

Rapport nr. 167

Songdalselva i Vest-Agder - begynnende reetablering av laks etter redusert tilførsel av sur nedbør i Sør-Norge

Resultater fra undersøkelser i perioden 1998-2009

**Sven-Erik Gabrielsen, Godtfred A. Halvorsen, Bjørn T. Barlaup, Helge Skoglund,
Tore Wiers, Gunnar B. Lehmann, Ole R. Sandven & Einar Kleiven**



uni Miljø

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

<p>LABORATORIUM FOR FERSKVANNSSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE LFI Uni Miljø Thormøhlensgt. 49B 5006 Bergen</p>		<p>TELEFON: 55 58 22 28 E-POST: lfi@uni.no</p>
ISSN NR: ISSN-0801-9576	LFI-RAPPORT NR: 167	
TITTEL: Songdalselva i Vest-Agder - begynnende reetablering av laks etter redusert tilførsel av sur nedbør i Sør-Norge . Resultater fra undersøkelser i perioden 1998-2009.	DATO: 14.12.2010	
<p>FORFATTERE: Sven-Erik Gabrielsen¹, Bjørn T. Barlaup¹, Godtfred A. Halvorsen¹, Helge Skoglund¹, Tore Wiers¹, Gunnar B. Lehmann¹, Ole R. Sandven¹ & Einar Kleiven² ¹LFI, Uni Miljø ²Niva, Sørlandsavdelingen</p>	<p>GEOGRAFISK OMRÅDE: Vest-Agder</p>	
<p>OPPDRAKSGIVER: Direktoratet for Naturforvaltning</p>	ANTALL SIDER: 46	
<p>UTDRAG: Laksestammen i Songdalselva anses som tapt grunnet langtransportert sur nedbør. Imidlertid har det vært en betydelig reduksjon i svovelinholdet i nedbøren siden 1990-tallet, og dette har ført til en forbedret vannkvalitet i forsursingsutsatte vassdrag. Undersøkelsene i Songdalselva viser at laksen er i ferd med å rekolonisere vassdraget. Fra å være nesten fraværende i 1998, ble det funnet ungfisk av laks på hele den lakseførende strekningen i 2005, 2008 og i 2009. Imidlertid er Songdalselva stadig utsatt for surt vann, spesielt om våren, og det ble senest våren 2005 funnet død laks og aure i vassdraget. Prøver av fiskegjeller, viser at det vannkjemiske miljøet kan påvirke fiskebestandene i betydelig negativ grad. I motsetning til den positive utviklingen for laks, ser det ut til at sjøauren går tilbake. Fangstene av sjøaure og laks på sportsfiske kan beskrives som meget lave, spesielt med tanke på at lakseførende strekning er på 33 kilometer. Men gytetelling utført høsten 2008 står i sterk kontrast til disse fangstene siden det ble talt 124 (ca. 500 kilo) laks og nesten 1000 (ca. 1 400 kilo) sjøaure. Bunndyrsamfunnet indikerer en generell bedring av vannkjemien i Songdalselva. Antallet forsursingsfølsomme arter har økt siden 1998, og forsursingsindeksene viser også en forbedring. Det er imidlertid fremdeles skader på bunnsfaunaen fra sur nedbør i deler av vassdraget. Songdalselva står oppført på prioritert liste over nye nasjonale kalkingsprosjekt i DN's plan for kalking i perioden 2004-2010. Bakgrunnen for dette er at elva har et bra potensial for lakseproduksjon, og at vassdraget er vurdert til å være lett å kalke. På den annen side vil undersøkelser av laksebestanden og bunndyrsamfunnet uten at Songdalselva kalkes, gi mulighet til å følge en naturlig reetablering av laks og forsursings-sensitive bunndyr i Sør-Norge som følge av redusert tilførsel av langtransportert sur nedbør.</p>		
<p>EMNEORD: Laks, sjøaure, bunndyr, sur nedbør</p>	<p>SUBJECT ITEMS: Atlantic salmon, sea trout, benthic invertebrates, acid rain</p>	
<p>FORSIDEFOTO: Foto LFI-Uni Miljø v/. Tore Wiers</p>		

Forord

Med bakgrunn i undersøkelser utført av LFI og NIVA, Sørlandsavdelingen i Songdalselva i 1998 ble det utført nye statusundersøkelser i 2005, 2008 og i 2009. Prosjektet har fokusert på utvikling i bestandene av sjøaure og laks og av bunndyrsamfunnet. I foreliggende rapport sammenstilles data innsamlet i perioden 1998-2009 med spesiell vekt på endringer som følge av redusert sur nedbør og bedret vannkvalitet.

Prosjektet har vært finansiert av Direktoratet for Naturforvaltning og Fylkesmannen i Vest-Agder. Edgar Vegge ved Fylkesmannens miljøvernnavdeling har bidratt med nyttig informasjon og vi vil takke for et godt samarbeid.

Bergen, desember 2010

Bjørn T. Barlaup
Forskningsleder

Sven-Erik Gabrielsen
Prosjektleder

INNHold

SAMMENDRAG	6
1.0 INNLEDNING	8
1.1 Bakgrunn og hensikt.....	8
1.2 Områdebeskrivelse	9
1.3 Fangststatistikk og fangstutvikling.....	11
2.0 METODER	13
2.1 Elektrisk fiske.....	13
2.2 Gjelleprøver.....	13
2.3 Gytefiskregistreringer.....	15
2.4 Beregning av egg tetthet.....	15
2.5 Bunndyr.....	16
3.0 RESULTAT	19
3.1 Undersøkelser av ungfiskbestanden	19
3.1.1 Tettheter av laks.....	19
3.1.2 Vekst.....	20
3.1.3 Tettheter av aure	20
3.1.4 Vekst.....	22
3.1.5 Andel laks og aure	22
3.1.6 Tidligere undersøkelser av ungfisk i sidebekker	24
3.1.7 Analyse av fiskegjeller og vannkjemiske forhold.....	27
3.2 Gytefisktelling og egg tetthet i 2008	29
3.3 Bunndyrundersøkelser.....	30
4.0 DISKUSJON	34
5.0 LITTERATUR	36
VEDLEGG I	38

Sammendrag

Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførselene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Surt vann (pH under 5,5) og høye konsentrasjoner av aluminium har medført fisketomme vann mange steder. Som et resultat av internasjonale avtaler har svovelinnholdet i nedbøren avtatt siden 1990-tallet, og det er registrert en generell bedring i vannkjemi for vannlevende organsimer i lokalitetene som overvåkes via programmet for langtransportert forurensninger av Statens Forurensningstilsyn (SFT 2008).

Fangststatistikken fra Songdalselva viser en markert nedgang når en sammenlikner perioden 1946-1968 med perioden 1978-2009. Det ble innrapportert fangster for 23 av årene i perioden 1946-1968. Gjennomsnittlig fangst for disse årene var 542 kg, mens tilsvarende tall for perioden 1978-2009, da det ble innrapportert fangster for 20 år, bare var 118 kg. Fangstutviklingen tyder derfor på at laks- og sjøaurebestandene i Songdalselva gikk kraftig tilbake på slutten av 1960-tallet og i løpet av 1970-årene, og at bestandene har holdt seg på et lavt nivå siden 1980-tallet.

Ungfisk av laks og aure

Resultatene fra undersøkelsene viser at det har skjedd store endringer i ungfiskbestanden av laks i Songdalselva siden undersøkelsene startet i 1998 og frem til 2009. Fra å være nesten fraværende i 1998, har laksen nå etablert seg på hele den lakseførende strekningen. For ungfiskbestanden av aure er bildet imidlertid annerledes. I 1998 ble det fanget nesten dobbelt så mange ungfisk av aure i hovedvassdraget som i 2008. Dette kan tyde på at bestanden av aure har gått tilbake. Imidlertid er det i undersøkelsesperioden funnet rekruttering av aure i alle de tre undersøkte sidebakkene, og de mange sidebakkene til Songdalselva er trolig viktige gyte- og oppvekstområder for sjøauren. Et stort antall av sidebakkene er skjellsandkalket, og dette kan ha bidratt til å sikre reproduksjon av aure i flere av bakkene. Den markerte økningen av laks i ungfiskbestanden skyldes høyst sannsynlig en forbedret vannkjemi i perioden 1998-2009. Med et så stort innslag av laks vil elva produsere et betydelig antall laksesmolt. Et viktig spørsmål er i hvor stor grad denne smolten overlever og bidrar til gytebestanden i elva.

Analyse av giftig aluminium på fiskegjeller

Mengden giftig aluminium registrert på fiskegjeller om våren (1998 og 2005), viser at det vannkjemiske miljøet i Songdalselva kan påvirke fiskebestandene i betydelig negativ grad. Våren 2005 var det fiskedød i vassdraget i både januar og mars. Både laks og aure (alle størrelsesklasser) ble plukket opp av det lokale fiskelaget. I tillegg ble det registrert at forsøksfisk som var plassert ut i bur i elven døde (Kroglund et al. 2007). Årsaken til dette var at Sør-Norge ble rammet av sjøsaltepisoder (stormene Inga og Gudrun) i januar 2005. Dette viser tydelig at bestandene av både aure og laks i Songdalselva er negativt påvirket av slike sjøsaltepisoder. Den framtidige hyppigheten og omfanget av slike sjøsaltepisoder vil derfor påvirke utviklingen til fiskebestandene.

Gytebestand

Det ble observert 124 laks og 986 sjøaure på gytefisketelling utført høsten 2008. Et positivt trekk ved denne gytefisketellingen var at det ikke ble observert oppdrettslaks, basert på skjønnsmessige vurderinger av morfologiske karakterer. De fleste sjøaurene var fra en halv kilo og opp til 2 kilo, men det ble også observert en god del stor sjøaure over 2 og 3 kilo. Laksen ble i hovedsak registrert i kategoriene små- og mellomlaks. Dette viser at det vandrer et betydelig antall villaks opp i Songdalselva for å gyte. Om denne gytefisken har opphav i smolt som stammer fra Songdalselva, er forutsetningene for reetablering av en livskraftig, selvreproduserende laksestamme tilstedet.

Bunndyr

Bunndyrsamfunnet indikerer en generell bedring av vannkjemien i Songdalselva. Antallet forsurningsfølsomme arter har økt siden 1998, og forsurningsindeksene viser også en forbedring. Det er imidlertid fremdeles skader på bunndyrfaunaen fra sur nedbør i deler av vassdraget. Gumpedalselva og en sidebekk fra Farvannet (Møllebekken), har fremdeles et moderat skadet bunndyrsamfunn. Hovedelva etter samløpet mellom Gumpedalselva og Kravleelva ser ut til å være lite påvirket, men bunndyrsamfunnet indikerer at den fremdeles er sårbar for episoder med surt vann, for eksempel fra sidebekker etter snøsmeltingen.

Vannkjemi

Ved undersøkelsene utført av NIVA i 1989/90 var middel pH på stasjoner i hovedløpet om lag 5,6-5,8, mens tilsvarende middelverdier målt i 1998 var om lag 6,0-6,2. Målingene viser derfor en tendens til økt pH i hovedløpet i denne perioden, noe som trolig skyldes økt kalkingsaktivitet med skjellsand og en generell reduksjon i svoveltilførselen til landsdelen. Imidlertid viser resultatene at noen episoder i 1998 var omtrent like sure som i 1989/90. I april 1998 ble det registrert en episode med pH 5,4 og giftig aluminium på 52 µg/L i hovedløpet. En slik episode om våren sammenfaller med det ømfintlige smoltstadiet til sjøaure og laks og de målte verdiene medfører betydelig fare for dødelighet på smolt. Dette gjelder særlig laksesmolten som er mer ømfintlig for surt, aluminiumsrikt vann enn sjøauresmolten.

Songdalselva står oppført på prioritert liste over nye nasjonale kalkingsprosjekt i DN's plan for kalking i perioden 2004-2010. Bakgrunnen for dette er at elva har et bra potensial for lakseproduksjon og at vassdraget er vurdert til å være lett å kalke. På den annen side vil undersøkelser av laksebestanden uten at Songdalselva kalkes, gi mulighet til å følge en naturlig reetablering av laks i Sør-Norge som følge av redusert tilførsel av langtransportert sur nedbør. I tillegg ligger det godt til rette for å vurdere hvordan ungfiskbestanden påvirkes av ulike typer episoder med mer ustabil og dårligere vannkjemi (surstøt om våren).

1.0 Innledning

1.1 Bakgrunn og hensikt

Songdalsvassdraget er forsuret av langtransportert forurenset luft og nedbør, noe som bl.a. har ført til at den opprinnelige laksestammen i Songdalselva anses som tapt (Hansen et al. 2008). En vannkjemisk og biologisk undersøkelse i Songdalselva i 1989/90 dokumenterte imidlertid at forurensingssituasjonen i elva ikke var kritisk for sjøaure (Kroglund & Hindar 1991). Fylkesmannen i Vest-Agder tok i 1998 initiativ til en ny undersøkelse av vannkjemiske og biologiske forhold i vassdraget, for bl.a. å kunne vurdere behov for utlegging av skjellsand/kalkgrus som et tiltak mot forurensing. Hovedhensikten med det gjennomførte prosjektet i Songdalsvassdraget i 1998 var å vurdere behovet for kalkingstiltak basert på en vannkjemisk og biologisk status for vassdraget.

Laks er en av de mest forurensingsfølsomme artene i våre vassdrag. Forurensing på grunn av sur nedbør er årsak til at laksebestandene er utryddet i 18 norske vassdrag. Ytterlige 12 bestander er truet av forurensing (<http://www.miljostatus.no>). Per 1. januar 2010 ble 21 laksevassdrag i Norge kalket. Kalking av disse laksevassdragene har medført sikring og/eller reetablering av laks. Men også i flere kalkede vassdrag påvirkes laksen av surt vann i forbindelse med sure episoder, eller tilførsel av surt avrenningsvann fra sidebekker og sideelver. Dette gir seg utslag i høye konsentrasjoner av giftig aluminium på fiskegjellene og kan få uheldige konsekvenser for fiskens senere overlevelse. Dette gjelder spesielt smolt som er det mest følsomme livsstadium. I flere kalkede vassdrag optimaliseres kalkingsstrategien for å unngå slike uheldige effekter på laksebestandene.

På den annen side har redusert forurensing medført at laksen har begynt å rekolonisere enkelte vassdrag hvor den opprinnelige laksestammen er gått tapt grunnet forurensing. Eksempler på slike vassdrag er bl.a. Matreelva (Gabrielsen et al. 2009), Haugdalselva (Hesthagen & Hansen, 1991), Modalselva i Hordaland (Lien et al. 1996) og Songdalselva (Hansen et al. 2008) og Otra i Vest-Agder (Kroglund et al. 2008). I Otra skyldes rekoloniseringen også sanering av industriutslipp. Når en påviser ungfisk av laks i slike vassdrag betyr det at laksen vandrer opp og gyter i vassdraget, og at yngelen klekker og vokser opp til ungfisk. Det er derimot mer uvisst om de vannkjemiske forholdene tillater smolten å forlate vassdraget uskadet. Påvisning av ungfisk i denne type vassdrag kan derfor være et resultat av feilvandring av voksen fisk, og at ungfisken klarer seg fram til smoltstadiet. Dette vil være det første stadiet i en rekolonisering av vassdraget. For å reetablere en egen laksestamme kreves det også at en del av smolten som vandrer ut fra vassdraget overlever og kommer tilbake til det samme vassdraget for å gyte. Først da er grunnlaget for en reetableringsprosess etablert.

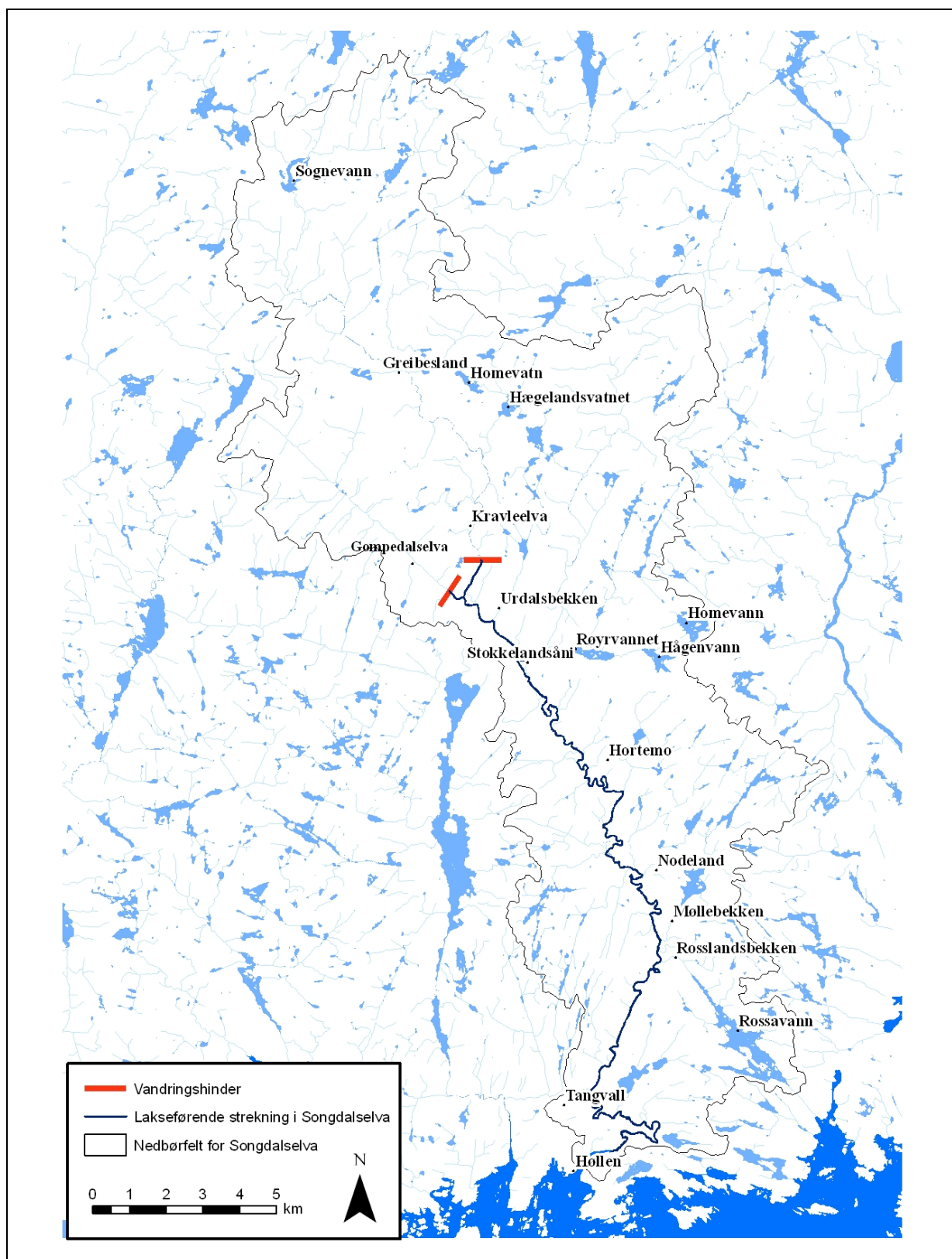
De nevnte vassdragene er trolig i det første stadiet av rekoloniseringen, og hvert år vandrer det nå laksesmolt ut fra disse vassdragene. Overlevelsen for denne smolten er avhengig av de vannkjemiske forholdene under smoltutgangen i mai/juni. I år med relativt gode vannkjemiske forhold må en kunne forvente at noe av smolten overlever og at flere kommer tilbake til "barndomsselveen". I så fall vil laksen over tid kunne reetableres i denne type vassdrag. I Otra indikerer den genetiske sammensetningen at voksen laks fanget i elva med økende sannsynlighet hadde foreldre som gyttet i Otra. Årsklasser av laks fra og med 2001 ser ut til å være dominert (>55 %) av egenrekruttert laks (Kroglund et al. 2008).

