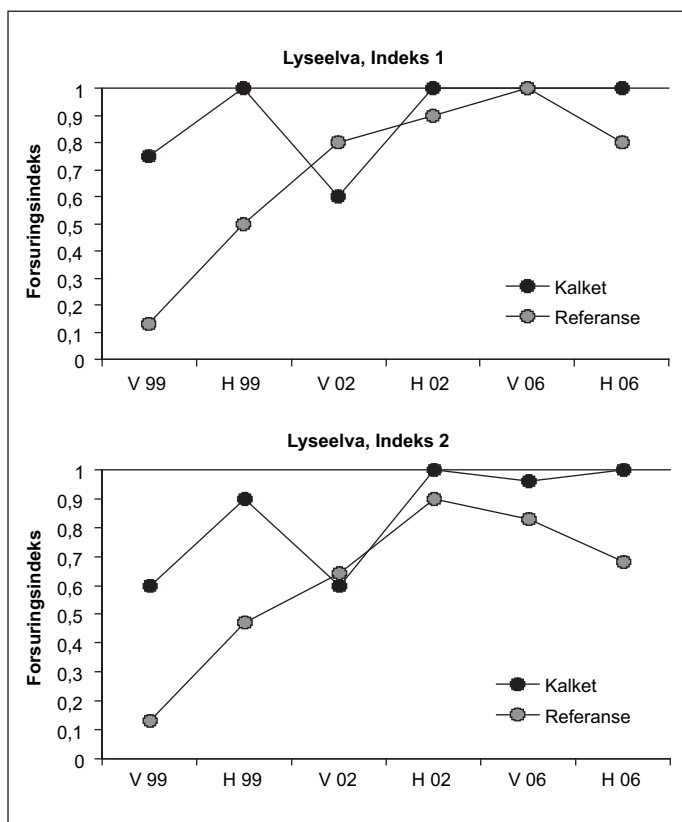
Fisk

For laks har kalkingen i Lyseelva gitt gode resultater både i form av økt overlevelse og større fangster. Tettheten av 0+ laks er imidlertid ikke blitt høyere. Laksefisket i elva synes bare å ha blitt bedre og bedre. Fangstene av sjørøret viser betydelige årlige variasjoner, men ingen negativ trend. Samlet fangst av anadrom fisk er lavt.

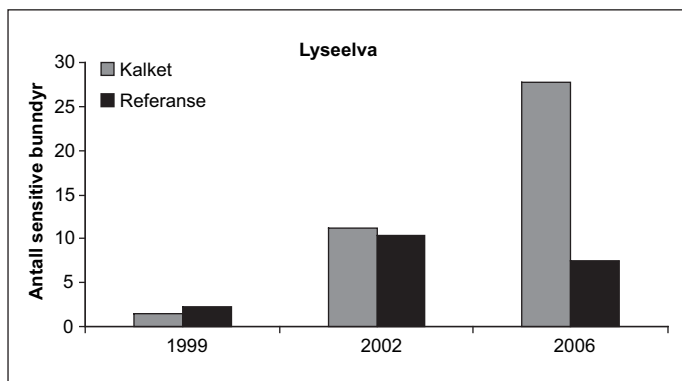
Sett i forhold til tidligere år, må 0+ tettheten av laks karakteriseres som tilfredsstillende. For laks synes behovet for kalking å være tilstede. Ovenfor kalket strekning påvises bare ørret, men svært lite laks på den øverste delen av kalket strekning tyder også på at laks på langt nær har etablert seg i de øvre deler.

Bunndyr

Sammensetning og utbredelse av faunaen i 2006 viser at forsureningsskadene i Lyseelva er avtakende. Forsuringsindeks 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.



Figur 4.1. Gjennomsnittlige forsuringsindekser for stasjonene i Lyseelva i perioden 1999 - 2006.



Figur 4.2. Gjennomsnittlig antall forsureningssensitive bunndyr pr. prøve fra kalket og ukalket del av Lyseelva i perioden 1999 - 2006.

5.2 Vurdering av kalkingen og eventuelle anbefalinger om tiltak

pH-data fra stasjonene like nedstrøms doseringsanlegget antyder at det kan legges på noe større kalkdoser om vinteren og våren (f.eks. til et jevnt nivå i overkant av 6,5), for til en viss grad å dempe re-forsuringen ned mot utløpet. Dette gjelder spesielt så lenge det ikke kalkes i Stølsåna. Et slikt tiltak vil imidlertid ikke være tilstrekkelig for å avsyre tilførselene fra dette sidevassdraget fullstendig. Fallet i pH nedstrøms innløpet av Stølsåna om vinteren og våren viser at vannføringen i dette sidevassdraget til tider kan dominere over hovedelva. 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 anlegget i Lysedalen. 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 vil derfor være langt mer optimalt med tanke på å redusere faren for giftige blandsoner i hovedelva.