Songdalselva står oppført på prioritert liste over nye nasjonale kalkingsprosjekt i DN's plan for kalking i perioden 2004-2010. Bakgrunnen for dette er at elva har et bra potensial for lakseproduksjon og at vassdraget er vurdert til å være lett å kalke. På den annen side vil undersøkelser av laksebestanden uten at Songdalselva kalkes, gi en svært god mulighet til å følge en naturlig reetablering av laks i Sør-Norge som følge av redusert tilførsel av langtransportert sur nedbør til denne landsdelen. I tillegg ligger det godt til rette for å vurdere hvordan ungfiskbestanden påvirkes av ulike typer episoder med mer ustabil og dårligere vannkjemisk (surstøt om våren).

1.2 Områdebeskrivelse

Songdalselva i Vest-Agder strekker seg fra Sognevann i nord og ned til sjøen ved Høllen i Søgne kommune (ca. 30 km) (**Figur 1**). Elva er i hovedsak sakteflytende, og vassdraget er vernet mot kraftutbygging (Verneplan IV). Nedbørfeltet (210 km²) ligger i fire kommuner; Vennesla og Songdalen i nord, Søgne og Kristiansand i sør. Hoveddelen av vassdraget ligger i Songdalen kommune. Gjennomsnittlig spesifikk avrenning i feltet er 39 l/s/km², og middelvannføringen ved utløpet er ca 8 m³/s (NVE 1996). Lakseførende strekning er på ca 33 km og har et oppvekstareal på 555 000 m² basert på vannlinjene fra kart (N-50) fra Statens kartverk. En rekke sidebekker er kalket med til sammen ca. 200 tonn skjellsand årlig (FM Vest-Agder).

Nedbørfeltet består av skog 176 km² (84 %), landbruksareal 9,9 km² (5 %) og innsjøoverflater 5,7 km² (3 %) (Kroglund & Hindar 1991). Hovedbebyggelsen i dalføret er konsentrert rundt de midtre og nedre delene av vassdraget, med tettsteder som Hortemo, Nodeland og Tangvall-Høllen. Det er relativt store landbruksarealer i nedre deler av vassdraget. Vassdraget har tidligere vært svært næringsrikt. Omfattende sanering av utslippskilder siden 1980 har imidlertid redusert næringssaltkonsentrasjonene i elva.

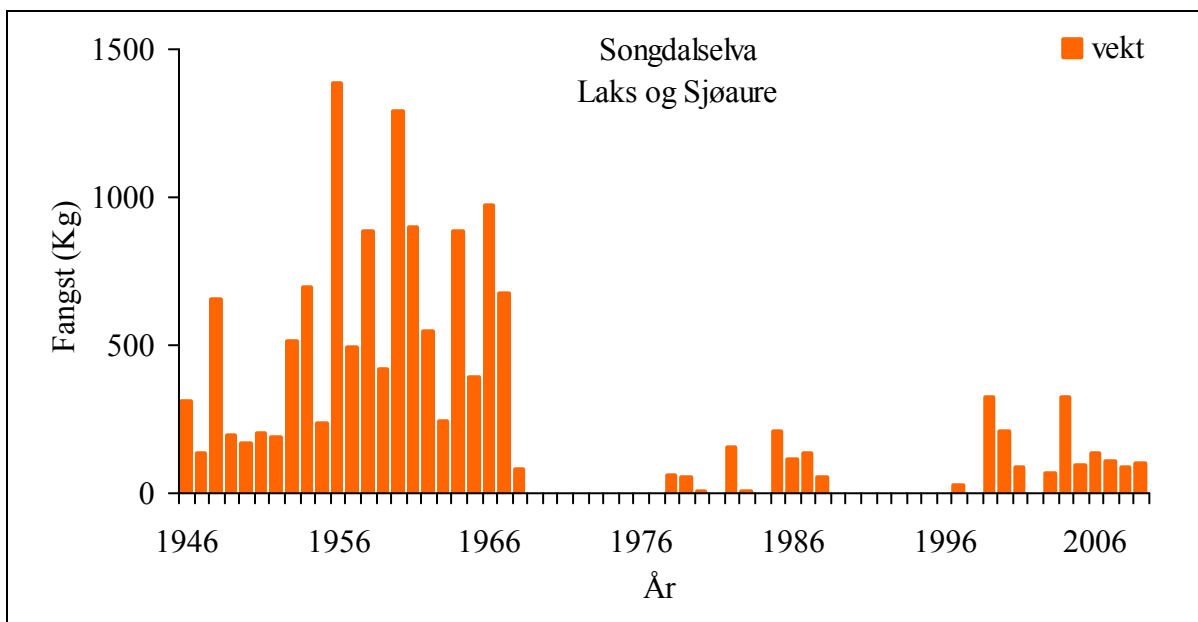


Figur 1. Oversikt over Songdalselva med nedbørfelt og vandringshindre.

1.3 Fangststatistikk og fangstutvikling

Den offisielle fangststatistikken for Songdalselva dekker perioden 1946-2009 (**Figur 2**). I denne perioden er det flere år hvor det ikke er innrapportert fangster, og statistikken er således mangelfull. Fangstene er gitt som totalfangst i antall kg.

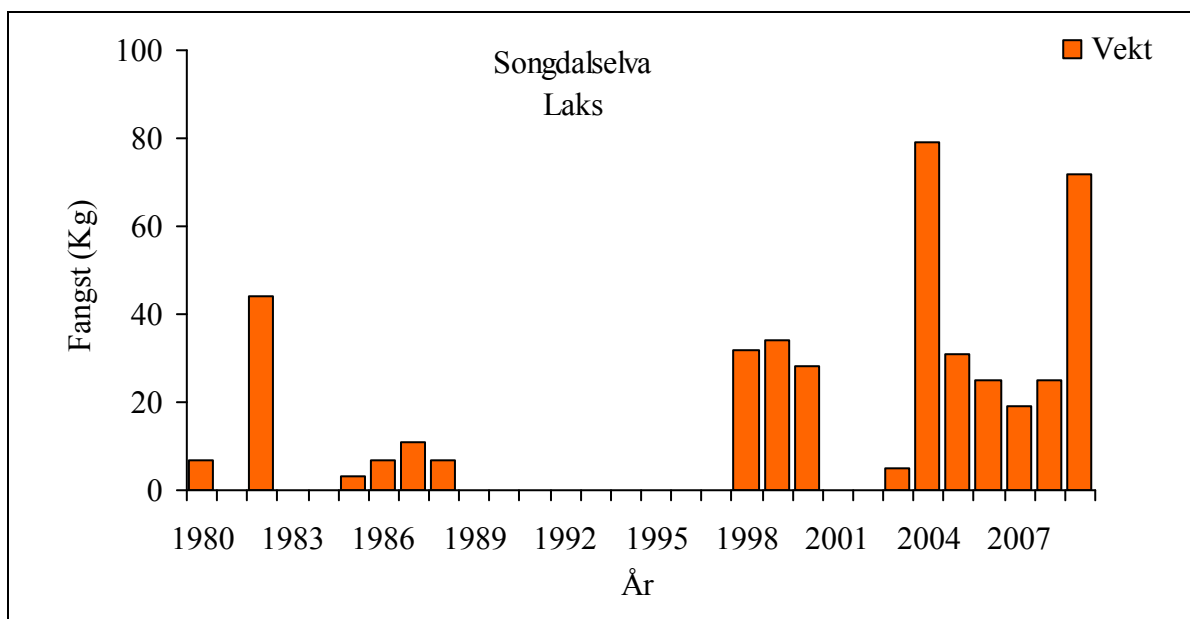
Fangststatistikken viser en markert nedgang om en sammenlikner perioden 1946-1968 med perioden 1978-2009. Det ble innrapportert fangster for 23 av årene i perioden 1946-68. Gjennomsnittlig fangst for disse årene var 542 kg. Tilsvarende tall for perioden 1978-2009 var bare 118 kg, og da ble det innrapportert fangster for 20 år. Fangstutviklingen tyder derfor på at laks- og sjøaurebestandene i Songdalselva gikk kraftig tilbake på slutten av 1960-tallet og i løpet av 1970-årene, og at bestandene har holdt seg på et lavt nivå siden 1980-tallet.



Figur 2. Offisiell fangststatistikk for laks og sjøaure i Songdalselva i perioden 1946-2009. (<http://www.laksereg.no/>).

Laks

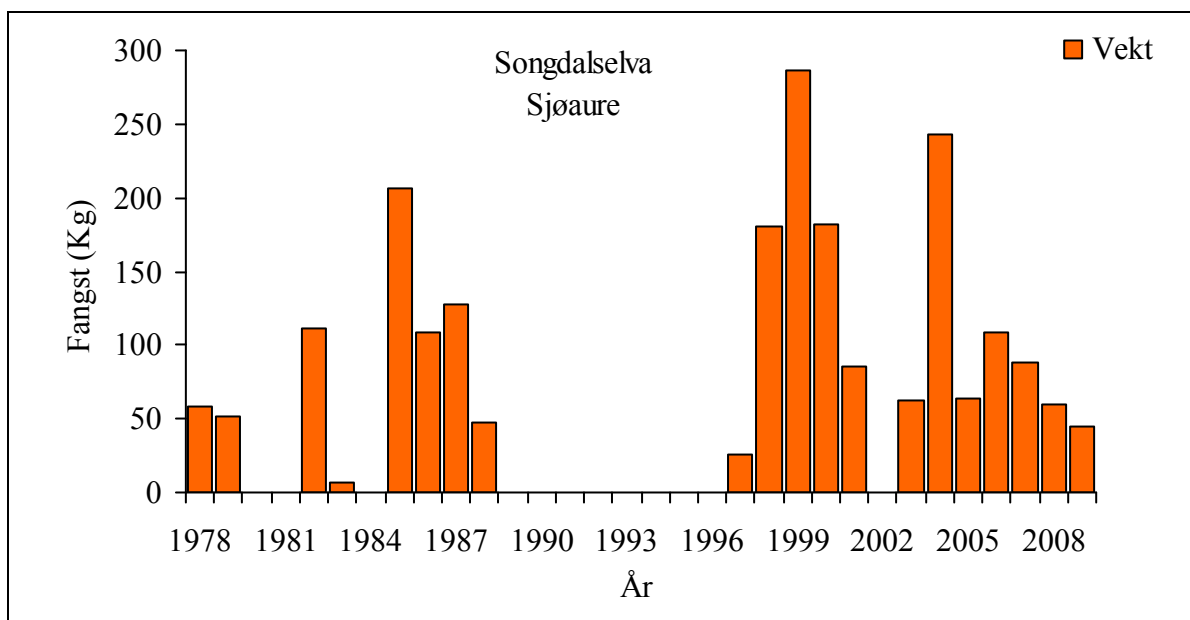
Bestanden av laks i Songdalselva vurderes som tapt i følge en DN utredning 2008-5 (Hansen et al. 2008). Den offisielle fangststatistikken tilsier det samme, men fangstene av laks viser at det siden 1980 årlig har blitt fanget en og annen laks på sportsfisket (**Figur 3**). Det ble innrapportert fangster fra 16 av årene i perioden 1980-2009. Gjennomsnittlig fangst for disse årene er 27 kg laks. Disse resultatene viser at laksebestanden i elva er marginal.



Figur 3. Offisiell fangststatistikk for laks i Songdalselva i perioden 1980-2009. <http://www.laksereg.no/>.

Sjøaure

I følge den offisielle fangststatistikken for Songdalselva er det i perioden 1978-2009 i gjennomsnitt fanget 108 kilo sjøaure pr. år på sportsfisket (**Figur 4**). Fangstene av sjøaure må beskrives som meget lave basert på at lakseførende strekning er på 33 kilometer. Vassdraget blir betegnet som en typisk flomelv, og fangstene blir derfor påvirket av nedbørmengder i fiskesesongen.



Figur 4. Offisiell fangststatistikk for sjøaure i Songdalselva i perioden 1978-2009. <http://www.laksereg.no/>.

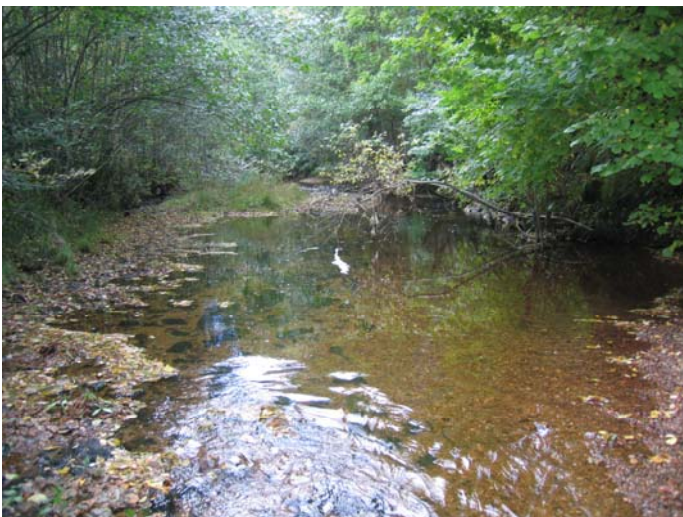
2.0 Metoder

2.1 Elektrisk fiske

For å undersøke tettheten av ungfisk i Songdalselva, ble det i 1998 opprettet et stasjonsnett bestående av 10 stasjoner. Av disse 10 stasjonene var 5 plassert i hovedløpet (lakseførende strekning), mens de resterende 5 var plassert i sidebekker og oppstrøms lakseførende strekning (**Figur 5**). Fra og med 2005 har dette stasjonsnettet blitt modifisert. I tillegg til de opprinnelige 5 stasjonene i hovedløpet, ble det etablert 2 nye i hovedløpet (**Figur 5**). Grunnen til dette var at vi ønsket å få en bedre kontroll på tetthetene av laks og aure i lakseførende strekning. Ingen av de opprinnelige sidebekkene undersøkt i 1998, er senere blitt fulgt opp. Imidlertid ble det opprettet en stasjon i en ny sidebekk i 2005, Stokkelandsåna (stasjon 5). Denne ble også undersøkt i 2008 og i 2009 (**Figur 5**). Stasjonene oppstrøms lakseførende strekning, Gumpedalselva (stasjon 9) og Kravleelva (stasjon 10), ble undersøkt i 1998 og i 2005 (**Figur 5**). Tettheter av ungfisk ble undersøkt ved et kvantitativt elektrisk fiske med tre gangers fiske av den enkelte stasjon i henhold til metode beskrevet av Bohlin et al. (1989). Arealet på den enkelte stasjon var 100 m². All fisk som ble samlet inn ved elektrisk fiske ble artsbestemt, lengdemålt og aldersbestemt ved lesing av otolitter. Basert på aldersanalyse av innsamlet fisk er det skilt mellom ensomrig og eldre fisk. Tetthetsberegningene er gjort for hver av disse to gruppene.

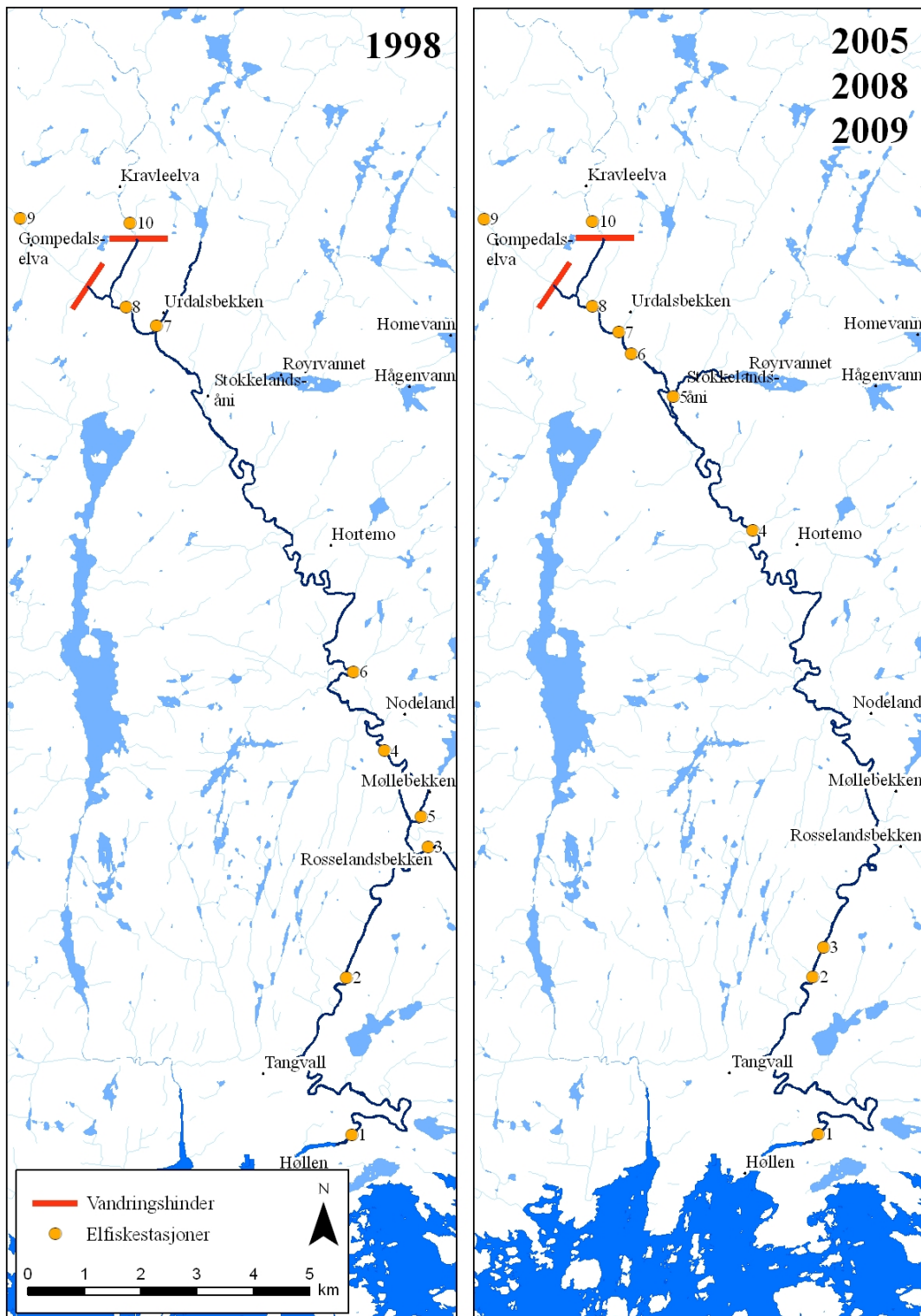
2.2 Gjelleprøver

Ved vurdering av forsurening som mulig trusselfaktor for fiskebestandene er gjelleprøver et viktig redskap (Kroglund et al. 2007). Det er derfor blitt tatt gjelleprøver om våren og høsten i 1998, og om våren i 2005. Det ble bare tatt prøver av fisk som var 12 cm store eller større. Andre gjellebue på fiskens høyre side ble dissekert ut og lagt på forhåndsveide, syrevaskede telleglass. Den påfølgende kvantifiseringen av giftig aluminium ble utført av Institutt for plante- og miljøvitenskap (IPM) ved Universitetet for Miljø- og Biovitenskap, Ås. Ved IPM ble gjellene frysetørret, veid og deretter oppløst i 10 % NHO₃. Aluminiumsinnholdet ble bestemt ved bruk av ICP, og er angitt som mengde aluminium (µg) per gram gjelle i tørrvekt.



Stasjonen for elektrisk fiske i Stokkelandsåna. Legg merke til overhengende kantvegetasjon som er tett og frodig, samt egnet gytegrus til høyre i bildet.

Foto: Sven-Erik Gabrielsen, LFI Uni Miljø



Figur 5. Oversikt over stasjoner for elektrisk fiske i Songdalselva i 1998 (venstre) og i 2005, 2008 og 2009 (høyre). Stasjon 9 og 10 ble ikke undersøkt i 2008, 2009.

2.3 Gytefiskregistreringer

Det ble utført gytefisktellinger av laks og sjøaure for første gang i Songdalselva høsten 2008. Det var ikke forhold for registreringer i 2009 grunnet for dårlig sikt. I Songdalselva ble det benyttet to lag av 2 dykkere med en landmann. Samtlige dykkere har erfaring fra denne type registreringer og er ansatt ved LFI, Uni Miljø. Gytefisktellingerne ble i hovedtrekk gjennomført etter retningslinjer gitt i henhold til Norsk Standard (NS 9456), ved at to dykkere med tørrdrakt og snorkel fløt parallelt nedover elva. Observasjoner av fisk ble fortløpende rapportert inn til en landmann som skrev ned og merket av observasjonene på et kart med målestokk 1:5000 eller 1:10000, eller ved at dykkerne selv noterte observasjonene underveis på vannfaste kart. I noen tilfeller ble også registreringene kartfestet ved bruk av GPS som ble medbrakt under dykking i et vanntett etui.

Sjøauren ble delt inn i følgende størrelseskategorier: <1 kg, 1-2 kg, 2-3 kg og >3 kg. I tillegg ble det registrert "blenkjer", dvs. umoden fisk som ikke skal gyte. Ettersom disse ikke skal gyte er de heller ikke tatt med i oversikten som gytefisk.

Laksen ble delt inn i følgende størrelseskategorier: tert (<3 kg), mellomlaks (3-7 kg) og storlaks (>7 kg), og det ble skilt mellom oppdrettslaks og villaks. Oppdrettslaksen ble gjenkjent ut fra morfologiske kriterier som kroppsfasong, pigmentering, finneslitasje etc. I mange tilfeller vil det ikke være mulig å identifisere oppdrettslaks utelukkende basert på utseende, og under gjennomføring av gytefisktellingerne er det heller ikke alltid en får mulighet til å undersøke fiskene godt nok til å skille oppdrettslaks fra villaks. En del oppdrettslaks kan derfor høyst sannsynlig ha blitt feilbestemt som villaks. Erfaringsmessig vil en imidlertid sjelden feilbestemme villaks som oppdrettslaks. Dette forholdet medfører at antall villaks blir overestimert og at antallet oppdrettslaks blir tilsvarende underestimert.

Ved en normal gjennomføring av gytefisktellinger vil en få en god oversikt over gytebestandene. Opplagte feilkilder skal imidlertid påpekes. Selv om dykkerne kan dekke hele elvens bredde, vil det likevel sjelden være mulig å telle hele bestanden. Dette skyldes at noen fisk vil klare å unngå dykkerne ved å ligge skjult under store blokker etc. Gytefisktellingerne vil derfor representere et minimumsestimert. Andelen fisk som blir registrert vil være avhengig av vannføring, sikt og vassdragets utforming. Generelt vil andelen som ikke registreres øke med størrelsen og kompleksiteten (for eksempel store holer og mye blokker) i vassdraget. Resultatene fra gytefisktellingerne må derfor vurderes i lys av disse feilkildene. Gytefisktellingerne vurderes å gi en svært viktig utfyllende informasjon om bestandssituasjonen for laks og sjøaure, enn det en får med en fangststatistikk alene.

2.4 Beregning av eggtetthet

Eggtetthet er beregnet ut fra en forventning om antall egg som produseres per hunnfisk i de ulike størrelseskategoriene i bestandene i forhold til elvearealet. Ettersom det ikke har vært mulig å skille fullstendig mellom hannfisk og hunnfisk under gytefisktellingerne, kjenner vi ikke kjønnsfordelingen av fisk i vassdraget. Vi har derfor brukt tilsvarende kjønnsfordeling som Jensen et al. (2004) brukte i Eidfjordvassdraget, der de antok en andel hunnfisk blant tert, mellomlaks og storlaks som henholdsvis 20 %, 80 % og 70 %, mens det for sjøaure ble antatt en kjønnsfordeling på 50 % for alle størrelsesgruppene. Videre har vi antatt at gjennomsnittsverdien for tert, mellomlaks og storlaks å være 2 kg, 5 kg og 8 kg, og for sjøaure i observasjonskategoriene 0,5-1 kg, 1-2 kg 2-3 kg og >3 kg henholdsvis 0,75 kg, 1,5 kg, 2,5 kg og 4 kg. Antall egg per kg hunnfisk ble antatt å være 1300 for laks og 1900 for sjøaure (Sættem 1995). Arealet som er brukt er beregnet ved bruk av ArcGIS og N50-kartverk. De kan derfor avvike noe fra reelt vanndekt areal.

2.5 Bunndyr

Det ble tatt kvalitative prøver fra til sammen 11 stasjoner i rennende vann den 3.06.1998 (Barlaup m. fl., 1999). Prøvene ble tatt ved bruk av sparkemetoden (Frost et al. 1971), dels fra hovedelva og dels fra sidebekker. Lokalitetene fra 1998 er vist i **Figur 6**. Tilsvarende innsamling ble utført om høsten den 29.09.2005, men to av de nederste lokalitetene (St. 9 og St. 11) ble ikke tatt på grunn av svært liten vannføring

I 2008 ble det bare tatt prøver på St. 4 og St. 8 i forbindelse med det elektriske fisket. I 2009 ble det tatt prøver på sju lokaliteter både om våren og på høsten (stasjonene 2 til og med 8). Dette stasjonsnettet vil bli opprettholdt i fremtidige undersøkelser. En del av stasjonsnettet i hovedelva er sammenfallende med et stasjonsnett undersøkt av Norsk Institutt for Vannforskning (NIVA) i 1989 og 1990 (Kroglund & Hindar, 1991). Prøvene ble samlet inn med en bunndyrhov, maskevidde 250 µm. Alle prøvene ble fiksert på etanol og senere sortert under lupe. Deler av materialet er artsbestemt. Dette gjelder spesielt grupper der tålegrensene for forsuring er godt kjent (Fjellheim & Raddum, 1990, Lien m. fl. 1991).

Ved kartleggingen av forsuringssituasjonen ble det benyttet samme metodikk som i dag benyttes i de nasjonale overvåkingsprogrammene for sur nedbør og kalking. Systemet er utarbeidet på basis av forsuringstoleranse hos de ulike invertebratgrupper og -arter (Fjellheim & Raddum 1990, Larsen m. fl. 1991). Metoden går ut på å karakterisere vassdraget i forsuringssammenheng ved hjelp av invertebratfaunaen. Forsuringsindeks 1 og 2 er beregnet etter henholdsvis Fjellheim & Raddum (1990) og Raddum (1999). Verdien 1 viser et bunndyrsamfunn som ikke er forsuringsskadet, mens verdien 0 viser et sterkt skadet samfunn. Når *Baetis rhodani* er tilstedet på en lokalitet, får Forsuringsindeks 1 verdien 1. Forsuringsindeks 2 graderer Forsuringsindeks 1 ved å dele antallet av *Baetis rhodani* i prøven på antallet av forsuringstolerante steinfluer. Dette tallet legges så til verdien 0,5 som antyder moderat forsuring, slik at Forsuringsindeks 2 alltid får verdier mellom 0,5 og 1. Dette gjøres for å kunne påvise sublethale effekter av forsuring som ikke fører til at hele populasjonen av *Baetis rhodani* dør ut, men som ved bruk av bare Forsuringsindeks 1 ville stå fram som ikke forsuret.



Døgnfluen *Baetis rhodani*. Den er svært følsom mot forsuring, og er kanskje den viktigste indikatorarten vi har i Norge i dag. Foto. Arne Fjellheim, LFI



Vårfluen *Rhyacophila nubila*. I motsetning til *B. rhodani*, har *R. nubila* høy tålegrense mot forsuring. Foto: Arne Fjellheim, LFI

ASPT-indeksen (Average Score Per Taxon) (Armitage et al. 1983) er en indeks som hovedsakelig gir størrelsen på den organiske belastningen på en lokalitet. Den baserer seg på ”scores” eller poeng, der enkelte familier av bunndyr får poeng avhengig av hvor tolerante artene i familien er for organisk anriking / forurensing. De mest tolerante får lav verdi, mens de minst tolerante får høy verdi. Summen av disse poengene for en bunnprøve utgjør BMWP indeksen (Biological Monitoring Working Party System). ASPT indeksen er en justering av denne, der BMWP indeksen er delt på antall poenggivende arter/grupper i prøven. Denne indeksen er mer uavhengig av størrelsen på prøven enn BMWP indeksen, og blir derfor foretrukket.

Vurderingen av grenseverdier for økologisk status med ASPT indeksen er fremdeles under vurdering i Norge, og må derfor brukes med en viss forsiktighet. Veilederen anbefaler også flere og / eller større prøver per lokalitet. Dette må også tas i betraktning når ASPT-verdiene vurderes. En beskrivelse av indeksen på norsk kan finnes i en veileder for Vanddirektivet på Vannportalen (Direktoratsgruppa Vanddirektivet, 2009). Grenseverdiene for ASPT indeksen er satt som i **Tabell 1**.

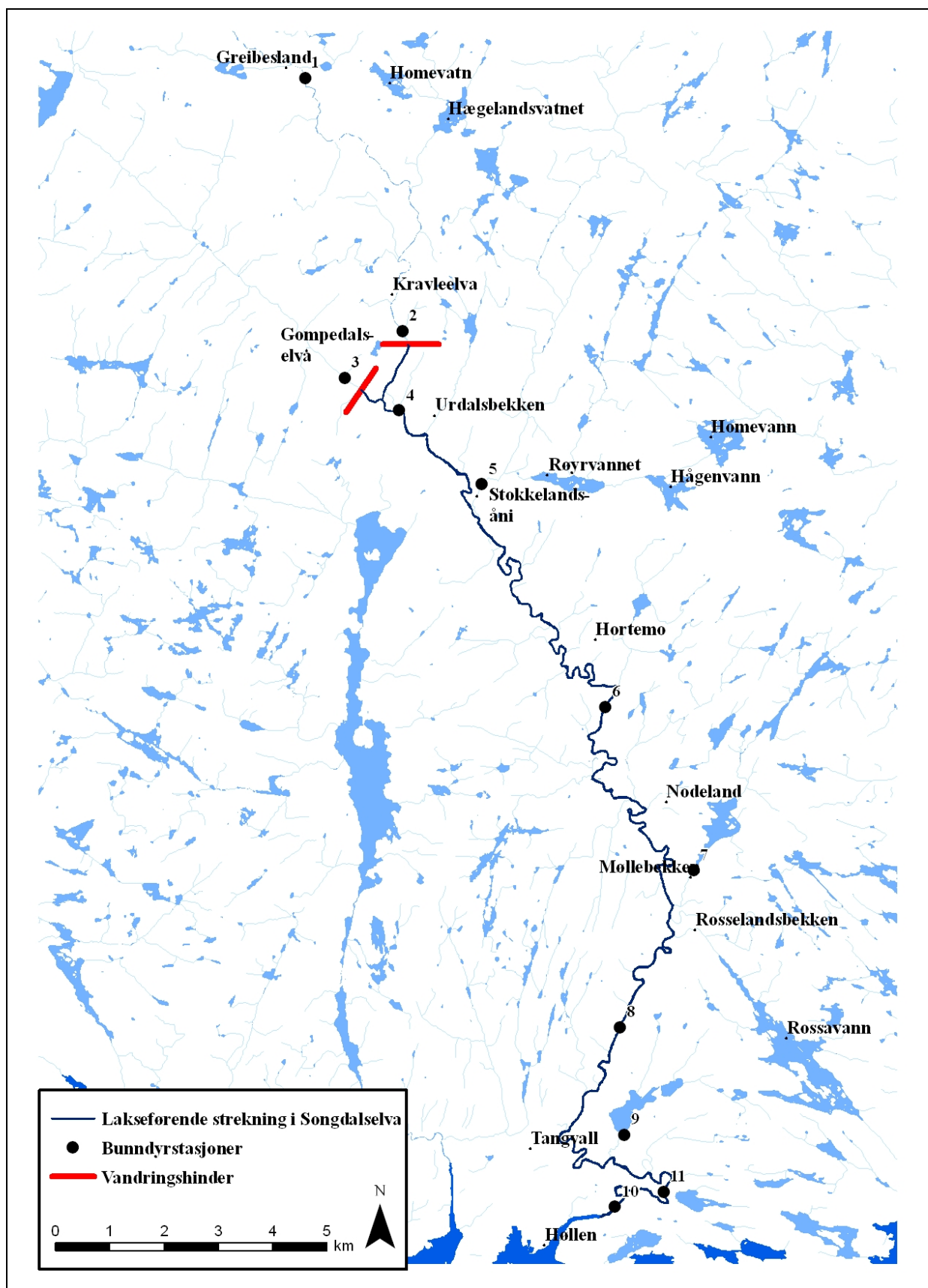
Tabell 1. Grenseverdier for organisk påvirkning basert på ASPT indeksen

Økologisk status	ASPT – verdi
Høy	$x \geq 6,8$
God	$6,8 > x \geq 6,0$
Moderat	$6,0 > x \geq 5,2$
Dårlig	$5,2 > x \geq 4,4$
Svært dårlig	$x < 4,4$

Analysen av artsrikhet, ble utført ved hjelp av ”rarefaction” analyse (Gotelli & Colwell, 2001; Colwell et. al. 2004; Colwell, 2009). Dette er en estimert akkumulert artskurve basert på abundansdataene fra de to elvene. En reell akkumulert artskurve får vi når vi f. eks. teller opp alle artene vi finner i en kvantitativ prøve. Så legger vi til de nye artene vi finner i den neste prøven, og fortsetter slik til alle prøvene er gjort opp. Plotter vi så antallet arter mot antallet prøver får vi en hakkete kurve. Slike kurver kan være vanskelige å tolke når lokaliteter eller elver skal sammenlignes. En ”rarefaction” kurve kan sies å være den statistiske forventningen av den korresponderende akkumulerte artskurven (Gotelli & Colwell, 2001). Den starter med det totale antallet arter som er funnet på en lokalitet, og velger så tilfeldig færre og færre prøver (rarefaction = fortynning). Dette gir oss en utjevnet kurve som kan sammenlignes med tilsvarende kurver fra andre lokaliteter. Særlig er det stigningen på kurven, hvor høyt den går, og når den eventuelt flater ut som er viktige for å sammenligne artsrikheten på forskjellige lokaliteter eller i forskjellige elver.

Det er to forskjellige typer ”rarefaction” kurver. En er basert på antall arter skalert på antall prøver som beskrevet ovenfor. Dette fordrer at arealet i hver prøve som undersøkes er likt og at tettheten av individer er noenlunde lik. Den andre typen er å skalere X-aksen etter antallet individer som blir bestemt til art eller et høyere taxon. Denne typen kan brukes hvis individtettheten på forskjellige lokaliteter er svært ulik, eller hvis arealet som blir undersøkt er forskjellig mellom lokalitetene. Det finnes ingen rigide regler om hva som er den beste metoden, og i hvilken situasjon den ene er å foretrekke fremfor den andre. Vi valgte å bruke en analyse som var basert på antall individer. Sparkeprøvene vil nødvendigvis dekke forskjellig areal fra lokalitet til lokalitet. Selv om sortering i en time standardiserer prøvene, fant vi det best å skalere disse kurvene med individantall. Totalt ble da analysen basert på 14 prøver fra Songdalselva i 2009.

”Rarefaction”- kurvene med 95 % konfidensintervall ble laget med programmet EstimateS ver. 8.0 (Colwell, 2009).



Figur 6. Oversikt over stasjoner for innsamling av bunndyr i Songdalselva i 1998. Undersøkelsene seinere har brukt et redusert antall av disse lokalitetene. Nummereringen av lokalitetene er den samme som i 1998.