6 Referanser

- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T. G., Rasmussen, G. & Saltveit, S. J. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. - *Hydrobiologica* 173: 9 - 43.
- Enge, E. og Nordland, J. 1994. Behovet for kalking som mottiltak mot forsuring i Rogaland. Notat, oppdatert versjon. Fylkesmannen i Rogaland, miljøvernavdelingen, 9 s.
- Fjellheim, A. 2003. Overvåking av bunndyr i Lysevassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Effektkontroll av større prosjekter 2002. DN-Notat 2003-3.
- 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.
- 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 sider.
- Helgøy, S. & Enge, E. 1995. Tettleiksregistreringar av laks og aure i Rogalandsvassdrag 1994. Fylkesmannen i Rogaland, Miljøvernavdelingen. Miljø-notat 1995-1. 74 sider
- Hindar, A., Kroglund, F. og Skiple, A. 1997. Forsuringssituasjonen i lakseførende vassdrag på Vestlandet; vurdering av behovet for tiltak. NIVA-rapport 3606, 96 s.
- Kaste, Ø., Hindar, A., Kroglund, F., Skiple, A. og Brandrud, T.E. 1996. Tiltak mot forsuring av Lyseelva. Kalkingsplan. NIVA-rapport nr. 3356, 37 s.
- Kroglund, F., Rosseland, B.O., Teien, H.-C., Salbu, B., Kristensen, T., and Finstad, B. [in press]. Water quality limits for Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) exposed to short term reductions in pH and increased aluminum simulating episodes. *Hydrol. Earth Syst. Sci.*
- 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. og Fjellheim, A. 1989. Tålegrenser for overflatevann - fisk og evertebrater. Foreløpige vurderinger og videre planer. Tålegrenser for overflatevann, fagrapport nr. 3, Miljøverndepartementet, 32 s.
- Lyse, A. A. 2005. Ungfiskundersøkelser, telling av gytefisk av laks, samt forsøk på stamfiske og rognplantning i Lyseelva, Forsand kommune, for Fylkesmannen i Rogaland i 2004. BioVest Notat nr. 1001, 2005. 25 sider.
- Lyse, A. A. 2006. Lysevassdraget. s. 170– 180 i: Kalking i vann og vassdrag Effektkontroll av større prosjekter 2005. DN-notat 2006-1.
- met.no 2007. Nedbørhøyder for 2006 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. og 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 2006

Forkortelser:

Ca	Kalsium	TOC	Totalt organisk karbon	Cl	Klorid	Si	Silisium
Alk-E	Alkalitet	Kond	Konduktivitet	SO4	Sulfat	ANC	Syrenøytraliserende kapasitet
Al/R	Reaktivt aluminium	Mg	Magnesium	NO3-N	Nitrat		
Al/II	Ikke-labilt aluminium	Na	Natrium	Tot-N	Total nitrogen		
LAL	Labilt 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/L C	Kond mS/m	Mg mg/L	Na mg/L	K mg/L	Cl mg/L	SO4 mg/L	NO3-N µg/L N	Tot-N µg/L N	Tot-P µg/L P	Si mg/L	ANC µekv/L
102-1	Lyseelv oppstr. doserer	04/08/06	5,93	0,67	0,040	10	10	7	3	0,38	1,26	0,17	1,23	0,09	1,32	1,33	260	290	1	0,58	20
102-1	Lyseelv oppstr. doserer	02/09/06	6,22	0,51	0,047	18	18	15	3	1,0	0,95	0,14	1,01	0,06	0,96	1,06	95	170	2	0,57	27
102-1	Lyseelv oppstr. doserer	05/10/06	6,09	0,65	0,046	16	12	10	2	0,88	1,13	0,17	1,17	0,08	1,57	1,17	83	141	2	0,54	25
102-1	Lyseelv oppstr. doserer	08/11/06	6,04	0,52	0,043	13	23	22	1	0,96	0,98	0,16	0,98	0,07	1,44	0,79	43	126	2	0,46	23
102-1	Lyseelv oppstr. doserer	07/12/06	6,21	0,60	0,050	21	26	21	5	0,71	1,32	0,22	1,37	0,07	2,39	0,81	46	108	<1	0,46	22
102-4	Lyseelv v/utløpet- Osen	04/08/06	6,50	1,82	0,085	58	10	<5	5	0,44	2,06	0,25	1,75	0,16	1,91	1,87	225	275	2	0,85	83
102-4	Lyseelv v/utløpet- Osen	02/09/06	6,62	1,35	0,074	46	20	17	3	1,2	1,47	0,19	1,33	0,09	1,32	1,40	75	185	2	0,74	71
102-4	Lyseelv v/utløpet- Osen	05/10/06	6,50	1,31	0,074	46	17	15	2	1,2	1,59	0,22	1,51	0,11	1,92	1,36	62	165	1	0,71	65
102-4	Lyseelv v/utløpet- Osen	08/11/06	6,39	1,16	0,064	36	29	27	2	1,2	1,35	0,21	1,22	0,10	1,76	0,96	81	160	1	0,61	55
102-4	Lyseelv v/utløpet- Osen	07/12/06	6,40	1,09	0,056	27	88	70	18	0,94	1,66	0,28	1,63	0,12	2,79	0,99	73	141	<1	0,61	47