3.0 Resultat

3.1 Undersøkelser av ungfiskbestanden

3.1.1 Tettheter av laks

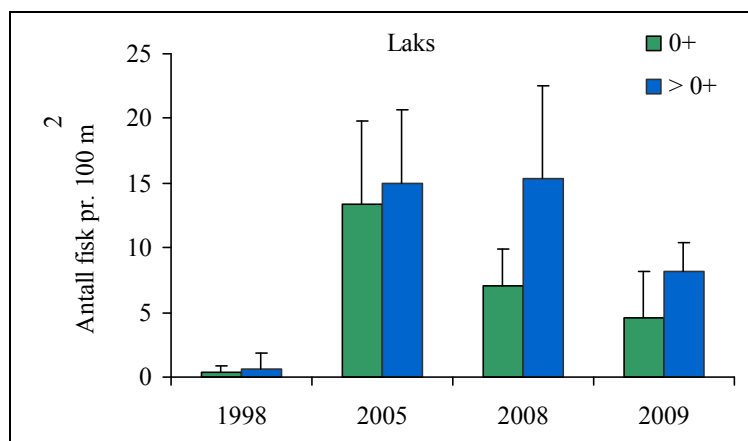
Tetthetene av ensomrig og eldre lakseunger registrert i 1998, 2005, 2008 og i 2009 er gitt i **Tabell 2** og i **Figur 7**. Resultatene viser at tetthetene av laks på de syv undersøkte stasjonene i Songdalselva har økt i løpet av disse fire årene. I 1998 ble det bare funnet ensomrig laks på to av fem undersøkte stasjoner, mens det i de tre siste undersøkelsesårene ble funnet ensomrig og eldre laks på samtlige syv stasjoner. Dette tilsier at det i de tre siste undersøkelsesårene har blitt rekruttert laks i en større andel av vassdraget, sammenlignet med resultatet fra 1998. Den gjennomsnittlige tettheten av ensomrig laks har økt fra 0,4 individer pr 100 m² i 1998 til 13,4 og 7,1 individer pr 100 m² i hhvs. 2005 og 2008. Tilsvarende for eldre laks er 0,6 individer i 1998 til 15,0 og 15,3 individer i hhvs. 2005 og i 2008. I 2009 ble undersøkelsene gjennomført sent (desember) og det var is og sarr på elvebunnen på noen av stasjonene. Vi legger derfor ikke stor vekt på antallet fisk fanget i 2009, da det mest sannsynlig er underestimert.

Tabell 2. Estimerte tettheter av ensomrige (0+) og eldre (>0+) laks pr. 100 m² på stasjonene 1-7 undersøkt med elektrisk fiske i Songdalselva i 1998, 2005, 2008 og i 2009. Gjennomsnittlige tettheter gitt i parentes er for stasjonsnettet i 1998, dvs. stasjonene 1,2,4,6 og 8.

Stasjons nr.	Ensomrig laks (0+)			
	1998	2005	2008	2009
1	1,0	14,0	6,0	1,0
2	0,0	5,2	7,0	3,1
3	*	5,2	4,4	1,0
4	0,0	28,3	14,0	8,3
6	0,0	12,0	10,0	1,0
7	*	8,0	4,0	14,0
8	1,0	21,0	4,0	4,0
Gjsn.	0,4	13,4 (16,1)	7,1 (8,2)	4,6 (1,6)

*Ikke fisket i 1998

Stasjons nr.	Eldre laks (>0+)			
	1998	2005	2008	2009
1	3,0	6,1	12,1	8,0
2	0,0	11,0	4,0	3,0
3	*	9,1	7,0	8,0
4	0,0	12,3	8,0	7,1
6	0,0	27,5	27,0	10,0
7	*	16,1	24,0	8,0
8	0,0	23,1	25,2	13,0
Gjsn.	0,6	15,0 (16,0)	15,3 (15,3)	8,2 (2,0)



Figur 7. Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig og eldre laks (\pm 95 % konfidensintervall) på lakseførende strekning i Songdalselva i årene 1998, 2005, 2008 og i 2009. Merk at resultatet i 1998 baserer seg på 5 stasjoner i hovedelva, mens resultatene for 2005, 2008 og 2009 baserer seg på 7 stasjoner.

3.1.2 Vekst

Gjennomsnittlige lengder for ulike aldersgrupper av lakseunger er vist i **Tabell 3**. Etter endt vekstsesong har de ensomrig lakseungene nådd en gjennomsnittlig lengde på 6-7 cm, mens snitt lengden for tosomrige (1+) har vært på 10-12 cm og tresomrige (2+) har vært på om lag 13 cm. Analysen viser at laksen har en relativt rask vekst og de fleste laksungene i Songdalselva forlater vassdraget etter 2 år.

Tabell 3. Gjennomsnittlig lengde (cm) \pm 95 % konfidensintervall for ulike aldersgrupper av laks i Songdalselva i årene 1998, 2005, 2008 og i 2009. N er antallet laks undersøkt. Data er basert på analyse av otolitter.

Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)	
	cm	N	cm	N	cm	N
27.09.1998	7,2 \pm 1,3	2	12,7 \pm 0,7	3	--	0
21.09.2005	5,9 \pm 0,2	109	10,5 \pm 0,4	106	12,7 \pm 0,7	14
18.10.2008	6,2 \pm 0,2	50	10,7 \pm 0,3	84	12,8 \pm 0,5	19
17.12.2009	6,1 \pm 0,6	32	10,3 \pm 1,0	36	12,6 \pm 0,8	21

3.1.3 Tettheter av aure

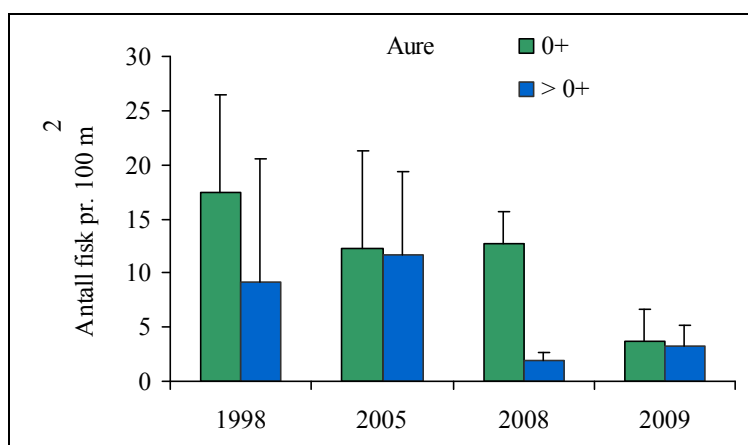
Tetthetene av ensomrig og eldre aureunger registrert i 1998, 2005, 2008 og i 2009 er gitt i **Tabell 4** og i **Figur 8**. Resultatene viser at tetthetene av ensomrig aure har vært relativt like, mens tetthetene av eldre aure har gått ned. Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig aure har variert fra 12,7 til 17,4 individer pr. 100 m², mens tetthetene av eldre aure var 9,1 individer pr. 100 m² i 1998 og kun 1,9 individer pr. 100 m² i 2008. I 2009 ble undersøkelsene gjennomført sent (desember) og det var mye is og sarr på noen av stasjonene. Vi legger derfor ikke stor vekt på antallet fisk fanget i 2009, da det mest sannsynlig er underestimert.

Tabell 4. Estimerte tettheter av ensomrige (0+) og eldre (>0+) aure pr. 100 m² på stasjonene 1-7 undersøkt med elektrisk fiske i Songdalselva i 1998, 2005, 2008 og i 2009. Gjennomsnittlige tettheter gitt i parentes er for stasjonsnettet i 1998, dvs. stasjonene 1,2,4,6 og 8.

Stasjons nr.	Ensomrig aure (0+)			
	1998	2005	2008	2009
1	10,0	2,0	10,2	0,0
2	3,0	17,0	7,1	1,0
3	*	37,7	11,7	11,0
4	25,8	12,0	15,4	5,0
6	25,0	5,0	10,0	0,0
7	*	6,0	17,3	6,5
8	23,4	6,0	17,4	2,2
Gjsn.	17,4	12,2 (8,4)	12,7 (12,0)	3,7 (1,6)

*Ikke fisket i 1998

Stasjons nr.	Eldre aure (>0+)			
	1998	2005	2008	2009
1	2,0	0,0	1,0	4,0
2	3,0	4,0	0,0	2,0
3	*	11,2	2,0	8,0
4	7,4	6,0	3,0	2,2
6	1,0	31,0	2,0	1,0
7	*	17,3	2,0	6,0
8	32,1	12,3	3,1	1,0
Gjsn.	9,1	11,7 (10,7)	1,9 (1,8)	3,5 (2,0)



Figur 8. Gjennomsnittlige tettheter av ensomrig og eldre aure (\pm 95 % konfidensintervall) på lakseførende strekning i Songdalselva i årene 1998, 2005, 2008 og i 2009. Merk at resultatet i 1998 baserer seg på 5 stasjoner i hovedelva, mens resultatene for 2005, 2008 og 2009 baserer seg på 7 stasjoner.

3.1.4 Vekst

Gjennomsnittlige lengder for ulike aldersgrupper av aureunger er vist i **Tabell 5**. Etter endt vekstsesong har de ensomrig aureungene nådd en gjennomsnittlig lengde på 6 til 7 cm, mens snitt lengden for tosomrige (1+) har vært på 11-13 cm og tresomrige (2+) har vært på om lag 13-16 cm. Analysen viser at auren har en relativt rask vekst og de fleste aureungene i Songdalselva forlater vassdraget etter 2 år.

Tabell 5. Gjennomsnittlig lengde (cm) \pm 95 % konfidensintervall for ulike aldersgrupper av aure i Songdalselva i årene 1998, 2005, 2008 og i 2009. N er antallet aure undersøkt. Data er basert på aldersanalyse av otolitter.

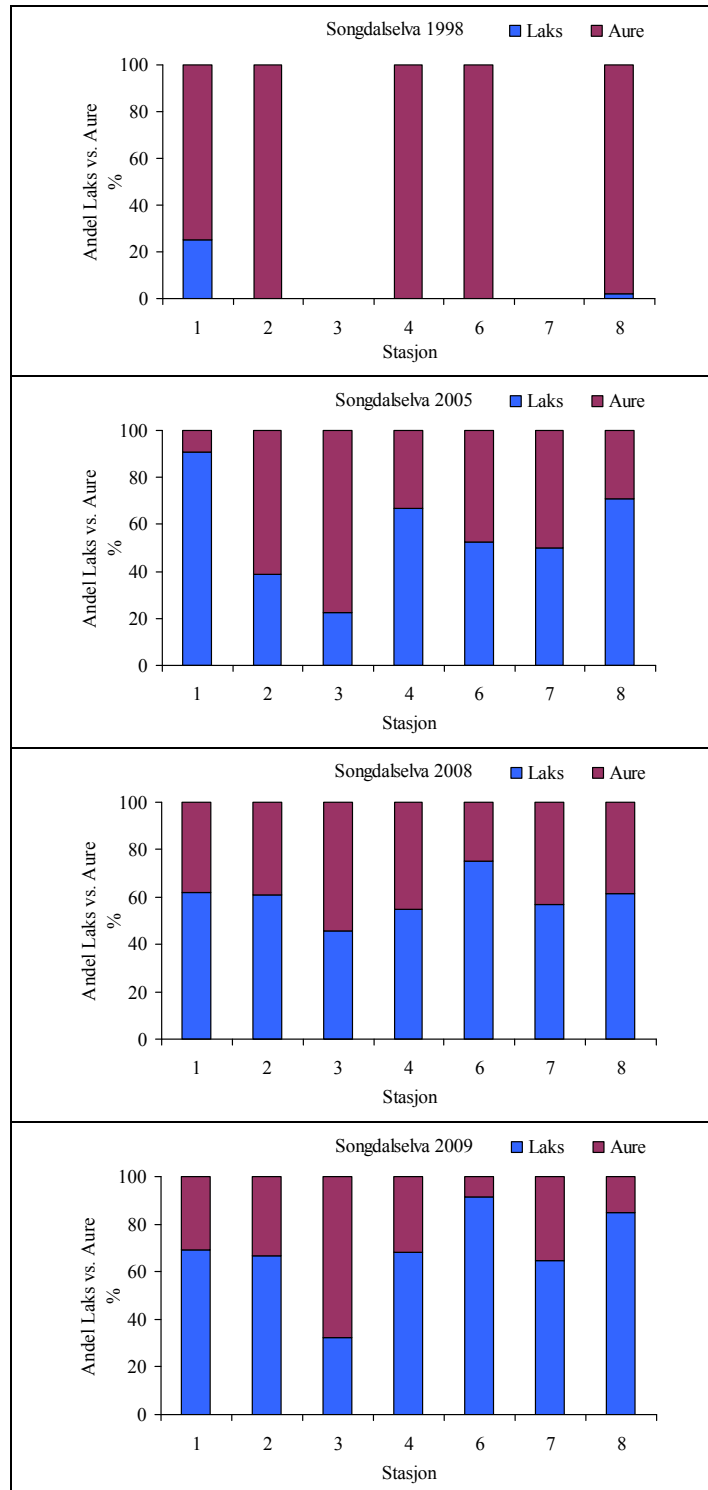
Dato	Ensomrig (0+)		Tosomrig (1+)		Tresomrig (2+)	
	cm	N	cm	N	cm	N
27.09.1998	7,0 \pm 0,1	81	12,4 \pm 0,3	30	16,0 \pm 1,1	11
21.09.2005	6,8 \pm 0,2	85	10,9 \pm 0,4	74	14,9 \pm 1,7	2
18.10.2008	6,8 \pm 0,2	86	12,6 \pm 0,9	10	15,4 \pm 4,4	3
17.12.2009	6,9 \pm 0,9	25	10,7 \pm 1,6	18	13,1 \pm 1,4	6

3.1.5 Andel laks og aure

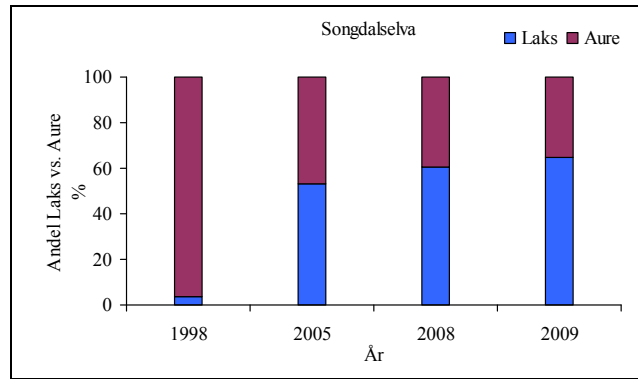
Andeler av laks og aure på de ulike elfiskestasjonene i undersøkelsesårene er vist i **Figur 9**, mens andel samlet for hele den lakseførende strekningen er vist i **Figur 10**. I 1998 ble det kun fanget 5 ungfisk av laks i hovedløpet og 132 ungfisk av aure. Dette tilsvarer et innslag av laks på ca. 4 %. Tilsvarende var innslaget av laks i 2005 på 53 % (190 laks og 165 aure), 61 % i 2008 (153 laks og 99 aure) og 65 % i 2009 (89 laks og 49 aure). Resultatene viser at laksen var tilstedeværende på kun 2 stasjoner (dvs. 40 % av stasjonene), og i et meget lavt antall i 1998. I de tre siste undersøkelsesårene hadde dette forholdet endret seg betraktelig. Det ble for alle disse årene påtruffet laks på samtlige undersøkte stasjoner og på de enkelte stasjonene ble det generelt fanget flere laks enn aure (**Figur 9**).



Laksemolt på vei ut om våren.
Foto: Bjørn T. Barlaup, LFI,
Uni Miljø



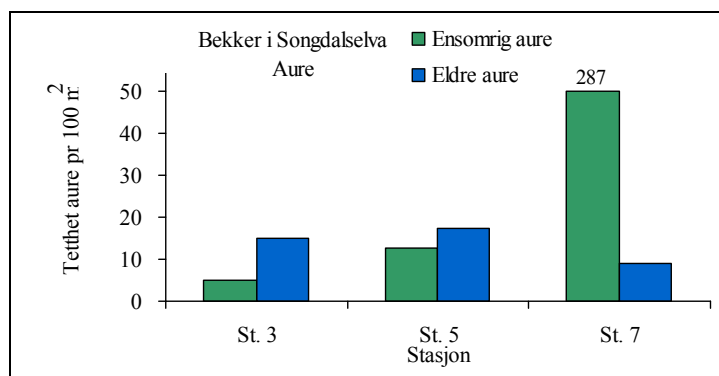
Figur 9. Andel av laks og aure i prosent på undersøkte stasjoner i Songdalselva i 1998, 2005, 2008 og i 2009.



Figur 10. Andel av laks og aure i prosent fanget i hovedløpet til Songdalselva i 1998, 2005, 2008 og i 2009.

3.1.6 Tidligere undersøkelser av ungfisk i sidebekker

I 1998 ble det foretatt undersøkelser av ungfisk i tre av sidebekkene (Rosselandsbekken, Møllebekken og Urdalsbekken) som renner inn i den lakseførende delen av Songdalselva (Barlaup et al. 1999). Det ble bare funnet ungfisk av aure ved denne undersøkelsen i disse bekkene. Som det framgår av **Figur 11** ble det funnet moderate tettheter av ensomrig aure i Rosselandsbekken og i Møllebekken, mens det var svært høye tettheter i Urdalsbekken. Tetthetene av eldre aure var imidlertid høyere i Rosselandsbekken og i Møllebekken enn i Urdalsbekken. Både i Rosselandsbekken og Urdalsbekken ble det observert kjønnsmoden sjøaure. Samlet viser resultatene at det var rekruttering av aure i alle de tre undersøkte sidebekkene, og dette er trolig også tilfelle i flere andre sidebekker som renner inn i Songdalselva. Et generelt trekk ved sjøauren er at den ofte bruker sidebekker som gyte- og oppvekstområde og de mange sidebekkene er derfor viktige for sjøaurebestanden i vassdraget. Skjellsandkalkingen har trolig bidratt til å sikre reproduksjon av aure i flere av sidebekkene.

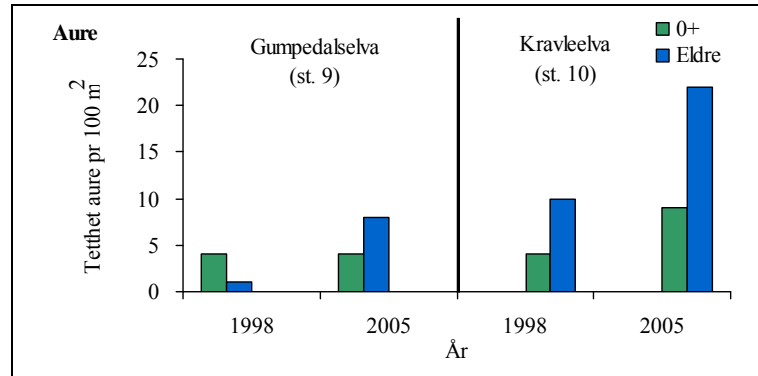


Figur 11. Estimerte tettheter av ensomrig (0+) og eldre aure (>0+) i tre sidebekker til Songdalselva i 1998; Rosselandsbekken (stasjon 3), Møllebekken (stasjon 5) og Urdalsbekken (stasjon 7). Legg merke til at tettheten av ensomrig aure i Urdalsbekken var på hele 287 individer.

Oppstrøms lakseførende strekning

Gumpedalselva (st. 9) og Kravleelva (st. 10) ble undersøkt i 1998 og i 2005. Både i Gumpedalselva og Kravleelva var tetthetene av ensomrig aure lave for begge årene (<10 pr. 100 m²). I Gumpedalselva var det også svært lave tettheter av eldre aure, mens det ble funnet langt flere eldre aure i Kravleelva (**Figur 12**). Begge disse stasjonene ligger oppstrøms lakseførende strekning, og det er derfor bare resident aure (brunaure) på disse to stasjonene. I tillegg til aure ble det fanget 9 bekkerøyer i Gumpedalselva i 1998 og 6 i 2005. Resultatene fra Gumpedalselva samsvarer med de vannkjemiske

målingene som viser at Gumpedalselva hadde den dårligste vannkvalitet av de undersøkte lokalitetene. Her var pH-verdier normalt i intervallet 5,0-5,5 (minimum pH = 4,75) og giftig aluminium normalt i intervallet 50-100 µg/L (maksimum 138 µg/L). Denne vannkvaliteten vurderes som giftig både for anadrom fisk og innlandsfisk.

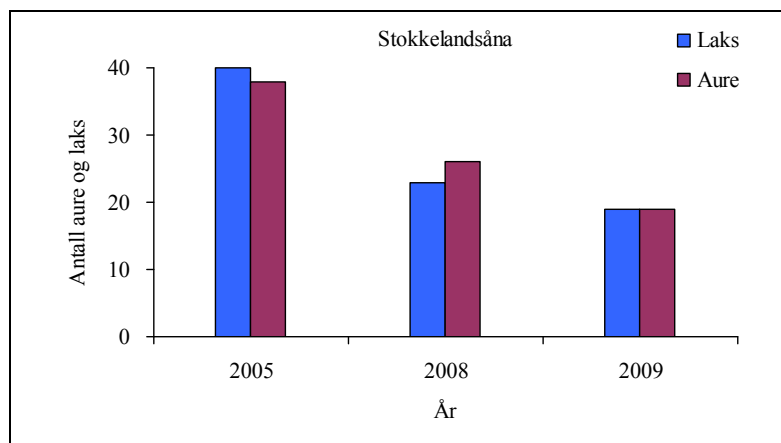


Figur 12. Estimerte tettheter av ensomrig (0+) og eldre aure (>0+) i Gompedalselva (stasjon 9) og Kravleelva (stasjon 10) i 1998 og 2005. Disse stasjonene ligger oppstrøms lakseførende strekning i Songdalselva.



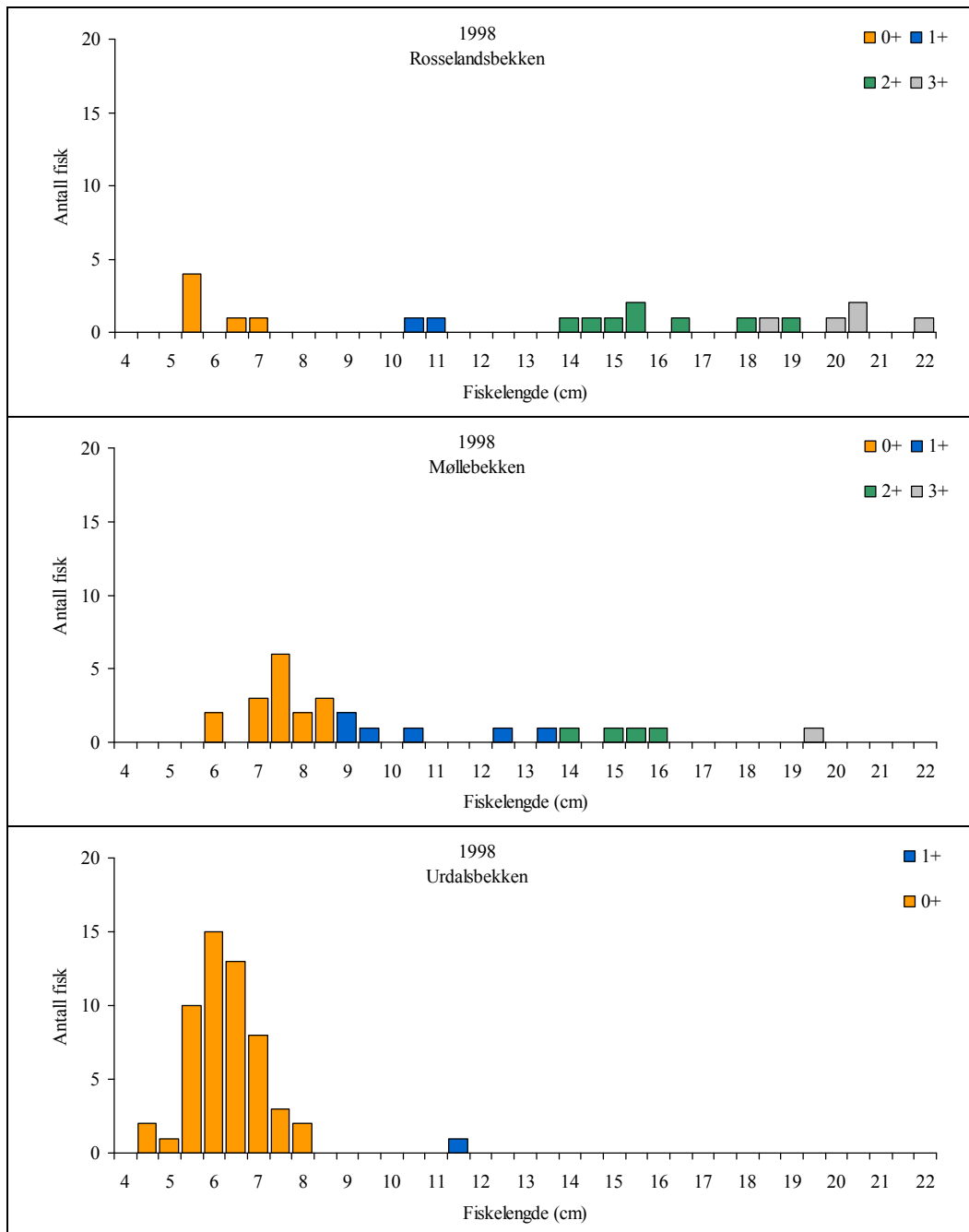
Bekkerøye fanget i Gompedalselva i 1998. En og annen bekkerøye ble også fanget på lakseførende strekning. Foto: Sven-Erik Gabrielsen, LFI, Uni Miljø

I Stokkelandsåna er det blitt utført undersøkelser av ungfiskbestanden i 2005, 2008 og i 2009. Samlet fangst av aure og laks i disse tre årene er vist i **Figur 13**. Resultatet viser at laksen går opp og gyter i Stokkelandsåna, og at de vannkjemiske forholdene er tilstrekkelige for overlevelse av ungfisk av laks.

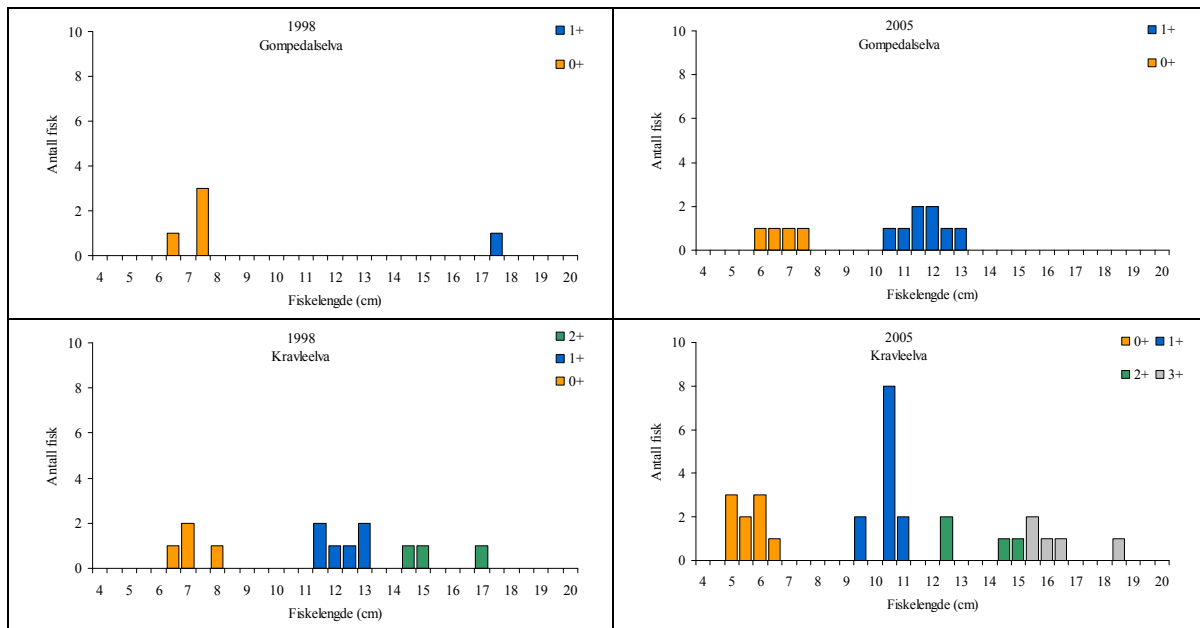


Figur 13. Antallet aure og laks fanget på stasjonen i Stokkelandsåna i 2005, 2008 og i 2009.

Lengdefordelingen for aure tatt på stasjonene i sidebekkene, Gumpedalselva og Kravleelva er gitt i **Figur 14** og i **Figur 15**. Det er ikke mulig å gi noen detaljert beskrivelse av aurens vekstmønster i disse bekkene. Likevel indikerer lengdefordelingene fra sidebekkene at aurens tilvekst i løpet av første vekstsesong ikke avviker mye fra tilveksten beskrevet for hovedløpet.



Figur 14. Lengdefordeling av aure tatt i Rosselandsbekken, Møllebekken og i Urdalsbekken høsten 1998.



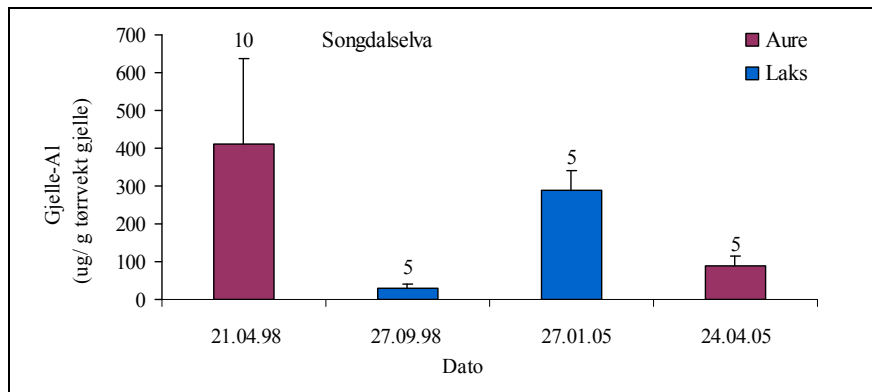
Figur 15. Lengdefordeling av resident aure (brunaure) fanget i Gumpedalselva og Kravleelva i 1998 (venstre) og i 2005 (høyre).

3.1.7 Analyse av fiskegjeller og vannkjemiske forhold

Det er blitt registrert svært høye konsentrasjoner av giftig aluminium på fiskegjeller prøvetatt om våren både i 1998 og i 2005 (**Figur 16**). Kroglund et al. (2007) viser at det vil forekomme akutt dødelighet hos ungfisk ved en ferskvannseksponering som varer i mange dager, og ved en mengde giftig aluminium som overstiger 300 µg Al/g tørrvekt gjelle. Disse grenseverdiene er imidlertid langt lavere for smolt som forlater vassdraget om våren. En grenseverdi under 30 µg Al/g vil gi en forventet god smoltkvalitet, mens verdier over dette vil gi en forringet smoltkvalitet og lavere overlevelse (Kroglund et al. 2007). Mengden giftig aluminium registrert på fiskegjeller om våren 2005 i Songdalselva (nesten 300 µg Al/g på laksegjellene), viser at det vannkjemiske miljøet kan påvirke fiskebestandene i betydelig negativ grad. Det var fiskedød i vassdraget i januar og i mars 2005. Både laks og aure (alle størrelsesklasser) ble plukket opp av fiskelaget lokalt. I tillegg ble det registrert død forsøksfisk som var i bur i elven (Kroglund et al. 2007). Årsaken til dette var at Sør-Norge ble rammet av en rekke sjøsaltepisoder i januar 2005. Disse sjøsaltepisodene kom av orkanene Inga og Gudrun, som fraktet store mengder sjøsalt inn over Sør-Norge, og som dannet sjøsaltepisoder i vassdragene. Dette resulterte i at fiskedød ble vurdert som mulig til sannsynlig i 8 vassdrag, mens det var sannsynlig til mulig at sjøoverlevelse til smolt ble redusert i 11 andre vassdrag av i alt 15 undersøkte vassdrag på Sørlandet vinteren/våren 2005 (Kroglund et al. 2007).



Etter at hjertet er punktert, klippes andre gjellebue på fiskens høyre side ut. Foto: Helge Skoglund, LFI Uni Miljø



Figur 16. Giftig aluminium på fiskegjeller av aure og laks fanget i Songdalselva i 1998 og i 2005.

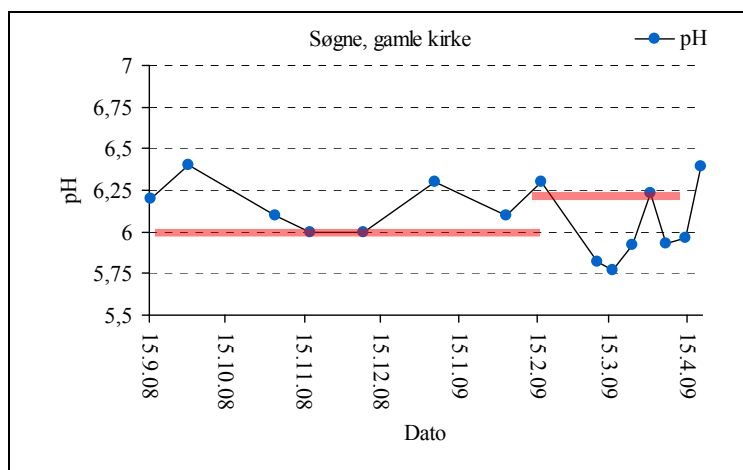
Et utdrag fra Kroglund's et al. (2007) økologiske vurderinger av Songdalselva:

Økologiske vurderinger:

- Vassdraget ble påvirket av sjøsalter i januar 2005.
- Giftig aluminium var kritisk høy
- Konsentrasjonene av giftig gjellealuminium om våren klassifiseres som dårlig til svært dårlig og på et nivå hvor dødelighet kan forventes såfremt eksponeringsvarigheten er tilstrekkelig lang.
- Giftig gjellealuminium målt i mai 2005 forventes ikke å påvirke sjøoverlevelse såfremt helselidelser påført fisken i perioden fram til april er restituert. Dødelighet i januar og mars vil ha effekter på fangst av laks og aure de nærmeste årene.
- Vassdraget påvirkes av forsurende episoder og sannsynligvis av blandsoner.

For en mer utfyllende beskrivelse av vannkjemiske forhold, henvises det til tidligere LFI-rapport nr. 104 (Barlaup et al. 1999) og Kroglund et al. 2007.

I 2008 startet Miljøvern avdelingen ved Fylkesmannen i Vest-Agder et overvåkingsprogram for vannkjemien i Songdalselva. pH i perioden 15.09.08 til 20.04.09 er gitt i **Figur 17**. pH i denne perioden var ned mot en pH på 5,75, men stort sett over 6,0. De laveste enhetene pH ble registrert om våren i mars og april. Vannkvalitetsmålet for pH i de nasjonale kalkede vassdragene i Norge er 6,2 i perioden 15.02-14.04, 6,4 i perioden 15.04-31.05, og 6,0 resten av året. Som det fremgår av **Figur 17**, er flere av målingene av pH i Songdalselva lavere enn vannkvalitetsmålet satt for de kalkede vassdragene i Norge.



Figur 17. Variasjon i pH på lakseførende strekning i Songdalselva ved Søgne gamle kirke i perioden september 2008 til april 2009. Data fra VestfoldLAB AS. Røde linjer er pH-målet satt i vassdragene som inngår i de nasjonale kalka vassdragene i Norge, bla. i Mandalselva.