Vedlegg B. Primærdata – bunndyr 2006

Tabell B1. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Lyseelva 07.06.2006.

STASJON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Turbellaria										
** <i>Crenobia alpina</i>							1	9		
Nematoda	4	2	3		1		4		3	5
Oligochaeta	3	3	4	1	3		2	1	1	1
Acari	3	2	7	2			3	1	2	1
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	73	2	7	56	37	58	36	16	1	3
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>	13	1	3	9	10	18	12	15	3	4
<i>Amphinemura sulcicollis</i>				1		2	5	4		
<i>Amphinemura</i> sp.		1								
<i>Protonemura meyeri</i>	5			1		1	4	2		2
<i>Nemoura cinerea</i>		3								
<i>Nemurella pictetii</i>		1								
<i>Brachyptera risi</i>	1	1		78	1	4	2	8		1
<i>Leuctra hippopus</i>	1				2	2		4	1	2
<i>Leuctra</i> sp.	28		4		20	5	18	21	4	5
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				2				1		
** Perlodidae indet.	2		1			1			1	
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i> larve		1		3						
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>			2		1		1			
<i>Oxyethira</i> sp.			3			1				
<i>Potamopylax</i> sp.					1			2		
Philopotamidae indet.			2							
** <i>Lepidostoma hirtum</i>			3							
Chironomidae larver	171	101	178	18	137	73	144	117	147	83
Chironomidae puppe	6	1			1		1	1		
Ceratopogonidae	1	4	3				1			1
Simuliidae	9	4	5	26	3	6		2		2
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.	1	1	1	1	2	4	3	6		1
<i>Tipula</i> sp.			2			1				
Limonidae indet.		2								
<i>Pedicia rivosa</i>										1
Diptera										
Empididae indet.	5	1	6		3	5	5	2	8	3
Ubestemt larva	1	1							1	
Coleoptera										
Collembola		3				1			4	
Crustacea										
Ostracoda	1									
Harpacticoida			2				2			
Sum	328	135	236	198	222	182	243	203	176	115
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	0,79	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,79	0,63	0,71

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

Tabell B2. Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Lyseelva 13.09.2006.

STASJON	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Nematoda		3	5				2	1	2	1
Oligochaeta	2	4	9	1	2	3	9	4	12	10
Acari	5	9	10	2	16	2	6	1	8	4
Ephemeroptera										
*** <i>Baetis rhodani</i>	26		4	23	124	55	57	54	38	10
Plecoptera										
<i>Amphinemura borealis</i>			6		27		6		7	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>			11		23		9		10	
<i>Amphinemura</i> sp.	16	2		43		5		21		6
<i>Protonemura meyeri</i>	4			3	6	2	15	4	7	11
Nemouridae indet.		2								
<i>Brachyptera risi</i>	3	4	6	4	17	2	18	6	34	10
<i>Leuctra hippopus</i>		4	9	3	3		10		10	
<i>Leuctra</i> sp.	6					1				
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				3						
** <i>Diura nanseni</i>	1							4		
Trichoptera										
<i>Rhyacophila nubila</i> larve	3			2	1	2	1	2	1	1
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	2		3	5						
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		1		1						
Polycentropodidae indet.									2	1
<i>Oxyethira</i> sp.	3		7	1					1	
Limnephilidae indet.	1	8		1	3	3	1	1	1	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>			1							
Chironomidae larver	59	22	89	91	46	39	77	34	87	47
Chironomidae puppe		3		2						1
Ceratopogonidae		1	2							
Simuliidae	9		9	5	15	5	14	14	47	14
Tipuloidea										
<i>Dicranota</i> sp.	1				1		1			1
Diptera										
Empididae indet.			2	1	2		3		5	4
Muscidae indet.			1							
Puppe indet.						1				
Collembola			3					1	1	
Crustacea										
Chydoridae			16							
Ostracoda							17			
Harpacticoida									2	
Sum	139	56	179	190	284	117	235	142	261	110
Forsuringsindeks 1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
Forsuringsindeks 2	1,00	0,00	0,63	0,91	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,87

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