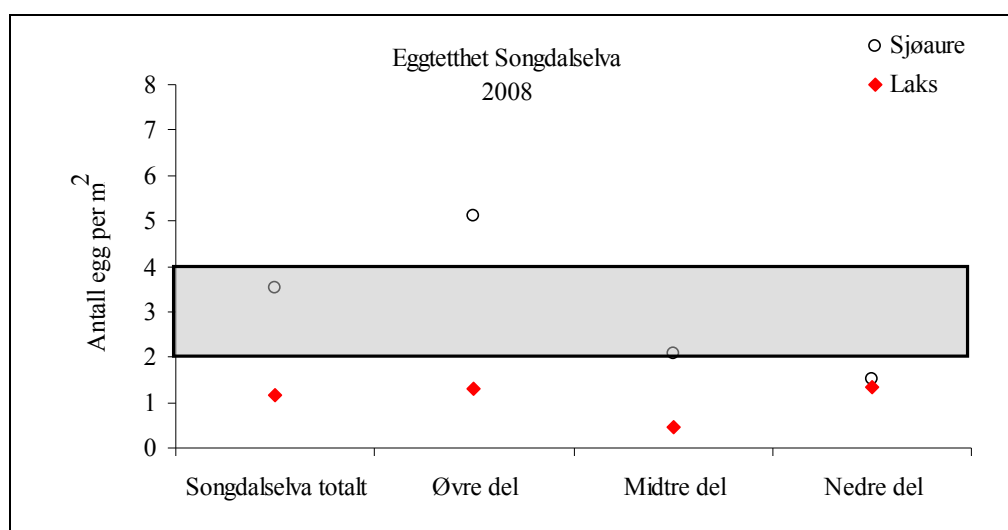
3.2 Gytefisktelling og eggtetthet i 2008

Siden Songdalselva er forholdsvis lang (33 km) og sterk meanderende med sakteflytende partier, ble gytefisktellingen utført på utvalgte strekninger av elva. Av et totalt lakseførende areal på 555 000 m², ble det dykket i et areal tilsvarende 367 000 m² (66 %). Disse utvalgte strekningene ble vurdert til å være best egnet for gytefisktelling og har trolig de beste områdene for gytning. Det ble observert 124 laks og 986 sjøaure på disse strekningene. Det ble ikke observert oppdrettslaks. De fleste sjøaurene var fra en halv kilo og opp til 2 kilo, men det ble observert en god del stor sjøaure over både 2 og 3 kilo (16 %). Det ble observert omtrent like mange smålaks (41 %) som mellomlaks (52 %), og noen få storlaks (7 %). Disse observasjonene står i sterk kontrast til den offisielle fangststatistikken. Ved å regne om antallet observerte sjøaure og laks til kilo fisk, var det minst ca. 1 400 kilo sjøaure og minst ca. 500 kilo med laks i elva høsten 2008. Strekninger tilsvarende ca. 30 % av totale lakseførende del ble ikke undersøkt, og det er svært sannsynlig at det stod både laks og sjøaure på disse strekningene også. I den offisielle fangststatistikken ble det innrapportert 60 kilo sjøaure og 25 kilo laks. Den offisielle fangststatistikken er trolig mangelfull. Det var ikke forhold for gytefisktelling i 2009.

Tabell 6. Gytefisktelling i Songdalselva 16-18.10.2008

Art	Vektklasse	År
		2008
Sjøaure	0,5 – 1 kg	458
	1 – 2 kg	369
	2 – 3 kg	115
	> 3 kg	44
	Sjøaure totalt	986
Villaks	Tert (<3 kg)	51
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	64
	Storlaks (>7 kg)	9
	Villaks totalt	124
Oppdrettslaks	Tert (<3 kg)	0
	Mellomlaks (3 – 7 kg)	0
	Storlaks (>7 kg)	0
	Oppdrettslaks totalt	0

Basert på antallet laks og sjøaure observert på gytefisktellingen, er egg tettheten for begge artene beregnet. Det gjøres oppmerksom på at disse tetthetene blir oppgitt for de undersøkte strekningene, og gjelder derfor ikke for hele den lakseførende strekningen. Trolig hadde egg tetthetene blitt noe lavere om hele elva ble dykket, siden de resterende strekningene ble vurdert til å være mindre egnet for gyting, og at det trolig stod det færre laks og sjøaure på disse strekningene enn i de undersøkte. Egg tettheten for laks og sjøaure ble funnet å være hhvs. 1,2 og 3,5 egg pr. m². Det er ikke oppgitt et gytebestandsmål for Songdalselva, men dette vil antakelig ligge på mellom 2 og 4 egg pr. m². En oversikt over egg tettheten totalt og for de ulike delområdene av elva er gitt i **Figur 18**. Resultatene viser at egg tetthet samlet for laks og sjøaure var høyere i nedre og øvre del enn i den midtre delen. Men for sjøaure isolert sett var det noe høyere egg tetthet i den midtre delen enn i den nedre delen av elva. Høyest var egg tettheten i den øvre delen.

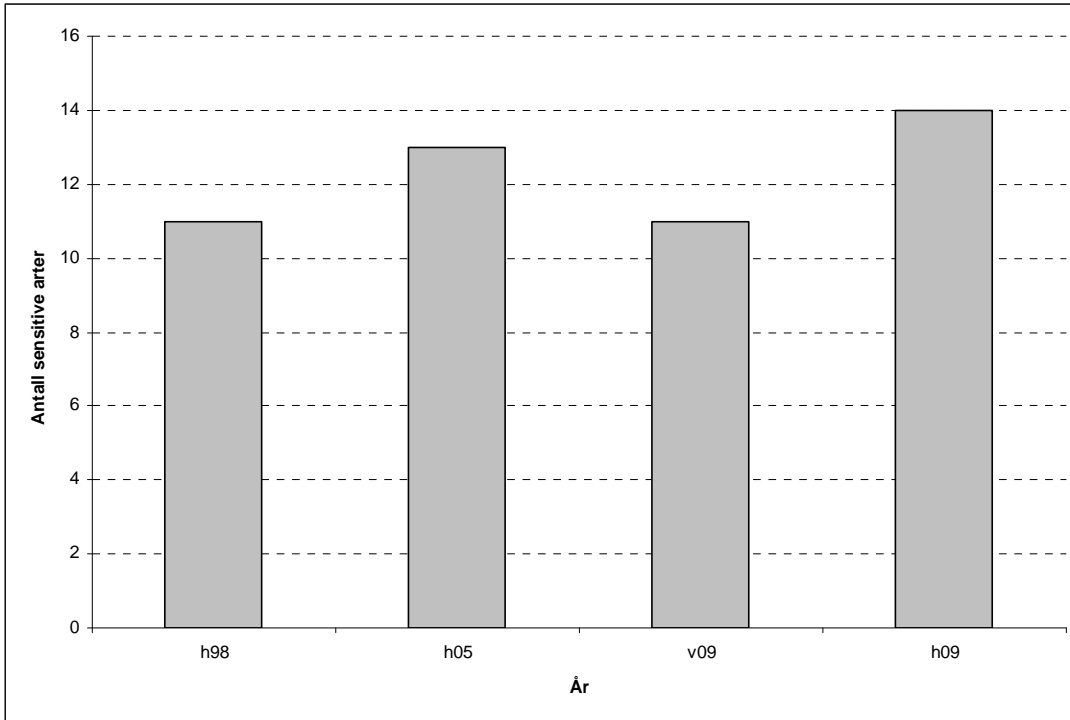


Figur 18. Egg tettheter (antall egg pr. m²) for gytebestanden av laks og sjøaure i Songdalselva 2008. Den grå sonen angir nivået for et gytebestandsmål på mellom 2 og 4 egg pr. m².

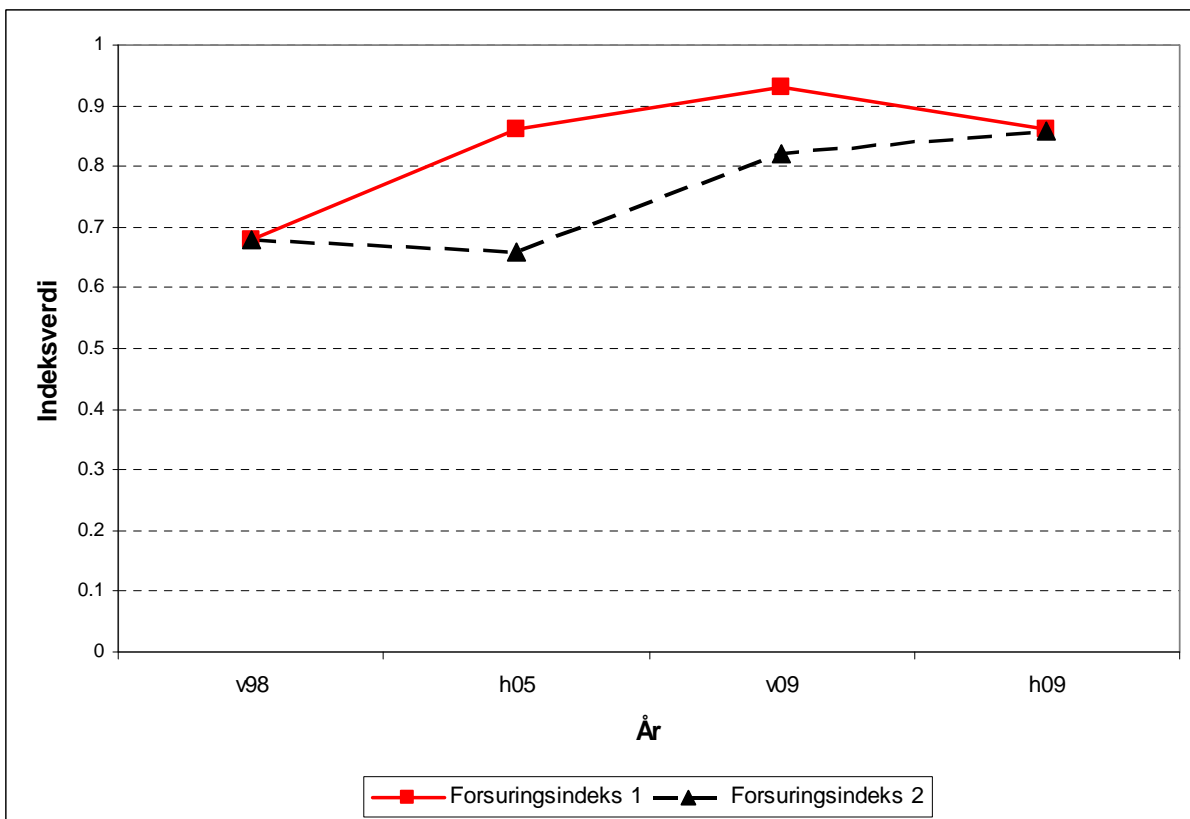
3.3 Bunndyrundersøkelser

I 2009 ble det bevilget midler for å analysere prøvene tatt i 2005 og 2008, samt for fullt stasjonsnett i 2009. **Vedlegg 1** til og med **Vedlegg 5** viser antallet av arter og individ som ble funnet fra og med 1998 til og med høsten 2009. De bunndyrene som ble registrert i Songdalselva i 1998 (Barlaup m. fl., 1999) er generelt vanlige i regionen (**Vedlegg 1**). To unntak var døgnfluen *Baetis fuscatus* og vårfluen *Wormaldia* sp., som i følge Limnofauna Norvegica (Aagaard & Dolmen 1996) ikke er registrert tidligere i Vest Agder. Vårfluen *Ylodes simulans* som ble funnet på St. 11 i 1998 (**Vedlegg 1**) var feilbestemt.

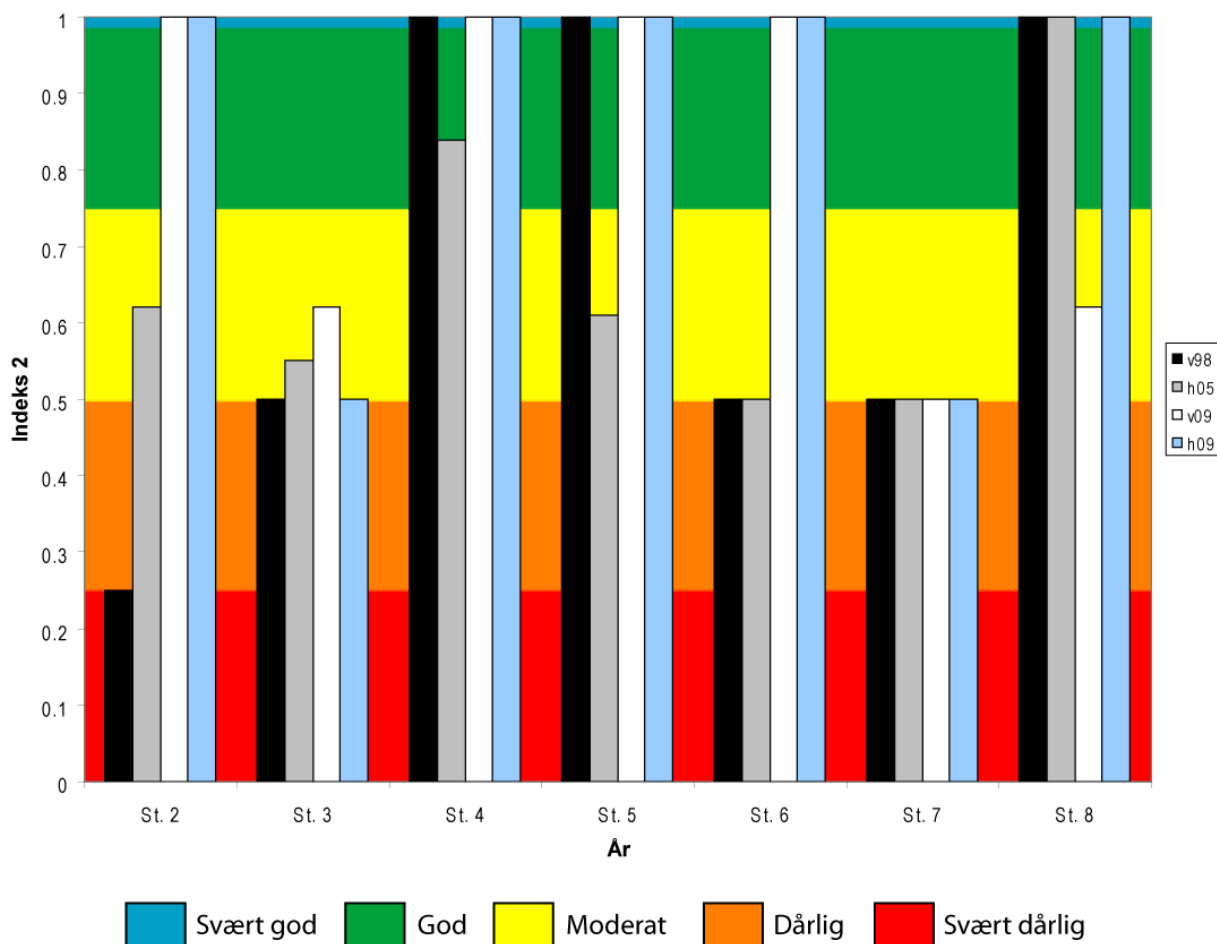
Figur 19 viser antallet forsurings-sensitive arter som har blitt registrert på St. 2 til St. 8 på hver av innsamlingsdatoene i Songdalselva. Figuren viser en svak økning av antall arter for hver innsamling, med en liten reduksjon i vårprøvene fra 2009. Utviklingen i forsuringsindeksene på de samme stasjonene er vist i **Figur 20**. Gjennomsnittet av begge indeksene øker fra 1998 til våren 2009. Forsuringsindeks 1 faller noe høsten 2009 på grunn av at det ikke ble funnet noen individer av sterkt følsomme arter på St. 3 i Gumpedalselva. Dette er den lokaliteten hvor det også er målt dårligst vannkvalitet. Sterkt sensitive arter var tilstedet i et lavt antall i vårprøven dette året. Gjennomsnittet av Forsuringsindeks 2 stiger imidlertid fra 1998 til og med høsten 2009.



Figur 19. Antall forsursings-sensitive arter funnet på St. 2 til og med St. 8 i Songdalselva fra 1998 til 2009.

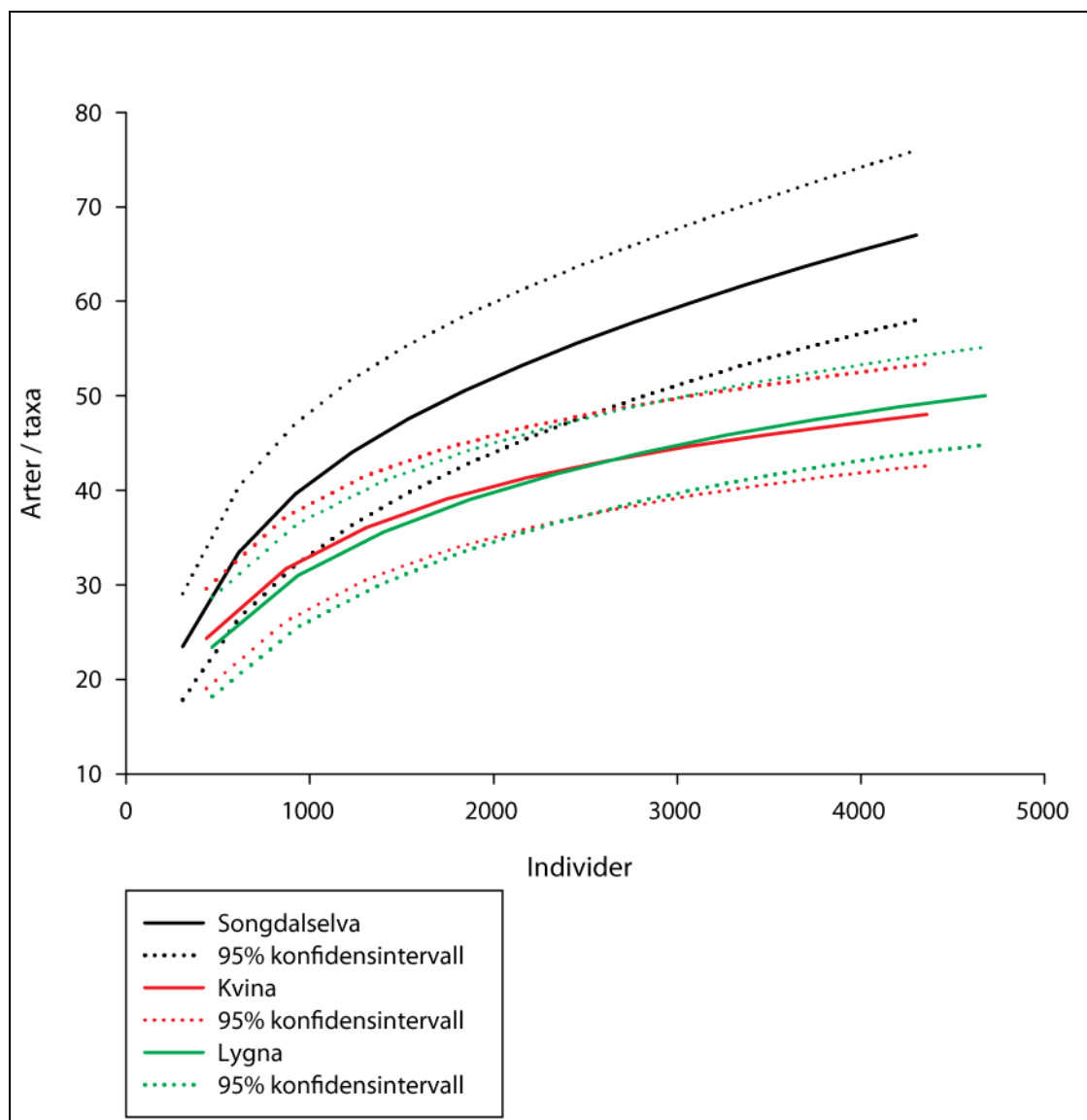


Figur 20. Gjennomsnittet av Forsuringsindeks 1 og 2 på St. 2 til og med St. 8 i Songdalselva fra 1998 til 2009.



Figur 21. Utviklingen i Forsuringsindeks 2 på St. 2 til St. 8 i Songdalselva fra 1998 til 2009.

Utviklingen i Forsuringsindeks 2 på enkeltlokalitetene i Songdalselva er vist i **Figur 21**. Lokaliteten i Kravleelva har gått fra dårlig i vårprøven fra 1998 med bare *Pisidium* sp. tilstedet av følsomme arter, til en indeksverdi som indikerer ingen forsuringskade i begge prøvene i 2009. Gumpedalselva er imidlertid fremdeles moderat forsuringskadet, selv om den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis* sp. var tilstedet i lavt antall høsten 2005 og våren 2009. Etter samløpet mellom Gumpedalselva og Kravleelva indikerer indeksverdiene ingen eller liten forsuringskade i hovedelva i 2009, med unntak av vårprøven på den nederste lokaliteten (St. 8). Stokkelandsbekken var moderat forsuringskadet høsten 2005, men viste ingen forsuringskade i 2009, mens bekken fra Farvannet (St. 7 - Møllebekken) har vært moderat forsuringskadet i hele perioden.



Figur 22. Estimert akkumulert artsrikhet ("Rarefaction" analyse) basert på 14 kvalitative prøver fra Songdalselva i 2009, sammenlignet med en analyse fra Kvina og Lygna i 2009 (Halvorsen m. fl., 2010) basert på 10 kvalitative prøver fra hver elv. Kurvene er skalert basert på antall individer som er artsbestemt / bestemt til gruppe. Heltrukket linje er artskurven, stiplet linje er 95 % konfidensintervall.

Figur 22 viser resultatene fra "Rarefaction" analysen i Songdalselva sammenlignet med en tilsvarende analyse fra den kalkede delen av Kvina og Lygna (Halvorsen et al. 2010). Kurvene over estimert artsrikhet er skalert basert på antall individer. Materialet fra Kvina og Lygna er sparkeprøver fra fem lokaliteter i hver elv tatt vår og høst i 2009, totalt 10 prøver fra hver elv. Prøvene er hovedsakelig tatt i den kalkede delene av elvene (en ukalket lokalitet i Kvina). I Songdalselva er det bare prøvene fra 2009 (14 stk.) som er tatt med i analysen. Som figuren viser er antallet individer som er undersøkt tilnærmet likt i de tre elvene. Artskurvene stiger i alle tre elvene, men den stiger mye brattere i Songdalselva enn i Kvina og Lygna. Analysen viser at artsrikheten var signifikant høyere i Songdalselva i 2009 enn i den kalkede delen av hovedvassdraget i Kvina og Lygna.

4.0 Diskusjon

4.1 Fisk

Resultatene fra undersøkelsene viser at det har skjedd store endringer i ungfiskbestanden av laks i Songdalselva siden undersøkelsene startet i 1998 og frem til 2009. Fra å være nesten fraværende i 1998, har laksen nå etablert seg på hele den lakseførende strekningen. For ungfiskbestanden av aure er imidlertid bildet annerledes. I 1998 ble det fanget nesten dobbelt så mange ungfisk av aure på de samme områdene i hovedvassdraget som i 2008. Dette kan tyde på at bestanden av aure har gått tilbake. Årsaken til at auren går noe tilbake og at laksen går frem er usikker, men økningen av laks i perioden kan ha hatt en uheldig innvirkning på sjøauren. Videre viser undersøkelsen at laksen har etablert seg i sidebekken Stokkelandsåna. Det er usikkert hvorvidt laksen har etablert seg i de andre sidebekkene, siden de ikke er blitt undersøkt. Fremtidige undersøkelser av andre sidebækker vil kunne besvare dette spørsmålet. I tråd med forekomsten av ungfisk av laks på alle undersøkte områder i lakseførende strekning, viste gytefisketellingene at også gytefisk av laks var tilstedeværende på alle undersøkte områder. Dette viser at laksen gyter i hele den lakseførende strekningen på de områder som er egnet for gyting. Tilsvarende ble det observert gytefisk av sjøaure på alle de undersøkte områdene.

Den mest nærliggende årsaken til at laksen har etablert seg i Songdalselva, er at den sure nedbøren er avtagende, med et forbedret vannkjemisk miljø i elva som resultat. Svovel og nitrogen fra langtransportert forurenset luft og nedbør har ført til forsuring av mange vassdrag i Sør-Norge. Problemet er spesielt stort på Sørlandet og deler av Vestlandet hvor tilførslene av atmosfærisk svovel og nitrogen er store, samtidig som hard og kalkfattig berggrunn gir liten avsyringskapasitet (bufferevne). Som et resultat av internasjonale avtaler har svovelinnholdet i nedbøren avtatt, og det er registrert en generelt forbedret vannkjemisk i lokalitetene som overvåkes via programmet for langtransportert forurensninger av Statens Forurensningstilsyn (SFT 2008). For Sørlandet sitt vedkommende (Region V og VI, som omfatter 14 innsjølokaliteter), har sulfat blitt kraftig redusert (67-68 %) fra 1986-2008. I tråd med denne nedgangen viser pH og ANC (syrenøytraliserende kapasitet) en positiv utvikling sammen med giftig aluminium (nedgang). pH var ca. 4,6-4,7 i 1986, mens den i 2008 har vært over 5,0. Syrenøytraliserende kapasitet (ANC) har i denne perioden økt fra lave, og noen ganger negative, konsentrasjonsnivåer (<50 µekv/l), til kun positive nivåer siden 2003. Giftig aluminium var over 165 µg/l i perioden 1986-1994, men har vært under 75 µg/l siden 2002. På tross av dette viser undersøkelsene av mengden giftig aluminium på fiskegjeller om våren (1998 og 2005), at det vannkjemiske miljøet kan påvirke fiskebestandene i betydelig negativ grad. I 1998 var vannkvaliteten periodevis uakseptabel for laks, og trolig begrensende for produksjonen av sjøaure. I Gumpedalselva, som var det sureste av sidevassdragene, ble det registrert vannkvaliteter som kan være skadelig også for den mer robuste innlandsauren. Den dårlige vannkvaliteten skyldes surt vann og forhøyede konsentrasjoner av giftig aluminium. Videre ble det funnet død fisk i vassdraget i både januar og mars 2005. Både laks og aure (alle størrelsesklasser) ble plukket opp av det lokale fiskelaget. I tillegg ble det registrert død forsøksfisk som var i bur i elven (Kroglund et al. 2007). Årsaken til dette var at Sør-Norge ble rammet av sjøsaltepisoder (orkanene Inga og Gudrun) i januar 2005. Dette viser at både aure og laks i Songdalselva er utsatt for slike sjøsaltepisoder. Selv i den kalkede sideelven Lågåna, som renner inn i Mandalselva, ble det på samme tidspunkt funnet død ungfisk av laks (Kroglund et al. 2007). Når disse episodene inntreffer om våren sammenfaller det med tidspunktet for smoltutvandring. Dette er uheldig siden smoltstadiet er spesielt følsomt for surt aluminiumsrikt vann.

Songdalselva står oppført på prioritert liste over nye nasjonale kalkingsprosjekt i DN's plan for kalking i perioden 2004-2010. Bakgrunnen for dette er at elva har et bra potensial for lakseproduksjon og at vassdraget er vurdert til å være lett å kalke. En fullkalking av vassdraget med doserer vil utvilsomt styrke og etablere en laksebestand raskere enn om vassdraget ikke kalkes. Om kalkingen ikke iverksettes vil det gi en god mulighet til å følge en naturlig reetablering av laks som følge av redusert sur nedbør. I tillegg ligger forholdene godt til rette for å vurdere hvordan ungfiskbestanden påvirkes av ulike typer episoder med mer ustabil vannkjemisk.

4.2 Bunndyr

Forsuringsindeksene viser at bunndyrsamfunnet i Songdalselva fremdeles er noe påvirket av forsurening, men at det har foregått en naturlig gjenhenting fra den første undersøkelsen i 1998. Økningen i antall forsuringfølsomme taxa viser også dette. Gjenhenting er tydeligst på St. 2 i Kravleelva, der det bare ble funnet en sensitiv art i 1998 (*Pisidium* sp.). Denne lokaliteten ligger ovenfor kalkingen med skjellsand. Videre viser resultatene at Gumpedalselva ennå er påvirket av sur nedbør, selv om det ble funnet noen få individer av den sterkt sensitive døgnfluen *Baetis* sp. på lokaliteten i høstprøvene i 2005 og i vårprøvene i 2009. At slekten var borte fra lokaliteten høsten 2009, viser at vannkjemien fremdeles er for dårlig til at sterkt sensitive arter klarer å etablere seg der.

Hovedelva fra samløpet mellom Gumpedalselva og Kravleelva ned til St. 8 ved Bringedalsheia viser få tegn til forsuringsskade på bunndyrfaunaen i 2009. Det ble ikke funnet noen individer av *Baetis rhodani* på St. 6 ved Skinnarmoen i vårprøvene, og få i høstprøvene. Verdien av Forsuringsindeks 2 ble imidlertid satt til 1 på begge tidspunktene, siden den sterkt sensitive døgnfluen *Caenis luctuosa* ble registrert på lokaliteten i vårprøven, og iglen *Erpobdella octoculata* ble funnet i høstprøven. Elven er på denne lokaliteten dyp og sakteflytende, og det er ingen god lokalitet å bruke for å beregne forsuringsskader. Den er imidlertid tatt med i undersøkelsen siden den ble undersøkt i 1998, og siden det ikke er strykstrekninger i Songdalselva mellom St. 4 og St. 8. Vårprøvene fra St. 8 indikerer moderat forsuringsskade etter snøsmeltingen, men i høstprøvene var *Baetis* spp. tilstedet igjen i et stort antall.

To sidebekker er med i undersøkelsen. Bunndyrene har indikert gode vannkjemiske forhold i Stokkelandsbekken (St. 5) siden 1998, selv om Forsuringsindeks 2 viste moderat forsuringsskade høsten 2005. Møllebekken (St. 7) viser ingen gjenhenting og har vært moderat forsuringsskadet siden 1998.

Artsrikheten på de undersøkte lokalitetene i Songdalselva i 2009 var høyere enn den var på strykstrekninger i de kalkede delene av Kvina og Lygna samme året. Dette er sannsynligvis en følge av at flere typer habitater (sidebekker og sakteflytende elv) ble undersøkt i Songdalselva, mens undersøkelsene i Kvina og Lygna var utelukkende knyttet til strykstrekninger i hovedelva. En annen faktor, som kan ha bidratt til den høyere artsrikheten, kan være at Songdalselva har vært mindre påvirket av sur nedbør enn de to andre elvene, og dermed beholdt en større del av den opprinnelige faunaen. Vi har imidlertid for lite data om bunndyrsamfunnet i Songdalselva til å kunne si noe sikkert om dette.

5.0 Litteratur

- Armitage, P. D., Moss, D., Wright, J. F., & Furse, M. T., 1983. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Research* 17: 333–347.
- Barlaup, T.B., Fjellheim, A., Gabrielsen, S.E., Kleiven, E. & Kaste, Ø. 1999. Vannkjemiske og ferskvannsbiologiske undersøkelser i Songdalselva 1998. LFI-rapport nr. 104. 46 s.
- Bohlin, T., Hamrin, S., Heggberget, T.G., Rasmussen, G., and Saltveit, S.J. 1989. Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids. *Hydrobiologia* 173:9-43.
- Colwell, R.K., Mao, C.X. & Chang, J., 2004. Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, 85 (10):2717-2727.
- Colwell, R. K. 2009. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 8.2. User's Guide and application published at: <http://purl.oclc.org/estimates>.
- Direktoratsgruppa Vanndirektivet, 2009. Veileder 01:2009 Klassifisering av miljølstand i vann. 180 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. 1995. Benthic animal response after liming of three south Norwegian rivers. - *Water Air and Soil Pollution* 85: 931 - 936.
- Frost, S., Huni, A. & Kershaw, W.E. 1971. Evaluation of a kicking technique for sampling stream bottom fauna. *Can. J. Zool.*, 49, 167-173.
- Gabrielsen, S.E., Sandven, O., Barlaup, B. T., Wiers, T., Lehmann, G. B., Skoglund, H., & Halvorsen, G.A. 2009. Datarapport for prosjektet: ”LIV” – livet i vassdragene. - langsiktige undersøkelser av laks og sjøaurebestander i seks regulerte elver 2006-2011. LFI-rapport nr. 169. 96 s.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K., 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.
- Halvorsen, G.A., Fjellheim, A., Johannessen, A. & Landås, T. 2010. Effekter på bunndyr i Kvina etter regulering – en sammenligning med den uregulerte Lygna. LFI-rapport 179, 34s.
- Hansen, L.P., Fiske, P., Holm, M., Jensen, A. J. & Sægrov, H. 2008. Bestandsstatus for laks i Norge. Prognoser for 2008. Rapport fra arbeidsgruppe. Utredning for DN 2008-5: 66 s.
- Hesthagen, T. & Hansen, L. P. 1991. Estimates of the annual loss of Atlantic salmon, *Salmo salar* L, in Norway due to acidification. *Aquaculture and Fisheries Management* 22: 85-91.
- Jensen, A.J., Johnsen, B.O., Berger, H.M. & Lamberg, A. 2004. Fiskebiologiske undersøkelser i Eidfjordvassdraget, Hordaland fylke 2003. NINA – oppdragsmelding 810. 34 s.
- Kroglund, F., Høgberget, R., Hindar, K., Østborg, G. & Torveig, B. 2008. Laks og vannkvalitet i Otra, 1990-2006. Norsk institutt for vannforskning, Rapport 5531-2008. 49+vedlegg.
- Kroglund, F., Kleiven, E., Barlaup, B. T., Halvorsen, G. A., Gabrielsen, S.E., Skoglund, H., Wiers, T., Gutterup, J. & Teien, H.C. 2007. Fisk og bunndyr, effekter av sjøsaltepisoder vinteren 2004/2005. NIVA. Rapport nr. 5369. 96 s.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G. G., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. DN Rapport nr 1994 - 10.
- Kroglund, F. & Hindar, A. 1991. Resipientundersøkelse i Songdalselva. Norsk institutt for vannforskning, Rapport 0-89137
- Larsen, J., Birks, H. J. B., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1996. Quantitative relationships of invertebrates to pH in Norwegian river systems. - *Hydrobiologia* 328: 57-74.
- Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1991. Tålegrenser for overflatevann - Fisk og evertebrater II. Norsk Institutt for Vannforskning. Rapport nr. O-89185-2.
- Lien, L., Raddum, G. G., Fjellheim, A., Henriksen, A. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analyses of fish and invertebrate responses. *Sci. Total Environ.* 117: 173-193.
- Raddum, G.G. 1999. Large scale monitoring of invertebrates: Aims, possibilities and acidification indexes, p. 7-16, In Raddum, G.G., Rosseland, B.O., and Bowman, J. (eds). *Workshop on*

- biological assesment and monitoring; evaluation and models*, NIVA Report SNO 4091/1999, ICP Waters Report 50/1999, 96 pp.
- SFT 2008. Overvåking av langtransporterte luftforurensninger. Sammendragsrapport. SFT- rapport 1032/2008, 92 s.
- Sættem, L.M. 1995. Gytebestander av laks og sjøaure. En sammenstilling av registreringer fra ti vassdrag i Sogn og Fjordane fra 1960 – 94. Utredning fra DN 1995 – 7, 107 s.
- Aagaard, K. & Dolmen, D. 1996. Limnofauna Norvegica. Katalog over norsk ferskvannsfauna. Tapir Forlag, Trondheim.

Vedlegg I

Antall bunndyr i kvalitative prøver fra Songdalselva 03.06.1998 (Fra Barlaup m. fl., 1999).

	ST.1	ST.2	ST.3	ST.4	ST.5	ST.6	ST.7	ST.8	ST.9	ST.10	ST.11
Nematoda (Rundmark)	12	1		8	2	2	2	2	19	3	1
Oligocheta (Fåborstemark)	18		12	8	16	2	4	6	10	2	5
Acari (Vannmidd)	5	3	2	20	2	7		6		13	4
Gasrrpoda (Snegl)									1		
*** <i>Lymnaea peregra</i>									1		
Bivalvia (Muslinger)											
* <i>Pisidium</i> sp.	4	1								12	5
Ephemeroptera (Dognfluer)											
*** <i>Baetis rhodani</i>				6	11			1			
*** <i>Baetis fuscatus</i>					11						
*** <i>Baetis</i> sp.	16			12				17			
** <i>Siphonurus</i> sp.			1								
** <i>Siphonurus alternatus</i>											6
<i>Leptophlebia</i> sp.			1								1
<i>Leptophlebia vespertina</i>						30					
** <i>Heptagenia sulphurea</i>				1		1		1			
<i>Heptagenia</i> sp.											
Plecoptera (Steinfluer)											
<i>Amphinemura borealis</i>			1		5	4					
<i>Amphinemura</i> sp.					2						1
<i>Leuctra fusca</i>	12	49	1	1	18			1	10		18
<i>Nemoura cinerea</i>			1								
<i>Nemouridae</i> indet.	5	14		3							5
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>											2
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>				2							
** <i>Isoperla</i> sp.	3				1			1			
** <i>Isoperla grammatica</i>						1			2		
<i>Plecoptera</i> indet.										1	
Trichoptera (Vårfluer)											
<i>Rhyacophila nubila</i>			1	1	1						
<i>Rhyacophila nubila</i> p.					1						
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	10	3	1	8	1			6	3		
<i>Plectrocnemia conspersa</i>				1				1			
<i>Limnephilidae</i> indet.			1								
<i>Limnephilus</i> sp.							5				1
<i>Halesus</i> sp.			1				1				
** <i>Hydropsyche siltalai</i>				2	5				1		3
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>								15	3		
** <i>Hydropsyche</i> sp. p.								3			
<i>Wormaldia</i> sp.			2	4	9			10			
<i>Athripsodes</i> sp.							2		2		5
<i>Mystacides</i> sp.							1				1
<i>Ylodes simulans</i> ¹											1
<i>Molannidae</i> indet.											1
** <i>Lepidostoma hirtum</i>						6		7			
Chironomidae l. (Fjærmygglarver)	92	80	45	96	74	88	55	54	103	49	49
Chironomidae p. (Fjærmyggpupper)	1	2		3				2	2	12	
Ceratopogonidae (Sviknott)			1	3	11	8					7
Simuliidae (Knott)	1			6	10	1	49		10	2	
Tipulidae (Stankelbeinlarver)								1			
Diptera (Øvrige tovinger)	4	6	1	6	1	5		1	8		2
Coleoptera (Biller)	13	5	2	13	10	2		14	10	3	6
Corixidae (Buksvømmere)											1
Zygoptera (Vann-nymfer)											6
Collembola (Spretthaler)			1	3		2			7		3
Crustacea (Krepsdyr)											
*** <i>Gammarus zaddachi</i>											3
<i>Bosmina</i> sp.			1								
<i>Chydoridae</i>	2	58							11		
<i>Macrotrichidae</i> ind			1								
<i>Calanoidae</i>									1		
<i>Cyclopida</i>	2	2							1	11	
<i>Harpacticoida</i>	1						1			7	
Ostracoda	5			1		49		2	13	2	
Sum	206	233	74	212	189	213	149	137	235	106	105
Forsuringsindeks 1	1,00	0,25	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,25	1,00	0,50
Forsuringsindeks 2	1,00	0,25	0,50	1,00	1,00	0,50	0,50	1,00	0,25	1,00	0,50

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

1) Feilbestemmelse (Leptoceridae indet.)

Vedlegg 2. Arter / taxa funnet i bunndyrprøvene i Songdalselva den 29.09.2005

*** svært følsom for forsurening ** moderat følsom * litt følsom

Lokalitet	St. 1 Kravleelva v/ Greibesland	St. 2 Kravleelva v/Åsen	St. 3 Gumpdalselva v/Gumpen	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 5 Stokkelandsbekken	St. 6 Songdalselva v/ Skinnarsmoen	St. 7 Bekk fra Farvannet (Møllebekken)	St. 8 Songdalselva v/ Bringheia	St. 10 Songdalselva v/ Stokkeland
Nematoda		1					8		
Gastropoda									
*** <i>Radix balthica</i> (=Lymnaea peregra)								3	
Bivalvia									
* <i>Pisidium</i> sp.	4	3				1	2		
Oligochaeta	7	8	3	7	12	1	12	11	1
Crustacea									
<i>Eurycercus lamellatus</i>						2			
<i>Gammarus zaddachi</i>									169
Calanoida							1		
Chydoridae	5					1	1		
Cyclopoida								1	
Ostracoda	4	5	1			1		1	
Acari	11	9	2	3	11	6	1	7	1
Ephemeroptera									
*** <i>Baetis rhodani</i>	47	18	9	20	25			2	
<i>Kageronia fuscogrisea</i>		2		3					
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	4	14		5	6				
<i>Leptophlebia marginata</i>	4	4	1	2		4		1	
<i>Leptophlebia vespertina</i>	10	10	1	1				2	
** <i>Siphonurus</i> sp.				1					
Leptophlebiidae indet.							1		
Plecoptera									
<i>Amphinemura borealis</i>	49	47	11	5	103		2	8	
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	10	11	34	2	14			3	
<i>Brachyptera risi</i>	1	2	28	4	3		3		
** <i>Isoperla grammatica</i>	11	8	3	2	11		4	1	
<i>Leuctra hippopus</i>	3	17	69	7	66		2	19	1
<i>Leuctra fusca/digitata</i>		1							
<i>Nemoura avicularis</i>	2		1		3	3		1	
<i>Protonemura meyeri</i>	13	69	19	40	15		5	3	
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2	7	5		18			2	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		1					1		
Odonata									
<i>Pyrhosoma nymphula</i>						2			
<i>Calopteryx</i> sp.								1	
<i>Cordulegaster boltoni</i>			1						
Libellulidae indet.						1			
Megaloptera									
<i>Stalis fuliginosa</i>						1			

Vedlegg 2 fortsetter...

Lokalitet	St. 1 Kravleelva v/ Greibesland	St. 2 Kravleelva v/Åsen	St. 3 Gumpdalselva v/Gumpen	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 5 Stokkelandsbekken	St. 6 Songdalselva v/ Skinnarsmoen	St. 7 Bekk fra Farvannet (Møllebekken)	St. 8 Songdalselva v/ Bringehøia	St. 10 Songdalselva v/ Stokkeland
Coleoptera									
<i>Elmis aenea</i>	24	16	14	12	8			12	3
<i>Limnius volckmari</i>	5	18	1	2	33	1	2	26	8
<i>Olimnius tuberculatus</i>	19	2	11	4	5	1		3	1
Gyrinidae indet.					1				
Trichoptera									
<i>Athripsodes albifrons</i>								1	
<i>Athripsodes arterrimus</i>	1								
<i>Athripsodes</i> sp.						1			
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>	2	4		5	7			3	
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	2	6		14	23		226	4	
** <i>Hydropsyche</i> sp.			1				3	1	
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>		1		1	1		2	3	
** <i>Lepidostoma hirtum</i>		61	8	59	11	20	7	7	
<i>Limnephilus</i> sp.						3		1	
<i>Mystacides azurea</i>						2			
<i>Neureclipsis bimaculata</i>							28		
** <i>Oecetis testacea</i>		1				8	1	1	
<i>Oxyethira</i> sp.	10	7	8	1	1	14		20	
<i>Plectrocnemia conspersa</i>			2	1			1		
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	23	27	21	2	1		5	1	
<i>Polycentropus irroratus</i>	2	3		1					
<i>Rhyacophila nubila</i>	1	1	2	3			3		
** <i>Sericostoma personatum</i>		1							
** <i>Tinodes waeneri</i>		1							
<i>Ylodes simulans</i>						2			
Leptoceridae indet.		1			1		1		
Limnephilidae indet.			4						
Polycentropodidae indet.		2	8					1	
Diptera									
Chironomidae indet.	177	132	98	44	205	82	101	66	32
Ceratopogonidae indet.		3			4	12	1		
Simuliidae indet.	1	1	8				6	3	
<i>Dicranota</i> sp.	7		6		1				
<i>Tipula</i> sp.			2		1			8	2
Tabanidae indet.		1							
Empididae indet.	1		1		2			1	1
Muscidae indet.							2		2
Diptera indet.					1	1		1	
Antall individ	462	526	383	251	593	170	432	229	221
Antall arter / taxa	31	37	30	27	29	23	27	33	11
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	0.5	0.5	1	(-)
Forsuringsindeks 2	1	0.62	0.55	0.84	0.61	-	-	1	(-)
ASPT	6.8	7.1	6.8	7.1	7.0	6.1	6.4	6.6	(4,8)

Vedlegg 3. Arter / taxa funnet i bunndyrprøvene i Songdalselva den 18.10.2008

*** svært følsom for forsurening ** moderat følsom * litt følsom

Lokalitet	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 8 Songdalselva v/ Bringheia
Nematoda		1
Oligochaeta	14	10
Crustacea		
Ostracoda	2	
Acari	13	7
Ephemeroptera		
*** <i>Baetis rhodani</i>	72	17
<i>Kageronia fuscogrisea</i>	3	
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	2	9
<i>Leptophlebia marginata</i>	1	
Plecoptera		
<i>Amphinemura borealis</i>	14	2
<i>Amphinemura sulcicollis</i>	21	4
<i>Brachyptera risi</i>	3	
** <i>Isoperla grammatica</i>	3	2
<i>Leuctra hippopus</i>	7	2
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	1	
<i>Nemoura avicularis</i>	1	
<i>Protonemura meyeri</i>	23	37
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	16	4
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>		3
Coleoptera		
<i>Elmis aenea</i>	5	19
<i>Limnius volckmari</i>	7	23
<i>Olimnius tuberculatus</i>	13	6
Gyrinidae indet.		3
Trichoptera		
<i>Athripsodes albifrons</i>		3
<i>Athripsodes</i> sp.		4
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>		6
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	2	5
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>	4	4
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	4	2
<i>Oxyethira</i> sp.	7	2
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	5	
<i>Rhyacophila nubila</i>	6	3
** <i>Sericostoma personatum</i>	1	
** <i>Tinodes waeneri</i>	1	
Limnephilidae indet.	2	
Diptera		
Chironomidae indet.	117	60
Simuliidae indet.	7	8
Empididae indet.	1	3
Diptera indet.	1	
Antall individ	379	249
Antall arter / taxa	32	26
Forsuringsindeks 1	1	1
Forsuringsindeks 2	1	0.83
ASPT	7.2	7.0

Vedlegg 4. Arter / taxa funnet i bunndyrprøvene i Songdalselva den 27.05.2009

*** svært følsom for forsurening ** moderat følsom * litt følsom

Lokalitet	St. 2 Kravleelva v/Åsen	St. 3 Gumpdalselva v/Gumpen	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 5 Stokkelandsbekken	St. 6 Songdalselva v/ Skinnarsmoen	St. 7 Bekk fra Farvannet (Møllebekken)	St. 8 Songdalselva v/ Bringehelia
Nematoda				3	4	4	2
Bivalvia							
* <i>Pisidium</i> sp.	2				6	1	
Oligochaeta	7	4	20	25	9	6	15
Crustacea							
<i>Iliocryptus</i> sp.					1		
Chydoridae					1		
Cyclopoida					1	1	
Calanoida						7	
Harpacticoida					3		
Ostracoda					5		
Acari	9	3	14	2	12	2	8
Ephemeroptera							
*** <i>Baetis rhodani</i>	5		16	31			4
*** <i>Baetis scambus/fuscatus</i>	24		11	12			3
*** <i>Baetis</i> sp.	4	3					1
*** <i>Caenis luctuosa</i>					1		
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	7		3	1			1
<i>Leptophlebia vespertina</i>		1			7		
Plecoptera							
<i>Amphinemura borealis</i>	2	1	1	3			3
<i>Amphinemura</i> cf. <i>standfussi</i>				1			
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		1		1			1
** <i>Isoperla grammatica</i>	1						
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	14	19	8	50	3	2	62
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	4	3	2				
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>				2	17		
Nemouridae indet.	2	2					3
** Perlodidae indet.		1					
Megaloptera							
<i>Sialis lutaria</i>					2		
Coleoptera							
<i>Elmis aenea</i>	5	8	21	2			6
<i>Limnius volckmari</i>	16	5	24	45	6	2	9
<i>Olimnius tuberculatus</i>	1	3	1	8	4		
Gyrinidae indet.				1	1		1

Vedlegg 4 fortsetter...

Lokalitet	St. 2 Kravleelva v/Åsen	St. 3 Gumpdalselva v/Gumpen	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 5 Stokkelandsbekken	St. 6 Songdalselva v/ Skinnarsmoen	St. 7 Bekk fra Farvannet (Møllebekken)	St. 8 Songdalselva v/ Bringehøia
Trichoptera							
<i>Agapetus ochripes</i>			1	2			
<i>Athripsodes cinereus</i>					1		
<i>Athripsodes</i> sp.				1	2		3
<i>Ceraclea</i> sp.							1
** <i>Hydropsyche siltalai</i>			2	4		108	11
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>			2	1			5
** <i>Lepidostoma hirtum</i>				1	1		4
<i>Limnephilus</i> sp.						1	
<i>Lype reducta</i>					2		
<i>Mystacides azurea</i>					1		
<i>Neureclipsis bimaculata</i>						21	
<i>Oxyethira</i> sp.	1				1	2	
** <i>Philopotamus montanus</i>							1
<i>Plectrocnemia conspersa</i>		2					
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	7	3	1	1		1	
<i>Rhyacophila nubila</i>	7	7	4	2		4	11
** <i>Sericostoma personatum</i>						2	
Limnephilidae indet.		2					1
Diptera							
Chironomidae indet.	134	175	143	117	157	67	118
Ceratopogonidae indet.	2	1	1	16	6	2	3
Simuliidae indet.		12	3	10	3	19	46
<i>Dicranota</i> sp.		1	1	10			
Limoniidae indet.					1		
Empididae indet.	2	3	3	4	7	2	17
Antall individ	256	260	282	356	265	254	340
Antall arter / taxa	19	21	21	27	27	19	25
Forsuringsindeks 1	1	1	1	1	1	0.5	1
Forsuringsindeks 2	1	0.62	1	1	1	-	0.62
ASPT	6.3	6.3	6.1	6.6	6.5	5.7	6.5

Vedlegg 5. Arter / taxa funnet i bunndyrprøvene i Songdalselva den 4.12.2009

*** svært følsom for forsurening ** moderat følsom * litt følsom

Lokalitet	St. 2 Kravleelva v/Åsen	St. 3 Gumpdalselva v/Gumpen	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 5 Stokkelandsbekken	St. 6 Songdalselva v/ Skinnarsmoen	St. 7 Bekk fra Farvannet (Møllebekken)	St. 8 Songdalselva v/ Bringehøia
Nematoda							1
Gastropoda							
*** <i>Radix baltica</i> (= <i>Lymnaea peregra</i>)					1		
Bivalvia							
* <i>Pisidium</i> sp.	1				7	3	1
Hirudinea							
*** <i>Erpobdella octoculata</i>					1		
** <i>Helobdella stagnalis</i>					1		
Oligochaeta	9		11	18	5	7	8
Crustacea							
<i>Bosmina</i> sp.						85	5
<i>Daphnia</i> sp.						9	
Cyclopoida					1	4	
Calanoida				5		27	3
Ostracoda					1		
Acari		1	7		1	9	16
Ephemeroptera							
*** <i>Baetis rhodani</i>	42		118	65	3		27
** <i>Heptagenia sulphurea</i>	5		3	2			1
<i>Leptophlebia marginata</i>			1		6		
<i>Leptophlebia vespertina</i>					13		
Plecoptera							
<i>Amphinemura borealis</i>	22	11	29	36		1	6
<i>Amphinemura</i> cf. <i>standfussi</i>	5						
<i>Amphinemura sulcicollis</i>		50	19	4			5
<i>Amphinemura</i> sp.	9						
<i>Brachyptera risi</i>	7	74	14	16		4	10
** <i>Diura nanseni</i>		1					
** <i>Isoperla grammatica</i>	10			3		1	1
** <i>Isoperla</i> sp.		1	1				1
<i>Leuctra hippopus</i>	7	15	8	3	2	1	1
<i>Leuctra fusca/digitata</i>	2	1	2	8		8	2
<i>Nemoura avicularis</i>					15		
<i>Nemoura cinerea</i>		4			1	1	
<i>Nemoura</i> sp.					7		
<i>Protonemra meyeri</i>	27	23	26	20			9
<i>Siphonoperla burmeisteri</i>	2	6	1	6		1	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>			1		1		
Zygoptera							
<i>Pyrrhosoma nymphula</i>					3		

Vedlegg 5 fortsetter...

Lokalitet	St. 2 Kravleelva v/Åsen	St. 3 Gumpdalselva v/Gumpen	St. 4 Songdalselva v/ Underåsen	St. 5 Stokkelandsbekken	St. 6 Songdalselva v/ Skimmarsmoen	St. 7 Bekk fra Farvannet (Møllebekken)	St. 8 Songdalselva v/ Bringehøia
Coleoptera							
<i>Elmis aenea</i>	7	3	3	1			25
<i>Limnius volckmari</i>	4		3	2			2
<i>Olimnius tuberculatus</i>	1	3	1	3	2		5
Dryopidae indet.					1		
Gyrinidae indet.				1		1	
Hydrophilidae indet.					1		
Coleoptera indet.				1			
Trichoptera							
<i>Athripsodes</i> sp.					1		1
<i>Halesus radiatus</i>					1		
** <i>Hydropsyche pellucidula</i>							2
** <i>Hydropsyche siltalai</i>	2		13	3		43	1
** <i>Ithytrichia lamellaris</i>	2		17	1		1	20
** <i>Lepidostoma hirtum</i>	1		5	4	4	1	11
<i>Limnephilus extricatus</i>					1		
<i>Limnephilus</i> sp.					3		
<i>Mystacides azurea</i>					2		
<i>Neureclipsis bimaculata</i>						8	
** <i>Oecetis testacea</i>	1				7		
<i>Oxyethira</i> sp.							2
<i>Plectrocnemia conspersa</i>						1	
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	12		3			2	
<i>Potamophylax cingulatus</i>				1			
<i>Rhyacophila nubila</i>	2	6	4	2		1	3
** <i>Sericostoma personatum</i>				2		1	
Limnephilidae indet.		1					
Diptera							
Chironomidae indet.	47	61	95	148	77	60	37
Ceratopogonidae indet.	1		2	2	3	1	
Simuliidae indet.	2	29	75	28	8	265	13
<i>Dicranota</i> sp.		2		5			
<i>Tipula</i> sp.					4		
Empididae indet.			9	4	1	2	6
Tabanidae indet.					1		
Muscidae indet.			1				
Antall individ	230	292	472	394	186	548	225
Antall arter / taxa	24	18	27	28	30	27	29
Forsuringsindeks 1	1	0.5	1	1	1	0.5	1
Forsuringsindeks 2	1	-	1	1	1	-	1
ASPT	6.8	7.3	7,0	7,0	5.74	6.9	6.56



FERSKVANNSØKOLOGI - LAKSEFISK - BUNNDYR

LFI ble opprettet i 1969, og er nå en avdeling ved Uni Miljø/Uni Research som er Universitetet i Bergen sitt forskningsselskap. LFI tar oppdrag som omfatter forskning, overvåking, tiltak og utredninger innen ferskvannøkologi. Vi har spesiell kompetanse på laksefisk (laks, sjøaure, innlandsaure) og bunndyr, og på hvilke miljøbetingelser som skal være til stede for at disse artene skal ha livskraftige bestander. Sentrale tema er:

- Bestandsregulerende faktorer
- Gytebiologi hos laksefisk
- Biologisk mangfold basert på bunndyrsamfunn i ferskvann
- Effekter av vassdragsreguleringer
- Forsuring og kalking
- Biotopjusteringer
- Effekter av klimaendringer

Oppdragsgivere er offentlig forvaltning (direktorater, fylkesmenn), kraftselskap, forskningsråd og andre. Viktige samarbeidspartnere er andre forskningsinstitusjoner (herunder NIVA, NINA, HI og VESO) og FoU miljø hos oppdragsgivere.

Våre internettsider finnes på <http://www.miljo.uni.no/>